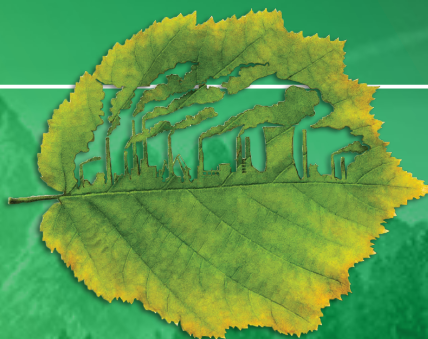




Лидија Амиџић

ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА



УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУ
ЖИВОТНА СРЕДИНА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Лидија Амиџић

ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Прво издање

Београд, 2020.

ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Аутор:

др Лидија Амиџић

Рецензенти:

Проф. др Зоран Кривошеј

Др Биљана Пањковић

Издавач:

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ

Београд, Данијелова32

www.singidunum.ac.rs

За издавача:

др Милован Станишић

Припрема за штампу:

Милош Вишњић

Дизајн корица:

Александар Михајловић

Година издања:

2020.

Тираж:

300 примерака

Штампа:

Бирограф, Београд

ISBN: 978-86-7912-743-3

Copyright:

© 2020. Univerzitet Singidunum

Izdavač zadržava sva prava.

Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

1. ДЕФИНИЦИЈА БИОДИВЕРЗИТЕТА	1
2. СПОЗНАЈА БИОДИВЕРЗИТЕТА	5
2.1. НАШИ ПРЕЦИ И БИОДИВЕРЗИТЕТ	5
2.2. РАЗВОЈ НАУКЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ	9
3. НАСТАНАК И ДИВЕРЗИФИКАЦИЈА ЖИВОТА	15
3.1. ЕВОЛУЦИЈА МАТЕРИЈЕ	15
3.2. ПЛАНЕТА ЗЕМЉА	16
3.3. ПОЈАВА ЖИВОТА	26
3.4. ЕТАПЕ У ЕВОЛУЦИЈИ ЖИВОТА И БИОСФЕРЕ	30
4. НИВОИ БИОДИВЕРЗИТЕТА	45
4.1. ГЕНЕТИЧКИ ДИВЕРЗИТЕТ	45
4.1.1. Генетичка основа наслеђивања	45
4.1.2. Генетичка основа променљивости	50
4.1.3. Утицај фактора природне селекције на генетичку основу организама	53
4.2. СПЕЦИЈСКИ ДИВЕРЗИТЕТ	54
4.2.1. Карактеристике и променљивост врста	54
4.2.2. Процес настанка нових врста	60
4.2.3. Очување интегритета врста репродуктивном изолацијом	67
4.2.4. Ишчезавање врста	69
4.2.5. Специјски диверзитет у глобалним размерама	71
4.2.6. Центри специјског диверзитета у глобалним размерама	74
4.2.7. Специјски диверзитет Србије	77
4.3. ЕКОСИСТЕМСКИ ДИВЕРЗИТЕТ	83
4.3.1. Екосистеми и биоми	83
4.3.2. Екосистемски диверзитет Србије	85
4.3.3. Алфа, бета и гама диверзитет	88
4.3.4. Хипотезе о стабилности екосистема	90
5. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ	93
5.1. ДЕФИНИЦИЈА И ПОДЕЛА ЕКОСИСТЕМСКИХ УСЛУГА	93
5.2. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ РЕГУЛАЦИЈЕ	95
5.3. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ СНАБДЕВАЊА	98
5.4. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ ПОДРШКЕ	103
5.5. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ КУЛТУРНОГ ЗНАЧАЈА	105
5.6. ЕКОЛОШКИ ОТИСАК	110

6. УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА	115
6.1. ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА	115
6.2. РАСТ СВЕТСКОГ СТАНОВНИШТВА И БИОДИВЕРЗИТЕТ	117
6.3. ПРИВРЕДНИ РАСТ И БИОДИВЕРЗИТЕТ	121
6.3.1. Пољопривреда и биодиверзитет	121
6.3.2. Шумарство и биодиверзитет	123
6.3.3. Урбанизација и биодиверзитет	125
6.3.4. Водопривреда и биодиверзитет	128
6.3.5. Рударство, енергетика и биодиверзитет	131
6.3.6. Туризам и биодиверзитет	132
6.4. ЗАГАЂЕЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ	134
6.4.1. Загађење воде и биодиверзитет	134
6.4.2. Загађење земљишта и биодиверзитет	136
6.4.3. Загађење ваздуха и биодиверзитет	137
6.4.4. Промене климатског система Земље	138
6.5. ИНВАЗИВНЕ ВРСТЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ	143
6.6. ПРЕКОМЕРНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА ВРСТА И БИОДИВЕРЗИТЕТ	147
6.7. ЦРВЕНЕ ЛИСТЕ И ЦРВЕНЕ КЊИГЕ	151
6.8. ГЛОБАЛНА УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА	154
6.9. УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА У СРБИЈИ	158
7. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ	161
7.1. ГЛОБАЛНЕ ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА	162
7.2. ЕВРОПСКЕ ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА	169
7.3. ЕВРОПСКЕ ЕКОЛОШКЕ МРЕЖЕ	174
7.4. МЕЂУНАРОДНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ЗА ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ	178
7.5. ЗАШТИТА ПРИРОДЕ У СВЕТУ	182
8. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА У СРБИЈИ	187
8.1. ЗАШТИТА ПРИРОДЕ У СРБИЈИ	187
8.2. СТРАТЕШКИ ОКВИР ОЧУВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА	190
8.3. ЗАКОНСКИ ОКВИР ОЧУВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА	194
8.4. ЗАШТИЋЕНА ПРИРОДНА ДОБРА У СРБИЈИ	196
8.5. ЗАШТИЋЕНА ПОДРУЧЈА	197
8.5.1. Категоризација заштићених подручја	197
8.5.2. Поступак проглашења заштићеног подручја	204
8.5.3. Управљање заштићеним подручјима	206
8.5.4. Финансирање заштићених подручја	210

8.6. СТРОГО ЗАШТИЋЕНЕ И ЗАШТИЋЕНЕ ВРСТЕ	211
8.6.1. Статус строго заштићених и заштићених врста	211
8.6.2. Очување строго заштићених и заштићених дивљих врста	212
8.6.3. Држање дивљих животиња у заточеништву	217
8.6.4. Узгој, промет и трговина строго заштићеним и заштићеним дивљим врстама	219
8.7. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ РИБЉЕГ ФОНДА	221
8.8. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ЛОВНЕ ДИВЉАЧИ	226
8.9. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМА	231
9. КОНЗЕРВАЦИОНА БИОЛОГИЈА	239
9.1. УВОД У КОНЗЕРВАЦИОНУ БИОЛОГИЈУ	239
9.2. АКТИВНО ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА	241
9.2.1. In-situ очување биодиверзитета	241
9.2.2. Ex-situ очување биодиверзитета	245
9.3. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈА	251
9.4. БИЉНИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ВОДЕ	255
9.5. ЕКОЛОШКА РЕСТАУРАЦИЈА	257
9.6. ЕКОЛОШКИ КОРИДОРИ	260
10. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА И ОБРАЗОВАЊЕ	269
Литература	272
Биографија	289

1. ДЕФИНИЦИЈА БИОДИВЕРЗИТЕТА

Планета Земља настала је пре око 4,6 милијарди година. Захваљујући оптималној удаљености од Сунца, постепеном хлађењу њене површине и образовању првобитне хидросфере и атмосфере, временом је постајала погодно место за све сложеније хемијске и биохемијске реакције којима је покренут замајац биолошке еволуције. Пре око 3,7 милијарди година на Земљи се појавио живот као јединствен облик кружења и трансформације материје и енергије. Први облици живота били су нежни једноћелијски организми, заједнички прародитељи свих нас који данас делимо ову планету. Од тренутка њиховог настанка па до данашњих дана, услови на Земљи су се мењали, некад поступно, некад изузетно драматично. Како би опстали у суровој борби за опстанак, и преци данашњих организама су се мењали и прилагођавали тим променама. На жалост, многим то није пошло за руком што је довело до њиховог нестанка са позорнице живота. Међутим, многи су и опстали захваљујући оригиналним адаптацијама променама еколошких услова њиховог животног окружења. Сви ми који данас живимо, без обзира којој биолошкој врсти припадамо, њихови смо потомци. Поред заједничког дома, везују нас многе истоветне особине које су проистекле из наше монофилетичности – припадности истим прапрецима.

Описујући повезаност свих организама на Земљи, амерички астробиолог Карл Сејган (Sagan, 1980) написао је: „Ми, људи, изгледамо прилично другачије од дрвећа. Међутим, дубоко у молекуларном срцу живота дрвеће и ми у основи смо истоветни. И једни и други користимо нуклеинске киселине за наслеђе, и једни и други користимо протеине као ензиме који контролишу хемију наших ћелија. Но најважније је то што користимо у длаку исту књигу шифара за превођење информација нуклеинских киселина у информације протеина, као што чине и дословно сва остала жива бића на нашој планети. Према уобичајеном тумачењу овог молекуларног јединства, сви ми, дрвеће и људи, рибе, китови, плесни и парамецијуми, потичемо из једног заједничког ступња развоја живота у раној историји наше планете“.

Уколико упоредимо првобитни живи свет са живим светом коме тренутно припадамо, није тешко закључити да су животни облици кроз дуготрајне геолошке епохе дивергирали у различитим правцима до готово бесконачне разноврсности. За разлику од свих нама познатих планета, на Земљи се готово од њеног настанка одиграва биолошка еволуција која је довела до појаве, а потом до промена, усложњавања и диверзификације живог света као адаптивног одговора на варијабилне услове окружујуће средине.

У позадини овог процеса леже променљивост наследног материјала, проток гена и деловање фактора природне селекције који мењају учесталост појединих гена и повећавају или смањују способност преживљавања и остављања потомства.

Сва разноликост живог света која је проистекла из дуготрајне и мукотрпне биолошке еволуције, најчешће се описује појмом **биолошка разноврсност, биолошки диверзитет или биодиверзитет** (гр. *bios* – живот, *diversio* – разноврсност, разноликост, различитост). У настојању да укажу на опасност пред којом се нашао живи свет под утицајем човека, међу првима су овај појам у науку увели тропски и конзервациони биолог Томас Лавџој (Lovejoy, 1980), морински конзервациони биолози Елиот Норс и Џон МекМанус (Norse & McManus, 1980), биолог и социобиолог Едвард Вилсон (Wilson, 1985). Већ 1986. године Национална академија наука САД и Институт Смитсонијан (Smithsonian Institution) организовали су у Вашингтону Национални форум о биодиверзитету. Циљ Форума био је да се укаже на глобалну опасност убрзаног и драматичног губитка природних екосистема и биолошких врста због све већег притиска људских популација и захтева економског развоја.

Шта заправо означава појам биодиверзитет?

Према најшире прихваћеној дефиницији, **биодиверзитет** је свеукупност гена, врста и екосистема на Земљи или неком њеном делу. Међутим, треба поменути да Ентони Кембел (Campbell, 2003) поред генетичког, специјског и екосистемског нивоа биодиверзитета, издваја и четврти ниво, молекулатни диверзитет. Под овим појмом он подразумева разноврсност молекула који учествују у изградњи органских система.

Поред наведене, у научној и стручној литератури јављају се и нешто другачије дефиниције биодиверзитета чији је циљ да укажу на сву разноврсност живог света. Према МекНилију (McNeely *et al.*, 1990), биодиверзитет обухвата све врсте биљака, животиња, микроорганизама, све екосистеме и еколошке процесе чији су део и саме врсте. Према Сендлунду и сарадницима (Sandlund, Hindar & Brown, 1992), биодиверзитет је разноврсност живота на свим његовим нивоима, од гена до екосистема, као и разноврсност свих еколошких и еволутивних процеса који га стварају. Према Хејвуду и Вотсону (Heywood & Watson, 1995), биодиверзитет представља свеукупну варијабилност живота на Земљи, односно, свеобухватност свих облика живота, док према Бренану и Витготу (Brenan & Withgott, 2005), биодиверзитет је разноврсност живота и свих његових форми, нивоа и комбинација.

Сликовито речено, појам биолошка разноврсност или биодиверзитет као кишобран покрива све оно што се односи на разноврсност, разноликост и варијабилност живог света наше планете (Stevanović & Radović, 2001). Једна од свеобухватнијих дефиниција биодиверзитета налази се у монографији *Биодиверзитет Југославије са прегледом врста од међународног значаја*. Уредници монографије, Стевановић и Васић (Stevanović & Vasić, 1995), констатују да биодиверзитет обухвата укупну различитост и варирање гена и свих врста микроорганизама, гљива, биљака и животиња, као и сву разноликост екосистема у којима су жива бића активни носиоци еколошких процеса. Дакле, у најширем смислу, биодиверзитет обухвата укупну разноврсност, разноликост и варијабилност живог света наше планете, односно, укупну разноврсност, разноликост и варијабилност гена, врста, екосистема, биолошких структура, облика, појава и процеса који омогућују стабилност и очување биосфере.

Појмом биодиверзитет обухваћене су не само све квалитативно-квантитативне карактеристике микроорганизама, гљива, биљака, животиња и природних екосистема, него и све квалитативно-квантитативне карактеристике припитомљених и селекционисаних сорти биљака и раса животиња, полуприродних и вештачких екосистема. Такође, овим појмом обухваћена је и разноврсност људских популација изражена кроз флукуацију појединих генских алела, као и кроз укупну културну надградњу која обухвата различите језике, усвојене обрасце просуђивања, понашања, материјалног и духовног стваралаштва, односа према природном окружењу и другим бићима у њему.

2. СПОЗНАЈА БИОДИВЕРЗИТЕТА

2.1. НАШИ ПРЕЦИ И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Још пре скоро 2 милиона година наш далеки предак *Homo erectus* (усправан човек) почео је да води организован сакупљачко-ловачки начин живота. У потрази за храном, новим територијама, привременим пребивалиштима и склоништима упознавао је живи свет и градио специфичан однос према њему. Борба за опстанак, даљи прогресивни развој мозга, усавршавање моторичких способности, гомилање искустава и постепена културна надградња, довели су до еволуције усправног човека (или неке његове дивергентне линије) у неандерталца, а потом и кромањонца, нашег директног претка. Сви ови архаични људи стицали су, гомилали, обликовали и преносили сопствене утиске и искуства. На основу својих искустава, али и посматрајући животиње које једу или избегавају да једу поједине биљке, учили су које су од њих хранљиве, које лековите, које отровне, у које доба године сазревају. Исто тако, као ловци учили су које су животиње присутне у њиховом окружењу, које су погодне за лов, где се обично крију, које и кад мигрирају, где и кад их има највише. Везу са животињама које су свакодневно виђали или ловили, још су у палеолиту овековечили осликавајући зидове пећина призорима из лова. Што су били богатији у сазнањима, што је њихова културна надградња била слојевитија, архаични људи су све више утицали на живи свет око себе.

Многи трагови указују да је човек значајније утицао на природу још пре 125.000 година (Smith *et al.*, 2018). Било је то у време последње глацијације плеистоценог леденог доба, односно, у време доминације неандерталца (*Homo neanderthalensis*) и успона кромањонца (*Homo sapiens fossilis*). Подручја на којима су они дуже боравили обично су остајала без крупних сисара који су им очигледно били главна ловина. Непосредно након окончања леденог доба пре око 11.000 година, са простора Европе нестали су рунасти мамут, рунасти носорог, дивовски ирски јелен, мошусно говече, степски бизон, пећински лав и још неке крупне врсте сисара. Разлог њиховог ишчезавања није била само промена станишних услова након отапања леда, него и појачан лов. У приближно исто време, у Аустралији је нестало преко 80% крупних животињских врста, и то у подручјима где су климатске промене биле занемарљиве. Највероватнији узрок њиховог нестанка је такође прекомерна ловна активност староседелачких племена Аборицина током последњих 30.000 година.

Прекомерно коришћење и нестајање одређених група животиња и биљака у животном окружењу, али и стечена искуствена сазнања о њиховој употребљивости и значају за човека, често је појединим локалним заједницама наметало и другачије обрасце понашања. Многа племена су ради очувања ловне дивљачи на дуже стазе обустављала лов на поједине врсте у одређеном периоду године или су примењивала неписана правила да се лови тек сваке друге године како би се омогућио опоравак појединих популација дивљачи. Пре око 30.000 година почела је да се развија пракса не само селективног лова, него и управљања крдима дивљих животиња и контролисаних пожара којима се поспешивао раст одређених биљака. Због све веће потребе за појединим врстама и њиховим производима, у периоду од пре 11.000 до пре 2.500 година п.н.е. дошло је до припитомљавања многих врста из природе. Пољопривреда се прво развила на простору од Блиског Истока, преко југоисточне Турске до планине Загрос у Ирану, а потом и на простору југозападне и југоисточне Азије, средње Америке, Анда и тропске Африке. Прве биљке које су се гајиле у средоземном басену биле су пшеница са једним до два зрна, јечам, сочиво, грашак, пасуљ, леблебија, бадем, пистаћи, лан (од кога су се добијали уље и влакна). Прве припитомљене животиње овог подручја биле су јерменска раса западноазијског муфлона, предак данашње домаће овце, као и персијска дивља коза (Ponting, 2009). Повезаност архаичног човека са појединим врстама из његове околине испољавала се и кроз различите облике културне надградње. У најстаријим религијама негован је култ тотема, племенског духа заштитника. Тотери су најчешће биле одређене врсте животиња које се нису смеле убијати, и које су уживале поштовање јер су сматране митским претком који обезбеђује повезаност и добробит заједнице.

Постепени прелазак са ловачко-сакупљачког начина живота на пољопривредну производњу означио је и раскид многих племена са номадским начином живота. Пре око 9.000 година због везивања ратара за усеве, настале су и прве сталне насеобине које су изискивале виши ниво организације људских заједница. У првим пољопривредним насеобинама развијали су се сложени ритуали посвећени плодности јер је опстанак заједница све више зависио од одржавања усева и домаћих животиња. Читав овај пут преласка на другачији начин привређивања довео је до стварања првих градова, развоја занатства, трговине, јачања религијских и политичких елита, односно, довео је до такозване неолитске револуције и наглог пораста броја становника. Пре 12.000 година, непосредно пре појаве пољопривредне производње, на Земљи је живело око четири милиона људи, док је 1.000 године п.н.е. овај број нарастао на 50 милиона.

Све већи број становника подразумевао је ширење пољопривредних површина и све већи притисак на природне екосистеме. На пример, у древној Грчкој због експлоатације дрвне масе, ширења пашњачких и пољопривредних површина на падинама које нису биле погодне за обраду, за неколико генерација дошло је до стварања голети и снажних ерозивних процеса. Због тога се атински реформатор Солон (640-558. године п.н.е.) залагао за забрану обраде земљишта на стрмим падинама. Неколико деценија касније атински владалац Пизистрат увео је награду за сађење маслина пошто оне успешно расту на еродираним тлу и везују га. Многи старогрчки филозофи писали су о последицама обешумљавања. Можда је једно од најсликовитијих сведочанстава дао антички филозоф Платон (427-347. године п.н.е.). У својој *Критији* он пише: „У поређењу са оним што тада беше, ово што данас имамо је као костур болесника са кога је испрана сва дебљина и сва мека земља, а само голи оквир земље остао... Има планина на којима сада само пчеле проналазе храну, а на којима је, не тако давно, расло дрвеће... Беше много високих стабала домаћих врста и бескрајне паше за стада. Штавише, беше обогато кишима Зевсовим које не бежу изгубљене као што су данас, кад теку низ голети право у море, већ је земља тада била дубока и примала и чувала воду слојем иловаче, и у свим областима бежу извори и потоци, па светилишта и данас стоје где су некада фонтане текле“ (Ponting, 2009).

О односу старих цивилизација према осталим живим бићима и укупној природи, може се судити и на основу филозофско-религијских погледа на свет. Ћаинизам, једна од најстаријих религија која је настала у долини реке Ганг, проповеда да живот човека треба да буде ослобођен сваког насиља према било ком живом бићу. Насиље негативно утиче на човека јер му уништава душу, нарочито када је оно учињено са намером, мржњом и без гриже савести. Насиље уништава душу и кад се индиректно узрокује убијање или кад се пристане на убијање људског или било ког другог живог бића. Духовна независност и једнакост између свих облика живота, мирољубивост и самоконтрола, начини су којима се постиже ослобођење - ѿаина. С друге стране, повређивање било ког бића у било ком облику, ствара лошу карму што утиче на поновно рођење и неминовно испаштање.

Таоизам, филозофско-религијски поглед на свет који је настао на простору Кине, слично ѿаинизму наглашава потребу живота у хармонији с природом. Цивилизација је искварила људска срца и уништила хармонију човека и космоса. Због тога је боље живети у складу са природом него живети животом који би за тренутак био величанствен, а онда убрзо уништен.

Хиндуизам и будизам, две такође старе религије са простора Азије, бришу границе између човека и природе. Убијање животиња је грех, а њихова заштита и саосећање са њима је највећа врлина. Овакав однос према живом свету проистекао је из веровања да универзум представља мрежу односа у којој су сва жива бића и њихове животне активности повезани у непрекидном процесу реинкарнације по сили закона о карми. Повезаност свих живих бића кроз реинкарнацију, чини их блиским сродницима.

У Првој књизи Мојсијевој (*Постање*), овај хебрејски проповедник пише о стварању света:

„... Опет рече Бог: Нека пусти земља из себе траву, биље што носи семе и дрво родно које рађа род по својим врстама, у коме ће бити семе његово на земљи. И би тако....

...Потом рече Бог: Нека врве по води живе душе, и птице нека лете изнад земље под свод небески.

И створи Бог китове велике и све живе душе што се мичу, што проврвише по води по врстама својим, и све врсте крилате по врстама њиховим. И виде Бог да је добро.

...И благослови их Бог говорећи: Рађајте се и множите се, и напуните воду по морима, и птице нека се множе по земљи...”

У овим деловима *Постања* може се видети да се и у то древно време схватао значај живог света, односно, биодиверзитета, како бисмо то данас казали.

Мојсије описује и Велики потоп. Непосредно пре Великог потопа Ноје је од Бога добио заповест да сагради барку и да у њу укрца своју породицу, и сва друга жива бића: „...Од птица по врстама њиховијем, од стоке по врстама њезинијем, и од свега што се миче на земљи по врстама његовијем, од свега по двоје нека уђе с тобом, да их сачуваш у животу”. Такође у *Постању* народу хебрејском се преноси Божја порука да се природа не сме прекомерно исцрпљивати јер „...седме године земља мора имати сабат (одмор) за Господа. У години сабата, не смеш обрађивати земљу, сакупљати плодове, нити резивати воће”. И као што је Бог створио свет за шест дана, а седми се дан одмарао, од хебрејских сељака је тражио да се и они седмог дана одмарају, а да тај одмор допусте и животињама које им служе („...да се одмори во твој и магарац твој”).

Као у *Постању*, и у *Библији* (*Светом писму*), а касније и у *Курану*, полази се од тога да је природа блаженство потребно човеку. Међутим, стављајући човека у положај повлашћене Божје креације и господара свега живог,

јудаизам, а потом хришћанство и ислам, били су упориште схватању да све око човека постоји само да би њему служило: „Рађајте се и множите се, и напуните земљу, и владајте њом, и будите господари од риба морских и птица небеских, и свега звериња што се миче по земљи... И све звери земаљске, и све птице небеске, и све што иде по земљи, и све рибе морске, нека вас се боје. Све је предано у ваше руке... Што се год миче и живи, нека вам буде за јело, све вам то дадох као зелену траву“. Овакви делови у *Светом писму* утицали су на јачање антропоцентричног погледа на свет. Антропоцентризам је нарочито постао пренаглашен од средњег века па надаље када су погрешно тумачени термини господари и владавина, односно, када су услед повезивања морала и етике са слободним религијским тумачењима покренути процеси беспштедне експлоатације природних ресурса, па и биодиверзитета, нарочито у западњачкој цивилизацији.

2.2. РАЗВОЈ НАУКЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Захваљујући стеченим и пренетим искуствима и знањима, још у древним цивилизацијама тражили су се одговори на питања о пореклу живота, о узроцима разноврсности живог света, о месту човека међу другим врстама.

У древној Кини, у IV веку п.н.е. једна од водећих била је Тао филозофија која је заговарала живот у складу са природом. Познати филозоф таоизма био је Чуанг Це који је писао о разноликости и променљивости органских врста као одговор на променљивост природног окружења. Према Цеу, иако су створења по својој природи различита, заједничко им је да су подједнако срећна кад слободно испољавају своје природне способности. Рецимо, Це је сматрао да нека велика птица прелети хиљаде километара, а нека мала птица једва прелети са дрвета на дрво, међутим, обе су срећне чинећи оно што могу да чине. У природи не постоји једнообразност, а њено наметање може донети само патњу.

У древној Индији била је развијена традиционална медицина ајурведа која се бавила не само физичким и психичким аспектима људског здравља, него и укупном природом. Учитељи ајурведе су жива бића делили у четири категорије на основу начина рађања – из материце, из јаја, из топлоте и влаге и из семена. Тражећи решења у природи за постизање хармоније у организму, описали су 700 лековитих биљака, 64 препарата из минералних извора и 57 препарата пореклом од животиња.

Култура античке Грчке као претеча европске културе, из религиозно-фантастичног развијала се у правцу филозофско-научног мишљења. Препознајући везу између физичке средине и органских врста, филозоф природе **Анаксимандар** (610-546. године п.н.е.) прапочетком свега сматра неодређену материју (апеирон) из које је услед супротности топло-хладно настао свет. Веровао је да Земља има облик ваљка који лебди и да су по закону центрифугалне силе, на њој наслана четири слоја - земља, вода, ваздух и огањ. Прве животиње постале су из морског муља још у време када на копну није било услова за живот. У мору су имале бодљикав оклоп који су одбациле прелазећи на копно. На копну је настао и човек који се у почетку рађао од „животиња другачије врсте“. **Анаксигора** (500-428. године п.н.е.) сматра да се свет састоји из једнако дељивих и непроменљивих честица које он зове хомеомерије. Оне су чиниле јединствену масу све док их у покрет није ставио светски ум. Све остало се даље развило захваљујући механичким силама у самој материји. **Демокрит** (460-370. године п.н.е.) је под утицајем свог учитеља Леукипа изнео идеју о атому (гр. *атом* – недељив). У универзуму постоје само празан простор и атоми који су невидљиво мали, чврсти, вечни и у бесконачном кретању. У складу са овим материјалистичким гледиштем објаснио је укус, мирис, звук, ватру и смрт.

Један од најуниверзалнијих филозофа античког доба, **Аристотел** (384-322. године п.н.е.), сматра се и зачетником зоологије. Он је дефинисао и описао пет главних биолошких процеса: метаболизам, регулацију температуре, обраду информација, ембриогенезу и наслеђивање. Растућу сложеност материје и форме у природи, представио је „лествицом природних тела“. На почетку ове лествице налазе се најпростија, а на крају лествице најсложенија природна тела: минерали – биљке – зоофите – животиње без крви – животиње са крвљу – човек. Под зоофитама Аристотел је подразумевао животиње које подсећају на биљке (сунђери, корали), а под животињама без крви подразумевао је бескичмењаке. На основу посматрања организама Аристотел је описао око 500 врста птица, сисара и риба, и указао на разлику између десетина врста инсеката и других бескичмењака.

Аристотелов пријатељ **Теофраст** (381-287. године п.н.е.) сматра се зачетником ботанике. На основу биљног материјала донетог са похода Александра Великог по Азији, дошао је до значајних података о до тада непознатим биљним врстама и о утицају климе на њихову разноликост и распоред. Теофраст је написао два обимна дела – *Историја биљака* и *Порекло биљака*. У својим делима је описао и класификовао 480 врста биљака на основу њиховог изгледа и еколошких одлика. На основу спољашњег изгледа, биљке је поделио у четири групе: траве, полужбуње, жбуње и дрвеће.

Истовремено, у односу на број клициних листића поделио их је на монокотиле и дикотиле, а на основу дужине живота на једногодишње, двогодишње и вишегодишње.

У I веку н.е. грчки лекар **Диоскоридес** (40-90. године) који је пратио и лечио војску римског императора Нерона, био је и познати ботаничар и фармаколог. Описао је око 600 врста биљака и поделио их на хранљиве, ароматичне, лековите и за прављење вина. Диоскоридесово животно дело била је петотомна енциклопедија *О лековитим тварима* која је све до почетка XVII века широм Европе служила као водећи фармаколошки приручник.

На крају доста суморног средњег века током кога је владао креационизам а наука стагнирала, поново почињу да се отварају нови видици. Проналажење нових прекоморских трговачких путева доприносило је даљем упознавању далеких крајева, њиховог живог света и култура. Марко Поло, венецијански трговац и истраживач, стигао до обала Кине у којој је остао 17 година. Вративши се у Венецију 1295. године, написао је књигу о невероватним чудима далеких обала скривених од очију Европљана. Португалски морепловац и истраживач Васко да Гама опловио је рог северне Африке и дошао до обала Индије 1460. године. Убрзо потом, италијански истраживач Кристофер Колумбо је у потрази за Индијом, под шпанском заставом прешао Атлантски океан и 1492. године допловио до обала Бахама, данашње Кубе и Сан Салвадора. На жалост, није схватио да се домогао Европљанима непознатог континента. Непосредно након Колумба, 1500. године, фирентински картограф и истраживач Америго Веспучи, под португалском заставом је допловио до ушћа Амазона, обала Бразила и Хондураса, сигуран да је открио „нови свет између Европе и Азије“.

Путовања у удаљене крајеве довела су не само до ширења видика, него и до побољшања егзистенцијалних услова становништва Европе. На пример, Европљани су тек у XV и XVI веку упознали хранљива својства кукуруза, паприке, парадајза, кромпира, кикирикија и многих других врста које су донете из јужне и средње Америке. Такође, упознали су својства пиринча, бибера и чаја из Азије, као и кафе из Африке.

Заједно са морепловцима у непознате крајеве одлазили су и истраживачи који су у потрази за новим пределима и врстама ширили своја сазнања о живом свету. Њихове импресије и збирке прикупљеног биолошког материјала, били су драгоцен база за поновно покретање биолошких и осталих природних наука, нарочито од XVIII века па надаље.

Антони ван Левенхук (Antonie van Leeuwenhoek, 1632-1723.), холандски трговац и природњак, израдио је прве микроскопе. Неки његови микроскопи увеличавали су објекте и до 500 пута тако да је био први човек који је посматрао бактерије, протозое и делове ткива. Између осталог, открио је да су бактерије узрочници колере и тетануса, а протозое узрочници маларије.

Роберт Хук (Robert Hooke, 1635-1703.), енглески физичар, захваљујући микроскопу открио је ћелију. Наиме, посматрајући испод микроскопа танко исечене режњеве плуте запазио је шупљине које су по облику биле сличне шупљинама у пчелињем саћу. Назвао их је ћелијама. Хук са тадашњим микроскопом није могао да види све делове ћелије, али је видео празне ћелијске просторе оивичене ћелијским зидом што је било довољно да прикаже ћелију као основну структурну јединицу организма.

Жорж Буфон (Georges-Louis de Buffon, 1707-1788.), француски природњак, написао је 36 томова капиталног дела *Историја природе* (*Histoire Naturelle*) у коме је изнео став о заједничком пореклу животиња које су се временом мењале и дивергирале под дејством спољашње средине. Изнео је претпоставку да се врсте могу „побољшати“ или „дегенерисати“ након што се распрше из центра „креације“.

Карл Лине (Carl von Linné, 1707-1778.), шведски лекар и ботаничар, сматра се оснивачем модерне систематике и таксономије. У свом раду *Природни системи* (*Systema Naturae*, 1735) систематизовао је 4.400 врста животиња и 7.700 врста биљака. У биологију је увео биноминални систем номенклатуре по коме се назив сваке врсте састоји из две речи, из назива рода коме врста припада и имена саме врсте. Линеов хијерархијски систем живих бића остао је непромењен до данашњих дана. Захваљујући Линеу свака врста у природи добила је своје филогенетско стабло по систему од појединачног ка општијем: врста – род – фамилија – ред – класа – раздео.

Жан-Батист Ламарк (Jean-Baptiste Lamarck, 1744-1829.), француски природњак, у науку је увео појам биологија. У делу *Зоолошка филозофија* (*Philosophie zoologique*, 1809), изложио је своју теорију о променљивости врста под утицајем спољашње средине засновану на претпоставци о могућности наслеђивања стечених својстава. Тврдио је да врсте не изумиру, него да се мењају под утицајем фактора средине и на тај начин прелазе у друге врсте.

Александар Хумболт (Alexander von Humboldt, 1769-1859.), пруски истраживач сматра се оснивачем фитогеографије. Проучавао је геологију, вулканизам, хидрологију, климу и живи свет сливова Амазона и Оринока,

високих планинских венаца Јужне Америке, пространства централне Азије и Сибира. Између осталог, Хумболт је објавио *Есеје о ботаничкој географији* (*Essais de Geographie botanique*, 1805). У овим есејима, као и у бројним радовима, писао је о утицају климе и надморске висине на распрострањење биљака.

Алфред Волас (Alfred Wallace, 1823-1913.), британски биолог и географ, проучавао је фауну широм света, нарочито у сливу Амазона, Аустралије и Малајског архипелага. Он је независно од Дарвина развио своју теорију о природној селекцији што је између осталог, подстакло Дарвина да објави књигу *О пореклу врста*. Резултат студиозног истраживања екологије и географског распрострањења животиња, био је Воласова двотомна књига *Географско распрострањење животниња* (*The Geographical Distribution of Animals*, 1876). Посебну вредност наведеног издања представљала је подела животињског света на зоогеографске области. Кроз ову поделу Волас је анализирао не само распоред појединих животињских група, него и многе историјске и еколошке факторе који су утицали на просторни распоред савремених врста.

Матиас Шлејден (Matthias Schleiden, 1804-1881.) и **Теодор Шван** (Theodor Schwann, 1810-1882.), немачки биолози, поставили су темеље цитологије изневши целуларну теорију о јединственој ћелијској грађи свих организама. Њихова теорија се заснивала на тврдњи да су сви живи организми састављени од једне или више ћелија, да је ћелија најосновнија јединица живота и да све ћелије настају из већ постојећих ћелија.

Грегор Мендел (Gregor Johann Mendel, 1822-1884.), аустријски свештеник и биолог, сматра се зачетником савремене генетике. Он је проучавао механизме наслеђивања што је било веома компликовано с обзиром да свет науке још увек није познавао структуру наследног материјала. Мендел је вршио контролисана укрштања између различитих сорти домаћег грашка на основу чега су створене прве представе о правилностима у наслеђивању. До тада се веровало да се особине потомака не могу предвидети јер се телесне течности њихових родитеља мешају. Кроз свој рад успео је да дефинише хомозиготне и хетерозиготне организме, као и доминантне и рецесивне карактеристике организама.

Чарлс Дарвин (Charles Darwin, 1809-1882.), британски природњак, био је један од најзнаменитијих научника XIX века. Пратећи научна открића својих савременика, сарађујући са бројним природњацима, анализирајући искуства селекционара домаћих животиња и лично проучавајући геолошке формације, фосиле и савремене врсте географски удаљених подручја, нарочито Јужне Америке и Галапагоских острва, Дарвин је у

свом делу *О пореклу врста* (*On the Origin of Species*, 1859) поставио темеље савремене теорије органске еволуције. У овој књизи, као и својим бројним радовима, Дарвин је образложио идеју о монофилетичности живих бића, о променљивости врста кроз борбу за опстанак, односно, о еволуцији живог света под утицајем промена наследног материјала и природне селекције. Дарвинова теорија о променљивости врста представљала је популацијски став који је своје упориште нашао у природном одабирању чиме је указано да биолошка еволуција има адаптивни карактер.

У XX веку развиле су се науке које су Дарвинову теорију могле и практично да докажу, али и да укажу на неке њене недоречености. Рецимо, велики допринос у сагледавању процеса преношења информација са родитеља на потомке, дали су молекуларни биолози **Џејмс Вотсон** (James Watson) и **Френсис Крик** (Francis Crick) који су уз помоћ својих колега 1953. године открили молекуларну структуру дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) и механизме преношења наследних информација у живом свету.

Оваква открића у области молекуларне биологије, али и у области других биолошких дисциплина, омогућују нам да продремо у све аспекте живота на планети Земљи. На жалост, развој науке до сада није успео да заустави ерозију биолошке разноврсности која је већ одавно постала глобални проблем и претња.

3. НАСТАНАК И ДИВЕРЗИФИКАЦИЈА ЖИВОТА

3.1. ЕВОЛУЦИЈА МАТЕРИЈЕ

Биолошка еволуција на планети Земљи последња је етапа еволуције космичке материје. Претходиле су јој атомска, а потом и хемијска еволуција. О настанку и еволуцији космоса постоји већи број теорија. У научним круговима најприхваћенија је теорија **Великог праска** коју је 1955. године поставио руско-амерички физичар Џорџ Гамов (George Gamow). Три деценије пре Гамова, тачније, 1927. године, белгијски космолог Жорж Леметр (Georges Lemaître) представио је модел прве збијене елементарне честице која је популарно названа „космичко јаје“. Ту хипотетичку елементарну честицу Гамов је касније описао као густу масу дисоцираних протона, неутрона и електрона. Тренутак њене експлозије под утицајем огромног притиска и температуре, сликовито је назвао Великим праском. На основу прорачуна америчког астрофизичара Едвина Хабла (Edwin Hubble), Велики прасак се догодио пре око 13,7 милијарди година. Овај грандиозни догађај означио је почетак ширења простора који је са собом почео да носи космичку материју преображавајући је од првобитне веома топле, хомогене и збијене, у све хладнију, хетерогенију и проређенију.

Атомска еволуција отпочела је образовањем атома водоника, а потом и хелијума од протона, неутрона и електрона ослобођених током Великог праска. Ови су се атоми концентрисали у кондензацијским језгрима где су се почеле одвијати атомске реакције и конверзија водоника и хелијума у хемијске елементе веће атомске тежине. Настајање сложенијих елемената, а потом и првих једињења представљало је почетак хемијске еволуције.

Атомска и хемијска еволуција материје биле су праћене и променом њене организације. Сахлађењем, материја се кондензовала у галаксије, а галаксије су се делиле на звезде у којима су се одвијале нуклеарне и хемијске реакције. Старе звезде су се распрскавале, а од њих су настајали облаци галактичког гаса и космичке прашине. Ови су облаци били основа за формирање младих звезда које су силом своје гравитације привлачиле оближње облаке гаса и прашине и обликовале их у планете и друга небеска тела.

3.2. ПЛАНЕТА ЗЕМЉА

У галаксији Млечни пут налази се преко 200 милијарди звезда. Једна од тих звезда је и наше Сунце. Сунчев систем састоји се од осам планета. Земља је пета планета по величини у систему, и трећа планета по удаљености од Сунца. Као што је наведено, настала је пре око 4,6 милијарди година. Овом догађају претходила је кондензација ротирајуће међузвездане маглине и образовање вреле протопланете чији се површински слој постепено хладио све док се није образовала чврста кора – литосфера. Под дејством јаких ротационих сила, на Земљи су се стварала екваторијална испупчења тако да је пречник екватора нешто већи од пречника преко полова. Земља је дакле, добила облик ротационог елипсоида који је због неравне површине означен као геоид. Највеће локалне девијације земљине коре су Монт Еверест на Хималајима (8.848 m изнад површине мора) и Маријански ров на дну северног дела Тихог океана (11.034 m испод површине мора).

Земља се креће двојачко – око своје осе (ротација) и око Сунца (револуција). Време које је потребно да изврши пун обртај око своје осе износи 23 часа, 56 минута и 4 секунде. Земљина оса се налази под углом од $23,5^\circ$ што за последицу има веће загревање и дуже трајање дана на једној или другој хемисфери током године, а тиме и цикличне смене годишњих доба. Смене годишњих доба утицале су на екологију, понашање и распоред живог света.

Путовања којом се Земља окреће око Сунца назива се орбита. Она се по орбити креће брзином од 29,8 km/s тако да време потребно да изврши пун обртај износи 365,26 дана. Просечна удаљеност њене орбите од Сунца износи од 147 до 152 милиона km. Управо та оптимална удаљеност од извора енергије учинила ју је идеалним местом за покретање замајца биолошке еволуције, односно за настанак и бујање живота.

За облик орбите, као и за нагиб и правац земљине осе, својствено је да они нису константни, него се циклично мењају.

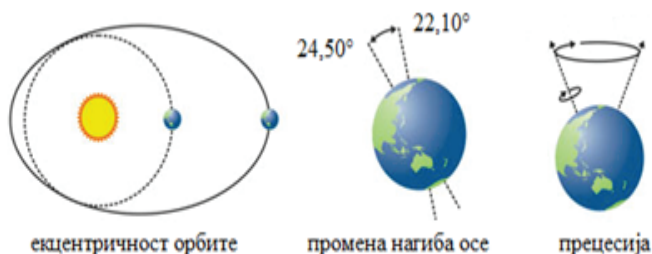
Облик земљине орбите која из правилно кружног прелази у благо елипсоидан мења се на 100.000 година. Када је орбита елипсоидна Земља је најближа Сунцу 3. јануара (перихел), а најудаљенија од Сунца 4. јула (афел). Резултат промене облика орбите утиче на промену климе због померања равнодневнице на северној, односно, јужној хемисфери.

Нагиб Земљине осе ротације у односу на раван орбите мења се у распону од $22,10^\circ$ до $24,50^\circ$ на приближно 41.000 година. Уколико је нагиб већи, разлика између годишњих доба на већим географским ширинама је израженија. Промена нагиба има најмањи утицај на екватору, а највећи на половима.

Правац нагиба Земљине осе ротације (процесија) мења се на 19.000 до 23.000 година. Ово појава доводи до промене положаја полова, а резултат је љуљања Земље и дејства плимних сила Сунца и Месеца.

Српски астрофизичар Милутин Миланковић (1879-1958.) је 1920. године својом *Математичком теоријом термичких феномена узрокованих сунчевим зрачењима*, први указао да наведене цикличне промене доводе до цикличних појава ледених доба. Ове промене назване су **Миланковићеви циклуси**. Касније је и савременим научним методама потврђено да су сва ледена доба и сви изразито сушни периоди у досадашњој историји Земље, наступали због промена у њеном кретању. Промене климе имале су огроман утицај на биодиверзитет планете јер су директно утицале на биологију, екологију и распрострањавање органских врста. Оне су биле и снажан фактор природне селекције јер су неприлагодљиве врсте изумирале, а њихове празне еколошке нише постепено су заузимале оне врсте које су се прилагођавале новонасталим условима.

Слика1. Миланковићеви циклуси



Поред наведених цикличних промена у кретању Земље, на њен биодиверзитет и укупно стање биосфере, веома су утицали, а утичу и данас, све промене у литосфери, атмосфери и хидросфери.

Литосфера

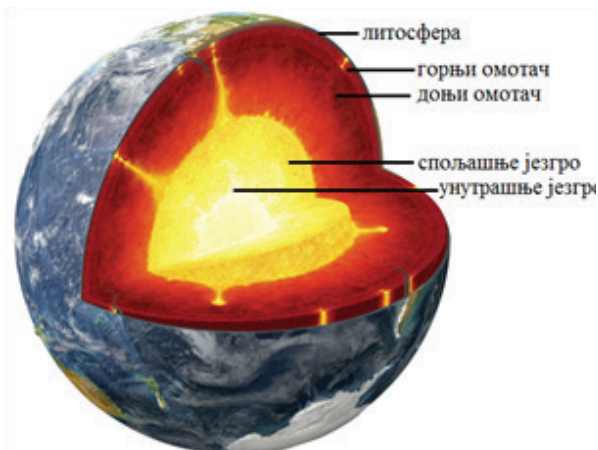
Литосфера представља охлађен површински слој Земље који гради земљину кору. У земљиној кори преовлађују лакши елементи, нарочито силицијум, алуминијум и кисеоник, а чине је магматске, седиментне и метаморфне стене. Земљина кора је разломљена на тектонске плоче – континенталне и океанске. Дебљина континенталних плоча износи 30 до 70 km, а дебљина океанских плоча од 3 до 7 km.

На самој површини земљине коре налази се још један дисконтинуиран, релативно танак слој. То је земљишни слој или **педосфера**. За разлику од стенске масе која је стерилна, педосфера се одликује плодношћу захваљујући органским и минералним материјама углавном пореклом из угинулих организама.

Земљин омотач (мантија) налази се испод литосфере. Линија разграничења литосфере од земљиног омотача назива се Мохоровичићев (Мохо) дисконтинуитет. Земљин омотач је дебљине 80 до 200 km, а састоји се од горњег и доњег омотача. **Горњи омотач** има два слоја. Горњи слој је чврст и састоји се од ултрабазичних стена. Доњи слој је астеносфера која се налази у житком стању. По њој клизе континенталне и океанске плоче. **Доњи омотач** се налази испод горњег омотача. Допире до дубине од 670 до 2.900 km. Испод њега се налази ужарено језгро које представља средиште наше планете.

Земљино језгро почиње испод доњег омотача. У њему преовлађују тежи елементи, нарочито гвожђе и никал. Структурално, састоји се од **спољашњег** течног језгра и **унутрашњег** чврстог језгра. На граници између доњег земљиног омотача и спољашњег језгра температура износи 4.8000C, док на граници између спољашњег и унутрашњег језгра достиже чак 6.9000C. Због ротације Земље, спољашње језгро струји око унутрашњег језгра што ствара конвекцијска кретања материје која у условима високе температуре генеришу електрицитет. Овај електрицитет ствара земљино магнетно поље (Milovanović & Bøev, 2001).

Слика 2. Грађа Земље



Ако се вратимо на површину Земље, онда је неминовно поменути немачког метеоролога и геофизичара Алфреда Вегенера (Alfred Wegener) који је у свом раду *Порекло континената и океана* (1912) први указао на померање континената. Његове тврдње касније су додатно образложене теоријом тектонике континенталних плоча које се крећу по горњем слоју вискозне астеносфере. Реконструкцијом кретања тектонских плоча установљено је да се распоред копна и мора више пута мењао што се у великој мери одражавало на еволуцију и распоред живог света. Клизањем плоча по астеносфери, континенти су се померали, спајали и распадали. Извесно је да су и у раној историји Земље постојали суперконтиненти Ваалбара (од пре 3,6 до пре 2,7 милијарди година), Кенорленд (од пре 2,48 до пре 2,1 милијарде година), Колумбија (од пре 1,9 до пре 1,4 милијарди година), Родиниа, (од пре пре 1 милијарде до пре 600 милиона година), Панотија (од пре 600 до пре 540 милиона година) и најзад, **Пангеа** која је настала пре око 335 милиона година, у време доминације папрати, инсеката и гмизаваца. То је био огроман суперконтинент преко кога је пролазио екватор. Стварање Пангее било је праћено издизањем Алапача на простору данашње Северне Америке, Атласа на простору данашње северне Африке и Урала на простору Евроазије. Пошто је била потковичастог облика, са три стране је затварала море Тетис, а била је опкољена океаном Панталаса.

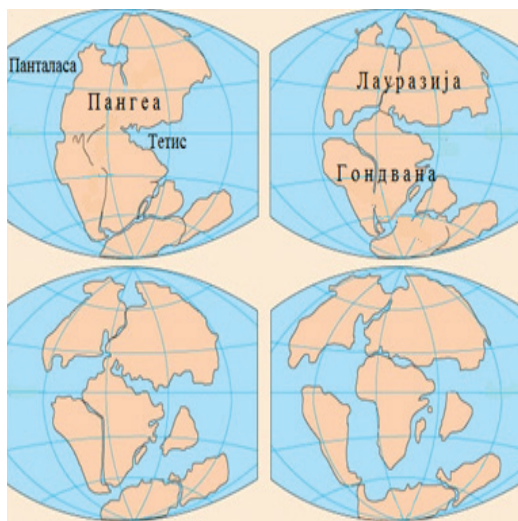
Пре око 175 милиона година, у време доминације диносауруса, отпочело је распадање Пангее на **Лауразију** (северни континент) и **Гондвану** (јужни континент). Распадањем Лауразије касније су се одвојиле Северна Америка, Европа, Арктик и већи део Азије, док су се распадањем Гондване одвојиле Јужна Америка, Африка, Аустралија, Антарктик и мањи део Азије.

У првим етапама распадања Пангее, источна Гондвана, која је обухватала данашњи Антарктик, Мадагаскар, Индију и Аустралију, почела да се одваја од Африке. Потом је, пре око 130 милиона година, и Јужна Америка почела да се удаљава од Африке. Уследило је распадање Источне Гондване одвајањем Индије пре 120 милиона година, а затим и Аустралије и Новог Зеланда од Антарктика пре 85 милиона година. Након тога, пре 60 до 55 милиона година, распала се и Лауразија постепеним одвајањем и удаљавањем Арктика и Северне Америке од Евроазије. Пре око 45 милиона година Индија се сударила са Азијом што је изазвало набирање коре и издизање Хималаја, а пре 15 милиона година Јужна Америка.

Слика 3. Праконтинент Пангеа



Слика 4. Распадање Пангее



Сва драматична геотектонска померања у геолошкој прошлости Земље, па и распад Пангее, изазивала су цепање ареала бројних копнених биљних и животињских врста између којих су се испречила океанска пространства. Стварање просторне изолације између популација истих врста као и измењени еколошки услови на географски све удаљенијим копненим платформама, неминовно су доводили до рушења мостова размене генетичког материјала и до њиховог филогенетског удаљавања. Сродне врсте, као и популације унутар појединих врста које су се одвојиле у даљој геолошкој прошлости Земље, временом су се генотипски и фенотипски мењале тако да степен њихових промена и садашњи распоред врста широм планете у великој мери помаже реконструкцији њене геолошке прошлости.

Хидросфера

Хидросфера је дисконтинуиран слој воде на Земљи. Чини је сва вода у течном, гасовитом и залеђеном стању. Савремена хидросфера прекрива скоро 70,8% површине Земље што значи да водени екосистеми имају много шире распрострањење од копнених. Од укупне количине воде, 97,2% отпада на слану морску воду, а свега 2,8% на слатку воду. Када је реч о слаткој води, око 1,8% налази се у облику поларног и глечерског леда, 0,9% у облику подземне и земљишне воде, 0,02% у облику копнених површинских вода и 0,001% у облику атмосферске воде.

Након образовања Земље као планете, сва вода била је конституционо везана за магму. У процесу рекристализације магме издвојио се део везане воде чиме је отпочело формирање мањих водених површина које су у почетку прекривале само 10% укупне површине планете (Dukić & Gavrilović, 2006). Захваљујући даљем ослобађању воде и све обилнијим падавинама, временом је образован много моћнији слој хидросфере. Хемијски састав воде океана мењао се током дугих геолошких периода. У почетку, вода праокеана била је врло кисела, касније хлоридна, а затим хлоридно-базна. Хемијски састав и киселост океана мењали су се првенствено услед промене састава атмосфере и интензивних хемијских интеракција између водене и ваздушне средине.

Светски океан данас обухвата пет океана – Атлантски, Тихи (Пацифик), Индијски, Северно-Ледени (Арктички) и Јужни. Захваљујући огромној запремини и површини, океани складиште велике количине енергије, гасова, растворених елемената, једињења и колоида. Због тога су најзначајнији стабилизатори геофизичких и геохемијских процеса на Земљи.

У прерасподели енергије ускладиштене у океанима, велики значај имају морске струје. Оне представљају прогресивна кретања водене масе која настају услед ротације Земље, услед привлачних сила Месеца и Сунца, услед неравномерног загревања водене масе на одређеним географским ширинама и неједнаке концентracије растворених соли. Морске струје су хладне или топле у зависности од тога где се формирају и у ком правцу теку. Играју велику улогу у климатском систему наше планете и дистрибуцији копнених организама зато што утичу на топлотни и падавински режим широких копнених пространа. Такође, од огромног су значаја за опстанак и просторни распоред морских организама јер олакшавају њихово пливање и преношење, омогућају прерасподелу топлоте, растворених гасова и хранљивих материја.

Површинске копнене воде су текуће (потоци, речице, реке) и стајаће (језера, мочваре, баре). Око 87% ове воде налази се у језерима, око 11% у мочварама, а само око 2% у рекама. Највеће језеро је Каспијско. То је реликтно слано језеро између Европе и Азије које представља остатак некадашњег мора Тетис. Од слатководних језера највећа су Горње језеро између Канаде и САД, и Бајкалско језеро у азијском делу Русије које је и најдубље језеро на свету (1.642 m). Када је о мочварама реч, највеће површине заузимају мочваре Пантанал у Бразилу, Суд у Судану, Васјугански у Русији. Највеће светске реке су Амазон у Јужној Америци, Нил у Африци и Јангцејанг у Азији.

Сва копнена водна тела су променљива, зависна од геотектонских и хидрогеолошких процеса, хидролошког циклуса планете и општих климатских прилика. Она представљају не само драгоцене изворе воде и стабилизаторе локалних временских услова, него и значајна станишта са становишта очувања биодиверзитета.

Поларни лед се налази у поларним круговима Земље. Он чини 99% укупне ледене масе биосфере. Ледени покривач на **Јужном полу** (Антарктику), почео је да се формира пре 13 милиона година. Површине је 14 милиона km^2 , а просечне дебљине око 1,500 km тако да представља највећи ледени покривач хидросфере. Отприлике 61% питке воде на Земљи налази се у леденој капи Антарктика. То је количина која би у случају топљења, ниво светског океана подигла за око 58 m. На **Северном полу** највећа ледена маса налази се на Гренланду. Почела је да се формира пре 18 милиона година. Ова маса просечне дебљине од преко 2 km, прекрива површину од преко 1,7 милиона km^2 . То је количина која би у случају топљења, ниво светског океана подигла за 7,2 m. Поред наведених ледених покривача, у поларним областима присутан је и **морски лед** који настаје замрзавањем морске воде. Он покрива око 12% светског океана. Све ове ледене масе имају велику улогу првенствено у регулисању термичког режима планете, али и у обезбеђивању залиха питке воде.

Атмосфера

Атмосфера представља ваздушни слој који обавија земљину кору. У данашњој атмосфери азот је присутан са 78%, кисеоник са 21%, аргон са 0,93%, угљен-диоксид са 0,03%. Остатак чине водена пара и други гасови који су присутни у траговима (аргон, водоник, метан, неон, криптон, ксенон, хелијум).

Првобитна атмосфера била је сасвим другачијег састава од данашње. Непосредно након формирања Земље састојала се од водоника и хелијума, и у мањој мери и од метана и амонијака. Током постепеног хлађења литосфере, велике количине хелијума и водоника напустиле су атмосферу и распилуле се у свемир. У то време услед активности вулкана у атмосфери су преовладали водена пара, угљен-диоксид, сумпорводоник, метан, амонијак и азот.

У следећој етапи развоја атмосфере, јако ултраљубичасто зрачење изазивало је фотохемијско разлагање молекула водене паре, метана и амонијака. То је довело до додатног повећања количине угљен-диоксида, и азота. На даље промене састава атмосфере утицао је период дуготрајних киша и повећања океанских површина. Океани су апсорбовала све веће количине угљен-диоксида који је са водом стварао угљену киселину. У реакцији са калцијум-хидроксидом ова је киселина градила калцијум карбонат који се потом таложио на морско дно. Захваљујући овој појави, али и околности да се све више угљеника уграђивало у органску масу првобитних организама, па и у њихове кречњачке љуштурице које су се таложиле на дно, ниво угљен-диоксида у атмосфери је почео да опада. У исто време, активношћу хемолитотрофних бактерија, у атмосферу се ослобађала све већа количина азота.

Пре око 3 милијарде година појавили су се први аутотрофни организми (модрозелене алге) који су били способни да захваљујући хлорофилу обављају фотосинтезу. У процесу фотосинтезе они су апсорбовали угљен-диоксид, а ослобађали кисеоник. Део ослобођеног кисеоника реаговао је са амонијаком и у тим реакцијама се додатно ослобађао атмосферски азот. Део ослобођеног кисеоника реаговао је са другим елементима, нарочито са гвожђем, и градио њихове оксиде. И оно што је најважније, део ослобођеног кисеоника се гомилао у атмосфери. Што је била већа маса аутотрофа, то је у атмосфери било више кисеоника тако да се у једном тренутку формирао и озонски омотач као моћан штит од ултравиолетног зрачења.

Садашња атмосфера се састоји из пет слојева: тропосфере, стратосфере, мезосфере, јоносфере и егзосфере. Прелазне зоне између ових слојева су тропопауза, стратопауза и мезопауза.

Тропосфера се уздиже до висине од 8 km изнад полова, односно 18 km изнад екватора. То је најгушћи део атмосфере који обилује воденом паром. У њој се образују облаци и догађају све временске промене.

Стратосфера се простире до висине од око 50 km изнад Земље. У њој се налази озонски омотач који обично најгушћи на висини од 20 до 25 km. Озон (O₃) апсорбује око 93% ултраљубичастог зрачења и на тај начин штити живи свет планете од његовог негативног дејства.

Мезосфера допире до висине од око 85 km. У овом слоју јављају се веома јаки ветрови и турбуленције.

Јоносфера (термосфера) обухвата слој атмосфере на висини од 85 km до 700 km. У јоносфери је велика концентracија јона који настају деловањем сунчеве радијације на неутралне атоме. Наелектрисане космичке честице, као и честице јоносфере, савијају се лучно под дејством земљиног магнетног поља и стварају поларну светлост и магнетне буре.

Егзосфера је периферни слој атмосфере који се простире на висини од 700 до 3.000 km. Веома је ретка и састављена углавном од атома водоника и хелијума.

Изнад атмосфере налази се **геокорона** у којој има ретких јона водоника. Геокорона досеже до висине од 20.000 km и представља прелазну зону између Земље и космоса.

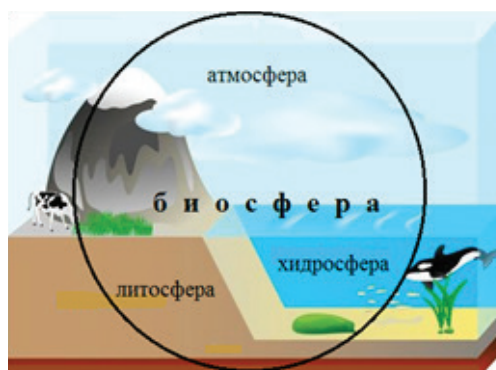
Атмосфера има огромну улогу за опстанак живота на Земљи јер обезбеђује гасове неопходне за животне процесе, регулише топлотни и хидролошки биланс планете, апсорбује штетно ултраљубичасто зрачење и представља штит у коме сагоревају мањи метеори усмерени ка земљиној површини. Атмосфера је и животни простор за многе организме који су током еволуције стекли способност летења или лебдења у ваздуху.

Биосфера

Биосфера је глобални еколошки систем настао интеграцијом и интеракцијама свих живих бића са деловима литосфере, хидросфере и атмосфере. Биосфера дакле, обједињује све екосистеме наше планете тако да представља врхунско јединство живе и неживе природе. Она захвата читав животни простор који је насељен живим бићима – целокупну хидросферу до највећих океанских дубина (11.034 m), литосферу до дубине од преко 3 km и тропосферу до висине од око 12 km. Термин биосфера први је у науку увео аустријски геолог и еколог Едвард Зис (Eduard Suess, 1831-1914.). Он је биосферу описао као концентричну љуску Земље која укључује читав живи свет.

За делове биосфере који обухватају највеће дубине океана и литосфере, користи се термин **дубока биосфера**. Ови делови биосфере одликују се екстремним условима у којима опстају високо специјализовани и отпорни организми, првенствено прабактерије (*Archaea*) и бактерије (*Bacteria*). Када помињемо екстремне услове мислимо на недостатак кисеоника, велики притисак, потпуни мрак, високе температуре које у термалним изданима и подморским хидротермалним испустима могу да премаше 120°C. У условима анаеробије углавном живе микроорганизми који за одржавање свог иначе спорог метаболизма, користе доноре електрона, првенствено водоник ослобођен из стена, метан (CH_4), амонијум (NH_4) и редукована сумпорна једињења. Једна група ових организама живи и у врелим водама литосфере захваљујући високом садржају нуклеобаза гуанина и цитозина, као и модификованим метаболичким ензимима састављеним од негативно наелектрисаних аминокиселина. Организми дубоке биосфере чине 15% биомасе укупне биосфере тако да играју важну улогу у укупном промету материје и енергије целокупног животног простора Земље.

Слика 5. Биосфера



Једну од најсликовитијих дефиниција биосфере дао је руски биогеохемичар Владимир Иванович Вернадски (Владимир Иванович Вернадский, 1863-1945.) који је екологију дефинисао као науку о биосфери. По Вернадском, биосфера је резултат међудејства организама и њихове физичке средине. Што је више форми живота на Земљи, то живот све више катализује друге планетарне процесе. Енергија која се испољава као животна енергија, космичког је порекла. Она углавном потиче од Сунца одакле доспева у виду електромагнетних таласа. Живи организми ту електромагнетну енергију преобраћају у земну стварајући огромну разноврсност и сложеност нашег света. Управо све манифестације живота, почев од рађања, обличја, интеракција, смена животних фаза, дисања, стварања органске материје, храњења, метаболизма, размножавања, умирања и распадања, граде ту посебну сферу живота на Земљи – биосферу. Основу динамичке равнотеже и постојаности биосфере чини циклус кружења материје и протока енергије. Она се састоји од низа процеса у којима долази до претварања материје и енергије из једног облика у други чинећи Земљу сасвим посебном планетом. Управо ова дефиниција Вернадског указује на значај очувања биодиверзитета од чијег квантитативног и квалитативног богатства зависи стабилност биосфере (Тусић, 1987).

3.3. ПОЈАВА ЖИВОТА

Хемијска, односно, пребиолошка еволуција која се одвијала на Земљи у време њеног стварања, припремила је услове за органску, односно, биолошку еволуцију релативно брзо након образовања првобитне литосфере, хидросфере и атмосфере. О почецима биолошке еволуције постоји већи број хипотеза. Најприхваћенија у научним круговима је **хипотеза абиогенезе** коју су поставили руски биохемичар Александар Иванович Опарин (Александр Иванович Опáрин) у монографији *Порекло живота (Происхождение жизни)*, 1925), а потом и енглески генетичар Џон Холдејн (John Haldane) који је у свом чланку из 1929. године писао о „првобитном бујону“. Ова два научника описала су процес хемијске и биохемијске еволуције материје, а потом и деловања природне селекције још на нивоу органских макромолекуларних формација. Наведена хипотеза подстакла је експерименте широм света на синтези органских једињења под условима који симулирају услове на пребиолошкој Земљи. Експерименти су потврдили могућност синтезе органских из неорганских молекула под утицајем различитих извора енергије (топлоте вулкана, електрицитета, ултравиолетног зрачења).

Најзначајнији су резултати Милер-Јуријевог експеримента изведеног 1952. године. У овом експерименту Стенли Милер (Stanley Miller) и Харолд Јури (Harold Urey) су смешу гасова првобитне атмосфере изложили електричном пражњењу које је симулирало муње и добили су 20 аминокиселина.

Према хипотези абиогенезе, читав процес органске, односно, биолошке еволуције започео је у води тада веома плитког и топлог праокеана. Претходили су јој стварање, концентрација и интеракције између неорганских једињења, а потом и синтеза најпре простих органских молекула (мономера), затим сложених органских молекула (полимера), агрегата молекула (коацервата), и најзад, првих примитивних једноћелијских организама. За образовање простих органских молекула (азотних база, аминокиселина, нуклеотида, моносахарида, масних киселина) и за њихову синтезу у велике органске молекуле (полинуклеотиде, полипептиде, полисахариде, липиде, фосфолипиде, итд.), од пресудног значаја били су специфични услови који су тада владали на Земљи. Вода праокеана била је топла и благо базна, а атмосфера је имала редуктивни карактер јер у њој није било кисеоника. То значи да није било ни озонског слоја који би апсорбовао ултраљубичасто зрачење, значајно за убрзавање одређених хемијских реакција. Поред сунчеве радијације, додатни извори енергије били су веома активни вулкани и честа електрична пражњења атмосфере. Сви ови извори енергије убрзавали су хемијске реакције између воде праокеана и гасова првобитне атмосфере - водоника, водене паре, метана и амонијака.

Синтеза органских молекула у праокену била је предуслов стварања организованијих органских система. Према Опарину, све већа густина органских мономера утицала је на учесталију синтезу полимера и на њихово концентрисање у приобалним деловима океанских залива. Ти делови океана имали су одлике топлих колоидних раствора органских и неорганских једињења због чега су названи првобитни бујони (фр. *buillon* - бујон, чорба). У условима засићености бујона, дошло је до издвајања органских молекула из воденог раствора и до њиховог сједињавања у органске капљице – коацервате (лат. *coacervare* – гомилање).

Коацервати нису били бића, али нису били ни прости агрегати органских материја јер су поседовали значајан степен индивидуалности. Они су представљали отворене системе који су са окружујућим воденим раствором успостављали динамичку равнотежу не само селективном разменом материја, него и способношћу да супстанце унете из спољашње средине укључе у процесе синтезе. Селективна пропустљивост одређених материја из спољашње средине у коацерватне капљице била је могућа јер су се

на њиховој површини налазиле двослојне мембране од фосфолипида. Ова претпоставка заснива се на чињеници да фосфолипиди у воденој средини имају афинитет да стварају мембранске структуре. На једном степену еволуције органских система, структурално и функционално најорганизованији коацервати еволуирали су у еобионте.

Еобионти су били органски системи који су представљали прелазне форме од коацервата ка првим организмима (гр. eos – зора, biont – онај који живи, живући). У односу на коацервате, еобионти су били још сложенији мултимолекуларни системи са преовлађујућим органским полимерима. За разлику од коацервата, уместо минерала, улогу катализатора код њих су све више преузимали специфични полипептиди. Поред стеченог својства да репродукују сами себе, у еобионтима су полинуклеотиди делимично отпочели и репродукцију полипептида. Тако је распоред аминокиселина у полипептидним ланцима све више зависио од распореда нуклеотида у полинуклеотидним ланцима. Еобионти код којих је ова међуусловљеност била израженија, организационо су били све ближи првобитним организмима.

Прва жива бића настала еволуцијом еобионата била су прости **једноћелијски хетеротрофни прокариоти**. Пошто је у време њиховог настајања пре око 3,7 милијарди година атмосфера била бескисеонична, они су се развијали у анаеробним или слабо аеробним условима. За неопходну биосинтезу ови су праорганизми користили готове органске материје настале хемијским реакцијама у првобитном бујону, као и органске материја настале распадањем еобионата. Енергију потребну за животне процесе добијали су анаеробним разлагањем (ферментацијом) абиогено насталих шећера. Поред енергије, у овим реакцијама су се ослобађали алкохол и угљен-диоксид. Гомилање угљен-диоксида неорганског и органског порекла, омогућило је да се у једном тренутку на сцени живота појаве и аутотрофни организми.

Једноћелијски аутотрофни прокариоти почели су да освајају праокене пре око 3 милијарде година. Њиховој појави претходило је гомилање атмосферског угљен-диоксида и случајна синтеза пигмента хлорофила. Захваљујући хлорофилу и новоствореном ензиматском систему, аутотрофи су захваљујући сунчевој енергији од воде и угљен-диоксида почели да синтетишу глукозу у чијим се хемијским везама трансформисала и акумулисала управо заробљена сунчева енергија.

Са појавом хлорофила и фотосинтезе, успостављен је неисцрпан извор хране не само за аутотрофе, него и за хетеротрофе. Опстанак хетеротрофа више није зависио од хемијске синтезе органских материја у окружујућој воденој средини, него од фотосинтетичке активности аутотрофа.

С обзиром да се у процесу фотосинтезе ослобађа кисеоник, овај процес је обезбедио ослобађање велике количине атмосферског кисеоника што је створило могућност процеса дисања. Дисање је постао много ефикаснији механизам за ослобађање енергије у односу на ферментацију. Услед ефикаснијег ослобађања и коришћења енергије, метаболизам праорганизама постајао је динамичнији што је утицало на убрзавање процеса њихове репродукције. Бржа репродукција подразумевала је и појаву учесталијих појава мутација, тако да се и биолошка разноврсност живог света увећавала.

Пре око 2 милијарде година на Земљи су се појавили и једноћелијски **еукариоти**. Били су то организми са оформљеним ћелијским једром које је настало еволуцијом нуклеоцитоплазматског дела ћелије. Након настанка еукариота, незаустављиви ток органске еволуције довео је пре око 1,5 милијарде година до појаве првих **вишећелијских организама**. Верује се да су вишећелијски организми прво настали међу аутотрофма од неких њихових колонијалних облика, а након тога и међу хетеротрофима. Дакле, биолошка еволуција ишла је у правцу усложњавања структуре и функције организама. Њихова растућа сложеност и појава нових адаптивних типова била је подстицана сталним променама услова живота на Земљи.

3.4. ЕТАПЕ У ЕВОЛУЦИЈИ ЖИВОТА И БИОСФЕРЕ

Укупно геолошко време наше планете дели се на четири еона: 1) хад (преархајско доба), 2) архаик, 3) протерозоик и 4) фанерозоик. Прва три еона припадају геолошком времену из кога нема сачуваних фосила тако да се то време назива **криптозоик** (гр. скривен живот) или прекамбријум. На прва три еона, односно на криптозоик, отпада чак 85% геолошког времена Земље (Cohen *et al.*, 2013).

1) **Хад** или преархајско доба трајало је од пре 4,6 до пре 3,8 милијарди година. То је био период формирања Земље као планете када су се на њој одвијали атомски и хемијски процеси праћени високим температурама.

2) **Архаик** је трајао од пре 3,8 до пре 2,5 милијарди година. У овом еону појавиле су се прве стабилне копнене платформе, а у топлотом и плитком праокеану настали су једноћелијски организми без ћелијског једра (прокариоти), и то прво хетеротрофни, а потом и аутотрофни.

Њихови фосилни остаци нису сачувани, али се трагови њиховог постојања и животних активности налазе у строматолитима, органским наслагама првенствено древних модрозелених алги слепљених са честицама глине и ситног песка.

3) **Протерозоик** је трајао од пре 2,5 милијарди година до пре 542 милиона година. У овом еону површина стабилних континенталних платформи се увећавала, а у атмосфери се гомилао кисеоник као производ фотосинтезе морских алгица. Живи свет се усложњавао тако да су се појавили и једноћелијски организми са ћелијским једром (еукариоти), а потом колонијални и први вишећелијски организми.

4) **Фанерозоик** (гр. видљив живот) је започео пре 542 милиона година. Обухвата геолошко време које је наступило након протерозоику, последњег еона криптозоику. За разлику од криптозоику, развој и дивергенција живота у фанерозоику могу се реконструисати захваљујући очуваним фосилним остацима бројних органских група. На основу крупних геотектонских и климатских промена, као и на основу преовлађујућих облика живота, фанерозоик се дели на три ере: а) палеозоик, б) мезозоик и в) кенозоик.

Табела 1. Геолошко време и биолошка еволуција

Еон	Ера	Периода	Епоха	Милион година	Биолошка еволуција
Фанерозоик	Кенозоик	Квартар	Хлоцен	0,01	Човек
			Плеистоцен	2,56	
		Неоген	Плиоцен	5,3	Хоминиди Хоминоиди
			Миоцен	23	
		Палеоген	Олигоцен	34	Диверзификација скривеносеменица и сисара
			Еоцен	65	
			Палеоцен	66	
	Мезозоик	Креда		145	Скривеносеменице
		Јура		201	Птице
		Тријас	252	Плацентални сисари Аплацентални сисари Летећи кичмењаци Диносауруси	
	Палеозоик	Перм		299	Ширење голосеменица
		Карбон		359	Гмизавци Голосеменице
		Девон		419	Водоземци Амонити
		Силур	444	Копнене папрати Рибе са коштаним скелетом Рибе са хрскавичавим скелетом	
		Ордовицијум		485	Копнени зглавкари Копнене маховине Хорда
		Камбријум		542	Копнене бактерије, алге и гљиве Бескичмењаци Алге
		Протерозоик		2500	Вишећелијски организми Једноћелијски еукариоти
Архаик		3800	Једноћелијски прокариоти		
Хад		4600	Формирање Земље		

а) **Палеозоик** (гр. стари живот) је ера која је трајала од пре 542 до пре 252 милиона година. Дели се на шест периода: камбријум, ордовицијум, силур, девон, карбон и перм.

