HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
ZNANSTVENO VIJEĆE ZA POLJOPRIVREDU I ŠUMARSTVO
ZNANSTVENO VIJEĆE ZA ZAŠTITU PRIRODE

ZBORNIK RADOVA SA
ZNANSTVENOG SKUPA

ŠUMARSTVO I POLJOPRIVREDA HRVATSKOG SREDOZEMLJA NA PRAGU EUROPSKE UNIJE

Zagreb, 2013.

ŠUMARSTVO I POLJOPRIVREDA HRVATSKOG SREDOZEMLJA NA PRAGU EUROPSKE UNIJE

FORESTRY AND AGRICULTURE OF THE CROATIAN MEDITERRANEAN ON THE THRESHOLD OF THE EUROPEAN UNION

Urednici / *Editors*

Akademik Igor Anić
Akademik Franjo Tomić
Akademik Slavko Matić

HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
ZNANSTVENO VIJEĆE ZA POLJOPRIVREDU I ŠUMARSTVO
ZNANSTVENO VIJEĆE ZA ZAŠTITU PRIRODE

THE CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AGRICULTURE AND FORESTRY
SCIENTIFIC COUNCIL FOR ENVIROMENTAL PROTECTION

ZBORNIK RADOVA SA ZNANSTVENOG SKUPA

ŠUMARSTVO I POLJOPRIVREDA HRVATSKOG SREDOZEMLJA NA PRAGU EUROPSKE UNIJE

PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC SYMPOSIUM

FORESTRY AND AGRICULTURE OF THE CROATIAN MEDITERRANEAN ON THE THRESHOLD OF THE EUROPEAN UNION

Zagreb, 2013.

Suorganizatori / *Co-organizers*

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske
Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske
Akademija šumarskih znanosti
Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split
Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč

Potpora / *Sponsors*

Hrvatske šume d.o.o. Zagreb
Hrvatsko šumarsko društvo
Hrvatska poljoprivredna komora
Splitsko-dalmatinska županija
Grad Split

Predsjednik Organizacijskog odbora
Chairman of the Organising Board

Akademik Slavko Matić

Članovi / *Members*

Akademik Franjo Tomić
Akademik Igor Anić
Prof. dr. sc. Milan Oršanić
Prof. dr. sc. Davor Romić
Prof. dr. sc. Tajana Krička
Prof. dr. sc. Ivica Tikvić
Dr. sc. Slavko Perica
Dr. sc. Vlado Topić
Izv. prof. dr. sc. Neven Voća
Dr. sc. Đordano Peršurić
Ivan Melvan, dipl. inž. šum.

Tajnica / *Secretary*

Nena Bogdanić

PROSLOV

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo te Znanstveno vijeće za zaštitu prirode) organizirala je 13. – 14. listopada 2011. godine znanstveni skup *Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Europske unije*. Rad na znanstvenom skupu odvijao se u dvije sekcije.

Tema prve sekcije bila je *Gospodarska i općekorisna vrijednost šuma hrvatskog Sredozemlja*. Svrha je bila ukazati na potencijale i vrijednosti šumskih ekosustava koji se prostiru na gotovo polovici ukupne površine šuma i šumskih zemljišta Republike Hrvatske. S druge strane, nijedno područje nije tijekom naše povijesti bilo pod tolikim antropogenim utjecajem kao sredozemno. Zato nam je namjera bila – upravo u godini u kojoj je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti proslavila 150. rođendan i koju je UN proglasio Godinom šuma – progovoriti o vjerojatno najugroženijim šumskim ekosustavima u našoj zemlji, njihovoj prošlosti, a posebice o sadašnjosti i budućnosti. Ciljevi Šumarske sekcije bili su prezentirati znanstvenoj i stručnoj javnosti gospodarske i općekorisne posebnosti i vrijednosti šuma hrvatskog Sredozemlja, mogućnosti strateškog planiranja u odnosu na šume i šumska zemljišta hrvatskog Sredozemlja, važnost provedbe načela višenamjenske progresivne potrajnosti u Sredozemlju te najveće ugroze šuma hrvatskog Sredozemlja i postupke za poboljšanje stanja.

Tema druge sekcije bila je *Stanje i smjernice razvoja poljoprivrede na jadranskome području*. Poljoprivreda jadranskog područja (uključujući prostore Dalmacije, Istre i otokā) velika je gospodarska vrijednost Hrvatske. Na tim prostorima postoje povoljni prirodni uvjeti i bogato iskustvo u proizvodnji raznolikih poljoprivrednih kultura, uzgoju određenih domaćih životinja i razvoju ribarstva. Posebno je bitno, u ovom vremenu pristupanja Hrvatske Europskoj uniji, definirati stanje u poljoprivredi općenito i pomoći u određivanju korisnih smjernica za razvoj hrvatske poljoprivrede s naglaskom na mjere razvoja i ostvarivanje potrebnih ciljeva poljoprivredne proizvodnje na jadranskome području.

Prvi dan znanstvenog skupa, 13. listopada 2011., izneseni su referati i održana je rasprava u Zavodu za znanstveni i umjetnički rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Splitu (Palača Milesi). Drugi dan znanstvenog skupa, 14. listopada 2011., organizirane su znanstvene ekskurzije na otok Brač koje su tematski bile povezane s temama skupa.

Na znanstvenom skupu izneseno je 29 referata, od čega 14 u Šumarskoj te 15 u Poljoprivrednoj sekciji. U ovom zborniku tiskani su radovi proizišli iz izloženih referata, a koje su autori pripremili za objavu. Radove su recenzirali mjerodavni znanstvenici koje je odredio Razred za prirodne znanosti Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i priređeni su za tisak redoslijedom izlaganja na znanstvenom skupu.

Na kraju zbornika priređeni su zaključci sa znanstvenog skupa koji su proizišli iz izlaganjā i rasprave na plenarnom zasjedanju.

Iskazujemo duboku zahvalnost svim sudionicima skupa, njegovim organizatorima i suorganizatorima, a posebice autorima radova te recenzentima, bez kojih ovaj zbornik ne bi bilo moguće tiskati.

Urednici

PREFACE

The scientific conference entitled *Forestry and Agriculture of the Croatian Mediterranean on the Threshold of the European Union* was organized by the Croatian Academy of Sciences and Arts (Scientific Council for Agriculture and Forestry and Scientific Council for Nature Conservation) 13–14 October 2011. The work at the symposium was organized in two sections.

The topic of the first section was *Market and Non-Market Importance of the Forests of the Croatian Mediterranean.* The goal was to indicate the potentials and values of forest ecosystems, which cover almost one half of the total forest and forestland area in the Republic of Croatia. On the other hand, no region in the entire history of Croatia has been subjected to so much anthropogenic pressure as the Mediterranean area. This is the reason why we decided to address the past, the present and the future of probably the most endangered forest ecosystems in our country in the same year in which the Croatian Academy of Sciences and Arts celebrated its 150th anniversary and which was declared the International Year of Forests by the UN. The objective of the Forestry Section was to present to the scientific and expert public the commercial and non-commercial characteristics and values of the forests of the Croatian Mediterranean, the possibilities of strategic planning in relation to forests and forestland of the Croatian Mediterranean, the importance of implementing the principles of multi-purpose progressive sustainability in the Mediterranean region, the most important threats to the forests of the Croatian Mediterranean, and the procedures for improving the condition.

The topic of the second section was *The Condition and Guidelines for the Development of Agriculture in the Adriatic Region*. Agriculture in the Adriatic area (including Dalmatia, Istria and the islands) represents an important economic asset of Croatia. In addition to the exceptionally favourable natural conditions, there is also rich experience in the production of diverse agricultures, cultivation of certain domestic animals and development of fishing. In the period of Croatia's accession to the European Union, it is particularly important to define the status of agriculture in general, as well as to help lay down useful guidelines for the development of the Croatian agriculture, with particular focus on the development measures and the realisation of the goals of agricultural production in the Adriatic area.

On the first conference day, October 13, 2011, the papers were presented and a discussion was held at the Institute for Scientific and Artistic Work of the Croatian Academy of Sciences and Arts in Split (the Milesi Palace). On the second conference day, October 14, 2011, a scientific excursion was organized to the island of Brač, which was thematically related to the conference topics.

A total of 29 papers were presented, of which 14 were in the forestry and 15 in the agricultural section. The Proceedings contain articles that the authors prepared for publication from the presented papers. The articles were reviewed by competent scientists nominated by the Department of Natural Sciences of the Croatian Academy of Sciences and Arts and prepared for publication in the order in which they were presented at the conference.

The conclusions of the scientific conference arising from the reports and discussions at the plenary session are given at the end of the Proceedings.

We express our deepest gratitude to all the participants in the conference, its organizers and co-organizers, and particularly to the authors and reviewers, without whom it would have been impossible to publish these Proceedings.

Editors

Šumarska sekcija:

GOSPODARSKA I OPĆEKORISNA VRIJEDNOST ŠUMA HRVATSKOG SREDOZEMLJA

Forestry Section:

MARKET AND NON-MARKET IMPORTANCE OF THE FORESTS OF THE CROATIAN MEDITERRANEAN

FITOCENOLOŠKA ANALIZA ŠUMA HRASTA CRNIKE S CRNIM JASENOM *(FRAXINO ORNI-QUERCETUM ILICIS* HORVATIĆ /1956/ 1958) U REPUBLICI HRVATSKOJ

PHYTOCOENOLOGICAL ANALYSIS OF THE FORESTS OF HOLM OAK WITH MANNA ASH (FRAXINO ORNI-QUERCETUM ILICIS HORVATIĆ /1956/ 1958) *IN THE REPUBLIC OF CROATIA*

Dario Baričević, Irena Šapić, Anton Leš

Sažetak

U radu su analizirane fitocenološke snimke šume hrasta crnike s crnim jasenom *(Fraxino orni-Quercetum ilicis*) radi jasnijeg definiranja te zajednice i njezina odnosa spram drugih crnikovih zajednica te upotpunjavanja vegetacijske slike crnikovih šuma u Hrvatskoj. Ukupno je analizirano 214 fitocenoloških snimaka iz različitih asocijacija u kojima je hrast crnika temeljna vrsta. Provedena je numerička analiza svih snimaka programskim paketom *SYNTAX 2000.* Za opis ekoloških uvjeta upotrijebljene su ekoindikacijske vrijednosti prema Pignattiju (2005), a srednje vrijednosti za pojedine snimke i grupe snimaka izračunate su pomoću programa *JUICE 6.3.* Usporedbe ekoindikatorskih čimbenika pojedinih skupina rađene su programom *STATISTICA 8.0.* Provedene multivarijantne statističke analize te analize flornoga sastava šume hrasta crnike s crnim jasenom pokazale su jasno izdvajanje asocijacije *Fraxino-orni-Quercetum ilicis* Horvatić (1956, 1958) od drugih asocijacija u kojima je temeljna vrsta hrast crnika. Na osnovi dosadašnjih spoznaja drugih autora te ovdje provedenih detaljnih analiza asocijacije *Fraxino-orni-Quercetum ilicis* uz subasocijaciju *typicum,* koja je karakteristična za srednji i južni dio areala pridolaska, u sjevernom dijelu areala razvijena je i subasocijacija *carpinetosum orientalis* Baričević i Šapić 2011. Ona je karakterizirana znatnim udjelom listopadnih flornih elemenata te povoljnijim sinekološkim uvjetima s vrstama koje indiciraju nešto skiofilnija, hladnija, kontinentalnija, vlažnija i bogatija staništa od tipičnih crnikovih šuma s crnim jasenom. Provedena istraživanja važan su prilog poznavanju sastava i raščlanjenosti šuma hrasta crnike u Republici Hrvatskoj te su osnova za uspješnije gospodarenje i vrednovanje.

Ključne riječi: fitocenološka analiza; *Fraxino orni-Quercetum ilicis*; Hrvatska; ekoindikatorske vrijednosti; makija; *carpinetosum orientalis.*

UVOD / *INTRODUCTION*

Šume hrasta crnike posebna su vrijednost i zanimljivost u vegetacijskoj slici Republike Hrvatske. Na osnovi dosadašnjih spoznaja o crnikovim šumama u nas (Beck 1901, Adamović 1929, Anić 1945, 1958, Horvatić 1963a i b, Trinajstić 1965, 1967 – 1968, 1982, 1985, 1986, 1987, 1990, 1995a i b, 1997, 1998a i b, 2007, Šegulja 1970, Šugar 1970, 1978, 1983, 1984, Cestar i dr. 1973, Matić i dr. 1976, Trinajstić i Šugar 1976, Hećimović 1982, Trinajstić i Kamenjarin 1997, 1998, Franjić i dr. 2002, Pandža i dr. 2004, Vukelić i dr. 2008, Pandža i Krpina 2010, Baričević i Šapić 2011 te Vukelić i dr. 2011) u radu je prvi put prikazana sintetska razrada i numerička analiza 214 izvornih fitocenoloških snimaka šumskih sastojina u kojima je temeljna vrsta hrast crnika.

U svezi s time dobro je dati kratak pregled šumskih zajednica u kojima je glavna vrsta hrast crnika u našem području Mediterana. Šume hrasta crnike pridolaze u mediteranskoj regiji, i to u mediteransko-litoralnom i montanskom pojasu (Trinajstić 1986). Mediteransko-litoralni pojas obuhvaća veći dio otokā, srednju i južnu Dalmaciju te usko priobalno područje. Tu uspijevaju čiste i mješovite šume hrasta crnike s mnogim degradacijskim površinama. Najznačajnije asocijacije eumediteranske zone jesu šume hrasta crnike s mirtom (*Myrto-Quercetum ilicis* /Horvatić 1956/ Trinajstić 1985) i hrasta crnike s crnim jasenom (*Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/ 1958), dok hemimediteranskoj zoni mediteransko-montanskog vegetacijskog pojasa pripadaju šume crnike i crnoga graba (*Ostryo-Quercetum ilicis* Trinajstić /1965/ 1974).

Šuma hrasta crnike s mirtom najtermofilnija je crnikova zajednica u kojoj uspijevaju samo vazdazelene vrste. Raste osobito na otocima od Unija i jugozapadnoga dijela Lošinja na sjeveru do Lokruma, Lastova, Bobare i Mrkana na jugu, izuzevši sjeveroistočne (hladnije) padine Ugljana i Pašmana te više dijelove Hvara, Visa, Korčule, Mljeta i poluotoka Pelješca. Šuma hrasta crnike i crnoga jasena najprošireniji je klimatogena zajednica eumediteranske zone. Prostire se od južne i jugozapadne Istre preko Lošinja, južnih dijelova Cresa, Raba, Paga i Murtera te dalje kopnom od Zadra do Prevlake. Prema istraživanjima (Trinajstić 1990, 1995b), pridolazi i na otocima Braču i Mljetu, gdje zauzima uglavnom hladnije položaje ponajprije sjevernih ekspozicija u litoralnom pojasu, te na otoku Šipanu (Hećimović 1982). U području rasprostiranja te zajednice temperature su nešto niže od prethodne, ali je i veća količina oborina s nešto povoljnijim rasporedom ljeti. To omogućuje da uz vazdazelene vrste iz reda *Quercetalia ilicis* uspijevaju i listopadne vrste pretežno iz reda *Quercetalia pubescentis*.

U višim dijelovima jadranskih otoka, u hladnijim i vlažnijim uvjetima, raste šuma hrasta crnike i crnoga graba, od Cresa na sjeveru do otoka Korčule i poluotoka Pelješca na jugu. Najsjeverniji nalaz zajednice u Hrvatskoj jest u okolici Rijeke (Trinajstić 1998b).

U okviru zajednica u kojima je temeljna vrsta hrast crnika u novije vrijeme opisana je i mješovita šuma crnike i bjelograba (*Carpino orientali-Quercetum ilicis* Trinajstić 2007). To je rijetka zajednica crnike u kojoj najvažniju ulogu ima bijeli grab (*Carpinus orientalis*) uz niz tipičnih listopadnih elemenata značajnih za medunčeve šume, dok je crni jasen rijedak. Otkrivena je i proučena u jugozapadnom dijelu otoka Krka u uvali Valbiska (Trinajstić 2007).

Pri tome su u ovome radu posebno detaljno analizirane fitocenološke snimke šume hrasta crnike s crnim jasenom (slika 1) radi jasnijeg definiranja te zajednice i njezina odnosa spram drugih crnikovih zajednica te upotpunjavanja vegetacijske slike crnikovih šuma u Hrvatskoj.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA
MATERIALS AND METHODS

U radu je ukupno analizirano 214 fitocenoloških snimaka iz različitih asocijacija u kojima je hrast crnika temeljna vrsta. Tako su u bazu podataka *Turboveg* (Hennekens i Schaminéé 2001) unesene snimke: Horvatić (1963a) s Raba, Visa, Velikog Bri-



Slika 1. Kompleks crnikovih šuma s crnim jasenom uz obalu Istre
Figure 1 *Complex of forests of holm oak with manna ash along the coast of Istria*

juna i Lokruma, Trinajstić (1965) s Cresa, Trinajstić (1967 – 1968) s Lastova, Trinajstić i Šugar (1976) iz zapadne Istre, Matić i dr. (1976) s Raba, Trinajstić (1977) s Hvara, Hećimović (1982) sa Šipana, Trinajstić (1982) s Cresa, Brača, Hvara i Visa, Trinajstić (1990) s Brača, Trinajstić (1995a) iz istočne Istre, Trinajstić (1995b) s Mljeta, Trinajstić i Kamenjarin (1997) s Kozjaka kod Splita, Trinajstić (1997) s Cresa, Trinajstić (1998) iz okolice Rijeke, Trinajstić i Kamenjarin (1998) s Čiova, Franjić i dr. (2002) s poluotoka Oštrica, Pandža i dr. (2004) s Murtera, Trinajstić (2007) s Krka, Pandža i Krpina (2010) s Vrgade te Baričević i Šapić (2011) s područja zapadne i južne Istre.

Nakon toga provedena je numerička analiza svih snimaka programskim paketom *SYN-TAX 2000* (Podani 2001) koji se primjenjuje za multivarijantne analize u taksonomiji i sinekologiji. Pri tome smo se u ovome radu poslužili klasterskom analizom *(Cluster analysis)* kao jednom od osnovnih metoda multivarijantne statističke analize. Za opis ekoloških uvjeta (osvijetljenost, toplina, vlažnost, reakcija tla i hraniva) upotrijebljene su ekoindikacijske vrijednosti prema Pignattiju (2005), a srednje vrijednosti za pojedine snimke i grupe snimaka izračunate su pomoću programa *JUICE 6.3* (Tichy 2002). Usporedbe ekoindikatorskih čimbenika pojedinih skupina rađene su programom *STATISTICA 8.0* (StatSoft Inc. 1984 – 2008). Kruskal-Wallisovim testom određeni su čimbenici prema kojima se signifikantno razlikuju pojedine grupe.

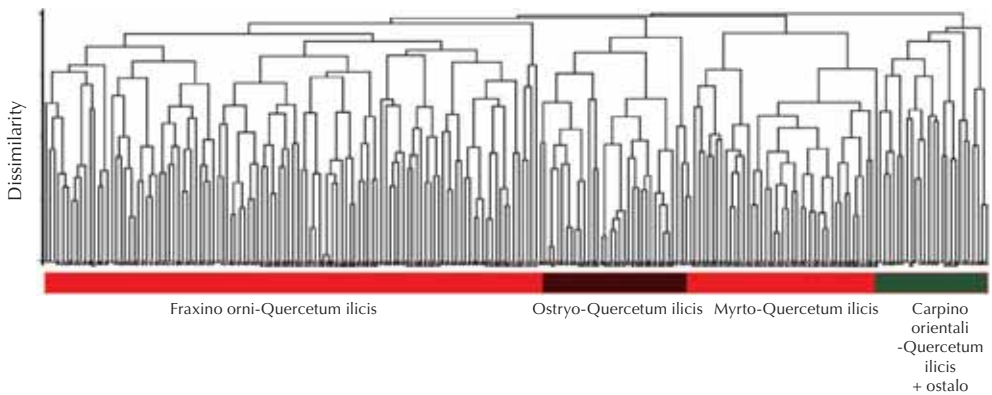
Znanstveni nazivi biljnih vrsta usklađeni su prema internetskom izvoru – *Flora Croatica Database* (Nikolić 2012). Upotrijebljeni nazivi šumskih zajednica (asocijacija) usklađeni su s međunarodnim kodeksom fitocenološke nomenklature (Weber i dr. 2000).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA
RESULTS AND DISCUSSION

U svezi s postavljenim ciljevima istraživanja, a prema unaprijed opisanoj metodici, izvršena je klasična i statistička multivarijantna analiza i usporedba 214 fitocenoloških snimaka. Pri tome su sve primijenjene klasterske metode *(Single linkage, Complete linkage, Average linkage method* i *Increment sum of squares method)* pokazale vrlo slične rezultate i iste opće zakonitosti te se jasno razlikuju četiri glavne skupine snimaka (slika 2). Provedena analiza flornoga sastava pokazuje da one predstavljaju četiri već opisane asocijacije hrasta crnike. Takvo grupiranje snimaka potvrđuje i analiza dobivena multidimenzioniranim skaliranjem – *Principal coordinates analysis,* te je u skladu s rezultatima dobivenim klasičnom sintetskom razradom. Uslijed ograničenosti prostorom i vrlo sličnih rezultata prikazan je samo dendrogram izrađen klasterskom analizom – *Complete linkage.*

Uočeno je i da se manji dio fitocenoloških snimaka koje su opisali pojedini autori kao jedna asocijacija javljaju u okviru skupine drugih asocijacija (npr. dio snimaka s Murtera opisanih kao *Myrto-Quercetum ilicis* te dio snimaka s Kozjaka, Brača i Mljeta

opisanih kao *Ostryo-Quercetum ilicis* pridolazi u okviru klastera *Fraxino orni-Quercetum ilicis*, a sličnih primjera ima u okviru drugih klastera). Takve primjere potrebno je, svakako, detaljnije istražiti i bit će obuhvaćeni u okviru buduće cjelokupne obrade crnikovih šuma u Republici Hrvatskoj. No, oni upućuju i na to da je pogled na vegetaciju nešto drugačiji i potpuniji kada se analizira veći broj fitocenoloških



Slika 2. Dendrogram izrađen klasterskom analizom – *Complete linkage*

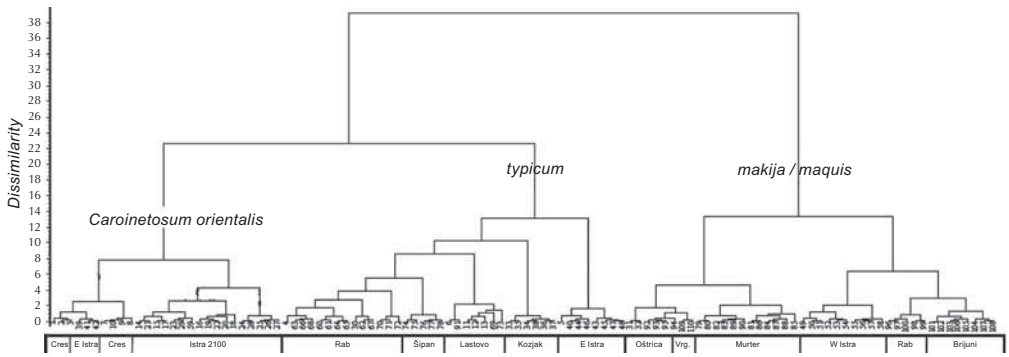
Figure 2 *Dendrogram constructed with cluster analysis* – Complete linkage

snimaka na cjelokupnom području pridolaska određene asocijacije nego kada smo ograničeni na manja područja istraživanja ili manji broj vlastitih snimaka.

U svezi s jasnijim definiranjem crnikovih šuma u okviru asocijacije *Fraxino orni-Quercetom ilicis* izvršena je daljnja multivarijantna analiza 110 fitocenoloških snimaka koje su prema prvoj analizi pridružene ovoj asocijaciji. Izvršene klasterske analize *(Complete linkage* i *Increment sum of squares method)* te analiza dobivena multidimenzioniranim skaliranjem – *Principal coordinates al nalysis* – pokazale su iste opće zakonitosti. Tako se jasno odvajaju dvije skupine snimaka s po dvije podskupine (slika 3). Da bismo mogli jasno definirati što predstavlja pojedina skupina i podskupine, provedena je detaljna analiza flornoga sastava svih fitocenoloških snimaka. Ona je pokazala da prvoj skupini snimaka pripadaju dobro razvijene šumske sastojine hrasta crnike, dok drugoj skupini pripadaju sastojine u obliku više ili niže makije šuma hrasta crnike.

