

Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet Varaždin

Lucija Baić i Valentina Kraš

**Mogućnosti korištenja samoniklih vodenih i močvarnih biljnih
vrsta u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadne vode**

Zagreb, 2015.

Ovaj rad je izrađen na Grottehničkom fakultetu u Varaždinu pod vodstvom doc. dr. sc. Zvezdane Stančić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2014./2015.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
<u>2. CILJEVI RADA.....</u>	<u>6</u>
3. PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA.....	7
3.1. Vrste otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka	7
3.2. Načini obrade otpadnih voda.....	7
3.3. Biljni uređaji – umjetni močvarni ekosustavi.....	8
3.4. Vrste biljnih uređaja.....	9
3.5. Vodene i močvarne biljke i supstrat.....	11
3.6. Kisik u biljnom uređaju.....	12
4. VODENA I MOČVARNA FLORA I VEGETACIJA.....	13
4.1. Vodene i močvarne biljke.....	13
4.2. Močvarni ekosustavi	14
4.3. Vodena i močvarna staništa prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske	14
4.3.1. Hidrofitska staništa slatkih voda	14
4.3.2. Obrasle obale površinskih kopnenih voda i močvarna staništa.....	16
5. METODE RADA.....	23
5.1. Selekcija vodenih i močvarnih biljaka	23
5.2. Visina biljaka	23
5.3. Dubina korijena.....	23
5.4. Životni oblici	24
5.4. Oblici rasta	24
5.5. Florni elementi.....	25
5.6. Kategorije ugroženosti	25
5.6.1. Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske.....	26

5.6.2. Bernska konvencija	26
5.6.3. Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta (Direktiva o staništima).....	27
5.7. Dubina vode na staništu	27
5.8. Ekološki indeksi	27
5.9. Fitocenološka pripadnost.....	29
6. REZULTATI	30
6.1. Samonikle vodene i močvarne biljke koje se mogu koristiti u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda	30
6.2. Visina biljaka	71
7. RASPRAVA	86
8. ZAKLJUČCI.....	93
9. LITERATURA	95
10. SAŽETAK	98
11. SUMMARY.....	99

1. UVOD

Voda je osnovni uvjet održavanja života, stoga je važno utvrditi potrebe čovjeka za vodom i načine njena iskorištavanja. Iskorištavanje vode od početka ljudske civilizacije na Zemlji upućuje na stupanj razvijenosti društva. (Tušar, 2004)

Razvoj industrije i tehnike uvjetovao je znatno bolji standard i udobniji život, a to se posebno ogledalo u velikom porastu potrošnje vode, koja gradnjom vodovoda biva lako dostupna svim grupama potrošača. To dalje rezultira i velikim količinama otpadne (iskorištene) vode, znatno izmijenjene kakvoće. (Tušar, 2004)

Otpadne vode jesu vode kojima je promijenjena kakvoća utjecajem ljudskog djelovanja, odnosno unošenjem, ispuštanjem ili odlaganjem u vode hranjivih i drugih tvari, toplinske energije te drugih uzročnika onečišćenja u količini kojom se mijenjaju svojstva vode u odnosu na njihovu ekološku funkciju i namjensku uporabu (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

Postupci pročišćavanja kojima će se podvrgnuti otpadna voda prije nego što se ispusti u prirodnu vodnu sredinu ovisi prvenstveno o količini i sastavu otpadne vode, ali isto tako i o zahtijevanoj kakvoći vode na mjestu ispuštanja. Obično se radi o kombinaciji niza postupaka, zato da bi krajnji učinak svakog od pojedinih i njihova kombinacija dali što bolje krajnje rezultate. (Tušar, 2004)

Briga za okoliš, viši zahtjevi za kavalitetom efluenta, visoke cijene konvencionalnih uređaja za obradu otpadnih voda i povećanje cijene energije potrebne za njihov rad, usmjerile su znanstvenike na sveobuhvatnija istraživanja mogućnosti uporabe biljnih uređaja u tehnologiji obrade otpadnih voda. Biljni uređaji su sustavi projektirani i izgrađeni na temelju ideje o korištenju prirodnih procesa pročišćavanja kakvi se odvijaju u vodenim i močvarnim staništima obraslim biljkama, uz pomoć pripadajućih mikrobioloških skupina, koje sudjeluju u obradi otpadnih voda. (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

Unatoč velikom broju u svijetu postojećih biljnih uređaja, koji rade po nekoliko desetaka godina, zbog kompleksnosti sustava obrade otpadnih voda koji se odvija unutar njih te zbog velikog broja čimbenika koji utječu na njihov rad (klima, vrsta biljke, dubina, način protoka, supstrat, karakteristike otpadne vode), još ne postoje kriteriji za optimalno projektiranje takvih sustava. (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

2. CILJEVI RADA

Utvrditi koje su samonikle biljke u flori Hrvatske pogodne za korištenje u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda s obzirom na njihove karakteristike:

- visinu biljke,
- dubinu korijena,
- životni oblik,
- oblik rasta,
- florni element,
- kategoriju ugroženosti,
- dubinu vode na staništu,
- ekološke indekse,
- fitocenološku pripadnost.

3. PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

3.1. Vrste otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka

O izvoru nastanka otpadnih voda ovisi količina i vrsta (otpadnih) tvari koja se nalazi u pojedinoj otpadnoj vodi. Osnovna podjela prema izvoru nastanka otpadne vode prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Vrste otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

Vrste otpadnih voda	Izvor	Opis
Komunalna otpadna voda	Primarno stambeni i poslovni objekti	Razrijeđena do koncentrirana mješavina urina, fekalija, papira, plastike, deterdženta, masnoća i kemikalija iz domaćinstava i industrije
Industrijska otpadna voda	Primarno industrijski procesi i procjeđivanje	Razrijeđena do koncentrirana mješavina emulzija nekoliko do mnogo biorazgradivih i/ili nerazgradivih kemikalija
Poljoprivredna otpadna voda	Intenzivne poljoprivredne aktivnosti, primjerice mljekarstvo, stočarstvo i klaonice	Razrijeđena do koncentrirana otopina biorazgradivih tvari
Oborinska voda	Slivne vode s gradskih, prigradskih i seoskih površina	Tipično razrijeđena mješavina mineralnih i organskih krutina i tvari u tragovima

Neke tvari u otpadnoj vodi u određenim koncentracijama mogu štetno djelovati na okoliš. Prema tome, potrebno je procesom obrade smanjiti njihovu koncentraciju ili ih potpuno ukloniti prije ponovne uporabe te vode ili njezina ispuštanja u okoliš.

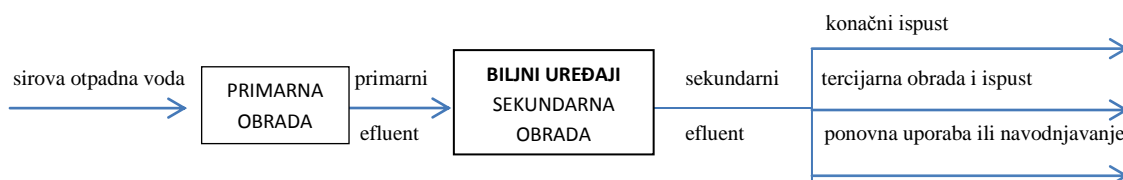
3.2. Načini obrade otpadnih voda

Obrada otpadnih voda konvencionalnim uređajima za obradu otpadnih voda provodi se primjenom fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa. Fizikalni procesi obrade otpadne vode uključuju miješanje i taloženje ili sedimentaciju, flotaciju, filtraciju, otplinjavanje i odmuljivanje. Kemijski procesi blisko su povezani s fizikalnim te se najčešće primjenjuju u istoj tehnološkoj liniji. Temelj biološkog procesa obrade otpadne vode jest ciljano kontrolirana mikrobiološka razgradnja otpadnih tvari koje se nalaze u otpadnoj vodi. Biološkim procesima obrade otpadne vode prvenstveno se uklanjaju/smanjuju biorazgradive organske tvari, pri čemu se organske tvari prevode u plinove i mikrobnu biomasu koja se uklanja nakon taloženja. Biološkom obradom se također uklanjaju hranjive tvari (nutrijenti), dakle dušični i fosfori spojevi. Ovisno o uvjetima i načinu vođenja procesa, različite izvedbe biološke obrade otpadnih voda mogu se provoditi korištenjem aktivnog mulja, biofilterima i drugim nosačima mikroorganizama, a provode se radi razgradnje organskih tvari, postizanja nitrifikacije, denitrifikacije i uklanjanja fosfora.

3.3. Biljni uređaji – umjetni močvarni ekosustavi

Biljni uređaji za pročišćavanje otpadne vode u literaturi su još poznati i pod nazivom umjetne ili sanitarne močvare. Biljnim uređajem smatra se uređaj koji je projektiran i izveden prema načelima prirodnog močvarnog ekosustava (biljke, vodeni medij i supstrat) izvan prirodne lokacije, a radi kontroliranoga pročišćavanja otpadne vode koja prolazi kroz sustav. U biljnim se uređajima otpadna voda obrađuje kombinacijom fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa prolaskom vode kroz medij koji se sastoji od biljaka, supstrata i mikroorganizama. Proces uključuje taloženje i filtraciju suspendiranih tvari, razgradnju, asimilaciju hranjivih tvari biljkama i kemijske reakcije.

Ovisno o stupnju pročišćavanja otpadnih voda razlikuje se predobrada, primarna, sekundarna i tercijarna obrada otpadnih voda (Slika 1.) (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).



Slika 1. Obrada otpadne vode u biljnom uređaju (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

Biljne sustave za obradu otpadnih voda upotrebljavale su i drevne kineske i egipatske kulture. U moderno doba izgrađeni su takvi uređaji na svim kontinentima, osim na Antarktiku. Na temelju iskustva i mjerenja poznato je da biljni uređaji mogu smanjiti sadržaj BPK₅ 65-97%, ukupan dušik 22,6-48,5%, ukupan fosfor 26-60,6% i fekalne koliformne bakterije do 99% (Ružinski i Anić Vučinić, 2010). Uspješno konstruiran biljni uređaj mora uključivati adekvatan predtretman i osigurati dovoljnu količinu kisika, a učinkovitost rada tog uređaja može se povećati vanjskim unosom dodataka koji sadrže enzime (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

Specifičnost biljnih uređaja jest ta što ne postoji univerzalno rješenje za njihovu izgradnju i održavanje. Svako mjesto gdje se grade ima svoje geomorfološke, hidrološke, klimatske i biološke značajke, a i otpadne vode koje se žele pročistiti nemaju isti sastav. (Tušar 2009)

Upotreba biljnih uređaja stalno je u porastu, pronalaze se nove primjene, razvijaju tehnološke mogućnosti, modificiraju s obzirom na geografske specifičnosti, ali unatoč tome još uvijek nema suglasnosti o optimalnoj konstrukciji i radu tih sustava (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

3.4. Vrste biljnih uređaja

Različite vrste biljnih uređaja mogu se koristiti za obradu otpadnih voda. Biljni uređaji mogu se podijeliti prema načinu nastanka (Ružinski i Anić Vučinić, 2010) (Slika 2.):

- prirodni biljni uređaji – postojeći močvarni sustavi koji se koriste za obradu otpadnih voda na mjestu gdje su prirodno nastali, i
- umjetno izvedeni biljni uređaji – smješteni na lokaciji gdje nisu nastali prirodno.

Umjetno izvedeni biljni uređaji mogu se podijeliti prema njihovu smještaju (Ružinski i Anić Vučinić, 2010):

- površinski biljni uređaji,
- potpovršinski biljni uređaji.

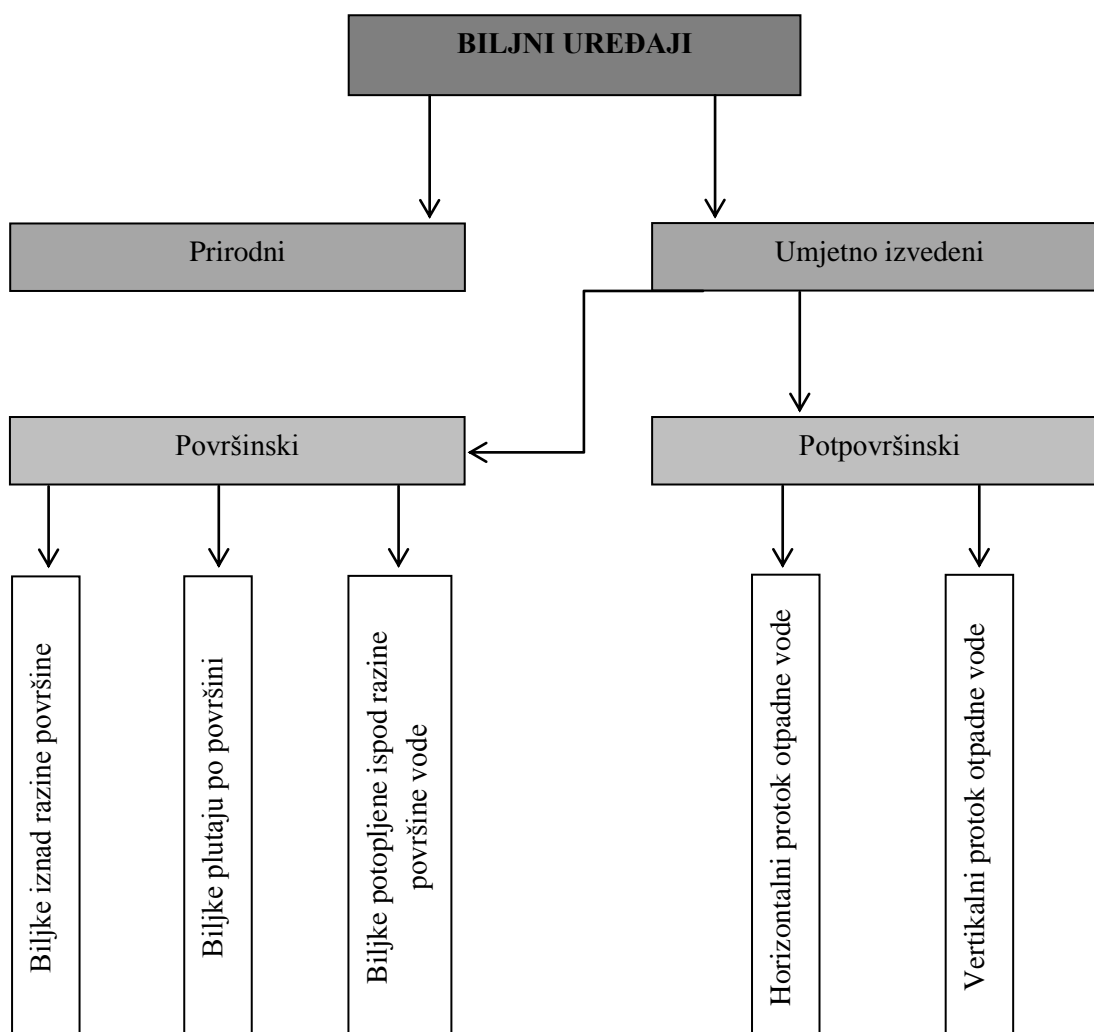
Površinski biljni uređaji su sustavi kod kojih je vodeni medij koji prolazi kroz sustav izložen atmosferi, a u njemu su zasađene biljne vrste. Daljnja podjela površinskih umjetno izvedenih biljnih uređaja bazira se na osnovi vrsta biljaka koje su u njima zasađene (Ružinski i Anić Vučinić, 2010):

- površinski biljni uređaji s biljkama kojima dijelovi izlaze iznad razine površine vode – najčešći su sustavi za obradu otpadnih voda,
- površinski biljni uređaji u kojima biljke ili biljni dijelovi plutaju po površini vode (lopoči, vodene leća i sl.), i

- površinski biljni uređaji u kojima su biljke potopljene ispod razine površine vode – za sada su još u eksperimentalnoj fazi.

U potpovršinskim biljnim uređajima, otpadna voda prolazi kroz granularni medij, bez dodira s atmosferom. Ti uređaji sastoje se od jednog ili više bazena napunjenih supstratom različite granulacije. Dno bazena prekriveno je nepropusnim slojem, a površina, koja može biti suha ili mokra, zasađena je odabranim biljkama, a njihovo korijenje prodire kroz supstrat i time sudjeluje u obradi otpadne vode, ali i kao površina za razvoj mikroorganizama. Prema načinu ulaska otpadne vode u sustav potpovršinski biljni uređaji mogu se podijeliti na (Ružinski i Anić Vučinić, 2010):

- horizontalni – otpadna voda ulazi i teče kroz njega horizontalno do izlazne zone, supstrat je stalno zasićen te se kisik iz atmosfere u vodeni medij najvećim dijelom prenosi uz pomoć biljaka, i
- vertikalni – otpadna voda uzlazi kroz površinu uređaja i procjeđuje se, a skuplja se na dnu i odvodi perforiranim cijevima do izlaza, supstrat nije uvijek zasićen pa se kisik lakše difuzijom prenosi iz atmosfere u vodeni medij.



Slika 2. Podjela biljnih uređaja za obradu otpadnih voda (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

Procesi razgradnje otpadnih tvari u biljnim uređajima kombinacija su fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju jednako kao i u prirodnim močvarama. U Tablici 2. prikazan je pregled mehanizama uklanjanja tvari iz otpadne vode prema sadržaju tvari u otpadnoj vodi.

Tablica 2. Pregled mehanizama uklanjanja tvari iz otpadne vode (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

Tvari sadržane u otpadnoj vodi	Mehanizmi uklanjanja
Ukupne suspendirane tvari	Sedimentacija i filtracija
Organske tvari (mjerene kao BPK)	Mikrobiološka razgradnja i sedimentacija
Organska onečišćivala (npr. pesticidi)	Adsorpcija, isparavanje, biološka i nebiološka razgradnja
Dušik	Sedimentacija, nitrifikacija/denitrifikacija, adsorpcija biljkama i mikroorganizama
Fosfor	Sedimentacija, filtracija, adsorpcija, adsorpcija biljkama i mikroorganizama
Metali	Sedimentacija, adsorpcija biljkama, mikrobiološki oksidacijsko/redukcijski procesi
Patogeni	Sedimentacija, filtracija, prirodno odumiranje, predatori, UV zračenje, antibiotsko djelovanje tvari iz korijena biljaka

3.5. Vodene i močvarne biljke i supstrat

U biljnim uređajima najviše se koriste biljke koje prirodno rastu u i uz vodene ekosustave. Najčešće su to sljedeće vrste: trska (*Phragmites australis*), šaševi (*Carex* spp.), šašine (*Scirpus* spp.), rogozi (*Typha* spp.). Supstrat u biljnim uređajima uglavnom je pijesak ili šljunak različite granulacije, a odabir supstrata može znatno utjecati na učinkovitost uklanjanja otpadnih tvari u biljnom uređaju.

Najvažnija funkcija biljaka u obradi otpadnih voda jest fizički učinak. Biljke svojim korijenjem stabiliziraju površinu biljnog uređaja, osiguravaju dobre uvjete za fizičku filtraciju, štite od smrzavanja tijekom zime te omogućuju stvaranje velike površine za rast mikroorganizama. Mikroorganizmi su glavni čimbenici u pročišćavanju otpadne vode jer koriste organsku tvar kao hranjivo i izvor energije, a pri tome je transformiraju u biomasu i energiju. Većina tih mikroorganizama nalazi se na površini korijenja ili supstrata (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

Uloga biljaka u biljnom uređaju ograničena je, ali prijeko potrebna. Prisutnost biljaka osnova je za uspostavu heterogenog okoliša koji kemijskim ili fotokemijskim procesima čini sustav učinkovitim. Pri uklanjanju ukupnoga dušika biljke imaju više fizikalnu nego biološku ulogu zbog toga što mikroorganizmi nastanjeni na korijenju biljaka više pridonose uklanjanju dušika nego procesi asimilacije dušika biljkama. Budući da otpadna voda uglavnom sadrži vrlo malo otopljenog kisika, ili ga uopće ne sadrži, mikroorganizmi jesu ili obligatni anaerobi ili različite fakultativne anaerobne vrste. Bez obzira na pretežno anaerobne uvjete, vrijednosti BPK (biološka potrošnja kisika) i KPK (kemijska potrošnja kisika) znatno se smanjuju prolaskom otpadne vode kroz biljni uređaj. Pretpostavlja se da su mikroskopski sitne aerobne zone smještene oko korijenja i podzemnih dijelova biljaka i na supstratu blizu površine. Aktivna zona reakcije u biljnim uređajima jest zona korijena ili rizosfera. Tu se odvijaju fizikalno – kemijski i biološki procesi koji su potaknuti interakcijama biljaka, tla, mikroorganizama i onečišćivala (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

3.6. Kisik u biljnom uređaju

Iako je kisik prisutan u znatnim količinama u atmosferi kao produkt procesa fotosinteze, teško je topljiv u vodenom mediju te je zbog toga često limitirajući čimbenik rasta mikroorganizama u biljnom uređaju. Močvarne biljke fiziološki su prilagođene rastu u mediju siromašnom kisikom. Koncentracija otopljenog kisika u vodi ovisi o temperaturi, otopljenim solima i biološkoj aktivnosti koja se odvija u tom mediju (Ružinski i Anić Vučinić, 2010).

Kisik otopljen u otpadnoj vodi koja prolazi biljnim uređajem rezultat je:

- procesa fotosinteze i otpuštanja kisika iz biljke u vodu (vodene biljke),
- otapanja kisika na površini vode iz zraka, i
- prijenosa kisika zbog strujanja vode kroz supstrat.

4. VODENA I MOČVARNA FLORA I VEGETACIJA

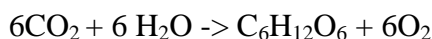
4.1. Vodene i močvarne biljke

Vodne biljke su biljke koje žive u potpunosti uronjene u vodu ili na površini vode imaju plivajuće listove, a cvjetovi i plodovi strše izvan vode (Krausch, 1996). Međutim, neke vodene biljke su prilagođene kratkotrajnom isušivanju vodenih staništa tako da imaju razvijene posebne kopnene oblike. Na primjer, u vodene biljke spadaju vodene leće, lopoč i lokvanj.

Močvarne biljke su one koje rastu ukorijenjene na dnu vodenih staništa, a izvan vode strše njihovi listovi, stabljike, cvjetovi i plodovi (Krausch, 1996). Ovisno o vrstama, mogu rasti na staništima gdje je stalno prisutna voda ili na staništima gdje se voda zadržava kraći ili dulji period tijekom godine. Na primjer, u močvarne biljke spadaju trska, rogozi i šaševi. U literaturi se za močvarne biljke još koristi i naziv helofiti (Krausch, 1996).

Za vodene i močvarne biljke zajedno u literaturi koristi se naziv makrofiti koji podrazumijeva makroskopske biljke vidljive golim okom, a koje žive u i uz slatkovodne ekosustave (Krausch, 1996). Osim makrofita, u vodenim ekosustavima žive i mikroskopski sitne biljke iz skupine algi te cijanobakterije.

Tvoreći prvu kariku u hranidbenom lancu biljke imaju jedinstvenu ulogu u ekosustavima gdje su prisutne. Biljke su izvor hrane i energije za sve heterotrofne organizme koji nisu u mogućnosti proizvesti vlastitu organsku tvar. Zelene biljke posjeduju klorofil, sudjeluju u primarnoj proizvodnji organske tvari procesom fotosinteze:



Zelene biljke koristeći vodu i ugljikov dioksid pretvaraju svjetlosnu energiju u kemijsku koju akumuliraju u ugljikohidratima. Tijekom procesa fotosinteze biljke iz anorganskih tvari proizvode hranu potrebnu za vlastiti rast prilikom čega dolazi do oslobađanja kisika u atmosferu. Kisik je temeljni biogeni kemijski element neophodan za život na Zemlji i disanje živih organizma (Krohne, 2001).

Biljne vrste važna su estetska komponenta krajolika, sprječavaju eroziju, usporavaju gibanje zračnih masa, utječu na klimu tako što zadržavaju vlagu, izvor su hrane i sirovina. Biljni pokrov ujedno služi kao stanište životinjama.

Napretkom ljudske civilizacije, vodene i močvarne biljke počele su se koristiti i u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadne vode.