Камбријум (542 – 485 милиона година) је периода у којој је захваљујући благој и влажној клими дошло до бујања живота. Појава великог броја врста означена је као „камбријска експлозија“. У праокеанима су живеле алге и богата фауна бескичмењака. Међу бескичмењацима најбројнији су били сунђери (Porifera), дупљари (Coelenterata), трепљасте црви (Turbellaria), мекушци (Mollusca), раменоношци (Brachiopoda), зглавкари (Arthropoda). Међу мекушцима доминирали су пужеви, шкољке и главоношци, а међу зглавкарима трилобити (Trilobita) и опабиније (Opabinia). Благодарећи повољним климатским приликама, живот је почео да осваја и копнене масе које су представљале делове већ распаднутог суперконтинента Панотија. На копну су се шириле бактерије, просте алге, гљивице и лишајеви.

Ордовицијум (485 – 444 милиона година) је отпочео надирањем (трансгресијом) мора на копно. У морима су се поред већ присутних алги, сунђера, дупљара, трепљастих црва, мекушаца, раменоножаца и зглавкара, појавили жарњаци (Cnidaria) – полипи и медузе, као и неки бодљокошци (Echinodermata) –морске звезде и морски кринови. Широко је била заступљена и једна група полухордата. То су били граптолити (Graptolithina) који су водили колонијални начин живота. У ордовицијуму су настали и први хордати. То су били остракодерми (Ostracodermi), преци риба. Имали су хрскавичаву хорду без пршљенова, нису имали вилице, а тело им је било прекривено оклопом од коштаних плоча или крљушти. Влажне делове копна у близини мора почеле су да освајају примитивне маховине, а потом и пауколике животињице које су представљале прве копнене зглавкаре. Пре 450 до пре 440 милиона година, крајем ордовицијума и почетком силура, догодило се прво масовно изумирање. Тада је са лица земље збрисано 60% до 70% свих тада живућих врста. Сматра се да су основни узроци изумирања били јак вулканизам, глобално загревање и смањена количина атмосферског кисеоника (Bond & Grasby, 2020).

Слика 6. Фосил трилобита



Слика 7. Фосил брахиоподе *Paraspirifer bownockeri*



Силур (444 – 419 милиона година) је започео глацијацијом након које је наступила топла и стабилна клима. На јужној полулопти је постојао суперконтинент Гондвана, а на северној три мања континента – Лауренција, Балтика и Авалонија која су се до девона спојила у суперконтинент Лауразија. У океанима су доминирали раменоношци (*Brachiopoda*). Специфичне за силур биле су и морске шкорпије (*Eurypterida*) дуге више од једног метра. Појавиле су се рибе са хрскавичавим скелетом (*Chondrichthyes*), а потом и рибе са коштаном скелетом и покретним чељустима (*Osteichthyes*). Многе од њих имале су спољашњи коштан оклоп. Ову периоду обележиле су и прве ситне копнене папрати без листова, са примитивним проводним снопићима и спорангијама на врху стабаоца. Најпознатије међу њима биле су куксоније (*Cooksonia*) које су насељавале влажна мочварна земљишта и приобаља река.

Девон (419 – 359 милиона година) је обележило постојање два суперконтинента, Лауразије и Гондване. Клима је била топла, повољна за развој нових животних облика. Ово је била периода процвата фауне риба са коштаном скелетом (*Osteichthyes*). Развиле су се и шакоперке (*Crossopterygii*), група риба дводихалица које су дисале двојачко – преко шкржних отвора и преко рибљег мехура који је имао улогу примитивних плућа. Шакоперке су живеље у плиткој води коју су на кратко напуштале и излазиле на обалу захваљујући плућном мехуру и перајима која су временом добила функцију удова. Од ове групе риба крајем девона настали су и први риболики водоземци стегоцефали (*Ichthyostega*) величине и до два метра.

Када је реч о бескичмењацима, дошло је до бујања фауне морских кринова, полипа чије су колоније градиле коралне спрудове, а потом и амонита (*Ammonoidea*). Амонити су били главношци са спиралним љуштурама. Неки од њих достизали су величину и до 10 метара. Копно су освајале мале примитивне папрати, првенствено представници рода ринија (*Rhynia*), а потом и праве папрати, на пример, представници родова псилофитон (*Psilophyton*) и астероксилон (*Asteroxylon*). На крају девона појавиле су се и циновске папрати високе преко 25 метара. Били су то углавном представници рода археооптерис (*Archaeopteris*). Пре 375 до пре 360 милиона година, на прелазу девона у карбон, догодило се друго масовно изумирање када је нестало око 70% углавном морских врста. Савремена наука нема јасан одговор на разлог овог изумирања, мада се претпоставља да је услед глобалног захлађења, опадања нивоа океана и јаког вулканизма у океанским басенима, дошло до хипоксије океанске воде.

Слика 8. Фосил амонита из девона



Слика 9. Фосил остракодерма *Zenaspis pagei*



Карбон (359 – 299 милиона година) је била периода примицања суперконтинента Лауразије и Гондване, даљих вулканских активности, ширења пространих мочвара и издизања планинских ланаца. У морима су се појавиле нове групе бескичмењака, а међу кичмењацима доминирале су рибе и ајкуле као водећи предатори. У условима топле и влажне климе на копну су се шириле густе шуме џиновских папрати високих и до 45 m (*Sigillaria*, *Lepidodendron*). Појавиле су се и прве голосеменице. Били су то представници рода кордаитес (*Cordaites*). У шумама су живеље стоноге, шкорпије, пауци, веома крупни инсекти са распоном крила и до 70 cm. Водоземци (*Amphibia*) су дивергирали у велики број породица јер су им погодовали услови бујне мочварне и копнене вегетације. Неки од њих достизали су величину и преко пет метара. Крајем карбона појавили су се и први гмизавци (*Reptilia*) који су водили порекло од тетарапода сауропсида (*Sauropsida*).

Слика 10. Фосил рибликог водоземца стегоцефала (*Ichthyostega*)



Перм (299 – 252 милиона година) је периода када су се Лауразија и Гондвана спојиле у суперконтинент Пангеа. У овој периоди дошло је до ширења голосеменица међу којима је било и неких које су опстале до данашњих дана (цикаси, гинко). Појавила се група гмизаваца архосаурија (*Archosauria*) од које су у мезозоику дивергирали диносауруси, летећи гмизавци и зверолики гмизавци. Појавила се и рептилско-сисарска група терапсида (*Therapsida*) од које су у наступајућем тријасу еволуирали сисари.

На самом крају перма и на почетку наступајућег тријаса дошло је до трећег и највећег познатог масовног изумирања. Тада је нестало око 96% свих морских врста, 70% врста копнених кичмењака, нарочито водоземаца, и око 83% свих родова инсеката. Постоје докази да је до ове катастрофе дошло комбинацијом више фактора, првенствено узастопним ударом астероида, учесталим вулканским ерупцијама, испуштањем подводног метана, глобалним загревањем атмосфере и опадањем нивоа слободног кисеоника. Нека истраживања показују да је опоравак живота у морима трајао око два милиона година, док је на копну овај процес трајао нешто дуже (Sahney & Benton, 2008). Нестајање живог света оставило је огромна празна пространства што је касније поспешило развој и адаптивну радијацију неких нових органских група, пре свега диносауруса и сисара

Слика 11. Фосил листросауруса из рептилско-сисарске групе Therapsida



б) **Мезозоик** (гр. средњи живот) је ера која је наступила након ере палеозоик. Трајала је од пре 252 до пре 66 милиона година, а подељена је на три периоде: тријас, јуру и креду.

Тријас (252 – 201 милиона година) је на почетку био обележен масовним изумирањем врста које је отпочело крајем перма. Међутим, временом је клима постала много повољнија за живи свет. У морима су се масовно развијали нови родови амонита, мекушаца и других бескичмењака, као и џиновских морских гмизаваца из групе сауроптеригија (Sauropterygia).

Копном су се ширили диносауруси (Dinosauria) који су еволуирали од једне групе архосаурија (Archosauria). Неки од њих представљали су гигантске животиње. На пример, *Amphicoelias fragillimus* достигао је дужину од преко 60 метара, а *Sauroposeidon proteles* висину и до 18 метара. Друга група архосаурија еволуирала је у летеће кичмењаке птеросауре (Pterosauria). За разлику од предака правих птица, птеросаури су имали крила од разапете коже предњих удова и нису били прекривени перјем. У тријасу су се појавили и примитивни сисари који су настали еволуцијом рептилско-сисарске групе терапсида (Therapsida) присутне још у перму (Polly, 2020). Ова веома прогресивна група дивергирала је на кљунаре који легу јаја (Monotremata), торбаре (Marsupialia) и плаценталне сисаре (Placentalia). Међутим, сисари су били у сенци диносауруса. Било је то време када је суперконтинент Пангеа почео да се раздваја на Лауразију и Гондвану. Померање континенталних плоча било је праћено климатским променама, падом нивоа праокеана и његовом ацидификацијом. Највероватније да су ови догађаји довели до четвртог масовног изумирања када је на прелазу тријаса у јуру нестало 70% до 75% органских врста (Courtillot, 1994).

Јура (201 – 145 милиона година) је након масовног изумирања на самом почетку, била периода поновног опоравка живота у условима топле и влажне климе. У морима је бујала микрофауна фораминифера и радиолаарија са кречњачким љуштурицама, као и фауна сунђера, главоножаца, бодљокожаца, риба и крупних морских рептила. На копну се обнављала вегетација џиновских папрати и голосеменице. Диносауруси су и даље били доминантна група копнених животиња. Крајем јуре од једне линије летећих диносауруса (Avialae) еволуирао је род археоптерикс (*Archaeopteryx*) за чије се представнике претпоставља да су били преци савремених птица. Ове животиње имале су карактеристике диносауруса (много шиљатих зуба у чељустима, дуг реп, канџе на врховима крила, широка стопала), али и карактеристике птица (крила прекривена летним перјем, танке и лаке кости предњих удова, способност лета).

Слика 12. Диносаурус *Tyrannosaurus rex*, фосил



Слика 13. *Tyrannosaurus rex*, реконструкција изгледа

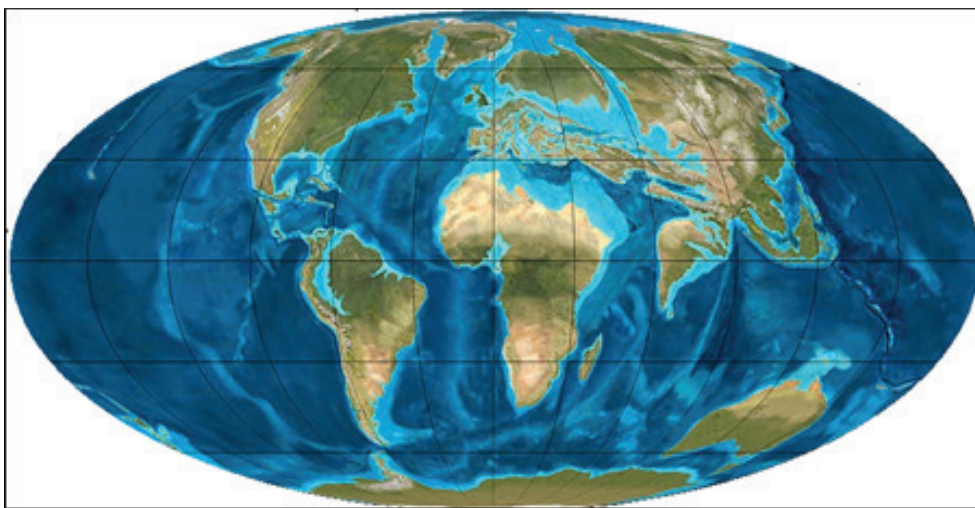


Креда (145 – 66 милиона година) је била периода током које се наставио утицај топле и влажне климе на највећем делу планете. Јужна Америка је почела да се удаљава од Африке, Индија се одвојила од источне Гондване, а Аустралија и Нови Зеланд од Антарктика. У јеку ових крупних промена појавиле су се скривеносеменице (*Angiospermae*), мада су голосеменице и папрати остале доминантне групе биљака. Развијали су се и сисари, како торбари, тако и плацентални сисари, али и даље у сенци диносауруса.

Попут копна, и море је било препуно животних облика почев од бројних група бескичмењака, до џиновских морских рептила и корњача, ража, ајкула и риба са коштаном скелетом. Међутим, завршетак креде био је обележен новим масовним изумирањем када је са лица земље збрисано око 50% врста, међу њима и диносауруси, морски рептили и амонити. Овај догађај везује се за пад великог астероида на полуострво Јукатан у Мексичком заливу што је изазвало формирање цунамија, повећање концентрације гасова и честица прашине у атмосфери, појаву киселих киша, смањење интензитета сунчевог зрачења и пад температуре.

в) **Кенозоик** (гр. нов живот) је почео пре 66 милиона година и траје до данас. Ова ера подељена је на три периоде, **палеоген**, **неоген** и **квартар**. Палеоген и неоген се у многим литературним изворима означавају и као терцијар.

Слика 14. Распоред континената у палеогену пре 50 милиона година



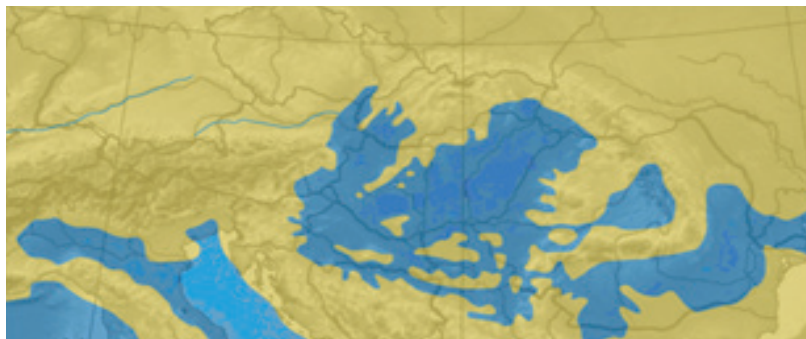
Палеоген (66 – 23 милиона година) је периода која се дели на три епохе: **палеоцен**, **еоцен** и **олигоцен**. У овој периоди већ су постојали сви данашњи континенти и подконтинент Индија који су међу собом били одвојени океанским масама. Клима је била топла и влажна осим у другом делу еоцена када је дошло до захлађења. Живот у морима обележио је масовни развој нумулита, протозоа величине и до 15 cm са спиралним кречњачким љуштурама. На копну је дошло и до снажне диверзификације скривеносеменица.

Дрвенасте врсте су се шириле и градиле непрегледна прашумска пространства. У еоцену, у време захлађења, део шума се повукао, а њихово место су заузела широка травна пространства. Диносауруса више није било, а њихове празне еколошке нише заузимали су плацентални сисари који су доживели снажну диверзификацију на бубоједе, глодаре, папкаре, копитаре, сурлаше, зверове, примате. Са ширењем травних површина дошло је до повећања телесне масе многих сисара нарочито папкара и копитара. Поједине групе сисара секундарно су се враћале океанима. Китови и делфини, далеки рођаци једне групе папкара, поново су се вратили у океане. Слаткој језерској води прилагођавали су се фоке, далеки рођаци видри, које су крајем палеогена такође прешле у океане.

Слика 15. Паратетис пре око 17 милиона година



Слика 16. Панонско море пре око 11 милиона година



Неоген (23 – 2,58 милиона година) је периода која се дели на две епохе: **миоцен** и **плиоцен**. У миоцену је клима била топла и влажна што је погодновало развоју тропске вегетације. Како птице, тако и сисари, дивергирали су у нове групе. Појавили су се моропуси и мамути, џиновски биљоједи сисари који су нестали у холоцену. У плиоцену Африка се сударила са Евроазијом што је узроковало издизање Медитеранских и Балканских планина и отицање Паратетиса, мора некадашњег праокеана Тетис. То је био и крај Панонског мора, дела Паратетиса. Индија се сударила са Азијом што је довело до набирања Хималаја, а Јужна и Северна Америка су се спојиле преко Панамског земљоуза. Ово је утицало на прекид топлих морских струја које су се из Тихог кретале ка Атлантском океану. Између осталог, и због тога је почело формирање ледених капа на половима и глобално захлађење које је кулминирало глацијацијама у плеистоцену. Током постепеног захлађења тропске кишне шуме северне хемисфере уступале су место листопадним шумама и саванама. За овај период везан је развој хоминоида и издвајање хоминидног примата аустралопитекуса (гр. *Australopithecus* – јужни мајмун) који је живео у јужној и источној Африци пре 3,7 до 2 милиона година. Откривени су фосилни остаци две врсте аустралопитекуса – *Australopithecus afarensis* и *Australopithecus africanus*. Према опсежним анализама, *Australopithecus afarensis* је највероватнији предак једне од дивергентних линија савремених хоминида (Tobias, 1983).

Квартар (2,58) је периода која се дели на две епохе: **плеистоцен** и **холоцен**. Плеистоцен је трајао од пре 2,58 милиона до пре 11.700 година када је наступио холоцен. Плеистоцен је познат по леденим добима (глацијацијама) чија је серија отпочела пре око 900.000 година. Овим леденим добима нарочито је била погођена северна хемисфера. По суровости, у Северној Америци су се издвојила четири ледена доба, а у Европи пет ледених доба – донау, гинц, миндел, рис и вирм. У време њиховог максимума лед дебљине 1.500 до 3.000 m прекривао и до 30% планете, а ниво светског мора опадао је за око 100 m. Због тога су топлољубиве врсте нестајале или су мигрирале ка топлијим областима. Између глацијалних постојали су интерглацијални периоди када су температуре биле повољније. Последња, вирмска глацијација, трајала је од пре 115.000 до пре 11.700 година. Након тога наступило је савремено доба – холоцен (Gibbard & Van Kolfshoten 2004). Током плеистоцена највише је страдала мегафауна сисара. Нестали су мамути, мастодонти, сабљозубе мачке, пећински медведи, вунасти носорози, џиновски јелени, џиновски лењивци, глиптониди и друге врсте. Разлог њиховог изумирања није била само глацијација и недостатак хране, него и све већи ловни притисак наших предака који су у време плеистоцена пролазили кроз прогресивну биолошку и културну еволуцију.

Слика 17. *Australopithecus afarensis*, лобања



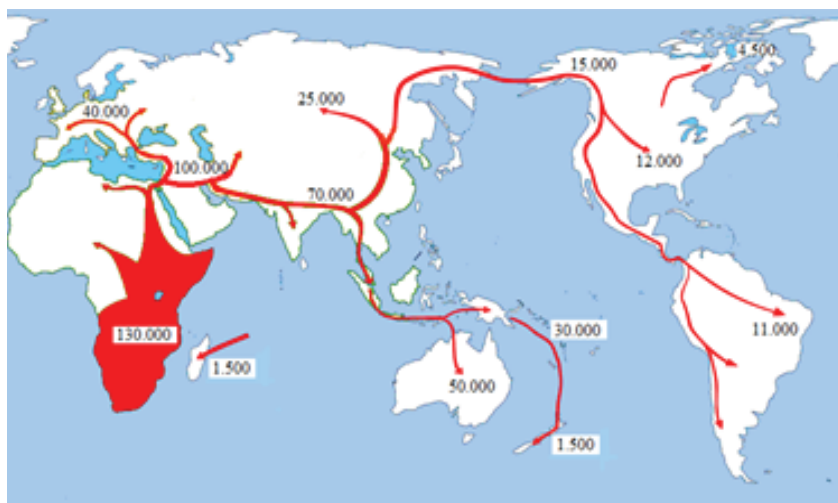
Слика 18. *Australopithecus afarensis*, реконструкција лица



Пре него што је наступила плеистоцена глацијација, издвојила се једна од дивергентних линија аустралопитекуса. Био је то такозвани вешт човек (*Homo habilis*). Овај архаични хоминид живео је у Африци пре око 2,3 до 1,65 милиона година. То је први представник рода људи (*Homo*), али и први представник ове филогенетске линије који је правио оруђе од камена.

Пре око 1,8 милиона година појавио се и такозвани усправан човек (*Homo erectus*), који се кретао по Африци, Блиском Истоку и деловима Европе (Tobias, 1983). Једну од линија усправног човека представљао је пренеандерталски човек који се појавио на подручју Европе и Блиског истока пре 600.000 година. Од њега води порекло нендерталски човек (*Homo neanderthalensis*) који је живео пре 230.000 до пре 30.000 година. Нендерталци су били вешти ловци који су за лов користили кремено копље, кремену секиру и боле. Живели су у оквиру породице и често су се склањали у пећине. Другу дивергентну линију усправног човека представљао је кромањонски или фосилни човек (*Homo sapiens fossilis*), директан предак савременог човека. Кромањонац се појавио у Африци пре 130.000 година. Одатле је у Азију прешао пре око 70.000 година, док је у Европу стигао нешто касније, пре око 40.000 година, непосредно пре нестајања нендерталаца који су физички уништени или делимично асимиловани.

Слика 19. Правци и време емиграција фосилног човека



Први фосилни остаци кромањонаца у Европи, пронађени су у Француској, у пећини Кромањон. Ови архаични људи израђивали су веома ефикасно ловачко оруђе, накит, чамце, па чак и прве музичке инструменте. Живели су номадским начином живота и ловили у већим групама које су имале вође. Међу члановима група постојала је подела рада и заједничка брига за потомство. Сарадња унутар заједница довела је до појаве артикулисаног говора. Били су веома покретни, тако да су из Азије прешли у Аустралију,

а из Европе пре око 15.000 година у Северну Америку. За прелазак у Северну Америку користили су Берингов земљоуз који је у време вирмске глацијације због опадања нивоа мора постојао као континентални мост између Азије и Северне Америке. Пре око 11.000 година почели су да припитомљавају биљке и животиње, а потом да праве и сталне насеобине што је означило почетак периода савременог човека (*Homo sapiens subsp. sapiens*). Наше доба обележава убрзана ерозија биодиверзитета, али за разлику од древних геолошких периода када су узроци изумирања били природни процеси, данас је основни узрок сам човек који стварајући техносферу уништава живот око себе.

4. НИВОИ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Према најшире прихваћеној дефиницији, термин биодиверзитет или биолошка разноврсност означава свеукупност гена (генетичка разноврсност), врста (специјска разноврсност) и екосистема (екосистемска разноврсност) на Земљи или неком њеном делу. Ако се пође од наведене дефиниције, произилази да биолошки диверзитет обухвата три основна организацијска нивоа: 1) **генетички**, 2) **специјски** и 3) **екосистемски**. Наведене нивое поставио је Едвард Вилсон (Edward Wilson), социобиолог, утемељивач савремене науке о биодиверзитету.

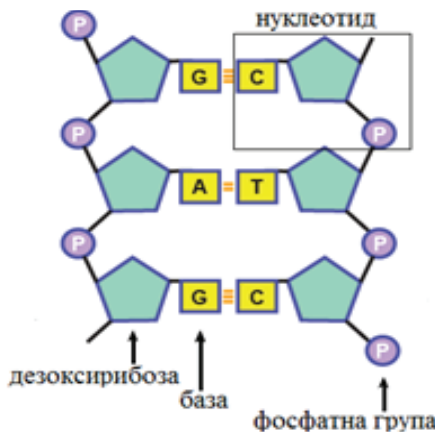
4.1. ГЕНЕТИЧКИ ДИВЕРЗИТЕТ

Генетички диверзитет представља укупан број и укупну разноврсност гена и генетичких информација садржаних у свим појединачним врстама микроорганизама, гљива, биљака и животиња на Земљи. То је фундаментална јединица разноврсности (Williams & Humphries, 1996) која је одговорна за разлике између јединки, популација и врста.

4.1.1. Генетичка основа наслеђивања

Ген је физичка и функционална јединица наслеђивања која преноси наследне поруке, односно, контролише одређену наследну особину из генерације у генерацију. Представља део двоструког спиралног ланца **дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК)** која је линеарно распоређена у хромозому. Свака се органска врста одликује одређеним непроменљивим бројем хромозома у својим ћелијама који представља специфичну одлику врсте. Соматске (телесне) ћелије имају двоструки (диплоидан – $2n$) број хромозома, док полне ћелије садрже упола мањи (хаплоидан – n) број хромозома. На пример, човек у соматским ћелијама има 46 хромозома или две гарнитуре од по 23 хромозома при чему једна гарнитура потиче од мајке, а једна од оца. За разлику од човека, воћна мушица у својим соматским ћелијама има 8 хромозома, шаран 104, јастреб 76, пас 78, мачка 38, итд.

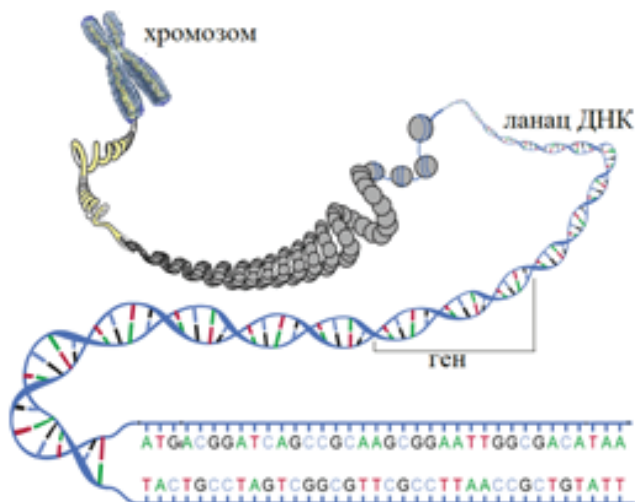
Слика 20. Структура нуклеотида



Слика 21. Структура ДНК



Слика 22. Структура хромозома



Двоструки спирални ланац макромолекула ДНК састоји се од низова нуклеотида који представљају карике у том ланцу. Сваки нуклеотид се састоји од петогљеничног шећера дезоксирибозе, фосфатне групе и једног молекула азотне базе. Азотне базе су пуринске и пиримидинске. У **пуринске базе** спадају аденин (А) и гуанин (Г), а у **пиримидинске базе** цитозин (Ц) и тимин (Т). Везивање комплементарних ланаца ДНК врши се преко азотних база наспрамних нуклеотида.

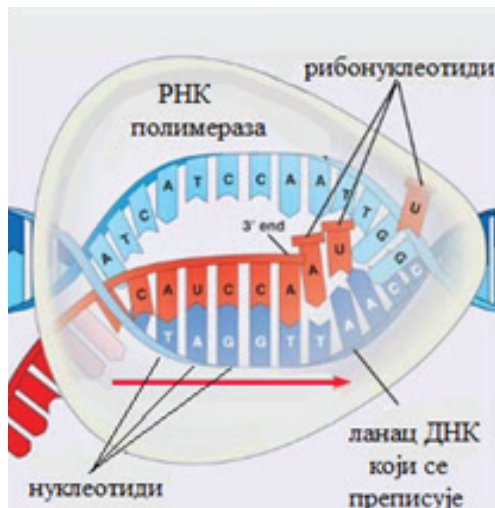
Наспрам пуринске базе у једном ланцу, налази се пиримидинска база у другом ланцу, и то, наспрам аденина (А) налази се тимин (Т), а наспрам гуанина (Г) налази се цитозин (Ц), или обрнуто. На овај начин успоставља се комплементарност у редоследу база сваког двоструког спиралног ланца ДНК.

Као што је већ наведено, ген представља фрагмент спиралног ланца ДНК. Ген који је одговоран за одређену информацију увек се налази на истом месту у хромозому. То место назива се генски локус. Један ген може садржати од неколико стотина до више хиљада парова нуклеотида. Наследно својство које преноси, одређено је распоредом нуклеотида, односно, распоредом пуринских и пиримидинских база дуж ланца ДНК, као и његовом конфигурацијом. Пошто су у редоследу нуклеотида могућа четири типа комбинација база (А-Т, Т-А, Ц-Г, Г-Ц), редослед тих комбинација представља јединствену шифру специфичну за сваки ген. На пример, нека хипотетична комбинација база која одређује функцију одређеног гена, може бити Ц-Г, Ц-Г, Ц-Г, Т-А, А-Т, А-Т, Г-Ц, Г-Ц, Г-Ц, Г-Ц, А-Т, А-Т, Ц-Г... Оваквом јединственом комбинацијом дефинисана је и улога гена у процесу наслеђивања.

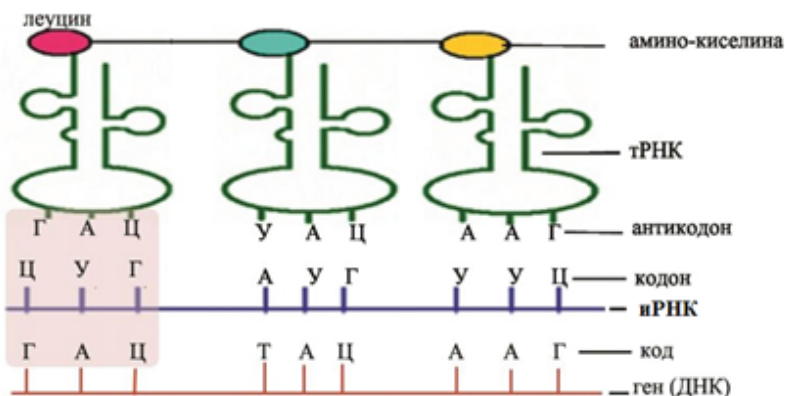
Поред дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК), у ћелијама је присутна и **рибонуклеинска киселина (РНК)**. Рибонуклеинска киселина је изграђена од једнострукног спиралног ланца изграђеног од рибонуклеотида. Сваки се рибонуклеотид састоји од петоугљеничног шећера рибозе, фосфатне групе и једног молекула азотне базе. Пуринске базе су аденин (А) и гуанин (Г), а пиримидинске базе су цитозин (Ц) и урацил (У). Дакле, када је реч о азотним базама, разлика између ДНК и РНК је у једној пиримидинској бази јер је тимин из ДНК замењен урацилом у РНК. Примарна структура РНК зависи од примарне структуре ДНК јер РНК представља копију ДНК.

Постоје три врсте рибонуклеинских киселина – информациона, транспортна и рибозомална. **Информациона РНК (иРНК)** се у процесу транскрипције (lat. *transcriptio* - преписивање) синтетише као копија једног дела ланца ДНК (гена) уз помоћ ензима ДНК полимеразе. Распоред њених рибонуклеотида директно је условљен распоредом нуклеотида у делу ланца ДНК. Она дакле, као копија гена преузима генетичке информације (шифре, кодове) са молекула ДНК. Те информације даље преноси транспортној РНК. **Транспортна РНК (тРНК)** у процесу транслације преводи шифре са информационе РНК и према шифрама распоређује аминокиселине током синтезе конкретног ланца макромолекула протеина. Она истовремено преноси аминокиселине до рибозома у којима се одвија синтеза протеина. Шифра за везивање и пренос одређене аминокиселине представља комбинацију три нуклеотида (триплета). **Рибозомална РНК (рРНК)** такође настаје преписивањем гена од којих добија информације да са

Слика 23. Транскрипција кода ДНК на РНК



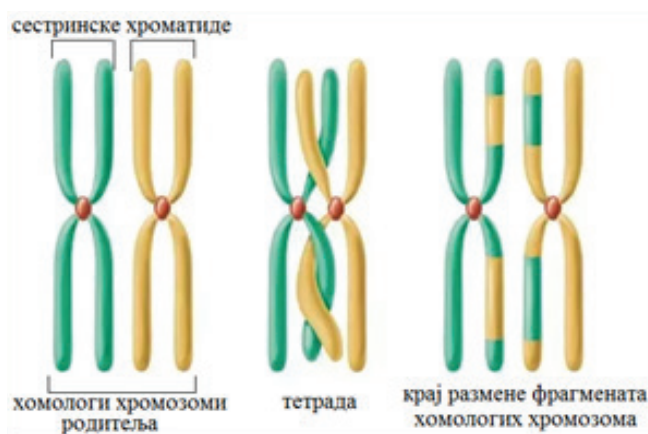
Слика 24. Синтеза ланца протеина процесом транскрипције и транслације



Геном представља скуп гена које садржи једна хаплоидна ћелија. Колики је генетички диверзитет говори податак да само геном човека садржи 3,2 милијарде парова пуринских и пиримидинских база које граде око 30.000 гена. У геномима појединих биљних и животињских врста има мање или знатно више парова база и гена у односу на геном човека (Genomes OnLine Database, <https://gold.jgi.doe.gov/>).

Огроман број информација садржан у геному сваке органске врсте додатно се комбинује и увећава током мејотичке деобе полних ћелија бипаренталних организама. **Мејоза** или редукциона деоба је посебан облик ћелијске деобе чија је сврха редукција броја хромозома са $2n$ (диплоидног броја), на n (хаплоидни број), односно, на упола мањи број хромозома. Овај облик деобе одвија се током образовања полних ћелија које морају имати хаплоидан број хромозома да би након њиховог спајања настао зигот са нормалним, диплоидним бројем хромозома.

Слика 25. Crossing-over



Сврха мејозе није само редукција броја хромозома у полним ћелијама, него и рекомбинација генетичког материјала садржаног у хромозомима који у свим ћелијама, па и полним, потичу од оба родитеља. Наиме, у профази прве мејотичке деобе сваки хромозом је подељен на по две сестринске хроматиде. Потом долази до спаривања (коњугације) хомологих хромозома (једног који потиче од мајке и једног који потиче од оца). На тај начин настају хромозоми познати као биваленти или тетраде јер садрже по 4 хроматиде (по две сестринске хроматиде од оба родитеља). Даље долази до физичке размене делова између несестринских хроматида хомологих хромозома (мајчиних и очевих). Током овог процеса фрагменти мајчиног хомолог хромозома одлазе у очев хомолог хромозом и обрнуто. На тај начин увећава се база генетичке разноврсности популације и врсте у целини. Ова размена генетичког материјала између родитељских хомологих хромозома у полним ћелијама назива се кросинг-овер (*Crossing-over*).

Повећаној генетичкој разноврсности доприноси и појава алелизма. **Алели** представљају различите облике постојања једног гена. Један ген може се јавити у више алелних облика услед неке ситније мутације примарног гена који се обично означава као дивљи ген. За неке дивље гене није познато да мутирају, тако да се састоје из једног алела и означавају се као **мономорфни**. Свака индивидуа која се полно размножава, за сваку наследну особину може да носи по два алела (алелни пар), и то један који потиче од мајке и један који потиче од оца. Ако су на хомологим хромозомима на истом локусу оба генска алела за одређену особину исте структуре (**AA** или **aa**), кажемо да је јединка **хомозиготна** за тај пар гена. Ако су на хомологим хромозомима на истом локусу генски алели за одређену особину различите структуре (**Aa** или **aA**) кажемо да је јединка **хетерозиготна** за тај пар гена. Међутим, има и таквих гена који могу да мутирају и да постоје у више од два облика, односно, да се на различите начине мењају. Овакви гени су полиморфни, а облик постојања три или више варијанти једног гена, назива се **мултипни алелизам**. Без обзира у колико се алелних облика јавља одређени ген, он увек контролише само једну конкретну особину која се може испољавати кроз различите фенотипске варијанте.

4.1.2. Генетичка основа променљивости

Систем биолошког наслеђивања огледа се у идентичној репродукцији родитељских особина путем генетичког материјала садржаног у хромозомима као једине материјалне везе између родитеља и потомака. Међутим, у овом процесу могу се повремено јавити грешке. Све грешке које се испољавају као спонтане или индуковане промене у молекуларној структури гена или хромозома, означавају се као **мутације** (лат. *mutatio* – промена). Мутације могу да се догоде у телесним (соматским) и у полним ћелијама. Уколико се догоде у телесним ћелијама, мутације се испољавају само на фенотипу дотичних индивидуа и не преносе се на потомство. Уколико се догоде у полним ћелијама, мутације се трајно задржавају и преносе се на потомство. Овакве мутације називају се герминативне мутације. С обзиром да се преносе на наступајуће генерације, представљају основни извор генетичких новина у популацијама. Ове новине обезбеђује базу за дејство природне селекције на организме.

На основу величине генетичког материјала који је захваћен променама, мутације могу бити **генске и хромозомске**.

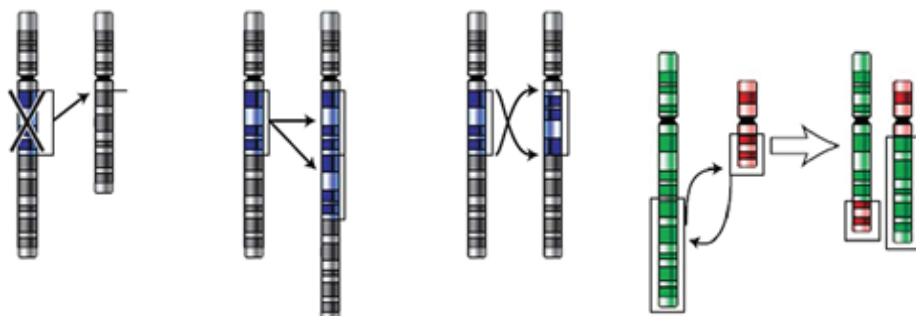
Генске (тачкасте) **мутације** су промене на нивоу нуклеотида. Разликује се неколико типова генских мутација:

- **супституције** представљају замене једног нуклеотида и његовог пара у комплементарном ланцу ДНК;
- **инсерције** представљају појаве уметања једног или већег броја нуклеотида у ланац ДНК;
- **делеције** су појаве губитка једног или већег броја нуклеотида у ланцу ДНК.

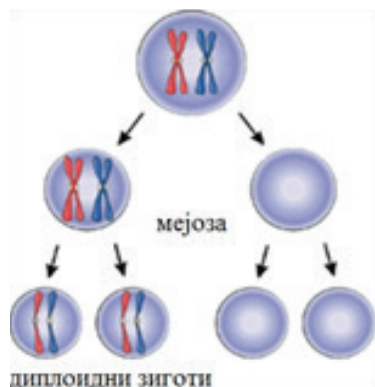
Хромозомске мутације (аберације) представљају промену структуре или бројности хромозома. И у овом случају разликује се неколико типова мутација:

- **делеције** представљају губитак одређеног сегмента хромозома;
- **дупликације** представљају умножавање одређеног сегмента хромозома;
- **инверзије** представљају прераспodelу генског материјала унутар једног хромозома;
- **транслокације** представљају прераспodelу генског материјала између хомологих и нехомологих хромозома;
- **нумеричке** аберације представљају промене у броју хромозома.

Слика 26. Хромозомска делеција, дупликација, инверзија, транслокација



Слика 27. Нумеричка аберација



Многе промене на нивоу генетичког материјала се не испољавају одмах фенотипски, него у некој од следећих генерација. То значи да је број мутација много већи од фенотипске разноликости организама унутар популација. Све оне мутације које се нису одмах изразиле фенотипски, него су скривене и налазе се у рецесивном облику, представљају **генетичке резерве**. До фенотипског испољавања мутација из генетичких резерви најчешће долази након рекомбинације наследног материјала родитеља. Уколико се нека мутација из генетичких резерви испољи фенотипски, то значи да конкретна фенотипска промена углавном није резултат нове, него старе мутације настале у некој од претходних генерација.

Генетичке резерве су веома значајне за популације, посебно у периодима када наступају крупније и дугорочније промене у окружујућој средини. Током ових промена фенотипско изражавање мутације из генетичких резерви може се показати штетним и довести до брже елиминације његових носилаца, али се по некад може показати и корисним, и на тај начин дати веће шанске за опстанак јединкама које их носе. Сагласно овоме, фенотипски испољене мутације могу допринети и дугорочно бољој прилагођености популација којима припадају јединке које их носе и преносе на потомство.

Дакле, док механизми наслеђивања генетичких информација чувају идентитет популација и врста кроз низ генерација, дотле механизми биолошке променљивости (мутације) утичу на промене у сукцесивним нивовима генерација. Заједно са рекомбинацијама, овакве промене представљају основу за индивидуалну варијабилност на коју даље делују фактори природне селекције. Исход интеракција организама, односно, њихових популација са окружујућом средином као фактором селекције, може с једне стране да буде њихово ишчезавање, а с друге стране њихова промена, прилагођавање и дивергирање.

4.1.3. Утицај фактора природне селекције на генетичку основу организама

Разноликост генетичких информација како у квантитативном, тако и у квалитативном смислу је толика, да ни у једној популацији било које групе бипаренталних организама не постоје две идентичне јединке. На тај огроман број различитих индивидуа делује природна селекција која обухвата све факторе спољашње средине. Утицаји спољашње средине елиминишу одређене организме и њихове генотипове и на тај начин ремете генетичку равнотежу популације. Природна селекција дакле, представља одабирање потомака који ће чинити следећу генерацију сваке популације, и мери се доприносом генетичких информација јединки генетичком саставу популације. Организми који захваљујући својим генотипским и фенотипским особинама испољавају већи степен адаптивбилности на услове спољашње средине, мање су подложни њеним селекционим утицајима и дају већи допринос генетичком саставу популације потомака.

Елиминишући мање прилагођене организме у популацији неке врсте, селекција у ствари елиминише њихове гене под чијим се утицајем испољава одређена фенотипска особина која представља проблем у борби за опстанак у променљивим условима спољашње средине. Према томе, природна селекција фаворизује или дискриминише фенотипове, али и њихове генотипове вршећи пресудан утицај на учесталост одређених гена у популацији. Према Добжанском (Dobzhansky, 1982), природна селекција се „понаша као вајар који док ради скулптуру, одбацује непотребне каменчиће“. У том процесу „одбацивања непотребних каменчића“ нестале су многе врсте које са својом постојећом залихом генетичких информација нису могле да се прилагоде условима промене средине. С друге стране, настајале су неке друге врсте од оних врста којима су спонтане промене генетичког материјала омогућиле бар малу предност у прилагођавању променљивој средини. По Дарвину, „многе фенотипске одлике за које смо склони да сматрамо да су мало важне, у ствари представљају резултат природне селекције. Кад видимо да су листоједни инсекти зелени, а короједни сиво попрскани, да алпска кока постаје зими бела, да шкотски тетреб има боју вреса, онда можемо веровати да су те боје корисне тим организмима јер их штите од опасности“ (Darwin, 1859).

Фактори природне селекције могу бити разноврсни. Они представљају збир свих оних еколошких фактора који имају последице на диференцијални наталитет, морталитет и репродукцију. На пример, фактори природне селекције могу бити недостатак светлости, екстремне температуре, суше, олује, повишени салинитет воде, недостатак хране, одсуство опрашивача,

предатори, паразити и многи други абиотички и биотички еколошки фактори који делују на организме. Под утицајем променљивих фактора природне селекције на генетичке залихе популација, врсте или нестају са позорнице живота или се прилагођавају и опстају захваљујући генотипској пластичности израженој између осталог, кроз мутације, присуство генетичких резерви и мултипни алелизам.

4.2. СПЕЦИЈСКИ ДИВЕРЗИТЕТ

Специјски диверзитет представља разноврсност и свеукупност органских врста на Земљи од настанка живота до данашњих дана. Процене су да је од укупног броја врста које су живеле у прошлости, око 99,0% њих ишчезло у протеклим геолошким периодама, и да број савремених врста представља само 1,0% свих врста које су икада живеле (Kunin & Gaston, 1997). Када се говори о специјском диверзитету треба имати на уму да се он не односи само на пуки збир свих органских врста, него и на друге појаве разноврсности – на индивидуалну разноликост организама, на њихове сезонске форме, на специфичне обрасце понашања, на фенотипски полиморфизам и све остале манифестације разноликости.

4.2.1. Карактеристике и променљивост врста

Врста (лат. *species*) је група природних популација чије се јединке стварно или потенцијално међу собом укрштају, а које су репродуктивно изоловане од других таквих група. Пошто генетички материјал може циркулисати само унутар једне врсте, и не може се пренети на организме неке друге врсте због постојања механизма репродуктивне изолације, проистиче да су врсте затворени генетички системи.

Врсте које су у најближем сродству, групишу се у **родове** (лат. *genus*). Више филогенетски блиских родова чини **породицу** (лат. *familia*), а филогенетски блиске породице групишу се у **редове** (лат. *ordo*). Редови су даље груписани у **разреде** (лат. *classis*), а разреди у **одељке** (лат. *divisio*). На врху хијерархије налазе се **царства** (лат. *regnum*). Све врсте групишу се у пет царстава: Monera (једноћелијске прокариотске врсте), Protista (једноћелијске еукариотске врсте), Fungi (све врсте гљива), Plantae (све врсте биљака) и Animalia (све врсте животиња).

Врста може да се састоји из само једне популације, што је редак случај, или из већег броја популација што је чешћи случај. **Популације** су просторно и временски интегрисане групе организама исте врсте које су међу собом повезане првенствено односима размножавања. То су најмање биолошке јединице у оквиру којих се организми могу несметано репродуковати и свој генетички материјал размењивати са организмима из других популација исте врсте. Свака популација заузима одређени простор који је део заједничког ареала врсте. У еколошком погледу све се популације једне врсте одликују сличним адаптивним могућностима и сличним еколошким захтевима. Такође, популације показују одређене специфичне групне одлике као што су бројност, густина, наталитет, морталитет, узрасна структура, полна структура, потенцијал и ток раста, просторни распоред, миграторна кретања. Све ове одлике подложне су сталним променама и као такве представљају један од аспеката изражавања специјске разноврсности.

У популацијама постоји индивидуална и групна разноликост. Индивидуална разноликост се изражава преко конкретних генотипских и фенотипских одлика сваке јединке која је јединствена и непоновљива. Групна разноликост испољава се кроз полиморфизам. **Полиморфизам** је генетски условљена појава две или више група фенотипски различитих организама у оквиру исте популације. Према Мајеру (Mayr, 1970), полиморфизам представља сваки фенотипски карактер, био он морфолошки, физиолошки или везан за понашање, под условом да је генетски контролисан и више или мање дисконтинуиран у свом фенотипском изражавању. Полиморфизам је условљен појавом мултипног алелизма, односно, појавом постојања више алелних облика једног гена у популацији. Типични примери полиморфизма су полни диморфизам као и полиморфизам људских популација у односу на крвне групе. Ако као критеријум узмемо АБО поделу, можемо разликовати људе са А, Б, АВ или О (нултом) крвном групом. Носиоци крвне групе А у мембранама еритроцита имају протеин аглутиноген А. Носиоци крвне групе В у мембранама еритроцита имају протеин аглутиноген В. Крвна група АВ садржи оба протеина, а нулта (О) крвна група не садржи ни један од ова два протеина. Поред поделе на АВО групе, постоји и подела крвних група на основу резус фактора (Rh фактор). Све људске популације су полиморфне и у односу на резус фактор. Људи који су Rh⁺ (Rh позитивни) у својој крви имају такозвани резус протеин, а људи који су Rh⁻ (Rh негативни), у својој крви немају овај протеин.

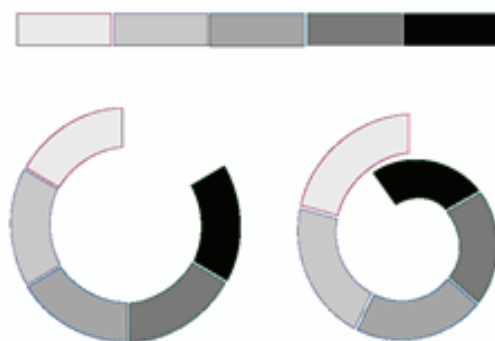
Значај полиморфизма огледа се у већим адаптивним могућностима популација и врсте у целини, нарочито када се ради о врстама које насељавају хетерогена станишта. На пример, женке европске кукавице (*Cuculus canorus*) своја јаја полажу у гнезда других птица. Како птице домаћини не би откриле превару и избациле подметнута јаја, кукавице полажу јаја која су по боји и величини веома слична јајима домаћина. У односу на избор домаћина и боју јаја која продукују, кукавице поседују неколико трајних полиморфних група. На пример, једна група женки носи плава јаја и подмеће их у гнезда црвенперке која леже јаја исте боје, друга група кукавица продукује јаја тамно браон боје и полаже их у гнезда ливадске трептаљке, трећа група кукавица полаже светло зелена јаја и полаже их у гнезда трстењака. Присуство оваквог полиморфизма у популацијама кукавице, повећава могућност реализовања бројнијег потомства. Популације јагуара (*Panthera onca*) које насељавају Централну и Јужну Америку, такође су састављене од две групе индивидуа које се разликују по боји. Црни јагуари, познати и као црни пантери, представљају ређу морфу, и насељавају прашуме где се боље уклапају у услове полутаме. Шарени пантери обично живе на отвореним стаништима где су због својих шара мање уочљиви. Између ове две морфе одвија се сасвим нормално размножавање, а младунци имају особине једног или другог родитеља.

Уколико се врста састоји из већег броја популација које насељавају шири географски простор, уколико међу организмима који припадају суседним популацијама у зони контакта постоји размена генетичког материјала, и уколико је промена одређених еколошких фактора дуж ареала ових популација постепена, тада може доћи и до постепених промена извесних генотипских и фенотипских одлика организама дуж укупног ареала врсте. Оваква варирања појединих карактеристика организама дуж географског трансекта, представљају такозвана клинална варирања. **Клине** дакле, представљају појаву постепеног варирања генских алела и појединих фенотипских одлика у популацијама исте врсте дуж одређеног географског трансекта. Ова варирања представљају типичан вид прилагођавања популација конкретним условима средине јер су постепене и прогресивне промене одређених биолошких особина последица постепеног и прогресивног варирања неког еколошког фактора у непосредном окружењу.

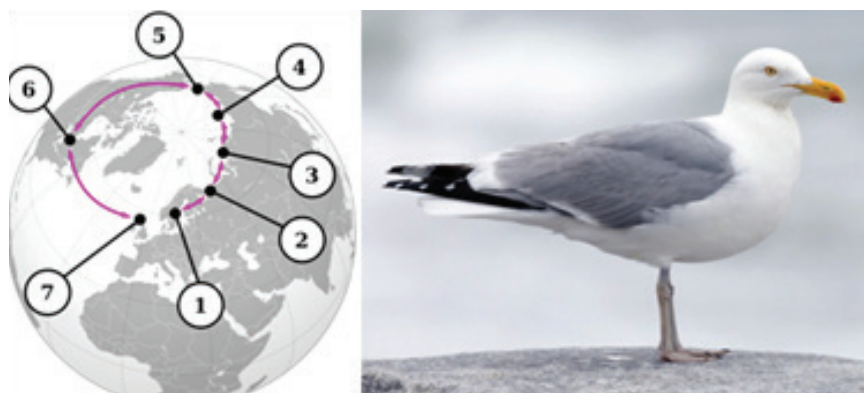
Везано за клинално варирање, у природи се повремено могу срести и такозване **прстенасте врсте**. Термин прстенаста врста односи се на врсте са серијом суседних популација чији се организми могу слободно међу собом укрштати. У тој серији постоје бар две крајње популације које су постале исувише различите да би се размножавале, мада постоји потенцијал за проток гена између свих повезаних популација.

Ако се представници таквих неукрштајућих, мада генетички повезаних крајњих популација из неког разлога нађу на истом станишту, оне могу да коегзистирају на њему, али се међу собом не укрштају. Типичан пример прстенастих врста је сребрнасти галеб (*Larus argentatus*) чије су популације прстенасто распоређене око северног поларног круга. Исти је случај и код врста чије се популације смењују дуж неког дужег линеарног трансекта. Између суседних популација и у овом случају могућ је нормалан проток гена, али спаривање јединки између две најудаљеније популације је често немогуће јер су се због дуге међусобне изолације генотипски и фенотипски удаљиле.

Слика 28. Модели клиналног варирања



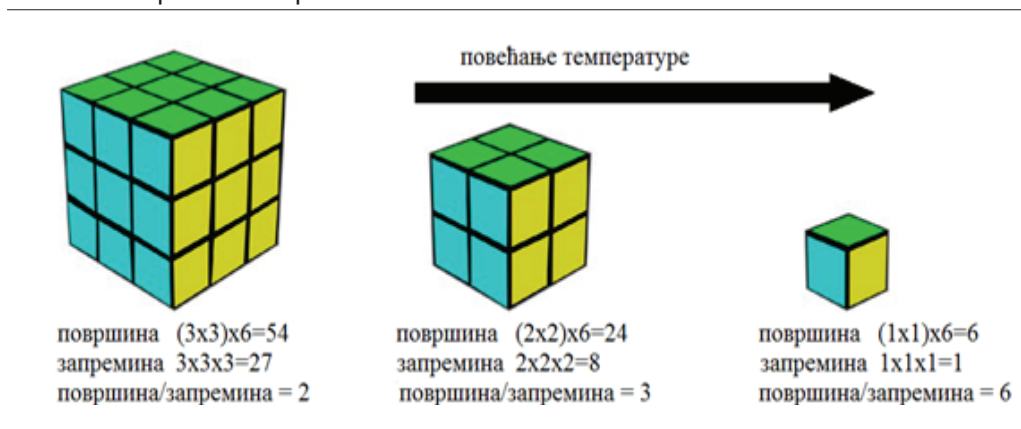
Слика 29. Прстенаста врста – сребрнасти галеб (*Larus argentatus*)



Појаве клиналног варирања могу се илустровати и преко појединих еколошких и зоогеографских правила.

Бергманово правило (Bergmann, 1847) објашњава однос између варирања величине организама и температуре њихових станишта. Сагласно овом правилу, представници топлокрвних животиња који живе у хладнијим областима, имају већу телесну масу у односу на представнике истих врста или родова који живе у топлијим областима. До ове правилности долази јер је за регулацију телесне температуре од великог значаја однос површине и запремине тела. Од запремине тела, односно његове масе, зависи количина продуктивне метаболичке топлоте, а од површине тела зависи брзина њеног одавања у спољашњу средину. Из овога произилази да услед повољнијег односа запремине и површине тела, крупније животиње лакше одржавају динамичку равнотежу између продуковане и испуштене топлоте.

Слика 30. Бергманово правило



Аленово правило (Allen, 1877) објашњава однос између температуре станишта и величине истурених делова тела животиња. Овим се правилом утврђује да код топлокрвних животиња које живе у хладнијим областима, постоји појава скраћивања истурених делова тела, посебно ушију, њушке, репа, врата и удова. Скраћивањем ових делова смањује се телесна површина, а тиме и одавања телесне топлоте. Такође, пошто истурени делови тела први страдају од мраза, њихово скраћивање смањује могућност њиховог замрзавања. Код животиња које живе у топлијим крајевима истурени делови тела обезбеђују и увећање површине тела што омогућава ефикасније одавање телесне топлоте.

Слика 31. Аленово правило – уши арктичке лисице



Слика 32. Аленово правило – уши пустињске лисице



Глогерово правило (Gloger, 1833) објашњава однос између температуре и влажности станишта, и интензитета обојености топлокрвних животиња. Сагласно овом правилу, синтеза пигмента меланина постаје интензивнија са растом температуре, а смањује се са њеним опадањем. Због тога, многе животиње тропских области имају веома живе боје, док су у поларним областима животиње углавном бледо или бело обојене.

Уколико из различитих разлога дође до дуже просторно-временске изолације популација једне врсте, може се догодити да те популације достигну ниво подврсте. **Подврста** (лат. *subspecies*) обухвата систем сличних популација исте врсте које се одликују скупом специфичних карактеристика и насељавају релативно блиска и слична станишта, а по извесним карактеристикама разликују се од других популација исте врсте. Уколико између подврста постоји дужа изолација која спречава укрштања њихових јединки и циркулацију генетичког материјала, подврста може да представља нову врсту у настајању.

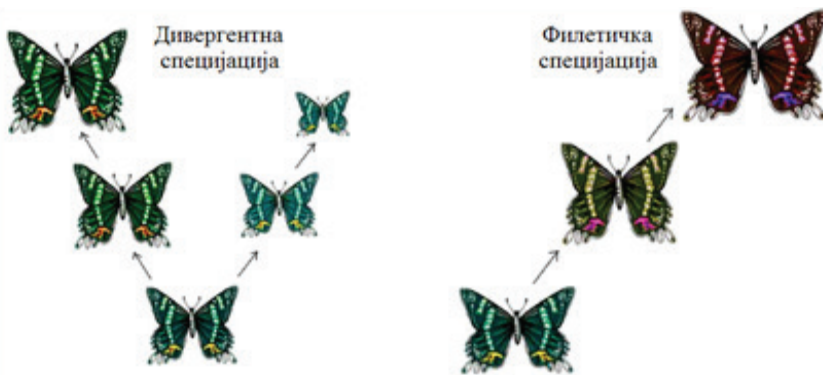
4.2.2. Процес настанка нових врста

Процес настанка нових врста назива се **специјација**. У природи специјација може бити филетичка или дивергентна.

Филетичка специјација представља процес трансформације врсте у времену. Одвија се тако што се једна врста постепено мења услед мутација и рекомбинација у условима јачег деловања природне селекције. На тај начин, одређена хипотетичка врста А временом се трансформише у врсту Б, врста Б у врсту Ц, итд. До филетичке специјације може доћи уколико се врста састоји од само једне популације или уколико се састоји од више популације које су у контакту, што омогућава нормалан проток гена између њих. Овакав облик специјације не даје допринос увећању биолошке разноврсности јер не доводи до увећања броја врста.

Дивергентна специјација представља процес настанка две или већег броја сестринских врста од исходишне мајке-врсте. Овај облик специјације основни је извор квалитативне специјске разноврсности.

Слика 33. Модел филетичке и дивергентне специјације



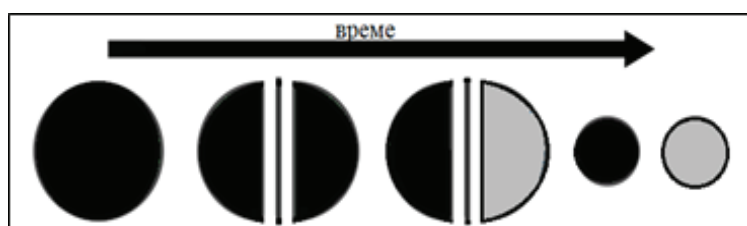
У природи је могуће разликовати четири основна облика дивергентне специјације у зависности од тога на који је начин дошло до настанка нових врста од исходишне мајке-врсте:

- 1) алопатрична специјација (станишта су им просторно раздвојена);
- 2) перипатрична специјација (станишта периферних популација су просторно изолована);
- 3) парapatрична специјација (станишта им се додирују, али се не преклапају);
- 4) симпатрична специјација (станишта им се преклапају).

1) **Алопатрична** (фрагментациона, географска) **специјација** представља процес настанка нових врста од популација исте врсте које су услед великих промена у спољашњој средини постале просторно изоловане. Дакле, алопатрична специјација представља генетичку реконструкцију популације у извесном периоду њене географске, односно, просторне изолације (Mayer, 1970). Овај облик настанка нових врста представља један од најчешћих, најсигурнијих и најдуготрајнијих процеса специјације бипаренталних организама.

Процес алопатричне специјације започиње стварањем непремостивих препрека између популација исте врсте. Када настану, овакве препреке у потпуности спречавају комуникацију између популација и на тај начин заустављају размену генетичког материјала међу њима. Сваки део укупног ареала неке врсте у коме нема услова за њен опстанак, служи као препрека која раздваја њене популација. Препреке могу бити физичко-хемијске и биолошке.

Слика 34. Шематски приказ алопатричне специјације



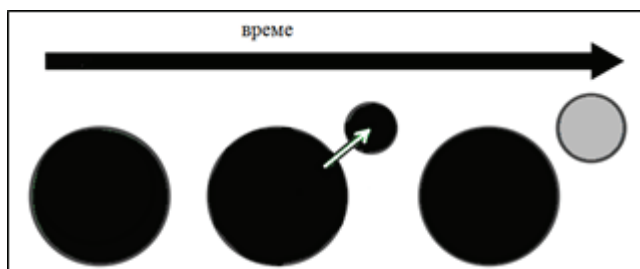
Физичко-хемијске препреке могу да буду океани који раздвајају континенте, мора која раздвајају острва од матичног копна, велики речни токови и језера који одвајају делове копна, копно које одваја суседна језера, високи планински ланци који одвајају низије, дубоке клисуре и кањони, хидростатички притисак у дубоким деловима океана, итд. Све ове препреке мењале су се у простору и времену, и утицале на промене живог света. Тако је на пример, раздвајање северноамеричког од евроазијског копна довело до цепања ареала многих копнених врста чије су популације постале просторно изоловане Атлантским океаном. Издизање Панамске превлаке, узаног земљоуза између Северне и Јужне Америке који је у неогену спојио ова два континента, довело је до раздвајања вода Атлантског и Тихог океана, а тиме и до раздвајања популација многих морских врста.

Како год настала, када се једном успостави, просторна изолација онемогућава проток гена између популација истих врста, доводи до појаве еколошких специфичности изолованих станишта и изазива различите притиске природне селекције. На тај начин стварају се услови за покретање генетичке реконструкције изолованих популација, односно, за активирање процеса дивергентне специјације.

Биолошке препреке могу да настану услед различитих интерспецијских односа, пре свега предаторства, паразитизма и компетиције. На пример, ширење шумског појаса може да спречи комуникацију између ливадских популација, широк травнат простор са много предатора може да спречи комуникацију између популација раздвојених шумских пространа.

У коликој мери физичко-хемијске и биолошке препреке могу да утичу на изолацију популација, често зависи и од биолошко-еколошких одлика саме врсте – од њене покретљивости, начина преласка на друга станишта, од начина размножавања или расејавања спора и семена, од могућности прилагођавања, од компетитивности у одређеним екосистемима, од понашања и територијалности. Када физичко-хемијска или еколошка изолација постане потпуна, и када спречи размену генетичког материјала између раздвојених популација исте врсте, свака од ових популација започиње сопствену генетичку реконструкцију прилагођавајући се специфичном комплексу еколошких фактора кроз серију спонтаних мутација и специфично селективно дејство природне селекције. Уколико је успостављена препрека дугорочна, између раздвојених популација временом почињу да се јављају све веће разлике, тако да оне могу достићи ниво подврсте. На тај начин, врста из монотипске прелази у политипску. Наставак потпуне изолације између подврста даље може да води ка њиховом преласку у засебне, такозване **алопатричне врсте**, односно, врсте-сестре код којих су се развили механизми репродуктивне изолације.

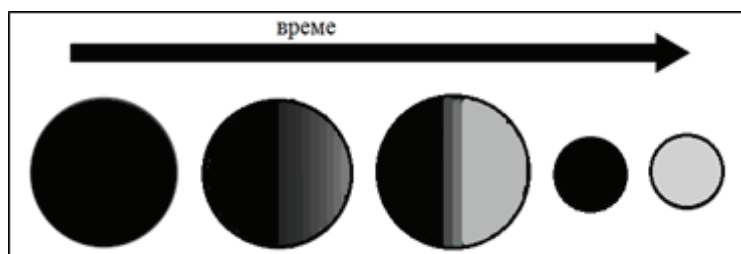
Слика 35. Шематски приказ перипатричне специјације



2) **Перипатрична** (периферна) **специјација** представља процес настанка нове врсте од мале изоловане периферне популације (Mayer, 1970). Овај облик специјације сличан је алопатричној специјацији јер се и у овом случају ради о просторној изолацији. Међутим, једна од битних разлика огледа се у томе што је изолована популација много мања од осталих популација које су остале повезане. То значи да та мала изолована популација садржи само део укупне генетске варијабилности врсте, односно, да је код ње дошло до генетичког дрифта. Генетички дрифт по дефиницији представља промене учесталости појединих генских алела што доводи до брзе генетичке реконструкције популације у следећим генерацијама. Овај тип специјације најчешће се јавља код малих изолованих острвских популација.

3) **Парапатрична специјација** представља процес настанка нових врста услед постепеног варирања еколошких фактора дуж територије коју заузимају просторно блиске популације једне врсте. Постепене промене еколошких фактора дуж ареала врсте временом доводе до клиналних варирања генских алела и појединих фенотипских одлика. На тај начин јачају механизми еколошке изолације међу популацијама које заузимају различита станишта, али које нису раздвојене физичким препрекама јер се из једног у друго станиште може неометано прећи.

Слика 36. Шематски приказ парапатричне специјације

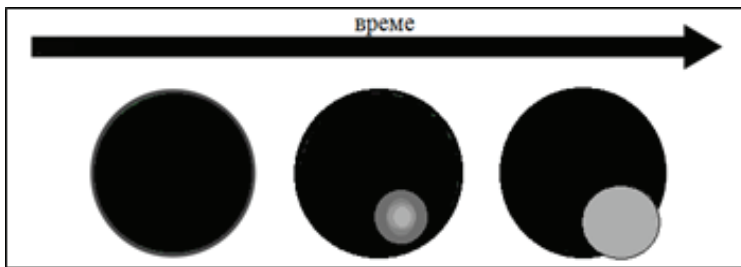


4) **Симпатрична специјација** је процес настанка нових врста од исходишне врсте у оквиру истог ареала. До овога долази услед еколошког рашчлањивања једне врсте на локалне популације које заузимају различите еколошке нише ради избегавања интраспецијске конкуренције. Прилагођавање еколошки раздвојених популација специфичним еколошким нишама временом може довести до све ређе размене генетичког материјала међу њима и до јачања механизма репродуктивне изолације.

Уколико од ових популација настану нове подврсте или врсте, оне обично остају у просторним оквирима родитељске врсте. Дакле, овај вид специјације представља еколошко рашчлањивање једне локалне популације у две или више група које остају у целовитим просторним оквирима родитељске популације, без претходне географске изолације.

Симпатрична специјација се одвија кроз три процеса – вишесмерну селекцију, асортативно спаривање, пораст хибридне стерилности и инвијабилности.

Слика 37. Шематски приказ симпатричне специјације



Вишесмерна селекција делује у популацијама са јаком конкуренцијом између јединки. Уколико у условима конкуренције станиште пружа избор за заузимање различитих еколошких ниша (различитих извора хране, различитих полинатора, итд.), временом долази до прилагођавања делова популације специфичним еколошким нишама (микронишама), а све у циљу избегавања оштрије међусобне конкуренције. На тај начин долази до еколошке дивергенције популације и њеног постепеног прелаза из хомогене у хетерогену популацију. Даљи ток симпатричне специјације иде у правцу **асортативног спаривања**. То значи да временом расте стопа укрштања јединки које заузимају исте микронише и које су сличније по понашању и начину живота. Због тога се из генерације у генерацију образују све компактније групе генотипски и фенотипски сличнијих организама. Уколоко дивергенција ових група и даље напредује, кроз дуг временски период међу њима могу почети да се развијају **механизми репродуктивне изолације**. Једна од првих манифестација поодмакле дивергенције је појава хибридне стерилности или инвијабилност при покушају укрштања организама из две различите групе овакве политипске популације.

Када је реч о симпатричној специјацији, она се може одвијати и много брже, нарочито онда када се ради о појави полиплоидије, хибридизације или апомиктичне специјације.

Специјација путем полиплоидије је појава увећаног броја хромозома у полним или у телесним ћелијама што представља резултат хромозомске нумеричке аберације. Уколико се у неком гамету услед овакве хромозомске аберације у процесу мејозе уместо једне, хаплоидне (n) гарнитуре, нађе диплоидна гарнитура хромозома ($2n$), и уколико се овакав диплоидни гамет ($2n$) једног родитеља споји са нормалним хаплоидним гаметом (n) другог родитеља, образоваће се триплоидни зигот ($3n$). Ако се по истом принципу споје два гамета од којих сваки због аберације садржи диплоидан број хромозомских гарнитура ($2n$), настаће тетраплоидан зигот ($4n$), итд. Оваквим спонтаним увећавањем броја хромозомских гарнитура у гаметима, настали зигот, а потом и организам, може бити не само триплоидан или тетраплоидан, него и пентаплоидан ($n + 4n$), хаксаплоидан ($2n + 4n$), октаплоидан ($4n + 4n$), декаплоидан ($6n + 4n$), итд. Од полиплоидног зигота обично се развија организам који уколико преживи, у многим особинама се разликује од родитеља.

Повећани број хромозомских гарнитура може се појавити и у телесним ћелијама. Уколико такве ћелије служе за вегетативно размножавање, из њих настаје јединка који има увећан број хромозомских гарнитура и другачије фенотипске одлике у односу на родитељски организам.

Настанак нових врста путем полиплоидне специјације код животиња је веома редак зато што су животињски полиплоиди обично стерилни и са симптомима озбиљних поремећаја у физиолошким функцијама. Међутим, познате су и неке полиплоидне врсте животиња које су се успешно прилагодили станишним условима. То су на пример, неке врсте лососа ($4n$), пчела ($6n$), јесетри ($8n$), итд. Међутим, у биљном свету овај облик настанка нових врста је много чешћи, нарочито код биљака које се могу размножавати и вегетативно. Претпоставља се да је полиплоидијом настало око 25% рецентних биљних врста (Radoman, 1971). На пример, полиплоидија је веома честа код папрати и код неких родова скривеносеменица као што су руже, јабуке, трешње, тополе, врбе, љубичице, хризантеме, кромпири, патлиџани, траве. Стварање нових биљних врста путем полиплоидије данас је могуће и у лабораторијским условима што је нашло широку примену у агрономији и хортикултури.

Специјација путем хибридизације представља појаву укрштања између јединки различитих врста, као и појаву укрштања насталог хибрида са јединком која припада једној од родитељских врста. Овакав вид специјације може се одвијати код неких такозваних „слабих врста“, односно, код филогенетски блиских врста код којих механизми репродуктивне изолације нису развијени до краја.

Специјација путем хибридизације се веома ретко догађа у природи, јер и ако достигну адултни ступањ, хибриди су у највећем броју случајева стерилни. Оваква специјација је нешто успешнија код биљака пошто код њих одсуствују неки механизми репродуктивне изолације, иначе присутни код животиња. На пример, европска јела (*Abies alba*) живи на западном Балкану све до северне Грчке, а грчка јела (*Abies cephalonica*) на планинама централне и јужне Грчке. У контактної зони популација ове две врсте налази се њихов хибрид, такозвана бугарска јела (*Abies borisii-regis*) присутна на Шар планини. Такође, три врсте храста, лужњак (*Quercus robur*), китњак (*Quercus petraea*) и цер (*Quercus cerris*), могу се повремено међу собом укрштати. То значи да и код ових сестринских врста механизми репродуктивне изолације нису доведени до краја. Овакве врсте код којих процес специјације није довршен, називају се полуврсте.

Апомиктична специјација присутна је код унипаренталних (асексуаних) врста код којих, за разлику од бипаренталних (бисексуалних) врста, изостаје сексуална репродукција. Унипаренталне врсте обично се размножавају деобом ћелија или вегетативним путем (пупљењем, кртолама, луковицама, адвентивним коренима). Овакав начин размножавања присутан је код бактерија, неких алги, протозоа, црва, ротаторија и биљака које се размножавају вегетативно. Дакле, то су групе организама код којих је репродуктивна изолација постигнута већ на нивоу јединке.

У процесу размножавања, унипарентални организми остављају потомство са идентичним генотипом који се даље у истоветном облику преноси и на следеће генерације. На тај начин стварају се линије клонова који представљају генерације организама насталих од једне јединке. Пошто се унипарентални организми саморепродукују, и пошто код њих не постоји размена генетичког материјала, основни извор генетичке варијабилности су генетичке и хромозомске мутације. Ова два процеса производе дивергентне линије клонова са донекле измењеним генотиповима у односу на предачке организме. Клонови се у науци најчешће сврставају у такозване **колективне врсте**. У случајевима када се код организама смењују фазе бесполог и полног размножавања, као што је то случај код маховина, папрати, трепљастих црва или сунђера, специјација се одвија као код бипаренталних организама.

Настанак нових врста углавном је веома спор процес условљен учесталашћу мутација, брзином репродукције и степеном деловања фактора природне селекције. Према проценама Ренша (Rensch, 1960), просечно време потребно за образовање једне подврсте износи 10.000 до 100.000 година, а за образовање једне врсте у процесу географске специјације од 100.000 до 5 милиона година. Међутим, специјација се може одвијати и много брже, нарочито када су у питању апомиктична специјација (нарочито код микроорганизама који се брзо репродукују деобама и брзо мутирају), специјација путем хибридизације или полиплоидна специјација.