Daljnja analiza pokazala je da prva podskupina prve skupine snimaka predstavlja sastojine hrasta crnike i crnoga jasena iz Istre te otoka Cresa u kojima se u većoj mjeri javljaju listopadni elementi, dok druga skupina predstavlja tipične sastojine hrasta crnike i crnoga jasena s otoka Raba, Šipana, Lastova te s područja Kozjaka kod Splita i istočne Istre.

To je vrlo dobro vidljivo i iz flornoga sastava koji karakterizira te tipove sastojina hrasta crnike i crnoga jasena (tablica 1). Tako prvi tip sastojina, uza svojstvene i razlikovne vrste asocijacije *Fraxino orni-Quercetum ilicis* te pridajuće sveze reda i



Slika 3. Dendrogram izrađen klasterskom analizom – *Increment sum of squares method*

Figure 3 *Dendrogram constructed with cluster analysis – Increment sum of squares method*

razreda, u velikoj mjeri karakteriziraju elementi iz susjednih medunčevih šuma s bijelim grabom (*Querco-Carpinetum orientalis*). To su u sloju drveća i grmlja listopadne vrste *Carpinus orientalis, Quercus pubescens, Acer monspessulanum, Ligustrum vulgare, Cornus mas, Acer campestre, Sorbus domestica, Euonymus europaea* te u sloju prizemnoga raslinja vrste *Sesleria autumnalis, Carex halleriana, Brachypodium sylvaticum* i *Carex flacca*. S druge strane, tipične šume hrasta crnike i crnoga jasena karakterizira veći udio vazdazelenih vrsta toplijih i suših staništa srednjeg i južnog dijela areala pridolaska tih šuma. To su prije svega u sloju drveća i grmlja vrste *Phyllirea latifolia, Arbutus unedo, Erica arborea, Lonicera implexa, Pistacia lentiscus, Olea europaea, Myrtus communis, Phyllirea media* i dr. te u sloju prizemnoga raslinja *Cyclamen repandum, Cistus salvifolius* i dr. Iz tablice 1 vidljivo je i da crnikove šume s crnim jasenom u obliku makije pokazuju puno veću sličnost s tipičnom šumom hrasta crnike i crnog jasena uz određene razlike koje se odnose na visinsko izjednačavanje sloja drveća i grmlja te veći udio vrsta *Pinus halepensis, Rhamnus alaternus, Juniperus oxycedrus, Frangula rupestris, Spartium junceum, Rubia peregrina* i *Brachypodium retusum*. Važno je napomenuti da se i ovdje razlikuje makija iz sjevernijeg (Brijuni, zapadna Istra, Rab) i južnijeg dijela areala (Oštrica, Vrgada, Murter). Sve to jasno nam potvrđuje da i manje promjene stanišnih uvjeta uvjetuju razne modifikacije temeljnoga tipa vegetacije, što su u ovome slučaju šume hrasta crnike i crnoga jasena.

U svezi s razlikama u flornome sastavu provedena je ekološka karakterizacija pojedinih skupina snimaka prema Pignattiju (2005) (tablica 2). Ona ukazuje na statistički značajne razlike između svih skupina snimaka. Tako prvu podskupinu, koja predstavlja crnikove šume sa znatnim udjelom listopadnih elemenata, karakteriziraju povoljniji mikroklimatski uvjeti, tj. skiofilnija, nešto hladnija, vlažnija, bogatija i neutrofilnija staništa od staništa tipičnih crnikovih šuma. Staništa koja karakterizira makija crnikovih šuma imaju najlošije sinekološke uvjete (osvjetljenija su, toplija, suša i siromašnija hranivom).

Tablica 1. Usporedba dijela flornog sastava as. *Fraxino orni-Quercetum ilicis*

Table 1. *Comparison of floral compositions of the ass.* Fraxino orni-Quercetum ilicis

Grupa / *Group*		A	B	C
Broj snimaka / *Number of releves*		26	40	44
		% udio / *percentage*		
Carpinus orientalis	t1	30	2	16
Quercus pubescens	t1	63	10	11
Acer monspessulanum	t1	7	2	0
Ostrya carpinifolia	t1	19	2	2
Acer monspessulanum	s1	19	2	0
Cornus mas	s1	26	0	0
Carpinus orientalis	s1	33	7	0
Quercus pubescens	s1	22	15	0
Acer campestre	s1	11	2	0
Ligustrum vulgare	s1	19	0	11
Brachypodium sylvaticum	hl	48	10	32
Carex halleriana	hl	37	20	11
Carex flacca	hl	26	2	11
Viola alba ssp. *dehnhardtii*	hl	41	2	0
Phillyrea latifolia	t1	7	45	52
Arbutus unedo	t1	11	50	50
Erica arborea	t1	0	18	27
Lonicera implexa	s1	19	40	27
Coronilla emerus ssp. *emeroides*	s1	33	60	66
Arbutus unedo	s1	7	40	5
Viburnum tinus	s1	37	53	54
Pistacia lentiscus	s1	0	48	61
Olea europaea	s1	0	18	0
Myrtus communis	s1	0	20	9
Phillyrea media	s1	4	35	27
Osyris alba	s1	0	18	14
Erica arborea	s1	7	38	43
Rubus ulmifolius	s1	0	20	29
Cyclamen repandum	hl	19	58	11
Viburnum tinus	hl	4	35	0
Rubus ulmifolius	hl	15	18	11
Cistus salvifolius	hl	0	15	25
Arbutus unedo	hl	0	13	0
Pinus halepensis	tl	4	7	20
Rhamnus alaternus	sl	7	12	25
Rubia peregrina	sl	4	0	45
Spartium junceum	sl	0	0	18
Juniperus oxycedrus	sl	0	0	18
Frangula rupestris	hl	0	10	20
Brachypodium retusum	hl	0	12	43

A – *carpinetosum orientalis;* B – *typicum;* C – makija / *maquis*; tl – sloj drveća / *tree layer;*
sl – sloj grmlja / *shrub layer;* hl – sloj prizemnog raslinja / *layer of ground vegetation*

Tablica 2. Prikaz srednjih vrijednosti ekoloških čimbenika i rezultati Kruskal-Wallisova testa ($p < 0,05$)

Table 2 *Mean values of ecological factors and the Kruskal-Vallis test results ($p < 0.05$)*

Grupa *Group*	Svjetlo *Light*	Temperatura *Temperature*	Kontinentalnost *Continentality*	Vlaga *Moisture*	Reakcija tla *Soil Reaction*	Hranivo *Nutrients*	N
A	4,89 (B, C)	7,62 (B, C)	4,77 (B, C)	3,85 (B, C)	6,13 (B, C)	4,37 (B, C)	26
B	5,64 (A, C)	8,25(A)	4,58 (A)	3,29 (A)	5,43 (A)	3,68 (A)	40
C	6,07 (A, B)	8,19 (A)	4,59 (A)	3,13 (A)	5,46 (A)	3,44 (A)	44

A – *carpinetosum orientalis;* B – *typicum;* C – makija / *maquis*

Da bismo se izjasnili u vezi s konačnom sistematskom pripadnošću istraživanim sastojinama hrasta crnike, uz provedene analize potrebno se osvrnuti na dosadašnje spoznaje o prisutnosti listopadnih elemenata u šumama hrasta crnike i crnoga jasena na cjelokupnom području pridolaska, odnosno na razlike u sinekološkim uvjetima pridolaska od sjevernog do južnog dijela areala u Republici Hrvatskoj. Tako već Anić (1958) navodi da u sjevernom dijelu areala ima posvuda primiješanih listopadnih elemenata kao što su *Quercus pubescens, Ulmus procera, Fraxinus ornus, Carpinus orientalis, Ostrya carpinifolia* i cijeli niz drugih. To na osnovi dotadašnjih spoznaja (Lausi i Poldini 1962, Horvatić 1963a) navodi i Trinajstić (1965). Horvatić (1963a) također ukazuje na veoma izražene klimatske razlike s obzirom na humidnost te temperaturu između sjevernog (istarsko područje), srednjeg (srednja Dalmacija i srednjodalmatinski otoci) i južnog dijela (južno dalmatinsko područje). Te se klimatske razlike odražavaju u floističkom sastavu zimzelene vegetacije zajednice *Orno-Quercetum ilicis*, pa je Horvatić na osnovi toga fitogeografski raščlanio eumediteransku zonu istočnojadranskog primorja u tri uža područja: sjeverno, srednje i južno. Isto tako Horvatić (1963b) na području Istre, u okviru crnikovih šuma s crnim jasenom, izdvaja varijantu s *Carpinus orientalis*. Nadalje, Trinajstić i Šugar (1976), proučavajući šume crnike na zapadnoj obali Istre, ukazuju na fitocenološki nedefinirane i tipološki nedovoljno istražene, prijelazne, listopadno-zimzelene sastojine u kojima se u većoj mjeri pojavljuje bijeli grab (*Carpinus orientalis*). Te se sastojine, prema njima, približavaju sastojinama koje je Horvatić (1958, 1963a) označio imenom *Orno-Quercetum ilicis carpinetosum orientalis* i oni ih za područje istočne Istre označavaju kao subasocijaciju *carpinetosum orientalis*. Isto tako Cestar i dr. (1973) navode da su na zapadnoj obali Istre vazdazelenim elementima primiješane listopadne vrste susjedne submediteranske zajednice bijeloga graba. Nadalje, smatraju da takve mješovite sastojine možemo u sistematskom smislu tretirati kao subasocijaciju *Orno-Quercetum ilicis carpinetosum orientalis* prov. Pelcer. Nadalje, Šugar (1978) navodi na području Istre tri subasocijacije asocijacije *Orno-Quercetum ilicis*: *typicum, quercetosum pubescentis* Šugar 1967 i

carpinetosum orientalis Šugar subass. nov. Nešto kasnije Šugar (1983, 1984) također spominje šume crnike u južnim dijelovima Istre koje se javljaju u različitim kombinacijama u kojima se uz hrast crniku i crni jasen ističu hrast medunac i bijeli grab. Važno je napomenuti i da Šegulja i Bedalov (1987) na osnovi klimatoloških i vegetacijskih istraživanja na području istočne Istre, otoka Drvenika i Lokruma zaključuju da u sjevernom području izostaje period suše u ljetnim mjesecima, što se reflektira u udjelu listopadnih elemenata.

U sintaksonomskom smislu vrlo su važna Trinajstićeva zapažanja (1985) u kojima on navodi da teškoće nastupaju u trenutku kad na terenu treba sintaksonomski determinirati sastojine koje u svom floističkom sastavu sadrže i vazdazelene i listopadne elemente te udio svakoga od njih vrlo različito varira. Naime, jedan te isti fond vrsta distribuira se na različite načine, pa tako npr. možemo u jednom slučaju razlikovati *Querco-Carpinetum orientalis quercetosum ilicis*, a u drugom *Orno-Quercetum ilicis carpinetosum orientalis*, situaciju kakvu razmjerno često susrećemo u Istri. Također napominje da se u istočnojadranskom primorju mogu diferencirati subasocijacije: *typicum, quercetosum pubescentis* Šugar 1978, *carpinetosum orientalis* Šugar 1978 i *cotinetosum* Lausi et Poldini 1962. No, u svom radu iz 2008. godine odustaje od te podjele, pa za naše područje navodi samo dvije subasocijacije: *typicum* i *cotynetosum*, dok ostale subasocijacije, više ili manje opravdano, opisuje kao asocijacije (npr. *Carpino orientali-Quercetum ilicis* Trinajstić 2007).

Nažalost, u gotovo svim navedenim radovima daje se samo tekstualan opis te se subasocijacije navode bez konkretnih fitocenoloških snimaka, što onemogućava kvalitetniju i konkretniju usporedbu i jednoznačno opredjeljenje. Također, prema međunarodnom Kodeksu fitocenološke nomenklature (Weber i dr. 2000), subasocijacije nisu validno imenovane, što je učinjeno tek u radu Baričević i Šapić (2011) za sastojine iz zapadne Istre. Tako oni, na osnovi rezultata provedenih istraživanja i analiza, u okviru asocijacije *Fraxino orni-Quercetum ilicis* jasno florno i ekološki razlikuju novoopisanu subasocijaciju *carpinetosum orientalis*. Kao razlikovne vrste izdvajaju sljedeće vrste: *Carpinus orientalis, Quercus pubescens, Acer monspessulanum, Ligustrum vulgare, Cornus mas, Celtis australis, Carex flacca* i *Carex halleriana*.

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Provedene multivarijantne statističke analize te analize flornoga sastava šume hrasta crnike s crnim jasenom pokazale su jasno izdvajanje asocijacije *Fraxino-orni-Quercetum ilicis* Horvatić (1956) 1958. od drugih asocijacija u kojima je temeljna vrsta hrast crnika.

Na osnovi dosadašnjih spoznaja drugih autora te ovdje provedenih detaljnih analiza asocijacije *Fraxino-orni-Quercetum ilicis* uz subasocijaciju *typicum,* koja je ka-

rakteristična za srednji i južni dio areala pridolaska, u sjevernom dijelu areala razvijena je i subasocijacija *carpinetosum orientalis* Baričević i Šapić 2011. Za nju su karakteristični veći dio listopadnih elemenata te povoljniji sinekološkii uvjeti s vrstama koje indiciraju nešto skiofilnija, hladnija, kontinentalnija, vlažnija i bogatija staništa od tipičnih crnikovih šuma.

Provedena istraživanja važan su prilog poznavanju sastava i raščlanjenosti šuma hrasta crnike u Republici Hrvatskoj te su osnova za uspješnije gospodarenje i vrednovanje.

Literatura / *References*

Adamović, L., 1929: Die Pflanzenwelt der Adrialänder umfassend Ostitalien, Istrien, die Quarnero-Inseln, das Kroatische Küstenland, Dalmatien, Südhercegovina, Südmontenegro und Albanien. Fischer, Jena, 202 str.

Anić, M., 1945: Pogledi na šumsku vegetaciju Istre i susjednih područja. Šumarski list, 69(1-12): 13-23.

Anić, M., 1958: Šumsko-vegetacijski odnosi Istre. Zemljište i biljka, 8: 83-95.

Baričević, D., I. Šapić, 2011: Prilog poznavanju sastava i raščlanjenosti šuma hrasta crnike u Istri. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 87-98.

Beck, G., 1901: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Die Vegetation der Erde, Leipzig.

Cestar, D., Ž. Cindrić, V. Hren, B. Kirigin, Z. Kovačević, J. Martinović, M. Milanović, Z. Pelcer, 1973: Ekološko-gospodarski tipovi šuma Istre. Institut za šumarska istraživanja, Zagreb, 182 str.

Franjić, J., Ž. Škvorc, M. Pandža, B. Kekelić, 2002: Šumska vegetacija poluotoka Oštrica (Dalmacija, Hrvatska). Šumarski list, 126(9-10): 469-478.

Hećimović , M., 1982: Vegetacija razreda *Quercetea ilicis* na otoku Šipanu. Acta botanica Croatica, 41: 77-85.

Hennekens, S. M., J. H. J.Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science, 12: 589-591.

Horvatić, S., 1958: Tipološko raščlanjenje primorske vegetacije gariga i borovih šuma. Acta Botanica Croatica, 17: 1-98.

Horvatić, S., 1963a: Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. Acta Botanica Croatica, 22: 27-81.

Horvatić, S., 1963b: Vegetacijska karta otoka Paga s općim pregledom vegetacijskih jedinica Hrvatskog primorja. Acta Biologica IV, knjiga 33: 5-187.

Lausi, D., L. Poldini, 1962: Il paesaggio vegetale della Costiera triestina. Bollettino Società Adriatica di Scienze, 52(2): 1-64.

Matić, S., Đ. Rauš, A. Vranković, 1976: Rezultati početnih istraživanja trajno zaštićenog i upravljanog prirodnog šumskog rezervata Dundo na otoku Rabu. Ekologija, 11(2): 147-166.

Nikolić T. (ed.), 2012: Flora Croatica baza podataka. On-Line (http://hirc.botanic.hr/fcd). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Pandža, M., J. Franjić, Ž. Škvorc, I. Trinajstić, Z. Pavletić, 2004: Šumska vegetacija otoka Murtera. Radovi Šumarskog instituta, 39(2): 131-162.

Pandža, M., V. Krpina, 2010: Šumska vegetacija vrgadskih otočića i Vrgade (Dalmacija, Hrvatska). Šumarski list, 134(9-10): 447-459.

Pignatti, S., 2005: Valori di Bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. Braun-Blanquetia, 39: 1-97.

Podani, J., 2001: SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual, Budapest, 53 str.

StatSoft, Inc., 2005: STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Šegulja, N., 1970: Vegetacija sjeveroistočnoga dijela Labinštine u Istri. Acta Botanica Croatica, 29: 157-172.

Šegulja, N., M. Bedalov, 1987: Analiza florističkog sastava zimzelenih šuma i makije na području istočnojadranskog primorja. Ekologija, 22(1): 35-46.

Šugar, I., 1970: Vegetacijski profil kroz Učku s vegetacijskom kartom tog područja. Mittl. Ostalp.-din. Ges. F. Vegetkde., 11: 213-218.

Šugar, I., 1978: Vegetacijska karta SR Hrvatske – List 77 Pula, tumač, svezak 1: 1-80.

Šugar, I., 1983: Biljnogeografski položaj i raščlanjenost vegetacije Istre u svjetlu najnovijih fitocenoloških istraživanja. Akad. nauka B i H. Radovi, 52(21): 517-524.

Šugar, I., 1984. Novi pogledi na biljni pokrov i biljnogeografsku raščlanjenost Istre. Acta Botanica Croatica 43: 225-234.

Tichý, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13: 451-453.

Trinajstić, I., 1965: Istraživanja zimzelene šumske vegetacije sjevernog Cresa. Acta Botanica Croatica, 24: 137-142.

Trinajstić, I., 1967/68: Šumska vegetacija otoka Lastova. Acta Botanica Croatica, 26/27: 43-51.

Trinajstić, I., 1977: Osnovne značajke biljnoga pokrova otoka Hvara i njegov fitogeografski položaj u okviru europskog dijela Sredozemlja. Poljoprivreda i šumarstvo, 23(4): 1-36.

Trinajstić, I., 1982: Die Bedeutung der Hopfenbuche *Ostrya carpinifolia* Scop. für die pflanzengeographische Begrenzung der mediterran-montanen Vegetationsstufe auf den adriatischen Inseln. Studia Geobotanica, 2: 7–14.

Trinajstić, I., 1985: Fitogeografsko-sintaksonomski pregled vazdazelene šumske vegetacije razreda *Quercetea ilicis* Br.-Bl. u jadranskom primorju Jugoslavije. Poljoprivreda i šumarstvo, 31(2-3): 71-96.

Trinajstić, I., 1986: Fitogeografsko raščlanjenje vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja – polazna osnovica u organizaciji gospodarenja mediteranskim šumama. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 2: 53-67.

Trinajstić, I., 1987: Fitocenološko-tipološka analiza sastojine makije somine *Juniperus phoenicae* L. u Hrvatskom primorju. Acta Botanica Croatica, 46: 115-121.

Trinajstić, I., 1990: Šumska vegetacija otoka Brača. Glasnik za šumske pokuse, 26:183-205.

Trinajstić, I., 1995a: Sintaksonomska istraživanja šuma crnike (*Quercus ilex L.*) u istočnoj Istri (Hrvatska). Šumarski list, 119(7-8): 223-226.

Trinajstić, I., 1995b: Vegetacijske značajke otoka Mljeta. Simpozij Prirodne značajke i društvena valorizacija otoka Mljeta, Ekološke monografije 6: 247-269.

Trinajstić, I., 1997: Vazdazelene šume crnike i crnog jasena (*Fraxino orni-Quercetum ilicis* H-ić /1956/ 1958) na otoku Cresu (Hrvatska). Radovi, 32(2): 13-18.

Trinajstić, I., 1998a: Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske. Šumarski list, 122(9-10): 407-421.

Trinajstić, I., 1998b: As. *Ostryo-Quercetum ilicis* Trinajstić (*Quercion ilicis* Br.-Bl.) u okolici Rijeke. Simpozij Prirodoslovna istraživanja riječkog područja, 415- 418.

Trinajstić, I., 2007: Fitocenološko-sintaksonomske značajke šuma crnike – *Quercus ilex* L. na otoku Krku. Šumarski list, 131(9-10): 431-434.

Trinajstić, I., 2008: Biljne zajednice Republike Hrvatske. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 179 str.

Trinajstić, I., J. Kamenjarin, 1997: Fitocenološko-sintaksonomska analiza šuma česmine – *Quercus ilex* L. na Kozjaku kraj Splita. Šumarski list, 121(3-4): 127-131.

Trinajstić, I., J. Kamenjarin, 1998: Fitocenološko-sintaksonomska istraživanja vazdazelenih šuma česmine (*Quercus ilex* L.) na otoku Čiovu. Šumarski list, 122(5-6): 207-211.

Trinajstić, I., I. Šugar, 1976: Prilog poznavanju rasprostranjenosti i floističkog sastava zimzelenih šuma i makije crnike *(Orno-Quercetum ilicis)* na području zapadne Istre. Acta Botanica Croatica, 35: 153-158.

Vukelić, J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 263 str.

Vukelić, J., I. Trinajstić, D. Baričević, 2011: Šumska vegetacija hrvatskog Sredozemlja. U: S. Matić: Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 193-214.

Weber, H. E., J. Moravec, J-P. Theurillat, 2000: International Code of Phytosociological Nomenclature 3th Ed. Journal of Vegetation Science 11, pp. 739-768.

Phytocoenological Analysis of the Forests of Holm Oak with Manna Ash (Fraxino orni-Quercetum ilicis *Horvatić /1956/ 1958)* *in the Republic of Croatia*

Summary

*Phytocoenological relevés of the forests of holm oak with manna ash (*Fraxino orni-Quercetum ilicis*) were analyzed in order to define more clearly this community and its relationship towards other holm oak communities, as well as to complement the vegetation picture of holm oak forests in Croatia. The analysis involved a total of 214 phytocoenological relevés from different associations in which holm oak is the basic species. A numerical analysis of all the relevés was made using the SYN-TAX 2000 software. Ecoindicator values according to Pignatti (2005) were used to describe the ecological conditions, and mean values for individual relevés and groups of relevés were calculated by means of the JUICE 6.3 software. STATISTICA 8.0 was used to compare the ecoindicator values of different groups. The conducted multivariant statistical analyses and the analyses of the floral composition of the forests of holm oak with manna ash showed a clear distinction of the association* Fraxino-orni-Quercetum ilicis *Horvatić (1956) 1958 from other associations in which holm oak features are the basic species. Drawing on the insights gained by other authors and on detailed analyses of the association* Fraxino-orni-Quercetum ilicis *and the subassociation* typicum*, which is characteristic for the central and southern parts of its distribution range, it was found that the subassociation* carpinetosum orientalis *Baričević and Šapić 2011 also existed in the northern part of the distribution range. This subassociation is characterized by a significant participation of deciduous elements, by better synecological conditions and by species which indicate somewhat more skiophilic, colder, more continental, more humid and richer sites than those of a typical holm oak forest with manna ash. The conducted research represents an important contribution to the knowledge of the composition and classification of holm oak forests in the Republic of Croatia, and it provides a basis for their more successful management and evaluation.*

Keywords: *phytocoenological analysis;* Fraxino orni-Quercetum ilicis*; ecoindicator values; maquis;* carpinetosum orientalis.

