



Vladimir Randelović, Dragana Jenačković-Gocić

Ekologija vlažnih i riparijalnih staništa

Niš, 2021.

*U meni večeras jedna reka
razbila ogromna brda daleka,
muči se, urliče, razmiče klance
i kida svoje zelene lance...*
(Miroslav Mika Antić, Mostovi)

1. UVOD

Biološku raznovrsnost i bogatstvo nekog područja ne čini samo obilje vrsta, već i staništa koja one naseljavaju. Upravo ta raznovrsnost staništa, u najvećoj meri, doprinosi većem broju vrsta i čini neko područje centrom biodiverziteta. Jedan od planetarnih centara biodiverziteta je Balkansko poluostrvo (Zachos, Habel, 2011), koje se odlikuje izraženom razuđenošću terena, a samim tim i velikim brojem različitih staništa. Toj razuđenosti terena osim paleoistorijskih geoloških procesa veliki doprinos su dale i reke. One su svojim tokovima vajale planine i prosecale klisure, kanjone i rečne doline, razlivala se preko niskih obala gradeći prostrane močvare, ujezeravale se naišavši na neprobojne prepreke, obrušavale se u vidu impresivnih vodopada preko različitih barijera, koje su nekada i same stvarale, često u saradnji sa živim organizmima u njima naseljenim. U rekama i oko reka, u izvorima, jezerima, barama, močvarama i oko njih, svoj dom su pronašle mnoge vrste biljaka, životinja, gljiva i mikroorganizama, gradeći sa njima najraznovrsnije ekosisteme, među kojima se svojim značajem i ulogom u prirodi posebno ističu vlažna i riparijalna staništa.

Iako zauzimaju relativno uski pojas oko vodenih basena, vlažna i riparijalna staništa imaju veliki značaj za prirodu i čoveka, a posebno vegetacija koja im daje fiziognomiju. Osim što predstavljaju dom za mnoge vrste životinja, biljne zajednice imaju veliku ulogu u sprečavanju erozije zemljišta na obalama, održavanju stabilne geomorfologije vodenih basena i snižavanju temperature vode. Niže temperature vode pogoduju većoj rastvorljivosti kiseonika, što se dalje odražava na održavanje ribljih populacija. Ovakav značaj ovih staništa nameće potrebu za njihovim što boljim upoznavanjem i očuvanjem, jer od njihovog opstanka u velikoj meri zavisi i opstanak čoveka. Poslednjih decenija, ljudska populacija je suočena sa sve izraženijim antropogenim pritiskom na vodene ekosisteme i njihovu neposrednu okolinu. Mnogi izvori pitke vode su kaptirani, a tokovi ispod njih su u potpunosti nestali. Planinske reke se sprovode u cevi zbog izgradnje malih hidroelektrana, dok je vegetacija oko njih ili uništena ili do te mere devastirana da više nije ni nalik pređašnjoj.

Mnogi rečni tokovi su pretvoreni u kanale sa betonskom obalom, čime su uništena staništa životinja, a posebno ptica, koje ne mogu opstati u ovako izmenjenim uslovima.

Upitno je da li postoje značajne razlike između vlažnih i riparijalnih staništa. Poznato je da zauzimaju površine oko vodenih basena i da u velikoj meri zavise od vodnog režima zemljišta, odnosno od nivoa podzemnih voda i dužine zadržavanja vode iznad površine zemljišta, ali da li se zaista razlikuju? U nastavku ovog poglavlja, biće ukazano na njihove međusobne razlike.



Slika 1. Vlažna staništa: A. močvare pored Dunava u Vojvodini kod Bezdana, B. tresava i tresavske šume Vlasinskog jezera (foto V. Ranđelović)

1.1 Vlažna i riparijalna staništa - koncept i definicije

1.1.1 Vlažna staništa (eng. *wetlands*)

Šta su vlažna staništa i da li je to adekvatan prevod engleske reči "*wetland*", koja se najčešće sreće u naučnoj i stručnoj literaturi? Doslovni prevod ove engleske reči bio bi "vlažno zemljište", a u literaturi na našim prostorima često se izjednačava sa terminom "močvara". Sličan problem postoji i u stranoj literaturi, u kojoj se termin "*wetland*" poistovećuje sa terminom "*swamp*" (Mitsch, Gosselink, 2015). Međutim, staništa koja mi nazivamo močvarama nisu jedina koja se prostiru oko vodenih basena i koja se karakterišu zemljištem koje je zasićeno vodom tokom cele godine ili dužeg perioda u toku godine.

Termin vlažna staništa je počeo češće da se koristi u literaturi tek u 20. veku. Prvi put je formalno upotrebljen 1953. godine u izveštaju Američke službe za ribe i divlje životinje u vezi sa staništima mnogih ptica (Martin et al., 1953). Ovaj dokument je kasnije dopunjen i poznat kao *Circular 39*. U njemu su vlažna staništa definisana kao nizije prekrivene plitkim, a ponekad privremenim i povremenim vodama, kao što su močvare, tresetišta, vlažne livade, plavljena zemljišta, plitka jezera i bare, ribnjaci i slična staništa, ali ne i stalne reke i potoci, akumulacije, duboka jezera, kao i površine sa veoma kratkim zadržavanjem vode iznad površine zemljišta koje nemaju uticaja na razvoj hidro- i higrofilne vegetacije (Shaw, Freedine, 1956). Nakon toga, ovaj termin je definisan na različite načine, ne samo od strane ekologa, već i u mnogobrojnim službenim dokumentima koji su se ticali konzervacije vlažnih staništa (Crandell, 2020).

Sedamdesetih godina prošlog veka, nastala je i posebna naučna disciplina, ekologija vlažnih staništa (*wetland ecology*), a 3. februara 1971. godine značaj vlažnih staništa istaknut je i na globalnom nivou prihvatanjem **Ramsarske konvencije**, koja je dobila naziv prema malom iranskom gradu Ramsaru, gde je održana međunarodna konferencija na kojoj je usvojena (Matthews, 1993). Ova konvencija se naziva još i Konvencija o vlažnim staništima, a zaštićena vlažna staništa se često nazivaju ramsarska područja.



Ramsar je mali grad na severu Irana (Mazandaran provincija), smešten na obali Kaspijskog mora, ispod planine Alborz. Poznat je po brojnim termalnim radioaktivnim izvorima, koji su doprineli da ovo mesto ima najveću dozu jonizujućeg zračenja na svetu.

Ramsarska konvencija je prvi dokument o zaštiti prirode na globalnom nivou, a na Ramsarskoj konferenciji ga je potpisalo 18 zemalja (Matthews, 1993).

Na ovom mestu, biće izdvojeno nekoliko definicija termina "vlažna staništa", kako bi se dočarala složenost problema koji će biti obrađivan u ovoj knjizi. Različite definicije su posledica činjenice da su namenjene dvema interesnim grupama - naučnicima koji istražuju vlažna staništa i menadžerima koji se bave njihovom regulacijom i zaštitom (Mitsch, Gosselink, 2015).

Cowardin et al. (1979) vlažna staništa definišu kao površine koje predstavljaju prelaz između kopnenih i vodenih ekosistema, na kojima je vodostaj takav da je voda ili neposredno iznad ili ispod površine zemljišta, ili je kopno prekriveno plitkom vodom. Da bi ova definicija bila zadovoljena, staništa moraju posedovati sledeće tri osobine: (1) zemljište makar povremeno

podržava razvoj hidrofitu; (2) podloga je pretežno nedrenirano zemljište; i (3) podloga je zasićena vodom ili je povremeno potopljena svake vegetacijske sezone.

Međunarodna unija za zaštitu prirode i prirodnih resursa (IUCN) u *Konvenciji o vlažnim staništima od međunarodnog značaja, posebno kao staništa ptica*, popularno nazvanoj Ramsarska konvencija, vlažna staništa definiše kao močvarna, tresetna, travnata i druga staništa okarakterisana plavljenjem ili zemljištem zasićenim vodom, pri čemu je voda prirodna ili dovedena od strane čoveka, stalna ili povremena, statična ili tekuća, slatka, boćatna ili slana, uključujući i površine sa morskom vodom, čija dubina tokom oseke ne prelazi 6 metara (Ramsar Convention Secretariat, 2016).

Crandell (2020) vlažna staništa definiše kao kompleksne ekosisteme okarakterisane plavljenjem i zasićenjem zemljišta vodom, što stvara uslove sa niskom koncentracijom kiseonika, koji favorizuju specijalizovane skupove biljaka, životinja i mikroorganizama, tolerantne na periode usporenog kretanja ili stagniranja vode.

Prema [Keddy \(2010\)](#), vlažna staništa su ekosistemi koji nastaju potapanjem zemljišta, pri čemu u njemu često dominiraju anaerobni procesi, što uslovljava živi svet, a posebno ukorenjene biljke, da se prilagode poplavama.

[Oakley et al. \(1985\)](#) pod vlažnim staništima podrazumevaju područja koja su trajno ili povremeno poplavljena, odnosno na kojima je vodostaj iznad površine zemljišta ili neposredno ispod nje. Za ova staništa su karakteristična hidrična zemljišta, a vegetacija se sastoji od različitih formi hidrofita (emereznih, flotantnih i submerznih) i higrofita, odnosno biljaka koje za svoj rast i razviće zahtevaju zemljište zasićeno vodom za rast i razviće.

Kao što se vidi iz ovih nekoliko navedenih primera, definicije vlažnih staništa su uglavnom veoma kompleksne, ali u osnovi uključuju tri glavne komponente ([Mitsch, Gosselink, 2015](#)):

1. odlikuju se prisustvom vode, bilo na površini bilo u zoni korenovog sistema biljaka;
2. imaju specifične uslove zemljišta koji se razlikuju od susjednih, uzdignutijih terena;
3. podržavaju specifičnu biotu, poput vegetacije prilagođene vlažnim uslovima (hidrofite) i, obratno, karakteriše ih odsustvo biote koja ne toleriše plavljenje.

Vlažna staništa imaju mnoge zajedničke osobine sa susjednim vodenim ekosistemima, a posebno sa njihovom mikrobiotom, koju čine bakterije, alge i beskičmenjaci, ali i sa obližnjim kopnenim ekosistemima, sa kojima dele izvestan broj biljaka, ptica i sisara, o čemu će biti više reči u narednom poglavlju. Ipak, dve jasne osobine ih čine jedinstvenim staništima, a to su anaerobno zemljište i dominacija makrofita ([van der Valk, 2012](#)).

Anaerobno zemljište nastaje pod uticajem mikroorganizama koji brzo iscrpljuju rastvoreni kiseonik u zemlji zasićenoj vodom, tako da kiseonik često u potpunosti odsustvuje ili se nalazi u veoma niskim koncentracijama. Pošto je kiseonik ograničavajući faktor za mnoge biljne i životinjske vrste, one moraju posedovati specifične morfološke, anatomske, fiziološke i biheviornalne adaptacije na takve uslove, koje im omogućavaju snabdevanje kiseonikom i njegovo skladištenje.

Makrofite su biljke različite sistematske pripadnosti, uglavnom vaskularne (papratnice i semenice), ali i neke mahovine, pa čak i alge (Charophyta), čija je zajednička osobina adaptiranost na anaerobne uslove ili uslove sa malom koncentracijom kiseonika u zemljištu i vodi. One u najvećoj meri naseljavaju vlažna staništa, ali i vodene ekosisteme. Veliki broj makrofita je zajednički za ova dva tipa staništa, ali izvestan broj je diferencijalan za jedno od njih, a posebno za vlažna staništa. Makrofite su glavne strukturne komponente vlažnih staništa i osnovni primarni producenti u njima.

1.1.2 Riparijalna staništa

Šta su riparijalna staništa? Koja je relacija između riparijalnih i vlažnih staništa?

Izraz "riparijalan" potiče od latinske reči *riparius* što u prevodu znači obalni, a odnosi se na zemljišta uz vodene basene i živa bića na njihovoj obali ([Ilhardt et al., 2000](#)). Shodno tome, riparijalna staništa se mogu nazvati obalnim staništima. [Gregory et al. \(1991\)](#), riparijalna staništa (zone) definišu kao veze između terestričnih i akvatičnih ekosistema, dok [Naiman et al. \(2005\)](#) pod riparijalnim staništima podrazumevaju područja koja se protežu od oboda vodenih tela do oboda brdskih ekosistema i na koja redovno utiče slatka voda. Riparijalna staništa se definišu i kao geomorfološke strukture okarakterisane aluvijalnim zemljištem i vegetacijom koja je povezana sa vodotokovima ([DWAf, 2008](#)). [Brinson, M.M. \(1981\)](#) riparijalne ekosisteme vezuje isključivo za reke i potoke, a iz definicije isključuje poplavne priobalne slane močvare i mangrove, stavljajući akcenat na biocenoze koje tekuća voda stalno snabdeva vodom, bilo poplavom, bilo bočnim transportom hranljivih materija i sedimenata. Prema [Oakley et al. \(1985\)](#), riparijalnim staništima se, osim obala potoka i reka, mogu smatrati i obale jezera, bara, akumulacija, a u nekim slučajevima plimne vode. Nivo podzemnih voda na takvim staništima je izuzetno visok zbog neposredne blizine vodenih ekosistema, a odlikuju se specifičnim karakteristikama zemljišta i vegetacije koja zahteva slobodnu (nevezanu) vodu ili uslove koji su vlažniji od prosečnih. Ovakav položaj i osobine staništa omogućavaju život elementima i kopnene i vodene sredine.

Dok definicija vlažnih staništa redovno uključuje prisustvo površinske vode (ne samo slatke, već i slane) makar povremeno tokom godine, neki autori iz definicije riparijalnih staništa isključuju površinsku vodenu komponentu i posmatraju ih isključivo kao obalna staništa na koja značajan



Slika 2. Riparijalna staništa: A. šume na obalama Nišave u jugoistočnoj Srbiji; B. obala reke Pčinje u južnoj Srbiji (foto V. Randelović)

uticaj imaju podzemne vode (Karr, Schlosser, 1978). Sa druge strane, pojedini autori imaju širi koncept u definisanju riparijalnih staništa uključujući i površine na kojima se voda izvesno vreme zadržava iznad površine zemljišta (Swanson et al., 2000). Ipak, na površinama koje se smatraju riparijalnim zonama zemljište nije uvek zasićeno vodom. Prelivanjem vode preko obala, odnosno plavljenjem zemljišta, nastaju uslovi slični močvarama, ali se voda ne zadržava dovoljno dugo da bi se razvili karakteristični elementi vegetacije emerznih hidrofitna (DWAF, 2008).

Očigledno, definisanje pojma riparijalna staništa je veoma kompleksan zadatak koji zahteva uključivanje pedoloških, hidroloških, geomorfoloških i bioloških komponenti ekosistema.

Iz navedenih definicija vlažnih i riparijalnih staništa jasno je da se ova dva tipa staništa u izvesnoj meri preklapaju, pa je sasvim opravdano posmatrati ih zajedno kao jedinstvenu ekološku i funkcionalnu celinu. Drugim rečima, nisu sva vlažna staništa riparijalna, i, obrnuto, nisu sva riparijalna staništa vlažna. Ipak, nije potrebno opterećivati terminologiju uvođenjem novog naziva koji bi ih objedinio, već će se u daljem tekstu za opisivanje zajedničkih

karakteristika koristiti termin vlažna i riparijalna staništa. U onim delovima teksta, koji se odnose samo na staništa koja su vlažna, odnosno riparijalna, ovi termini će biti razdvojeni.

1.2 Globalna distribucija vlažnih i riparijalnih staništa

Vlažna i riparijalna staništa se javljaju na svim kontinentima, u veoma širokom rasponu nadmorskih visina, od depresija do najviših planinskih vrhova, kao i geografskih širina, od tropskog do arktičkog pojasa (Whigham, 2009). Ukupna površina na Zemlji koju zauzimaju vlažna staništa procenjuju se na 7-10 miliona km², što je oko 5-8% površine kopna. Najveće površine pod vlažnim staništima su u tropskoj (2,6 miliona km²) i subtropskoj klimatskoj zoni (2,1 milion km²) (56% svih vlažnih staništa), dok u polarnoj i borealnoj zoni zauzimaju 2,8 miliona km². Najmanju površinu zauzimaju u umerenoj zoni (oko 1 milion km²) (Mitsch, Gosselink, 2015). Ipak, ove procene bi trebalo uzeti sa rezervom, jer mnoge zemlje nisu izvršile inventarizaciju vlažnih staništa, a i tamo gde je izvršena, obuhvaćena su samo najveća područja (Whigham, 2009).