4.2.3. Очување интегритета врста репродуктивном изолацијом

Док тече процес специјације, поред генетичке реконструкције популација развијају се и **механизми репродуктивне изолације**. Ови механизми спречавају укрштање организама који не припадају истој врсти. На тај начин онемогућава се размена генетичког материјала између врста и чува се њихов интегритет.

Механизми репродуктивне изолације могу бити а) **префертилизациони** (преоплодни) и б) **постфертилизациони** (пооплодни).

а) **Префертилизациони** (преоплодни) механизми репродуктивне изолације развијају се како не би дошло до оплодње између организама различитих врста. Они могу бити темпорални, еколошки, етолошки, механички, гаметски и полинаторски.

Темпорални механизми репродуктивне изолације заснивају се на временском непоклапању периода сексуалне активности филогенетски сродних врста. На пример, две врсте жаба, *Bufo americanus* и *Bufo fowleri*, у лабораторијским условима могу се нормално размножавати. Међутим, у природним условима то није могуће пошто је прва врста репродуктивно активна у рано лето, а друга врста у касно лето (Volpe, 1952).

Еколошки механизми репродуктивне изолације почивају на еколошкој изолацији врста прилагођених стаништима са специфичним комплексом еколошких фактора. Две врсте биљака из рода такозване водене куге, *Tradescantia canaliculata* и *Tradescantia subaspera*, у вештачким условима могу да се размножавају, али у природним стаништима до тога ретко долази. Наиме, њихове су популације обично изоловане једна од друге јер прва врста успева у прозачним, а друга у замућеним водама (Anderson & Hubricht, 1938).

Етолошки механизми репродуктивне изолације (гр. *ethos* – обичај, *logos* – наука) заснивају се специфичном понашању сваке животињске врсте непосредно пре и у време парења, односно, на примању и произвођењу специфичних надражаја упућених сексуалном партнеру ради стимулисања процеса парења. Код већине бисексуалних животиња парењу претходи тражење, придобијање и подстицање потенцијалног партнера. Начин остваривања овог циља за сваку врсту је јединствен. Важну улогу у ритуалу удварања има изглед, нарочито мужјака који су обично упадљивији, са разнобојнијим и раскошнијим перјем или крзном, са различитим украсима на телу. Такође важну улогу имају покрети тела, заузимање различитих поза, свадбене игре, испуштање звучних или мирисних сигнала. У птичјем свету није редак случај да мужјак прво мора да сагради гнездо како би придобио женку.

Механички механизми репродуктивне изолације почивају на морфолошкој неподударности полних органа организама који припадају различитим врстама.

Гаметски механизми репродуктивне изолације заснивају се одсуству биохемијских интеракција између гамета различитих врста.

Полинаторски механизми репродуктивне изолације представљају појаву да улогу опрашивача одређене биљне врсте преузима само један високо специјализован опрашивач (инсект, птица) чија је морфологија тела усаглашена са обликом цвета и његових делова.

б) **Постфертилизациони** (пооплодни) механизми репродуктивне изолације јављају се тек онда кад попусте сви префертилизациони механизми и ипак дође до оплодње између сродних врста. У ове механизме спадају хибридна инвијабилност и хибридна стерилност.

Хибридна инвијабилност представља појаву обавезног угинућа хибридног ембриона. На пример, овца (*Ovis aries*) и коза (*Capra hircus*) природно су потпуно репродуктивно изоловане. Међутим, уколико се изврши вештачка оплодња козе спермом овна, оплођење може бити успешно, али у раним фазама ембриогенезе долази до угинућа ембриона. С друге стране, инсеминација овце спермом јарца, ни у вештачким условима не може довести до успешне оплодње.

Хибридна стерилност представља појаву успешне ембриогенезе и развој хибридног организма који међутим, не може дати потомство. Познати су хибриди многих сестринских врста – мужјака магарца и женке коња (мула), женке магарца и мужјака коња (мазга), домаћег говечета и јака, памука и љубичице, итд.

Стерилност хибрида може бити потпуна и да се испољава већ у првој (F_1) генерацији, или ређе, тек у другој (F_2) генерацији која настаје укрштањем хибрида са једном од родитељских врста.

4.2.4. Ишчезавање врста

Ишчезавање (екстинкција) врста представља процес супротан процесу специјације. Као што врста настаје, она временом и нестаје. Просечно трајање већине органских врста процењује се на око 10 милиона година, мада су неке врсте трајале много дуже, а неке много краће. На пример, и данас живе неке модрозелене алге (*Cyanophyta*) које се нису промениле готово 3 милијарде година, неки главоношци из рода *Nautilus* стари 500 милиона година, морски зглавкари пракљештари (*Limulus*) стари 450 милиона година, рибе шакоперке (*Latimeria chalumnae* и *Latimeria menadoensi*) старе око 400 милиона година, голосеменица гинко (*Ginkgo biloba*) стара 270 милиона година, неколико врста рептила туатара (*Sphenodon* sp.) старих 240 милиона година, итд. Овакве врсте обично се називају „живи фосили“.

Дужина трајања врста зависи од њихових билошко-еколошких особина, као и од интензитета и карактера промена услова спољашње средине. Неке врсте нестајале су постепено и готово неприметно због постепених промена локалних еколошких услова, док су неке збрисане са лица земље током масовних ишчезнућа изазваних драматичним променама у спољашњој средини. Од почетка фанерозоица, у периоду који обухвата последња 542 милиона година, догодило се пет масовних изумирања (Courillot, 1994; Alroy, 2008):

- пре 450 до пре 440 милиона година, крајем ордовицијума и почетком силура, догодило се прво масовно изумирање када је са лица земље збрисано 60% до 70% свих тада живућих врста;
- пре 375 до пре 360 милиона година, на прелазу девона у карбон, догодило се друго масовно изумирање када је нестало око 70% углавном морских врста;
- пре око 252 милиона година, на крају перма и на почетку тријаса, дошло је до трећег и највећег познатог масовног изумирања када је нестало око 96% свих морских врста, 70% врста копнених кичмењака, нарочито водоземаца, и око 83% свих родова инсеката;
- пре око 201 милион година, на прелазу тријаса у јуру, нестало је 70% до 75% врста;

- пре 66 милиона година, на прелазу креде у палеоген, догодило се и пето масовно изумирање када је ишчезло око 50% врста, међу њима и диносауруси, џиновски морски рептили и амонити.

Највећи узроци масовних изумирања били су стравање и распадање суперконтинената, промене праваца морских струја, интензивне вулканске активности, ерупције метана, удари астероида, гомилање атмосферског сумпор-диоксида, угљен-диоксида и аеросола током вулканских ерупција и удара астероида, дуги периоди киселих киша, опадање нивоа кисеоника у атмосфери и океанима, глобална захлађења и ледена доба, глобална загревања, емисија водоник-сулфида из океана током њиховог загревања, опадање нивоа океана (Wilde & Berry, 1984; Mayhew, Jenkins, & Benton, 2008; Peters, 2008).

Сва масовна изумирања била су изазвана не једном, него комбинацијом више набројаних појава.

Поред пет масовних изумирања, у историји живог света дешавала су се и групна изумирања нешто мањег обима и са блажим последицама на живи свет. Последњи такав догађај везан је за плеистоцен који је обележила серија ледених доба. На простору Северне Америке десиле су се четири глацијације, а на простору Европе пет. Назване су донау, гинц, миндел, рис и вирм. Прво ледено доба започело је пре око 900.000 година, а последње је окончано пре око 11.700 година. Између периода глацијација наступали су интерглацијални периоди који су били много повољнији за живот. Током плеистоцена највише је страдала мегафауна сисара – мамути, мастодонти, сабљозубе мачке, пећински медведи, пећинске хијене, вунасти носорози, џиновски јелени, џиновски лењивци, глиптодони.

Све појаве масовног изумирања наносиле су озбиљне ударце биолошкој разноврсности наше планете. Међутим, оне су представљале и почетке снажне адаптивне радијације и еволутивне диверзификације пошто су се преживеле врсте на располагању имале празна станишта са празним еколошким нишама које су пре тога била заузете конкурентнијим врстама. Опоравак живота у свим овим периодима био је веома спор и трајао је од неколико до десетак милиона година (Jablonski, 1995). Као типичан пример може се навести снажна дивергенција и ширење сисара након нестанка диносауруса пре 66 милиона година. До тада, еволуција сисара била је успорена јер су се они развијали у сенци диносауруса који су окупирали готово све еколошке нише.

Анализа података о изумирањима врста у прошлости указује на неке заједничке карактеристике врста које су најподложније изумирању (Courtyllot, 1999; Kunin & Gaston, 1997). Пре свега, то су врсте које имају специјализоване потребе за стаништем и исхраном, које су крупније и имају виши положај у ланцима исхране, врсте састављене од малих и варијабилних популација, врсте које имају мали репродуктивни потенцијал, које имају дуг период полног сазревања, слабу способност ширења на нова станишта и ограничен ареал.

Иако врсте склоније изумирању углавном имају мале ареале, историја живог света учи нас да и врсте са великим ареалима нису отпорне на изумирање. Упечатљив пример суголуб путник (*Ectopistes migratorius*) и амерички кестен (*Castanea dentata*), врсте које су биле широко распрострањене на северноамеричком копну, а које су за мање од 100 година потпуно ишчезле (Rosenzweig & Lomolino, 1997). Голуб путник био је најчешћа птица у источном делу Северне Америке. Процењује се да је током XVIII и раног XIX века укупна бројност његових популација износила око 5 милиона птица. Слично овом голубу, стабла америчког кестена представљала су једну четвртину свих стабала у оквиру његовог ареала. Ипак, прекомеран излов голуба путника на почетку XX века био је узрок његовог истребљења, као што су прекомерна сеча и интродукована гљива кестенова гарез (*Endothia parasitica*) били узрок потпуног уништења америчког кестена.

Међу савременим научницима влада готово неподељено мишљење да је Земља данас суочена са шестим, холоценским масовним ишчезнућем органских врста. Ово масовно ишчезнуће у многome се разликује од претходних пет јер је основни разлог његове прогресије све деструктивније деловање човека. Опасност од текућег холоценског изумирања лежи у чињеници да се оно одвија великом брзином, тако да се живи свет не може припремити за поновни опоравак, али и у чињеници да човек уништавајући природна станишта, дивљим врстама ускраћује простор и услове за опоравак.

4.2.5. Специјски диверзитет у глобалним размерама

Збир свих органских врста на Земљи од настанка живота па до данас, представља једну од најзначајнијих квалитативних одредница специјске разноврсности. Поред тога што је немогуће прецизно установити колико је врста у дугој историји Земље настајало, живело и нестајало, такође је веома тешко установити и колики је тачан број савремених врста са којима делимо биосферу.

Проучавјући живи свет, научници широм света свакодневно откривају неке нове врсте, али на жалост, и констатују да су неке већ познате врсте ишчезле услед антропогених притисака. Данас постоји велики број база података и научних радова који се односе на евиденцију укупног броја савремених (рецентних) врста. Међутим, упоређивањем база података може се закључити да између њих постоје и одређена одступања зато што се у извесним случајевима појављује већи број синонима за једну врсту, зато што један таксон у неким литературним изворима има статус врсте, а у неким статус подврсте, зато што је потребно и неко време за ажурирање података о новооткривеним и изумрлим врстама на глобалном нивоу, итд. За потребе овог уџбеника углавном су коришћени подаци из база које по нашем мишљењу, у садашњем тренутку приказују најреалније податке.

Број органских врста познатих науци износи **1.899.587** живих и **59.284** изумрлих у скоријој прошлости (Chapman, 2009; Roskov *et al.*, 2018). Најбогатији врстама су бескичмењаци (сунђери, жарњаци, плъоснати црви, ваљкасти црви, чланковити црви, мекушци, зглавкари, бодљокошци) који чине 71,56% познатих врста наше планете. Следе биљке (еукариотске вишећелијске алге, маховине, папрати, голосеменице, скривеносеменице) присутне са 16,33% и гљиве присутне са 5,21%. Иза њих, са 3,49% налазе се једноћелијске прокариотске и неке једноћелијске еукариотске врсте које припадају царствима Monera и Protista (вируси, прабактерије, бактерије, неке једноћелијске алге и гљивице, амебоидни једноћелијски организми). Кичмењаци (рибе, водоземци, гмизавци, птице, сисари) се по диверзитету налазе на последњем месту јер су присутни са само 3,41% (Таб. 2).

Међу бескичмењацима најбројнији су инсекти (Insecta) који припадају зглавкарима (Arthropoda). Они чине чак око 52% врста наше планете. Међу биљкама најбројније су скривеносеменице (Magnoliophyta) које чине 14,14%, а међу кичмењацима рибе које чине 1,64% свих рецентних врста. Најмлађа група кичмењака, сисари (Mammalia), заступљени су са свега 6.399 врста што чини око 0,34% (Burgin *et al.*, 2018).

Поред дивљих, једна од компоненти глобалне специјске разноврсности су и доместификоване врсте које чине **агробiodиверзитет** као саставни део укупне биолошке разноврсности. По дефиницији, агробiodиверзитет чине сви микроорганизми, биљке и животиње који су неопходни за одржање функције агроекосистема, њихове структуре и процеса производње хране, њену подршку и сигурност (FAO, 1999a). Данас се гаји око 7.000 врста биљака диференцираних у мноштво сорти, као и преко 30 врста животиња које егзистирају у облику 6.300 шире распрострањених, односно, 14.000 локалних раса (Scherf, 2000).

Животињске врсте које је човек прилагођавао својим потребама су говедо, јак, бизон, овца, коза, коњ, свиња, магарац, двогрба камила, једногрба камила, алпака, лама, гванако, викуња, јелен, зец, пас, мачка, кокошка, патка, гуска, ћурка, мошусна патка, морка, јаребица, фазан, голуб, казуар, ему, ној, нанду, пчела. Већина сорти и раса представља производ одабира одговарајућих врста и вештачке селекције од стране човека последњих 12.000 година.

Табела 2. Бројност и процентуална заступљеност појединих група организама на глобалном нивоу (Chapman, 2009)

Народни назив групе	Број описаних врста	Проценат (%)
Кичмењаци (Vertebrata)	64.788	3,41
Бескичмењаци (Invertebrata)	1.359.365	71,56
Биљке (Plantae)	310.129	16,33
Гљиве (Fungi)	98.998	5,21
Остали	66.307	3,49
Укупно	1.899.587	100

Број до сада у науци препознатих рецентних биолошких врста представља само део специјског фонда наше планете. Колико је тачно врста данас присутно на Земљи, за сада је непознато и вероватно никада неће бити прецизно утврђено. Са једне стране, постоје мишљења да укупан број савремених врста износи 80 до 100 милиона (Pimm *et al*, 1995), а са друге стране, да тај број не премашује цифру од 5 милиона. Овакве разлике у процени укупног броја врста произилазе из различитог схватања врста и нижих таксономских категорија (подврста, форми, варијетета), из неусаглашених и непотпуних база података, као и из недовољног познавања неких група организама. Као најреалније процене прихватају се оне које квалитативну заступљеност савремених органских врста процењују на 13 до 20 милиона (Hammond, 1995; Cracraft, 2002). Још прецизније, цифра са којом се најчешће барата у научним круговима, износи око **14 милиона** савремених врста (Baillie, Hilton-Taylor & Stuart, 2004). Овакве процене засноване су на подацима који постоје о одређеним групама организама, о еколошким капацитетима појединих типова станишта и о односу научно описаних врста према потенцијалним врстама одређене групе организама сакупљених у границама њиховог ареала.

Такође, неке групе организама још увек нису детаљније проучаване у областима са њиховим највероватније највећим богатством као што је то случај са многим групама инсеката у тропским кишним шумама. Многе, још увек неоткривене врсте, крију се не само у непроходним прашумама, него и у дубинама океана, у скривеним пећинама и јамама, на изолованим планинским врховима, на усамљеним океанским острвима, у дубоким кањонима и у другим још увек недовољно истраженим екосистемима. Просечно, истраживачи широм света откривају и описују преко 15.000 нових врста сваке године (Dirzo & Raven, 2003), али то је знатно мањи број од укупног броја врста које убрзано уништавамо. На жалост, данас нестају и многе врсте које човек никада није упознао.

4.2.6. Центри специјског диверзитета у глобалним размерама

Питање специјског диверзитета намеће и питање просторног распореда врста. На нашој планети популације појединих врста нису равномерно распоређене због огромног броја различитих типова станишта неједнако погодних за њихов опстанак. На широким просторним подручја која услед сплета историјских и савремених еколошких утицаја пружају велике могућности за живот, као што постоје и крајње негостољубива подручја. Потреба препознавања делова наше планете са највећим степеном укупне биолошке разноврсности, произилази из неопходности њиховог очувања из бројних научних и практичних разлога. Дугогодишњим систематизовањем података дошло се до закључка да се генерално гледано, станишта највећег броја врста првенствено налазе у тропском и суптропском појасу. Међутим, и у овим појасевима постоје значајне разлике у погледу специјске разноврсности. Тропска подручја Јужне Америке и Азије знатно су богатија бројем врста у односу на простор тропске Африке.

Један од приступа који је имао за циљ утврђивање подручја најбогатијих врстама и приоритетних за заштиту биодиверзитета, заснивао се на издвајању такозваних мегадиверзитетних држава. Основни критеријум за њихов издвајање био је број врста кичмењака, виших биљака и дневних лептира у појединим државама. Избор ове три групе организама проистекао је из њиховог релативно доброг познавања од стране биолога. На основу овог приступа, 1990. године издвојено је 12 мегадиверзитетних држава (Mittermeier & Werner, 1990). То су биле Аустралија, Кина, Индија, Малезија, Индонезија, Мексико, Колумбија, Еквадор, Перу, Бразил, Заир и Мадагаскар.

На сумарној територији наведених држава живи више од 70% укупног броја познатих кичмењака, биљака и дневних лептира. Међутим, овакав приступ утврђивања центара специјске разноврсности имао је бројне недостатке. Један од највећих недостатака лежао је у чињеници да и поред тога што наведене државе поседују највећи број врста, то не значи да поседују и већину ендемичних врста (Reid, 1998). Из овог разлога, дошло је до ревизије приступа, тако да су у обзир узети и нови критеријуми. По критеријумима међународне организације Conservation International, у такозване мегадиверзитетне државе убројане су оне које имају најмање 5.000 ендемичних врста биљака и граниче се са морским екосистемима. На основу ових критеријума, 1998. године издвојено је 17 мегадиверзитетних држава: Аустралија, Папуа Нова Гвинеја, Кина, Индија, Индонезија, Малезија, Јужноафричка Република, Конго, Бразил, Колумбија, Еквадор, Мадагаскар, Мексико, Перу, Филипини, Венецуела и САД.

Слика 38. Мегадиверзитетне државе

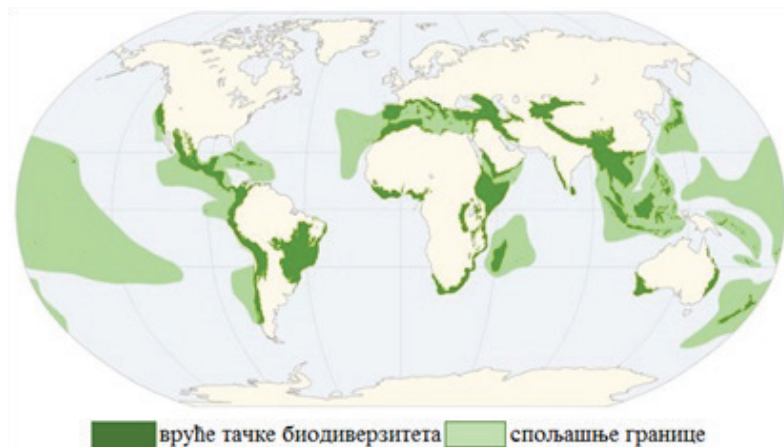


С обзиром да центри биодиверзитета не могу да буду везани за административне границе, концепт мегадиверзитетних држава замењен је концептом процене центара специјске разноврсности на препознавању такозваних „**врућих тачака**“ биодиверзитета (Biodiversity hotspots). Критеријум за њихово препознавање био је број ендемичних врста васкуларних биљака и кичмењака, као и губитак најмање 70% примарних станишта на неком географском подручју. На основу овог приступа, 2000. године издвојено је 25 „врућих тачака“ биодиверзитета. Ова подручја заузимају 11,8% светског копна на коме је сачувано 1,4% природних станишта.

И поред тога, на њему живи 60% свих врста биљака, птица, сисара, водоземаца и гмизаваца, чак 44% ендемичних биљних врста и 35% ендемичних врста копнених кичмењака (Myers *et al.*, 2000). Нарочито висок степен ендемизма утврђен је у подручјима која су већ дуго изолована, на пример, на острвима. Чак 80% угрожених водоземаца наше планете налази се управо на овим „врућим тачкама“ биодиверзитета (Hrdina & Romportl, 2017).

Ревизијом стања биодиверзитета у појединим подручјима, 2016. године број „врућих тачака“ биодиверзитета повећан је на 36. Критеријум за њихово издвајање био је да имају најмање 1.500 ендемичних врста васкуларних биљака и да су изгубиле најмање 70% аутохтоне вегетације. Ове тачке покривају 16,7% светског копна на коме се налази свега 2,4% примарне вегетације. На њима живи око 50% ендемичних васкуларних биљака и 42% ендемичних копнених кичмењака иако су неке од ових тачака изгубиле и 95% примарне вегетације (CERF, 2020). Губитак аутохтоне вегетације на овим подручјима изазван је људском активношћу. Због тога заштита „врућих тачака“ које се одликују највећим степеном специјског диверзитета и ендемизма, захтева акције које ће умањити или зауставити даље промене примарних станишта и екосистема.

Слика 39. „Вруће тачке“ планетарног биодиверзитета



Са аспекта нашег интересовања, значајно је навести да простор Медитерана представља један од 36 центара глобалне биолошке разноврсности и једини такав центар у Европи. У односу на дефинисане критеријуме, регион Медитерана који обухвата 1,6% светског копна, задржао је 4,7% примарних типова станишта.

И поред тога, на овом простору живи око 20% биљних врста наше планете међу којима има око 13.000 ендемичних врста (Médail & Quézel, 1997). Такође, у овој области живи 235 врста ендемичних кичмењака што чини 2,4% светског ендемизма кичмењака. Периферији ове „вруће тачке“ припада и крајњи јужни и југозападни део Србије који је представљен високим планинским ободом Шар планине и Проклетија као границом медитеранске области.

Поред „врућих тачака“ биодиверзитета постоје и „хладне тачке“ биодиверзитета (Biodiversity coldspots). То су области које се одликују малим специјским и екосистемским диверзитетом, али у којима се јављају специфични екосистеми и јединствене врсте које опстају на одређеним екстремним стаништима. Таква станишта могу да се нађу у арктичким и антарктичким леденим пустињама, безводним и жарким афричким пустињама, мрачним и дубоким океанским рововима, врелим изданима и изворима и другим крајње негостољубивим и суровим срединама. Ретке врсте које успевају да преживе на оваквим стаништима представљају прави пример високе, готово невероватне адаптивности и истрајности животних облика. Због тога, и оваква места захтевају посебну бригу и заштиту.

4.2.7. Специјски диверзитет Србије

Специфичан географски положај на линији судара средњеевропских и медитеранских климатских утицаја, бурна геотектонска динамика, сложена геолошка подлога, пластичност рељефа и рефугијални карактер простора Србије у време плеистоцене глацијације, учинили су да она буде простор велике генске, специјске и екосистемске разноврсности.

У рељефу и геолошкој грађи Србије издвајају се две основне целине – равничарски регион Панонске низије и брдско-планинска област. Брдско-планинска област састоји се од пет орографских целина: родопске, карпатске, балканске, динарске и скардо-пиндске масе (Stevanović & Vasić ed., 1995).

Равничарски регион Панонске низије у Србији је присутан својим јужним ободом. Обухвата алувијалне равни и речне терасе дуж Дунава и Тисе, лесне заравни високе од 100 до 400m (Банатска, Тителска, Телечка и Сремска) и брдско-планинска острвска узвишења – Фрушку Гору и Вршачке планине.

Родопска маса представља огранке магматског родопског система који је током терцијара разломљен на громадне планине и котлине. Овој маси припадају Бесна Кобила, Варденик, Чемерник, Рујан, Јастребац, Радан, Лухор и остале планине југоисточне и централне Србије.

Карпатски планински систем граде метаморфне стене преко којих су навучене наслаге мезозојских кречњака. Оне граде типичан карстни рељеф Дели Јована, Хомољских планина, Кучајских планина, Мироча, Бељанице и других планина североисточне Србије.

Балкански планински систем изграђен је од старих палеозојских метаморфних стена, пермских пешчара и мезозојских кречњака. Обухвата Стару планину, Ртањ, Суву планину, Озрен, Видлич, Тупижницу и остале планине источне, југоисточне и централне Србије.

Динарски планински систем састоји се од тријаских и јурских кречњака прошараних флишевима, силикатима и серпентинитима. Припадају му планине западне и југозападне Србије – Повлен, Маљен, Тара, Златибор, Златар, Јавор, Јадовник, Голија, Копаоник, Проклетије.

Скардо-пиндски планински систем претежно је изграђен од старих метаморфних палеозојских стена различитог састава и ретких високопланинских острвских наслага тријаских кречњака. Гради високи јужни обод Србије, а чине га Шар планина и њени метохијски огранци -Ошљак, Островица, Паштрик и Коритник.

Географски положај Србије условио је продор како топлих медитеранских, тако и хладних континенталних утицаја који у условима сложеног рељефа формирају разноврсне мезо и микроклиматске варијанте. У општим елементима испољавања, клима Србије је умерено-континентална. У локалним условима, умерено-континентална клима добија елементе континенталне (делови Војводине), субмедитеранске (у клисури Призренске Бистрице и Белог Дрима) и оштре планинске (Шар-планина, Проклетије, Копаоник, Пештер). Просечна годишња температура ваздуха за период од 1981. до 2010. године износила је 11°C до 12°C. Јул је најтоплији месец са средњом месечном температуром између 20°C и 23°C, док је на планинама средња јулска температура од 13°C до 17°C. Најхладнији месец је јануар са средњом температуром ваздуха од 0°C до 1°C, а на планинама до -4,5°C. Већи део Србије има континентални режим падавина са већим количинама падавина у топлијем делу године. Годишње суме падавина у просеку расту са надморском висином. Средња годишња количина падавина у Србији креће се у интервалу од 557 mm у Кикинди до 1018 mm на Златибору. Највећа месечна сума падавина на већини станица се бележи током јуна. Просечан број дана са снежним покривачем креће се од 32 до 58, а на планинама и до 150 (РХМЗ, 2016).

Орографска, геолошка и климатска разноврсност условиле су појаву сложеног земљишног покривача. Земљишта Србије могу се сврстати у четири основна типа: аутоморфна, хигроморфна, халоморфна и субхидрична. Ови типови се даље деле на више мозаично распоређених подтипова и варијанти које такође дају свој допринос сложену оквиру абиотичке средине.

Ако укупној абиотичкој разноврсности додамо и историјску димензију бурних промена које су се дешавале у прошлости, онда постаје јасно зашто се простор Србије одликује оригиналним биодиверзитетом. На састав живог света нарочито су утицале промене у неогену када је дошло до издизања медитеранских и балканских планина, а потом и до нестанка Панонског мора које је представљало залив Тетиса. Након тога наступио је плеистоцен и његова глацијална доба која су додатно утицала на живи свет. У то време, на простору западног Балкана топлољубиве, углавном суптропске аркто-терцијарне врсте почеле су да се повлаче. Остале су само њихове изоловане популације које су своја склоништа (рефугијуме) налазиле на топлијим стаништима, првенствено у заклоњеним клисурама и нижим, југу експонираним падинама. У време најјачих глацијација на нашем простору стални лед постојао је само на висинама изнад 1.500 m што је и врстама са севера Европе, Алпа и Карпата, такође омогућило да овде нађу склоништа и тако преживе. Неке од њих су се мењале услед промене климе и станишта, тако да су од њих настајале неке нове, глацијалне врсте. Због тога данас у Србији имамо и аркто-терцијарне, и арктичко-алпске, степске, али и глацијалне елементе флоре и фауне.

Према званичним подацима (Stevanović & Vasić eds., 1995), у Србији је откривено и описано **44.200 таксона** на нивоу врста и подврста. То није коначна цифра јер неке групе организама још увек нису довољно испитане. Због тога, према реалним проценама, сматра се да на простору Србије живи око **60.000 таксона**.

Најбројнију групу организама у Србији, као и на читавој планети, представљају инсекти присутни са око 35.000 описаних врста што чини близу 80%. Следе више биљке, односно, папрати и семенице (3.662 врсте), слатководне алге (1.400 врста) и гриње (1.237 врста). Од кичмењака најбројније су птице (350 врста), а потом следе кичмењаци (98 врста), рибе и колоусте (94), водоземци и гмизавци (47).

Од значаја за вредновање специјске разноврсности Србије је и висок проценат ендемизма и реликтности. Они су нарочито изражени у планинској и високопланинској области (Шар-планина, Проклетије, Копаоник, Тара, Стара планина, Сува планина), клисурама, кањонима, барама, тресавама, слатинама, пећинама.

Највећи степен ендемизма у Србији утврђен је међу инсектима и вишим биљкама. Од 3.662 врсте васкуларних биљака Србије (Stevanović *ed.*, 1999), 547 врста припада ендемичној флори (Tomović, 2007). То значи да се на подручју Србије налази око 20% балканских ендемита. Поједина подручја Србије одликују се изузетно високим степеном ендемизма. По броју ендемичних биљних врста предњаче Шар планина са 299 ендемичних таксона (Amidžić, 2005) и Проклетије са 283 ендемичних таксона (Amidžić *et al.*, 2013). Међу ендемитима најдрагоценији и најугроженији са аспекта очувања биолошке разноврсности су стеноендемита. У нашој флори присутно је 59 стеноендемита од којих је чак 20 искључиво на Проклетијама, а 18 искључиво на Шар планини.

Табела 3. Број описаних врста у Србији (Stevanović & Vasić *ed.*, 1995)

Таксон	Народни назив таксона	Број описаних врста
Macromycetes	Више гљиве	625
Lichenes	Лишаји	232
Algae	Слатководне алге	1.400
Bryophyta	Маховине	400
Pteridophyta и Spermatophyta	Папрати и семенице	3.662
Rhizopoda	Амебе с љуштуром	236
Rotatoria	Ротаторије	327
Nematodes	Ваљкасти црви	105
Oligochaeta	Прстенасти црви	77
Lumbricina	Кишне глисте	79
Gastropoda	Пужеви	400
Cladocera	Нижи рачићи	91
Copepoda	Рачићи	72
Amphipoda	Главоношци	33
Opiliones	Косци	66
Pseudoscorpiones	Псеудоскорпије	200
Acri	Гриње	1.237
Insecta	Инсекти	35.000
Osteichthyes и Cephalaspidomorpha	Рибе и колоусте	94
Amphibia и Reptilia	Водоземци и гмизавци	47
Aves	Птице	350
Mammalia	Сисари	98

Ако се број врста појединих органских група Србије упореди са бројем врста присутних у Европи, добијају се показатељи који говоре о њеној завидној специјској разноврсности. Србија заузима свега 2,1% европског континента, а у њој живи око:

- 13% врста лишајева,
- 33% врста маховина,
- 39% врста васкуларне флоре,
- 10% врста гљива,
- 12% врста бескичмењака,
- 51% врста риба,
- 49% врста водоземаца и гмизаваца,
- 74% врста птица,
- 67% врста сисара Европе.

Према подацима Светске уније за заштиту природе и Светског фонда за природу (IUCN-WWF), на Земљи је издвојено 158 центара флористичке разноврсности (Stevanović, 2005). Од овог броја, шест центара налази се у Европи, а један од њих обухвата планине Балкана. Од планина централног и западног Балкана, Шар планина, Проклетије и Дурмитор издвајају се већим флористичким богатством и разноврсношћу у односу на остале планине. Ови масиви представљају један од самих центара балканског ендемизма, локалног ендемизма и неоспецијације.

Значајан део укупне специјске разноврсности Србије представљају гајене биљне и животињске врсте које чине изузетно значајан генетички ресурс. Код нас се гаје 193 врсте биљака (12 врста житарица, 19 врста индустријског биља, 43 врсте крмног биља, 71 врста повртарских биљака, 48 врста воћкарица и винове лозе). Унутар ових врста постоји велика интраспецијска разноликост која укључује модерне сорте, старе сорте, локалне популације, дивље сроднике култивисаних биљака и селекциони материјал унутар сваке гајене врсте. Процењује се да се данас у пољопривредним институцијама Србије чува око 25.000 семена само старих сорти и локалних популација што представља позамашно богатство биљних генетичких ресурса (Prodanović *et al.*, 2015). Велики број биљака које се гаје у Србији има своје дивље сроднике који расту самоникло у природним екосистемима. На пример, у природи често срећемо дивље рођаке јабуке (*Malus silvestris*, *Malus florentina*, *Malus dasycarpa*), крушке (*Pirus communis*, *Pirus amygdaliformis*), шљиве (*Prunus cerasifera*, *Prunus spinosa*), трешње (*Prunus avium*), вишње (*Prunus fruticosa*),

ораха (*Juglans regia*), бадема (*Prunus amygdalis*), лешника (*Corylus avellana*), кестена (*Castanea sativa*), малине (*Rubus ideus*), огрозда (*Rubus glossularia*), црвене рибизле (*Ribes petraeum*, *Ribes multiflorum*), јагоде (*Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Fragaria moschata*) и других гајених врста.

Од укупне аутохтоне флоре Србије, око 700 врста може се сврстати у групу лековитих и ароматичних биљака. Од овог броја код нас се гаји 420 врста (Panjković, Amidžić & Mandić, 2000). У нашој природи је присутно и око 1.800 врста медоносних биљака као и бројни екосистеми значајни за очување опрашивача што даје посебан допринос пољопривредној производњи.

У Србији се од домаћих животиња најчешће гаје говедо, коњ, магарац, биво, свиња, овца, коза, пас, кокошка, ћурка, пловка, голуб. У оквиру ових врста узгојене су 44 аутохтоне расе: подолско говече, колубарско говече, буша, домаћи брдски коњ, балкански магарац, мангулица, свиња моравка, свиња ресавка, овца праменка, овца цигаја, каракачанска овца, балканска коза, пас шарпланинац, сврљишка кокошка, банатски голошијан, домаћа ћурка, домаћа пловка, подунавска гуска, домаћа бисерка, српски голуб високолетач, итд. За многе од ових раса утврђена је непосредна филогенетска веза са изумрлим врстама у природи. На пример, буша представља потомка изумрле подврсте говечета *Bos brachyceros*, а код нас се гаји као црногорска, метохијска црвена, полимска сива, мрка и тиграста буша. Такође, као посебна раса код нас се јавља и подолско говече, потомак подврсте тура (*Bos primigenus*) који је пре ишчезнућа насељавао широка просторства Панонске низије. Међу копитарима се истиче домаћи брдски коњ, хибридни потомак подврста *Equus gmelini* и *Equus przewalskii*. Треба поменути да се у Србији гаји и аутохтона раса пчеле, *Apis mellifera carnica*, која представља једну од највреднијих раса пчеле на свету (Radović & Kozomara, 2011).

Општа слика специјске разноврсности Србије је њено богатство по квалитету, али сиромашна по квантитету. Велики број врста различите биологије, екологије, порекла, старости и распрострањења указује на квалитативно богатство. Међутим, природна станишта многих врста заузимају мале површине које су често девастиране или им прети опасност од уништења, тако да су наши биолошки ресурси и потенцијали ограничени.

4.3. ЕКОСИСТЕМСКИ ДИВЕРЗИТЕТ

Екосистемски диверзитет представља укупну разноврсност екосистема. Шире дефинисано, екосистемски диверзитет или екосистемска разноврсност представља укупну разноврсност физиогномије, састава, структуре и организације екосистема, разноврсност процеса и појава у њима, како у простору, тако и у времену.

4.3.1. Екосистеми и биоми

Сваки организам у природи тежи да живи на простору који му највише одговара за нормално одвијање свих фаза животног циклуса. Делови насељеног простора који се одликују специфичним комплексом еколошких фактора и који су насељени одређеном скупином организама карактеристичном за тај простор, називају се **станишта** или **биотопи** (гр. *bios* – живот, *topos* – место).

Организми воде у својим биотопима заједнички живот образујући биоценозе. **Животне заједнице** или биоценозе (грч. *bios* – живот, *koinos* – заједнички) представљају скупину свих организама различитих врста који живе на одређеном станишту. У биоценози све присутне популације микроорганизама, гљива, биљака и животиња ступају у специфичне, првенствено трофичке односе. Као што се станишта разликују међу собом, тако се међу собом разликују и биоценозе.

Биотоп (станиште) и биоценоза (животна заједница) чине систем вишег реда – екосистем. **Екосистем** представља систем у коме жива бића интегрисана у животне заједнице ступају у тесну интерактивну везу са стаништем на коме живе. Јединство и повезаност живе и неживе природе у екосистему почивају на кружењу материје и протоку енергије. Екосистем је отворен и променљив систем у коме свака промена неког абиотичког или биотичког еколошких фактора утиче на систем у целини.

У екосистемима су присутна три типа односа. То су:

- **акције** које представљају утицаје станишта на организме који га насељавају;
- **реакције** које представљају утицаје организама на станишта које насељавају;
- **коакције** које представљају узајамне утицаје самих организама интегрисаних у животну заједницу.

Од тропског па до поларних области препознајемо бројне и разноврсне екосистеме на планинским врховима и падинама, у долинама, клисурама и равницама, уз обале река и мора, на речним и морским острвима, дуж мочварних подручја, у рекама, језерима, морским просторствима, пећинама... Неки екосистеми, као на пример они који граде тропске кишне шуме, врло су сложени и обухватају велики број врста. Неки други екосистеми, као што су на пример пустињски или арктички, имају знатно мањи број врста, мање су сложени, али су подједнако значајни јер се у њима налазе многе јединствене врсте. Екосистеми релативно блиских подручја групишу се у такозване велике екосистеме или биоме.

Биоми су функционално, просторно и предеоно повезани екосистеми који се углавном везују за одређене климатске појасеве. У сваком климатском појасу (тропском, субтропском, умереном, субполарном, поларном) јавља одређени тип вегетације. Од климатских прилика, типа вегетације и историјских фактора, у највећој мери зависи и распоред појединих група животињских организама. Због тога су типови вегетације основна одредница поделе светског копна на одређене биоме. Копнени биоми су:

- биом тропских вечнозелених кишних шума,
- биом тропских листопадних шума,
- биом савана и саванских шума,
- биом пустиња и полупустиња,
- биом медитеранске и субмедитеранске тврдолисне вегетације дрвећа и жбунова,
- биом листопадних шума умерене зоне,
- биом светлих четинарских шума,
- биом степа и шумостепа,
- биом тамних четинарских шума (тајге),
- биом тундре,
- биом високопланинске тундре и
- биом арктичке пустиње.

Када је реч о воденој средини, постоје два биома:

- биом копнених вода и
- биом светског мора.

Сви биоми наше планете повезани су у биосферу, сферу јединства и интеракција између њеног укупног живог света и абиотичке средине.

4.3.2. Екосистемски диверзитет Србије

Према EUNIS класификацији станишта (European Nature Information System) која је развијена у Европском тематском центру за биолошку разноврсност, (Moss & Davies, 2002), основни типови станишта у Србији су:

- копнена површинска водена станишта;
- мочварна, тресавска и ритска станишта;
- травна станишта и станишта високих зелени;
- вриштине, жбунаста станишта и тундра;
- шуме и шумска станишта и друге пошумљене површине;
- унутарконтинентална станишта са слабо развијеном вегетацијом;
- редовно или скоро култивисана агрикултурна и хортикултурна станишта и окућнице.

Специфичан географски положај Србије и сплет различитих абиотичких еколошких фактора, утицали су да од 12 копнених биома у Србији буде присутно њих пет:

- биом листопадних шума умерене зоне;
- биом медитеранске и субмедитеранске тврдолисне вегетације дрвећа и жбунова;
- биом степа и шумостепа;
- биом тамних четинарских шума;
- биом високопланинске тундре.

У оквиру наведених биома, основни типови вегетације Србије су:

Шумска вегетација

- ксерофилне листопадне шуме црнограбића и црног јасена;
- ксерофилне и ксеромезофилне листопадне шуме храстова медунца, сладуна и цара;
- мезофилне брдске букове шуме храста китњака и граба;
- мезофилне букове шуме;
- субалпијске букове шуме;
- поплавне шуме врбе и тополе;
- краткотрајно поплавне шуме пољског јасена и храста лужњака;
- шуме јове дуж планинских водотока;

- мешовите планинске четинарско-букове шуме;
- термофилне црноборове шуме;
- мешовите белоборове и црноборове шуме на серпентинитима;
- мешовите планинске шуме Панчићеве оморике;
- планинске четинарске шуме смрче, јеле и белог бора;
- чисте смрчеве шуме бореалног типа;
- субалпијске шуме молике на силикатима;
- субалпијске шуме мунике на кречњацима.

Жбунаста вегетација

- субмедитеранска жбунаста вегетација;
- жбунаста вегетација континенталних области;
- високопланинска жбунаста вегетација, итд.

Зељаства вегетација

- заједнице субмедитеранских камењара;
- заједнице ливада, пашњака и континенталних камењара;
- брдске и планинске мезофилне ливадске и пашњачке заједнице;
- високопланинске ливадске и пашњачке заједнице;
- континенталне степске, пешчарске и слатинске заједнице;
- заједнице високопланинских рудина;
- заједнице сипара и осулина;
- заједнице стена и литица.

Вегетација око високопланинских снежаника

- заједнице око снежаника на кречњацима;
- заједнице око снежаника на силикатима.

Водена вегетација

- заједнице споротекућих вода;
- заједнице споротекућих вода континенталних слатина;
- мочварне заједнице заслањених станишта;
- заједнице еутрофних бара и језера;
- планинске тресаве на местима некадашњих глацијалних језера;
- сфагнумске тресаве;
- тресаве поред потока и извора брдско-планинског подручја.

Наведен преглед вегетације Србије пружа само најопштију слику њеног богатства. У природи она је много сложенија јер се у сваком висинском појасу, у зависности од локалних еколошких услова, поред зоналне, налазе и други типови интразоналне, азоналне и екстразоналне вегетације.

Од свих типова природне вегетације, најразвијенија је шумска вегетација коју гради 49 аутохтоних врста дрвећа, и то, 40 листопадних и 9 четинарских. Почетком XIX века шуме су прекривале 75-80% наше територије, док се данас под шумама налази 29,1%, а под шикарама и шибљацима још 4,9% територије. У шумском фонду доминирају изданачке шуме (64,7%), а затим следе природне састојине високог порекла (27,5%) и вештачки подигнуте састојина (7,8%) (Banković, et al. 2009). Највеће површине заузимају шуме букве (29,4%), цера (15,3%), брезе, јасике и багрема (9,9%), сладуна (7,1%), борова (5,6%), граба (5,3%) и смрче (3,8%).

Сви типови вегетације Србије исказују одређену правилност у својој хоризонталној и вертикалној дистрибуцији. Вертикални распоред одређених типова вегетације условљена је променом надморске висине и свих осталих абиотичких фактора који се постепено мењају са порастом надморске висине. Због тога, основни типови зоналне вегетације и екосистема у целини су:

- екосистеми термофилних субмедитеранских листопадних шума грабића (*Carpinus orientalis*), црног граба (*Ostrya carpinifolia*), црног јасена (*Fraxinus ornus*) и храста медунца (*Quercus pubescens*) на нижим надморским висинама јужне Србије;
- екосистеми термофилних листопадних шума храстова медунца (*Quercus pubescens*) и цера (*Quercus cerris*), жешље (*Acer tataricum*) и клена (*Acer campestre*) у шумском подручју североисточне Србије;
- екосистеми хигрофилних низијских шума храста лужњака (*Quercus robur*) и црне јове (*Alnus glutinosa*) у Војводини и централној Србији;
- екосистеми ксерофилних степа у Војводини;
- екосистеми мезофилних и хигрофилних долињских и брдских ливада и пашњака који су широко распрострањени;
- екосистеми термофилних и термомезофилних листопадних шума храстова сладуна (*Quercus farnetto*) и цера (*Quercus cerris*) у брдском подручју;
- екосистеми мезофилних листопадних шума храста китњака (*Quercus petraea*), белог граба (*Carpinus betulus*) и букве (*Fagus moesiaca*) у брдским, предпланинским и нижим планинским областима;
- екосистеми фригорифилних четинарских шума смрче (*Picea abies*) бореалног типа у западним и централним планинским подручјима;

- екосистеми фригорифилних четинарских шума балканских ендемореликтних борова мунике (*Pinus heldreichii*) и молике (*Pinus peuce*) на Косову и Метохији;
- екосистеми субалпијске жбунасте вегетације бора кривуља (*Pinus mugo*) и боровнице (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*);
- екосистеми планинских рудина, пашњака и камењара.

У наведеним екосистемима на простору Србије званично је описано **2.785** вегетацијских јединица (Lakušić, 2005). Наиме, њену вегетацију (без вегетације маховина и лишајева), гради **1.399** асоцијација (биљних заједница) и 971 субасоцијација. Ове су биљне заједнице сврстане у 242 свезе (26% свеза у односу на Европу), 59 класа (73% класа у односу на Европу) и 114 редова (49% редова у односу на Европу). Управо овај податак указује на раскошну екосистемску разноврсност Србије. Посебну вредност представљају екосистеми са ендемореликтним врстама. На жалост, активности човека све више угрожавају ову јединствену природну баштину.

4.3.3. Алфа, бета и гама диверзитет

Биолошка разноврсност може се дефинисати и као варијабилност живог света. Ова крајње уопштена дефиниција захтева даљу елаборацију, јер биолошка варијабилност представља вишекомпонентни, сложени параметар који обухвата интраспецијску (популациону) и интерспецијску (ценотичку) разноликоост (Karadžić, 2006).

Интраспецијска или популациона варијабилност резултат је генетичке варијабилности, варијабилности индуковане дејством срединских фактора и варијабилности која настаје интеракцијом генетичке основе и услова средине у којој се организам налази. С друге стране, ценотичка варијабилност може се посматрати као варијабилност унутар екосистема, као биолошка варијабилност дуж просторног градијента и укупна варијабилност у датом подручју.

Амерички биолог Роберт Витакер (Whittaker, 1972) увео је три термина од значаја за утврђивање биолошке разноврсности: алфа, бета и гама диверзитет.

Табела 4. Алфа, бета и гама диверзитет за хипотетичке врсте птица три екосистема

Хипотетичке врсте	Шума	Шибљак	Пашњак
Алфа диверзитет	10	7	3
Бета диверзитет	шума - шибљак: 7	шибљак - пашњак: 8	шума - пашњак: 13
Гама диверзитет	14		
1 врста А	X		
2 врста Б	X		
3 врста Ц	X		
4 врста Д	X		
5 врста Е	X		
6 врста Ф	X	X	
7 врста Г	X	X	
8 врста Х	X	X	
9 врста И	X	X	
10 врста Ј	X	X	
11 врста К		X	
12 врста Л		X	X
13 врста М			X
14 врста Н			X

Алфа диверзитет представља биодиверзитет унутар одређеног екосистема и обично се изражава бројем врста. Посматрано на хипотетичком примеру, ако бројимо присутне врсте птица неког подручја, онда бисмо могли упоредити разноликост врста унутар различитих екосистема тог подручја - листопадне шуме, шибљака који се граничи са шумом и пашњака који се граничи са шибљаком. Можемо ићи кроз било који од ова три екосистема и бројати врсте птица које видимо. Хипотетички, у шуми има 10 врста, у шибљаку 7 врста, на пашњаку 3 врсте (Таб. 4). Ови подаци нам указују на алфа диверзитет.

Бета диверзитет представља биолошку варијабилност датог подручја, односно, дуж неког просторног градијента. Практично, ако испитујемо промене у броју врста између ова три екосистема, онда одређујемо бета диверзитет. У овом случају бројимо укупан број врста које су јединствене у сваком од три наведена екосистема, односно које се не појављују у друга два екосистема.

Дакле, бета диверзитет између шуме и шибљака је 7 ако у шуми од 10 регистрованих врста 5 не живи у шибљаку, и ако у шибљаку од 7 регистрованих врст, 2 не живе у шуми ($5 + 2 = 7$). На овај начин бета диверзитет нам омогућава да упоредимо разноликост екосистема одређеног подручја, односно, дуж одређеног географског трансекта.

Гама диверзитет представља општу разноликост различитих екосистема одређеног подручја. У квантитативном смислу, гама диверзитет представља производ алфа и бета диверзитета. У нашем хипотетичком примеру, гама диверзитет шуме, шибљака и пашњака је 14, односно, у ова три екосистема укупно живи 14 врста птица.

Користећи параметре као што су богатство екосистема, алфа, бета и гама диверзитет, Лакушић (Lakušić, 2005) је урадио квантификацију екосистема Србије. На основу студије овог аутора, листопадне шуме класе *Quercus-Fagetea* (храстово-букове заједнице) са 1.498 забележених врста, и ливадске заједнице класе *Festuco-Brometea* (траве власуље и усправне класаче) са 1.194 забележених врста, имају највећи алфа диверзитет. С друге стране, најсиромашнији врстама и најнеразвијенији екосистеми су на влажним заслањеним стаништима (*Thero-Salicornietea*). Са повећањем броја различитих екосистема, расте и гама диверзитет целог подручја, а највећи допринос гама диверзитету дају екосистеми ливада, пашњака, камењара, стена и сипара.

4.3.4. Хипотезе о стабилности екосистема

У круговима еколога често се поставља питање стабилности појединих екосистема у односу на присутне популације органских врста које граде заједнице тих екосистема. Углавном преовлађује уверење да губитак популација једне или већег броја врста у екосистему, доводи до **каскадног**, односно, **домино ефекта**. Овај ефекат се испољава преко дестабилизације трофичких односа, а потом нестанка врста које су највише погођене променама у ланцима исхране. Обично се еколошки каскадни ефекат манифестује када нестанак неке врсте доведе до нестанка неке друге врсте зато што она остаје без хране. Главни узрок каскадног ефекта у екосистемима обично је губитак предатора који се налазе на врховима трофичких пирамида. Резултат њиховог губитка као примарних организама у каскадном ефекту је нагло повећање бројности врста које су им биле плен.

Ове секундарне врсте због пренамножености убрзано уништавају врсте којима се хране. На крају се може десити да потпуно униште свој плен и остану без хране што може бити крај и њих самих. Поремећаји се даље могу пренети и на терцијарне, а затим и на остале групе организама које припадају одређеним трофичким нивоима.

Постоји неколико хипотеза о узрочно-последичном односу између губитка популација одређених врста и функционалности екосистема.

Чарлс Елтон (Charles Elton) и Еуген Одум (Eugene Odum) су средином прошлог века поставили **хипотезу „диверзитет – стабилност“** (Diversity – stability hypothesis). По овој хипотези, што је више врста у екосистему, што он има већу органску продукцију и сложеније трофичке односе, то је и стабилнији.

Другу хипотезу која је позната као „**хипотеза завртња**“ (River hypothesis) поставили су Пол и Ен Ерлих (Ehrlich & Ehrlich, 1981). Према овој хипотези, број и разноликост врста унутар једног екосистема аналоган је завртњима у трупљу авиона. Свака органска врста игра малу али важну улогу у функционисању екосистема, слично завртњима који авиону дају компактност неопходну за одржавање у ваздуху. Губитак сваког појединачног завртња нарушава сигурност лета авиона. При томе, губитак свега неколико завртња вероватно може бити занемарљив у односу на сигурност лета, али губитак већег броја завртња може изазвати лабилност у конструкцији авиона и изазвати његов пад. Слично је и са функционисањем екосистема у коме губитак одређеног броја врста може изазвати каскадни ефекат и неповратно уништење читавог екосистема услед поремећаја трофичких односа.

Трећу хипотезу, познату као **хипотеза „небитних путника“** или „**хипотеза сувишних**“ (Passenger hypothesis, Redundancy hypothesis), поставио је Брајан Вокер (Walker, 1992). Ова хипотеза полази од упоређења врста унутар једног екосистема са путницима унутар авиона. Путници у авиону заузимају одређени простор, али њихово присуство не утиче на сигурност лета авиона. На сигуран лет утичу пилоти као функционална група јер ако авион остане без њих, вероватно ће се срушити. Исто тако, поједине врсте у екосистему заузимају неки простор, али њихов нестанак неће битно угрозити функционалност екосистема уколико нису критично битне. Међутим, ако дође до нестанка кључних врста (амбрела врста, umbrella species) које имају јаку интеракцију са осталим врстама у екосистему, тада долази до каскадног ефекта нарушавања структуре и функције екосистема.

Ако се осврнемо на наведене хипотезе, резултати истраживања конзервационих биолога углавном потврђују „хипотезу завртња“ и „хипотезу небитних путника“. На пример, шумски екосистеми северне Америке су још увек функционални упркос губитку голуба путника који је због прелова ишчекао још 1914. године. Или, листопадне шуме умереног појаса северне хемисфере имају различит број дрвенастих врста (Источна Азија 876 врста, Северна Америка 158, Европа 106), али је продуктивност (количина биомасе) практично идентична. Додатан аргумент овој хипотези је податак да годишња продукција биомасе унутар ових шумских екосистема зависи од 10 до 40 врста. Присуство осталих врста дрвећа може обезбедити сигурносну резерву уколико би нека од најпродуктивнијих врста подбацила у погледу прираста, рецимо због инвазије инсеката или неке болести (Radović, 2005; Vujić, 2007). Међутим, има и супротних примера. Многи случајеви у природи показали су да је уништењем чак само једне кључне врсте у екосистему изазвана ланчана реакција промене биотичких односа. Разлог лежи у томе што се најчешће не уништава само једна врста, већ читав низ врста међусобно повезаних и условљених биотичким односима (Radović, 2005). Еколошки посматрано, свака органска врста вредна је пажње и поштовања јер представља плод милионима година ствараног јединственог и непоновљивог генетичког кода, и карику у ланцу који одржава биосферу.

5. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ

5.1. ДЕФИНИЦИЈА И ПОДЕЛА ЕКОСИСТЕМСКИХ УСЛУГА

Питање дугорочног очувања и одрживог коришћења биолошке разноврсности као вредности и ресурса, као животног окружења и као услова опстанка, има велики економски, политички, социјални и културолошки значај. Коришћење биолошких ресурса у многим привредним гранама (пољопривреди, рибарству, шумарству, индустрији, енергетици, туризму), ствара сигурну економску базу сваке заједнице и омогућава отварање великог броја радних места чиме се поспешује повољан социоекономски статус грађана.

Природни екосистеми човечанству обезбеђују многоструке користи почев од хране, горива, чисте воде и ваздуха, до услова за рекреацију, развој туризма и културну надградњу. Све користи које људска врста добија од природних ресурса и процеса из природних екосистема, називају се **екосистемске услуге**. Многе од ових услуга вреднују се економски и упоређују се са трошковима замене антропогених алтернативних решења из превасходног разлога да се делују на доносиоце одлука како би у процесу одлучивања одговорно управљали животном средином и биолошким ресурсима.

Идеје о вредновању екосистемских услуга везују се за америчког филолога Џорџа Перкинса Марша (George Perkins Marsh) који је још 1864. године у делу *Човек и природа (Man and Nature)* указао на погубност неконтролисаног коришћења природних ресурса (Lowenthal, 2015). На жалост, упозорења Марша нису имала велики одјек, а питање значаја и потребе очувања биодиверзитета ради трајног задовољења људских потреба, поново је постало актуелно половином XX века. У том периоду промовишу се идеје природног капитала. Године 1948. Осборн (Fairfield Osborn) пише књигу *Наша опљачкана планета (Our Plundered Planet)*, а Вот (William Vogt) књигу *Пут опстанка (Road to Survival)*. Две деценије касније, Пол и Ен Ерлих (Ehrlich & Ehrlich, 1970) скрећу пажњу на размере разарања еколошких система на којима почива постојање људске врсте. Исте године термин „услуге заштите животне средине“ употребљен је у **Студији проблема животне средине (Study of Critical Environmental Problems)** која је урађена у кампусу Вилијамсовог колеџа у Масачусетсу. Десетак година касније, термин „услуге заштите животне средине“ замењен је термином „екосистемске услуге“.

Све екосистемске услуге, односно, све користи које човечанство добија од природних ресурса и процеса из природних екосистема, могу се поделити на четири категорије:

- екосистемске услуге регулације;
- екосистемске услуге снабдевања;
- екосистемске услуге подршке;
- екосистемске услуге културног значаја.

Процена је да материјална вредност свих директних и индиректних екосистемских услуга човечанству износи око 145 билиона долара на годишњем нивоу што је преко два пута више од глобалног бруто друштвеног производа (Costanza *et al.*, 2014). Иначе, бруто друштвени производ представља укупну вредност крајњих произведених добара и производних и непроизводних услуга. Међутим, многи еколози сматрају да је вредност екосистемских услуга бесконачна јер су природни екосистеми услов нашег опстанка.

Од почетка индустријске револуције, а данас више него икад пре, две врсте деловања, потрошња природних ресурса и очување биолошке разноврсности, углавном су супростављене једна другој. Питање искоришћавања и питање очувања биолошких ресурса, сучељени ставови економије и екологије, нарочито су се заоштрили последњих деценија које су обележене експоненцијалним растом становништва, развојем технологије и убрзаном експлоатацијом биолошких ресурса. Није спорно да се биолошки ресурси морају користити за опстанак, економски и социјални просперитет човечанства, али је такође и веома јасно да се они не могу бесконачно и неконтролисано исцрпљивати јер ће се тиме довести у питање стабилност и опстанак биосфере. Због тога се мора наћи равнотежа између њиховог очувања и коришћења у складу са концептом одрживог (усклађеног, дугорочног) коришћења, које по дефиницији *Конвенције о биодиверзитету* подразумева „коришћење компоненти биодиверзитета на начин и у обиму који не води ка његовом дугорочном смањењу, одржавајући на тај начин његов потенцијал ради задовољавања потреба и тежњи садашњих и будућих генерација“. Овај глобално прихваћен концепт подразумева да се биолошки ресурси не могу користити стихијски, без претходне процене стања и начина њиховог коришћења. При томе се као основни критеријум заштите и коришћења биолошких ресурса мора јасно установити њихова количина, употребљивост, угроженост, осетљивост и обновљивост (Topisirević *et al.*, 1997).

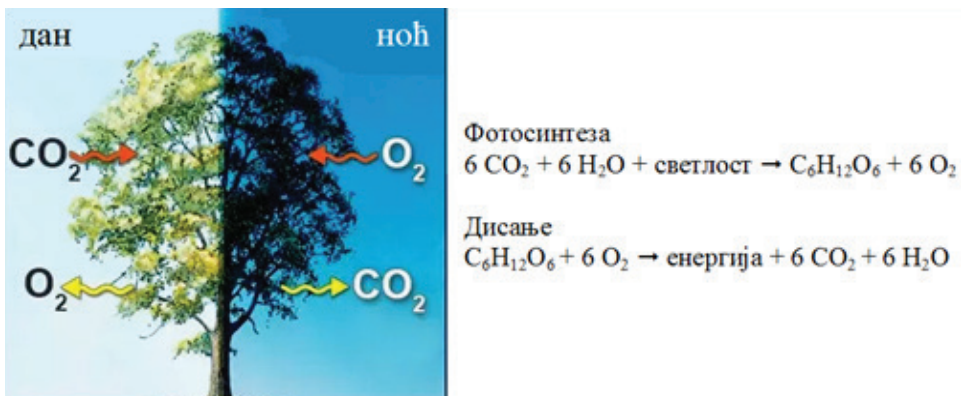
5.2. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ РЕГУЛАЦИЈЕ

Екосистемске услуге регулације обухватају капацитете екосистема да регулишу важне природне процесе као што су органска продукција, минерализација органских материја, кружење материје, проток енергије, одржавање повољног нивоа гасова у атмосфери, ублажавање екстремних климатских услова и ефеката стаклене баште, очување повољног водног режима, пречишћавање воде, ваздуха и земљишта, смањење поплавних таласа, стварање звучних баријера, регулисање бројности штеточина, паразита и патогена, смањење могућности природног хазарда, итд.

Свака органска врста која учествује у изградњи биосфере представља специфичан и непоновљив производ органске еволуције створен кроз мукотрпну борбу за опстанак у просторно и временски веома променљивим условима средине. Због тога, свака врста својим специфичним положајем и улогом у одређеном екосистему обезбеђује да тај екосистем продукционо буде ефикаснији и да самим тим, пружи свој највећи допринос у регулацији глобалних биогеохемијских циклуса и еколошке равнотеже биосфере.

Биогеохемијски циклуси представљају стално кружење воде, кисеоника, угљен-диоксида, азота, сумпора, фосфора и свих других биогених елемената. Ови циклуси теку непрекидно захваљујући енергији Сунца и активностима свих организама у биосфери од којих сваки представља карику у сложеним трофичким ланцима.

Слика 40. Промет гасова кроз биљку



Прва жива бића били су једноћелијски хетеротрофни прокариоти настали у време када је због недостатка слободног кисеоника атмосфера била редуktivног карактера. Енергију потребну за животне процесе добијали су анаеробним разлагањем (ферментацијом) абиогено насталих шећера. Аутотрофи су се појавили касније, када је настао пигмент хлорофил и када се развио пратећи ензиматски систем. Снабдевени хлорофилом, аутотрофи су стекли способност да енергију Сунца у процесу фотосинтезе претварају у енергију хемијских веза синтетишући просте шећере од воде и угљен-диоксида. Са појавом фотосинтезе почела је да ради планетарна фабрика хране која је истовремено почела да апсорбује огромне количине атмосферског угљен-диоксида и ослобађа такође огромне количине кисеоника. Све већа количина кисеоника у атмосфери омогућила је појаву процеса дисања. Током развоја процеса дисања успостављен је супротан смер кретања ова два гаса. Наиме, дисање подразумева усвајање кисеоника који служи за раскидање хемијских веза у шећерима ради ослобађања заробљене сунчеве енергије. Током овог процеса ослобађају се угљен-диоксид и вода. На тај начин, фотосинтеза и дисање постала су два кључна механизма у процесу кружење кисеоника и угљен-диоксида у биосфери.

Гомилање атмосферског кисеоника као производа фотосинтезе, довело је до образовања озонског омотача као штита од штетног дејства ултраљубичастог зрачења. Ова околност погодовала је постепеном преласку животних облика из мора на копно. Дакле, за састав данашње атмосфере и све пратеће појаве, треба захвалити не само геохемијским процесима наше планете, него и огромном броју сићушних морских алги које су дале индивидуално мали, али глобално огроман допринос у стварању услова за развој сложенијих облика живота. Савремене биљке током једне године синтетишу око 500 милијарди тона угљених хидрата, и у том процесу усвоје 690 милијарди тона атмосферског угљен-диоксида, а ослободе око 500 милијарди тона атмосферског кисеоника. Захваљујући њима, и данас се у атмосфери одржава релативно повољан однос ова два гаса. На жалост, сагоревањем фосилних горива и других индустријских деривата, као и уништавањем шумске вегетације, човек озбиљно дестабилизује атмосферу што за последицу има јачање ефеката стаклене баште, глобално загревање и појаву киселих киша.

Незаменљив природни механизам у регулисању кружења материје и протока енергије су сложени односи исхране (трофички односи) који се фигуративно могу представити преко ланаца исхране. Положај у ланцу исхране на коме се налази одређени организам, означава његов трофички ниво. На почетку ланаца исхране налазе се биљке које захваљујући

хлорофилу „хватају“ енергију Сунца и претварају је у енергију хемијских веза органских молекула. Следеће карике у ланцима исхране су животиње биљоједи које хранећи се биљкама, преузимају њихове органске материје у којима је ускладиштена сунчева енергија. Следе животиње месоједи које хранећи се биљоједима преузимају део преостале сунчеве енергије такође ускладиштене у органским молекулима. Разлагањем ових материја у сваком од организама у трофичком ланцу ослобађа се део заробљене енергије који служи за нове синтезе органских материја у организму, али и за одвијање животних процеса. На крају ланаца исхране налазе се разлагачи, односно, минерализатори. То су гљиве и бактерије које разграђују и минерализују органске материје уинутих организама. Током својих активности ови сићушни организми делом троше, а делом ослобађају последње остатке заробљене енергије Сунца. Минерализујући органске материје, ови организми поново чине доступним сировине које су биљкама неопходне за нове синтезе органских материја. Што је више карика у ланцима исхране, то је већа енергетска ефикасност и стабилност екосистема и укупне биосфере.

Као што је поменуто, једна од екосистемских услуга регулације је и очување повољног водног режима копнених и суседних водених станишта. Једна студија изводљивости рађена у Кини за сливно подручје реке Јангцекјанг, показала је да хидроелектране овог подручја могу да постигну свој максимални учинак једино очувањем шума које складиште земљишну влагу, спречавају брзо површинско отицање кишнице и прекомерну евапорацију, обезбеђују повољан водни режим сливног подручја и стабилан проток речне воде. Процењено је да се очувањем шума, од хидроенергије Јангцекјанга обезбеђује економска добит 2,2 пута већа у односу на добит која би се могла постићи експлоатацијом дрвне масе истог подручја (Guo, Xio & Li, 2000).

О значају вегетације за регулисање водног режима, па самим тим и за смањење поплавних таласа, говори пример реке Мисисипи. Уништењем природне вегетације и влажних станишта на обалама ове реке, значајно је смањен њен капацитет за примање вишкова воде. Резултат тога су честе поплаве. Једна од највећих била је поплава забележена 1993. године када је материјална штета нанета локалном становништву процењена на 12 милијарди долара (Bhowmik *et al.*, 1994).

Регулаторна улога живог света у пречишћавању вода такође представља процес од изузетног значаја за човека, не само у здравственом, него и у економском смислу. Приобална и водена вегетација имају способност пречишћавања воде захваљујући бројним везаним процесима фиторемедијације као што су седиментација и филтрирање талогa, везивање и стабилизација загађујућих материја, измена њихове хемијске структуре и њихово укључивање у ланце исхране.

О услузи коју нам пружа ова вегетација говори студија о могућностима побољшања квалитета воде за пиће која се са планине Катскил допрема до Њујорка аквадуктом и каналима дугим 262 km. Према проценама из ове студије, оптимално решење за пречишћавање пијаће воде је њено биолошко пречишћавање уз помоћ природне вегетације. Трошкови ове инвестиције износили би од 1 до 1,5 милијарди долара што је знатно мање у односу на 6 до 8 милијарди долара колико би коштала изградња постројења за пречишћавање воде (Chichilnisky & Heal, 1998).

Шумска вегетација има значајну регулаторну улогу не само када је реч о очувању повољног водног режима станишта, него и када је у питању ветрозаштита, ублажавање температурних екстрема, таложење честица прашине, пречишћавање ваздуха. На пример, шуме успоравају снагу ветрова за 40 до 50%, смањују буку и до 25%, у време летње жеге температуру ваздуха снижавају за 2°C до 8°C, док влажност ваздуха повећавају за 5% до 15%. У вегетацијском периоду 1 хектар шуме филтрира 50 до 70 тона прашине и апсорбује око 100 килограма сумпор-диоксида, чиме знатно ублажава ефекте глобалног загађења атмосфере, а тиме и факторе ризика по људско здравље. Ако се има у виду да са порастом оболелих расте оптерећење на здравствени систем друштва, јасно је да се ова услуга екосистема једним делом може валоризовати и финансијски.

5.3. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ СНАБДЕВАЊА

Екосистемске услуге снабдевања подразумевају могућности екосистема да човечанству обезбеде продукте потребне за одржавање животних процеса и осталих потреба. У те продукте спадају храна биљног и животињског порекла, лековите, зачинске и ароматичне супстанце, индустријске сировине (различите материје из природе, памук, конопља, лан, вуна, свила, кожа, перје, каучук, целулоза...), дрвна маса, енергија дрвета, биомасе и фосилних горива, генетички ресурси, итд.

Од 1.899.587 познатих органских врста, човек користи релативно мали број биљака, животиња и микроорганизама као храну, лек или индустријску сировину. Према тренутним сазнањима и проценама, на Земљи је од око 268.600 познатих врста биљака (скривеносеменица), њих око 50.000 јестиво или на неки други начин употребиво за човека. Од овог броја данас се гаји око 7.000 врста међу којима предњачи 12 врста житарица (Kearns, 2010). Ове житарице учествују са више од 90% у укупној светској жетви.

Само три врсте житарица, кукуруз, пиринач и пшеница, чине 70% светске жетве и подмирују готово 60% калорија потребних човечанству. То значи да још увек нисмо довољно упознати са хранљивим својствима многих других биљних врста, али и да се ретко одричемо навика у исхрани. Сличан однос влада и када је у питању исхрана животињским месом. Од преко 30 врста животиња које егзистирају кроз бројне расе, 95% људске популације и даље се углавном храни свињским, говеђим, овчјим и живинским месом. Значајан удео у исхрани има и риба, при чему десет врста риба преовлађује у глобалној исхрани рибљим месом.

Традиционална пракса у вештачкој селекцији, као и савремене биотехнолошке методе, омогућиле су масовну појаву нових сорти културних биљака и раса домаћих животиња које обезбеђују више хране за човека. Међутим, све већа заступљеност савремених хибрида успорила је процес коришћења осталих биолошких ресурса. Претеране генетичке манипулације у циљу стварања продуктивнијих сорти и раса, као и претежно гајење најпродуктивнијих монокултура, довели су до ерозије генетичког материјала многих хибридних врста. Хибриди углавном имају уске еколошке валенце и показују слабију отпорност на различите утицаје спољашње средине, тако да захтевају већа улагања у њихово одржавање. Показало се да код већине нових високопродуктивних сорти долази до значајног смањење приноса у року од око пет година услед губитка имунитета на многе патогене. Због тога се решење проблема често тражи у генетичким ресурсима дивљих сродника гајених врста или у старим запостављеним сортама и расама којима се на најбољи начин може освежити испошћен генетички материјал монокултура. Управо такав облик повезаности између гајених и дивљих врста указује на значај очувања укупне биолошке разноврсности за дугорочно одржавање хранидбене основе растућег броја становника. На пример, проналазак дивљег сродника кукуруза (*Zea diploperennis*) на планинском масиву Сијера де Манантлан (*Sierra de Manantlan*) у Мексику, представљао је значајно научно откриће од практичног значаја јер се ради о изворном генетичком материјалу аутохтоног кукуруза који је једна од најважнијих врста у исхрани целокупног човечанства. Овим проналаском отвориле су се могућности освежавања испошћеног генома бројних сорти гајеног кукуруза (*Zea mays*) и стварања продуктивнијих и адаптибилнијих сорти.

Слика 41. Аутохтони кукуруз
Zea diploperennis



Слика 42. Култивисани кукуруз *Zea mays*



Као пример који указује на значај очувања биолошке разноврсности дивљих врста, може послужити и случај са култивисаним пиринчем. Наиме, када је 1970. године једна врста вируса напала поља култивисаног пиринча у Индонезији и Индији, тестирана је отпорност свих дивљих сродника пиринча како би се нашло решење за превазилажење проблема. Показало се да је на тај вирус отпоран само један аутохтон варијетет из Индије, познат науци тек од 1966. године. Захваљујући укрштању овог дивљег варијетета са култивисаним сортама пиринча, успело се на стварању сорте резистентне на вирус. Овакви примери управо указују на значај сваке врсте у којој се крије потенцијално решење за превазилажење проблема на који се може наићи током производње хране.

Изванредан практични значај биодиверзитета огледа се не само у исхрани, него и у коришћењу врста и њихових метаболита у различитим гранама индустрије (прехранбене, фармацеутске, хемијске, петрохемијске, дрвне, текстилне). На пример, 80% светске популације упућено на лекове из природе који се користе у савременој или традиционалној лекарској пракси (Chivian & Bernstein, 2008). Од првих 150 лекова који се користе у САД, 118 њих потиче од дивљих врста. Када је реч о традиционалној медицини (етномедицини), једна од најпознатијих је кинеска која користи око 5.000 врста биљака за ублажавање и излечење многих здравствених потешкоћа.