4.2. Močvarni ekosustavi

Močvarni ekosustavi su površine koje su tijekom čitave ili veći dio godine potopljene vodom zbog nepropusnog ili slabo propusnog tla na kojem se nalaze. To su plitki vodeni ekosustavi s velikom produkcijom organske tvari. Na površini vode zbog otopljenog kisika vladaju aerobni uvjeti, a na dnu zbog razgradnje velike količine organske tvari anaerobni uvjeti. To su mjesta sa specifičnim fizikalnim, kemijskim i biološkim procesima što močvare čini jedinstvenim ekosustavom na Zemlji. Na takvim površinama žive različite biljke, životinje i mikroorganizmi, ovisno o ekološkim uvjetima staništa i geografskom položaju. (Ružinski i Anić Vučinić, 2010)

4.3. Vodena i močvarna staništa prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske

Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske (Anonymous, 2009a) vodena i močvarna vegetacija dijeli se u dvije velike grupe:

- Hidrofitska staništa slatkih voda,
- Obrasle obale površinskih kopnenih voda i močvarna staništa.

U daljnjem tekstu navedene su sve zajednice vodene i močvarne vegetacije u Hrvatskoj i to na način da su prvo ispisani hrvatski, a zatim latinski nazivi biljnih zajednica. Biljne zajednice imaju hijerarhijsku strukturu. Razlikuju se asocijacije, sveze, redovi i razredi. Asocijacije su osnovne jedinice prepoznatljive u prirodi. Više kategorije su apstraktne, što znači da nisu prepoznatljive u prirodi, a objedinjuju srodne asocijacije u sveze, redove i razrede. Uz svaku višu kategoriju biljnih zajednica napisane su njihove osnovne karakteristike.

4.3.1. Hidrofitska staništa slatkih voda

Hidrofitska staništa slatkih voda predstavljaju skupinu staništa slatkovodnih stajaćica ili vrlo sporih tekućica. U ovu skupinu pripadaju sljedeće zajednice:

SLOBODNO PLIVAJUĆI FLOTANTNI I SUBMERZNI HIDROFITI (Razred *LEMNETEA* de Bolós et Masclans 1955)

Značajno je da se biljke koje tu vegetaciju izgrađuju ne zakorijenjuju za dno, već slobodno plivaju na površini vode ili su potpuno uronjene u vodu.

Zajednice slobodno plivajućih vodenih leća (Red *LEMNETALIA* de Bolós et Masclans 1955, Sveza *Lemnion minoris* de Bolós et Masclans 1955)

Predstavljaju vegetaciju slobodno plivajućih flotantnih i submerznih hidrofita, najvećim dijelom izgrađenu od pojedinih rodova porodice *Lemnaceae*.

- Zajednica male vodene leće (As. *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Th. Müller et Görs 1960),
- Zajednica male i velike vodene leće (As. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954),
- Zajednica trokrpe vodene leće (As. *Lemnetum trisulcae* Knapp et Slofférs 1962);
- Zajednica velike vodene leće i plivajuće nepačke (As. *Spirodelo-Salvinietum natantis* Slavnić 1956),
- Zajednica sitne i grbaste vodene leće (As. *Wolffio-Lemnetum gibbae* Bentham 1949),
- Zajednica vodenih leća i prožinaste paprati (As. *Lemno-Azolletum filiculoidis* Br.-Bl. 1952).

Zajednice flotantne mješinke (Red *UTRICULARIETALIA MINORIS* Den Hartog et Segal 1964, Sveza *Utricularion vulgaris* Passarge 1964)

Predstavljaju vegetaciju flotantnih hidrofita s vrstama roda *Utricularia*.

- Zajednica vodenih leća i obične mješinke (As. *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soó 1947).

Zajednice žabogriza (Red *HYDROCHARIETALIA* Rübel 1933, Sveza *Hydrocharidion* Rübel 1933)

Predstavljaju zajednice flotantnih hidrofita s vrstom *Hydrocharis morsus-ranae* (žabogriz).

- Zajednica žabogriza i resca (As. *Hydrocharidi-Stratiotetum* Westhoff 1941),
- Zajednica žabogriza (As. *Hydrocharidetum morsus-ranae* van Langendonck 1931).

ZAKORIJENJENA VODENJARSKA VEGETACIJA (Razred *POTAMOGETONETEA* R. Tx. et Preising 1942, Red *POTAMOGETONETALIA* W. Koch 1926)

Zajednice vodenjara mirnih, razmjerno dubokih vodenih bazena i različito brzih vodotoka, izgrađene od biljaka koje se ukorjenjuju za dno bazena ili vodotoka.

Zakorijenjene zajednice voda stajaćica (Sveza *Potamogetonion pectinati* (W. Koch) Görs 1977)

Predstavljaju vegetaciju voda stajaćica, rjeđe tekućica izgrađenu od potpuno uronjenih vodenjara (submerznih hidrofita) kojima iz vode vire cvjetovi.

- Zajednica krute rošćike i kovrčavog mrijesnjacka (As. *Ceratophyllo-Potamogetonetum crispum* H-ić i Micevski 1960),
- Zajednica krute rošćike (As. *Ceratophylletum demersi* Hild 1956),
- Zajednica češljastog mrijesnjacka (As. *Potamogetonetum pectinati* Carstensen 1955),
- Zajednica češljastog mrijesnjacka i morske podvodnice (As. *Potameto-Najadetum* H-ić et Micevski 1960.),
- Sastojine velikih mrijesnjacka (*Magnopotamion*) (*Potamogeton luens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*).

Zakorijenjene submerzne zajednice tekućica (Sveza *Ranunculion fluitantis* Neuhäusel 1959)

Predstavlja zajednice vaskularnog bilja zakorijenjenog na dnu voda tekućica. Varijabilnost staništa unutar ove skupine očituje se u brzini toka i fizikalno-kemijskim značajkama vodenog medija.

- Zajednica riječnog žabnjaka (As. *Ranunculetum fluitantis* Allorge 1922),
- Zajednica riječnog žabnjaka i uronjenog grešuna (As. *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962),
- Zajednica riječnog žabnjaka i žabovlatke (As. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Th. Müller 1962 nom. inv.),
- Zajednica potočne čestoslavice i jezerske žabovlatke (As. *Veronico beccabungae-Calitrichetum stagnalis* (Oberd. 1957) Th. Müller 1962).

Zakorijenjene zajednice natantnih hidrofita (Sveza *Nymphaeion albae* Oberd. 1957)

Predstavlja vegetaciju natantnih hidrofita koji se ukorjenjuju za dno vodenog bazena, a listove i cvjetove razvijaju na površini vode.

- Zajednica lopoča i lokvanja (As. *Nymphaetum albo-luteae* Nowinski 1928),
- Vodenjara klasastog krocnja i lokvanja (As. *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926),
- Zajednica vodenog orašca (As. *Trapetum natantis* Kárpáti 1963),
- Vodenjara vodenog orašca i okruglolisnog plavuna (As. *Trapo-Nymphoidetum* Oberd. 1957),
- Zajednica plavuna (As. *Nymphoidetum peltatae* (Allorge 1922) Bellot 1951),
- Zajednica močvarne rebratice (As. *Hottonietum palustris* R. Tx. 1937).

4.3.2. Obrasle obale površinskih kopnenih voda i močvarna staništa

Zajednice koje čine ovu skupinu močvarnih staništa građene su od visokih trava, rogoza, visokih šiljeva, šaševa, sitova i drugih močvarnih biljaka. U ovu skupinu pripadaju sljedeće zajednice:

ZAJEDNICE TRŠČAKA, ROGOZIKA, VISOKIH ŠILJEVA I VISOKIH ŠAŠEVA (Razred *PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA* Klika in Klika et Novak 1941)

Zajednice se nalaze na rubovima jezera, rijeka, potoka, kanala, eutrofnih bara, ali i plitkih udubina terena gdje se zadržava poplavna voda te površina s visokom razinom podzemne vode u kojima prevladavaju močvarne biljke.

Trščaci i rogozici (Red *PHRAGMITETALIA* W. Koch 1926, Sveza *Phragmition australis* W. Koch 1926)

Zajednice uglavnom visokih močvarnih biljaka kao što su trska, rogozi i druge vrste.

- Zajednica obične trske (As. *Phragmitetum australis* Soó 1927 (= *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926)) (Slika 3.),
- Zajednica obične trske i patuljastog rogoza (As. *Phragmiti-Typhetum minimae* Trinajstić (1965) 1984),
- Zajednica običnog oblića (As. *Scirpetum lacustris* Schmale 1939) (Slika 4.),
- Zajednica uspravnog ježinca (As. *Sparganietum erecti* Roll 1938) (Slika 5.),
- Zajednica širokolisnog rogoza (As. *Typhetum latifoliae* G. Lang 1973) (Slika 6.),
- Zajednica uskolisnog rogoza (As. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953) (Slika 7.),
- Zajednica primorskog oblića (As. *Scirpetum maritimi* (Br.-Bl. 1931) R. Tx. 1937) (Slika 8.),
- Zajednica ljutka (As. *Cladietum marisci* Allorge 1922) (Slika 9.),
- Zajednica velike pirevine (As. *Glycerietum maximae* Hueck 1931) (Slika 10.),
- Zajednica iđirota i velike pirevine (As. *Acoro-Glycerietum maximae* Slavnić 1956),
- Zajednica divlje riže (As. *Leersietum oryzoides* Egger 1933),
- Sastojine riječne preslice (*Equisetum fluviatile*),
- Zajednica sivog oblića (As. *Scirpetum tabernaemontani* Soó 1947.),
- Zajednica obalnog oblića (As. *Scirpetum litoralis* Lakušić et Pavlović 1967.),
- Zajednica iđirota (As. *Acoretum calami* Schulz 1941) (Slika 11.),
- Zajednica štitastog vodoljuba (As. *Butometum umbellati* (Konczak 1968) Phil. 1973).

Visoki šaševi i šiljevi (Red *MAGNOCARICETALIA* Pignatti 1953, Sveza *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926)

Zajednice visokih šaševa (rod *Carex*) i šiljeva (rod *Cyperus*), razvijaju se na rubovima vodenih bazena ili obrašćuju plitke depresije. Često su razvijene i na antropogeno formiranim staništima.

- Zajednica krutog šaša (As. *Caricetum elatae* W. Koch 1926) (Slika 12.),
- Zajednica krutog šaša s običnim ljepuškom (As. *Hydrocotyle-Caricetum elatae* H-ić (1958) 1962),
- Zajednica nježnog šaša (As. *Caricetum gracilis* Almquist 1924) (Slika 13.),
- Zajednica močvarnog šaša (As. *Caricetum acutiformis* Egger 1933),
- Zajednica obalnog šaša (As. *Caricetum ripariae* Knapp et Stoffers 1962) (Slika 14.),
- Zajednica mjehurastog šaša (As. *Caricetum vesicariae* Chouard 1924) (Slika 15.),
- Zajednica metličastog šaša (As. *Caricetum paniculatae* Wangerin ex Rochow 1951) (Slika 16.),
- Zajednica trstastog blješca (As. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931) (Slika 17.),
- Zajednica dugolisnog šilja (As. *Cyperetum longi* Micevski 1957) (Slika 18.),
- Zajednica nježnog i lisičjeg šaša (As. *Caricetum gracilis-vulpinae* (Gehu 1960) Bal.-Tul. 1963),
- Zajednica cretne broćike i obalnog šaša (As. *Galio palustris-Caricetum ripariae* Balátová-Tuláčková 1993),

- Zajednica banatskog šaša (As. *Caricetum buekii* Hejny et Kopecký in Kopecký et Hejny 1965) (Slika 19.),
- Zajednica kljunastog šaša (As. *Caricetum rostratae* Rübel 1912) (Slika 20.),
- Zajednica šaša *Carex otrubae* (As. *Caricetum otrubae* Mirza 1978),
- Zajednica šaša *Carex randalpina* (As. *Filipendulo ulmariae-Caricetum randalpinae* Stančić 2009),
- Zajednica lisičjeg šaša (As. *Caricetum vulpinae* Soó 1927),
- Zajednica močvarne jezernice (As. *Eleocharitetum palustris* Schenikov 1919) (Slika 21.),
- Zajednica jednopljevične jezernice (As. *Eleocharitetum uniglumis* Almq 1929),
- Sastojine žute perunike (*Iris pseudacorus*),
- Sastojine tupocvjetnog sita (*Juncus subnodulosus*).

Močvarna vegetacija sporo tekućih voda (Red *NASTURTIO-GLYCERIETALIA* Pignatti 1953, Sveza *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942)

Zajednice koje se razvijaju u plitkim vodama tekućicama s polaganom strujom vode, kao što su potoci i antropogeno stvoreni kanali te rubovi većih ili manjih vodotoka u kojima je usporen tok vode.

- Zajednica plivajuće pirevine (As. *Glycerietum fluitantis* Egger 1933) (Slika 22.),
- Zajednica obične potočarke (As. *Nasturtietum officinalis* Seibert 1962),
- Zajednica razgranjenog ježinca i dugolisnog šilja (As. *Sparganio-Chlorocyperetum longi* H-ić (1934) 1939),
- Zajednica čvorastog celera (As. *Apietum nodiflori* Br.-Bl. 1931),
- Zajednica naborane pirevine (As. *Glycerietum plicatae* (Kulcz. 1928) Oberd. 1954),
- Sastojine potočne čestoslavice (*Veronica beccabunga*).

Vegetacija plitkih močvara (Red *OENANTHETALIA AQUATICAE* Hejny in Kopecký et Hejny 1965, Sveza *Oenanthion aquaticae* Hejny ex Neuhäusel 1958)

Vegetacija se razvija u plitkim vodenim bazenima i u rubnim dijelovima sporo tekućih vodotoka.

- Zajednica vodene trbulje i vodozemskog grbka (As. *Oenantho aquaticae-Rorippetum amphibiae* Lohm. 1950) (Slika 23.),
- Zajednica obične strelice i uronjenog ježinca (As. *Sagittario-Sparganietum emersi* R. Tx. 1953).

AMFIBIJSKE ZAJEDNICE (Razred *ISOËTO-NANOJUNCETEA* Br.-Bl. et R. Tx. ex Westhoff et al. 1956, Red *CYPERETALIA FUSCI* Pietsch 1963)

U ovu skupinu pripada uglavnom terofitska vegetacija koja se razvija na obalama i dnima vodenih ekosustava koji presušuju relativno kratko vrijeme tijekom toplog dijela godine.

Niski šiljevi (Sveza *Nanocyperion* W. Koch ex Libbert 1932)

Vegetacija koja se razvija na obalama stajaćica koje u jednom dijelu godine ostaju suhe te na dnima povremenih stajaćica, npr. lokvi i bara.

- Zajednica žučkastog oštrika (As. *Cyperetum flavescens* W. Koch 1926 em. Aichinger 1933),
- Zajednica sitnog trpuca i razgranjene trnike (As. *Plantagini-Crypsidetum schoenoidis* Trinajstić 1965),
- Zajednica jajaste jezernice i trožilnog ljubora (As. *Eleocharidi-Lindernietum* Pietsch 1973),
- Sastojine bodljaste trnice (*Crypsis aculeata*).

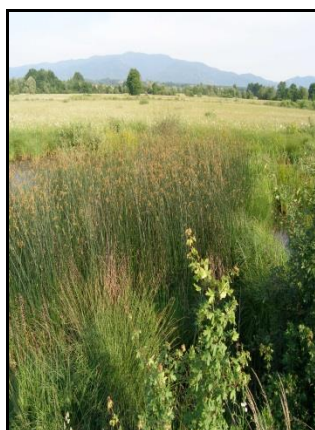
Meditranske amfibijske zajednice (Sveza *Fimbristylion dichotomae* H-ić 1954)

Vegetacija koja se razvija u mediteranskom području, i to na obalama stajaćica koje u jednom dijelu godine ostaju suhe, kao i na dnima povremenih stajaćica.

- Zajednica dvostupke i viličastog resastog šilja (As. *Dichostyli-Fimbristyletum dichotomae* H-ić 1954),
- Zajednica smeđeg šilja i dvoklasog paspala (As. *Cypero-Paspaletum distichi* H-ić 1954).



Slika 3. Zajednica obične trske
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 4. Zajednica običnog oblića
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 5. Zajednica uspravnog ježinca
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 6. Zajednica širokog rogoza Slika 7. Zajednica uskolisnog rogoza Slika 8. Zajednica primorskog oblića
Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić*



Slika 9. Zajednica ljutka Slika 10. Zajednica velike pirevine Slika 11. Zajednica idirota
Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić*



Slika 12. Zajednica krutog šaša Slika 13. Zajednica nježnog šaša Slika 14. Zajednica obalnog šaša
Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* Izvor: *Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić*



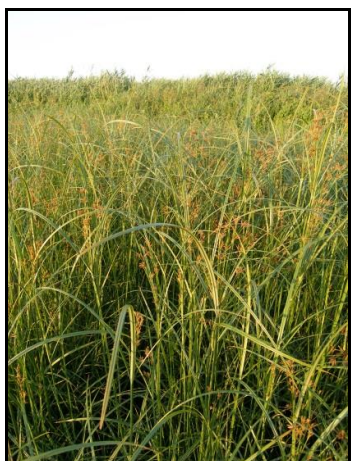
Slika 15. Zajednica mjehurastog šaša
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 16. Zajednica metličastog šaša
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 17. Zajednica trstastog blješca
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 18. Zajednica dugolispnog šilja
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 19. Zajednica banatskog šaša
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 20. Zajednica kljunastog šaša
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić



Slika 21. Zajednica močvarne jezernice Slika 22. Zajednica plivajuće pirevine Slika 23. Zajednica vodene
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić *Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić* trbulje i vodozemskog grbka
Izvor: Doc.dr.sc. Zvezdana Stančić

5. METODE RADA

5.1. Selekcija vodenih i močvarnih biljaka

Vodene i močvarne vrste odabrane su na način da su se pretražile biljne vrste koje pripadaju nekoj od zajednica vodene i močvarne vegetacije na području Hrvatske. U tu svrhu korištena je Phytosociological Database of Non-Forest Vegetation in Croatia (Stančić, 2012), fitocenološki radovi (Stančić, 2007; Stančić, 2008a, b, 2009, 2010; Stančić i sur. 2010) i Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske (Anonymous, 2009a).

U ovome radu analizirano je 80 najčešćih vodenih i močvarnih vrsta iz skupine viših vaskularnih biljaka odnosno papratnjača i sjemenjača.

5.2. Visina biljaka

Visina biljaka preuzeta je iz knjiga Flora Europaea, volumen 1 – 5 (Tutin i sur., 1968-1980, 1993). Visina biljaka podijeljena je u šest kategorija:

1. visina vodenih biljaka do 50 cm,
2. visina vodenih biljaka od 50 do 100 cm,
3. visina vodenih biljaka iznad 100 cm.
4. visina močvarnih biljaka do 50 cm,
5. visina močvarnih biljaka od 50 do 100 cm,
6. visina močvarnih biljaka iznad 100 cm.

Za biljke koje imaju visinu prikazanu u rasponu uzeta je srednja vrijednost tih veličina te je svrstana u kategoriju kojoj odgovara. Ako je visina biljke bila na granici dviju kategorija, svrstana je u nižu.

5.3. Dubina korijena

Dubina korijena preuzeta je iz knjiga: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen (Kutschera, 1960), Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen (Kutschera i sur., 1982) i Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen – Teil 1,2 (Kutschera i sur., 1992). Dubinu korijena podijelile smo u tri kategorije:

1. dubina korijena do 50 cm,
2. dubina korijena od 50 do 100 cm,
3. dubina korijena iznad 100 cm.

5.4. Životni oblici

Biljne vrste razvile su različite prilagodbe za preživljavanje nepovoljnih prilika u okolišu, prvenstveno klimatskih. Prema tim prilagodbama Raunkiaer (1937) je podijelio biljke u grupe koje je nazvao životnim oblicima. U ovome radu podaci o pripadnosti biljnih vrsta pojedinim životnim oblicima preuzeti su iz Pignatti i sur. (2005), a objašnjenje pojedinih životnih oblika prema knjizi Adler i sur. (1994).

Popis životnih oblika:

- **Geofiti (G)** - višegodišnje zeljaste biljke koje nepovoljno razdoblje preživljavaju pomoću podzemnih organa - podanaka, gomolja i lukovica, dok im nadzemni dio ne preživi nepovoljno razdoblje.
- **Hemikriptofiti (H)** - višegodišnje zeljaste biljke s pupovima u neposrednoj blizina tla, udaljenosti manje od 5 cm. Gornji dio biljke većinom uvene tijekom nepovoljnog razdoblja, pa štiti pupove od smrzavanja.
- **Hamefiti (Ch)** - višegodišnje zeljaste biljke s pupovima između (1) 5-10 (50) cm iznad tla. Snježni pokrivač služi im kao izolator od niskih temperatura i štiti od smrzavanja.
- **Fanerofiti (P)** – višegodišnje drvenaste vrste koje nepovoljno razdoblje preživljavaju pomoću pupova na nadzemnim drvenastim dijelovima.
- **Terofiti (T)** - jednogodišnje biljke koje nepovoljno razdoblje preživljavaju u obliku sjemena.
- **Hidrofiti (I)** – vodene biljke koje nepovoljno razdoblje preživljavaju pomoću pupova potopljenih u vodi ili zakopanih u zemlji ispod vode.

5.4. Oblici rasta

Opći izgled biljke prikazan je biološkom formom preuzetom iz Pignatti i sur (2005). Objašnjenja korištenih oblika rasta opisana su prema knjizi od Šugara (1990).

- Caesp – busenasta biljka;
- Rept – puzava biljka;
- Scap – biljka s dobro razvijenom batvom;
- Rad – vodena biljka zakorijenjena za dno;
- Nat – plivajuća biljka;
- Rhiz – biljka koja ima dobro razvijeni podanak;
- Scand – biljka penjačica, uspinje se po potpornju;
- Suffr – biljka razvijena kao polugrm.

5.5. Florni elementi

Biljne vrste mogu se grupirati u kategorije prema području rasprostranjenosti i te kategorije se nazivaju florni elementi. U ovome radu florni elementi su preuzeti iz Pignatti i sur. (2005) s time da su ovdje prikazani samo florni elementi za istraživanu skupinu biljnih vrsta.

Objašnjenje kratica:

- Avv. Naturalizz. – adventivne naturalizirane vrste ili neofiti,
- Circumbor. – cirkumborealne vrste,
- Cosmopol. – kozmopolitske vrste,
- Euras. – Temper. - euroazijske vrste rasprostranjene u području s umjerenom kontinentalnom klimom,
- Eurasiat. – euroazijske vrste,
- Europ. – Caucas. – europsko-kavkaske vrste,
- Eurosib. – europsko-sibirske vrste,
- Neotropic. – vrste rasprostranjenje u područjima novog svijeta,
- Paleosubtrop. – vrste rasprostranjene u područjima subtropske klime starog svijeta,
- Paleotemp. – vrste rasprostranjene u područjima umjerene kontinentalne klime starog svijeta,
- SE – Europ. – jugoistočne-europske vrste,
- Subatl. – subatlantske vrste, vrste rasprostranjene na području oceanske klime, ali ne uz samu obalu,
- Subcosmop. – vrste rasprostranjene gotovo u čitavom svijetu s velikim rupama u arealu.

5.6. Kategorije ugroženosti

Status ugroženosti vodenih i močvarnih biljaka analiziran je prema:

- Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske;
- Bernskoj konvenciji;
- Direktivi o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta.

5.6.1. Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske

Ugrožene biljake s područja Republike Hrvatske peuzete su iz Crvene knjige vaskularne flore Hrvatske (u daljnjem tekstu CK) u kojoj su vrste prema ugroženosti podijeljene u slijedeće kategorije (Nikolić i Topić 2005):

- **Izumrla svojta (EX)** – svojta je izumrla kada više nema sumnje da je posljednja jedinka uginula;
- **Regionalno izumrla svojta (RE)** – svojta koja je izumrla na nekom području, ali još uvijek na nekom dijelu areala postoje žive jedinke;
- **Kritično ugrožena svojta (CR)** – svojta je kritično ugrožena kada najbolji dostupni pokazatelji pokazuju da svojta zadovoljava barem jedan od kriterija za kritičnu ugroženost, pa se s toga smatra suočenom s izuzetno visokim rizikom od nestajanja na prirodnim staništima;
- **Ugrožena svojta (EN)** – svojta je ugrožena kada najbolji dostupni pokazatelji pokazuju da svojta zadovoljava barem jedan od kriterija za ugroženost, pa se stoga smatra suočenom s visokim rizikom od nestajanja na prirodnim staništima;
- **Osjetljiva svojta (VU)** – svojta je osjetljiva kada najbolji dostupni pokazatelji pokazuju da svojta zadovoljava barem jedan od kriterija za osjetljivost, pa se stoga smatra suočenom s visokim rizikom nestajanja na prirodnim staništima;
- **Gotovo ugrožena svojta (NT)** – svojta je gotovo ugrožena kada je pravilno procijenjena, ali trenutačno ne zadovoljava nijednu od kategorija - kritično ugrožena, ugrožena ili osjetljiva svojta, no blizu je takvoj procjeni ili je vjerojatno da će biti tako procijenjena u bliskoj budućnosti;
- **Nedostatno poznata svojta (DD)** – svojta je nedovoljna poznata kada nema odgovarajućih podatak za izravnu ili neizravnu procjenu rizika od nestajanja temeljem njezine rasprostranjenosti i /ili statusa populacija.

