



Lonjsko polje

Godina/Vol. 11. Broj No. 1/2 ISSN: 1332-0688 UDK: 502.4



BILTENPARKAPRIRODENATUREPARKBULLETIN

Bilten Parka prirode
Lonjsko polje
Nature Park Bulletin

Vol. 11/No. 1/2, 2009



Izradu ovoga biltena potpomoglo je Ministarstvo kulture Republike Hrvatske

*The production of this bulletin was financially assisted by the
Ministry of Culture of the Republic of Croatia*

IMPRESSUM

Nakladnik / Published by:

Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje
Lonjsko Polje Nature Park Public Service
HR-44 325 Krapje, Krapje 16
Hrvatska / Croatia

Glavni i odgovorni urednik / Editor in chief:

Goran Gugić

Tehničko uredništvo / Executive editor:

Valerija Hima

Adresa uredništva / Adresse of the Editorial Board:

Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje
Lonjsko Polje Nature Park Public Service
Bilten / Bulletin
HR-44 325 Krapje, Krapje 16
Hrvatska / Croatia

Tel. / Phone:

++385 (0)44 672 080

Faks / Fax:

++385 (0)44 606 449

E-mail:

info@pp-lonjsko-polje.hr

Prijevod / Translation:

Graham McMaster

Lektor i korektor / Language-editor and Corrector:

Ivan Jindra

Naklada / Edition:

250 primjeraka / 250 copies

Tisak / Print:

Gradska tiskara Osijek d.d., Osijek

Izlazi dva puta godišnje / The Bulletin appears twice yearly

SADRŽAJ

Aljoša Duplić, Igor Boršić:

Invazivne vrste u Hrvatskoj i Parku prirode Lonjsko polje

1. Uvod	9
2. Značajke invazivnih vrsta	10
3. Utjecaj invazivnih vrsta	12
4. Invazivne vrste u Hrvatskoj	14
5. Invazivne vrste u Parku prirode Lonjsko polje	20
6. Literatura	22

Sebastian Seibold:

„Suzbijanje strane invazivne vrste *Amorpha fruticosa* L. tradicionalnim korištenjem zemljišta na zapuštenom poljoprivrednom zemljištu u Parku prirode Lonjsko polje u Hrvatskoj“

1. UVOD	27
2. ČIVITNJAČA <i>AMORPHA FRUTICOSA</i> L. – OPIS VRSTE	29
2.1. Definicija pojma „strana invazivna vrsta“	29
2.2. Morfologija i biologija	29
2.3. Područje rasprostranjenosti i stanište	31
2.4. Mogućnosti korištenja i suzbijanje čivitnjače u Europi	32
2.5. Postojeće stanje čivitnjače u poplavnoj nizini rijeke Save	34
3. POPLAVNA NIZINA RIJEKE SAVE I LONJSKO POLJE	35
3.1. Prirodna i kulturna baština poplavne nizine rijeke Save	35
3.2. Klima, hidrologija i tlo	36
3.3. Vrste krajobraza i biološka raznolikost	37
3.4. Park prirode Lonjsko polje	39
4. POKUSNE PLOHE I STRATEGIJE SUZBIJANJA	40
4.1. Pokusne plohe	40
4.2. Strategije i aktivnosti za suzbijanje, ali i korištenje čivitnjače	41
4.2.1. Pašnjaci i livade košanice	41
4.2.2. Tarupiranje i tarupiranje s oranjem	43
4.2.3. Kontrolne, netretirane plohe	44
5. METODE	45
5.1. Smještaj i oblik pokusnih ploha	45
5.2. Mjerenje i parametri	46
5.3. Analiza podataka	46
6. REZULTATI	47
7. RASPRAVA	56
8. ZAKLJUČNE PREPORUKE ZA DALJNJE UPRAVLJANJE	59
9. LITERATURA	60
10. IZJAVA O IZVORNOSTI	62

CONTENT

Aljoša Duplić, Igor Boršić:

Invasive species in Croatia and in the Lonjsko Polje Nature Park

1.	Introduction	9
2.	The Characteristics of the invasive species	10
3.	Impacts of invasive species	12
4.	Invasive species in Croatia	14
5.	Invasive species in Lonjsko Polje Nature Park	20
6.	References	22

Sebastian Seibold:

“Effects of suppression of the alien invasive species *Amorpha fruticosa* L. by .. traditional land use methods on former agricultural land in the Lonjsko Polje Nature Park”

1.	INTRODUCTION	27
2.	THE SPECIES <i>AMORPHA FRUTICOSA</i> L.	29
	2.1. Definition of the term “alien (invasive) species”	29
	2.2. Morphology and biology	29
	2.3. Range and habitat	31
	2.4. Potential of use and suppression of <i>A. fruticosa</i> in Europe	32
	2.5. Current situation of <i>A. fruticosa</i> in the Sava floodplain	34
3.	THE SAVA FLOODPLAIN AND LONJSKO POLJE NATURE PARK	35
	3.1. The Sava floodplains’ natural and cultural heritage	35
	3.2. Climate, hydrology and soil	36
	3.3. Landscape types and biodiversity	37
	3.4. Lonjsko Polje Nature Park	39
4.	EXPERIMENTAL AREAS AND SUPPRESSION STRATEGIES	40
	4.1. Experimental areas	40
	4.2. Strategies and activities to suppress, and also use, <i>A. fruticosa</i>	41
	4.2.1. Pastures and hay meadows	41
	4.2.2. Chaffing and chaffing with ploughing	43
	4.2.3. Untreated variant (control)	44
5.	METHODS	45
	5.1. Placement and shape of test plots	45
	5.2. Measurement and parameters	46
	5.3. Data analysis	46
6.	Results	47
7.	Discussion	56
8.	Concluding recommendation for a management strategy	59
9.	References	60
10.	Declaration of Originality	62

**Invazivne vrste u Hrvatskoj i
Parku prirode Lonjsko polje**
***Invasive species in Croatia and in the
Lonjsko Polje Nature Park***

Aljoša Duplić, Igor Boršić;
Državni zavod za zaštitu prirode / *State Institute for Nature Protection*

1. UVOD

Alohtona, strana, nenativna, nezavičajna, egzotična, introducirana ili unesena vrsta - sve su to sinonimi za vrste koje su prenesene, premještene, odnosno unesene u područje koje nije u obuhvatu njihova prirodnog areala i na koje se ne mogu rasprostraniti bez posredne ili neposredne pomoći čovjeka. Kako bi spriječili zbrku u ovom tekstu, rabićemo izraz strana vrsta, kako stoji i u Zakonu o zaštiti prirode (NN 70/05 i NN 139/08).

Međutim, nije svaka strana vrsta i invazivna vrsta. Kada strana vrsta zbog intenzivnog razmnožavanja, stvaranja velikog broja potomaka, brzog rasta i tolerancije na različite prilike u okolišu zauzme prednost u odnosu na domaće vrste, kažemo da strana vrsta postaje invazivna.

Globalno gledajući, danas se smatra da su invazivne vrste na nekom području, uz izravno uništavanje staništa, najveća opasnost za njegovu biološku raznolikost. Ubrzani rast trgovine, transporta i putovanja u dvadesetom stoljeću imao je za posljedicu širenje mnogih svojta Zemljom i snažan kontinuiran rast broja vrsta unesenih u nove regije. Unošenje stranih vrsta, odnosno biološka invazija nije međutim pojava modernog vremena. Velike migracije ljudi, trgovina i transport oduvijek su bile popraćene širenjem svojta izvan područja njihova rasprostranjenja. Od otkrića i kolonizacije Novog svijeta problem stranih vrsta ubrzano raste, da bi u dvadesetom stoljeću postao jedna od glavnih prijetnja današnjice u očuvanju biološke raznolikosti globalno.

Problemom invazivnih vrsta intenzivnije se počelo baviti zadnjih desetljeća. U velikom europskom međdržavnom projektu DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) na području Europe zabilježeno je više od 11 000 stranih vrsta. Od svih njih izdvojeno je „100 najgorih“, invazivnih, a mnoge od njih prisutne su i u Hrvatskoj. Većina tih vrsta unesena je iz Sjeverne Amerike ili Azije.

1. INTRODUCTION

Non-indigenous, foreign, exotic, invasive, introduced or brought in species are all synonyms for species that have been transported, transferred or brought in to an area that does not lie within the scope of their natural range, to which they cannot be dispersed without the direct or indirect assistance of human beings. In order to forestall any confusion, in this text we shall make use of the word *alien* species, which is (in the form *strana*) used in the Nature Protection Law.

However, not every alien species is also an invasive species. When an alien species, as a result of vigorous reproduction, the creation of a large progeny, rapid growth and tolerance to diverse environmental conditions starts to dominate indigenous species, we say that the alien species has become invasive.

Looked at globally, today it is considered that in any given area, invasive species, along with direct habitat destruction, constitute the greatest danger to biological diversity. The accelerated growth of commerce, transport and travelling in the twentieth century had, as a consequence, the expansion of many taxa around the Earth and a powerful ongoing growth of the number of species brought into new regions. The introduction of alien species or biological invasion is not however a phenomenon of exclusively modern times. The great migrations of populations, trade and transport have always been accompanied by the dispersal of taxa outside the area of the natural distribution. From the discovery and colonisation of the New World, the problem of alien species has rapidly grown and in the twentieth century has been one of the main threats of the day in the preservation of global biological diversity.

The problem of invasive species began to be addressed with great vigour in the last few decades. Through the major European international project DAISIE (Delivering Invasive alien Species Inventories for Europe), more than 11,000 alien species have been recorded in Europe. Of these, special reference is made to the “100 Worst” invasive species, many of which are also to be found in Croatia. Most of these species have been introduced from North America or Asia.

2. ZNAČAJKE INVAZIVNIH VRSTA

Da bi neka strana vrsta postala invazivnom, ona mora uspješno savladati čitav niz prepreka. Kao prvo, tu je ona **geografska**. U prošlosti je prijenos vrsta preko velikih udaljenosti bio onemogućen nesavladivim prirodnim preprekama, kao što su oceani, mora, planinski lanci, pustinje. Iako je čovjek nova područja naseljavao još od prapovijesti, prevozeći pri tome i različite životinje, vrlo intenzivna razmjena biljaka i životinja između kontinenata započela je tek u 15. stoljeću, s prekooceanskim putovanjima i otkrivanjem Novog svijeta. Djelomično je to bilo slučajno, pa su mnoge vrste putovale kao slijepi putnici na brodovima i tako prelazile velike udaljenosti koje samostalno nikad ne bi uspjele prevladati. Na taj su se način ove vrste „iskrcale“ u potpuno novim područjima na kojima prije nisu živjele. S druge strane, neke je vrste čovjek namjerno prenio iz jednog područja u drugo. Mnoge kultivirane biljke i stoka radi uzgoja su izvezena u Novi svijet dok su druge vrste za uzgoj ili ukras prenesene u Europu, što je čovjeku donijelo višestruke koristi u agronomiji, hortikulturi, šumarstvu i sl.

Nakon uspješnog prevladavanja geografskih prepreka slijedi ona **okolišna**, što znači da se vrste u novom području moraju prilagoditi novim stanišnim uvjetima, temperaturi, sunčevoj svjetlosti, količini vode, vlažnosti, salinitetu i dr. Mnogima od njih uvjeti na kakve nisu navikle jednostavno ne odgovaraju i na njih se ne mogu prilagoditi, pa u tom slučaju ne će ni preživjeti.

Sljedeća prepreka na koju vrste nailaze ona je **reproduktivna**. Svaka se vrsta na novom području mora početi razmnožavati kako bi kao vrsta na tom području preživjela. Vrstama kojima to ne uspijeva opstanak ovisi o opetovanim unosima čovjeka, a ne o stvaranju nove populacije koja se može održati. Vrste koje prevladaju reproduktivnu barijeru smatraju se naturaliziranima. Postoje brojni primjeri ukrasnih biljaka koje su donesene iz dalekih krajeva i uzgajane u botaničkim vrtovima, nakon čega su izbjegle iz uzgoja i počele se razmnožavati u prirodi.

2. THE CHARACTERISTICS OF INVASIVE SPECIES

For some species to become invasive, it must have successfully overcome a whole series of obstacles and barriers. First of all there is **the geographical**. In the past the transfer of species over great distances was frustrated by insuperable natural barriers such as oceans, seas, mountain chains, deserts. Although human beings have been colonising new areas since prehistory, taking with them various animals, the very intensive exchange of plants and animals among the continents did not start until the 15th century via the transoceanic voyages and the discovery of the Americas. Partially this was accidental, and many species travelled as stowaways on ships, and thus were able to travel the great distances that they would never have been able to overcome on their own. In this manner, these species “disembarked” in totally new areas in which they had not previously lived. On the other hand, human beings deliberately took some species from one area to another. Many cultivated plants and breeding livestock were imported into the New World, while other species for cultivation or decoration were taken to Europe, which provided multiple benefits in agriculture, horticulture, forestry and so on.

After successful overcoming of the geographical, came **the environmental**, obstacle, which means that in the new area the species have to adapt to the new habitat conditions, temperature, sunlight, quantity of water, humidity, salinity and so on. For many of them, conditions to which they are not habituated simply do not suit, and they cannot adapt, and in this case will not manage to survive.

The next barrier that a species will meet is that of **reproduction**. Each species in the new area has to start reproducing so that it may survive as a species in this area. Species that do not manage to survive will depend on repeated anthropogenic introductions, not on the creation of a new population capable of surviving. Species that overcome the reproductive barrier are considered to be naturalised. There are numerous examples of decorative plants that were brought from distant regions and cultivated in botanical gardens and subsequently escaped from cultivation and began to multiply in nature.

Samo mali broj vrsta uspješno će savladati sve te prepreke, pa će uspjeti pronaći i zauzeti ekološku nišu. Još će ih manje prijeći posljednju, **dispersijsku** prepreku. Smatra se da u prosjeku od 100 stranih vrsta unesenih u neki ekološki sustav, tek njih deset u njemu opstane, a samo tri postanu invazivnima. O invazivnoj vrsti govorimo tek ako ona svojim razmnožavanjem i širenjem počne uzrokovati ekološku ili ekonomsku štetu ili čak nepovoljno utječe na zdravlje ljudi. Te vrste vrlo često imaju značajke koje im daju prednost pred drugim vrstama, kao što su intenzivno razmnožavanje, velik broj potomaka, brz rast, sposobnost širenja, tolerancija na različite (često negativne) prilike u okolišu, neizbirljivost u prehrani. Degradirana staništa i ekološki sustavi s narušenom ravnotežom pogoduju lakšoj prilagodbi novounesenih vrsta i stupnju njihove invazivnosti.

Only a small number of species will be able to overcome all these barriers and manage to find and occupy an ecological niche. A still smaller number of them will cross the final, **the dispersal** barrier. It is thought that on average, out of 100 alien species brought into some ecological system, only ten of them will survive, and only three become invasive. We speak of an invasive species only if through its multiplication and dispersal it has begun to bring about ecological and economic damage or is even deleterious to human health. These species very often have characteristics that give them advantages over other species, such as vigorous reproduction, a large number of descendants, rapid growth, ability to spread, tolerance to different (and often negative) conditions in the environment, versatility with respect to nutrients. Degraded habitats and an ecological system with a distorted equilibrium tend to favour the easy adaptation of introduced species and enhance the degree of their invasiveness.

3. UTJECAJI INVAZIVNIH VRSTA

Što se **ekološkog utjecaja** tiče, znanstveno je dokazano da strane invazivne vrste negativno utječu na zavičajne (domaće, nativne, autohtone) vrste, smanjujući njihovu brojnost i raznolikost ili čak uzrokujući njihov nestanak. Invazivne se vrste šire i zauzimaju staništa ovdje prisutnim vrstama, natječu se s njima za istu hranu. Tako je, na primjer, porobljivanje istočnoafričkog jezera Viktorije nilskim grgečom (*Lates niloticus*) uzrokovalo nestanak dvjestotinjak endemičnih vrsta riba. Jedina do sada poznata vrsta u Hrvatskoj izumrla kao žrtva strane invazivne vrste gatačka je gaovica (*Telestes metohiensis*). Ta je riba kao regionalni endem jadranskog slijeva u Hrvatskoj živjela u rijeci Ljutoj kod Cavtata, iz koje je nestala zbog unosa kalifornijske pastreve (*Oncorhynchus mykiss*) u tu rječicu. Strane invazivne vrste mogu biti i prenosnici nametnika ili bolesti na koje su one same otporne, ali ih mogu prenijeti na podložne domaće vrste. Tako, na primjer, američki rakovi, signalni (*Pacifastacus leniusculus*) i bodljibradi (*Orconectes limosus*) rak, prenose gljivičnu bolest koja se naziva račjom kugom. Europske vrste rakova na nju nisu otporne pa od nje stradavaju. Nadalje, strane invazivne vrste mijenjaju strukturu i sastav zajednica na području koje zaposjednu te uzrokuju promjenu ekoloških uvjeta (fizikalno-kemijskih čimbenika) na staništu. Tako neke invazivne biljke mijenjaju sastav tla i količinu vode u njemu ili, kao na primjer japanski pridvornik (*Reynoutria japonica*), rastu tako brzo i gusto da drugim biljkama onemogućuju rast i razvoj.

Negativan **ekonomski utjecaj** invazivnih vrsta na čovjekove aktivnosti je golem. Štete uzrokovane 2008. godine u Europskoj uniji iznosile su između 9,6 i 12 milijarda eura. Uza sve to, znatne troškove iziskuje i borba protiv invazivnih vrsta koja uključuje potrebne mjere karantene, rano otkrivanje invazivnih svojta, njihovu kontrolu i potpuno uklanjanje. Od 1992. do 2009. godine Europska unija utrošila je 38 milijuna eura za tu borbu, dok Sjedinjene Američke Države godišnje troše do 80 milijarda dolara. Barska nutrija (*Myocastor coypus*) uzgaja se u Europi od kraja 19. stoljeća zbog cijenjenoga krzna. Taj glodavac, podrijetlom iz Južne Amerike, ubrzo je dospio u prirodu i počeo se slobodno razmnožavati. Danas je barska nutrija rasprostranjena u većem dijelu Europe, a zbog razmjera negativna utjecaja na zavičajnu biološku raznolikost, šteta koje uzrokuje na poljoprivrednim kulturama i riječnim nasipima, uvrštena je na listu 100 najgorih stranih inva-

3. IMPACTS OF INVASIVE SPECIES

As far as **ecological impact** is concerned, it has been shown by science that alien and invasive species have a negative impact on indigenous species, reducing their abundance and diversity, even leading to their disappearance. Invasive species spread and occupy the habitats the species present in them, competing with them for the same nutrients. For example, the stocking of Lake Victoria in East Africa with the Nile perch, *Lates niloticus*, led to the disappearance of some two hundred endemic fish species. The only known species that has become extinct in Croatia because it has been the victim of an invasive species is the cyprinid species *Telestes metohiensis*. This river fish, a regional endemic of the Adriatic drainage basin in Croatia, lived in the Ljuta River by Cavtat, but vanished because of the introduction of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) into this stream. Invasive alien species can also be vectors for diseases and parasites to which they are resistant but to which domestic species are not. Thus for example the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) and the rusty crayfish (*Orconectes limosus*) transmit a fungal disease that is called crayfish plague. European species are not resistant and fall prey to it. Further, invasive alien species change the structure and composition of communities in an area that they occupy and bring about a change in ecological conditions (the physical chemistry factors) in the habitat. Thus some invasive plants moderate the composition the soil and the amount of moisture in it, or like the Japanese knotweed (*Reynoutria japonica*) grow so fast and densely that they thwart the growth and development of other plants.

The harmful **economic effect** of invasive species on human activities is vast. In 2008, the cost of such damage inflicted in the EU came to between 9.6 and 12 billion euros. In addition to all this, considerable costs are incurred in the fight against invasive species, including the necessary measures of quarantine, the early discovery of invasive taxa, control of them and total removal. From 1992 to 2009 the EU spent 38 million euros on the fight, while in the USA up to 80 billion dollars are spent annually. For example, the coypu (*Myocastor coypus*) was raised in Europe from the end of the 19th century because of its much-appreciated fur. This rodent, deriving from South America, managed to break out into nature and began to reproduce freely. Today the coypu is widely distributed over most of Europe,

zivnih vrsta. Više je primjera uklanjanja ili kontrole populacija barske nutrije. Najpoznatiji je talijanski primjer gdje je tijekom više od pet godina uklonjeno 220 000 jedinki. Ta aktivnost stajala je oko 2,6 milijuna eura, međutim štete na riječnim obalama i nasipima, nastale kopanjem nutrija, iznose oko 10 000 000 eura, a na poljoprivrednim kulturama gotovo milijun eura.

Najočitiji je primjer negativna **utjecaja invazivnih vrsta na zdravlje ljudi** ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) čiji pelud od kolovoza do listopada brojnim ljudima uzrokuje alergiju. Ta je sjevernoamerička biljka u Europu nehotice unesena sredinom 19. stoljeća sa sjemenom drugih biljaka i od tad se proširila u njezinu većem dijelu. Najviše voli staništa vezana uz čovjeka (antropogena staništa), pa je nalazimo i u ruralnim i u urbanim sredinama gdje u velikom broju raste uz rubove cesta, u dvorištima, vrtovima i na neobrađenim zemljištima.

and because of the deleterious impact on local biological diversity and the harm that it does to crops and river embankments has been placed on the list of the 100 worst invasive alien species. There are several examples of the removal or at least control of the coypu. The best-known example is that of Italy, where during more than five years, 220,000 individuals were eradicated. This activity cost about 2.6 million euros; and yet the damage to the riverbanks and embankments created by the burrowing of the coypu came to about 10 million euros, and to agricultural crops almost a million euros.

The most obvious example of the harmful **effect of invasive species on human health** is that of the ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), the pollen of which, from August to October, gives rises to allergies in many sufferers. This North American plant was unwittingly introduced into Europe in the middle of the 19th century with the seeds of other plants and has since then spread over most of the continent. It most of all likes habitats connected with people, anthropogenic habitats, and we can find it in rural and urban settings where it grows in great numbers along the edge of roads, in backyards, gardens and uncultivated land.



Slika 1. Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia* L)
Picture 1. Common pigweed (*Ambrosia artemisiifolia* L)

4. INVAZIVNE VRSTE U HRVATSKOJ

Kontrola invazivnih svojta i smanjivanje njihova utjecaja na zavičajne svojte i cjelokupne ekološke sustave danas je jedan od najvećih izazova zaštite prirode u Europi. Stranu invazivnu vrstu, na žalost, gotovo nikad nije moguće ukloniti iz staništa u koje se proširila, ili je to ekonomski neisplativo, osim na otocima i na ograničenim dijelovima kopna. Zato je važno rano otkrivanje prisutnosti potencijalno invazivne strane vrste u ekološkom sustavu, a hitne mjere kontrole širenja i uklanjanja najčešće su jedine djelotvorne protiv takvih svojta. U Hrvatskoj je zakonski zabranjen unos stranih vrsta u otvorene ekološke sustave.