Мада се откриће пеницилина као метаболита гљивица рода *Penicillium* приписује Александру Флемингу и везује се за 1928. годину, познато је да су многи стари народи користили управо ове гљивице за спречавање инфекција. Сличних примера има широм света. У мадагаскарској етномедицини биљка *Cataranthus rosaeus* коришћена је против дијабетеса и маларије. Данас се препарати произведени од ове биљке успешно примењују за лечење дечје леукемије и малигних лимфома, а зарада од њихове продаје износи 100 милиона долара на годишњем нивоу (Karasov, 2001). Третирањем деце оболеле од леукемије екстрактом ове биљке, могуће је редуковати стопу смртности оболелих са 90% на само 10%. Оваквих примера има много. У успешном лечењу неких облика малигних тумора, улкуса, упала и оштећења ткива, значајну улогу имају флавоноиди из биљке *Maytenus buchananii* која живи у источној Африци (Tebou *et al.*, 2017). У етномедицини Уганде веома је заступљена биљка *Steganotaenia araliacea* која насељава централну и западну Африку. Она се традиционално користи за лечење запаљенских процеса, срчаних и дигестивних тегоба, али и за лечење AIDS-а. Значај ове биљке за ублажавање симптома AIDS-а потврдила је и савремена медицина, али је интересантно да је екипа доктора Мухамеда Ламорде са Макерере Универзитета у Кампали, утврдила да слично дејство имају још 103 биљне врсте западноафричког поднебља (Lamorde *et al.*, 2010).

У овом веку посебна пажња посвећује се генетичком инжењерингу који представља биотехнологију увођења „корисних“ гена одређене врсте у ћелију друге врсте – домаћина. Ћелија домаћин може бити микроорганизам, биљна или животињска ћелија. Основна улога уведених гена у ћелију домаћина је производња одређених протеина или других једињења од економског, медицинског или неког другог значаја. На овај начин могуће је конструисати нове, трансгене врсте микроорганизма, биљака и животиња које не постоје у природи. Оваквом биотехнологијом могуће је од трансгених организама направити „биолошке фабрике“ које ће производити фармацеутски важне протеине, витамине, аминокиселине, антибиотике, антитуморна једињења, антитела, хумане хормоне, пестициде, хербициде (Topisirović *et al.*, 1997). Међутим, треба имати у виду да методологија генетичког инжењерства не може зауставити или надокнадити високу стопу губитка биодиверзитета пошто молекуларни биолози не стварају нове гене. Они само врше пренос већ постојећих гена или делова гена из једне органске врсте у другу тако да суштински зависе од очувања свеукупне природне разноврсности.

Енергија дрвета, биомасе и фосилних горива такође представља значајан биолошки ресурс за снабдевање човечанства енергијом. Ова енергија потиче од енергије Сунца која је трансформисана у енергију хемијских веза огромног броја како савремених, тако и фосилних организама. У глобалним размерама, енергија дрвне масе учествује са 14% у укупној потрошњи енергије што је приближно потрошњи електричне енергије која подмирује 15% светских енергетских потреба. С обзиром да шуме трпе велики притисак услед коришћења дрвне масе као енергента, све чешће се на локалном нивоу користи примена технологије добијања енергената из осталих извора биомасе – из шумског, пољопривредног, комуналног и индустријског органског отпада.

Енергија фосилних горива (тресета, угаља, уљних шкриљаца, нафте, земног гаса), представља један од најзначајнијих извора енергије за подмиривање потреба човечанства. На годишњем светском нивоу, производња угља износи око 4,6 милијарди тона, производња нафте око $3,8 \times 10^9$ тона, производња гаса око $3,2 \times 10^{12}$ Nm², а само од извоза нафте на глобалном нивоу, ниво зараде износи 1,26 билиона долара. Међутим, са оваквом стопом експлоатације фосилних горива у односу на садашње процењене резерве, експлоатација мрког угља може трајати још 130 година, лигнита још 100 година, а нафте и гаса још само око 50 година.

До 1961. године све државе света имале више него довољно капацитета за задовољење својих властитих потреба у природним ресурсима. Међутим, до 2005. године ситуација се радикално изменила, тако да су многе државе ради задовољења својих потреба морале увозити ресурсе. Разлог за увоз био је пораст броја становника, знатно осиромашење залиха појединих природних ресурса и неодржива потрошња у најразвијенијим државама. Због тога су се појавиле идеје и пројекти за одрживије живљење утемељено на подизању јавне свести и усвајању технологије рециклирања, зелене градње и коришћења обновљивих извора енергије. Развој технологије за добијање електричне енергије из неисцрпљивих извора (соларне енергије, енергије ветра, енергије таласа, енергије плиме и осеке, геотермалне енергије), представља једну од првих одрживих алтернатива генерацији фосилних горива и нуклеарне енергије.

5.4. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ ПОДРШКЕ

Екосистемске услуге подршке обухватају стварање неопходних предуслова за неометано функционисање екосистема. У ове услуге спадају стварање земљишта, повећање његове плодности и спречавање ерозије, азотофиксација, опрашивање, разношење семена, регулација паразита и патогена.

Земљиште представља танак површински слој земљине коре који се одликује плодношћу. Оно се образује током дуготрајног распадања стена, током сложених хемијских процеса разградње минерала и узајамног деловања климатских и биотичких фактора. Органске материје у земљишту у највећој мери потичу од угинулих организама. Оне су у земљишту представљене са две фракције. Прву фракцију граде крупније честице које представљају органску резерву земљишта. Другу фракцију граде веома ситне колоидне честице – хумус и хумусне киселине. Хумус настаје током активности земљишних микроорганизама и представља непотпуно минерализоване органске остатке живих бића. Његовим стварањем и нагомилавањем, земљиште обезбеђује резерву многих биогених елемената (угљеника, азота, фосфора, сумпора, калијума, микроелемената) неопходних за развој биљака. Дакле, сви организми, фосилни и рецентни, имали су и имају кључну улогу у стварању земљишта које за биљке представља извор минералних материја и воде. Земљиште је и специфична животна средина за бројне организме који додатно повећавају његову плодност везујући азот и претварајући га у азотна једињења доступна биљкама, минерализујући угинуле организме, повећавајући његову порозност, проветреност и оводњеност. Грам плодног пољопривредног земљишта може да садржи неколико стотина хиљада бактерија, гљива, алги и протозоа које у интеракцији међу собом и са својом средином повећавају плодност и поспешују пољопривредну производњу.

У биосинтези протеина и полинуклеотида биљкама је потребан азот. Међутим, еукариотски организми не могу да усвајају атмосферски азот због јаких атомских веза у његовом молекулу (N_2 – динитроген). Способност усвајања атмосферског азота имају само поједини земљишни прокариоти, и то углавном бактерије и модрозелене алге. Ови организми живе у земљишту или у квржицама корења биљака са којима успостављају специфичне односе мутуализма. За биљке они су значајни јер имају способност азотофиксације, односно, раскидања атомских веза молекула азота, његовог усвајања и превођења у јоне амонијака (NH_4^+), а потом у јоне нитрита (NO_2^-) и нитрата (NO_3^-) који су доступни биљкама.

Даље се у биљкама азотна једињења комбинују са органским киселинама и синтетишу у аминок и нуклеинске киселине као основе за изградњу протеина и полинуклеотида. Хранећи се биљкама, животиње преузимају азотна једињења и уграђују их у сопствене протеине. Касније, у процесу распадања угинулих организама или њихових продуката, земљишне гљивице и бактерије разграђују протеине, аминок и нуклеинске киселине, и превode их у амонијак у процесу аминофиксације. Од ослобођеног амонијака и земљишних соли синтетишу се амонијумове соли које су растворљиве у води и доступне биљкама. На тај начин успоставља се цикличан ток азота који обезбеђује опстанак и повезаност организама у екосистемима.

У процесу азотофиксације бактерије родова ризобијум (*Rhizobium*) и брадиризобијум (*Bradyrhizobium*) годишње вежу око 175×10^6 тона азота. То је многоструко већа количина од годишње светске производње азотних ђубрива која износи 40×10^6 тона. На пример, у току једне вегетационе сезоне, захваљујући бактеријама азотофиксаторима, грашак везује 50 – 80 kg N/ha, пасуљ 25 – 120 kg N/ha, соја 10 – 160 kg N/ha, луцерка 65 – 440 kg N/ha, детелина 45 – 670 kg N/ha. Ако се овај процес посматра у светлу екосистемских услуга, процес азотофиксације може се изразити и кроз економску добит. На пример, земљишни азотофиксатори у процесу преводјења азота у форму доступну биљкама, у САД дају допринос од око 33 милијарди долара годишње (Alonso *et al*, 2001).

Земљишни микроорганизми и на друге начине, директно или индиректно, подржавају развој и органску продукцију биљака. Примера ради, бактерија *Azotobacter chroococcum* потпомаже усвајање не само азота, него и минералних материја, а истовремено лучи антибиотике који штите корен биљака од патогена. Бактерија *Azospirillum brasilensela* земљишту обезбеђује 30 до 50% азота, синтетише хормоне раста ауксине и цитокидине, побољшава клијавост семена, повећава имунитет и принос биљака за око 25%. Бактерије родова *Bacillus* и *Pseudomonas* повећавају растворљивост неорганских једињења фосфора око активне зоне корена и побољшавају принос биљака за 15 до 20%. Микоризне гљиве луче хемијске агенсе који биљкама чине доступним елементе попут фосфора, гвожђа, цинка, бора. Истовремено, производе антибиотике који штите корен биљака од земљишних паразита.

Пресудну улогу у стварању и очувању земљишта имају и више биљке чији коренов систем дробни матичне стене физичким, али и хемијским путем захваљујући коренским киселинама. Истовремено, коренов систем попут биоарматуре везује земљиште и спречава његову ерозију, а потом попут биосунђера акумулише земљишну влагу. Акумулисану влагу биљке постепено испуштају у атмосферу у току процеса транспирације и на тај начин климу чине много блажом.

Опрашивање биљака животињама (зоофилија), а нарочито инсектима (ентомофилија), представља још једну изванредну екосистемску услугу. Утврђено је да у процесу опрашивања учествује око 200.000 врста различитих животиња (инсеката, птица, слепих мишева, сисара). Трећину људске хране представљају биљке које опрашују дивље врсте. Колики је значај опрашивача показују примери воћњака који имају 20% већи принос ако се у њиховој близини налазе природни пашњаци са аутохтоним инсектима. На пример, аутохтони опрашивачи пољопривреди САД кроз биљни производ дају допринос од 40 милијарди долара годишње (Kibert, 1999), док је 2005. године глобална економска вредност услуга опрашивања износила 217 милијарди евра (Gallai *et al.*, 2009) што је представљало 9,5% вредности светске пољопривредне производње. Међутим, на усевима је све мање опрашивача због уништавања њихових природних станишта, претеране употребе пестицида и инсектицида, загађења ваздуха, појаве нових болести и паразита који нарочито нападају пчеле. У којој мери човек нарушава животну средину и на тај начин смањује вредност екосистемских услуга, говори податак да коришћење пестицида у САД годишње убија око 75 милиона птица, а на усевима памука умањује годишњи приход за 400 милиона долара због тровања инсеката опрашивача памука (Kibert, 1999).

5.5. ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ КУЛТУРНОГ ЗНАЧАЈА

Екосистемске услуге културног значаја обухватају мотиве, идеје и инспирацију за научни рад и стварање уметничких дела, услове за побољшање система знања и васпитања, за постављање и преиспитивање моралних принципа и естетских критеријума, за развој здравствено-рекреативних активности, за очување емоционалног и психофизичког здравља, за развој туризма, итд.

Захваљујући разуму, интелигенцији и креативности човек је око себе створио техноферу, али као биолошка врста и даље осећа потребу за контактом са изворном природом и осталим биолошким врстама. Осећај привржености природи и повезаности са другим врстама означава се термином **биофилија**. Овај термин у слободном преводу значи „љубав према животу“ а Едвард Вилсон (Wilson, 1984) је у својој истоименој књизи дефинисао биофилију као „нагон за повезаношћу са другим облицима живота“. Тај се нагон испољава кроз потребу да се бар повремено оде у природу или у парк, да се гаји собно биље, да се уређује врт, да се посети зоолошки врт, да се чувају кућни љубимци, да се фотографишу биљке, животиње и делови природе. Вилсон у својој књизи овај осећај види као дубоко укореван у биологији човека.

Услуге које се пружају свима онима који имају потребу да побегну из урбаних простора и приближе се природи, делом се могу економски валоризовати. Студија *Вредност птица* (Diamond & Filion, 1986) указује да је 86.000 радних места у Канади везано за заштиту и посматрање птица, и да годишње 16 милиона људи потроши извесну суму само за ту врсту активности. Збирно, та сума на годишњем нивоу износи 347 милиона долара. Екотуризам као једна од најбрже растућих грана туристичке индустрије, према подацима Међународног удружења за екотуризам (The International Ecotourism Society), на глобалном нивоу запошљава преко 11 милиона људи и доноси годишње приходе од 800 милијарди долара.

Поред значаја за задовољење рекреативних и психофизичких потреба, улога природних екосистема се огледа и у постављању и преиспитивању **моралних начела**. На индивидуалном нивоу, наш однос према другим бићима осликава и наш суштински однос према другим људима. То исто важи и за однос различитих друштвених група према природи и њеним ресурсима. На жалост, бескрупулозно уништавање врста и њихових станишта у борби за економску превласт, нарочито карактерише развијене државе и мултинационалне компаније које користе не само сопствене, него и биолошке ресурсе сиромашних народа који ради голе егзистенције попуштају под притисцима развијених и јаких. Данашњи ниво уништавања биодиверзитета не произилази само из незајажљивости појединих интересних група, него и из незнања, неморалности и неодговорности. Пустошењем билошке разноврсности не ускраћује се само природно право многим врстама на опстанак, него се ускраћује право и на сигурну будућност наступајућим генерацијама човечанства. Управо из овог разлога, проблем заштите биолошке разноврсности јесте и питање морала. Према Стевановићу и Васићу (2005), идеја о трајно одрживом коришћењу сваког природног ресурса, па и биолошке разноврсности, припада пре етичкој него еколошкој категорији. Данас етика глобалне цивилизације може да споји љуске врлине са еколошким знањем и образовањем, те људи делујући по савести и свести о дужности пружају безрезервну подршку одржавању, очувању и унапређењу биодиверзитета.

Колико је важно очувати биодиверзитет говори и чињеница да сваки народ у колективној свести о свом пореклу има усађен осећај везаности за свој животни, односно етнички простор за који је биолошки, егзистенцијално и историјски везан, који воли, којим се поноси, који користи, чува и брани животом као највишу суверену вредност (Stevanović & Vasić, 2005). Однос према сопственом тлу и његовим природним вредностима указује на морал и интегритет, на **културно-историјски идентитет** сваког појединца и народа коме он припада.

Уосталом, виталност неког народа или етничке групе огледа се управо кроз очуваност његовог културног идентитета који се преноси са генерације на генерацију.

Данас постоји најмање 5.000 култура (Davis, 1999) чији носиоци траже право да управљају својом будућношћу у складу са наслеђеним културно-историјским специфичностима. У те специфичности не спадају само језик, обичаји, уметност, традиција, закони и устаљени обрасци понашања, него и однос према природи. У окриљу сваке културе развијен је традиционални начин чувања и коришћења природних ресурса као битан етички образац и историјска тековина. У многим древним културама био је раширен тотемизам, веровање да су одређене животињске врсте духовни преци или заштитници народа. Такве врсте су уживале посебну заштиту локалног становништва. Код јужних Словена главни тотемски симболи су били вук и змија. Вук је сматран заштитником племена и везом са духовима предака. Змија чуваркућа представљала је првог претка фамилије или претка који се по нечему истакао. Данас је у нашим крајевима тотемизам прилично искорењен, мада се и даље многе локалне заједнице не усуђују да посеку стара стабла, такозване „записе“ из страха да ће оног ко их посече, задесити несрећа. Такође, у многим срединама код нас се задржало веровање да је „грехота“ убити ласту, а да је бела рода добродошла на сваки кров и ојак (Vasić, 2003). На Косову и Метохији се верује у чудотворну моћ косовског божура као реинкарнације косовских јунака, а у јужним деловима Србије традиционално је био заштићен орао крсташ. Он је до почетка XX века слободно прилазио селима, узимао редовни данак у живини и гнездио се на највишем дрвету у селу, такозваном „запису“. Пошто се свето дрво „запис“ називало и „крст“ јер су му мештани у кору урезивали крст, сматра се да је орао крсташ по томе и добио име у народу.

О повезаности локалних култура са природом указује и етноклиматологија – прогнозирање временских промена на основу понашања животиња. На пример, даждевњак пред кишу излази из воде, док се пред сушу враћа у воду. Жабе крекећу гласније кад пада ваздушни притисак, и на тај начин предсказују наилазак лошег времена. Кад кечиге пливају по дну и приближавају се обали, значи да пада ваздушни притисак и да долази хладније време. Ако ластавице ниско лете, падаће киша, а ако лете високо, биће ведро време. Искуствена веза са природом у многим традиционалним културама имала је позитивне ефекте на стање биодиверзитета. На пример, код неких племена широм света био је забрањен лов женки неких животиња, а делови природе као што су шуме, пећине или воде, чували су се као оазе локалних божанстава. На пример, само у Индији још увек има више од 100.000 „светих гајева“ који се чувају као уточишта божанстава и у којима данас мирно живе популације неких глобално угрожених врста.

И поред јаких антропогених притисака, и данас су присутна пространства разноврсних природних и полуприродних екосистема који се смењују у простору и стварају богату лепезу предеоних ликова. Што је већа разноврсност екосистема, то је и предеона разноврсност раскошнија. Та разноврсност није прост збир разбацаних елемената живе и неживе природе, него хармонизовано обличје природе у којој је сваки елемент сличица у складном мозаику облика, појава и боја. Очувани делови природе одликују се лепотом која код човека подстиче осећај пријатности, дивљења, спокоја и усхићења, нарочито кад се изађе из сивила града. У разноврсности и складу природних и полуприродних предела човек задовољава своје **естетске потребе**, гради критеријуме за лепоту и склад, добија инспирацију за креативне делатности, нарочито у сфери уметности.

Природа је једна од најчешћих инспирација у ликовној, литерарној, музичкој уметности. Још је праисторијски човек у пећинама сликао животиње из свог окружења, а своју музику стварао опонашајући звуке из природе. Врсте из природе често су представљале мотиве за традиционалну орнаментику, за израду накита или новчаница. За време Перикла у V веку п.н.е. коване су сребрне тетрадрахме на којима се налазила кукумавка, маскота богиње Атине, што није била ретка појава с обзиром да су се и пре, и после тога у античкој Грчкој могли видети новчићи са мотивима из биљног и животињског света (корњача, пчела, срндаћ, лав, коњ, палма, пшеница...). Интересантно је да је у САД од 1913. до 1938. године кован новчић од 5 центи који је на једној страни имао угравирану главу Индијанца, а на другој страни америчког бизона. Новчић је дизајниран у време када су та два симбола северноамеричког копна постала критично угрожена. Тешко је наћи бољи пример или чак модел паралелне угрожености културног и биолошког диверзитета под дејством сличних чинилаца (Vasić, 2003).

Слика 43. Кукумавка на тетрадрахми



Слика 44. Бизон и Индијанац на америчкој кованици



Поједини елементи биолошке разноврсности често прерастају у симболе одређених народа и њиховог животног простора. На пример, на застави Канаде налази се лист јавора, на застави Етиопије налази се лав, на застави Уганде налази се крунасти ждрал, на застави Мексика су кактус, орао и звечарка у његовом кљууну, на застави Србије налази се орао крсташ који је красио и грб Немањића, а пре тога штит старословенског бога витеза Геровита, заштитника слабих и немоћних.

Бројна освајања, колонизације и потчињавања аутохтоног становништва широм света доводила су до промена у културним обрасцима и односу према природи, али и до осиромашења биолошке разноврсности. Сличан притисак на локалне културе има и данашњи процес глобализације који води ка уништавању специфичних култура малих народа и смањењу културног диверзитета. Све је очигледније да ерозију биолошке разноврсности прати и ерозија разноврсности локалних култура, а оно што угрожава локалне културе угрожава и јединствене и непоновљиве начине живљења и обрасце односа према природи (Dankelman & Ramprasad, 1999). Због тога је однос према природи сопственог завичаја, врхунска културно-историјска обавеза сваког појединца и народа.

Ако се вратимо на део екосистемских услуга које се могу материјално валоризовати, треба поменути студију *Економија екосистема и биодиверзитета* (ТЕЕВ, 2010). Према овој студији, успостављање планетарне мреже заштићених подручја која би покривала 15% копнених и 30% морских екосистема, коштала би око 45 милијарди долара. У ову цифру укључени су трошкови ефективног управљања, компензација за директне и индиректне трошкове и куповину земљишта. Међутим, ова заштићена подручја пружила би екосистемске услуге и добробит човечанству у вредности од преко 4,4 трилиона долара, што је скоро 1.000 пута већа вредност од инвестирања у њихову заштиту.

5.6. ЕКОЛОШКИ ОТИСАК

Све бржа потрошња природних ресурса захтева успостављање мера за одрживост ради постављања циљева и примене стратегије управљања ресурсима и економијом. Једна од квантитативних мера одрживости је такозвани еколошки отисак.

Еколошки отисак представља поређење потреба човечанства са регенеративним капацитетом екосистема. Регенеративни капацитет (биокапацитет) екосистема изражава се кроз површину биолошки продуктивног земљишта неопходну за обезбеђивање обновљивих ресурса који се користе, као и одрживо поступање са насталим отпадом. Захтев за обновљивим ресурсима и биокапацитет који представља расположивост обновљивих ресурса, изражавају се кроз глобални хектар (gha).

Посматрано кроз потрошњу одређених обновљивих ресурса, могуће је исказати поједине параметре еколошког отиска. Навешћемо само неке од њих:

- **отисак угљеника** (Carbon uptake footprint) подразумева површину шума потребну за апсорпцију CO₂ насталог сагоревањем фосилних горива током индустријских и хемијских процеса (изузимајући количину коју апсорбују океани);
- **шумски отисак** (Forest footprint) представља површину шума потребну да се подмире потребе у огревном дрвету и свим врстама дрвних сортимената;
- **отисак воде** (Water footprint) представља количину воде потребне за задовољење свих људских потреба (за пиће, производњу и прераду хране, комуналне потребе, индустрију, енергетику, итд.);
- **пашњачки отисак** (Grazing land footprint) представља површину пашњака неопходну за узгој стоке са циљем добијања меса, млека и млечних производа, јаја, коже, вуне, итд.;
- **отисак усева** (Cropland footprint) подразумева површину усева неопходну за исхрану људи, стоке и индустријску производњу;
- **отисак рибарства** (Fishing grounds footprint) подразумева примарну продукцију рибљег фонда неопходну да се надокнади излов рибе и морских плодова.

Приликом израчунавања еколошког отиска полази се од следећих претпоставки:

- највећи део укупне количине ресурса које људи користе, и отпада који при томе настаје, могуће је квантификовати и пратити им ток;
- значајан део токова ових ресурса и отпада могуће је измерити у светлу биолошки продуктивне површине неопходне за њихово одржавање или враћање у природне циклусе кружења материје;
- оцењивањем биопродуктивности свих површина, различите врсте површина конвертују се у заједничку јединицу под називом глобални хектар (gha), односно, хектар са просечном светском биопродуктивношћу;
- људске потребе и захтеви представљени кроз еколошки отисак, могу се директно поредити са могућностима природе, односно, биокапацитетом, онда када се обе ове величине изразе у глобалним хектарима;
- површина неопходна за задовољење захтева човечанства може премашити расположиву површину у случају када захтеви према одређеним екосистемима превазилазе њихов регенеративни капацитет.

Могуће је да у кратком временском периоду обим коришћења обновљивих ресурса буде већи од биокапацитета екосистема. У том случају долази до **еколошког прекорачења**. На пример, могуће је изловљавати рибу или крчити шуме брже него што се ови ресурси могу обновити и достићи претходну масу баш као што је могуће са банковних рачуна подизати средства и преко одређеног лимита, али ће услед такве потрошње камате бити знатно веће. У случају недостатка сопствених националних ресурса, многи производи и услуге долазе из увоза, што значи да се често користе одређени обновљиви ресурси из држава код којих није дошло до еколошког прекорачења.

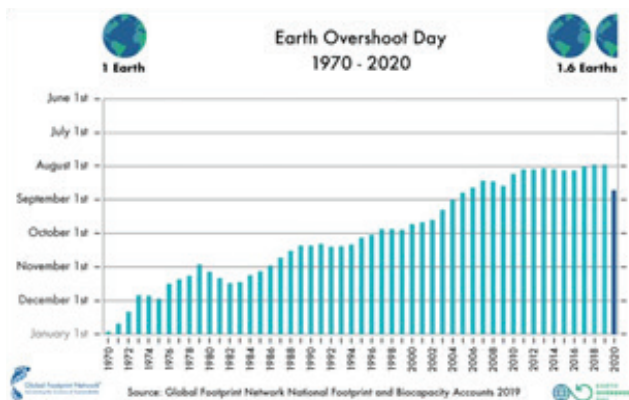
Помоћу еколошког отиска могу се добити важни подаци о нашем односу према природи. Током 70-их година XX века човечанство је прекорачило линију на којој је годишњи еколошки отисак био једнак годишњем биокапацитету Земље. То значи да се тада почело са коришћењем обновљивих ресурса бржим темпом него што их екосистеми могу регенерисати, и ослобађањем CO₂ више него што га екосистеми могу апсорбовати.

Дан еколошког дуга означава датум када годишња потражња човечанства према обновљивим природним ресурсима премашује биокапацитете Земље да се регенеришу у тој години. Овај датум 2020. године био је 22. августа. То значи да смо обновљиве ресурсе које је требало трошити до 31. децембра, потрошили већ 22. августа текуће године, односно, да тренутно на глобалном нивоу користимо ресурсе 1,7 пута брже него што екосистеми могу да их регенеришу. Дакле, користимо еколошке услуге 1,7 планете Земље иако имамо само једну планету. Трошкови овог еколошког прекорачења видљиви су кроз нестајања шума и плодног земљишта, кроз губитак биодиверзитета, кроз дефицит воде за пиће, кроз гомилање угљен-диоксида у атмосфери, итд. Процена је да уколико наставимо са оваквим начином живота, 2030. године потрошња ресурса биће 2 пута бржа од њихове регенерације. Што се Србије тиче, тренутно трошимо ресурсе 1,82 пута брже него што их наши екосистеми могу обновити.

Слика 45. Еколошки отисак 1961. и 2020. године



Слика 46. Дани еколошког дуга од 1970. до 2020. године



Ако се упореди еколошки отисак 2019. и 2020. године, очигледан је утицај вируса COVID-19 на потрошњу ресурса широм света. Наиме, као што је речено, еколошко прекорачење 2020. године десило се 22. августа, три недеље касније него 2019. године (Global Footprint Network, 2020). Ово померање датума указује да смо 2020. године потрошњу ресурса смањили за 9,3% у односу на претходну годину што се није десило већ 50 година. Разлог је опадање привредних делатности, интензитета саобраћаја, туристичких путовања и других активности услед пандемије која је знатно смањила покретљивост људи.

Ако гледамо у будућност, два основна правца у смањењу негативног утицаја човека на природу су управљање природним екосистемима и управљање људском потрошњом ресурса. Херман Дали (Daly, 1990) у том смислу предлаже три критеријума еколошке одрживости:

- 1) обновљиви ресурси требали би осигурати одрживе приносе (стопа бербе не би смела прећи стопу регенерације);
- 2) за необновљиве ресурсе требао би постојати еквивалентан развој обновљивих супституената;
- 3) генерација отпада не би смела прећи асимилацијске капацитете екосистема при чему се индустријски отпад може третирати као економски ресурс на погрешном месту.

6. УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА

6.1. ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА

Човек је од самог почетка своје биолошке и културне еволуције утицао на друге врсте и њихова природна станишта. На почетку холоцена тај утицај био је подношљив јер људи је било мало, а природа је имала велики регенеративни капацитет. Временом, са развојем пољопривреде, са технолошким напретком, са повећањем броја светског становништва, развојем индустрије и све интензивнијом експлоатацијом природних ресурса, природа је постајала све рањивија. Данас на жалост, можемо да констатујемо да се укупан биолошки диверзитет налази у фази стрмоглаве ерозије. Који то фактори утичу на губитак биодиверзитета? Има их много, и сви су повезани узрочно-последичним везама. У овом уџбенику навешћемо основну групу фактора који су претња биолошкој разноврсности Пленете. То су:

- експоненцијални раст светског становништва;
- све интензивнија експлоатација природних ресурса кроз многе привредне гране;
- енормно загађење воде, ваздуха и земљишта;
- прекомерна експлоатација врста;
- утицај инвазивних врста.

Сви наведени фактори данас утичу на угрожавање и физичко нестајање биолошких врста и њихових природних станишта која су им неопходна као пребивалишта и склоништа, места за налажење хране, воде, партнера за размножавање, за подизање младунаца или за клијање семена и спора. Где год се окренемо можемо приметити различите антропогене утицаје који доводе до:

- губитка станишта;
- фрагментације станишта (појаве просторног дисконтинуитета станишта);
- изолације станишта (стварања све већих препрека између исфрагментисаних станишта);
- деградације станишта (промене изгледа, састава, структуре и функције станишта).

Овакве промене у природи сужавају и мењају животни простор већини дивљих врста и доводе у питање њихов опстанак. Најдрастичнији облик деловања на живи свет је уништавање, односно, губитак природних станишта. У данашње време уништавање станишта представља основни фактор ризика за чак 83% угрожених врста (Sharrock & Jines, 2009). На пример, пре доласка Британаца у Аустралију 1788. године, на овом континенту је живело око 10 милиона коала, док их данас због уништења шума са високим дрвећем има мање од 45.000 хиљада. На жалост, пожар који је харао Аустралијом 2019. године довео је до угинућа преко 480 милиона животиња, а међи њима и око 25.000 коала (Dickman, 2020).

Фрагментација, изолација и деградација станишта такође представљају пут који води ка нестајању врста јер на оваквим стаништима долази до поремећаја структурне и функционалне стабилности свих компоненти екосистема. У абиотичко-биотичке промене станишта под утицајем човека спадају промена микроклиматских услова, поремећаји водног режима, појаве бујица, клизишта, ерозија или лавина, губитак земљишта, губитак адекватних склоништа, поремећаји популационих односа и слободне флукуације гена, смањење биопродукције и расположиве хране, дестабилизација трофичких односа, најезда паразита и инвазивних врста.

Врло је јасно да се човек не може одрећи коришћења природних ресурса, међутим, оно би морало бити стратешки испланирано у складу са политиком дугорочног просперитета људских заједница, очувања биодиверзитета и укупне биосфере. Сведоци смо да је данас често на делу:

- одсуство глобалног консензуса по питању животне средине,
- масовна појава прекомерног коришћења ресурса ради енормног богаћења појединаца, интересних група или компанија,
- недовољно изграђени правни и безбедносни механизми,
- низак ниво јавне свести,
- недостатак базе знања и капацитета за промену односа према биодиверзитету.

6.2. РАСТ СВЕТСКОГ СТАНОВНИШТВА И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Биолошки, културни и технолошки пут развоја савременог човека одвијао се поступно преко хоминоидне линије примата почев од аустралопитекуса (*Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*) који се појавио пре 3,7 милиона година, потом вештог човека који се појавио пре око 2,3 милиона година, усправног човека (*Homo erectus*) који се појавио пре око 1,8 милиона година, неандерталског човека (*Homo neanderthalensis*) који се појавио пре око 230.000 година, до кромањонског човека (*Homo sapiens fossilis*) који се као директан предак савременог човека (*Homo sapiens sapiens*) појавио пре око 130.000 година. Овај праисторијски период трајао је од настанка првог оруђа и оружја, па до појаве првих писама. У зависности од ког су материјала и на који начин праисторијски људи израђивали оруђе и оружје, култура и технологија праисторије дели се на четири доба:

- старије камено доба (палеолит);
- средње камено доба (мезолит);
- млађе камено доба (неолит);
- метално доба (бакарно, бронзано и гвоздено).

Старије камено доба или **палеолит** трајало је од пре 2,3 милиона година до завршетка леденог доба. Праисторијски људи овог периода живели су номадским начином живота. Склањали су се у пећине, користили су ватру да би се загрејали, овладали су језиком, ловили су у већим групама које су имале вође. Оруђе, инструменте и уметничке предмете израђивали су од камена, костију, рогова и глине. У лову су користили камена сечива, копља, коштане удице, бодљикаве харпуне. Правили су коштане игле којима су шили одећу од коже, накит, кожне чамце, уметничке предмете и прве музичке инструменте.

Средње камено доба или **мезолит** трајало је веома кратко, од краја леденог доба до појаве сточарства и земљорадње. Праљуди овог доба и даље су већином живели у пећинама, али је било и оних који су почели да формирају привремене насеобине на обалама река, језера и мора. За лов су користили оруђе од дрвета и камена, а као нови предмети појавили су се секире, мреже, клопке. Опстанак им се углавном заснивао на сакупљању биљака, лову и риболову. Међутим, постепено је почео да се мења однос према појединим животињама и биљкама. Све је чешћа била пракса управљања крдима дивљих животиња што се првенствено манифестовало кроз селективни лов.

Млађе камено доба или **неолит** трајало је од појаве сточарста и земљорадње, па до појаве првих писама. Почетак неолита у различитим крајевима света везује се за различите временске периоде с обзиром да се прелазак на пољопривредну производњу одвијао постепено. На Блиском истоку пре око 11.000 година п.н.е. припитомљене су овце и козе, а пре 8.500 година п.н.е. и говеда. На истом подручју пре око 8.500 година почели су да се гаје пшеница са два зрна, јечам, раж, лан, грашак, леблебија, пистаћи. У Средњој Европи пре 5.000 година п.н.е. гајили су се пшеница, јечам и лан, а у Јужној Европи пре 4.000 година п.н.е. маслина, винова лоза и смоква. У Кини су пре 6.500 година п.н.е. почели да се шире усеви пиринча на југу, и усеви проса на северу. На подручју Средње Америке први усеви кукуруза, парадајза и авокада појавили тек пре око 2.700 година п.н.е., а на Андима прве површине под кромпиром пре 2.500 година п.н.е. (Ponting, 2009). Почетак развоја пољопривреде утицао је на подизање сталних насеобина. Људи су углавном живели у земуницама и сојеницама, производили су предмете од печене глине, а камена оруђа су глачали и полирали. Пољопривредна производња и сигурне залихе хране утицали су на повећање породица. Ширење усева довело је и до првих већих обешумљавања.

Метално доба које је означено и као **стари век** започело је појавом првог писма. Било је то клинасто сумерско писмо које се појавило пре 3.600 година п.н.е. Његов крај обележио је пад Западног римског царства у V веку наше ере. У овој етапи културне еволуције човечанства обележеној робовласничким уређењем, почели су да се развијају рударство и металургија. На почетку металног доба оружје и оруђе су се правили од бакра (**бакарно доба**), потом од бронзе (**бронзано доба**), и на крају, пре око 900 године п.н.е., од гвожђа (**гвоздено доба**). Топљење руда захтевало је додатну количину дрвне масе. Потражња за ресурсима и размена добара и услуга довела је до појачаних кретања, развоја трговине и морепловства.

Средњи век је део европске историје који је трајао од V до XV века када је дошло до пада Цариграда. Било је то време феудализма, даљег развоја пољопривреде, рударства, занатства. Ради ширења обрадивих површина и пашњака, шуме су крчене, а мочваре исушиване све већом брзином. За обраду земљишта уместо дрвених, све су се чешће користиле гвоздене алатке. Експлоатација угља, руда гвожђа, сребра, злата, олова, бакра, и других метала, била је све интензивнија, као што се све више користила енергија воде за рад воденица и енергија ветра за рад ветрењача.

Нови век који је трајао од краја XV до почетка XX века, односно, до завршетка Првог светског рата, обележила је колонизација свих континената од стране Европљана, а потом технолошки развој, индустријска и аграрна револуција. Прва индустријска револуција трајала је од друге половине XVII до средине XIX века. У овом периоду најзначајнији је био изум парне машине коју је 1764. године усавршио Џејмс Ват. Проналазак парне машине изазвао је велики преокрет у прерађивачким делатностима. Мануфактурна производња замењена је индустријском, а парне машине су брзо нашле примену не само у индустрији, него и у рударству и саобраћају. У XVIII веку конструишу се први пароброди и локомотиве. Машине које су користиле водену пару као погонско средство морале су бити од гвожђа, тако да је нагло порасла потражња за гвозденим рудама и угљем. У време прве индустријске револуције дошло је до промена и на селу. У XIX веку одиграва се аграрна револуција коју су обележили замена ручне обраде земљишта машинском обрадом, вештачка селекција и производња вештачких ђубрива. Резултат ових промена у пољопривредној производњи био је вишеструко повећање производње хране, укидање феудалних односа и јачање улоге приватних предузетника. Многа се сеоска домаћинства нису успела одржати у новим тржишним условима, па су људи са села постајали најамна радна снага на великим поседима или су прелазили у градове и запошљавали се као радници у фабрикама. Након прве, средином XIX века десила се и друга индустријска револуција. У САД је 1859. године откривен први извор нафте, Николаус Ото је 1871. године конструисао бензински мотор са унутрашњим сагоревањем, Грејам Бел је 1876. године направио први телефон, Томас Едисон је 1879. године изумео прву електричну сијалицу, а Никола Тесла је 1887. године конструисао мотор на изменичну струју и трансформатор за јефтиније преношење електричне енергије. Такође, разрађена је методологија за производњу челика, долази до низа капиталних открића у природним и медицинским наукама. Овакви услови довели су до експлозије становништва и до тад невиђеног индустријског, технолошког и научног развоја који је настављен и у нашем, **савременом добу**.

Индустријска и аграрна револуција утицале су на брз пораст бројности становништва. На основу релевантних показатеља, претпоставља се да је непосредно након завршетка леденог доба пре око 11.000 година, на Земљи живело око 3 милиона људи. Од периода развоја примитивне пољопривреде па до старог века, светско становништво је нарасло на око 15 милиона. На почетку XV века већ је било 500 милиона људи, а на почетку XVIII века 1 милијарда. До 1900. године било је готово 2 милијарде људи, 2000. године готово 6 милијарди, а 2019. године преко 7,75 милијарди.

Овакав експоненцијални раст становништва довео је до експоненцијалног раста заузимања природних станишта и потрошње ресурса. Због тога су различите појаве деградације животне средине попримиле узнемишавајуће размере.

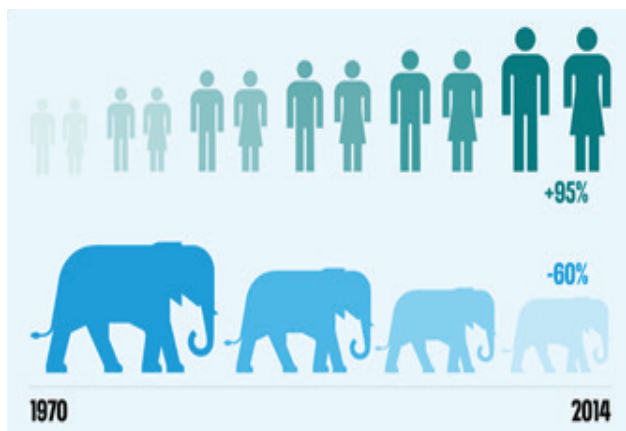
Према *Ревизији службених процена и пројекција становништва УН* (2008), предвиђа се да ће светско становништво до 2050. године достићи цифру од 9 милијарди, а да ће се пик од око 10 милијарди догодити 2070. године. Иза тога требао да уследи лагани пад на 8,4 милијарде до 2100. године. Овај пад могуће је остварити једино смањењем стопе наталитета, првенствено кроз планирање породице у свим деловима света.

Како је бројност становништва утицала на коришћење ресурса, говори податак да се због експоненцијалног раста становништва у другој половини XX века у односу на прву половину, производња хране утростручила, коришћење енергије учетворостручило, а свеукупна економска активност упетостручила. До 1961. године све државе имале су више него довољно капацитета за задовољење својих властитих потреба. Међутим, до 2005. године ситуација се радикално изменила, тако да су многе државе ради задовољења својих потреба морале увозити ресурсе. Разлог за увоз био је пораст броја становника, знатно осиромашење залиха појединих природних ресурса и неодржива потрошња у развијенијим државама. Овакав ниво притисака на природне ресурсе неминовно је довео до низа негативних ефеката на животну средину и до урушавања биолошке разноврсности.

Слика 47. Темпо раста броја становника на Земљи



Слика 48. Однос између броја становника и популација сисара



6.3. ПРИВРЕДНИ РАСТ И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Експоненцијални раст светског становништва и све већа потреба за храном, водом и осталим природним ресурсима, довели су до снажног привредног раста у глобалним размерама. Развој пољопривреде, шумарства, рударства, енергетике, индустрије, грађевинарства, саобраћаја, туризма и других привредних грана, директно утичу на стање биодиверзитета, укупне природе и животне средине.

6.3.1. Пољопривреда и биодиверзитет

Пољопривреда је привредна делатност која се дели на две основне гране - земљорадњу и сточарство. За обављање ових делатности користе се пољопривредна земљишта у која спадају њиве, повртњаци, воћњаци, виноград, ливаде, пашњаци, рибњаци, трстици, мочваре.

Према подацима Организације за храну и пољопривреду (Food and Agriculture Organization of the UN –FAO), 2011. године под пољопривредним земљиштем било је 38,4% површине светског копна. Од ове површине 68,4% (26,3% површине копна) налази се под пашњацима, 28,4% (10,9% површине копна) налази се под редним усевима, 3,1% (1,2% површине копна) налази се под трајним усевима као што су воћњаци и виноград.

Због све веће потребе за храном, у последњих 300 година површина пашњака увећала се 680%, а површина ораница за 560%. Овај процес текао је упоредо са смањивањем површина природних екосистема. Површина природних травнатих екосистема смањена је за 43%, а површина шумских екосистема за 22%. Остатак уништених природних екосистема односи се на влажна станишта и остале типове екосистема. (Ponting, 2009). На тај начин директно су уништена природна станишта и популације многих врста.

Поред тога што се ширењем пољопривредних површина уништавају природни екосистеми, пољопривреда и индиректно утиче на урушавање биолошке разноврсности. На пример, светска потрошња вештачких ђубрива 2015. године износила је 245.770.000 тона (FAO, 2017). Најмање половина тог ђубрива спира се из земљишта и одлази у водене екосистеме где драстично нарушава квалитет воде и директно утиче како на водене, тако и копнене организме.

Према проценама Међународног панела за климатске промене (IPCC), из пољопривредне делатности води порекло и до 30% гасова који повећавају ефекте стаклене баште. Генерално, где год је виши ниво бактеријске анаеробне ферментације органских материја, ту се и интензивније ослобађају гасови стаклене баште, првенствено угљен-диоксид и метан. У пољопривреди ови процеси се дешавају током анаеробног разлагања отпада биљног и животињског порекла, разлагања стајског ђубрива, процеса варења преживара, процеса разлагања органских материја на мокрим пољима пиринчаних култура, итд.

Када је о Србији реч, према *Просторном плану Републике Србије 2010 – 2020*, под пољопривредним земљиштем налазило се 63,7% територије (у Војводини 82%). У процесу ширења пољопривредних површина, на хиљаде међусобно повезаних биљних и животињских врста замењено је појединачним култивисаним врстама (монокултурама). На тај начин, трофички односи су сасвим поједностављени. У Србији, као и у свету, агробиоценозе су настале уништавањем природних екосистема. Током њиховог ширења највише је страдао храстов појас низијских и брдских делова Србије, затим барски системи дуж Јужне и Велике Мораве, десне обале Саве, доњег тока Дрине, као и широка барска и ритска подручја Војводине од којих су данас преостали мањи барски екосистеми. Ови екосистеми постали су изоловани, без могућности дренажања, окружени пољопривредним површинама са којих се у њих сливају органске материје, вештачка ђубрива, хербициди, фунгициди, пестициди. Због тога су њихове воде лошег квалитета, а убрзан процес еутрофикације доводи у питање опстанак многих биљних и животињских врста.

Поред ратарства, и сточарство је знатно утицало на деградацију природних екосистема како у равничарским и брдским, тако и у планинским подручјима. Ради ширења пашњачких површина шуме су вековима сечене и паљене. Највише је страдао појас жбунастог високопланинског бора (*Pinus mugo*), букве, смрче, мунике и молике. Уништавањем овог појаса нестали су многи јединствени екосистеми са обиљем ендемореликтних врста. Ширењем пашњака на рачун шума активирани су бројни деградациони процеси попут промене структуре земљишта, одрона, клизишта, ерозије, лавина, поремећаја водног режима. Сточарство је имало негативне последице и на природне ливаде и пашњаке. На њима је изражена антропозоогена селекција јер стока пасе само одређене биљне врсте којих је временом све мање. На тај се начин мења флористички састав и структура пашњака на којима су све веће површине под биљкама које стока избегава. Крајњи деградациони облик данашњих пашњака је такозвани *Nardetum* тип пашњака. То су пашњаци на којима је постала доминантна трава тврдача (*Nardus stricta*).

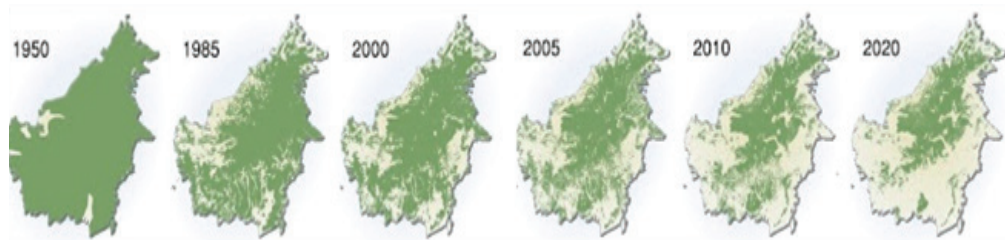
6.3.2. Шумарство и биодиверзитет

Шумарство је грана привреде која се бави подизањем, гајењем и искоришћавањем шума. Међутим, у глобалним размерама, у газдовању шумама често преовлађује њихово искоришћавање. Масовне су и појаве чистих сеча шума услед пренамене шумских површина. Основни разлози чистих сеча су пре свега ширење пољопривредних и урбаних површина, инфраструктурних објеката, а потом развој рударства, енергетике, индустрије, водопривредне, туризма и других привредних грана које за развој захтевају све већи простор и све више ресурса. Значајан део шума крчи се и ради снабдевања дрвном масом као огревом или индустријском сировином. Нека истраживања показују да пољопривреда и коришћење дрвне масе имају највећи утицај на обешумљавање. Пољопривреда, нарочито ширење пашњака ради узгоја стоке, има удела у чак 48% обешумљавања, а сеча ради коришћења дрвне масе у 26% обешумљавања.

Нестајање шума добрим делом изазвано је и пожарима. Мањи број њих је спонтан и најчешће настаје због специфичних временских услова. Већи број пожара изазван је немаром или са намером како би се уништавањем шума безболније извршила конверзија шумског у други тип земљишта, најчешће пољопривредно. Највећи број шумских пожара забележен је у тропским и суптропским шумама Јужне Америке и Аустралије, као и у тајгама Канаде и Русије. Процена је да су пожари узрок нестајања 23% шумског покривача (Harris *et al.*, 2018).

У данашње време најјаче антропогене притиске трпе тропске кишне шуме које представљају сам центар биодиверзитета, а потом и тајге на северу Евроазије. На пример, у Обали Слоноваче данас расте тек четрдесети део некадашњих шума, у Нигерији је преостала једна седмина, на Хаитију једна десетина (Ponting, 2009). У глобалу, у протеклих 50 година посечено је преко 50% тропских кишних шума. Према Вилсону (Wilson, 2005), уколико се уништавање тропских шума настави овим темпом, за неколико деценија остаће само 10% очуваних и 10% деградираних шума овог типа. Осталих 80% тропских шума биће потпуно искрчено, а са њима ће нестати стотине хиљада јединствених врста. Овакав сценарио би довео не само до драстичне ерозије биодиверзитета, него и до додатних поремећаја у већ дестабилизованој биосфери.

Слика 49. Процес обешумљавања Борнеа



Када говоримо о значају шума, треба имати у виду да тропске шуме акумулишу 30% копнених вода наше планете, што је од огромног значаја ако се има у виду да 38% становништва неразвијених земаља нема приступ питкој води. Њиховим, али и нестанком свих других типова шума, не ремети се само водни режим копнених и водених станишта, него се мења и клима појединих подручја. На пример, услед обешумљавања делова северне и северозападне Кине, у периоду од 1950. до 1980. године просечна сума годишњих падавина смањила се за трећину (Wilcox *et al.*, 2020). Због крчења шума ерозија земљишта достигла је ниво од 25 билиона тона годишње, а у атмосфери се задржава 1,5 милијарди тона угљеника више, односно око 20% гасова који појачавају ефекте стаклене баште (Marcoux, 2020).

Почетком XIX века шуме су обрастале близу 80% територије Србије (Aleksić & Vučićević, 2006). Након тога покренуто је интензивно обешумљавање тако да су половином XX века шуме сведене на само 21,4%. Према *Националној инвентури шума Републике Србије* из 2009. године, шумовитост Србије данас

износи 29,1% што је чини средње шумовитом земљом. Њена шумовитост слична је светској која износи 31%, али је нижа од европске која достиже 46%. Најмање шума је у Војводини, свега 6,5%, што овај део Србије чини најобешумљенијим подручјем Европе. У *Просторном плану Републике Србије 2010 – 2020*, постављен је циљ да се пошумљавањем на територији целе државе достигне оптимална шумовитост од 41,4%. У Војводини површине под шумама требало би да се повећају на 14,32%. На жалост, у назначеном временском року, овај циљ ни приближно није достигнут.

Основни разлози уништавања шумских екосистема у Србији су коришћење дрвета за огрев и грађу, ширење пољопривредних и урбанизованих површина, развој инфраструктуре, нарочито саобраћајне, потом ширење туристичких центара и туристичке инфраструктуре, ширење рударских, енергетских, индустријских и других привредних објеката, итд. Сваке године у Србији се бесправно посече 17.000 кубних метара дрвета, што значи да сваке године на тај начин изгубимо приближно 100 хектара шуме.

Са нестајањем шума и код нас су покренути многи штетни процеси као што су осиромашење биолошке разноврсности, поремећаји локалних климатских прилика и водног режима, бујични и поплавни таласи, ерозија, клизишта, губитак земљишта. Данас је око 25-30% територије Србије потенцијално угрожено клизиштима, док је око 90% земљишта захваћено ерозијом различитог интензитета. На пример, због јаке ерозије Велика Морава за 24 сата транспортује око 1.300.000 кубних метара муља у коме је депоновано 850 тона азота и други биогени елементи (*Просторни план Републике Србије 2010 – 2020*).

6.3.3. Урбанизација и биодиверзитет

Урбанизација представља прираст становништва и повећање површине и броја градова који по својој структури представљају трајна људска насеља. Ова насеља углавном се састоје из урбане и субурбане (приградске) зоне. У овим вештачким екосистемима присутни су првенствено објекти за становање, а поред њих и објекти намењени административним, комуналним, здравственим, образовним, културним, верским, спортским, рекреативним, услужним, индустријским и другим делатностима. Ове објекте прате и инфраструктурни садржаји који омогућују кретање људи, робе, воде, енергије, отпада и информација.

У прошлости урбанизација није имала претерано велике размере све до индустријске и аграрне револуције у XIX веку. Тако је на пример, 1800. године у градовима живело само 3%, а 1900. године око 14% светског становништва. Међутим, 2000. године тај број је нарастао на 47%. Према подацима Уједињених нација (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2018), 2018. године у градовима је живело 55% светске популације, а до 2050. године тај број ће порасти на 68%. Ширење градова и појава мегалополиса данас је феномен директно повезан са експлоатацијом фосилних горива и појавом друштава са сложеним комерцијалним пословањем, зависних од енормне потрошње енергије. До 2018. године у свету је постојало 598 градова са 500.000 до милион становника, 548 градова са најмање једним милионом становника, 467 градова са бројем становника од једног до пет милиона. Још већих градова, са преко пет милиона становника било је 48, док је градова са више од 10 милиона становника (мегаградова) било 33.

Када је о Србији реч, последњим пописом из 2011. године утврђено је да у нашој држави живи 7,12 милиона становника. Становништво је концентрисано у 243 градска и нешто преко 5.000 сеоских насеља. Сва ова насеља су се развила у различитим историјским епохама на рачун природних екосистема или пољопривредног земљишта.

Најтежа последица урбанизације по укупну биолошку разноврсност је потпуно уништење природних екосистема, прогон дивљих врста са њихових исконских пребивалишта или још чешће, њихово физичко истребљење. Такође несагледиве последице на биодиверзитет остављају фрагментисање и изолација природних станишта и популација дивљих врста првенствено развојем путне и друге инфраструктурне мреже. На тај начин, једна популација се вештачки раздваја на мање изоловане популације са погоршаним станишним условима и често немогућношћу контакта, слободног размножавања и протока гена.

Додатни притисак на живи свет и његова станишта представљају различите пропратне појаве урбанизације, првенствено загађење воде, ваздуха и земљишта гасовитим, течним и чврстим отпадом као последице присуства великог броја људи на малом простору и развоја делатности које подржавају њихово функционисање. Посебан проблем за природу представљају вештачки неразградиви или споро разградиви материјали. Загађење је праћено и другим појавама као што су промене морфологије терена, промене климатских, хидролошких и земљишних услова, повишен ниво буке.

Дивље врсте које су и поред оваквих услова остале у урбаним срединама припадају такозваној **синурбаној флори и фауни**. Другачије се називају **синантропне врсте** (гр. *syn* - заједно са, *anthropos* - човек) јер живе у близини човека где проналазе услове за живот – склоништа и храну, а ако је реч о биљкама, потребна азотна једињења у земљишту.

Синантропне биљне врсте обично представљају остатке некадашње аутохтоне дивље флоре. То могу да буду и култигене (коровске) биљке које се шире на култивисаним земљиштима и **рудералне** биљке које се шире на различитим антропогено измењеним стаништима. Многе од њих пренете су намерно или ненамерно од стране човека и у том случају називају се **антропофите** (гр. *antropos* – човек, *phyto* – биљка). Неке од антропофита представљају **инвазивне врсте**.

Дивље животиње које припадају синурбаној фауни представљају:

- случајне уљезе које су у потрази за храном, бежећи од поплава или услед губитка оријентације, случајно залутале у њима неприродну средину;
- животиње код којих је дошло до синантропизације, односно, које су се прилагодиле условима града;
- животиње које опстају у преосталим фрагментима природних екосистема или вештачким зеленим површинама.

Ове животиње углавном се јављају у малим, исфрагментисаним и нестабилним популацијама. То су ситније врсте које проналазе микростаништа у којима могу задовољити основне животне потребе (мишеви, пацови, јежеви, врапци, голубови, ветрушке, вране, фазани, слепи мишеви, инсекти...). У синантропне врсте убрајају се и **антропофили** (гр. *anthropos* - човек, *philia* - љубав), животиње које су у најтешњој вези са човеком првенствено због исхране. Обично су то животиње које се хране људском крвљу или епителом: комарци, стенице, вашке, буве, гриње...

6.3.4. Водопривреда и биодиверзитет

Водопривреда је делатност којом се на интегралан начин управља водама и спроводе припадајуће услужне делатности. Управљање водама обухвата:

- коришћење вода (за водоснабдевање становништва, пољопривредну производњу, производњу електричне енергије, индустрију, привреду, пловидбу, рекреацију);
- заштиту вода (контролу квалитета вода и изворишта водоснабдевања, заштиту од загађења, пречишћавање);
- заштита од вода (од поплава, бујица, одрона, клизишта);
- уређење водотока и других водних тела (мелиорацију, стабилизацију и уређење обала, насипе, канале).

Управљање водама представља веома одговорну делатност јер питка и лако доступна копнена вода чини свега 0,014% укупног водног потенцијала наше планете. И ова количина могла би да подмирује потребе укупног светског становништва када би се водама управљало рационално и када би се елиминисали сви они негативни чиниоци који ремете хидролошки циклус биосфере. На жалост, пошто се управљању водама не прилази стратешки, дугорочно и синхронизовано на глобалном нивоу, данас готово једна трећина светског становништва живи у условима повремене или сталне несташице воде, а велике површине водених екосистема су или уништене, или се налазе пред уништењем.

Основни фактори уништавања или деградације водених екосистема су урбанизација, ширење пољопривредних површина, привредне делатности, различити облици и извори загађења, хидромелиорациони радови, крчење шума, климатске промене које су у овом тренутку резултат антропогених активности.

Према подацима Бироа за спровођење Рамсарске конвенције (Convention on Wetlands, 2020), за различите потребе урбанизације, пољопривреде, индустрије, рударства и енергетике, од 1990. године на глобалном нивоу исушено је преко 64% стално или повремено влажних станишта (барских, мочварних, ритских), а од 1970. до 2010. године нестало око 76% популација дивљих врста које су живеле на тим стаништима. Уколико се подсетимо да влажна станишта имају незаменљиву улогу у складиштењу и пречишћавању подземних вода, у циклусу кружења атмосферских гасова и укупне материје, у стабилизацији климатских прилика и пружању услова за опстанак огромног броја веома продуктивних биљних и животињских врста, јасно је да је њихов губитак ненадокнадив.

Подизање високих брана на речним токовима за потребе водоснабдевања или добијања електричне енергије, представља један од озбиљних фактора урушавања биодиверзитета речних екосистема. Хидроелектране чија изградња улази и у домен електропривреде, подмирују 16,6% светских потреба за електричном енергијом. И поред значаја за човека, наносе велику штету воденим и околним копненим популацијама. Током изградње ових објеката долази до потапања делова копна и копнених екосистема, до њихове фрагментације, до дестабилизације падина, до промене микроклиматских услова и режима подземних вода. Прекидајући речне токове, бране фрагментишу и речне екосистеме јер представљају непремостиву физичку баријеру између организама горњих и доњих делова речних токова. На овај начин трајно се одвајају делови популација водених организама, уништавају се рибља плодишта, спречавају се миграторна кретања риба и ремете устаљени животни циклуси не само ових него и других организама што води слабљењу популација. Поред физичких баријера, на организме делује и промена станишних услова као што су промена квалитета воде, промена брзине протока и нивоа воде, промена њене температуре и прозирности, промена концентracије растворених органских и неорганских материја, брзине таложења честица. Све то угрожава организме који су прилагођени специфичним условима свог окружења.

Када је о Србији реч проценат становништва прикљученог на системе јавног водоснабдевања износи око 86,9%. Према изграђености канализационе инфраструктуре, Србија спада у групу средње развијених земаља, док је у погледу третмана отпадних вода на самом зачељу. Наиме, канализационом мрежом обухваћено је 62,2% становништва, док је мање од 10% становништва обухваћено неким степеном пречишћавања отпадних вода (Lekić & Perunović Ćulić, 2019). То значи да су наше воде добрим делом загађене што се свакако одражава и на њихов биодиверзитет.

Већи део протока наших река, чак 60-70% од годишњег биланса, реализује се у бујичним поводњима после чега наступају дуготрајни периоди малих вода када су угрожени сви видови потрошње, али и еколошки системи. У оваквим условима на биодиверзитет штетно утичу радови на сабијању река у узане плавне зоне ограничене насипима или бетонским коритима. На тај начин долази до уништавања рибљих плодишта, спречавања самопречишћавања вода, онемогућавања обнове живог света река као и до уништавања станишта многих врста које су живе у природној, широкој плавној зони. До сада су обављени регулациони радови на речним токовима у дужини од 1.200 km и изграђено је 3.550 km насипа.

За потребе електропривреде и водоснабдевања до 2010. године број подигнутих брана на нашим рекама износио је 170. Од тога, 14 брана припада великим хидроелектранама. Како подизање брана и фрагментисање речних токова утиче на водене организме сликовито говори пример Дунава. Током подизања хидроелектране Ђердап 1 1970. године, потопљене су јединствене ендемореликтне шумске заједнице, а моруни (*Huso huso*) је потпуно затворен пролаз ка средњем току Дунава. Ова анадромна врста која живи у Црном мору током пролећа и јесени улазила је у Дунав, а из Дунава у Саву и Дрину да би се мрестила. У Дунаву је полагала икру све до Будимпеште. Данас, на жалост, стиже само до прве бране хидроелектране.

Од 2009. године, када је у Србији први пут успостављен правни оквир са подстицајним мерама, па до 2016. године, додатно је подигнуто још 110 мини хидроелектрана, а у плану је укупно 856 мини хидроелектрана што представља огромно оптерећење за 8.972 km дуг ток наших река. Мале хидроелектране се углавном заснивају на деривацијама којима се остварује концентрација пада. То значи да се вода захвата, неколико километара спроводи кроз цеви, пропушта кроз турбине и на крају враћа у своје корито. На овај начин мали водотоци често остају без живота и угрожавају се не само у биолошком, него и хидрогеографско-хидролошком и амбијенталном смислу. Иако су мини хидроелектране новијег датума, већ је у водотоцима на којима се оне налазе осетна редукција популација поточне пастрмке, поточне мрене и поточног рака. Од оваквог убијања наших река и живота у њима држава губи много а не добија готово ништа јер струја добијена из мини хидроелектрана чини мање од 2% укупно произведене електричне енергије. Због погубног деловања мини хидроелектрана на водни режим, климу, земљиште и биодиверзитет, у Европи је до сада срушено око 400, а у САД 1.000 оваквих објеката.

У студији организације RiverWatch (riverwatch.eu) наводи се да су реке Балкана европско „светилиште“ за рибе јер у њима живи 113 угрожених рибљих врста. Уколико се у овом делу Европе подигну све планиране мини хидроелектране, 49 угрожених врста риба суочиће се са претњом од изумирања. Међу њима је и 11 ендемичних врста.

6.3.5. Рударство, енергетика и биодиверзитет

Рудници, површински и подземни копови угља, каменоломи, шљункаре и тресетаре представљају један од озбиљних фактора уништавања и деградације природних станишта. На пример, данас се у свету на годишњем нивоу ископа преко 78 милиона тона угља, 25 милиона тона бакра, 12 милиона тона цинка. Све ове активности доводе до губитка природних станишта и врста које су на њима живеле. Поред тога што се природна станишта потпуно уништавају, на местима надземне или подземне експлоатације руда долази до измене рељефа, појаве клизишта, уклањања земљишног слоја, промене локалне климе, поремећаја режима површинских и подземних вода, загађења воде, ваздуха и земљишта, ширења депонија и јаловишта. На пример, током добијања једне тоне бакра настаје 99 тона јаловине, а током добијање једне тоне злата настаје чак 200.000 тона јаловине која се добрим делом спира и одлази у подземне и надземне воде (Desjardins, 2013). Због тога се утицаји рударских радова могу осетити и на много ширем подручју.

Поред копова угља углавном се подижу термоелектране. Данас се у свету преко 40% електричне енергије добија из термоелектрана у којима се користи угаљ и 27% термоелектрана у којима се користе друга фосилна горива. У процесу сагоревања фосилних горива ослобађа се топлота и велике количине чврстих честица, аеросола, летећег пепела, гасова (CO_2 , CO , оксиди сумпора, оксиди азота, угљоводоници), радиоактивних материја... Оваква загађења која захватају све медијуме животне средине, веома негативно утичу не само на здравље људи, него и на укупан живи свет.

У Србији се на великом броју локалитета експлоатишу угаљ (Костолац, Колубара, Косово, Штаваљ, Алексиначки рудници, итд.), нафта, грађевински камен, мермер, гипс, цементни лапорац, кварц, песак, глина, азбест, графит, зеолит, руде бакра, цинка, олова, гвожђа, мангана, хрома, литијума, племенитих метала... Овакви локалитети потпуно су измењени и често представљају биодиверзитетске пустиње. У близини копова угља подигнуте су термоелектране (Никола Тесла, Колубара, Костолац, Морава, Косово, Обилић, итд.) из којих добијамо 70% електричне енергије. Њиховим радом додатно се деградирају природна станишта на којима се често могу наћи само изразито отпорне врсте. На пример, летећи пепео од угља је током 2018. године генерисан у количини од 7,45 милиона тона што чини 80% укупне количине произведеног отпада наших термоелектрана. Заступљене су у значајним количинама и друге врсте отпада који потичу из термичких процеса: отпади од прераде шљаке, муљевеи и филтер погаче (Lekić & Perunović Čulić, 2019).

Поред рудника и површинских копова, експлоатација шљунка и песка у приобаљу наших река такође веома негативно утиче на водене и обалске екосистеме. Овим обликом често прекомерне и нелегалне експлоатације, мењају се физичке карактеристике воде, уништава се приобална вегетација која представља склониште, гнездилиште или место исхране за многе водоземце, гмизавце, птице и сисаре, уништавају се рибља плодишта и склоништа. Све то резултира у опадању бројности и виталности популација како водених, тако и обалних екосистема.

Експлоатација тресета још је једна делатност којом се уништавају вредна природна станишта попут тресава на Пештеру и Власини. Тресетна станишта обилују ендемореликтним биљним врстама које се њиховим уништавањем доводе до границе опстанка. Такође, нестајањем тресетног слоја као својеврсног биосунђера, драстично се мења водни режим станишта што за последицу има умањење резерви подземних вода.

6.3.6. Туризам и биодиверзитет

Туризам представља путовање у циљу рекреације, као и прибављање услуга ради остваривања тог циља. Основу туризма као привредне делатности чине саобраћај, угоститељство, трговина, занатство, комуналне делатности. Колики је обим ове привредне гране говори податак да је 2019. године на глобалном нивоу регистрована 1,5 милијарда страних туриста (UNWTO, 2020). Исте године, према подацима Републичког завода за статистику, Србију је посетило 3.689.983 милиона туриста од којих су 1.846.551 били страни туристи. То значи да је туризам веома значајна привредна грана која на жалост, као и све остале привредне гране наноси штету биолошкој разноврсности.

Негативни ефекти туризма на природне екосистеме манифестују се на више начина. Пре свега, подизањем смештајних капацитета (хотела, мотела, кампова), саобраћајне инфраструктуре (путева, пруга, аеродрома, хелидрома, лука...) и туристичке инфраструктуре (информативних центара, скијалишта, плажа, спортских терена, тематских паркова, велнес објеката...), долази до уништавања, фрагментације или деградације природних станишта. Велики број туриста утиче на појачану буку и загађење животне средине, нарочито због повећане продукције комуналног и чврстог отпада. Када је реч о директном утицају на биљни и животињски свет, веома често

долази до деградације вегетацијског покривача, до угрожавања појединих биљних врста због брања или промене станишних услова, до узнемиравања животиња, ремећења њиховог животног циклуса, нарочито у време парења и подизања младунаца, или чак до убијања појединих животиња када се ради о ловном туризму.

У Србији су негативни ефекти туризма нарочито изражени у планинским подручјима у којима се интензивно развија масовни зимски туризам. Најдрастичнији облици нарушавања природних екосистема дешавају се у заштићеним подручјима – на Копаонику, Старој планини, Голији, Златибору, Шар-планини. Изградњом туристичких објеката, скијашких стаза, жичара, акумулација за производњу вештачког снега и саобраћајница, долази до фрагментације и деградације јединствених и веома осетљивих шумских, жбунастих, ливадских, пашњачких и тресавских екосистема. На пример, Просторним планом подручја посебне намене Националног парка Копаоник („Службени гласник РС“, бр. 95/09), предвиђено је 78 жичара укупне дужине од 90,6 km, једна гондола дужине 3 km, уређење скијашких стаза у дужини од 190,5 km и присуство 47.795 једновремених скијаша. Ако имамо у виду већ постојеће смештајне, угоститељске, инфраструктурне и викенд објекте (од којих је већина нелегална), јасно је да ће се наставити већ захуктало урушавање геодиверзитета и биодиверзитета овог националног парка. Просторним планом подручја Парка природе и туристичке регије Стара планина („Службени гласник РС“, 115/08), предвиђена је мрежа од 49 жичара и 274 km скијашких стаза, као и присуство 41.200 до 68.500 једновремених скијаша што уз друге туристичке објекте и испланиране мини хидроелектране такође води ка сигурној девастацији и овог законом заштићеног подручја.

Уређење пећина за туристичке посете такође доводи до неповратног уништавања веома осетљивих пећинских екосистема. Проширење пећинских отвора, разарање природних преграда, постављање бетонских стаза, уградња неадекватне расвете, нарушавање пећинске микроклиме, узнемиравање или хватање животиња од којих су многе ендемореликтне, представљају основне факторе деградације пећинских станишта стављених у функцију туризма.

6.4. ЗАГАЂЕЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ

До промена физичких, хемијских и биолошких карактеристика животне средине и до нарушавања свих елемената биолошке разноврсности, у великој мери долази због прекомерног загађења воде, земљишта и ваздуха.

6.4.1. Загађење воде и биодиверзитет

Вода се загађује физички, (чврстим отпадом, нарочито пластиком, суспендованим честицама, загрејаним индустријским водама), хемијски (тешким металима, органским и неорганским једињењима међу којима има и токсичних), биолошки (пренамножавањем бактерија, алги, гљива) и радиоактивно (ослобађањем радиоактивних материја током нуклеарних проба, хаварија, испуштања радиоактивног отпада).

Суспендоване честице могу бити различитог абиогеног и биогеног порекла. У природне воде најчешће доспевају из рудника, каменолома, јаловишта, пепелишта, депонија. Њихова повећана концентрација изазива многе негативне ефекте на водене организме јер суспендоване честице отежавају или онемогућавају процес фотосинтезе, затрпавају организме бентоса, механички делују на ситне планктонске организме, смањују кисеоник у води, утичу на отежано дисање неких животиња пошто се таложе на шкргама и изазивају гушење.

Органски загађивачи водених екосистема су комуналне, пољопривредне и индустријске отпадне воде, првенствено из прехранбене, дрвне и текстилне индустрије. У оваквим водама се јављају протеини, угљени хидрати, масти, органске киселине, феноли, крезол, органохлорни пестициди (алдрин, диелдрин, линдан) и многе друге брже или спорије разградиве органске материје. Једна од првих последица органског загађења природних вода је пренамножавање бактерија услед обиља материја којима се хране. Разлажући органске материје бактерије троше велику количину кисеоника и стварају услове делимичне или потпуне анаеробије, нарочито на дну водених басена.

Неоргански загађивачи најчешће имају токсичне ефекте на водене организме. Потичу из индустријских, петрохемијских, али и свих других отпадних вода. У ову групу материја спадају цијаниди, феноли, водоник-сулфид, натријум-хидроксид, тешки метали (кадмијум, олово, жива, хром, бакар, никл, цинк, арсен, селен, ванадијум, бор, флуор) и многе друге материје.

Неке од наведених супстанци показују негативне ефекте већ у малим количинама, док неке показују кумулативно дејство. Присуство неорганских соли у води може довести до бујања модрозелених алги и такозваног „цветања воде“ које поспешује еутрофикацију. Модрозелене алге често луче цијанотоксине који могу изазвати масовни помор риба, па и животиња које такву воду пију.

Према неким проценама, данас је загађено око 12.000 km³ копнене воде наше планете. То је више него што у једној секунди протече кроз 10 највећих речних сливова света. Овакав обим загађености представља озбиљну претњу укупној биолошкој разноврсности водених екосистема.

Поред тога што већина загађивача копнених вода на крају доспе у морске екосистеме, све је учесталија појава загађења морске воде нафтом услед хаварија на танкерима и нафтним бушотинама. Приликом изливања нафте ствара се нафтна мрља која представља танку испарљиву скраму. Ова скрама онемогућава продор ваздуха и сунчеве светлости што узрокује помор планктона који представља значајну карику у ланцима исхране. Услед таласања, нафта се везује за воду и ствара тзв. „чоколадну пену“ која се заједно са катраном таложи на обалама и убија организме у приобаљу. Катран је посебно опасан за птице јер се лепи за перје и онемогућава летење.