Kartiranje distribucije vlažnih i riparijalnih staništa je teško izvršiti jer ona uglavnom zauzimaju male površine i često se prostiru u vidu traka oko vodenih tela. Osim toga, ova staništa su veoma promenljiva u vremenu, što zbog promena ekoloških uticaja i sukcesija, što zbog delovanja čoveka. Još veći problem predstavlja kartiranje na nivou tipova vlažnih i riparijalnih staništa, jer su ona jako raznovrsna i mozaično raspoređena na relativno malom prostoru (Keddy, 2010). Na **slici 3** je prikazana distribucija vlažnih staništa koja zauzimaju velike površine na Planeti, a u **tebeli 1** je dat pregled najvećih vlažnih staništa. Detaljniji prikaz globalnog rasprostranjenja vlažnih staništa prikazan je u različitim radovima, od kojih je značajno pomenuti "The wetland book" (Finlayson et al., 2018).

Slika 3. Distribucija vlažnih staništa sveta (male površine pod vlažnim staništima nisu prikazane i uključene su u površine koje nisu vlažne) (izvor FAO-UNESCO, Soil Map of the World, digitized by ESRI. Soil climate map, USDA-NRCS, Soil Science Division, World Soil Resources, Washington D.C.)

Distribucija vlažnih staništa sveta

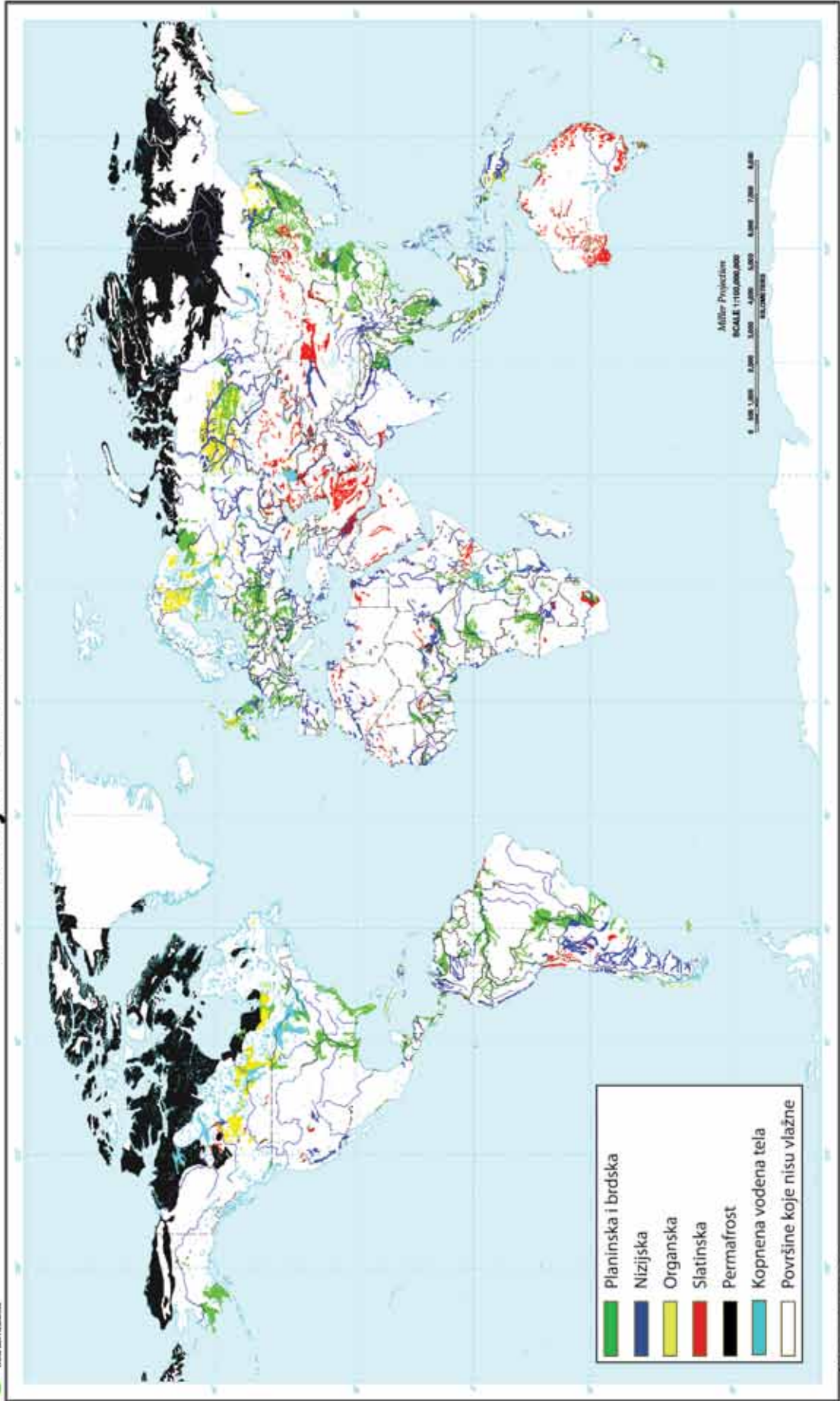


Tabela 1. Najveća vlažna staništa Sveta (Fraser, Keddy, 2005; Keddy, 2010)

Kontinent	Naziv	Opis	Površina (10 ³ km ²)
Evroazija	Zapadnosibirska nizija	livadske, sfagnumske i alkalne tresave	2745
Južna Amerika	sliv Amazona	poplavne šume i savane, močvare, mangrove	1738
Severna Amerika	nizija Hadsonovog zaliva	sfagnumske i alkalne tresave, močvarne šume, močvare	374
Afrika	sliv reke Kongo	močvarne i riparijalne šume, vlažne prerije	189
Severna Amerika	sliv reke Mekenzi	sfagnumske i alkalne tresave, močvarne šume, močvare	166
Južna Amerika	Pantanal	vlažne savane i travnjaci, riparijalne šume	138
Severna Amerika	sliv reke Misisipi	poplavne šume, šumske močvare, močvare	108
Afrika	sliv jezera Čad	vlažne travnjačke i žbunovite savane, močvare	106
Afrika	sliv reke Nila	šumske močvare, močvare	92

1.3 Klasifikacija vlažnih i riparijalnih staništa

Klasifikacija vlažnih i riparijalnih staništa podrazumeva njihovo grupisanje na osnovu strukturnih i funkcionalnih karakteristika u cilju međusobnog razgraničavanja, a radi lakšeg popisivanja, procenjivanja njihovog stanja i propisivanja mera upravljanja (Cowardin et al. 1979). Međutim, klasifikacija vlažnih i riparijalnih staništa je veoma složen problem, tako da terminologija za njihovo opisivanje i imenovanje varira u različitim državama i naučnim krugovima. Samo u engleskom jeziku postoji dvadesetak termina koji se odnose na vlažna staništa. Pošto je ovaj tip staništa kosmopolitskog rasprostranjenja, sasvim je jasno da postoji i niz različitih šema klasifikacije, koje su pojedine države ili grupe država prilagodile sopstvenim potrebama i shodno nameni (Keddy, 2010).

1.3.1 Osnovni tipovi vlažnih staništa

Najjednostavnija klasifikacija vlažnih staništa prepoznaje četiri osnovna tipa, odnosno klase: močvare (ritovi), močvarne šume, mahovinske (acidofilne) tresave i alkalne tresave (Keddy, 2010; Rydin, Jeglum, 2013). Ova klasifikacija je ustanovljena na osnovu dugogodišnjeg istraživanja vlažnih staništa Kanade od strane *National Wetlands Working Group* (1997), u čijem se klasifikacionom sistemu, osim navedenih, nalazi i klasa plitkih voda. Keddy (2010) razlikuje i šestu klasu vlažnih staništa, vlažne livade. **Vlažne livade** (engl. *wet meadow*) su vlažna staništa u kojima dominiraju zeljaste biljke ukorenjene u povremeno plavljena zemljišta, dok su terestrične i močvarne biljke retke ili potpuno odsustvuju. Ova staništa predstavljaju prelaz ka terestričnim ekosistemima. **Plitke vode** (engl. *shallow water*) se odlikuju prisustvom akvatičnih zajednica (submerznih i flotantnih) koje su građene od biljaka koje preferiraju staništa potopljena vodom dubine od 25 cm do 2 m. Ova staništa se javljaju na obalama jezera, bara i reka i predstavljaju prelaz ka akvatičnim ekosistemima.

Osnovne klase vlažnih staništa se mogu klasifikovati i na osnovu značaja izvora vode za njihovo formiranje i razvoj (**Slika 4**) (Brinson, 1993).

Močvare ili ritovi

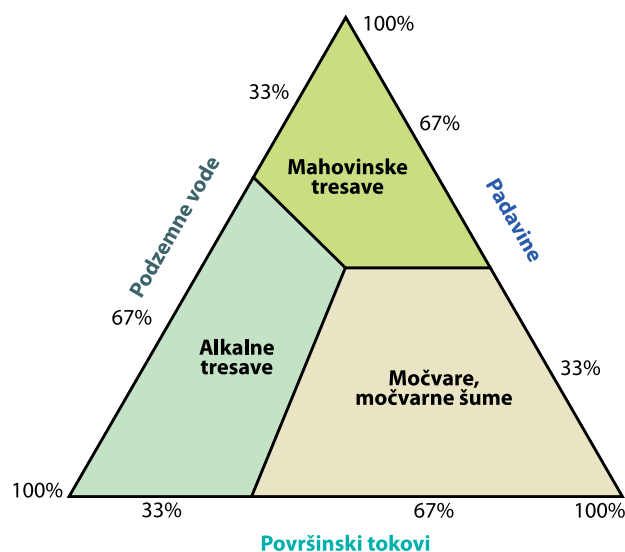
Močvare (engl. *marshes*) su vlažna staništa koja se odlikuju stajaćom ili sporotekućom vodom, trajno ili povremeno plavljena (Rydin, Jeglum, 2013). U vegetaciji močvara dominiraju emerzne hidrofitne, kao što su trska (*Phragmites australis*), rogoz (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*), zuka (*Schoenoplectus lacustris*), ježinac (*Sparganium erectum*), srčak (*Butomus umbellatus*) i visoki šaševi (*Carex acuta*, *C. riparia* i druge). Osim njih, u močvarama se često javljaju i submerzne i flotantne hidrofitne, dok su mahovine relativno retke. U zavisnosti od vegetacije koja u njima dominira, močvare mogu da budu:

- **otvorene vodene močvare** su one u kojima dominiraju submerzne i flotantne hidrofitne (>25% biljnog pokrivača), dok su emerzne hidrofitne manje zastupljene (<25% biljnog pokrivača);

- **emergentne močvare** su one u kojima dominiraju emerzne hidrofitne (>25% biljnog pokrivača), između kojih se javljaju vodena okna i kanali sa submerznim i flotantnim hidrofitama;

- **livadske močvare** su one u kojima dominiraju travolike (graminoide) i druge zeljaste hidro- i higrofilne biljke.

Ovi tipovi močvara uglavnom čine uređene zone pored otvorenih voda, odnosno jezera, bara, reka i kanala (Rydin, Jeglum, 2013).



Slika 4. Uticaj izvora vode na tip vlažnog staništa (prerađeno iz Brinson, 1993)



Slika 5. Otvorena vodena i emergentna močvara (photo: Wikimedia)

Močvare najviše zavise od vode površinskih tokova, a u manjoj meri i od podzemnih voda, dok količina padavina na njima nema veći uticaj (Brinson, 1993). Hranljivim mineralnim materijama, koje se tokom čitave vegetacijske sezone zadržavaju u zoni korenova, snabdevaju se iz vode površinskih tokova ili iz matičnog supstrata, zbog čega se često označavaju kao **minerogena** ili **minerotrofna** vlažna staništa. Većina močvara ima veoma malu količinu treseta i biljke su ukorenjene u osnovnom mineralnom zemljištu ili sedimentnim naslagama u vidu mulja iz kojeg mogu da uzimaju hranjive materije. Ipak, u nekim močvarama dolazi do taloženja treseta nastalog nepotpunim razlaganjem emerznih hidrofitna, a pre svega trske (Rydin, Jeglum, 2013) zbog čega je nazvan *Phragmitetum*-treset (Randelović, Zlatković, 2010). Ovakva staništa se mogu posmatrati i kao močvare i kao alkalne tresave sa dominacijom *Phragmites australis* (Rydin, Jeglum, 2013).

Močvarne šume

Močvarne šume (engl. *swamps*) su vlažna staništa u kojima dominiraju drvenaste biljke ukorenjene u zemljište koje je stalno potopljeno vodom. Karakteristični primeri su močvare tropskih mangrova u Bangladešu i poplavne šume u dolini reke Misisipi u Sjedinjenim Državama (Keddy, 2010).

Močvarne šume, poput močvara, najviše zavise od vode površinskih tokova, a u manjoj meri i od podzemnih voda, dok količina padavina na njih nema veći uticaj (Brinson, 1993; Rydin, Jeglum, 2013). Ove šume su periodično plavljene, mada je nivo vode najčešće znatno ispod površine, tako da je površinski sloj dobro snabdeven vazduhom, a drvenaste biljke su ukorenjene u zemljištu ili dubokom sloju treseta koji sadrži i znatnu količinu drvene komponente (Rydin, Jeglum, 2013).

Mogu se razlikovati tri tipa močvarnih šuma:



Slika 6. Močvarna šuma sa dominacijom vrste *Taxodium distichum* (photo: Wikipedia)

- **četinarska močvarna šuma** je ona u kojoj fiziognomiju biljnom pokrivaču određuju četinari, kao što su *Taxodium distichum*, *Larix laricina*, *Picea mariana* i druge četinarske vrste;

- **širokolisna** (listopadna ili večnozeleno) **močvarna šuma** je ona u kojoj dominiraju širokolisne listopadne ili zimzelene drvenaste biljke, kao što su *Fraxinus nigra*, *Acer rubrum*, *A. sacharinum*, *Ulmus americana*, *Quercus macrocarpa* i druge; i

- **žbunasta močvarna šuma** je ona u kojoj dominantnu ulogu u izgradnji biljnog pokrivača imaju žbunaste drvenaste vrste, kao što je *Alnus incana*, *Cornus sericea*, *Viburnum opulus* i druge (Rydin, Jeglum, 2013).

Mahovinske ili acidofilne tresave

Mahovinske (acidofilne) tresave (engl. *bogs*) su vlažna staništa u kojima dominiraju različite vrste mahovina, a pre svega tresetne mahovine (*Sphagnum* spp.), a od vaskularnih biljaka niske oštrice (*Carex* spp., *Eriophorum* spp.), erikoidni patuljasti žbunovi (*Vaccinium* spp., *Andromeda polifolia*, *Kalmia polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Rhododendron groenlandicum* i druge), drveće ukorenjeno u tresetu (*Betula pendula*, *Salix aurita* i druge) i različite karnivorne biljke (*Drosera* spp., *Sarracenia purpurea*). Za tresetno zemljište je karakteristično da je pH vrednost manja od 5 (Keddy, 2010). Debljina treseta je uglavnom iznad 30 cm, a nekad dostiže i nekoliko metara i izdiže se u odnosu na okolna staništa (otud čest naziv visoke ili nadignute tresave), čime se sprečava prodiranje minerogene vode. Ove tresave, u fiziognomskom pogledu, mogu da budu otvorene i šumovite (Rydin, Jeglum, 2013).



Slika 7. Mahovinska (acidofilna) tresava (photo: Wikipedia)

Mahovinske (acidofilne) tresave, u najvećoj meri, zavise od padavina, te se zbog toga često nazivaju i **ombrotrofne tresave**. Za njihovo održavanje i funkcionisanje su značajne i podzemne vode, koje često izbijaju u vidu izvora duboko u tresetim naslagama. Te vode su siromašne nutrijentima, dok su primarna produkcija i stepen razgradnje niski, što se reflektuje taloženjem nepotpuno razloženih biljaka i formiranjem novih slojeva treseta, usled čega debljina tresetnog zemljišta raste i dolazi do formiranja **nadignutih (visokih) tresava**. Na ovim staništima su slabo izražene trofičke mreže (Brinson, 1993).

Alkalne tresave

Alkalne tresave (engl. *fens*) se odlikuju dominacijom nekih vrsta roda *Carex* (*C. davalliana*) i trava koje su ukorenjene u plitkom sloju treseta čija je pH vrednost veća od 6. Od mahovina, na ovakvim staništima se često javljaju neke vrste rodova *Scorpidium* i *Drepanocladus*. Alkalne tresave se razvijaju uglavnom na podlozi izgrađenoj od krečnjačkih stena (Keddy, 2010).

