

UDK: 502.172:502.211:582(497.11)

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF2123173P>

## ФЛОРИСТИЧКИ ДИВЕРЗИТЕТ И ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА ФЛОРИСТИЧКОГ ДИВЕРЗИТЕТА ЛЕВЕ ОБАЛЕ ДУНАВА И МРЕЖЕ КАНАЛА ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА БЕОГРАДА

Дипл. инж. Сузана Петровић, ЈКП „Зеленило - Београд“

Др Ивана Бједов, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет (ivana.bjedov@sfb.bg.ac.rs)

Др Драгица Обрадов-Петковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

Мр Верица Стојановић, Завод за заштиту природе Србије

**Извод:** У раду је представљен флористички диверзитет леве обале Дунава и мреже канала насеља Крњача и Борча, као и фактори који га угрожавају. На истраживаном подручју забележено је 216 аутохтоних и алохтоних врста биљака. Забележен је велики број инвазивних биљних врста које се брзо и лако шире формирајући стабилне популације које потискују аутохтоне биљке. Неке од њих су: *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Asclepias syriaca* L., *Ambrosia artemisiifolia* L. и др. Посебно је значајно присуство 6 врста које су ретке и угрожене на подручју Србије, као и 5 реликтних врста. Током истраживања идентификовани су фактори који утичу на деградацију природних станишта, и смањења аутохтоног флористичког диверзитета. У складу са тим препоручене су мере за заштиту и очување аутохтоног флористичког диверзитета.

**Кључне речи:** флористички диверзитет, форланд, мрежа канала, фактори угрожавања флоре, мере заштите флористичког диверзитета.

### УВОД

Флористички диверзитет и распрострањење биљака су један од индикатора еколошких услова одређеног екосистема (Којић *et al.*, 1994). Такође, биљне врсте су важан биолошки и економски ресурс сваке земље. С тога је очување аутохтоне флоре сваке области веома важно. Према званичним проценама Међународне уније за заштиту природе (IUCN), 70 % свих познатих биљака је угрожено и прети им нестанак ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)).

Фактори који утичу на смањење и на губитак флористичког диверзитета су многобројни, а неки од њих су: урбанизација, експлоатација аутохтоних и интродукција алохтоних врста, загађење воде, земљишта и ваздуха и др. Урбанизацијом се природна станишта потпуно

уништавају, настају полуприродна или вештачка станишта која су неповољна за опстанак аутохтоних врста. Чак и да се станишта не промене у потпуности, већ да само дође до њихове фрагментације, дешавају се значајни поремећаји унутар екосистема (Stevanović, Vasić, 1995). Још један од фактора који утиче на смањење и/или губитак флористичког диверзитета, посебно у урбаним и субурбаним срединама је интродукција инвазивних врста. Да би се очувао биодиверзитет било ког подручја, а посебно антропогених средина, од посебног значаја је прописати и спроводити одређене мере заштите. Мере заштите биодиверзитета, самим тим и флористичког диверзитета, могу бити превентивне и репресивне.

Важан предуслов за конзервацију биљних врста јесте конзервација њихових станишта. Посебно су значаја станишта која су највише угрожена на глобалном нивоу, као што су влажна станишта. Влажна станишта су фрагилни екосистеми који се налазе под вишедеценијским притисцима, као што су иригациони радови и исушивање, али и изградња насипа уз речне обале. Ове активности наметнуо је савремен начин живота, јер се исушивањем влажних станишта добија простор за ширење урбаних насеља, пољопривредних површина и др. Међутим, то доводи до драстичних промена услова станишта и ишчезавања великог броја врста.

Плавне површине уз речна корита представљају изузетно важна подручја са аспекта заштите биодиверзитета и природних вредности. Основне вредности овог простора везују се за очување специфичне појаве периодичног плављења у речном приобаљу (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2013).

Предмет истраживања рада је стање флористичког диверзитета форланда леве обале Дунава код Београда и мреже канала приградских насеља Борча и Крњача. Форланд представља саставни део еколошког коридора од међународног значаја. Коридор чини река Дунав и зелени појасеви који се протежу уз њега. Форланд као проширење зелених површина уз Дунав представља важну тачку у оквиру коридора која значајно потпомаже миграцију биљних и животињских врста. Форланд леве обале Дунава код Београда је, поред Горњег

Подунавља и Ковиљско - Петроварадинског рита, једна од највећих плавних зона у целој Србији. Ово пространо плавно подручје врши функцију ублажавања последица високих вода на становништво и привреду у околини. Поред тога природна и полуприродна станишта у форланду кроз биолошке процесе врше филтрацију и пречишћавање вода. На истраживаном терену плавна подручја су сведена на уске појасеве уз реку Дунав, што је довело до знатног смањења биолошке разноврсности.