Пластични отпад представља специфичан вид загађења како копнених, тако и морских вода. Процена океанографа је да се тренутно у океанима налази око 300 милиона тона пластике, а да сваке године додатно доспева око 8 милиона тона нове пластике. Једна од последица је стварање огромних острва пластике насталих њеним транспортовањем морским струјама до мирнијих делова океана. Највеће острво пластике налази се у Тихом океану између Калифорније и Хаваја. Једнако је површини три Француске, а досеже и до 30 m у дубину. Пластика је пронађена у више од 60% свих морских птица и у 100% морских корњача које пластику мешају са храном. Пластика унета у организам не ствара само зачепљења и друге физичке сметње у органима за варење, него доводи и до тровања с обзиром да се пластичне кесе производе од нафтног деривата полиетилена. Према подацима УН, 30% риба отровано је пластиком, а до 2050. године у морима ће бити више пластике него рибе. Додатни проблем представљају бројни случајеви случајног обмотавања и упетљавања животиња у пластични отпад тако да многе од њих заробљене данима умиру у мукама.

На основу података Агенције за заштиту животне средине (Lekić & Perunović Ćulić, 2019), у наше воде током 2018. године емитовано је 17.238 тона азота и 1.702 тона фосфора, и то углавном из индустријских постројења.

Концентрација полутаната варира у зависности од годишњег доба и протока воде, а повремено прекорачење граничних вредности забележено је за ортофосфате, амонијум, нитрате, бензо(а)флуорантен, бензо(к)флуорантен, суспендоване честице, никл, олово, кадмијум, живу, цинк. У подземним водама измерен је тренд благог увећања концентрације нитрата. Кад је реч о водама за пиће, физичко-хемијска неисправност воде регистрована је у 28,6%, а микробиолошка неисправност у 31,8% јавних водовода градских насеља. Број становника обухваћених третманом за пречишћавање отпадних вода износи 13,85%, а укупна количина пречишћене отпадне воде чини свега 12,1% од укупне количине загађене воде. Ови подаци указују не само на угроженост здравља људи, него и на биодиверзитет наших водених екосистема, нарочито када су у питању врсте осетљиве на загађења.

6.4.2. Загађење земљишта и биодиверзитет

Земљиште се загађује променом његових физичких, хемијских и биолошких својстава. Ове промене доводе до смањења плодности и способности за спонтано одвијање процеса разлагања, а тиме и кружења материје у природи. Свака промена у земљишту може имати знатне последице на укупан састав његовог живог света и процесе који се одвијају у екосистемима. Најозбиљнији узроци деградације и загађивања земљишта су пољопривредна производња, уништавање природне вегетације, рударство, енергетика, индустрија, урбанизација и саобраћај.

До загађења земљишта долази на више начина: таложењем атмосферских загађивача или њиховим обарањем у облику киселих киша, његовим натапањем загађеним водама, прекомерном употребом вештачких ђубрива и хемијско-биолошких препарата у пољопривреди, депоновањем јаловине, пепела, комуналног, индустријског, грађевинског и других врста отпада. На тај начин у земљишту се гомилају многе материје које доводе до директног угинућа бројних земљишних организама, до поремећаја процеса азотофиксације, аминоксидације, труљења и минерализације органских материја, до отежаног усвајања воде и минералних материја кореновим системом. Велика количина отровних материја из земљишта преко ланаца исхране преноси се на бројне организме и изазива многе штетне појаве у функционисању екосистема. Земљиште се све чешће уништава и на другачији начин – салинизацијом, алкализацијом, набијањем, поплавама, бујицама и ерозијом која углавном настаје уништавањем природног шумског покривача.

Анализа удела главних типова локализованог загађења земљишта у Србији показује да највећи удео имају комуналне депоније са 38,9%, експлоатација и прерада нафте са 28%, а потом хемијска и метална индустрија. Земљишта на великом броју локација у урбаним срединама, у зонама аутопутева, депонија и индустријских постројења нарочито су оптерећена цинком, бавром, никлом, кобалтом, кадмијумом, арсеном, хлором и њиховим једињењима, потом полихлорованим бифенилима, пестицидима (дихлор-дифенил-трихлоретаном или DDT, дихлор-дифенил-дихлоретиленом или DDE, дихлор-дифенил-дихлоретаном или DDD). На пољопривредном земљишту у околини наших највећих рударско-енергетских комплекса измерене су повећане концентрације кадмијума, кобалта, бакра и никла. (Lekić & Perunović Ćulić, 2019). Сви метали и једињења који премашују граничне вредности, утичу на терестичне организме, мењају метаболизам земљишта и екосистема у целини.

6.4.3. Загађење ваздуха и биодиверзитет

Ваздух се загађује када се различити гасови и ситне честице чађи и прашине ослобађају и одлазе у атмосферу. У том случају долази до промене природног односа и концентрације њених основних састојака. Најчешћи извори антропогеног загађења ваздуха су термоелектране, рафинерије, топлане, индустријска постројења, саобраћај и индивидуална ложишта из којих се ослобађају бројне штетне или отровне материје: угљен-диоксид, угљен-моноксид, азотни и сумпорни оксиди, амонијак, метан, тешки метали у аеросолима, флуориди, чађ, итд.

Утицаји аерозагађења нарочито су велики у близини њихових извора, али се у зависности од јачине и правца ветрова могу пренети и на велике даљине. Најизраженије последице промена физичких и хемијских карактеристика атмосфере на глобалном плану су промене у климатском систему.

У Србији укупна емисија оксида сумпора током 2018. године износила је 37.085.000.000 kg. У истом периоду, укупна количина емитованих азотних оксида достигла је 5.156.000.000 kg. Највеће емитоване количине ових оксида потичу из термоенергетских постројења, минералне, прехранбене и металне индустрије. Најзначајнији допринос укупној количини емисије угљен-моноксида дају топлотна постројења мање снаге и индивидуална ложишта (67,5%), пољопривредна делатност (14,8%), употреба растварача и индустријских производа (13,9%), индустријски процеси (9,9%).

Укупна емисија прашкастих материја током 2018. године достигла је 1.335.000.000 kg. Највеће емитоване количине прашкастих материја потичу из термоенергетских постројења, минералне индустрије, интензивног сточарства и прехранбене индустрије. Извори емисије закисељавајућих гасова у највећој мери потичу из производње и дистрибуција енергије (NO_x – 49,2%; SO_2 – 91,4%), друмског саобраћаја (NO_x – 23,7%) и пољопривредне производње (NH_3 – 82,5%). У атмосферу се испуштају велике количине и других материја међу којима су присутне суспендоване честице и тешки метали – Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn (Lekić & Perunović Ćulić, 2019).

6.4.4. Промене климатског система Земље

Климатски систем Земље обухвата атмосферу, хидросферу, ледени и снежни покривач и вегетацију. Промене у било ком од наведених подсистема утичу на остале подсистеме са могућим неповољним утицајима на живи свет. Јачање антропогених утицаја изазвало је крупне поремећаје у климатском систему наше планете. Последице ових промена су јачање ефекта стаклене баште и глобално загревање, климатске промене, појаве киселих киша и поремећаји озонског омотача.

Ефекат стаклене баште је процес загревања површине наше планете изазван поремећајем енергетске равнотеже између количине топлотног зрачења коју површина Земље прима од Сунца и количине топлотног зрачења које се враћа назад у свемир. То је природан процес који обезбеђује опстанак живота. У току дана део сунчеве енергије у контакту са активним површинама претвара се у топлотну енергију. Активне површине (земљиште, стене, песак, вода, вегетација, бетон, стакло, асфалт) акумулишу топлотну енергију, а потом је излучују (отпуштају) у своју околину – у атмосферу, у дубље слојеве земљишта, морске и језерске воде. Ово излучивање топлоте са активних површина одвија се у виду дуготаласног зрачења таласне дужине од 1.000 nm. У току ноћи када до површине Земље не стиже сунчева енергија, ако не би било излучивања акумулисане топлоте, ноћне температуре биле би толико ниске да би зауставиле све биолошке процесе. Срећна околност је што у атмосфери молекули водене паре, угљен-диоксида, метана, азотсубоксида и озона имају афинитет управо према дуготаласном топлотном зрачењу, тако да апсорбују највећи део топлоте коју отпуштају активне површине. Захваљујући овој појави из атмосфере у свемир током ноћи просечно одлази само око 12% израчене топлоте активних површина.

Остатак топлотне енергије остаје у атмосфери тако да не долази до њеног потпуног ноћног хлађења. Дакле, насупротив излучивању топлоте са активних површина Земље, стоји противизлучивање атмосфере којим се велики део енергије враћа назад до површине Земље и греје биосферу. Овај процес очувања топлотне енергије у атмосфери управо је познат као ефекат стаклене баште. Пошто молекули водене паре, угљен-диоксида, метана и још неких гасова производе ефекат стаклене баште, то значи да повећање њихове концентрације доводи до све интензивније апсорпције излучене топлотне енергије. Од почетка, а нарочито од средине XX века, концентрација гасова са ефектом стаклене баште нагло се повећава услед њихове појачане емисије из индустрије, термоенергетике, пољопривреде и саобраћаја, као и услед њихове умањене апсорпције због уништавања шумске вегетације. Поред тога, јачању ефекта стаклене баште доприносе и синтетички гасови као што су водоник-флуороугљеници, перфлуороугљеници и сулфат-хексафторид. Крајњи резултат је убрзано загревање атмосфере које превазилази оквире природне појаве и доводи до такође убрзаних климатских промена изазваних активностима човека.

Слика 50. Глобална емисија угљен-диоксида



Слика 51. Глобална емисија угљен-диоксида



Од краја XIX века просечна годишња температура на Планети порасла је за око $0,9^{\circ}\text{C}$. Најинтензивније загревање одиграло се у протеклих 35 година (NASA, 2020). У поређењу са овим глобалним трендом, регион Европе још је у незавиднијем положају с обзиром да је у последњих пет деценија уочен раст средње годишње температура за око $1,4^{\circ}\text{C}$. У истом овом периоду годишње суме падавина у северној Европи биле су у порасту, док су у јужној Европи смањене за око 20%. Анализа тренда температуре ваздуха на територији Србије у периоду од 1950. до 2008. године показује да је у већем делу наше земље дошло до раста средње годишње температуре за око $1,2^{\circ}\text{C}$.

Уколико се у будућности ефекат стаклене баште буде појачавао овим интензитетом, последице могу бити катастрофалне. Предвиђања су да ће се у том случају до 2100. године просечна годишња глобална температура повећати за $2,8^{\circ}\text{C}$. Једна од последица глобалног загревања је убрзано топљење глечерског и поларног леда. Гренланд је већ у периоду између 1993. и 2016. године сваке године просечно губио око 286, а Антарктик око 127 милијарди тона леда. Сателитска осматрања показују да је 9 km дугачак глечер Пастјез на Алпима, сваке године тањи за 5 m и краћи за 20 m. То је само један у низу планинских глечера који се лагано топе. Ови подаци упозоравају да се морају предузети хитне мере на глобалном плану пошто у будућности можемо очекивати још мање глечерског и поларног леда. Њиховим топљењем нестаће јединствена станишта и јединствене високопланинске, арктичке и антарктичке врсте. Станишни услови се мењају и на другим деловима планете. Због повећања температуре и несташнице воде све је масовнија појава померања ареала појединих популација ка већим надморским висинама или хладнијим климатским појасевима.

На пример, у Великој Британији се током последњих 30 година већ 80% копнених врста померило 30 до 60 km према северу или на 5 до 10 m веће надморске висине (Ponting, 2009).

Ефекти глобалног загревања директно утичу и на светско море. Пре свега, топљење глечерског и поларног леда неминовно доводи до подизања нивоа светског мора и промене обалних линија. Пропратне појаве као последица глобалног загревања атмосфере су загревање и саме океанске воде, промене праваца и масе морских струја, промене плимних таласа, промене рН вредности морске воде и биохемијских процеса у њој. У *Петом извештају о процени Међувладиног панела о климатским променама* (IPCC, 2015), пише да је океанска вода до дубине од 750 m у последњих 40 година у свакој деценији била топлија за 0,09°C – 0,13°C што утиче на њено осиромашење кисеоником. Такође, током прошлог века ниво мора почео је да расте брзином од 1 до 2 mm, а у последњих 20 година брзином од чак 3 mm на годишњем нивоу. Сателитска мерења показују да је у прошлом веку ниво мора у неким деловима света порастао за 20,32 cm, а тај тренд је настављен и у овом веку (Nerem *et al.*, 2018). То значи да у будућности реално може доћи до потапања великих равница и бројних острва (Малдиви, Кирибати, Кариби, Тувалу), што би такође изазвало несагледиве политичке, економске, социјалне и културолошке потресе, али и несагледиве размере губитка биодиверзитета.

Глобално повећање концентracије CO₂ од почетка индустријске револуције утиче и на рН вредност морске воде. Морска вода је благо базна (рН > 7), а њено закисељавање подразумева померање рН вредности ка неутралној средини. Процене су да се 30–40% CO₂ ослобођеног људским активностима раствара у океанским водама и са њима гради угљену киселину. Део угљене киселине дисоцира се у бикарбонатне јоне и јоне водоника повећавајући на тај начин киселост океана. Између 1751. и 1996. године рН вредност океана смањила се са 8,25 на 8,14 што значи да се смањује њихова базност. Ова појава у комбинацији са загревањем и другим биогеохемијским променама, могла би да наруши функционисање морских екосистема и поремети пружање многих екосистемских услуга океана.

У пројекту Уједињених нација о утуцају климатских промена на биодиверзитету у југоисточној Европи (UN, 2008: South Eastern European Disaster Risk Mitigation and Adaptation Initiative), дате су опште процене могућих последица. Према овом извештају, југоисточну Европу очекује пораст нивоа мора, интензивирање ерозије обала, промене станишних услова и дистрибуције врста, све већи притисак инвазивних врста. Као најрањивији препознати су екосистеми високих планинских подручја којима глобално загревање знатно смањује простор и доводи у питање опстанак хладнољубивих врста.

Последица гомилања сумпор-диоксида, азот-монооксида и азот-диоксида у атмосфери су **киселе кише** и **кисели снегови**. Што је ових гасова више у атмосфери, то они интензивније реагују са воденом паром и граде сумпорну или азотну киселину које се обарају у облику киселих киша. Док је нормална рН вредност кишнице 5,5, рН вредност киселе кишнице у просеку износи од 4 до 4,5. Веће количине киселих киша у воденим екосистемима могу изазвати помор организама осетљивих на промену киселости воде. У копненим екосистемима прве страдају биљке јер киселина уништава ткиво листова, цветова, плодова и коре, и повећава киселост земљишта. Повећањем киселости земљишта долази до оштећења кореновог система и до испирања биљкама неопходних елемената (магнезијума, калијума, калцијума, гвожђа), тако да им је даљи опстанак веома отежан или онемогућен. Киселе кише директно утичу и на земљишне микроорганизме тако да ремете укупан метаболизам земљишта.

Уништавање озонског омотача представља још једну претњу живом свету. Озон (O_3) је алотропска модификација кисеоника која је најконцентриранија у нижем делу стратосфере где гради такозвану озоносферу на висини од 20 до 30 km од површине мора. Овај слој апсорбује 93 до 99% ултраљубичастог зрачења и на тај начин штити живи свет, нарочито копнени, од његовог веома штетног дејства. Ултраљубичасто зрачење код људи изазива рак коже и катаракту, код неких животиња генетске мутације, код биљака успорава фотосинтезу, а у морима уништава фитопланктон. Од средине XX века све су чешћа оштећења озонског омотача услед све израженијих утицаја човека. Основни узрочници уништавања овог штита живог света су два једињења – фреони и керозин.

Фреони су флуор и хлор деривати метана и етана, гасови из породице халоалкана који се користе као расхладни гасови и као саставни део распршујућих хемијских средстава, нарочито козметичких. Најзаступљеније врсте фреона су хлорофлуороугљеник и водоник-хлорофлуороугљеник. Ови гасови након испуштања одлазе у озоносферу јер су лакши од ваздуха тропосфере. У озоносфери из молекула фреона ослобађају се атоми хлора који даље разлажу молекуле озона до елементарног кисеоника са којим граде хлор-моноксид (ClO).

Керозин је нискооктански бензин који се користи као погонско гориво за лет авиона. Пошто га користе и суперсонични авиони који лете у горњем слоју тропосфере, сагоревањем керозина они ослобађају водену пару и повећавају температуру околног ваздуха што погодује синтези азот-монооксида (NO). Азот-моноксид такође разлаже молекуле озона на елементарни кисеоник са којим гради азот-диоксид.

Једино дугорочно решење у заштити озонског омотача је престанак производње и употребе једињења која га оштећују. Смањење производње појединих препарата који уништавају озон дало је позитивне резултате тако да је од 2010. године озоносфера почела да се регенерише. С обзиром да се мултинационалне компаније не одричу лако свог профита, постоји бојазан да је ово само пролазни период регенерације озоносфере.

6.5. ИНВАЗИВНЕ ВРСТЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Алохтоне врсте (стране, унете, интродуковане) су оне врсте које живе ван свог природног ареала, а које на нова станишта доспевају намерним или случајним преношењем од стране човека. Неке алохтоне врсте се без штетних последица лако уклапају са аутохтоним (домаћим) врстама и не ремете равнотежу у природним екосистемима. Међутим, уколико су алохтоне врсте компетативно надмоћније од аутохтоних врста и уколико почну да их потискују нарушавајући изворни биодиверзитет, тада је реч о инвазивним врстама. **Инвазивне врсте** су оне биолошке врсте које доспевањем на нова станишта услед одсуства природних непријатеља почињу неконтролисано да се размножавају и заузимају расположиве еколошке нише.

Основне биолошке и еколошке карактеристике инвазивних врста су брза репродукција и раст, способност брзог ширења, адаптивност фенотипа, широка еколошка валенца, повезаност са кретањима људи. Ове особине чине их компетативно надмоћнијим у односу на аутохтоне врсте тако да их угрожавају на свим нивоима.

У односу на аутохтоне врсте, инвазивне врсте могу бити конкуренти, предатори, паразити или патогени. На пример, смеђа змија (*Boiga irregularis*) природно живи на југоисточним обалама Аустралије, у Папуа Новој Гвинеји и суседним острвима. Непосредно после Другог светског рата случајно је као слепи путник бродом пренета на јужнопацифичко острво Гуам. Пошто на Гуаму није имала природне непријатеље, брзо је преплављивала острво и искоренила све острвске птице, ситне сисаре и кућне љубимце којима се хранила (Bibi & Brennan, 2008).

Током прошлог века глацијална језера на Дурмитору порибљена су језерском златовчицом (*Salvelinus alpinus*) и калифорнијском пастрмком (*Oncorhynchus mykiss*), типичном грабљивицом која се храни свом могућом врстом хране, почев од икре, ларви, пуноглаваца, водоземаца и риба.

То је довело готово до истребљења ендемореликтног алпског мрмољка (*Triturus alpestris*) који је строго заштићен свуда у Европи. Како би сачувала ову и друге аутохтоне врсте дурмиторских језера, управа Националног парка Дурмитор је 2016. године покренула акцију убрзаног изловљавања ових инвазивних врста риба.

Проблем масовног присуства аутохтоних популација поскока на острву Мљет решен је 1910. године када је по налогу аустроугарског Министарства пољопривреде на острво пуштено само 11 јединки малог индијског мунгоса (*Herpestes auripunctatus*). За двадесетак година мунгоси су се намножили и уништили све поскоке на острву. Међутим, појавио се нови, још већи проблем. Пошто су појели све змије, мунгоси су почели да једу инсекте, жабе, гуштере, ситније птице и сисаре, онда су прешли на домаће животиње и живинска јаја, и на крају, у недостатку хране, и на грожђе, смокве и друге плодова. У међувремену су прешли на острва Шолта, Брач и Корчула, а затим и на полуострво Пељешац. Данас се могу наћи на јадранској обали од Неретве до Бојане.

Азијски тиграсти комарац (*Aedes albopictus*) је тропско-суптропска врста југоисточне Азије. Од када је случајно пренет у Европу 1979. године, а потом и у Америку 1999. године, показао се као инвазивна врста која потискује друге сличне врсте инсеката, нарочито аутохтоне комарце. Претпоставља се да се светом шири преко аутомобилских гума у које полаже јаја, и да га најбрже транспортују теретни бродови. Ова веома агресивна врста преносилац је различитих арбовируса, односно, вируса који се преноси са једног организма у други убодом инсеката. Један од њих је вирус западног Нила (*Encephalitis Nili occidentalis*) који је опасан и за човека јер изазива грозницу западног Нила.

Слика 52. Азијски тиграсти комарац



Слика 53. Савремени ареал азијског тиграстог комарца



Пример тиграстог азијског комарца само је један од многих који показују да инвазивне врсте могу да буду претња и самом човеку. Многе директно нарушавају људско здравље, преносе патогене вирусе и бактерије, наносе штету пољопривреди, шумарству и другим делатностима. На пример, у воде Великих језера унета је шкољка *Dreissena polymorpha* која природно живи у Црном мору и Каспијском језеру. Убрзо након тога неконтролисано се размножила и изазвала штету воденој опреми и постројењима језера у висини од неколико стотина милиона долара. Због овог и сличних случајева, у САД трошкови контроле и сузбијања инвазивних врста износе више од 138 милијарди долара годишње. Штете које на годишњем нивоу наносе инвазивне врсте државама ЕУ износе између 9,6 и 12 милијарди евра годишње. Трошкови контроле и сузбијања инвазивних врста коштају ове државе 12,7 милијарди евра на годишњем нивоу.

На подручју Европе забележена је 10.961 алохтона врста, а 10% – 15% њих има карактеристике инвазивних врста. Србија се такође суочава са проблемом инвазивних врста. Према последњем попису инвазивних врста из 2016. године (Rat *et al.*, 2016), код нас је присутно 346 инвазивних врста. Најбројнију групу чине инвазивне биљке са 172 забележене врсте. Иза њих су инвазивни инсекти са 78 забележених врста. Следе рибе са 30 врста, птице са 14 врста, мекушци са 8 врста, сисари са 7 врста. Остатак чине ситни бескичмењаци, гљивице и модрозелене алге. Навешћемо само неке од нама добро познатих инвазивних врста: бизамски пацов (*Ondatra zibethicus*), нутрија (*Myocastor coypus*), фазан (*Phasianus colchicus*), црвеноуха корњача (*Trachemys scripta elegans*), афричка канџаста жаба (*Xenopus laevis*), калифорнијска пастрмка (*Oncorhynchus mykiss*), сребрни караш или бабушку (*Carassius gibelio*), цверглан или амерички патуљасти сом (*Amiurus nebulosus*), амброзија (*Ambrosia artemisiifolia*), дивљи краставац (*Echinocystis lobata*), багремац (*Amorpha fruticosa*), кисело дрво (*Ailanthus altissima*), водена куга (*Elodea canadensis*), итд.

Једна од најпознатијих инвазивних врста нашег простора је амброзија која је у Европу пренета из Америке крајем XX века. Од тада се незадрживо шири континентом, а у Србији је први пут примећена у Сремским Карловцима 1953. године. Амброзија је једна од најпознатијих и најопаснијих алергених биљака. Полен амброзије изазива алергију код 10% људи, а у њему су пронађена 52 алергена која изазивају алергијске реакције првенствено на дисајним путевима. Отежано дисање и појачана секреција су основни облици алергије која може у неким ситуацијама прећи и у асматичне нападе.

Постоје три основне групе метода сузбијања инвазивних врста: механичке, хемијске и биолошке. Механичке методе обухватају механичко уништавање инвазивних врста, хемијске методе обухватају њихово уништавање одређеним хемијским препаратима, док биолошко уништавање представља уништавање помоћу друге врсте која потиче из истог завичајног станишта. Кактус свекрвин језик (*Opuntia stricta*) донет током XVIII века као украсна биљка из Јужне Америке у Аустралију, брзо је почео да се шири уништавајући огромна пространства усева и пашњака. Његова бројност је смањена тако што је из Јужне Америке пренет кактусов мољац (*Cactoblastis cactorum*) чије се ларве хране овим кактусом (Bibi & Brenan, 2008).

Борба у сузбијању инвазивних врста је веома тешка, дуга и често неизвесна. Због тога је неопходан континуирани мониторинг, а потом правовремена и на науци заснована реакција у случају њихове појаве и неконтролисаног ширења.

6.6. ПРЕКОМЕРНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА ВРСТА И БИОДИВЕРЗИТЕТ

Када су населили Нови Зеланд у XIII веку, Маори су наишли на мое, џиновске птице нелетачице. Међу њима се издвајала џиновска моа (*Dinornis maximus*) која је достигала висину од 3,5 m. Тешке и преко 200 kg, мое и њихова јаја постали су главни извор хране новопридошлим племенима. Због тога, само 150 година од доласка Маора, прекомерним ловим истребљене су 24 врсте моа и још 20 врста других птица (Ponting, 2009). Пошто је у природи све повезано, нестанак моа врло брзо је довео и до нестанка Хаастовог орла (*Hieraaetus moorei*), једног од највећих орлова у историји птичјег света. У недостатку сисара на овом острву, мое су биле његова главна ловина. Њихово истребљење представљало је крај и за овог орла. Ово је само један од мноштва примера како неселективан лов и било који други вид прекомерне експлоатације врста утиче на биолошку разноврсност.

Лов је у данашње време добрим делом везан за трговину дивљим врстама, њиховим дериватима или деловима (крзном, кожом, роговима, кљовама). С обзиром да се често обавља нелегално, масовно и неселективно, представља један од великих антропогених притисака на животињски свет. Још већи негативни ефекти произилазе из нелегалног лова врста које не спадају у категорију ловне дивљачи. Нарочито ризичне групе су птице селице и грабљивице као и карниворни сисари чијим се прекомерним убијањем ремете ланци исхране услед пренамножавања врста којима се они хране.

Велики број врста у природи се лови, хвата или сакупља, а затим ставља у промет ради коришћења у фармацеутској, текстилној, прехранбеној и другим гранама индустрије, у исхрани и етномедицини локалног становништва, у декорацији простора, модној индустрији, хортикултури или ради задовољења захтева колекционара трофеја и љубитеља животиња. Прекомерно коришћење дивљих врста, друга је по реду претња за њихов опстанак у природи, одмах након уништења природних станишта.

Број врста које су предмет нелегалне трговине и зарада од те трговине, достижу огромне цифре. Интерпол је проценио да обим нелегалне трговине дивљим животињама достиже вредност између 10 и 20 милијарди долара годишње (Van Uhm, 2016). На пример, невладина организација за бригу о животињама (International Fund for Animal Welfare, IFAW), 2018. године је након шестонедељног праћења огласа на различитим интернет сајтовима Велике Британије, Немачке, Француске и Русије пронашла више од 5.000 огласа који нуде продају око 12.000 дивљих животиња и њихових делова у укупној вредности од 4 милиона долара. Све врсте, почев од медведа

и тигрова, до ситних птица и гмизаваца, биле су на листи врста чија је трговина ограничена или забрањена Конвенцијом о међународној трговини угроженим врстама дивље флоре и фауне. Према неким анализама, преко 70% продатих врста је заштићено међународним прописима, а готово 1/4 трговине дивљим врстама почива на криволову широм света. Оваква нелегална трговина дивљих животиња представља еколошки криминал организован од стране добро повезаних криминогених група које се богате на рачун уништавања биодиверзитета (Banks *et al.*, 2008).

Велика потражња за дивљим врстама и њиховим деловима довела је до тога да се сваке године у Африци због слоноваче убије око 12.000 слонова, док је у Кину за само десетак година (1991-2002.) илегално ушло преко 120 тона слоноваче из Африке. Научници процењују да је пре европске колонизације у Африци живело око 20 милиона слонова. Тај број је 1979. године је управо због криволова опао на 1,7 милиона, а данас их је остало мање од 415.000 (World Wildlife Fund, 2018).

У Вијетнаму је од 1996. до 2006. године забележено и процесуирано 14.758 случајева илегалног лова и трговине дивљим животињама. У овом периоду одузето је 635 тона дивљачи, односно, 181.670 појединачних животиња. На истом подручју, број од 1.469 случајева нелегалног лова и трговине, колико је забележено 2000. године, повећан је на 1.880 током 2002. године. На основу ових случајева, процењено је да се са простора Вијетнама прода 3.400 тона или преко милион животиња годишње (Banks *et al.*, 2006).

Од 1994. до 2006. године, само у Индији заплењене су 783 коже тигра, 2.766 кожа леопарда и 777 кожа видре, што представља мали део оног који се илегално пребацује у Кину. Сличан случај пустошења тропске фауне откривен је и 2008. године када је на граници с Кином прво заплењен товар од 23, а потом и 14 тона замрзнутих јаванских љускаваца (*Manis javanica*).

На самом почетку XX века, црни носорог (*Diceros bicornis subsp. longipes*) из источне и централне Африке, био је заступљен са неколико стотина хиљада грла. Половином XX века његова бројност је опала на око 70.000, а 2003. године на само 3.610 јединки. Три године касније, Међународна унија за заштиту природе (IUCN) је објавила да је црни носорог, једна од четири подврсте носорога, проглашена потенцијално изумрлом. Наиме, популација црног носорога пала је на само десетак примерака који након тога више нису виђени. Ова животиња вредна дивљења, највероватније је истребљена, и то услед губитка станишта и илегалног лова. Основни разлог њеног излова био је рог који се самлевен користи у традиционалној кинеској медицини као средство којим се прекидају коматозна стања и лечи грозница.

Иста судбина задесила је и торбарског вука (*Thylacinus cynocephalus*). Због прекомерног излова, ова јединствена врста торбара прво је искорењена у Аустралији у време колонизације Европљана, а потом највероватније и на Тасманији, и то у XX веку. Разлог за његово истребљење била је заштита стада оваца које је он нападао. Чак, Влада Тасманије је од 1888. до 1909. године плаћала један долар по убијеном торбарском вуку. Ова животиња није виђена од 1930. године, мада ретки трагови у природи указују да је мали број примерака можда и преживео негде у дивљини.

Слика 54. Црни носорог, вероватно истребљена подврста



Слика 55. Торбарски вук, вероватно истребљена врста



До озбиљног пустошења биолошке разноврсности водених екосистема такође долази прекомерним изловом рибе и других водених организама, нарочито ако се он изводи недозвољеним средствима: динамитом, струјом, отровима или нестандартним мрежама. За разлику од 1950. године када је светски годишњи улов рибе износио 22.000.000 тона, 2002. године он се повећао на преко 93 милиона тона, и то преко 84 милиона тона уловљене рибе из мора и близу 9 милиона тона рибе из копнених вода. Резултат прекомерног излова је критично опадање бројности популација бакалара, атлантске туне, атлантског листа и атлантског лососа. Пошто је излов много интензивнији од саморепродукције ових риба, процена Светског фонда за природу (WWF) је да при садашњој стопи излова, њихове залихе као хране могу трајати још само 450 година.

Када је реч о легалној трговини, њен обим је огроман и расте сваке године. Према анализи обједињене базе података царинских служби за 2012. годину, глобални увоз производа дивљих животиња износио је 187 милијарди америчких долара (Chan *et al.*, 2015). То значи да је овај вид трговине пети по профитабилности у свету.

Када је о Србији реч, у јавности су познате бројне криминалне афере незаконитог убијања, сакупљања и промета врста. На пример, 2001. године откривен је товар са 8.300 препелица и 1.479 грлица намењених италијанским ресторанима које је опскрбљивала добро организована балканска „ловна мафија“. Поред препелица и грлица у заплењеном товару од 12 тона замрзнутих животиња, било је 83 врста птица, односно, 120.702 јединке. Поред 68 врста заштићеним трајним ловостајем, међу одстрељеним птицама биле су чак 33 строго заштићене врсте. Посматрано у глобалу, око 200 врста дивљих птица у Србији је угрожено криволовом.

Према подацима Завода за заштиту природе Србије, у периоду од 1993. до 2016. године, код нас је 50 врста лековитих и јестивих дивљих биљака сакупљано у количини већој од 10.000 кг по години. У наведеном периоду са одговарајућом дозволом највише су се сакупљали боровница (983.307 kg годишње), шипурак (942.259 kg годишње) и клека (681.990 kg годишње). Међутим, сакупљање и промет ових врста ушли су у сиву зону. На пример, 2013. године са дозволом је сакупљено 2.250.060 kg шипурка, а на царини је забележен промет од 16.960.660 kg што говори да је највећи део сакупљан без одговарајуће дозволе. Слична је ситуација и са печуркама. У периоду од 2004. до 2016. године, са дозволом је сакупљено 54.944.939 kg печурака што је 1,86 пута мања количина од оне која је извезена (Poročić *et al.*, 2019). Од животињских врста, у Србији се највише сакупљају пужеви, и то виноградски пуж (*Helix pomatia*), шумски пуж (*Helix lucorum*) и баштенски пуж (*Helix aspersa*).

У периоду од 2014. до 2017. године око 600.000 kg пужева је сакупљено уз одговарајућу дозволу. Међутим, ако се узме у обзир да прекогранични промет ових врста износи 3,6 милиона kg, то значи да је чист профит од нелегалног сакупљања и промета пужева у Србији око 14 милиона евра (Poročić *et al.*, 2019). Из ових разлога неопходна је много чвршћа спрега између инспекцијских и царинских служби.

6.7. ЦРВЕНЕ ЛИСТЕ И ЦРВЕНЕ КЊИГЕ

Први корак у заштити врста је познавање њихових карактеристика и ареала, а потом утврђивање степена њихове угрожености. На тај се начин издвајају врсте које је неопходно заштитити и на одговарајући начин решити проблем њиховог опстанка у природи. **Црвене листе и црвене књиге** управо представљају специјализоване публикације које указују на степен угрожености појединих врста и њихових станишта. То су документи о врстама које су нестале или које су на путу да нестану у ближој или даљој будућности уколико човек не предузме бригу о њиховим стаништима и популацијама. Овакве публикације имају улогу својеврсних „аларма“ који опомињу и указују на неопходност очувања појединих врста кроз елиминацију претњи којима су изложене.

Изради црвених књига обично претходи израда црвених листа које садрже процену стања одређене групе организама неке области, најчешће државе, општи попис таксона (врста и подврста) и категорију њихове угрожености. Поред евидентирања врста, неопходно је утврдити степен њихове угрожености према прихваћеним међународним критеријумима, препознати узроке који доводе до угрожавања, указати на глобални, регионални и локални значај њихове заштите, предложити адекватне мере њихове заштите и заштите њихових станишта, установити основу за праћење стања врста у опасности.

Прва црвена књига појавила се 1955. године у Швајцарској. Данас захваљујући научним и стручним установама већина земаља има црвене књиге бар за неке групе организама. Међутим, систематски рад на истраживању планетарно угрожених врста започет је 1960. године од стране Светске уније за заштиту природе (IUCN). Данас на састављању црвених листа регионално и глобално угрожених врста раде бројни сарадници Светске уније за заштиту природе и Светског мониторинг центра за заштиту природе (World Conservation Monitoring Center – WCMC).

Такође, развијен је систем за класификацију врста према степену угрожености и опасности од ишчезавања који се стално унапређује од стране посебне комисије (Species Survival Commission) која ради у окриљу Светске уније за заштиту природе. Ова комисија поставила је опште прихваћене категорије угрожености које се примењују на глобалном нивоу. То су следеће категорије (IUCN, 2018):

- **EX** (extinct – изумро): таксон је изумро када нема сумње да је и последњи примерак мртав;
- **EW** (extinct in the wild – ишчезао у природи): таксон је ишчезао у природним условима и опстаје једино у култури, заточеништву или као натурализована популација изван граница свог претходног распрострањења;
- **CR** (critically endangered – крајње угрожен): таксон је крајње угрожен јер је суочен са изгледом највише вероватноће нестајања у природи у најближој будућности;
- **EN** (endangered – угрожен): таксон је угрожен јер се суочава са високом вероватноћом да ће ишчезнути у природи у блиској будућности;
- **VU** (vulnerable – рањив): таксон је рањив када је суочен са високом вероватноћом да ће ишчезнути у природи у средње блиској будућности;
- **NT** (nearly threatened – скоро угрожен): таксон је скоро угрожен када је изложен ниској вероватноћи опасности да ће бити угрожен;
- **LC** (least concern – последња брига): таксон је под последњом бригом када након свих провера не спада ни у једну од претходних категорија угрожености;
- **DD** (data deficient – без довољно података): недостају информације које се односе на стање популација и ареал таксона тако да је потребно прикупити више информација на основу којих се таксон може сврстати у неку одређенију категорију;
- **NE** (notevaluated – неопредељиван): таксон још увек није укључен у црвену листу или књигу.

За сваку од наведених категорија постоје јасни и прецизни критеријуми процене стања популација и станишта на основу којих се таксони сврставају у одређену категорију.

Србија је као потписник многих међународних споразума, у обавези да се укључи у активности на заштити и очувању угрожених врста. Ова обавеза проистиче из националних и међународних разлога и интереса. Када је реч о међународним разлозима, Србија сноси одговорност за очување сваке врсте.

Према Кодексу понашања за очување угрожених врста, врсте од међународног интереса су дефинисане на основу три категорије:

- врсте укључене у Европску црвену листу глобално угрожених биљних и животињских врста;
- врсте за које је једна држава одговорна за значајну пропорцију укупног ареала или популације;
- све остале врсте признате као врсте од међународног значаја.

У Србији за сада постоји шест црвених књига:

- Црвена књига флоре Србије 1 – ишчезли и крајње угрожени таксони (Stevanović *ed.*, 1999);
- Црвена књига дневних лептира Србије (Jakšić, 2003);
- Црвена књига фауне Србије I – водоземци (Kalezić, Tomović & Džukić *eds.*, 2015);
- Црвена књига фауне Србије II – гмизавци (Tomović, Kalezić & Džukić *eds.*, 2015);
- Црвена књига фауне Србије III – птице (Radišić, Vasić, Puzović, Ružić, Šćiban, Grubač & Vujić 2018);
- Црвена књига фауне Србије IV – правокрилци (Pavićević, Karaman & Horvatić, 2018).

6. 8. ГЛОБАЛНА УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Демографска експлозија човечанства, потреба за све више простора и ресурса, као и незајажљивост, неморалност или неинформисаност појединаца, компанија и доносилаца одлука, довели су до стрмоглаве ерозије биолошке разноврсности. Деловањем човека, од 1990. године у свету је исушено 64% стално или повремено влажних станишта, током задњих педесет година посечено је преко 50% тропских кишних шума и уништено је или деградирано око 40% плодног земљишта, док се преко 35% коралних гребена налази у опасности од изумирања.

Оно што се дешава са природним стаништима, дешава се и са врстама. Рецимо, до 1970. године око 724 врста животиња и близу 900 врста виших биљака водило се као ишчезло у последњих 400 година (Ehrlich & Ehrlich, 1970). У Црвеној листи угрожених врста Светске уније за заштиту природе (IUCN – The IUCN Red List, 2013), од XIX века па до данашњих дана ишчезло је 799 познатих врста биљака и животиња (Таб. 5). Исто тако, до 2005. године због немара је ишчезло 1.300 старих локалних животињских раса, а 2.255 раса нашло се на ивици опстанка (Hoffman & Scherf, 2006). Колико је заиста врста изумрло због антропогених активности, никад нећемо сазнати с обзиром да са нестајањем природних станишта свакодневно нестају бројне врсте које никада нисмо упознали.

Од дивљих врста које смо упознали, са лица Планете неповратно су нестале: божје дрвце *Ilex gardneriana* из Индије, лептир *Lepidochrysops hypopolia* из Јужне Африке, шкољка *Pseudocampylaea lowei* са Мадеиरे, слатководна рибица *Salmo pallaryi* из Марока, жаба *Lithobates fisheri* из Неваде (САД), гуштер *Leiopisma mauritiana* са Маурицијуса, црвеноглави папагај *Ara erythrocephala* са Јамајке, голуб *Columba versicolor* из Јапана, патка *Tachybaptus rufolavatus* са Мадагаскара, глодар *Juscelinomys talpinus* из Бразила, зец *Prolagus sardus* са Сардиније, фока *Monachus tropicalis* из Мексичког залива, јапански морски лав *Zalophus japonicus*, јамајски мајмун *Xenothrix mcgregori*, и многе друге врсте. Такође, 61 врста преживљава једино захваљујући томе што се чува и одржава у ботаничким баштама, тераријумима и зоолошким вртovima са релативно малим изгледима да ће се ту са сигурношћу одржати и у будућности, или да ће бити враћена на природна станишта.

Број изумрлих врста врло брзо може постати још већи јер према подацима Светске уније за заштиту природе (IUCN) данас статус крајње угрожених има 26% врста сисара, 14% врста птица 41% врста водоземаца, 34% врста голосеменица. Опадање биодиверзитета мерљиво је не само у квалитативном, него и у квантитативном смислу. Према подацима Светског фонда за природу, између 1970. и 2014. године популације сисара, птица, риба, гмизаваца и водоземаца у просеку су опале за 60% (WWF, 2018).

У глобално крајње угрожене врсте спадају на пример, галапагошка игуана (*Conolophus marthae*) са око 200 преосталих јединки, калифорнијски кондор (*Gymnogyps californianus*) са 230 јединки, јужноафрички зец (*Bunolagus monticularis*) са 500 јединки, јавански носорог (*Rhinoceros sondaicus*) са око 50 јединки, мали лењивац (*Bradypus pygmaeus*) из Панаме са око 500 јединки, иберијски рис из Шпаније (*Lynx pardinus*) са око 50 јединки, јужнокинески тигар (*Panthera tigris subsp. amoyensis*) са око 100 јединки, суматрански тигар (*Panthera tigris subsp. sumatrae*) са око 200 јединки, мали калифорнијски кит плискавица (*Phocoena sinus*) са мање од 300 јединки, прекоречна горила (*Gorilla gorilla subsp. diehli*) из Камеруна и Нигерије са 250 до 300 јединки, планинска горила (*Gorilla beringei subsp. beringei*) из Конга са нешто више од 800 јединки.

Слика 56. Ишчезли гуштер *Leiopisma mauritiana*



Слика 57. Ишчезли морски лав *Zalophus japonicus*



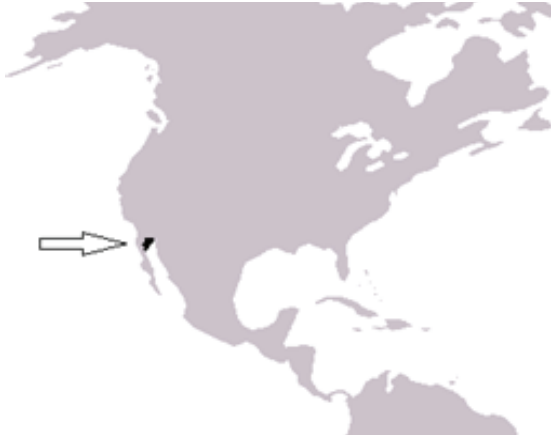
Табела 5. Број врста које се налазе у појединим категоријама угрожености на основу црвених листа Светске уније за заштиту природе (IUCN)

Категорија	Број врста
Укупан број обрађених врста	71.576
Укупан број угрожених врста	21.286
EX (extinct – изумро)	799
EW (extinct in the wild – ишчезао у природи)	61
CR (critically endangered – крајње угрожен)	4.286
EN (endangered – угрожен)	6.451
VU (vulnerable – рањив)	10.549
NT (nearly threatened – скоро угрожен)	4.822
LC (least concern – последња брига)	32.727
DD (data deficient – без довољно података)	11.881

Ако се узме у обзир 14 милиона процењених врста с једне стране, и тренутна стопа раста људских популација, експлоатације врста и уништавања станишта с друге стране, брзина изумирања достиже невероватних 27.000 врста годишње или 74 врсте дневно. То значи да је стопа изумирања врста у овом тренутку 1.000 пута већа од стопе природног изумирања. С овим нивоом масовног изумирања може се упоредити само катастрофа која се догодила пре 65 милиона година када су диносауруси нестали са лица Земље. Уколико се овакав тренд изумирања врста настави, током следећих 30 година може нестати 20% данашњих врста (Wilson, 1992). Тренутна стопа изумирања превазилази способност природних механизма да истом брзином „произведу“ нове врсте, нарочито у условима антропогеног заузећа и девастације природних станишта.

Садашња стопа уништавања свих биолошких врста од стране човека, навела је многе знамените савремене биологе да дају своју процену ситуације у којој се нашло и само човечанство. Вилсон у једном свом раду (Wilson 1992) каже: „Уколико би се планета Земља нашла у истраживачком фокусу биолога са неке друге планете, ја верујем да би он посматрајући и анализирајући нас, закључио да се тамо налази једна врста у средњој фази свог сопственог уништења“. Милер (Miller, 1998), има идентично мишљење јер по њему задњих 10.000 година на Земљи траје холоценска епоха која се на жалост, може означити и као холоценска епоха изумирања, односно, као период „масовног холоценског самоубиства човечанства“.

Слика 58. Ареал малог калифорнијског кита



Слика 59. Спасовање малог калифорнијског кита



6. 9. УГРОЖЕНОСТ БИОДИВЕРЗИТЕТА У СРБИЈИ

Ерозија биолошке разноврсности није на жалост, мимоишла ни простор Србије. Изузев лесних заравни, мочвара, ритова, слатина и високопланинских предела изнад природне горње шумске границе, територија Србије је шумско подручје. На простору Србије природни услови су такви да би примарна климатогена шумска вегетација могла да покрива 85% њене површине. Мада нема писаних података, претпоставља се да је у средњевековној српској држави шумовитост била приближна потенцијалној, око 80%, са тенденцијом благог пада услед развоја сточарства и рударства. Тај проценат се услед депопулације задржао на некој приближној вредности и у време турске окупације. Међутим, почетком XIX века, нарочито после Првог и Другог српског устанка, демографска слика почела је да се мења. Док је 1820. године у Србији живело 500.000, већ 1900. године живело је 2.492.882 становника, што је довело до масовног крчења шума, првенствено ради ширења пољопривредног земљишта и екстензивног сточарства. Због тога је 1885. године шумовитост пала на свега 32% (Aleksić & Vučićević, 2006). То није био крај уништавања шумске вегетације јер је након Другог светског рата она прекривала само 21,4% територије, што представља најмању шумовитост у историји ових простора. Захваљујући мерама пошумљавања, мелиорација, неге и заштите шума, као и миграцијом становништва из брдско-планинских подручја, у другој половини XX века површина под шумама се нешто повећала, тако да данас шуме, као што смо већ поменули, покривају 29,1% Србије. Међутим, Војводина као типично аграрно подручје, остала је трајно обешумљена. Нестанком огромних површина под природним шумама, драстично су смањени ареали шумских врста. Поред шумске вегетације, код нас је знатно уништавана вегетација степа, мочвара, ритова, бара, слатина и тресава. Нестанком огромних површина под овим типовима вегетације, додатно је умањена не само екосистемска, него и специјска разноврсност.

Према подацима из **Црвене књиге флоре Србије 1** (Stevanović ed. 1999), у последњих стотинак година глобално су ишчезле четири стеноендемичне биљне врсте: крагујевачки слез (*Althaea kragujevacensis*) из околине Крагујевца, врањански слез (*Althaea vranjensis*) из околине Врања, безчекињаста удовичица (*Scabiosa achaeta*) из околине Чачка и Рашке, као и моравски орашак (*Trapa annosa*) из Велике Мораве. Такође, 22 биљне врсте су ишчезле из Србије, за 23 биљне врсте се претпоставља да су ишчезле из Србије јер нису пронађене на локалитетима на којима су некада расле. Међутим, ових врста има у појединим околним државама, тако да нису глобално ишчезле. Додатно, 11 врста има статус глобално крајње угрожених врста, а 110 врста има статус крајње угрожених у Србији.

У Црвеној књизи дневних лептира Србије (Jakšić, 2003), обрађено је 57 врста лептира. Поред ишчезлог фрушкогорског белца (*Leptidea morsei*), 21 врста лептира је угрожена, и то углавном због губитка станишта. Најугроженији лептири код нас су ластин репак (*Papilio machaon*), алпијска хисперида (*Pyrgus andromedae*), старопланинска еребија (*Erebia alberganus*), проклетијска еребија (*Erebia manto*), чипкасти белац (*Euchloe ausonia*), Аполонов лептир (*Parnassius apollo*), итд.

У Црвеној књизи фауне Србије I – водоземци (Kalezić, Tomović & Džukić eds. 2015), обрађено је 10 врста. Од овог броја, три врсте са веома малим ареалима у Србији имају статус критично угрожених – црни даждевњак (*Salamandra atra*) са Проклетија, обична чешњарка (*Pelobates fuscus*) из панонског и перипанонског дела Србије и сиријска чешњарка (*Pelobates syriacus*) из Баната и североисточне Србије.

У Црвеној књизи фауне Србије II – гмизавци (Tomović, Kalezić & Džukić eds. 2015), обрађено је 16 врста. Међу њима као критично угрожене издвајају се грчка корњача (*Testudo graeca*) из југоисточне и јужне Србије укључујући Косово, Кочијев гекон (*Mediodactylus kotschyi*) из околине Призрена, љускави гуштер (*Algyroides nigropunctatus*) из долине Белог Дрима, четворопруги смук (*Elape quatuorlineata*) са планине Старац, змија шилац (*Platycephalus najadum*) из долине Пчиње, шарган (*Vipera ursinii*) из југозападне Србије укључујући и Метохију.

У Црвеној књизи фауне Србије III – птице (Radišić, Vasić, Puzović, Ružić, Šćiban, Grubač & Vujić, 2018) обрађене су 92 угрожене гнездеће популације и 31 угрожена негнездећа популација. Међу врстама које припадају угроженим гнездећим популацијама има и врста које су некада гнездиле у Србији, а које више не гнезде, мада се неке од њих повремено могу видети у прелету. То су рушевац (*Lyrurus tetrix*), белоглава патка (*Oxyura leucocephala*), велики лабуд (*Cygnus cygnus*), ждрал (*Grus grus*), мала дропља (*Tetrax tetrax*), кудрави несит (*Pelecanus crispus*), ружичасти несит (*Pelecanus onocrotalus*), танкокљуни спрудник (*Tringa stagnatilis*), зијавац (*Glareola pratincola*), морски галеб (*Larus michahellis*), орао рибар (*Pandion haliaetus*), орао брадан (*Gypaetus barbatus*), црни стрвинар (*Aegypius monachus*), источни трстењак (*Acrocephalus paludicola*) и риђоглави гњурац (*Podiceps grisegena*). Међу врстама које припадају угроженим негнездећим популацијама, царска шљука (*Numenius tenuirostris*) се више не виђа изнад наше територије.

У Црвеној књизи фауне Србије IV – правокрилци (Pavićević, Karaman & Horvatović, 2018), обрађено је 46 врста. Једна од њих, *Bradyporus macrogaster longicollis* из околине Ниша, има статус регионално изумрле врсте, док *Pyrgomorphula serbica* (Панчићев скакавац) са *Tape*, *Isophya obtusa* и *Polysarcus scutatus* са Старе планине, као и *Onconotus servilleai* из околине Кладова и Ниша, имају статус крајње угрожених врста.

7. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ

Израда стратешког и правног оквира заштите, очувања и унапређења биодиверзитета, заједно са научним, образовним, информативним и промотивним ангажовањем, спадају у групу мера **пасивног управљања биодиверзитетом**. Ове мере су основа за спровођење мера **активног управљања биодиверзитетом** које се заснивају на реализацији конкретних активности уз примену најновијих научних сазнања и методологија. У мере пасивног очувања биодиверзитета и управљања свим компонентама биодиверзитета спадају:

- успостављање јединствених међународних критеријума и научних методологија у утврђивању квалитативних и квантитативних карактеристика биолошке разноврсности, и у спровођењу мониторинга и мера активне заштите;
- доношење међународних конвенција, декларација, директива, акционих планова, билатералних и мултилатералних уговора којима се међу државама потписницама регулишу стратешки правци и акције;
- доношење националних стратешких докумената којима се утврђује однос државе према природним стаништима, биолошкој разноврсности, природним ресурсима и пределима, као и смернице њиховог дугорочног коришћења и очувања;
- доношење законске регулативе усаглашене са међународним обавезама и националним стратешким опредељењима ради утврђивања основа, правила и механизма дугорочног очувања биолошке разноврсности и укупне природе као вредности и ресурса;
- утврђивање институционалног оквира за спровођење стратешких докумената, прописа и мера активне заштите;
- промотивне и образовне активности и акције намењене свим циљним групама (предшколској и школској деци, студентима, наставницима, локалним заједницама, органима локалне самоуправе и државне управе, невладиним организацијама, удружењима грађана, корисницима природних ресурса, медијима, итд.), које директно или индиректно могу утицати на промену ставова о живом свету и укупној животној средини;

- правовремен, објективан и отворен проток информација о стању биодиверзитета, укупне природе и животне средине како би грађани постали важан субјект у одрживом коришћењу и очувању природних вредности и ресурса.

7.1. ГЛОБАЛНЕ ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Убрзано глобално уништавање природних станишта и биолошке разноврсности, као и опасности које због тога прете биосфери и човечанству, били су озбиљан повод да међународна заједница покрене низ иницијатива за очување животне средине и живог света на планетарном нивоу. Наша држава је активно учествовала на бројним међународним скуповима чији је резултат био доношење конвенција, стратешки значајних протокола и стратегија. Усвојене конвенције Република Србија је у међувремену ратификовала (потврдила), а њихови принципи уграђени су у националне стратегије и законодавство.

Конференција УН о животној средини (The United Nations Conference on the Human Environment) одржана у Стокхолму 1972. године, представљала је прекретницу у односу међународне заједнице према животној средини. Био је то први велики међународни скуп посвећен очувању животне средине и сигурнијој будућности човечанства. На овом скупу усвојено је 26 принципа кроз које се изражава неопходност очувања природних ресурса и животне средине кроз интегрисано и рационално планирање развоја, укључивање науке и технологије, еколошко образовање, развој националних законодавстава и неопходност међународне сарадње.

Након конференције у Стокхолму, 1980. године донета је **Светска стратегија за очување природе** (The World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development), и то од стране Међународне уније за заштиту природе (International Union for Conservation of Nature – IUCN), Светског фонда за природу (World Wild Found for Nature – WWF) и Програма УН за заштиту животне средине (United Nations Environment Programme – UNEP). Ова стратегија представља програм глобалне акције за одрживост која је могућа уколико се постигне равнотежа између конзервације природе и развоја.

Убрзо потом, 1983. године, формирана је **Светска комисија за животну средину и развој** (World Commission on Environment and Development - WCED). Председавајућа комисије била је норвешка премијерка Гро Харлем Брундтланд (Gro Harlem Brundland). Комисија је развила врло утицајан политички концепт одрживог развоја, а један од резултата рада комисије

био је извештај под насловом Наша заједничка будућност (*Our Common Future*). У извештају се између осталог наводи да се економски развој не може зауставити, али да га је неопходно уклопити у еколошке лимите планете.

Решеност међународне заједнице да трасира глобални концепт одрживог развоја, потврђена је и 1992. године на **Конференцији УН о животној средини и развоју** која је позната и као Самит о Земљи. На овој конференцији одржаној у Рио де Жанеиру усвојена је Декларација УН о животној средини и развоју позната и као **Рио декларација** – Rio Declaration, UN – UNCED. Сврха њеног усвајања била је постављање полазне основе за успостављање уравнотеженог глобалног партнерства и сарадње међу државама у области развоја, социјалне правде и очувања животне средине.

На овом скупу усвојено је 26 принципа од којих ћемо навести само неке:

- заштита природних ресурса;
- одржавање капацитет за производњу обновљивих ресурса;
- заштита дивљих животиња;
- загађења мања од способности самопречишћавања животне средине;
- спречавање загађења океана;
- развој у функцији побољшања животне средине;
- помоћ државама у развоју за очување животне средине;
- интегрисано и рационално планирање развоја;
- наука и технологија у служби побољшања стања животне средине;
- еколошко образовање;
- развој националних законодавстава у циљу очувања животне средине и развоја;
- међународна сарадња у очувању животне средине, итд.

Уз Рио декларацију донете су и **Агенда 21**, **Конвенција о биолошкој разноврсности** (Convention on Biological Diversity – CBD), **Конвенција УН о промени климе** (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) и **Протокол о одрживом управљању шумама** (Sustainable forest management - SFM).

Агенда 21 представља план акција за 21. век који обухвата:

- социјална и економска питања;
- питања заштите и управљања ресурсима за развој (очување биолошке разноврсности, еколошки здраво управљање биотехнологијом, заштита и рационално коришћење извора живота у морима);
- питања јачања улоге друштвених група и средстава за остваривање Агенде.



Конвенција о биолошкој разноврсности – Convention on Biological Diversity (CBD) је темељни документ за заштиту биолошке разноврсности као међународно начело и заједничка обавеза човечанства. У Србији ова конвенција је ратификована Законом о потврђивању Конвенције о биолошкој разноврсности („Службени лист СРЈ – Међународни уговори“, бр. 102/2007). Три основна принципа Конвенције су:

- очување биолошке разноврсности;
- одрживо коришћење компоненти биолошке разноврсности;
- правична расподела добити од биолошких ресурса.

Посебан значај Конвенције је потврђивање суверених права сваке државе на:

- сопствене биолошке ресурсе;
- коришћење сопствених биолошких ресурса на одржив начин;
- очувања сопствене биолошке разноврсности.

Обавезе држава потписница дефинисане су чланом 6. Конвенције у коме пише да су чланице у складу са својим условима и могућностима дужне да:

- израде (или прилагоде постојеће) националне стратегије, планове и програме за заштиту и одрживо коришћење биолошке разноврсности тако да они садрже мере дефинисане Конвенцијом;
- интегришу принципе заштите и одрживог коришћења биолошке разноврсности у релевантне секторске или међусекторске планове, програме и политике тамо где је то могуће и примерено.

Пет година након доношења Рио декларације, 1997. године, у Њујорку је организовано Специјално заседање Генералне скупштине УН. Била је то **Конференција Рио +5** на којој је разматрана примена Агенде 21. Закључено је да је у заштити наше планете постигнут мали напредак.

Као допуна Конвенције о биолошкој разноврсности, 2000. године у Монреалу је усвојен **Картагена протокол о биолошкој сигурности** – Cartagena Protocol on Biosafety. У Србији Протокол је ратификован Законом о ратификацији Картагена протокола о биолошкој заштити уз Конвенцију о биолошкој разноврсности („Службени лист СЦГ - Међународни уговори“, бр. 16/2005). Овај међународни споразум има за циљ да обезбеди сигурно руковање, превоз и коришћење живих модификованих организама који су настали применом савремених биотехнологија, а који могу да имају негативан утицај на биолошку разноврсност, укључујући и опасност по људско здравље.

Десет година од Рио декларације, 2002. године, у Јоханесбургу је организован други Светски самит о одрживом развоју познат као **Рио +10**. Том приликом донета је Јоханесбуршка декларација о одрживом развоју. Ова декларација се ослања на раније донета документа у Стокхолму (1972), Рио де Жанеиру (1992) и Њујорку (1997), и обавезује државе потписнице на одрживи развој и на посебно фокусирање на опште услове који представљају озбиљне претње одрживом развоју међу којима су хронична глад, неухрањеност, стране окупације, оружани сукоби, незаконите дроге, организовани криминал, корупција, елементарне непогоде, нелегалне трговине оружјем, трговина људима, тероризам, нетолеранција и изазивања расне, националне, верске и друге мржње, ксенофобије, ендемске, заразне и хроничне болести.

Двадесет година од доношења Рио декларације, 2012. године, такође у Рио де Жанеиру, одржан је и трећи светски самит познат као **Rio +20**. На овом самиту представници 192 државе обновили су своју политичку посвећеност одрживом развоју и прогласили своје опредељење промовисању одрживе будућности. Том приликом, Светски фонд за природу (World Wild Found for Nature – WWF) поднео је извештај који показује да човечанство троши много више природних ресурса него што му је потребно, а да с друге стране, око 0,9 милијарди људи нема приступ води за техничке потребе, 2,6 милијарди људи нема приступ води за пиће, једна милијарда људи је потхрањена, а чак 1,5 милијарда нема приступа модерним облицима енергије. Захтеви за храном, водом и енергијом и даље расту услед неравномерног распореда светског капитала и експоненцијалног раста људских популација, а истовремено животна средина је све угроженија, као што су све израженије и климатске промене. Због свега тога, WWF је указао на неопходност промена у управљању светским природним ресурсима.

Завршни документ овог самита познат под називом „Будућност какву желимо“, позива на већи број активности као што су поштовање мера очувања животне средине, јачање Програма УН за животну средину, увођење зелене економије као инструмента за одрживи развој, развијање стратегије за финансирање одрживог развоја, усвајање оквира за решавање одрживе потрошње и производње, укључивање цивилног друштва и науке у политике одрживог развоја.

Глобална опредељеност за заустављање губитка биодиверзитета још једном је потврђена и у јапанском граду Нагоја 2010. године, на Десетом заседању држава потписница Конвенције о биолошкој разноврсности. На овом заседању донети су такозвани **Аичи циљеви** за период од 2011. до 2020. године. Ради се о 20 циљева у оквиру пет стратешких области:

- Стратешка област а – утицати на скривене узроке губитка биодиверзитета позиционирањем биодиверзитета у органима власти и друштва;
- Стратешка област б – смањити директне притиске на биодиверзитет и промовисати његову одрживу употребу;
- Стратешка област ц – побољшати стање биодиверзитета кроз очување екосистема, врста и генетичке разноврсности;
- Стратешка област д – јачати опште користи од биодиверзитета и екосистемских услуга;
- Стратешка област е – имплементирати Конвенцију о биолошкој разноврсности кроз партиципативно планирање, управљање знањима и изградњу капацитета.

Сагласно стратешким областима, неки од циљева које је требало постићи до 2020. године били су:

- смањење степена губитка природних станишта и обнова најмање 15% деградираних екосистема;
- успостављање мреже од 17% површине под заштићеним копненим и 10% површине под заштићеним приобалним подручјима;
- заустављање ишчезавања познатих угрожених врста;
- заустављање опадања генетичког диверзитета култивисаних и гајених биљака, домаћих животиња и њихових дивљих сродника;
- уградња традиционалних знања и праксе аутохтоних и локалних заједница у национална законодавства и међународне обавезе;
- побољшање ефикасности екосистемских услуга;
- улагање већих финансијских средстава у очување биодиверзитета, итд.

Подржавајући Аичи циљеве, Генерална скупштина УН је на својој 65 седници одржаној крајем 2010. године, усвојила резолуцију којом је период од 2011. до 2020. године проглашен УН декадом биодиверзитета.

Знатно пре доношења Конвенције о биолошкој разноврсности, међународна заједница је усвојила и низ других конвенција.



Конвенција о међународној трговини угроженим

врстама дивље флоре и фауне – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Washington 1973, познатија као **CITES конвенција**, ратификована је и у Србији („Службени лист СРЈ – Међународни уговори“,

бр. 11/2001). Представља споразум којим се обезбеђује међународна сарадња у заштити одређених врста дивље флоре и фауне од прекомерне експлоатације и међународног промета. У склопу ове конвенције налазе се три додатка:

- Додатак I садржи списак врста које су у опасности од ишчезавања под стварним или потенцијалним утицајем трговине, тако да је забрањен њихов промет;
- Додатак II садржи списак врста које сада нису угрожене, али које то могу постати уколико се њихов промет не регулише на начин који обезбеђује усаглашеност коришћења и опстанка;
- Додатак III садржи списак врста за чије су ограничење промета заинтересоване поједине чланице за шта им је потребна међународна сарадња.

На основу CITES конвенције, до сада је од нелегалне трговине заштићено преко 35.000 дивљих врста.



Конвенција о заштити влажних станишта – Convention on Wetlands, Ramsar, Iran 1971, позната и као Рамсарска конвенција, ратификована је и у Србији („Службени лист СФРЈ – Међународни уговори“, бр. 9/77). Представља међународни споразум који је настао као резултат борбе за заштиту влажних и водених екосистема – мочвара, бара,

река, језера, појилишта, наводњених земљишта, слатина, шљунчаних јама, канала, мангрова, коралних гребена, рибњака, узгајалишта ракова, обалних зона које се граниче с мочварним подручјима и водених маса морске воде дубљих од 6 m за време осеке које леже унутар мочварних подручја.

Разлог доношења Рамсарске конвенције био је све већи степен угрожавања водених и влажних екосистема исушивањем, затрпавањем, загађивањем, прекомерном експлоатацијом и уношењем страних врста. Из овог разлога, државе потписнице ове конвенције обавезале су се да ће побољшати међусобну сарадњу и рад са локалним становништвом ради евидентирања и заштите водених и влажних подручја као регулатора режима вода, станишта специфичне флоре и фауне (нарочито птица мочварица), као извора велике економске, културне, научне и рекреативне вредности чији би губитак био ненадокнадив.



Конвенција о доступности информација, учешћу јавности у доношењу одлука и праву на правну заштиту у питањима животне средине - Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters, Aarhus 1998, позната

као **Архуска конвенција**, ратификована је и у Србији („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/07). Овом конвенцијом људска права непосредно се везују за стање животне средине. Конвенција промовише право на здраву животну средину и обавезује државе потписнице на чување и унапређење животне средине. Такође, обавезује на право приступа информацијама, на учешће у доношењу одлука и право на заштиту грађана пред надлежним државним органима, а нарочито пред органима правосуђа. Одредбама Конвенције тежи се укидању државног монопола у области животне средине тако што се грађанима и невладиним организацијама омогућава приступ информацијама и активно учешће у различитим процедурама од значаја за животну средину чиме их доводи у позицију партнера у овим процесима.

7.2. ЕВРОПСКЕ ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Поред глобалних напора за развој заснован на одрживости, очувању животне средине и биолошке разноврсности, присутни су и регионални напори како би се ова питања решавала у складу са специфичностима појединих области.

Када је о Европи реч, из бриге за будућност биодиверзитета проистекле су значајне конвенције од којих ћемо навести само неке.



Конвенција о заштити европског дивљег живог света и природних станишта – Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern 1979, позната као **Бернска конвенција** ратификована је и у Србији („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/2007). Представља међународни споразум земаља чланица Савета Европе, Европске економске заједнице и осталих земаља које су учествовале у његовој изради, ради постизања договора и сарадње на очувању дивљих врста флоре и фауне и њихових природних станишта, нарочито оних чија се бројност смањила и којима прети истребљење.

Потписивањем и потврђивањем Бернске конвенције државе потписнице су преузеле одговорност да у своје националне циљеве, програме и планове укључе одредбе Конвенције посвећујући посебну пажњу угроженим, осетљивим и ендемичним врстама, као и угроженим природним стаништима. Такође, све потписнице су преузеле одговорност да донесу одговарајуће законске мере за очување станишта у којима живе врсте дивље флоре и фауне, као и станишта која се налазе на утврђеним путањама миграторних врста, а на којима оне презимљују, окупљају се, хране, размножавају или митаре. Бернска конвенција има 4 додатка.

- Додатак I садржи списак строго заштићених биљних врста које треба да подлежу посебним законским и управним мерама заштите, укључујући забрану брања, сакупљања, сече или чупања, као и присвајања и промета.
- Додатак II садржи списак строго заштићених животињских врста које треба да подлежу посебним законским и управним мерама заштите, укључујући забрану свих облика њиховог намерног заробљавања, држања и убијања, намерног оштећивања или уништавања места за размножавање или одмор, намерног узнемиравања, нарочито током

периода размножавања, подизања младих и хибернације, намерног уништавања или узимања јаја од дивљачи, поседовања и трговине овим животињама било да се ради о живим или мртвим примерцима, њиховим деловима или дериватима.

- Додатак III садржи списак заштићених животињских врста које треба да подлежу посебним законским и управним мерама заштите. Сваки облик експлоатације врста са списка овог додатка мора бити посебно регулисан како би популације биле ван опасности. Мере које се предузимају укључују ловостај, регулисање експлоатације, привремену или локалну забрану активности са циљем да се обнови задовољавајуће стање популације, регулисање продаје, држање за продају, транспорт или понуду за продају живих или мртвих животиња.
- Додатак IV садржи списак забрањених средстава и метода за узнемиравање, експлоатацију, заробљавање и убијање дивљих животињских врста. Забрањена средства и методе у овом додатку посебно се односе на сисаре, птице, рибе и ракове.



Конвенција о очувању миграторних врста дивљих животиња - Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, Bon 1979, позната као **Бонска конвенција**, ратификована је и у Србији („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/07), представља

међународни споразум о прихватању обавеза држава потписница да штите миграторне врсте које живе у оквиру граница њихове надлежности или прелазе те границе, односно, обавезе да очување миграторних врста дивљих животиња буде заједничка брига свих земаља у оквиру чијих граница такве врсте проводе бар део свог животног циклуса. Уз ову конвенцију налазе се два додатка.

- Додатак I представља попис угрожених миграторних врста за које је потребно обновити станишта, отклонити, компензовати или умањити негативне утицаје или препреке које им отежавају или онемогућавају сеобу, као и спречити, смањити или сузбити утицаје који их угрожавају или би могли да их угрозе.
- Додатак II представља попис миграторних врста чији је статус заштите неповољан и чије очување и коришћење захтева међународне споразуме, односно, врсте чији би статус заштите значајно био унапређен међународним споразумима.



Оквирна Конвенција о заштити и одрживом развоју Карпата – Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians, Kiyv 2003, ратификована је и у Србији („Службени гласник РС – Међународни уговори”, бр. 1/2013).

Представља регионални споразум седам држава о сарадњи на одрживом развоју Карпата кроз побољшање квалитета живота, јачање локалне привреде и очување природних и културних вредности Карпата који се налазе на територији држава потписница.



Конвенција о сарадњи на заштити и одрживом коришћењу реке Дунав – Danube River Protection Convention, Sofia 2004, ратификована је и у Србији („Службени лист СРЈ – Међународни уговори”, бр. 2/2003). Потписана је ради одрживог управљања водама дунавског слива кроз

рационалну употребу воде, побољшање њеног квалитета, развој механизма за контролу поплава и акцидената, одређивања стандарда за емисију и усаглашену примену закључака Конвенције кроз национално законодавство сваке државе потписнице. Сагласно закључцима Конвенције, образована је Међународна комисија за заштиту реке Дунав (International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR) коју чине представници 13 земаља и ЕУ. Циљ рада комисије је примена Конвенције промовисањем и координацијом активности одрживог управљања водама дунавског слива.



Европска конвенција о пределу – European Landscape Convention, Firenze 2000, ратификована је и у Србији („Службени гласник РС – Међународни уговори”, бр. 4/11).

Представља споразум о заштити, планирању и управљању пределима који су резултат деловања и интеракције природних и/или људских фактора. Све потписнице ове конвенције обавезале су се да ће интегрисати предео у политику просторног и урбанистичког планирања, културне, пољопривредне, социјалне, економске и политику животне средине, као и у све секторе који могу да имају посредан или непосредан утицај на предео.

Поред наведених, треба поменути и друге конвенције чији принципи директно или индиректно утичу на биолошку разноврсност: Конвенција о заштити Средоземног мора од загађивања (Барселона 1976), Конвенција о заштити кичмењака који се користе за експерименталне и друге научне сврхе (Стразбур, 1986), Конвенција о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера (Хелсинки, 1992), итд.

У Европској унији глобални циљеви очувања биолошке разноврсности спроводе се применом националног законодавства на нивоу сваке државе, усаглашеног са политиком на европском нивоу. Европска политика креира се кроз доношење заједничких стратегија, директива и планова за чију се реализацију морају достављати периодични извештаји. У циљу заштите дивљих врста и њихових станишта, Савет Европе усвојио је више директива од којих су посебно значајне две директиве - Директива о птицама и Директива о стаништима.