Alkalne tresave najviše zavise od pozemnih voda, u manjoj meri od površinskih tokova, dok padavine za njih gotovo da nemaju nikakav značaj (Brinson, 1993). Alkalne tresave su minerptrofna tresetišta sa vodostajem neznatno ispod, u nivou ili iznad nivoa površine zemljišta. Voda iz njih lagano ističe ili ponire u lako propusnu podlogu izgrađenu od krečnjačkih stena. Debljina formiranog treseta premašuje 30 cm, mada može da bude i manja na onim mestima gde tresava prelazi u matičnu podlogu. Ove tresave mogu da budu potpuno ravne - **topogene tresave**, ili nagnute - **soligene tresave**. Prema fiziognomiji biljnog pokrivača mogu da budu otvorene (drvenaste biljke odsutne) i šumovite tresave (drvenaste biljke čine do 25% biljnog pokrivača) (Rydin, Jeglum, 2013).

Ovako jednostavna i uprošćena klasifikacija se može primenjivati bilo gde na Svetu, ali je sasvim jasno da se njom ne mogu obuhvatiti mnoga specifična vlažna staništa, od kojih su neka karakteristična samo za određene delove Planete. Zbog toga su razvijeni drugi, kompleksniji klasifikacioni sistemi, primenljivi za područje za koje su namenjeni.



Slika 8. Alkalna tresava (photo: Wikipedia)

1.3.2 Hijerarhijska klasifikacija vlažnih staništa i dubokih voda

Klasifikaciju su razvili američki autori (Cowardin et al., 1979) za potrebe razlikovanja vlažnih staništa na području SAD. Ona podrazumeva grupisanje sličnih tipova staništa u sisteme, subsisteme, klase, subklase i dominantne tipove. Sistem je najveća hijerarhijska jedinica koja obuhvata staništa sa sličnim hidrološkim, geomorfološkim, hemijskim i biološkim osobinama. Ova klasifikacija razlikuje pet glavnih sistema - morski, estuarski, rečni, jezerski i palustrični (močvarni). U smislu najšire definicije vlažnih staništa, u ovoj klasifikaciji se kao takvi mogu posmatrati svi subsistemi u okviru palustrinskog sistema i pojedini subsistemi ili klase ostalih sistema.

Morski sistem obuhvata dva subsistema - **sublitoral** (staništa stalno potopljena dubokom vodom) i **litoral** (staništa izložena uticaju plime i oseke, kao i prskanju slanom vodom talasa). Vlažnim staništima u najširem smislu pripada litoral.



Slika 9. Laguna (photo: Wikipedia)

Estuarski sistem obuhvata sva staništa koja se nalaze u okviru estuara, odnosno zaliva i laguna koji su od dubokovodnih morskih subsistema poluzatvoreni kopnom i u kojima se morska voda povremeno razblažuje slatkom vodom koja dotiče sa kopna, ali se povremeno ističe i većim salinitetom usled evaporacije. Kao i morski, i ovaj sistem obuhvata dva subsistema - **subtidal** i **intertidal**.

Rečni sistem uključuje sva vlažna i staništa sa dubokom vodom koja se nalaze u kanalu sa tekućom vodom, bilo da je to reka ili veštački nastao kanal, izuzev vlažnih staništa u kojima dominira drveće, emerzne hidrofite i mahovine, kao i staništa sa vodom čiji je salinitet veći od 0,5‰. Obuhvata četiri podsistema: ušća u mora (delovi toka pod uticajem plime i oseke), donje stalne tokove (tokovi sa sporom vodom), gornje stalne tokove (tokovi sa brzom vodom) i povremene tokove (u nekom delu godine presuše).

Jezerški (lakustrični) sistem uključuje vlažna staništa i duboke vode sa sledećim karakteristikama: nalazi se u topografskoj depresiji ili pregrađenom rečnom kanalu, nedostaju drveće i emerzne biljke na više od 30% površine i ima ukupnu površinu veću od 8 hektara. U ovaj sistem su uključena i staništa sa manjom površinom ukoliko su jasno omeđena obalnom linijom. Obuhvata dva subsistema: limnetički (dubokovodna staništa) i litoralni (vlažna staništa).

Palustrični (močvarni) sistem obuhvata sva vlažna staništa u kojima dominiraju drveće, žbunovi, emerzne vaskularne biljke, emerzne mahovine i lišajevi, uključujući i staništa koja su u zoni plime i oseke, ali pod uslovom da je salinitet vode manji od 0.5‰. U ovaj sistem su uključena i mala vodena tela, kao što su bare.

1.3.3 Vlažna staništa u Ramsarskoj konvenciji

Za potrebe uspostavljanja Ramsarskih područja propisan je "Klasifikacioni sistem tipova vlažnih staništa (*Classification System for Wetland Type*)" koji razlikuje 42 tipa staništa grupisanih u tri kategorije - marinska obalna, unutrašnja (kopnena) i staništa koja je formirao čovek (**Tabela 2**) ([Ramsar Convention Secretariat, 2016](#)).

1.3.3 Vlažna staništa u klasifikacionim sistemima Evrope

Na području Evrope ne postoji nijedan zvanični klasifikacioni sistem koji se tiče samo vlažnih staništa, već se, u zavisnosti od potrebe, primenjuju različiti klasifikacioni sistemi koji obuhvataju sve tipove staništa, kao što su CORINE Biotopes, Palearctic habitat classification i EUNIS habitat classification. Klasifikacije su hijerarhijske i obuhvataju sve vrste staništa, pa su međusobno uporedive ([Moss, Davies, 2002, 2002a](#)).

U okviru klasifikacionog sistema **CORINE Biotopes** ([European Commission, 1991](#)) vlažna i riparijalna staništa su zastupljena u okviru nekoliko većih kategorija i podkategorija staništa:

CORINE Biotopes je klasifikacioni sistem uspostavljen za potrebe Evropske komisije u cilju zaštite ugroženih prirodnih staništa Evropske unije, kojim se unapređuje dostupnost i pouzdanost informacija o ranjivim ekosistemima. U ovom sistemu sva staništa su hijerarhijski raspoređena u 8 velikih kategorija, a u okviru svake kategorije nalazi se veći broj subkategorija koje sadrže manje klasifikacione jedinice nižih nivoa. Svakoj kategoriji, subkategoriji i nižoj klasifikacionoj jedinici do konkretnog staništa je određen klasifikacioni kod, pri čemu prvi broj označava kategoriju, a drugi subkategoriju. Niže klasifikacione jedinice su odvojene tačkom. Ovakav način kodiranja omogućava dalju podelu pojedinih tipova staništa na još niže subjedinice.

1 Obalna staništa i staništa sa halofitama

- 13 Reke u zoni plime i estuari,
- 14 Blata i peskovi,
- 15 Slane močvare i stepe;

2 Nemarinske vode

- 21 Lagune,
- 22 Stajaće slatke vode,
- 23 Stajaće brakične i slane vode,
- 24 Tekuće vode;

4 Šume

- 44 Aluvijalne i veoma vlažne šume i žbunjaci;

5. Tresave i močvare

- 51 Izdignute tresave,
- 52 Ravne tresave,
- 53 Vegetacija na rubovima vode,
- 54 Alkalofilne tresave, prelazne tresave i izvori.

PALEARCTIC Habitat Classification obuhvata vlažna i riparijalna staništa u okviru istih kategorija i subkategorija kao i CORINE klasifikacija, s tim što sadrži veći broj nižih klasifikacionih jedinica. ([Devillers, Devillers-Terschuren, 1998; Moss, Davies, 2002](#)):

Palearctic habitat classification je ustanovljena od strane Saveta Evrope kao sveobuhvatan sistem za identifikaciju staništa čitavog Palearktika, a predstavlja dopunu CORINE klasifikacionog sistema. Kodiranje staništa je isto kao u CORINE klasifikacionom sistemu.

Tabela 2. Klasifikacioni sistem tipova vlažnih staništa (Ramsar Convention Secretariat, 2016)

Marinska obalna vlažna staništa	Unutrašnja (kopnena) vlažna staništa	Vlažna staništa koja je formirao čovek
A Stalne plitke morske vode	L Stalne kopnene delte	1 Akvakulturne bare (ribnjaci)
B Morska sublitoralna zona	M Stalne reke i potoci	2 Bare
C Koralni grebeni	N Sezonske/periodične/povremene) reke i potoci	3 Irigaciono zemljište
D Stenovite morske obale	O Stalna slatkovodna jezera	4 Sezonski plavljeno agrikulturno zemljište
E Peščane, šljunkovite ili kamene obale	P Sezonska/periodična/povremena jezera (>8 ha)	5 Mesta eksploatacije soli
F Estuarske vode	Q Stalna slana/brakična/alkalna jezera	6 Akumulacije
G Litoralna blata, peskovi i slane površine	R Sezonska/periodična slana/brakična/alkalna jezera i površi	7 Kopovi
H Litoralne močvare	Sp Stalne slane/brakične/alkalne močvare/bare	8 Područja za prečišćavanje otpadnih voda
I Litoralna šumovita vlažna staništa	Ss Sezonske/periodične slane/brakične/alkalne močvare/bare	9 Kanali i odvodni kanali, jarkovi
J Brakične/slane lagune	Tp Stalne slatkovodne močvare/bare	Zk(c) Antropogeni karst i drugi podzemni hidrološki sistemi
K Slatkovodne lagune	Ts Sezonske/periodične slatkovodne močvare/bare	 <p>Biologune kod Dimitrovgrada (photo: V. Randelović)</p>
Zk(a) Karst i drugi hidrološki podzemni sistemi	U Nešumovite tresave	
 <p>Slane močvare Ucinjskih solana (photo: Wikipedia)</p>	Va Alpska vlažna staništa	 <p>Batušinačke bare kod Niša (photo: V. Randelović)</p>
	Vt Vlažna staništa tundri	
	W Vlažna staništa sa dominacijom žbunova	
	Xf Slatkovodna vlažna staništa sa dominacijom drveća	
	Xp Šumovite tresave	
	Y Slatkovodni izvori i oaze	
	Zg Geotermalna vlažna staništa	
Zk(b) Karst i drugi podzemni hidrološki sistemi		

EUNIS Habitat Classification (Davies et al. 2004) takođe obuhvata vlažna i riparijalna staništa u okviru nekoliko kategorija i subkategorija:

C Unutrašnje (kopnene) vode

- C1 Površinske stajaće vode
- C2 Površinske tekuće vode
- C3 Litoral površinskih kopnenih vodenih tela

D Močvare, tresave i ritska staništa

- D1 Izdignute i ravne tresave

EUNIS klasifikacija je sveobuhvatan panevropski sistem za identifikaciju staništa. Klasifikacija je hijerarhijska i obuhvata sve vrste staništa od prirodnih do veštačkih, od kopnenih do slatkovodnih i morskih. Tipovi staništa su identifikovani određenim kodovima, imenima i opisima.

D2 Dolinske močvare, siromašne alkalne tresave i prelazne tresave

D4 Alkalne tresave i kalcifilne izvorske tresave

D5 Ševari i trščaci, obično bez slobodne stajaće vode

D6 Kopneni slani i brakični ritovi i trščaci

E Travnja staništa i staništa visokih šaševa

E3 Sezonski vlažne i vlažne travne formacije

E5 Šumski proseci i čistine i staništa visokih zeleni

E6 Unutarkopnena slana staništa sa dominacijom trava i zeljastih biljaka

F Vrištine, žbunasta staništa i tundra

F9 Rečne i ritske šikare

G Šume i druga staništa sa drvenastim biljkama

G1 Širokolisne listopadne šume

G1.1 Rečne šume vrba, jova i breza

G1.2 Jasenovo-jovine i Hrastovo-brestovo-jasenove šume

G1.3 Mediteranske riparijalne šume

G1.4 Širokolisne ritske šume koje se ne razvijaju na kiselom tresetu

G1.5 Širokolisne ritske šume na kiselom tresetu

1.3.3 Vlažna i riparijalna staništa u Direktivi o staništima EU

Značaj i uloga vlažnih i riparijalnih staništa prepoznata je i u Direktivi o staništima Evropske unije. U Aneksu 1 Direktive svoje mesto je našlo 40 stanišnih tipova iz 6 kategorija i 11 subkategorija, koji po osobinama odgovaraju vlažnim i riparijalnim staništima (**Tabela 3**).

Direktiva o staništima (The Habitats Directive) je usvojena maja 1992. godine pod punim nazivom Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore, a ima za cilj promociju održavanja biodiverziteta u državama Evropske unije. 233 retkih i karakterističnih stanišnih tipova iz 9 kategorija i 30 subkategorija predviđeno je za zaštitu ovom direktivom (Anex 1 HD). Ona čini osnovu evropske politike zaštite prirode zajedno sa Direktivom o pticama i uspostavlja ekološku mrežu zaštićenih područja **Natura 2000**.



Osim vlažnih i riparijalnih staništa, u Direktivi se nalazi značajan broj biljnih i životinjskih vrsta od interesa za zajednicu čije očuvanje zahteva određivanje posebnih područja konzervacije (Aneks 2.) ili strogu zaštitu (Aneks 4.) koje naseljavaju ovakva staništa.

Slika 10. *Triturus cristatus* (nalazi se u Aneksima 2. i 4.) živi u četinarskim ili listopadnim šumama, a razmnožava se u manjim barama ili lokvama koje su bogato obrasle emerznom vegetacijom

1.4 Značaj vlažnih i riparijalnih staništa

Vlažna i riparijalna staništa spadaju u najproduktivnije ekosisteme na Svetu, a ujedno pružaju utočište velikom broju biljnih i životinjskih vrsta. Kao rezervati za mnoge vrste biljaka, vodozemaca, gmizavaca, ptica i sisara, ova staništa su od velikog značaja za očuvanje biološke raznovrsnosti Planete ([Ramsar Convention Secretariat, 2016](#)). Veliki značaj vlažnih staništa, a posebno tresetišta, ne ogleda se samo u njihovoj važnosti za trenutno stanje ekosistema, već su one i svedoci istorije prirode arhivirane u tresetu hiljadama godina ([BUWAL, 2002](#)).

Osim što imaju veliki opšti značaj za prirodu, vlažna i riparijalna staništa su od izuzetnog značaja za ljudsko društvo (**Slika 11**). Upravo vlažnim staništima ljudsko društvo može da zahvali na

Tabela 3. Vlažna i riparijalna staništa u Direktivi o staništima (Council Directive 92/43/EEC)

1. OBALNA STANIŠTA I STANIŠTA HALOFITA
13. Atlantske i kontinentalne slane močvare i slane livade
1310 Muljevite i peskovite obale obrasle vrstama roda <i>Salicornia</i> i drugim jednogodišnjim halofitima
1320 Sastojine roda <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimae</i>)
1330 Atlantske slane livade (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>)
1340 * Kontinentalne slane livade
14. Mediteranske i termoatlantske slane močvare i slane livade
1410 Mediteranske sitine (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420 Mediteranska i termoatlantska vegetacija halofilnih grmova (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
1430 Halofilno-nitrofilna vegetacija grmova (<i>Pegano-Salsoletea</i>)
15. Slane i sadrene kontinentalne stepe
1530 * Panonske slane stepe i slane močvare
2. OBALNE I KONTINENTALNE PEŠČANE DINE
21. Morske dine atlantskih, severnomorskih i baltičkih obala
2190 Vlažne dinske depresije
3. SLATKOVODNA STANIŠTA
31. Stajaće vode
3130 Oligotrofne do mezotrofne stajaće vode obrasle vegetacijom <i>Littorelletea uniflorae</i> i/ili <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
3160 Prirodna distrofnja jezera i lokve
3170 * Mediteranske povremene lokve
32. Tekućice - delovi vodotoka s prirodnom i poluprirodnom dinamikom (manja, srednja i velika korita) gde kvalitet vode ne pokazuje značajna pogoršanja
3220 Planinske reke i zeljasta vegetacija uz njihove obale
3230 Drvenasta vegetacija obrasla vresinom (<i>Myricaria germanica</i>) uz planinske reke
3240 Drvenasta vegetacija sa sivom vrbom (<i>Salix eleagnos</i>) uz planinske reke
3250 Mediteranski stalni rečni tokovi s vrstom <i>Glaucium flavum</i>
3270 Reke muljevitih obala s vegetacijom <i>Chenopodium rubri</i> p.p. i <i>Bidention</i> p.p.
3280 Mediteranski stalni rečni tokovi s vegetacijom sveže <i>Paspalo-Agrostidion</i> natkriveni sastojinama roda <i>Salix</i> i vrste <i>Populus alba</i>
3290 Mediteranski povremeni rečni tokovi s vegetacijom sveže <i>Paspalo-Agrostidion</i>
32A0 Sedrene barijere kraških reka u dinarskim alpima
6. PRIRODNI I POLUPRIRODNI TRAVNJACI
64. Poluprirodne vlažne livade visokih zeleni
6410 Livade <i>Molinia</i> na krečnjačkom, tresetnom ili glineno-muljevitom zemljištu (<i>Molinion caeruleae</i>)
6420 Mediteranske livade visokih zeleni <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6430 Hidrofilne rubne ravničarske, planinske i alpske zajednice visokih zeleni
6440 Aluvijalne livade <i>Cnidion dubii</i> u rečnim dolinama
6450 Aluvijalne livade borealnih četinarskih šuma
6460 Tresetasti travnjaci <i>Troodos</i>
7. TRESAVE (CRETOSI)
71. Kisela tresetišta sa vrstama roda <i>Sphagnum</i>
7110 *Aktivne izdignute tresave
7120 Degradirane izdignute tresave kod kojih je moguća prirodna obnova
7130 Kompleksne tresave (* ako su aktivne)
7140 Prelazne tresave
7150 Depresije na tresetnoj podlozi obrasle vegetacijom sveže <i>Rhynchosporion</i>
7160 Fenoskandivanski mineralni izvori i izvorski ritovi
72. Krečnjačke bazofilne tresave
7210 * Bazofilne tresave sa vrstama <i>Cladium mariscus</i> i <i>Carex davalliana</i>
7220 * Sedrotvorni izvori (<i>Cratoneurion</i>)
7230 Bazofilne tresave
7240 * Planinske pionirske sastojine sveže <i>Caricion bicoloris-atrofuscae</i>
73. Borealne tresave
7310 * Aapa tresave 7320 * Palsa tresave
9. ŠUME
91. Šume evropskog umerenog pojasa
91D0 * Tresavske šume
91E0 * Aluvijalne šume s vrstama <i>Alnus glutinosa</i> i <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)
91F0 Obalne mešovite šume sa vrstama <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>U. minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ili <i>F. angustifolia</i> , razvijene duž velikih reka (<i>Ulmion minoris</i>)