У складу са наведеним чињеницама, циљ рада јесте да се истражи стање флористичког диверзитета наведеног подручја и утврде фактори који га угрожавају како би се дефинисале мере заштите аутохтоног флористичког диверзитета.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

Флористичким и вегетацијским истраживањима обухваћена је лева обала Дунава, између речног корита Дунава и изграђеног насипа, низводно посматрано од Пупиновог до Панчевачког моста, у дужини од око 9 км, као и мрежа канала у насељима Борча и Крњача. Границе истраживаног подручја су одређене природним границама коју чини Дунав са југозападне стране, северозападну границу чини нови пут ка Пупиновом мосту, а североисточну Зрењанински пут. У северном делу налази се петља у којој се ова два пута спајају (Слика 1).



Слика 1. 2D приказ истраживаног подручја са уцртаним границама (Извор: <https://www.google.co.in/maps/@44.7738844,20.4137812,3244a,35y,14.63h,71.25t/data=!3m1!1e3,20.6.2017.>)

Теренска истраживања вршена су у периоду од новембра 2016. до августа месеца 2017. године. Биљни материјал детерминисан је стандардном флористичком методом, коришћењем релевантне литературе: Javorka, Csarody (1934), Josifović (ed.) (1970 – 1977).

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### Флористички диверзитет истраживаног подручја

Теренским истраживањима и проучавањем постојеће литературе, на ширем подручју форланда евидентирано је 216 аутохтоних и алохтоних биљних врста. У односу на укупан број од око 2.000 врста биљака забележених на територији Града Београда од средине 19. века до данас, а према подацима из базе коју води Завод за заштиту природе Србије, на истраживаном подручју је присутно 10,8% целокупне флоре Београда.

У зони форланда забележене су аутохтоне дрвенасте хигрофилне врсте карактеристичне за влажна станишта. Најбројније су: *Alnus incana* (L.) Moench, *Salix alba* L., *S. triandra* L., *S. euxina* I. V. Belyaeva, *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl и *Quercus robur* L. Међутим, на овом подручју примећена је доминација адвентивних, инвазивних биљака, као што су: *Fraxinus*

*pennsylvanica* Marshall, *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Vitis riparia* Michx., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Asclepias syriaca* L., *Solidago gigantea* Aiton и др. Најбројније популације у зони форланда формира инвазивна врста *Amorpha fruticosa* L. (Слика 2). Примећено је да се све инвазивне биљке веома брзо шире на истраживаном подручју и потискују аутохтону флору.

У оквиру форланда, баре представљају екосистеме који посебно доприносе богатству аутохтоне флоре, али и биодиверзитета уопште. Унутар шума, или местимично близу насипа, периодично или током целе године јављају се баре. Према ранијим истраживањима (Завод за заштиту природе Србије, 2013), у поменим екосистемима забележене су две врсте локвања *Nymphaea alba* L. и *Nuphar lutea* (L.) Sm. Међутим, током теренских истраживања они нису пронађени у барама форланда, али су примећени мало северније у односу на границу истраживаног подручја. На површини бара форланда, теренским истраживањима, забележене су врсте *Lemna minor* L., на ободним деловима бара *Typha* spp., као и врста *Rorippa amphibia* (L.) Besser. У зони форланда, забележен је и велики број самониклих дрвенастих врста биљака, које могу имати употребну вредност за локално становништво, као што су: *Cornus mas* L., *Corylus avellana* L., *Juglans regia* L., *Prunus*



Слика 2. Популације инвазивне врсте *Amorpha fruticosa* у зони форланда

*cerasifera* Ehrh., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sambucus nigra* L.

Канали приградских насеља Борча и Крњача поред своје основне функције одводњавања околног терена имају и битну улогу очувања одређених биљних врста. У флористичком саставу канала насеља Крњача и Борча доминирају рудералне врсте, као што су: *Galium mollugo* L., *Plantago major* L., *P. lanceolata* L., *Urtica dioica* L., *Malva sylvestris* L., *Leontodon taraxacum* L., *Cichorium intybus* L., *Artemisia vulgaris* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Trifolium pratense* L., *Dactylis glomerata* L. и др. Значајно је поменути да је на овим стаништима забележена и врста *Iris pseudacorus*, која представља ретку, рањиву и угрожену врсту флоре наше земље. У водама канала констатоване су врсте *Lemna minor* L. и *Ceratophyllum demersum* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Trapa longicarpa* Jankovic, *Phragmites australis* (Cav.) Steud. и *Typha* spp. Као и у случају барских екосистема, у каналима су некада расле врсте *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* L., међутим сада су пронађене у каналима северније од границе истраживаног подручја, али не и у оквиру истраживаног подручја. Неке од дрвенастих врста забележене уз канале су: *Salix alba* L., *S. eufratica* I. V. Belyaeva, *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Betula pendula* Roth, *Corylus avellana* L., *Juglans regia* L., *Sambucus nigra*, *Morus alba* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Cornus mas*, *Rubus*

spp., *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Acer platanoides* L., *Ulmus laevis* Pall., *Syringa vulgaris* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и др. *Amorpha fruticosa* L. је и овде једна од најдоминантнијих инвазивних врста, мада се у великом броју јављају и остале врсте, попут *Robinia pseudoacacia* и *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Слика 30). Поред наведених врста констатоване су и неке зељасте инвазивне врсте: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) G. L. Nesom, *Erigeron canadensis* L., *Asclepias syriaca* L. и др.