U Crvenoj knjizi slatkovodnih riba 2006. godine objavljen je popis 19 stranih vrsta riba koje naseljavaju kopnene vode Hrvatske, a 2008. godine zabilježena je još jedna vrsta (tablica 1). Većina tih vrsta unesena je nenamjerno ili namjerno u prošlom stoljeću radi intenziviranja slatkovodnog ribnjačarstva i intenzivnog poribljivanja sedamdesetih i osamdesetih godina. Širenje stranih vrsta omogućili su i neodgovorni pojedinci uvodeći ih samoinicijativno u otvorene ekološke sustave. Mnoge od tih vrsta su invazivne i nanose veliku štetu autohtonoj ihtiofauni. Međutim taj popis ne sadržava vrste zavičajne za dunavski ili jadranski slijev koje su unesene u drugi slijev kao strane i tamo postale invazivne. Primjer je unos štuke (*Esox lucius*) i soma (*Silurus glanis*) iz dunavskog u neke vode jadranskog slijeva. U sprezi s regulacijom vodotoka, gradnjom brana i hidroakumulacija, melioracijom, onečišćenjem i svakom drugom degradacijom staništa, unos stranih vrsta glavni je uzrok ugroženosti ribljih zajednica u Hrvatskoj. Naročito su ugrožene rijeke jadranskog slijeva s velikim brojem endemičnih vrsta riba. Veliki negativni utjecaj na autohtone riblje zajednice imaju babuška (*Carassius gibelio*), gambuzija (*Gambusia affinis*), bezribica (*Pseudorasbora parva*), sunčanića (*Lepomis gibbosus*) i američki somić (*Ameiurus melas*).

4. INVASIVE SPECIES IN CROATIA

The control of invasive taxa and the reduction of their impact on indigenous taxa and whole ecosystems is today one of the greatest challenges placed before nature protection in Europe. It is however, unfortunately, almost never possible to remove an invasive alien species from a habitat to which it has expanded, or else it is economically unjustified, except on islands, or on limited parts of the mainland. And so it is very important to discover early on the presence of a potential invasive alien species in the ecological system, and urgent measures of control of the dispersal and removal are most often the only effective measure with which to fight against such taxa. In Croatia, it is statutorily forbidden to introduce alien species into an open ecological system.

In the Red Book of Freshwater Fish of 2006 a list of 19 alien species that had colonised the mainland waters of Croatia was published; in 2008, one more species was recorded (see table 1). Most of these species were introduced unintentionally or intentionally during the last century as a result of the intensification of freshwater aquaculture and the vigorous fish stocking of the 1970s and 1980s. The dispersal of alien species was also made possible by irresponsible individuals who on their own initiative introduced them into open ecological systems. Many of these species are invasive and inflict great damage on the indigenous fish fauna. However this list does not contain species that are indigenous to the Danube or Adriatic basins that were introduced into the other basin and there became invasive. One example is the introduction of the pike (*Esox lucius*) and catfish (*Silurus glanis*) from the Danubian to some waters of the Adriatic basin. Together with regulation of the watercourses, the building of dams and reservoirs, land reclamation, pollution and other causes of habitat degradation, the introduction of alien species is the main cause of the endangerment of fish communities in Croatia. Particularly at risk are the rivers of the Adriatic basin with its large number of endemic fish. A very deleterious influence on the indigenous fish communities is exerted by the Prussian carp, *Carassius gibelio*, mosquitofish, *Gambusia affinis*, topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, pumpkinseed, *Lepomis gibbosus* and the bullhead, *Ameiurus melas*.

Svojta – latinski naziv	Svojta – hrvatski naziv	Podrijetlo
<i>Onchorynchus mykiss</i>	Kalifornijska pastrva	Sjeverna Amerika
<i>Salvelinus alpinus</i>	Jezerska zlatovčica	Sjeverna Amerika
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Potočna zlatovčica	Sjeverna Amerika
<i>Coregonus peled</i>	Sjeverna ozimica	-
<i>Coregonus lavaretus</i>	Velika ozimica	-
<i>Carassius auratus</i>	Zlatna ribica	-
<i>Carassius gibelio</i>	Babuška	Kina
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Sivi glavaš	-
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Bijeli glavaš	-
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Bijeli amur	-
<i>Pseudorasbora parva</i>	Bezribica	Japan
<i>Gambusia affinis</i>	Gambuzija	Sjeverna Amerika
<i>Micropterus salmoides</i>	Pastrvski grgeč	Sjeverna Amerika
<i>Lepomis gibbosus</i>	Sunčanica	Sjeverna Amerika
<i>Neogobius fluviatilis</i>	Riječni glavočić	Ponto-kaspijski bazen
<i>Neogobius melanostomus</i>	Glavočić	Ponto-kaspijski bazen
<i>Neogobius kesslerii</i>	Kesslerov glavočić	Ponto-kaspijski bazen
<i>Ameiurus melas</i>	Crni somić	Sjeverna Amerika
<i>Ameiurus nebulosus</i>	Patuljasti somić	Sjeverna Amerika
<i>Percottus glenii</i>	Rotan	Jugoistočna Azija

Tablica 1. Popis stranih svojiti slatkovodnih riba zabilježenih u kopnenim vodama Hrvatske

Taxa - latin name	Taxa – english name	Origin
<i>Onchorynchus mykiss</i>	Rainbow trout	North America
<i>Salvelinus alpinus</i>	Charr	North America
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Brook trout	North America
<i>Coregonus peled</i>	Peled	-
<i>Coregonus lavaretus</i>	Schelly	-
<i>Carassius auratus</i>	Gold fish	-
<i>Carassius gibelio</i>	Prussian carp	China
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Silver carp	-
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Big head carp	-
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Grass carp	-
<i>Pseudorasbora parva</i>	False harlequin	Japan
<i>Gambusia affinis</i>	Mosquito fish	North America
<i>Micropterus salmoides</i>	Largemouth bass	North America
<i>Lepomis gibbosus</i>	Pumpkinseed	North America
<i>Neogobius fluviatilis</i>	Pontian monkey goby	Ponto-Caspian Basin
<i>Neogobius melanostomus</i>	Round goby	Ponto- Caspian Basin
<i>Neogobius kesslerii</i>	Pontian bighead goby	Ponto- Caspian Basin
<i>Ameiurus melas</i>	Black bullhead	North America
<i>Ameiurus nebulosus</i>	Brown bullhead	North America
<i>Percottus glenii</i>	Amur sleeper	South-east Asia

Table 1. List of alien taxa of freshwater fish recorded in the land waters of Croatia

U vodenim staništima Parka prirode Lonjsko polje do sada je zabilježeno šest stranih vrsta, to su babuška, sunčanica, crni somić, bezribica, riječni glavočić i pastrvski grgeč. U rujnu 2010. zabilježena je i vrsta *Oreochromis sp.* (porodica Cichlidae) koja je prirodno rasprostranjena u južnoj Africi. Babuška, crni somić, sunčanica i bezribica najbrojnije su, i kao invazivne veliki su problem za zavičajnu zajednicu riba. Babuška je rasprostranjena na svim staništima Lonjskog polja. Izravni je suparnik šara-

In the aquatic habitats of Lonjsko Polje Nature Park to date six alien species have been recorded: the Prussian carp, the pumpkinseed, the bullhead, the bezrubica, the monkey goby and the largemouth bass. In September 2010, the presence of *Oreochromis sp* (Cichlidae family) was recorded, which is native to southern Africa. The Prussian carp, the bullhead, pumpkinseed and topmouth gudgeon are the most numerous and, as invasive species, constitute a great problem for the indigenous fish com-

nu i karasu, a zanimljivo je da ima sposobnost razmnožavanja ginogenezom što joj je velika prednost pred zavičajnim vrstama. Riječ je naime o razmnožavanju u kojem spermiji drugih srodnih vrsta neoplođena jajašca potaknu na diobu, pa su česte isključivo ženske populacije. Ta prilagodba dodatno je omogućila širenje babuške i pridonijela njezinoj invazivnosti. Sunčanica i crni somić prisutni su u gotovo svim mrtvajama i rukavcima, ali i u mirnijim dijelovima tekućica. Sve tri vrste, kao i zavičajne limnofilne vrste, iznimno dobro podnose nepovoljne ekološke uvjete (niska količina kisika otopljenog u vodi, visoka temperatura vode), što im je dodatna prednost u borbi za opstanak.

munity. The Prussian carp is widely spread over all the habitats of Lonjsko Polje. It is a direct competitor to the carp and the crucial carp; interestingly, it has the capacity for pathogenesis, which gives it a great competitive advantage. This is a kind of reproduction in which the milt of other similar species encourage the unfertilised eggs to divide, and entirely female populations are quite common. This adaptation has additionally enabled the dispersal of the Prussian carp and its invasiveness. The pumpkinseed and bullhead are present in almost all oxbows and channels, but in calmer parts of the mainstream as well. All three species, like the indigenous limnophilous species cope very well with unfavourable ecological conditions (a small amount of dissolved oxygen in the water, high water temperature) which gives them an additional advantage in the fight for survival.



Slika 2. Babuška (*Carassius gibelio*)
Picture 2. Prussian carp (*Carassius gibelio*)

Što se tiče biljaka, skupina znanstvenika, na temelju literaturnih podataka te osobnog iskustva i opažanja na terenu, 2008. godine objavila je preliminarni popis stranih invazivnih biljnih vrsta (IAS) u Hrvatskoj. Na popis su uvrstili 64 svojte koje su navedene u tablici 2. One su poredane abecednim

As for plants, a group of scientists, on the basis of literature references and personal experience and field observations published in 2008 a preliminary list of invasive alien species (IAS) in Croatia. On this list they put 64 taxa, referred to in table 2. They are arranged in alphabetical order according

redom prema svom nazivu, a svakoj je pridružena porodica kojoj pripada, životni oblik i podrijetlo. Prema analizi porodica kojima pripadaju strane invazivne biljke, najveći broj vrsta spada u porodicu Asteraceae čiji su rodovi *Conyza* i *Erigeron* zastupljeni s najvećim brojem svojta. Životni oblik neke biljke govori nam o načinu na koji biljka preživljava nepovoljno vegetacijsko razdoblje. Analiza životnih oblika stranih invazivnih vrsta pokazala je dominaciju terofita (T). To su jednogodišnje biljke, odnosno one koje nepovoljno razdoblje preživljavaju u obliku sjemenke. Puno su manje zastupljene biljke ostalih životnih oblika: fanerofiti (P) – drveće i grmlje odnosno biljke koje imaju pupove za obnavljanje smještene iznad 50 cm od tla; hamefiti (Ch) – biljke koje pupove za obnavljanje imaju smještene 10 - 50 cm iznad tla; hemikriptofiti (H) – biljke koje pupove za obnavljanje imaju smještene neposredno uz tlo; geofiti (G) – biljke koje organe za preživljavanje nepovoljnog razdoblja imaju u tlu; hidrofiti (Hy) – vodene biljke. Prirodna rasprostranjenost, odnosno podrijetlo stranih invazivnih biljaka analizirana je na razini kontinenta, osim za jednu mediteransku vrstu koja je u tablici označena kraticom M. Po podrijetlu dominiraju invazivne biljke iz Sjeverne i Južne Amerike (označene kraticom Am), a slijede ih one iz Azije (As) i Afrike (Af).

to name, and appended to each one is the family, life form and origin. According to the analysis of the families to which the invasive alien species belong, the greatest number are classified in the family Asteraceae, whose *Conyza* and *Erigeron* genera are represented with the greatest number of taxa. The life form of some plant tells us how the plant survives through some adverse vegetation period, i.e. winter. Analysis of the life forms of alien invasive species shows the domination of terophytes; these are annuals, that is, those that survive an adverse period in the form of seed. Far fewer are plants with other forms: phanerophytes (P) – bushes and shrubs, that is plants that have buds for rejuvenation located over 50 cm above the soil; chamaephytes (CH), plants in which the rejuvenation buds are located from 10 to 50 cm above the ground; hemicryptophytes (H) – plants that have buds for rejuvenation just above the soil; geophytes (G) – plants that have organs for surviving an adverse period in the ground; and hydrophytes (Hy) – aquatic plants. The natural distribution, i.e. the origin, of invasive alien plants is analysed at the continent level, except for one Mediterranean species, which is indicated in the table by the abbreviation M. According to origin, it is invasive plants from North and South America that dominate (Am) and then come those from Asia (As) and Africa (Af).

Tablica 2. Preliminarni popis stranih invazivnih svojta biljaka u Hrvatskoj (prema Boršić i sur. 2008)

Table 2. Preliminary list of invasive alien plant taxa in Croatia (after Borsic et al., 2008).

Svojta – latinski naziv / Taxa - Latin name	Svojta – hrvatski naziv / Taxa – common name croatian	Svojta – engleski naziv / Taxa – common name english	Porodica / Family	Životni oblik / Life form	Podrijetlo / Origin
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Teofrastov mračnjak	Indian mallow	Malvaceae	T	EA Af
<i>Acer negundo</i> L.	negundovac, američki javor	box elder	Aceraceae	P	Am
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	žljezdasti pajasen	tree of heaven	Simaroubaceae	P	As
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	oštrodlakavi šćir	common pigweed	Amaranthaceae	T	Am
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	ambrozija, pelinolisni limundžik	common ragweed	Asteraceae	T	Am
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	amorfa, čivitnjača	desert false indigo	Fabaceae	P	Am
<i>Angelica archangelica</i> L. subsp. <i>archangelica</i>	ljekovita anđelika, ljekoviti kravujac	garden angelica	Apiaceae	H	EA
<i>Artemisia annua</i> L.	mirisni pelin	annual wormwood	Asteraceae	T	EA
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	pelin	Chinese mugwort	Asteraceae	G	As
<i>Asclepias syriaca</i> L.	prava svilenica, pravo cigansko perje	common milkweed	Asclepiadaceae	G	Am
<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	-	-	Asteraceae	T	Am
<i>Bidens frondosa</i> L.	lisnati dvozub	devil's beggarticks	Asteraceae	T	Am
<i>Bidens subalternans</i> DC.	-	greater beggar's ticks	Asteraceae	T	Am
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	dudovac	paper mulberry	Moraceae	P	As
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br. in Phillips	-	Hottentot-fig	Aizoaceae	Ch	Af
<i>Cenchrus incertus</i> M.A.Curtis	-	coastal sandbur	Poaceae	T	Am
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb.	-	disc mayweed	Asteraceae	T	As Am
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	mirisna loboda	wormseed	Chenopodiaceae	T	Am
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	kovrčava hudoljetnica	hairy fleabane	Asteraceae	T	Am
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	kanadska hudoljetnica	Canadian fleabane	Asteraceae	T	Am
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker	-	Sumatran fleabane	Asteraceae	T	Am
<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker	poljska vilina kosa	field dodder	Cuscutaceae	T	Am
<i>Datura innoxia</i> Mill.	-	downy thorn-apple	Solanaceae	T	Am
<i>Datura stramonium</i> L.	bijeli kužnjak	devil's trumpet	Solanaceae	T	Am
<i>Diplotaxis erucoides</i> (L.) DC.	-	white wall-rocket	Brassicaceae	T	M
<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	Indijska jagoda	mock strawberry	Rosaceae	H	As
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	Bodljasta tikvica	prickly cucumber	Cucurbitaceae	T	Am
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	-	Indian goosegrass	Poaceae	T	As
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	kanadska vodena kuga	Canadian waterweed	Hydrocharitaceae	Hy	Am
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	-	fringed willowherb	Onagraceae	H	Am
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. subsp. <i>annuus</i>	jednogodišnja krasolika	annual fleabane	Asteraceae	T	Am
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. subsp. <i>septentrionalis</i> (Fernald et Wiegand) Wagenitz	Jednogodišnja krasolika	annual fleabane	Asteraceae	T	Am
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. subsp. <i>strigosus</i> (Mühlenb. ex Willd.) Wagenitz	jednogodišnja krasolika	annual fleabane	Asteraceae	T	Am

Svojta – latinski naziv / Taxa - Latin name	Svojta – hrvatski naziv / Taxa – common name croatian	Svojta – engleski naziv / Taxa – common name english	Porodica / Family	Životni oblik / Life form	Podrijetlo / Origin
<i>Euphorbia maculata</i> L.	pegava mlječika	spotted spurge	Euphorbiaceae	T	Am
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	-	prostrate sandmat	Euphorbiaceae	T	Am
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake	trepavičava konica	fringed quickweed	Asteraceae	T	Am
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	sitnocvjetna konica	gallant soldier	Asteraceae	T	Am
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	gomoljasti suncokret, čičoka	Jerusalem artichoke	Asteraceae	G	Am
<i>Impatiens balfourii</i> Hooker f.	Balfourov nedirak	Balfour's touch-me-not	Balsaminaceae	T	As
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	-	Himalayan Balsam	Balsaminaceae	T	As
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	sitnocvjetni nedirak	small-flowered touch-me-not	Balsaminaceae	T	As
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	nježni sit	slender rush	Juncaceae	H	Am
<i>Lepidium virginicum</i> L.	virginska grbica	Virginia pepperweed	Brassicaceae	T	Am
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	-	tree tobacco	Solanaceae	P	Am
<i>Oenothera biennis</i> L.	dvogodišnja pupoljka	common evening primrose	Onagraceae	H	Am
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	priklonjeni cecelj	African wood-sorrel	Oxalidaceae	G	Af
<i>Panicum capillare</i> L.	Vlasasto proso	Witchgrass	Poaceae	T	Am
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	-	fall panicgrass	Poaceae	T	Am
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	peterodijelna lozika	five-leaved ivy	Vitaceae	P	Am
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	-	Dallisgrass	Poaceae	H	Am
<i>Paspalum paspalodes</i> (Michx.) Scribn.	-	knotgrass	Poaceae	H	Am
<i>Phytolacca americana</i> L.	američki kermes, vinobojka	American pokeweed	Phytolaccaceae	H	Am
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	-	Japanese knotweed	Polygonaceae	G	As
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (F.S.Petrop.) Nakai in T. Mori	-	giant knotweed	Polygonaceae	G	As
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	mirisavi bagrem, akacija	black locust	Fabaceae	P	Am
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	dronjava pupavica	tall coneflower	Asteraceae	G	Am
<i>Solanum eleagnifolium</i> Cav.	Srebrnolisna pomoćnica	silverleaf nightshade	Solanaceae	H	Am
<i>Solidago canadensis</i> L.	gustocvjetna zlatnica	Canada goldenrod	Asteraceae	H	Am
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	velika zlatnica	giant goldenrod	Asteraceae	H	Am
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	piramidalni sirak	Johnsongrass	Poaceae	H	Af As
<i>Tagetes minuta</i> L.	kadifca	muster John Henry	Asteraceae	T	Am
<i>Veronica persica</i> Poir.	persijska čestoslavica	Persian speedwell	Scrophulariaceae	T	As
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Trnovita dikica	common cocklebur	Asteraceae	T	Am
<i>Xanthium strumarium</i> L. subsp. <i>italicum</i> (Moretti) D.Löve	obalna dikica	Italian cocklebur	Asteraceae	T	Am

5. INVAZIVNE VRSTE U PARKU PRIRODE LONJSKO POLJE

Prema podacima iz baze podataka Flora Croatica (FCD; Nikolić 2010) na području Parka prirode Lonjsko polje zabilježeno je 17 stranih invazivnih svojta biljaka (tablica 3). Kako je vidljivo iz karte (slika 1), potpuni podatci o ovom području u bazu podataka Flora Croatica nisu uneseni ili ne postoje.

5. INVASIVE SPECIES IN LONJSKO POLJE NATURE PARK

According to information from the database Flora Croatica (FCD; Nikolicc 2010) in the area of Lonjsko Polje Nature Park, 17 alien invasive plant taxa have been recorded (table 3). As can be seen from the map (Fig. 1), full data about this area have either not been put into the FCD, or else they are not in existence at all.

Svojta – latinski naziv	Svojta – hrvatski naziv	Porodica
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	oštrodlakavi šćir	Amaranthaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	ambrozija, pelinolisni limundžik	Asteraceae
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	amorfa, čivitnjača	Fabaceae
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	pelin	Asteraceae
<i>Asclepias syriaca</i> L.	cigansko perje	Asclepiadaceae
<i>Bidens frondosa</i> L.	lisnati dvozub	Asteraceae
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb.	-	Asteraceae
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	kanadska hudoljetnica	Asteraceae
<i>Datura stramonium</i> L.	bijeli kušnjak	Solanaceae
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	bodljasta tikvica	Cucurbitaceae
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	jednogodišnja krasolika	Asteraceae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	sitnocvjetna konica	Asteraceae
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	nježni sit	Juncaceae
<i>Lepidium virginicum</i> L.	virginska grbica	Brassicaceae
<i>Solidago canadensis</i> L.	gustocvjetna zlatnica	Asteraceae
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	velika zlatnica	Asteraceae
<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D.Löve	obalna dikica	Asteraceae

Tablica 3. Strane invazivne vrste biljaka Parka prirode Lonjsko polje prema FCD-u (Nikolić 2010)

Taxa - Latin name	Taxa – english name	Family
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	common pigweed	Amaranthaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	common ragweed	Asteraceae
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	desert false indigo	Fabaceae
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Chinese mugwort	Asteraceae
<i>Asclepias syriaca</i> L.	common milkweed	Asclepiadaceae
<i>Bidens frondosa</i> L.	devil's beggarticks	Asteraceae
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb.	disc mayweed	Asteraceae
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	hairy fleabane	Asteraceae
<i>Datura stramonium</i> L.	devil's trumpet	Solanaceae
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	prickly cucumber	Cucurbitaceae
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	annual fleabane	Asteraceae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	gallant soldier	Asteraceae
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	slender rush	Juncaceae
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Virginia pepperweed	Brassicaceae
<i>Solidago canadensis</i> L.	Canada goldenrod	Asteraceae
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	giant goldenrod	Asteraceae
<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D.Löve	Italian cocklebur	Asteraceae

Table 3. Invasive alien plant species in Lonjsko Polje Nature Park according to FCD (Nikolic, 2010)

Na području Parka prirode Lonjsko polje najveći je problem čivitnjača (*Amorpha fruticosa* L.) koja se širi i zaraštava velik broj stanišnih tipova, što je ustanovljeno i kartiranjem staništa na kartama u mjerilu 1:25 000 i uz minimalnu površinu kartiranja od 2,25 ha (Priručnik za kartiranje i upravljanje staništima u Parku prirode Lonjsko polje).

Kao opće smjernice za invazivne vrste mogu se navesti sljedeće preporuke:

- utvrditi rasprostranjenosti svih stranih invazivnih vrsta na području Parka prirode Lonjsko polje
- pratiti širenje stranih invazivnih vrsta
- suzbijati širenje čivitnjače i obalne dikice
- na područjima obraslima čivitnjačom i obalnom dikicom izvršiti njezino uklanjanje malčiranjem/ta-rupiranjem
- održavati travnjačka staništa tradicionalnim načinom
- poribljivanje provoditi u skladu s mjerama i uvjetima zaštite prirode
- neograničeno provoditi izlovljavanje stranih vrsta riba

The biggest problem in Lonjsko Polje Nature Park is the bastard indigo or *Amorpha fruticosa* L, which has spread over and overgrown a large number of types of habitats, as has been ascertained through mapping of the habitats on maps to a scale of 1:250000 with a minimum mapping area of 2.35 ha (Manual for mapping and managing habitats in Lonjsko Polje Nature Park).