5.6.2. Bernska konvencija

Bernska konvencija ili Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Anonymous, 1979) je međunarodni pravni instrument u području zaštite prirode. Cilj

konvencije je očuvati divlje životinje i biljke te njihova prirodna staništa i poticati europsku suradnju na tom polju. Države potpisnice dužne su promicati nacionalnu politiku za očuvanje divljih životinja i biljaka te njihovih prirodnih staništa, osigurati zaštitu divljih životinja i biljaka, provoditi mjere protiv onečišćenja, promovirati edukaciju i razmjenu informacija o potrebi očuvanja divljih životinja i biljaka. U prilogu Bernske konvencije nalazi se popis ugroženih životinjskih i biljnih divljih vrsta koji je korišten u ovome radu kako bi se utvrdilo koje od vodenih i močvarnih biljaka se nalaze na navedenom popisu.

5.6.3. Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta (Direktiva o staništima)

Europska Unija (EU) usvojila je Direktivu o staništima 1992. godine (Anonymous, 1992) kojom se uvode mjere zaštite europske flore i faune. Cilj direktive je očuvati biljne i životinjske vrste i stanišne tipove od interesa za EU u povoljnom stanju očuvanosti. Zaštićeno je 218 stanišnih tipova, 294 životinjske i 449 biljnih vrsta. U ovome radu provedena je analiza koje od vodenih i močvarnih biljaka se nalaze na popisu navedene Direktive.

5.7. Dubina vode na staništu

Zbog nedostatka pouzadanih podataka dubina vode na staništu nije detaljnije analizirana.

5.8. Ekološki indeksi

Abiotički ekološki čimbenici predstavljaju utjecaje iz nežive prirode na žive organizme. Svaki živi organizam, pa i vodene i močvarne biljke mogu rasti u određenom rasponu ekoloških čimbenika. Vrijednosti za neke od ekoloških čimbenika u ovome radu izražene su pomoću ekoloških indeksa preuzetih iz Pignatti-ja i sur. (2005) i Ellenberg-a i sur. (1991). Vrijednosti ekoloških indeksa prikazane su u broječanom obliku, a u daljnjem tekstu objašnjeni su ekološki indeksi za sljedeće čimbenike: svjetlost, temperaturu, kontinentalnost, vlagu, reakciju tla, hranjive tvari i salinitet.

Objašnjenje ekoloških indeksa prema Pignatti-ju i sur. (2005):

- **Svjetlost (L)** - prikazuje intenzitet svjetla koji je potreban vrsti u njenom prirodnom okruženju tijekom maksimalnog razvoja lista. Raspon vrijednosti: 1-12 (1 - označava

hladovinu, gdje prolazi svega 1% svjetlosti, a 12 - potpunu izloženost sunčevom zračenju).

- **Temperatura (T)** - prikazuje prosječnu godišnju temperaturu na području rasprostranjenosti pojedine vrste. Raspon vrijednosti: 1-12 (1 - označava izrazito hladna staništa pretežito u visokim planinama, a 12 - vruća mediteranska i pustinjaska područja).
- **Kontinentalnost (C)** - prikazuje geografsku rasprostranjenost odnosno udaljenost spram mora i oceana. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - prikazuje morske vrste, a 9 - vrste rasprostranjene u duboko kontinentalnom području).
- **Vlaga ili dostupnosti vode (U)** - prikazuje stupanj vlažnosti tla. Raspon vrijednosti: 1-12 (1 - predstavlja vrlo sušna područja gdje rastu vrste s dubokim korijenjem, dok su 12 - vodena područja gdje rastu vodne biljke).
- **Reakcija tla (R)** - prikazuje kiselost ili alkaličnost tla. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - označava vrlo kisela tla, dok 9 - vrlo lužnata tla).
- **Hranjive tvari (N)** - prikazuje ponašanja vrste spram oscilacije hranjivih tvari. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - označava slaba zastupljenost dušika, nitrata i organskih tvari, dok 9 - dobra zastupljenost dušika, nitrata i organskih tvari).
- **Salinitet (S)** - prikazuje udio soli u vodi ili tlu. Raspon vrijednosti: 1-3 (1 - predstavlja područja s niskom koncentracijom soli, dok 3 - područja gdje je prisutna sol u velikoj koncentraciji).

Ostale korištene oznake: X - predstavlja široki raspon vrijednosti, a 0 - nedovoljno informacija.

Objašnjenje ekoloških indeksa prema Ellenberg-u i sur. (1991):

- **Svjetlost (L)** - prikazuje srednji godišnji intenzitet svjetlosti potreban biljci za rast. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - biljke u dubokoj hladovini, većinom s manje od 1% relativne svjetlosti, a rijetko iznad 30 %, 9 - biljke na potpuno osvijetljenim mjestima, ne pojavljuju se na manje od 50 % relativne jačine svjetlosti).
- **Temperatura (T)** - prikazuje srednju godišnju temperaturu na području rasprostranjenosti vrste. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - hladna, pretežito planinska područja, 9 - najviše temperature, pretežito mediteranska područja).
- **Kontinentalnost (K)** - prikazuje udaljenost od morske obale prema unutrašnjosti. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 - priobalna područja u srednjoj Europi, 9 - unutrašnjost Europe).
- **Vlaga (F)** - prikazuje vlažnost tla (od suhih stijena do močvarnih tala). Raspon vrijednosti: 1-12 (1 - sušna područja, često isušena, 12 - vodne biljke, stalno ili gotovo uvijek ispod razine vode). Oznaka ~ predstavlja veće oscilacije vlage, dok oznaka = je pokazatelj povremeno poplavljenih područja.

- **Reakcija tla (R)** – prikazuje količinu vapnenca u tlu. Što je veći sadržaj vapnenca u tlu ono je manje kiselo. Raspon vrijednosti: 1-9 (1- kisela tla, 9 - bazična tla bogata vapnencem).
- **Hranjive tvari (N)** – prikazuje količinu mineralnih tvari potrebnih biljci za vrijeme maksimalnog rasta. Raspon vrijednosti: 1-9 (1 – područja vrlo siromašna dušikom, 9 – područja vrlo bogata dušikom).
- **Salinitet (S)** – prikazuje koncentraciju klorida u području korijena biljke. Raspon vrijednosti: 0-9 (0 – biljka ne podnosi slana područja, 9 – priobalna tla s većim količinama soli, više od 2,3 % klorida).

Ostale korištene oznake: X – prikazuje ravnodušno ponašanje vrste na oscilacije ekološkog čimbenika, dok ? – predstavlja neistraženo ponašanje vrste.

5.9. Fitocenološka pripadnost

Fitocenološka pripadnost biljaka preuzeta je iz Nacionalne klasifikacije staništa Republike Hrvatske (Anonymous, 2009a). Inače sva poznata staništa, odnosno biljne zajednice vodene i močvarne vegetacije Hrvatske detaljno su navedene pod poglavljem 4.3. ovoga rada.

6. REZULTATI

6.1. Samonikle vodene i močvarne biljke koje se mogu koristiti u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda

U nastavku poglavlja nalazi se prikaz 80 vrsta samoniklih vodenih i močvarnih biljaka koje rastu na području Hrvatske. Za svaku vrstu dat je latinski, engleski i hrvatski naziv; navedena je biljna porodica kojoj vrsta pripada; svojstva biljnih vrsta: visina biljke, dubina korijenja, životni oblik, florni element, kategorija ugroženosti, fitocenološka pripadnost, dubina vode na staništu, ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009) i Ellenberg i sur. (1991) te slike svih vrsta (Slika 24.-103.).

Acorus calamus L.

Hrvatski naziv: obični idirot

Engleski naziv: sweet flag

Porodica: *Araceae*

Visina biljke: 15 – 90 cm

Dubina korijena:

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica idirot

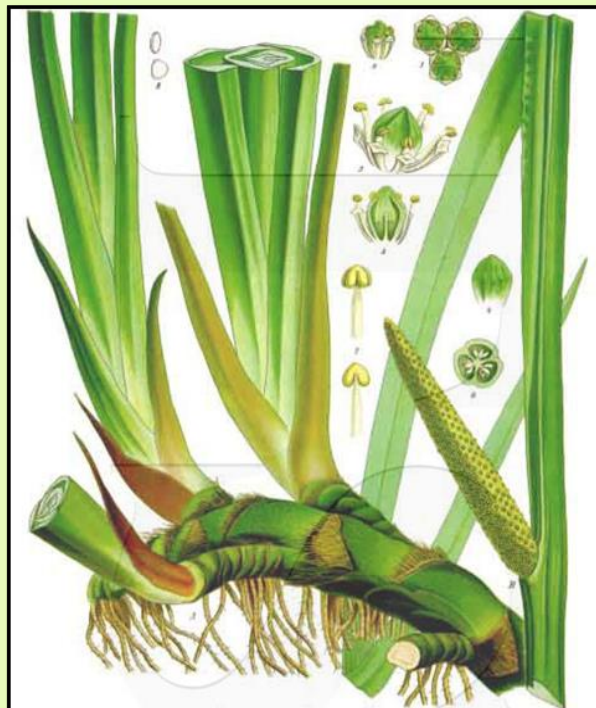
Dubina vode na staništu: do 100 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=8 T=6 C=5 U=10 R=7 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=5 K=6 F=10 R=7 N=7 S=0



Slika 24. *Acorus calamus L.*

Izvor: <http://www.africamuseum.be>, 05.04.2015

Alisma plantago-aquatica L.

Hrvatski naziv: obični žabočun

Engleski naziv: water plantain

Porodica: *Alismataceae*

Visina biljke: do 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: rogozik uskolisnog rogoza

Dubina vode na staništu: 5 – 40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=X C=X U=10 R=X N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=5 K=X F=10 R=X N=8 S=0



Slika 25. *Alisma plantago-aquatica L.*

Izvor: <http://www.agroatlas.ru>,

Azolla filiculoides Lam.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: water fern

Porodica: *Azollaceae*

Visina biljke: 2 cm

Dubina korijena:

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Neotropic.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica vodenih
leća i prožinaste paprati

Dubina vode na staništu: plutajuća biljka

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=12 C=5 U=12 R=X N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=8 K=3 F=11 R=X N=8 S=0



Slika 26. *Azolla filiculoides* Lam.

Izvor: <http://luirig.altervista.org/pics>, 05.04.2015.

Berula erecta (Huds.) Coville

Hrvatski naziv: uspravni grešun

Engleski naziv: cutleaf water parsnip

Porodica: *Aipaceae*

Visina biljke: 30- 100 cm

Dubina korijena:

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu : do 75 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=6 C=4 U=10 R=X N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991) Izvor: wikipedia.org/wiki/Berula_erecta, 06.04.2015.

L= 8 T=6 K=3 F=10 R=8 N=6 S=1



Slika 27. *Berula erecta* (Huds.) Coville

Butomus umbellatus L.

Hrvatski naziv: štitasti vodoljub

Engleski naziv: flowering rush

Porodica: *Butomaceae*

Visina biljke: do 100 cm

Dubina korijena:

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti: CK - NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica štitastog vodoljuba

Dubina vode na staništu: do 40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=0 C=5 U=10 R=0 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=6 K=5 F=10 R=X N=7 S=?



Slika 28. *Butomus ubellatus* L.

Izvor: <http://luirig.altervista.org/pics>, 05.04.2015.

Callitriche hamulata Kütz. ex Koch

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: narrowleaf water-starwort

Porodica: *Callitrichaceae*

Visina biljke: 20 – 50 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subatlant.

Kategorija ugroženosti: CK - DD

Fitocenološka pripadnost: zajednica riječnog
žabnjaka i žabovlatke

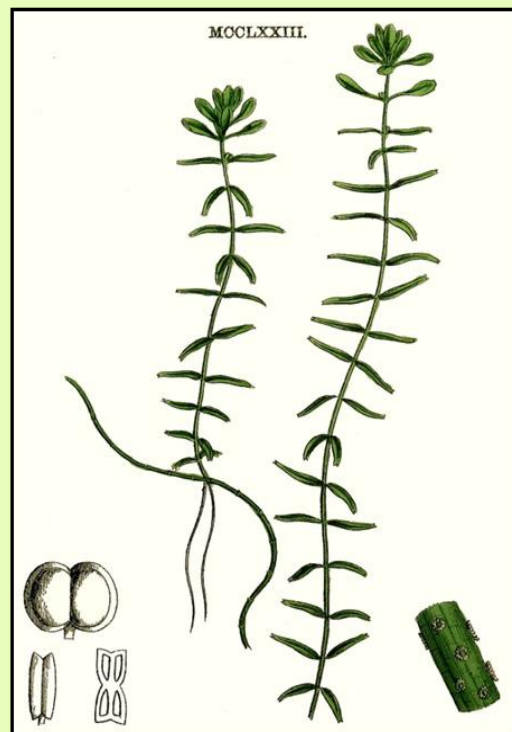
Dubina vode na staništu: -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=7 C=2 U=12 R=2 N=2 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=4 K=2 F=10 R=6 N=4 S=0



Slika 29. *Callitriche hamulata* Kütz. ex Koch

Izvor: <http://delta-intkey.com/angio>, 05.04.2015.

Callitriche palustris L.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: narrow-fruited water-starwort

Porodica: *Callitrichaceae*

Visina biljke: 5 – 25 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circunbor.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica močvarne rebratice

Dubina vode na staništu: 30 - 60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=X C=X U=12 R=2 N=1 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=X K=X F=11 R=5 N=4 S=0



Slika 30. *Callitriche palustris*

Izvor: <http://caliban.mpipz.mpg.de/>,

Callitriche stagnalis Scop.

Hrvatski naziv: jezerska žabovlatka

Engleski naziv: pond water-starwort

Porodica: *Callitrichaceae*

Visina biljke: 70 – 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti: CK - DD

Fitocenološka pripadnost: zajednica potočne
čestoslavice i jezerske žabovlatke

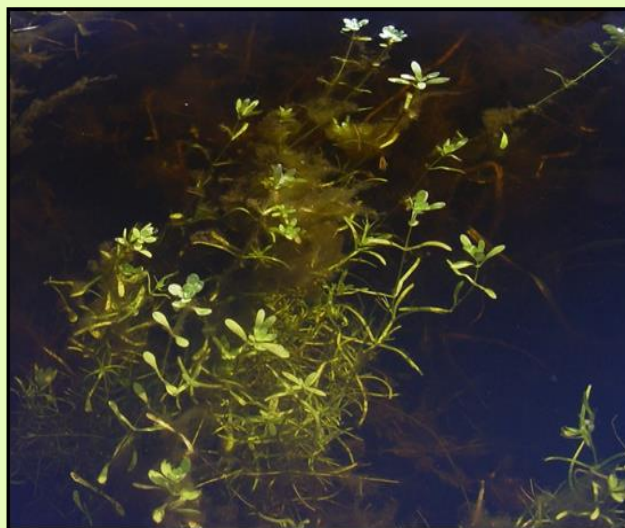
Dubina vode na staništu: -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =9 T=8 C=5 U=12 R=5 N=1 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=5 K=? F=10 R=6 N=4 S=1



Slika 31. *Callitriche stagnalis* Scop.

Izvor: <https://gobotany-dev.herokuapp.com>, 05.04.2015.

Carex acuta* L.*Hrvatski naziv:** -**Engleski naziv:** slender tufted-sedge**Porodica:** *Cyperaceae*

Visina biljke: 30- 120(-150) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu: -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L = - T=- K=- F=- R=- N=- S=-

Slika 32. *Carex acuta* L.Izvor: wikimedia.org/Carex_acuta,06.04.2015.***Carex elata* All.****Hrvatski naziv:** kruti šaš**Engleski naziv:** tufted sedge**Porodica:** *Cyperaceae*

Visina biljke: 20 –120 cm

Dubina korijena: 103 cm

Životni oblik: H Oblik rasta: Caesp

Florni element: Europ-Caucas.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: močvara krutog šaša

Dubina vode na staništu : 0 - 10 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=5 C=4 U=10 R=X N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L =8 T=X K=2 F=10 R=X N=5 S=0

Slika 33. *Carex elata* All.

Carex acutiformis Ehrh.

Hrvatski naziv: močvarni šaš

Engleski naziv: lesser pondsedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: (30-) 50 - 150 cm

Dubina korijena: 152 cm

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica močvarnog šaša

Dubina vode na staništu : do 70 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=5 C=5 U=9 R=7 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=x K=3 F=9~ R=7 N=5 S=0



Slika 34. *Carex acutiformis* Ehrh.

Izvor: <http://plantillustrations.org>, 06.04.2015.

Carex buekii Wimm.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: -

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 40 - 120cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Caesp

Florni element: SE-Europ.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica banatskog šaša

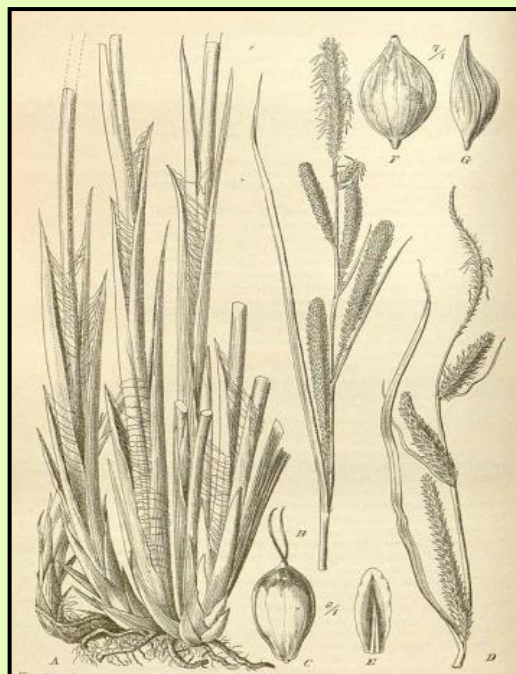
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=4 C=6 U=10 R=4 N=2 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=6 K=6 F=8 R=8 N=6 S=0



Slika 35. *Carex buekii* Wimm.

Carex paniculata L.

Hrvatski naziv: metličasti šaš

Engleski naziv: great tussock sedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 40-100(-150) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Caesp

Florni element: Europ.-Caucas.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica metličastog šaša

Dubina vode na staništu : do 60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=5 C=4 U=9 R=9 N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=x K=3 F=9 R=6 N=4 S=0



Slika 36. *Carex paniculata* L.

Izvor: wikimedia.org/Carex_paniculata, 06.04.2015.

Carex riparia Curtis

Hrvatski naziv: obalni šaš

Engleski naziv: greater pond-sedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: (30-)50-150 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica obalnog šaša

Dubina vode na staništu : do 60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=5 C=5 U=10 R=6 N=5 S=0 Izvor: www.newzealandantiqueprints.co, 06.04.2015.

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=3 F=9 R=7 N=4 S=0



Slika 1. *Carex riparia* Curtis

***Carex rostrata* Stokes ex With.**

Hrvatski naziv: kljunasti šaš

Engleski naziv: beaked sedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 20-100cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica mjehurastog šaša

Dubina vode na staništu : do 50 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=4 C=4 U=10 R=4 N=2 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 9 T=x K=x F=10 R=3 N=3 S=0



Slika 38. *Carex rostrata* Stokes ex With;

Izvor: lt.biologija.wikia.com. 6.04.2015.

***Carex vesicaria* L.**

Hrvatski naziv: mjehurasti šaš

Engleski naziv: blister sedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 120 cm

Dubina korijena: 126 cm

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica velike pirevine

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=4 C=x U=9 R=6 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=4 K=x F=9= R=6 N=5 S=0



Slika 39. *Carex vesicaria* L.;

Izvor: commons.wikimedia.org. 6.04.2015.

Carex vulpina L.

Hrvatski naziv: lisičji šaš

Engleski naziv: true fox sedge

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 30-100 cm

Dubina korijena: 60 cm

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica lisičjeg šaša

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 9 T=6 K=5 F=8= R=x N=5 S=0



Slika 40. *Carex vulpina* L.;

Izvor: pl.wikipedia.org. 6.04.2015.

Ceratophyllum demersum L.

Hrvatski naziv: kruta voščika

Engleski naziv: rigid hornwort

Porodica: *Ceratophyllaceae*

Visina biljke: 30-150 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica krute roščike i kovrčavog mrijesnjava

Dubina vode na staništu : 20-60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 6 T=7 K=x F=12~ R=8 N=8 S=0



Slika 41. *Ceratophyllum demersum* L.

Izvor: www.acquariofiliafacile.it. 6.04.2015.

Ceratophyllum submersum L.

Hrvatski naziv: mekana voščika

Engleski naziv: soft hornwort

Porodica: *Ceratophyllaceae*

Visina biljke: 20-80 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Paleotemp.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica krute roščike

Dubina vode na staništu : 10 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =5 T=8 C=5 U=12 R=8 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 5 T=8 K=5 F=12 R=8 N=7 S=0



Slika 42. *Ceratophyllum submersum* L.;

Izvor: www.aquariofiliafacile.it, 6.04.2015.

Cladium mariscus (L.) Pohl

Hrvatski naziv: močvarni ljutak

Engleski naziv: jamaica swamp sawgrass

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 125-250 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica ljutka

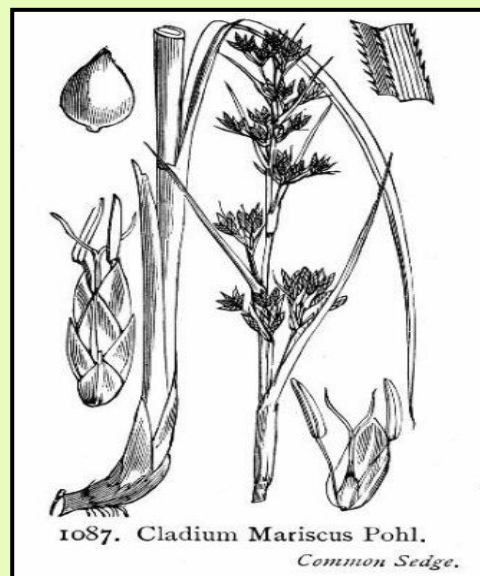
Dubina vode na staništu : do 40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =9 T=x C=5 U=10 R=9 N=3 S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 9 T=6 K=3 F=10 R=9 N=3 S=0



1087. *Cladium Mariscus* Pohl.
Common Sedge.

Slika 43. *Cladium mariscus* (L.) Pohl;

Izvor: irapl.altervista.org, 6.04.2015.

Cyperus flavescens L.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: yellow nut sedge

Porodica: -

Visina biljke: 1-50 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: T Oblik rasta: Caesp

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica žućkastog oštrika

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=6 C=5 U=9 R=5 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 9 T=6 K=4 F=7= R=x N=4 S=0



Slika 44. *Cyperus flavescens* L.;

Izvor: upload.wikimedia.org. 6.04.2015.

Cyperus longus L.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: sweet cyperus, galingale

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 20-150 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: He Oblik rasta: -

Florni element: Paleotemp.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica ljutka; zajednica dugolisnog šilja

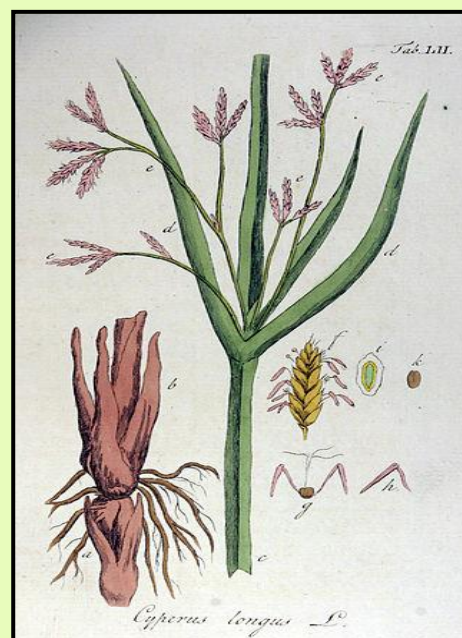
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=7 C=5 U=11 R=5 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=8 K=3 F=9= R=x N=5 S=0



Slika 45. *Cyperus longus* L.;

Izvor: it.wikipedia.org. 6.04.2015.

***Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult.**

Hrvatski naziv: močvarna jezernica

Engleski naziv: common spike-rush

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: do 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica močvarne jezernice

Dubina vode na staništu : 30 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=6 C=5 U=10 R=3 N=3 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=x K=x F=10 R=x N=? S=0



Slika 46. *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult.;

Izvor: fr.academic.ru. 6.04.2015.

***Elodea canadensis* Michx.**

Hrvatski naziv: kanadska vodena kuga

Engleski naziv: waterweed

Porodica: *Hydrocharitaceae*

Visina biljke: 20-100(-300) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Avv. Naturalizz.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica češljastog merijesnjava

Dubina vode na staništu : 10-30 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=7 C=5 U=12 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=5 F=12 R=7 N=7 S=0



Slika 47. *Elodea canadensis* Michx. ;

Izvor: wisplants.uwsp.edu. 6.04.2015.

Equisetum fluviatile L.

Hrvatski naziv: riječna preslica

Engleski naziv: water / river horsetail

Porodica: *Equisetaceae*

Visina biljke: 10-60 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica običog oblića;
rogozik širokolisnog rogoza; sastojine riječne preslice

Dubina vode na staništu : 30-60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=8 T=4 C=x U=10 R=x N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=4 K=x F=10 R=x N=5 S=0



Slika 48. *Equisetum fluviatile* L.;

Izvor: plantillustrations.org. 6.04.2015.

Equisetum palustre L.

Hrvatski naziv: močvarna preslica

Engleski naziv: marsh horsetail

Porodica: -

Visina biljke: 30-150 cm

Dubina korijena: 250 cm

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica metličastog šaša;
zajednica kljunastog šaša

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=x C=5 U=7 R=x N=3 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=x K=5 F=8 R=x N=3 S=0



Slika 49. *Equisetum palustre* L.;

Izvor: pl.wikipedia.org. 6.04.2015.

Galium palustre L.

Hrvatski naziv: cretna broćika

Engleski naziv: marsh-bedstraw

Porodica: -

Visina biljke: (5-)15-70(-80)cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Scap

Florni element: Europ.-Caucas.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica metličastog šaša;

zajednica kljunastog šaša

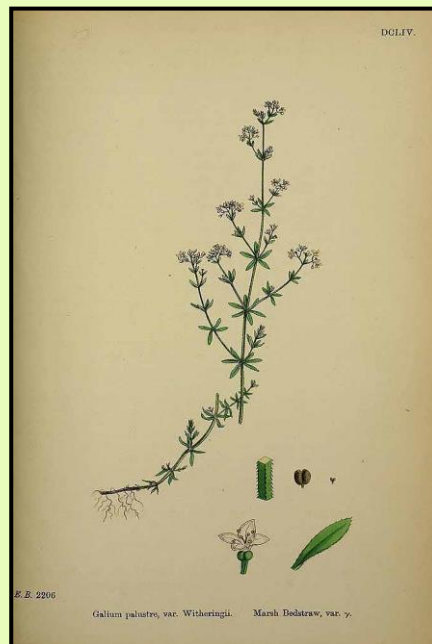
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=5 C=4 U=8 R=5 N=3 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 6 T=5 K=3 F=9= R=x N=4 S=0



Slika 50. *Galium palustre* L.;

Izvor: plantillustrations.org. 6.04.2015.

Glyceria fluitans (L.) R. Br.

Hrvatski naziv: plivajuća pirevina

Engleski naziv: floating sweet-grass

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: (20-)40-120(-150) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica plivajuće pirevine;

zajednica obične potočarke

Dubina vode na staništu : 20 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=9 R=5 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=x K=3 F=9= R=x N=7 S=0



Slika 51. *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.;

Izvor: www.gembloux.ulg.ac.be. 6.04.2015.

***Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.**

Hrvatski naziv: velika pirevina

Engleski naziv: reed sweet-grass

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: (60-)80-200(-250)cm

Dubina korijena: 95

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: rogozik uskolisnog rogoza;
zajednica velike pirevine

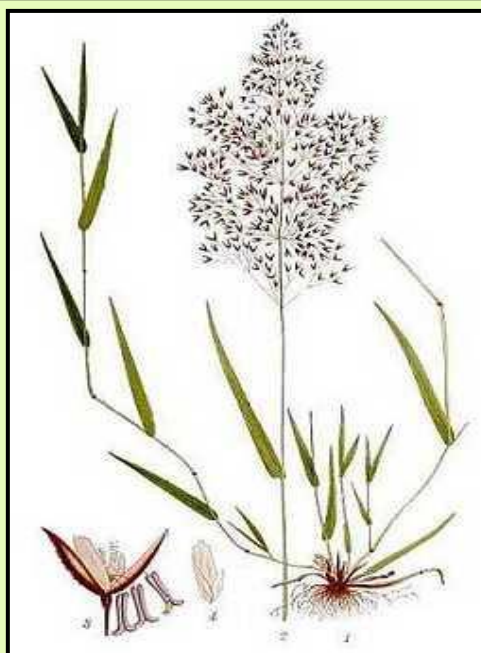
Dubina vode na staništu : 0-40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=9 T=5 C=5 U=10 R=8 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 9 T=5 K=x F=10~ R=8 N=9 S=0



Slika 52. *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.;

Izvor: wisplants.uwsp.edu. 6.04.2015.

***Glyceria plicata* (Fr.) Fr.**

Hrvatski naziv: naborana pirevina

Engleski naziv: plicate sweet-grass

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: (30-)40-80(-100) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica naborane pirevine

Dubina vode na staništu : 0-30 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=3 C=5 U=10 R=5 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=5 K=3 F=10~ R=8 N=8 S=0



Slika 53. *Glyceria plicata* (Fr.) Fr.;

Izvor: plantillustrations.org. 6.04.2015.

Hippuris vulgaris L.

Hrvatski naziv: obični borak

Engleski naziv: common mare's-tail

Porodica: *Hippuridaceae*

Visina biljke: (4-)30-60(-150)cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): EN

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu : 30 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=6 C=5 U=12 R=8 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=5 K=x F=10 R=8 N=x S=0



Slika 54. *Hippuris vulgaris* L.;

Izvor: e-ecodb.bas.bg. 6.04.2015.

Hottonia palustris L.

Hrvatski naziv: močvarna rebratica

Engleski naziv: water violet

Porodica: *Primulaceae*

Visina biljke: 30-60 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurosib.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): EN

Fitocenološka pripadnost: zajednica močvarne rebratice

Dubina vode na staništu : 10-60 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=6 C=5 U=11 R=5 N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=5 F=12 R=5 N=4 S=0



Slika 55. *Hottonia palustris* L.;

Izvor: upload.wikimedia.org. 6.04.2015.

Hydrocharis morsus-ranae L.

Hrvatski naziv: žabogriz

Engleski naziv: common frogbit

Porodica: *Hydrocharitaceae*

Visina biljke: 2-10 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurosiat.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica žabogriza i resca

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=8 C=5 U=12 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=4 F=11 R=7 N=6 S=0



Slika 56. *Hydrocharis morsus-ranae* L.;

Izvor: it.wikipedia.org. 6.04.2015.

Iris pseudacorus L.

Hrvatski naziv: žuta perunika

Engleski naziv: yellow iris

Porodica: *Iridaceae*

Visina biljke: 60-120 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Eurosiat.

Kategorija ugroženosti:-

Fitocenološka pripadnost: zajednica velike pirevine;

zajednica idiroti i velike pirevine

Dubina vode na staništu : 0-70 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=7 C=5 U=10 R=6 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=3 F=9= R=x N=7 S=0



Slika 57. *Iris pseudacorus* L.;

Izvor: plantillustrations.org. 6.04.2015.

Leersia oryzoides (L.) Sw.

Hrvatski naziv: rižasta tajnica

Engleski naziv: rice cutgrass

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: do 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=6 K=3 F=10 R=8 N=8 S=0



Slika 58. *Leersia oryzoides* (L.) Sw.;

Izvor: nl.wikipedia.org.6.04.2015.

Lemna gibba L.

Hrvatski naziv: grbasta vodena leća

Engleski naziv: fat duckweed

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: 7 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): EN

Fitocenološka pripadnost: zajednica sitne i grbaste vodene leće

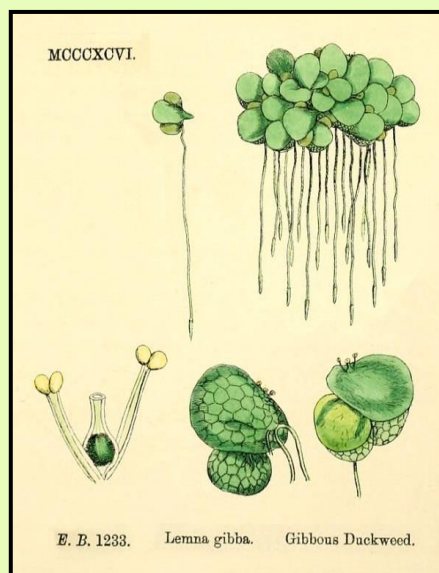
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=12 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=6 K=3 F=11 R=8 N=8 S=1



Slika 59. *Lemna gibba* L. ;

Izvor: www.google.hr/lemna+gibba. 6.04.2015.

***Lemna minor* L.**

Hrvatski naziv: mala vodena leća

Engleski naziv: common duckweed

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: 0,1 – 0,8 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica male vodene leće;
zajednica male i velike vodene leće

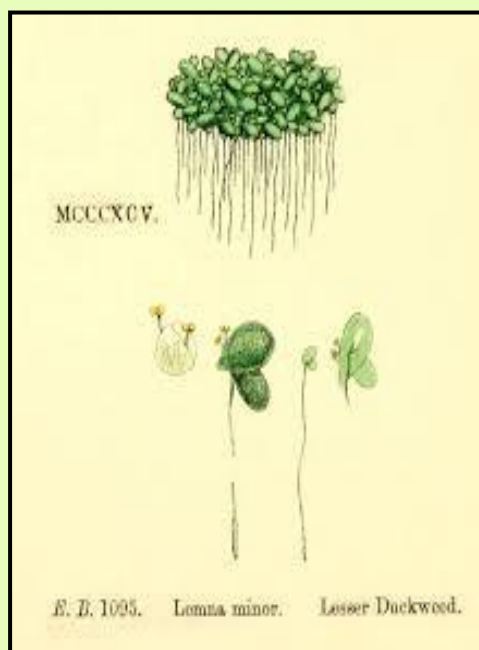
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=x C=5 U=12 R=x N=x S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=5 K=3 F=11 R=x N=6 S=1



Slika 60. *Lemna minor* L.;

Izvor: www.google.hr/lemna+gibba.6.04.2015.

***Lemna trisulca* L.**

Hrvatski naziv: podvodna vodena leća

Engleski naziv: ivy duckweed

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: 0,2-2 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica trokrpe vodene leće;
zajednica vodenih leća i obične mješinke

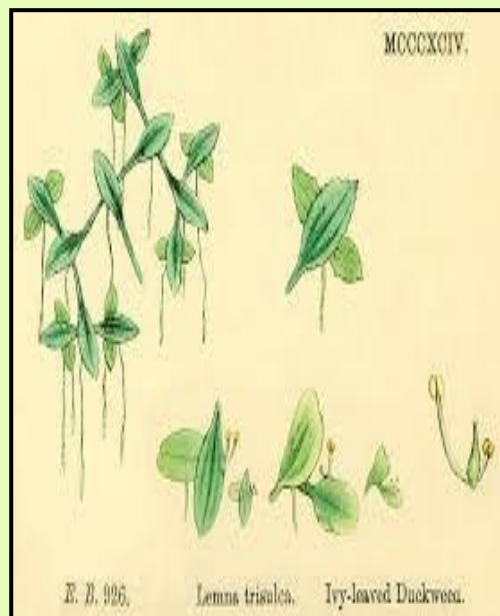
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=x C=5 U=12 R=7 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=3 F=12 R=7 N=5 S=1



Slika 61. *Lemna trisulca* L.;

Izvor: www.google.hr/lemna+gibba&bi.6.04.2015.

Ludwigia palustris (L.) Elliott

Hrvatski naziv: močvarna mekčina

Engleski naziv: hampshire-purslane

Porodica: *Onagraceae*

Visina biljke: 3-50 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: T Oblik rasta: Rept

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore): DD

Fitocenološka pripadnost: zajednica žućkastog oštrika

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=9 R=5 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 8 T=7 K=3 F=9= R=4 N=4 S=0



Slika 62. *Ludwigia palustris* (L.) Elliott.;

Izvor:vascularflora.appstate.edu.6.04.2015.

Lycopus europaeus L.

Hrvatski naziv: obična vučja noga

Engleski naziv: european bugleweed

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: 20-120 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Paleotemp.

Kategorija ugroženosti:-

Fitocenološka pripadnost: rogozik širokolisnog rogoza;

rogozik uskolisnog rogoza

Dubina vode na staništu : 0-40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=9 R=x N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L= 7 T=6 K=5 F=9= R=7 N=7 S=0



Slika 63. *Lycopus europaeus* L.;

Izvor: plantillustrations.org.6.04.2015.

Lysimachia vulgaris L.

Hrvatski naziv: obični protivak

Engleski naziv: yellow loosestrife

Porodica: *Primulaceae*

Visina biljke: 50-160 cm

Dubina korijena: 90 cm

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica krutog šaša;
zajednica metličastog šaša; zajednica kljunastog šaša

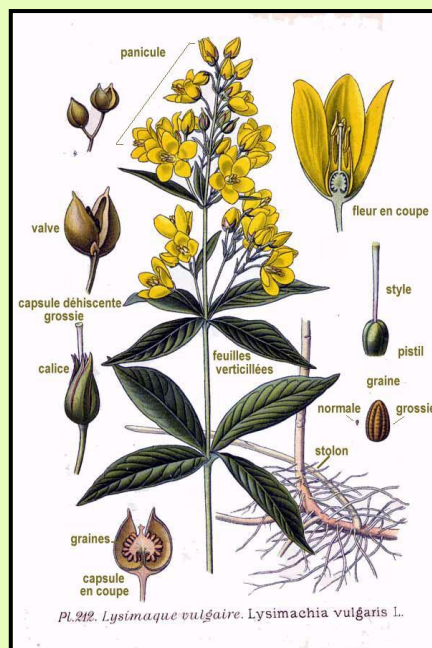
Dubina vode na staništu : 0-10 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=x C=7 U=9 R=x N=x S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=x K=x F=8~ R=x N=x S=0



Slika 64. *Lysimachia vulgaris* L.

Izvor: upload.wikimedia.org.6.04.2015.

Lythrum salicaria L.

Hrvatski naziv: purpurna vrbica

Engleski naziv: purple-loosestrife

Porodica: *Lythraceae*

Visina biljke: 50-150 cm

Dubina korijena: 95

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica krutog šaša;
zajednica banatskog šaša

Dubina vode na staništu : 70 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=5 C=5 U=8 R=7 N=x S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)



Slika 65. *Lythrum salicaria* L.

Izvor: upload.wikimedia.org.6.04.2015.

Marsilea quadrifolia L.

Hrvatski naziv: četverolisna raznorotka

Engleski naziv: european water fern

Porodica: *Marsileaceae*

Visina biljke: 70-20 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): EN;

(Councill directive): +

Fitocenološka pripadnost: zajednica češljastog mrijesnjava

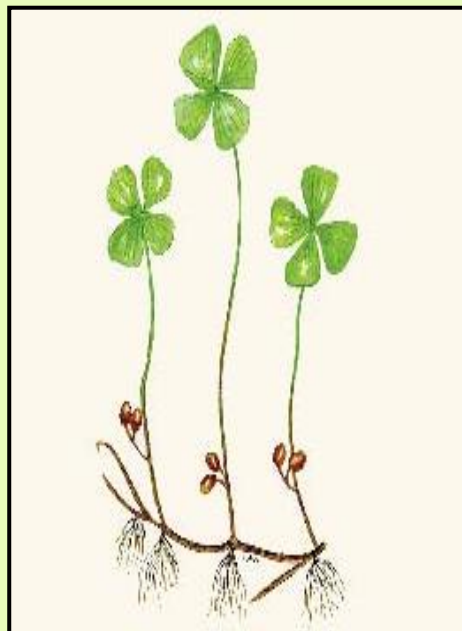
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=9 T=8 C=5 U=10 R=x N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=9 K=5 F=10 R=7 N=6 S=0



Slika 66. *Marsilea quadrifolia* L.

Izvor: www.dprgek.ru.6.04.2015

Mentha aquatica L.

Hrvatski naziv: vodena metvica

Engleski naziv: water mint

Porodica: *Lamiaceae*

Visina biljke: (10-)20-90 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Paleotemp.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: rogozik širokolisnog rogoza;

zajednica krutog šaša; zajednica metličastog šaša

Dubina vode na staništu : 0-15 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=5 C=5 U=9 R=7 N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)



Izvor: upload.wikimedia.org.6.04.2015.

Myriophyllum spicatum* L.*Hrvatski naziv:** klasasti krocanj**Engleski naziv:** eurasian water-milfoil**Porodica:** *Holoragaceae*

Visina biljke: do 300 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti:-

Fitocenološka pripadnost: zajednica žabogriza;
zajednica češljastog mrijesnjacka i morske podvodnice

Dubina vode na staništu : 100-1000 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=5 T=x C=x U=12 R=8 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=5 T=6 K=x F=12 R=9 N=7 S=?

Slika 68. *Myriophyllum spicatum* L.

Izvor: en.wikipedia.org.6.04.2015.

Myriophyllum verticillatum* L.*Hrvatski naziv:** pršljenasti krocanj**Engleski naziv:** whorled water-milfoil**Porodica:** *Holoragaceae*

Visina biljke: do 300 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica lopoča i lokvanja;

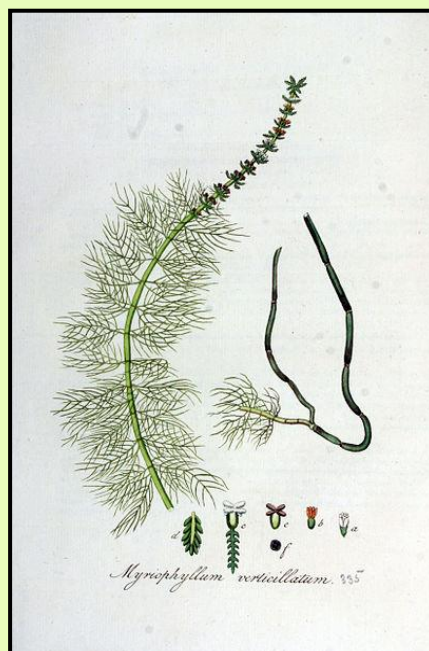
Vodenjara klasastog krocnja i lokvanja

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=5 T=6 C=5 U=12 R=6 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

Slika 69. *Myriophyllum verticillatum* L.;

Izvor: commons.wikimedia.org.6.04.2015.

Najas marina L.

Hrvatski naziv: morska podvodnica

Engleski naziv: holly-leaved naiad

Porodica: *Najadaceae*

Visina biljke: 5-45 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica češljastog mriješnjaka i morske podvodnice

Dubina vode na staništu : 200-300 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =5 T=8 C=2 U=12 R=7 N=6 S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=5 T=8 C=2 U=12 R=7 N=6 S=1



Slika 70. *Najas marina* L.;

Izvor: de.wikipedia.org.6.04.2015.

Nasturtium officinale R. Br.

Hrvatski naziv: ljekovita potočarka

Engleski naziv: watercress

Porodica: *Holoragaceae*

Visina biljke: 10-100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti :-

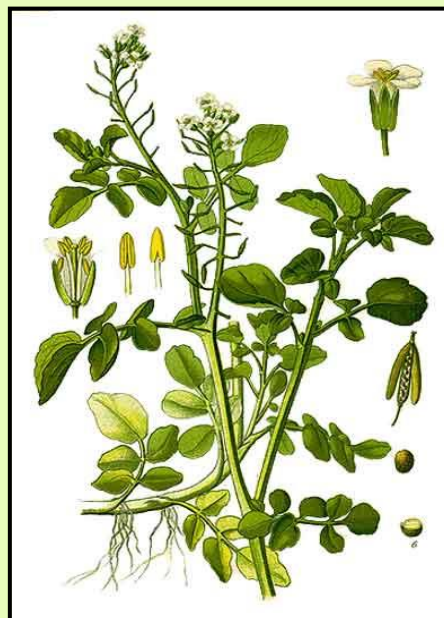
Fitocenološka pripadnost: zajednica plivajuće pirovine; zajednica obične potočarke

Dubina vode na staništu : do 200 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=4 C=5 U=11 R=7 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)



Slika 71. *Nasturtium officinale* R. Br.

Izvor: www.stuartxchange.com.6.04.2015.

Nuphar lutea (L.) Sm. in Sibith. et Sm.

Hrvatski naziv: žuti lokvanj

Engleski naziv: -

Porodica: *Nymphaeaceae*

Visina biljke: -

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica žabogriza i resca;
zajednica žabogriza; zajednica lopoča i lokvanja

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=X C=5 U=12 R=6 N=X S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=6 K=4 F=11 R=7 N=6 S=0



Slika 72. *Nuphar lutea* (L.) Sm. in Sibith. et Sm

Izvor: www.infoflora.ch 6.04.2015.

Nymphaea alba L.

Hrvatski naziv: bijeli lopoč

Engleski naziv: white water-lily

Porodica: *Nymphaeaceae*

Visina biljke: -

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica žabogriza i resca;
zajednica lopoča i lokvanja

Dubina vode na staništu : 45-180 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=X C=5 U=12 R=7 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)



Slika 73. *Nymphaea alba* L.

Izvor: www.biolib.cz 6.04.2015.

Oenanthe aquatica (L.) Poir.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: fineleaf waterdropwort

Porodica: *Apiaceae*

Visina biljke: do 150 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Scap

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica vodene trbulje i vodozemskog grbka

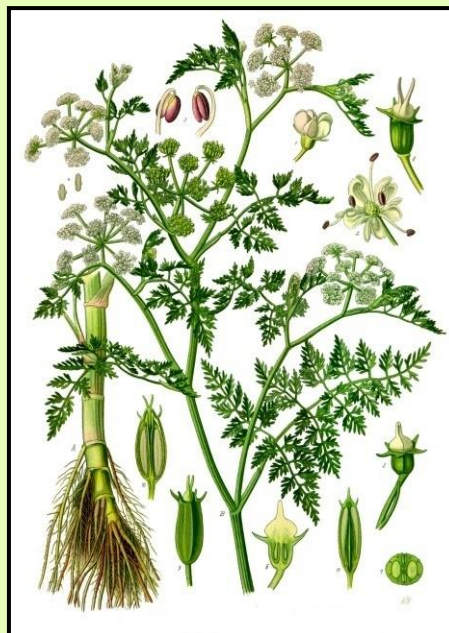
Dubina vode na staništu: -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=10 R=7 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=5 F=10 R=7 N=6 S=0



Slika 74. *Oenanthe aquatica* (L.) Poir.

Izvor:upload.wikimedia.org 6.04.2015.

Persicaria amphibia (L.) Delarbre

Hrvatski naziv: rahlocvjetni kačun

Engleski naziv: amphibious bistort

Porodica: *Polygonaceae*

Visina biljke: 5 – 40 cm

Dubina korijena: 60 cm

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti: -

Fitocenološka pripadnost: zajednica vodene trbulje i vodozemskog grbka

Dubina vode na staništu: do 200 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 75. *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre

Izvor:luirig.altervista.org 6.04.2015.

Phalaris arundinacea L.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: reed canarygrass

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: do 200 cm

Dubina korijena: 139 cm

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica obalnog šaša; zajednica trstastog blješca; zajednica vodene trbulje i vodozemskog grbka

Dubina vode na staništu : do 15 cm
L.

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=5 K=X F=9= R=7 N=7 S=0



Slika 76. *Phalaris arundinacea* L.

Izvor:upload.wikimedia.org 6.04.2015.

Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: common reed

Porodica: *Poaceae*

Visina biljke: 80-350(-1000)*0,5-1*2 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: trščaci obične trske;
trščak obične trske i patuljastog rogoza

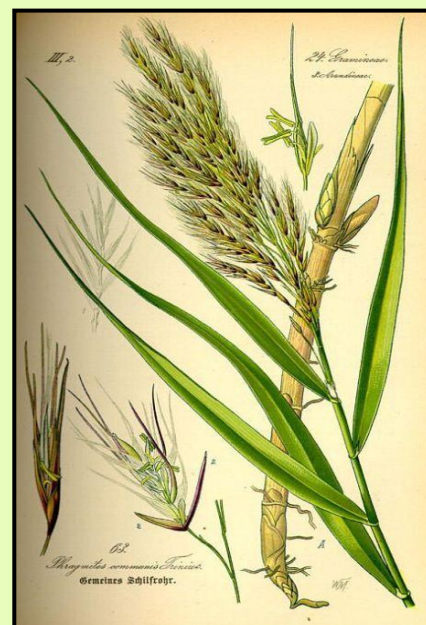
Dubina vode na staništu : do 75 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=5 C=X U=10 R=7 N=5 S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=5 K=X F=10 R=7 N=7 S=0^w



Slika 77. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Izvor:luirig.altervista.org 6.04.2015.

Potamogeton natans L.

Hrvatski naziv: plivajući mrijesnjak

Engleski naziv: broad-leaved pondweed

Porodica: *Potamogetonaceae*

Visina biljke: 30-90 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: -

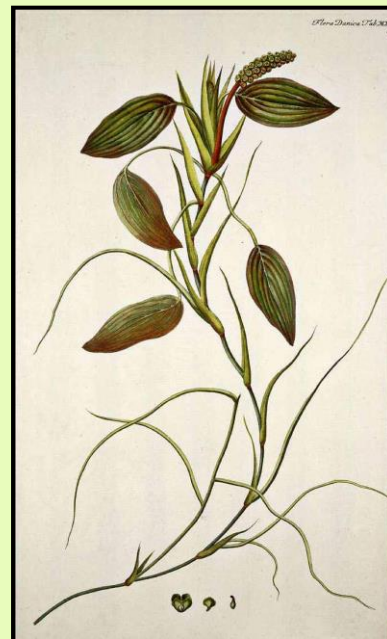
Dubina vode na staništu : 10-50 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=4 C=5 U=12 R=7 N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=5 K=5 F=11 R=7 N=5 S=0



Slika 78. *Potamogeton natans* L.

Izvor: plantillustrations.org 6.04.2015.

Potamogeton nodosus Poir.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: loddon pondweed

Porodica: -

Visina biljke: do 300 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost-

Dubina vode na staništu : plutajuća biljka

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=6 C=5 U=12 R=7 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=6 K=5 F=12 R=8 N=5 S=0



Slika 79. *Potamogeton nodosus* Poir

Izvor:www.google.hr 6.04.2015.

Potamogeton pectinatus L.

Hrvatski naziv: češljasti mrijesnjak

Engleski naziv: sago pondweed

Porodica: *Potamogetonaceae*

Visina biljke: do 230 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica češljastog mrijesnjacka;
zajednica češljastog mrijesnjacka i morske podvodnice

Dubina vode na staništu : do 300 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=0 C=5 U=12 R=7 N=5 S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=X K=5 F=12 R=8 N=8 S=1^(c)



Slika 80. *Potamogeton pectinatus* L.

Izvor:plantillustrations.org 6.04.2015.

Potamogeton perfoliatus L.

Hrvatski naziv: prorasli mrijesnjak

Engleski naziv: clasping-leaf pondweed

Porodica: *Potamogetonaceae*

Visina biljke: 2-11 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: sastojine velikih mrijesnjacka

Dubina vode na staništu : do 100 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=0 C=0 U=12 R=7 N=4 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)



Slika 81. *Potamogeton perfoliatus* L.

Izvor:de.wikipedia.org 6.04.2015.

***Potamogeton pusillus* L.**

Hrvatski naziv: maleni mrijesnjak

Engleski naziv: lesser pondweed

Porodica: -

Visina biljke: 15-80 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: sastojine velikih mrijesnjava

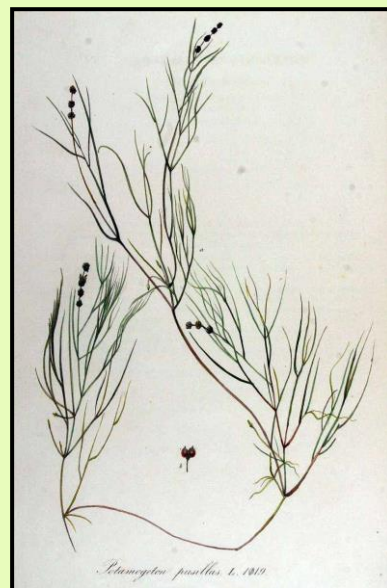
Dubina vode na staništu : 10-50 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=5 C=5 U=12 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=5 K=5 F=12 R=6 N=X S=1



Slika 82. *Potamogeton pusillus* L.

Izvor: www.plantillustrations.org 6.04.2015.

***Ranunculus fluitans* Lam.**

Hrvatski naziv: podvodni žabnjak

Engleski naziv: river water-crowfoot

Porodica: *Ranunculaceae*

Visina biljke: 60-200 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica riječnog žabnjaka;
zajednica riječnog žabnjaka i uronjenog grešuna

Dubina vode na staništu : max. 32 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=6 C=4 U=12 R=X N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=6 K=2 F=12 R=X N=8 S=0



Slika 83. *Ranunculus fluitans* Lam.

Izvor: de.wikipedia.org 6.04.2015.

***Ranunculus trichophyllus* Chaix in Vill.**

Hrvatski naziv: tankolisni žabnjak

Engleski naziv: threadleaf crowfoot

Porodica: *Ranunculaceae*

Visina biljke: 30-80 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Europ.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu : 0-100 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=X C=X U=12 R=X N=X S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 84. *Ranunculus trichophyllus* Chaix in Vill.

Izvor: www.plantillustrations.org 6.04.2015.

***Rorippa amphibia* (L.) Besser**

Hrvatski naziv: amfibijski grbak

Engleski naziv: great yellow-cress

Porodica: *Ranunculaceae*

Visina biljke: 40-120cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: H Oblik rasta: Caesp

Florni element: Eurosib.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica običog oblićaZajednica trstastog blješca; zajednica vodene trbulje i vodozemskog grbka

Dubina vode na staništu : 0-40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=5 C=7 U=10 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=7 F=10 R=7 N=8 S=0



Slika 85. *Rorippa amphibia* (L.) Besser

Izvor: plantillustrations.org 6.04.2015.

Sagittaria sagittifolia L.

Hrvatski naziv: obična strelica

Engleski naziv: arrowhead

Porodica: *Alismataceae*

Visina biljke: 3- 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica obične strelice i uronjenog ježinca

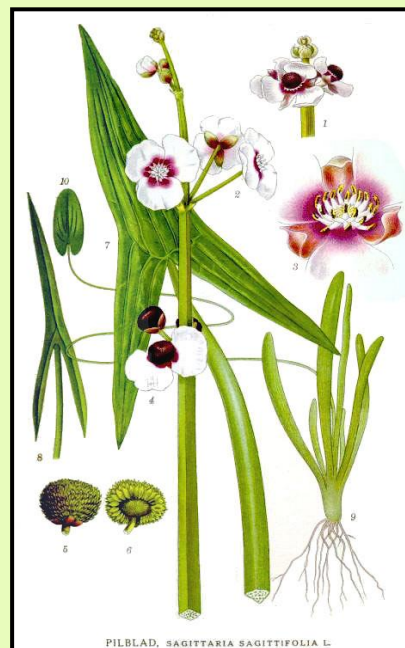
Dubina vode na staništu : 10-50 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=0 C=5 U=10 R=7 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=4 F=10 R=7 N=6 S=0



Slika 86. *Sagittaria sagittifolia* L.

Izvor: idtools.org 6.04.2015.

Salvinia natans (L.) All.

Hrvatski naziv: plivajuća nepačka

Engleski naziv: floating watermoss

Porodica: *Salviniaceae*

Visina biljke: 8-20 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Euras.-Temper.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica vodenih leća i obične mješinke; zajednica žabogriža i resca

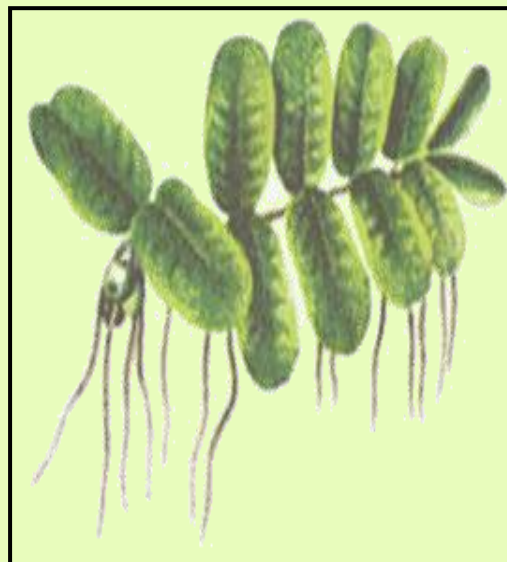
Dubina vode na staništu : plutajuća biljka

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=6 C=5 U=4 R=8 N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=8 K=5 F=11 R=7 N=7 S=0



Slika 87. *Salvinia natans* (L.) All.

Izvor: www.grid.unep.ch 6.04.2015.

Scirpus lacustris L. ssp. *lacustris*

Hrvatski naziv: jezerski oblič

Engleski naziv: -

Porodica: -

Visina biljke: do 300 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): DD

Fitocenološka pripadnost: -

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 88. *Scirpus lacustris* L. ssp. *lacustris*

Izvor: www.google.hr 6.04.2015.

Scirpus lacustris L. ssp. *tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Syme

Hrvatski naziv: sivi oblič

Engleski naziv: grey club rush

Porodica: -

Visina biljke: do 150 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): DD

Fitocenološka pripadnost: zajednica primorskog oblića;

zajednica sivog oblića

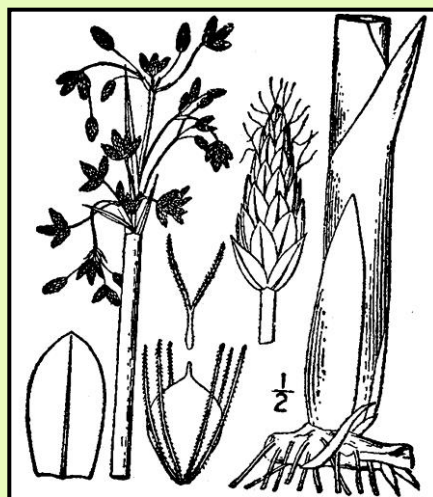
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 89. *Scirpus lacustris* L. ssp.

tabernaemontani (C.C.Gmel.) Syme

Izvor: www.redorbit.com 6.04.2015.

Scirpus litoralis Schrad.

Hrvatski naziv: -

Engleski naziv: coast club rush

Porodica: -

Visina biljke: 30-200 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica primorskog oblića

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009) Izvor: bonnier.flora-electronica.com 6.04.2015.

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 90. *Scirpus litoralis* Schrad.

Scirpus maritimus L.

Hrvatski naziv: jezerski oblič

Engleski naziv: cosmopolitan bulrush

Porodica: *Cyperaceae*

Visina biljke: 30-120 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: - Oblik rasta: -

Florni element: -

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore): NT

Fitocenološka pripadnost: zajednica primorskog oblića

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=- T=- C=- U=- R=- N=- S=-

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=- T=- K=- F=- R=- N=- S=-



Slika 91. *Scirpus maritimus* L.

Izvor: ca.wikipedia.org 6.04.2015.

Sparganium erectum L.

Hrvatski naziv: razgranjeni ježinac

Engleski naziv: simplestem bur-reed

Porodica: *Typhaceae*

Visina biljke: (30-)50-150(-200) cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica uspravnog ježinca;
rogozik širokolisnog rogoza

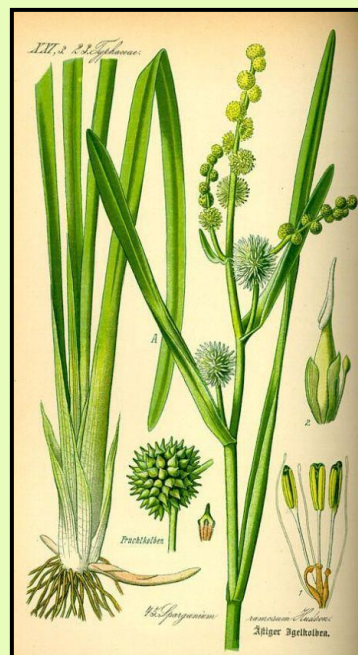
Dubina vode na staništu : 40 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=10 R=X N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=5 F=10 R=7 N=7 S=0



Slika 92. *Sparganium erectum* L.

Izvor:luirig.altervista.org 6.04.2015.

Spirodela polyrrhiza (L.) Schleiden

Hrvatski naziv: višekorjenska barska leća

Engleski naziv: common duckweed

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: -

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Subcosmop.

Kategorija ugroženosti : -

Fitocenološka pripadnost: zajednica sitne i grbaste vodene leće;
zajednica vodenih leća i parožinaste paprati

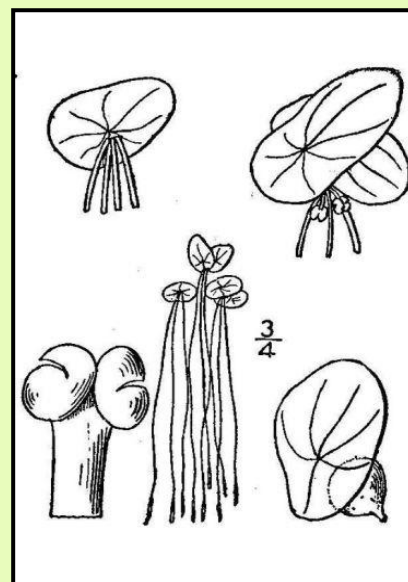
Dubina vode na staništu : plutajuća biljka

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=12 R=X N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=5 F=11 R=6 N=6 S=1



Slika 93. *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden

Izvor:www.google.hr 6.04.2015.

Stratiotes aloides L.

Hrvatski naziv: rezac

Engleski naziv: water soldiers

Porodica: *Hydrocharitaceae*

Visina biljke: 10-50 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Europ.-Caucas.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica žabogriza i resca

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=7 C=5 U=12 R=7 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=5 F=11 R=8 N=6 S=0



Slika 94. *Stratiotes aloides* L.

Izvor:delta-intkey.com 6.04.2015.

Trapa natans L.

Hrvatski naziv: vodeni orašac

Engleski naziv: water chestnut

Porodica: *Trapaceae*

Visina biljke: 0*5-2 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Paleotemp.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): NT

(Bern convention): +

Fitocenološka pripadnost: zajednica vodenog orašca

Dubina vode na staništu : 30 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=7 C=5 U=12 R=6 N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=7 K=5 F=11 R=6 N=8 S=0



Slika 95. *Trapa natans* L.

Izvor:de.wikipedia.org 6.04.2015.

Typha angustifolia L.

Hrvatski naziv: uskolisni rogoz

Engleski naziv: narrow-leaf cat-tail

Porodica: *Typhaceae*

Visina biljke: do 200 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica običog oblića; rogozik uskolisnog rogoza; zajednica primorskog oblića

Dubina vode na staništu : 60-100 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=8 T=7 C=5 U=10 R=X N=7 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=7 K=5 F=10 R=7 N=7 S=1



Slika 96. *Typha angustifolia* L.

Izvor:uk.wikipedia.org 6.04.2015.

Typha latifolia L.

Hrvatski naziv: širokolisni rogoz

Engleski naziv: common cattail

Porodica: *Typhaceae*

Visina biljke: 200 ili više cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti :

Fitocenološka pripadnost: rogozik širokolisnog rogoza; rogozik uskolisnog rogoza; zajednica velike pirevine

Dubina vode na staništu : 50 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=8 T=6 C=5 U=10 R=X N=8 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=6 K=5 F=10 R=7 N=8 S=1



Slika 97. *Typha latifolia* L.

Izvor:upload.wikimedia.org 6.04.2015.

Typha minima Funck

Hrvatski naziv: patuljasti rogoz

Engleski naziv: miniature cattail, dwarf bulrush

Porodica: *Typhaceae*

Visina biljke: 25-75 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: G Oblik rasta: Rhiz

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): CR

Fitocenološka pripadnost: trščak obične trske i patuljastog rogoza

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =8 T=0 C=7 U=9 R=8 N=2 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=8 T=X K=7 F=9= R=8 N=2 S=0



Slika 98. *Typha minima* Funck

Izvor: irapl.altervista.org 6.04.2015.

Utricularia vulgaris L.

Hrvatski naziv: širokolisni rogoz

Engleski naziv: greater (common) bladderwort

Porodica: *Lentibulariaceae*

Visina biljke: do 100 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Circumbor.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): -

Fitocenološka pripadnost: zajednica velike vodene leče i plivajuće nepačke; zajednica vodenih leća i obične mješinke

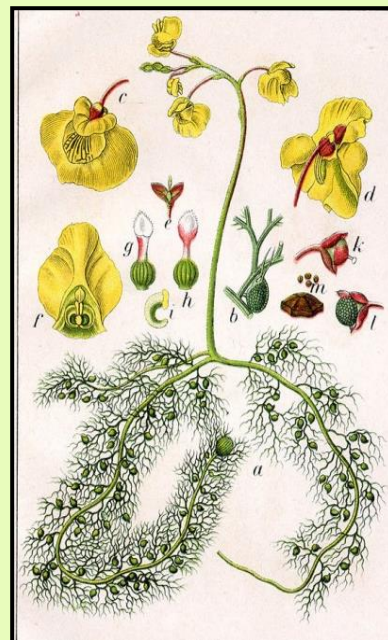
Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=6 C=X U=12 R=6 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=X F=12 R=5 N=4 S=0



Slika 99. *Utricularia vulgaris* L.

Izvor: en.wikipedia.org 6.04.2015.

Vallisneria spiralis L.

Hrvatski naziv: uvijuša

Engleski naziv: eelgrass, trape grass

Porodica: -

Visina biljke: do 40 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost:-

Dubina vode na staništu : do 100 cm

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =6 T=5 C=5 U=12 R=5 N=5 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=8 K=3 F=12 R=7 N=7 S=0



Slika 100. *Vallisneria spiralis* L.

Izvor: idtools.org 6.04.2015.

Veronica beccabunga L.

Hrvatski naziv: potočna čestoslavica

Engleski naziv: european speedwell

Porodica: *Scrophulariaceae*

Visina biljke: -

Dubina korijena: -

Životni oblik: Ch Oblik rasta: Rept

Florni element: Eurasiat.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulne flore):-

Fitocenološka pripadnost: zajednica potočne čestoslavice i jezerske žabovlatke; zajednica plivajuće pirevine

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L =7 T=X C=5 U=10 R=7 N=6 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=X K=3 F=10 R=7 N=6 S=0



Slika 101. *Veronica beccabunga* L.

Izvor: pl.wikipedia.org 6.04.2015.

Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm.

Hrvatski naziv: beskorjenska sitna leća

Engleski naziv: spotless watermeal

Porodica: *Lemnaceae*

Visina biljke: do 15 cm

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Nat

Florni element: Paleosubtrop.

Kategorija ugroženosti (Crvena knjiga vaskulrne flore): VU

Fitocenološka pripadnost: zajednica sitne i grbaste vodene leće; zajednica žabogriza i resca

Dubina vode na staništu : plutajuća biljka

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=7 T=6 C=5 U=12 R=3 N=2 S=0

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=7 T=6 K=5 F=11 R=7 N=6 S=0



Slika 102. *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.

Izvor: en.wikipedia.org 6.04.2015.

Zannichellia palustris L.

Hrvatski naziv: žabokrečina

Engleski naziv: horned pondweed

Porodica: *Potamogetonaceae*

Visina biljke: -

Dubina korijena: -

Životni oblik: I Oblik rasta: Rad

Florni element: Cosmopol.

Kategorija ugroženosti :-

Fitocenološka pripadnost: zajednica krute rošćike i kovrčavog mrijesnjacka; zajednica češljastog mrijesnjacka i morske podvodnice

Dubina vode na staništu : -

Ekološki indeksi prema Pignatti i sur. (2009)

L=6 T=0 C=2 U=12 R=7 N=6 S=1

Ekološki indeksi prema Ellenberg i sur. (1991)

L=6 T=0 K=5 F=12 R=7 N=6 S=1

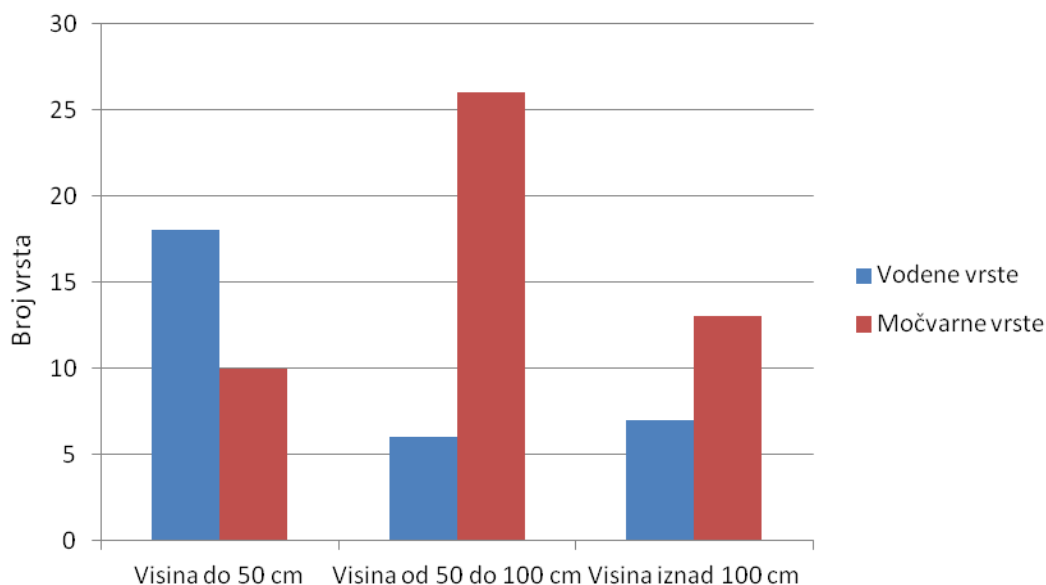


Slika 103. *Zannichellia palustris* L.

Izvor: www.pfaf.org 6.04.2015.

6.2. Visina biljaka

Kategorizacija visina biljaka rađena je posebno za vodene i posebno za močvarne vrste. Od ukupno 80 analiziranih vrsta njih 49 spada u močvarne i 31 u vodene vrste (Slika 1.).



Slika 104. Kategorizacija vrsta prema visini

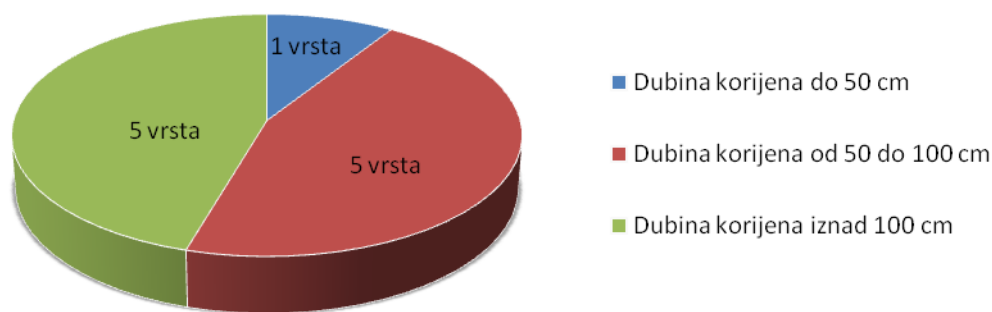
Najveći broj močvarnih biljaka pripada kategoriji visine od 50 do 100 cm – 26/49 ili 53%, zatim slijedi kategorija iznad 100 cm – 13/49 ili 27% i kategorija do 50 cm – 10/49 ili 20% vrsta.

Najveći broj vodenih vrsta pripada kategoriji visine do 50 cm - 18/31 ili 58%, zatim slijedi kategorija iznad 100 cm – 7/31 ili 23% i kategorija visine od 50 do 100 cm – 6/31 ili 19% vrsta.

U kategoriji visine do 50 cm zastupljenije su vodene vrste, dok u ostalim kategorijama visina prevladavaju močvarne vrste.