Директива о птицама (Birds Directive 1979/147/EC) донета је ради спречавања опадања бројности популација аутохтоних европских дивљих птица услед деградације и губитка станишта, загађења животне средине и њихове неодрживе експлоатације. Такође, ова директива проистекла је из става да су птице заједничка баштина свих европских држава тако да њихова заштита захтева међународни приступ. Сагласно овој директиви, све чланице ЕУ су у обавези да утврде општи систем заштите птица путем забране убијања, неселективног лова, хватања, уништавања гнезда, сакупљања јаја, узнемиравања и нелегалне трговине. Директива о птицама обухвата и четири додатка (анекса).

- У додатку I приложена је листа птица за које су утврђене мере строге заштите. На овој листи тренутно се налазе 192 најугроженије врсте птица.
- У додацима II и III приложена је листа птица које се могу користити под строго контролисаним условима.
- У додатку IV дат је преглед забрањеног оружја и других справа за убијање и хватање птица.
- У додатку V налази се списак тема за даља истраживања (израда националних листа птица које су у опасности, евидентирање и прстеновање птица, попис и опис станишта значајних за птице, утврђивање улоге појединих врста птица као индикатора загађења животне средине, утврђивање утицаја хемијских загађења на птице, итд.).

С обзиром да су деградација, фрагментација и губитак станишта препознати као највећа опасност за птице Европе, посебна пажња посвећена је заштити станишта угрожених и миграторних врста првенствено кроз успостављање мреже подручја посебне заштите значајних за очување птица и миграторних врста (Special Protected Areas - SPA). Мада још увек није члан ЕУ, Србија је кроз своје законодавство имплементирала све смернице Директиве о птицама.

Директива о стаништима (Habitats Directive 1992/43/EC) донета је као подршка Бернској конвенцији ради очувања најзначајнијих природних станишта дивљих биљних и животињских врста Европе. Директива о стаништима представља правне темеље за заштиту природе Европске уније јер предвиђа издвајање заштићених подручја која чине део мреже Natura 2000. Директива о стаништима обухвата шест додатака (анекса).

- У додатку I набројани су типови природних станишта дивљих врста које треба заштитити као посебна заштићена подручја.
- У додатку II налазе се спискови биљних и животињских врста чије очување захтева заштиту њихових станишта као посебних заштићених подручја.
- У додатку III дати су критеријуми за одабир станишта за заштиту.
- У додатку IV налази се списак значајних европских биљних и животињских врста које треба строго заштитити.
- У додатку V налази се списак значајних европских биљних и животињских врста за чију се експлоатацију морају применити мере управљања популацијама.
- У додатку VI налази се попис забрањених мера за хватање, убијање и транспорт дивљих животиња.

У додацима Директиве налази се списак од око 230 ретких и карактеристичних станишта одређених за заштиту, као и преко 1.000 ендемичних, ретких и угрожених врста биљака и животиња. Државе чланице ЕУ дужне су да станишта из додатака I и II наведене Директиве прогласе заштићеним подручјима (Special Areas of Conservation – SAC).

7.3. ЕВРОПСКЕ ЕКОЛОШКЕ МРЕЖЕ

Део обавеза које произилазе из примене Конвенције о очувању дивљег биљног и животињског света и природних станишта (Бернске конвенције), Савет Европе је испунио реализујући програм Natura 2000 намењен државама које су чланице Европске Уније. Формирању еколошке мреже Natura 2000 претходило је доношење две већ поменуте директиве Савета Европе – Директиве о птицама и Директиве о стаништима.



Natura 2000 представља европску еколошку мрежу. У формирању еколошке мреже Natura 2000, односно еколошких области у којима се желе постићи и очувати повољни услови за живот угрожених биљних и животињских врста, полазна основа била су два пројекта. Први пројект обухватио је утврђивање посебно заштићених подручја (Special Protection Areas - SPA) која су издвојена у складу са Директивом о птицама, док је други пројекат обухватио утврђивање посебних подручја конзервације (Special Areas of Conservation - SAC) усклађених са Директивом о стаништима. Издвојена SPA и SAC подручја на нивоу сваке државе чланице ЕУ, заједно чине еколошку мрежу Natura 2000. Поред већ дефинисаних врста и станишних типова, свака земља у ову мрежу може да уведе и своја специфична станишта и врсте чиме је повећан број типова станишта и значајних врста на међународном нивоу.

Од 1992. године када је почела да се успоставља, па до данашњих дана, еколошка мрежа Natura 2000 обухвата преко 127.574 до сада заштићених природних станишта дивљих врста. Она чине 25,6% копнених и 9,3% морских екосистема Европе. У подручјима обухваћеним овом мрежом избегавају се активности које могу пореметити природна станишта популација дивљих врста, и истовремено се предузимају мере враћања повољног стања врста и станишта.

Одлуком Савета Европе од 28. јуна 2013. године о почетку приступних преговора са Републиком Србијом, отворено је ново поглавље у односима Србије и Европске уније. Преговарачким оквиром усвојеним крајем 2013. године од стране Савета Европе, дефинисана су начела, садржина и процедуре преговарања током којих Србија треба да утврди своју позицију у односу на правне тековине Европске уније и током којих треба да доставља релевантне информације о напретку који постиже у испуњавању постављених мерила. Приступање Европској унији задире у широки спектар преговарачких области тако да је преговарање подељено у 35 поглавља. Питања која се тичу заштите природе налазе се у оквиру Поглавља 27 -Животна средина и климатске промене. У овом сложеном процесу придруживања, Србија је начинила прве кораке у области заштите природе реализујући поједине међународне пројекте.



Емералд еколошка мрежа такође представља европску еколошку мрежу за очување дивље флоре и фауне и природних станишта у оним државама које нису чланице Европске уније. Израда Емералд мреже покренута је 1998. године од стране Савета Европе као подршка Бернској конвенцији и припрема за имплементацију Директиве о стаништима. Ову мрежу чине подручја од посебне важности за заштиту природе (*Areas of Special Conservation Interest – ASCI*), односно, станишта које су од нарочитог националног и међународног значаја са аспекта очувања биолошке разноврсности на територији свих држава потписница Бернске конвенције.

Пројекат успостављања Емералд мреже у Србији реализован је 2005. и 2006. године. У поступку номинације Емералд подручја обрађено је и издвојено 61 подручје (Sekulić & Šinžar-Sekulić eds., 2010) укупне површине од 1.019.270 ha што чини око 11,5% територије Србије. Од наведеног броја већина је већ имала статус заштићених подручја у складу са националним законодавством.

Пројекат Значајна биљна подручја Европе (Important Plant Areas in Europe – IPA in Europe) који координише Plantlife International, представља иницијативу за издвајање станишта најзначајнијих за очување дивље флоре Европе. До сада је у ЕУ издвојено 399 IPA подручја која су ушла у мрежу Natura 2000. У државама које још увек нису чланице ЕУ издвојено је додатних 510 IPA подручја значајних за очување биљних врста и њихових природних станишта. У Србији је 2005. године издвојено 59 станишта од међународног значаја за очување флористичке разноврсности (Stevanović ed., 2005). Ова станишта обухватају 8,5% наше територије.

Пројекат Значајна подручја за птице (Important Bird Areas – IBA) који води BirdLife International, представља један од кључних пројеката за очување фауне птица и њихових станишта. У више од 200 земаља широм света до данас је идентификовано преко 10.000 IBA подручја од којих се око 4.000 налази у Европи. У Србији су 2009. године издвојена 42 IBA подручја (Puzović ed., 2009). Њихова површина заузима 14,25% наше територије.

Пројекат Одабрана подручја за дневне лептире (Prime Butterfly Areas in Serbia – PBA) реализован је 2003. године под покровитељством организације Butterfly Conservation Europe из Холандије. Сврха пројекта била је идентификација и заштита станишта најзначајнијих за очување фауне лептира. У складу са овим пројектом, у Србији је издвојено 40 подручја за 38 најзначајнијих врста дневних лептира од укупно 193 врста дневних лептира колико их има код нас (Јакшић ed., 2008). Сумарна површина PBA подручја износи 10,22% територије Србије.

Слика 60. Емералд подручја у Србији



Паневропска еколошка мрежа (Pan European Ecological Network - PEEN), почела је да се развија 1995. године под покровитељством Савета Европе. Координатори пројекта *Паневропска еколошка мрежа* су Економска комисија за Европу (UN/ECE) и Светска унија за заштиту природе (IUCN). Изради карата ове еколошке мреже претходило је доношење Паневропске стратегије биолошке и пејзажне разноликости (Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy – PEBLDS) која је усвојена на Министарској конференцији у Кијеву 1995. године ради подршке Конвенцији о биолошкој разноврсности на европском нивоу. Ова еколошка мрежа пројектована је кроз три потпројекта која обухватају скице еколошких мрежа европских региона. Карта еколошке мреже за Централну и Источну Европу завршена је 2002. године, а за Југоисточну и Западну Европу 2006. године.

С обзиром да еколошке мреже представљају систем значајних природних подручја између којих се успостављају физичке и еколошко-функционалне везе, њихови делови састоје се од четири функционалне целине: а) централне зоне, б) коридора, ц) заштитне (бафер) зоне и д) зоне одрживог коришћења.

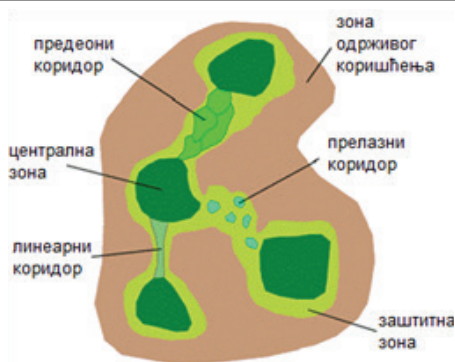
а) **Централне зоне** еколошке мреже имају примарну улогу у заштити биодиверзитета јер обухватају станишта, екосистеме и дивље врсте најзначајније са аспекта очувања биолошке разноврсности. То су заштићена подручја од националног значаја, подручја еколошких мрежа Natura 2000 и Емералд, Рамсарска подручја и сва остала станишта и врсте које се штите на основу Бонске и Бернске конвенције.

б) **Коридори** су подручја која представљају спону између две или више централних зона. Улогу коридора могу преузети постојећи природни или полуприродни екосистеми који се налазе унутар вештачких екосистема, превасходно великих пољопривредних површина, као и ревитализовани и вештачки екосистеми који симулирају услове природних. Основни циљ успостављања коридора је обезбеђивање физичке комуникације између популација одређених врста које се налазе у централним зонама, а које су физички раздвојене антропогено измењеним површинама. Дакле, коридори су својеврсни генетички мостови између природних популација који доприносе јачању еколошких интеракција.

ц) **Заштитне (тампон, бафер) зоне** представљају неку врсту изолационих зона које се налазе између централних зона и зона одрживог коришћења земљишта и других ресурса. Њихова улога је смањење директних антропогених утицаја на централне зоне.

д) **Зоне одрживог коришћења** су подручја у којима се земљиште и други природни ресурси користе на одржив начин како би се трајно обезбедиле екосистемске услуге.

Слика 61. Функционалне целине еколошке мреже



Када је о Србији реч, успостављање еколошких мрежа са функционалним коридорима је на самом почетку, тако да њихово правилно позиционирање и креирање представља велики изазов не само за конзервационе биологе, него и стручњаке бројних других профила.

7.4. МЕЂУНАРОДНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ЗА ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ

У XX веку појавиле су се и бројне међународне организације као подршка заштити животне средине, укупне природе и биодиверзитета као њеног дела. Овај процес нарочито је убрзан након Другог светског рата када глобални покрети и иницијативе постају све масовнији.



Године 1946. формирана **Организација Уједињених нација за образовање, науку и културу – Унеско** (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO) са циљем да се кроз образовање, науку и културу допринесе миру и сарадњи међу нацијама, поспешивању универзалног поштовања правде и основних људских слобода.

Унеско данас подржава многе програме, између осталог и програме очувања светске културне и природне баштине, као и програме успостављања светске мреже резервата биосфере. Седиште Унеска смештено је у Паризу, а 193 државе чланице активно сарађују захваљујући мрежи од 50 канцеларија широм света.

Тренутно се под заштитом Унеска у 167 држава налази 1.121 објекат светске баштине (UNESCO World Heritage Site). Од овог броја, 869 објеката припада културној баштини, 213 природних целина припада природној баштини, док 39 просторних целина припада комбинованој природној и културној баштини човечанства (UNESCO, 2020).



Унесков програм **Човек и биосфера** (MaB – Man and the Biosphere, UNESCO) изложен је 1970. године као идеја о стварању светске мреже заштићених подручја названих „резервати биосфере“. Концепт резервата биосфере јасно је постављен 1974. године, а први резервати биосфере проглашени су 1976. године. Акциони план за резервате биосфере сачињен је 1984. године након Првог међународног конгреса о резерватима биосфере у Минску, док је нова стратегија њиховог успостављања и повезивања у мрежу усвојена на Другом конгресу одржаном у Севиљи 1995. године.

Резервати биосфере успостављају се ради промовисања уравнотеженог односа између човека и природе, тако да су њихове основне функције:

- заштита предеоно, екосистемске, специјске и генетичке разноврсности;
- друштвено-економски развој заснован на принципима одрживости;
- подршка научном и истраживачком раду, образовању и размени информација.

Светска мрежа данас обухвата 701 резерват биосфере у 124 државе. Од овог броја 21 резерват је трансграничан (припада једној или већем броју држава). Централна канцеларија програма МаВ налази се у седишту Унеска у Паризу, док у свакој држави чланици постоји Комитет за МаВ у оквиру Националне комисије за Унеско.



Међународна унија за заштиту природе (International Union for Conservation of Nature – IUCN) формирана је 1948. године на конференцији коју су у Фонтенблоу (Француска) организовали Привремена међународна унија за заштиту природе у оквиру Швајцарске лиге, француска Влада и Унеско. Од како постоји, ова Унија постала је једна од водећих институција у области очувања природе и биолошке разноврсности. Она окупља преко 1.400 владиних и невладиних организација и око 16.000 стручњака широм света. Седиште Уније је у швајцарском граду Гланду, а поред седишта, организована је мрежа регионалних канцеларија. Од 2004. године ради и регионална канцеларија за Југоисточну Европу која је смештена у Београду.

У оквиру Међународне уније за заштиту природе активно је шест комисија – Комисија за едукацију и комуникацију, Комисија за економску и социјалну политику, Комисија за законодавство, Комисија за управљање екосистемима, Комисија за заштиту врста и Комисија за заштићена подручја. Поред тога што подржава и усмерава научна истраживања, покреће бројне прекограничне иницијативе, пројекте и акције, Унија је значајна и због тога што њени стручњаци одређују опште критеријуме за категоризацију природних добара и дивљих врста, помажу владиним и невладиним организацијама, агенцијама УН, компанијама и локалним заједницама да развију и у пракси спроведу методологију дугорочног очувања предела, природних станишта, врста и заштићених подручја.



Светски фонд за природу (World Wildlife Fund for Nature – WWF) основан је 1961. године са првобитном наменом прикупљања средстава за невладине организације које се боре за очување популација угрожених врста широм света. Са јачањем негативних антропогених притисака на природне екосистеме, Фонд је велику пажњу и финансијска средства почео да усмерава на пројекте очувања биолошке разноврсности шума, слатководних екосистема, океана и обала, на ублажавање климатских промена и промовисање смањења загађења и расипничке потрошње. Седиште Фонда је у граду Моргесу у Швајцарској, а његова мрежа је раширена у преко 90 држава у којима се одвија 1.300 пројеката са пет милиона учесника. Од 1996. године Фонд има статус консултанта Унеска.

За нас је значајно што је Фонд 2012. године започео пројекат „Паркови Динарског лука“. Основни циљ пројекта је регионална сарадња на заштити националних паркова и паркова природе планинског венца Динарида који се протеже од Словеније, па преко Хрватске, Босне и Херцеговине, Србије, Црне Горе и Македоније, до Албаније. До сада је у асоцијацију „Паркови Динарида – мрежа заштићених подручја Динарида“, учлањено 46 заштићених подручја региона.



Комитет за спровођење Рамсарске конвенције (Standing Committee of the Ramsar Convention) установљен је 1987. године, а смештен је у Гланду где се налази у седишту Међународне уније за заштиту природе. Основна улога Комитета је надгледање спровођења Рамсарске конвенције, координација активности држава потписница, организовање редовних састанака и решавање бројних питања спровођења Конвенције. На глобалном нивоу за сада је проглашено 2.403 међународно значајних Рамсарских подручја широм света (<https://rsis.ramsar.org/>). Њихова укупна површина износи 254.307.159 ха што представља значајан допринос очувању осетљивих и данас веома угрожених водених и влажних екосистема.



Значајну подршку Комитету за спровођење Рамсарске конвенције пружа Међународна организација за очување влажних подручја **Wetlands International**. Формирана је 1995. године од неколико мањих организација које су се још од 1954. године бавиле заштитом птица мочварица. Данас је то веома активна организација са седиштем у Вагенингену у Холандији, са 21 регионалном канцеларијом на свим континентима. Основна улога ове организације је очување и обнова мочвара, њихових ресурса и биолошке разноврсности ради перспективе будућих генерација. Wetlands International се залаже за детаљно и правовремено информисање доносилаца одлука о стању и значају влажних подручја, за интегрисање влажних подручја у пројекте одрживог развоја, за обједињено управљање водним ресурсима и покретање стратешких иницијатива за побољшање статуса врста, природних станишта и еколошке мреже. Ова организација покреће и води многе пројекте ревитализације влажних подручја широм света.



Европски центар за заштиту природе (European Centre for Nature Conservation – ECNC) је независни европски експертски центар за биодиверзитет и одрживи развој, који ради у преко 60 европских и централноазијских земаља. Овај центар промовише интеракцију између науке, друштва и политике с једне стране, и екологије и економије с друге стране, снажно доприносећи зеленијој економији.

Као члан конзорцијума у Европском тематском центру за биодиверзитет и Европског форума за станишта, ECNC интензивно сарађује са институцијама Европске уније, Европском агенцијом за животну средину, са европском канцеларијом Програма Уједињених нација за животну средину и европским невладиним организацијама за заштиту животне средине у дијалогу са Европском комисијом. Ова организација бави се програмима едукације који се односе на агробiodиверзитет, екосистемске услуге и еколошку мрежу Natura 2000.

Поред наведених, велики допринос у очувању биодиверзитета дају и друге организације: Greenpeace International, BirdLife International, Plantlife International, Fauna and Flora International, Wildlife Conservation Society, Nature Conservancy, Global Forest Coalition, International Union of Forest Research Organizations, International Organization for Animal Protection, OceanCare, The Ocean Cleanup, Wildlife Justice Commission и многе друге.

7.5. ЗАШТИТА ПРИРОДЕ У СВЕТУ

Идеје о заштити највреднијих делова природе нису скорашњег датума. Још је пољски краљ Жигмунд I Стари 1538. године донео Декрет о заштити Бјаловјешке шуме као остатка некадашње средњеевропске прашуме и станишта европског бизона. Убрзо потом, 1541. године, ове шуме су краљевском повељом проглашене и за ловни резерват, а за криволов бизона уведена је смртна казна. Ради још боље заштите, краљ Владислав III Ваза је 1639. године издао декрет којим је локалне сељане прогласио краљевским шумарима и ослободио их пореза у замену за бригу о шумама. Иако су ове мере проистекле из намере да се заштите краљевска ловишта, оне су имале дугорочно позитивне ефекте јер су крда бизона и њихова станишта очувана до данашњих дана у оквиру прекограничног националног парка Бјаловјешка шума (Puszcza Białowieska, Белавежская пушча) између Пољске и Белорусије.

Године 1576. принц од Оранжа и држава Холандија склопили су споразум са магистратом Хага о очувању хашких шума, док је 1703. године у царској Русији заштићен већи број шумских излетишта и стабала импозантних димензија.

У Монголији је 1776. године на захтев локалног гувернера монголски владар из династије Кинг декретом заштитио планину Богд Кан због њене несвакидашње лепоте. Ова планина је 1996. године добила статус природне баштине под заштитом Унеска.

У Француској, у региону Фонтенбло надомак Париза, 1858. године проглашен је резерват природе који је обухватио очуване шумске комплексе заједно са истоименим замком и сликарском школом. Циљ заштите овог комплекса за коју се залагао и познати писац Виктор Иго, био је узгој дивљачи и очување природе ради подстицања инспирације код ученика сликарства.

Једно од најстаријих заштићених подручја Европе је и Обедска бара коју је на иницијативу капетана Молнара, војног заповедника Хрватске и Славоније, аустроугарски двор заштитио 1874. године као царско ловиште. У време Краљевине Југославије, 1919. године, Обедска бара добила је статус краљевског ловишта династије Карађорђевић, док данас представља специјални резерват природе познат по специфичним барским екосистемима и богатој фауни птица.

У XIX веку и у Сједињеним Америчким Државама почеле су да јачају иницијативе за заштиту природе, и то захваљујући бројним природњацима. Тако је енглески сликар Џорџ Кетлин (George Catlin) 1832. године промовисао идеју о заштити индијанских племена и очувању њиховог традиционалног начина живота у неком „националном парку“ заштићеном од стране америчког Конгреса. Исте године, тадашњи председник САД, Ендрју Џексон, својим указом ставио је под заштиту Топле изворе (Hot Springs) у Арканзасу. Следеће велико заштићено подручје у овом делу света била је Јосемитска долина (Yosemite Valley) у западном делу планинског венца Сијера Невада у Калифорнији. Ова шумовита глацијална долина прекривена четинарским шумама у којима се издвајају џиновске секвоје, одлуком америчког Конгреса и потписом председника Абрахама Линколна 1864. године, проглашена је заштићеним подручјем под управом државе Калифорнија. Касније, 1890. године, добила је и статус националног парка. За заштиту и промоцију Јосемитске долине нарочито је био заслужан природњак Џон Мур (John Muir) који је сматрао да контакт са природом представља основу за формирање људског карактера и врлина. Мур је формирао организацију Sierra Klub, прву невладину организацију у свету која се залагала за очување природе.

Међутим, знатно пре заштите Јосемитске долине, 1807. године, организована је експедиција у долини реке Јелоустон. Џон Колтер (John Colter), један од иницијатора овог подухвата, јавности је пренео снажне утиске о кључалом блату, термалним изворима, гејзирима и црним стенама. И поред тога што је подстакао радозналост многих истраживача за ово подручје названо „Колтеров пакао“, прошло је више деценија пре него што су организоване нове експедиције. Једна од већих, била је Вошбурнова експедиција (Henry Washburn) која се 1870. године упутила према Јелоустону. Након њеног завршетка истраживач Џаџ Хеџис (Judge Hedges) изнео је идеју да ово подручје треба заштитити од експлоатације и претворити га у национални парк како би људи уживали у његовој невероватној природи. Након тога уследила је снажна кампања и још једна експедиција на основу које је US Geological Service подржао концепт националног парка. Уважавајући мишљење ове државне геолошке установе, амерички Конгрес је 1872. године прогласио први национални парк на свету. Био је то Национални парк „Јелоустон“ (Yellowstone National Park) који се данас простире на тремеђи Вајоминга, Монтане и Ајдаха. Парк је стављен под надзор федералних власти као „јавно подручје у коме људи могу да уживају“. Касније, 1916. године, Конгрес је формирао и службу националног парка са директором чија је дужност била да „сачува природу, све природне и историјске објекте на том подручју, сва жива бића која су ту присутна, и да омогући будућим генерацијама посете овом месту“.

Проглашење Националног парка „Јелоустон“, допринело је да концепт националних паркова буде брзо прихваћен и изван граница САД. У Аустралији је 1879. године на обалама Тихог океана проглашен Краљевски национални парк (Royal National Park). Убрзо потом, 1885. године, у Канади је у региону Стеновитих планина проглашен Национални парк „Банф“ (Banf National Park). Године 1887. на северном острву Новог Зеланда проглашен је Национални парк „Тонгариро“ (Tongariro National Park), док је 1898. године у Јужној Африци заштићен резерват дивљачи „Саби“ који је 1926. године добио статус Националног парка „Кругер“ (Kruger National Park).

Почетком XX века и у Јужној Америци проглашени су први национални паркови. Прво је 1903. године у Порторику успостављен Национални парк „El Yunque“, а потом су своје националне паркове прогласили Мексико (Desierto de Los Leones National Park, 1917), Чиле (Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, 1926) и Аргентина (Nahuel Huapi National Park, 1934).

Најстарији национални паркови Европе су „Sarek“ и „Stora Sjöfallet“ који су проглашени 1909. године. Налазе се у Лапонији, на територији Шведске, и обухватају најрепрезентативније делове субарктичке тундре. Након тога, 1914. године, проглашен је и „Швајцарски национални парк“ на делу швајцарских Алпа и дуж глацијалне долине Енгадин. Две године касније, у Русији је заштићен резерват природе „Баргузински“ на Бајкалском језеру, а 1920. године заштићен је и национални парк „Gran Paradiso“ у западним деловима италијанских Алпа.

Први азијски национални паркови проглашени су од 1934. до 1936. године када је у Јапану чак 12 подручја добило овај статус. У исто време, 1936. године, Индија је добила Национални парк „Корбет“ (Corbett National Park), уточиште бенгалског тигра и азијског слона, а након две године, и Малезија је добила национални парк „Taman Negara“.

Растућу стопу деградације природе у XX и XXI веку, прати и све већа борба за њену конзервацију. Површине уништених, исфрагментисаних и деградираних екосистема све су веће, али је истовремено и све већи број подручја заштићених на националном или међународном нивоу. Према подацима Светске базе података о заштићеним подручјима (World Database on Protected Areas), у свету је укупно проглашено 202.467 заштићених подручја. Ова подручја покривају 14,7% светског копна и 8,4% светског мора (од тога 5% обухвата међународне воде, а 3,4% националне воде). У земљама Европске уније површина заштићених подручја простире се на готово 21% копна што је знатно више од светског просека.

На Десетом заседању држава потписница Конвенције о биодиверзитету одржаном у Нагоји 2010. године, један од постављених Аичи циљева био је да се до краја 2020. године заштити 17% копнених и 10% морских екосистема. Основни разлог за постављање овако амбициозног плана био је ублажавање убрзане ерозије биолошке разноврсности. На жалост, овај циљ се вероватно неће у потпуности остварити са завршетком 2020. године.

8. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА У СРБИЈИ

8.1. ЗАШТИТА ПРИРОДЕ У СРБИЈИ

Први писани подаци о становништву, простору и појединим природним одликама српских земаља могу се наћи у повељама Стефана Немање из 1198. године, Стефана Уроша I из 1276. године и Стефана Уроша II Милутина из 1316. године, као и у хрисовуљи Стефана Дечанског из 1330. године. Мада оскудни и узгредни када је о природни реч, они представљају прва значајна сведочанства о нама и нашем простору.

Аутентичан документ о односима у тадашњем друштву, али и о односу према неким природним ресурсима је Душанов законик из 1349. године. У Члану 74. Законика регулише се пашарење: „Село са селом да пасе, куда једно село, туда и друго, осим законитих забела. И ливаду да не пасе нико“. У Члану 123. рударима Сасима укинута је привилегија на неограничено крчење шума и насељавање на крчевинама, при чему им је била осигурана крчевина коју су до доношења Законика искрчили: „Што су куда посеekli горе Саси до овог сабора, ту земљу нека имају. Ако су ком властелину без права узели земљу, да се суде с њима властела по закону Светог краља, а одсад унапред Сасин да не сече, а што посече, оно да не обрађује и људе да не смешта, само да стоји пуста, да расте гора“. Забрана неограниченог крчења шума касније је проширена и на властелу, а становницима села Љубижње и Скоробижње у призренском горју било је забрањено „поорати“ планину на имањима призренског манастира.

Од XVI до XVIII века, у време највећег зулума Турака, о природи се нико није старао, али је након завршетка Првог српског устанка 1813. године, старање о шумама преузела Карађорђева канцеларија и Магистрат. Магистрат је издавао дозволе за сечу шума само људима са стране, док су је мештани могли сећи без дозволе и ограничења.

У периоду после Другог српског устанка коришћење и уништавање шума почело је да поприма огромне размере. Због тога је књаз Милош 1820. године издао заповест народу да не сме „неразумно затирати шуму“. На основу Сретењског устава из 1835. године старање о шумама прешло је у надлежност Министарства унутрашњих послова (Попечитељства внутерни и полицајни дела), а 1836. године донета је Височајша наредба којом је био забрањен лов на јелене и кошуте, и којом је уведен ловостај на зечеве,

„дивље козе“ и „за јело способне птице“. У то време у сваком срезу био је постављен по један шумар чија је дужност била да штити шуме од претеране сече. Четири године касније, ступила је на снагу Уредба о сечи шума којом је забрањена сеча „липове горе“. Решењима из 1859. и 1860. године први пут је био забрањен риболов динамитом или тровањем. У истом периоду, тачније 1859. године, књаз Милош је издао и Наредбу о заштити шума Авале. Тада је постављена ограда на деловима ове планине ради њеног спашавања од „пропадања“. Године 1891. на снагу је ступио Закон о шумама, а 1898. године Закон о лову и Закон о риболову (Поповић, 1951). У XIX веку на простору данашње Србије заштићено је и прво подручје. Била је то Обедска бара коју је на иницијативу војног заповедника Молнара, аустроугарски двор заштитио 1874. године.

На почетку XX века, 1905. године, на снагу је ступио Закон о употреби и регулисању вода Краљевине Србије, а 1914. и Закон о бањама, минералним и топлим водама, којим је регулисана и забрана непримереног газдовања шумским фондом у околини бања.

Након Првог светског рата, 1918. године, указом Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца почело је да ради Министарство шума и рудника, а 1930. године на снагу је ступила Наредба о чувању и одржавању предмета историјске, научне, уметничке вредности, природне лепоте и реткости које буду таквима проглашене. Ради очувања најзначајнијих подручја очуване природе, 1938/39. године донета је и Уредба о националним парковима. Међутим, први национални парк у Србији заштићен је знатно касније, тек 1960. године када је овај статус добила Фрушка гора, која је знатно пре тога, 1948. године, проглашена народним излетиштем.

Институционална заштита природе у Србији започела је 1945. године. Тада је на снагу ступио Закон о заштити споменика културе и природњачких реткости ДФ Југославије („Службени лист ДФ Југославије“, бр. 54/1945). На основу овог закона, Министарство просвете НР Србије је Природњачком музеју Српске земље, САНУ и Универзитету у Београду поверило послове заштите природних реткости. На предлог Природњачког музеја, Министарство шумарства је 1948. године својим решењем прогласило три резервата. То су резерват зеленичета (*Prunus laurocerasus*) на планини Острозуб надомак Власотинца, и два резервата букове шуме – Мустафа на северном Кучају и Фељешана у околини Мајданпека.

Исте, 1948. године, када су проглашени први резервати, основан је и Завод за заштиту природе и научно проучавање природних реткости НР Србије, данашњи Завод за заштиту природе Србије, који ради као стручна установа Владе Републике Србије. Поред републичког, пословима заштите природе

бави се и Покрајински завод за заштиту природе, надлежан за делатност заштите природе у АП Војводини. До 1999. године активна је била и Радна јединица Завода за заштиту природе Србије која је била надлежна за заштиту природе на Косову и Метохији. Заводи за заштиту природе прикупљају и обрађује податке о свим абиотичким и биотичким елементима природе и предела, израђује стручне основе за заштиту подручја (студије заштите), издају услове за радове на заштићеним подручјима, обављају стручни надзор и пружају стручну помоћ управљачима заштићених подручја, утврђују услове и мере заштите природе у поступку израде и спровођења просторних и урбанистичких планова као и других планова и пројеката, воде регистар и информациони систем о природи, организују васпитно-образовне и промотивне активности и обављају друге послове од значаја за заштиту природе.

Стратешки, управни и инспекцијски послови заштите природе и биодиверзитета у надлежности су ресорног министарства и секретаријата у АП Војводини. Ово министарство први пут је формирано 1991. године као Министарство заштите животне средине. Од тада па до данашњих дана често је мењало структуру и назив тако да је у појединим периодима постојало као самостално министарство, а у појединим периодима као део министарства са више ресора.

У саставу министарства које се бави животном средином налази се Агенција за заштиту животне средине која обавља бројне стручне послове који се односе на развој и вођење националног информационог система заштите животне средине, на израду извештаја о стању животне средине и спровођењу политике заштите животне средине, на сарадњу са Европском агенцијом за животну средину (ЕЕА) и Европском мрежом за информације и посматрање (ЕІОНЕТ), као и друге послове одређене законом.

Данас је у Србији законом заштићено **469 подручја** од посебног значаја за очување и унапређење природе: 5 националних паркова, 18 паркова природе, 21 предео изузетних одлика, 69 строгих и специјалних резервата природе, 314 споменика природе ботаничко-дендролошког, геоморфолошког, геолошког и хидролошког карактера, 6 заштићених станишта, 36 подручја са интегралним културно-историјским и природним вредностима (простори око непокретних културних добара и знаменитих места).

Просторним планом Републике Србије за период од 2010. до 2020. године утврђено је да би до 2020. године под законском заштитом требало да буде 12% наше територије. Међутим, у овом тренутку укупна површина заштићених подручја износи 677.950 ha, односно **7,66% територије Србије** (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2020) што је сврстава у ред држава са малим уделом простора под заштитом.

Један број заштићених подручја Србије због специфичних природних и створених вредности има статус међународно значајних подручја.

У оквиру Унесковог програма „Човек и биосфера“ (MaB – Man and Biosphere, UNESCO), Парк природе Голија заједно са заштићеном околином манастира Студеница 2001. године проглашен је за Резерват биосфере „Голија – Студеница“ на површини од 53.800 ha, а 2017. године проглашен је и Резерват биосфере „Бачко Подунавље“ који представља једну од најочуванијих ритско-мочварних целина на читавом току Дунава.

На основу Конвенције о заштити влажних станишта (Рамсарске конвенције), десет заштићених подручја Србије добило је статус међународно значајних рамсарских подручја. То су: Обедска бара, Царска бара, Лудашко језеро, Слано копово, Лабудово окно (део Специјалног резервата природе Делиблатска пешчара), Горње Подунавље, Засавица, Власина, Ковиљско-петроварадински рит и Пештерско поље. Укупна површина ових подручја износи 63.919 ha.

8.2. СТРАТЕШКИ ОКВИР ОЧУВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА

Стратешка основа од значаја за очување биолошке разноврсности Србије садржана је у више националних стратегија. Ове стратегије представљају део наших обавеза проистеклих из међународних конвенција и других докумената које смо потписали и потврдили (ратификовали). Поменућемо само оне стратегије које се непосредно односе на природу и биодиверзитет као њен биотички део.

Национална стратегија одрживог развоја („Службени гласник РС“, бр. 57/2008) обухвата стратешка питања заштите животне средине и очувања природних ресурса, као и питања утицаја економског развоја на животну средину. У Стратегији су дати циљеви, мере и приоритети везани за заштиту природних ресурса (ваздуха, воде, минерала, земљишта, биодиверзитета и обновљивих извора енергије), за заштиту од деловања различитих фактора ризика по животну средину (климатских промена, оштећења озонског омотача, отпада, хемикалија, удеса, јонизујућег и нејонизујућег зрачења, буке и природних катастрофа), за заштиту од деловања фактора ризика по животну средину у различитим економским секторима (индустрији, рударству, енергетици, пољопривреди, шумарству, ловству, рибарству, саобраћају, туризму), као и циљеви за увођење чистије производње. Сагласно стратегији, секторски циљеви у области очувања природних вредности и ресурса, па самим тим и биодиверзитета, обухватају:

- успостављање система биомониторинга;
- успостављање информационог система о живом свету;
- попис свих компоненти биодиверзитета;
- спровођење ефективних мера контроле генетички модификованих организама;
- формирање банке гена и подршку очувању генетичких ресурса;
- унапређење планова управљања заштићеним подручјима у складу са међународним стандардима;
- унапређење стања шума, итд.

Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године („Службени гласник РС“, бр. 88/2010) утврђује дугорочне основе организације, уређења, коришћења и заштите простора Србије у циљу усаглашавања економског и социјалног развоја са природним, еколошким и културним потенцијалима и ограничењима на њеној територији. Овим стратешким документом између осталог, утврђено је да заштита и одрживо коришћење природног и културног наслеђа и природних ресурса чине основу идентитета Србије, али и основу будућег привредног и туристичког развоја.

Оперативни циљеви заштите и одрживог коришћења природног наслеђа дефинисани Просторним планом поред осталог обухватају:

- повећање површине под заштићеним подручјима на 12% до 2020. године;
- кандидовање заштићених подручја за подручја од међународног значаја;
- спровођење мера конзервације, санације и ревитализације у заштићеним подручјима;
- формирање информационог система заштићених подручја;
- унапређење и осавремењивање планова управљања заштићеним подручјима;
- јачање оспособљености управљача заштићених подручја;
- праћење стања заштићених подручја;
- успостављање националне еколошке мреже;
- идентификација подручја за европску еколошку мрежу;
- увећање бројности популација ретких и угрожених врста;
- реинтродукција врста ишчезлих у Србији;

- унапређење система финансирања заштите природе и управљања заштићеним подручјима;
- израда и доношење просторних планова подручја посебне намене за већа заштићена подручја са приоритетом на подручјима која, осим еколошке, имају и функцију заштите изворишта водоснабдевања и значајних туристичких подручја;
- израда урбанистичких планова за локалитете у заштићеним подручјима на којима је регистрована или планирана изградња већег обима, итд.

Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године („Службени гласник РС“, бр. 13/2011) сумира квантитативну и квалитативну биолошку разноврсност Србије, даје преглед утицаја на биолошку разноврсност Србије, дефинише стратешке области, циљеве и активности заштите биолошке разноврсности и утврђује акциони план очувања биолошке разноврсности.

Акциони план садржи носиоце послова и рокове извршења, као и могући извор финансијских средстава за спровођење конкретних мера и активности везаних за:

- заштиту и унапређење угрожених врста, биоценоза и природних станишта;
- еколошку рестаурацију и Ex-situ очување биодиверзитета;
- управљање факторима угрожавања биодиверзитета и загађења природних станишта;
- ефикасност система заштићених подручја;
- финансирање система заштићених подручја;
- одрживо коришћење биодиверзитета;
- економско вредновање биодиверзитета и равноправну расподелу добити;
- интегрисане политике очувања биодиверзитета и интеграцију биодиверзитета у друге секторе;
- законодавни, институционални и финансијски оквир очувања биодиверзитета;
- национални информациони систем за биодиверзитет;
- мониторинг и истраживање биодиверзитета;
- изградњу техничких капацитета, инфраструктуре и опреме за очување биодиверзитета;

- формално образовање, информисаност и учешће јавности;
- координацију са другим међународним инструментима за очување биодиверзитета;
- климатске промене.

Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара („Службени гласник РС“, бр. 33/2012) дефинише циљеве ради обезбеђивања одрживог раста и стварања услова за мање губитака услед неодрживог коришћења природних ресурса и добара. Циљеви који су постављени овом стратегијом су:

- обезбеђивање услова за одрживо коришћење природних ресурса и добара стварањем основе за постављање планова и програма за сваки појединачни природни ресурс или добро;
- редуковање негативног утицаја коришћења ресурса на економију и животну средину установљаванњем основних индикатора које треба пратити;
- усмеравање развоја ка одрживој производњи кроз мање и ефикасније коришћење природних ресурса;
- усмеравање развоја ка одрживој потрошњи кроз промену устаљених начина потрошње;
- озелењавање јавних набавки.

Уколико анализирамо наведене стратегије, можемо закључити да је сваки од стратешких циљева усклађен са реалном ситуацијом и међународним циљевима очувања биодиверзитета. Међутим, многи од постављених циљева још увек нису постигнути иако је прошао или пролази рок за њихову реализацију. То значи да као друштво још увек нисмо озбиљно схватили обавезу реализације усвојених стратешких циљева од националних значаја. Такође, то значи да као друштво још увек нисмо довољно сазрели као бисмо схватили сву озбиљност мудрог и дугорочног коришћења и очувања природних вредности и ресурса, па и саме биолошке разноврсности.

8.3. ЗАКОНСКИ ОКВИР ОЧУВАЊА БИОДИВЕРЗИТЕТА

Очување биодиверзитета правно је регулисано првенствено Законом о заштити природе, а потом и Законом о националним парковима.

Законом о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018) уређује се заштита и очување природе, биолошке, геолошке и предеоне разноврсности. Кроз овај нормативни акт примењују се принципи међународних конвенција које је Србија потписала, као и међународни стандарди у овој области.

Законом о заштити природе остварују се следећи циљеви:

- заштита, очување и унапређење биолошке, геолошке и предеоне разноврсности;
- усклађивање људских активности, економских и друштвених развојних планова и пројеката са одрживим коришћењем природних ресурса и дугорочним очувањем природних екосистема;
- одрживо коришћење и управљање природним ресурсима и добрима;
- благовремено спречавање људских активности и делатности које могу довести до трајног осиромашења биолошке, геолошке и предеоне разноврсности, као и поремећаја са негативним последицама у природи;
- утврђивање и праћење стања у природи;
- унапређење стања нарушених делова природе и предела.

Законом о националним парковима („Службени гласник РС“, бр. 84/2015, 95/2018) уређују се циљеви, вредности, површина, границе и режими заштите, управљање и одрживо коришћење националних паркова.

Циљеви који се остварују овим законом су:

- очување и унапређење биодиверзитета и геодиверзитета;
- очување и унапређење еколошки значајних подручја и разноврсности предела;
- очување и унапређење културно-историјских вредности;
- очување традиционалног начина живота;
- очување и унапређење квалитета живота локалних заједница кроз развој друштвених, културних и одрживих економских активности;
- очување природних процеса и равнотеже између природних процеса и људске активности;
- подршка образовању, научно-истраживачком раду, спорту и рекреацији.

Поред наведених закона који директно регулишу питања природе и биодиверзитета, донети су и закони који регулишу питања одрживог коришћења биолошке разноврсности. То су:

- Закон о шумама („Службени гласник РС“, бр. 2030/10, 93/2012, 89/2015, 95/2018);
- Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда („Службени гласник РС“ бр. 36/2009, 128/2014, 95/2018);
- Закон о дивљачи и ловству („Службени гласник РС“, бр. 18/2010, 95/2018);
- Закон о пољопривреди и руралном развоју („Службени гласник РС“, бр. 41/09, 101/2016);
- Закон о сточарству („Службени гласник РС“, бр. 41/2009, 93/2012, 14/2016);
- Закон о добробити животиња („Службени гласник РС“, бр. 41/2009), итд.

Закони који се баве заштитом животне средине, уређењем и одрживим коришћењем простора, и на тај начин индиректно регулишу однос према биодиверзитету су:

- Закон о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018, 95/2018);
- Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/2004, 88/2010);
- Закон о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 84/2009);
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04, 25/2015);
- Закон о управљању отпадом („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010);
- Закон о водама („Службени гласник РС“, бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018);
- Закон о заштити ваздуха („Службени гласник РС“, бр. 36/09);
- Закон о планирању и изградњи („Службени гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009, 24/2011, 121/2012, 42/2013, 50/2013, 98/2013, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019), итд.

Сваки од наведених закона прате и одговарајућа подзаконска акта као што су уредбе, одлуке, наредбе, правилници и упутства. То су правна акта ниже правне снаге која произилазе из закона, а њихова сврха је ефикаснија примена закона у пракси.

8.4. ЗАШТИЋЕНА ПРИРОДНА ДОБРА У СРБИЈИ

На основу **Закона о заштити природе** („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018) заштићена природна добра у Србији сврставају се у три категорије. То су:

1) заштићена подручја

- строги резерват природе,
- специјални резерват природе,
- национални парк,
- споменик природе,
- заштићено станиште,
- предео изузетних одлика,
- парк природе;

2) заштићене врсте

- строго заштићене дивље врсте,
- заштићене дивље врсте;

3) покретна заштићена природна документа

- сви примерци холотипова, синтипова и генотипова фосила, као и типске врсте фосила,
- сви појединачни минерали и/или кристали и минералне друзе на лежишту,
- сви холотипови и синтипови фосила, типске врсте фосила појединачних минерала и кристала,
- миколошке, ботаничке и зоолошке збирке, као и појединачни конзервирани препарати органских врста, њихови холотипови и синтипови.

8.5. ЗАШТИЋЕНА ПОДРУЧЈА

8.5.1. Категоризација заштићених подручја

Ако се вратимо на опште прихваћене међународне стандарде, према дефиницији Међународне уније за заштиту природе (IUCN), заштићено подручје представља јасно препознат и дефинисан географски простор којим се управља правним и другим ефикасним средствима ради постизања дугорочног очувања природе са пратећим екосистемским услугама и културним вредностима.

Комисија за заштићена подручја Светске уније за заштиту природе (IUCN World Commission on Protected Areas) 1994. године дефинисала је основне категорије заштићених подручја и начине управљања њима. Ова категоризација обухвата и смернице за усаглашавање начина управљања заштићеним подручјима на глобалном нивоу. Смернице IUCN-а се и даље разрађују и допуњују у складу са све сложенијим односима између човека и природе. Најновија корекција категоризације заштићених подручја била је 2013. године (Dudley, *ed.*, 2013). Категоризацијом Светске уније за заштиту природе утврђено је шест основних категорија заштићених подручја за које се препоручују специфични циљеви и начини управљања.

Категорија Ia – строги резервати природе.

То су неизмењена и строго заштићена подручја од значаја за очување биодиверзитета, геолошких и/или геоморфолошких вредности, без сталног или значајног присуства људи. Ова подручја су погодна за научна истраживања и праћење еколошких процеса, а њима се управља ради очувања природних вредности, као и контроле и ограничавања посета и утицаја људи на природне екосистеме.

Категорија Ib– подручја дивљине.

То су неизмењена или незнатно измењено подручја која су задржала своја природна обележја и у којима се посете контролишу и ограничавају. Ова подручја су ненастањена или слабо настањена локалним заједницама које обављају традиционалне активности у оквиру начина живота заснованог на дивљини. Њима се управља ради заштите дивљине и традиционалних вредности, као и ради контроле посета и утицаја људи.

Категорија II – национални паркови.

То су велика подручја којима се управља ради очувања природних екосистема, врста и еколошких процеса. Циљеви управљања су очување природних екосистема и склада између природних и културних вредности, обезбеђивање рекреативних, научних и образовних активности и доприноса локалној економији.

Категорија III – споменици природе.

То су мања заштићена подручја посебних појединачних природних вредности јединствених услед реткости, репрезентативности, лепоте или културног значаја. Обично су веома примамљива за посетиоце. Циљеви управљања су заштита природних и традиционалних културних вредности.

Категорија IV – подручје управљања стаништима или врстама.

То су заштићена подручја којима се претежно управља у циљу заштите одређених врста или станишта, и у којима су могуће активне интервенције ради њиховог очувања.

Категорија V – заштићени пејзажи.

То су заштићена подручја у којима је интеракција људи и природе током времена обликовала пејзаж препознатљивих одлика са знатним естетским, еколошким и/или културним вредностима, а често и са великом биолошком разноврсношћу. Овим подручјима се управља претежно ради интегралне заштите природних и културних вредности.

Категорија VI – подручја за одрживо управљање ресурсима.

То су велика подручја у којима се налазе углавном непромењени природни екосистеми заједно са припадајућим културним вредностима и традиционалним начинима управљања природним ресурсима. Њима се управља како би се обезбедила дугорочна заштита и очување билошке разноврсности, а истовремено остварило и одрживо коришћења природних ресурса кроз традиционалне активности неопходне за опстанак локалних заједница.

У Србији, према Закону о заштити природе **заштићена подручја** су подручја која имају изражену геолошку, биолошку, екосистемску и/или предеону разноврсност. Због тога се актом о заштити проглашавају заштићеним подручјима од општег интереса. У односу на природне вредности и начин управљања, разликујемо седам категорија заштићених подручја.

1) **Строги резерват природе** је подручје неизмењених природних одлика са репрезентативним природним екосистемима. Намењено је искључиво очувању изворне природе, генског фонда и еколошке равнотеже, праћењу природних појава и процеса, као и научним истраживањима којима се не нарушавају природна обележја, вредности, појаве и процеси.

Строги резервати природе су Мустафа, Фељешана, Ртањ, Црна река, Брезна, Каленић, Зеленика, Зеленичје, Тесне јаруге, Кожњар, итд.

2) **Специјални резерват природе** је подручје са неизмењеном или незнатно измењеном природом, од нарочитог значаја због јединствености, реткости или репрезентативности, а које обухвата станишта угрожених дивљих врста. Може да буде без насеља или са ретким насељима у којима човек живи усклађено са природом. Ово заштићено подручје намењено је очувању постојећих природних вредности, генског фонда, еколошке равнотеже, праћењу природних појава и процеса, научним истраживањима и образовању, контролисаним посетама и очувању традиционалног начина живота.

Специјални резервати природе су Делиблатска пешчара, Клисура реке Увац, Царска бара, Обедска бара, Засавица, Селевењске пустаре, Клисура Трешњице, Јелашничка клисура, итд.

У строгом и специјалном резервату природе забрањено је вршити активности и обављати делатности које могу нарушити својства због којих су проглашени заштићеним подручјима. Посећивање строгог и специјалног резервата природе у циљу образовања може се вршити на основу дозволе коју издаје управљач заштићеног подручја. Мере заштите строгог и специјалног резервата природе ближе се одређују актом о проглашењу заштићеног подручја. Праћење природних појава и процеса и научна истраживања врше се на основу дозволе коју издаје ресорно министарство и уз присуство управљача. У строгом резервату природе забрањене су привредне и друге активности.

3) **Национални парк** је подручје са већим бројем разноврсних природних екосистема од националног значаја, истакнутих предеоних одлика и културног наслеђа у коме човек живи усклађено са природом. Намењен је очувању постојећих природних вредности и ресурса, укупне предеоне, геолошке и биолошке разноврсности, као и задовољењу научних, образовних, духовних, естетских, културних, туристичких, здравствено-рекреативних потреба и осталих активности у складу са начелима заштите природе и одрживог развоја. У националном парку дозвољене су радње и делатности којима се не угрожава изворност природе, као и обављање делатности које су у функцији образовања, здравствено-рекреативних и туристичких потреба, наставка традиционалног начина живота локалних заједница, а на начин којим се не угрожава опстанак врста, природних екосистема и предела. Шумама у националном парку газдује правно лице које управља националним парком. Мере заштите националног парка и начин његовог коришћења, ближе се одређују Законом о националним парковима („Службени гласник РС“, бр. 84/2015, 95/2018).

Национални паркови су Фрушка Гора, Ђердап, Тара, Копаоник и Шар планина.

4) **Споменик природе** је мања неизмењена или делимично измењена природна просторна целина, објекат или појава, физички јасно изражена, препознатљива и јединствена, репрезентативних геоморфолошких, геолошких, хидрографских, ботаничких или других обележја, као и људским радом формирана ботаничка вредност од научног, естетског, културног или образовног значаја. Споменик природе може бити геолошки (историјскогеолошко-стратиграфски, палеонтолошки, петролошки, седиментолошки, минералолошки, структурногеолошки, хидрогеолошки), геоморфолошки, спелеолошки, хидролошки (водоток, водопад, slap, језеро, тресава), ботанички (ретки или значајни примерци биљног света, појединачна стабла, дрвореди, паркови, арборетуми, ботаничке баште). На споменику природе забрањене су све радње и активности које угрожавају његова обележја и вредности. Мере заштите споменика природе и начин његовог коришћења, ближе се одређују актом о проглашењу заштићеног подручја.

Споменици природе су Ђавоља варош, Лазарев кањон, Ресавска пећина, Кањон Вратне, Слапови Сопотнице, Шам дуд у порти Пећке патријаршије, Платан код Милошевог конака, Ботаничка башта Јевремовац, Паркови Врњачке бање, итд.

5) **Заштићено станиште** је подручје које обухвата један или више типова природних станишта значајних за очување једне или више популација дивљих врста и њихових заједница. Циљ заштите станишта је:

- заштита угрожених и ретких типова станишта, екосистема и аутохтоних дивљих врста на националном и међународном нивоу;
- обезбеђивање повољног стања популација аутохтоних дивљих врста;
- омогућавање несметаног одвијања неке од животних фаза аутохтоних дивљих врста (мрешћење, парење, гнежђење, подизање младунаца, презимљавање);
- заштита крајње угрожених и рањивих врста;
- омогућавање протока гена између популација врсте;
- обезбеђивање миграторних путева и одморишта;
- омогућавање научних истраживања, управљање популацијама и образовање.

На заштићеном станишту забрањене су радње и активности којима се угрожава или оштећује то станиште. Актом о проглашењу заштићеног станишта ближе се утврђује његов значај, намена и мере заштите.

Заштићена станишта су Мали вршачки рит, Бара Трсковача, Гљиве Аде Циганлије, Велико блато, Бресничкићка слатина и Панчевачке аде.

6) **Предео изузетних одлика** је подручје препознатљивог изгледа са значајним природним, еколошким, естетским и културно-историјским вредностима које се током времена развијало као резултат интеракције природе и традиционалног начина живота локалног становништва. Предео изузетних одлика може бити природни предео изузетних одлика и културни предео изузетних одлика.

- Природни предео изузетних одлика је подручје значајне биолошке, еколошке и естетске вредности где традиционалан начин живота локалног становништва није битније нарушио природу и природне екосистеме.
- Културни предео изузетних одлика је подручје значајне предеоне, естетске и културно-историјске вредности које се током времена развијало као резултат интеракције природе и традиционалног начина живота локалног становништва.

У пределу изузетних одлика забрањене су радње и активности којима се нарушавају примарне природне и створене вредности и карактер предела. Мере заштите, начин обављања привредних и традиционалних делатности и коришћење природних и створених вредности у пределу изузетних одлика, ближе се утврђују актом о проглашењу заштићеног подручја.

Пределу изузетних одлика су Долина Пчиње, Рајац, Овчарско-Кабларска клисура, Клисура реке Градац, Суботичка пешчара, Велико ратно острво, Власина, Камена гора, итд.

7) **Парк природе** је подручје добро очуваних природних вредности са претежно очуваним природним екосистемима и пејзажима, намењено очувању укупне геолошке, биолошке и предеоне разноврсности, као и задовољењу научних, образовних, духовних, естетских, културних, туристичких, здравствено-рекреативних потреба и осталих делатности усклађених са традиционалним начином живота и начелима одрживог развоја. У парку природе нису дозвољене привредне и друге делатности и радње којима се угрожавају његова битна обележја и вредности. Мере заштите, начин обављања привредних делатности и коришћење природних вредности у парку природе, ближе се утврђују актом о проглашењу заштићеног подручја.

Паркови природе су Стара планина, Палић, Радан, Златибор, Шарган-Мокра гора, Голија, Грмија, Сићевачка клисура, Бегечка јама, Тиквара, итд.

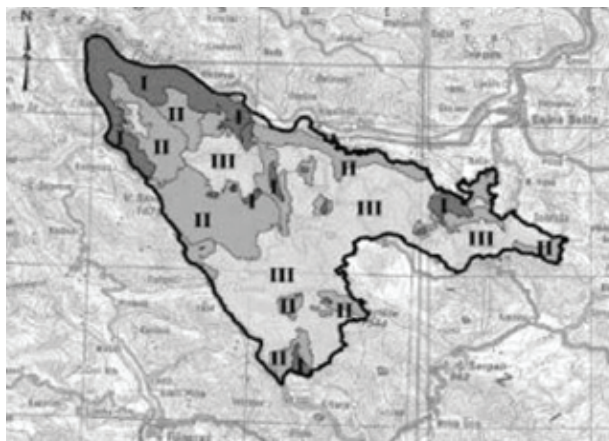
У зависности од вредности и значаја, заштићена подручја сврставају се у једну од три категорије:

- I категорија – заштићено подручје међународног, националног, односно **изузетног значаја**;
- II категорија – заштићено подручје покрајинског или регионалног, односно **великог значаја**;
- III категорија – заштићено подручје **локалног значаја**.

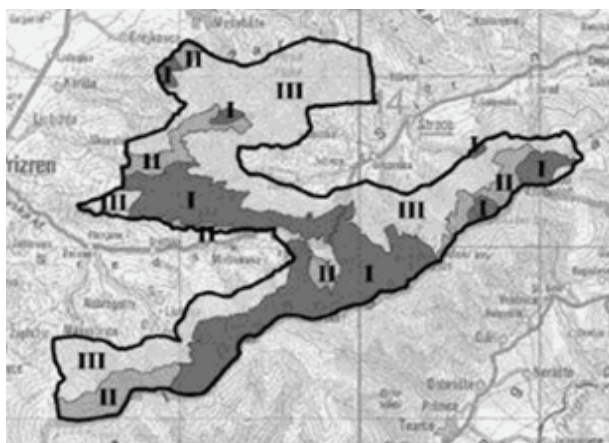
На простору заштићеног подручја могу се успоставити три врсте режима заштите:

- режим заштите I (првог) степена (строга заштита);
- режим заштите II (другог) степена (активна заштита);
- режим заштите III (трећег) степена (проактивна заштита).

Слика 62. Режи́ми заштите у НП „Тара“



Слика 63. Режи́ми заштите у НП „Шар планина“



8.5.2. Поступак проглашења заштићеног подручја

Поступак проглашења заштићеног подручја утврђен је Законом о заштити природе.

Предлог акта о проглашењу заштићеног подручја заснива се на научној и стручној основи – студији заштите, којом се утврђују природне и створене вредности подручја које се предлаже за заштиту и начин управљања подручјем. Студију заштите израђује Завод за заштиту природе Србије или Покрајински завод за заштиту природе који о покренутој иницијативи и поступку израде студије обавештавају локално становништво, власнике и кориснике подручја које је предмет студије.

Иницијативу за проглашење заштићеног подручја могу поднети републички и покрајински органи, јединице локалне самоуправе, правна лица, предузетници, стручне и научне организације, јавне службе, професионалне или друге организације, грађани и њихова удружења.

Студија заштите садржи образложење предлога за покретање поступка заштите, опис природних, створених и предеоних одлика подручја са тематским картографским прилозима, темељне природне вредности заштићеног подручја, оцену стања животне средине, предложене режиме заштите, картографски приказ са уцртаним границама и режимима заштите, опис граница, концепт заштите и унапређења, могуће перспективе одрживог развоја, анализу заинтересованих страна, начин управљања, процену социоекономских ефеката заштите, развоја и одрживог коришћења, потребну кадровску и техничку опремљеност управљача, евентуални предлог управљача и друге елементе од значаја за проглашење заштићеног подручја.

Поступак заштите неког подручја званично је покренут када се студија заштите достави министарству надлежном за послове заштите животне средине, аутономној покрајини или јединици локалне самоуправе. Министарство обавештава јавност о поступку покретања заштите одређеног подручја на својој интернет страници, а предлагач акта о заштити (Влада Републике Србије, Покрајинска влада или скупштина општине), обезбеђује јавни увид и организује јавну расправу о предлогу акта о проглашењу заштићеног подручја.

Акт о проглашењу заштићеног подручја садржи:

- врсту, назив и положај заштићеног подручја;
- основне циљеве проглашења и вредности заштићеног подручја;
- укупну површину заштићеног подручја и површине подручја општина са списком катастарских општина;
- основну власничку структуру на непокретностима;
- опис и графички приказ граница заштићеног подручја и граница простора са прописаним режимима заштите;
- опис и графички приказ граница заштитне зоне;
- ближе циљеве заштите и одрживог коришћења заштићеног подручја исказане по просторима са прописаним режимима заштите и мере којим се ти циљеви постижу;
- назив, правни, организациони статус и седиште управљача;
- ближи садржај и начин доношења плана управљања;
- начин обезбеђења средстава за спровођење акта о проглашењу, односно, плана управљања;
- друге елементе од значаја за управљање заштићеним подручјем.

Национални парк проглашава се законом који усваја Скупштина Републике Србије.

Заштићено подручје **I категорије** проглашава Влада Републике Србије на предлог ресорног министарства.

Заштићено подручје **II категорије** проглашава Влада Републике Србије, односно надлежни орган аутономне покрајине, када се заштићено подручје налази на територији аутономне покрајине.

Заштићено подручје **III категорије** проглашава надлежни орган јединице локалне самоуправе, а ако се то заштићено подручје налази на територији двеју или више јединица локалне самоуправе, споразумно га проглашавају заштићеним подручјем надлежни органи тих јединица локалне самоуправе.

Даља организација, коришћење, уређење простора и изградња објеката на заштићеном подручју врши се на основу просторног плана подручја посебне намене односно, урбанистичког плана. Наведени планови морају бити у складу са актом о проглашењу заштићеног подручја и планом управљања.

8.5.3. Управљање заштићеним подручјима

Управљач заштићеног подручја може да буде правно лице које испуњава стручне, кадровске и организационе услове за обављање послова заштите, очувања, унапређења, промовисања и одрживог коришћења заштићеног подручја. Управљач може да буде и предузетник или физичко лице уколико се ради о заштићеном подручју мале површине и већинском приватном власништву на непокретностима. Управљач националног парка је Јавно предузеће чији је оснивач држава.

У складу са Законом о заштити природе, управљач је дужан да:

- чува заштићено подручје и спроводи прописане режиме заштите;
- унапређује и промовише заштићено подручје;
- доноси план управљања и акт о унутрашњем реду и чуварској служби;
- обележи заштићено подручје, границе и режиме заштите у складу са посебним правилником о начину обележавања;
- осигура неометано одвијање природних процеса и одрживог коришћења заштићеног подручја;
- даје сагласност за обављање научних истраживања, извођење истражних радова, снимање филмова, постављање привремених објеката и других активности у складу са законом и правилником о унутрашњем реду и чуварској служби;
- обезбеди надзор над спровођењем услова и мера заштите природе;
- прати кретање и активности посетилаца и обезбеђује обучене водиче за туристичке посете;
- води евиденцију о природним вредностима и о томе доставља податке Заводу;
- води евиденцију о људским активностима, делатностима и процесима који представљају фактор угрожавања заштићеног подручја и о томе доставља податке Заводу и Министарству;
- води евиденцију о непокретностима са подацима од значаја за управљање заштићеним подручјем;
- у сарадњи са републичком и покрајинском инспекцијом и органима безбедности спречава све активности и делатности које су у супротности са актом о заштити и представљају фактор угрожавања и девастације заштићеног подручја, итд.

Управљач је дужан да донесе **План управљања** за период од десет година на основу кога се доносе **Програми управљања** за период од годину дана. План управљања треба да садржи следеће податке:

- приказ главних природних и створених вредности;
- приказ главних природних ресурса;
- оцену стања животне средине заштићеног подручја;
- преглед активности, делатности и процеса који представљају фактор угрожавања заштићеног подручја;
- дугорочне циљеве заштите, очувања, унапређења и одрживог развоја заштићеног подручја;
- приоритетне активности и мере на заштити, праћењу стања и унапређењу заштићеног подручја;
- програме научно-истраживачког, образовног и промотивног рада;
- планиране активности на одрживом коришћењу природних вредности и уређењу простора;
- сарадње и партнерства са локалним становништвом, власницима и корисницима непокретности;
- активности и мере на спровођењу плана са динамиком и субјектима реализације;
- потребна финансијска средства за реализацију плана.

На планове управљања сагласност даје орган који је донео акт о заштити по претходно прибављеном мишљењу Завода за заштиту природе Србије или Покрајинског завода за заштиту природе.

Управљач је дужан да обезбеди унутрашњи ред и чување заштићеног подручја у складу са **Правилником о унутрашњем реду и чуварској служби** који доноси уз сагласност надлежног органа. Овим правилником утврђују се правила за спровођење прописане заштите која се односе на:

- понашање посетилаца и других корисника при боравку и обављању послова на заштићеном подручју;
- начин обављања делатности при коришћењу природних ресурса и простора за изградњу објеката;
- локалитете на којима се због очувања дивљих врста и других вредности ограничава кретање или забрањује и ограничава обављање одређених активности;

- дивље врсте чије је коришћење ограничено, начин и услови њиховог коришћења;
- услови заштите приликом обављања научних истраживања и образовних активности;
- места и услови за одлагање отпада;
- поступак издавања сагласности и других аката корисницима од стране управљача;
- организацију чуварске службе;
- начин спровођења превентивних мера заштите од пожара, других елементарних непогода и удеса.

Непосредни надзор на заштићеном подручју врши **чуварска служба**. Чувари заштићеног подручја могу истовремено обављати послове рибочувара, чувара шума и ловочувара уколико испуњавају услове утврђене прописима који уређују област коришћења рибљег фонда, шумарства и ловства. Основне дужности чувара су да:

- прате кретање и активности посетилаца и других корисника у заштићеном подручју;
- прате стање популација дивљих врста и других вредности заштићеног подручја;
- пружају помоћ локалном становништву и сарађују с њим;
- пружају информације, помоћ и услуге посетиоцима и другим лицима при обиласку заштићеног подручја, током научних истраживања и образовних активности;
- сарађују са корисницима природних ресурса;
- сарађују са власницима непокретности у заштићеном подручју у циљу заштите природе;
- сарађују са инспекцијским службама и органом унутрашњих послова.

Када чувар утврди или основано претпостави да је посетилац или корисник заштићеног подручја учинио радњу супротно правилима унутрашњег реда и мерама заштите природе, овлашћен је да:

- легитимише особу затечену у вршењу забрањених активности и делатности, и да такву особу затечену без личних исправа приведе надлежном органу унутрашњих послова;
- изврши преглед свих врста возила, пловних објеката, товара и других објеката осим просторија за становање за чији је преглед потребан судски налог;

- привремено одузме предмете и средства којима је извршен прекршај или кривично дело и да те предмете преда управљачу заштићеног подручја ради чувања;
- затражи успостављање претходног стања, односно, нареди мере за спречавање и уклањање штетних последица;

Као службено лице, чувар природе мора да носи службену одећу и у вршењу службе дужан је да покаже службену легитимацију.

Слика 64. Легитимација чувара заштићеног подручја



8.5.4. Финансирање заштићених подручја

Управљачи заштићених подручја своје планове и програме управљања могу да спроводе само уколико имају обезбеђена финансијска средства која су им потребна за:

- чување, одржавање и презентацију заштићених подручја;
- опремање и обуку чуварске службе;
- развој информационог система;
- обележавање граница заштићеног подручја;
- промоцију природних и културних вредности;
- санацију деградираних површина и уређење простора;
- управљање отпадом;
- управљање посетиоцима (за изградњу улазних станица, едукативних и визиторских центара, штампање материјала намењеног посетиоцима, програме едукације посетилаца, организовање школа и природе, итд.);
- регулисање имовинско-правних односа (за откуп или замену земљишта, накнаду власницима и корисницима непокретности за ускраћивање и ограничавање права коришћења);
- праћење и унапређење стања заштићеног подручја (за мониторинг, реинтродукцију, екоремедијацију, успостављање еколошких коридора).

За наведене потребе, финансирање заштићених подручја може да се обезбеђује из више извора:

- средстава буџета Републике Србије, аутономне покрајине, односно јединице локалне самоуправе;
- накнада за коришћење заштићеног подручја;
- прихода остварених у обављању делатности и управљања заштићеним подручјем;
- средстава обезбеђених за реализацију програма, планова и пројеката у области заштите природе;
- донација, поклона и помоћи.

8.6. СТРОГО ЗАШТИЋЕНЕ И ЗАШТИЋЕНЕ ДИВЉЕ ВРСТЕ

8.6.1. Статус строго заштићених и заштићених врста

У складу са Законом о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018), на основу процене угрожености појединих дивљих врста и обавеза из потврђених међународних уговора, као и на основу националних и међународних црвених листа, црвених књига, научне и стручне документације, министар надлежан за послове заштите животне средине, споразумно са министром надлежним за послове пољопривреде, шумарства и водопривреде, а на предлог Завода за заштиту природе Србије, Покрајинског завода за заштиту природе или других научних или стручних организација, проглашава дивље врсте строго заштићеним дивљим врстама или заштићеним дивљим врстама.

Строго заштићеном дивљом врстом може се прогласити:

- дивља врста ишчезла у Србији и враћена програмом реинтродукције;
- крајње угрожена дивља врста;
- угрожена дивља врста;
- реликтна врста;
- локални ендемит;
- стеноендемит;
- дивља врста која је предмет потврђеног међународног уговора;
- дивља врста којој је из других разлога потребна строга заштита.

Заштићеном дивљом врстом може се прогласити:

- рањива дивља врста;
- ендемична врста;
- индикаторска, кључна или кишобран врста;
- реликтна врста;
- дивља врста која је предмет потврђеног међународног уговора;
- дивља врста која није угрожена, али се због њеног изгледа може лако заменити са угроженом дивљом врстом;
- дивља врста од економског значаја која би неконтролисано експлоатацијом или уништавањем станишта могла бити угрожена.

Заштита и очување дивљих врста подразумева спречавање свих делатности и активности које утичу на уништавање или оштећење њихових станишта, легла или гнезда, на ремећење њиховог животног циклуса, односно, на нарушавање повољног стања њихових популација.

О строго заштићеним и заштићеним врстама старају се Завод за заштиту природе Србије и Покрајински завод за заштиту природе, управљачи заштићених подручја, јавна предузећа за газдовање шумама, корисници ловишта и рибарских подручја. Они су дужни да планирају и спроводе мере и активности на праћењу стања популација и управљању популацијама строго заштићених и заштићених дивљих врста у оквиру програма и планова управљања.

Правилником о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Службени гласник РС“, бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016, 98/2016), обухваћено је **2.633 дивљих врста**. У Прилогу I Правилника налази се списак од **1.783 строго заштићених врста** – 1042 врсте животиња (50 врста сисара, 307 врста птица, 18 врста гмизаваца, 18 врста водоземаца, 38 врста риба, 610 врста бескичмењака), 75 врста гљива и лишајева, 641 врста биљака (маховина, папрати и семеница) и 25 врста алги. У Прилогу II Правилника налази се списак од **860 заштићених врста** – 253 врсте животиња (30 врста сисара, 35 врста птица, 2 врсте гмизаваца, 3 врсте водоземаца, 29 врста риба, 154 врсте бескичмењака), 37 врста гљива и лишајева, 570 врста биљака.

8.6.2. Очување строго заштићених и заштићених дивљих врста

Строго заштићена дивља врста може бити заштићена на територији целе Србије или на појединим њеним деловима на којима је угрожена.

У Закону о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018), пише да је забрањено коришћење, уништавање и предузимање других активности којима би се могле угрозити строго заштићене дивље врсте и њихова станишта. Сагласно наведеном закону, када су у питању строго заштићене дивље врсте, забрањено је:

- уништавати јединке биљака и гљива и њихових развојних облика брањем, сакупљањем, сечењем или ископавањем и чупањем из корена, у свим фазама биолошког циклуса;

- угрожавати или уништавати станишта биљака и гљива;
- хватати, држати и убијати строго заштићене дивље врсте животиња у свим фазама биолошког циклуса;
- оштећивати или уништавати развојне облике животиња, њихова јаја чак и кад су празна, гнезда и легла, као и подручја њиховог размножавања;
- узнемиравати животиње нарочито у време размножавања, подизања младих, миграције и хибернације;
- угрожавати или уништавати станишта животиња и пресецати њихове миграторне путеве;
- прикривати, држати, узгајати, трговати, извозити, превозити, отуђивати или на било који начин прибављати и јавно излагати животиње укључујући све њихове деривате и развојне облике.

У случају да не постоји друго задовољавајуће решење и да изузеће није штетно по опстанак популација строго заштићених дивљих врста, ресорно министарство може дозволити активности ради:

- истраживања и образовања, поновног насељавања, узгоја у In-situ и Ex-situ условима;
- спречавања озбиљних штета на усевима, стоци, шумама, рибњацима, води и другим облицима својине;
- заштите јавног здравља и безбедности;
- заштите осталих дивљих врста и очувања природних станишта;
- узимања или задржавања одређених јединки под строго контролисаним условима и у ограниченом броју углавном у научно-истраживачке сврхе.

Заштићена дивља врста такође може бити заштићена на читавој територији Србије или на појединим њеним деловима. Управљање популацијама заштићених дивљих врста које није уређено прописима из области ловства и рибарства, врши се на основу дозволе коју издаје министарство надлежно за послове заштите животне средине.

Заштићене дивље врсте и њихови делови у циљу прераде, трговине, прекограничног промета, као и плантажног и фармерског узгоја, могу се сакупљати на основу дозволе коју издаје ресорно министарство по претходно прибављеном мишљењу Завода за заштиту природе Србије.