The following recommendations can be made as general guidelines for dealing with invasive species:

- ascertain the distribution of all invasive alien species in the area of Lonjsko Polje Nature Park,
- monitor the spread of invasive alien species
- suppress the spread of bastard indigo or Italian cocklebur
- in areas overgrown with bastard indigo or Italian cocklebur, carry out its removal via mulching
- maintain the grassland habitats in the traditional way
- carry out fish stocking in line with nature conservation measures and conditions
- carry out the catching of foreign species of fish without any restrictions.

6. LITERATURA / REFERENCES

- Anonymus, 2009: Nature and biodiversity: Invasive alien species. European Commission.
- Boršić, I., M. Milović, I. Dujmović, S. Bogdanović, P. Cigić, I. Rešetnik, T. Nikolić & B. Mitić, 2008: Preliminary check-list of invasive alien plant species in Croatia. *Nat. Croat.* 17(2), 55–71.
- Clout, N. M. & P. A. Williams (ed.), 2009: Invasive species Management. A handbook of principles and techniques. Oxford University Press.
- DAISIE, 2009: Handbook of Alien Species in Europe. Springer, Berlin.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (<http://www.europe-aliens.org>)
- Gugić, G., Ilijanić Lj., Topić, J., Anić, I., Gottstein, S., Kušan, V., Peternel, H., Hima, V., Ivaštinović, D., Priručnik za kartiranje i upravljanje staništima u Parku prirode Lonjsko polje, Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje.
- Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj I., Čaleta, M., Mustafić, P. & D. Zanella, 2006: Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo Kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Mrakovčić, M., Mustafić, P., Čaleta, M., Zanella, D. & I. Radić, 2002: Značajke ribljih zajednica parka prirode Lonjsko polje. u *Bilten parka prirode Lonjsko polje*. vol. 4/no, 1/2.
- Nikolić, T. (ur.), 2010: Flora Croatica Database. On-Line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Suzbijanje strane invazivne vrste *Amorpha fruticosa* L. tradicionalnim korištenjem zemljišta na zapuštenom poljoprivrednom zemljištu u Parku prirode Lonjsko polje u Hrvatskoj

Effects of suppression of the alien invasive species *Amorpha fruticosa* L. by traditional land use methods on former agricultural land in the Lonjsko Polje Nature Park

Sebastian Seibold

ZAHVALA

Zahvaljujem svima koji su me poduprli u izradi ovoga rada. Posebno zahvaljujem prof. dr. Antonu Fischeru i g. Goranu Gugiću na pomoći pri razvoju same ideje i njezina pretakanja u ovaj rad. Iskreno zahvaljujem i dr. Jörgu Mülleru za pomoć u statističkoj obradi podataka. I na kraju, hvala svim dje-latnicima Parka prirode Lonjsko polje na njihovoj gostoljubivosti tijekom moga boravka u Hrvatskoj.

Ključne riječi: strana invazivna vrsta, *Amorpha fruticosa*, Lonjsko Polje, obnova

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my sincere appreciation to all those who have supported me during my work on this thesis. Special thanks must be given to Prof. Dr. Anton Fischer and Mr. Goran Gugic, for helping on the development of the topic and its final culmination into this thesis. I would also like to express my sincere gratitude to Dr. Jörg Müller for his support in statistics related issues, and finally to the staff of the Lonjsko Polje nature park, for their hospitality in Croatia.

Key words: alien invasive species, *Amorpha fruticosa*, Lonjsko Polje, restoration

SAŽETAK

U mnogim europskim državama strana invazivna vrsta čivitnjača *Amorpha fruticosa* L. raste na raznolikim, i kultiviranim i prirodnim, staništima, i to većinom unutar higrofilnih biljnih zajednica. Uprava Parka prirode Lonjsko polje u Hrvatskoj počela je 2004. godine testirati različite poljodjelske metode uklanjanja ili suzbijanja te biljne vrste koja raste u gustim i visokim sastojinama. Radilo se na tome ponajviše zato da bi se obnovilo zapušteno poljoprivredno zemljište i ponovno uvelo tradicionalno poljodjelstvo koje ujedno osigurava staništa brojnim vrstama. Primijenjene su metode ispaše, košnje i tarupiranja, te tarupiranja i oranja. Na pokusnoj plohi površine od oko 50 ha, a koja se nalazi u blizini rijeke Save, mjerene su biomasa, visina i promjer vrata korijena te broj mladica čivitnjače po četvornom metru. Statistička analiza je pokazala da se mladice nakon tarupiranja i oranja obnavljaju sličnom brzinom kao i ako ih samo tarupiramo, pa dodatno oranje možemo smatrati suvišnim. Dugoročno uništavanje čivitnjače ispašom i košnjom izrazito smanjuju njezine fenotipske parametre, poput visine i promjera, a u ograničenom opsegu i broj mladica. Ipak, tu vrstu nije moguće sasvim iskorijeniti. Za dugoročno uklanjanje čivitnjače predlaže se početna obrada zaraslih površina tarupiranjem. Nakon toga na tim površinama treba provoditi ispašu ili košnju, ovisno o potrebama. Takvim se uzastopnim tretiranjem udio invazivne vrste unutar biljne zajednice smanjuje do beznačajnosti. Takvim se korištenjem zemljišta, u svrhu suzbijanja čivitnjače, obnavlja mozaik livada i pašnjaka kao tipičan krajobraz Lonjskog polja, a ujedno se osigurava stanište brojnim biljnim i životinjskim vrstama.

ABSTRACT

In many European countries the alien invasive species *Amorpha fruticosa* L. is populating a wide spectrum of both human influenced as well as unperturbed habitats, mainly hygrophilous plant communities. In the Lonjsko Pole Nature Park, the park authorities began testing different agricultural methods in 2004, with an aim to either remove or suppress plants which form dense and high growing stands. This was done primarily to restore former agricultural land and cultivate it in a traditional way, providing habitats for many different species. The aforementioned methods involved grazing, mowing and chaffing, as well as chaffing with ploughing. On an experimental area of about 50 ha near the river Sava, the biomass, height and diameter of root collar of *A. fruticosa* and their number of shoots per square meter were measured. Statistical analyses indicated that stands exhibited a similar rate of regeneration after chaffing with ploughing as they did after only chaffing. Therefore additional ploughing can be considered unnecessary. Long-term treatments like grazing and mowing strongly reduce phenotypic parameters of *A. fruticosa*, such as height and diameter as well as to a limited degree its number of shoots. The species cannot however be removed completely. As a management strategy it is proposed to chaff old *A. fruticosa* stands first. Afterwards the sites should either be used as pasture or hay meadow land, depending on demand. Thereby the competitiveness of the invasive species is reduced to an insignificant fraction of the plant community until the treatment is discontinued. By applying these forms of land use to suppress *A. fruticosa*, the adjacent placement of pastures and hay meadows can emulate the typical appearance of the Lonjsko Polje landscapes, while providing a habitat for a range of species.

1. UVOD

U 1990-im godinama kada, za Domovinskog rata i nakon njega, zamire poljoprivredu na području Parka prirode Lonjsko polje, invazivna biljna vrsta čivitnjača (*Amorpha fruticosa* L.) počinje se širiti na velikim površinama parka prirode Lonjsko polje. Najviše su pogođene napuštene oranice, poplavne šume, vlažni travnjaci i obale voda stajaćica i tekućica. Čivitnjača je višegodišnji drvenasti grm koji raste u vrlo gustim sklopovima, koji posve onemogućuju obrađivanje njome zahvaćenih poljodjelskih površina. Uprava Parka prirode započela je odnedavno obnovu zaraslih površina s ciljem suzbijanja čivitnjača. Na dvije parcele čivitnjača je tarupirana, a jedna je od tih dviju parcela zatim i preorana. Na druge dvije zarasle livade čivitnjača je tarupirana 2004. godine. Od tada se jedan dio tih livada kosi, a na drugom je dijelu uspostavljena redovita ispaša (goveda).

Tijekom aktivnosti uklanjanja te invazivne vrste Uprava Parka prirode stekla je veliko iskustvo o re-agiranju zaraslih površina na zahvate. Ustanovljeno je da tarupiranje i oranje vrlo ograničeno smanjuju brojnost čivitnjače, a da ju čak i redovita košnja i ispaša ne mogu potpuno iskorijeniti. Rezultati Parka prirode utemeljeni su samo na promatranju, pa je Uprava Parka bila vrlo zainteresirana da prikupi eksperimentalne podatke kako bi vrjednovala svoje strategije suzbijanja čivitnjače.

Pri izradi ovoga prvoprístupničkog rada istraživani su utjecaji ovih načina suzbijanja čivitnjače na njezin ponovni rast.

Istražila su se sljedeća pitanja:

- Do kojeg stupnja različite strategije suzbijanja čivitnjače smanjuju njezinu biomasu, visinu i promjer korijenova vrata.
- Povećava li se uništavanjem nadzemnih dijelova biljke broj mladih izdanaka?

Od najvećeg je interesa odgovor na pitanje omogućava li veliki potencijal rasta gotovo potpunu regeneraciju biljaka nakon zahvata i može li uzastopno tretiranje dugoročno suzbiti ili ukloniti čivitnjaču s poljodjelskog zemljišta.

Svrha ovog istraživanja je prikupiti empirijske podatke o učincima različitih metoda suzbijanja na biomasu, broj izdanaka i oblik rasta čivitnjače, a radi stjecanja uvida u način rasta čivitnjače i njezinu sposobnost regeneracije.

1. INTRODUCTION

After the Croatian War of Independence during the 1990s, as cultivation of the land reached a standstill, *Amorpha fruticosa* L. began, and continues today, to spread as an invasive species over wide areas of the Lonjsko Polje Nature Park. Of most concern are the abandoned fields, alluvial forests, wet meadows and watersides that were heavily populated by *Amorpha fruticosa* in the aftermath of the war. The species develops a pair of perennial, wooden stems and a dense canopy, forbidding agriculture on overgrown sites. The park authorities have since some time intended to cultivate these former fields, and attempts have been made to suppress *A. fruticosa*. At two stands, *A. fruticosa* was chaffed, and at one of these subsequently ploughed as well. On two other former meadows *A. fruticosa* had already been chaffed in 2004. Since then, one part of this area has been mowed and the other has been grazed by cows every year.

In trying to eliminate the invasive species to restore former fields, the park authorities gained a great deal of experience about the tendency of the stands to react. They maintain that chaffing and ploughing would reduce *A. fruticosa* to a very limited degree, and that even long-time mowing and grazing cannot eliminate the plant completely. As their experience is based solely upon observation, the park administration is very interested in obtaining experimental data to evaluate their suppression strategies.

During this study, the effect of these management strategies on the growth of *A. fruticosa* was studied.

The following questions will be examined:

- To which degree do the different measures reduce the biomass, height and diameter of root collar of *A. fruticosa*?
- Does the number of shoots increase as a result of coppicing?

Of major interest is the question of whether the high growth potential provides a near complete regeneration of the plants after the treatments, and if repeated suppression can either inhibit or eliminate *A. fruticosa* on agricultural land in the long term.

To assess the effect of the different treatments empirical data on biomass, number of shoots and appearance of the species was collected.

Na temelju ovog istraživanja osmislit će se nove strategije suzbijanja čivitnjače s preporukama za praktičnu primjenu. Utjecaj čivitnjače na prirodne biljne zajednice, poput poplavnih šuma ili tršćaka, kao i njezin utjecaj na biološku raznolikost, ne mogu biti obuhvaćeni ovim radom, ali opravdavaju daljnja istraživanja. Opisane metode nemaju za cilj potpuno istrjebljenje čivitnjače kao jedne od vrsta u Parku prirode Lonjsko polje, nego su usmjerene na obnovu zapuštenog i čivitnjačom zaraslog poljoprivrednog zemljišta.

Based on these observations, new strategies to suppress *A. fruticosa* will be devised to formulate recommendations for practical implementation. The impact of *A. fruticosa* on more natural communities of plants like alluvial forests or reed swamps, as well as its influence on biodiversity are beyond the scope of this thesis, and warrant further research. The described methods do not target the extermination of *A. fruticosa* as species in the Nature Park Lonjsko Polje but rather to restore former agricultural areas which were inhabited by the species following their abandonment.

2. ČIVITNJAČA *AMORPHA FRUTICOSA* L. – OPIS VRSTE

2.1. Definicija pojma „strana invazivna vrsta“

Prema definiciji IUCN-a (International Union on Conservation of Nature - Međunarodna unija za očuvanje prirode), strana vrsta je "vrsta, podvrsta ili niži takson koji se pojavljuje izvan područja svoje prirodne rasprostranjenosti (u prošlosti ili sadašnjosti) i prirodne mogućnosti širenja, tj. izvan područja na kojem prirodno obitava, i na koje ne bi mogla ni dospjeti bez namjernog ili nenamjernog unošenja, ili opstati bez čovjekove brige (Gigon & Weber, 2005.).

Strana invazivna vrsta je prema definiciji ona "strana vrsta koja obitavanjem u svom novom, prirodnom ili doprirodnom ekosustavu ili staništu ugrožava nativnu biološku raznolikost" (Gigon & Weber, 2005.; www.iucn.org 27. 1. 2009.) i ima negativan utjecaj na lokalni ekosustav. Te su vrste, "uz uništavanje staništa, drugi najvažniji uzrok izumiranja vrsta na globalnoj razini". Posljedice koje te vrste ostavljaju najčešće su nepopravljive (www.iucn.org 27. 1. 2009.). Čivitnjaču smatramo stranom invazivnom biljnom vrstom u Europi. Ona se širi u raznolikim biljnim zajednicama i ima snažan negativan utjecaj na njihovu strukturu i sastav.

2.2. Morfologija i biologija

Amorpha fruticosa L. (slika 1.) pripada porodici *Fabaceae*, a njezina je značajka velika genetička raznolikost zbog brojnih provenijencija (www.plants.usda.gov 20. 11. 2008.; DeHaan i sur., 2006.). Znanstveni naziv joj potječe iz grčkog jezika: *a* - što znači "bez" i *morphos* što znači "oblik" zbog nesavršeno razvijenih cvjetova koji imaju samo jednu laticu (Allen & Allen, 1981.). Narodna imena ove vrste u Hrvatskoj su čivitnjača ili amorfa. Čivitnjača raste u obliku listopadnog grma, visokog i do 6 m, oblikovana od nekoliko snažnih stabljika koje rastu iz baze biljke (Tutin & Heywood, 1992.; Great Plains Flora Association, 1986.). Listovi su neparno perasti, dugi do 30 cm, sastavljeni od 11 do 25 cjelovitih ili pilastih, ovalnih ili eliptičnih liski (Hegi, 1960.; Allen & Allen, 1981.; Tutin & Heywood, 1992.). Donja strana lista je istočkana zbog žlijezda i varira od dlakave do glatke, a gornja strana je fino dlakava ili gola (Great Plains Flora Association, 1986.).

2. THE SPECIES *AMORPHA FRUTICOSA* L.

2.1. Definition of the term "alien invasive species"

The IUCN (International Union on Conservation of Nature) defines alien species as "a species, subspecies, or lower taxon occurring outside of its natural range (past or present) and dispersal potential, i.e. outside the range it occupies naturally or could not occupy without direct or indirect introduction or care by humans (Gigon & Weber, 2005).

In addition an alien invasive species is defined as an "alien species which becomes established in natural or seminatural ecosystems or habitats and threatens the native biological diversity" (Gigon & Weber, 2005; www.iucn.org 27.01.2009), therefore generating a negative impact on local ecosystems. These species are the "second most significant cause of species extinction worldwide, after habitat destruction". The impact caused by these species is usually not reversible (www.iucn.org 27.01.2009).

A. fruticosa can be considered an alien invasive plant species in Europe. It invades a range of plant communities and has a strong and predominately negative effect on their structure and composition.

2.2. Morphology and biology

Amorpha fruticosa L. (Fig. 1) belongs to the family *Fabaceae*, and is characterized by high genetic diversity due its many provenances (www.plants.usda.gov 20.11.2008; DeHaan et al., 2006). The name is derived from the Greek *a-* which means "without" and *morphos* which means "shape" because of the imperfectly developed flowers which have only one petal (Allen & Allen, 1981). It has several informal names, such as *false indigo*, *bastard-indigo* or *civitnjaca in Croatia* (www.ars-grin.gov 20.11.2008).

The deciduous shrub grows up to 6 m in height, usually forming a group of stems from the base (Tutin et al., 1992; Great Plains Flora Association, 1986). Leaves are imparipinnate and up to 30 cm long with 11 to 25 entire or dentate, ovate to elliptical leaflets (Hegi, 1960; Allen & Allen, 1981; Tutin et al., 1992). The lower surface is glandular-punctuated and alternating between hairy and glabrate while the upper surface is puberulent or glabrous (Great Plains Flora Association, 1986).



Slika 1. Čivitnjača *Amorpha fruticosa*; Seibold, srpanj 2008.

Figure 1. *Amorpha fruticosa*; Seibold, srpanj 2008

Cvat je grozdast, uspravan i šiljat, sastavljen od brojnih cvjetova, dugačak i do 20 cm (Allen & Allen, 1981.; Great Plains Flora Association, 1986.). Cvijetu nedostaju krila i zastavica, a purpurna latica omata prašnike i tučak (Allen & Allen, 1981.). Na području Balkana glavna sezona cvatnje čivitnjače je u lipnju. Unakrsna oplodnja je uobičajeni način razmnožavanja (Szentesi, 1999.), iako postoji i mogućnost samooplodnje (Hegi, 1960.). Glavni oprašivači vrste u Europi su pčele i kornjaši iz porodice *Bruchidae* (Szentesi, 1999.). Plodovi nepucavci sadržavaju jednu sjemenku, a prekriveni su kvržicama. Dugi su 5 – 7 mm i zakrivljeni; sazrijevaju u kolovozu, kad i otpadaju s roditeljske biljke, iako na njoj mogu i prezimiti (Szentesi, 1999.; Great Plains Flora Association, 1986.).

Szentesi (1999.) opisuje kako starije sastojine čivitnjače stvaraju zatvoreni sklop jer novi izdanci rastu iz baze biljke, zatvarajući praznine u sklopu, što je primijećeno i u ovom istraživanju. Među takvim gustim granjem proklijat će mali broj sjemenki, a mlade biljke brzo venu zbog nedostatka svjetla. Sjemenke se ipak mogu pronaći i do 15 m udaljene od roditeljske biljke. Kao i druge *Fabaceae*, čivitnjača može vezati dušik uz pomoć simbioze. Simbiotske kvržice (nodule) stvaraju različite bakterije iz roda

The inflorescence builds an erect spike-like raceme which is densely flowered and up to 20 cm long (Allen & Allen, 1981; Great Plains Flora Association, 1986). Wings and keel petals are absent and the purple petal envelops the stamens and style (Allen & Allen, 1981). In the Balkans the main flowering season occurs in June. Outcrossing seems to be the typical breeding system (Szentesi, 1999) although self pollination is possible (Hegi, 1960). Honey-bees and a beetle species of the family *Bruchidae* serve as the main pollinators in Europe (Szentesi, 1999). The fruits are one seeded, indehiscent and covered by pustules. They are 5 - 7 mm long, curved and drop when they are ripe during the end of August, or stay on the parent plant and remain over the winter (Szentesi, 1999; Great Plains Flora Association, 1986).

Descriptions of Szentesi (1999) fit closely to observations in this study, suggesting older *A. fruticosa* stands build an almost continuous canopy by growing new shoots from the base to close the emerging gaps. Among such multi-stemmed individuals few seedlings can germinate, and those that do will likely perish due to a shortage of light. Seedlings can however be found up to 15 m from the parent plant. As a *Fabaceae* species *A. fruticosa* is able to fix nitrogen via symbiosis. The nodules are built

Rhizobium. U Kini su Wang i sur. (1999.) u nodulima na čivitnjači otkrili novu vrstu bakterije *Mesorhizobium amorphae*.

Autori upozoravaju da "uvoz leguminoza može znatno utjecati na mikrobiologiju tla" jer se u tlo unose nove vrste bakterija koje stvaraju nove simbioze s postojećim nodularnim bakterijama (Wang i sur., 1999.).

Čivitnjača sadržava tvari koje su toksične za nekoliko vrsta člankonožaca. Različiti autori navode različite toksične tvari. Spominju se rotenoidi i glikozid amorfina. Smatra se da smolaste kvržice na mahunama čivitnjače imaju posebno važnu ulogu (Allen i Allen, 1981.; Szentesi, 1999.). Osim populacije koja raste na južnom dijelu područja rasprostranjenja, čivitnjača je otporna na niske temperature. Jedinke južne provenijencije koje su sađene na lokalitetima s hladnijom klimom zaostaju u rastu, ali obično preživljavaju (DeHaan i sur., 2006.).

2.3. Područje rasprostranjenosti i stanište

Prirodno područje rasprostranjenosti čivitnjača prostire se od juga Kanade do sjevera Meksika i od istočne obale Sjeverne Amerike do Kalifornije (DeHaan i sur., 2006.). Upravo je zato genetička raznolikost vrste poprilično velika. U državama na sjeverozapadu Sjedinjenih Američkih Država vrsta se smatra "invazivnom" (SKEW, 2006.). Godine 1724. čivitnjača je unesena u srednju Europu kao ukrasna biljka (Hegi, 1960.). U gornjem dijelu doline Rajne u Njemačkoj prvi se put spominje 1750., a u Mantovi (Italija) 1868. godine (Hegi, 1960.; D'Auria i Zavagno, 1999.). U Mađarskoj se nakon I. svjetskog rata širi uz Dunav i Tisu, a 1938. godine opisano je kako u poplavnoj nizini rijeke Save guši mladice hrasta (Szentesi, 1999.). Oko 1940. godine vrsta je unesena u Japan, a tijekom 1950-ih u Koreju i Kinu kao mjera za zaštitu tla od erozije te za zelenu gnojidbu (Tuda i sur., 2001.).

Danas je čivitnjača udomaćena u srednjoj i južnoj Europi, u Austriji, Češkoj, Francuskoj, Njemačkoj, Italiji, Švicarskoj, na Balkanskom poluotoku, ali i u Velikoj Britaniji, baltičkim državama te u dijelovima Rusije, Ukrajini i Turskoj. Zabilježena je i u nekoliko azijskih država, uključujući Kinu, Indiju, Irak, Koreju, Japan i Pakistan (www.ildis.org 20. 11. 2008.; Tutin i Heywood, 1992.).

Na prirodnim staništima čivitnjača raste na vlažnim područjima uz vodotoke, stjenovitim obalama i obalama stajaćica, ali i u svijetlim poplavnim šumama, kanjonima i uz ceste (Great Plains Flora Association, 1986.).

by diverse rhizobia species. In China a new species *Mesorhizobium amorphae* was found nodulating *A. fruticosa* by Wang et al. (1999). The authors warn that the "import of legumes may significantly impact the microbiology within soils" by introducing bacteria and forming new symbiosis with local rhizobia (Wang et al., 1999).

Many components of *A. fruticosa* are toxic for several arthropod species. There is no consensus among authors on which substance causes this effect. Rotenoids and the glycoside Amorphin are mentioned. The resinous pustules on the pods seem to play an especially important role (Allen & Allen, 1981; Szentesi, 1999).

Except for plants from the southern part of the natural range, *A. fruticosa* is able to resist cold temperatures. Individuals of southern provenances planted at sites with a colder climate tend to decline to some degree, but are usually not killed (DeHaan et al., 2006).