6.3. Dubina korijena

Korijen je jedan od osnovnih organa biljke. Služi za učvršćivanje izdanaka i opskrbljivanje vodom i mineralnim tvarima iz tla. Zbog nedovoljno podataka, u ovome radu prikupljena je informacija o dubini korijena za tek 11 vrsta koje su analizirane. (Slika 7)

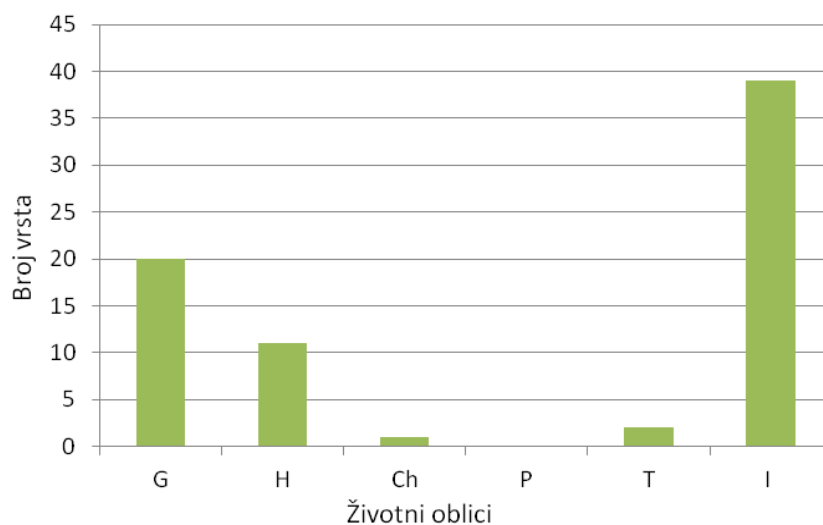


Slika 105. Kategorizacija dubine korijena

Od analiziranih 11 vrsta 45% vrsta pripada kategoriji dubine korijena od 50 do 100 cm, također 45% vrsta pripada dubini iznad 100 cm, dok samo 10% ili jedna vrsta pripada dubini do 50 cm.

6.4. Životni oblici

Obzirom na prilagobe za preživljavanjem nepovoljnih razdoblja, vrstama su pridruženi životni oblici. Analizirani su podaci za 73 vrste (Slika 8).

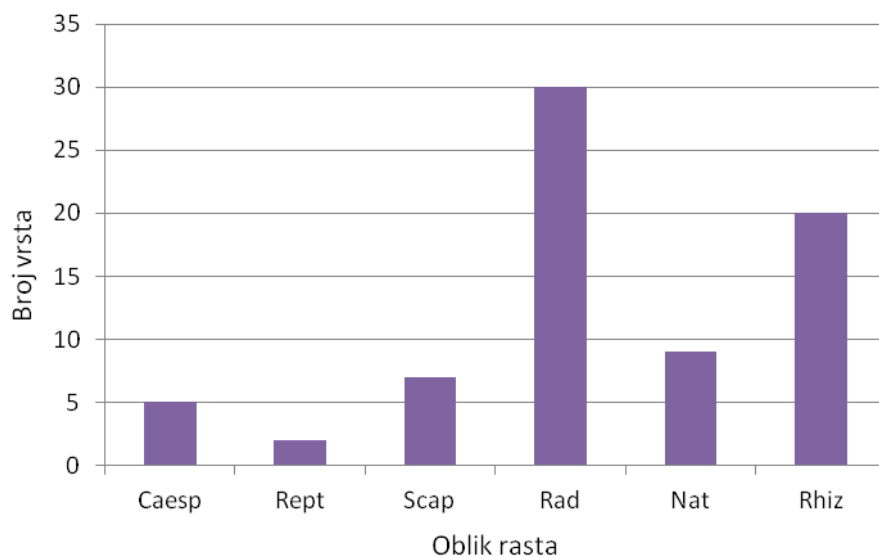


Slika 106. Kategorizacija životnih oblika

Najveći broj analiziranih vrsta spada u skupinu hidrofiti, 39 vrsta ili 53%, zatim slijede geofiti, 20 vrsta ili 27%, hemikriptofiti, 11 vrsta ili 15%, terofiti 2 vrste ili 3% i hamefiti 1 vrsta. Hidrofiti su vodene biljke koje nepovoljno razdoblje preživljavaju pomoću pupova potopljenih u vodi ili zakopanih u zemlji ispod vode. Fanerofiti ili drvenaste vrste u ovome radu nisu uzete u obzir.

6.5. Oblici rasta

Oblici rasta koji su zastupljeni u našem radu podijeljeni su u 6 kategorija (Slika 9).

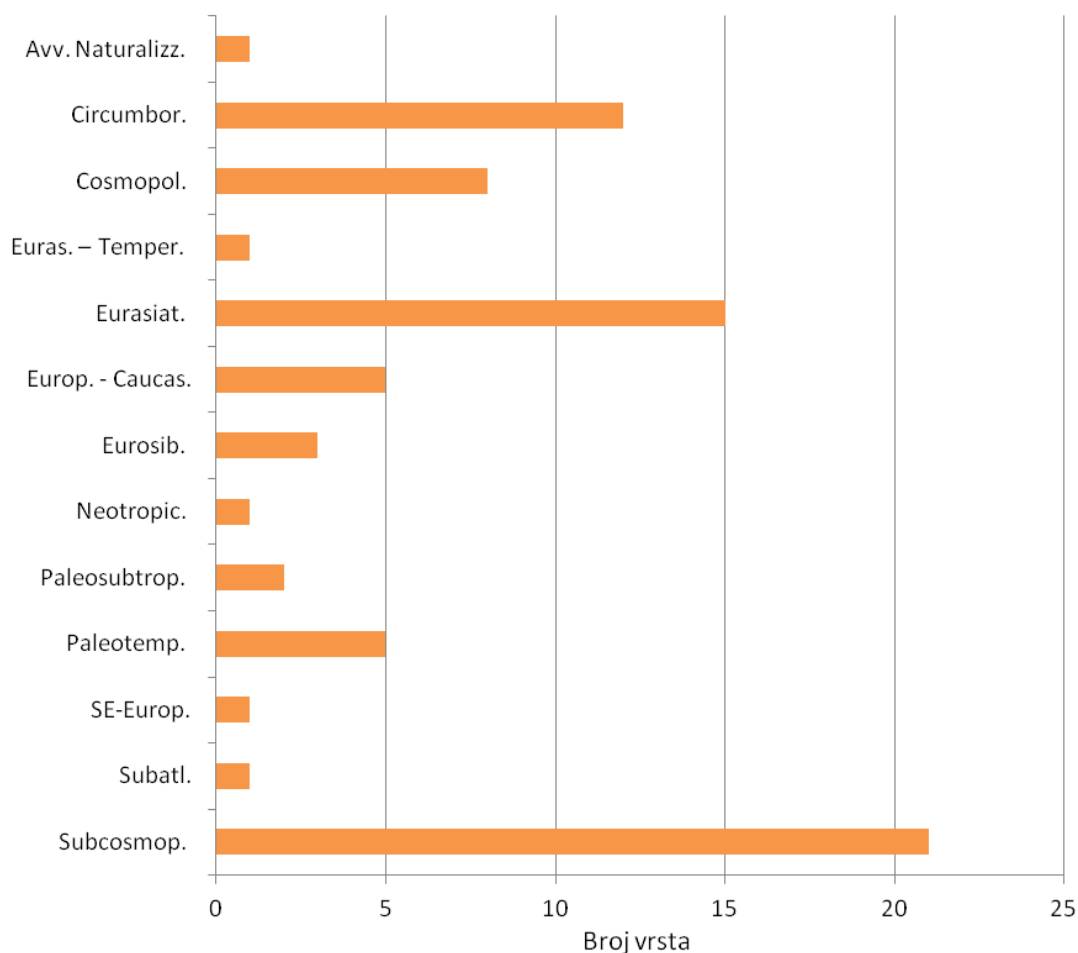


Slika 107. Kategorizacija oblika rasta

Najzastupljeniji oblik rasta su vodene biljke zakorijenjene za dno (Rad), 30/73 ili 41%, zatim slijede vrste s dobro razvijenim podankom (Rhiz), 20/73 ili 27%, plivajuće biljke (Nat), 9/73 ili 12%, biljke s dobro razvijenom batvom (Scap), 7/73 ili 10%, busenaste biljke (Caesp), 5/73 ili 7%, i puzave biljke (Rept), 2/73 ili 3% analiziranih vrsta.

6.6. Florni elementi

Prema području rasprostranjenosti analizirali smo 76 vrsta (Slika 10).

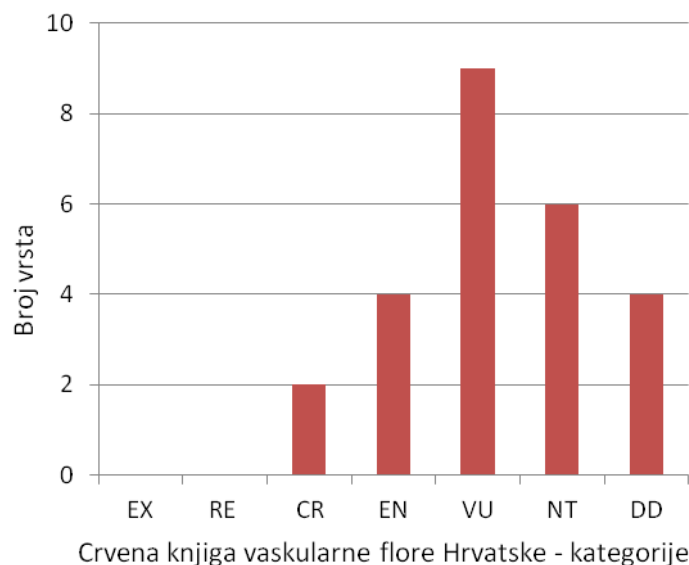


Slika 108. Kategorizacija flornih elemenata

Najzastupljeniji florni elemnt su subkozmpolitske vrste (Subcosmop.) ili vrste rasprostranjene gotovo u čitavom svijetu s velikim rupama u arealu - 21/76 ili 28% vrsta. Zatim slijede euroazijske vrste – 15/76 ili 20%, cirkumborealne vrste -12/76 ili 16%, kozmopolitanske vrste - 9/76 ili 12%, europsko-kavkaske i vrste rasprostranjene u područjima umjerene kontinentalne klime starog svijeta – 5/76 ili 7% i europsko - sibirske vrste – 3/73 ili 4% analiziranih vrsta.

6.7. Kategorije ugroženosti

U Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske (Nikolić i Topić 2005) nalazi se 25 analiziranih vrsta. (Slika 11)



Slika 109. Kategorizacija ugroženosti prema Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske

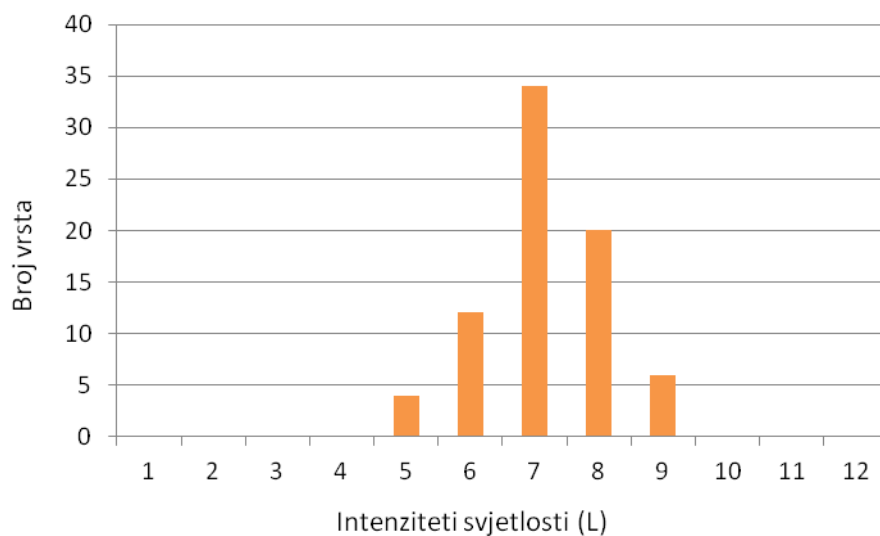
Analizom kategorija ugroženosti prema Crvenoj knjizi (Nikolić i Topić 2005) najzastupljenije su osjetljive svojte (VU), 9/25 ili 36%; zatim slijede gotovo ugrožene vrste (NT), 6/25 ili 24%; nepoznate (DD), 4/25 ili 16 %; ugrožene svojte (EN); 4/25 sa 16% i kritično ugrožene svojte (CR), 2/25 ili 8%.

Obzirom na analizirane vrste u Bernskoj konvenciji i Direktivi o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta nalazi se po jedna biljna vrsta. Četverolisna raznorotka (*Marsilea quadrifolia* L.) zaštićena je Direktivom o zaštiti prirodnih staništa (Anonymous 1992), dok je vodeni orašac (*Trapa natans* L.) zaštićen Bernskom konvencijom (Anonymous 1979).

6.8. Ekološki indeksi

Podaci o ekološkim indeksima prikupljeni su iz knjige Pignatti-ja i sur. (2005) na osnovi čega je analizirano 76 vrsta i iz knjige Ellenberg-a i sur. (1991) prema kojoj je analizirano 79 biljnih vrsta.

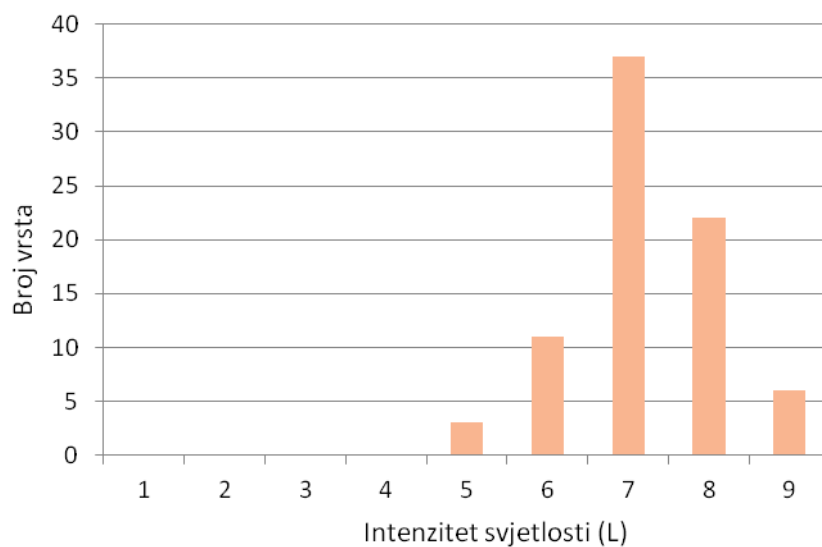
- Svijetlost



Slika 110. Analiza svjetlosti prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize svjetlosti prema Pinatti-ju i sur. (2005) najzastupljenije su biljne vrste s indeksom svjetlosti 7 – 34/76 ili 45%, zatim slijede: indeks 8 – 20/76 ili 26%, indeks 6 – 12/76 ili 16%, indeks 9 – 6/76 ili 8% i indeks 5 – 4/76 ili 5% vrsta (Slika 12).

Indeks 7 označava vrste izložene punom svijetlu, ali često i u hladovini (Pinatti i sur. 2005).

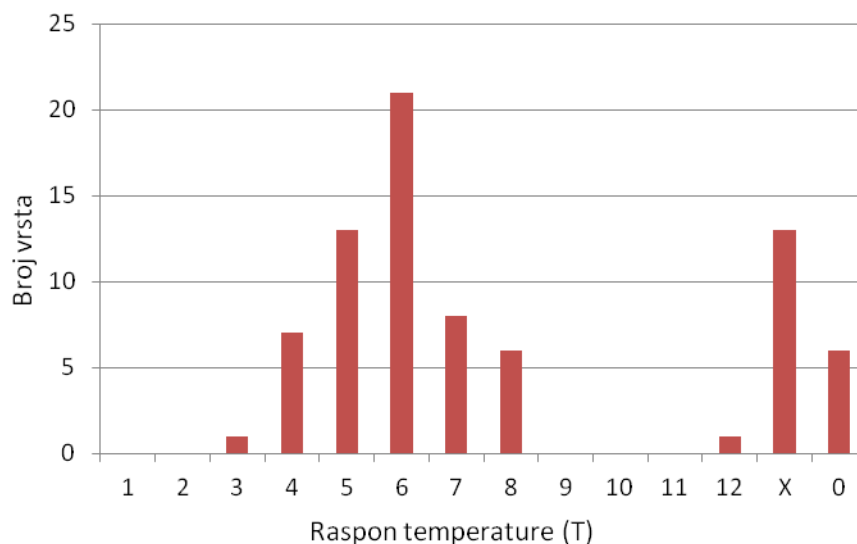


Slika 111. Analiza svjetlosti prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize svjetlosti prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom svjetlosti 7 – 37/79 ili 47%, zatim slijede: indeks 8 – 22/79 ili 28%, indeks 6 – 11/79 ili 14%, indeks 9 – 6/79 ili 7% i indeks 5 – 3/79 ili 4% vrsta (Slika 13).

Indeks 7 označava vrste koje su većinom na punoj svjetlosti, ali i u sjeni do otprilike 30 % relativne svjetlosti (Ellenberg i sur. 1991).

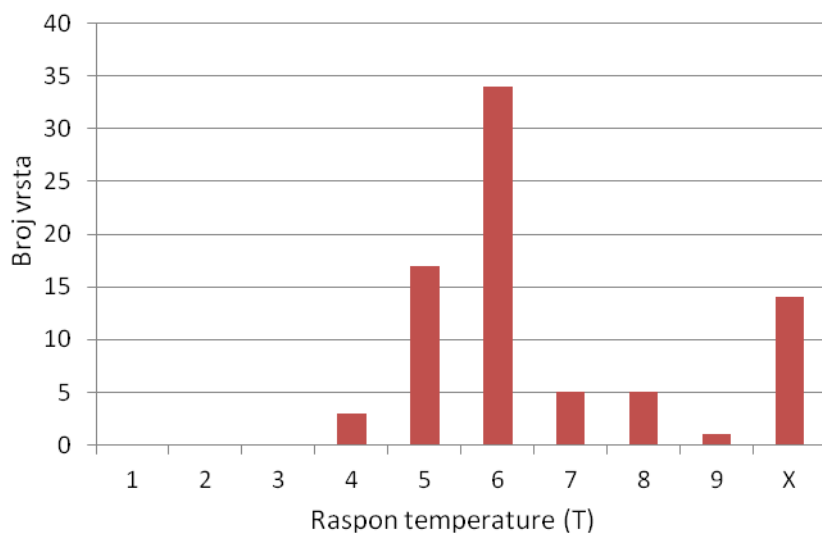
- Temperatura



Slika 112. Analiza temperature prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize temperature prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom temperature 6 – 21/76 ili 28% vrsta, zatim slijede: indeks 5 – 13/76 ili 17%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije temperature – 13/76 ili 17%, indeks 7 – 8/76 ili 11%, indeks 4 – 7/76 ili 9%, indeks 8 – 6/76 ili 8%, vrste s nedovoljno informacija (0) - 6/76 ili 8%, indeks 3 - 1/76 ili 1% i indeks 12 – 1/76 ili 1% vrsta (Slika 14).

Indeks 6 označava vrste po prilagodbi rasprostranjene u srednje umjerenim područjima i u dolinama ili planinskim okruženjima mediteranskog područja (Pinatti i sur. 2005).

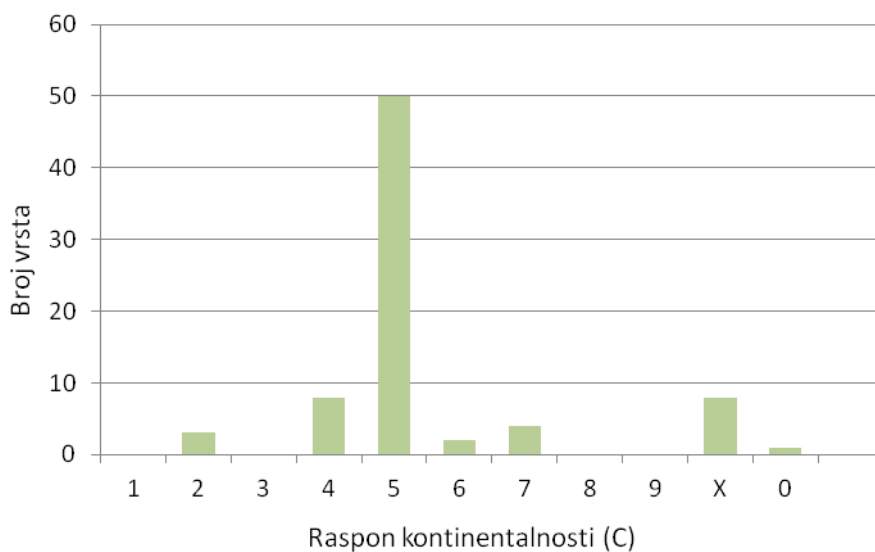


Slika 113. Analiza temperature prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize temperature prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom temperature 6 – 34/79 ili 43%, zatim slijede: indeks 5 – 17/79 ili 22%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije temperature – 14/79 ili 18%, indeksi 7 – 5/79 ili 6%, indeks 8 – 5/79 ili 6%, indeks 4 - 3/79 ili 4% i indeks 9 – 1/79 ili 1% vrsta (Slika 15).

Indeks 6 označava vrste koje se nalaze između područja umjerenih temperatura i toplih područja (Ellenberg i sur. 1991).

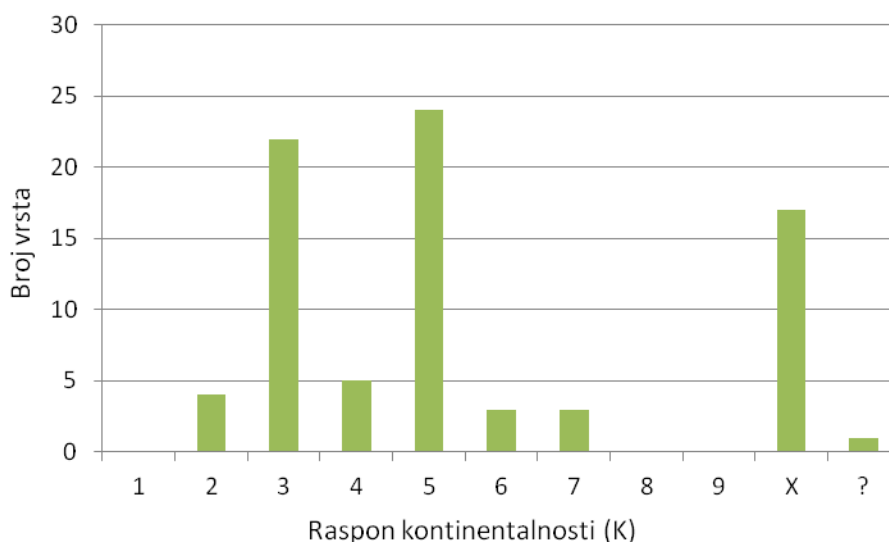
- Kontinentalnost



Slika 114. Analiza kontinentalnosti prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize kontinentalnosti prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom kontinentalnosti 5 – 50/76 ili 66% vrsta, zatim slijede: indeks 4 – 8/76 ili 11%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije kontinentalnosti (X) – 8/76 ili 11%, indeks 7 – 4/76 ili 5%, indeks 2 – 3/76 ili 4%, indeks 6 – 2/76 ili 2% i nedovoljno informacija o vrsti (0) – 1/76 ili 1% vrsta (Slika 16).

Indeks 5 predstavlja vrste u područjima srednje umjerene klime (Pinatti i sur. 2005).