Коришћење и сакупљање заштићених дивљих врста дозвољено је искључиво на начин којим се не угрожава повољно стање њихових популација. Мере заштите заштићених дивљих врста обухватају:

- временску забрану коришћења;
- квантитативно и квалитативно ограничење у коришћењу;
- просторну забрану коришћења ради обнове популација до задовољавајућег стања.

Правна лица, предузетници и физичка лица која намеравају да из природе сакупљају заштићене дивље врсте и стављају их у промет, дужна су да поступају у складу са Законом о заштити природе и Уредбом о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне („Службени гласник РС“, бр. 31/2005, 45/2005, 22/2007, 38/2008 и 09/2010).

Дозволу за сакупљање и стављање у промет заштићених врста издаје ресорно министарство по претходно прибављеном мишљењу Завода за заштиту природе Србије. Количине заштићених врста које се сакупљају и стављају у промет, одређују се до 31. јануара за текућу годину. Она се одређује на основу процене стања популација врста које се сакупљају.

Дозвола садржи назив правног лица или предузетника који је поднео захтев за сакупљање, назив заштићене врсте која се може сакупљати, количину која се може сакупити, начин, време и услове сакупљања, податке о откупним станицама, рок за достављање података о врстама и њиховим количинама које су сакупљене, искоришћене и стављене у промет. За сакупљање и стављање у промет заштићених врста плаћа се накнада у износу од 10% у односу на формиране цене заштићених врста на годишњем нивоу.

У Уредби су јасно дефинисана правила сакупљања биљака, гљива и животиња почев од времена сакупљања, до развојних облика који се могу сакупљати. На пример, забрањено је сакупљати плодносна тела вргања и млечнице пречника мањег од 4 cm, и плодносна тела лисичарке и мрке трубе пречника мањег од 2 cm. Сакупљање заштићених врста пужева може се вршити само у периоду од 1. јуна до 1. октобра, а пужеви са ширином кућице мањом од 3 cm не смеју се сакупљати. Сакупљање заштићених врста жаба може се вршити само у периоду од 1. јуна до 1. септембра, а жабе чија је тежина мања од 50 gr и већа од 120 gr, односно, дужина мања од 9 cm и већа од 15 cm, не смеју се сакупљати.

У оквиру Уредбе о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне налазе се три прилога:

- Прилог 1. обухвата списак свих врста биљака и гљива које се уз дозволу могу сакупљати, користити и стављати у промет;
- Прилог 2. обухвата списак свих врста животиња које се уз дозволу могу сакупљати, користити и стављати у промет;
- Прилог 3. приказује однос количина заштићених врста у свежем и сувом, односно, прерађеном стању.

Евиденцију о начину и обиму коришћења заштићених дивљих врста ради утврђивања и праћења стања популација, које укључује и дивље врсте чије је коришћење регулисано Законом о ловству и Законом о рибарству, води Завод за заштиту природе Србије. Уколико се утврди да је због коришћења заштићена дивља врста угрожена, ресорни министар може забранити или ограничити коришћење те врсте уз претходно мишљење Завода.

За истраживање строго заштићених и заштићених дивљих врста када се оне хватају, сакупљају, обележавају или узоркују, дозволу издаје ресорно министарство уз претходно прибављено мишљење Завода. Дозвољене научно-истраживачке активности када је реч о дивљим врстама неког заштићеног подручја, обављају се и у складу са Правилником о унутрашњем реду и чуварској служби и уз присуство чувара заштићеног подручја. Извештаји о резултатима истраживања достављају се ресорном министарству, заводима и управљачу заштићеног подручја до краја календарске године.

У Закону о заштити природе дат је списак свих забрањених средстава за хватање, убијање или узнемиравања животиња без обзира да ли су строго заштићене, заштићене или не спадају ни у једну од ове две категорије. Забрањена средства су:

- замке;
- лепак;
- хемијска средства типа атрактаната;
- употреба живих животиња као мамаца у лову птица и дивљачи;
- самострели, лукови, стреле и друго оружје са тетивом које потиском тетиве или друге еластичне материје избацује стрелу или други пројектил;
- лов птица мрежама;
- електричне убојите или омамљујуће напаве;
- светлеће напаве;

- огледала и друге заслепљујуће направе;
- одашиљачи звука (магнетофони, касетофони, аудио рекордери и плејери и др.) који емитују звукове дозивања, бола или оглашавања;
- направе за осветљавање циља;
- оптички нишани за ноћни лов с могућношћу електронског увећавања или претварања слике;
- експлозив;
- отрови или омамљујући мамци;
- аутоматско оружје;
- ваздухоплови;
- лов животиња возилима на моторни погон у покрету;
- друга средства утврђена осталим законима и ратификованим међународним уговорима.

Ради заштите **мигранторних врста**, Законом о заштити природе утврђени су услови изградње појединих објеката који могу пресећи уобичајене коридоре дневно-ноћних и сезонских миграција дивљих животиња, проузроковати фрагментацију станишта и пореметити њихове животне циклусе. У том смислу, јавни путеви и друге врсте саобраћајница, телекомуникациони и електроенергетски системи, хидрограђевински и други објекти граде се применом посебних конструкцијских и техничко-технолошких решења којима се умањују негативни ефекти на миграторне врсте. Специјална техничко-технолошка решења која омогућавају комуникацију дивљих животиња могу да буду еколошки мостови, изграђени пролази и прелази, тунели, пропусне цеви, јаркови, сигурносни и усмеравајући објекти, рибље стазе и лифтови, звучна и светлосна сигнализација која одвраћа врсте од ризичних путања.

8.6.3. Држање дивљих животиња у заточеништву

На основу Закона о заштити природе, забрањено је држање животиња у заточеништву осим у два случаја:

- ако се држе у одговарајућим објектима у саставу зоолошких вртова, прихватилишта и научним установама или другим научним организацијама за потребе биомедицинских истраживања или научних истраживања ради очувања врста;
- ако се држе у другим објектима уколико се ради о привременом држању ради лечења, опоравка и повратка у природу или ако је то у циљу добробити животиња под условом да се примерци држе у складу са прописаним условима, да им је обезбеђена одговарајућа ветеринарска нега и да не постоји опасност по здравље и безбедност људи.

Приватна или правна лица која већ поседују строго заштићене или заштићене дивље врсте морају да имају доказ којим се потврђује да се ради о примерцима:

- који су законито увезени;
- који су законито стечени пре него што је врста законом заштићена;
- који су пореклом из узгоја у складу са законом;
- који су пријављени ресорном министарству.

Ресорно министарство на основу мишљења овлашћених научних или стручних организација, одлучује о одобравању или одбијању захтева за издавање потврде о могућем задржавању примерака дивљих животиња. Уз потврду се прописују услови и начин поступања са животињама и њиховим потомством, услови и начин поступања са мртвим примерцима, деловима и дериватима животиња. Уколико дивље врсте остану у заточеништву, неопходно је да се обезбеде хумани услови који одговарају врсти, полу, старости, физичким и биолошким специфичностима, као и етолошким потребама врсте.

Примерци строго заштићених и заштићених дивљих врста са којима се поступа супротно одредбама закона, одузимају се уз издавање потврде о одузимању. Министарство одлучује о поступању са привремено задржаним, привремено одузетим, трајно одузетим и напуштеним примерцима дивљих врста животиња. Ове животиње преузима инспектор надлежан за послове заштите животне средине, а потом овлашћена научна или стручна организација, зоолошки врт или прихватилиште.

Уколико неко лице пронађе повређену, болесну или мртву строго заштићену или заштићену животињу, дужно је да одмах обавести ресорно министарство, Завод за заштиту природе Србије или Покрајински завод за заштиту природе. У том случају, ове установе ради лечења и опоравка привремено збрињавају животињу у одређено прихватилиште, ветеринарску станицу или сличну институцију. У случају да се животиња опорави и постане способна за самостално преживљавање, пушта се назад у природу.

Према Правилнику о условима које морају испуњавати прихватилишта за збрињавање заштићених дивљих животиња („Службени гласник РС“, бр. 15/2012), у прихватилишту се збрињавају:

- заштићене дивље животиње које нису у стању да самостално опстану, као и животиње које није могуће вратити у природу;
- болесне или повређене животиње за које се претпоставља да ће после одговарајуће бриге и лечења моћи да се врате у природу;
- животиње које су заплењене, односно одузете у складу са Законом о заштити природе, Законом о добробити животиња и ратификованим међународним уговорима.

Убијени или угинули примерци строго заштићених дивљих врста пронађени на територији Србије предају се најближој ветеринарској организацији или другој институцији ради утврђивања узрока усмрћивања, односно угинућа. Мртви примерци предају се овлашћеној научној или стручној организацији на препарирање, конзервацију и чување чиме постају покретна заштићена природна добра као делови биолошког наслеђа.

8.6.4. Узгој, промет и трговина строго заштићеним и заштићеним дивљим врстама

Правна лица, предузетници и физичка лица која намеравају да узгајају или вештачки размножавају примерке строго заштићених или заштићених дивљих врста, дужна су да у складу са Законом о заштити природе, прибаве дозволу ресорног министарства.

У складу са потврђеним међународним уговорима, а у циљу заштите дивљих врста, министар прописује:

- услове под којима се обавља увоз, извоз, унос, износ или транзит, трговина и узгој дивљих строго заштићених и заштићених врста;
- издавање дозвола и других аката;
- спискове дивљих врста, њихових делова и деривата који подлежу издавању дозвола;
- дивље врсте, њихове делове и деривате чији је увоз, односно извоз забрањен, ограничен или обустављен;
- изузетке од издавања дозволе;
- начин обележавања животиња или пошиљки;
- начин поступања са одузетим примерцима;
- начин спровођења надзора и вођења евиденције.

Издавање дозвола којима се одобрава увоз, извоз, унос и износ примерака дивљих врста, њихових делова и деривата, могуће је под следећим условима:

- да је право располагања јединкама дивљих врста стечено у складу са законом;
- да су животиње или пошиљке обележене на прописан начин;
- да су предузете све мере за добробит животиња током превоза;
- да су испоштовани и сви други услови прописани законом.

Прекогранични промет дивљих врста забрањен је уколико се:

- прекогранични промет, укључујући отпрему, транспорт и транзит врши без издате дозволе или потврде;
- врши супротно издатој дозволи, односно, уколико се дозвола користи за други примерак, а не за онај за који је издата;
- користи дозвола која је поништена или чији је рок важења истекао;
- користи лажна, фалсификована и измењена дозвола.

При увозу, извозу, уносу, износу и транзиту, живе животиње морају се превозити и чувати на начин којим се ни најмање не оштећује њихово здравље или се са њима нехумано поступа.

Министар може забранити или ограничити увоз одређених алохтоних дивљих врста на основу мишљења овлашћене научне или стручне организације у следећим случајевима:

- када увоз представља опасност по аутохтоне врсте, здравље или безбедност људи;
- када ниво трговине може угрозити опстанак одређене популације дивље врсте у природи;
- када је проценат угинућа примерака одређене дивље врсте у транспорту превисок.

Контролу увоза, уноса, извоза, износа, поновног извоза и транзита дивљих животиња, обављају царински органи који тесно сарађују са инспекцијским органима, односно, са инспекторима заштите животне средине. Они посебно проверавају да ли су за животиње у промету приложене важеће дозволе, потврде или друга акта наше државе, или прописане дозволе друге државе издате у складу са CITES конвенцијом. У случају потребе за стручном провером садржаја контролисане пошиљке, царински органи преко ресорног министарства траже стручну помоћ.

Ако се у поступку царинске контроле утврди да су примерци животиња стављени у промет на начин супротан закону, царински органи те животиње привремено задржавају и о томе одмах обавештавају ресорно министарство ради спровођења даљих активности. Привремено задржане пошиљке до одлуке Министарства или до окончања судског поступка, царински органи могу сами да чувају или да предају на чување Министарству у случају када се ради о деловима или дериватима животиња. Уколико се ради о живим животињама, царински органи их предају ресорном министарству које их даље збрињава у прихватилиштима. Трошкове настале у поступку прихватања, чувања и лечења животиња, сноси лице од кога су животиње привремено или трајно одузете.

8.7. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ РИБЉЕГ ФОНДА

Основни правни акт који регулише очување и одрживо коришћење фауне риба је Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда („Службени гласник РС“ бр. 36/09, 128/14, 95/18). Поред овог закона, када се ради риболовним водама у границама заштићеног подручја, као и о заштићеним врстама риба, примењује се и Закон о заштити природе.

Ради одрживог коришћења рибљег фонда у риболовним водама установљавају се рибарска подручја. **Рибарска подручја** су природне или вештачке риболовне воде или њихови делови који чине хидролошку, биолошку и економску целину за заштиту и одрживо коришћење рибљег фонда. Рибарска подручја установљава министар надлежан за послове заштите и одрживог коришћења рибљег фонда.

Рибарско подручје у заштићеном подручју проглашава и користи управљач заштићеног подручја по претходно прибављеној сагласности ресорног министра. Рибарско подручје ван заштићених подручја може да се уступи на коришћење привредном друштву, јавном предузећу или другом правном лицу уколико оно као корисник испуњава услове предвиђене законом. Уступању на коришћење рибарског подручја претходи потписивање уговора између ресорног министра или надлежног покрајинског органа с једне стране, и корисника рибарског подручја с друге стране. Уговор садржи назив рибарског подручја, период коришћења рибарског подручја, границе рибарског подручја, обавезе корисника, услове и начин раскида уговора, отказни рок и обавезе корисника у случају раскида уговора. Рибарско подручје уступа се кориснику на период од 10 година.

Корисник рибарског подручја дужан је да уради **Програм управљања рибарским подручјем** за период од десет година. У складу са овим програмом, доносе се **Годишњи програми управљања рибарским подручјем**.

Програм управљања рибарским подручјем садржи:

- податке о кориснику рибарског подручја и податке о рибарском подручју;
- основне хидрографске, хидролошке, биолошке, физичке, хемијске и друге карактеристике вода рибарског подручја и податке о еколошком статусу вода;
- податке о рибљим врстама у водама рибарског подручја, процену њихове биомасе и годишње продукције са посебним освртом на риболовно најзначајније врсте и заштићене врсте;

- услове заштите природе;
- време риболова;
- дозвољене технике риболова, опрему, алате и врсте мамаца којима се може ловити;
- мере за заштиту и одрживо коришћење рибљег фонда;
- просторни распоред, границе и мере за заштиту посебних станишта риба, као и мере спашавања риба са плавних подручја;
- програм порибљавања по врстама и количини риба, времену и месту порибљавања;
- дозвољени излов рибе по врстама и количини на основу годишњег прираста рибљег фонда;
- услове обављања риболовних активности и мере за њихово унапређење, услове за обављање спортског риболова, као и мере за унапређење риболовног туризма на рибарском подручју;
- организацију рибочуварске службе и број рибочувара;
- процедуре за откривање и сузбијање загађивања вода рибарског подручја;
- програм мониторинга рибарског подручја;
- програм едукације рекреативних риболоваца;
- економске показатеље коришћења рибарског подручја;
- средства потребна за спровођење програма управљања рибарским подручјем и начин обезбеђивања и коришћења тих средстава.

Годишњи програм управљања рибарским подручјем садржи:

- процену биомасе и риболовног притиска на рибљи фонд на основу годишњих статистичких показатеља улова риболоваца и рибара;
- дозвољени годишњи и дневни излов рибе по врстама;
- динамику порибљавања рибарског подручја по врстама и количини риба, времену и месту порибљавања, као и потребна новчана средства;
- мере, начин заштите и одрживо коришћење рибљег фонда;
- програм едукације рекреативних риболоваца.

У складу са законом и програмима управљања, корисници су дужни да обезбеде чување рибарског подручја ангажовањем рибочувара у својству службених лица. Чување рибарског подручја у оквиру граница заштићеног подручја врши чувар природе који има положен стручни испит и лиценцу за рибочувара.

У вршењу својих послова **рибочувар** је овлашћен да:

- приступи свакој риболовној води на рибарском подручју у циљу контроле;
- легитимише лице затечено на риболовној води, у њеној непосредној близини или у риболову, и да му затражи дозволу за риболов;
- изврши преглед објеката, пловних објеката, возила, риболовног алата, опреме и улова, и да утврди да ли се риболов обавља у складу са законом;
- на риболовној води или у њеној непосредној близини фотографише и снима недозвољене радње и лица која учествују у њима;
- привремено одузме дозволу за привредни или рекреативни риболов, средства, алат и опрему, као и друге предмете пронађене на риболовној води или у њеној непосредној близини, ако постоји основана сумња да су употребљени или намењени за извршавање забрањених радњи;
- одузме улов уколико постоји основана сумња да је риба уловљена у супротности са одредбама закона;
- затражи помоћ надлежног органа унутрашњих послова и инспектора надлежног за послове заштите и одрживог коришћења рибљег фонда ако је онемогућен у вршењу послова рибочуварске службе.

На рибарском подручју забрањено је:

- ловити, поседовати и уништавати рибљу млађ и примерке рибе у време мреста и ловостаја;
- ловити рибу непосредно руком;
- ловити рибу експлозивом и другим распрскавајућим средствима, харпуном, остима, подводном пушком, ватреним оружјем, струјом, вештачким извором светлости или хемијским и другим средствима која убијају, трују или омамљују рибу;
- прекидати или ометати миграторне путеве риба;
- ловити ноћу младицу, липљена и пастрмку;

- затварати, одвраћати и исцрпљивати воду из риболовне воде, ако се тиме проузрокује опасност за опстанак риба;
- технички неоправдано испуштати воду из природних и вештачких језера и других акумулација ако се тиме узрокује опасност за опстанак рибе;
- неовлашћено порибљавати и премештати рибе;
- спречавати спасавање рибе и рибље млађи са земљишта које је поплављено;
- кретање лицу без дозволе за привредни или рекреативни риболов са средствима и алатима за риболов ван путева на рибарском подручју, а у непосредној близини риболовне воде;
- држање алата и средстава за привредни риболов и електрориболов у пловним објектима која се налазе на риболовној води или у објектима и возилима који се налазе у њеној непосредној близини од стране лица која нису овлашћена за обављање привредног риболова, или риболова у научно-истраживачке сврхе;
- мочити лан, дивизму и конопљу;
- ловити рибу потезањем, односно качењем удицом за тело (грабуљањем);
- постављање ограда или било каквих препрека којима се спречава приступ рибочувара риболовној води;
- употреба алата за привредни риболов на риболовној води која није намењена за обављање привредног риболова;
- загађивати риболовну воду штетним и опасним материјама које могу мењати или погоршавати устаљени квалитет риболовне воде и на тај начин угрожавати рибљи фонд;
- поседовање рибе која је уловљена супротно одредбама закона.

Корисник је дужан да одреди поједине риболовне воде или њихове делове за **посебна станишта риба** значајна за мрест, зимовање, исхрану и миграције риба. У посебним стаништима забрањен је сваки вид риболова, као и све друге активности које ометају мрест, развој и кретање риба, осим риболова у научно-истраживачке сврхе.

У зависности од природних карактеристика риболоних вода и присутне фауне риба, може се обављати привредни, рекреативни, спортски и риболов у научно-истраживачке сврхе.

Дозволу за привредни риболов издаје корисник рибарског подручја за период од годину дана, и то на захтев привредног друштва или предузетника. Дозволу за рекреативни риболов за календарску годину (годишњу дозволу), за један дан (дневну дозволу), или за више, а највише за седам дана (вишедневну дозволу) издаје корисник. Дозволу за спортски риболов такође издаје корисник, али је издаје организатору такмичења и то на дан такмичења. Риболов у научно-истраживачке сврхе обавља се у присуству рибочувара на основу дозволе коју издаје ресорно министарство или надлежни покрајински орган. Овај вид риболова може се обављати свим мрежарским, удичарским, самоловним алатима и апаратом за електрориболов, у мери и обиму који не нарушава састав ихтиофауне. Риболов у научно- истраживачке сврхе могу обављати организације које су регистроване за стручна и научна истраживања из области рибарства, ихтиологије или екологије копнених вода.

Уз Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда, постоји и читав низ пратећих аката. Један од њих је Наредба о мерама за очување и заштиту рибљег фонда („Службени гласник РС“, бр. 56/2015, 94/2018). Овом наредбом трајно је забрањен улов 30 врста риба међу којима су моруна (*Huso huso*), сим (*Acipenser nudiiventris*), паструга (*Acipenser stellatus*), атлантска јесетра (*Acipenser sturio*), дунавска јесетра (*Acipenser gueldenstaedti*), европска јегуља (*Anguilla Anguilla*), главатица (*Salmo marmoratus*), дунавска харинга (*Alosa caspia*), црноморска харинга (*Alosa immaculate*), црнка (*Umbra krameri*), итд. Додатно, за 15 врста риба привремено (у одређеном периоду) је забрањен улов. На пример, улов младице (*Hucho hucho*) забрањен је од 1. марта до 31. Августа; улов поточне пастрмке (*Salmo trutta*) од 1. октобра до 1. Марта; улов липљена (*Thymallus thymallus*) од 1. марта до 31. маја, итд. Забрањен је и рекреативни риболов у периоду од 21,00 до 3,00 h током летњег рачунања времена, и од 18,00 до 5,00 h у током зимског рачунања времена.

За 24 врсте риба постоји и ограничење улова када је њихова дужина мања од одређених димензија. На пример, не сме се ловити младица мања од 100 cm, поточна пастрмка мања од 25 cm, липљен мањи од 30 cm, штука мања од 40 cm, шаран мањи од 30 cm, итд.

Наведеном наредбом утврђено је да рекреативни риболовац може дневно уловити највише 5 kg аутохтоних врста риба. Међутим, постоје и ограничења. Када је у питању младица, може се уловити један комад дневно, када су у питању манић, поточна пастрмка, македонска пастрмка, дримска пастрмка, липљен, штука, шаран, сом, смуђ, смуђ камењар и буцов, могу се уловити три комада збирно током једног дана, а када су у питању плотица, јаз, скобаљ, мрена, клен и деверика, може се уловити десет комада збирно током једног дана.

Инспекцијски надзор над применом Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда и прописа донетих на основу овог закона, врши ресорно министарство или секретаријат аутономне покрајине преко надлежних инспектора.

8.8. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ЛОВНЕ ДИВЉАЧИ

Заштита, очување и унапређивање популација и станишта ловне дивљачи, управљање, уређивање и одржавање ловишта, предмет су пре свега, Закона о дивљачи и ловству („Службени гласник РС“, бр. 18/10, 95/18), као и пратећих подзаконских аката.

Ловство је у надлежности министарства које се бави пословима шумарства, надлежних органа аутономне покрајине, Ловачког савеза, Ловачке коморе и јавних предузећа регистрованих за обављање ловне делатности.

У циљу спровођења јединствене ловне политике и одговарајућих мера газдовања ловном дивљачи, проглашавају се **ловна подручја**, заокружене просторно-географске и природне целине. У оквиру граница ловних подручја установљавају се **ловишта** која могу бити отворена или ограђена. **Отворено ловиште** не може бити мање од 2.000 ha, док **ограђено ловиште** не може бити мање од 300 ha осим ловиште посебне намене У националним парковима и на површинама са већинским учешћем државних шума и шумског земљишта, установљавају се **ловишта посебне намене**.

Право на газдовање ловиштем има корисник ловишта. То је правно лице које испуњава услове за спровођење ловног газдовања. Право на газдовање ловиштем даје се на период од 10 година, док се право на газдовање ловиштем посебне намене даје на период од 20 година.

Основна планска документа за газдовање ловиштем су:

- Програм развоја ловног подручја;
- Ловна основа;
- Годишњи план газдовања ловиштем урађен на основу ловне основе;
- Програм газдовања за ограђени део ловишта;
- Програма насељавања дивљачи.

Програм развоја ловног подручја доноси ресорно министарство и надлежни покрајински орган за период од 15 година. Програм садржи површину и границе ловног подручја, природне и друге услове за гајење дивљачи, врсте ловостајем заштићених и трајно заштићених врста дивљачи, процењену и оптималну бројност појединих врста дивљачи, циљеве газдовања и мере за остваривање циљева, мере гајења и заштите дивљачи, мере за спречавање штета од дивљачи и штета на дивљачи, као и начин и услове учешћа власника земљишта, вода и шума у ловном подручју.

Ловну основу доноси корисник ловишта за период од 10 година. Она треба да садржи:

- одређивање бонитета ловишта;
- бројно стање ловостајем заштићених и трајно заштићених врста дивљачи у ловишту;
- циљеве газдовања ловиштем и мере за остваривање циљева;
- мере гајења и заштите дивљачи;
- план одстрела дивљачи;
- план уређивања и одржавања ловишта;
- мере за спречавање штета на дивљачи и штета од дивљачи;
- финансијски план газдовања.

Годишњи план газдовања ловиштем садржи све оно што садржи и Ловна основа, али на годишњем нивоу и уз резултате газдовања ловиштем у претходној ловној години.

У складу са Законом о дивљачи и ловству, статус врста заштићене дивљачи су:

- трајно заштићене врсте дивљачи и
- ловостајем заштићене врсте дивљачи.

Трајно заштићене врсте дивљачи (неловне врсте дивљачи) штите се трајном забраном лова, док се ловостајем заштићене врсте дивљачи (ловне врсте дивљачи) штите ловостајем у одређеном периоду у складу са посебним правилником.

Заштита дивљачи обезбеђује се одређеним забранама. Сагласно наведеном закону, забрањено је:

- угрожавати опстанак и станишта дивљачи у природи;
- прогањати, злостављати, намерно повређивати и узнемиравати дивљач;
- намерно уништавати место за размножавање и одмор дивљачи, узимати јаја од дивљачи;
- заробљавати и држати дивљач у затвореном или ограђеном простору осим у изузетним случајевима;
- држати дивљач у затвореном простору дуже од месец дана од дана престанка деловања елементарних непогода, односно излечења повреде или спровођења одређених мера гајења, осим у зоолошким вртovima, фармама дивљачи, парковима дивљачи и другим објектима у којима је дозвољено држање дивљачи;
- уносити у ловиште дивљач из паркова дивљачи, зоолошких вртова и са фарми дивљачи, као и трајно онеспособљених јединки дивљачи;
- уносити нове алохтоне врсте дивљачи и њихове хибриде у слободну природу;
- вршити жетву и косидбу пољопривредним машинама које немају уграђене уређаје за истеривање, односно, плашење дивљачи;
- палити коров, стрњике, трстике, траве и друго растиње у ловиштима;
- употребљавати средства за заштиту биља и друга хемијска средства у количинама које могу проузроковати штету на дивљачи;
- тровати дивљач.

У складу са Законом о дивљачи и ловству, забрањено је ловити ловостајем заштићену дивљач у следећим случајевима:

- ако је угрожена пожаром, поплавом, снежним наносима, поледицом и другим елементарним непогодама;
- крупне дивљачи пригоном, погоном или псима, осим дивље свиње, вука, шакала и лисице;
- употребом рефлектора (фарова), бакљи и других вештачких светлосних извора (осим у лову на дивљу свињу, вука, шакала и лисицу), аеронаутичких машина, огледала, електронских уређаја, аудио уређаја и живих мамаца, као и употребом хране са омамљујућим средствима;

- употребом паса који нису ловачки расни пси, паса који нису вакцинисани и обележени у складу са прописима којима се уређује ветеринарство и паса оних раса чија употреба није предвиђена ловном основом;
- употребом сокола и других птица грабљивица у ловиштима у којима такав начин лова није предвиђен ловном основом;
- употребом лука и стреле и самострела у отвореним ловиштима, као и у ограђеним ловиштима у којима такав начин лова на крупну дивљач није предвиђен ловном основом;
- замкама или клопкама, а птице помоћу лепкова, мрежа и кућица са мрежом или помоћу других средстава за масовно хватање, односно уништавање птица;
- гађањем из моторног возила и гажењем моторним возилом;
- војничким оружјем и војничком муницијом;
- крупну дивљач пушком са неолученим цевима, осим дивље свиње;
- осталим нехуманим методама и средствима која могу да изазову локални нестанак или озбиљан поремећај у популацији дивљачи.

Ловостајем заштићену дивљач дозвољено је одстрелити и у време кад је лов забрањен у случајевима када није могуће хватање ради лечења и збрињавања дивљачи, или у циљу спречавања појаве, ширења и сузбијања заразних болести животиња у складу са прописима којима се уређује ветеринарство.

Лиценца за обављање послова ловочувара може да се добије у Ловачкој комори након положеног стручног испита. **Ловочувар** је службено лице запослено код правног лица које је регистровано за обављање ловочуварских послова.

Ловочувар је дужан да:

- лице без јавних исправа затечено у вршењу незаконитих радњи приведе надлежном органу;
- контролише ловачко оружје, предмете и друга средства коришћена или намењена за вршење незаконите радње, возила и друга средства која служе за превоз или преношење дивљачи, као и лица за која постоји сумња да превозе уловљену дивљач, трофеје и друге делове дивљачи;
- поднесе пријаву против лица које је затечено у извршењу незаконите радње;

- затражи помоћ надлежног органа унутрашњих послова и надлежног ловног инспектора ако је онемогућен у вршењу послова ловочуварске службе;
- контролише ловну карту, дозволу за лов, оружје, идентификациону картицу ловачког пса и исправу којом лице затечено у ловишту потврђује свој идентитет;
- привремено одузме незаконито уловљену или ухваћену дивљач, трофеје и друге делове дивљачи, псе, као и предмете и друга средства којима је извршен незаконит лов или нанета штета ловишту и одмах преда надлежном органу на даље поступање;
- затражи успостављање претходног стања, односно предузима мере за спречавање и уклањање штетних последица.

Право на лов дивљачи имају лица са лиценцом Ловачке коморе, као и лица са ловном картом за текућу ловну годину која испуњавају услове из прописа којима се регулише оружје, и којима је корисник ловишта издао дозволу за лов.

Ловна карта може бити месечна и годишња, а право на ловну карту има:

- лице са положеним ловачким испитом испред комисије Ловачког савеза;
- лице које је стекло диплому средње или високе школе у којој је изучавало предмет из области ловства;
- инострани ловац, у складу са законом.

Правилник о проглашавању ловостајем заштићених врста дивљачи („Службени гласник РС“, бр. 9/2012, 75/2016) представља један од пратећих подзаконских аката у коме су проглашене ловостајем заштићене врсте дивљачи и трајно заштићене врсте дивљачи које се штите и Законом о заштити природе.

Трајно заштићене врсте дивљачи на које је дакле, трајно обустављен лов су мрки медвед (*Ursus arctos*), рис (*Lynx lynx*), видра (*Lutra lutra*), хермелин (*Mustela erminea*), степски твор (*Mustela eversmanii*), дабар (*Castor fiber*), шарени твор (*Vormela peregusna*), јаребица камењарка (*Alectoris graeca*), лештарка (*Bonasa bonasia*), велики тетреб (*Tetrao urogallus*), дивља патка шиљкан (*Anas acuta*), дивља патка кашикара (*Anas clypeata*), дивља патка чегртуша (*Anas strepera*), дивља гуска (*Anser anser*), мала лисаста гуска (*Anser erythropus*), ћубаста дивља патка (*Aythya fuligula*) и барска шљука (*Gallinago gallinago*).

У овом правилнику утврђено је трајање ловне сезоне на ловостајем заштићене врсте дивљачи у отвореним и ограђеним ловиштима, у ограђеним деловима ловишта и полигонима за лов дивљачи, као и мере заштите и регулисања бројности популација трајно заштићених и ловостајем заштићених врста дивљачи. У Правилнику је дат Прилог о трајању ловне сезоне за сваку од ловостајем заштићене врсте дивљачи.

Инспекцијски надзор у ловиштима врши ресорно министарство и покрајински орган преко ловног инспектора.

8.9. ЗАШТИТА, ОЧУВАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМА

Очување, заштита, планирање, гајење и коришћење шума, располагање шумама и шумским земљиштем као и друга питања значајна за шуме, регулисани су Законом о шумама („Службени гласник РС“, бр. 30/10, 93/12, 95/18) и пратећим подзаконским актима.

По дефиницији из закона, шума је простор обрастао шумским дрвећем минималне површине 5 ари, са минималном покривеношћу земљишта крунама дрвећа од 30%. Шумом се такође сматрају и младе природне и вештачке састојине, као и људским деловањем или из природних разлога привремено необрасле површине на којима ће се природно или вештачки поново успоставити шума.

Управљање шумама остварује се преко министарства у чијој је надлежности ресор шумарства, преко надлежног органа аутономне покрајине, као и преко правних лица за газдовање шумама у државној својини и правних лица за газдовање шумама сопственика. Шумама у државној својини осим неких изузетака, газдује јавно предузеће (ЈП Србијашуме и ЈП Војводинашуме) чији је оснивач Република Србија, односно аутономна покрајина.

На основу Закона о шумама, шуме имају **општекорисну и привредну функцију**.

Општекорисне функције шума су:

- заштита и унапређење животне средине постојањем шумских екосистема;
- очување биодиверзитета;
- очување генофонда шумског дрвећа и осталих врста у оквиру шумске заједнице;

- ублажавање штетног дејства „ефекта стаклене баште“ везивањем угљеника, производњом кисеоника и биомасе;
- пречишћавање загађеног ваздуха;
- стабилизација водних односа и спречавање бујица и поплавних таласа;
- пречишћавање воде, снабдевање и заштита подземних токова и изворишта пијаћом водом;
- заштита земљишта, насеља и инфраструктуре од ерозије и клизишта;
- стварање повољних услова за здравље људи;
- повољни утицај на климу и пољопривредну делатност;
- естетска функција;
- обезбеђивање простора за одмор и рекреацију;
- развој ловног, сеоског и екотуризма;
- заштита од буке;
- подршка одбрани земље и развоју локалних заједница.

Према утврђеним приоритетним функцијама, шуме или њихови делови могу бити:

- привредне шуме;
- шуме с посебном наменом.

Шуме с посебном наменом су:

- заштитне шуме;
- шуме за очување и коришћење генофонда шумских врста дрвећа;
- шуме за очување биодиверзитета гена, врста, екосистема и предела;
- шуме значајне естетске вредности;
- шуме од значаја за здравље људи и рекреацију;
- шуме од значаја за образовање;
- шуме за научно-истраживачку делатност;
- шуме културно-историјског значаја;
- шуме за потребе одбране земље;
- шуме специфичних потреба државних органа;
- шуме за друге специфичне потребе.

Шуме у заштићеним подручјима имају функцију шума са посебном наменом.

Ради обезбеђивања услова за одрживи развој шума, рационалног спровођења мера газдовања шумама и другим потенцијалима шума на одређеној територији, установљавају се шумске области. **Шумска област** је планска, географска и природна целина која обухвата шуме и шумска земљишта шумских подручја и националних паркова. Простор Србије подељен је на седам шумских области.

На основу Закона о шумама, Планом развоја шумске области установљавају се газдинске јединице као основне јединице планирања. **Газдинска јединица** по правилу чини територијалну целину шума и шумског земљишта, осим шума сопственика – физичког лица, а обухвата читав шумски комплекс или само његов део. Газдинска јединица обухвата шуме и шумско земљиште истог својинског облика, површине под шумом до 5.000 ha.

Планови газдовања шумама су:

- план развоја шумске области;
- основа газдовања шумама;
- програм газдовања шумама.

План развоја шумске области доноси Влада Србије за период од десет година.

Основа газдовања шумама је плански документ газдовања шумама који се доноси за газдинску јединицу, осим за шуме сопственика (физичких лица). Основа се доноси за период од 10 година, а садржи:

- податке о стању шума;
- разраду општих смерница из плана развоја;
- евиденцију и анализу спроведених мера газдовања;
- планове газдовања по врсти и обиму послова, времену, месту и начину њиховог спровођења;
- вредност шума.

Саставни део основе газдовања је књига шумске хронике која садржи податке о абиотичким, биотичким и фенолошким појавама у шуми.

Програм газдовања шумама је плански документ газдовања шумама који се доноси за шуме већег броја сопственика шума – физичких лица. Израђује се на основу утврђеног стања шума на терену, а доноси се за територију једне или више општина за период од десет година.

Годишњи план газдовања шумама за шуме којима се газдује у складу са основном газдовања доноси корисник, односно сопственик шума. Годишњи план садржи: обим, место и динамику радова на заштити, гајењу, коришћењу и унапређивању шума, производњи шумског репродуктивног материјала, изградњи техничке инфраструктуре.

Извођачки пројекат газдовања шумама израђује се за шуме за које се доносе основе. Извођачки пројекат садржи детаљну разраду планова гајења, заштите, коришћења и унапређивања шума садржаних у основама, као и технолошки поступак, услове, начин и рок извршења свих радова. Извођачки пројекат мора бити усклађен са основном и израђује се на основу утврђеног стања шума на терену и извршеног обележавања и одабира стабала за сечу, најдуже за период од једне године.

Чување шума ради њене заштите од незаконитог присвајања, коришћења, уништавања и других недозвољених радњи, обезбеђује корисник, односно сопственик шума. Он је дужан да организује службу чувања шума.

Чувар шума је службено лице које врши послове чувања шума. Током обављања дужности чувар шума мора да има прописано службено одело, легитимацију и може бити наоружан службеним оружјем у складу са законом. Чувар шума може обављати и друге чуварске послове из области ловства, рибарства и заштите природе ако испуњава услове утврђене одређеним прописима.

У вршењу послова чувања шума, чувар шума овлашћен је и дужан да:

- легитимише лице затечено у вршењу прекршаја, као и лица за које постоји основана сумња да је извршило прекршај;
- прегледа све врсте возила којима се дрво превози и све врсте товара којима се дрво преноси у циљу проналаска предмета кривичног дела или прекршаја;
- прегледа документацију која прати дрво у промету (пропратницу и отпремницу);
- прегледа места, осим станова, на којима се може налазити дрво које је предмет кривичног дела или прекршаја;
- привремено одузме бесправно посечено дрво и дрво стављено у промет супротно закону, предмете којима је извршено кривично дело или прекршај, као и предмете који су настали или прибављени извршењем таквог дела, и да те предмете преда надлежном органу;
- обнавља и чува граничне ознаке од уништавања и бесправног коришћења;

- сачини записник о противправној радњи и утврђеном чињеничном стању и достави га кориснику, односно сопственику шума;
- прати и обавештава о битним променама здравственог стања шума, штетама насталим од абиотичких и биотичких чинилаца.

Ради очувања шумске вегетације, осим одређених изузетака утврђених законом, забрањено је:

- пустошење и крчење шума;
- чиста сеча шума која није планирана као редован вид обнављања шума;
- сеча која није у складу с плановима газдовања шумама;
- сеча стабала заштићених и строго заштићених врста дрвећа;
- паша, брст стоке, жирење у шуми;
- сакупљање осталих шумских производа (гљива, плодова, лековитог биља, пужева и другог);
- коришћење камена, шљунка, песка, хумуса, земље и тресета, осим за изградњу инфраструктурних објеката за газдовање шумама;
- одлагање смећа и загађивање шума на било који начин.

Чиста сеча шума може да се врши ради изградње објеката који служе газдовању шумама, просецања пролаза за обављање геодетских радова, геолошких истраживања, научно-истраживачких огледа, постављања водоводне мреже, телекомуникационих и електричних водова, отварања противпожарних линија при гашењу високог шумског пожара, сузбијања биљних болести и штеточина и отклањања последица еколошких акцидената, ако се тиме не угрожавају приоритетне функције шума.

Корисник или сопственик шуме дужан је да прати утицај биотичких и абиотичких чинилаца на здравствено стање шума и благовремено предузима мере за заштиту шума и шумског земљишта. Такође, дужан је да ресорном министарству и надлежном покрајинском органу поднесе годишњи извештај о предузетим мерама и проблемима заштите шума.

У циљу заштите шума, корисник, односно сопственик шума мора да спроведе додатне мере заштите.

Ради спречавања шумског пожара, доноси се план заштите шума од пожара за период од десет година и забрањује се паљење отворене ватре у шуми и на земљишту у непосредној близини шуме на удаљености мањој од 200 m од руба шуме.

У шуми, на шумском земљишту и на удаљености мањој од 200 m од руба шуме, забрањује се одлагање смећа, отровних супстанци и осталог опасног отпада, као и изградња објеката за њихово складиштење, прераду или уништавање.

Ради очувања водног режима, забрањује се одводњавање и извођење других радова који могу да доведу до промене водног режим због чега се угрожава опстанак или виталност шуме. При изradi и спровођењу пројеката уређивања изворишта вода у шумама који се доносе у складу са посебним прописима, неопходно је обезбедити довољну количину слободне воде (биолошки минимум), ради задовољавања потреба биљног и животињског света у шуми.

Паша, брст или жирење у шуми може да се врши само уз дозволу сопственика, односно корисника шума, који може издати дозволу само ако су паша, брст или жирење предвиђени плановима газдовања шумама и ако шума није у фази обнављања. Уз дозволу утврђују се услови под којима се могу вршити паша, брст или жирење – време паше, брста или жирења, врста стоке, број грла, висина накнаде, путеви за прогон стоке, итд.

Правно лице којем је поверено газдовање дивљачи, у складу са прописом којим се уређује дивљач и ловство, дужно је да бројност и врсте дивљачи одржава на таквом нивоу да се не нарушава биолошка равнотежа шумског екосистема и не спречава спровођење циљева газдовања шумом. Плански документи у ловству морају бити у складу с планом развоја, шумским основама и програмима. Забрањено је интензивно гајење крупне дивљачи у ограђеним површинама у шумама у којима је у току процес обнављања шуме.

Када је реч о посетиоцима, у шуми без дозволе сопственика, односно корисника шума, забрањено је:

- постављање привремених објеката, шатора и кампова;
- организовање масовног окупљања које може нанети штету шуми;
- постављање ограда;
- кретање моторним возилима изван путева који су за то намењени, осим за службене потребе;
- кретање у затвореним и забрањеним подручјима, путевима, ограђеним ловиштима, експерименталним и пословним објектима;
- кретање на површинама на којима се врше шумски радови и пошумљавање, сеча, изградња објеката, лов.

Сеча шума, њено време, начин и врста, утврђују се планом, шумском основом и програмом. Сеча стабала у шуми може да се обави само после извршеног одабирања, обележавања дозначним жигом и евидентирања стабала за сечу. Право на жиг има стручно лице запослено код корисника или сопственика. Сопственик, односно корисник шума дужан је да радове у газдовању шумама организује и извршава у време и на начин утврђен у плановима газдовања шумама, којима се обезбеђује успостављање и одржавање шумског реда. Уколико се поремети шумски ред, сопственик, односно корисник шума, дужан је да у најкраћем могућем року и на прописан начин успостави шумски ред.

Сакупљање шумских производа (шумских плодова, лековитог и другог биља, коришћење камена, песка, шљунка, хумуса, као и пчеларење) може да се врши искључиво уз одобрење корисника, односно сопственика шума, а у складу са пројектом коришћења осталих шумских производа.

Инспекцијски надзор над спровођењем Закона о шумама и пратећих подзаконских аката, обавља ресорно министарство и покрајински орган преко шумарског инспектора.

9. КОНЗЕРВАЦИОНА БИОЛОГИЈА

9.1. УВОД У КОНЗЕРВАЦИОНУ БИОЛОГИЈУ

Упоредо са осиромашењем биолошке разноврсности и подизањем овог проблема на глобални ниво, у оквиру биолошких наука почела је да се издваја конзервациона биологија као нов научни правац усмерен ка решавању проблема кризе биодиверзитета. Идеје и основне поставке конзервационе биологије могу се препознати и у прохујалим вековима, али се развој ове научне дисциплине везује за XX век. У овом периоду велики број научника и природњака почео је да се бави теоријом и праксом очувања природних екосистема и популација појединих врста, а појавила су се и бројна друштва за заштиту дивљих животиња и свеукупне природе. Тако је на пример, шумарски инжењер и еколог Алдо Леополд (Aldo Leopold), 40-тих година прошлог века на Универзитету у Висконсину основао Департман за менаџмент дивљине. За њега се везују термини еколошка етика и еколошка савест којима се указује да питање очувања природе није само еколошко него и морално питање. Сличног става била је биолог и књижевница Рејчел Карсон (Rachel Carson), која је својом књигом *Тихо пролеће* (*Silent Spring*) 1962. године узбуркала америчку јавност упозоравајући да је деградација екосистема регионални проблем са глобалним размерама. Према овој књижевници, уколико се деградација не заустави, довешће се у питање опстанак живота, тако да једног дана може да наступи светско „тихо пролеће“ без цвркута птица и звукова из природе.

Почетак развоја конзервационе биологије вазује се за књигу *Конзервација животне средине* (*Environmental Conservation*) коју је 1959. године објавио конзервациони биолог Рејмонд Десман (Raymond Dasmann). Десман је био један од пионира у развоју концепта еко-развоја који је касније преформулисан у концепт одрживог развоја. Сматрао је да глобални приступ, правремене информације и локално становништво имају кључну улогу у очувању биолошке разноврсности и природних пејзажа.

Сам термин конзервациона биологија званично се појављује 1970. године у књизи *Biological Conservation* аутора Дејвида Ехренфелда (David Ehrenfeld). Овај термин био је и званични назив конференције одржане на Универзитету у Сан Дијегу у Калифорнији 1978. године. Конференцију су организовали биолози Брус Вилкокс (Bruce Wilcox) и Мајкл Соул (Michael Soule) са циљем да се шира јавност упозна са погубним последицама

убрзаног нестајања врста и њихових станишта. Ради удруживања у решавању овог горућег проблема, конституисана је и научна организација Друштво за конзервациону биологију (Society of Conservation Biology) које данас окупља око 5.000 научника широм света. Убрзо потом, 1980. године, термин биодиверзитет у конзервациону биологију званично је увео амерички конзервациони и тропски биолог Томас Лавџој (Thomas Lovejoy). Говорећи о биолошкој разноврсности, Лавџој предвиђа да ће 10% до 20% врста наше планете вероватно нестати за половину људског века уколико се наставе притисци на природу.

Који су основни проблеми којима се бави ова научна дисциплина? **Конзервациона биологија** као биолошка дисциплина бави се препознавањем и проучавањем узрока и процеса који утичу на губитак биолошке разноврсности, као и утврђивањем принципа, механизма и метода који омогућају њену заштиту, очување и опоравак.

Из саме дефиниције се види да је основна идеја конзервационе биологије очување живог света наше планете. У основи ове идеје леже одређена етичка, морална и практична начела:

- сва жива бића производ су мукотрпне и дуготрајне еволуције, сва биће се боре да преживе и оставе потомство, тако да поседују унутрашње вредности, а самим тим и право на нормалну егзистенцију на свом станишту;
- физичка средина и организми који су од виталне важности за одржавање функције природних екосистема, пружају човечанству екосистемске услуге које имају кључну улогу за његов опстанак;
- регеративни капацитети екосистема су ограничени, тако да се од њих кроз екосистемске услуге не може узимати више него што они могу да продукују.

Собзиром да је профилисана у време најјаче ерозије биолошке разноврсности, конзервациона биологија се развила као фундаментална и апликативна научна дисциплина са тежиштем на:

- конзервацији генетичке разноврсности;
- конзервацији врста;
- конзервацији природних станишта;
- конзервацији екосистема;
- управљању пределима кроз процесе у екосистемима;
- одрживом и дугорочном развоју људских популација.

9.2. АКТИВНО ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Док доношење стратешких докумената и правних аката представља пасиван начин очувања биодиверзитета, активно очување биодиверзитета обухвата све мере и методе непосредне заштите, очувања и унапређења популација дивљих врста, њихових станишта, природних екосистема и предела. Ове активности представљају сложен поступак који захтева добро познавање биологије, физиологије, екологије и распрострањења врста, еколошких карактеристика њихових станишта, ценотичких односа у екосистемима, фактора угрожавања популација и станишта, као и развој оптималних метода њиховог непосредног очувања.

Активна заштита биолошке разноврсности спроводи се кроз *In-situ* и *Ex-situ* заштиту.

9.2.1. *In-situ* очување биодиверзитета

In-situ очување биодиверзитета представља активну заштиту и очување природних екосистема и опоравак популација дивљих врста на њиховим природним стаништима. У ту сврху издвајају се заштићена подручја у којима је поред законске заштите станишта и врста, често потребно извршити и одговарајуће интервенције у процесу управљања екосистемима и популацијама.

Када је реч о управљању екосистемима, с обзиром да су то врло осетљиви и отворени системи, пре сваке интервенције у екосистему треба да се:

- упознају сви његови абиотички и биотички елементи;
- упознају његов састав, структура и трофички односи;
- уоче проблеми у његовом функционисању;
- поставе циљеви који се желе постићи;
- дефинишу разлоге за потребе постизања циљева;
- утврде јасне методе за постизање циљева;
- предвиде могућности нежељених последица.

Један од примера успешног очувања и опоравка природних екосистема је санација и ревитализација влажних ливада и пашњака Обедске баре која се кроз међународне пројекте и кампове спроводи од 1992. године. Специјални резерват природе Обедска бара једно је од највећих плавних подручја у Србији. Представља напуштено корито реке Саве чији главни ток задњих 2.000 година тече јужније, док је у њеном напуштеном кориту потковичастог облика остао мозаичан сплет мртваја, бара, мочвара, окана, влажних ливада, слатина и шума. Обедска бара се данас водом снабдева подземним и падавинским водама, али и водом реке Саве преко канала Ревеница, Вок и Вран за време њеног високог водостаја. Ово подручје одликује се изузетним богатством биодиверзитета са значајним присуством ретких и угрожених врста од националног и међународног значаја. Оно је значајно и за реку Саву због филтрације и побољшања квалитета речне воде и присуства рибљих мрестилишта.

Као резултат природних процеса убрзаних појачаним антропогеним утицајима, на Обедској бари је напредовао процес еутрофикације, замуљавања и засипања водених површина речним наносом, зарастања влажних ливада услед престанка пашарења и ширења жбунастих и дрвенастих инвазивних врста (багремца, киселог дрвета, негундовца, амброзије, циганског перја), подизања плантажних засада топола на местима где су раније биле влажне ливаде и пашњаци, престанка обнављања старих шума храста лужњака услед промене нивоа подземних вода и прекомерног присуства домаћих свиња које се хране жиром. Санација и ревитализација Обедске баре почивају на периодичном кошењу влажних ливада и контролисаној испаши стоке чиме се спречава њихово зарастање, нормализацији водног режима изградњом наменских устава и измуљавањем делова канала у којима су наталожени седименти, измуљавањем водених површина и повећавањем површине воденог огледала, обновом шума храста лужњака и пољског јасена.

In-situ заштита спроводи се и када су у питању угрожене поједине популације дивљих врста. Упечатљив пример је ревитализација популације белоглавог супа (*Gyps fulvus*) у Специјалном резервату природе Увац. Белоглави суп је наша највећа птица са распоном крила око 2,80 m и тежином од 7,5 kg до 11 kg. Храни се искључиво лешевима средњих и крупних сисара, углавном копитара и папкара (крава, коња, оваца, коза, магараца, јелена, срна), али и лисица, паса, зечева. У потрази за храном редовно претражује подручје пречника од 50 до 150 km око свог одморишта или гнездилишта. Насељава Пиринејско и Балканско полуострво, делове северне Африке, Малу Азију, Кавказ и југозападне делове Азије. Станарица је, али младе птице

повремено одлутају доста далеко. Након Другог светског рата бројност популације ове птице на подручју Увца почела је нагло да опада услед тровања, криволова и недостатка хране. Недостатак хране био је резултат опадања сточног фонда и пашарења, као и смањења популација дивљих животиња услед криволова. Све ове недаће које су задесиле белоглавог супа довеле су до тога да је на Увцу 80-тих година прошлог века остало само десетак гнезда. Тада су на сцену ступили локални ентузијастички који су формирали Фонд за заштиту птица грабљивица „Белоглави суп“. Њихова конкретна акција била је формирање хранилишта (мрциништа) на која се редовно, до данашњих дана, односи кланични отпад и угинула стока из околине. Овај „ресторан“ за белоглавог супа представљају стални извор хране веома значајан за гнездеће парове који више не морају да троше енергију у потрази за храном, за младунце који више не морају да се селе у потрази за новим стаништима са храном, али и за укупну популацију јер се захваљујући хранилишту смањио ризик од тровања отровним мамцима. У међувремену је направљена и волијера за лечење и рехабилитацију повређених супова, монтиране су камере које прате њихово понашање, а орнитолози Института за биолошка истраживања из Београда и Фондације за заштиту птица грабљивица редовно маркирају поједине младунце, а потом прате њихово кретање захваљујући дојавама орнитолога и сателитским платформама. Захваљујући маркирању, неке од изнемоглих или рањених јединки пронађене су далеко од Србије, а потом рехабилитоване и враћене на Увац. Интересантан је пример женке Добриле која је 2018. године пронађена изнемогла и промрзла на југу Турске где је залутала. Након рехабилитације у Турској, авионом је враћена на Увац. На жалост, Добрила је 2019. године угинула на Увцу. Чувари резервата су је пронашли заглављену међу гранама стабала непосредно испод њеног гнезда где се вероватно нашла након што је изгубила висину.

И поред незгода које се дешавају, захваљујући напорима орнитолога и чувара природе у *In-situ* очувању белоглавог супа, данас се на Увцу налази највећа гнездећа колонија у Србији и једна од највећих на Балкану. Бројност белоглавог супа током последње три деценије редовно расте, тако да сада на Увцу живи око 450-500 јединки, односно, око 110 гнездећих парова. Захваљујући хранилиштима на подручју резервата, у претходних неколико година камере су забележиле и повремено боравак две врсте орлова лешинара које су у прошлости настањивале ово подручје. То су црни лешинар (*Aegypius monachus*) и бела кања (*Neophron percnopterus*).

Слика 65. Белоглави суп Добрила након маркирања



Слика 66. Белоглави суп Добрила након повратка из Турске



Једна од метода *In-situ* заштите је и реинтродукција. **Реинтродукција** је процес вештачког враћања врсте на природно станиште са кога је ишчезле из било ког разлога. Предуслов за реинтродукцију је да још негде, на неком другом станишту, обитава витална популација исте врсте из које се одређени број јединки може узети и пренети на станиште са кога је врста ишчезла.

Када је о биљкама реч, врста се може поново населити на старо природно станиште пресађивањем, преносом семена, вегетативних органа (кртола, луковица, ризома) или јединкама развијеним из културе ткива. Када је о животињама реч, оне се могу поново вратити на стара станишта посредно, привучене новим изворима хране и вештачким хранилиштима као што је то случај са црним лешинаром и белом кањом на Увцу, или непосредно, преношењем живих јединки од стране човека.

Пример успешне реинтродукције је враћање европског дабра (*Castor fiber*) у бару Засавицу. Даброви су крупни глодари познати по изградњи брана, канала и ложа (брлога). Њихове колоније граде једну или више брана како би се осигурала мирна, дубока вода којом се штите од предатора, и како би могли лакше да преносе плутајућу храну и грађевински материјал. Пад њихових популација забележен је и у Европи, и у Северној Америци превасходно због екстензивног лова и нестајања природних станишта. Лов се организовао ради крзна, њихових жлезда чији се садржај користи при изради неких лекова и парфема, као и због тога што обарање дрвећа и стварање брана повремено омета употребу приобалног земљишта и вода. Претерани излов и нестанак природних станишта био је основни узрок нестанка дабра и у Србији, и то негде на почетку XX века. Из овог разлога, 2004. године у Специјални резерват природе Засавица пуштено је 35 јединки дабра допремљених из Баварске. Реинтродуковани даброви су се веома брзо прилагодили новој средини тако да су се успешно размножавали и ширили свој ареал. Данас се породице даброва виђају на реци Сави код Обреновца, Шапца и Брчког, у реци Јадар код Лознице, у Костајничкој реци код Крупња.

9.2.2. *Ex-situ* очување биодиверзитета

Ex-situ очување биодиверзитета представља активну заштиту и очување врста кроз низ метода и поступака за преношење, размножавање, гајење и очување врста ван њихових природних станишта. Веома често врсте се преносе на друга станишта када су њихова природна станишта угрожена из било ког разлога. У оваквом поступку дивље врсте се гаје и чувају на другим природним стаништима или у ограђеним резерватима, вртовима, парковима, ботаничким баштама, алпинетумима, арборетумима, семенским плантажама, зоолошким вртовима, акваријумима, волијерама, банкама гена.

Поступак преношења врсте на ново станиште које претходно није насељавала, назива се **интродукција**. Поред тога што се примењује у пројектима очувања дивљих врста чија су природна станишта угрожена, интродукција се примењује и у пољопривредној производњи, хортикултури, шумарству, у поступку биолошког сузбијања појединих штетних врста.

Ex-situ очување биодиверзитета спроводи се применом две врсте метода: а) *In vivo* методе и б) *In vitro* методе.

а) ***In vivo* методе** конзервације обухватају методе гајења живих животиња и биљака на секундарним природним стаништима на којима су се нашле по први пут, или на контролисаним стаништима. Та контролисана станишта могу да буду ботаничке баште, арборетуми, семенске плантаже, алпинетуми, зоолошки вртови, зоолошки паркови, акваријуми, итд.

Ботаничка башта је научно-истраживачка, наставна, културно-просветна и конзервациона установа у којој се налазе колекције живих биљака које репрезентују разноврсност и богатство биљног света. Уређује се по фитогеографском, систематском и еколошком принципу, и представља најпогодније место *Ex-situ* заштите угрожених биљних врста. Због тога, ботаничке баште све више преузимају улогу вештачког рефугијума и експерименталног полигона за очување угрожених врста биљака.

Најстарија ботаничка башта на свету налази се у Падови. Настала је у оквиру Универзитета у Падови још давне 1545. године што је представљало подстрек оснивању нових ботаничких башти. Најстарија и највећа ботаничка башта у Србији је „Јевремовац“ која представља организациону јединицу Биолошког факултета Универзитета у Београду. Основана је 1874. године одлуком Министарства просвете Краљевине Србије, и то на предлог знаменитог ботаничара Јосифа Панчића који је био и њен први управник. Првобитна локација баште налазила се на Дорћолу, на обали Дунава који се у неколико наврата излио и уништио биљни фонд. Знајући за овај проблем, краљ Милан Обреновић је 1889. године поклатио своје имање Великој школи за потребе премештања ботаничке баште са Дорћола. Пошто је имање наследио од свог деде Јеврема Обреновића, ова ботаничка башта названа је „Јевремовац“.

Арборетум је простор сличан парковском који представља засебну целину или део ботаничке баште у коме се гаје дрвенасте и жбунасте биљне врсте. Као и ботаничке баште, арборетуми представљају научно-истраживачке, наставне, културно-просветне и конзервационе јединице. Најстарија збирка дрвећа и жбунова налази се у Ботаничкој башти у Токију која је стара преко 800 година.

У нашем региону најстарији је арборетум „Трстено“ код Дубровника који је подигнут почетком XVI века и поседује многобројне егзотичне дрвенасте врсте. У Србији је најзначајнији арборетум Шумарског факултета Универзитета у Београду који је подигнут у периоду од 1956. до 1959. године. Његов оснивач и дугогодишњи управник био је професор Бранислав Јовановић.

Семенска плантажа је изолована култура фенотипски и генотипски највиталнијих индивидуа одређене дрвенасте врсте у којој се избегава или смањује могућност опрашивања од стране индивидуа изван културе. Циљ оснивања семенских плантажа је да се успоставе популације које ће у највећој могућој мери одржавати оригиналну генетичку варијабилност врсте и омогућити дугорочну адаптацију на локалне услове станишта где је обављена садња. Поред очувања оригиналне генетичке варијабилности и Ex-situ конзервације генетичких ресурса шумског дрвећа, семенске плантаже се користе и као извори репродуктивног материјала који се користи у комерцијалне сврхе. Подизање семенских плантажа на локацијама са различитим микроеколошким условима представља осигурање на могуће неочекиване губитке шумских врста, као и методу тестирања адаптивности врста на широк спектар различитих станишних услова.

Алпинетум је уређен врт са каменитом или скелетном подлогом у коме се гаје и чувају високопланинске (алпијске) врсте биљака. Може да буде и део ботаничке баште. Први специјализовани алпинум подигао је аустријски ботаничар Антон Кернер фон Марилон (*Anton Kerner von Marilaun*) 1875. године на планини Бласер у Тиролу. Алпинум се налазио на надморској висини од 2.190 m и постао је модел за израду других алпинума широм света. У нашем региону најпознатији је алпинетум у близини Колашина који се налази на надморској висини од 1.018 m. Подигао га је ботаничар Данијел Винцек 1981. године. У алпинетуму се налази велики број аутохтоних биљних врста Бјеласице, Сињајевине, Комова и Дурмитора.

Зоолошки врт је место где се чувају различите врсте дивљих животиња. Животиње се чувају у заграђеним просторима, првенствено пространим кавезима, тераријумима и волијерама. **Тераријум** је обично већа или мања стаклена посуда са земљаном, шљунковитом или каменитом подлогом у којој се могу наћи и биљке, а у којој се чувају ситне копнене животиње као што су поједини зглавкари, водоземци или гмизавци. **Волијера** је простран кавез за птице. Смештен је на отвореном и има кров који животиње штити од падавина. У савременијим зоолошким вртovima, такозваним **зоолошким парковима**, избегавају се кавези са решеткама, а окружење животиња је природније и прилагођено њиховим животним потребама и навикама.

Да животиње не би побегле, њихов животни простор смештен је у дубљим улегнућима или је ограђен зидићима и јарковима са водом.

Претеча данашњих зоолошких вртова биле су менаџерије намењене разоноди владарских породица у време египатске, римске и кинеске цивилизације. Оваква пракса формирања приватних менаџерија постојала и у средњем веку. Најстарији класичан зоолошки врт основан је 1752. године у Шембруну покрај Беча. У Србији најстарији зоолошки врт основан је у Београду 1936. године на иницијативу тадашњег градоначелника Владана Илића.

Данашња улога зоолошких вртова је рекреативна, културно-образовна, а делом и научно-истраживачка и конзервациона. Зоолошки вртови могу бити и места Ex-situ заштите, мада је пракса показала да код многих животиња услед заточеништва долази до поремећаја понашања и размножавања. Последњих деценија све је већи број противника оваквог, често нехуманог чувања животиња. Због тога се све чешће прибегава формирању такозваних **сафари паркова**. У њима се ради посматрања, заштите, истраживања и образовања животиње чувају у слободном делу природе, а посетиоци се налазе у заштићеним возилима или на пешачким мостовима.

Акваријум је провидна посуда или резервоар испуњен слатком или морском водом прилагођен за чување слатководних и морских организама. Поред обичних мањих акваријума, постоје и велики акваријумски простори намењени научно-истраживачком раду, конзервацији и образовању. Акваријуми су постојали још у древним цивилизацијама, али се њихов изглед знатно разликовао од изгледа и функције савремених акваријума. Оно што одликује савремене акваријуме, то је могућност аутоматског регулисања осветљења, грејања, филтрирања и обогаћивања воде кисеоником.

Највећи акваријум на свету налази се у Атланти. У њему живи преко 120.000 животиња, односно, 500 различитих врста, па чак и кит-ајкуле. Једини акваријум намењен научно-истраживачком раду, конзервацији и образовању у Србији, налази се на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу. На површини од око 400 m² изложено је преко 350 акваријума у којима се поред аутохтоних врста риба налазе и рибе из тропских и суптропских подручја. Саставни део акваријума је мрестилиште и лабораторија за научно-експериментални рад из области хидробиологије и заштите водених екосистема.

б) ***In vitro* методе** конзервације обухватају методе чувања (презервације) делова организама у лабораторијским условима. Ове методе подразумевају манипулацију изолованим компонентама организма које могу бити сачуване за дужи временски период и искоришћене за реконституисање дивљих или гајених врста. Методе презервације изводе се у контролисаним лабораторијским условима, а обухватају криоконзервацију ДНК, сперматозоида, оплођених јајних ћелија, ембриона, соматских ћелија и другог биолошког материјала.

In vitro конзервација одвија се у банкама гена, банкама семена, банкама полена и другим специјализованим научним конзервационим институцијама.

Банке гена у ужем смислу представљају колекцију различитих ДНК секвенци организама, док у ширем смислу представљају све друге ускладиштене изворе генетичког материјала: полен, семена, полне ћелије, културе ткива. ДНК секвенце чувају се у банкама ДНК у којима се ДНК изолована из једра, митохондрија или хлоропласта имобилизује у нитроцелулозна влакна у којима се може чувати за дужи временски период. Ове банке нарочито су добиле на значају развојем PCR технике (*енг.* polymerase chain reaction – реакција ланчаног умножавања) која представља методу репликације (преписивања и умножавања) целокупне геномске ДНК у *In vitro* условима. Метода омогућава стварање великог броја копија циљне ДНК секвенце из малог узорка ДНК. Иначе, ову методу је 1983. године разрадио амерички биохемичар Кери Малес (Kary Mullis) за шта је добио Нобелову награду из хемије. Основни недостатак ове методе је немогућност регенерације читавог организма.

Семена се чувају у **банкама семена** које углавном примењују методу криопрезервације. Ова метода обезбеђује складиштење семена при изузетно ниским температурама (-196°C) које се постижу употребом течног азота. Основни проблем банака гена је околност да већина врста има семе чија се висока стопа клијавости одржава свега неколико година тако да се залихе семена морају обнављати у одређеним временским интервалима. Интересантно је да је на норвешком острву Свалбард 2008. године основана светска банка семена за спас човечанства у случају потенцијалних глобалних катастрофа као што су глобално загревање, земљотреси или нуклеарни удари.

Полен се чува у **банкама полена**. Најчешћа метода складиштења виталног полена је његово просушивање до 5% влаге на сувим подлогама и температури од 0°C . Међутим, полен има релативно кратак период виталности, краћи у поређењу са семенима, тако да је чување полена ограничено.

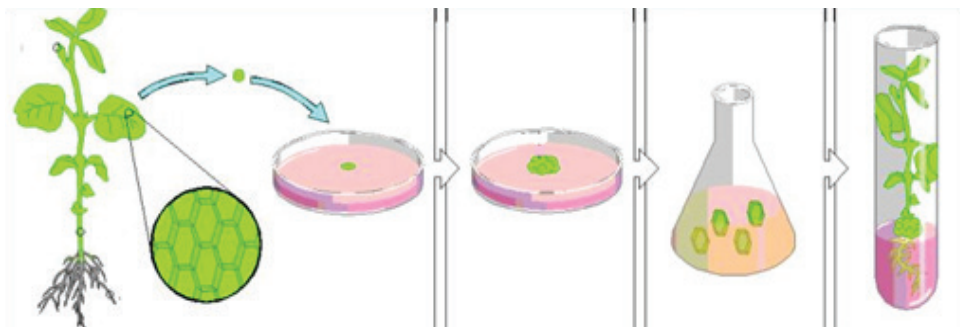
У Србији данас постоји неколико банака гена, првенствено у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, Институту за кукуруз „Земун Поље“, Банци гена у Батајници, Институту за крмно биље у Крушевцу, Институту за стрна жита у Крагујевцу, Институту за поврће у Смедеревској Паланци, Центру за кромпир у Гучи, на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду и Новом Саду.

In vitro конзервација обухвата и поступак умножавања биљних организама који се добијају из култура ћелија, ткива и органа. Ова биотехнологија микропропагације заснива се на способности биљних ћелија и ткива да се развијају, деле, регенеришу поједине органе, ембрион или целу биљку чак и онда кад се изољују из организма и гаје на хранљивој стерилној подлози уз присуство фитохормона цитокинина и ауксина.

Производњом великог броја биљака од мало живог биљног материјала штити се и чува геном угрожених врста које могу лако нестати у природи, нарочито оних које се тешко размножавају семеном. Путем ове биотехнологије из само једне биљке могуће је произвести стотине нових јединки што је значајно за смањење притиска на самоникло лековито и јестиво биље, за обнављање генофонда угрожених врста и отварање великих могућности у шумарству, фармацији и хортикултури.

Један од примера *Ex-situ* конзервације је лабораторијско умножавање ендемореликтне биљке балканска диоскореја (*Dioscorea balcanica*) која синтетише стероид диосогенин, сировину за добијање кортикостероида. Због овог њеног метаболита диоскореја је интензивно сакупљана што је изазвало опасност од њеног ишчезавања са природних станишта. Међутим, размножавањем биљке у *In vitro* условима и гајењем на плантажама, данас се добија потребна количина диосогенина без уништавања природних популација. Истом методом обновљене су и популације ртањске метвице (*Nepeta rtanjensis*). Наиме, у Институту за биолошка истраживања „Др Синиша Станковић“ из културе ткива само три биљке донете са Ртња, добијено је 10.000 биљчица метвице од којих је 1.000 успешно враћено на природна станишта.

Слика 67. Етапе у поступку микропропагације ткива



9.3. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈА

Екоремедијација је еколошка санација животне средине уз помоћ биотехнологија које користе организме, њихове метаболите и природне процесе у опоравку и унапређењу екосистема. Један од важних циљева екоремедијације је коришћење и комбиновање различитих метода зелених технологија за постизање одрживих решења у поновном успостављању нарушене еколошке равнотеже. Ова метода нарочито се користи у неутралисању штетног дејства загађујућих материја циљаним и контролисаним коришћењем услуга одабраних организама у деградираним копненим и воденим екосистемима. На тај начин може се постићи побољшање стања земљишта, вода, процесних и отпадних гасова.

Поступак коришћења организама и усмерених природних процеса у апсорпцији, разградњи и неутрализацији тешких метала, радиоактивних материја, неорганских и органских загађивача, одвија се кроз одређене фазе које обухватају:

- карактеризацију супстрата;
- карактеризацију загађеног локалитета;
- карактеризацију загађивача;
- одабир групе организама која ће учествовати у неутралисању загађивача;
- пробе у лабораторијским условима;
- пробе на терену;
- извођење процеса екоремедијације.

У поступак екоремедијације укључују се различите групе организама, тако да се може говорити о биоремедијацији, микоремедијацији, фиторемедијацији и зооремедијацији.

а) **Биоремедијација** је биотехнологија која користи непатогене микро организме или њихове ензиме да неке од елемената животне средине пречисти и врати у стање пре загађења. У зависности од тога под каквим се околностима и који медијум животне средине пречишћава, поступак биоремедијације се спроводи у *In-situ* и *Ex-situ* условима, односно, на месту загађења или ван места загађења. На пример, загађено земљиште се може третирати ван места загађења на тај начин што се скида слој загађеног земљишта, а затим се односи на другу сигурну локацију, третира одређеним групама микроорганизама и након након постизања повољног стања поново враћа на почетну локацију.

б) **Микоремедијација** је биотехнологија која користи ниже или више гљиве за пречишћавање супстрата од тешких метала, неорганичких и органичких загађивача. Микоремедијација има и примену у обогаћивању земљишта азотним једињењима и минералним материјама.

ц) **Фиторемедијација** је биотехнологија која користи поједине биљне врсте за враћање екосистема у првобитно или бар релативно повољно стање кроз процес апсорпције, акумулације, трансформације и неутрализације тешких метала, загађујућих и отровних једињења. С тим у вези, разликујемо више типова процеса који се користе за ревитализацију екосистема.

Фитостабилизација је процес коришћења биљака за везивање и стабилизацију загађивача и тешких метала кореновим системом.

Фитофилтрација је процес коришћења биљака за филтрирање воде кроз коренску масу и акумулацију тешких метала и загађивача у кореновом систему.

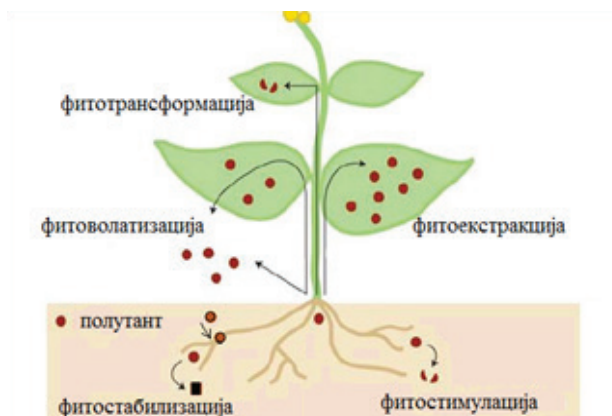
Фитоволатизација је процес коришћења биљака за везивање загађивача из земљишта и воде, и њихово испуштање у атмосферу кроз листове.