Prof. dr. sc. Dario Baričević,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb,
dario.baricevic@zg.htnet.hr

Dr. sc. Irena Šapić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb

Anton Leš,
I. G. Kovačića 121, 51314 Ravna Gora

POSEBNI REZERVATI ŠUMSKE VEGETACIJE NA JADRANSKOME PODRUČJU HRVATSKE

SPECIAL RESERVES OF FOREST VEGETATION IN THE CROATIAN ADRIATIC AREA

Damir Barčić, Željko Španjol, Roman Rosavec, Mario Ančić

Sažetak

Šumska vegetacija posebno je ugrožena dugotrajnim antropogenim utjecajem na jadranskome području krša Hrvatske. Uvjeti podneblja uz navedeni utjecaj presudno su djelovali na današnje stanje i vrijednosti šuma. Gospodarska vrijednost šuma smanjivala se sa smanjivanjem i rascjepkanim površinama, uz intenzivno iskorištavanje šuma, što se u dugom razdoblju očitovalo u kvalitativnom smislu. Unatoč tome nezamjenjivima ostaju općekorisne vrijednosti i posebnosti šuma. Njihova zaštita omogućena je zakonskom regulativom. Zakon o šumama (Narodne novine br. 140/05) određuje izdvajanje zaštitnih šuma i šuma posebne namjene. Zakon o zaštiti prirode (Narodne novine br. 70/05 i 139/08) u sklopu zaštićenih područja osigurava zaštitu šumske vegetacije kroz više kategorija, ali najjasnije unutar posebnog rezervata. Posebni je rezervat, prema definiciji, područje kopna i/ili mora osobitog značenja zbog svoje jedinstvenosti i rijetkosti ili je stanište ugrožene divlje svojte, a osobitog je znanstvenog značenja i namjene. Posebni rezervati šumske vegetacije vrijedan su primjer raznolikosti ekoloških sustava na kršu. Međutim, oni su danas samo dijelovi nekadašnjih šuma koje su procesima devastacije i degradacije promijenjene ili su nestale. Pod zakonskom zaštitom na jadranskome području nalazi se deset posebnih rezervata šumske vegetacije: Motovunska šuma kod grada Motovuna, šuma Kontija iznad Limskog zaljeva, šumski predjel Glavotok i otočić Košljun kraj Punta na otoku Krku, šuma Dundo na otoku Rabu, Dubrava Hanzine na otoku Pagu, predjel Kočje kod Žrnova na Korčuli, čempresada Pod Gospu u blizini Orebića, šumski predjel Velika dolina u Nacionalnom parku Mljet i otok Lokrum. Istraživanjem u nekim rezervatima utvrđene su određene smjernice razvoja tih šuma, što može pridonijeti i boljem upravljanju u gospodarskim šumama. Ukazujući na dugotrajnu vrijednost šumske vegetacije, potrebno je danas promicati načelo potrajnosti i postupke za progresivnu sukcesiju radi očuvanja šumskih sredozemnih ekosustava.

Ključne riječi: šumska vegetacija; ugroženost; rezervati; Jadran; zaštita.

UVOD / *INTRODUCTION*

Posebni rezervati šumske vegetacije dobar su pokazatelj raznolikosti na sredozemnom području krša Hrvatske. Njihovo stanje daleko je od zadovoljavajućeg u smislu namjene posebnih rezervata koja je propisana zakonom (Zakon o zaštiti prirode NN 70/05, 139/08 i 57/11). Posebni je rezervat područje kopna i/ili mora od osobitog značenja zbog svoje jedinstvenosti, rijetkosti ili reprezentativnosti ili je pak stanište ugrožene divlje svojte. U njemu nisu dopuštene radnje i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen, a dopušteni su zahvati, radnje i djelatnosti kojima se održavaju ili poboljšavaju uvjeti važni za očuvanje svojstava zbog kojih je proglašen rezervatom. U skladu s tim svojstvima, posebni rezervat može biti: floristički, mikološki, rezervat šumske i druge vegetacije, zoološki (ornitološki, ihtiološki i dr.), geološki, paleontološki, hidrogeološki, hidrološki rezervat, rezervat u moru i dr.

Trenutno je zaštićeno 80 posebnih rezervata u Hrvatskoj, od čega je 37 rezervata šumske vegetacije, 22 su ornitološka, 9 je botaničkih, po 2 su ihtiološka, ihtiološko-ornitološka, zoološka i rezervata u moru te je po jedan geološko-paleontološki, paleontološki, geografsko-botanički i botaničko-zoološki posebni rezervat prema Upisniku zaštićenih prirodnih vrijednosti Uprave za zaštitu prirode Ministarstva kulture (http://www.zastita-prirode.hr/Zasticena-priroda/Zasticena-podrucja, http://www.dzzp.hr/).

U radu je dan prikaz samo posebnih rezervata šumske vegetacije na jadranskom području. U pojedinim su rezervatima započeta istraživanja, ali nedostaje stalno praćenje stanja u šumskom ekosustavu. Na taj način nije omogućena i potencijalna primjena znanstvenih istraživanja izvan zaštićenih područja. Za rezervate šumske vegetacije to je bitno jer na jadranskom području krša postoji vrlo malo sačuvanih šuma visokog uzgojnog oblika. Stoga je više nego potrebno inzistirati na znanstvenoj ulozi rezervata kako i općenito zaštita prirode ne bi išla u smjeru pasivne već aktivne zaštite. Iznimno važan dio u konceptu zaštite prirode jest osigurati upravljanje zaštićenim područjem jer je zakonsko proglašavanje posebno vrijednih dijelova prirode samo pretpostavka za razvoj aktivne zaštite. Na taj način pridonosi se očuvanju najvažnijih uloga zaštićenih područja:

- pridonosi se očuvanju biološke i krajobrazne raznolikosti,
- pridonosi se očuvanju ekoloških sustava i specifičnih staništa raznih biljnih i životinjskih vrsta,
- omogućavaju se znanstvena istraživanja i ekološka edukacija,
- omogućava se prihvatljiva uporaba u svrhu rekreacije i turizma s naglaskom na poštivanju ekološke opterećenosti određenog prostora,
- pomaže se očuvanju prirodne i kulturne baštine lokalnog stanovništva,
- unaprjeđuje se ekonomija lokalnih zajednica.

Kad su u pitanju zaštićena područja prirode i ispunjavanje ciljeva radi kojih su proglašena, kao presudan i najvažniji segment nameće se pitanje dobrog upravljanja njima (Kosović 2006). Tako međunarodne organizacije za zaštitu prirode bez izuzetaka već desetljećima za ključno mjerilo učinkovitosti zaštite u takvim područjima uzimaju koncept i kvalitetu njihova institucionalnog upravljanja (IUCN 1978).

U okviru razvoja zaštite prirode u Hrvatskoj to je vidljiv nedostatak jer su u velikom broju europskih zemalja tendencija stalna praćenja i znanstvena istraživanja preko trajnih ploha u rezervatima šumske vegetacije (Parviainen i dr. 2000). Naime, u gotovo svim kategorijama zaštićenih područja u Hrvatskoj, izuzevši nacionalne parkove i parkove prirode, nedostaju praćenje stanja u prirodi, multidisciplinarna istraživanja i inventarizacija. Bez spomenutog ne može se govoriti o vrednovanju zaštićenog područja, a opravdano se postavlja i pitanje smisla takve zaštite.

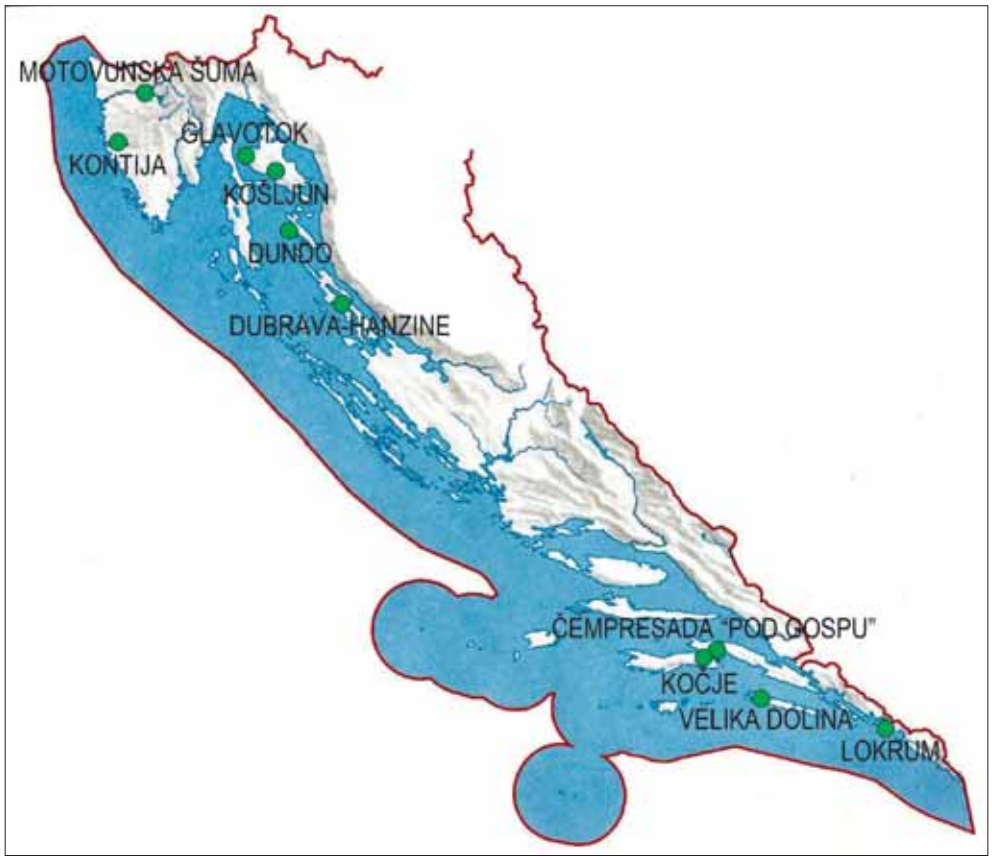
PRIRODNE I KULTURNE VRIJEDNOSTI POSEBNIH REZERVATA ŠUMSKE VEGETACIJE

NATURAL AND CULTURAL PROPERTIES OF SPECIAL RESERVES OF FOREST VEGETATION

Istraživanja u posebnim rezervatima šumske vegetacije intenzivnija su na onim lokalitetima gdje već postoje neka istraživanja u sklopu znanstvenih projekata. Jedan je od takvih projekata projekt *Čovjek i biosfera* u okviru komparativnih istraživanja ekološkog sustava, a stalne pokusne plohe postavljene su u Motovunskoj šumi (trajna ploha br. 95), Kontiji (trajna ploha br. 99), Velikoj dolini u nacionalnom parku Mljet (trajna ploha br. 37) i na Lokrumu (trajna ploha br. 77). Početna istraživanja obavljena su kod osnivanja trajnih pokusnih ploha, a kasnije su nastavljena istraživanjima šumske vegetacije (Ujlaki 2002, Brajković 2003, Smolković 2006).

Motovunska šuma / *Motovun forest*

Smještena je na aluvijalnim nanosima srednjeg toka rijeke Mirne i njene pritoke Butonige. Posljednja je sačuvana longoza, šuma poljskoga jasena i hrasta lužnjaka s visećim šašem (As. *Carici pendulae-Fraxinetum angustifoliae* Pedrotti 1970); vrijedan prirodno-znanstveni, gospodarski (branje gljiva – tartufa), kulturno-povijesni i turističko-rekreativni lokalitet. Motovunska šuma posljednji je ostatak autohtonih nizinskih poplavnih šuma zvanih „longoze" u riječnim dolinama mediteranskog i pontskog primorja. Danas postoje samo tri nalazišta takve šume, a to su: šuma Komčija u bugarskom crnomorskom primorju, ostaci šume skadarskog hrasta lužnjaka te Motovunska šuma u dolini Mirne i njene pritoke Butonige. U doba Venecije, Motovunska je šuma bila zaštićena strogim odredbama o šumskom redu (Bosco di S.



Slika 1. Smještaj posebnih rezervata šumske vegetacije na jadranskom području
Figure 1 *Position of special forest vegetation reserves in the Adriatic area*

Marco). Kasnije, za vrijeme Austrougarske Monarhije, ona je rezervat za opskrbu brodograđevne industrije građevnim materijalom. Na površini od 2.800 jutara posebno se gospodarilo kako bi se dobili određeni brodograđevni sortimenti. Smatrala se „biserom" mornarice. Još je Venecija dala iskopati velike odvodne kanale koji su odvodili vodu za velikih poplava, ali su se oni kasnije zapustili. Šuma je devastirana u vrijeme francuske uprave (1793. – 1813.), kada je posječena četvrtina donje Motovunske šume, a kanali su potpuno zapušteni. Kasnije, nakon 1817. godine, kada je Austrija ukinula Mornarički rezervat-šumu, šuma se nadalje devastirala sječom, ali i sušenjem zbog neodržavanja mreže kanala. Tek se 1844. godine ponovno obnavlja mreža kanala i regulira odvodnja viška vode. Motovunska šuma u posljednjih je pedeset godina doživjela velike promjene. Uslijed holandske bolesti gotovo je nestao brijest. Primijećena je pojava sušenja hrasta i poljskog jasena nakon izgradnje nove ceste, reguliranja kori-

ta Mirne te izgradnje akumulacije u dolini Butonige. Uslijed stagniranja površinskih voda koje ne mogu otjecati zamočvaruje se tlo (zaobalne vode). Trajna ploha br. 95 osnovana je 1989. godine u okviru prije navedenog projekta *Čovjek i biosfera*. Nalazi se na amfiglejnom tlu, radi se o šumi visokog uzgojnog oblika. Pokrovnost drveća i grmlja iznosi 80%, u sloju prizemnog raslinja 100%. Prema podacima iz 1990. godine, struktura je sastojine sljedeća: broj stabala po hektaru 483, temeljnica 28,97 m^2/ha, a drvna zaliha 331,31 m^3/ha. Istraživanjem 2003. godine utvrđen je broj stabala po hektaru 383, temeljnica 36,31 m^2/ha, a drvna zaliha 354,73 m^3/ha.

Šuma Kontija / *Kontija forest*

Šuma Kontija nalazi se u zapadnom dijelu Istre, u Općini Poreč nedaleko od Vrsara. Na području Kontije dominira šuma hrasta medunca i bijeloga graba (*Querco-Carpinetum orientalis* Horvatić 1939). Početnim istraživanjem 1993. godine u okviru projekta *Čovjek i biosfera* utvrđeno je da se radi o sastojini visokog uzgojnog oblika – regularnoj šumi starosti oko 140 godina. Na trajnoj plohi od 1 hektara bila su 153 stabla hrasta medunca s 211 m^3 drvne mase, 3.119 stabala bjelograbića s 36 m^3 drvne mase, 158 stabala cera i ostalih vrsta s 31 m^3 drvne mase. Ukupno se radi o 3.430 stabala s 278 m^3 drvne mase. Geološka je podloga vapnenac, na plohi je tip tla crvenica, lesivirana duboka. Istraživanjem 2011. godine utvrđena je na trajnoj plohi ukupna drvna zaliha od 366,87 m^3/ha.

Glavotok / *Glavotok*

Taj posebni rezervat smješten je na zapadnom dijelu otoka Krka. Na samom rtu Glavotok, neposredno uz more, smještena je vazdazelena šuma hrasta crnike. Nedaleko se nalazi poznati franjevački samostan sv. Marije, gdje su trećoredci glagoljaši. Šuma crnike od okolnog je terena omeđena suhozidom. Utvrđeno je da su tu šumu sadili franjevaci. U 14. st. Glavotok je bio posjed krčke feudalne obitelji Frankopan, koja je tu imala svoj ljetnikovac s kapelom iz 14. stoljeća. Godine 1473. knez Ivan Frankopan darovao je zemljište franjevcima trećoredcima glagoljašima. Posjedom su se nakon njih kratko koristili i pavlini (oko 1479. godine), zatim opet franjevci. Izmjerom iz 2011. godine na pokusnoj plohi utvrđena je pokrovnost u sloju drveća 80%, u sloju grmlja 75% i prizemnom sloju 10%. U sloju drveća dominira hrast crnika, za razliku od sloja grmlja, gdje su 15 – 50% zastupljeni lovor, crni jasen i bodljikava veprina. Drvna zaliha iznosi 219,36 m^3/ha.

Otok Košljun / *Islet of Košljun*

Košljun se nalazi u puntarskoj uvali na otoku Krku i udaljen je od mjesta Punat oko osam stotina metara zračne udaljenosti. Površina mu iznosi 68,500 m^2, od

toga šuma zauzima 44,758 m^2 ili 65,34%, a na otoku se nalazi 387 vrsta vaskularnih biljaka svrstanih u 77 porodica (Barčić 1996). Šumski je pokrov vrlo bujan i dobro sačuvan, a izgrađuje ga gusta tipična šuma hrasta crnike i crnoga jasena (*Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/1958) sa svim vrstama karakterističnim za kvarnersko područje (Španjol i dr. 2011). Na sjevernoj strani otoka crnike su relativno mlade, a na zapadnoj velike i stare. Na otoku se nalazi poznati franjevački samostan iz 12. stoljeća u kojem je smještena vrijedna prirodoslovna i etnografska zbirka.

Šuma Dundo / *Dundo forest*

Nalazi se na predjelu Kalifront na otoku Rabu. Jedna je od rijetkih očuvanih šuma hrasta crnike na Jadranu i u Sredozemlju, a sastavni je dio najvećeg kompleksa crnikovih šuma u Hrvatskoj (Španjol i dr. 2011). S fitocenološkog gledišta, tu dolazi šumska zajednica *Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/1958. Šuma Dundo zaštićena je od negativnog utjecaja stoke i antropogenog djelovanja, nalazi se u prirodnoj progresiji prema visokom uzgojnom obliku.

Šuma Dundo imala je važnu ulogu u prošlosti, kao što je ima i danas. Petračić (1938) opisuje šumu Dundo kao panjaču gdje je glavna vrsta drveća crnika, a samo na malim površinama (8 ha) zastupljeni su primorski i alepski bor s nešto pinije, odnosno hrast medunac. Sporedne vrste drveća makijski su elementi: veliki vrijes, širokolisna zelenika, planika, tršlja i mirta. Struktura sastojina u kojima je crnika glavna vrsta bila je vrlo različita. Sastojine su imale izgled šuma srednjeg uzgojnog oblika, međutim podstojna i nadstojna stabla ponikla su iz panjeva. Vrlo je malo stabala poniklo iz sjemena.

Šume Dundo i Kalifront tvore suvisli kompleks šuma hrasta crnike u različitim uzgojnim i degradacijskim stadijima. Na tom prostoru najviše je zastupljena niska šuma panjača i makija.

Predjel Dubrava Hanzine / *The Dubrava Hanzine area*

Nalazi se uz staru cestu Pag – Novalja na otoku Pagu. S jedne je strane omeđen morem i pješčanim plažama, a s druge golim kamenjarom. Nije poznato kada je nastala šuma hrasta medunca, no vrlo je stara. Posve je sigurno postojala u 14. stoljeću jer je tada, prema povijesnim dokumentima, na njezinu rubnom dijelu izgrađena crkva sv. Marije Magdalene čiji ostaci i danas postoje. Rezervat svakog ljetnog dana posjeti na stotine turista. Uz hrast medunac, posjetitelji rezervata mogu razgledati i zanimljiv krajolik koji ga okružuje. Nad šumom se nalazi brdo prekriveno kamenom, bez traga bilo kakvog raslinja, a u rezervatu se nalazi i početak alpinističke staze kojom se dolazi do najvišeg otočnog vrha sv. Vida. Posebni rezervat šumske vegetacije Dubrava Hanzine ugrožen je prije svega gradnjom kuća i stepenica koje od kuća vode do plaža.

Predjel Kočje / *The Kočje area*

Nalazi se u blizini Žrnova na otoku Korčuli. U rezervatu šumske vegetacije zabranjena je sječa i oštećivanje stabala crnike, branje i oštećivanje ostale vegetacije, lomljenje stijena te drugi zahvati koji mogu uzrokovati promjenu prirodnog izgleda. U rezervatu je dozvoljeno iskorištavanje maslina. Između raznolikih stijena raste oko 100 starih stabala crnike. Najstariji primjerci dostižu starost od oko 100 godina. Predjel Kočje, koji je zadržao izgled netaknute prirode, ima geološku, botaničku i estetsku vrijednost.

Čempresada Pod Gospu / *The čempresada Pod Gospu*

Riječ je o šumi piramidalnog čempresa i alepskog bora na padini uz more ispod franjevačkog samostana V. Gospe. U posebnom rezervatu u sloju drveća dominiraju čempres, alepski bor, primorski bor i pinija, a pojedinačno ima nekoliko stabala oštrike, rogača i masline.

Šumski predjel Velika dolina / *Forest area Velika Dolina*

Nalazi se unutar granica Nacionalnog parka Mljet. Radi se o šumi hrasta crnike i crnoga jasena, najbolje očuvanoj na otoku Mljetu. S obzirom na prethodna istraživanja (Dubravac i Krejči 2001, Krejči i Dubravac 2001) na pokusnoj plohi utvrđeni su sljedeći podaci o strukturi sastojine. Starost je plohe 65 godina, broj stabala po hektaru iznosi 1.576, temeljnica je iznosila 31,91 m^2/ha, a drvna zaliha 185,10 m^3/ha.

Otok Lokrum / *Islet of Lokrum*

Lokrum je jugoistočni otok na hrvatskom dijelu Jadranskog mora u dubrovačkom akvatoriju površine oko 72 ha. Na cijelom je otoku bujna vegetacija koja pokriva preko 60 ha, a dominantne su vrste hrast crnika i alepski bor, koji grade mješovitu dvoslojnu šumu karakteristična izgleda i bogata flornoga sastava. Otok Lokrum s cjelokupnim kompleksom primarne (prirodne) i sekundarne (antropogene) vegetacije reprezentira naše južno fitogeografsko područje eumediteranske zone istočnojadranskog primorja. Primarna prirodna šuma razvija se bez utjecaja čovjeka, a pod prevladavajućim utjecajem podneblja takva šuma na Lokrumu zajednica je vazdazelene šume hrasta crnike s crnim jasenom (*Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/1958). Ipak, najveći je dio otoka prekriven degradacijskim stadijima te šume; teško prohodnom makijom te otvorenim i svijetlim garizima, a razvijeno je i nekoliko tipova kamenjarskih travnjaka kao krajnjeg degradacijskog stadija šumske vegetacije. Osim navedenih, razvijene su i korovna i ruderalna vegetacija te vegetacije stijena, gromača i obalnih grebena. S obzirom na razmjerno malu površinu, na

Tablica 1. Osnovni podaci o posebnim rezervatima

Table 1. *Basic informations about special reserves*

Naziv područja *Natural site*	Kontija	Motovunska šuma	Košljun	Glavotok	Dundo	Dubrava Hanzine	Kočje	Čempresada Pod Gospu	Velika dolina	Lokrum
Kategorija zaštite *Protected category*	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat	posebni rezervat
Godina proglašenja *Year of protection*	1964.	1949.	1969.	1969.	1949.	1988.	1962.	1964.	1965.	1948.
Površina (ha) *Area (ha)*	52	281,42	6	1	106	130	4,62	46	15	72,37
Nadmorska visina (m n. m.) *Altitude (m a. s. l.)*	82	5 – 25	0 – 6	0 – 18	0 – 80	20 – 80	180	150	100 – 300	0 – 96
Smještaj *Position*	Općina Poreč, nedaleko od Vrsara	Općina Buzet	Grad Krk	Na području grada Krka (otok Krk)	Na području grada Raba (otok Rab)	Otok Pag u blizini grada Paga	Predjel Kočje u selu Žrnovo na Korčuli	Općina Orebić	SZ dio otoka Mljeta	Otok Lokrum u blizini Dubrovnika
Šumska sastojina *Forest stand*	Šuma hrasta medunca i bijeloga graba	Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba	Šuma hrasta crnike i crnog jasena	Šuma hrasta crnike i crnog jasena	Šuma hrasta crnike i crnog jasena	Šuma hrasta medunca	Šuma hrasta crnike	Šuma običnog čempresa i alepskog bora	Šuma hrasta crnike i crnog jasena	Šuma hrasta crnike i makija s alepskim borom

njemu je zabilježen velik broj vrsta. Vaskularna flora (papratnjače, golosjemenjače i kritosjemenjače) otoka Lokruma broji oko 400 vrsta. Na otoku se nalazi Botanički vrt, za javnost otvoren 1967. godine. Cilj osnivanja botaničkog vrta bila je introdukcija i aklimatizacija suptropskog i tropskog bilja, a posebno je bogata zbirka australske flore. Na površini botaničkog vrta u kulturi nalazi se osamstotinjak vrsta drveća i grmlja iz Australije, Južne Amerike, Afrike i drugih krajeva svijeta. Među njima se ističu brojne četinjače, osobito borovi. Zastupljene su i 74 vrste eukaliptusa te 27 vrsta akacija. Osim toga, mnogo je sukulenata – oko 400 vrsta, od kojih 250 vrsta kaktusa i blizu 50 vrsta agava.

RASPRAVA / *DISCUSSION*

U posebnim rezervatima potrebno je provoditi mjere upravljanja, što je određeno i zakonskom regulativom. Preporuke IUCN-a za IV. kategoriju, koja se naziva Područje upravljanja staništem ili vrstom, i I.b kategoriju, Područje divljine, a može se povezati s nacionalnom kategorijom posebnog rezervata, ukazuju na provođenje redovitih aktivnih upravljačkih aktivnosti usmjerenih očuvanju vrste ili održavanju staništa te istovremeno i upravljanja na način da se potpuno očuva njihovo izvorno stanje. Prema IUCN-u i Martinić (2010), smjernice za kategorije upravljanja zaštićenim područjima odnose se na sljedeće:

- na upravljanje radi očuvanja pojedine biljne ili životinjske svojte,
- na upravljanje prirodnim ili poluprirodnim staništima,
- na upravljanje radi očuvanja biološke i krajobrazne raznolikosti.