2.3. Range and habitat

The native range of *A. fruticosa* extends from southern Canada to northern Mexico, and from the east coast of North America to California (DeHaan et al., 2006). Therefore the genetic diversity within the species seems to be quite high. In the north-western states of the United States, the species is considered as "invasive" (SKEW, 2006). In 1724 *A. fruticosa* was brought to Central Europe as an ornamental plant (Hegi, 1960). In the German Upper Rhine Valley it was first mentioned in 1750 and in Mantua in northern Italy in 1868 (Hegi, 1960; D'Auria & Zavagno, 1999). In Hungary it spread along the Danube and Tisza rivers following World War I, and was described to be out-competing oak seedlings along the river Sava in 1938 (Szentesi, 1999). Around 1940 the species was introduced to Japan and during the 1950s to Korea and China as a measure for soil protection against erosion as well as a source of green manure (Tuda et al., 2001).

Today *A. fruticosa* is naturalized in swaths of Central and Southern Europe, such as Austria, The Czech Republic, France, Germany, Italy, Switzerland and the Balkans, as well as in Great Britain, the Baltic States and parts of Russia, The Ukraine and Turkey. Its presence is also documented by several Asian states including China, India, Iraq, Korea, Japan and Pakistan (www.ildis.org 20.11.2008; Tutin et al., 1992).

Within its natural habitat *A. fruticosa* prefers moist ground along streams, rocky banks and pond shores as well as open alluvial forests, ravines and roadsides (Great Plains Flora Association, 1986).

Vrsta je higrofilna i termofilna, ali nema velikih zahtjeva prema nutrijentima i uvjetima tla (D'Auria i Zavagno, 1999.). Biljka je svjetla ili polusjene, a raste i na kiselim i na vapnenačkim tlima (www.wildflower.org 20. 11. 2008). Čivitnjača bolje raste na područjima sa srednjom do visokom razinom podzemnih voda ili na onima koja su podložna sezonskim poplavama (Szentesi, 1999.). Na redovito plavljenim i erodiranim obalama ne može se trajno ukorijeniti (D'Auria i Zavagno, 1999.).

D'Auria i sur. (1999.) i Tucović (2004.) proučavali su izbor staništa čivitnjače u Italiji i Srbiji. Oba su istraživanja pokazala da čivitnjača raste na staništima promijenjenim čovjekovim djelovanjem te da su ona obrasla čivitnjačom nakon što je ljudska aktivnost na njima smanjena. Takva su staništa plantaže stranih vrsta topola, rubovi rudarskih taložnica i napuštene oranice (D'Auria i Zavagno, 1999.). Čivitnjača raste i u prirodnim biljnim zajednicama, npr. u livadama visokih šaševa, tršćacima i higrofilnim zajednicama različitog grmlja, s bazgom *Sambucus nigra*, svibom *Cornus sanguinea*, a rjeđe i pepeljastom vrbom *Salix cinerea*. Čivitnjača prodire i u poplavne šume mekih i tvrdih listača, u kojima osim ostalog drveća nalazimo i bijelu vrbu *Salix alba*, krhku vrbu *S. fragilis*, bademastu vrbu *S. triandra*, crnu topolu *Populus nigra*, hrast lužnjak *Quercus robur* i poljski brijest *Ulmus minor*, a rjeđa je i u mezofilnim, listopadnim šumama (D'Auria i Zavagno, 1999.; Szentesi, 1999.). U mezo-higrofilnim šumama (s hrastom lužnjakom i poljskim brijestom) čivitnjača nije toliko invazivna zbog smanjene količine svjetlosti koja joj je dostupna. Upravo zato češća je na šumskim rubovima. Nasuprot tome, u svijetlim vrbovima i topolovim šumama čivitnjača stvara gust sloj grmlja zajedno s crnom bazgom (D'Auria i Zavagno, 1999.). Szentesi (1999.) spominje i vlažne i močvarne livade, obalne zone i poplavna područja kao staništa amorfe u Mađarskoj.

2.4. Mogućnosti korištenja i suzbijanje čivitnjače u Europi

Kao što je opisano u poglavlju 2.1., čivitnjača je invazivna strana vrsta s velikim potencijalnom agresivnog širenja. Zato je ne bi trebalo širiti i saditi izvan prirodnog područja rasprostranjenosti jer se tako može izbjeći njezina daljnja ekspanzija. Kao što je već rečeno, u Europi je prvo sađena kao ukrasna biljka (Hegi, 1960.). Zbog svog gustog rasta, snažnog korijenova sustava i otpornosti na kukce nametnike, čivitnjača se u SAD-u i Aziji često koristi kao zaštita od vjetera i prekriječ tla radi zašti-

The plant is hygrophilous and thermophilic, but does not have a high demand for nutrients or soil conditions (D'Auria & Zavagno, 1999). It requires full light or semi-shade and grows on acidic as well as on calcareous soils (www.wildflower.org 20.11.2008). *A. fruticosa* seems to prefer areas which have an intermediate to high water table, or where seasonal inundation occurs. It can however also be found in drier areas (Szentesi, 1999). On regularly flooded and eroded banks it cannot establish itself permanently (D'Auria & Zavagno, 1999).

In Europe both D'Auria et al. (1999) and Tucovic (2004) studied the habitat preferences of the species in Italy and Serbia. Both studies found that mainly "human-disturbed environments" are colonized as part of a succession after human influence decreases. Such environments might include feral poplar-groves, sides of quarry lakes or abandoned fields (D'Auria & Zavagno, 1999). Natural plant communities are also invaded, such as large-sedge swamps, reed swamps and hygrophilous shrub communities containing *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea* or more rarely *Salix cinerea*. Also hardwood and softwood alluvial forests are populated, consisting among others of *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. triandra*, *Populus nigra*, *Quercus robur* and *Ulmus minor*, and more seldom mesophilous, deciduous forests (D'Auria & Zavagno, 1999; Szentesi, 1999). In meso-hygrophilus forests (accom. *Quercus robur*, *Ulmus minor*), *A. fruticosa* is less competitive due to a decreased light supply. For this reason it is pushed towards the outskirts of the forest. In contrast, in open willows and poplar groves it forms dense shrub layers together with *Sambucus nigra* (D'Auria & Zavagno, 1999).

Szentesi (1999) also mentioned wet and marsh meadows, water shore-lines and flooded areas in general as habitats of *A. fruticosa* in Hungary.

2.4. Potential of use and suppression of *A. fruticosa* in Europe

As described in chapter 2.1, *A. fruticosa* is an alien invasive species and shows a high potential for aggressive spread. Therefore it should no longer be dispersed or planted outside of its native range to avoid further expansion. The use of existing populations could however be considered as part of suppression. There are numerous options to use *A. fruticosa*. As already mentioned it was first planted in Europe as an ornamental plant (Hegi, 1960). In the US and Asia it is often used as windbreaker and soil cover for erosion control because of its dense growth, strong root

te od erozije (Allen i Allen, 1981.; Tuda, 2001.). Brzo obrasta i vrlo siromašna tla, a zbog sposobnosti vezanja dušika pogodna je za poboljšavanje stanja uništenog okoliša te za zelenu gnojidbu (DeHaan i sur., 2006.).

U Kini se iz ulja sjemenka čivitnjače dobiva glicerol (Wang i sur., 1999.). Nadalje, lišće sadržava tvari koje pokazuju "visoki antitumorski učinak" (DeHaan i sur., 2006.). Na Mediteranu se čivitnjača koristi kao stočna hrana zbog njezina visokog potencijala regeneracije i visoke hranidbene vrijednosti lišća (DeHaan i sur., 2006.). Čivitnjača zauzima 11. mjesto na svjetskoj ljestvici kultura koje je moguće koristiti kao obnovljive izvore energije, a DeHaan i sur. (2006.) proučavali su mogućnost korištenja biomase čivitnjače u tu svrhu. Čiste sastojine imaju prosječan godišnji prinos biomase od 11,3 t/ha za bjednu godinu, a produktivnost se zadržava na toj razini i tijekom starenja sastojine (DeHaan i sur., 2006.). DeHaan i sur. (2006) predložili su kombinirani koncept po kojem se od stabljika posječenih ujesen stvara električna energija, a da se u proljeće i ljeti lišće koristi kao stočna hrana.

Već 1957. godine Spaic je u Hrvatskoj proučavao reakciju čivitnjače na herbicide kojima bi se ona mogla suzbijati, jer se već tada spominjala kao problem u šumarstvu u poplavnim nizinama. On tada opisuje gotovo neprohodne sastojine čivitnjače visine od 1,8 m. Spaic je zabilježio da su potrebna tri tretiranja niskom koncentracijom herbicida Duphar 2,4,5-T kako bi se uništile veće biljke, dok je za uništavanje mladih izdanaka nakon sječe potrebno samo jedno tretiranje jednake koncentracije (Spaic, 1957.).

Od 1972. godine kornjaš *Acanthoscelides pallidipennis* iz porodice *Bruchidaea*, koja je autohtona u Sjevernoj Americi, zabilježen je u Europi i Japanu (Szentesi, 1999.; Tuda, 2001.). Taj se kukac hrani nedozrelim sjemenkama čivitnjače. Na prirodnom području rasprostranjenja čivitnjače njome se hrani najmanje 12 vrsta kukaca. U Europi na njoj parazitira samo *A. pallidipennis* te kadšto i još dvije vrste. Ni jedna autohtona vrsta kukca ne napada čivitnjaču zbog visokog sadržaja prirodnih insekticida, na koje su otporne samo unesene vrste kukaca. Istraživanje koje je u Mađarskoj proveo Szentesi (1999.) pokazalo je da se najviše 40% uroda sjemena čivitnjače gubi zbog napada štetnika sjemena *A. pallidipennis*. Čivitnjača proizvodi veliku količinu sjemena i takva produkcija "bi mogla sugerirati strategiju 'zasićenja predatora plijenom'".

U SAD-u je broj sjemenki na kojima parazitiraju *A. pallidipennis* puno veći nego u Europi, što bi moglo

system and immunity to insect pests (Allen & Allen, 1981; Tuda, 2001). It also grows vigorously on poor soils, and its ability to fix nitrogen makes it suitable for reclamation of degraded environments as well as a source of green manure (DeHaan et al., 2006). In China, oil from its seeds is used to produce glycerol (Wang et al., 1999). Furthermore the leaves contain chemicals which exhibit "high anti-tumour promoting activities" (DeHaan et al., 2006). In the Mediterranean regions, *A. fruticosa* is used as livestock forage because of its high regeneration potential and the high forage quality of the leaves (DeHaan et al., 2006). DeHaan et al. (2006) also studied the option of using the plant as a biomass crop for renewable energy, as *A. fruticosa* ranks 11th of the world energy crops. Pure stands also have an average biomass yield of 11.3 tons/ha per one year, and productivity remained at that level as the stands aged (DeHaan et al., 2006). DeHaan et al. (2006) proposes a combined concept, by generating electricity from the stems cut in autumn and using the leaves as livestock forage during spring and summer.

In as early as 1957, Spaic studied the reaction of *A. fruticosa* on herbicides in Croatia to fight the species, which was mentioned to be a problem for forestry in floodplains. He describes the stands as very dense, up to 1.8 m high and almost impassable. Spaic documented that three treatments with the herbicide Duphar 2,4,5-T in low concentration are necessary to eliminate larger plants while only one treatment with the same concentration is needed to achieve high effects on new shoots after coppicing (Spaic, 1957).

Since 1972, the beetle *Acanthoscelides pallidipennis* of the family *Bruchidaea* which is native to North America has been found in Europe and Japan (Szentesi, 1999; Tuda, 2001). It is a predispersal seed predator of *A. fruticosa*. Within its native range the plant is used by at least 12 phytophagous insects. In Europe it is parasitized only by *A. pallidipennis*, and occasionally by two other species. No local phytophagous insects attack *A. fruticosa* because of its high content of natural insecticides, to which only the introduced beetle is adapted. The studies of Szentesi (1999) however showed that at most 40% of the seed crop is lost to the seed predator *A. pallidipennis* in Hungary. This "may indicate a predator-satiation strategy" by *A. fruticosa* producing a large number of seeds.

In the US the number of seeds which are parasitized by *A. pallidipennis* is much higher than in Europe, which might have resulted from phytochemical changes of the chemical components of *A.*

biti rezultatom fitokemijskih promjena u kemijskim komponentama čivitnjače, pa je razina zaraze u Europi niža. Te su se promjene mogle dogoditi tijekom posljednjih 200 godina, koliko je čivitnjača prisutna u Europi, ali bez prisutnosti kornjaša (Szentesi, 1999.). Bilo kako bilo, taj se kornjaš ne hrani samo čivitnjačom i ne ograničava njezino širenje u Europi (Szentesi, 1999.).

A. pallidipennis u Japanu uništava oko 56% sjemenki. Tuda (2001.) naglašava da bi se vrsta "mogla puštati na područja s čivitnjačom u svrhu sprječavanja reprodukcije i širenja čivitnjače". U skladu s rezultatima do kojih je došao Szentesi, to se ipak ne čini najboljim rješenjem.

2.5. Postojeće stanje čivitnjače u poplavnoj nizini rijeke Save

Schneider-Jacoby piše da je čivitnjača unesena na područje poplavne nizine rijeke Save tijekom 19. st. u svrhu dodatne stabilizacije tla na nasipima uz željezničke pruge. Godine 1990. čivitnjača se raširila na gotovo sva područja Parka prirode, a mjestimice i u poplavne šume, u kojima ometa obnovu hrasta (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.). Početkom 1990-ih, tijekom Domovinskog rata, zbog zamiranja poljodjelstva i promjena u korištenju zemljišta, čivitnjača se mogla još više nesmetano širiti na velike površine (vidjeti poglavlje 1., osobna komunikacija s g. Gugićem, 2008.).

Kako bi odredio biljne zajednice i procijenio promjene u krajobrazu Löffl (1999.) je analizirao satelitske snimke poplavne nizine rijeke Save iz 1992. i 1997. godine. Godine 1992. 4,89% područja bilo je prekriveno čivitnjačom, a 12,44% mozaikom čivitnjače, vrbe *Salix* sp. i šaševa *Carex* sp. Pet godina kasnije čivitnjača je prekrivala 6,93%, a mozaici čivitnjače i drugih vrsta 10,96% područja.

Ta invazivna vrsta uglavnom raste na vlažnim travnjacima, napuštenim oranicama, velikim poplavnim područjima obraslim šaševima i pojedinačnim vrbama, ali i u poplavnim šumama i na obalama (Löffl, 1999.; Schneider-Jacoby i Ern, 1990.). Löffl (1999.) spominje da svinje rovanjem površinskog sloja tla na pašnjacima pospješu brzo širenje čivitnjače.

fruticosa, resulting in lower infestation levels. This might have taken place in the 200 year period during which the plant was already introduced to Europe before the introduction of the beetle (Szentesi, 1999). Nevertheless the bruchid beetle is not food-limited on *A. fruticosa* and does not limit the plant species' spread in Europe (Szentesi, 1999).

In Japan, about 56% of seeds are destroyed by *A. pallidipennis*. Tuda (2001) stipulates that the species "may be released to deter the reproduction and escape of *A. fruticosa*". In light of Szentesi's results, this however does not appear to be the optimal solution.

2.5. Current situation of *A. fruticosa* in the Sava floodplain

Schneider-Jacoby reports that *A. fruticosa* was introduced to the Sava floodplain and nature park during the 19th century to aid in maintenance of soil stability on railroad embankments. In 1990 it had already spread to every region of the park, locally also in alluvial forests where it inhibited oak regeneration (Schneider-Jacoby & Ern, 1990). During the Croatian War of Independence in the early 1990s, the species was able to further colonize large areas as land use was put on hold or drastically changed (see chapter 1; personal correspondence with Mr. Gugić, 2008).

Löffl (1999) analyzed satellite pictures of the Sava floodplain from 1992 and 1997 to derive categories of plant communities and to evaluate changes in landscape-ecology. In 1992, 4.89 % of the area was covered by *A. fruticosa* and a further 12.44 % by a mixture of *A. fruticosa*, *Salix* and *Carex* species. Five years later a cover of 6.93 % of *A. fruticosa* and 10.96 % of the mixed plant community was identified.

The invasive species colonizes mostly wet meadows like the large pastures on common land, abandoned fields, large sedge swamps and willow groves, but also alluvial forests and watersides (Löffl, 1999; Schneider-Jacoby & Ern, 1990). Löffl (1999) mentions surface damage by pigs as a reason for the fast spread of *A. fruticosa* on pastures.

3. POPLAVNA NIZINA RIJEKE SAVE I LONJSKO POLJE

3.1. Prirodna i kulturna baština poplavne nizine rijeke Save

Poplavna nizina rijeke Save, sa svojih oko 790 000 ha redovito plavljenih površina, najveće je europsko poplavno područje (Löfl, 1999.). Lijeva obala rijeke, između Siska i Nove Gradiške, zakonom je zaštićena u kategoriji Parka prirode Lonjsko polje. Područje je dio je povijesne regije Slavonije i Posavine, a pripada nizinskom Panonskom bazenu (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; LPNPPS, 1999.).

Prvi tragovi stalnog ljudskog obitavanja na području stari su oko 2000 godina i potječu iz razdoblja Rimskog Carstva. Stoljećima nakon rimske kolonizacije na području se izmjenjuju različite etničke skupine, sve do dolaska Slavena, 640 g. Između 1522. i 1881. godine područjem prolazi Vojna krajina, tj. ono je granično područje između Habsburške Monarhije (1522. – 1867.), kasnije Austro-Ugarske (1867.-1881.) i Otomanskog Carstva. Da bi se očuvala njezova prirodna neprohodnost, koja je granicu činila čvršćom, na njemu su poduzeti tek manji zahvati isušivanja i sječe šuma, što je tada bilo uobičajeno u drugim europskim regijama. Dodatno su uz granicu sagrađena i sela izduženog rasporeda kuća, uz ceste, u koje su naseljavani branitelji područja. Kada je 1878. godine Austro-Ugarska Monarhija okupirala područje Bosne i Hercegovine, prestaje potreba za postojanjem Vojne krajine. Nakon toga se ubrzo donose planovi za kultiviranje poplavne nizine rijeke Save s namjerom uzgoja kukuruza, ali je do danas tek mali dio tih planova i ostvaren (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Ploetz, 2008.).

U velikom broju sela u Parku prirode mogu se naći tragovi izvornog izgleda naselja. Rijeka Sava je uz svoje obale naplavila prirodne nasipe, koji su poplavljeni samo pri izvanredno visokim vodostajima. Upravo na tom prirodnom nasipu još se uvijek mogu vidjeti tradicionalne hrastove kuće čija su stubišta, koja vode na prvi kat, sagrađena s vanjske strane, kako bi stanari i za poplava iz čamca mogli ući u kuću. Udaljavajući se od naplavljenog nasipa i rijeke, teren postaje sve niži. Na prvom pojasu zemljišta, koji je najbliži nasipu i tek povremeno plavljen, stanovništvo uzgaja voće, povrće i kukuruz. Još dalje od nasipa pojas je s livadama i velikim pašnjacima na kojima pastiri napasaju goveda, konje i svinje. To je područje redovito plavljeno, a u njemu su i poplavne šume, močvare i mrtvaje (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

3. THE SAVA FLOODPLAIN AND LONJSKO POLJE NATURE PARK

3.1. The Sava floodplains' natural and cultural heritage

The Sava floodplain is one of the largest inundation areas in Europe with up to 790,000 ha of surface regularly undergoing flooding (Löfl, 1999). The left bank of the Sava river between Sisak and Nova Gradiška is protected by the "Lonjsko Polje Nature Park". It is part of the historical regions of Slavonia and Posavina, and belongs to the low-lying Pannonian basin (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; LPNPPS, 1999).

The first traces of a permanent settlement in this area are about 2000 years old, and originate from the Roman Empire. In the centuries following Roman colonization, different ethnic groups settled in this area until the Slavs arrived in AD 640. Between 1522 and 1881, the "Military Frontier" between the Habsburg Monarchy (1522 – 1867) and later the Austro-Hungarian Empire (1867 – 1881) and the Ottoman Empire ran through the area. For this reason, only little drainage and deforestation took place in this period, in comparison to other European regions, to create a natural barrier along the border. Additionally, many people had to settle in long villages built along roadsides, to defend the border. When Bosnia and Herzegovina were conquered by Austria-Hungary in 1878 there was no longer a need to continue defending the border, and it was shortly thereafter planned to cultivate the Sava floodplain to grow corn, although only a few plans were actually realized (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Ploetz, 2008).

Traces of the original settlements can still be found in quite a few villages in the park. The Sava builds a natural dam along its shores, which only floods when the water table becomes extraordinarily high. On this natural dam the traditional oak houses can be found, with stairs outside to leave and enter the first floor by boat during times of flooding. Farther away from the dam, the terrain becomes significantly lower. The first stripe-shaped area most adjacent to the dam, which is only occasionally flooded, is used by farmers to grow corn, vegetables and fruits. Further from the dam, there are hay meadows and the "Hutweiden"; large pastures where cattle, horses and pigs are herded by a shepherd. This region is regularly inundated and often alternated with alluvial forest, swamps and oxbow lakes (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

Nakon tri katastrofalne poplave Zagreba, Siska i Karlovca, 1960-ih godina, vlada Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije donosi program zaštite od poplava "Sava 2000", koji je bio popraćen i programom isušivanja močvarnih područja s ciljem stvaranja poljoprivredno-industrijskog kompleksa. Ekološke vrijednosti poplavne nizine rijeke Save bile su uglavnom zanemarene. Tijekom provedbe tog programa izgrađene su brojne brane, nasipi i ustave kao dio "retencije Lonjsko polje". U retenciju mogu prodrijeti samo veliki vodni valovi. Radi razvoja intenzivnog poljodjelstva velika su područja isušena i poravnata, a parcele komasirane. Počinju se koristiti velike količine pesticida i mineralnih gnojiva. Cijelo područje postaje suše, a u preostalim rukavcima ubrzava se proces sedimentacije (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Löffl, 1999.). Sve veća kritika drugih europskih zemalja tijekom 1980-ih budi svijest hrvatske Vlade o važnosti poplavne nizine rijeke Save. Završna etapa programa "Sava 2000" se otkazuje, a 1990. godine službeno se proglašava i Park prirode Lonjsko polje (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Löffl, 1999.).

3.2. Klima, hidrologija i tlo

Klima sjeveroistočne Hrvatske obilježena je i kontinentalnim i mediteranskim značajkama. Godišnja količina padalina dostiže i do 890 mm. Temperatura je umjerena, s godišnjim prosjekom od 11,3 °C, a minimalna zabilježena temperatura je -22 °C (www.klimadiagramme.de 30. 1. 2009). Zato to područje pripada srednjoeuropskoj zoni listopadnih šuma. Većina padalina padne zimi ili u rano ljeto (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

Poplave se događaju s više razloga, a potencijalno se mogu pojaviti u bilo koje doba godine. Proljetne su poplave najčešće uzrokovane brzim topljenjem snijega u istočnim Alpama, a ljetne su posljedica kišom obilnih ljetnih oluja na području Panonije i Slavonije. Vodostaj može porasti i u jesen zbog obilnih kiša u Dinaridima.

Vodostaj rijeke Save u Jasenovcu varira oko 9 m (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

Područje Lonjskog polja, kao što je opisano, prima vodu iz kanala Lonja-Strug i koristi se kao retencija za izvanredno velikih vodostaja, a kako bi se Zagreb zaštitio od poplava.