Реликтне врсте дају посебно обележје флори сваке области, као значајан биолошки ресурс. На истраживаном подручју констатовано је пет реликтних врста и то: *Juglans regia* L., *Carpinus betulus* L., *Hedera helix* L., *Helleborus odorus* Willd., *Humulus lupulus* L. Поред реликтних врста, од великог значаја за флору овог подручја, јесу и врсте које су законом заштићене, као ретке, угрожене и рањиве, а то су: *Iris pseudacorus* L. (Слика 3а), *Trapa longicarpa* Jankovic (Слика 3б), *Hypericum perforatum* L., *Althaea officinalis* L., *Crataegus monogyna* Jacq. Ове врсте налазе се на листи Правилника о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива ("Службени Гласник Републике Србије", бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016 и 98/2016).



Слика 3. а) *Iris pseudacorus*; б) *Trapa longicarpa*

## Фактори угрожавања флористичког диверзитета

Интензивна вишедеценијска антропопресија на овом подручју условила је деградацију природних станишта. Станишта су деградирана урбанизацијом, исушивањем и подизањем насипа, уношењем алохтоних биљака од којих су многе инвазивне, подизањем плантажа еуроамеричких топола. Све то је довело до смањења распрострањења и нестајања алохтоних биљака.

Урбанизација је процес који доводи до промена флористичког састава свих станишта неког подручја. Број биљних врста не опада, али се однос, тј. удео аутохтоних врста у укупном броју биљака смањује (Youhua *et al.*, 2012).

Други фактор који негативно утиче на аутохтони флористички диверзитет је интродукција страних врста, од којих су многе инвазивне. Инвазивне стране врсте ширењем угрожавају друге врсте и укупну биолошку разноврсност (Obratov-Petković *et al.*, 2009). У барама форланда и у каналима приградских насеља на истраживаном подручју констатовано је присуство веома агресивне инвазивне акватичне врсте *Elodea canadensis*. Реч је о врсти северноамеричког порекла која је у многим земљама Европе брзо колонизовала водена станишта и изазвала појаву озбиљних еколошких, социолошких и економских проблема (Kolada, Kutyla, 2016). Присуство поменуте врсте могао би да буде један од узрока повлачења врста *Nymphaea alba* L. и *Nuphar lutea* (L.) Sm. са ових станишта, на којима су раније забележена (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2013). Поред врсте *Erigeron canadensis* L., на истраживаном подручју забележене су следеће инвазивне биљке: *Amorpha fruticosa* L., *Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Robinia pseudoacacia* L., *Asclepias syriaca* L., *Vitis riparia* Michx., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A. Gray, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) G. L. Nesom, *Erigeron canadensis* L. Теренским истраживањима је запажено да је обнављање шума беле врбе (*Salix alba*), отежа-

но ширењем инвазивних врста, а посебно ширењем врста *Fraxinus pennsylvanica* и *Amorpha fruticosa* L. (Слика 9 и 10). Такође, поређењем теренских истраживања и ранијих истраживања (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2013), установљено је да су врсте *Populus alba* L. и *P. nigra* L. имале много шире распрострањење на овим просторима. Један од разлога је сеча ових врста због подизања плантажа еуроамеричких топола (*Populus x euramericana*), али и притисак инвазивних биљака на станишта алохтоних врста рода *Populus*. На овом подручју станиште *Fraxinus angustifolia* Vahl је угрожено ширењем инвазивне врсте *Fraxinus pennsylvanica* која је сађена као брзорастућа врста. Врста *Fraxinus angustifolia* Vahl је у тој мери потиснута да је потребно размишљати о заштити њених станишта на овом подручју (Puhalo *et al.*, 2010). *Quercus robur* L. је најзаступљенији у централном делу форланда. Ширење ове врсте је ограничено сечом и подизањем плантажа топола, исушивањем поплавних подручја и ширењем дрвенастих инвазивних биљака.

На истраживаном подручју велике површине налазе се под пољопривредним засадима. То значи да су те површине у прошлости промениле намену, тако што су природна станишта у потпуности деградирана и аутохтоне врсте потиснуте са истих. Подизање плантажа еуроамеричких топола је условило деградацију станишта великог броја аутохтоних врста на подручју форланда (Слика 4). Подизање плантажа топола и њихова чиста сеча доводе до значајних промена флористичког састава одређеног станишта, најчешће у смислу смањења флористичког и вегетацијског диверзитета (Јуришић, 2015).

Такође, један од разлога повлачења и нестајања аутохтоних биљака јесте и загађење канала приградских насеља, пестицидима којима се третирају пољопривредне културе, али и отпадом који се баца у канале.

Ниска свест јавности о значају очувања одређених врста и њихових станишта је још један из групе негативних фактора који утичу на смањење флористичког диверзитета истраживаног подручја.