Upravljanje posebnim rezervatima, u ovom slučaju šumske vegetacije, doista je izazov za zaštitu prirode, ali i za šumarstvo. Uvjeti podneblja na cijelom Sredozemlju i povijesne okolnosti dovele su do narušenih šumskih ekosustava. U najviše slučajeva mjesto šuma zauzeli su različiti šumski oblici gdje prevladavaju vrste iz sloja grmlja (makije, šikare, zatim garizi i šibljaci). Naravno, i ti oblici vegetacije imaju relativno visok stupanj zaštite tla, zadržavaju i neke funkcije te obilježja šumskog ekosustava (Vallejo i dr. 2006). Istovremeno se pojavljuju različiti pristupi obnovi šuma i cijelog ekosustava sa svim svojim značajkama. Ovdje nije riječ samo o šumsko-melioracijskim radovima već o puno kompleksnijim ekološkim uvjetima koje treba vratiti, a odnose se na različite uloge i strukturu ekološkog sustava, što navodi Bradshaw (1984) za modele obnove napuštenih i degradiranih terena. Prema navedenom i sličnim modelima (Hobs i Norton 1996, Zedler i Callaway 1999), obnova u ekosustavu može se definirati kao zajedničko vraćanje strukturnih elemenata i različitih funkcija ekološkog sustava pomognutih antropogenim utjecajem. Uz navedeno, javljaju se pozitivne promjene tijekom sekundarne sukcesije (Cortina i dr. 2006). Svakako da promjene koje se događaju u tom procesu nisu jednako uspješne

niti su jednako intenzivne. Specifičnosti mediteranske klime i vegetacije otežavaju obnovu šumskog ekosustava na cijelom Sredozemlju. Taj proces jasno se može pokazati na primjeru poticanja obnove klimazonalne vegetacije listača, posebno hrastovih šuma (crnike, medunca, cera, oštrike).

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

Posebni rezervati šumske vegetacije na jadranskom (sredozemnom) području Hrvatske jedinstven su pokazatelj nekadašnjih šuma. Današnje stanje zasigurno daje određene posebnosti, jednako tako sačuvana su i neka obilježja većih šumskih kompleksa. Bitno je naglasiti vrijednosti u smislu biološke i krajobrazne raznolikosti koju imaju posebni rezervati. U okviru zaštite prirode, ali i šumarstva, posebni rezervati ovisno o svojoj površini imaju prirodoznanstvenu i kulturnu vrijednost za područje na kojem se nalaze. Nedostatak se očituje u nepostojanju sustavnog aktivnog pristupa zaštiti u području zaštite prirode, tj. zaštićenog područja. Uslijed navedenog, u pojedinim rezervatima nisu usklađeni ni osnovni podaci o proglašenoj i trenutnoj površini. Osim toga znanstvena istraživanja šumskog ekosustava prepuštena su pojedinačnim inicijativama bez poticanja i pomaganja javnih ustanova za zaštićena područja na županijskoj razini. Navedene stvari izravno utječu na stanje posebnih rezervata koje nije sukladno propisanim zakonskim okvirima.

Literatura / *References*

Barčić, B. A., 1996: Flora i vegetacija otočića Košljuna. Franjevački samostan na Košljunu, Punat, 74 str.

Bradshaw, A. D., 1984: Ecological principles and land reclamation practice. Landscape planning, 11: 35-48.

Brajković, S., 2003: Motovunska šuma – posebni rezervat šumske vegetacije. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 40 str.

Cortina, J., F. T. Maestre, R.Vallejo, M. J, Baeza, A. Valdecantos, M. Perez-Devesa, 2006: Ecosystem structure, function and restoration success: Are they related? Journal for Nature Conservation, 14: 152-160.

Dubravac, T., V. Krejči, 2001: Pojavnost mladog naraštaja u sačuvanim panjačama hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) – uvjet osiguranja budućih sjemenjača. U: S. Matić i dr. (ur.), Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, znanstvena knjiga, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 43-52.

Hobs, R. J., D. A. Norton, 1996: Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology, 4: 93-110.

IUCN, 1978: Categories, criteria and objectives for protected areas. Morges, Switzerland.

Kosović, M., 2006: Modeliranje upravljanja zaštićenim područjima na primjeru upravljanja „Park šume Marjan". Magistarski rad, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet, Split, 160 str.

Krejči, V., T. Dubravac, 2001: Mogućnost obnove šuma nacionalnih parkova. Rad. Šumar. Inst., 36(2): 113-122.

Martinić, I., 2010: Upravljanje zaštićenim područjima prirode, planiranje, razvoj i održivost. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 367 str.

Parviainen, J., K. Kassioumis, W. Bücking, E. Hochbichler, R. Päivinen, D. Little, 2000: Forest Reserves Research Network in Europe, Mission, Goals, Outputs, Linkages, Recommendations and Partners (Final Report). COST Action E4, 28 str.

Petračić, A., 1938: Zimzelene šume otoka Raba. Glasnik za šumske pokuse, 6: 3-60.

Smolković, A., 2006: Posebni rezervati šumske vegetacije u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 36 str.

Španjol, Ž., J. Vukelić, R. Rosavec, D. Barčić, 2011: Zaštićeni prirodni objekti šumske vegetacije u sredozemnom području Hrvatske. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 215-242.

Ujlaki, H., 2002: Biološko-ekološka obilježja posebnog rezervata šumske vegetacije Dundo na otoku Rabu. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 97 str.

Vallejo, V. R., J. Aronson, J. Pausas, J. Cortina, 2006: Restoration of mediterranean woodlands. In: J. Van Andel, J. Aronson (Eds.), Restoration ecology, The new frontier. Oxford: Blackwell Publ, Chapter 14.

Zedler, J. B., J. C. Callaway, 1999: Tracking wetland restoration: Do mitigation sites follow desired traject-tories? Restoration Ecology, 7: 69-73.

Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08 i 57/11)

URL:http://www.zastita-prirode.hr/Zasticena-priroda/Zasticena-podrucja (10. 12. 2011.)

URL:http://www.dzzp.hr/ (15. 1. 2012.)

URL: http://www.iucn.org/ (16. 1. 2012.)

Special Reserves of Forest Vegetation in the Croatian Adriatic Area

Summary

Forest vegetation is particularly vulnerable to anthropogenic impact in the Croatian Adriatic karst area. Climatic conditions, together with the said impact, have exercised crucial influence on the present state and value of forests. The economic value of forests decreased with decreasing and fragmented areas, along with intensive use of forests reflected in the qualitative sense over a long period of time. Despite this, public good values and the uniqueness of forests remain irreplaceable. Their protection is enabled by law. The Forest Act (Official Gazette 140/05) specifies the allocation of protective forests and forests for special purposes. The Nature Protection Act (Official Gazette 70/05, 139/08) ensures the protection of forests within the protected areas in many categories, but most clearly in the special reserve. A special reserve is by definition an area of land and/or sea of special significance because of the uniqueness, rarity or habitat of endangered wild species, a particular scientific meaning and purpose. A special forest vegetation reserve is a valuable example of the diversity of ecosystems in karst. However, they still represent only parts of the ancient forests that have either perished or been altered due to devastation and degradation processes. Based on the legal protection of the Adriatic area, there are ten special forest reserves: the Motovun forests near the town of Motovun; forest Kontija above the Lim Bay; forest area Glavotok and the islet of Košljun near Punat on the island of Krk; forest Dundo on the island of Rab; Dubrava-Hanzine on the island of Pag; the area Kočje near Žrnovo on the island of Korčula; cypress forest Pod Gospu in the vicinity of Orebić; the forest area of Velika dolina in the National Park Mljet; and the islet of Lokrum. The study in some reserves resulted in drafting specific guidelines for the development of these forests, which guidelines might contribute to a better management of economic woods. Pointing to the long-term value of the forest, the principle of sustainability and the procedures for progressive succession need to be promoted today in order to preserve the forest ecosystems of the Mediterranean.

Keywords: *forest vegetation; vulnerability; reserves; Adriatic; protection.*

Doc. dr. sc. Damir Barčić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb,
damir.barcic@zg.htnet.hr

Dr. sc. Mario Ančić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Prof. dr. sc. Željko Španjol,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Dr. sc. Roman Rosavec,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

PROMJENE KLIMATSKIH ELEMENATA I INDEKSA NA PODRUČJU ŠUMSKIH EKOSUSTAVA SREDOZEMNE HRVATSKE

CHANGES OF CLIMATIC ELEMENTS AND INDICES IN THE FOREST ECOSYSTEMS OF THE MEDITERRANEAN CROATIA

Damir Ugarković, Ivica Tikvić, Zvonko Seletković, Marko Vučetić

Sažetak

Klima je kompleksan ekološki čimbenik koji opisujemo pomoću različitih klimatskih elemenata i pojava što utječu na razvoj vegetacije i njezino prirodno rasprostranjenje. Za šumsku vegetaciju najvažnije su temperature zraka, količine oborina, vlaga zraka i vjetar. Cilj istraživanja bio je utvrditi promjene klimatskih elemenata i indeksa na području sredozemne Hrvatske. Trendovi smanjenja ili povećanja pojedinih klimatskih elemenata i indeksa analizirani su pomoću linearnog trenda. Uspoređene su vrijednosti klimatskih elemenata i indeksa referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010. Za istraživanje trendova klimatskih elemenata na području sredozemne Hrvatske odabrane su meteorološke postaje s najduljim razdobljem motrenja. Na svim meteorološkim postajama utvrđen je negativan trend vrijednosti godišnjih količina oborina i Langova kišnog faktora, osim na meteorološkoj postaji Rijeka, gdje je utvrđeno povećanje godišnjih količina oborina i vrijednosti Langova kišnog faktora. Trendovi temperatura zraka na svim meteorološkim postajama pozitivni su. Vrijednosti se Langova kišnog faktora na području istraživanja smanjuju, što ide u prilog povećanju aridnosti područja. Trendovi potencijalne evapotranspiracije statistički su značajni i pozitivni na svim istraživanim meteorološkim postajama. Srednje godišnje kolebanje temperature zraka pokazalo je najmanje promjene na istraživanom području. Šumska vegetacija sredozemne Hrvatske prilagođena je određenim klimatskim uvjetima koji prevladavaju u tom području. Ti se uvjeti mijenjaju kroz vrijeme, a to se odražava na rast i razvoj svih organizama. Pretpostavljene klimatske promjene mogu dovesti do promjena u prostornoj razdiobi šumske vegetacije, promjeni u sastavu, strukturi i proizvodnosti šumskih ekosustava, promjeni ekološke stabilnosti, zdravstvenog stanja šuma te općekorisnih funkcija šuma.

Ključne riječi: klimatski elementi; klimatski indeksi; promjena klime; sredozemne šume.

UVOD / *INTRODUCTION*

Šuma je složen ekosustav u kojemu vlada dinamična ravnoteža između svih njegovih članova, kao i šumskog tla i klime koja ga okružuje. Klima je kompleksan neposredan ekološki čimbenik. Opisujemo je pomoću različitih klimatskih elemenata, pojava i indeksa koji utječu na razvoj vegetacije i njeno prirodno rasprostranjenje. Najvažniji ekološki čimbenici koji uvjetuju razvitak, sastav i raspored pojedinih oblika šumske vegetacije jesu klima i tlo. Biljni svijet ovisan je o vremensko-klimatskim prilikama. Od klimatskih elemenata, za šumsku vegetaciju najvažniji su temperature zraka, količine oborina, vlaga zraka i vjetar. Šumska vegetacija sredozemne Hrvatske prilagođena je određenim klimatskim uvjetima koji prevladavaju u tom području. Međutim ti se klimatski uvjeti mijenjaju kroz vrijeme, a to se odražava na rast i razvoj svih vrsta organizama.

Klima je u stalnoj mijeni. Hasselmann (1997) ukazuje na to da se tijekom prošloga stoljeća prosječna temperatura zraka povisila za 0,5 °C. Weber i dr. (1997) utvrdili su promjene temperaturnog režima u 20. stoljeću za brdsko područje srednje Europe.

Što je vremensko razdoblje duže, promjene su veće, dok se u kratkom razdoblju stječe dojam stabilnosti prosječnih klimatoloških elemenata.

U klimatologiji postoji više termina koji opisuju nepostojanost klime. Oni opisuju veličine promjene klime najnižeg reda veličine pa do najvišeg reda veličine. U obrazloženju pojedinih termina nepostojanosti klime postoje određena nesuglasja između pojedinih autora. Primjerice Mitchell i dr. (1966) pod fluktuacijom klime podrazumijevaju promjene klime najvišeg reda, a Ahlmann (1948) promjene klime najnižeg reda veličine, tj. klimatske promjene najnovijeg datuma. Kirigin (1975) smatra da treba razlikovati promjenu klime od kolebanja klime. Pod pojmom promjene klime razumijeva se ona promjena koja se odvija u jednom smjeru. Nasuprot tome, pod kolebanjem klime podrazumijevamo ritmičko osciliranje oko jedne srednje vrijednosti, pri čemu mogu nastupiti veće ili manje amplitude. Za određivanje promjena klime dolazi do izražaja vremenski faktor, jer se neka promjena u jednom pravcu za određenog razdoblja može, uz produženje niza motrenja, pokazati kao dio kolebanja klime. Stoga je korisno da se promjene klime i kolebanja klime obuhvate zajedničkom oznakom kao promjene klime (Kirigin 1975).

Očito je da postoji više termina koji opisuju nepostojanost klime. Zbog jednostavnosti prikaza, u ovom ćemo radu nepostojanost klime obuhvatiti općenitim terminom *promjena klime*. Promjena klime općeniti je termin kojim se obuhvaćaju svi mogući oblici nepostojanosti klime, bez obzira na njihovu statističku prirodu ili fizičke uvjete (Šegota i Filipčić 1996).

Promjena klime može se označiti pomoću promjene jednog elementa klime. S promjenom nekog elementa povezane su i promjene drugih elemenata i pojava

– tako su s promjenama temperature zraka povezane oborinske prilike (Kirigin 1975).

Promjene prema Penzaru, Volariću i Penzaru (1967) mogu nastupiti istodobno kod većine elemenata (temperature zraka, vlage zraka, tlaka zraka, oborine) ili samo kod nekih.

Uz problem promjena klime od klimatskih elemenata najviše su vezane temperatura zraka i količina oborina. Za izračunavanje klimatskih indeksa najčešće se uzimaju dva klimatska elementa (Šegota i Filipčić 1996). Uglavnom su to temperatura zraka i količina oborina. Stoga su promjenama temperature zraka i količina oborina uvjetovane i promjene većine klimatskih indeksa.

Na šumske ekosustave utječu i brojne lokalne meteorološke i klimatološke prilike. Brojni ekološki procesi (fotosinteza, evapotranspiracija, respiracija, dekompozicija ili razlaganje tvari itd.) usko su vezani za meteorološke prilike. Meteorološki stresni čimbenici (kao što su suša, visoke i niske temperature, hladnoća i dr.) smatraju se kao mogući uzroci oštećenja šumskih vrsta drveća. Za proučavanje tih procesa i otkrivanje mogućih uzroka potrebni su nam točni podaci o šumskoj klimi (Xia i dr. 2001). Iz tog razloga važno je poznavanje klime i klimatskih prilika.

Ekološki problem vegetacije mediteranskog krša jest nedostatak vode za vrijeme ljetnih mjeseci. Ljetno razdoblje bez oborina ili s vrlo malo kiše popraćeno je visokim temperaturama zraka i tla te čestim vjetrovima manjeg intenziteta, što izaziva povećanu evapotranspiraciju i konačno ekološku sušu (Prpić 1986).

Prema Petom nacionalnom izvješću Republike Hrvatske, odnosno Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (DHMZ 2009), utvrđen je pozitivan trend temperatura zraka na području cijele Hrvatske. Taj pozitivni trend postao je osobito izražen u posljednjih 50, a posebice u posljednjih 25 godina. Trendovi srednje godišnje temperature zraka u posljednjih 50, odnosno 25, godina statistički su značajni na svim postajama. Najveći doprinos pozitivnom trendu temperature zraka na Jadranu dali su ljetni trendovi (+0,13 °C na 10 god. u Crikvenici i +0,07 °C na 10 god. u Hvaru). Trend godišnjih količina oborina pokazuje njihovo smanjenje tijekom 20. stoljeća na cijelom području Hrvatske, čime se ono pridružuje tendenciji osušenja na Sredozemlju. Trend je jače izražen na Jadranu nego u unutrašnjosti (Crikvenica – 1,8% na 10 god. i Hvar – 1,2% na 10 god.).

Nedavne studije otkrile su da je 20. stoljeće karakterizirao značajan trend oborina na različitim skalama vremena i prostora (New i dr. 2001). Giorgi (2002) je utvrdio negativan trend zimskih oborina na velikom području Sredozemlja za 20. stoljeće.

Procjena regionalnih serija ukazuje na to da trendovi u mnogim regijama nisu zamjetni u pogledu velike unutargodišnje varijabilnosti (Xoplaki 2002). Međutim, značajan pad izražen je u zapadnim, središnjim i istočnim dijelovima Sredozemlja.

Brunetti i dr. (2001ab) utvrdili su negativan trend za broj vlažnih dana i godišnjih oborina u Italiji.

Giorgi (2002) je analizirao varijabilnost površinske temperature zraka i trendove na velikom području Sredozemlja za 20. stoljeće na temelju *gridded* podataka New i dr. (2000). Utvrdio je zamjetan trend zatopljenja od 0,75 °C po zemlji, uglavnom zahvaljujući zatopljenju u ranim i kasnim desetljećima 20. stoljeća. Nešto veće varijabilnosti zapažene su za ljeto i zimu. Na temelju istih podataka, Jacobeit i dr. (2003) utvrdili su izrazito ljetno zatopljenje od 1969. do 1998. godine. Vidljiva je jasna diferencijacija istok – zapad u sredozemnim trendovima ljetne temperature zraka. Zahlađenje, iako uglavnom ne znatno, utvrđeno je na Balkanu i dijelovima istočnog bazena. Na drugim područjima utvrđen je zamjetan trend zatopljenja od 3 °C/50 godina.

Ciljevi su istraživanja analizirati trendove klimatskih elemenata i indeksa te njihovu signifikantnost. Daljnji cilj istraživanja jest usporediti vrijednosti klimatskih elemenata i klimatskih indeksa referentnog niza (1961. – 1990.) s razdobljem 1991. – 2010.

MATERIJAL I METODE RADA / *MATERIALS AND METHODS*

Analiza promjena klimatskih elemenata i indeksa na području sredozemne Hrvatske provedena je prema podacima dugogodišnjih meteoroloških mjerenja od kojih su neka započela i tijekom 19. stoljeća (meteorološke postaje Rovinj, Rijeka, Crikvenica, Sinj, Hvar i Lastovo). Prema Šegota i Filipčić (2003), na području sredozemne Hrvatske prevladavaju tri klimatska tipa, i to tip *Csa* (sredozemna klima s vrućim ljetom), tip *Csb* (sredozemna klima s toplim ljetom) i *Cfa* (umjereno topla vlažna klima s vrućim ljetom).

Za istraživanje trendova klimatskih elemenata i indeksa na području sredozemne Hrvatske odabrane su meteorološke postaje s najduljim razdobljem motrenja (tablica 1).

Od klimatskih elemenata analizirane su srednja godišnja temperatura zraka (°C) i godišnja količina oborina (mm). Od klimatskih indeksa analizirane su vrijednosti Langova kišnog faktora, srednje godišnje kolebanje temperature zraka (°C) i vrijednosti potencijalne evapotranspiracije (mm). Langov kišni faktor izračunat je kao omjer godišnje količine oborina i srednje godišnje temperature zraka. Srednje godišnje kolebanje temperature zraka izračunato je kao razlika temperature najtoplijeg i najhladnijeg mjeseca u godini. Potencijalna evapotranspiracija u mm (PET) izračunata je prema metodi Blaneya i Criddlea (Tomić 1988).

Analizirani su trendovi krajem 19. stoljeća, tijekom 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća (do 2010. godine) kako bi se uočile razlike koje se događaju zbog promjena u

temperaturnim i oborinskim prilikama. Smanjenje ili povećanje klimatskih elemenata i indeksa analizirano je pomoću linearnog trenda. Studentovim t-testom nezavisnih uzoraka uspoređene su srednje vrijednosti klimatskih elemenata i indeksa referentnog ili kontrolnog niza (1961. – 1990.) s razdobljem 1991. – 2010.

Tablica 1. Meteorološke postaje na području istraživanja, razdoblje motrenja te klimatski elementi i indeksi

Table 1. *Meteorological station in the researched area, observation period and climate elements and indexes*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Razdoblje motrenja *Observation period*	Klimatski elementi / indeksi *Climate elements / Indexes*
Rovinj	1949. – 2010.	Količina oborina (mm) *Precipitation amount (mm)* Srednja god. temp. zraka (°C) *Average annual air temperature (°C)* Langov kišni faktor *Lang´s rain factor* Sred. god. kolebanje (C) *Average annual temperature oscillation (°C)* Potencijalna evepotranspiracija (mm) *Potential evaporation (mm)*
Rijeka	1948. – 2010.	
Crikvenica	1892. – 2010.	
Sinj	1950. – 2010.	
Hvar	1858. – 2010.	
Lastovo	1948. – 2010.	

Prema zaključku s XIII. sjednice Komisije za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije, referentni je ili normalni niz 1961. – 1990. u upotrebi za opće usporedbe, i to do završetka sljedećeg normalnog niza 1991. – 2020., znači do 2021. godine (prikazi br. 18, 2008, Šegota i Filipčić 1996).

Svi podaci obrađeni su u programima *KlimaSoft 2.0* i *Statistica 7.1.*

REZULTATI ISTRAŽIVANJA / *RESULTS OF THE RESEARCH*

U tablici 2 prikazani su linearni korelacijski koeficijenti klimatskih elemenata i indeksa s godinama motrenja kao nezavisnom varijablom. Na području istraživanja vrijednosti količine oborina smanjuju se s izuzetkom meteorološke postaje Rijeka, na čijem je području prisutno povećanje količine oborina. Ti su trendovi statistički značajni na području meteoroloških postaja Crikvenice i Hvara.

Vrijednosti srednjih godišnjih temperatura zraka povećavaju se, a statistički su značajni na svim meteorološkim postajama s izuzetkom meteorološke postaje Rijeka.

Analogno promjenama količine oborina ponašaju se i promjene Langova kišnog faktora. Na području istraživanja prisutno je povećanje srednjega godišnjeg kolebanja temperatura zraka. Ti trendovi statistički su značajni samo na području Lasto-

va. Jedino se na području Hvara smanjuje srednje kolebanje temperatura zraka. Na svim istraživanim meteorološkim postajama prisutno je statistički značajno povećanje vrijednosti potencijalne evapotranspiracije (tablica 2).

Tablica 2. Linearni korelacijski koeficijenti klimatskih elementa i indeksa s godinama motrenja
Table 2. *Linear correlation coefficients of climate elements and indexes with years of observations*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Klimatski element/indeks *Climate element/index*				
	količina oborina *precipitation amount*	temperatura zraka *air temperature*	Langov kišni faktor *Langś rain factor*	srednje kolebanje temp. *average temperature oscillation*	PET
	(mm)	(°C)	–	(°C)	(mm)
Rovinj	-0,19	0,31*	-0,24	0,05	0,33*
Rijeka	0,09	0,23	0,03	0,18	0,26*
Crikvenica	-0,20*	0,36	-0,26*	0,04	0,35*
Sinj	-0,13	0,32*	-0,19	0,10	0,35*
Hvar	-0,22*	0,27*	-0,24*	-0,02	0,39*
Lastovo	-0,07	0,49*	-0,12	0,26*	0,51*

*$p < 0,05$

Prema Roemer-Orphalovoj skali (Vasilj 2000), statistički značajni korelacijski koeficijenti za oborine prema jačini su vrlo slabi, za temperature zraka slabi su do srednji, za Langov kišni faktor vrlo su slabi do slabi, za srednje su godišnje kolebanje temperature zraka slabi. Za klimatski indeks potencijalna evapotranspiracija vrijednosti korelacijskih koeficijenata prema jačini su srednji do jaki (tablica 2).