obilju fosilnih goriva koja se koriste kao izvor energije u svim sferama života. Naime, usporenim i nepotpunim razlaganjem uginulih biljaka u močvarama i tresavama, fosilizacijom je nastao ugljik. U močvarama morskih zaliva, u anaerobnim uslovima, razlaganjem planktonskih organizama nastali su nafta i zemni gas. Značajna je i uloga vlažnih staništa u prečišćavanju zagađenih voda. Takođe, vlažna staništa stabilizuju vodni balans u okolini, čime ublažavaju i poplave i sušu (Mitsch, Gosselink, 2015). Riparijalne šume sprečavaju eroziju obala, a zadržavanjem vode doprinose sprečavanju poplava (Knight, Bottorff, 1984). Vlažna i riparijalna staništa su veoma "uslužni ekosistemi" za čovečanstvo, jer pružaju širok spektar ekonomskih, socijalnih, ekoloških i kulturnih blagodeti. Usluge ekosistema se ogledaju u snabdevanju vodom, regulisanju atmosferskih gasova, zaštiti obala, očuvanju biljnih i životinjskih vrsta, pružanju različitih kulturnih, rekreativnih i obrazovnih mogućnosti (Clarkson et al, 2013). Uprkos tome što pokrivaju samo 1,5% Zemljine površine, vlažna staništa pružaju nesrazmerno visokih 40% globalnih usluga ekosistema (Zedler, Kercher 2005).



Slika 11. Značaj vlažnih i riparijalnih staništa

2. HIDROLOGIJA VLAŽNIH I RIPARIJALNIH STANIŠTA

Od svih abiotičkih faktora koji ostvaruju uticaj na ekosisteme, najveći značaj za vlažna i riparijalna staništa imaju hidrologija, odnosno voda, i edafski faktori, odnosno zemljište. **Hidrološki uslovi** su jako važni jer utiču na održavanje strukture i funkcije ovih staništa, a posebno vlažnih. Voda utiče na promenu drugih abiotičkih faktora, anaerobiozu zemljišta i dostupnost mineralnih materija, a na staništima u blizini mora i okeana i na koncentraciju soli. Skupno, svi ovi abiotički faktori utiču na kvalitet biotičke komponente ekosistema. Sa druge strane, promene u biotičkoj komponenti se odražavaju na hidrološke i druge fizičko-hemijske osobine staništa (Mitsch, Gosselink, 2015).

2.1 Značaj vode za vlažna i riparijalna staništa

Vlažna i riparijalna staništa predstavljaju prelaz između kopnenih i otvorenih vodenih ekosistema. To se ogleda u njihovom prostornom položaju između brdskih terena i vodenih sistema (reka, jezera i mora), ali i u količini vode koju skladište. Takođe, ova staništa predstavljaju granična staništa za mnoge biljne i životinjske vrste prilagođene životu u uslovima povećane vlažnosti, na koje utiču i sasvim male promene u hidrologiji (Mitsch, Gosselink, 2015). Drugim rečima, voda je kreator vlažnih i riparijalnih staništa, te je ona najvažniji uzročni faktor koji je neophodno izučiti. Na većini ovakvih staništa količina vode tokom godine, ponekad i dužih vremenskih perioda, je promenljiva, pa se uočavaju sušniji i vlažniji periodi, što najviše zavisi od količine padavina. U vreme velikih kiša ili topljenja snega ova staništa su uglavnom poplavljena, a tokom žarkih leta često u potpunosti presušuju (Keddy, 2010).

Uticaj vode na vlažna i riparijalna staništa (**Slika 12**) ogleda se u stvaranju fizičko-hemijskih uslova koji su u velikoj meri drugačiji i od dobro dreniranih terestričnih ekosistema i od dubokih vodenih ekosistema. Hidrološki putevi kao što su padavine, površinski tokovi, podzemne vode, poplave, plima i oseka su ujedno i putevi razmene energije i hranljivih materija sa susednim vodenim i terestričnim ekosistemima. Od dubine vode, obrazaca protoka, trajanja i učestalosti poplava zavisi biohemija zemljišta, a time i kvalitativni i kvantitativni sastav biocenoza ovih staništa, kao i tip staništa. Zbog svega toga, razumevanje osnova hidrologije bi trebalo da bude na repertoaru svih istraživača vlažnih i riparijalnih staništa (Mitsch, Gosselink, 2015).

2.1.1 Hidrogeomorfologija vlažnih i riparijalnih staništa

Najveći uticaj na hidrologiju vlažnih i riparijalnih staništa imaju klima i geomorfologija sliva. Sasvim je očekivano da će ovakva staništa biti zastupljenija u uslovima hladnije i vlažnije klime gde je gubitak vode isparavanjem manji, a količina padavina veća. U uslovima toplije i suvlje klime ova staništa su manje zastupljena. Geomorfologija sliva je takođe jako važan faktor.

Voda kao ekološki faktor

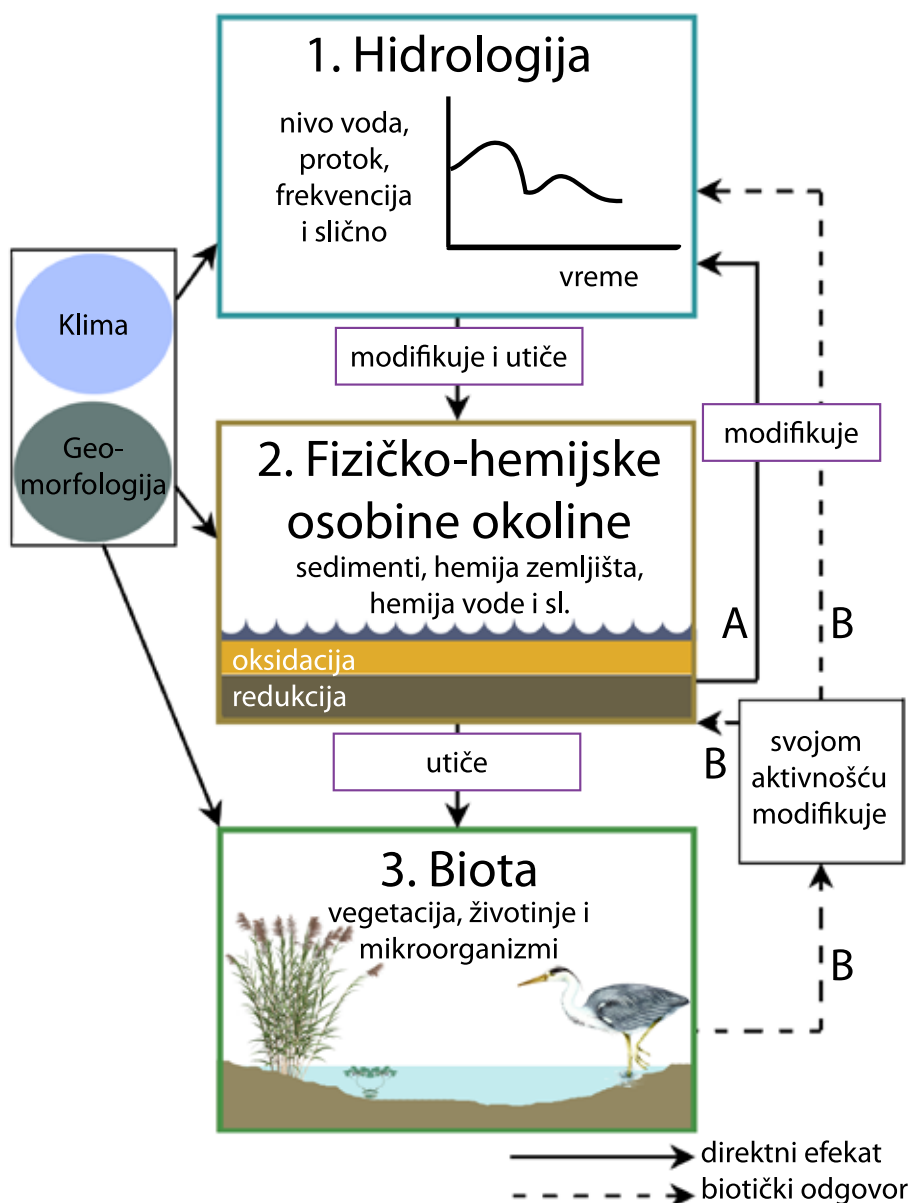
Voda je osnovna komponenta života i bez nje, aktivni životni procesi ne bi mogli da postoje. Od prvih organizama, koji su nastali u vodenoj sredini, pa do danas, živa bića su ostala apsolutno zavisna od vode. Za živi svet voda ima veliki značaj, kako u fiziološkom, tako i u ekološkom pogledu.

U fiziološkom pogledu voda je:

- jedna od osnovnih komponenti protoplazme;
- neophodni sastojak u tkivima;
- neposredni učesnik u fiziološkim procesima;
- sredina u kojoj se odvijaju sve metaboličke reakcije;
- univerzalni rastvarač koji omogućava transport različitih supstanci kroz organizam.

U ekološkom pogledu voda:

- je životno stanište mnogih organizama;
- je univerzalni rastvarač koji omogućava transport različitih supstanci kroz organizam;
- je stabilizator geofizičkih i geohemijskih procesa;
- je faktor sredine sa najvećim distributivnim značajem;
- formativno deluje na biljke i životinje.



Slika 12. Vlažna staništa: Dijagram koji ilustruje efekte hidrologije na funkcionisanje vlažnih staništa i biotske povratne informacije koje utiču na hidrologiju (putevi A i B su povratne informacije o hidrologiji i fizičko-hemijskim svojstvima vlažnih staništa) (prerađeno iz Mitsch, Gosselink, 2015)

Na strmim terenima je manja verovatnoća formiranja vlažnih i riparijalnih staništa u odnosu na ravne i blago nagnute terene. Osim toga, izolovani baseni imaju drugačiji potencijal za formiranje i održavanje vlažnih staništa u odnosu na površine na koje utiču plima i oseka. Kombinovano praćenje hidrologije, morfologije terena i klime obuhvaćeno je terminom **hidrogeomorfologija** (Mitsch, Gosselink, 2015).

Hidrologija direktno utiče na fizičko-hemijske osobine vlažnih i riparijalnih staništa (**Slika 12**), a posebno na dostupnost kiseonika i hranljivih materija, pH, prisustvo toksina, transport materija i sedimenata. Ako izuzmemo tresave, koje su siromašne hranjivim sastojcima, što se ogleda pre svega u nedostatku fosfata i azotnih jedinjenja (nitrata i nitrita), za sva vlažna i riparijalna staništa glavni izvor hranljivih materija su vode koje u njih dotiču. Isticanjem vode iz ovih staništa uklanja se iz njih biotski i abiotski materijal, kao što su rastvoreni organski ugljenik, soli, toksini i višak sedimenata i detritusa. Nanošenjem i uklanjanjem sedimenata menja se morfologija staništa, što se odražava na promenu hidrologije (**Slika 12, A**).

Promena fizičko-hemijskih osobina staništa direktno utiče na osobine biocenoze vlažnih i ripari-

jalnih staništa. Sasvim male promene hidroloških uslova dovešće do promene fizičko-hemijskih osobina, a na te promene će odreagovati živi svet, često izraženom i očiglednom promenom u sastavu i bogatstvu vrsta, što se dalje odražava i na promene u produktivnosti ekosistema. U uslovima smanjivanja količine kiseonika u sedimentu (anoksija) biljna komponenta biocenoze će se promeniti u smislu preovladavanja onih biljaka koje su prilagođene životu u uslovima anoksije. To su biljke koje imaju sposobnost transporta kiseonika iz vazdušne sredine u one delove biljke koji su uronjeni u mulj iz kojeg crpu hranljive materije neophodne za njihov rast i razvoj. Te takve biljke nazivaju se **helofite**. Ovoj grupi vaskularnih biljaka pripada relativno mali broj vrsta, jer većina biljnih vrsta ne podnosi uslove anoksije. Formiranje takvog biljnog pokrivača dalje utiče i na sastav zoocenoze. Naime, povećaće se brojnost životinja prilagođenih životu u plitkim vodama sa dobro razvijenom helofitskom vegetacijom. Mikrobiotska komponenta biocenoze je u takvim uslovima predstavljena uglavnom anaerobnim mikroorganizmima, dok aerobni organizmi opstaju samo u tankom površinskom sloju oksidovanih sedimenata i u vodenom stubu ukoliko postoji i ako je u njemu prisutan kiseonik. Kada hidrološki obrasci postanu slični iz godine u godinu, biotički strukturni i fiziološki integritet može se održati duži niz godina (Mitsch, Gosselink, 2015).



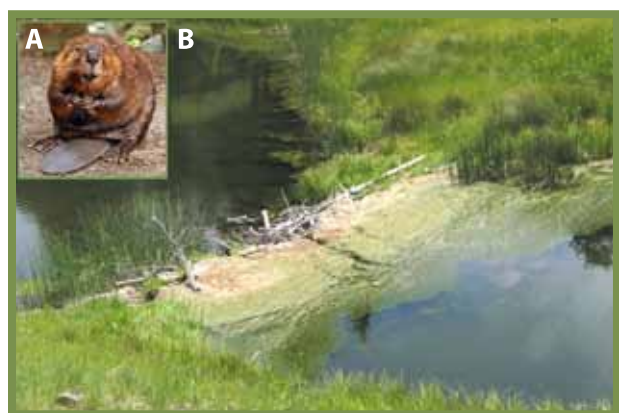
Slika 13. Bujna vegetacija ostrica utiče na formiranje vodenog kanala (foto V. Randelović)

Biotička komponenta svih ekosistema utiče na promenu fizičko-hemijskih i drugih uslova na staništu, odnosno vrši povratnu kontrolu svog fizičkog okruženja, što je jasno uočljivo i na vlažnim i riparijalnim staništima (**Slika 12, B**). Živa bića koja naseljavaju ova staništa mogu da kontrolišu hidrologiju i hemiju svog okruženja na različite načine: menjanjem morfologije terena, usporavanjem toka vode, taloženjem uginulih delova, potrošnjom kiseonika, usvajanjem mineralnih materija iz vode...

Mikroorganizmi katalizuju gotovo sve hemijske procese u močvarnom zemljištu i na taj način utiču na dostupnost hranljivih sastojaka koje biljke koriste u mineralnoj ishrani. Neki mikroorganizmi proizvode fitotoksine koji negativno utiču na biljni svet.

Najznačajniji uticaj **biljaka** na hidrologiju ogleda se u stvaranju treseta, usvajanju mineralnih materija, stvaranju senke, zadržavanju materija koje se talože, transpiraciji i proizvodnji kiseonika. Močvarna vegetacija usled velike pokrovnosti, nakupljanja sedimenata i stvaranja treseta veoma često menja, usporava ili u potpunosti prekida tok vode. Riparijalna vegetacija, koja je izgrađena od različitih drvenastih biljaka, transpiracijom može da smanji količinu vode na staništu. Na taj način se stvaraju uslovi za povećavanje brojnosti drvenastih biljaka i pojavljivanje novih drvenastih biljnih vrsta.