Слика 4. Плантажа еуроамеричке тополе (*Populus x euroamericana*) у зони форланда

### Мере заштите флористичког диверзитета

Према Генералном плану Београда до 2021. године предвиђено је да ово подручје остане зелена површина (Službeni list Beograda, br. 27/2003, 25/2005, 34/2007 и 63/2009). Зелени појас ублажава негативне утицаје повећаног водостаја река, представља станиште многобројним угроженим и заштићеним биљним врстама, чини равнотежу насупрот урбаном ткиву и део је зеленог коридора. Међутим, као што је већ написано, на овом подручју доминирају измењена и нарушена природна станишта. С обзиром на континуирани и стални антропогени притисак важно је предузети одговарајуће мере које би водиле ка очувању биодиверзитета. То пре свега подразумева ревитализацију природних станишта или очување постојећих природних станишта. Како би мере имале адекватне резултате, требало би предузети низ социоекономских мера које захтевају организационо и материјално ангажовање локалне самоуправе, надлежних служби и привредних субјеката.

Неке од мера за очување биодиверзитета које се предлажу су:

- повећање површина под аутохтоним биљним заједницама,
- обнављање и очување барских екосистема,
- уклањање инвазивних биљака са станишта, пре свега оних која су у највећој мери ко-

лонизоване, што ће омогућити природно обнављање популација аутохтоних биљних врста,

- опоравак девастираних шумских станишта. Делимично очуване природне поплавне шуме и ливаде треба ставити под такав степен заштите који би спречио њихову даљу деградацију,
- значајно смањити површине које су под засадима клонских еуроамеричких топола. У том смислу је неопходна сарадња са ЈП „Србијашуме“;
- спречавање загађивања канала, као и њихово редовно чишћење,
- спречавање непланске изградње и решавање статуса бесправно изграђених објеката,
- едукација и информисање локалног становништва и надлежних служби о значају очувања природних станишта и аутохтоних врста,
- јачање свести и воље грађана за очување целокупне животне средине, па тако и флористичког диверзитета,
- проглашавање подручја заштићеним.

### ЗАКЉУЧЦИ

На истраживаном подручју је евидентирано 216 биљних врста, међу којима је 5 заштићено законом и 5 врста су реликти. Истраживано подручје одликује се значајном деградацијом

природних станишта што је условило повлачење и нестанак одређених аутохтоних биљака. Урбанизација, интродукција и ширење инвазивних биљака, подизање плантажа еуроамеричке тополе, исушивање влажних станишта и подизање пољопривредних површина су фактори који угрожавају аутохтони флористички диверзитет.

Како би се спречило даље повлачење или губитак аутохтоних врста на истраживаном подручју, потребно је применити одговарајуће мере. Те мере подразумевају низ активности, као што су ревитализација природних станишта, смањење површина под засадом еуроамеричких топола, спречавање уношења и уклањање инвазивних биљака са свих станишта, чишћење мреже канала, као и јачање свести грађана о значају очувања природних станишта и аутохтоних биљака.

## РЕЗИМЕ

У раду је представљено истраживање флоре форланда леве обале Дунава у Београду и каналске мреже у приградским насељима Крњача и Борча. Циљ рада је био да се испита флористички диверзитет и његова угроженост на истраживаном подручју са циљем утврђивања адекватних мера заштите и очувања аутохтоне флоре.

Природна станишта истраживаног подручја су највећим делом деградирана. То је утицало на нестајање и повлачење одређених биљних врста на овом подручју. Распрострањење многих аутохтоних биљака је значајно ограничено. С обзиром на вишедеценијску антропопресију, на истраживаном подручју идентификовани су фактори деградације станишта, а то су: урбанизација, исушивање влажних станишта, формирање великих површина под пољопривредним засадима, подизање плантажа клонских еуроамеричких топола, интродукција инвазивних биљака и загађење мреже канала. Станишта су у тој мери деградирана да је угрожен биодиверзитет читавог подручја. Поред негативног утицаја на биодиверзитет, сви ови фактори нарушили су и естетику предела, као и квалитет живота. У складу са тренутним стањем пре-

дложене су и адекватне мере које је реално спровести у циљу заштите и очувања аутохтоне флоре, а самим тим и биодиверзитета у целини. Неке од мера су: ревитализација природних станишта, спречавање уношења и ширења инвазивних биљака, смањење површина под плантажама клонских еуроамеричких топола, чишћење канала и едукација и информисање јавности о значају очувања аутохтоних врста.