Manji vodotoci najčešće nisu uređivani, pa također mogu poplaviti područje kod nižih vodostaja, iako se voda u retenciji tada zadržava dulje nego prije regulacije. Na južnom dijelu Parka prirode, na području Mokrog polja, rijeka Sava nije vodnogospo-

In response to three major flood disasters in Zagreb, Sisak and Karlovac during the 1960s, the government of the Socialist Federal Republic of Yugoslavia developed the flood protection project "Sava 2000", and combined it with a land reclamation program to improve the agro-industrial complex. The ecological value of the Sava floodplain was mostly ignored. In course of this program the "retention basin Lonjsko Polje" was built, as were many dams, dikes and floodgates. Only flood waves with a high magnitude penetrate the retention basin. Wide areas were drained and leveled for intense farming in merged fields. High amounts of pesticides and chemical fertilizers were consequently used. As a result the area has dried up and many oxbows have begun to silt more rapidly (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Löffl, 1999).

Growing criticisms from other European countries in the 1980s developed a degree of awareness among the Croatian government regarding the importance of the Sava floodplain. The final milestones of the "Sava 2000" program were cancelled and finally in 1990 the Lonjsko Polje Nature Park was officially founded (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Löffl, 1999).

3.2. Climate, hydrology and soil

The climate of north-eastern Croatia is marked by both continental and Mediterranean elements. Annual precipitation in Zagreb reaches 890 mm/a. Temperature is moderate at an average of 11.3° C, while minimum recorded temperature is -22° C (www.klimadiagramme.de 30.01.2009). This region is therefore still considered to be a part of the central European deciduous forest zone. Most of the rain falls in winter and early summer (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

Floods can occur for a variety of reasons, and can potentially take place at any time of the year. Spring floods are typically caused by rapid melting of snow in the Eastern Alps, while summer flooding is usually a result of heavy summer thunderstorms in the Pannonian and Slavonian region. Water levels can also rise in autumn, after heavy rain in the Dinaric Alps (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Löffl, 1999).

The water table of the Sava in Jasenovac varies by about 9 m (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

As described above, the area of Lonjsko Polje, which receives its water from the Lonja-Strug-Channel, is used as a retention basin during extraordinary levels of flooding to protect Zagreb. Secondary streams are not commonly modified, so

darski uređivana, pa je tamo moguća potpuno prirodna izmjena vode između rijeke i poplavne nizine (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

Tla poplavne nizine bogata su glinom i većinom pod utjecajem visoke razine podzemnih voda, koju određuje razina rijeke Save. Zbog toga su tla vlažna i do početka ljeta, kada se brzo isušuju što ih čini vrlo teškim za obradu. Tla poplavne nizine bogata su hranjivim tvarima i vrlo plodna. Uz obale rijeke talože se pješčani i šljunčani nanosi (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

3.3. Vrste krajobraza i biološka raznolikost

Rijeka Sava je vodom najbogatiji prtok Dunava. Kroz ravničarski dio Hrvatske teče vrlo sporo. Upravo zbog sporosti, rijeka već ovdje pokazuje obilježja kakva imaju rijeke blizu svojih ušća, iako je Dunav udaljen još čitavih 580 km. Uprkos lošoj kakvoći vode, a i plovnog puta prema Sisku i od Siska, ona je stanište i izvor hrane brojnim vrstama. Vrste poput vidre *Lutra lutra*, štekavca *Haliaeetus albicilla*, vodomara *Alcedo atthis* i bregunice *Riparia riparia* samo su neke od uobičajene faune rijeke Save. Iznad svega, rijeka Sava je okosnica dinamične ekološke strukture cijele okolne regije (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Bird Life International, 2009.; v. Blotzheim, 2001.).

Drugi je važan uzrok visoke biološke raznolikosti Lonjskog polja postojanje velikog broja riječnih rukavaca ili „mrtvaja“. O njima ovise mnoge vrste vodozemaca i gmazova, poput barske kornjače *Emys orbicularis*, te veliki broj ptičjih vrsta, npr. žličarke *Platalea leucorodia* i nekoliko vrsta čaplji koje se gnijezde u trsci ili grmlju uz obale rukavaca. Čaplje koje obitavaju na tim staništima su čak *Nycticorax nycticorax*, čaplja danguba *Ardea purpurea* i čapljica voljak *Ixobrychus minutus*. Većina riječnih rukavaca u Lonjskom polju potpuno je odsječena od rijeke i u njima se ubrzano zbiva sedimentacija. Rukavac Krapje đol, koji se nalazi uz površine na kojima je u ovom radu istraživana čivitnjača, jedini je rukavac u Lonjskom polju koji je 1989. godine uz pomoć cijevi ponovno povezan s rijekom Savom, a da bi se zaštitile kolonije žličarki koje se tu gnijezde. Taj je projekt financijski potpomognula Europska zaklada za prirodnu baštinu (European Natural Heritage Foundation, EURONATUR). Kolonija žličarki na Krapje đolu, koja čini 10% od ukupne europske populacije žličarki, jedan je od razloga zbog kojeg je ovaj rukavac zaštićen u kategoriji ornitološkog rezervata još 1963. godine (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; v. Blotzheim, 2001.; Bird Life International, 2009.; www.euronatur.org 23. 7. 2009.).

that they can also inundate the area at lower watermarks although water stagnates longer in the basin than without regulation. In Mokro Polje, the southern part of the park, the flow of the Sava was not restricted, allowing for a completely natural exchange of water between the river and the floodplain (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

The soils of the floodplain are rich in clay and mostly influenced by the high ground water table, which is defined by the level of the Sava. For this reason the soils remain moist until the early summer, but then rapidly dry out, making them difficult to farm. The soils of the floodplains are rich in nutrients and highly fertile. Along its shores the river deposits mostly sand and gravel (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

3.3. Landscape types and biodiversity

The river Sava contains the most water of all the Danube's tributaries. Due to the relatively flat decline of land in the Pannonian basin, the Sava flows slowly through the Croatian lowland. Because of this, the river is already beginning to show signs typical for rivers close to their estuary, although the Danube itself is still 580 km away. Despite its low water quality and usage as a waterway to and from Sisak, it serves as a biotope for many species, and provides food for many others. Species such as the otter *Lutra lutra*, White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla*, Common Kingfisher *Alcedo atthis* and Sand Martin *Riparia riparia* are examples of common wildlife inhabiting the Sava. Above all however, the Sava is the source of the surrounding region's dynamic ecological structure (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Bird Life International, 2009; Blotzheim, 2001).

Another important reason for the high biodiversity in Lonjsko Polje is the large number of oxbows. Many amphibian and reptile species, such as the European pond terrapin *Emys orbicularis* as well as a vast range of bird species depend on them, examples of which are the Common Spoonbill *Platalea leucorodia* and several species of heron which nest in reed or shrubs. Among the herons inhabiting these areas are the Night Heron *Nycticorax nycticorax*, Purple Heron *Ardea purpurea*, and the Little Bittern *Ixobrychus minutus*. Most of the oxbows in Lonjsko Polje are completely disconnected from the river's water and undergo rapid silting. Only Krapje Đol, which lies next to the *A. fruticosa* stands studied in this thesis, was reconnected to the river in 1989 via a pipeline to preserve the Spoonbill colony nesting there. This project has been supported by the European Natural Heritage Foundation (Euronatur). The oxbow has been protected as an Orni-

Tri četvrtine redovito plavljene površine Parka prirode prekrivaju poplavne šume. Osim prirodnih šuma mekih listača s vrbama *Salix* i topolama *Populus*, koje rastu uz samu rijeku, na području je razvijeno i više različitih šumskih biljnih zajednica tvrdih listača. Na dugotrajno poplavljenim područjima uglavnom rastu šume običnog jasena *Fraxinus excelsior*, koji je otporan na poplavu dubine i od 4 m. Na nešto višem terenu, s kraćim trajanjem poplava, rastu prostrane šume hrasta lužnjaka *Quercus robur* i običnog graba *Carpinus betulus*. U poplavnoj nizini rijeke Save šumari šume obnavljaju jedino prirodnim metodama, uz upotrebu autohtonih vrsta. Upravo je to razlogom prirodnosti poplavnih šuma koje se donekle mogu usporediti s iskonskim (pra) šumama, iako već stoljećima služe kao resurs. Ove su šume i stanište brojnim vrstama, kao što su divlja mačka *Felis silvestris silvestris*, crna roda *Ciconia nigra*, orao kliktaš *Aquila pomarina* i bjelovrata muharica *Ficedula albicollis*, ali i najmanje 8 vrsta djetlovki, među kojima je i crvenoglavi djetlić *Dendrocopos medius* (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Bird Life International, 2009.; v. Blotzheim, 2001.).

Pašnjaci su nastali krčenjem šuma, ali na njima i danas postoje svijetli hrastovi šumarci ili grupe velikih hrastova koji su izvor žira za svinje i dobro mjesto za plandište. Veliki pašnjaci su zajednički za cijelo selo, a njima se može koristiti svaki stočar koji plati posebnu naknadu ovisnu o broju svoje stoke. Stoku, uglavnom goveda, konje i svinje, nadzire pastir (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.). Ovdje se uzgajaju izvorne pasmine domaćih životinja koje su prilagođene osobitim uvjetima života u poplavnom području, kao što su npr. konj hrvatski posavac i turopoljska svinja (Löfl, 1999.). Pašnjaci su dulje poplavljivi, najčešće jedanput ili dvaput godišnje. Važan su izvor hrane i za brojne vrste ptica, poput bijele rode *Ciconia ciconia* i žličarke, ali su i mjesta na kojima se razmnožavaju brojne vrste vodozemaca i mriještilišta riba (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.).

Livade su košanice u blizini naselja na prirodnom povišenju uz rijeku Savu. Poplavljene su samo povremeno i kratko, a koriste se i kao pašnjaci u proljeće i jesen kad su pravi pašnjaci još pod vodom. Najčešće se kose krajem lipnja, a prvo se kose suše livade. Takvo gospodarenje rezultira mozaiksom livada, s različitom visinom vegetacije, koje su ispresijecane živicama sa stablima divljeg voća. Taj je suši i topliji tip krajobraza stanište mnogih vrsta kukaca, gmazova i ptica, uključujući i smeđeglavog batića *Saxicola rubetra* i kosca *Crex crex* čija hrvatska populacija ovisi upravo o ovom području, jer se ovdje gnijezdi najveći dio njegove nacionalne populacije (Schneider-Jacoby i Ern, 1990.; Bird Life International, 2009.).

ological Reserve since 1963, largely because the Spoonbill colony supported by the river represents 10% of the entire European population (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Blotzheim, 2001; Bird Life International, 2009; www.euronatur.org 23.07.2009).

Three quarters of the regularly inundated area within the park is alluvial forest. There are intact softwood forests in the vicinity of the river, with *Salix* and *Populus*, as well as different hardwood forest plant communities growing in the area. In often flooded areas, forests consist mainly of *Fraxinus excelsior*, which can endure inundation up to 4 m. On higher ground with shorter overflow *Quercus robur* and *Carpinus betulus* grow into large forests. Foresters in the Sava floodplain rejuvenate the forests exclusively with natural methods and the use of autochthonous species. It is for this reason that alluvial forests along the Sava closely resemble their virgin counterparts, despite having been utilized as a resource for centuries. These forests serve as a biotope for many species, such as the European Wildcat *Felis silvestris silvestris*, Black Stork *Ciconia nigra*, Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* or Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*, as well as at least 8 species of woodpeckers, among them the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Bird Life International, 2009; Blotzheim, 2001). In some parts the forests were removed to obtain more pasture land, but often large oaks or light oak groves were spared to provide acorns for the pigs and rest area for other domestic animals. These pastures are owned communally by an entire village, and every farmer is allowed to use it after paying a special tax dependant on the quantity of livestock. The animals, mostly cattle, horses and pigs are herded by a shepherd (Schneider-Jacoby & Ern, 1990). The breeds are typical for this region and adapted to the special conditions in the floodplain, such as for example the "Posavina horse" or the "Turopolja pig" (Löfl, 1999). These pastures are typically flooded one or two times a year for longer periods of time. They provide many birds like the White Stork *Ciconia ciconia* and the Spoonbill with food, as well as serving as a breeding biotope for many amphibious and fish species (Schneider-Jacoby & Ern, 1990).

Closer to the settlements on the natural dam adjacent to the Sava are hay meadows. They are only occasionally and shortly flooded and used for grazing in spring or autumn, when the pastures are still inundated. At the end of June they are typically mowed, beginning with the drier meadows. The result of this is a mosaic of meadows of different ages riddled with hedges and fruit trees. This drier and warmer landscape type is the habitat of many in-

Sve to upućuje na ovisnost biološke raznolikosti ovog područja o tradicionalnom načinu korištenja zemljišta i o dinamici rijeke. Važnost poplavne nizine rijeke Save potječe iz jedinstvenog sklada kulturnih i prirodnih elemenata krajobraza.

3.4. Park prirode Lonjsko polje

U svrhu zaštite zadnjih preostalih područja poplavne ravnice rijeke Save koja još nisu bila potpuno izmijenjena ljudskim djelovanjem, 1990. godine Vlada Republike Hrvatske proglašava Park prirode Lonjsko polje. Park prirode se prostire na oko 50 600 ha, uz lijevu obalu rijeke Save između Siska i Nove Gradiške, a uz područje zapadne Rusije najveće je poplavno područje u Europi, ali i najveće europsko područje sačuvanih poplavnih šuma.

Od 1997. do 1998. godine uspostavljena je i Uprava Javne ustanove Park prirode Lonjsko polje, sa zadaćom zaštite, očuvanja i održavanja vrijednosti područja, ali i njegove promidžbe. Od 1998. godine ravnatelj Ustanove je gosp. Goran Gugić. Uprava Javne ustanove smještena je u obnovljenim tradicionalnim drvenim kućama u Krapju (www.pp-lonjsko-polje.hr 31. 1. 2009.; Löffl, 1999.).

U suradnji sa Njemačkim društvom za investicije i razvoj (DEG) 2003. godine izrađen je Masterplan turizma - Regionalni koncept za Lonjsko polje – Posavina (DEG, 2000.¹).

U tom se dokumentu donosi vizija održivog razvoja turizma, osobito ekoturizma na području Posavine, s ciljem stvaranja novih radnih mjesta u ovom gospodarski nerazvijenom ruralnom području. Na taj bi se način očuvala kulturna i prirodna baština područja, a povećala bi se njezina ekonomska profitabilnost (Schneider-Jacoby et al., 2003.).

Godine 1993. Park prirode je proglašen Međunarodno važnim močvarnim područjem (Ramsarskim područjem), a zavrijeđuje uvrštenje na UNESCO-ov popis područja Svjetske baštine. Međunarodna organizacija za zaštitu ptica, BirdLife International proglasila je cijelo područje "Donji tok rijeke Save" kao Međunarodno važno područje za ptice (Important Bird Area, IBA), s jedinstvenom oznakom HR 009, zbog iznimne važnosti ovog područja za opstanak ugroženih vrsta ptica (Bird Life International, 2009.).

sects, reptiles and birds, including Whinchats *Saxicola rubetra* and the Corn Crake *Crex crex* the latter of which relies heavily on the area as its primary breeding grounds in Croatia (Schneider-Jacoby & Ern, 1990; Bird Life International, 2009).

This demonstrates the dependence of the biodiversity in this region on the traditional land use methods and the dynamics of the river. The importance of the Sava floodplain derives from its unique harmony between cultural and natural landscape elements.

3.4. Lonjsko Polje Nature Park

To protect the last regions of the Sava floodplain that had seen relatively little human interference, the Lonjsko Polje Nature Park was founded in 1990 by the Croatian government. The park covers about 50,600 ha at the left bank of the Sava between Sisak and Nova Gradiška, and with the exception of western Russia represents the largest floodplain in Europe, as well as being the largest of Europe's intact alluvial forests.

Administration of Lonjsko Polje Nature Park Public Service was established over a period of time from 1997-1998, to coordinate the protection, conservation and maintenance as well as promotion of the park. Since 1998 its director is Mr. Goran Gugić. The headquarters of Public Service is located in a set of restored houses in Krapje.

In cooperation with the German Association for Investment and Development (DEG) The Master Plan for Tourism - Regional Concept for the Lonjsko Pole Nature Park - Posavina has been published in 2003 (DEG, 2000¹).

Its aim was sustainable development of tourism, especially ecotourism in the Posavina region in order to create jobs in the economically underdeveloped rural areas. Thereby the cultural and natural heritage of the region could be conserved while its economic profitability rises (Schneider-Jacoby et al., 2003).

In 1993 the Nature Park was put on the Ramsar List of internationally important wetlands, and is eligible for inclusion on the UNESCO World Heritage list as a mixed, meaning both natural and cultural, site (www.pp-lonjsko-polje.hr 31.01.2009). Because of its importance for several endangered bird species, Birdlife International designated the "Lower Sava River" as one of its Important Bird Areas (IBA), with site number HR 009 (Bird Life International, 2009).

¹ DEG, 2000: Masterplan turizma – Regionalni koncept za Lonjsko polje – Posavina u Gugić, G. (urednik), 2000.: Bilten Parka prirode Lonjsko polje, Vol.2/No. 1/2, 2000.

¹ DEG, 2000: The Master Plan for Tourism - Regional concept for the Lonjsko Polje Nature Park – Posavina in Gugić, G. (editor), 2000.: Lonjsko polje Nature Park Bulletin, Vol.2/No. 1/2, 2000.

4. POKUSNE PLOHE I STRATEGIJE SUZBIJANJA

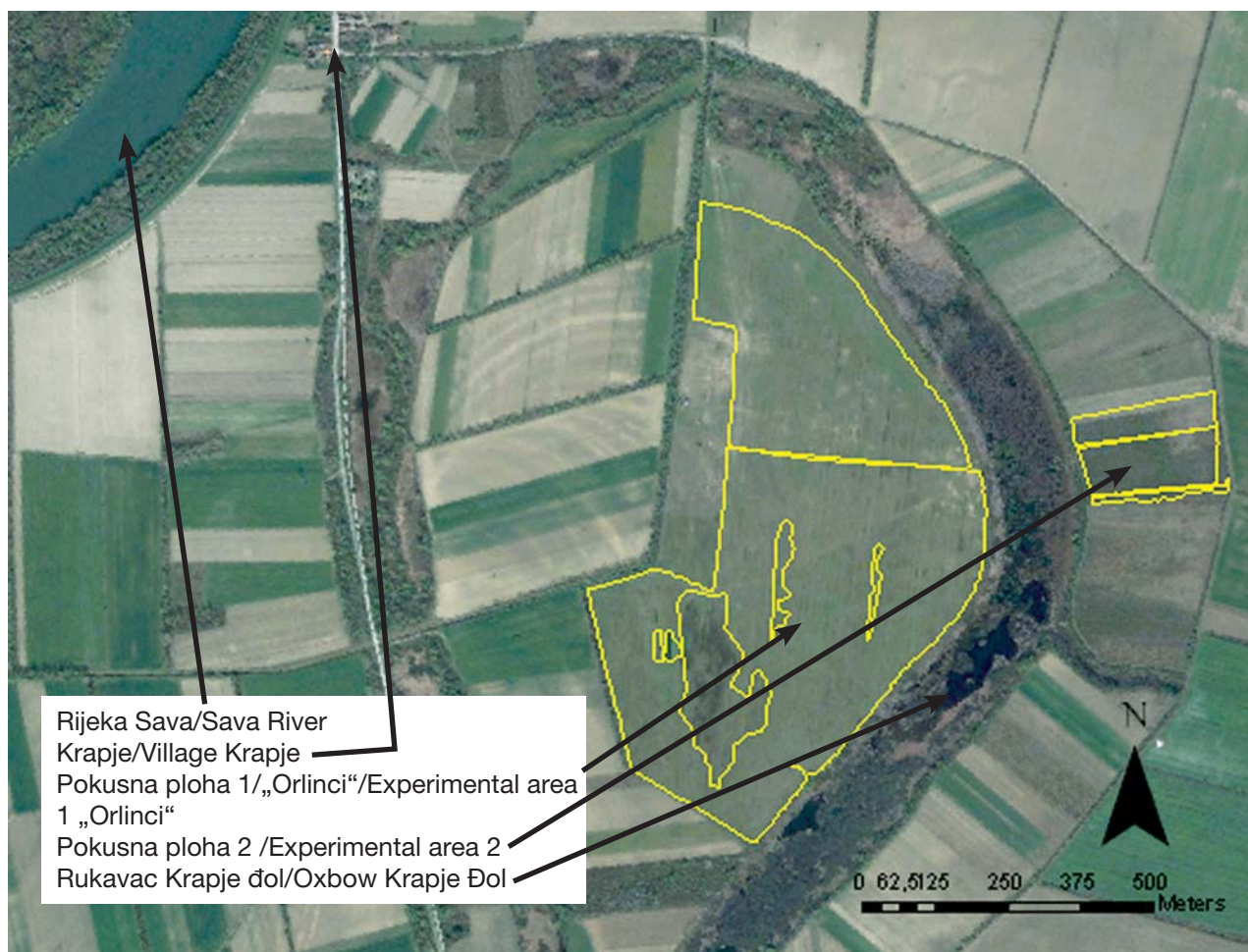
4.1. Pokusne plohe

Dvije pokusne plohe nalaze se uz okuku rijeke Save, u blizini sela Krapje i Drenov Bok, s obje strane već spomenutog starog rukavca Krapje đol (slika 2.) Geografske koordinate središta područja su 45° 17' N; 16° 50' E (LPNPPS, 1999.).

4. EXPERIMENTAL AREAS AND SUPPRESSION STRATEGIES

4.1. Experimental areas

The two experimental areas are located within a bend of the river Sava near the villages Krapje and Drenov Bok on both sides of the already mentioned oxbow "Krapje Đol" (Fig. 2). Its geographical coordinates are 45° 17' N; 16° 50' E (LPNPPS, 1999).



Slika 2. Pokusne plohe
Figure 2. Experimental area

Snimka iz zraka: Google Earth, 13.07.2009.
Aerial picture: Google Earth, 13/07/2009

Krapje đol je niska depresija, oko 1 - 1,5 m niža od okolnog područja. Ponešto je viša na istočnoj strani, između 93,2 i 94,3 m n.v., a niža na zapadnoj strani ("Orlinci") od 93,7 m do 91,9 m n.v. Tlo je pseudoglej na naslagama miješanih fluvijalnih sedimenta (LPNPPS, 1999).

The Krapje Đol is a low depression, about 1 to 1.5 m lower than the surrounding area. It is however slightly higher on the eastern side, between 93.2 and 94.3 m a.s.l., and somewhat lower on its western ("Orlinci") from 93.7 m to 91.9m. The soil is a pseudogley above a mixture of fluvial sediments (LPNPPS, 1999).