Najizrazitiji primer uticaja **životinja** na hidrologiju je stvaranje brana na rekama od strane dabrova (*Castor* sp.). Ove brane zaustavljaju tok vode čime se stvaraju uslovi za razvoj vegetacije u stajaćim vodama i sukcesiju ka močvarnoj, a kasnije i riparijalnoj vegetaciji.



Slika 14. Dabar (A) i dabrova brana u nacionalnom parku Yellowstone (B) (foto Wikipedia)

2.2 Poplave

Poseban značaj za formiranje vlažnih i riparijalnih staništa i biocenoza imaju poplave (**Slika 15**), čije se ciklično ponavljanje naziva **poplavnim ciklusima**. Amplituda i učestalost kolebanja nivoa vode su verovatno najvažniji faktori koji utiču na sastav i funkcionisanje vlažnih i riparijalnih staništa. Nivo vode, iznad ili ispod površine zemljišta, najočiglednije varira tokom godine, ali postoje i promene iz godine u godinu (Keddy, 2010).

2.2.1 Koncept poplavnih impulsa

Nivo vode na vlažnim i riparijalnim staništima, a samim tim i brzina protoka, menjaju se u toku godine, što u velikoj meri utiče i na sastav i dinamiku biocenoza. Periodi poplava u toku godine, koje neki autori nazivaju **poplavnim impulsima** ili impulsima visokog vodostaja (Junk et al.,



Slika 15. Poplavljeno riparijalno stanište pored Južne Morave u Srbiji (foto V. Randelović)

1989; Middleton, 2002), predstavljaju prirodne i uglavnom predvidljive događaje. U umerenom klimatskom pojasu poplavni impulsi se javljaju svakog proleća usled topljenja snega nagomilanog na planinama tokom zime. U tropskim i subtropskim predelima poplavni impulsi su posledica obilnih kiša, kao što su monsun. Veličina poplavnih impulsa je različita, ponekad jako velika, kao što je to poznato za reku Amazon, koja može promeniti nivo i do 10 m tokom jedne godine (Keddy, 2010). Iako su osamdesetih godina prošlog veka razvijeni osnovni koncepti o rečnim ekosistemima, od kojih se najčešće primenjuje **koncept rečnog kontinuuma** (RCC - *river continuum*

concept) (Vannote et al., 1980), oni u svom početku nisu uzimali u obzir dinamiku poplavnih područja, što je uslovalo izradu **koncepta poplavnih impulsa** (FPC - *the flood-pulse concept*). Ovaj koncept je razvijen upravo sa namerom da se opišu sezonske promene nivoa vode na plavljenim površinama Amazona i njihov uticaj na funkcionalnu dinamiku ekosistema i održavanje biološke raznovrsnosti (Junk et al., 1989).

Iako je u početku bio primenjivan samo za nizijska područja velikih reka tropskog pojasa, kasnije je njegova primena bila proširena i na plavne ravnice umerenog klimatskog pojasa (Junk et al., 1999, Tockner et al., 2000). Osnovni fizički uticaji u sistemima rečno-poplavnih područja umerenog klimatskog pojasa su fluvijalna dinamika, odnosno varijabilnost protoka, i temperatura, koja varira u velikom opsegu tokom godine, za razliku od tropskih reka gde je visoka i manje više konstantna. Ova dva parametra kreiraju većinu ekoloških uslova koji utiču na biološku raznovrsnost i produkciju biomase, što se dalje odražava na izgled staništa. Varijabilnost protoka zavisi od veličine reke, geologije i topografije terena, kao i od vegetacije koja je na tom području razvijena. Pošto temperatura varira tokom godine, jako je važno kada se javljaju poplave, jer od toga zavisi unos hranljivih materija i biološka produkcija. Ukoliko su poplave zimske, unos hranljivih materija je gotovo zanemarljiv ili ga uopšte nema, a stope biološke razgradnje su jako niske. Prolećne poplave uglavnom donose vode nastale topljenjem snega sa visokih planinskih vrhova, tako da su još uvek hladne. Međutim, kada ove vode dospeju u donje tokove velikih reka, njihova temperatura je znatno veća i tada se javljaju letnje poplave. Letnje poplave su praćene većim unosom hranljivih materija, dok su stope biološke razgradnje visoke, što za sobom povlači i povećanu biološku produkciju. U donjim tokovima pritoka velikih reka javljaju se i prolećne (posledica topljenja snega) i letnje poplave (posledica razlivanja vode iz reka u koje se ulivaju). U takvim rekama javljaju se vrste koje naseljavaju i hladne i tople vode, što je posledica upravo termičke heterogenosti (Tockner et al., 2000).

Periodičnost izlivanja vode iz rečnog kanala i termička heterogenost, kao i regionalna različitost staništa duž rečnih tokova, uslovljavaju razvoj biocenoza sa izraženom biološkom raznovrsnošću. Posebno je značajno to što se u biocenozama gotovo ravnopravno javljaju i hladnoljubive i toploljubive vrste. Pošto je biota, a posebno vegetacija, osnov za identifikaciju staništa, sasvim je jasno da poplave svojim uticajem na formiranje flore i faune značajno doprinose i raznovrsnosti vlažnih i riparijalnih staništa ne samo na ekosistemskom nivou, već i na nivou celokupnog pejzaža.

Poplave u toku više godina

Razlike u vodostajima su izražene i iz godine u godinu, što zavisi od promena u obrascu padavina i vremenu prolećnog otopljanja. Vodostaj će biti veći u godinama kada je veća količina padavina, odnosno tokom "kišnih godina", a impulsi poplava će se pojavljivati u skladu sa početkom

prolećnog otopljanja.

U dužim vremenskim intervalima razlike u vodostajima zavise pre svega od klimatskih promena. Dokazi o razlikama u vodostaju tokom nekoliko hiljada godina nalaze se u naslagama peska ili treseta u vidu fosilizovanih školjki i polena. Na osnovu tih dokaza može se utvrditi da su čitava jezera nastajala i nestajala tokom poslednjih 10000 godina (Keddy, 2010). Ovakve promene su neminovno bile praćene i pojavljivanjem ili potpunim nestajanjem vlažnih i riparijalnih staništa.

2.2.2 Biološke posledice poplava

Promene nivoa vode u velikoj meri utiču na biljni i životinjski svet koji se razvija na vlažnim i riparijalnim staništima. Na dubinu vode i vreme kada se dešavaju poplave posebno su osetljive životinje, dok među biljkama veću osetljivost pokazuju retke vrste.

Među **biljnim vrstama** kao karakterističan primer možemo da navedemo jezičasti ljutić (*Ranunculus lingua*) (Slika 16), za čiji rast je neophodno da njeno stanište izvestan period godine bude potopljeno. Ukoliko ovakvi uslovi iz nekog razloga (na primer, izgradnja brana i nasipa koji sprečavaju plavljenje staništa) nisu obezbeđeni, ova vrsta vremenom može u potpunosti da iščezne. Neke retke biljne vrste se razvijaju na staništima koja su deo godine pod uticajem poplava, a izvestan period provode u gotovo sušnim uslovima. Takva je loptasta šaša (*Cyperus rotundus*) (Slika 17), koja se na Balkanskom poluostrvu razvija u vegetaciji povremeno plavljenih travnjaka na peskovima oko dolinskih reka. Tokom proleća njena staništa su potpuno potopljena vodom, a krajem leta se isušuju. Na plavljenim terenima se javljaju i brojne druge biljne vrste čiji je opstanak uslovljen postojanjem vode iznad površine zemljišta makar u kratkom periodu na početku vegetacijske sezone, kao što su *Ranunculus lateriflorus* i *Eleusine alsinastrum*.



Slika 16. *Ranunculus lingua*, krajnje ugrožena biljna vrsta flore Srbije (foto V. Randelović)



Slika 17. *Cyperus rotundus*, krajnje ugrožena biljna vrsta flore Srbije (foto V. Randelović)

Broj retkih vrsta biljaka je veći ukoliko je veća površina slivnog područja, a samim tim i amplituda kolebanja nivoa vode i površina pod vlažnim livadama. Međutim, antropogeni uticaji, a posebno izgradnja brana, koja za posledicu ima promenu amplitude variranja dubine vode, često dovode do iščezavanja retkih i ugroženih vrsta sa takvih staništa. Prisustvo pojedinih vaskularnih biljaka - *Caldesia parnassifolia*, *Comarum palustre*, *Myricaria germanica*, *Ophioglossum vulgatum*, *Utricularia minor* i druge, koje su nekada naseljavale deltu Dunava, novijim istraživanjima nije potvrđeno (Doroftei et al., 2011), što može biti posledica izgradnje brana Đerdap 1 i Đerdap 2. Izgradnja brane i promena režima vodenog stuba na vlažnim staništima verovatno je uzrok iščezavanja i nekih vaskularnih biljaka koje su nekada naseljavale Vlasinsku tresavu u Srbiji (Randelović, Zlatković, 2010).

U veoma osetljiva bića na promenu režima vode na vlažnim staništima spadaju i **ptice**. Čak i veoma male promene poplavnih impulsa mogu da dovedu do nestanka ili promene brojnosti populacija ptica čiji opstanak zavisi od vode na vlažnim staništima. Vodni režim se ne odražava samo na brojnost populacija ptica, već i na sastav ornitofaune (Keddy, 2010).

Nivo vode odražava se i na uspešnost razvića populacija ptica. Jedna studija u delti Camargue (reka Rona) u južnoj Francuskoj pokazala je da su se mlade jedinke velikog flamingosa (*Phoenicopterus ruber roseus*) (Slika 18) uspešnije razvijale u godinama kada je nivo vode na vlažnim staništima bio veći (Ceziully et al., 1995). Flamingosi se hrane makroinvertebratama. Uspešnost njihovog razvića zavisi od sastava i brojnosti vodenih beskičmenjaka, na koje značajno utiče hidroperiod, odnosno dužina zadržavanja vodenog stuba, i slanost vode. Diverzitet i brojnost makroinvertebrata pozitivno su korelisani sa hidroperiodom, a negativno sa salinitetom. Hidroperiod zavisi od



Slika 18. Veliki flamingo (*Phoenicopterus ruber roseus*) (foto Wikipedia)

količine vode koju reka Rona donese svojim tokom nakon topljenja snega, odnosno u proleće, dok salinitet zavisi od plime i oseke. Klimatske promene i antropogeni uticaju skraćuju hidroperiod i samim tim povećavaju salinitet, što se negativno održava na sastav i brojnost makroinvertebrata (Waterkeyn et al., 2008), a posredno i na brojnost populacije flamingosa (Keddy, 2010).

Mnoge vrste **žaba** i **daždvenjaka** se razmnožavaju u privremenim barama i lokvama koje se formiraju u proleće, dok adulti žive u okolnim šumama. Osnovni problem sa kojim se ove životinje suočavaju je presušivanje bara, tako da su mladunci primorani na brz rast i razvoj, odnosno rapidno dostizanje zrelosti (Keddy, 2010). Smeđa žaba (*Rana temporaria*) izvan sezone razmnožavanja živi usamljeno na vlažnim staništima u blizini bara ili močvara ili u dubokoj travi. Obično je aktivna



Slika 19. Smeđa žaba (*Rana temporaria*) (foto Wikipedia) naseljava bare i vlažna staništa oko njih, gde polaže jaja (foto V. Randelović)

veći deo godine, a prelazi u stanje hibernacije u najhladnijim mesecima. Sa prolećnim otopljanjem dolazi do topljenja snega i obrazovanja manjih ili većih efemernih bara ili lokvi u kojima se adulti smeđe žabe razmnožavaju.

U vreme poplava neke vrste **riba** migriraju uzvodno i iz glavnog vodenog kanala bočno na vlažna staništa gde se mreste. Na takvim staništima im je dostupna hrana u izobilju, tako da veoma brzo rastu i distižu zrelost. Naime, u ovakvim vodama su rastvorene hranljive materije iz raspadnutih biljaka i izmeta herbivora koji su tu boravili u vreme sušnog perioda (Slika 20). To pogoduje eksplozivnom rastu bakterija, algi i zooplanktona, što zauzvrat podržava bogatu faunu vodenih



Slika 20. Herbivori doprinose povećanju količine hranjivih materija na vlažnim staništima (foto V. Ranđelović) što pogoduje šaranu (*Cyprinus carpio*), koji se tu mresti (foto Wikipedia)

insekata i drugih beskičmenjaka. Takođe, vodena i močvarna vegetacija se bujno razvijaju. Nakon povlačenja vode, ribe se vraćaju u glavni rečni kanal, a one koje ne budu u tome uspešne, ostanu nasukane i uginu, te predstavljaju hranu za neke kopnene životinje (Keddy, 2010).

Vlažna staništa pored reka su važna mnogim vrstama riba (Brown et al., 2001), pre svega zbog mresta (Molls, 1999). Ona sadrže povećane izvore hrane, a rezultat toga je povećana stopa rasta i preživljavanja u poređenju sa glavnim rečnim kanalom (Sommer et al., 2001). Najčešća vrsta u vodama Balkanskog poluostrva koja se mresti na poplavljenim vlažnim livadama je običan šaran (*Cyprinus carpio*). Ovoj vrsti pogoduju takva staništa, jer je temperatura vode viša, što doprinosi bržem sazrevanju jajašca. Gusta vegetacija i plitka voda štite jajašca od predatora, a pre svega od drugih riba (Budimir et al., 2020).

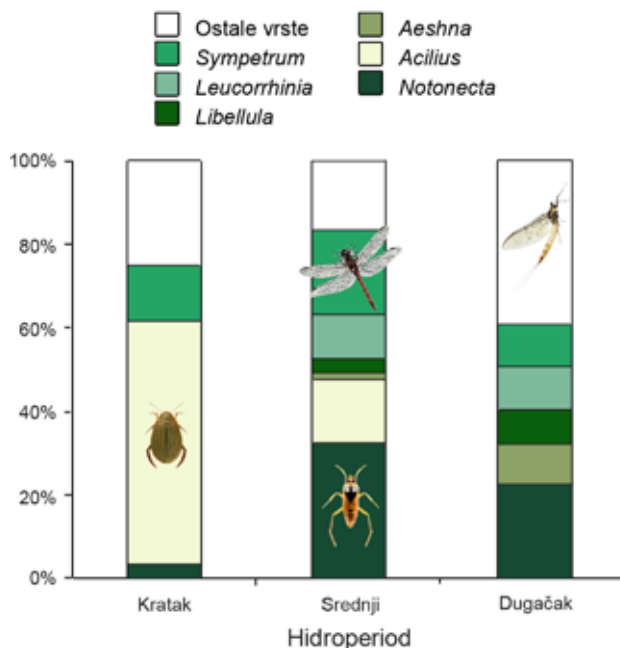
važna karika u lancu ishrane. Njima se hrane mnoge vrste riba, vodozemaca, gmizavaca i ptica. Većina makroinvertebrata, kao larve ili adulti, u toku hidroperioda naseljava dno basena, mada ima i vrsta koje su aktivni plivači (Keddy, 2010).

Sastav faune makroinvertebrata varira u zavisnosti od dužine hidroperioda (Slika 22), što je pokazala jedna studija na vlažnim staništima (Tarr et al., 2005). Vlažna staništa sa kratkim hidroperiodom uglavnom

Fauna insekata (**makroinvertebrata**), kao i svih drugih organizama, menja se sa dužinom trajanja stajaće vode, odnosno hidroperiodom. Iako im se pridaje manja pažnja pri opisivanju staništa, makroinvertebrate imaju veliki značaj, jer su



Slika 21. *Crocotthemis erythraea*, vilinski konjic na vlažnim staništima pored bara (foto V. Ranđelović)



Slika 22. Promene u sastavu faune makroinvertebrata na vlažnim staništima u zavisnosti od dužine hidroperioda (prerađeno po Tarr et al., 2005)

imaju malu površinu i često su pokrivena krošnjama drveća i grmljem, sadrže raspadnuta stabla i stelju od listova, što uslovljava pojavljivanje manjeg broja vrsta i to mahom Coleoptera, među kojima dominira rod *Acilius*. Veća vlažna staništa, sa srednjim hidroperiodom sadrže znatno veći broj vrsta makroinvertebrata, a kao dominantan javlja se rod *Notonecta* (Heteroptera). Takođe, povećava se i brojnost vilinskih konjica (Odonata). Sa povećanjem dužine hidroperioda broj vrsta je veći, pri čemu sve veći značaj imaju ostale vrste.