## FLORISTIC DIVERSITY AND THREATS FACTORS TO FLORISTIC DIVERSITY OF THE LEFT BANK OF THE DANUBE AND THE NETWORK OF CANALS OF SUBURBAN SETTLEMENTS OF BELGRADE AND

B. Sc, Suzana Petrović, JKP "Zelenilo - Belgrade"

PhD Ivana Bjedov, Associate Professor, University of Belgrade - Faculty of Forestry (ivana.bjedov@sfb.bg.ac.rs)

PhD. Dragica Obratov-Petković, full professor, University of Belgrade - Faculty of Forestry

MSc Verica Stojanović, Institute for Nature Protection of Serbia

**Abstract:** The paper presents the floristic diversity of the left bank of the Danube and the canal network of Krnjača and Borča settlements, as well as the factors that endanger it. 216 autochthonous and allochthonous plant species were recorded in the investigated area. A large number of invasive plant species have been observed that spread rapidly and easily forming stable populations that displace native plants. Some of them are: *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Asclepias syriaca* L., *Ambrosia artemisiifolia* L. and others. The presence of 6 species that are rare and endangered in Serbia is especially significant, as well as 5 relict species. During the investigation, the factors which influence on natural habitats degradation and the reduction of autochthonous floristic diversity were identified. Accordingly, measures for protection and preservation of autochthonous floristic diversity are recommended.

**Key words:** floristic diversity, forland, canal network, factors threatening flora, floristic diversity protection measures.

## INTRODUCTION

Floristic diversity and plant distribution are one of the indicators of ecological conditions of a certain ecosystem (Kojić *et al.*, 1994). Also, plant species are an important biological and economic resource of every country. Therefore, the preservation and conservation of the autochthonous flora of each area is very important. According to official estimates by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), 70% of all known plants are endangered and threatened with extinction ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)).

Factors that affect the reduction and loss of floristic diversity are numerous, and some of them are: urbanization, exploitation of autochthonous and introduction of allochthonous species, pollution of water, soil and air, etc. Urbanization completely destroys native habitats, creating semi-natural or artificial habitats that are unfavorable for the survival of autochthonous species. Even if the habitats do not change completely, but only if they

become fragmented, significant disturbances occur within the ecosystem (Stevanović, Vasić, 1995). Another factor which influences on the loss of floristic diversity, especially in urban and suburban areas, is the introduction of invasive species. In order to preserve the biodiversity of any area, especially anthropogenic habitats, it is of special importance to prescribe and implement certain protection measures. Measures to protect biodiversity, and therefore floristic diversity, can be preventive and repressive.

An important prerequisite for plant species conservation is the conservation of their habitats. Habitats that are most endangered globally, such as wetlands have particular importance. Wetlands are fragile ecosystems that have been under decades of pressure, such as irrigation and drainage, but also the construction of embankments along river banks. These activities were imposed by the modern way of life, because the drainage of wet



habitats provided space for the expansion of urban settlements, agricultural areas, etc. However, this leads to drastic changes in habitat conditions and the extinction of a large number of species.

Floodplains along riverbeds represent extremely important areas from the aspect of biodiversity protection and natural values. The basic values of this area are related to the preservation of the specific phenomenon of periodic flooding in the river bank (Institute for Nature Conservation of Serbia, 2013).

The subject of the research is floristic diversity of the Forland on the left bank of the Danube near Belgrade and the network of canals of the suburban settlements Borča and Krnjača. Forland is an integral part of the ecological corridor of international importance. The corridor consists of the Danube River and green belts that stretch along it. Forland, as an extension of green areas along the Danube, is an important locality within the corridor that significantly supports the migration of plant and animal species. Forland on the left bank of the Danube near Belgrade, Gornji Podunavlje and Koviljsko - Petrovaradinski rit are the largest flood zones in Serbia. This vast floodplain performs the function of mitigating the effects of high waters on the population and the surrounding economy. In addition, natural and semi-natural habitats in Forland filter and purify water through biological processes. In the investigated terrain,

the floodplains were reduced to narrow belts along the Danube River, which led to a significant biodiversity loss.

In accordance with the stated facts, the aim of the paper is to investigate the floristic diversity of the mentioned area and to determine the factors that endanger plant diversity in order to define measures for the protection of native floristic diversity.

## MATERIAL AND METHODS

Floristic and vegetation research includes the left bank of the Danube, between the riverbed of the Danube and the built embankment, observed downstream from Pupinovo to Pančevo' bridge, in the length of about 9 km, as well as the network of canals in the Borča and Krnjača settlements. The borders of the investigated area are determined by the natural borders that make up the Danube on the southwest side, the northwest border is a new road to Pupin's bridge, and the northeast is Zrenjanin road. In the northern part, there is a loop in which these two roads merge (Figure 1).

Field investigation was conducted in the period from November 2016 to August 2017. Plant material was determined by the standard floristic method, using relevant literature: Javorka, Csapody (1934), Josifović (ed.) (1970 - 1977).



**Figure 1.** 2D presentation of the investigated area with delineated borders (Source: <https://www.google.co.in/maps/@44.7738844,20.4137812,3244a,35y,14.63h,71.25t/data=!3m1!1e3,20.6.2017.>)

## RESULTS AND DISCUSSION

### Floristic diversity of the investigated area

216 autochthonous and allochthonous plant species have been recorded in the wider Forland area during field research and the study of the existing literatures. From the middle of the 19th century until today, 2.000 plant species have been described on the territory of Belgrade. By comparing these data, we can say that 10.8% of the entire flora of Belgrade is recorded within investigation area.