Područje Orlinci (ploha 1) bilo je pašnjak, sve dok ga vlast bivše SFRJ melioracijskim zahvatima nije prenamijenila u intenzivno obrađivanu oranicu u okviru PIK-a "Braća Rađenović". Tijekom 1990-ih Park prirode postaje zadužen za zaštitu Ornitolškog rezervata. Oranica je pretvorena u travnjak 1998. godine. Područje je poravnato, izdrljano, a iskopana je i plitka depresija koja trajnije ostaje ispunjena vodom. Iako teren ovog područja sam po sebi nije ravan, tako je stvoren dodatni mikoreljef i mozaik suših i vlažnijih dijelova travnjaka. Kako bi se pospješio razvoj prirodne livadne biljne zajednice, područje nije zasijavano već je prepušteno prirodnoj sukcesiji. Sljedećih su se godina Orlincima tek povremeno koristili lokalni poljoprivrednici kao pašnjakom. Upravo je to pogodovalo nesmetanom širenju čivitnjače, koja je već tada bila prisutna, na veliku površinu (LPNPPS, 1999.; osobna komunikacija s g. Gugićem, 2008.).

Ploha 2. sastoji se od nekoliko manjih parcela koje su u vlasništvu Parka prirode ili lokalnih poljoprivrednika. I one su bile dio intenzivno obrađivanog poljoprivrednog kompleksa, ali su zapuštene u 1990-ima. Zbog toga je cijelo područje s godinama gusto zaraslo u čivitnjaču i postalo je nepogodno za poljoprivredu (LPNPPS, 1999.; osobna komunikacija s g. Gugićem, 2008.).

4.2. Strategije i aktivnosti za suzbijanje, ali i korištenje čivitnjače

U svrhu obnove livada na Orlincima i oranica istočno od rukavca, Uprava Parka prirode testirala je različite metode uklanjanja ili suzbijanje čivitnjače.

4.2.1. Pašnjaci i livade košanice

Godine 2004. Uprava Parka prirode tarupirala je vegetaciju na Orlincima. Od tada na tom području, površine 27,7 ha, pase stado od oko 50 goveda stare izvorne pasmine slavonsko-srijemskog podolskog goveda (slika 3.) koja su ujedno i vlasništvo Parka prirode. Ta je pasmina izvanredno prilagođena ispaši vegetacijom loše hranidbene vrijednosti, kakva raste na ovim vlažnim travnjacima, a otporna je i na ekstremne patološke uvjete vlažnoga tla (Löffl, 1999.; SAVE Head Office, 2006.). Pašnjak je ograđen, a ispaša se provodi od ranog proljeća do jeseni, na isti tradicionalan način kao i na velikim zajedničkim pašnjacima (osobna komunikacija s g. Gugićem i zaposlenicima Parka prirode, 2008.).

The Orlinci (area 1) was used as pasture land until the Yugoslavian government transformed it into intense farmed fields within the "Braća Rađenović" PIK (socialist agro-industrial complex) by reclamation operations. In the 1990s it was assigned to the Nature Park to protect the ornithological reserve. The arable land was consequently returned to its former state as pasture land in 1998. The area was leveled, harrowed and a shallow pit was dug to create a depression, allowing the area to hold water for longer periods of time. Adding to this the already varied ground level of the region, a micro-relief with dry and moist parts was generated. To encourage the growth of meadows of natural plant communities seeds were not sown, allowing instead for natural succession to take place. In the years following, the Orlinci was however only sparingly used by local farmers for grazing. Thus *A. fruticosa*, which had already been present, took advantage of this and was able to rapidly colonize extended areas (LPNPPS, 1999; personal correspondence with Mr. Gugić, 2008).

Area 2 consists of several small plots owned by the park or local farmers. They had also been part of the intense farmed arable land but were abandoned during the 1990s. This allowed a dense cover of *A. fruticosa* to flourish in recent years, and thus agricultural utilization was no longer possible (LPNPPS, 1999; personal correspondence with Mr. Gugić, 2008).

4.2. Strategies and activities to suppress, and also use, *A. fruticosa*

To restore the meadows of Orlinci and the fields east of the oxbow, the park authorities tested a variety of methods to remove or suppress *A. fruticosa*.

4.2.1. Pastures and hay meadows

In 2004 the vegetation on Orlinci (Fig. 4) was chaffed by the park authorities.

Since then, an area of 27.7 ha has been used as pasture for the park's own cattle herd, about 50 animals of Slavonian-Syrmian Grey Cattle, an old local breed (Fig. 3). This breed of cattle is well adapted to the particularly low foraging quality of the pastures, as well as the extreme pathological conditions on wet ground (Löffl, 1999; SAVE Head Office, 2006). The fenced plot is grazed from spring to autumn similar to the traditional system (personal correspondence with Mr. Gugić and park employees, 2008).



Slika 3. Slavonsko-srijemsko podolsko govedo; Seibold, srpanj 2008.
Figure 3. Slavonian-Syrmian Grey Cattle; Seibold, July 2008

Čivitnjača je visine do koljena, a stoka je redovito oštećuje odgrizanjem (pašnjom) lišća, ali i kore i tanjih grančica. Istraživanja su pokazala da čivitnjača ima veliku hranidbenu vrijednost kao stočna hrana, a oko 62% njezine je biomase stoci jestivo (DeHaan i sur., 2006.). Uprava Parka prirode smatra da je suzbijanje čivitnjače ispašom najjeftinija metoda njezina uklanjanja i sprječavanja širenja.

Za potrebe ovog istraživanja područje pašnjaka podijeljeno je na dva dijela, na suši površine 24,3 ha i na vlažniji dio površine 3,4 ha. Podjela je provedena vizualno, uz pomoć jama i indikatorskih biljnih vrsta poput žutih perunika *Iris pseudacorus* L., sita *Juncus effusus* L. i šaševa *Carex* spp., koji služe kao orijentiri.

Ostatak područja Orlinci, površine 12,6 ha, od 2004. godine koristi se kao livada košanica. Kao i druge tradicionalno gospodarene livade, i ova se u proljeće i ljeti, u kratkim vremenskim razdobljima, koristi kao pašnjak za goveda, a kosi se ljeti, jedanput ili dvaput, ovisno o vremenskim prilikama. Zbog vrlo slabog rasta vegetacije, kao posljedice suše, 2007. godine ta livada nije ni košana. U prednjem planu slike 4. vide se zeleni grmovi čivitnjače.

A. fruticosa plants are about knee-high, and are frequently damaged by cows feeding on green foliage as well as on bark and small twigs. Studies show that *A. fruticosa* has a high forage quality, and up to 62% of its composition is grazable material (DeHaan et al., 2006). Repressing the species by grazing is considered to be the cheapest method of reducing the spread of the plant by the park authorities.

In this study the pasture area was divided into a drier region with 24.3 ha, and a wet region with an area of 3.4 ha. The division was performed by optical criteria like pits and indicator species such as *Iris pseudacorus* L., *Juncus effusus* L. and *Carex spec.*

The rest of the Orlinci, 12.6 ha, has been used for hay production since 2004. Like other traditional hay meadows, it is grazed by cows in spring and autumn for short periods of time, and mowed 1-2 times during summer, depending on the weather. In 2007 cutting was not possible due to low plant growth during the drought. The water supply of the soil is parallel to that of the dry part of the pasture. The green groups of shrubs in the foreground of figure 4 are *A. fruticosa*.



Slika 4. Orhinci; Seibold, srpanj 2008.
Figure 4. Orhinci; Seibold, July 2008

4.2.2. Tarupiranje i tarupiranje s oranjem

Pokusna ploha 2. na kojoj je dominirala čivitnjača, tarupirana je u rano proljeće 2008. Dio te plohe, površine 0,6 ha bio je i izoran, a u tlu su ostali oranjem oštećeni dijelovi korijena. Na preostaloj površini od 2,1 ha korijenje je ostalo netaknuto.

Do lipnja 2008. mladice čivitnjače su izrasle u bujan i gotovo 2 m visok neprohodni gustiš (slika 5.).

Nadmorska visina istočnih ploha je do najviše 1 m viša od suhih dijelova Orhina. Zato je njihov vodni režim sličan onom koji imaju suhi pašnjak i livada košanica.

4.2.2. Chaffing and chaffing with ploughing

The *A. fruticosa* dominated vegetation of Experimental area 2 was chaffed in early spring 2008. Afterwards 0.6 ha were additionally ploughed, thereby the damaged rootstocks remained. On 2.1 ha of the area the roots were left untreated.

Until June 2008 *A. fruticosa* shoots had regrown to a mostly dense cover about head high and almost impassable (Fig. 5).

The level of the eastern plots is at most about 1m higher than the dry parts of the Orhinci. Its water supply is therefore similar to the dry pasture and the hay meadow.



Slika 5. Istarupirana površina nakon regeneracije; Seibold, srpanj 2008.
Figure 5. Chaffed field after regeneration; Seibold, July 2008

Uprava Parka prirode namjerava obnoviti zapuštene i zarasle oranice s ove strane rukavca.

It is the park authority's intention to establish extensively farmed corn fields on this side of the oxbow.

4.2.3. Kontrolne, netretirane plohe

Neposredno uz tarupirane plohe stara je sastojina čivitnjače površine 0,3 ha (slika 6.). Ona nije bila košena ni obrađivana na bilo koji način. Uvjeti tla su istovjetni onima na susjednim pokusnim ploham. Zato je ta kontrolna ploha idealna za usporedbu s tretiranim sastojinama čivitnjače na pokusnim ploham.

4.2.3. Untreated variant (control)

Situated adjacently to the chaffed plot, is an old *A. fruticosa* stand with an area of 0.3 ha (Fig. 6). It has not been cut or otherwise treated. The soil conditions are identical to those of the adjacent experimental plots.

It therefore serves as an ideal control version to compare data of treated *A. fruticosa* stands.



Slika 6. Kontrolna ploha; Seibold, srpanj 2008.
Figure 6. Untreated site; Seibold, July 2008

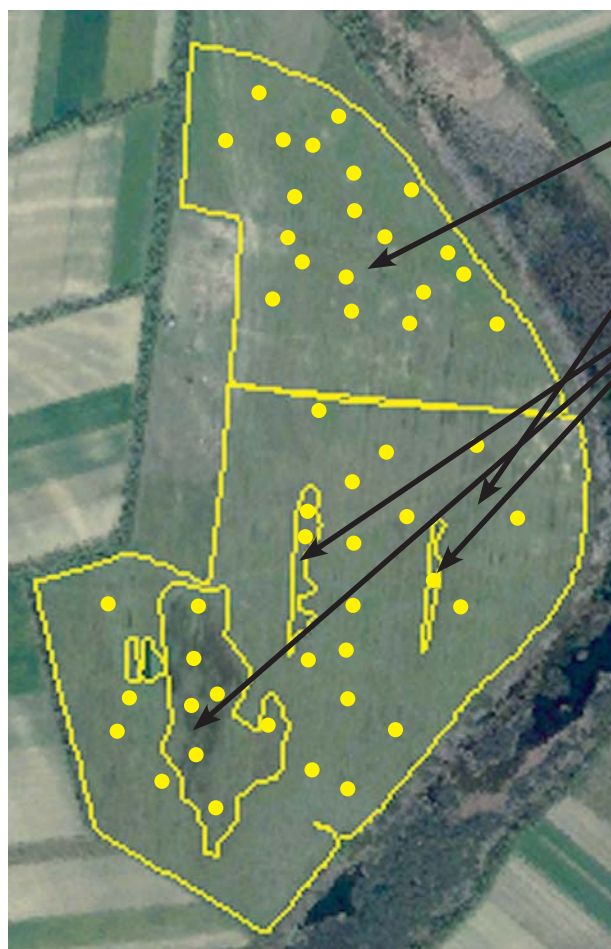
5. METODE

5.1. Smještaj i oblik pokusnih ploha

Granice svih pokusnih ploha obilježene su uz pomoć GPS uređaja (Magellan Mobile Mapper CX). Uz pomoć GPS uređaja na karti je izabran i određen broj pokusnih točaka (označene su žutim točkama na slikama 7. i 8.).

Na livadi košanici i suhom pašnjaku određeno je 20 točaka, a na manjim površinama, tj. na vlažnom pašnjaku, na tarupiranoj i tarupiranoj i pooranoj plohi, te na pokusnoj plohi određeno je po 10 točaka.

Pokusne točke su imale oblik kvadrata, sa stranicom dužine 1 m. One su na terenu lokalizirane uz pomoć GPS uređaja i označene aluminijskim okvirom.



Slika 7. Pokusna ploha 1 „Orlinci” s pokusnim točkama
Figure 7. Experimental area 1 „Orlinci” with test plots

5. METHODS

5.1. Placement and shape of test plots

Firstly all the borders of the different parts of the study area were marked by GPS (Magellan Mobile Mapper CX). A specified number of test plots were then selected at random on the map using the GPS-device (see fig. 7 and 8 with yellow dots).

At the hay meadow and the dry pasture, 20 plots were designated while at the smaller partial areas, the moist pasture, the chaffed, chaffed and ploughed and the control version, only 10 were necessary for each.

The test plots had the shape of a square with 1 m side length. They were afterwards localized by GPS and marked with an aluminum frame.

Livada košanica/Hay meadow

Suhi pašnjak/Dry pasture

Vlažni pašnjak/wet pasture

Chaffed and ploughed /
Tarupirano i poorano

Chaffed / Tarupirano

Untreated (control) /
Netretirano (kontrolna ploha)



Slika 8. Pokusna ploha 2 s pokusnim točkama
Figure 8. Experimental area 2 with test points

5.2. Mjerenje i parametri

Nakon označavanja pokusnih točaka (slika 9.) na svakoj je fotodokumentirano postojeće stanje vegetacije. Na označenim površinama pokusnih točaka izbrojeni su drvenasti izdanci čivitnjače, kao i mladice. Ako ih je bilo više od 30, u obzir je uzeta vrijednost prebrojavanja sa samo sjeverne polovice površine te pokusne točke.

Mjernom vrpcom i pomičnom mjerkom izmjerene su visina i promjer korijenova vrata za najviše 30 izdanaka (mladice nisu mjerene).

Nakon toga, vegetacija cijele pokusne točke ručno je uklonjena, a zatim je iz cjelokupne biljne mase izdvojena čivitnjača. Obje vrste biomase izvagane su na terenu, a pojedini biljni materijal teži od 300 g nakon vaganja uklonjen je iz biomase. Kako bi se uzorci što bolje sačuvali, osušeni su na suncu, a zatim i u laboratorijskim uvjetima (na 55° C; uz provjetranje) sve dok se nije prestala zamjećivati znatna promjena u masi. Nakon sušenja, uzorci su ponovno izvagani.



Slika 9. Pokusna pliha označena aluminijskim okvirom; Seibold srpanj 2008.
Figure 9. Test plot with aluminium frame; Seibold July 2008

5.3 Analiza podataka

Opća hipoteza o neovisnosti različitih načina suzbijanja čivitnjače ocijenjena je metodom analize varijance (ANOVA). Za vrjednovanje razlika između svake metode suzbijanja i parametra, za svaki je parametar primijenjen Post-hoc test (Tukey usporedba svih parova) (Dormann, 2004.).

Statističke analize izvedene su u R sustavu za statističke izračune (inačica 2.8.1, R Development Core Team, 2006.).

5.2. Measurement and parameters

After marking the test plots (fig. 9) the state of the vegetation was documented photographically. The number of woody *A. fruticosa* shoots was then counted on the whole square meter, as well as the number of seedlings. If more than 30 were present, only the northern half of the square meter was taken into account.

The height and diameter of root collar of at most 30 shoots, not including seedlings, were measured with a folding and sliding rule respectively.

Following this, the vegetation of the entire testing point was removed manually and divided into biomass originating from *A. fruticosa* and from other plants. Both of them were weighed on site, as well as samples of up to 300 g which were removed from the biomass. To preserve the samples as best as possible, they were dried locally in sunlight and afterwards under laboratory conditions (55° C; thorough ventilation) until no significant rate of change in weight could be detected. The dry matter was afterwards reweighed.

5.3. Data analysis

The globally accepted hypothesis of independence between the different management types was assessed by the method of analysis of variance (ANOVA). For each parameter a Post-hoc Test (Tukey all-pair comparisons) was subsequently applied to evaluate the differences between each management type and parameter (Dormann & Kühn, 2004).

The statistical analyses were carried out in the R system for statistical computing (version 2.8.1, R Development Core Team, 2006).

6. REZULTATI

Rezultati su prikazani kutijastim dijagramima ("boxplots"). Područja na kojima je čivitnjača prvi put bila suzbijanja tarupiranjem i oranjem prikazana su tamno-sivom bojom, a ona na kojima je čivitnjača suzbijana već nekoliko godina prikazana su svijetlo-sivom bojom. Kutijasti su dijagrami, koji prikazuju kontrolnu plohu bijeli.

Promjer korijena vrata čivitnjače

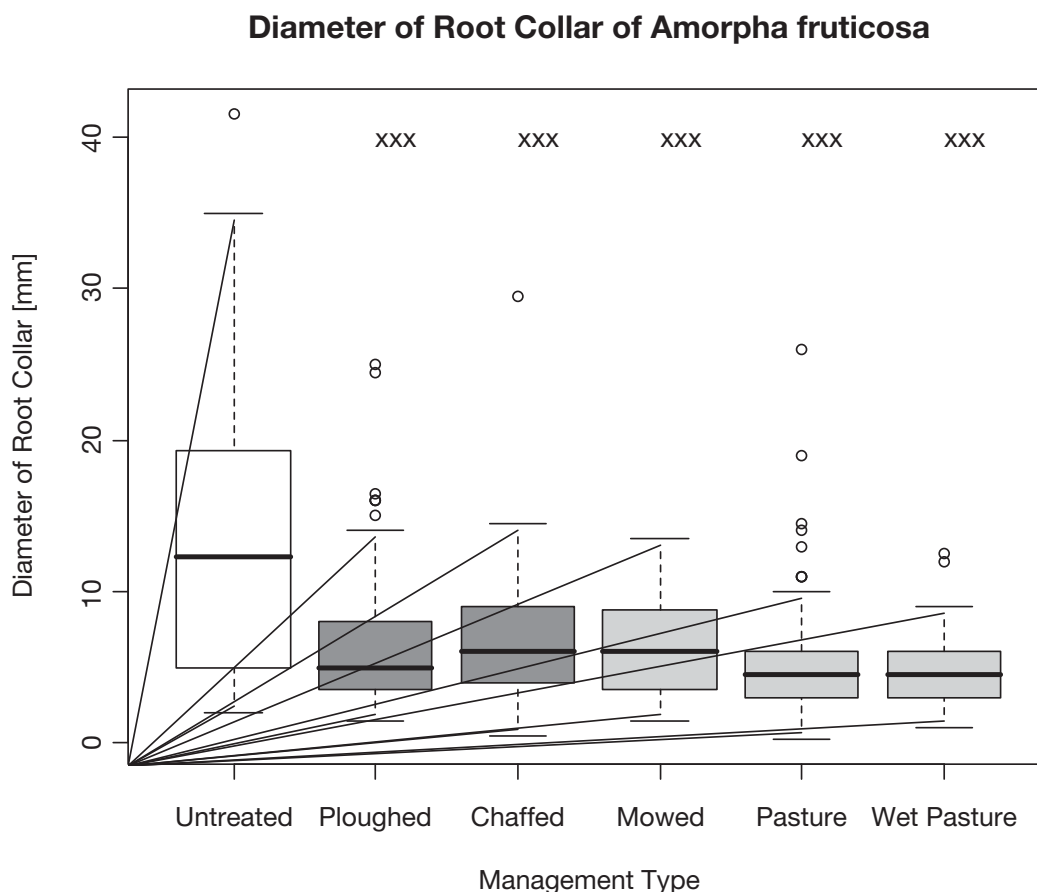
Statistička analiza pokazuje da u usporedbi s kontrolnom plohom svi načini suzbijanja znatno smanjuju ($p < 0,001$) promjer vrata korijena čivitnjače. Nema znatne razlike između različitih načina suzbijanja.

6. RESULTS

The results are presented as boxplots. Those sites where *A. fruticosa* was managed for the first time by ploughing and chaffing are indicated in dark grey and those which had already been managed for several years are indicated in light grey. The boxplots of the untreated sites are colored white.

Diameter of root collar of *A. fruticosa*

The statistic analysis shows that all management types reduce the diameter of root collar of *A. fruticosa* significantly ($p < 0.001$) compared to the untreated scenario. Between the management types there are no significant differences.



Slika 10. Promjer korijena vrata čivitnjače
Figure 10. Diameter of Root Collar of *Amorpha fruticosa*

Srednje vrijednosti rezultata mjerenja promjera korijenova vrata čivitnjače za sve načine suzbijanja čivitnjače bile su prosječno 9,8 mm. Ta je vrijednost tek 39% vrijednosti rezultata mjerenja na kontrolnoj (netretiranoj) plohi. Najveći pad promjera korijenova vrata, 8 mm, zabilježen je na pašnjaku što je jednako 32% vrijednosti mjerenja na kontrolnoj (netretiranoj) plohi.

The medians of all management types average 9.8 mm. This equates to a diameter decrease to 39 % of the untreated variant. The highest decrease is found on pastures with 8 mm, equivalent to 32 % of the untreated variant.

Tablica 1. Pokazatelji promjera korijenova vrata biljaka čivitnjače

	Orano	Tarupirano	Košeno	Pašnjak	Vlažni pašnjak	
Kontrolna ploha	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$ </div>
Orano		-	-	-	-	
Tarupirano			-	-	-	
Košeno				-	-	
Pašnjak					-	

Tab. 1: Significances in diameter of root collar of *A. fruticosa* plants:

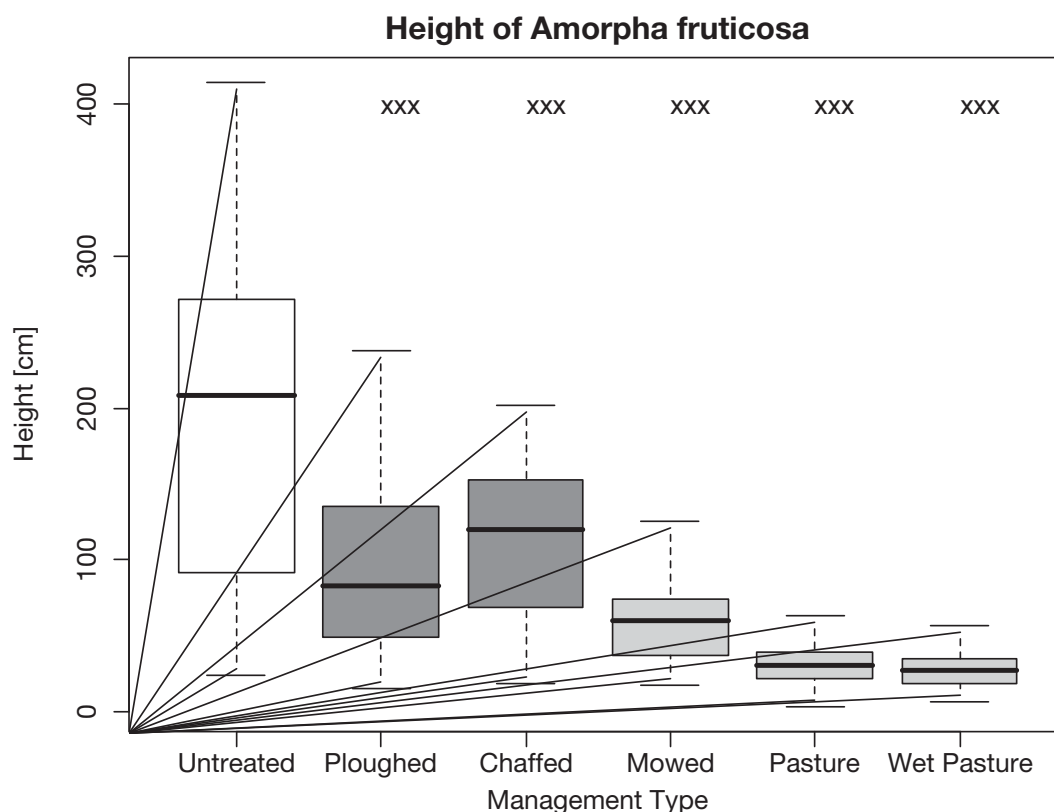
	Ploughed	Chaffed	Mowed	Pasture	Wet Pasture	
Untreated	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$ </div>
Ploughed		-	-	-	-	
Chaffed			-	-	-	
Mowed				-	-	
Pasture					-	

Visina čivitnjače

Znatan ($p < 0.001$) pad visine pojedinih biljaka čivitnjače zabilježen je na svim pokusnim plohama, tj. za svaki tip suzbijanja, osim na kontrolnoj (netretiranoj) plohi, na kojoj su pojedine biljke dosezale visinu i od 4 m (slika 11.).