Hidroperiod vlažnih staništa i pravilna upotreba terminologije

Prilikom opisivanja vlažnih i riparijalnih staništa jako je važna pravilna upotreba određenih pojmova. Mitsch i Gosselink (2015) posebno ističu važnost pravilne upotrebe terminologije u vezi sa hidroperiodom. **Hidroperiod** je sezonski obrazac vodostaja vlažnog staništa i jedna je od njegovih osnovnih osobina. Karakterističan je za svaku vrstu vlažnih i riparijalnih staništa, a njegova postojanost je preduslov za njihovu stabilnost i opstanak. Hidroperiodom je definisan nivo površinskih i podzemnih voda, uključujući sve prilive i izlive vode, bilo da su u pitanju vodotokovi, izvori ili padavine. Na hidroperiod takođe utiču fizičke osobine terena, blizina drugih vodenih tela i geografski položaj.

Za kvalitativno opisivanje hidroperioda vlažnih i riparijalnih staništa se koriste brojni pojmovi, pri čemu se često neki od njih koriste pogrešno. Zbog toga je neophodno najpre precizno objasniti šta određeni pojmovi tačno označavaju. Naime, pojmovi poput **sezonski poplavljenih** ili **povremeno poplavljenih**, specifični su po svom značenju i treba ih koristiti pažljivo i sa dovoljno podataka u opisivanju hidroperioda vlažnih i riparijalnih staništa. Za močvare koje nisu trajno poplavljene, uključujući i plimne močvare, vreme provedeno u stajaćoj vodi naziva se **trajanjem poplave**. Prosečan broj poplava u određenom periodu poznat je kao **učestalost poplava**. Oba termina se koriste za opisivanje povremeno poplavljenih vlažnih staništa, bilo da su u pitanju slane priobalne močvare ili druga vlažna i riparijalna staništa.

Plimna vlažna staništa (tidal) mogu biti trajno poplavljena vodom (**subtidal**), plavljena najmanje jednom dnevno (redovno plavljena) i ona koja nisu plavljena svakodnevno (neredovno plavljena).

Neplimna vlažna staništa u odnosu na trajanje perioda poplavljenosti mogu biti:

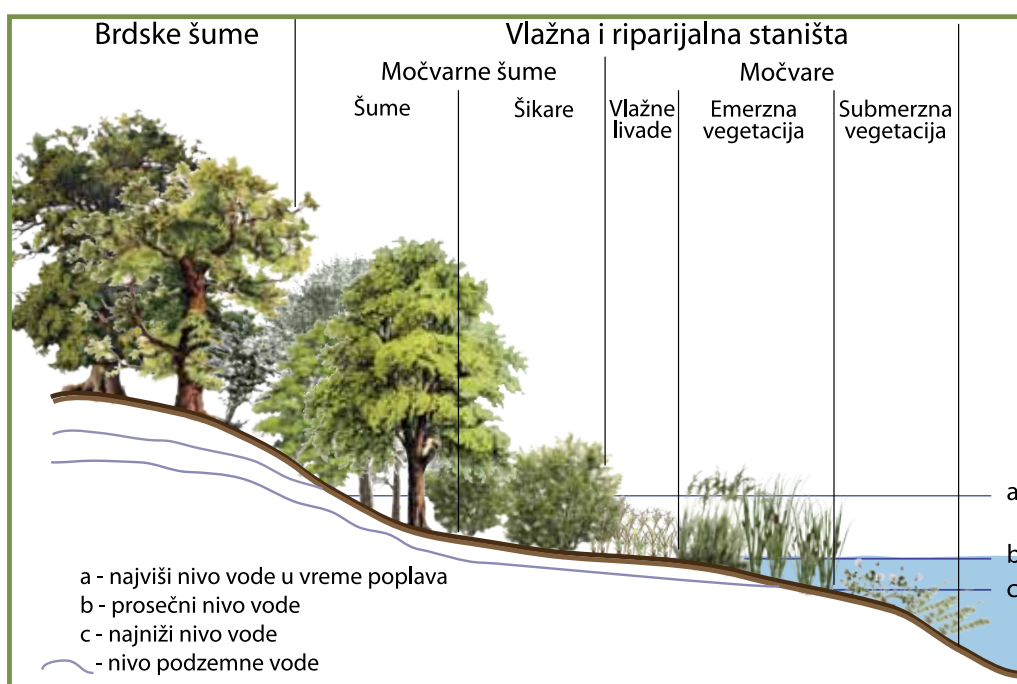
- **trajno poplavljena** - stalno poplavljena vodom tokom čitave godine i svake godine ;
- **isprekidano poplavljena** - poplavljena tokom čitave godine, osim u godinama ekstremne suše;
- **polutrajno poplavljena** - poplavljena tokom vegetacionog perioda;
- **sezonski poplavljena** - poplavljena u toku većeg dela vegetacionog perioda, ali obično bez slobodne vode pri kraju sezone razvoja vegetacije;
- **zasićena** - stajaća voda je retko prisutna, ali je podloga zasićena vodom u toku većeg dela vegetacionog perioda;
- **privremeno poplavljena** - poplavljena kratkotrajno tokom vegetacionog perioda, a vodostaj je većim delom godine znatno ispod površine zemljišta; i
- **povremeno poplavljena** - površina zemljišta je izložena površinskoj vodi tokom različitih perioda, ali bez sezonskog obrasca.



U literaturi se često pogrešno upotrebljavaju termini privremeno i povremeno poplavljena staništa. Na slici levo je prikazano stanište na lokalitetu Batušinačke bare koje je poplavljeno u toku proleća i početkom leta, a kasnije je površina bez slobodne vode i skoro suva. Takvo stanište je privremeno poplavljeno. Na slici desno je prikazano stanište na lokalitetu Vlasinsko jezero koje je poplavljeno za vreme visokog vodostaja, a ostaje bez slobodne vode za vreme ispuštanja vode za potrebe hidroelektrane, što je nezavisno od sezone. Takvo stanište je povremeno poplavljeno.

2.3 Fluktuacije nivoa vode na različitim staništima

Nivo vode na vlažnim i riparijalnim staništima se menja u zavisnosti od vremena, odnosno u toku jedne ili više godina. Promenljivost nivoa vode se reflektuje na kvalitet staništa koja se razvijaju pored nekog vodenog tela, tako da se uočava jasna vertikalna zonacija ekosistema od ivice vodenog tela prema brdskim terenima (**Slika 23**). Međutim, nivo vode se menja na različite načine u zavisnosti od izvora vode, odnosno od osobina vodenog tela pored kojeg se nalazi vlažno ili riparijalno stanište (Keddy, 2010). Iako postoje neke pravilnosti u toj dinamici, ipak je fluktuacija nivoa vode u velikoj meri različita za reke, jezera, bare, tresave, poplavne šume i druga vlažna i riparijalna staništa.



Slika 23. Vertikalno zoniranje različitih tipova staništa u zavisnosti od nivoa vode

2.3.1 Reke

Kolebanja vode u rekama je veoma izraženo. U nekim tropskim rekama ono iznosi i po nekoliko metara, kao što je to slučaj sa rekom Amazon čiji nivo može da naraste i do 10 m (Keddy, 2010). U uslovima umerenog i mediteranskog klimata, gde pojedine reke tokom leta gotovo presuše, a u proleće se često izlivaju i plave okolno zemljište, kolebanje nivoa vode je pravilo koje se ponavlja iz godine u godinu. Poslednjih godina posebna pažnja se poklanja upravo rečnim tokovima koji u toku godine potpuno presuše, što doprinosi razvoju specifične biote u kojoj se javljaju veoma retke i često endemične vrste (Stubbington et al., 2017).

Veličina promene nivoa vode, kao i dužina trajanja poplave, utiču na osobine staništa koja se kraj reka razvijaju. Na osobine staništa odražava se i morfologija terena, tako da se na plavljenim površinama često prepliće riparijalna šumska vegetacija sa močvarnom vegetacijom, pri čemu se javlja veći broj različitih fitocenoza. Po pravilu, bliže glavnom vodenom telu razvija se močvarna vegetacija u kojoj dominiraju hidrofite, dok se udaljavanjem od rečnog toka broj hidrofita smanjuje, a primat u vegetaciji preuzimaju higrofite i neke vrste drveća.

Generalno, riparijalna zona je važan deo rečnih sistema jer pruža ekotonima mogućnost za visok biodiverzitet. Osnovna karakteristika koja to omogućava je protok ili poplavni impuls reke, odnosno periodična promena od vodenog do kopnenog ekosistema (Tockner et al., 2000). Specifičnost ovih ekosistema se ogleda u prisustvu vrsta koje su prilagođene kolebanju nivoa vode. Osim toga, važno je napomenuti da riparijalna vegetacija prati i geografski gradijent od alpskih vrhova do nizinskih plavnih ravnica (Sommerwerk et al., 2009). Na planinama Balkanskog poluostrva geografski gradijent je uslovio pojavljivanje različitih tipova riparijalne i vegetacije

vlažnih staništa u različitim visinskim pojasevima. Navešćemo nekoliko karakterističnih primera. U subalpskom pojasu, na obalama planinskih potoka razvija se vegetacija u kojoj dominiraju zelena jova (*Alnus viridis*) i šleska vrba (*Salix silesiaca*) (Čolić et al., 1963, Horvat et al., 1974). Na peščanim sprudovima planinskih reka izloženim bujičnim poplavama vegetacija u kojoj je edifikator rakita (*Salix amplexicaulis*) (Sarić, ed., 1997), a kao karakteristična se javlja i vresina (*Myricaria germanica*) (Vukićević et al., 1992). Prostrane plavljene ravnice oko donjih tokova reka obrasta šumska vegetacija kojoj fiziognomiju određuju različite vrste vrba (*Salix alba*, *S. fragilis*, *S. purpurea*) i bela topola (*Populus alba*) (Sarić, ed., 1997).

Na osobine staništa pored rečnih tokova značajan uticaj ostvaruje i antropogeni faktor, a posebno izgradnja brana, akumulacija i nasipa, što je osnovni uzrok sve manjih površina pod riparijalnom šumskom, ali i močvarnom vegetacijom, koje su nekada pratile slobodno tekuće reke (Keddy, 2010). Na taj način onemogućen je razvoj mnogih životinjskih vrsta kojima ova staništa pružaju utočište i izvor hrane.



Slika 24. Poplavne šume Koviljskog-Petrovaradinskog rita su uslovljene kolebanjem nivoa vode u Dunavu (foto Wikimedia)

2.3.2 Jezera

Promena nivoa vode u jezerima zavisi od većeg broja faktora: starosti jezera, geografskog položaja, nadmorske visine na kojoj se nalaze, veličine, načina snabdevanja vodom i brzine oticanja vode, ali i od toga da li je nastalo prirodnim ili veštačkim putem.



Slika 25. *Nuphar lutea* i emerzna vegetacija u strim poplavnim jezerima (foto Wikimedia)

Poplave najveći uticaj ostvaruju na jezera koja su nastala u dolinama velikih reka, koja se zbog toga označavaju kao **poplavna jezera**. Živi svet, a posebno vegetacija, u ovim jezerima u najvećoj meri zavisi od morfologije i starosti jezera, a manje od dužine plavljenja. Starija poplavna jezera su duže vremena izložena sedimentaciji, tako da je njihov vodostaj niži, a vegetacija je bujnije razvijena. Osim toga, zbog nagomilavanja gline i mulja nastaju barijere koje zadržavaju vodu i onemogućavaju njen povratak u rečne tokove. Sediment i stalno prisustvo vode u starim jezerima osnovni su uslov za razvoj močvarne vegetacije u kojoj dominiraju emerzne biljke i flotantne hidrofite, kao što je žuti lokvanj (*Nuphar lutea*). Mlada poplavna jezera se odlikuju višim vodostajem, malom količinom sedimenta i mulja i obalama propustljivim za vodu iz glavnog rečnog toka i obrnuto, što pogoduje vegetaciji sumberznih hidrofita, pri čemu sukcesija kreće od podvodnih "livada" ptšljenčica (Van Geest et al., 2005), a najčešće vrsta *Chara globularis* i *Ch. braunii*. Osim njih, u ovim jezerima su česte i vrste *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *Potamogeton pusillus* i *P. crispus*. Starenjem jezera stvaraju se uslovi za razvoj vegetacije flotantnih hidrofita, među kojima se najpre javljaju *Potamogeton natans* i *Persicaria amphibia*. Van Geest et al. (2005) ističu i poplavna jezera u kojima se nivo vode veštački održava kao potencijalna staništa za naseljavanje invazivne hidrofite vodene kuge (*Elodea nuttallii*). Sukcesija u takvim jezerima je neprirodno zaustavljena, te se ne očekuje razvoj močvarne i riparijalne vegetacije.

U ostalim prirodnim jezerima kolebanje nivoa vode nije izraženo, a sukcesija vegetacije zavisi pre svega od sedimentacije. Promene nivoa vode su uglavnom sezonski uslovljene, tako da je vodostaj veći u vreme topljenja snega i obilnih padavina. Sukcesija vlažnih i riparijalnih staništa je usporena i potreban je duži vremenski period za prelazak u viši singenetski nivo.

Sa druge strane, u veštačkim jezerima promene nivoa vode zavise od toga za koje potrebe se ona upotrebljava. U pojedinim veštačkim jezerima nivo vode se drastično menja ispuštanjem za potrebe



Slika 26. Povremeno plavljene obale Vlasinskog jezera (foto V. Randelović)

na površinama koje su duži period bez vode dominiraju *Ranunculus flammula*, *Gnaphalium uliginosum*, *G. luteo-album*, *Crypsis alopecuroides*, *Montia rivularis* i druge (Randelović, Zlatković, 2010).

rada hidroelektrana, ali te promene nisu pravilne i periodične, odnosno nisu sezonski uslovljene. Takav režim nivoa vode uslovljava pojavljivanje različitih tipova staništa na istim površinama. Koji će se tip vegetacije razvijati zavisi pre svega od kvalitativnog sastava banke semena u zemljištu, ali i od dužine "sušnog" perioda, odnosno perioda bez vodenog stuba. Karakterističan primer je vegetacija povremeno plavljenih površina na području Vlasinskog jezera. Na površinama bliže jezeru, gde se voda duže zadržava, dominiraju *Eleocharis acicularis* i terestrične forme hidrofita kao što su *Ranunculus aquatilis*, *Potamogeton gramineus*, *Sagittaria sagittifolia* i *Persicaria amphibia*, dok

2.3.3 Bare i lokve

Poseban tip vlažnih staništa se formira u malim udubljenjima povremeno ili trajno ispunjenim vodom, koja ni na koji način nisu povezana sa rekama ili jezerima. Ovakva vodena tela se nazivaju **bare** (trajno ispunjene vodom) ili **lokve** (povremeno ispunjene vodom) (Slika 27). Ova vodena tela se vodom snabdevaju uglavnom padavinama (De Meester et al., 2005; Davies et al., 2008; Keddy, 2010). Teško je utvrditi razliku između bara i plitkih stalnih jezera, jer su im mnoge osobine zajedničke, tako da ni pokušaj da se razgraniče na osnovu površine koju zauzimaju ne daje jasne rezultate (De Meester et al., 2005). Ipak, pod jezerima se podrazumeva vodeno telo koje se vodom snabdeva uglavnom iz pritoka, dok istovremeno voda otiče nekim rečnim tokom.

U vreme velikih padavina i topljenja snega ova mala vodena tela se izlivaju i plave okolno zemljište, što stvara uslov za razvoj močvarne vegetacije. U toku sušnog perioda lokve kao efemerna mala vodena tela često presušuju, a smanjivanje nivoa vode u njima uslovilo je i razvoj specifičnog tipa vegetacije u kojoj dominiraju neukorenjujuće hidrofite, pleustofite, kao što su *Lemna minor* i *Sporodela polyrhiza*. Pleustofite su upravo



Slika 27. Lokva (foto Wikimedia)

prilagođene na izraženo kolebanje nivoa vode u lokvama, jer imaju sposobnost da se zajedno sa vodom pasivno kreću i na taj način izbegnu isušivanje dna. Sa druge strane, ukorenjujuće hidrofite, rizofite, tu mogućnost nemaju, ali se, kako ističu Müller i Deil (Müller, Deil, 2005), u lokvama ipak javljaju neke hidrogeofite, koje period bez poplava preživljavaju uz pomoć podzemnih metamorfoza stabla, kao i kratko živuće amfibijske i terestrične biljke, koje životni ciklus završavaju u periodu visokog vodostaja. U vreme kada se lokva u potpunosti osuši, na istoj površini se može razvijati terestrična vegetacija izgrađena od higro- i mezofita.

2.3.4 Tresave

Tresave su jako osjetljive na fluktuaciju nivoa vode. Za njihov opstanak je neophodno da nivo vode bude manje više stabilan, jer njegovim opadanjem može da dođe do isušivanja i nestanka tresava (Keddy, 2010). Tresave se vodom snabdevaju na dva načina, iz izvora ili tekućih voda - minerogene ili niske tresave, i iz padavina - ombrogene ili visoke tresave (Rydin, Jeglum, 2013).