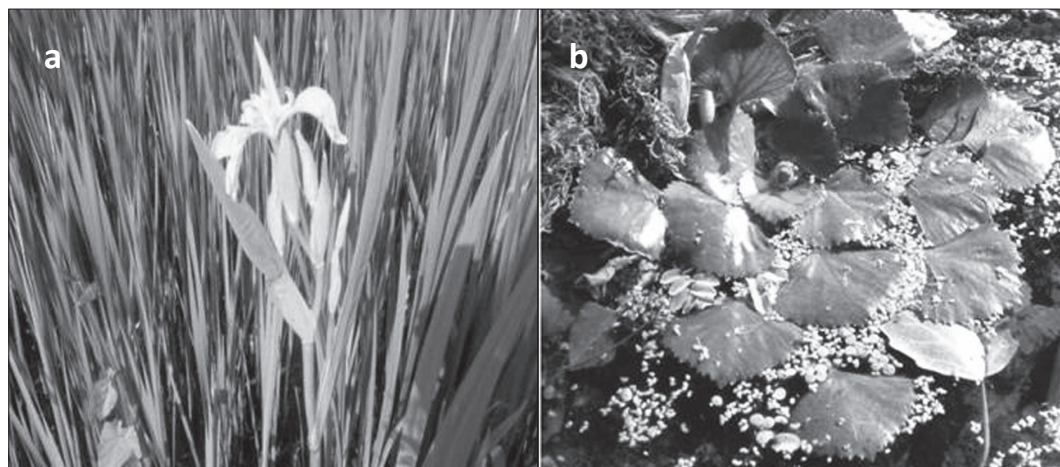
In the Forland zone, autochthonous woody hygrophilous species which are characteristic for wet habitats have been observed. The most numerous are: *Alnus incana* (L.) Moench, *Salix alba* L., *S. triandra* L., *S. euxina* IV Belyaeva, *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl and *Quercus robur* L. However, adventitious, invasive plants are dominated within this area. Some of them are: *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Vitis riparia* Michx., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Asclepias syriaca* L., *Solidago gigantea* Aiton etc. Invasive species *Amorpha fruticosa* L. forms the most numerous populations in the forland zone (Figure 2). It was noticed that all invasive plants spread very quickly in the researched area and displace the autochthonous flora.

Within Forland, the ponds represent ecosystems that especially contribute to the richness of native flora, but also biodiversity in general. Within the forests, or in some places near the embankment, ponds appear periodically or throughout the year. According to previous research (Institute for Nature Conservation of Serbia, 2013), two species of water lilies *Nymphaea alba* L. and *Nuphar lutea* (L.) Sm. have been recorded in the ponds. However, during the field research, they were not found in the forland ponds, but they were observed a little further north than the boundary of the study area. *Lemna minor* L. has been recorded on the surface of the ponds, and *Typha* spp. and *Rorippa amphibia* (L.) Besser have been recorded on the peripheral parts of the ponds. In the forland zone, a large number of native woody plant species have been recorded, such as: *Cornus mas* L., *Corylus avellana* L., *Juglans regia* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sambucus nigra* L.

The main function of the canals of the suburban settlements (Borča and Krnjača) is draining the surrounding terrain, but these canals also play an important role in protection of plant species. The floristic composition of the Krnjača and Borča canals is dominated by ruderal species, such as: *Galium mollugo* L., *Plantago major* L., *P. lanceolata* L., *Urtica dioica* L., *Malva sylvestris* L., *Leontodon taraxacum* L., *Cichorium intybus* L., *Artemisia*



Figure 2. Population of invasive species *Amorpha fruticosa* in forland zone



**Figure 3.** a) *Iris pseudacorus*; b) *Trapa longicarpa*

*vulgaris* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Trifolium pratense* L., *Dactylis glomerata* L. etc. It is important to mention that the species *Iris pseudacorus*, which is a rare, vulnerable and endangered species in Serbia, was also recorded in these habitats. *Lemna minor* L. and *Ceratophyllum demersum* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Trapa longicarpa* Jankovic, *Phragmites australis* (Cav.) Steud and *Typha* spp. were found in the canal waters. Species *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea alba* L. used to grow in the canals, but they are now found in the canals north of the study area, but not within the study area. Some of the woody species recorded along the canals are: *Salix alba* L., *S. euxina* IV Belyaeva, *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Betula pendula* Roth, *Corylus avellana* L., *Juglans regia* L., *Sambucus nigra*, *Morus alba* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Cornus mas* L., *Rubus* spp., *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Acer platanoides* L., *Ulmus laevis* Pall., *Syringa vulgaris* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle etc. *Amorpha fruticosa* L. is also one of the most dominant invasive species here. *Robinia pseudoacacia* L. and *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle also occur in large numbers (Fig. 30). In addition to the mentioned species, some herbaceous invasive species were also found: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Symphytotrichum lanceolatum* (Willd.) G. L. Nesom, *Erigeron canadensis* L., *Asclepias syriaca* L. and others.