Height of *A. fruticosa*

Under all management types, significant decreases in height ($p < 0.001$) are observed, in contrast with the untreated plots where the highest plants are shown to grow up to 4 m in height (Fig. 11).



Slika 11. Visina čivitnjače
Figure 11. Height of *Amorpha fruticosa*

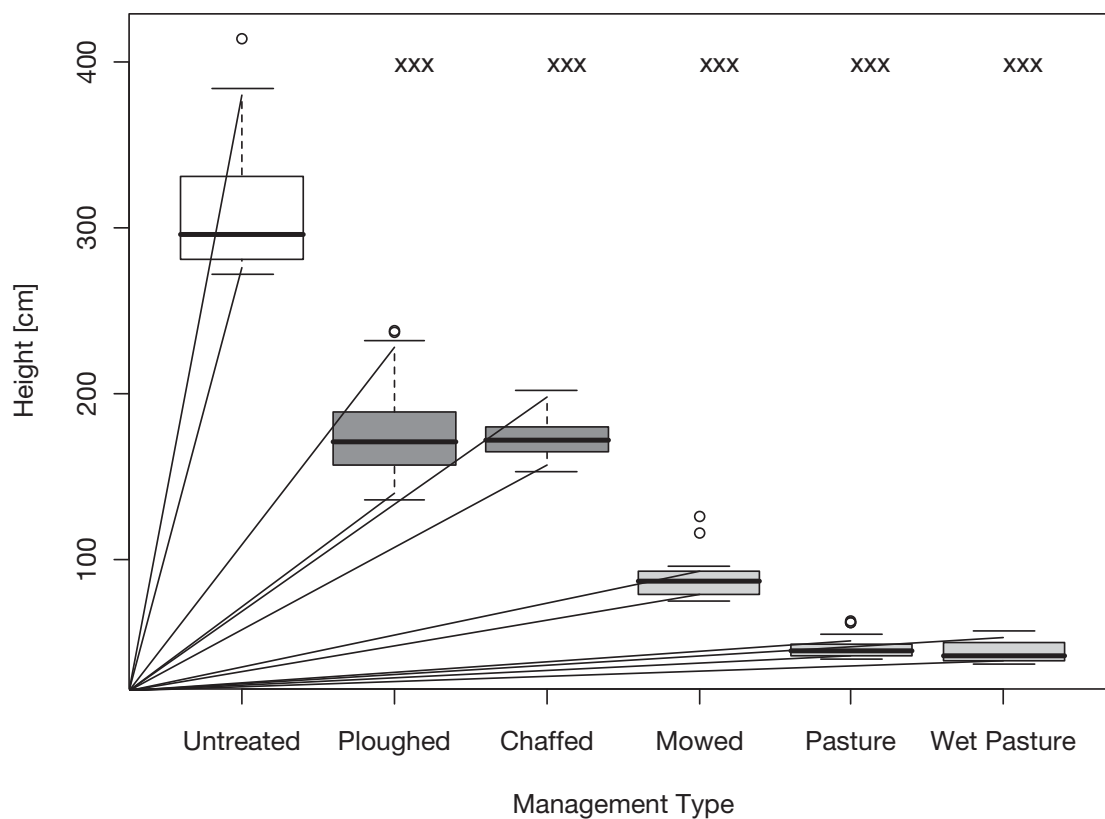
Biljke koje dominiraju u gornjem dijelu (u "krošnji") sastojine su najvažnije. Kako bi se izbjegla pogreška u rezultatima zbog uključivanja mladica i drugih manje dominantnih biljnih vrsta, na slici 12. i tablici 2. prikazane su izmjerene visine biljaka iz gornjih 25% (gornji kvartil) s obzirom na njihovu visinu.

Znatan pad visine ($p < 0.001$; tablica 2.) zabilježen je na svim pokusnim plohama. Na plohama na kojima je čivitnjača prvi put uništavana tarupiranjem ili oranjem, visina je smanjena na oko 175 cm, ili 59% od visine na kontrolnoj plohi. Nije zabilježena veća razlika između ta dva načina suzbijanja. Nasuprot tomu, dugoročni načini suzbijanja, poput ispaše i košnje, smanjuju visinu čivitnjače na znatno niže vrijednosti ($p < 0.001$). Košnjom se visina čivitnjače smanjila na 86 cm, tj. na 29% visine biljaka na kontrolnoj plohi, a ispaša (i na vlažnom i na suhom dijelu pašnjaka) smanjila je visinu čivitnjače na 44 cm, tj. na samo 15% visine biljaka na kontrolnoj plohi.

The plants dominating the canopy are the most important. To avoid bias in the results from the inclusion of seedlings and other less dominant plants, Figure 12 and Table 2 show the observed heights for those plants in the top 25th percentile according to their height.

Significant height decreases ($p < 0.001$; Tab.2) are also observed in this case for all types. On plots where *A. fruticosa* was suppressed by chaffing or ploughing for the first time, height reductions to about 175 cm, equivalent to 59%, can be observed. There is no significant observed difference between these two variants of suppression. By contrast, long term management like pasture and mowing decreases height to a significantly lower level ($p < 0.001$). Mowing was shown to reduce height to 86 cm, equivalent to 29%, and pasturing, both wet and dry, reduced height to 44 cm, only 15% of the height of the untreated plants.

Height of *Amorpha fruticosa*



Slika 12. Visina 25% najviših biljaka čivitnjače
Figure 12. Height of the highest 25% of *Amorpha fruticosa* plants

Tablica 2. Pokazatelji 25% najviših biljaka čivitnjače						
	Orano	Tarupirano	Košeno	Pašnjak	Vlažni pašnjak	
Kontrolna ploha	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$
Orano	-		xxx	xxx	xxx	
Tarupirano			xxx	xxx	xxx	
Košeno				xxx	xxx	
Pašnjak					-	

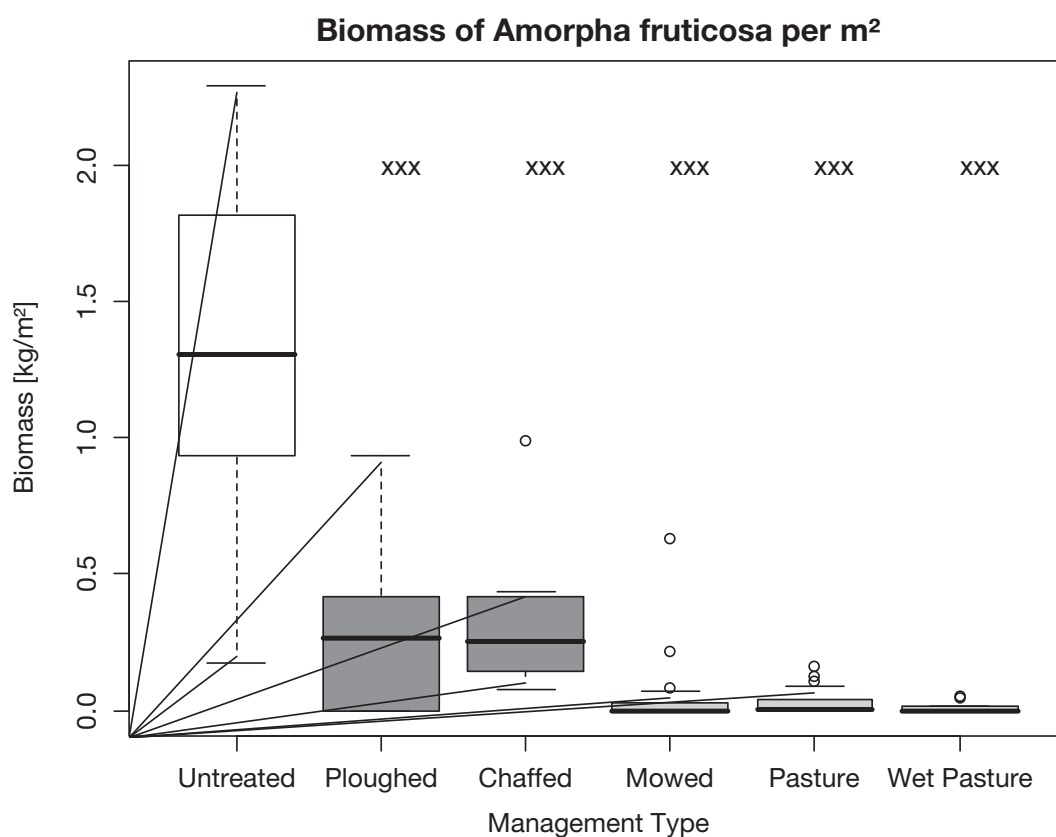
Tab.2: Significances of the highest 25% of <i>A. fruticosa</i> plants:						
	Ploughed	Chaffed	Mowed	Pasture	Wet Pasture	
Untreated	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$
Ploughed	-		xxx	xxx	xxx	
Chaffed			xxx	xxx	xxx	
Mowed				xxx	xxx	
Pasture					-	

Biomasa čivitnjače i druge vegetacije

U usporedbi s kontrolnom plohom, svi zahvati za suzbijanje čivitnjače rezultirali su znatnim ($p < 0.001$) smanjenjem biomase po jedinici površine (slika 13.). Između svih pet metoda suzbijanja nema većih razlika, ali je biomasa na plohama s dugoročnim pristupom uklanjanja čivitnjače, tj. na livadi košanici te na vlažnom i suhom pašnjaku u prosjeku niža nego na onim plohama koje su prvi put tretirane tarupiranjem i oranjem. To postaje očito ako usporedimo p-vrijednosti dviju skupina označenih crvenom i narančastom bojom (tablica 3.). P-vrijednosti unutar svake skupine (narančasto) gotovo su jednake 1, dok su one koje prikazuju razlike između obiju grupa (crveno) bliže vrijednosti 0,05.

Biomass of *A. fruticosa* and other vegetation

Compared to the untreated plots, all management methods result in significant ($p < 0.001$) decreases of biomass per unit area (Fig. 13). There are no significant differences between the five suppression methods themselves, but biomass on the long-term managed plots, hay meadow and wet or dry pastures is on average lower than on those which were treated for the first time by chaffing or ploughing. This becomes evident by comparing the p-values of the two groups marked in dark grey and light grey (Tab. 3). The p-values within each group (light grey) are almost 1, while the ones representing the difference between both groups (dark grey) are closer to 0.05.



Slika 13. Biomasa čivitnjače po četvornom metru
Figure 13. Biomass of *Amorpha fruticosa* per square meter

Srednje vrijednosti biomase s poorane i tarupirane plohe su oko 0,26 kg/m², i potvrđuju pad biomase i do 20% u odnosu na kontrolnu plohu. Srednje vrijednosti biomase s livade košanice te suhog i vlažnog pašnjaka zanimarive su, 0 kg/m², ili 0,1%.

The medians of the ploughed and chaffed variations are about 0.26 kg/m², indicating a decrease to 20%, compared to the untreated variant. The medians of the hay meadow, the dry and the wet pasture are almost close to zero.

Tablica 3: Pokazatelji biomase čivitnjače

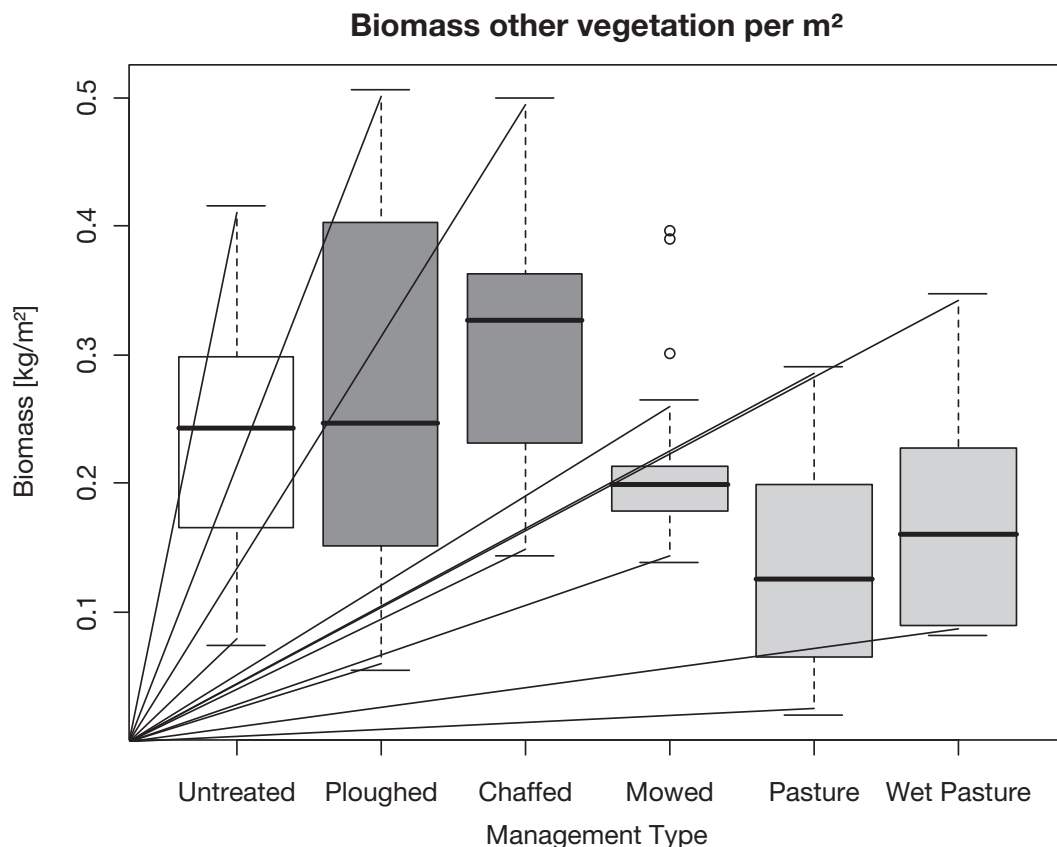
	Orano	Tarupirano	Košeno	Pašnjak	Vlažni pašnjak	
Kontrolna ploha	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$
Orano		- 0,9999	- 0,2866	- 0,1993	- 0,2655	
Tarupirano			- 0,1718	- 0,1127	- 0,1693	
Košeno				- 0,999	- 0,9989	
Pašnjak					- 1	

Tab. 3: Significances of biomass of *A.fruticosa*

	Ploughed	Chaffed	Mowed	Pasture	Wet Pasture	
Untreated	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ -: $p \geq 0.05$
Ploughed		- 0.9999	- 0.2866	- 0.1993	- 0.2655	
Chaffed			- 0.1718	- 0.1127	- 0.1693	
Mowed				- 0.9999	- 0.9989	
Pasture					- 1	

Za razliku od ovog rezultata, uspoređujući razlike u biomasi ostale vegetacije na pokusnim plohama, ne može se nigdje primijetiti znatna razlika (slika 14. i tablica 4.). Znatno je smanjena jedino biomasa na pašnjaku ako je usporedimo s kontrolnom, tarupiranom i pooranom plohom.

In comparison to this result, there is almost no significant difference between biomass values of the remaining vegetation (Fig. 14 and Tab. 4). Only pasture biomass is decreased significantly when compared to the untreated, chaffed and ploughed versions.



Slika 14. Biomasa ostale vegetacije po četvornom metru
Figure 14. Biomass of other vegetation per square meter

Tablica 4. Pokazatelji biomase ostale vegetacije						
	Orano	Tarupirano	Košeno	Pašnjak	Vlažni pašnjak	
Kontrolna ploha	-	-	-	X	-	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ - : $p \geq 0.05$
Orano	-	-	-	XX	-	
Tarupirano			-	XXX	-	
Košeno				-	-	
Pašnjak					-	

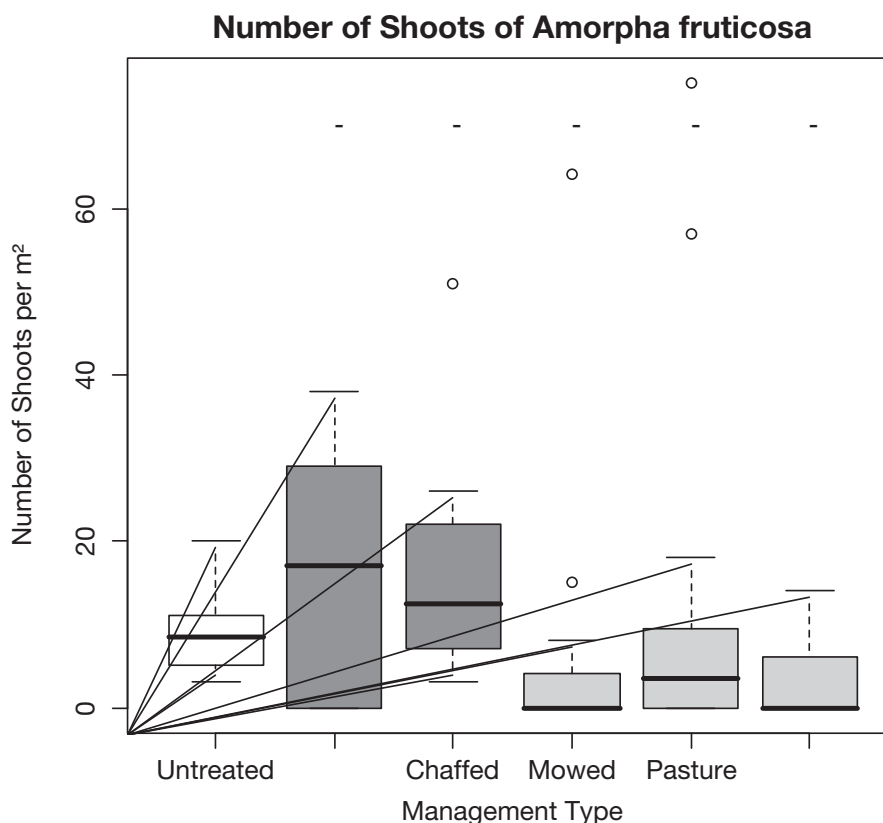
Tab.4 Significances of biomass of remaining vegetation						
	Ploughed	Chaffed	Mowed	Pasture	Wet Pasture	
Untreated	-	-	-	x	-	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ - : $p \geq 0.05$
Ploughed	-	-	-	xx	-	
Chaffed			-	xxx	-	
Mowed				-	-	
Pasture					-	

Broj mladica čivitnjače

Number of *A. fruticosa* shoots

Različite metode suzbijanja nisu rezultirale znatnim varijacijama u smanjenju broja mladica čivitnjače (slika 15. i tablica 5.)

Concerning the reduction of the number of shoots, the different management techniques do not exhibit significant variation (Fig. 15 and Tab. 5).



Slika 15. Broj mladica čivitnjače po četvornom metro
Figure 15. Number of Shoots of *Amorpha fruticosa* per square meter

Tablica 5. Pokazatelji brojnosti mladica čivitnjače

	Orano	Tarupirano	Košeno	Pašnjak	Vlažni pašnjak	
Kontrolna ploha	-	-	-	-	-	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ - : $p \geq 0.05$
Orano		-	-	-	-	
Tarupirano			-	-	-	
Košeno				-	-	
Pašnjak					-	

Tab. 5: Significances of number of shoots of *A. fruticosa*:

	Ploughed	Chaffed	Mowed	Pasture	Wet Pasture	
Untreated	-	-	-	-	-	xxx: $p < 0.001$ xx: $p < 0.01$ $p < 0.05$ - : $p \geq 0.05$
Ploughed		-	-	-	-	
Chaffed			-	-	-	
Mowed				-	-	
Pasture					-	

Ipak, postoji tendencija da je brojnost mladica veća na plohama tretiranim prvi put nego na kontrolnoj plohi, dok su te vrijednosti niže na plohama na kojima se provodi dugoročno suzbijanje (tablica 6.).

However, as a trend the medians of plots disturbed for the first time are higher than those of the untreated stands, while the values of the plots already undergoing long-term management are lower (Tab.6).

Tablica 6. Srednje vrijednosti broja mladica čivitnjače po m²

	Srednja vrijednost (N/m ²)	%
Kontrolna ploha	8,5	100
Orano	17,0	200
Tarupirano	12,5	147
Košeno	0,0	0
Pašnjak	3,5	41
Vlažni pašnjak	0,0	0

Tab. 6: Medians of number of *A. fruticosa* shoots per m²

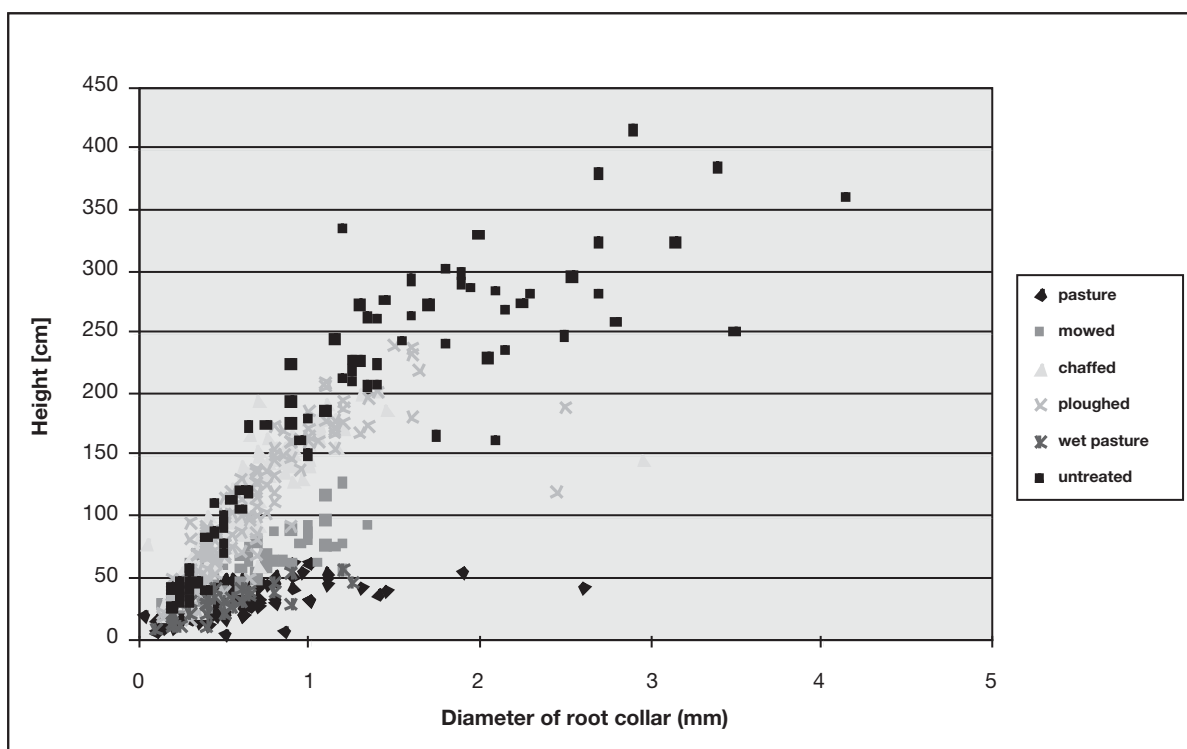
	Median [N/m ²]	%
Kontrolna ploha	8.5	100
Orano	17.0	200
Tarupirano	12.5	147
Košeno	0.0	0
Pašnjak	3.5	41
Vlažni pašnjak	0.0	0

Omjeri visine i promjera čivitnjače

Uz već prikazane rezultate, relativni odnos visine i promjera čivitnjače pokazuje očite razlike između različitih metoda suzbijanja (slika 16.)