Statistički značajno smanjenje količine oborina u stogodišnjem razdoblju na području Crikvenice iznosi –163 mm, a na području Hvara –62 mm. Statistički značajno povećanje vrijednosti srednje godišnje temperature zraka kreće se od +0,4° na području Hvara do +1,1 °C na području Rovinja. Statistički značajno smanjenje Langova kišnog faktora na području Hvara iznosi –5, a na području Crikvenice –16. Statistički značajno povećanje vrijednosti srednjega godišnjeg kolebanja temperature zraka prisutno je jedino na Lastovu u iznosu od 2,4 °C. Vrijednosti statistički značajnog povećanja potencijalne evapotranspiracije kreću se od +11 mm na području Hvara do najvećih +34 mm na području Lastova (tablica 3).

Prema rezultatima Studentova t-testa nezavisnih uzoraka (tablica 4), ne postoje statistički značajne razlike u vrijednostima količine oborina između referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010. Najveće smanjenje prisutno je na području Rovinja –72 mm, a na području Hvara prisutno je povećanje u iznosu od +5 mm.

Tablica 3. Procjene parametara koeficijenta smjera linearnog trenda klimatskih elemenata i indeksa (mm/100 godina, °C/100 godina)

Table 3. *Parameters estimation of the coefficients of linear trend of climate elements and indexes (mm/100 year, °C/100 year)*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Klimatski element/indeks *Climate element/index*				
	količina oborina *precipitation amount*	temperatura zraka *air temperature*	Langov kišni faktor *Langś rain factor*	srednje kolebanje temp. *average temperature oscillation*	PET
	(mm)	(°C)	–	(°C)	(mm)
Rovinj	-169	+1,1*	-17	+0,5	+28*
Rijeka	+131	+0,8	+4	+2,2	+22*
Crikvenica	-163*	+0,8*	-16*	+0,2	+17*
Sinj	-145	+0,9*	-18	+1,1	+25*
Hvar	-62*	+0,4*	-5*	–0,1	+11*
Lastovo	-66	+1,3*	-7	+2,4*	+34*

*p < 0,05

Tablica 4. Rezultat Studentova t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti količine oborina (mm) referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010.

Table 4. *Result of Student´s t-test independent samples comparison of referent line average precipitation amount values (mm) with period 1991 – 2010.*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Referentni niz 1961. – 1990. *Referent line 1961 – 1990.*	Razdoblje 1991. – 2010. *Period 1991 – 2010.*	Razlika *Difference*	p-razina *p-level*
	(mm)			
Rovinj	870	798	-72	0,108896
Rijeka	1.561	1.561	0	0,998303
Crikvenica	1.244	1.213	-31	0,639450
Sinj	1.206	1.149	-57	0,308479
Hvar	730	735	+5	0,916908
Lastovo	691	634	-57	0,243627

*p < 0,05

Tablica 5. Rezultat Studentova t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti godišnjih temperatura zraka (°C) referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010.

Table 5. *Result of Student´s t-test independent samples comparison of referent line average air temperatures values (°C) with period 1991 – 2010.*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Referentni niz 1961. – 1990. *Referent line 1961 – 1990.*	Razdoblje 1991. – 2010. *Period 1991 – 2010.*	Razlika *Difference*	p-razina *p-level*
	(°C)			
Rovinj	13,1	14,1	+1,0	0,000000*
Rijeka	13,6	14,4	+0,8	0,000003*
Crikvenica	14,1	15,0	+0,9	0,000013*
Sinj	12,5	13,0	+0,5	0,000051*
Hvar	16,3	16,8	+0,5	0,000274*
Lastovo	15,4	16,0	+0,6	0,000002*

*p < 0,05

Postoji statistički značajno povećanje u vrijednostima srednjih godišnjih temperatura zraka razdoblja 1991. – 2010. u odnosu na referentni niz. To povećanje kreće se od +0,5 °C do +1,0 °C (tablica 5).

Tablica 6. Rezultat Studentova t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti Langova kišnog faktora referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010.

Table 6. *Result of Student´s t-test independent samples comparison of referent line average Lang´s rain factor values with period 1991 – 2010.*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Referentni niz 1961. – 1990. *Referent line 1961 – 1990.*	Razdoblje 1991. – 2010. *Period 1991 – 2010.*	Razlika *Difference*	Razina *Level*
Rovinj	66	57	-9	0,008274*
Rijeka	115	109	-6	0,288887
Crikvenica	88	82	-6	0,169830
Sinj	97	88	-9	0,093960
Hvar	45	44	-1	0,772387
Lastovo	45	40	-5	0,102700

*p < 0,05

Za istraživane meteorološke postaje vrijednosti Langova kišnog faktora smanjile su se. To je smanjenje statistički značajno jedino na području Rovinja (tablica 6).

Srednje godišnje kolebanje temperatura zraka u razdoblju 1991. – 2010. povećale su se u odnosu na referentni niz. Prema rezultatima Studentova t-testa, navedeno povećanje nije statistički značajno, a kreće se od +0,5 °C do +0,8 °C (tablica 7).

Tablica 7. Rezultat Studentova t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti srednjega godišnjeg kolebanja temperatura zraka (°C) referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010.

Table 7. *Result of Student´s t-test independent samples comparison of referent line average annual air temperature oscillations (°C) with period 1991 – 2010.*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Referentni niz 1961. – 1990. *Referent line 1961 – 1990.*	Razdoblje 1991. – 2010. *Period 1991 – 2010.*	Razlika *Difference*	Razina *Level*
	(°C)			
Rovinj	17,6	18,1	+0,5	0,338993
Rijeka	17,5	18,3	+0,8	0,185579
Crikvenica	17,5	18,3	+0,8	0,161624
Sinj	19,0	19,5	+0,5	0,304048
Hvar	15,9	16,7	+0,8	0,081441
Lastovo	15,6	16,2	+0,6	0,096950

*p < 0,05

Tablica 8. Rezultat Studentova t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti potencijalne evepotranspiracije (mm) referentnog niza s razdobljem 1991. – 2010.

Table 8. *Result of Student´s t-test independent samples comparison of referent line average potential evaporation values (mm) with period 1991 – 2010.*

Meteorološka postaja *Meteorological station*	Referentni niz 1961. – 1990. *Referent line 1961 – 1990.*	Razdoblje 1991. – 2010. *Period 1991 – 2010.*	Razlika *Difference*	Razina *Level*
	(mm)			
Rovinj	733	755	+22	0,000000*
Rijeka	744	764	+20	0,000001*
Crikvenica	754	775	+21	0,000005*
Sinj	719	733	+14	0,000017*
Hvar	802	814	+12	0,000063*
Lastovo	781	797	+16	0,000001*

*p < 0,05

U razdoblju 1991. – 2010. prisutno je statistički značajno povećanje vrijednosti potencijalne evapotranspiracije u odnosu na referentni niz. Ono se kreće od +12 mm na području Hvara do +22 mm na području Rovinja (tablica 8).

RASPRAVA / *DISSCUSION*

Uz temperaturu zraka, koja ovisi o oblačnosti i insolaciji zraka, oborine imaju najveće značenje za razvoj vegetacije, jer su one glavni izvor vlage u tlu. Manjak oborina, uz pojavu visoke temperature zraka, slabi otpornu snagu šumskog drveća, jer se pojačanom transpiracijom troši velika količina vode. Prema Vajdi (1965), zbog manjka oborina tlo postaje danomice sve suše, tako da drvo ne može više nadoknaditi transpiriranu vodu iz tla. Prema tome, dulja sušna razdoblja utječu na isušenje tla i pogoršanje fizioloških procesa u stablima. Prema Prpiću (1986), hrast crnika kao izraziti je kserofit vrlo racionalan u potrošnji vode, te pripada vrstama koje su vrlo prilagođene uvjetima u Sredozemlju.

Prema istraživanjima Sardans i Penuelas (2004), u bliskoj se budućnosti u području mediteranskih šumskih ekosustava mogu očekivati dulji i češći periodi suše. Za područje Mediterana do kraja 21. stoljeća očekuje se smanjenje količine oborina kao posljedica klimatskih promjena (Limousin i dr. 2008), što će svakako imati velik utjecaj na negativnu vodnu bilancu u tlu tijekom ljetnih mjeseci. Rezultati naših istraživanja ukazuju na to da su se promjene temperature zraka na području sredozemne Hrvatske signifikantno odrazile na promjene potencijalne evapotranspiracije. Do istih rezultata došli su i Westman i Malanson (1992) u istraživanjima mediteranskog tipa vegetacije Kalifornije koja su u većini ekoloških čimbenika usporediva s eumediteranskom i submediteranskom zonom jadranske obale. Prema rezultatima Oršanića i dr. (2011), vlaga tla statistički je značajno uvjetovana temperaturom zraka, točkom rosišta i količinom oborina. Poznato je da relativna vlaga zraka ima ekološko značenje za opskrbu površinskih slojeva tla vodom kondenzacijom.

Prema regionalnom klimatskom modelu, za Hrvatsku se predviđa smanjenje ukupne količine oborina u tri sezone (proljeće, ljeto i jesen), ponajprije u priobalnoj, južnoj i gorskoj Hrvatskoj (DHMZ 2009). Istim klimatskim modelom predviđa se signifikantno smanjenje ukupne količine oborina samo u južnom dijelu istočne obale Jadrana. Rezultati tih klimatskih scenarija buduće klime podudaraju se s našim istraživanjima. Trendovi količine oborina na gotovo svim istraživanim meteorološkim postajama negativnog su predznaka, a statistički su značajni za područje Crikvenice i Hvara.

Klimatske promjene imat će direktan ili indirektan utjecaj na vegetaciju. Indirektan utjecaj očituje se preko promjena klime, i to ne samo temperature nego i cijelog niza ostalih klimatskih parametara. Temperatura zraka odlučan je čimbenik za karakter klime. Zato su nam razlike u odstupanjima temperaturnih vrijednosti, za koje smo ustanovili da postoje između promatranih perioda, dale važne podatke, po kojima ćemo moći zaključiti jesu li ta odstupanja imala utjecaja na promjenu karaktera klime područja istraživanja i hoće li ga imati.

Na svim meteorološkim postajama, s izuzetkom meteorološke postaje Hvar, utvrđen je trend povećanja srednjega godišnjeg kolebanja temperature zraka. Taj je trend statistički značajan za područje Lastova, gdje je utvrđen i najveći trend povećanja u iznosu od 2,4 °C/100 godina. Prema Petom nacionalnom izvješću Republike Hrvatske, odnosno prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (DHMZ 2009), na području sredozemne Hrvatske znatno su porasle ljetne temperature zraka i apsolutne maksimalne temperature zraka. Shodno tome pretpostavljamo da je to uzrokovalo povećanje srednjega godišnjeg kolebanja temperature zraka na većini meteoroloških postaja.

Giannakopoulos i dr. (2005) istraživali su utjecaj promjene klime na Sredozemlju kao rezultat globalnog porasta temperature za 2 °C. Rezultati tog istraživanja odnose se na razdoblje 2031. – 2060. Rezultati istraživanja pokazuju da će globalni porast temperature za 2 ºC vjerojatno rezultirati popratnim zatopljenjem od 1 do 3 ºC u sredozemnoj regiji. Prema rezultatima u tablici 5, temperature zraka na sredozemnom području Hrvatske za razdoblje 1991. – 2010. u odnosu na referentni niz porasle su od 0,5 do 1,0 °C s tendencijom povećanja (tablica 2).

Regionalni klimatski model koji se primjenjuje za scenarij klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj razvili su Dickinson i dr. (1989) te Giorgi (1990). U scenariju klimatskih promjena uspoređene su srednje vrijednosti 30-godišnjeg razdoblja buduće klime (2041. – 2070.) sa srednjacima 30-godišnjeg razdoblja klime referentnog niza (1961. – 1990.). Prema tom scenariju klimatskih promjena, u svim sezonama povećat će se temperature zraka, a to je povećanje statistički signifikantno čak i za 99-postotnu razinu povjerenja. Prema našim rezultatima istraživanja, promjene srednjih godišnjih temperatura zraka za analizirane meteorološke postaje za razdoblje 1991. – 2010. u odnosu na referentni niz također su signifikantne (tablica 5). Što se tiče količine oborina, za Hrvatsku se prema regionalnom klimatskom modelu predviđa smanjenje ukupne količine oborina u tri sezone (proljeće, ljeto i jesen), ponajprije u priobalnoj, južnoj i gorskoj Hrvatskoj. Promjena ukupne količine oborina, osobito zimi i u proljeće, koncentrirana je u relativno uskom pojasu duž Jadrana, dok nad većim dijelom Jadranskog mora nema promjene po pitanju ukupne količine oborina ili je ona mala. Prema rezultatima prikazanima u tablici 4, promjene količine oborina u razdoblju 1991. – 2010. nisu signifikantne u odnosu na referentni niz.

Prirodna prilagodba vegetacije na klimatske promjene događa se u malom postotku vegetacije na koju se želi utjecati. Vegetacijski model proveden s *IMAGE 2* ukazao je na to da je uspješna prilagodba moguća samo uz vrlo sporu promjenu klime, manju od 0,1 °C/10 god. i apsolutnu promjenu klime manju od 1 °C ukupno (Leemans 1999). Utvrđene i prema nekim scenarijima pretpostavljene klimatske promjene mogu dovesti do promjena u prostornoj razdiobi šumske vegetacije, pro-

mjeni u sastavu, strukturi i proizvodnosti šumskih ekosustava, promjeni ekološke stabilnosti, zdravstvenog stanja šuma te općekorisnih funkcija šuma.

O promjenama klime i njezinu utjecaju na šumske ekosustave postoje brojna strana istraživanja (Hasenauer i dr. 1999, Easterling i dr. 1997, Boisvenue i Running, 2006, Groisman i dr. 2004, Knowles i dr. 2006, Stewart i dr. 2005), kao i istraživanja domaćih autora (Seletković i dr. 1993, Matić i dr. 1998, Tikvić i dr. 2008, Potočić i dr. 2008, Anić i dr. 2009, Ugarković i dr. 2010) i neka druga. Klimatske promjene mogu pozitivno i negativno utjecati na šumske ekosustave, što, naravno, ovisi o ekološkoj valenciji i ekološkoj niši vrsta drveća. Klimatske promjene, obilježene prosječnim povećanjem temperatura zraka i smanjenjem oborina, utječu na odumiranje i propadanje, posebno glavnih vrsta drveća koje istovremeno imaju i usku ekološku valenciju. Provedena istraživanja Anića i dr. (2009) ukazuju nam na to da će promjena klime znatno utjecati na vrste drveća uske ekološke valencije. Rezultat tih promjena jest pojava i sve veći udio vrsta šumskog drveća sa širokom ekološkom valencijom, a koje do tada najčešće nisu imale dominantnu ulogu ni udjela u strukturi. Na taj se način donekle smanjuje gospodarska vrijednost šuma, ali se značajnije ne smanjuju njihove općekorisne funkcije (ekološke i socijalne) ni šanse za njihov opstanak.

Utjecaj promjena dva najvažnija klimatska elementa (temperature zraka i oborine) mogu biti odlučan čimbenik za odumiranje stabala. Uz naglo smanjenje količine oborina koje fiziološki oslabljuje stabla, istovremeno se povećava temperatura zraka, a to djeluje veoma nepovoljno na razvoj i širenje štetnih insekata (Kirigin 1975). Oszlànyi (1997) kao stresne čimbenike koji rezultiraju oštećenjima šumskih ekosustava, destrukcijom asimilacijskog aparata drveća i kasnije propadanjem čitavog ekosustava navodi, između ostalog, sušu, promjenu klime te nagle i iznenadne promjene temperatura.

Istraživanjima paleoklime i recentne klime u Republici Hrvatskoj dokazano je da sekularne ili dugoperiodične promjene klime nisu negativno utjecale, ni zatopljenjem ni zahlađenjem, na sastav klimazonalne vegetacije (Trinajstić 1998). Te su promjene samo uvjetovale pomicanje vegetacijskih pojasova u smjeru od manjih nadmorskih visina prema većim (zatopljenje) i obrnuto (zahlađenje). Na temelju takvih spoznaja može se očekivati da će i buduće prirodne promjene klime ili promjene nastale neposrednim ili posrednim utjecajem čovjeka također uvjetovati pomicanje klimazonalnih vegetacijskih oblika u onom smjeru u kojem se mijenja klima (Matić i dr. 1998, Trinajstić 1998).

Klimatski uvjeti izravno utječu na tlo i na šumsku vegetaciju (Jennyu 1958). Kod procjene mogućeg utjecaja globalne klime na šumsko tlo potrebno je istaknuti da se tlo smatra stabilnim dijelom šumskog ekosustava i da treba razlikovati njegova teškopromjenjiva i lakopromjenjiva svojstva. Među lakopromjenjiva svojstva ubrajaju se akumulacije i procesi dekompozicije organskih tvari, vlažnost tla i sastav otopine

tla. Promjene procesa u tlu, a time i njegovih svojstava, odvijaju se većinom posredno s promjenama vegetacijskog pokrova. Važan pokazatelj promjena procesa u tlu jest viša koncentracija ugljikova dioksida u tlu, što može imati utjecaja na fiziološke procese biljaka i njihov opstanak. Utvrđene promjene temperature zraka i količine oborina utjecat će na sredozemne šumske ekosustave i sve njegove komponente. Klimatske promjene i njene posljedice uvjetovat će značajne promjene procesa i svojstva tla. Prema Várallyay (1998), smanjenje količina oborina uzrokuje smanjenje površinskog otjecanja, infiltracije, evaporacije, transpiracije i vodne bilance tla. S druge pak strane, povećanje temperature zraka uzrokuje povećanje potencijalne evaporacije i transpiracije te smanjenje oborine, infiltracije i vodne bilance tla. Ti su općeniti utjecaji svakako modificirani utjecajem šumske vegetacije (vrsta drveća, omjer smjese, struktura sastojine, biomasa i druge karakteristike).

Promjene u šumama odrazit će se na biološku raznolikost, pri čemu može doći do dodatnog ugrožavanja vrsta koje imaju općeekološko značenje. Što se tiče bioraznolikosti, klimatske će promjene vjerojatno uzrokovati pomicanje u raspodjeli i broju vrsta potencijalno povećavajući rizik od odumiranja. Istraživanja odumiranja šuma jasno pokazuju da se promjene događaju u područjima u kojima je utvrđena promjena klime i hidroloških prilika, pri čemu je još uvijek teško razlučiti utjecaj pojedinih stresnih čimbenika (Tikvić i dr. 2008, Ugarković i dr. 2010). Dodatno, očekuje se da će šumski požari potaknuti širenje invazivnih vrsta za koje se pokazalo da češće i intenzivnije potiču šumske požare.

Podaci o broju nastalih požara i površini zahvaćenoj požarima pokazuju jaku ovisnost o temperaturama. Republika Hrvatska većim je dijelom svoje površine i mediteranska zemlja te je svakako jedan od najvažnijih mogućih utjecaja klimatskih promjena u smislu globalnog zatopljenja nastanak šumskih požara u priobalnom području. Visoke dnevne temperature zraka bitno utječu na pojavu požara (Vučetić 2000).

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Na temelju provedenih istraživanja promjena klimatskih elemenata i indeksa za istraživane meteorološke postaje mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Na svim meteorološkim postajama utvrđen je negativan trend godišnje količine oborina i Langova kišnog faktora, osim na meteorološkoj postaji Rijeka, gdje je utvrđeno povećanje. Trendovi su statistički značajni za meteorološke postaje Crikvenica i Hvar.
2. Trendovi temperatura zraka i potencijalne evapotranspiracije pozitivni su i statistički značajni. Na meteorološkoj postaji Rijeka trend temperatura zraka nije statistički značajan.

3. Promjene temperature zraka mnogo su jače izražene nego što je to slučaj s oborinama i srednjim kolebanjem temperatura zraka.
4. Promjene potencijalne evapotranspiracije mnogo su jače izražene nego vrijednosti Langova kišnog faktora.
5. Vrijednosti Langova kišnog faktora smanjuju se, što ide u prilog povećanju aridnosti područja.
6. Porast temperature zraka odražava se na općem signifikantnom porastu potencijalne evapotranspiracije.

Literatura / *References*

Ahlmann, H. W., 1948: The Present Climatic Fluctuation. Geographical Journal 112(1-3): 165.

Anić, I., J. Vukelić, S. Mikac, D. Bakšić, D. Ugarković, 2009: Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Šumarski list, 133(3-4): 135-144.

Boisvenue, C., S. W. Running, 2006: Impacts of climate change on natural forest productivity – Evidence since the middle of the 20th century. Global Change Biology, 12: 862-882.

Brunetti, M., Colacino, M., Maugeri, M., T. Nanni, 2001a: Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951-1996. Int. J. Climatol., 21: 299-316.

Brunetti, M., Maugeri, M., T. Nanni, 2001b: Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in north-eastern Italy. Int. J. Climatol., 21: 861-871.

DHMZ, 2009: Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC). Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb.

Dickinson, R. E., R. M. Errico, F. Giorgi, G. T. Bates, 1989: A regional climate model for the western United States. Climatic Change, 15: 383-422.

Easterling, D.R., B. Horton, P. D. Jones, T. C. Peterson, T. R. Karl, D. E. Parker, M. J. Salinger, V. Razuvayev, N. Plummer, P. Jamason, C. K. Folland, 1997: Maximum and minimum temperature trends for the globe. Science, 277: 364-367.

Giannakopoulos C., M. Bindi, M. Moriondo, P. LeSager, T. Tin, 2005: Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2^0 C global temperature rise. WWF, Gland, Switzerland, p. 54.

Giorgi, F., 1990: Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model. Journal of Climate, 3: 941-963.

Giorgi F, 2002: Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part I: Observations, Clim. Dyn., DOI 10.1007/s00382-001-0204-x.

Groisman, P. Y., Knight, R. W., Kari, T. R., Easterling, D. R., Sun, B., Lawrimore, J. H., 2004: Contemporary changes of the hydrological cycle of the contiguous United States: Trends derived from in situ observations. Journal of Hydrometeorology, 5: 64-85.

Hasenauer, H., R. R. Nemani, K. Schadauer, S. W. Running, 1999: Forest growth response to changing climate between 1961 and 1990 in Austria. Forest Ecology and Management, 122: 209-219.

Hasselmann, K., 1997: Climate – change reserach after Kyoto. Nature, 390: 225-226.

Jacobeit, J., Wanner, H., Luterbacher, J., Beck, C., Philipp, A., K. Sturm, 2003: Atmospheric circulation variability in the North-Atlantic-European area since the midseventeenth century. Clim. Dyn., 20: 341-352.

Jenny, H., 1958: Role of the Plant Factor in the Pedogenic Functions. Ecology, 39: 5-16.

Kirigin, B., 1975: Kolebanja klimatskih elemenata i sušenje jele na području SR Hrvatske. Radovi, 23: 16-27.

Knowles, N., Dettinger, M. D., Cayan, D. R., 2006: Trends in snowfall versus rainfall for the western United States, 1949 – 2004. Journal of Climate, 19: 4545-4559.

Leemans, R., 1999: Applying global change scenarios to assess changes in biodiversity. RIVM Report, 481508 012:2-65.

Limousin, J. M., Rambal, S., Ourcival, J-M., R. Joffre, 2008: Modeling rainfall interception in a mediterranean Quercus ilex ecosystem: Lesson from a throughfall exclusion experiment. Journal of Hydrology, 357(1-2): 57-66.

Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1998: Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava. U: M. Maceljski (ur.), Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 239-250.

Mitchell, J. M., B. Dzerdzeevskii, H. Flohn, W. L. Hofmeyr, H. H. Lamb, K. N. Rao, C. C. Wallén, 1966: Climatic change. WMO, Technical Note No. 79. Geneva.

New, M., M. Todd, M. Hulme, P. D. Jones, 2001: Precipitation measurements and trends in the twentieth century, Int. J. Climatol., 21: 1899-1922.

Oszlanyi, J., 1997: Forest health and environmental pollution in Slovakia. Environmental Pollution, 98(3): 389-392.

Oršanić, M., D. Drvodelić, D. Ugarković, 2011: Ekološko-biološke značajke hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na otoku Rabu. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 31-42.

Penzar, B., B. Volarić, I. Penzar, 1967: Prilog poznavanju sekularnih kolebanja temperature i oborine u Jugoslaviji. Zbornik radova, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.

Potočić, N., I. Seletković, D. Ugarković, A. Jazbec, S. Mikac, 2008: The influence of climate properties on crown condition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Velebit. Periodicum Biologorum, 110(2): 145-150.