Relict species give a special feature to the flora of each area, as a significant biological resource.

Five relict species were found in the study area: *Juglans regia* L., *Carpinus betulus* L., *Hedera helix* L., *Helleborus odoratus* Willd., *Humulus lupulus* L. In addition to relict species, species protected by law as rare, endangered and vulnerable are of great importance for the flora of this area. These are: *Iris pseudacorus* L. (Figure 3a), *Trapa longicarpa* Jankovic (Figure 3b), *Hypericum perforatum* L., *Althaea officinalis* L., *Crataegus monogyna* Jacq. These species are on the list of the strictly protected and protected wild species of plants, animals and fungi ("Official Gazette of the Republic of Serbia", No. 5/2010, 47/2011, 32/2016 and 98/2016).

### Factors threatening floristic diversity

Intensive anthropoppression in this area have caused the degradation of natural habitats. Habitats have been degraded by urbanization, drainage and the raising of embankments, the introduction of allochthonous plants, many of which are invasive, and the planting of Euroamerican poplars plantations. All this has led to a decrease in the distribution and disappearance of some allochthonous plants.

Urbanization is a process that leads to changes in the floristic composition of all habitats in an area. The number of plant species is not declining, but the proportion of native species in the total number of plants decreases (Youhua *et al.*, 2012).



**Figure 4.** Euroamerican poplars (*Populus x euroamericana*) plantation in forland zone

Introduction of alien species, and many of them are invasive, presents another factor that negatively affects the autochthonous floristic diversity. Spread of invasive alien species threatens other species and biodiversity generally (Obratov-Petković *et al.*, 2009). *Elodea canadensis*, a very aggressive invasive aquatic species, was found in the forland ponds and in the canals of suburban settlements in the investigated area. It is a species of North American origin that rapidly colonized aquatic habitats in many European countries and caused serious environmental, sociological and economic problems (Kolada, Kutyla, 2016). The presence of the mentioned species could be one of the causes of *Nymphaea alba* L. and *Nuphar lutea* (L.) Sm. displacement from these habitats, where they were previously recorded (Institute for Nature Conservation of Serbia, 2013). The following invasive plants were recorded in the study area: *Amorpha fruticosa* L., *Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Robinia pseudoacacia* L., *Asclepias syriaca* L., *Vitis riitis* Michx., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A. Gray, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Symphytotrichum lanceolatum* (Willd.) GL Nesom, *Erigeron canadensis* L. Field research has shown that restoration of native white willow (*Salix alba*) forests is hampered by the spread of invasive species, especially *Fraxinus pennsylvanica* and *Amorpha fruticosa* L. (Figures 9 and 10). Also, by comparing field re-

search with previous research (Institute for Nature Conservation of Serbia, 2013), it was found that the species *Populus alba* L. and *P. nigra* L. had many wider distributions in these areas. One of the reasons is the cutting of these species due to the planting of Euroamerican poplars (*Populus x euramericana*) plantations, but also the pressure of invasive plants on the habitats of allochthonous *Populus* species. In this area, the habitat of *Fraxinus angustifolia* Vahl is threatened due to the spread of the invasive species *Fraxinus pennsylvanica*, which is planted as a fast-growing species. The species *Fraxinus angustifolia* Vahl has been displaced to such an extent that it is necessary to consider the protection of its habitats in investigated area (Puhalo *et al.*, 2010). *Quercus robur* L. is most abundant in the central part of the forland. The spread of this species is limited by cutting and planting poplar plantations, draining floodplains and invasive woody plants introduction.

Within the studied area, large areas are under agricultural plantations. So, these areas have changed their purpose in the past, and natural habitats have been completely degraded and native species have been displaced. The planting of Euroamerican poplars plantations has caused the degradation of the habitats of a large number of autochthonous species in the forland area (Figure 4). Planting poplar plantations leads to significant changes in the floristic composition of a particular habitat, most often in terms of declining floristic and vegetation diversity (Jurišić, 2015).

Also, the pollution of the canals of suburban settlements, pesticides that are used to treat agricultural crops, but also waste that is thrown into the canals is one of the reasons for the displacement and disappearance of native plants.

Low public awareness of the importance of conservation certain species and their habitats also presents one of negative factors that affect the reduction of floristic diversity of the study area.

### Measures to protect floristic diversity

According to the General Plan of Belgrade until 2021, it is envisaged that this area will remain a green area (Official Gazette of Belgrade, no. 27/2003, 25/2005, 34/2007 and 63/2009). The green belt mitigates the negative effects of the increased water level of the rivers, represents a habitat for many endangered and protected plant species, forms a balance against the urban tissue and is part of the green corridor. However, as already written, this area is dominated by altered and disturbed natural habitats. Given the continuous and constant anthropogenic pressure, it is important to take appropriate measures that would lead to biodiversity conservation. This primarily means the revitalization of natural habitats or the conservation of existing native habitats. In order to the measures have adequate results, different socio-economic measures that require organizational and material engagement by local self-government, competent services and economic entities should be undertaken.