Proportion of height and diameter of *A. fruticosa*

Supplementary to the already presented results, the relative proportion of height and diameter of *A. fruticosa* shows obvious differences between the different suppression methods (Fig. 16).



Slika 16. Omjeri visina i promjera čivitnjače
Figure 16. Relation of Height and Diameter of *Amorpha fruticosa*

Najviše i najdeblje biljke rastu na kontrolnoj plohi, ali na plohama na kojima je čivitnjača suzbijana prvi put tarupiranjem ili oranjem, vrijednosti visine i promjera prate istu krivulju kao i one na kontrolnoj plohi. Visine čivitnjače na livadi košanici su niže nego na prethodno spomenutim plohama, ali su na pašnjaku (i vlažnom i suhom) čak i niže za biljke istih promjera.

The highest and thickest plants grow on untreated plots, but on sites where *A. fruticosa* was disturbed for the first time by chaffing or ploughing, height and diameter values follow the same curve as the untreated variant. The height of *A. fruticosa* on the hay meadow is lower than on the aforementioned versions, but on pasture, either wet or dry, it is even lower given plants of equal diameter.

7. RASPRAVA

Metode

Metode mjerenja koje su korištene u ovom istraživanju odabrane su zato što omogućuju i prikaz i analizu problematike u najtočnijem obliku, u kratkom vremenu u kojem je ovaj prvopristupnički rad izrađen. Mjerenje na što je većem mogućem broju pokusnih točaka, izabranih na slučajni način na svakoj pokusnoj plohi, pridonose reprezentativnosti rezultata svakog načina suzbijanja čivitnjače. Ipak, pokusne su plohe bile smještene na području površine od oko 50 ha, pa zato nisu sasvim neovisne. Za generalizaciju rezultata bilo bi potrebno ponoviti ista mjerenja i na drugim područjima. U ovom istraživanju to nije bilo moguće, ponajviše zato što u Lonjskom polju više nema takvih područja na kojima je suzbijanje čivitnjače provedeno na ovakve načine, ali i zbog ograničenog vremena za izradu ovoga rada. Unatoč tomu, postignuti se rezultati mogu smatrati prvim korakom ka konceptu suvremenog načina suzbijanja i uklanjanja čivitnjače u Parku prirode Lonjsko polje primjenom tradicionalnih načina korištenja zemljišta, a u svrhu obnove prirodnih staništa, kao i tipičnog krajobraza poplavne nizine rijeke Save (vidjeti poglavlja 1. i 3.).

Rezultati

Kao što je već rečeno u poglavlju 6., svi načini suzbijanja znatno smanjuju promjer korijena vrata, visinu i biomasu čivitnjače. Između istraživanih metoda suzbijanja ipak postoje razlike, osobito između onih pokusnih ploha na kojima je čivitnjača uništavana prvi put i onih na kojima je suzbijanje provedeno već prije. Nakon tarupiranja i tarupiranja i oranja, čivitnjača se tijekom samo jedne vegetacijske sezone uvelike obnovila. Promjer korijena vrata se obnovio oko 40%, visina do 60%, a biomasa do 20%. Vrijednost biomase čivitnjače na kontrolnoj plohi relativno je niska zbog visokog udjela debelih, drvenastih grana, ali je vrsta ipak dominantna i stvara gustu i neprohodnu sastojinu, visine i preko 2 m. Omjer visine i promjera prati krivulju s kontrolne plohe, ali su biljke s pokusnih ploha mlađe, a time i niže. Visokim vrijednostima biomase ostale vegetacije na plohama pridonose izolirane grupe zlatnice *Solidago* sp. kojoj čivitnjača vjerojatno ne ograničava rast. S obzirom na to da ne postoje znatne razlike između tarupiranja s oranjem i samo tarupiranja, očito je da oranje ne pridonosi suzbijanju čivitnjače, pa ga možemo smatrati ne-

7. DISCUSSION

Methods

The chosen measurement methods were employed as they allow for a description as well as analysis of the topic in the most accurate possible form and within the short time scope of a Bachelor's thesis. The measurement of as many experimental plots as possible chosen at random for each management type should increase representativeness of their description. Nevertheless, those experimental plots were all located within an area of about 50 ha, and are therefore not completely independent. To generalize the results it would be necessary to repeat the same measurements in other areas. This was not possible in this study, primarily because there were no other sites in Lonjsko Polje where *A. fruticosa* had already been suppressed like this, but also due to the limited time frame of the thesis. The impact of *A. fruticosa* on more natural communities of plants like alluvial forests or reed swamps, as well as its influence on biodiversity are beyond the scope of this thesis, and warrant further research. Despite this, the achieved results can be regarded as a first step towards a modern management concept to suppress or remove *A. fruticosa* in the Lonjsko Polje nature park by the utilization of traditional land use methods to restore wildlife habitats as well as the typical landscape of the Sava floodplain (see chapter 1 and 3).

Results

As shown in chapter 6, all management types reduce the diameter of root collar, height and biomass of *A. fruticosa* significantly. Among these management types there are however differences, especially between those plots treated for the first time and those which had already been managed previously. After chaffing and chaffing with ploughing, *A. fruticosa* is able to regenerate significantly within one growing season. Diameter regenerated to about 40 %, height to about 60 % and biomass to about 20%. Although the biomass value is rather low, resulting from the high proportion of thick, woody stems on untreated plots, the species is still dominant and builds dense and pathless stands which are about head high. The relationship between height and diameter follows the curve of the untreated area. Plants on managed sites are only younger, and therefore lower. The high biomass values of other vegetation results from isolated

potrebnim. Dodatno usitnjavanje korijena oranjem nije imalo utjecaj na broj mladih izdanaka jer nema znatne razlike u njihovim vrijednostima.

Čivitnjača je manje dominantna na plohama na kojima je suzbijana nekoliko godina. Izmjerene vrijednosti pojedinih parametara na njima su niže nego na plohama na kojima je čivitnjača suzbijana tarupiranjem i oranjem, ali one se međusobno razlikuju, osobito pašnjak i livada košanica. S obzirom na to da biljke nisu potpuno uništavane, promjeri korijenova vrata slični su onima izmjerenim na plohama na kojima je čivitnjača suzbijana prvi put. Oni su deblji iz godine u godinu, ali je prirast nizak zbog čestih oštećivanja biljke. Ovaj je utjecaj najizraženiji na pašnjaku na kojem se biljke kontinuirano oštećuju, što je rezultiralo i najvećim izmjerenim smanjenjem promjera korijenova vrata od 32%. Ovaj se utjecaj još bolje vidi po vrijednosti visina biljaka, koje su najniže i na vlažnom i na suhom pašnjaku (15%). To je i posljedica ispaše jer goveda uzastopno odgrizaju mlade, zelene dijelove izbojaka. Na livadi košanici biljke nisu tako često oštećivane, ali su košene već četiri uzastopne godine i utjecaj dugoročnog suzbijanja postaje uočljiv kroz izmjerene vrijednosti parametara, a koje su niže od onih izmjerenih na tarupiranim i oranim plohama.

Na plohama na kojima se provodi dugoročno suzbijanje čivitnjače, srednje vrijednosti biomase su gotovo 0, zato što je veći broj pokusnih točaka bio bez čivitnjače. Ipak, broj mladica nije se bitno promijenio. Taj rezultat pokazuje da je vrsta prestala biti dominantna, ali da je i dalje prisutna, postavši dio lokalne biljne zajednice. Na livadi košanici jedinke čivitnjače su manje brojne, ali su deblje i razmjerno visoke, dok su na pašnjaku jedinke brojnije, ali i tanje i niže zbog kontinuirane ispaše. Sveukupno ne postoji znatna razlika biomasa između ta dva načina suzbijanja čivitnjače. Biomasa druge vegetacije na suhom pašnjaku znatno je manja zbog ispaše. Veće vrijednosti su zabilježene na vlažnom pašnjaku zbog nazočnosti vrsta koje zahtijevaju stalnu povećanu količinu vlage u tlu, poput šaševa *Carex* sp. ili običnog sita *Juncus effusus*, a koje stoka najčešće ne pase.

Očito tarupiranje može biti tek početni način suzbijanja čivitnjače kojim će se ukloniti stare i odrvenjele biljke. Dodatno oranje ne stvara dodatnu korist.

Samo se dugoročnim suzbijanjem postiže znatno smanjenje čivitnjače. Ispaša i košnja smanjuju biomasu gotovo na vrijednost 0, ali ispaša uspješnije smanjuje i visinu čivitnjače. Oba načina korištenja zemljišta uspješno suzbijaju čivitnjaču. Ta činjenica omogućuje poljoprivrednicima ili Upravi Parka prirode da se u svrhu suzbijanja čivitnjače vrate tradi-

groups of *Solidago spec.* which were probably never invaded by *A. fruticosa*. As there are no significant differences between chaffing plus ploughing and only chaffing, ploughing does not give any advantage and is therefore considered unnecessary. Coppice has no effect on the number of shoots, as the values do not change significantly.

On the plots where *A. fruticosa* has already been suppressed some years, the species is much less dominant. The measured parameters are all lower than on the chaffed and ploughed versions, but they show differences between one another, especially between pasture and hay meadow. Only the diameter of root collar is close to that of plots managed for the first time, as plants are not completely removed. They can grow thicker every year but the increment is low due to frequent disturbances. This effect seems to be strongest on pasture as plants are damaged permanently, resulting in the greatest diameter reduction to 32 %. This effect is more easily observed with the height values, which are also the lowest on wet and dry pastures (15 %). This is also caused by the cows which feed permanently on the young, green parts of the shoots. On the hay meadow, plants are not disturbed as frequently, but had already been treated for at least four years, thus the effect of long term management becomes apparent, as the parameters are lower than on the chaffed and ploughed versions.

On long-term managed sites the medians of biomass are almost 0, because there is a high number of test plots which are free of *A. fruticosa*. On the other hand, the number of shoots did not change significantly. This shows that the species is no longer dominant but still present, and has become a part of the local plant community. On the hay meadow, it seemed as though the plants were less numerous but thicker, and consisted mainly of higher plants, while on the pasture there are more but thinner and lower plants, because of permanent grazing. Overall there is no significant difference in biomass between those two management types. Biomass of other vegetation on dry pasture is significantly lower due to grazing. The higher values on the wet pasture result from plant species which demand uninterrupted water availability like *Carex spec.* or *Juncus effusus*, which are not commonly eaten by cattle.

Evidently chaffing can only be an initial treatment method to remove old and woody *A. fruticosa* plants. Additional ploughing brings no further advantages.

Only long-term management achieves significant

cionalnom načinu korištenja zemljišta opisanog u poglavlju 3., s mozaičkim rasporedom pašnjaka i livada košanica, tipičnim za poplavnu nizinu rijeke Save te od presudne važnosti za biološku raznolikost. Pretpostavlja se da čivitnjača nikad ne će potpuno nestati s ovog područja. Uz redovito provođenje metoda suzbijanja ona će postati beznačajan dio biljnih zajednica.

U novijoj literaturi moguće je pronaći radove koji se bave širenjem čivitnjače, izborom staništa te iskorištavanjem čivitnjače, ali je rad Spaića iz 1957. godine dosad jedini koji se bavi suzbijanjem te invazivne vrste u Europi. Dakle, ovaj se rad može smatrati i prvim korakom u popunjavanju praznine u istraživanjima na ovu temu. Unatoč tomu, daljnja istraživanja su prijeko potrebna, osobito ona o dugoročnim promjenama na plohama na kojima se suzbijanje obavlja, a važno je i uspostaviti dugoročno praćenje stanja.

Pretpostavke o visokoj hranidbenoj vrijednosti lišća čivitnjače, koje su postavili DeHaan i sur. (2006.), potvrđene su prikazanim podacima s pašnjaka na kojem je goveda redovito pasu. Zato se za strategiju suzbijanja čivitnjače predlaže kombinacija uništavanja i korištenja jer se ta invazivna vrsta ne može ukloniti samo košenjem ili samo ispašom.

reduction of *A. fruticosa*. Both grazing and mowing decrease biomass to a level close to zero, but height is reduced more efficiently on pastures. Nevertheless, both forms of land use succeed in reducing *A. fruticosa* effectively. This allows the farmers or the park authorities to return to the traditional land use system described in chapter 3, with a patchwork design of pasture and hay meadows, already typical for the Sava floodplain and of major importance to biodiversity. But it is to be assumed that *A. fruticosa* will never disappear completely. It will, however, become an insignificant part of the plant community as long as management methods are continued.

In current literature, some articles can be found concerning the spread, habitat requirements and use of *A. fruticosa*, but the work of Spaic from 1957 is the only publication dealing with the suppression of the alien species in Europe. The here presented thesis can therefore be considered a first step towards closing the gap in the research existing on this topic. Despite this, further research is urgently necessary, especially on the long-term development of managed plots, which is an important topic that must be monitored.

The hints of DeHaan et al. (2006) concerning the high forage quality of the leaves of *A. fruticosa* are confirmed by the presented results from pastures, as cattle feed on the plants. Therefore the proposed management strategy is a combination of suppression and utilization, as the invasive species could not yet be exterminated completely by grazing or mowing.

8. ZAKLJUČNE PREPORUKE ZA DALJNJE UPRAVLJANJE

Kao krajnji rezultat ovoga rada, u nastavku se opisuje strategija upravljanja područjima zaraslim u čivitnjaču, a koju Uprava Parka prirode može primijeniti u svrhu suzbijanja te invazivne strane vrste. Prvi korak u suzbijanju mora biti tarupiranje starih i odrvenjelih sastojina čivitnjače u rano proljeće kako bi se uklonila drvenasta komponenta sastojine. Nakon što se krajem ljeta biljke obnove, trebalo bi ispitati učinak još jednog tarupiranja. To nije bilo moguće provesti u okvirima ovoga rada. Zatim treba intenzivno primijeniti već iskušane dugoročne načine suzbijanja, bilo košnju, bilo ispašu. Oba načina snažno smanjuju dominaciju vrste, ali je ne mogu posve ukloniti. Zato je važno da se tretiranja primjenjuju bez prekida, jer valja pretpostaviti da će se inače čivitnjača brzo regenerirati.

Ostaje nada da su sada, uz Upravu Parka prirode Lonjsko polje, i druge za ovu problematiku zadužene institucije u balkanskim državama svjesnije problema koje stvara čivitnjača i da će započeti s aktivnostima usmjerenim na sprječavanje njezina daljnjeg širenja kao i njezina suzbijanja na područjima koje je ta invazivna vrsta zaposjela.

8. CONCLUDING RECOMMENDATION FOR A MANAGEMENT STRATEGY

As the final result of this thesis, the following management strategy can be used by the park authorities to suppress the alien invasive species *A. fruticosa*. The first step in fighting the dominance of the species must be chaffing old *A. fruticosa* stands in spring to remove the woody components. After regeneration of the plants in late summer, the effect of chaffing a second time should be tested. This could not be done within the scope of this thesis. Currently long-term management has to be initiated forcefully, and can consist of either grazing or mowing. Both variants reduce the dominance of the species strongly, but cannot remove it completely. Therefore it is important that the treatments are applied in an uninterrupted manner, as it can be assumed that *A. fruticosa* would otherwise regenerate rapidly.

It is the hope that now not only the park authorities of Lonjsko Polje, but also other administrative authorities in the Balkan States achieve an increased awareness of the problem concerning *Amorpha fruticosa*, and begin to take action to contain the spread of the species as well as break its dominance in regions which have already been invaded.

9. LITERATURA/REFERENCES

- ALLEN, O. N., ALLEN, E. K. (1981): The Leguminosae – A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulation: 42-43, Madison.
- BIRD LIFE INTERNATIONAL (2009): Important Bird Area factsheet - Lower Sava River, Croatia. - <http://www.birdlife.org/datazone/sites/index.html?action=Sit+HTM+Details.asp&sid=3595&m=0>, 23.7.2009.
- BLOTZHEIM, G. von (Hrsg. 2001): Handbuch der Vögel Mitteleuropas auf CD-Rom: 15718 S., Wiebelsheim.
- D'AURIA, G., ZAVAGNO, F. (1998): Alien plants and protected areas: synecology and dynamics of *Amorpha fruticosa* L. in the Po Valley (Northern Italy). – Arch. Geobot. 4 (1): 131–136.
- DeHAAN, L., EHLKE, N., SHEAFFER, C., WYSE, D., DeHAAN, R. (2006): Evaluation of diversity among North American accessions of false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) for forage and biomass. – Genetic Resources and Crop Evolution 53: 1463-1476.
- DORMANN, C., KÜHN, I. (2004): Angewandte Statistik für die biologischen Wissenschaften. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle.
- GIGON, A., WEBER, E. (2005): Invasive Neophyten in der Schweiz – Lagebericht und Handlungsbedarf. – http://www.lawa.lu.ch/neoph_bericht_gigon_weber_2005.pdf, 27.01.2009.
- GREAT PLAINS FLORA ASSOCIATION, MCGREGOR, R. L. (Hrsg., 1986): Flora of the Great Plains: 418-419, Lawrence.
- HEGI, G. (1960): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band IV 3. Teil: 1385-1386, München.
- LÖFFL, C. (1999): Multitemporäre Satellitenbild-Auswertung zur Ermittlung von Vegetationseinheiten in den Save-Auen (Kroatien) und Ableitung von landschafts-ökologischen Veränderungen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystem (GIS) – Dipl.-Arb. Universität Regensburg: 154 S., Regensburg.
- LPNPPS (EECONET ACTION FUND, LONJSKO POLJE NATURE PARK PUBLIC SERVICE, EURONATUR, Hrsg. 1999): Final Report - Project Sava Wetlands - Spoonbill Colony Krapje Đol: 23 S., Jasenovac.
- PLOETZ, K. (2008): Der grosse Ploetz – Die Enzyklopädie der Weltgeschichte: 1989 S., Göttingen.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2006): R - A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. www.r-project.org.
- SAVE HEAD OFFICE (2006): Traditionelle Agrar-Ökosysteme. - SAVE eNews 2006/1: 2 - http://www.save-foundation.net/deutsch/PDF/news/SAVE_eNews_D1_06.pdf, 24.07.2009.
- SCHNEIDER-JACOBY, M., ERN, H. (1990): Save-Auen, Vielfalt durch Überschwemmung. Radolfzell.
- SCHNEIDER-JACOBY, M., GEBAUER, B., TALKER, H., FREUDENREICH, J. (2003): Räumliches Konzept für die touristische Entwicklung der Region Lonjsko Polje/Posavina – Regionaler Tourismus Masterplan. - <http://www.euronatur.org/Tourismusentwicklung-erhaelt-alt.911.0.html>, 23.07.2009.
- SKEW (SCHWEIZERISCHE KOMMISSION FÜR DIE ERHALTUNG VON WILDPFLANZEN, Hrsg. 2006): Invasive gebietsfremde Pflanzen – Bedrohung für Natur, Gesundheit und Wirtschaft, Art der Watch-Liste *Amorpha fruticosa* L., Infoblatt. - http://www.cps-skew.ch/deutsch/inva_amor_fru_d.pdf, 20.11.2008.
- SPAIC, I. (1957): Control of *Amorpha fruticosa* by herbicides. – Sumarski List 81 5/6: 216-222.
- SZENTESI, A. (1999): Predispersal seed predation of the introduced false indigo, *Amorpha fruticosa* L. in Hungary. – Acta Zoologica Academiae Hungaricae 45 (2): 125 –141.
- TUCOVIĆ, A., ISAJEV, V., ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ (2004): Secondary range and ecophysiological characteristics of *Amorpha fruticosa* L. in Serbia. - Bulletin of the Faculty of Forestry, Beograd 89: 223-230.
- TUDA, M., SHIMA, K., JOHNSON, C., MORIMOTO, K. (2001): Establishment of *Acanthoscelides pallidipennis* (Coleoptera: Bruchidae) feeding in seeds of the introduced legume *Amorpha fruticosa*, with a new record of its *Eupelmus* parasitoid in Japan. – Appl. Entomol. Zool. 36 (3): 269-276.
- TUTIN, T., HEYWOOD, V., BURGESS, N., MOORE, D., VALENTINE, D., WALTERS, S., WEBB, D. (1992): Flora Europaea - Vol. 2: 127, Cambridge.
- WANG, E., BERKUM, P., SUI, X., BEYENE, D., CHEN, W., MARTÍNEZ-ROMERO, E. (1999): Diversity of rhizobia associated with *Amorpha fruticosa* isolated from Chinese soils and description of *Mesorhizobium amorphae* sp. nov.. – International Journal of Systematic Bacteriology 49: 51-65.

- <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?2937#link>, 20.11.2009.
- <http://www.euronatur.org/EuroNatur-Projekte-in-den-Save-A.912.0.html#c5601>, 23.07.2009
- <http://www.ildis.org/LegumeWeb?sciname=Amorpha+fruticosa#3>, 20.11.2009.
- http://www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/iucnmed/iucn_med_programme/species/invasive_species/index.cfm, 27.01.2009.
- <http://www.klimadiagramme.de/Europa/zagreb.html>, 30.01.2009.
- <http://www.plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=Amorpha+fruticosa&mode=sciname&submit.x=12&submit.y=8#wildlife>, 20.11.2009.
- http://www.pp-lonjsko-polje.hr/Lonjsko_polje_english/Nasa_povijest_en.htm, 31.01.2009.
- http://www.pp-lonjsko-polje.hr/Lonjsko_polje_english/Tko_jet_koen.htm, 31.01.2009.
- http://www.wildflower.org/plants/result.php?id_plant=AMFR, 20.11.2009.

10. IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj prvopristupnički rad moj osobni rad i da, koliko mi je poznato, ne sadržava prethodno objavljene podatke ili one koji se znatnije preklapaju s podacima objavljenim u drugim radovima za stjecanje bilo kojeg znanstvenog stupnja na nekoj instituciji, osim onih koje sam naveo u tekstu.

10. DECLARATION OF ORIGINALITY

I declare that this thesis is my own work and that, to the best of my knowledge, it contains no material previously published, or substantially overlapping with material submitted for the award of any other degree at any institution, except where due acknowledgment is made in the text.