Prikazi br. 18, 2008: Praćenje i ocjena klime u 2007. godini. DHMZ, Zagreb, str. 72.

Prpić, B., 1986: Odnos hrasta crnike i nekih njegovih pratilica prema vodi i svjetlu. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 2:69-77.

Sardans, J., J. Penuelas, 2004: Drought decreases soil enzyme activity in a Mediterranean Quercus ilex L. Forest. Soil Biology and Biochemistry, 37: 455-461.

Seletković, Z., M. Ivkov, I. Tikvić, 1993: Prilog istraživanjima klimatskih elemenata i pojava u zagrebačkoj regiji tijekom ovog stoljeća. Glasnik za šumske pokuse, 4: 25-34.

Stewart, I. T., D. R. Cayan, M. D. Dettinger, 2005: Changes toward earlier stremflow timing across western North America. Journal of Climate, 18: 1136-1155.

Šegota, T., A. Filipčić, 1996: Klimatologija za geografe. Školska knjiga, Zagreb, str. 471.

Šegota, T., A. Filipčić, 2003: Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. Geoadria Vol. 8(1): 17-37.

Trinajstić, I., 1998: Utjecaj općih klimatskih promjena na prostorni raspored klimazonalnih oblika šumske vegetacije u Hrvatskoj. U: M. Maceljski (ur.), Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 259-268.

Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, S. Posavec, Ž. Španjol, 2008: Dieback of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) on Northern Velebit (Croatia). Periodicum Biologorum, 110 (2): 137-143.

Tomić, F., 1988: Navodnjavanje. Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 154.

Ugarković, D., I. Tikvić, Z. Seletković, M. Oršanić, I. Seletković, N. Potočić, 2010: Dieback of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Gorski kotar in correlation with precipitation and temperature. Glasnik za šumske pokuse, 43: 19-36.

Vajda, Z., 1965: Uloga klime u sušenju šuma. Glasnik za šumske pokuse, 28: 1-12.

Várallyay, G., 1998: Climate change and soil processes. U: M. Maceljski (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem „Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, str. 5-16.

Vasilj, Đ., 2000: Biometrika i eksperimentiranje u bilinogojstvu. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, str. 320.

Vučetić, M., 2000: Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom priobalju tijekom 2000. Šumarski list 124(7-8): 367-378.

Weber, R. O., P. Talkner, I. Auer, R. Bohm, M. Gajić-Čapka, K. Zaninović, R. Brazdil, P. Faško, 1997: 20th centuary changes of temperature in the mountain regions of Central Europe. Climate Change, 36: 327-344.

Westman, W. E., G. P. Malanson, 1992: Effects of climate change on Mediterrean-type ecosystems in California and Baja California. U: Peters, R. L., Lovejoy, T. E. (eds.): Global warming and biological diversity, Yale University Press, London, p. 258-276.

Xia, Y., P. Fabian, M. Winterhalter, M. Zhao, 2001: Forest climatology: estimation and use of daily climatological data for Bavaria, Germany. Agricultural and Forest Meteorology, 106: 87-103.

Xoplaki, E., 2002: Climate Variability over the Mediterranean, Ph.D. Thesis, University of Bern, 193pp. Available at: http://sinus.unibe.ch/klimet/docs/phd_xoplaki.pdf.

Changes of Climatic Elements and Indices in the Forest Ecosystems of the Mediterranean Croatia

Summary

Climate is a complex ecological factor described by different climatic elements and phenomena that effect vegetation development and its natural distribution. For forest vegetation the most important are air temperature, precipitation amount, air humidity and wind. The aim of research was to determine changes of climate elements and indices in the Mediterranean Croatia. Linear trend was used to analyse decrease and increase in certain climatic elements and indices. Comparison was made for the reference sequence of climatic element and index values with the period 1991–2010. In order to determine the climatic element trends in the area of the Mediterranean Croatia, meteorological stations with the longest observation period were chosen. All meteorological stations showed a negative trend of annual precipitation and Lang´s rain factor values. An exception was the meteorological station Rijeka, with recorded increase of annual precipitations and Lang's rain factor value. Air temperature trends were positive in all meteorological stations. Lang´s rain factor values decreased across the researched area, contributing to area aridity increase. Potential evaporation trends across the researched area were significantly higher and positive. Average annual air temperature oscillation showed the least changes across the researched area. The forest vegetation of the Mediterranean Croatia is adapted to certain climatic conditions specific for this area. These conditions change through time, affecting the growth and development of all organisms. Perceived climatic changes can lead to changes in spatial distribution of forest vegetation, changes in system, structure and productivity of forest ecosystems, ecological stability change, as well as changes in forest health status and public-beneficial forest functions.

Keywords: *climatic elements; climatic indices; climatic change; Mediterranean forests.*

Doc. dr. sc. Damir Ugarković,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb
damir.ugarkovic@gs.htnet.hr

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,
Hrvatski šumarski institut, Zavod za ekologiju šuma, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

Marko Vučetić, dipl. ing. fiz.,
Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb

ŠUMSKI POŽARI NA PODRUČJU DALMATINSKOGA KRŠA U RAZDOBLJU OD 1992. DO 2010. GODINE

FOREST FIRES IN THE DALMATIAN KARST REGION IN THE PERIOD 1992–2010

Milan Glavaš

Sažetak

Šumski požari pripadaju kategoriji požara otvorenih prostora kojih je u Hrvatskoj i po nekoliko tisuća godišnje. U proteklih dvadeset godina u Hrvatskoj je izbilo oko 5.000 šumskih požara koji su poharali više od 250.000 ha površina pod vegetacijom. Od toga na krškom području nastane oko 80% šumskih požara, a oni poharaju više od 90% otvorenih površina. Uzimajući u obzir cjelokupno obalno područje i otoke, Dalmacija (područje Uprave šuma Podružnice Split) opterećena je s 80% šumskih požara i 83% površine poharane požarom. Ti podaci ukazuju na to da je Dalmacija naše najugroženije područje. Dapače, neki predjeli našega krša spadaju u najugroženija požarna područja u svijetu. Kao primjer navodimo gospodarske jedinice (Šumarija Split) Omiška Dinara i Srednja Poljica, na kojima svake godine nastane nekoliko šumskih požara. Na krškom području prosječno godišnje nastane 230 šumskih požara (Uprava šuma Podružnica Split 195) koji poharaju približno 15.000 ha površina. Vrlo je zabrinjavajuće da jedan požar pohara više od 60 ha površina. U svezi s gornjim činjenicama bitne su dvije značajke: sezonska dinamika i mjesto nastanka požara. Prema dugogodišnjim podacima, u veljači, ožujku i travnju nastane 30 – 40%, a u srpnju i kolovozu oko 50% šumskih požara u Hrvatskoj, a slično je i na krškom području. Na površinama kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb nastaje 52%, a u privatnim šumama i na poljoprivrednim zemljištima 48% požara. Slično je i s površinama poharanima požarom. Npr. na dalmatinskom području 56% površina poharanih požarom odnosi se na šume kojima gospodari Uprava šuma Podružnica Split, 31% na privatne šume, a 13% odnosi se na poljoprivredna zemljišta. Zanimljivo je da se na Hvaru 79%, Braču 77%, Korčuli 75% i dubrovačkom području 68% površina poharanih požarom odnosi na privatne šume i poljoprivredna zemljišta, a ostali dio na površine kojima gospodari Uprava šuma Podružnica Split. To je očit primjer da šumski požari trebaju biti briga cijeloga društva, svih gospodara zemljišnih površina, a ne samo Hrvatskih šuma d.o.o. Tomu u prilog govori i činjenica da

velik broj požara nastaje u proljetnim mjesecima zbog nekontroliranog spaljivanja biljnih ostataka na poljoprivrednim zemljištima. Bez obzira na čijoj površini požari nastaju, štetu nanose svima, pa cijela društvena zajednica treba voditi brigu da oni ne nastanu, a i o saniranju štetnih posljedica.

Ključne riječi: šumski požar; krš; površina poharana požarom; broj požara.

UVOD / *INTRODUCTION*

Za šume i okoliš najštetniji su požari na otvorenim prostorima, odnosno šumski požari. Bertović i dr. (1987) šumske požare u našem krškom dijelu stavljaju na prvo mjesto kao stalnu opasnost za šume. Kulušić (2003) upozorava na činjenicu da šumski požari čine samo jedan zabrinjavajuć i uznemirujuć segment cijeloga spektra vrlo slojevitih i vrlo složeno ispripletenih problema. On smatra da problem šumskih požara, kao vrlo specifičnih požara na otvorenom prostoru, treba biti predmet posebnog zanimanja, angažiranja i djelovanja svih društvenih čimbenika.

Prema načinu nastanka šumski se požari pojednostavnjeno razvrstavaju na požare nastale nehajem ili nepažnjom, tj. nastale slučajno, zatim na namjerno izazvane požare (motivi su brojni i vrlo različiti), požare prouzročene dječjom igrom i one nastale višom silom. Gotovo sve požare u nas uzrokuje čovjek, a najčešći prirodni uzrok požara jest udar groma.

Ugroženost pojedinih područja šumskim požarima različita je. U nas je ugroženo cjelokupno krško područje, a najugroženiji su kopneni dio Dalmacije i otoci. Pojedini dalmatinski predjeli spadaju u najugroženija požarna područja u svijetu. Analizom podataka o broju šumskih požara u proteklih 20 godina dobiva se uvid u ugroženost pojedinih područja. Prema tim podacima, u unutrašnjem (kontinentalnom) dijelu Hrvatske nastaje oko 20% šumskih požara, a u cjelokupnom kršu oko 80%. Na području Dalmacije nastaje oko 80%, a na ostalom dijelu krša oko 20% požara. Još je važniji podatak da u Dalmaciji, u odnosu na cijelu Hrvatsku, nastane oko 70% svih požara. Iz tih se podataka razabire da je u nas najveći problem onaj sa šumskim požarima u Dalmaciji. Isti podaci ukazuju i na to da se najviše protupožarnih mjera treba usmjeriti na dalmatinske šume i poljoprivredne površine. Za prevenciju je izuzetno važno znati uzroke i vrijeme nastanka šumskih požara, i to za svako uže i šire područje. U radu se daje pregled šumskih požara u kršu s posebnim naglaskom na dalmatinsko područje, odnosno na ono kojim gospodari tvrtka Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, tj. Uprava šuma Podružnica Split.

MATERIJALI I METODE / *MATERIALS AND METHODS*

Radi provođenja mjera i aktivnosti, sve šumarije u Hrvatskoj izrađuju godišnje planove zaštite šuma od požara. To su dužne činiti i sve druge pravne i fizičke osobe

koje upravljaju šumama i šumskim zemljištima. Isto tako za svaki nastali šumski požar sastavlja se posebno izvješće.

Podaci o svim nastalim požarima u jednoj šumariji dostavljaju se pripadajućoj upravi podružnici šuma koja pak obrađuje podatke za sve svoje šumarije i dostavlja ih u Upravu Hrvatskih šuma d. o. o., Zagreb. Ti podaci služe za prikaz šumskih požara u nas za razdoblje od 1992. do 2010. godine.

U izvješća o šumskim požarima upisuju se detaljni podaci o mjestima njihova nastanka, zatim podaci o šumi i šumskom zemljištu, vegetaciji, uzroku i vrsti požara te drugi. Ta su izvješća glavna baza za dobivanje svih potrebnih elemenata kako pojedinačno tako i ukupno za cijelo područje. Za dobivanje uvida u to koje su požarno najugroženije gospodarske jedinice i lokaliteti, posebno su obrađena izvješća o požarima za Šumariju Split za razdoblje od 1992. do 1999. godine.

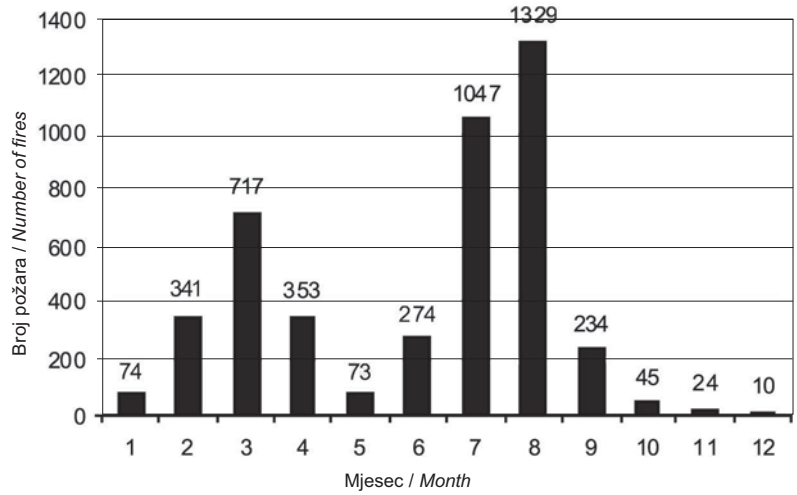
Za razdoblje od 1996. do 2008. godine uzeti su ukupni podaci za sve šumarije Uprave šuma Podružnice Split. Iz tih materijala najviše se pažnje dalo prikazu broja požara i površinama poharanima požarom prema vlasniku.

Za usporedbu šumskih požara na dalmatinskom području, ostalim dijelovima krša i u unutrašnjem dijelu Hrvatske uporabljena su izvješća o šumskim požarima Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb za razdoblje od 1992. do 2010. godine. Obrađeni podaci prikazuju se u daljnjim dijelovima ovoga rada.

GODIŠNJA DINAMIKA POJAVLJIVANJA ŠUMSKIH POŽARA
ANNUAL DYNAMICS OF FOREST FIRES

Poznavanje broja i dinamike pojavljivanja šumskih požara mnogostrano je važno. Na bazi poznavanja dinamike pojavljivanja šumskih požara mogu se planirati mjesečne i dnevne protupožarne mjere. Požari se pojavljuju svakoga mjeseca u godini, ali u različitom broju. U nas postoje dva izražena maksimuma pojavljivanja šumskih požara (Glavaš i dr. 2011), što je prikazano na slici 1.

Na slici 1 uočava se da prvi, odnosno proljetni, maksimum ili period nastupa krajem zime i početkom proljeća (veljača, ožujak, travanj). Tada nastane više od 30% požara (slika 2). Uvjeti za nastanak šumskih požara nastaju kada iz zemlje počne nestajati zimska vlaga uz istovremeno pomanjkanje oborina i nastup relativno visokih temperatura koje isušuju gorivi materijal i tlo (Vajda 1974). Drugi vrlo važan uzrok nastanka proljetnih požara jest čovjek. U to vrijeme čisti se teren i spaljuju se biljni otpaci, odnosno korov, pri čemu vatra izbjegne kontroli i razvije se u požar. Uvjeti za nastanak proljetnih požara prestanu sa smanjenjem aktivnosti na uređenju zemljišta i, što je još važnije, s promjenom prirodnih uvjeta. Naime, kada koncem travnja i početkom svibnja uz kiše počne rasti ili izraste nova trava koja pokriva tlo i održava njegovu vlažnost, smanjuju se uvjeti za nastanak požara. To se razdoblje naziva



Slika 1. Dinamika pojavljivanja šumskih požara u Hrvatskoj od 1993. do 2008. godine
Figure 1 *The dynamics of forest fire occurence in Croatia in the period from 1993 to 2008*

drugi period šumskih požara. U tom periodu, koji traje oko jedan do dva mjeseca, nastane manje od 10% požara.

Drugi ili ljetni maksimum započinje u lipnju, a završava u rujnu i predstavlja treći period šumskih požara. Posebno je izražen u srpnju i kolovozu. Za vrijeme ljetnog maksimuma nastaje gotovo 6% svih šumskih požara u Hrvatskoj. Najizraženiji je kolovoz s gotovo 30% ukupnog broja požara. Prema tome kolovoz je najkritičniji mjesec za šumske požare. To je doba dugotrajnih suša, vrlo visokih temperatura. Prirodni uvjeti glavni su čimbenik za nastajanje ljetnih požara.

Slijedi jesensko-zimski ili četvrti period s manje od 10% požara. Unatoč malom broju nastanka šumskih požara ni taj se period ne smije podcijeniti, jer požari nastali u to vrijeme ponekad nanose izuzetnu štetu, površine poharane požarom mogu biti velike, a – što je najgore – zbog nepovoljnjih zimskih uvjeta, vrlo se teško gase.

POSEBAN OSVRT NA ŠUMSKE POŽARE U DALMACIJI
SPECIAL REVIEW ON FOREST FIRES IN DALMATIA

Na području Uprave šuma Podružnice Split u razdoblju od 1996. do 2008. godine bilo je 2.530 šumskih požara. Na tom prostoru u prosjeku nastane 194,61 požara, odnosno po svakoj šumariji (UŠP Split se sastoji od 17 šumarija) prosječno godišnje nastane 11,45 požara. Analizom podataka za svih 17 splitskih šumarija došlo se do podataka da na području osam šumarija nastane 79% svih dalmatinskih požara koji poharaju 78% površina, što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. UŠP Split, šumarije s najviše požara

Table 1. *Split Forest Administration, Forest Offices with highest number of fires*

Šumarija *Forest office*	Broj požara *Number of fires*	Godišnji prosjek *Annual average*	Površina poharana požarom *Burned area*	Godišnji prosjek *Annual average*	Po požaru *Per fire*
			(ha)		
Split	534	41,07	28.200,55	2.169,27	552,81
Drniš	284	21,84	20.531,45	1.579,34	72,29
Zadar	259	19,92	8.900,93	684,69	34,37
Sinj	254	19,53	10.788,28	829,87	42,47
Dubrovnik	215	16,53	28.113,61	2.162,59	130,76
Benkovac	184	14,15	6.884,47	529,57	37,42
Hvar	146	11,23	9.136,93	702,84	62,58
Šibenik	128	9,84	8.922,5	686,35	60,62
Ukupno *Total*	2.004	154,11	121.478,72	9.344,52	60,62

Iz podataka u tablici 1 proizlazi da su navedene šumarije najugroženija požarna područja u Hrvatskoj, a među njima prednjači Šumarija Split.

Osim broja požara, izuzetno je važno znati na kojim se mjestima oni pojavljuju više puta godišnje. Analizirajući izvješća o šumskim požarima za Šumariju Split za razdoblje od 1992. do 1999. godine, došli smo do podataka koji su uneseni u tablicu 2. Podaci u tablici 2 ukazuju na to da su gore navedene gospodarske jedinice i lokaliteti požarno najugroženija mjesta u Hrvatskoj.

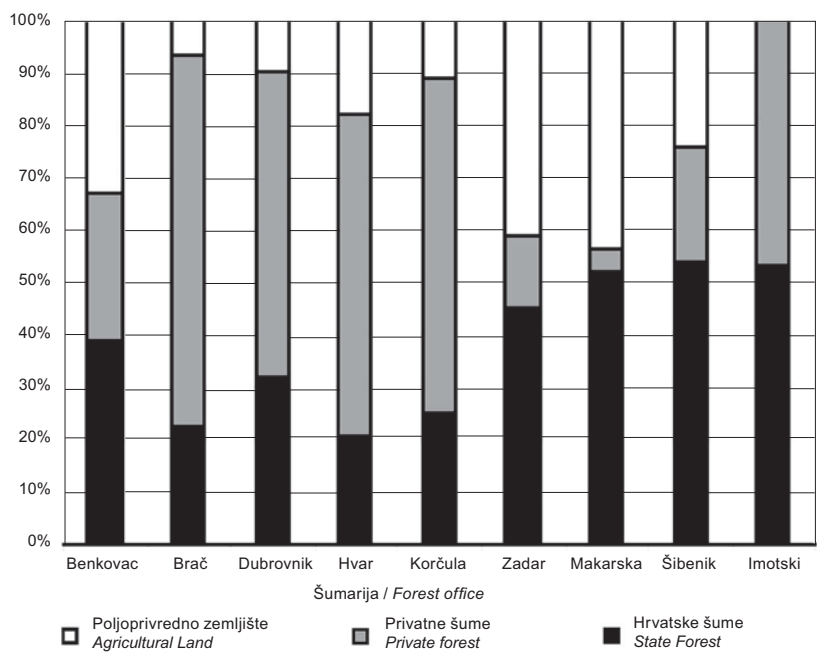
Tablica 2. Požari na području Šumarije Split od 1992. do 1999. godine

Table 2. *Fires in the area of Split Forest Office from 1992 to 1999*

Gospodarska jedinica* / Lokalitet *Management unit* / Locality*	Broj požara *Number of fires*	Godišnji prosjek *Annual average*
Omiška Dinara*	32	4,00
Kaštela	30	3,75
Srednja Poljica*	20	2,50
Seget	11	1,37
Primorski dolac	10	1,25
Trogir	10	1,25
Mosor Perun*	10	1,25

MJESTO NASTANKA POŽARA I POVRŠINE POHARANE POŽAROM
SITE OF FIRE OCCURENCE AND BURNED AREAS

Jurjević i dr. (2009) navode da je u razdoblju od 1992. do 2007. godine u državnim šumama prosječno nastalo 52% požara, a na zapuštenim poljoprivrednim površinama i privatnim šumama 48% požara. Slični su odnosi i s površinama poharanima požarom. Za dalmatinsko područje koje pokriva UŠP Split odnos površina poharanih požarom u razdoblju od 1996. do 2006. godine sličan je gornjim navodima. Ovdje treba napomenuti da su u izvješćima o šumskim požarima od 2007. godine navedene samo površine kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb kako je regulirano Pravilnikom o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima. U navedenom razdoblju na terenima kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, odnosno UŠP Split, požarom je poharano 56%, na terenima privatnih šuma 31%, a na poljoprivrednim zemljištima 13% površina. Posebno su ugrožena ona područja koja pokrivaju šumarije Hvar, Brač, Korčula, Dubrovnik, Benkovac i Zadar na kojima više od 50% površina poharanih požarom čine poljoprivredna zemljišta i privatne šume. Slična je situacija i u šumarijama Makarska, Šibenik i Imotski, što se vidi na slici 2.



Slika 2. Površine poharane požarom prema vlasništvu
Figure 2 *Burned areas according to ownership*

Na području svih devet navedenih šumarija požarom je bilo poharano oko 20% poljoprivrednih i oko 41% privatnih površina te oko 39% površina državnih šuma. Najlošija je situacija u gore navedenih prvih šest šumarija. Na njihovim područjima bilo je poharano oko 18% poljoprivrednih i oko 50% privatnih površina te oko 32% površina državnih šuma. Što se tiče privatnih šuma, ističu se Hvar, Brač, Korčula i Imotski, a po površini poharanoj požarom poljoprivrednih zemljišta prednjače Makarska, Zadar i Benkovac.

RASPRAVA SA ZAKLJUČCIMA / *DISCUSSIONS WITH CONCLUSIONS*

Naprijed je istaknuto da je Dalmacija najugroženije požarno područje u Hrvatskoj. Prema opasnostima za nastanak šumskih požara, većina je dalmatinskih šuma u I. stupnju (vrlo velika opasnost) i u II. stupnju (velika opasnost) za nastanak šumskih požara. Po floističkom sastavu radi se o veoma i ekstremno, odnosno veoma i lako zapaljivoj vegetaciji (Bertović i Lovrić 1987). Na požarnu opasnost utječe i geološka građa toga područja koju čine karbonatne stijene, zatim reljef, tlo i klima, kako ističe više autora. U tome poseban utjecaj ima čovjek, odnosno njegova odgovornost.

Posebna su kategorija ugroženosti neuređena, zapuštena poljoprivredna zemljišta i privatne šume, pogotovo u naprijed navedenim mjestima. Napuštena poljoprivredna zemljišta brzo zarastu raznovrsnim biljkama koje su vrlo povoljne za nastanak i širenje požara. Slično je i s neuređenim šumama. Opasnost se povećava i time što se radi o malim površinama, a uređenje pojedinih ne osigurava ostale od požarne opasnosti. Drugim riječima, u smislu zaštite od požara trebaju se urediti sve površine na određenom lokalitetu bez obzira na vlasništvo. Na to upozorava i Mamut (2011) i ističe da su dosadašnja iskustva pokazala da je većina požara otvorenoga prostora inicirana paljenjem vatre na zapuštenom i zakorovljenom zemljištu. Ista autorica smatra da su poljoprivredna zemljišta zapuštena zbog izmjene demografske slike otoka i dalmatinskog zaleđa. Po njezinu mišljenju, razlog je tomu starosna struktura i smanjenje broja seoskog stanovništva.