Some of the measures that can be proposed for biodiversity conservation are:

- Increase of areas under autochthonous plant communities,
- Restoration and conservation of pond ecosystems,
- Removal of invasive plants from habitats, primarily those that are mostly colonized, which will enable natural regeneration of populations of native plant species,
- Restoration of devastated forest habitats. Partially preserved natural floodplain forests and meadows should be placed under such a level of protection that would prevent their further degradation,

- Significantly reduce the area under clonal Euroamerican poplar plantations. In that sense, cooperation with PE "Srbijasume" is necessary;
- Prevention of canal pollution, as well as their regular cleaning,
- Prevention of unplanned construction and resolving the status of illegally constructed facilities,
- Education and informing the local population and competent services about the importance of protection and conservation of natural habitats and autochthonous species,
- Strengthening the awareness and will of citizens to preserve the entire environment, including floristic diversity,
- declaring invasiated area as a protected area.

### CONCLUSIONS

216 plant species have been recorded in the study area, of which 5 are protected by law and 5 species are relicts. The investigated area is characterized by significant degradation of native habitats, which caused the displacement and disappearance of certain autochthonous plants. Urbanization, introduction and spread of invasive plants, planting Euroamerican poplar plantations, draining wetlands and forming agricultural land are factors that threaten native floristic diversity.

In order to prevent further displace or loss of autochthonous species in the study area, appropriate measures should be undertaken. These measures include activities such as restoration of native habitats, reduction of areas under Euroamerican poplars plantations, prevention of introduction and removal of invasive plants from all habitats, cleaning of the canal network, as well as strengthening public awareness of the importance of conservation native habitats and autochthonous plants.

### SUMMARY

The paper presents a study of the flora of Forland on the left bank of the Danube in Belgrade and the canal network in the suburbs Krnjača and

Borča. The aim of this study was to examine the floristic diversity and its endangerment in the study area in order to determine adequate measures for the protection and preservation of autochthonous flora.

The natural habitats of the investigated area are mostly degraded. This influenced the extinction and displacement of certain plant species from studied area. The distribution of many autochthonous plants is significantly limited. With regard to studied decades of anthropopression, habitat degradation factors have been identified in the study area: urbanization, drainage of wetlands, large areas under agricultural plantations, planting of clones of Euroamerican poplars, introduction of invasive plants and canal network pollution. Habitats have been degraded to such an extent that the biodiversity of the entire area is endangered. In addition to the negative impact on biodiversity, all these factors have disrupted the aesthetics of the landscape, as well as the quality of life. In accordance with the current situation, adequate measures have been proposed that are realistic to implement in order to protect and preserve the autochthonous flora, and biodiversity in general. Some of the measures are: restoration of natural habitats, prevention of introduction and spread of invasive plants, reduction of areas under plantations of clonal Euroamerican poplars, cleaning of canals and education and informing the public about the importance of protection of autochthonous species.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Javorka S., Csapody V. (1934): *Iconographia Florae Hungaricae*, Budapest
- Josifović M. (ed.) (1970-1977): *Flora SR Srbije* 1-9, Srpska Akademija Nauka i umetnosti, Beograd
- Jurišić B. (2015): Diverzitet vaskularne flore nizijskih šuma Ravnog Srema, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet 490 p.
- Kojić M., Popović R., Karadžić, B. (1994): Fitoindikator i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa, Nauka, Beograd 140 p.
- Kolada A., Kutyla S. (2016): *Elodea canadensis* (Michx.) in Polish lakes: a non-aggressive addition to native flora, *Biological Invasions* 18: 3251–3264
- Obratov-Petković D., Bjedov I., Radulović S., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D., Đukić M. (2009): Ekologija i rasprostranjenje invazivne vrste *Aster lanceolatus* Willd. Na vlažnim staništima Beograda, *Glasnik šumarskog fakulteta* 100, Beograd: 159 -178
- Puhalo S., Dajović M., Simić D., Nikolić Antonijević J. (2010): Pripremni elaborat o biodiverzitetu plavne zone „Kožara“ i razmatranje mogućnosti i modaliteta njene zaštite, Liga za ornitološku akciju Srbije, Beograd
- Službeni Glasnik Republike Srbije, br. 5/2010, 47/2011, 32/2016 и 98/2016: Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva.
- Službeni list Beograda, br. 27/2003, 25/2005, 34/2007 и 63/2009. Generalni plan Beograda 2021
- Stevanović V., Vasić V. (1995): Bipoiverzitet Jugoslavije: sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu
- Zavod za zaštitu prirode Srbije (2013): Studija zaštite “Forland leve obale Dunava kod Beograda” druga faza, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Beograd
- Yeab Y., Linab S., Wu J., Li L., Zou J., Yu D. (2012): Effect of rapid urbanization on plant species diversity in municipal parks, in a new Chinese city: Shenzhen, *Acta Ecologica Sinica* 32 (5): 221-226
- www.iucn.org