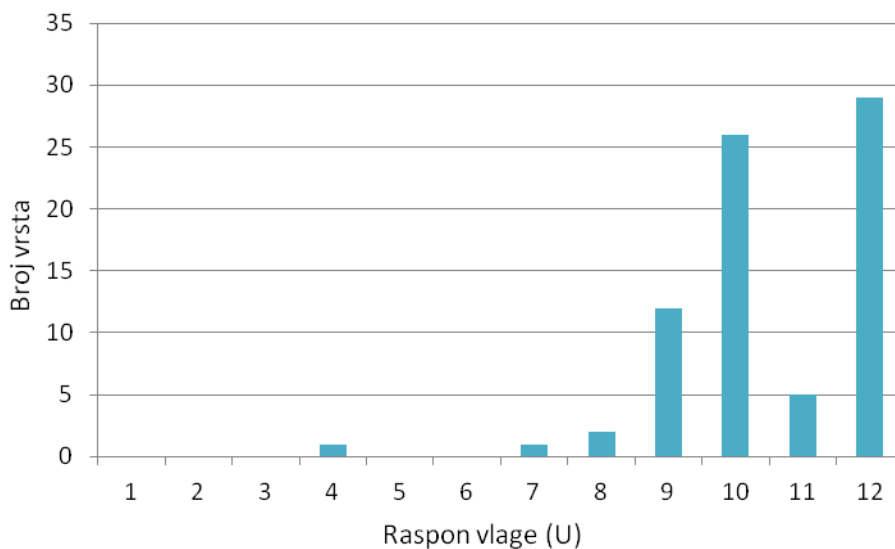


Slika 115. Analiza kontinentalnosti prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize kontinentalnosti prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom kontinentalnosti 5 – 24/79 ili 30%, zatim slijede: indeks 3 – 22/79 ili 28%, ravnodušno ponašanje spram oscilacija kontinentalnosti (X) - 17/79 ili 22%, indeks 4 – 5/79 ili 6%, indeks 2 – 4/79 ili 5%, indeks 6 – 3/79 ili 4%, indeks 7 – 3/79 ili 4% i nepoznato ponašanje vrste – 1/79 ili 1% vrsta. (Slika 17).

Indeks 5 označava vrste koje su zastupljene u djelovima srednje i subkontinentale Europe (Ellenberg i sur. 1991).

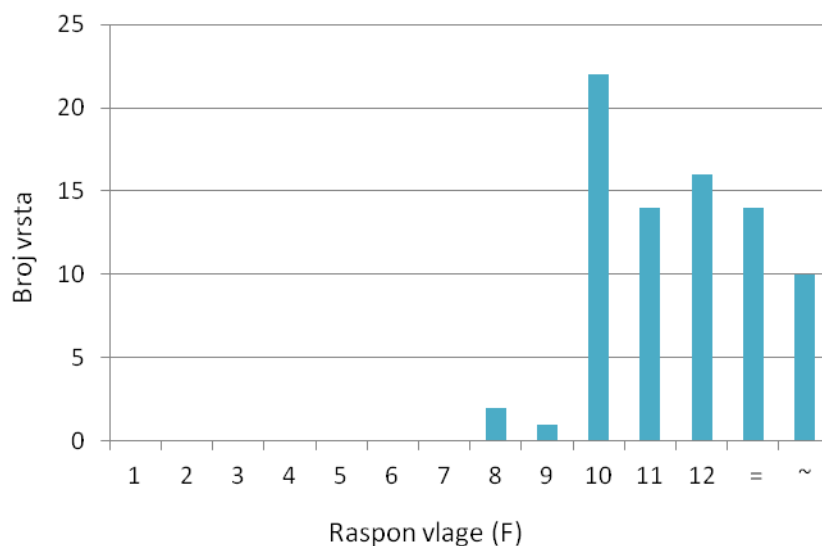
- Vlaga



Slika 116. Analiza vlage prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize vlage prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom vlage 12 - 29/76 ili 38%, zatim slijede: indeks 10 - 26/76 ili 34%, indeks 9 - 12/76 ili 16%, indeks 11 - 5/76 ili 7%, indeks 8 - 2/76 ili 3%, indeks 7 - 1/76 ili 1% i indeks 4 - 1/76 ili 1% (Slika 18).

Indeks 12 predstavlja vodene biljke koje su stalno ili gotovo uvijek ispod razine vode, dok indeks 10 predstavlja vrste koje su povremeno izložene vodi na staništu, povremeno su potapljane (Pinatti i sur. 2005).

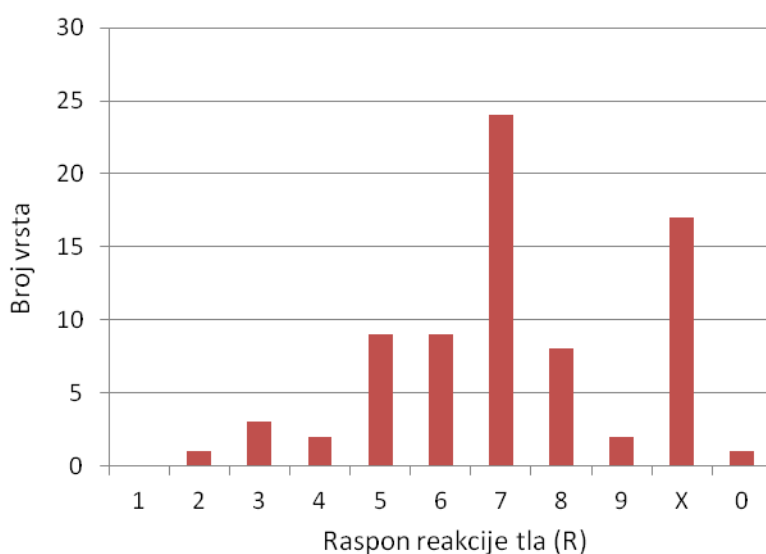


Slika 117. Analiza vlage prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize vlage prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom vlage 10 – 22/79 ili 28% vrsta, zatim slijede: indeks 12 - 16/79 ili 20%, indeks 11 – 14/79 ili 18%, pokazatelj povremeno poplavljenih područja (=) - 14/79 ili 18%, vrste s većim oscilacijama vlage (~) - 10/79 vrsta ili 13%, indeks 8 – 2/79 ili 2% i indeks 9 – 1/79 ili 1% vrsta (Slika 19).

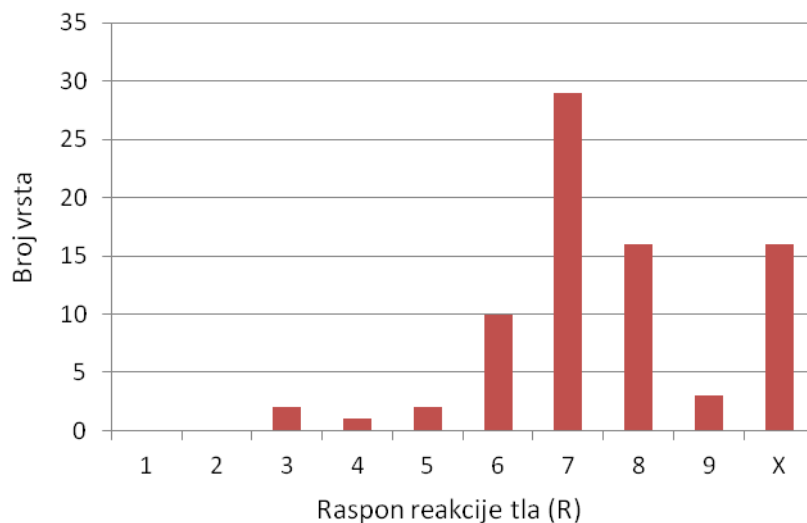
Indeks 10 označava vodene biljke, koje mogu duže vrijeme preživjeti bez vode (Ellenberg i sur. 1991).

- Reakcija tla



Slika 118. Analiza reakcije tla prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize reakcije tla prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom reakcije tla 7 – 24/76 ili 31%, zatim slijede: pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije reakcije tla (X) – 17/76 ili 22 %, indeks 5 - 9/76 ili 12%, indeks 6 – 9/76 ili 12%, indeks 8 - 8/76 ili 11%, indeks 3 – 3/76 ili 4%, indeks 4 – 2/76 ili 3%, indeks 9 – 2/76 ili 3%, indeks 2 – 1/76 ili 1% i nedovoljno informacija o vrsti (0) – 1/76 ili 1% vrsta (Slika 20).

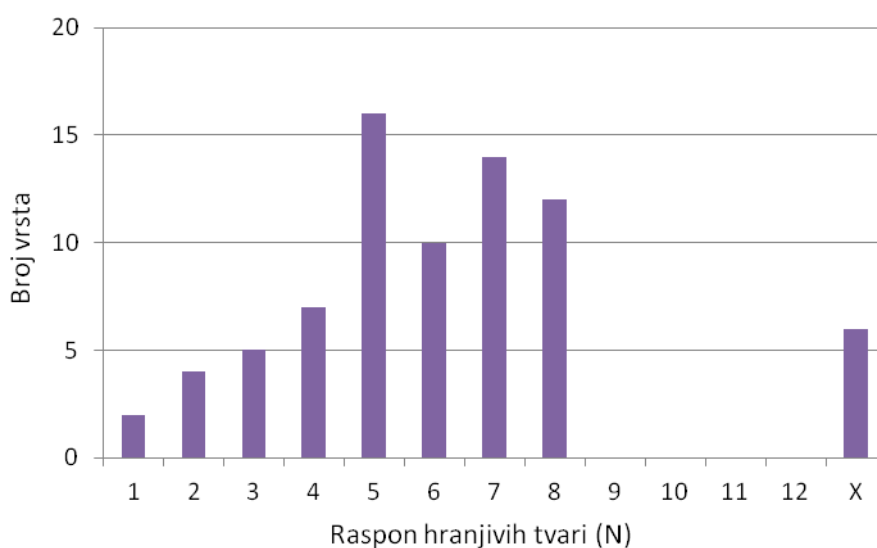


Slika 219. Analiza reakcije tla prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize reakcije tla prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom reakcije 7 – 29/79 ili 37% vrsta, zatim slijede: indeks 8 – 16/79 ili 20%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije reakcije tla (X) - 16/79 ili 20%, indeks 6 – 10/79 ili 12%, indeks 9 – 3/79 ili 4%, indeks 3 – 2/79 ili 3%, indeks 5 – 2/79 ili 3% i indeks 4 – 1/79 ili 1% vrsta (Slika 21).

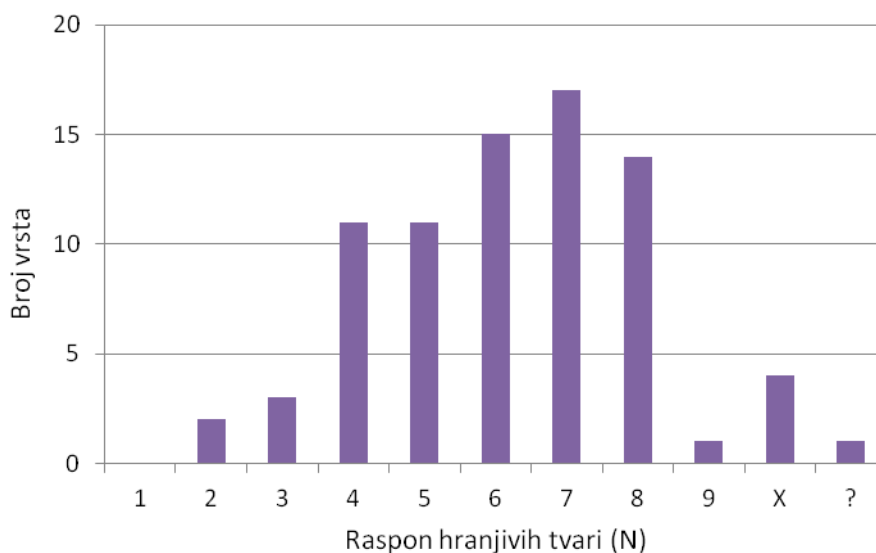
Indeks 7 prikazuje vrste koje dobro podnose slabo kisela tla (Ellenberg i sur. 1991).

- Hranjive tvari



Slika 120. Analiza hranjivih tvari prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize hranjivih tvari prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom hranjivih tvari 5 – 16/76 ili 21% vrsta, zatim slijede: indeks 7 - 14/79 ili 18%, indeks 8 – 12/76 ili 16%, indeks 6 – 10/76 ili 13% i indeks 4 – 7/76 ili 9%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije hranjivih tvari (X) – 6/76 ili 8%, indeks 3 – 5/76 ili 7%, indeks 2 – 4/76 ili 5%, i indeks 2 – 2/76 ili 3% vrsta (Slika 22).

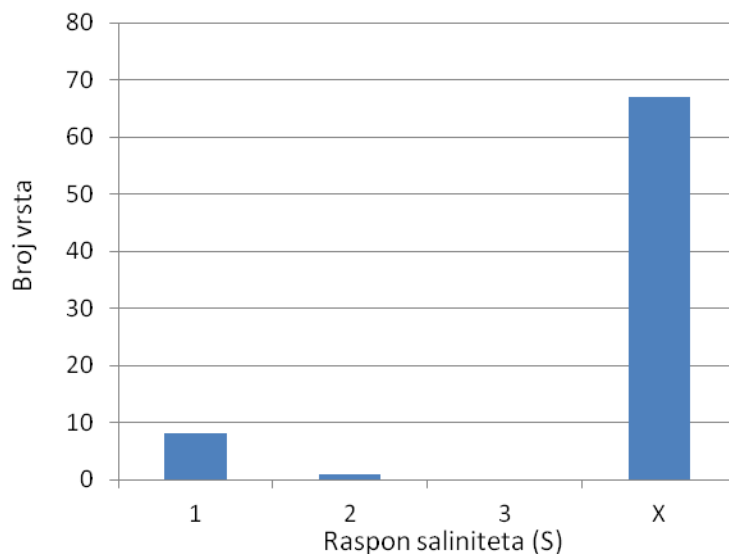


Slika 121. Analiza reakcije tla prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize hranjivih tvari prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom 7 – 17/79 ili 22% vrsta, zatim slijede: indeks 6 – 15/79 ili 19%, indeks 8 – 14/79 ili 18% i indeksi 4 – 11/79 ili 14%, indeks 5 - 11/79 ili 14%, pokazatelj ravnodušnog ponašanja vrste spram oscilacije hranjivih tvari (X) – 4/79 ili 5%, indeks 3 – 3/79 ili 4%, indeks 2 – 2/79 ili 2%, indeks 9 – 1/79 ili 1% i nepoznato ponašanje vrste (?) – 1/79 ili 1% vrsta (Slika 23).

Indeks 7 prikazuje vrste na područjima dobro zastupljenim dušikom (Ellenberg i sur. 1991).

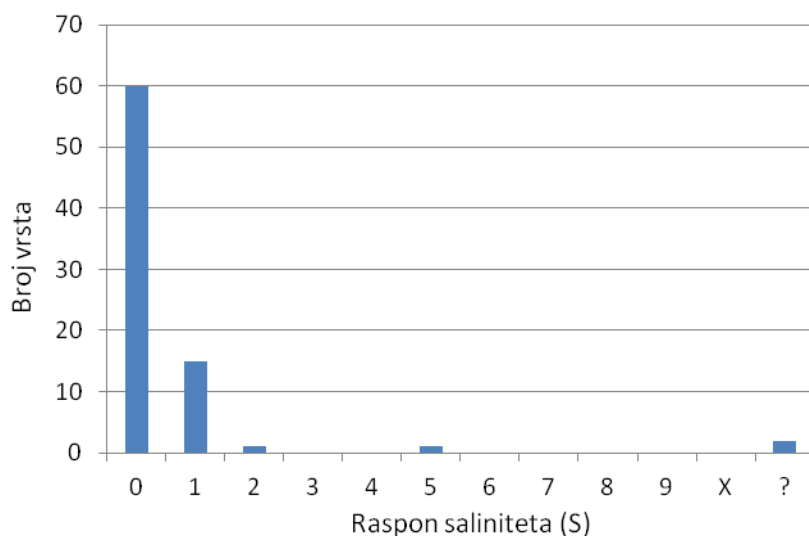
- Salinitet



Slika 122. Analiza saliniteta prema Pignatti-ju i sur. (2005)

Temeljem analize saliniteta prema Pignattiju u sur. (2005) najzastupljenije su vrste s indeksom X – 67/76 ili 88%, zatim slijedi indeks 1 - 8/76 ili 11 % i indeks 2 – 1/76 ili 1% vrsta. (Slika 24)

Indeks X prikazuje širok raspon vrijednosti pojedinog ekološkog čimbenika, dok indeks 1 predstavlja područja s niskom koncentracijom soli.



Slika 123. Analiza saliniteta prema Ellenberg-u i sur. (1991)

Temeljem analize saliniteta prema Ellenberg-u i sur. (1991) najzastupljenije su vrste s indeksom reakcije 0 – 60/79 ili 76%, zatim slijede: indeks 1 – 15/79 ili 19%, nepoznato

ponašanje vrste (?) – 2/79 ili 3%, indeks 2 – 1/79 ili 1%, indeks 5 – 1/79 ili 1% vrsta (Slika 25).

Indeks saliniteta 0 karakterizira vrste koje ne podnose slana područja, dok indeks 1 predstavlja područja s niskom koncentracijom soli.

6.9. Dubina vode na staništu

Zbog nedostatka preciznih podataka nije se provodila analiza dubine vode na staništu, već je spomenuta dubina za pojedine vrste u poglavlju 7.

7. RASPRAVA

Unatoč velikoj bioraznolikosti vodene i močvarne flore i vegetacije, u Hrvatskoj se koristi vrlo malo biljnih vrsta u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda. Jedan od razloga zasigurno je nedovoljna povezanost fundamentalnih istraživanja iz botanike, fitocenologije i ekologije te s druge strane primjena tih znanja u inženjerstvu okoliša. U ovome radu analizirali smo 80 najčešćih zeljastih biljnih vrsta koje pripadaju vodenim i močvarnim staništima i imaju potencijal za korištenje u uređajima. Povećanjem broja vrsta moguće je poboljšati efikasnost uređaja i smanjiti opterećenje na okoliš. Drvenaste vrste nisu analizirane u ovome radu jer zauzimaju veliki prostor i uglavnom se ne koriste u uređajima za pročišćavanje otpadnih voda. Korijenje drvenastih vrsta je duboko, zauzima veliki podzemni prostor i ima snagu probiti geomembrane koje služe kao brtveni sloj uređaja.

Važno je naglasiti da osim odabranih 80 vrsta u prirodi postoje i druge vodene i močvarne vrste tako da je potencijal korištenja samoniklih biljaka u biljnim uređajima puno veći od prikazanog, a u ovome radu su odabrane samo one najčešće vrste i to u najvećoj mjeri na osnovi baze podataka o vodenim i močvarnim staništima Republike Hrvatske (Stančić, 2012).

Na osnovi različitih karakteristika biljaka prikazanih u ovom radu, može se provesti njihov odabir za konstrukciju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda s točno određenim tehnološkim zahtjevima.

Biljni uređaji mogu biti izvedeni na različite načine. Analiza visine vodenih biljaka (ili biljaka koje rastu u vodi) i analiza močvarnih biljaka (ili biljaka čiji dijelovi se nalaze iznad razine površine vode) daje mogućnost odabira većeg broja biljnih vrsta različitih visina rasta. Takvi podaci mogu pridonijeti funkcionalnosti uređaja i estetskom izgledu.

Prilikom konstrukcije uređaja važno je znati podatak o korijenu biljke. Efikasnost procjeđivanja otpadnih voda kroz uređaj uvjetovana je korijenom, njegovom dubinom i razgranatošću. Također, korijen stabilizira površinu biljnog uređaja i omogućuje stvaranje površine za rast mikroorganizama koji imaju ključnu ulogu u pročišćavanju otpadnih voda.

Kategorizacijom životnih oblika ustanovljeno je da 53% analiziranih vrsta su hidrofiti ili vodene biljke koje nepovoljno zimsko razdoblje preživljavaju pomoću pupova potopljenih u vodi ili zakopanih u zemlji ispod vode. Pored hidrofita, geofiti i hemikriptofiti (ukupno 90% analiziranih vrsta) spadaju u skupinu višegodišnjih biljaka ili trajnica. Podaci o životnim oblicima omogućuju odabir vrsta koje će moći preživjeti nepovoljno zimsko razdoblje naročito u kontinentalnom dijelu Hrvatske.

Analiza oblika rasta biljaka omogućuje da se odabere veći broj vrsta koje se u vodenom mediju i iznad vode međusobno prostorno nadopunjuju. Tako na primjer, analiza u ovome radu pokazuje da u vodnom mediju može rasti 41% vodenih vrsta koje se zaorijentuju za dno

i uronjene su u vodu (Rad) i 12% vrsta koje plivaju na površini i malenih su dimenzija (Nat). Od biljaka koje razvijaju nadzemne dijelove, 27% ima dobro razvijen podanak (Rhiz), a ostale su s razvijenim batvom, busenaste ili puzajuće. Poznavajući oblik rasta olakšan je odabir biljnih vrsta prilikom projektiranja uređaja.

Većina analiziranih vrsta ima velike areale rasprostranjenosti. Među njima nema endemičnih vrsta ili vrsta s ograničenim i malim arealima. Analiza podaka o prirodnoj rasprostranjenosti pojedinih vrsta omogućuje njihovu primjenu u biljnim uređajima ne samo u Hrvatskoj nego i šire, odnosno tamo gdje su biljke prisutne u prirodi. Potrebno je izbjegavati primjenu stranih biljnih vrsta, koje nisu karakteristične za konkretno podneblje. Pojedine strane vrste vodene i močvarne flore mogu se brzo i invazivno širiti na okolno područje te izazvati neželjene posljedice u okolišu, onemogućujući razvoj autohtonoj flori (Malus i Vouk, 2012). Takva strana invazivna vrsta za koju se ne proporuča da se koristi je kanadska vodena kuga (*Elodea canadensis*). Među analiziranim biljkama u ovom radu nalazi se jedna strana vrsta obični idirot (*Acurus Calamus L.*), međutim ona ne spada u invazivne vrste.

Neka prirodna vodena i močvarna staništa su ugrožena u Hrvatskoj i u Europi. Mnoge biljne vrste tipične za takva staništa su ugrožene prema popisu Crvene knjige (Nikolić i Topić, 2005), Bernske konvencije (Anonymous, 1979), Direktivi (Anonymous 1992), što pokazuju i analize provedene u ovome radu. Ustanovljeno je da čak 25% vrsta ima relativno visok postotak ugroženosti. Ukoliko se vrste uzimaju iz njihovog prirodnog okruženja, utjecaj na stanište mora biti minimalan i ne smije se potpuno uništiti populacija. Korištenjem ugroženih vrsta u uređajima za pročišćavanje otpadnih voda pridonosi se njihovom opstanaku. Valja razmotriti prijedlog za uzgajanje i umjetno razmnožavanje ugroženih vrsta, a zatim korištenje istih u uređajima. Osnovna prednost uzgoja je dostupnost biljnih vrsta, čime se ne ugožava populacija na prirodnom staništu. Nadalje, močvarna područja su globalno ugrožena kao staništa za divlje životinje (Anonymous, 1991). Stoga, biljni uređaji mogu služiti kao zamjenska močvarna staništa mnogim biljnim i životinjskim vrstama.

Ekološki indeksi analizirani su prema Pignatti-ju i sur. (2005) i prema Ellenberg-u i sur. (1991). Djelo Pignatti-ja koncentrirano je na mediteranska područja, dok se djelo Ellenberg-a odnosi na srednjoeuropsku floru. Obzirom da se Hrvatska nalazi u tri klimatska područja bilo je potrebno analizirati vrste prema više izvora. Isto tako rasponi pojedinih ekoloških činbenika nisu jednaki.

Na temelju podataka o indeksu svijetlosti vrši se odabir biljnih vrsta ovisno o zahtjevanoj osvjetljenosti uređaja, npr. uređaji mogu biti u sjeni ili direktno izloženi sunčevoj svjetlosti.

Poznata nam je vrijednost srednje mjesečne/godišnje temperature zraka nekog područja, pa tako i mjesta gdje će biti izgrađen biljni uređaj. Na osnovi podatka o optimalnoj temperaturi za razvoj pojedinih biljaka radi se selekcija biljnih vrsta.

Temeljem analize kontinentalnosti, vrste s indeksom 5 mogu se upotrebljavati u uvjetima kontinentalne klime, dok indeks 2 predstavlja biljke koje su prilagođene mediteranskoj klimi.

Biljne vrste imaju različite zahtjeve za vlagom na staništu. Analiza ekoloških indeksa upućuje na to koje od biljaka su prilagođene stalnoj prisutnosti vode na stanište, a koje mogu tolerirati kraće ili duže vrijeme vodu na staništu. Vrste ne moraju nužno biti pod vodom da bi se postigla efikasnost uređaja. Vrste bez prisutnosti vode na staništu mogu se koristiti u podpovršinskim uređajima. Isto tako informacija o dubini vode na staništu može pomoći u odabiru vrsta. Dubina vode je samo spomenuta, nije detaljnije analizirana zbog nepouzdanosti prikupljenih podataka. Obzirom na konstrukciju uređaja vrši se odabir vrsta prema zahtjevanoj količini vlage.