Prema podacima navedenim u ovom radu, velik naglasak treba staviti na zapuštena poljoprivredna zemljišta, pogotovo na područjima s vrlo visokim udjelom poljoprivrednih površina poharanih požarom (slika 2). Na sličan problem upozoravaju Perko i Pogačnik (1996) u Sloveniji. Oni upućuju na to da spaljivanje biljnih materijala na poljoprivrednim zemljištima treba obavljati isključivo pod nadzorom vatrogasnih postrojbi, kao što se radi samo u nekim našim krajevima. Svim površinama, bez obzira na vlasništvo, namjenu i sl., treba dati pripadajuću važnost prema stupnju opasnosti od šumskih požara.

Hrvatske šume d.o.o. Zagreb redovito provode preventivne mjere zaštite šuma od požara, u što godišnje ulažu gotovo 115 mil. kuna (Jurjević i dr. 2009). U te mjere

uključeni su izgradnja protupožarnih prosjeka s elementima šumskih cesta, motrenje i dojava, uzgojni radovi, informativno-promidžbene aktivnosti i dr. Vlasnici ostalih zemljišta trebali bi se uključiti u protupožarnu zaštitu zajedno s lokalnim i državnim strukturama. Odgovornost za nastanak šumskih požara na svima je koji upravljaju određenim zemljištima i objektima, ali i na svakom pojedincu.

Literatura / *References*

Bertović, S., T. Dimitrov, I. Galović, 1987: Društvena i ekonomska važnost zaštite šuma od požara. Osnove zaštite šuma od požara, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 15-26.

Bertović, S., A. Ž. Lovrić, 1987: Vegetacija i kategorije njezine prirodne ugroženosti od požara. Osnove zaštite šuma od požara, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 121-128.

Glavaš, M., Z. Đurđević, P. Jurjević, 2011: Šumski požari na kršu. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 573-584.

Jakša, J., 2006: Gozdni požari. Gozdarski vesnik, 64(9): 97-112.

Jurjević, P., D. Vuletić, J. Gračan, G. Seletković, 2009: Šumski požari u Republici Hrvatskoj (1992 – 2007). Šumarski list, 133(1-2): 63-72.

Kulušić, D., Istraživanje uzroka šumskih požara – suvremeni temeljni koncepti, pristupi i počela. U: Zborniku radova Zaštita šuma od požara, Visoka škola za sigurnost na radu, IPROZ Zagreb, 4-34.

Mamut, M., 2011: Veza prirodnogeografske i sociografske osnove Dalmacije s ugroženošću otvorenog prostora požarom. Šumarski list, 135(1-2): 37-50.

Perko, F., J. Pogačnik, 1996: Gozdni požari. Kaj ogroža slovenske gozdove. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana, 93-102.

Pravilnik o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra, te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima. NN 26/06.

Vajda, Z., 1974: Šumski požari. Nauka o zaštiti šuma, Školska knjiga, Zagreb, 355-425.

Forest Fires in the Dalmatian Karst Region in the Period 1992–2010

Summary

Forest fires belong to the category of open space fires. In Croatia, there are several thousand such fires a year. In the past 20 years, Croatia was afflicted by about 5,000 forest fires, which burned over 250,000 ha of the area. Out of these, about 80 % occur in the karst region and burn over 90 % of the area. In terms of the entire coastal territory and the islands, Dalmatia (the area of the Split Forest Administration) accounts for 80 % of forest fires and 83 % of the burned area. Accordingly, Dalmatia is the most endangered area in Croatia. Moreover, some karst zones actually belong to the most threatened fire areas in the world. An example of this are the management units (the Split Forest Administration) of Omiška Dinara and Srednja Poljica, where several forest fires occur every year. There is an average of 230 forest fires a year in the karst region (the Split Forest Administration: 195), which burn about 15,000 ha. A point of concern is that one fire may burn over 60 ha of the area. Related to the above, there are two highly important features: seasonal dynamics and site of fire occurrence. According to long-term data for Croatia, 30-40 % of the fires erupt in February, March and April, while about 50 % of the forest fires occur in July and August. The situation in the karst area is similar. Areas managed by the company Hrvatske šume are afflicted by 52 % of the fires, while those managed by other subjects, as well as private forests and agricultural land, are affected by 48 % of the fires. The data for burned areas are similar. For example, 56 % of the burned area in the Dalmatian region relate to the forests managed by the Split Forest Administration, 31 % to private forests, and 13 % to agricultural land. It is important to note that 79 % of the burned area on Hvar, 77 % on Brač, 75 % on Korčula, and 68 % in the Dubrovnik region are found in private forests and agricultural land, while the rest are in the areas managed by the Split Forest Administration. This clearly shows that forest fires should be a concern of the whole society and all those managing land areas, and not only of Hrvatske šume. This is corroborated by the fact that a large number of fires occur in the spring months due to the uncontrolled burning of plant residue on agricultural land. Regardless of the area and its ownership, a fire causes damage to everybody. Consequently, it is the whole social community that is responsible for its prevention and amelioration of harmful consequences.

Keywords: *forest fire; karst; burned area; number of fires.*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje,
Svetošimunska 25,
HR – 10000 Zagreb

UGROŽENOST VEGETACIJE POŽARIMA U MEDITERANSKOM DIJELU HRVATSKE

VEGETATION ENDANGERMENT AFFECTED BY FIRES IN THE MEDITERRANEAN CROATIA

Roman Rosavec, Željko Španjol, Damir Barčić

Sažetak

Područje Mediterana – s obzirom na svoj položaj (područje između tri kontinenta – Europa, Azija i Afrika) – jedno je od značajnijih u svijetu po biološkoj raznolikosti, a mediteranske šume spadaju među najvažnije biljne zajednice u svijetu. Šumski požari snažan su ekološki destabilizator prirodne ravnoteže u šumskim ekosustavima Mediterana. Najveću štetu šumski požari čine u našem priobalnom području i na otocima. Njihov utjecaj i važnost najprikladnije je promatrati preko glavnih pokazatelja kao što su broj požara i izgorena površina te preko pokazatelja koji su direktno povezani s nastajanjem i širenjem požara, odnosno preko odgode zapaljivosti (vrijeme od trenutka izlaganja goriva izvoru zapaljenja do pojave plamena) i trajanja gorenja (vrijeme od pojave plamena pa do njegova gašenja). Rezultati istraživanja broja požara na području Uprave šuma Podružnice Buzet, Senj i Split pokazuju da je u promatranom razdoblju (1995. – 2010.) bilo ukupno 3.228 požara, odnosno 202 požara godišnje. Ukupno je bila zahvaćena površina od 178.334 ha, odnosno 11.145,9 ha godišnje. U jednom požaru u prosjeku su izgorjela 55,2 ha. Rezultati odgode zapaljivosti i trajanja gorenja na otoku Rabu i u Makarskoj pokazuju da različite vrste imaju drugačiju odgodu zapaljivosti i trajanje gorenja. Tako kod hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na Rabu odgoda zapaljivosti iznosi od 6,05 s do 9,27 s, a u Makarskoj od 5,29 s do 9,59 s. Trajanje gorenja iste vrste na Rabu iznosi od 9,64 s do 13,94 s, a u Makarskoj od 10,22 s do 14.67 s. Na obje lokacije najkraću odgodu zapaljivosti imao je veliki vrijes (*Erica arborea* L.), dok je primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) imao najduže trajanje gorenja na obje lokacije. Požari jesu prirodni faktori, koji, bez obzira na naše zalaganje, izbijaju i izbijat će u budućnosti. Mi se trebamo potruditi smanjiti izgorenu površinu po jednom požaru. Prema svemu sudeći, kada bi se navedenim činjenicama pristupilo profesionalno i stručno, mogli bi se očekivati poboljšani rezultati u pogledu smanjenja ugroženosti tih šumskih ekosustava.

Ključne riječi: šumski požari; vegetacija; Mediteran.

UVOD / *INTRODUCTION*

Čovjek je bio sposoban zapaliti vatru prije 20.000 godina, a od prirode nastalu vatru čuvati oko 500.000 godina. Vatra se primjenjivala u različite svrhe, a najčešće za osvajanje novih površina za poljoprivrednu proizvodnju ili za izgradnju stambenih naselja. Godišnje gotovo 10% svih šuma u Mediteranskom bazenu pohara šumski požar (Di Castri 1981). Posljednjih godina zabilježen je porast broja šumskih požara i izgorene površine na širem području Mediterana, pa tako i u našoj zemlji. Prema Rosavcu (2010), povećana opasnost prisutna je u svim područjima koja su pod utjecajem mediteranske klime. Svake godine bukne više od 50.000 požara koji u prosjeku unište između 600.000 i 800.000 hektara površine, što je 1,3 – 1,8% ukupne površine šuma na Mediteranu (WWF; European Commission 2011). Najveću štetu šumski požari čine u našem priobalnom području i na otocima. Kako je područje najčešćeg izbijanja i nastajanja požara vrlo atraktivno u pogledu ostvarivanja turističke valorizacije prostora, osnovna bi zadaća trebala biti smanjiti izgorenu površinu jer na samo izbijanje i nastajanje požara nije moguće previše utjecati. Osim toga, to je područje u kojem vladaju izrazito povoljni uvjeti za nastajanje požara u pogledu zadovoljavanja osnovnih kriterija za izbijanje i nastajanje požara, a to su količina dostupnog potencijalnog šumskog goriva, dostupnost kisika i povoljna temperatura, odnosno sadržaj vlage goriva.

Iz dosadašnjih ekološko-fitocenoloških spoznaja i iskustva, a prema stupnju zapaljivosti, mogućnostima potpaljivanja vatre i brzini širenja požara, razlikujemo nekoliko grupa šumske vegetacije (Bertović i Lovrić 1987). Postoji nekoliko klasifikacija vrsta šumskih požara. Kod nas se ona najčešće odnosi na način nastanka požara, pri čemu razlikujemo prirodne i umjetne požare (Španjol 1996).

Kao glavni uzročnik tih požara prepoznat je ljudski faktor (58,8%), nešto je manji neutvrđen čimbenik (37,9%), koji je uglavnom povezan s ljudskim djelovanjem, dok na prirodni uzročnik otpada svega 3,3% (Nikolov 1996). Utjecaj ljudskog faktora očituje se u namjernom paljenju koje provodi ruralno stanovništvo radi dobivanja površina za poljoprivrednu proizvodnju i bolji rast travne vegetacije za ispašu stoke. Urbane populacije pokazuju slabo znanje o požarnoj opasnosti, te je često ta skupina ljudi glavni uzrok nastajanja požara u ljetnim mjesecima (turisti) (Dimitrakopoulos i Mitsopoulos 1996).

Cilj ovog rada jest ukazati na problem šumskih požara na navedenom području prikazom broja šumskih požara i izgorene površine te direktnim pokazateljima vezanima za nastajanje i širenje požara, odnosno odgodu zapaljivosti (vrijeme od trenutka izlaganja goriva izvoru zapaljenja do pojave plamena) i trajanje gorenja (vrijeme od pojave plamena pa do njegova gašenja). Osim toga, nastoji se utjecati na samosvijest svih potencijalnih korisnika prirodnih prostora (ruralno stanovništvo, radnici, izletnici, turisti i dr.).

MATERIJAL I METODE / *MATERIAL AND METHODS*

Podaci korišteni u istraživanju prikupljeni su iz godišnjih izvješća o šumskim požarima za razdoblje od 1995. do 2010. godine posebno za područje uprava šuma podružnica Split, Senj i Buzet (mediteranski dio Hrvatske), a posebno za ostale uprave šuma podružnice na području Republike Hrvatske (kontinentalni dio Republike Hrvatske). Iz godišnjeg izvješća za pojedinu upravu šuma podružnicu preuzeti su podaci o broju nastalih požara i veličini izgorene površine u hektarima. Navedeni podaci pohranjeni su u formiranu bazu iz koje su izračunate srednje vrijednosti izgorene površine po jednom požaru za mediteranski dio i cjelokupni teritorij Republike Hrvatske.

Testiranje odgode zapaljivosti i trajanja gorenja živog (zelenog) goriva obavljeno je u razdoblju od lipnja 2007. do lipnja 2009. godine na Rabu, na Nastavno-pokusnom šumskom objektu Rab Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te na Osejavi, glavnoj meteorološkoj postaji Makarska. Istraživanje je provedeno metodologijom koju je propisao Valette (1990). Istraživanja su provedena na hrastu crniki (*Quercus ilex* L.), velikom vrijesu (*Erica arborea* L.), alepskom boru (*Pinus halepensis* Mill.) i primorskom boru (*Pinus pinaster* Aiton). Rezultati dobiveni mjerenjima sumirani su i statistički obrađeni korištenjem statističkih paketa *SAS* i *STATISTICA 7.1* (Clausen 1998; SAS Institute Inc. 1999; StatSoft Inc. 2007).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA / *RESULTS OF RESEARCH*

U tablici 1 prikazani su rezultati istraživanja broja požara i izgorene površine po upravama šuma podružnicama Split, Senj i Buzet u razdoblju od 1995. do 2010. godine. Iz navedene tablice vidljivo je da su na našem mediteranskom području u jednom požaru izgorjela prosječno 55,2 ha, dok je na području cijele Republike Hrvatske u jednom požaru izgorjelo prosječno 49,9 ha. Iz tablice je vidljivo i da je izgorena površina u svim promatranim podružnicama upravama šuma veća od prosjeka utvrđenog po jednom požaru. Osim toga, vidljivo je da je u promatranom razdoblju požarima bila najopterećenija Uprava šuma Podružnica Split, za razliku od Uprave šuma Podružnice Senj.

Rezultati odgode zapaljivosti i trajanja gorenja prikazani u tablici 2 pokazuju da različite vrste imaju različitu odgodu zapaljivosti i trajanje gorenja. Na obje lokacije najkraću odgodu zapaljivosti imao je veliki vrijes (*Erica arborea* L.), dok je primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) imao najduže trajanje gorenja na obje lokacije.

Tablica 1. Broj požara i izgorena površina po podružnicama uprava šuma u razdoblju 1995. – 2010. godine

Table 1. *Number of fire and burned area in Forest administration branch from 1995 to 2010*

Uprava šuma podružnica *Forest administration*	Ukupni broj požara i izgorena površina u promatranom razdoblju *The total number of fires and burned area in the observed period*		Godišnji prosjek broja požara i izorene površine u promatranom razdoblju *The annual average number of fires and burned area in the observed period*	
	broj požara *number of fires*	izgorena površina (ha) *burned area (ha)*	broj požara *number of fires*	izgorena površina (ha) *burned area (ha)*
Split	2.715	168.531	170	10.533,2
Senj	83	1.279	5	79,9
Buzet	430	8.524	27	532,8
Ukupno	3.228	178.334	202	11.145,9
Mediteranski dio Republike Hrvatske *Mediterranean part of Republic of Croatia*	prosjek – *average*: 55,2 ha			
Republika Hrvatska *Republic of Croatia*	prosjek – *average*: 49,9 ha			

Tablica 2. Odgoda zapaljivosti i trajanje gorenja

Table 2. *Flammability and combustion*

Vrsta *Species*	Odgoda zapaljivosti (s) *Flammability (s)*		Trajanje gorenja (s) *Combustion (s)*	
	Makarska	Rab	Makarska	Rab
Hrast crnika (*Quercus ilex* L.)	5,29 – 9,59	6,05 – 9,27	10,22 – 14,67	9,64 – 13,94
Veliki vrijes (*Erica arborea* L.)	3,88 – 8,81	4,52 – 8,89	6,27 – 16,47	7,01 – 15,72
Alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.)	9,69 – 16,34	10,22 – 16,75	7,12 – 13,36	6,38 – 13,79
Primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton)	14,68 – 23,50	13,44 – 21,59	10,86 – 16,67	10,46 – 15,95

RASPRAVA / *DISCUSSION*

Požari, bilo da su nastali kao rezultat čovjekove nepažnje ili slučajnošću, jedan su od važnijih čimbenika u oblikovanju krajobrazne raznolikosti. U našem priobalnom području, gdje su požari najčešći, uglavnom se ne vodi previše briga o vrijednosti i važnosti šuma i šumskih zemljišta, iako je zakonskom regulativom jasno istaknuto da su šume i šumska zemljišta dobra općeg interesa. Često se šume i šumska zemljišta namjerno, pa već i tradicionalno, pale radi ostvarivanja nekih privatnih interesa, bilo da se radi o ispaši stoke, podizanju maslinika i vinograda ili pak drugim (građevinskim) potrebama, iako postoje brojne površine koje je moguće privesti poljoprivrednoj proizvodnji (posebice napušteni doci i terase) bez zadiranja u šumske površine.

Prethodno je navedeno da je izbijanje i nastajanje požara gotovo neizbježno. To znači da će se požari, ako na određenom području vladaju povoljni uvjeti za njihovo najstajanje i izbijanje, i pojaviti. Bez obzira na to koliko se mi trudili ili kolika sredstva ulagali u zaštitu od požara, oni će se i dalje pojavljivati. Ono gdje možemo djelovati jest veličina izgorene površine po jednom požaru. Upravo je iz toga razloga potrebno poznavati odgodu zapaljivosti i trajanje gorenja potencijalnog šumskog goriva. To potvrđuju i rezultati testiranja prethodno spomenutih parametara iz kojih je vidljivo da ista vrsta ima drugačiju odgodu zapaljivosti i trajanje gorenja kada se testira na različitim lokacijama. Tako npr. kod hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) odgoda zapaljivosti na Rabu iznosi od 6,05 s do 9,27 s, a u Makarskoj od 5,29 do 9,59 s. Trajanje gorenja iste vrste na Rabu iznosi od 9,64 s do 13,94 s, a u Makarskoj od 10,22 s do 14.67 s. To potvrđuje važnost mikroklimatskih uvjeta za nastajanje i širenje šumskih požara, s obzirom na to da je odgoda zapaljivosti vrlo bitna za početno nastajanje požara, a trajanje gorenja za daljnje širenje. Do istih spoznaja došli su i Chandler et al (1983), Dimitrakopoulos i Papaioannou (2001) te Pellizzaro i dr. (2007).

U praktičnom smislu bitna je brza dojava mjesta nastanka požara. Za to nam je nužna dobro organizirana motriteljsko-dojavna služba. Iako se u današnje vrijeme razvoja modernih tehnologija nastoji što je moguće više olakšati čovjeku, počele su se upotrebljavati kamere različitih oblika i mogućnosti za otkrivanje požara. Primjer je Uprava šuma Buzet, koja ima oko 20 kamera i još ih planira ugraditi. Drugi je primjer Splitsko-dalmatinska županija, koja ima na nekoliko lokacija (npr. Biokovo) postavljene kamere za otkrivanje požara. Iz iskustva vatrogasaca kamere se baš nisu pokazale najboljim rješenjem zbog lažnih dojava. Stoga je ljudska ophodnja sigurno svrsishodnija i korisnija, ali i mnogo skuplja. Prema Jurjeviću i dr. (2009), motrenje i dojava u Hrvatskim šumama d.o.o. obavlja se pomoću 85 motrilica i 45 motriteljskih mjesta koja se upotpunjuju sa 130 ekipa ophodnji. Godišnje Hrvatske šume d.o.o. ulažu oko 100 milijuna kuna u razne preventivne aktivnosti radi zaštite od požara.

Da bi se smanjila izgorena površina a povećala efikasnost i učinkovitost kod gašenja šumskih požara, vrlo je velika uloga u izgradnji protupožarnih prometnica i prosjeka s elementima šumske ceste. Kako naglašavaju Pentek i dr. (2007), povećana se pažnja protupožarnim prometnicama počela posvećivati nakon 1992. godine. Pičman i Pentek (1996) navode da je uloga tih prometnica obavljanje prevencije od šumskog požara, a u slučaju njegova nastanka te prometnice moraju omogućiti što povoljnije uvjete za njegovo suzbijanje.

U znanstvenoistraživačkome smislu s praktičnom primjenom pažnju je potrebno posvetiti razvoju modela za procjenu ugroženosti šuma od požara i modela širenja šumskih požara (postojeći FWI – *Fire Weather Index* – prilagoditi lokalnim uvjetima, a FBP – *Fire Behaviour Prediction* – staviti u funkciju). Navedeni modeli imaju izvrsnu bazu sustava koju je potrebno nadopuniti i proširiti mikrolokacijskim specifičnostima svake pojedine jedinice lokalne samouprave (općina, grad, županija) za koju se model izrađuje.

Osim svega prethodno spomenutog ne manje bitan čimbenik u borbi protiv šumskih požara na našem mediteranskom prostoru na kojem treba ustrajati jest edukacija lokalnog stanovništva i pojačana propagandna aktivnost u ljetnim mjesecima. Tako Nodilo (2003) napominje da je stvaranje pozitivnog odnosa prema vegetaciji, kako kod domicilnog stanovništva, tako i kod posjetitelja, a posebno kod djece, izuzetno važno za zaštitu od požara.

Prema svemu sudeći, kada bi se navedenim činjenicama pristupilo profesionalno i stručno, mogli bi se očekivati poboljšani rezultati u pogledu smanjenja ugroženosti ovih šumskih ekosustava.

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

Opće je poznato da su šumski požari prirodni čimbenici koji se javljaju bez obzira na ljudsku aktivnost. Međutim, čovjek neprestano pokušava i što bolje razumjeti sve relevantne čimbenike nastajanja i širenja požara. Kao najvažniji čimbenici, prema zadnjim znanstvenoistraživačkim dostignućima, prepoznati su odgoda zapaljivosti i trajanje gorenja. Ako raspolažemo kvalitetnim podacima o vrijednostima prethodno spomenutih čimbenika svih najvažnijih vrsta koje čine temeljne zajednice u mediteranskom području, možemo očekivati bitnije pomake u poboljšanju faktora koji najbolje opisuju požarnu problematiku (broj požara i izgorena površina).

Radi otklanjanja opasnosti koje može prouzročiti požar, nužno je da državna tijela, javne ustanove, jedinice lokalne uprave i samouprave, udruge građana, sredstva javnog informiranja i svi drugi subjekti zaštite od požara odgovorno provode zakonom i drugim aktima propisane mjere koje su u njihovoj nadležnosti. Dosadašnje spoznaje i iskustvo temelj su daljnjeg nastojanja oko suzbijanja šumskih požara.

Započete se aktivnosti trebaju nastaviti te ih treba poboljšati i usavršiti radi očuvanja biološko-ekoloških, krajobraznih, ekonomsko-gospodarskih i socijalnih funkcija na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini. Rezultati dobivenih istraživanja trebaju poslužiti kao podloga i smjernice u preventivnim aktivnostima kako bi se smanjila izgorena površina te kako bi se samim time i šteta koju uzrokuju požari svela na najmanju moguću mjeru u gospodarsko-ekonomskom i krajobrazno-ekološkom smislu.

Literatura / *References*

Bertović, S., A. Ž. Lovrić, 1987: Vegetacija i kategorije njezine prirodne ugroženosti od požara. Osnove zaštite šuma od požara, CIP, Zagreb, 121-144.

Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud, D. Williams, 1983: Fire in Forestry, John Wiley & Sons. Inc., Vol. I, pp 450.

Clausen, S. E., 1998: Applied Correspondence Analysis: An Introduction, Sage Publication Inc.

Di Castri, F., 1981: Mediterranean-type shrublands of the world. U: F. Di Castri, D.W. Goodall, R.L. Specht (ur.), Mediterranean-type Shrublands, Ecosystems of the World, vol. 11. Elsevier, Amsterdam, 1-52.

Dimitrakopoulos, A. P., D. Mitsopoulos, 1996: Global Forest Resources Assessment 2005-Report on fires in the Mediterranean region. Fire Management Working Paper 8, 24 str.

Dimitrakopoulos, A. P., K. K. Papaioannou, 2001: Flammability Assessment of Mediterranean Forest Fuels. Fire Technol., 37: 143-152.

European Commission, 2011. ForestFires in Europe 2010. JRC Scientific and Technical Reports. Report No. 11. EUR 24910 EN, Italy.

Jurjević, P., D. Vuletić, J. Gračan, G. Seletković, 2009: Šumski požari u Republici Hrvatskoj. Šumarski list, 133(1-2): 63-72.

Nikolov, N., 1996: Global Forest Resources Assessment 2005-Report on fires in the Balkan region. Fire Management Working Paper 11, 27 str.

Nodilo, J., 2003: Požari otvorenog prostora otoka i priobalja – slučajnost ili logičan slijed događaja? Šumarski list 127(3-4): 171-176.

Pellizzaro, G., C. Cesaraccio, P. Duce, A. Ventura, P. Zara, 2007: Relationships between seasonal patterns of live fuel moisture and meteorological drought indices for Mediterranean shrubland species. International Jornual of Wildland Fire, 16: 232-241.