Minerogene tresave nastaju akumulacijom treseta na površini vlažnog zemljišta bogatog mineralima ili u vidu biljnog pokrivača na površini vode, a nije redak slučaj da se nalazi i na površini stena (Rydin, Jeglum, 2013). Vegetacija minerogenih tresava se uglavnom sastoji iz različitih vrsta oštrica (*Carex* spp., *Eriophorum* spp.) (Randelović, 1994). Voda koja

Minerogene tresave zajedno sa vodom dobijaju i mineralne materije iz zemljišta, koje služe za mineralnu ishranu biljaka, te se ove tresave nazivaju i **minerotrofne**. Ombrogene tresave su siromašne mineralnim materijama, jer ih dobijaju iz vazduha, zajedno sa padavinama. Ove tresave se još nazivaju i **ombrotrofne tresave** (Rydin, Jeglum, 2013). Termini "minerogeni" i "ombrogeni" se odnose na hidrologiju tresava, a termini "minerotrofni" i "oligotrofni" na trofičke osobine (Bridgham et al., 1996).



Slika 28. Formiranje oligotrofne tresave zonobiomu tajge u Arhangelskoj oblasti (foto Wikimedia)

više prekriva površinu na kojoj se formira i potiskuje šumsku ili livadsku vegetaciju koja se ranije tu razvijala. Taj proces se naziva **paludifikacija** (van Breeman, 1995).

Ombrogene tresave (**Slika 28**) nastaju nakon dugotrajne akumulacije treseta čime se gubi kontakt sa vodom bogatom mineralima i potpunim prelaskom na snabdevanje vodom iz padavina. Redovno snabdevanje kišnicom je osnovni preduslov za opstanak ovakvih tresava, jer pad nivoa vode od samo 20 cm ispod površine treseta može da dovede do potpunog sušenja mahovina tresetara i drugih vrsta biljaka koje grade vegetaciju visokih tresava, što je i eksperimentalno dokazano na primeru vrste *Carex exilis* u Severnoj Americi (Santelmann, 1991).

2.3.5 Kraška polja

Vlažna staništa koja se razvijaju na kraškim poljima su posebno interesantna, pa se zbog toga na ovom mestu posebno onrađuju, uprkos činjenici da imaju mnoge osobine zajedničke sa jezerima, barama i lokvama.

Kraška polja i vlažna staništa koja se u njima razvijaju su veoma česta na planinama Balkanskog poluostrva, gde po broju prednjače Dinaridi. Ova kraška polja su podložna dugotrajnim poplavama koje su karakteristične za uslove staništa ovih



Slika 29. Blidinjsko jezero u kraškom polju Blidinje (foto Wikimedia)

jedinstvenih krajolika (Sacki et al., Eds., 2014). Većina kraških polja Dinarida u Bosni i Hercegovini odlikuje se manjim ili većim, trajnim ili povremenim vodenim telima različitih hidroloških i hidrobioloških osobina ili prostranim tresetištima. Trajna vodena tela u kraškim poljima vodom se snabdevaju od izvora, padavinama i topljenjem snega sa okolnih planina,

Estavele su hidrološki kraški oblici sa dvosmernim kretanjem vode, pri čemu za vreme visokog vodostaja i obilnih padavina imaju osobine vrela, a pri niskom nivou vode postaju ponori (Ballian, 2018).



dok pritoka uglavnom nemaju, a gube je najčešće oticanjem kroz ponore.

Trajna i relativno prostrana vodena tela javljaju se u Dugom polju (Blidinje jezero) (**Slika 29**), Kupreškom polju (ledničko Kukavičje jezero) i Lušci polju (estavela Bobijaško oko). U Livanjskom polju se nalazi najveće vlažno stanište Bosne i Hercegovine, močvara Ždralovac, poznata po privremenom boravku ždralova (*Grus grus*) (**Slika 30**) (Ballian, 2018).

Vlažna staništa u ovim kraškim poljima najviše zavise od nivoa vode u vodenim telima. Najčešće se razvija vegetacija močvarnih helofita, kao što su trska (*Phragmites australis*) i rogoz (*Typha latifolia*), visokih (*Carex elata*) i niskih oštrica (*Carex* spp., *Eriophorum* spp.) (Bronner, 2014).

Slika 30. Ždral (*Grus grus*) (foto Marek Szczepanek, Wikimedia)

2.3.6 Riparijalna šumska staništa

Visok nivo vode u dužem vremenskom periodu sprečava razvoj riparijalnih šumskih staništa. Od nivoa vode zavisi gde će se nalaziti donja granica šume i gornja granica vlažnih livada, što u velikoj meri zavisi i od vrste drveća, mada je vrlo malo vrsta koje mogu tolerisati trajno plavljenje (Kozłowski, 1984). Ukoliko su periodi plavljenja kraći, a nivo podzemnih aluvijalnih voda dovoljno visok, postoje uslovi za razvoj veoma bujne šumske vegetacije. Floristički sastav ovih šuma zavisi upravo od dužine plavljenja i od nivoa podzemnih voda.

Na prvoj rečnoj terasi, koja je redovno plavljena svake godine i na kojoj se voda duže zadržava, a tokom cele godine je visok nivo podzemnih voda, razvijaju se krajrečne aluvijalne šume različitih vrsta vrba (*Salix* spp.) i topola (*Populus alba*, *P. nigra*) (**Slika 31**). Značajne površine pod aluvijalnim šumama, koje se često nazivaju i ritske, zauzimaju i šume crne (*Alnus glutinosa*) i bele jove (*Alnus incana*) (Sarić, ed., 1987).



Na drugoj rečnoj terasi, gde je dužina trajna poplava kratka, a pojedinih godina u potpunosti izostaje, razvijaju se aluvijalne šume tvrdih lišćara u kojima edifikatorsku ulogu imaju lužnjak (*Quercus robur*) i uskolisni jasen (*Fraxinus angustifolia*). Na površinama gde je nivo podzemnih voda izuzetno visok, u ovim šumama se javljaju i elementi higrofilnih dolinskih livada, kao što je *Deschampsia caespitosa* (Sarić, ed., 1987).

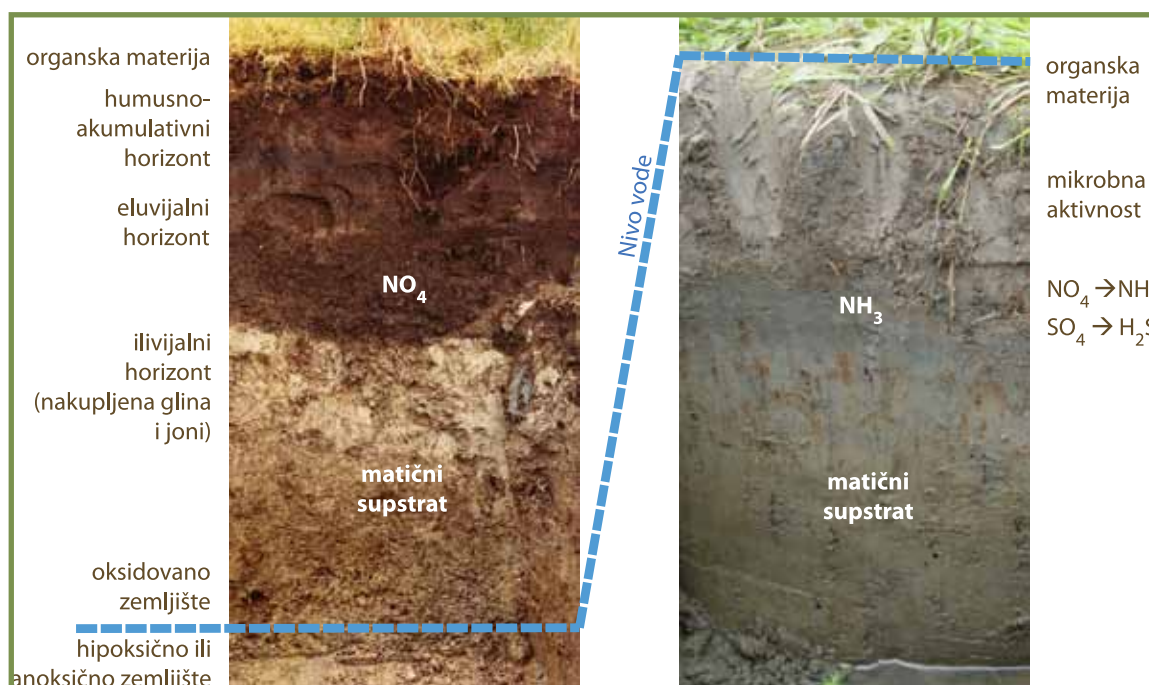
Slika 31. Aluvijalne vrbove šume u Koviljskom ritu u Vojvodini (foto Wikimedia)

Uređivanje rečnih tokova, izgradnja nasipa i brana, u znatnoj meri su izmenili predeone karakteristike rečnih obala, tako da su aluvijalne šume u velikoj meri potpuno uništene (Sarić, ed., 1987).

3. ZEMLJIŠTE VLAŽNIH I RIPARIJALNIH STANIŠTA

Zemljište je abiotički faktor koji u velikoj mjeri utiče na kvalitet vlažnih i riparijalnih staništa. To su **hidromorfna zemljišta** koja nastaju u odsustvu kiseonika (Keddy, 2010) i u uslovima zasićenja vodom, zbog čega se označavaju i kao **hidrogena zemljišta** (Gračanin, 1955). Anaerobni uslovi i zasićenje vodom dovode do procesa redukcije, odnosno gleizacije zemljišta (Pavlović et al., 2017), što se odražava na sastav biocenoze.

Tipična zemljišta sušnih staništa imaju male količine organskih materija u blizini površine (**O** horizont), ispod kojih se nalazi humusno-akumulativni sloj (**A** horizont). Ispod ovog sloja nalazi se eluvijalni horizont (**E** horizont), kroz koji se transportuju joni do iluvijalnog horizonta (**B** horizont), gde se nakupljaju zajedno sa glinom. Poslednji sloj koji naleže na matičnu stenu (**R** horizont) je usitnjeni matični supstrat (**C** horizont). Ispod **R** horizonta nalazi se sloj anoksičnog zemljišta (**G** horizont). Za razliku od zemljišta sušnih staništa, tipična zemljišta vlažnih staništa, često označavana kao močvarna, izgrađena su samo od dva horizonta, sloja organskih materija (**O** horizont) ili tresetno-akumulativnog (**A/T** horizont), i moćnog sloja usitnjenog matičnog supstrata (G-horizont) (Slika 32) (Čirić, 1989; Keddy, 2010).



Slika 32. Uporedni prikaz tipičnog zemljišta sušnih staništa i tipičnog zemljišta vlažnih staništa

3.1 O-horizont

Uobičajena karakteristika močvarnih zemljišta je dobro razvijen **O** horizont, koji nastaje zbog sporog razlaganja obilnog biljnog materijala koji raste u okruženju. U zavisnosti od stepena razloženosti biljnog materijala, odnosno procentualnog učešća biljnih vlakana u ovom horizontu, razlikuju se tri termina za opis organskog sloja u močvarama: **saprični** organski sloj ili blato (jako humifikovani, odnosno razloženi biljni delovi), **hemični** organski sloj ili prljavi treset (srednje razloženi biljni delovi) i **fibrični** organski sloj ili treset (vlaknasta struktura zemljišta, slabo humifikovani biljni delovi) (Presley et al., 2016).

Zemljište kao ekološki faktor

Zemljište čini tanak površinski sloj Zemljine kore ili litosfere kao spoljnog omotača Planete. Sloj zemljišta se često označava i terminom **pedosfera**.

Zemljište deluje kao kompleks ekoloških faktora na sve organizme koji se nalaze na ili u njemu, s obzirom da uticaji dolaze kako od njegove abiotičke (stene, minerali, voda i vazduh u zemljištu), tako i od biotičke (mikro- i makroorganizmi ili određeni biljni delovi) komponente.

Zbog toga ono predstavlja kompleks ekoloških faktora, koji su označeni kao edafski ekološki faktori.

U edafske ekološke faktore spadaju:

- fizičke osobine zemljišta (boja, vlažnost, rastresitost, dubina);
- granulometrijska struktura, odnosno veličina zemljišnih čestica; i
- hemijski sastav zemljišta (sadržaj mineralnih soli i prisustvo organskih materija).

Anaerobni uslovi u organskom sloju posledica su poplava ili visokog nivoa podzemnih voda, koje dopiru do površine zemljišta (Ćirić, 1989).

Uzrok niskog nivoa kiseonika (O_2) je mala brzina njegove difuzije u vodi, a time i u poplavljenim zemljištima. Kiseonik i drugi gasovi difunduju mnogo brže u vazduhu nego u vodi. Usled toga, kiseonik se iscrpljuje iz poplavljenih zemljišta u procesu disanja biljaka i mikroorganizama zemljišta, pri čemu dolazi do nedostatka (**hipoksija**) ili potpunog odsustva kiseonika (**anoksija**). U nedostatku kiseonika oksidacija organskih materija prestaje, a populacije mikroorganizama počinju da menjaju jonski sastav u zoni korenja (Keddy, 2010).

3.2 Vlažna staništa se karakterišu procesima redukcije u zemljištu

Zemljišta koja se odlikuju prekomernim vlaženjem podzemnim vodama nazivaju se **hipoglejna zemljišta**. Kolebanje nivoa vode u ovim zemljištima je minimalno, a lateralno kretanje vode je usporeno, tako da je

obnavljanje kiseonika otežano, što doprinosi da su redukcioni uslovi jako izraženi, te dolazi do oglejavanja. Redukcija u glejnom horizontu je mikrobiološki proces u kojem učestvuju anaerobne bakterije. Ove bakterije neposredno redukuju gvožđeva jedinjenja ili proizvode redukovana jedinjenja (CH_4 , H_2S) koja kao aktivni akceptori kiseonika redukuju gvožđeva jedinjenja. Redukovana gvožđeva jedinjenja imaju plavu ili zelenu boju, što se odražava na boju močvarnog zemljišta koja može da bude sivkasto-zelenkasta ili plavičasto-zelenkasta (Ćirić, 1989).

U vreme poplava i zasićenosti zemljišta vodom veoma brzo, za nekoliko dana, nestaju kiseonik (O_2) i nitrati (NO_3), a akumuliraju se gasovi poput metana (CH_4), vodonik-sulfida (H_2S) i amonijaka (NH_3). Takođe, raste koncentracija redukovanih jona gvožđa (Fe^{2+}). Organizmi koji žive na vlažnim staništima imaju najmanje tri metabolička problema koje moraju da rešavaju: nedostatak kiseonika, prisustvo toksičnih gasova i visoke koncentracije atipičnih jona (Keddy, 2010).

3.3 Klasifikacija hidromorfnih zemljišta

Zemljišta koja pripadaju redu hidromorfnih odlikuju se privremenim, povremenim ili trajnim vlaženjem celog ili većeg dela zemljišnog profila. Geneza i svojstva hidromorfnih zemljišta uglavnom zavise od hidrološkog režima koji uključuje: izvore vode i način prekomernog vlaženja, koja zona u profilu je zahvaćena vlaženjem i trajanjem prekomernog vlaženja (Pavlović et al., 2017). Hidromorfna zemljišta se dele na pet klasa (Tab. 4).

Pseudoglej je zemljište u kojem se smenjuju sušni i vlažni period, a naziv je nastao upravo iz potrebe da se istakne razlika od glejnih zemljišta, koja su tokom čitave godine zasićena vodom. Dubina propusnog sloja ovog zemljišta je do oko 40 cm, a ispod njega se nalazi nepropusni sloj uglavnom od gline (**Bg** horizont). Pošto zavisi od atmosferskog taloga, ovaj tip zemljišta se najčešće javlja u uslovima humidne klime u umerenom klimatskom pojasu. Opšti tim zemljišnog profila je **A-Eg-Bg-C** (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017). U riparijalnim šumama, debljina



Slika 33. Pseudoglej (foto Wikipedia)

Tabela 4. Klasifikacija hidromorfnih zemljišta (prema Pavlović et al., 2017)

Klasa 1. Zemljišta u kojima kišnica stagnira, sa A-Eg-Bg-C horizontima Pseudoglej (pseudopodzol)
Klasa 2. Inicijalna hidromorfna zemljišta sa (A)-G ili (A)-C horizontima Fluvisol (recentni rečni ili aluvijalni nanosi)
Klasa 3. Semiglejna zemljišta sa A-C-G horizontima Humofluvisol (fluvijalno livadsko zemljište)
Klasa 4. Hipoglejna zemljišta sa A-G horizontima Humoglej (močvarna ili ritska crnica; molični fluviglej) Euglej (močvarni glej)
Klasa 5. Tresetna zemljišta sa T-G horizontima Planohistosol (treset niskih močvara) Akrohistosol (treset visokih močvara; mahovinski treset) Plano-akrohistosol (treset prelaznih močvara)

humusnog horizonta (**A**) je od 5-10 cm, a u vlažnim livadama od 15-25 cm (Pavlović et al., 2017). Ispod humusnog sloja nalazi se **g** horizont, koji nastaje pod uticajem stagnirajućih površinskih voda uz naizmenično smenjivanje mokre i suve faze. Ovaj horizont se poklapa sa **E** horizontom, pa se zbog toga označava sa **Eg**. Nepropusni sloj izgrađen od gline (**Bg**) oslanja se na rastresiti matični supstrat (**C**) (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).