Фитоекстракција је процес коришћења биљака за акумулацију тешких метала кореновим системом и њихову редистрибуцију у надземне органе.

Фитотрансформација је процес коришћења биљака за измену хемијске структуре загађивача и њихово превођење у нешкодљива једињења.

Фитостимулација је процес коришћења биљака за лучење одређених метаболита из кореновог система чиме се поспешује активност земљишних микроорганизама који даље убрзавају процес разградње полутаната у земљишту.

Слика 68. Врсте фиторемедијације



За сваки од ових процеса користе се услуге појединих врста биљака које имају изражену способност акумулације, неутрализације или трансформације загађујућих материја и тешких метала. На пример, у процесу акумулације тешких метала користи се око 400 врста биљака: врба (*Salix* sp.), топола (*Populus* sp.), трска (*Phragmites* sp.), рогоз (*Typha* sp.), барска перуника (*Iris pseudacorus* sp.), сита (*Juncus* sp.), сочивица (*Lemna* sp.), водена боквица (*Alisma plantago aquatica*), оштрица (*Carex* sp.) и многе друге.

д) **Зооремедијација** је биотехнологија која користи животиње за побољшање стања загађених екосистема. На пример, неке животињске врсте врло су делотворне у ремедијацији земљишта и вода оптерећених тешким металима, угљоводоницима и органским загађивачима. У процесима зооремедијације нарочито су делотворне животиње филтратори и седиментатори (протозое, ротаторије, чланковити црви, рачићи, ларве неких инсеката, асцидије, шкољке, пужеви) које су у стању да акумулишу или разграде поједине штетне материје и тешке метале. Ови организми из загађених вода извлаче велике количине полутаната, а затим их користе у процесу метаболизма, уграђују у своју телесну масу, акумулирају у појединим деловима тела, трансформишу у нешкодљива једињења или избацују у виду фецеса и таложе на дно. Због етичких начела, животиње до сада нису много коришћене у технологијама екоремедијације, мада добијају све већу важност у конкретним случајевима загађења.

Предности укључивања биљака и других организама у процес неутралисања загађивача и ревитализације екосистема су бројне:

- није потребна додатна енергија јер биљке саме трансформишу сунчеву енергију у енергију животних процеса, тако да су укупни финансијски трошкови знатно нижи у поређењу са трошковима конвенционалних метода;
- коришћење биљака и других организама је најмање штетна метода јер се не користе хемијска једињења;
- биљке и остали организми се могу једноставно надгледати;
- постоји могућност рециклирања појединих метала из пепела искоришћених биљака и других организама;
- биљни материјал који је акумулисао загађиваче може се обрађивати сушењем, паљењем или третирањем одабраним бактеријама, а затим користити у различите сврхе;
- крајња количина загађивача након третирања биљкама и другим организмима знатно је мања од количине ових материја издвојених конвенционалним методама.

Поред тога што се користе у неутралисању загађујућих материја и тешких метала, биљке се користе и у другим биотехнологијама у процесу управљања воденим и копненим екосистемима. Ове екосистемске услуге које биљке пружају заснивају се на њиховој способности да:

- са осталим организмима стварају и обогаћују земљиште хумусом;
- стимулишу развој корисних земљишних микроорганизама;
- везују и стабилизују земљиште и обале;
- смирују клизишта, ерозију и лавине;
- ублажавају бујичне токове и поплавне таласе;
- задржавају влагу у земљишту и ваздуху;
- обарају суспендоване честице у води и формирају муљ;
- обогаћују воду кисеоником;
- проветравају атмосферу и одржавају баланс између атмосферског кисеоника и угљен-диоксида;
- обарају прашину, чађ и аеросоле из ваздуха;
- рефлектују инфрацрвени део сунчевог спектра и на тај начин спречавају прекомерно загревање;

- ублажавају снагу ветра;
- ослобађају фитонциде који представљају антимикробијална испарљива једињења;
- повећавају разноликост станишних услова и утичу на повећање биолошке разноврсности;
- повећавају естетске вредности предела, итд.

Усмеравањем ових способности одабраних биљних врста у комбинацији са осталим организама, првенствено бактеријама и гљивама, могу се добити жељени резултати у ревитализацији загађених и на било који други начин деградираних екосистема око индустријских зона, термоенергетских постројења, копова, јаловишта, шљункара, аутопутева, урбаних средина, депонија и других девастираних локалитета.

9.4. БИЉНИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ВОДЕ

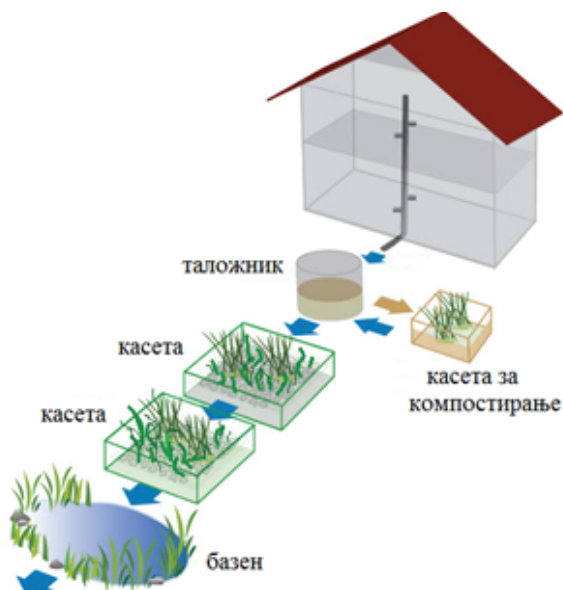
Једна од све чешће примењиваних фиторемедијацијских метода је конструисање **биљних система за пречишћавање вода**. За конструисање ових система примењују се инжењерске мере које се базирају на способности природне вегетације, првенствено мочварне, да успостави равнотежно стање у воденој средини. Пречишћавање воде путем биљних система одвија се у микросистемима у којима посебне целине представљају: биљке, супстрат и микроорганизми у супстрату.

Од биљака које се користе за пречишћавању отпадних вода у биљним системима најчешће се користе оштрица (*Carex elata*), трска (*Phragmites australis*), широколисти рогоз (*Typha latifolia*), водена боквица (*Alisma plantago aquatica*), висока зука (*Bolboschoenus maritimus*), поточњак (*Lythrum salicaria*), мочварна каљужарка (*Caltha palustris*), водена перуника (*Iris pseudacorus*), сита (*Juncus effusus*), водена стрела (*Sagittaria* sp.), шашика (*Scirpus* sp.), бели локвањ (*Nymphaea alba*), жути локвањ (*Nuphar lutea*), жабогриз (*Hydrocharis morsus-ranae*), водена папрат (*Salvinia natans*), пливајући мрешњак (*Potamogeton* sp.), жабља ресина (*Ceratophyllum* sp.), дрезга (*Myriophyllum* sp.), врбе (*Salix* sp.), итд.

Посебан значај при пројектовању биљних система за пречишћавање вода има избор погодне мешавине супстрата. **Супстрат** има значајну улогу при филтрацији, адсорпцији, јонској измени и градњи комплекса у процесу уклањања загађивача из отпадне воде.

Истовремено он даје потпору биљкама и представља медијум за насељавање микроорганизама. Најчешће употребљавани супстрати су глина, песак, шљунак, седименти, тресет.

Слика 69. Биљни системи за пречишћавање воде



Биљни систем за пречишћавање воде укључује три целине: таложник са касетом за компостирање, систем касета са биљкама и базен.

Таложник служи за механичко пречишћавање воде и прва је карика у овом систему. Обично се укопава у земљу, а може да буде повезан и са **касетом за компостирање**. Добијени компост се користи као ђубриво, као део хранљиве подлоге, као материјал за насипање или у друге сврхе, тако да се не производи додатни отпад. Вода, која се цеди при компостирању поново се уводи у систем, и на тај начин се кружни ток воде затвара.

Систем узастопних касета је испуњен одговарајућим супстратом и засађен изабраним биљним врстама. Он је једноставне конструкције јер се вода из таложника креће гравитационо из једне у другу касету тако да за претакање није потребна енергија и машинска опрема. У зависности од састава биљака и бактерија у супстрату, поједине касете обављају различите улоге – филтрацију, анаеробно разлагање, аеробно разлагање, терцијарни третман.

Базен (резервоар) као завршна карика у низу, омогућава, поред додатног пречишћавања, вишенаменску употребу воде (заливање биљних култура или вртова, гашење пожара, другу употребу).

Предности биљног система огледају се поред осталог, у следећем:

- може се конструисати у различитим климатским и временским условима;
- делотворан је у редукацији фекалних бактерија;
- нема непријатних мириса јер вода тече испод површине супстрата;
- својим зеленилом уклапа се у природно окружење;
- једноставан је за постављање и одржавање;
- може се прилагодити величини, структури и локацији расположивог простора;
- енергија уграђена у растућу биомасу може се поново искористити прављењем брикета, компоста, итд.
- пречишћена вода може се поново употребити за одређене намене.

Биљни системи могу се применити за пречишћавање:

- отпадних вода из индивидуалних стамбених објеката и сеоских домаћинстава;
- отпадних вода са фарми, из кампова и малих насеља;
- индустријских отпадних вода оптерећених разградивим органским материјама;
- исцедних вода комуналних депонија;
- исцедних вода са пољопривредних површина, итд.

9.5. ЕКОЛОШКА РЕСТАУРАЦИЈА

Губитак, фрагментација, изолација или деградација природних станишта и екосистема, у многим случајевима постали су изазов за предузимање мера еколошке рестаурације. То је методологија која се развила у оквиру рестаурационе екологије. **Рестаурациона екологија** је еколошка дисциплина која се бави проучавањем процеса деградације природних екосистема и пројекцијом циљаних људских активности које потпомажу или убрзавају њихов опоравак и повратак интегритета и одрживости. У избору метода еколошке рестаурације постоје два приступа, композициони и функционални (Vujić, 2007).

Композициони приступ еколошке рестаурације као основни циљ поставља обнову примарне структуре екосистема кроз поновно насељавање аутохтоних врста и повратак примарног типа вегетације. Дакле, у овом приступу предност се даје саставу и структури екосистема.

Функционални приступ еколошке рестаурације као основни циљ поставља обнову функција и услуга екосистема. У овом приступу најважније је успоставити независан и функционалан екосистем, док је мање важно вратити аутохтоне врсте и примарну вегетацију.

Основна правила у композиционој рестаурацији екосистема су:

- рестаурацијом се копира не само састав и структура, него и функција екосистема, тако да он постаје стабилан и отпоран на утицаје са стране;
- с обзиром да рестаурација не представља природну сукцесију екосистема, потребне су циљане интервенције човека;
- током рестаурације тежи се постизању претходних естетских вредности екосистема.

Рестаурација екосистема у зависности од затеченог стања и од циљева којима се тежи, може да укључи широк спектар активности: враћање земљишта на огољену стенску масу или пешчану подлогу, побољшање структуре и плодности земљишта, контролу ерозије, измуљавање водених станишта, продубљивање језерског басена или речног тока, уклањање страних и инвазивних врста, пошумљавање, утврђивање обала вегетацијом, интродукција или реинтродукција биљака које имају улогу пионирских врста у поновном насељавању девастираног предела. С обзиром да рестаурација екосистема подразумева интерес и ангажовање локалних заједница, овај процес често се назива и социо-еколошка рестаурација.

Слика 70. Предео пре и након рестаурације



У методе рестаурационе екологије убрајају се и неке специфичне активности у процесу обнављања или опоравка екосистема које предност дају функционалном приступу. То су рекламација, рехабилитација и ревегетација (Vujić, 2007).

Рекламација је процес припреме и побољшања стања девастираног предела, тако да се он може користити на исти начин као раније, или добија неку другу употребну вредност.

Рехабилитација је само визуално унапређење неког девастираног предела. У оваквим случајевима предео само личи на некадашњи, мада састав, структура и функција екосистема нису исти као у периоду пре девастације.

Ревегетација је процес поновног насељавања биљака на девастирано подручје. Међутим, и у овом случају не мора се вратити примарна вегетација, него неки други тип вегетације који може опстати и развијати се у конкретној абиотичкој средини.

Разлози обнављања девастираних екосистема су бројни. Навешћемо неке од њих:

- враћање или побољшање стања абиотичких елемената станишта, првенствено воде, земљишта и микроклиме;
- обнова биолошке разноврсности кроз повратак аутохтоних или алохтоних врста и вегетације;
- обнова и увећање природног капитала кроз обнављање потенцијала екосистемских услуга;
- ублажавање утицаја климатских промена;
- враћање естетских вредности предела;
- морална обавеза да оно што се девастира треба и да се обнови за генерације које долазе;
- подршка локалној култури и традицији везаној за природно окружење.

9.6. ЕКОЛОШКИ КОРИДОРИ

Еколошки коридори су уски делови копна или воде који представљају спону између два или више еколошки значајних подручја са становишта очувања биодиверзитета.

Еколошки значајна подручја су:

- подручја од посебног значаја за очување ендемичних, реликтних, ретких, осетљивих и угрожених врста;
- подручја од посебног значаја за очување специфичних, осетљивих, ретких и угрожених типова станишта;
- заштићена подручја од националног значаја са приоритетним циљем очувања биодиверзитета;
- заштићена подручја од међународног значаја која су успостављена на основу међународних конвенција, протокола, уговора и пројеката са приоритетним циљем очувања биодиверзитета;
- подручја која су значајни делови националне и међународне еколошке мреже.

Значај еколошких коридора је вишеструк јер повезивањем еколошки значајних подручја имају низ повољних утицаја на биодиверзитет:

- коридори омогућују физичку комуникацију између популација одређених врста које се налазе у еколошки значајним подручјима (централним зонама), а које су биле физички раздвојене антропогено измењеним површинама;
- коридори омогућују размену генетичког материјала у процесу размножавања што доприноси јачању еколошких интеракција и стабилизацији популација;
- популације које су у међусобном контакту имају мању стопу изумирања и већу густину;
- повезана станишта одликују се већим диверзитетом врста у односу на изолована станишта.

Улогу еколошких коридора могу преузети:

- постојећи природни или полуприродни екосистеми;
- ревитализовани и вештачки екосистеми;
- техничка решења којима се симулирају услови у природним екосистемима.

Слика 71 и Слика 72. Коридори на пољопривредном земљишту



По облику коридори могу бити линеарни, прелазни и предеони.

Линеарни коридори у виду трака повезују централне зоне. То могу бити тракасти остаци природних шума, ветрозаштитни шумски појасеви, дрвореди, међе, живице, водотоци, канали, вегетација уз обале водотока, итд.

Прелазни коридори у виду низова малих природних објеката повезују централне зоне. То могу бити низови мањих барица између већих бара, мањих шумака између два велика шумска комплекса, камени блокови у кориту река који омогућују прелазак ситних сисара, итд.

Предеони коридори су делови предела који су задржали природне елементе у подручјима која се екстензивно користе.

Планирање и успостављање коридора у пракси не мора увек да буде успешно. Вероватноћа успешног кретања животиња кроз коридор зависи од више фактора (Vujić, 2007):

- од вероватноће проналажења коридора од стране животиња, нарочито код територијалних животиња;
- од вероватноће да ће животиње препознати коридор као могући правац кретања;
- од вероватноће да ће животиње успешно проћи кроз коридор.

Поред тога што могу имати позитивне ефекте на популације, коридори могу имати и штетне ефекте, нарочито када се ради о осетљивим стаништима и врстама. На пример, алохтоне и инвазивне врсте, као и многи паразити и изазивачи болести, коридоре могу да користе као путеве за освајање нових територија.

Када је реч о **вештачким коридорима**, они представљају **еколошке прелазе** као део саобраћајне, водопривредне или електропривредне инфраструктуре. Ови коридори се конструишу као специјална техничко-технолошка решења која омогућују комуникацију дивљих животиња. Та решења могу бити еколошки мостови, наменски изграђени пролази и прелази, тунели, пропусне цеви, јаркови, сигурносни и усмеравајући објекти, рибље стазе и лифтови. Овакви прелази могу бити од великог значаја за очување популација животиња које се крећу у потрази за храном, скровиштем, партнером или из неког другог разлога и на својим путањама наилазе на различите препреке и опасности: ауто-путеве, пруге, моторна возила, бране, турбине, подземне и надземне инсталације. Овакве препреке сужавају њихов животни простор и веома често их коштају живота.

Слика 73. Креирање линеарног коридора



Изглед и правац вештачких еколошких прелази одређују се на основу:

- анализе угрожености популација дивљих животиња појединим објектима инфраструктуре;
- еколошких карактеристика и устаљеног начина понашања појединих животињских група;
- устаљених праваца кретања дивљих животиња нарочито у репродуктивном периоду и периоду сезонских миграција;
- састава природне вегетације на коју су животиње прилагођене.

У Србији успостављање еколошких прелаза регулисано је Правилником о специјалним техничко-технолошким решењима која омогућавају несметану и сигурну комуникацију дивљих животиња („Службени гласник РС”, бр. 81/10).

Када је реч о копненим стаништима, постоји више врста вештачких еколошких прелаза у зависности од тога којим су врстама животиња они намењени.

Прелази за водоземце и гмизавце представљају тунеле са усмеривачима кретања према отвору на оба краја. Отвор прелаза може бити кружног, правоугаоног или елиптичног облика, минималног пречника од 0,4 до 1,2 m. Минимална висина усмеривача кретања који се поставља вертикално на руб тунела, износи 50 cm.

Прелази за мале дивље животиње као што су лисице, ласице, зечеви, јазавци, видре или јежеви, обично су подземни, отвора округлог или правоугаоног облика. Димензије су им прилагођене врсти животиња којима су намењени. Минималне димензије су 0,6 x 0,6 m код краћих прелаза, односно 2 x 1,8 m код прелаза дужих од 15 m. На обе стране прелаза постављају се заштитне ограде које спречавају животињама прилаз на саобраћајницу. Минимална дужина заштитних ограда износи 100 до 500 m.

Прелази за крупне дивље животиње као што су дивља свиња, срна, вук или медвед, могу бити надземни или подземни, у зависности од висинске предиспозиције саобраћајница.

- **Надземни прелази** конструишу се тако да њихова минимална ширина износи 10 до 20 m. Са обе стране прелаза поставља се заштитна ограда од дрвених облица или вертикалних дрвених панела минималне висине 1,4 m. Ова ограда елиминише или смањује негативне утицаје буке и снопова светлости са саобраћајнице, и спречава пад животиња. На оваквим прелазима насипа се слој земље и негује се природна, обично зељаста и жбунаста вегетација. Трава и жбунасте врсте биљака које се саде на надземним пролазима по свом просторном заузећу не могу прелазити 50% од укупне ширине прелаза.

- **Подземни прелази** су димензија које се одређују на основу индекса слободног простора. Овај индекс се одређује на основу следеће формуле:

$$\text{ИСП} = \text{ШО} \times \text{ВО} / \text{Д}$$

ИСП - индекс слободног простора

ШО - ширина отвора

ВО - висина отвора

Д - дужина пролаза

Димензија подземног прелаза за крупне животиње је адекватно установљена ако је индекс слободног простора једнак или већи од 1,5. Минимална висина отвора износи 2,5 до 4 m, а ширина 10 до 20 m.

Слика 74. Подземни прелази за ситније и крупније животиње



Пејзажни мостови такође омогућавају прелаз дивљих животиња, а њихова основна функција је очување интегритета еколошки значајних подручја у случајевима када се приликом трасирања саобраћајница не могу заобићи еколошки значајна подручја. Препоручена минимална ширина пејзажних мостова износи 40 m.

Слика 75. Надземни прелаз за животиње



У циљу очувања водених животиња, пре свега риба, често се прибегава конструисању и **водених еколошких прелаза**.

Најчешћи разлог постављања водених прелаза је подизање високих брана које доводе до прекида узводних и низводних селидбених путева риба. Рибе се селе углавном из два разлога – због размножавања, када путују на мрестилишта, и због прехранивања, када траже нова станишта за исхрану. Високе преграде у водотоцима поред поремећаја у мресту и исхрани, доводе и до физичке изолације делова популација појединих врста риба. Због тога је изградња рибљих прелаза све устаљенија пракса при градњи објеката у водотоцима.

Постоји више типова рибљих прелаза, а најчешће се конструишу:

- 1) жљебови,
- 2) класичне рибље стазе у облику обилазног канала,
- 3) стазе са узастопним базенима,
- 4) Денилове стазе за успоравање брзине воде,
- 5) пролази са преводницом за рибе.

1) **Жљебови** су структуре које се граде ради смањивања снаге воде и осигуравања појединих објеката. Међутим, уколико су правилно димензионисани, служе и као пролази за рибе. Жљебови су обично грађени тако да прекривају целу ширину водотока, а за њихову функционалност, у смислу омогућавања пролаза рибама, од посебног су значаја нагиб и облик жљеба, као и његова способност пропуштања воде. У водотоцима које насељавају пастрмске врсте нагиби жљебова треба да буду стрмији, док у водотоцима које насељавају непастрмске врсте, нагиби жљебова треба да буду положенији. Жљебови су обично грађени од камена и бетона и обликовани су чинијасто. Појединачно камење је у бетону постављено тако да објекту даје природан изглед и ламинарни ток воде мења у турбулентни. На тај начин се проток воде концентрише у средњем делу жљеба и рибама омогућава лакши пролаз.

2) **Класичне рибље стазе** у облику обилазних канала су вештачка корита обликована по узору на природна, са умереним нагибом. Недостатак оваквих објеката је заузимање великог простора јер за изградњу рибље стазе на располагању мора бити довољно приобалног земљишта, што обично није случај. Због тога се овакви рибљи пролази често комбинују са пролазима типа узастопних степеничастих базена.

Слика 76. Рибља стаза са преградама



Слика 77. Рибља стаза са узастопним базенима

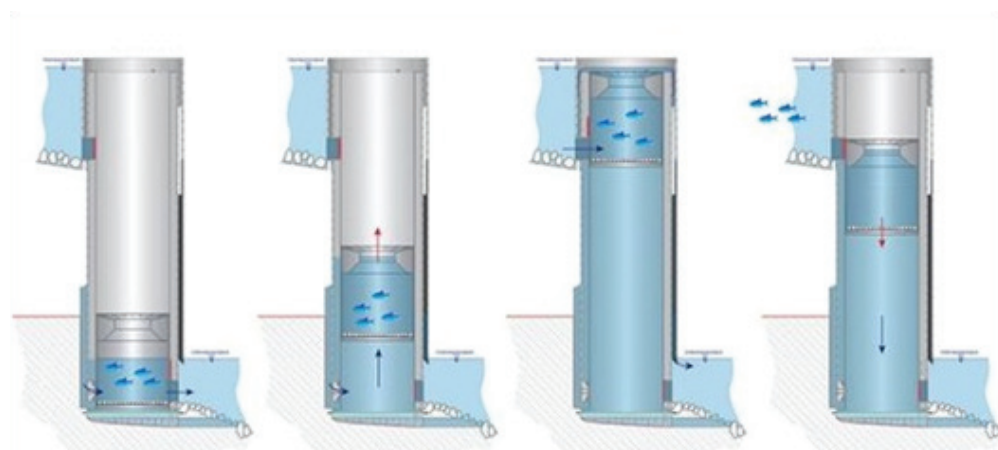


3) **Стазе са узастопним базенима** састављене су од више повезаних узастопних базена који рибама могу послужити и за одмор када путују узводно. Базени су обично повезани наизменично постављеним преградама са отворима што рибама обезбеђује два могућа правца - подводни кроз отворе преграда или преливном водом која тече преко преграда. Број базена зависи од висине и нагиба корита воденог тока. Што је већа висинска разлика између доње и горње воде, на рибљој стази мора бити постављен и већи број базена који смирују снагу воде. Овакве стазе заузимају мањи простор и уколико су им димензије прецизно испланиране, могу бити погодне за више врста риба.

4) **Денилове стазе** за успоравање брзине воде добиле су назив по аутору који их је конструисао 1909. године. Ове стазе се постављају на места великог нагиба речног корита тако да су на дну корита уграђене посебне преграде које смањују брзину воде и ламинарни ток мењају у турбулентни. Облик и грађевински материјал појединих елемената преграда су различити, од дрвених до бетонских и металних.

5) **Прелази са преводницом за рибе** састоје се од базена са различитим нивелисањем водене површине. Они се користе код високих брана где су класичне рибље стазе мање делотворне. Принцип рада је сличан принципу речних преводница које оумгућавају кретање речних пловила. У овом случају, доњи, улазни део такозваног рибљег лифта представља ловни базен. Када се базен напуни рибама, затвори се, и ниво воде се подиже до горњег нивоа речне воде. Након тога се базен отвара тако да рибе могу испливати у део реке над браном.

Слика 78. Једно од техничких решења рибљег лифта



За обезбеђивање функционалности прелаза за рибе, морају бити испуњени одређени услови:

- проток воде кроз рибљу стазу током читаве године мора да обезбеди повољне станишне услове за рибе како би оне успешно савладале препреке;
- димензије стазе треба да обезбеде њено неометано напајање водом;
- брзина воде мора бити испод пливачке способности риба;

- улаз у рибљу стазу мора бити функционалан и препознатљив за рибе;
- места за одмор треба да буду саставни део стазе;
- вода у стази мора да буде прозирна;
- стаза мора функционисати независно од људског фактора, мада је обично потребно основно одржавање;
- мора се спречити таложење седимента у рибљој стази;
- морају се предузети мере за спречавање криволова на рибљој стази.

С обзиром да сваки водоток има своје хидролошке, физичко-хемијске и екосистемске карактеристике, као и специфичну фауну риба, пре одабира врсте прелаза и локације за његову изградњу, треба добро изанализирати све ове елементе. Најпогоднија за постављање стазе су она места где рибе најчешће покушавају да пређу препреку. Поред тога, током постављања стазе битно је имати податке о могућности приступа објекту ради одржавања, могућности надзора ради спречавања криволова, о крупнијем материјалу који се може појавити током плављења (дебла и гране) чиме се избегава штета и олакшава одржавања стазе.

10. ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА И ОБРАЗОВАЊЕ

Образовање или **едукација** представља процес промене личности у жељеном правцу кроз усвајање нових сазнања, вредности, вештина и васпитних садржаја. Образовање има важну улогу у животу сваког појединца јер утиче на процесе његовог развоја, понашања, интеграције и проналажења улоге у друштву.

У савременој васпитно-образовној теорији и пракси, образовање из области екологије и заштите животне средине тек је у развоју, мада се његови почеци могу препознати још у древним цивилизацијама. Покретање савременог глобалног приступа овој теми везује се за Конференцију УН о животној средини (The United Nations Conference on the Human Environment) одржаној у Стокхолму 1972. године. То је била прва међународна конференција посвећена заштити животне средине. Стокхолмска декларација која је том приликом донета, обавезала је државе света да заштита животне средине постане део општих циљева васпитања и образовања. На основу препорука ове Декларације, UNESCO и UNEP објавили су први *Међународни програм образовања о животној средини* (IIEP). Потом су уследили међународни скупови на којима је постигнут договор да еколошко образовање и брига о животној средини треба да буду уграђени у све наставне програме и предмете. Разлози формирања оваквог широког приступа у образовању били су све актуелнији проблеми угрожавања животне средине и брига о нашој заједничкој будућности у све рањивијем окружењу.

Један од скупова под покровитељством Уједињених нација одржан је у Београду од 13. до 22. октобра 1975. године. Био је то Међународни семинар намењен образовању о заштити животне средине. Као резултат овог семинара објављена је Београдска повеља, документ којим су постављени циљеви и смернице образовања о животној средини.

У Београдској повељи наводи се да је „човек творац свог окружења у које улаже своје интелектуалне, моралне, друштвене и духовне снаге. У дугој еволуцији људске врсте, захваљујући развоју науке створене су многе предности којима је човек унапредио своје постојање. Међутим, у случајевима погрешног или немарног поступања направио је и огромне штете како себи самом, тако и свом окружењу, па и живом свету око себе. Нарушена еколошка равнотежа довела је и до озбиљних штетних утицаја на физичко, ментално и социјално стање човека“.

У Београдској повељи даље се наводи да „човек управља друштвеним напретком, стварањем друштвеног богатства и развијем науке и технологије, при томе трансформишући животну средину. Међутим, дошао је до тренутка када мора обликовати своје активности тако да оне немају негативан утицај на околину. Незнање и равнодушност могу изазвати огромну и непоправљиву штету животној средини од које зависе наши животи и наша добробит. Са мало већим знањем и мудрим акцијама може се постићи за себе и своје потомство бољи живот у здравијем и лепшем окружењу“.

У Рио де Жанеиру 1992. године донета је Конвенција о биолошкој разноврсности (Convention on Biological Diversity) о којој смо већ писали. Потписивањем ове Конвенције, државе потписнице су се између осталог, обавезале да ће:

- донети програме за научно и технолошко образовање, и програме обуке за идентификацију, очување и одрживо коришћење биолошке разноврсности и њених компоненти, нарочито у земљама у развоју;
- унапређивати и подстицати истраживања која доприносе очувању и одрживом коришћењу биолошке разноврсности, нарочито у земљама у развоју;
- сарађивати у коришћењу и размени научних иновација на пољу развоја метода за очување и одрживо коришћење биолошких ресурса;
- унапређивати и подстицати разумевање важности очувања биолошке разноврсности и мера које су за то потребне;
- унапређивати и подстицати одговарајућу промоцију путем медија и укључивања ових питања у образовне програме;
- сарађивати међу собом и са међународним организацијама у развијању образовних програма и програма јачања јавне свести у погледу очувања и одрживог коришћења биолошке разноврсности.

У Стратегији биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године, један од постављених циљева био је побољшање разумевања важности биолошке разноврсности и развијање способности за проучавање и заштиту биодиверзитета кроз укључивање информација о биодиверзитету у наставне планове и програме. У том смислу, као примарне, постављене су следеће активности:

- развијање образовних програма за очување биодиверзитета за вртиће и предшколске установе;
- укључивање информација о биодиверзитету у наставни план за основне и средње школе;

- развијање и унапређивање академских програма и предмета о биодиверзитету, агробиодиверзитету и биолошкој сигурности;
- развијање програма стручног усавршавања наставника и сарадника у настави о биодиверзитету.

Генерално посматрано, образовање на тему односа човека према животној средини и биодиверзитету као њеном интегралном делу, обухвата преношење и усвајање знања из:

- екологије као фундаменталне науке о абиотичким, биотичким и антропогеним факторима нашег природног и створеног окружења;
- заштите животне средине као апликативног приступа у решавању све већих еколошких проблема.

Свесно и планско развијање, усвајање и примењивање оваквих знања треба да допринесе:

- разумевању повезаности човека са његовом животном средином у којој су присутна и сва друга бића;
- разумевању утицаја човека на све компоненте животне средине;
- развоју и продубљивању схватања, идеја и ставова о хуманизацији људског друштва;
- изградњи еколошке свести, савести, културе и морала;
- формирању еколошког начина мишљења и понашања;
- постављању новог система вредности који нам може осигурати извеснију будућност;
- развоју и усвајању вештина у унапређењу стања животне средине и биодиверзитета као њеног живућег дела.

Највећа одговорност за усвајање, продубљивање и примену знања из области екологије и заштите животне средине, лежи на академској заједници која је дужна да акумулисана знања транспарентно преноси на одговарајуће циљне групе: предшколску децу, ученике и студенте, доносиоце одлука у друштву, кориснике природних ресурса и добара, медије, локалне заједнице, невладине организације и удружења грађана. Ширење знања о значају очувања животне средине и њене биолошке разноврсности, представља обавезу која треба да окупи све слојеве друштва у очувању наше планете, њеног живог света и нас самих.

ЛИТЕРАТУРА

- Aleksić, P. & Vučićević, S. (2006). Šumovitost Srbije. Šumarstvo 6: 177-184. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije. Beograd.
- Allen, J.A. (1877). The influence of Physical conditions in the genesis of species. Radical Review. 1: 108–140.
- Alonso, A., Dallmeier, F., Granek, E. & Raven, P. (eds.) (2001). Biodiversity. Connecting with the tapestry of life. Smithsonian Institution, Monitoring and assessment of Biodiversity Program and President's Committee of Advisors on Science and Technology. Washington.
- Alroy, J. (2008). Dynamics of origination and extinction in the marine fossil record. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 105 (Suppl 1): 11536 -11542.
- Amidžić, L. (Ed.) (2005). Šar-planina. Studija zaštite. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd.
- Amidžić, L. (Ed.) 1999. (2006). Metohijske Prokletije. Studija zaštite. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd.
- Amidžić, L., Panjković, B. & Perić, R. (2013). Chorological analysis of the endemic flora in the Metohian Prokletije mountains. Arch. Biol. Sci., No 65 (2): 645-650. Belgrade.
- Amidžić, L. (2014). Biološka raznovrsnost. Udžbenik. Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura. Beograd. ISBN 978-86-86859-33-4.
- Anderson, E. & Hubricht, L. (1938). Hybridization in Tradescantia. The Evidence for Introgressive Hybridization. American Journal of Botany, Vol. 25, No. 6: 396-402. Botanical Society of America.
- Baillie, J., Hilton-Taylor, C. & Stuart, S.N. (Eds.) (2004). IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland. Switzerland - Cambridge. ISBN 2-8317-0826-5.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović, N., Šljukić B. & Obradović S. (2009). Šumski fond Republike Srbije – stanje i problemi. Glasnik šumarskog fakulteta. Br. 100: 7-30. Beograd.
- Banks, D., Davies, C., Gosling, J., Newman, J., Rice, M., Wadley, J. & Walravens, F. (2008). Environmental Crime. A threat to our future. Environmental Investigation Agency. <http://www.bbc.com/news/world-europe-11851657>.
- Bergmann, C. (1847). Über die Verhältnisse der wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien, Göttingen, 3 (1): 595 -708.
- Bibi, A. & Brenan, E.M. (2008). Osnove ekologije. Ekološki principi i problemi zaštite životne sredine. Clio. Beograd. ISBN 978-86-7102-258-3.

- Bond, D. & Grasby, S. (2020). Late Ordovician mass extinction caused by volcanism, warming, and anoxia, not cooling and glaciations. *Geology*. <https://doi.org/10.1130/G47377.1>
- Brennan, S. & Withgott, J. (2005). *Biodiversity and Conservation Biology*. In: *Environment: The Science behind the Stories*. Pearson, Bewamin Cummings. San Francisco. ISBN-10: 0136045316.
- Burgin, C.J., Colella, J.P., Kahn, P.L. & Upham, N.S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99 (1): 1-14.
- Campbell, A.K. (2003). Save those molecules: molecular biodiversity and life. *Journal of Applied Ecology*, 40 (2): 193-203.
- Campbell, N.A. Reece, J., Urry, L, Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P. & Jackson, R. (2008). *Biology*. 8th. Person International Edition. San Francisco. ISBN 978-0-321-53616-7.
- CEPF – Critical Ecosystem Partnership Fund (2020). Biodiversity Hotspots Defined. <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots/hotspots-defined>.
- Chan, H.K, Zhang, H., Yang, F. & Fischer, G. (2015). Improve customs systems to monitor global wildlife trade. *Science*, 348 (6232): 291–292.
- Chapman, D. (2009). *Numbers of Living Species in Australia and the World*. 2nd edition. Australian Biodiversity Information Services Toowoomba, Report for the Australian Biological Resources Study Canberra. <https://www.environment.gov.au/system/files/pages/2ee3f4a1-f130-465b-9c7a-9373680a067/files/nlsaw-2nd-complete.pdf>
- Chichilnisky, G. & Heal, G. (1998). Economic returns from the biosphere. *Nature*, Vol. 391: 629-630.
- Chivian, E. & Bernstein, A. (Eds.) (2008). *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*. New York, NY: Oxford University Press.
- Cohen, K.M., Finney, S.C, Gibbard, P.L. & Fan, J.X. (2013). The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*. Vol. 36, Issue 3.
- Convention on Wetlands (2020). Wetlands: a global disappearing act. <https://www.ramsar.org>.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., der Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, Vol. 26: 152-158.
- Courtillot, V. (1999). *Evolutionary Catastrophes: the Science of Mass Extinction*. Cambridge University Press. ISBN 0 511 01016 8 virtual.
- Courtillot, V. (1994). Mass extinctions in the last 300 million years: one impact and seven flood basalts?. *Israel Journal of Earth Sciences*. 43: 255–266.
- Cracraft, C. (2002). The seven great questions of systematic biology: an essential foundation for conservation and the sustainable use of biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89: 127-144.

- Dudley, N. (ed.) (2013). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland. ISBN 978-2-8317-1636-7.
- Daly, H. (1990). Commentary: Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2(1990): 1-6.
- Dankelman, I. & Ramprasad, V. (1999). Understanding diversity in a cultural perspective. *Compas Newsletter*, No 2: 4-6.
- Dankelman, I. (2002). Culture and Cosmovision: Roots of Farmers' Natural Resource Management. Adaptive Management from Theory to Practice. Gland: IUCN – The World Conservation Union.
- Darwin, Ch. (1859). On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. Johan Murray, Albemarle street. London.
- Davis, W. (1999). Vanishing Cultures. *National Geographic*, 196 (2): 62-89.
- Desjardins, J. (2013). What is the Cost of Mining Gold? Visual Capitalist. <https://www.visualcapitalist.com/what-is-the-cost-of-mining-gold>.
- Diamond, A.W. & Fillion, F.L. (Eds.) (1986). The value of birds. Proceedings of a Symposium and Workshop Held at the XIX World Conference of the International Council for Bird Preservation. Queens University, Kingston, Ontario, Canada. ISBN 9780946888108.
- Dickman, Ch. (2020). A statement about the 480 million animals killed in NSW bushfires since September. <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/01/03/a-statement-about-the-480-million-animals-killed-in-nsw-bushfire.html>
- Dirzo, R. & Raven, H. (2003). Global State of Biodiversity and Loss. *Annual Review Environment and Resources*, 28: 137-167.
- Dobzhansky, T. (1982). Genetics and the Origin of Species. Columbia University Press, Science, pp 364.
- Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1970). Population, Resources, Environment: Issues in Human Ecology. W.H. Freeman and Company. San Francisco.
- Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1981). Extinction: The cause and consequences of the disappearance of species. Random House: 72-98. New York.
- FAO (1999a). Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference, Background Paper 1. Maastricht, Netherlands. http://www.fao.org/mfcal/pdf/bp_1_agb.pdf.
- FAO (2017). World fertilizer trends and outlook to 2020, Summary report. <http://www.fao.org/3/a-i6895e.pdf>.
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T. & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 40: 237- 281.

- Galjak, M. (2007). *Obrazovanje, životna sredina i vanredne situacije*. Biblioteka Academia, Zadužbina Andrejević. ISB 978-86-7244-583-1.
- Gallai, N., Sales, J., Settele, J. & Vaissière, B. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68: 810-821.
- Genomes On Line Database, <https://gold.jgi.doe.gov>.
- Gibbard, P. & Van Kolfshoten, T. (2004). The Pleistocene and Holocene Epochs. In: Gradstein, M., Ogg, J. & Smith, G. (eds.): *Geologic Time Scale*. Cambridge University Press. ISBN 0-2178142-6.
- Global Footprint Network (2020). Earth Overshoot Day is August 22, more than three weeks later than last year. <https://www.footprintnetwork.org/2020/06/05/press-release-june-2020-earth-overshoot-day>.
- Gloger, C.W.L. (1833). *Abänderungsweise der einzelnen, einer Veränderung durch das Klima unterworfenen Farben*. Das Abändern der Vögel durch Einfluss des Klimas. Breslau: August Schulz. pp. 11–24. ISBN 978-3-8364-2744-9.
- Guo, Z.W., Xio, X.M. & Li, D.M. (2000): An assessment of ecosystem services: Water flow regulation and hydroelectric power production. *Ecological Applications*, 10(3): 925-936.
- Hammond, P. (1995). The current magnitude of biodiversity. In V.H. Heywood and R.T. Watson (Eds.): *Global Biodiversity Assessment*. (pp. 113-138). Cambridge, U.K: Cambridge University Press.
- Harris, N., Dow Goldman, E., Weisse, M. & Barrett, A. (2018). When a Tree Falls, Is It Deforestation? World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2018/09/when-tree-falls-it-deforestation>.
- Heywood, V.H. & Watson, R.T. (Eds.) (1995). *Global biodiversity assessment*. Cambridge University Press, UNEP. ISBN / ISSN 0521564808.
- Hilton-Taylor, C. & Stuart, S. (2008). *Review of The IUCN Red List of Threatened*. Gland, Switzerland. ISBN 978-2-8317-1063-1.
- Hoffman, L. & Scherf, B. (2006). Animal genetic resources - time to worry? *Livestock Report 2006*: 57-74. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hrdina, A. & Romportl, D. (2017). Evaluating Global Biodiversity Hotspots – Very Rich and Even More Endangered. *Journal of Landscape Ecology*. 10 (1). DOI: 10.1515/jlecol-2017-0013
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2015). *Climate Change 2014 – Synthesis Report Fifth Assessment Report estimates*. ISBN 978-92-9169-143-2. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5>.
- IUCN (2013). *The IUCN Red List*. <https://www.iucnredlist.org>.

- IUCN (2018). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>.
- Jablonski, D. (1995). Extinctions in the fossil record. In: Lawton, J.H. & May, R.M. (Eds.): Extinction rates (pp. 25-44). Oxford University Press.
- Jakšić, P. (2003). Crvena knjiga dnevnih leptira Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd. ISBN 86-80877-03-4.
- Jakšić, P. (Ed.) (2008). Odabrana područja za dnevne leptire Srbije. HabiProt. Beograd. ISBN 978-96-912033-06.
- Johnson, K.H., Vogt, K.A., Clark, H.J., Schmitz, O.J. & Vogt, D.J. (1996). Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 372 – 377.
- Kalezić, M., Tomović, L.J. & Džukić, G. (Eds.) (2015). Crvena knjiga faune Srbije 1 - vodozemci. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu & Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd. ISBN 978-86-80877-52-5.
- Karadžić, B. (2006). Ecological information system and its importance in biodiversity conservation. Manuscript. Serbian Environmental Protection Agency.
- Karasov, C. (2001). Who Reaps the Benefits of Biodiversity? *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109 (12): 582-587.
- Kareiva, P. & Marvier, M. (2003). Conserving biodiversity coldspots. *American Scientist*, 91: 344-351.
- Kearns, C. (2010). Conservation of Biodiversity. *Nature Education Knowledge*, 3(10): 7.
- Kibert, Ch. (Ed.) (1999). Reshaping the Built Environment – Ecology, Ethics and Economics. Island Press. Washington. ISBN: 1-55963-702-1.
- Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8: 468-479.
- Kunin, W. & Gaston, K. (ed.) (1997). The Biology of Rarity: Causes and Consequences of rare-common differences. Chapman & Hall. London. ISBN: 978-94-010-6483-5.
- Lakušić, D. (2005). Odnos specijskog i ekosistemskog diverziteta. In: Anđelković, M. (Ed.): Biodiverzitet na početku novog milenijuma. SANU, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Knjiga CXI 2: 75-105. Beograd.
- Lakušić, D. (ed.) (2005). Staništa Srbije. Rezultati projekta „Harmonizacija nacionalne nomenklature u klasifikaciji staništa sa standardima međunarodne zajednice“. Institut za botaniku i Botanička bašta „Jevremovac“, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.
- Lamorde, M., Tabuti, J., Obua, C., Kukunda-Byobona, C., Lanyero, K., Byakika-Kibwika, P., Bbosa, G., Lubega, A., Ogwal-Okeng, J., Ryan, M., Waako, P. & Merry, C. (2010). Medicinal plants used by tradicional medicine practitiners for the treatment of HIV/AIDS and related conditions in Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, 130 (1): 43-53.

- Lekić, D. & Perunović Čulić. T. (eds.) (2019). Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2018. godinu. Ministarstvo zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine. <http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj2018.pdf>.
- Lovejoy, T.E. (1980). In: Soule, M.E. & Wilcox, B.A. (eds.): Conservation Biology: An evolutionary ecological perspective, V-IX. Sinauer Associates, Sunderland, Mass. ISBN 08-789-38001.
- Lowenthal, D. (2015). Marsh's Man and Nature at 150. The George Wright Forum. Vol. 32, No. 3. <http://www.georgewright.org/323lowenthal.pdf>.
- Lovejoy, T. E. (1980). Changes in biological diversity. In The Global 2000 Report to the President. Vol. 2 The Technical Report, pp. 327–32. Harmondsworth: Penguin Books.
- Marcoux, A. (2020). Population and deforestation. FAO Population Programme Service. <https://web.archive.org/web/20110628184520/http://www.fao.org/sd/WPdirect/WPan0050.htm>
- Mayhew, J., Jenkins, G. & Benton, T. (2008). A long-term association between global temperature and biodiversity, origination and extinction in the fossil record. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 275 (1630): 47–53.
- Mayr, E. (1970). Populations, Species, and Evolution: An Abridgment of Animal Species and Evolution. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London. England. ISBN 0-674-69013-3.
- Mayr, E. (1976). Evolution and the Diversity of Life. Selected Essayss. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London. England. ISBN 9780674271050.
- McNeely, J.A., Miller, K.R., Reid, W.V., Mittermeier, R.A. & Werner, T.B. (1990). Conserving the world's biological diversity. IUCN, WRI, CI, WWF - US, World Bank, Washington. ISBN 0-915825-42-2.
- Médail, F. & Quézel, P. (1997). Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. Annals of the Missouri Botanical Garden 84:112–127.
- Medarević, M., Banković, S., Šljukić, B. & Sviličić, A. (2007). Održivo upravljanje šumama - šumski biodiverzitet i promene klime. In: Kadović, R. & Medarević, M. (Eds): Šume i promene klime . Zbornik radova. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede & Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
- Milankov, V. (2007). Osnove konzervacione biologije I. Departmant za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu. ISBN 978-86-7031-121-3.
- Miller, G.T. (1998). Living in the Environment. Wadsworth Pub. Comp., Belmont.
- Mittermeier, R.A. & Werner, T.B. (1990). Wealth of plants and animals unites "megadiversity" countries. *Tropicus*, 4 (1): 4-5.

- Mittermeier, R.A., Robles-Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J.D., Brooks, T.B., Mittermeier, C.G., Lamoreaux, J.L. & Fonseca, G.A.B. (2004). Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Cemex. Mexico Sity, Mexico.
- Mayers, N. (1988). Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, 8: 187-208.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hot spots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Myers, N. (1990). The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*, Vol. 10: 243-256.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Fonseca, C.G. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 404: 853-858.
- Moss, D. & Davies, C. (2002). Cross-references between the EUNIS habitat classification, lists of habitats included in legislation, and other European habitat classifications. NERC/Centre for Ecology & Hydrology. <http://nora.nerc.ac.uk/8684/>.
- NASA (2020). Climate Change: How Do We Know? Global climate change. <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Nerem, R.S., Beckley, B.D., Fasullo, J.T., Hamlington, B.D., Masters, D. & Mitchum, G.T. (2018). Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *PNAS*, 2018 DOI: 10.1073/pnas.1717312115
- Newman, M. (1997). A model of mass extinction. *Journal of Theoretical Biology*. No 189 (3): 235–252.
- Norse, E.A. & McManus, R.E. (1980). Ecology and living resources: biological diversity. In *Environmental Quality, The Eleventh Annual Report of the Council on Environmental Quality*, pp. 31–80. Council on Environmental Quality. Washington.
- Organization for tropical studies (2000). <https://tropicalstudies.org/portfolio/natural-history-visitors-la-selva/>
- Panjković, B., Amidžić, L. & Mandić, R. (2000): Status and conservation of Medical plants in Serbia. *Proceedings of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of South East European Countries. VI Meeting "Days of Medicinal Plants: 105-109. Aranđelovac.*
- Pavičević, D., Karaman, I. & Horvatić, M. (2018). *Crvena knjiga faune Srbije IV – pravokrilci*. Zavod za zaštitu prirode Srbije & Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu. Beograd – Novi Sad. ISBN 978-86-80877-61-7.
- Peters, S.E. (2008). Environmental determinants of extinction selectivity in the fossil record. *Nature*, 454 (7204): 626–29.
- Pimm, S.L., Gareth, J.R., Gittleman, J.L. & Brooks, T.M. (1995). The Future of Biodiversity. *Science* 21, Vol. 269: 377-350.

- Polly, D. (2020). *Lystrosaurus* fossil tetrapod genus. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/animal/Lystrosaurus>.
- Ponting, K. (2009). *Ekološka istorija sveta – Životna sredina i propast velikih civilizacija. Odiseja*. Beograd. ISBN 978-867720-053-4.
- Popović, V. (1951). *Zaštita prirode po Zakonu o zaštiti prirodnih retkosti, Zakonu o šumama, lovu i ribarstvu i mogućnosti sukoba među njima. Zaštita prirode*, бр. 2-3. Zavod za zaštitu prirode i naučno proučavanje prirodnih retkosti NR Srbije. Beograd.
- Popović, S., Karadžić, B., Amidžić, L., Radović, I., Panjković, B., Stojnić, N. & Mladenović, A. (2019). Sixth National Report to the United Nations Convention on Biological Diversity. Ministry of Environmental Protection & Serbian Environmental Protection Agency. <https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/rs-nr-06-en.pdf>
- Prodanović, S., Šurlan, G., Momirović, V., Rakonjac, V. & Petrović, D. (2015). *Genetički resursi biljaka. Monografija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu*. ISBN 978-86-7834-222-6.
- Protected Planet (2014-2020). World Database on Protected Areas. UNEP-WCMC, IUCN. <https://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas>.
- Puzović, S., Sekulić, G., Stojnić, N., Grubač, B. & Tucakov, M. (2009). *Značajna područja za ptice u Srbiji. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj*. Beograd. ISBN 978-86-80877-33-4.
- Radišić, D., Vasić, V., Puzović, S., Ružić, M., Šćiban, M., Grubač, B. & Vujić, A. (2018). *Crvena knjiga faune Srbije III – ptice. Zavod za zaštitu prirode Srbije, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije*. Beograd – Novi Sad. ISBN 978-86-80877-60-0.
- Radoman, P. (1982). *Teorija organske evolucije. Drugo promenjeno izdanje. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva*. Beograd.
- Radović, I. (1998). Biodiverzitet. In: Todorović, M. (Ed.): *Srpsko biološko društvo - pola veka: 132-134*. Srpsko biološko društvo. Beograd.
- Radović, I. (2005). Razvoj ideje o značaju i potrebi zaštite biodiverziteta In: Anđelković, M. (Ed.): *Biodiverzitet na početku novog milenijuma. SANU, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Knjiga CXI 2: 17-52*. Beograd. ISBN 86-7025-391-7.
- Radović, I. & Kozomara, M. (Eds.) (2011). *Strategija biološke raznovrsnosti Republike Srbije za period od 2011. do 2018. godine. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja*. ISBN 978-86-87159-05-1.
- Ramsar Sites Information System (2020). <https://rsis Ramsar.org>.
- Raup, D.M. (1991). *Extinction: bad genes or bad luck. Evolutionary Biology*, 6:. New York, W. W. Norton and Co. 210 p.

- Rat, M., Simonović, P., Glavendekić, M., Paunović, M., Stojanović, V., Karaman, M., Radišić, D. & Anačkov, G. (2016). Overview of the invasive alien species in Serbia. In: East and South European Network for Invasive Alien Species. https://www.esenias.org/files/08_Esenias_report_2016_95-118_Serbia.pdf.
- Reid, W. V. (1998). Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 275-280.
- Rensch, B. (1960). *Evolution above the Species*. Columbia Univ. Press. New York.
- Roskov, Y., Abucay, L., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., De Wever, A., Nieukerken, E., Zarucchi, J. & Penev, L., (Eds.) (2018). Species 2000 & ITIS Catalog of Life, 2018 Annual Checklist. www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2018. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884X.
- Republički hidrometeorološki zavod Srbije (2016). Klimatske karakteristike Srbije. http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf.
- Rosenzweig, M. & Lomolino, M. (1997). Who gets the short bits of the broken stick? In: Kunin, W. & Gaston, K. (Eds.): *The Biology of Rarity*. Springer, Dordrecht. 978-94-010-6483-5.
- Sagan, C. 1980 (2002). *Cosmos*. Random House, New York: 384. ISBN-13: 978-0375508325.
- Sahney, S. & Benton, M.J. (2008). Recovery from the most profound mass extinction of all time. *Proceedings of the Royal Society B*. 275 (1636): 259-767. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1370>.
- Sandlund, O.T., Hindar, K. & Brown, A.H.D. (1992). *Conservation of biodiversity for sustainable development*. Oxford University Press. ISBN-10: 8200215083.
- Sekulić, N. & Šinžar-Sekulić, J. (Eds.) (2010). *Emerald ekološka mreža u Srbiji*. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja & Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd.
- Scherf, D.B. (Ed.) (2000). *World Watch List for Domestic Animal Diversity*. 3rd edition. FAO/UNDP. ISBN 92-5-104511-9. <http://dad.fao.org/en/refer/library/wwl/wwl3.pdf>.
- Smith, F., Smith, R., Lyons, K. & Payne, J. (2018). Body size downgrading of mammals over the late Quaternary. *Science*, Vol. 360, Issue 6386, pp. 310-313.
- Stevanović, V. (1996). Biodiverzitet i zaštita životne sredine. V kongres ekologa Jugoslavije. Zbornik plenarnih referata: 21-34. Beograd.
- Stevanović, V. (2005). Procena biodiverziteta - od interpretacije do konzervacije. In: Anđelković, M. (Ed.): *Biodiverzitet na početku novog milenijuma*. SANU, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Knjiga CXI 2: 53-75. Beograd. ISBN 86-7025-391-7.
- Stevanović, V. & Vasić, V. (Eds.) (1995). *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu & Ekolibri. Beograd. ISBN 86-7078-004-6.

- Stevanović, V. (ed.) (1999). Crvena knjiga flore Srbije 1 - iščezli i krajnje ugroženi taksoni. Ministarstvo za životnu sredinu Republike Srbije, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd. ISBN 86-7078-012-7.
- Stevanović, V. & Radović, I. (2001). Pojam, koncept i značaj zaštite biodiverziteta. Zbornik radova Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda i mora Crne Gore i njihova zaštita: 31-49. Žabljak.
- Stevanović, V. (Ed.) (2005): IPAs in Serbia. In: Anderson, S, Kušik, T, Radford, E. (Eds.) Important Plant Areas in Central and Eastern Europe – Priority Sites for Plant Conservation. 74-75. Plantlife International, UK.
- Salles, J.M. (2011). Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic values on Nature? *Comptes Rendus Biologies*, 334 (5-6): 469-82.
- Tebou, P.L.F., Tamokou, D., Ngnokami, D., Voutquenne-Nazabadio, L., Kuate, R. & Bag, P.K. (2017). Flavonoids from *Maytenus buchananii* as potential cholera chemotherapeutic agents. *South African Journal of Botany*, Vol. 109: 58-65.
- Tobias, P.V. (1983). Hominid evolution in Africa. *Canadian Journal of Anthropology*, No 3(2): 163-183.
- TEEB (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. ISBN 978-3-9813410-3-4.
- Tomović, G. (2007). Fitogeografska pripadnost, distribucija i centri diverziteta balkanske endemične flore u Srbiji. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Tomović, Lj., Kalezić, M., Džukić, G. (Eds.) (2015). Crvena knjiga kičmenjaka Srbije 2 - gmizavci. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu & Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd. 978-867078-125-2.
- Topisirović, Lj. et al. (1997). Kriterijumi valorizacije aplikativnih potencijala komponenti biodiverziteta SR Jugoslavije. Studija. Savezno ministarstvo za razvoj, nauku i životnu sredinu, Sektor za životnu sredinu. Beograd.
- Tucić, N. (1987). Uvod u teoriju evolucije. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva. Beograd.
- UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2020). World Heritage List. <https://whc.unesco.org/en/list/>.
- UN (2008): South Eastern European Disaster Risk Mitigation and Adaptation Initiative. Risk Assesment for South. Eastern Europe. Desk Studz Review. UN ISDR. The World Bank. http://www.unisdr.org/files/1741_SouthEasternEuropeDRMitigation.pdf
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2018). Population Division, World Urbanization Prospects. ISBN 978-92-1-148318-5.

- UNWTO (2020). International tourism growth continues to outpace the global economy. <https://www.unwto.org/international-tourism-growth-continues-to-outpace-the-economy>.
- Van Uhm, D.P. (2016). The Illegal Wildlife Trade: Inside the World of Poachers, Smugglers and Traders. Studies of Organized Crime. Springer. ISBN-10:3319825054.
- Vasić, V. (2005). Natura i kultura. In: Anđelković, M. (Ed.): Biodiverzitet na početku novog milenijuma. SANU, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, Knjiga CXI, 2: 105-129. Beograd.
- Volpe, P. (1952). Physiological Evidence for Natural Hybridization of *Bufo americanus* and *Bufo fowleri*. *Evolution*, Vol. 6, No. 4: 393-406.
- Vrhovšek, D. & Vovk Korže, A. (2007). Ekoremediacije. Filozofska fakulteta Maribor in Limnos. Maribor. ISBN 978-961-6656-05-4.
- Vujić, A. (2007). Osnove konzervacione biologije II. Departmant za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu. ISBN 978-86-7031-120-6.
- Watson, R.T., Heywood, V.H., Baste, I., Dias, B., Gámez, R., Janetos, T., Reid, W. & Ruark, G. (1995). Global Biodiversity Assessment: Summary for Policy-Makers. United Nations Environment Programme, Cambridge University Press. 978-0-521-56480-9.
- Walker, B. (1992). Biological diversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, 6:18–23.
- Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Wilcox, R., Akan, T. & Anthony, E. (2020). Impacts of Urban Expansion on Natural Vegetation in Uyo Metropolis. *International Journal of Social Sciences*, 11 (3): 71–82.
- Wilde, P. & Berry, W.B.N. (1984). Destabilization of the oceanic density structure and its significance to marine "extinction" events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 48 (2–4): 143–62.
- Williams, P.H. & Humphries C.J. (1996). Comparing character diversity among biotas. In K.J. Gaston (Ed.): *Biodiversity: a biology of numbers and difference* (pp. 54-76). Oxford, U.K: Blackwell Science Ltd.
- Wilson, O.E. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press. ISBN 0-674-07442-4.
- Wilson, O.E. (1985). The Biological Diversity Crisis. *BioScience*, Vol. 35, No. 11: 700-706.
- Wilson, E. O. (1992): *The diversity of life*. Harvard University Press. ISBN 0-393-31047-7.
- Wilson, O.E. (2002). *The Future of Life*. Vintage ISBN 0-679-76811-4.
- World Wildlife Fund (2018). The status of African elephants. *World Wildlife Magazine*. Washington. <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/winter-2018/articles/the-status-of-african-elephants>.

- WWF (2018). Living planet Report 2018. <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2018>.
- Zavod za zaštitu prirode Srbije (2020). Zaštićena područja. <http://www.zzps.rs>.
- Zupančič, M. (2010). Uvod v okoljske tehnologije. Visokošolski učbenik. Visoka šola za varstvo okolja, Velenje. Limnos, Ljubljana. ISBN 978-961-92734-2-5.

Стратегије и правни акти

- Национална стратегија одрживог развоја („Службени гласник РС“, бр. 57/2008).
- Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара („Службени гласник РС“, бр. 33/2012).
- Наредба о мерама за очување и заштиту рибљег фонда („Службени гласник РС“, бр. 56/2015, 94/2018).
- Правилник о о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Службени гласник РС“, бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016, 98/2016).
- Правилник о условима које морају испуњавати прихватишта за збрињавање заштићених дивљих животиња („Службени гласник РС“, бр. 15/2012).
- Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године („Службени гласник РС“, бр. 88/2010).
- Просторни план подручја Парка природе и туристичке регије Стара планина („Службени гласник РС“, 115/2008).
- Просторним план подручја посебне намене Националног парка Копаоник („Службени гласник РС“, бр. 95/09).
- Протокол о заштити и одрживом коришћењу биолошке и предеоне разноврсности уз оквирну конвенцију о заштити и одрживом развоју Карпата донете у Кијеву 22. маја 2003. године („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 1/2013).
- Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године („Службени гласник РС“, бр. 13/2011).
- Стратегији управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године. („Службени гласник РС“, бр. 3/17).
- Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне („Службени гласник РС“, бр. 31/2005, 45/2005, 22/2007, 38/2008 и 09/2010).
- Закон о потврђивању Конвенције о мочварама које су од међународног значаја нарочито као станишта птица мочварица („Службени лист СФРЈ – Међународни уговори“, бр. 9/1977).

- Закон о потврђивању Конвенције о међународном промету угрожених врста дивље фауне и флоре („Службени лист СРЈ -Међународни уговори“, бр. 11/2001).
- Закон о потврђивању Конвенције о сарадњи на заштити и одрживом коришћењу реке Дунав („Службени лист СРЈ – Међународни уговори“, бр. 2/2003).
- Законом о ратификацији Картагена протокола о биолошкој заштити уз Конвенцију о биолошкој разноврсности („Службени лист СЦГ - Међународни уговори“, бр. 16/2005).
- Закон о потврђивању Конвенције о биолошкој разноврсности („Службени лист СРЈ – Међународни уговори“, бр. 102/2007).
- Закон о потврђивању Конвенције о очувању европске дивље флоре и фауне и природних станишта („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/2007)
- Закон о потврђивању Конвенције о очувању миграторних врста дивљих животиња („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/07).
- Закон о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010, 14/2016, 95/2018).
- Закон о националним парковима („Службени гласник РС“, бр. 84/2015, 95/2018)
- Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда („Службени гласник РС“ бр. 36/09, 128/14, 95/18).
- Закон о дивљачи и ловству („Службени гласник РС“, бр. 18/10, 95/18).
- Закон о шумама („Службени гласник РС“, бр. 30/10, 93/12, 95/18).

Извори фотографија

- Слика 1. Модификовано са <http://www.insearchingofnemofoundation.com>
- Слика 2. Модификовано са <https://www.dkfindout.com/us/earth/structure-earth>
- Слика 3. Модификовано са <http://www.abovetopsecret.com>
- Слика 4. Модификовано са <https://www.pinterest.com/pin/427771664602006364/>
- Слика 5. Модификовано са <https://www.pinterest.com/pin/739364463815698416/>
- Слика 6. <http://www.science.nationalgeographic.com>
- Слика 7. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paraspirifer_bownockeri
- Слика 8. <https://www.pinterest.com/pin/206813807864164023>
- Слика 9. <http://oldredsandstone.com/images/homepagecephstage1.jpg>
- Слика 10. <https://www.flickr.com/photos/113949770@N03/15387843240>
- Слика 11. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lystrosaurus_1.JPG
- Слика 12. <https://www.pinterest.com/pin/731835008189133975/>
- Слика 13. <https://jurassicworld-evolution.fandom.com/wiki/Stegoceratops>
- Слика 14. <http://www.geologypage.com/wp-content/uploads/2014/04/Paleogene.jpg>
- Слика 15. https://ro.wikipedia.org/wiki/Bazinul_Dacic
- Слика 16. https://ro.wikipedia.org/wiki/Bazinul_Dacic
- Слика 17. <https://www.pinterest.com/pin/269090146459031138/>
- Слика 18. <https://www.pinterest.com/pin/236439049176771637>
- Слика 19. <https://sites.google.com/site/mrvailsclass2/human-migration-map>
- Слика 20. <http://www.shmoop.com/biomolecules/nucleic-acids.html>
- Слика 21. <https://manwithoutqualities.com/2018/02/28/double-helix/>
- Слика 22. <https://www.pinterest.com/pin/392235448770258913/>
- Слика 23. Модификовано са <https://www.bionet-skola.com/w/Transkripcija>
- Слика 24. Модификовано са https://www.bionet-skola.com/w/Datoteka:Geneticki_kod.jpg
- Слика 25. <https://www.google.rs/search?q=crossing+over&source>
- Слика 26. <https://www.bioexplorer.net/chromosomal-mutations.html>
- Слика 27. <https://quizlet.com/191203492/meiosis>
- Слика 28. https://sr.wikipedia.org/wiki/Prstenasta_vrsta
- Слика 29. https://sr.wikipedia.org/wiki/Prstenasta_vrsta
- Слика 30. Модификовано са <https://slideplayer.com/slide/17902986/>
- Слика 31. <https://fineartamerica.com/featured/arctic-fox-portrait-ii-athena-mckinzie.html>
- Слика 32. <https://www.pinterest.com/pin/304133781056226434>

Слика 33. <https://slideplayer.com/slide/14448644>

Слика 34. https://en.wikipedia.org/wiki/Allopatric_speciation

Слика 35. https://en.wikipedia.org/wiki/Peripatric_speciation

Слика 36. https://en.wikipedia.org/wiki/Parapatric_speciation

Слика 37. https://en.wikipedia.org/wiki/Sympatric_speciation

Слика 38. https://en.wikipedia.org/wiki/Megadiverse_countries#/media/File:Megadiverse_Countries.PNG

Слика 39. <https://medium.com/wildark-journal/biodiversity-hotspots-why-are-they-so-critical-9ee694224a1>

Слика 40. Модификовано са <https://www.quora.com/Why-does-photosynthesis-stop-at-night>

Слика 41. Модификовано са <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Zea+diplperennis>

Слика 42. <https://www.cnseed.org/wp-content/uploads>

Слика 43. <https://hansarandt.files.wordpress.com/2014/12/eule-der-minerva.jpg>

Слика 44. <https://www.usacoinbook.com/coins/956/nickels/buffalo/1929-P/>

Слика 45. <https://www.footprintnetwork.org/2020/06/05/press-release-june-2020-earth-overshoot-day/>

Слика 46. <https://www.footprintnetwork.org/2020/06/05/press-release-june-2020-earth-overshoot-day/>

Слика 47. <http://www.paulchefurka.ca>

Слика 48. <https://populationmatters.org/campaign-graphics>

Слика 49. <https://www.grida.no/resources/8324>

Слика 50. <https://www.icos-cp.eu/global-carbon-budget-2019>

Слика 51. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page2.php>

Слика 52. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=109>

Слика 53. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0210122>

Слика 54. <https://intlrhinofoundation.wordpress.com/2013/11/11/>

Слика 55. <https://www.britannica.com/animal/thylacine>

Слика 55. <https://www.biolib.cz/en/image/id77088/>

Слика 57. https://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_sea_lion

Слика 58. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cetacea_range_map_Vaquita.PNG

Слика 59. <https://www.mentalfloss.com/article/525704/facts-about-the-vaquita>

Слика 60. <https://www.google.com/search?q=Емералд+подручја+y+Србији&rlz>

Слика 61. <https://cumberland.ca/wp-content/uploads/2012/05/DPA1-Environmental-Protection.pdf>

Слика 62. <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-nacionalnim-parkovima.html>

Слика 63. <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-nacionalnim-parkovima.html>

Слика 64. <https://www.ekologija.gov.rs/pravilnik-o-obrascu-sluzbene-legitimacije-cuvara-zasticenog-podrucja/>.

Слика 65. <https://zlatarinfo.rs/vest/3583/ovaj-beloglavi-sup-toliko-je-zavoleo-turke-da-mu-ne-pada-na-pamet-da-se-vrati-u-srbiju>

Слика 66. <http://www.varoske.net/vesti/756/beloglavog-sup-sa-uvca-iz-turske-vracaju-avionom>

Слика 67. <http://sanjeetbiotech.blogspot.rs/>

Слика 68. Модификовано са blogs.umass.edu/natsci397a-eross/phytoremediation-the-future-of-environmental-remediation/

Слика 69. Модификовано са <http://www.tal2000.spletnestrani.com/urejanje-vrtov/rastlinske-cistilne-naprave/>

Слика 70. <https://desertification.wordpress.com/2019/04/12/business-could-have-a-role-in-reversing-desertification-and-restoring-the-landscape/>

Слика 71. <https://conservationcorridor.org/>

Слика 72. <https://en.harzinfo.de/pure-nature/the-green-belt-in-the-harz/the-green-belt-in-germany-and-europe.html>

Слика 73. <https://www.archdaily.com/793136/onz-architects-and-mdesign-design-ecological-corridor-in-turkey/>

Слика 74. <http://www.aco-wildlife.com>

Слика 75. <https://y2y.net/blog/creating-connections-for-wildlife-matters/>

Слика 76. <https://blog.richmond.edu/geog370dams/fisheries/migration-effects/>

Слика 77. <http://www.angelfire.com/wa/nwfishing/riverfishladders.html>

Слика 78. <http://hydro-fischlift.de/category/technik/>



Проф. др Лидија (Ђорђевић) Амићић

Лидија (Ђорђевић) Амићић рођена је у Приштини где је завршила гимназију и основне студије на Одсеку за биологију Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини. Магистарски рад и докторску дисертацију из области еколошке физиологије биљака одбранила је на Биолошком факултету Универзитета у Београду.

Од 1982. до 2004. године радила је у звању асистента, а потом доцента и ванредног професора на Одсеку за биологију Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини (Косовској Митровици). Од 2004. до 2016. године била је ангажована у звању редовног професора на Факултету за примењену екологију Футура Универзитета Сингидунум, а од 2016. до 2019. године на Факултету за екологију и заштиту животне средине Универзитета Унион - Никола Тесла. Од 2019. године поново ради на Универзитету Сингидунум у Београду, на студијском програму Животна средина и одрживи развој.

Од 1994. до 1999. године радила је и у Заводу за заштиту природе Србије – Радној јединици у Приштини, као стручни саветник и шеф Радне јединице. Године 1999. прешла је у дирекцију Завода у Београду где је наставила рад као помоћник директора, а потом, од 2.000 до 2008. године и као директор Завода.

Лидија Амићић до сада је написала око 150 научних и стручних радова. Аутор је или коаутор 15, и уредник 9 монографских издања. За потребе наставе написала је 7 скрипти и 5 универзитетских уџбеника. Такође, руководилац је израде и коаутор 9 студија заштите природе. Учествовала је у 25 националних и међународних пројеката из области заштите природе и очувања биодиверзитета.

Добитник је годишње награде Маслинова грана за „добро дело учињено природи“.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502.174:574.1(075.8)

АМИЏИЋ, Лидија, 1957-

Очување биодиверзитета / Лидија Амиџић. - 1. изд. - Београд :
Универзитет Сингидунум, 2020 (Београд : Бирограф). - 289 стр. : илустр. ;
24 cm

На врху насл. стр.: Животна средина и одрживи развој. - Ауторкина слика. -
Тираж 300. - Биографија: стр. 289. - Библиографија: стр. 272-284.

ISBN 978-86-7912-743-3

а) Биолошки диверзитет - Заштита

COBISS.SR-ID 22415881

© 2020.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan u bilo kom vidu i
putem bilo kog medija, u delovima ili celini bez prethodne pismene saglasnosti izdavača.



Лидија Амиџић

ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА



Планета Земља настала је пре око 4,6 милијарди година. Захваљујући оптималној удаљености од Сунца, постепеном хлађењу њене површине и образовању првобитне хидросфере и атмосфере, временом је постајала погодна места за све сложеније хемијске и биохемијске реакције којима је покренут замајац биолошке еволуције. Пре око 3,7 милијарди година на Земљи се појавио живот као јединствен облик кружења и трансформације материје и енергије.

Од тренутка настанка првих животних облика па до данашњих дана, услови на Земљи су се мењали. Како би опстали у суровој борби за опстанак, и организми су се мењали и прилагођавали тим променама. На жалост, многим то није пошло за руком што је довело до њиховог нестанка са позорнице живота. Али, многи су и опстали захваљујући оригиналним адаптацијама променљивим условима животног окружења. Захваљујући томе, данас говоримо о биодиверзитету, бесконачној разноврсности и варијабилности живота на свим његовим нивоима, од генетичког, преко специјског, до екосистемског.

Човек је сићушан део укупног биодиверзитета наше планете. Међутим, занемарујући своју биолошку основу и судбинску повезаност са бићима око себе, постао је основни фактор застрашујуће ерозије биодиверзитета и дестабилизације биосфере. Хоћемо ли успети да савладамо сопствени егоцентризам, прекинемо процес „масовног холоценског самоубиства човечанства“ и дамо шансу извеснијој будућности, зависи од нас самих.