Analizom reakcije tla odnosno medija u kojem biljke mogu rasti pokazalo se da su u setu podataka zastupljene različite kategorije, od onih biljaka koje mogu rasti u kiselim pa do onih koje mogu rasti u alkaličnim uvjetima, a najbrojnije su one koje imaju optimum razvitka u neutralnom do blago kiselom ili blago alkaličnom području, s time da postoje i vrste koje mogu podnijeti vrlo široki raspon pH vrijednosti substrata. To je vrlo važno jer se otpadne vode razlikuju prema svojoj pH vrijednosti. Stoga naši rezultati omogućuju selekciju biljnih vrsta prema raznim potrebama pročišćavanja otpadnih voda različitih pH vrijednosti.

Otpadne vode mogu biti opterećene različitim koncentracijama hranjivih tvari, pa tako indeksi o hranjivim tvarima omogućuju odabir optimalnih vrsta. Ukoliko su vode više opterećene hranjivim tvarima odabiru se vrste s većim indeksom.

Podatak o salinitetu govori nam da li biljka može podnijeti slana tla. Indeks 1 predstavlja bočaste biljke koje podnose područja između slanih i slatkih i pogodne su za primjenu u primorju. Znatno više je vrsta koje ne podnose bočase uvjete te se mogu primjenjivati u uređajima u kontinentalnom dijelu Hrvatske.

Njemačka hidrobotaničarka dr. Käthe Seidel (1907. – 1990.), nastavnica i znanstvenica koja je cijeli život posvetila proučavanju močvarnih biljaka tvrdila je da se biljke najbolje osjećaju u prirodnom okruženju s organskim tvarima, mikrobima i životinjama oko svog korijenskog sustava (Nadilo, 2013). Dr. Seidel svoje je znanstvene spoznaje pretopila u prvi poznati biljni uređaj za pročišćavanje koji je građen u gradiću Plön u njemačkoj saveznoj državi Schleswig-Holstein sredinom šezdesetih godina prošlog stoljeća (Nadilo, 2013). Nedugo je potom prof. Reinhold Kickuth sa Sveučilišta u Göttingenu razvio poseban biljni sustav pročišćavanja otpadnih voda metodom korijenskog područja gdje je za razliku od dr. Seidel, umjesto sustava filtracije visoke hidrauličke vodljivosti uporabio slabo propusno tlo s visokim udjelom gline (Nadilo, 2013). Taj je sustav prvi put pušten u rad 1974. na zajedničkom uređaju za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda gradića Liebenburg i Othfresen u njemačkoj saveznoj državi Donja Saska (Nadilo, 2013).

Njemačka su iskustva 1983. prvi put primijenjena u Danskoj, potom 1985. u Velikoj Britaniji, a zatim su biljni uređaji građeni u SAD-u, Kanadi i Australiji (Nadilo, 2013). U posljednje vrijeme biljni uređaji se upotrebljavaju i u hladnijim kontinentalnim područjima i na visinama iznad 1000 m n.v., što je slučaj i u našem susjedstvu, u Austriji, Sloveniji i Mađarskoj (Nadilo, 2013).

U Republici Hrvatskoj tek su se u proteklih nekoliko godina intenzivnije počeli realizirati projekti uređaja za obradu otpadnih voda različitih vrsta. Biljni uređaji, unatoč relativno velikoj primjeni u Europi, u Republici Hrvatskoj još uvijek se malo primjenjuju. Zasad na našem području postoji nekoliko biljnih uređaja: u autokampu Glavotok na otoku Krku, u autokampu Biljar na otoku Cresu, u Žminju te biljni uređaj u Goričici Sisak (za pročišćavanje procjednih voda odlagališta), ali ne postižu znatne rezultate u obradi otpadnih voda (Ružinski i Anić Vučinić, 2010). Rade i dva pilot biljna uređaja: Jakuševac i Ivanja Reka. (Ružinski i Anić Vučinić, 2010). Najčešće se u biljnim uređajima koriste sljedeće vrste: trska (*Phragmites australis*), šaševi (*Carex* spp.), šašine (*Scirpus* spp.), rogozi (*Typha* spp.).

Biljni uređaj za pročišćavanje otpadne vode u autokampu Biljar izgrađen je 2002. godine obzirom da postojeće stanje ispuštanja otpadnih voda u more je bilo krajnje neprihvatljivo (Tušar, 2009). Konstrukcijom i estetskim izgledom prilagođen je većoj cirkulaciji ljudi, a atraktivnim izgledom ne narušava se turistička ponuda kampa, s druge strane voditelji kampa ponose se ekološkom osvješćenošću (slika 124).



Slika 124. Biljni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, autokamp Biljar

Izvor: Camping Biljar (2015) Biljni pročišćivač otpadnih voda. Dostupno <http://www.camp-bijar.com/hr/eko-kamp.aspx>, Citirano 29. travnja 2015.

Biljni uređaj se sastoji od tri bazena. Bazeni su kaskadno postavljeni te pročišćuju otpadnu vodu pomoću bioloških, kemijskih i fizičkih procesa. Pročišćene otpadne vode ispuštaju se u upojni bunar i procjeđuju u more. Učinci rada uređaja kontinuirano se prate, u Tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja i učinci pročišćavanja za 2005. godinu.

Tablica 3. Kemijski i bakteriološki pokazatelji u otpadnoj vodi na ulazu, srednjem bazenu i izlazu iz biljnog uređaja u autokampu Biljar (Tušar, 2009)

MJERNA POSTAJA: BIJAR	MIN			MAKS			SREDNJA VRIJEDNOST			EFEKT PROČIŠĆAVANJA %	
	ISPITIVANJA TIJEKOM 2005. GOD.	ULAZ	SREDNJI	IZLAZ	ULAZ	SREDNJI	IZLAZ	ULAZ	SREDNJI		IZLAZ
Broj gostiju		272			782			498			
Temp. zraka	°C	23,0			30,0			25,8			
Protok	M3/DAN	13,5			73,5			54,4			
Temperatura	°C	23,00	22,00	21,00	25,00	25,00	25,00	24,00	23,04	22,6	
pH	–	7,0	7,3	7,4	7,6	7,7	8,2	7,4	7,6	7,6	
Amonijev ion	mgN/l	71,06	16,70	6,15	109,14	69,22	51,69	91,07	48,10	21,76	77
Nitriti	mgN/l	0,007	0,013	0,043	0,047	8,382	2,158	0,013	1,284	0,282	
Nitrati	mgN/l	0,95	1,99	5,32	2,74	18,67	33,52	1,41	9,73	22,35	
Kjeldahl-dušik	mgN/l	78,79	29,12	7,67	123,48	72,69	52,98	101,32	51,80	24,41	76
Ukupan dušik	mgN/l	80,00	41,93	15,15	124,94	79,70	65,87	102,74	65,52	47,04	55
Ukupan fosfor	mgP/l	9,22	2,95	2,68	14,59	13,07	10,58	12,20	9,14	7,19	42
Fosfati	mgP/l	8,14	2,84	2,45	13,72	12,02	10,52	11,02	8,47	6,66	41
KPK	mgO ₂ /l	305	15	5	996	58	27	579	32	17	97
BPK ₅	mgO ₂ /l	175	3	2	640	14	7	324	8	3	99
Suspendirana tvar	mg/l	23,0	4,8	1,2	109,6	27,0	5,6	55,3	10,9	3,3	92
DOC	mg/l	47,0	12,0	9,0	155,0	22,0	14,3	92,9	16,2	11,5	86
Mutnoća	NTU	61,0	1,5	1,0	151,0	19,0	8,0	97,1	6,7	2,8	97
Anionski detergentsi	mg/l	0,46	< 0,10	< 0,10	8,14	0,30	0,17	3,00	< 0,10	< 0,10	99
Kationski detergentsi	mg/l	< 0,25	< 0,25	< 0,25	0,83	0,25	< 0,25	0,38	< 0,25	< 0,25	100
Ukupne masnoće	mg/l	11,44	0,49	0,23	26,89	7,19	1,21	18,86	2,25	0,64	97
UKB	B/100 ml	460 000	3 500	4 800	19 300 000	164 000	192 000	7 530 000	264 250	47 920	99
FKB	B/100 ml	330 000	1 000	800	6 300 000	750 000	78 000	3 604 000	109 360	14 210	100
FKS	B/100 ml	90 000	100	100	1 100 000	330 000	10 000	568 000	37 830	2 568	100

UKB: Ukupne koliformne bakterije FKB: Fekalne koliformne bakterije FKS: Fekalni streptokoki

Biljni uređaj u potpunosti pročisti fekalne bakterije i streptokoke, masnoće, kationske i anionske detergente, uspješno uklanja mutnoću, dok ostali elementi se također pročiste, ali ne u tolikoj mjeri.

Prednosti građenih močvarnih staništa u usporedbi s konvencionalnim uređajima su (Tušar 2009):

- cijena izgradnje močvarnog staništa je dva do tri puta niža od cijene izgradnje konvencionalnog uređaja,
- visok stupanj pročišćavanja (neovisno o temperaturi, u ljetnim mjesecima od 90 do 99 posto, a u zimskim 70 do 80 posto ondje gdje to dopuštaju klimatski uvjeti),
- jednostavno održavanje, ne zahtijevaju kvalificirano osoblje,
- pogodno za pojedinačne kuće, hotele kampove i sl.,
- za rad građene močvare nije potrebna energija ni strojarstva oprema,
- iskorištava se prirodni materijali i autohtono bilje,
- pročišćena voda može se ispustiti u potoke, rijeke, jezera i more ili pak zadržati u lokvama ili umjetnim akumulacijama i upotrijebiti za napajanje, uzgoj vodenih kultura, riba i sl.,
- proizvodnja komposta od mulja,
- uklapanje u krajolik.

Nedostaci primjene građenih močvara za pročišćavanje otpadnih voda (Tušar 2009):

- iziskuje velike površine zemljišta,
- projekti i održavanje močvara nisu precizno definirani,
- ekološki i hidrološki veoma su kompleksne,
- u određenim uvjetima nisu pogodne te se mogu pokazati nepraktičnima,
- mogu biti nepoznate mjerodavnim vlastima koje s tim nemaju iskustva,
- pojedine močvare bile su loše projektirane, pa je to dovelo do negativnog stava prema njima,
- zimi je učinak pročišćavanja slabiji.

S obzirom na prije spomenutu ugroženost nekih vodenih i močvarnih staništa u Hrvatskoj, a i globalno, koristeći veći broj močvarnih i vodenih biljnih vrsta dobiva se i estetska vrijednost. Isto tako na biljnom uređaju nema otvorenih vodnih površina pa se u njemu ne mogu ramnožavati insekti koji su povezani sa čistoćom sustava, što je opet povezano sa širenjem neugodnih mirisa. Osim toga, na biljnom uređaju nema buke, a talog i „pjena“ s površine taložnice se po potrebi odvoze na odlagalište (Nadilo, 2013).

Vodne i močvarne vrste navedene i analizirane u ovome radu mogu se koristiti i za izgradnju ukrasnih močvara i jezera ili uz druge tipove vode vodenih ekosustava u urbanim područjima (Kircher 1996, Hagen 1995, Seegers 1993).

8. ZAKLJUČCI

U ovome radu analizirano je ukupno 80 biljnih vrsta, od kojih 49 spada u močvarne i 31 u vodene biljke. Sve spadaju u skupinu zeljastih biljaka. Te vrste potencijalno se mogu koristiti u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda. Na osnovi različitih karakteristika može se provesti njihov odabir za konstrukciju biljnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda s točno određenim tehnološkim zahtjevima.

Kategorizacija visina biljaka rađena je posebno za vodene i posebno za močvarne vrste. U kategoriji visine do 50 cm zastupljenije su vodene vrste, dok u ostalim kategorijama visina prevladavaju močvarne vrste.

Zbog nedovoljno podataka, u ovome radu prikupljena je informacija o dubini korijena za tek 11 vrsta koje su analizirane, od kojih 45% vrsta pripada kategoriji dubine korijena od 50 do 100 cm.

Analizirani su podaci o životnim oblicima za 73 vrste, od čega najviše vrsta, 53% spada u skupinu hidrofita, dok samo jedna vrsta spada u skupinu hamefita.

Oblici rasta podijeljeni su u 6 kategorija, od kojih su najzastupljenije vodene biljke zakorijenjene za dno (Rad), 41%, a najmanje zastupljene su puzave biljke (Rept), 3%.

Prema području rasprostranjenosti analizirali smo 76 vrsta, od kojih su najzastupljeniji florni elemnt subkozmpolitske vrste (Subcosmop.), 28% vrsta, a najmanju zastupljenost imaju europsko - sibirske vrste, 4% .

Analizom kategorija ugroženosti prema Crvenoj knjizi (Nikolić i Topić 2005) od analiziranih 25 vrsta najzastupljenije su osjetljive svojte (VU), 36%, dok su najmanje zastupljene kritično ugrožene svojte (CR), 8%. Bernskom konvencijom (Anonymous 1979) zaštićen je vodeni orašac (*Trapa natans* L.), a Direktivom o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta (Anonymous 1992) zaštićena je Četverolisna raznorotka (*Marsilea quadrifolia* L.).

Podaci o ekološkim indeksima prikupljeni su iz knjige Pignatti-ja i sur. (2005) na osnovi čega je analizirano 76 vrsta i iz knjige Ellenberg-a i sur. (1991) prema kojoj je analizirano 79 biljnih vrsta.

Temeljem analize svjetlosti najzastupljenije su biljne vrste s indeksom svjetlosti 7 - 45%, a najmanje one s indeksom 5 –5% vrsta.

Temeljem analize temperature najzastupljenije su vrste s indeksom temperature 6 –28% vrsta, a najmanje zastupljene su one s indeksom 12 –1% vrsta.

Temeljem analize kontinentalnosti najzastupljenije su vrste s indeksom kontinentalnosti 5 - 66% vrsta, dok su nedovoljno informacija o vrsti (0) – 1% vrsta.

Temeljem analize vlage najzastupljenije su vrste s indeksom vlage 12 - 38%, a najmanje zastupljene su one s indeksom 4 - 1% .

Temeljem analize reakcije tla najzastupljenije su vrste s indeksom reakcije tla 7 -31%, a najmanje zastupljene su one o kojima je nedovoljno informacija o vrsti (0) -1% vrsta.

Temeljem analize hranjivih tvari najzastupljenije su vrste s indeksom hranjivih tvari 5 - 21% vrsta, a najmanje zastupljene su one s indeksom 2 - 3% vrsta.

Temeljem analize saliniteta najzastupljenije su vrste s indeksom reakcije 0 - 76%, a najmanje s indeksom 5 - 1% vrsta.

Zbog nedostatka preciznih podataka nije se provodila analiza dubine vode na staništu. Korištenjem više vrsta vodenih i močvarnih biljaka povećava se učinkovitost rada biljnog uređaja, a hrvatska flora i vegetacija poznate su po svojoj bioraznolikosti. Tako da postoji potencijal da se obrađene i analizirane biljne vrste u ovom radu prema svojim karakteristikama upotrijebe za biljne uređaje s točno određenim tehnološkim zahtjevima, što će povećati njihovu efikasnost.

Isto tako, prema prije navedenom primjeru korištenja biljnog u uređaja u autokamu Biljar, vide se njihove prednosti kod pročišćavanja otpadnih voda te se preporuča da se proširi korištenje biljnih uređaja i u drugim kampovima.

Problem je nedovoljna informiranost javnosti o prednostima i nedostacima biljnih uređaja za pročišćavanje otpadnih voda te o primjerima njihova korištenja u Republici Hrvatskoj, a i u svijetu. Također, ističe se velika potreba za suradnjom sa vlastima kako bi se korištenje biljnih uređaja u Republici Hrvatskoj intenziviralo.

9. LITERATURA

- Adler, W., Oswald, K., Fischer, R. 1994: Exkursionsflora von Österreich. Ulmer, Wien.
- Anonymous 1979: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Appendix I: Strictly protected flora species. Bern.
- Anonymous 1992: Annex II. Animal and plant species of community interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation. In: Anonymus: Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and wild fauna and flora. The Council of the European Communities.
- Anonymous, 1991. Konvencija o močvarama od međunarodne važnosti naročito kao staništa ptica močvarica, Ramsar 1971. *Narodne novine*, 12/93.
- Anonymous, 2005: Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova. NN 7/06.
- Anonymous, 2009a: Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Anonymous, 2009b: Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova. NN 119/2009.
- Camping Biljar (2015): Biljni pročišćivač otpadnih voda. Dostupno <http://www.camp-bijar.com/hr/eko-kamp.aspx> Citirano 29. travnja 2015.
- Domac, R. 1994: Flora Hrvatske, priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb.
- Državni zavod za zaštitu prirode (2010) EU direktive. Dostupno <http://www.dzsp.hr/ekoloska-mreza/natura-2000/eu-direktive-718.html>. Citirano 08. travnja 2015.
- Ellenberg, H., Weber, H., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa [Indicator values of plants in Central Europe]. Scripta Geobotanica. – Volume 18. – Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.
- Hagen, P. 1995: Teichbau und Teichtechnik. Ulmer, Wien.
- Kircher, W. 1996: Wasserpflanzen für den Garten: Die besten Sumpf- und Wasserpflanzen für den Gartenteich. Ulmer, Wien.
- Krausch, H.-D. 1996: Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- Krohne, D. 2001: General Ecology. 2nd ed. Thomas Learning, Pacific Grove.
- Kutschera, L. 1960: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. Dlg-VERLAGS-GMBH, Frankfurt am Main.
- Kutschera, L., Lichtenegger, E., Sobotik, M. 1982: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Kutschera, L., Lichtenegger, E., Sobotik, M. 1992: Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen – Teil 1,2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Malus, D., Vouk, D. 2012: Priručnik za učinkovitu primjenu biljnih uređaja za pročišćavanje sanitarnih otpadnih voda. Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Moss, B. 2010: Ecology of freshwaters. Wiley- Blackwell, West Sussex.
- Nadilo, B. 2013: Biljni uređaji za pročišćavanje otpadnih voda u Vrlici, Jeftinija gradnja i veća učinkovitost. Građevinar 65 (2013) 10
- Nikolić, T., Topić, J. 2005: Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode RH, Zagreb.
- Pignati, S., Menegoni, P., Pietrosanti, S. 2005: Valori di bioindicazione delle piante vascolari della Flora d'Italia. Braun-Blanquetia 39: 3-97.
- Pot, R. 2003: Veldigs Water- en oeverplanten. KNNV Uitgeverij, Zeist & STOWA, Utrecht.
- Raunkiaer, C. 1937: Plant life forms. Clarendon Press, Oxford.
- Ružinski, N., Anić Vučinić, A. 2010: Obrada otpadnih voda biljnim uređajima. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
- Sebald, O., Seybold, S., Philippi, G., Wörz, A. 1998: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden – Württembergs, Band 8: Spezieller Teil. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- Seegers, L. 1993: Teiche und Tümpel im Garten. Ulmer, Wien.
- Stančić, Z. 2007: Marshland vegetation of the class *Phragmito-Magnocaricetea* in Croatia. Biologia, Bratislava 62 (3): 297-314.
- Stančić, Z. 2008a: New plant community (*Caricetum buekii* Hejný et Kopecký in Kopecký et Hejný 1965) from Croatia. Nat. Croat. 17 (1): 15-26.
- Stančić, Z. 2009: The species *Carex randalpina* B. Walln. and association *Filipendulo ulmariae-Caricetum randalpinae* ass. nov. hoc loco in Croatia. Nat. Croat. 18 (2): 353-366.
- Stančić, Z. 2010: Marshland vegetation of the class *Phragmito-Magnocaricetea* in northwest Croatia (Krapina river valley). Biologia 65 (1): 39-53.

Stančić, Z. 2012: Phytosociological Database of Non-Forest Vegetation in Croatia. Short Database Report. In: Dengler, J., Oldeland, J., Jansen, F., Chytrý, M., Ewald, J., Finckh, M., Glöckler, F., Lopez-Gonzalez, G., Peet, R.K., Schaminée, J.H.J. (eds.): Vegetation databases for the 21st century. *Biodiversity & Ecology* 4: 391–391.

Stančić, Z., 2008b: Ass. *Eleocharitetum palustris* Schennikow 1919 in Croatia. *Nat. Croat.* 17 (4): 335-355.

Stančić, Z., Žganec, K., Gottstein, S. 2010: Marshland vegetation of Plitvice Lakes National Park in Croatia. *Candollea* 65 (1): 147-167.

Šugar, I. 1990: Latinsko-hrvatski i hrvatsko-latinski botanički leksikon. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.

Tušar, B. 2004: Ispuštanje i pročišćavanje otpadne vode s zakonskom regulativom. Croatiaknjiga, Zagreb.

Tušar, B. 2009: Pročišćavanje otpadnih voda. Kigen i Gfv, Zagreb.

Tutin T.G., N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmondson, V.H. Heywood, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb (eds.), 1993.- *Flora Europaea* 1. Ed. 2. Cambridge University Press, Cambridge.

Tutin T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb (eds.), 1964-1980.- *Flora Europaea* 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.

10. SAŽETAK

Lucija Baić i Valentina Kraš: Mogućnosti korištenja samoniklih vodenih i močvarnih biljnih vrsta u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadne vode

Biljni uređaj je uređaj koji je konstruiran prema načelima prirodnog močvarnog ekosustava (biljke, vodeni medij i supstrat) izvan prirodne lokacije, a radi kontroliranoga pročišćavanja otpadne vode koja prolazi kroz sustav. U Republici Hrvatskoj postoji nekoliko biljnih uređaja koji se koriste i isto tako postoji mogućnost za izradu novih uređaja. Međutim, u Hrvatskoj se koristi samo nekoliko vrsta biljaka za pročišćavanje otpadnih voda: trska (*Phragmites australis*), rogoz (*Typha latifolia*), uspravni ježinac (*Sparganium erectum*), obični oblič (*Scirpus lacustris*), žuta perunika (*Iris pseudacorus*), šaš (*Carex sp.*), blještac (*Phalaris arundinacea*). Nasuprot tome, hrvatska flora i vegetacija poznate su po svojoj bioraznolikosti. Dakle, cilj ovog rada bio je ispitati mogućnosti korištenja velikog broja samoniklih vodenih i močvarnih biljaka u biljnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda. U ovom istraživanju odabrano je i analizirano 80 biljaka po njihovim svojstvima: visina biljke, dubina korijena, životni oblik, oblik rasta, florni element, kategorija ugroženosti, dubina vode na staništu, ekološki indeksi i fitocenološka pripadnost. Rezultati ovog istraživanja omogućuju korištenje većeg broja biljnih vrsta podijeljenih po njihovim karakteristikama u svrhu pročišćavanja otpadnih voda. Moguće prednosti korištenja velikog broja biljnih vrsta u biljnim uređajima za pročišćavanja otpadnih voda su: poboljšanje učinkovitosti pročišćavanja otpadnih voda, izgradnja zamjenskih vodenih i močvarnih staništa biljnih i životinjskih vrsta, čime čine uređaj višenamjenskim, a i dobiva se na estetskoj vrijednosti.

Ključne riječi: biljni uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, samonikle vodene bilje, samonikle močvarne biljke, Republika Hrvatska

11. SUMMARY

Lucija Baić and Valentina Kraš: Possibilities of using wild aquatic and wetland plant species in the Wetlands for wastewater treatment

Constructed wetland for wastewater treatment is a device that is designed according to the principles of natural wetland ecosystems (plants, the aqueous medium and substrate) out of natural sites, and controlled in order to purificate of waste water that passes trough the system. In Croatia there are serveral wetland devices used and also there is a possibility to create new devices. However, in Croatia only a few species are used for wastewater treatment: reed (*Phragmites australis*), cattail (*Typha latifolia*), upright urchin (*Sparganium erecta*), ordinary turbot (*Scirpus lacustric*), yellow iris (*Iris pseudacorus*), sedges (*Carex* spp.), reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*). In contrast, Croatian flora and vegetation are known for their biodiversity. Therefore, the aim of this study was to investigate the possibility of using a large number of wild aquatic and marshland plant species in constructed wetlands for wastewater treatment. In this study were selected and analyzed 80 plants by their properties: plant height, depth of roots, life form, growth form, floral element, threat categories, ecological indices and phytosociological affinity. The results of this study allow the use of a considerable number of plant species according to their characteristics for the wastewater treatment. Possible advantages of using a large number of plant species include: improving the efficiency of the wastewater treatment, the construction of replacement aquatic and marshland habitats for plant and animal species, thus making the equipment multi-purpose, and a gain in aesthetic value.

Keywords: constructed wetlands for wastewater treatment, wild aquatic plants, wild marshland plants, Croatia