Fluvisol (*fluvius*-reka) ili aluvijalni nanos je zemljište koje je nastalo u priobalnom delu reke, gde se taloži uglavnom grublji materijal. Granulometrijski sastav ovog zemljišta je različit, što zavisi od intenziteta poplava. Veoma često se, jedan preko drugog, talože raznovrsni nanosi - na primer pesak preko šljunka, a ponekad i novi nanosi preko već formiranog humusnog sloja, što doprinosi nastanku fosilnih horizonata. Fluvisoli se nalaze pored svih većih reka. Na zemljišnom profilu se uočavaju dva horizonta, biološki aktivan površinski, odnosno inicijalni horizont (**A**) i glejni horizont (**G**) ili rastresiti matični supstrat (**C**). Na suvljim rečnim terasama, na fluvisolima se razvijaju bela topola (*Populus alba*) i bela vrba (*Salix alba*), a sa porastom vlaženja nastupaju crna topola (*P. nigra*) i jova (*Alnus glutinosa*) (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).

Slika 34. Fluvisol (foto Wikipedia)

Humofluvisol ili fluvijalno livadsko zemljište se formira na višim rečnim terasama gde usled smanjenog intenziteta sedimentacije dolazi do formiranja humusnog horizonta. Na pedogenetske procese u ovom zemljištu utiče velika biogena akumulacija ispod mezofitske livadske vegetacije i usled vlaženja kroz atmosferske, podzemne i povremeno poplavne vode. Vegetacija šuma i livada je ovde sekundarna i javlja se nakon krčenja šuma, ali ima jednak uticaj na pedogenetske procese. Na površinama sa ovim zemljištem poplava traje manje od 30 dana, a podzemne vode su na oko jedan metar dubine. Ispod humusnog **A** horizonta i glejnog **H** horizonta nalazi se **C** horizont bez značajnijih znakova gleizacije. Dubina humusa **A** horizonta je 10–20 cm. Prirodnu vegetaciju na ovom zemljištu čine šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), jasena (*Fraxinus angustifolia*, *F. excelsior*) i brešta (*Ulmus minor*). Sekundarna vegetacija je predstavljena vlažnim livadama (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).

Humoglej ili ritska crnica je zemljište bogato humusom, koji mu daje crnu boju. Razvija se na matičnom supstratu bogatom kalcijum-karbonatom. Podzemna voda je stalno prisutna, ali nikada do površine zemljišnog profila, a njeno kolebanje iznosi i više od jedan metar. Humusni horizont je natopljen vodom do leta i u to vreme u njemu vladaju anaerobni uslovi. Kasnije, tokom leta se osuši se osuši, uslovi postaju aerobni, a humifikacija intenzivnija, što dovodi do formiranja zrelog humusa. Ova pojava je izraženija ukoliko postoje meliorativni kanali. Debljina humusnog, **A** horizonta iznosi od 40 do 70 cm. Ispod humusnog sloja nalazi se **G** horizont

podeljen na dva podhorizonta - **Gso** podhorizont u zoni fluktuacije podzemnih voda, u kojem je proces oglejavanja izražen, i **Gr** podhorizont, koji je povezan sa matičnim supstratom. Vegetacija na humogleju je vlažna šuma uskolisnog jasena (*Fraxinus angustifolia*), hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), jove (*Alnus glutinosa*) i vrbe (*Salix alba*) (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).

Euglej (*eu* - pravi) ili močvarni glej se razvija na terenima koji su stalno potopljeni vodom, te su procesi oglejavanja najintenzivniji. Ova zemljišta su vezana za reljefske depresije, u kojima se nalaze deblji slojevi podzemne vode, čiji se nivo veoma malo koleba. Zbog anaerobnih uslova koji vladaju na ovakvim terenima, osnovni pedogenetski procesi koji utiču na hemijske osobine zemljišta su oglejavanje i anaerobna transformacija organskih ostataka. Na zemljišnom profilu se uočavaju dva horizonta - humusno-akumulativni, **A** horizont, i **G** horizont. Slično humogleju, i kod eugleja je **G** horizont podeljen na dva podhorizonta - **Gso**, koji se poklapa sa zonom fluktuiranja vode, i **Gr**, koji se poklapa sa zonom stagnacije vode. Vegetacija koja se razvija na ovom zemljištu je hidrofilna, a njen floristički sastav zavisi od stepena mineralizacije vode. Ukoliko je voda slabo mineralizovana, razvija se vegetacija mahovina, oštrica, breze i drugih biljaka, a ukoliko je jače mineralizovana, dominaciju



Slika 35. Euglej (foto Wikipedia)

preuzimaju oštrice iz roda *Carex*, jova (*Alnus glutinosa*) i druge. Potencijalna šumska vegetacija je okarakterisana belom vrbom (*Salix alba*) (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).

Klasa **tresetnih zemljišta** se odlikuje neprekidnom stagnacijom vode u čitavom zemljišnom profilu i trajnim anaerobnim uslovima. Stalno prisustvo vode omogućava razvoj veoma bujne hidro- i higrofilne vegetacije, a anaerobni uslovi onemogućavaju potpuno razlaganje uginulih biljnih delova, usleđ čega se nagomilavaju na površini u vidu treseta, odnosno **T** horizonta. U zavisnosti od nadmorske visine, tipa vegetacije čijim razlaganjem nastaje i demljine tresetnih naslaga razlikuju se tri tipa tresetnog zemljišta - planohistosol, akrohistosol i plano-akrohistosol.

Planohistosol (*planus* - ravan, *histos* - tkivo) ili barsko tresetno zemljište se razvija u zabarenim reljefskim depresijama ili jezerima obraslim barskom vegetacijom. Ovakvi tereni se u literaturi često označavaju kao ravna tresetišta. Prirodnu vegetaciju čine trska (*Phragmites australis*), rogoz (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*), različite oštrice (*Carex acuta*, *C. riparia*, *C. vulpina* i drugi), močvarni rastavić (*Equisetum fluviatile*) ježinac (*Sparganium erectum*), različite mahovine i druge hidro- i higrofilne biljke (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017). U zavisnosti od tipa vegetacije čijim nepotpunim razlaganjem nastaje, barsko tresetno zemljište može da bude Phragmitetum-treset, Typhaetum-treset, Caricetum-treset i Equisetetum-treset (Randelović, Zlatković, 2010). Tresetni ili **T** horizont je različite debljine, uglavnom do 50 cm, a ispod njega leži glejni horizont sa izraženo redukcionim osobinama (Ćirić, 1989).

Akrohistosol (*acros* - visok, *histos* - tkivo) ili mahovinsko, izdignuto ili tresetno zemljište nastaje nepotpunim razlaganjem mahovina iz roda *Sphagnum*. Tresetni sloj stalno raste u visinu, pri čemu se formiraju tresetne humke, odnosno visoke ili izdignute tresave. Nastanak ovog zemljišta je uglavnom uslovljen klimom, odnosno niskim temperaturama, velikom količinom padavina i visokom vlažnošću vazduha. Na ovom zemljištu dominantan tip vegetacije je okarakterisan mahovinama iz roda *Sphagnum* (Ćirić, 1989; Pavlović et al., 2017).



Slika 36. Ploveće ostrvo izgrađeno od mahovinskog treseta na Vlasinskom jezeru (foto V. Randelović)

Plano-akrohistosol ili prelazno tresetno zemljište nastaje evolucijom barskog tresetišta u mahovinsko (Ćirić, 1989). Istovremeno, i vegetacija koja se razvija na ovakvom zemljištu je prelaznog karaktera, pri čemu dominiraju različite vrste oštrica iz rodova *Carex* (*C. nigra*, *C. flava*, *C. lasiocarpa*, *C. echinata*, *C. curta* i druge) i *Eriophorum* (*E. latifolium*, *E. angustifolium*) (Randelović, Zlatković, 2010).

3.4 Hemijski elementi vlažnih zemljišta u biogeomijskim ciklusima

Biogeohemijski ciklusi

Stalna razmena hemijskih elemenata između vazduha, zemljišta, vode i živih bića u biosferi odvija se u procesima koji se nazivaju **biogeohemijski ciklusi**. (Lakušić et al., 2015).

Vlažna staništa imaju veoma značajno mesto u globalnim biogeohemijskim ciklusima, a posebno u biociklusima ugljenika, azota, fosfora i sumpora.

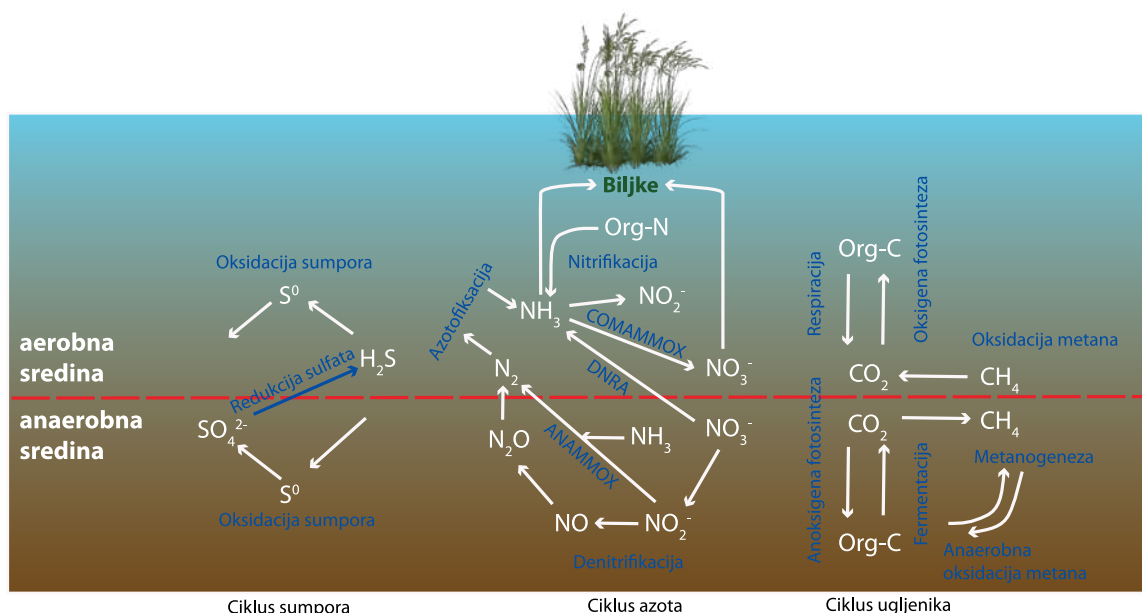
Ugljenik (C) je sastavni element svih organskih jedinjenja. Do zemljišta vlažnih staništa on dospeva u vidu organskih materija sa okolnih uzdignutih terena ili iz biljaka koje rastu na tim staništima. Ukoliko ima dostupnog kiseonika, organske materije se razlažu, a

oslobađa se ugljen-dioksid (CO_2), dok u nedostatku kiseonika, u procesima razgradnje nastaje metan (CH_4). Metan može da difunduje u atmosferu, gde postaje veoma moćan gas sa efektom staklene bašte. Sa druge strane, neki mikroorganizmi, a pre svega arheobakterije (Archaea), u svom metabolizmu mogu da koriste metan. Organska materija koja se ne razloži, a time i ugljenik, skladište se u zemljištu u različitim oblicima, uključujući i treset (Keddy, 2010).

Azot (N) do vlažnih staništa dospeva kao sastavni element organskih jedinjenja iz okolnih kopnenih ekosistema ili u obliku nitrata (NO_3^-). Raspadanjem organskih jedinjenja u anaerobnim uslovima nastaje amonijak (NH_4^+), a proces se naziva amonifikacija. U blizini površine zemljišta, gde vladaju aerobni uslovi, u procesu oksidacije amonijaka nastaju nitrati. Ovaj proces se odvija uz pomoć hemoautotrofnih bakterija. Amonijak obično difunduje iz dubljih slojeva zemljišta, gde vladaju anoksični uslovi, u gornje slojeve, dok nitrati difunduju u donje slojeve zemljišta. Na taj način azot se akumulira i vlažnom zemljištu (Keddy, 2010).

Fosfor (P) do vlažnih staništa stiže u sedimentu i biljnim otpadom. Za razliku od azota, fosfor nema gasovitu fazu, a u toku mikrobioloških procesa se ne dešavaju promene u valentnosti (Keddy, 2010).

Sumpor (S) do vlažnih staništa stiže kao organski otpad ili sa padavinama. Ciklus sumpora je sličniji ciklusu azota sa višestrukim transformacijama u mikrobiološkim procesima. U prisustvu kiseonika, razgradnjom organske materije kao jedan od proizvoda nastaje SO_4^{2-} . U odsustvu kiseonika, nastaje H_2S . Gradijent koncentracije dovodi do difuzije SO_4^{2-} u dublje slojeve zemljišta, gde se pod uticajem anaerobnih mikroorganizama transformiše u H_2S , dok H_2S difunduje naviše i oksidiše se. H_2S takođe može da difunduje u atmosferu ili da reaguje sa organskom materijom. Difuzija H_2S u atmosferu objašnjava neugodan miris pokvarenih jaja koji se ponekad primećuje u močvarama (Keddy, 2010).



Slika 37. Biogeohemijski ciklusi u sedimentu močvarnih staništa (DNRA - redukcija nitrata u amonijum; COMAMMOX - oksidacija amonijaka u prisustvu aerobnih bakterija; ANAMMOX - oksidacija amonijaka u prisustvu anaerobnih bakterija) (prerađeno po Urakawa, Bernhard, 2017)

4. BIODIVERZITET VLAŽNIH I RIPARIJALNIH STANIŠTA

Znanja o **biodiverzitetu** u nauci se akumuliraju od onog trenutka kada je uočena raznovrsnost u živom svetu. Ipak, do eksplozije interesa za različite aspekte biodiverziteta je došlo tek u poslednjoj deceniji prošlog veka, nakon usvajanja Konvencije o biološkoj raznovrsnosti. Iako su vlažna i riparijalna staništa opsežno istraživana sa aspekta ekologije, upravljanja, očuvanja i restauracije, pitanja vezana za biodiverzitet su uglavnom bila zanemarevana (Maltby, Barker, 2009).

4.1 Ekosistemski diverzitet

Vlažna i riparijalna staništa se odlikuju velikom raznovrsnošću, što se ogleda i u brojnim pristupima u njihovoj klasifikaciji. Ova staništa mogu da se klasifikuju na osnovu hidrologije, geomorfologije, hemije vode, osobina zemljišta, dominantnog tipa vegetacije i klimatskih karakteristika (Finlaison, van der Valk, 1995). Ranije su prikazane neke od klasifikacija iz kojih se uočava kolika je raznovrsnost ovih ekosistema. Ukoliko se posmatraju doline velikih reka, jasno je uočljiva smena različitih ekosistema od izvora do ušća, ali i po širini poplavne površine. Raznovrsnost je uočljiva i na lokalnom nivou, gde različiti ekosistemi grade prave mozaik-komplekse (Maltby, Barker, 2009).

Ekosistemskom diverzitetu će biti posvećeno posebno poglavlje u ovoj knjizi (5. Klasifikacija vlažnih i riparijalnih staništa).

4.2 Specijski diverzitet

Raznovrsnost

(Maltby, Barker, 2009)

Biodiverzitet

Biodiverzitet ili biološka raznovrsnost je sve-ukupnost gena, vrsta i ekosistema na Zemlji. Kao rezultat evolutivnih procesa, biodiverzitet se realizuje kroz tri osnovna nivoa - genetičkom, specijskom i ekosistemskom (Stevanović, Vasić, 1995).

Konvencija o biodiverzitetu

Konvencija o biološkoj raznovrsnosti (*Convention on Biological Diversity, CBD*) usvojena je na konferenciji o životnoj sredini u Rio de Žaneiru, koja je održana 5. juna 1992. godine. Naredne godine, taj dan je proglašen Svetskim danom biodiverziteta.