Pentek, T., H. Nevečerel, D. Pičman, T. Poršinsky, 2007: Forest road network in the Republic of Croatia – status and perspectives. Croatian Journal of Forest Engineering, 1: 93-106.

Pičman, D., T., Pentek, 1996: Fire-prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet, Zbornik gozdarstva in lesarstva 49: 187-203.

Rosavec, R., 2010: Odnos čimbenika klime i zapaljivosti nekih mediteranskih vrsta kod šumskih požara. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 175 str.

SAS Institute Inc., 1999: Cary, NC, USA: SAS Online Doc; http://v8doc.sas.com/sashtml/

StatSoft, Inc., 2007: Electronic Statistics Textbook (Electronic Version): Tulsa, OK: StatSoft. WEB: http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html

Španjol, Ž., 1996: Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 360 str.

Valette, J. C., 1990: Inflammabilite des especes forestieres mediterraneennes. Consequences sur la combustibilite des formations forestieres. Revue Forestiere Francaise, 42: 76-92.

WWF (www.panda.org)

Vegetation Endangerment Affected by Fires in the Mediterranean Croatia

Summary

*The Mediterranean area is – due to its location (the area between three continents - Europe, Asia and Africa) – one of the most important areas in the world regarding biodiversity, and the Mediterranean forests are among the most important plant communities in the world. Forest fires are a strong ecological destabilizator of natural balance in the forest ecosystems of the Mediterranean. The greatest damage to forest fires are in our coastal area and on the islands. Their influence and importance suited to observe the main indicators such as number of fires and burned areas and the indicators that are directly associated with the emergence and spreading of fire, or the postponement of the ignitability (time from the moment of exposure to fuel source until the appearance of flame ignition) and the duration of combustion (time of the appearance of the flame until it closes down). The results of research as to the number of fires, conducted in three Forest Administrations: Buzet, Senj and Split, have shown that in the period 1995-2010, there were 3,228 fires (202 fires per year). The total burned area covered 178,334 ha (11,145.9 ha per year). After a fire, 55.2 ha were burned. The results of ignition delay and the duration of combustion research, conducted on the Island of Rab and in Makarska, showed that different species have different ignition delay and combustion duration. Thus, the holm oak (*Quercus ilex *L.) ignition delay ranges from 6.05 s to 9.27 s on Rab, while in Makarska it ranges from 5.29 s to 9.59 s; the duration of burning of the same species ranges from 9.64 s to 13.94 s on Rab, and from 10.22 s to 14.67 s in Makarska. On both sites, the major heath (*Erica arborea *L.) had the shortest delay of flammability, while the maritime pine (*Pinus pinaster *Aiton) had the longest duration of burning. Fires are natural factors that will, regardless of our efforts and the crop, continue to occur in the future. We should try to reduce the burned area per fire. By all accounts, if the facts stated are approached professionally,we can expect better results in terms of reducing the vulnerability of the forest ecosystem.*

Keywords: *forest fires; vegetation; Mediterranean.*

Dr. sc. Roman Rosavec,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25,
HR – 10000 Zagreb,
rosavec@sumfak.hr

Prof. dr. sc. Željko Španjol,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Doc. dr. sc. Damir Barčić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

IZGRADNJA NA ŠUMSKOM ZEMLJIŠTU I IZDVAJANJE IZ ŠUMSKOGOSPODARSKOG PODRUČJA BEZ NAKNADE – PRIJETNJA POTRAJNOSTI ŠUMA DALMACIJE

CONSTRUCTION ON FORESTLAND; ALLOCATIONS FROM THE FOREST MANAGEMENT AREA WITHOUT A FEE – THREAT TO DALMATIAN FORESTS

Dragica Žaja

Sažetak

Izgradnjom dionice autoceste A1 Sveti Rok – Split (Dugopolje) dogodio se velik zahvat u prostoru koji uključuje pojas širine 60 m. Riječ je o površinama u državnom vlasništvu koje su u naravi šuma i šumsko zemljište. Zakonom o javnim cestama (NN 100/96) propisano je da se za takve površine ne plaća naknada za prenesena prava, koja je inače utvrđena odredbama Zakona o šumama (NN 140/05). Istraživanjem je obavljeno preklapanje područja izgradnje (k.o. i k.č.z.), sukladno rješenjima o izdvajanju, s podacima iz Programa za gospodarenje šumama. Primijenjeni su Pravilnik o utvrđivanju naknade za prenesena i ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu (NN 131/06) i Pravilnik za uređivanje šuma (NN 111/06). Određena je naknada za izdvojenu površinu (ukupna dužina dionice Sv. Rok – Dugopolje jest 150,764 km, dok je iz šumskogospodarskog područja izdvojeno 567 ha šuma i šumskog zemljišta). Riječ je o sredozemnim šumama niskog uzgojnog oblika i njihovim degradacijskim stadijima. To su ponajprije prirodne sastojine čija je vrijednost drvne zalihe niska, ali su njihove općekorisne funkcije izražene u novčanim ekvivalentima znatno veće. Rezultati istraživanja pokazuju da se od utvrđene naknade u iznosu od 151.696.081,40 kn propustilo podići 8.492 ha novih šuma. To je u suprotnosti s temeljnim ciljevima gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj (potrajnost). Na temelju istraživanja predložena je izmjena Zakona o javnim cestama ili mogućnost osiguranja drugih sredstava.

Ključne riječi: šume u Dalmaciji; autocesta A1; naknada za prenesena prava; potrajno gospodarenje šumama.

UVOD / *INTRODUCTION*

Šume su obnovljiv resurs i kao takve veoma su važne za nacionalnu ekonomiju. Isto tako imaju i važnu ulogu u ciklusu ugljika i u očuvanju biološke raznolikosti.

Zakonom o šumama (NN 140/05), člankom 51., stavkom 1., propisuje se da Vlada, odnosno tijelo koje ona ovlasti, može pojedine šume i/ili šumska zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske izdvojiti iz šumskogospodarskog područja i prenijeti pravo vlasništva na drugu pravnu ili fizičku osobu ili osnovati pravo građenja ako za to postoji interes Republike Hrvatske.

Biološka obnova šuma na šumskim površinama Dalmacije financira se najvećim dijelom iz naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) koju plaćaju pravne osobe u RH koje obavljaju gospodarsku djelatnost i uplaćuju na poseban račun trgovačkog društva HŠ d.o.o. U razdoblju kada se ovo istraživanje provodilo naknada je iznosila 0,0525% od ukupnog prihoda (ZOŠ, čl. 62.).

Problemi koji stvaraju negativno ozračje i opterećuju hrvatsko šumarstvo danas (Matić 2003) postaju sve veći, a mogućnosti kojima raspolaže šumarska struka da se tome odupre gotovo su nikakvi. Ti problemi neposredno ugrožavaju šumu, šumarstvo, okoliš i sve ono što je vezano za šumu te nepovoljno utječu na rad šumarske struke i opstanak šuma te stvaraju nepovoljno ozračje u razvoju šumarstva. Među najvažnije probleme ubrojeno je svakodnevno smanjenje površina šuma i šumskog zemljišta vezano za Zakon o cestama iz 1992., odnosno 1996. godine, Pravilnik o uređivanju šuma od 23. rujna 2003., mogućnost eksploatacije mineralnih sirovina na šumama i šumskim zemljištima kroz institut prava služnosti (Zaključci Vlade Republike Hrvatske od 20. lipnja 2002.) i neargumentirane napade na postojanje borovih šuma na području priobalja.

Svrha istraživanja bila je utvrditi koliki je utjecaj izgradnje autoceste A1 na potrajnost ili održivi razvoj šuma i šumarstva Dalmacije, odnosno koliko je primjenom Zakona o javnim cestama i njegovih odredbi da se prilikom izgradnje javnih cesta ne plaća naknada kod izvlaštenja šuma i šumskog zemljišta koja su u državnom vlasništvu umanjen izvor financiranja biološke obnove šuma iz članka 55. ZOŠ-a te time upitan održivi razvoj šumarstva Dalmacije.

Ciljevi istraživanja bili su:

1. analizirati zakonski postupak izdvajanja šuma i šumskih zemljišta u vlasništvu RH iz šumskogospodarskog područja,
2. utvrditi površine izdvajanja šuma i šumskih zemljišta radi izgradnje dionice autoceste A1 od Sv. Roka do Dugopolja (Split) prema uređajnim razredima, odrediti vrijednost izlučenih sastojina, prometnu vrijednost zemljišta i općekorisne funkcije šuma,

3. usporediti ostvarenje biološke obnove šuma na području UŠP-a Split u jednoj godini s izgubljenom naknadom za izdvajanje u nominalnim i financijskim pokazateljima,
4. analizirati utjecaje u slučaju prilagodbe zakonske regulative.

Svrha ovoga jest ukazati na te pokazatelje, na upitnost odredaba Zakona o javnim cestama (NN100/96), na problem smanjenja ukupne šumovitosti u Dalmaciji te na provedbu Ustava (NN 56/90), iz kojega proizlazi da su šume i šumska zemljišta od interesa za RH i da uživaju njenu osobitu zaštitu.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA / *RESEARCH PROBLEM*

Površina šuma i šumskih zemljišta u mediteranskoj regiji Hrvatske iznosi 1.042.055 ha (Hrvatske šume 1992). Od ukupne površine, šumom je obraslo 732.371 ha. Za područje Dalmacije ukupna je površina obraslog zemljišta 423.371 ha, od čega na visoke šume otpada oko 60.000 ha, i to uglavnom na šume crnogoričnih vrsta drveća. Racionalno gospodarenje šumskim fondom na mediteranskom krškom području Dalmacije ima prioritetan zadatak, ne samo zbog njegove nepovoljne strukture nego i zbog općekorisnih funkcija koje obavlja.

Pokraj jasnih odredbi Ustava i Zakona o šumama, kad su u pitanju šume, Hrvatski sabor 1992. godine donosi Zakon o cestama, a 1996. njegovu novelu, kojom se, suprotno važećem Ustavu i Zakonu o šumama, šume uzimaju za gradnju cesta bez naknade za podizanje novih šuma. Od toga vremena do danas površine šuma u Hrvatskoj svake se godine smanjuju (Matić 2004). Člankom 21. stavkom 1. Zakona o javnim cestama (NN 100/96) propisano je: „Ako je korisnik izvlaštenja Uprava za ceste, odnosno županijska uprava za ceste za šume i šumsko zemljište ne plaća se naknada za prava prenesena prema odredbama Zakona o šumama."

Gospodarenje šumama ostvaruje se u skladu s propisima šumskogospodarske osnove područja (ŠGOP) koja se izrađuje za razdoblje od 10 godina. Prema ŠGOP-u, ciljevi su gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj:

1. osiguranje postojanosti ekosustava,
2. održavanje i poboljšavanje općekorisnih funkcija šuma,
3. napredno i potrajno gospodarenje,
4. korištenje šuma i šumskih zemljišta na način i u takvoj mjeri da se održava njihova biološka raznolikost, produktivnost, sposobnost obnavljanja, vitalnost i potencijal,
5. ispunjenje, sada i u budućnosti, bitnih gospodarskih, ekonomskih i socijalnih funkcija na lokalnoj i globalnoj razini, a da to ne šteti drugim ekosustavima.

Poduzeće za šume i druge pravne osobe koje gospodare šumama imaju pravo na naknadu za prenesena ili ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu i obvezu ostvariti je te provoditi gore navedene ciljeve gospodarenja šumama. Naknada za prenesena ili ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu (u daljnjem tekstu naknada) utvrđuje se kad se:

1. pojedina šuma i šumsko zemljište izdvoje iz šumskogospodarskog područja ako to zahtijeva opći interes,
2. ograničavaju prava u slučajevima proglašenja šume zaštitnom šumom, odnosno šumom s posebnom namjenom,
3. ograničavaju prava u slučaju ustanovljenja prava služnosti u šumi i na šumskom zemljištu.

Naknada se sastoji od naknade za šume, naknade za šumsko zemljište i naknade za smanjene općekorisne funkcije šuma.

Osnovni pokazatelji uspješnoga gospodarenja šumama i šumskim zemljištem istraživanog prostora jesu ostvareni šumskouzgojni radovi propisani šumskogospodarskim osnovama. Godišnjim planovima poslovanja tvrtka Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, UŠP Split, provodi propise šumskogospodarskih osnova, a to se ogleda kroz financiranje radova biološke obnove šuma (BOŠ) najvećim dijelom iz izvora naknade za korištenje OKFŠ-a (ZOŠ, članak 62. i 64.). Drugi važan izvor jest naknada za umanjena (izdvajanja iz šumskogospodarskog područja) i ograničena prava (služnosti i prava građenja) na šumi i šumskom zemljištu na temelju članka 55. ZOŠ-a.

Ostvarenje biološke obnove šuma na području UŠP-a Split (Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska županija) u 2008. godini prema izvorima financirano je iz sljedećih izvora:

1) gospodarenje šumama na kršu, čl. 64. ZOŠ-a, 15.234.248,00 kn,
2) izdvojena sredstva, čl. 61. ZOŠ-a, 51.966,93 kn,
3) OKFŠ, čl. 61. ZOŠ-a, 65.245.837,51 kn,
4) prenesena prava, čl. 55. ZOŠ-a, 2.943.359,85 kn,
5) vodni doprinos 2.005.458,24 kn,
6) drugi izvori 1.012.232,37 kn.

Ukupno: 86.493.102,90 kn.

Financijska sredstva potrebna za provedbu radova biološke obnove šuma (članak 28. ZOŠ-a) pribavljaju se osiguranjem sredstava godišnjim planom poslovanja trgovačkog društva za radove biološke obnove iz članka 28. točke 1. – 9. ZOŠ-a, izdvajanjem sredstava trgovačkog društva u visini 3% od vrijednosti prodanog drva za dio radova iz članka 28. točke 10. – 16. ZOŠ-a, iz naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma te iz drugih izvora u skladu sa zakonom. Za većinu radova biološke obnove šuma, uključujući gospodarenje šumama u kršu, finanacijska sredstva

u UŠP-u Split pribavljaju se od naknade za korištenje OKFŠ-a (65.245.837,51 kn + 15.234.248,00 kn).

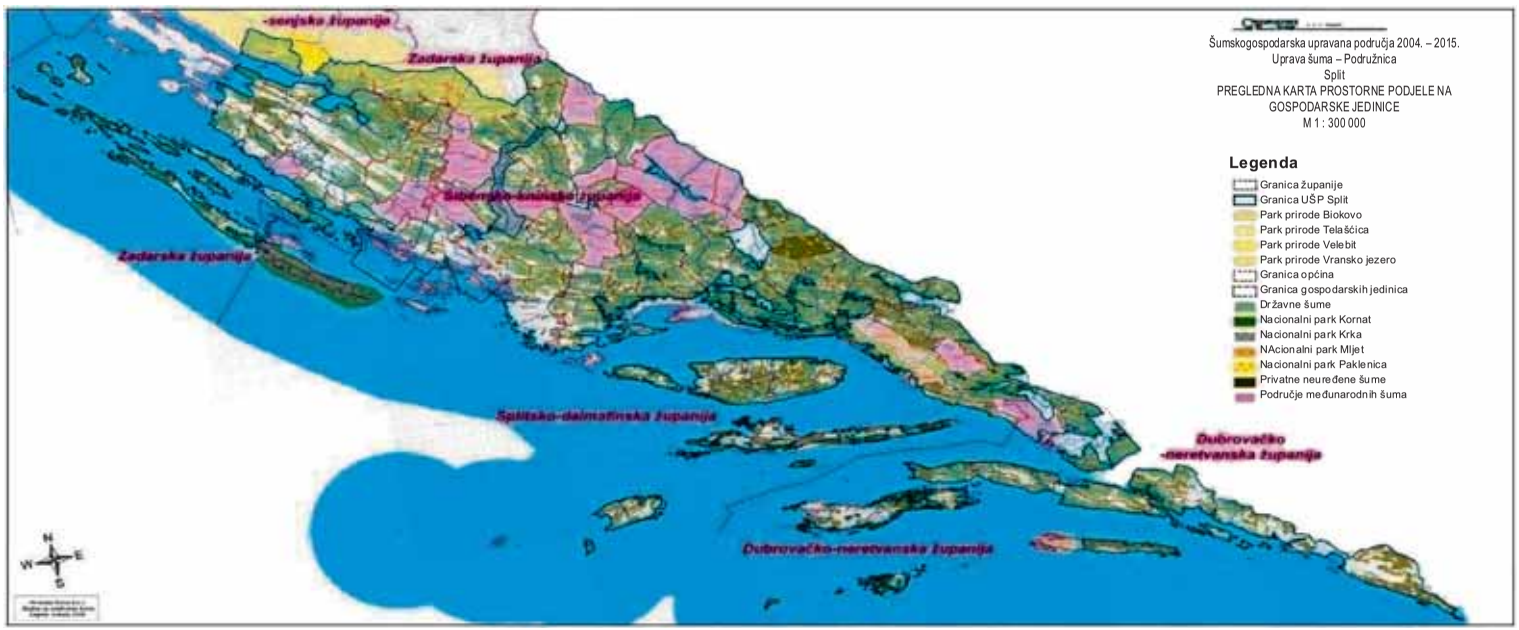
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA / *RESEARCH AREA*

Istraživanje je obavljeno na području Uprave šuma Podružnice (UŠP) Split, i to šumarija kroz čije područje prolazi autocesta A1 (dionica od Svetog Roka do Splita), a to su Obrovac, Zadar, Benkovac, Šibenik i Split. Uprava šuma Podružnica Split jedna je od 16 uprava u sastavu Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb koja se bavi gospodarenjem šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj. Prostire se kroz četiri županije: kroz Zadarsku, Šibensko-kninsku, Splitsko-dalmatinsku i Dubrovačko-neretvansku županiju. Ukupna površina UŠP-a Split iznosi 524.048 ha (slika 1).

Geološko-litološku građu područja istraživanja karakteriziraju kvartarne naslage razvijene u raznim sedimentno-petrografskim facijesima. Litološki su predstavljene raznim glinama, laporima, pijescima, šljunkom, siparišnim tvorevinama, brečama, koštanim brečama, konglomeratima, lesolikim sedimentima i drugim naslagama. Krški reljefni oblik jest onaj nastao na topljivim stijenama (vapnenac i dolomit). Osnovni proces koji sudjeluje u oblikovanju takvog reljefa jest korozija, promjena vrste rude uslijed kemijskih uzroka pod utjecajem zraka i vode. Proces ima kemijski karakter, pri čemu nastaju nadzemni i podzemni oblici reljefa (Matas 2009).

Na riječnu mrežu područja istraživanja utječe geološki sastav stijena i tektonska struktura, a mnogo manje hidrometeorološki uvjeti prostora. Rijeke u Dalmaciji (Zrmanja, Krka, Čikola, Cetina, Neretva) imaju kraće tokove, manja porječja i veće padove, te su tako bogatije hidroenergijom od rijeka u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Jezera istraživanog područja po svojoj su genezi kriptodepresije. Najveće je Vransko jezero s 30,2 km^2 površine, a potom slijedi Prukljansko (11,5 km^2).

Prema Köppenovoj klasifikaciji, istraživano područje ubrajamo u klimatska područja Cfsax" (većim dijelom) i Csa (Seletković i Katušin 1992). Za istraživano područje uporabljeni su rezultati mjerenja meteoroloških postaja Zadar, Šibenik i Split-Marjan. Rezultati mjerenja meteorološke postaje Zadar za razdoblje 1971. – 2000. jesu: srednja godišnja temperatura u promatranom razdoblju iznosi 14,9 °C, srednja maksimalna 16,3 °C, a srednja minimalna 14,1 °C. Najhladniji su mjeseci u godini siječanj i veljača. Najviša zabilježena temperatura zraka na postaji Zadar iznosila je 36,1 °C, a izmjerena je u kolovozu 1998., dok je najniža vrijednost temperature zraka iznosila -7,9 °C, a izmjerena je u siječnju 1985. Srednja godišnja količina oborina u razdoblju 1971. – 2000. iznosila je 879,2 mm. Najveće količine oborina prosječno padaju ujesen, a minimalne u ljetnim mjesecima. Maksimum oborina u Zadru javlja se u listopadu i iznosi 106,7 mm, a minimum je u srpnju i iznosi 30,4 mm. Srednja



Slika 1. Područje gospodarenja UŠP-a Split

Figure 1 *Management area of Forest administration Split*

godišnja vrijednost relativne vlažnosti zraka mjerena od 1961. do 1990. iznosi 72% (DHMZ, Meteorološki podaci 1961. – 1990. godine).

Rezultati mjerenja meteorološke postaje Šibenik za razdoblje 1961. – 1990. godine jesu: srednja godišnja temperatura zraka iznosi 15,1 °C s amplitudom od 17,9 °C. Najtopliji je mjesec srpanj sa srednjakom od 24,5 °C, a najhladniji siječanj sa 6,6 °C. Srednji mjesečni maksimum najtoplijeg mjeseca iznosi 34,3 °C (kolovoz), a srednji mjesečni minimum najhladnijeg mjeseca 3,34 °C (siječanj). Srednja godišnja količina oborina iznosila je u razdobljima 1948. – 1960. godine 831 mm i 1961. – 1990. godine 808 mm. Srednja godišnja vrijednost relativne vlažnosti zraka mjerena u razdoblju 1961. – 1990. iznosi 58% (DHMZ, Meteorološki podaci 1961. – 1990. godine).

Rezultati mjerenja na meteorološkoj postaji Split Marjan za razdoblje 1981. – 2000. godine jesu: srednja je godišnja temperatura u promatranom razdoblju 16,2 °C, srednja maksimalna 17,4 °C, a srednja minimalna 15,5 °C. Najhladniji su mjeseci u godini siječanj i veljača. Najviša zabilježena temperatura zraka na postaji Split Marjan iznosila je 38,1 °C. Najniža vrijednost temperature zraka iznosila je -5,7 °C, a srednja godišnja količina oborina u razdoblju 1981. – 2000. bila je 733,5 mm; najveća količina oborina prosječno pada ujesen, a minimalna u ljetnim mjesecima. Maksimum oborina u Splitu javlja se u studenom i iznosi 91 mm, a minimum je u srpnju i iznosi 34,1 mm. Srednja godišnja vrijednost relativne vlažnosti zraka mjerena u razdoblju 1961. – 1990. iznosi 58% (DHMZ, Meteorološki podaci 1961. – 1990. godine).

Na istraživanom i na okolnom području (Mayer 1992) utvrđeni su sljedeći tipovi tala s podtipovima i formama (Škorić i dr. 1985): kamenjar (litosol), sirozem (regosol), koluvijalna tla (koluvij), rendzina, smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalcikambisol) i crvenica na vapnencu i dolomitu (terra rossa). Općenito, tla šumskih površina Dalmacije nezamjenjiv su prirodni resurs, koji treba maksimalno zaštititi od oštećenja erozijom. U strukturi prevladavaju plitka smeđa tla, rendzine i crvenice, a rjeđe su zastupljeni luvisoli.

Najvažnije fitocenološke odlike svake šumske zajednice područja istraživanja opisat ćemo prema Vukeliću i Raušu (1998).

Šuma alepskog bora i hrasta crnike (*Querco ilicis-Pinetum halepensis* Loisel 1971). Na istraživanom priobalnom području Dalmacije ističe se široka i nejednolična zastupljenost i kakvoća uspijevanja alepskog bora, pri čemu je vrsta *Pinus halepensis* Mill. sađena, te bolje ili lošije uspijeva i sama se širi na susjedne površine. U navedenim sastojinama alepski bor raste u dominantnom sloju, a pod njim se bujno razvijaju u sloju grmlja *Quercus ilex* L., *Pistacia lentiscus* L., *Viburnum tinus* L., *Myrtus communis* L., *Smilax aspera* L, *Rubus discolor* Weihe et Nees, *Ruscus aculeatus* L., *Juniperus oxycedrus* L. *ssp. Macrocarpa* (Sm.) Ball, *Juniperus oxycedrus* L., *Asparagus acutifolius* L., a u prizemnom raslinju *Teucrium montanum* L., *Teucrium polium* L., *Helichrysum italicum* Guss., *Euphorbia spinosa* L. i druge.

Makija gluhaćuše s tršljom (*Pistacio-Juniperetum phoeniceae* Trinajstić 1987). U pojedinim dijelovima (Rauš i dr., 1992) s izrazito kserotermnom klimom razvijaju se sastojine u sastavu kojih svakako najvažnije mjesto ima gluhaćuša (somina, *Juniperus phoenicea* L.). U istraživanom području sastojine somine s tršljom razvijaju se najčešće u obliku niže ili više makije, koja svojom visinom prelazi tri metra. U flornom sastavu, osim već spomenutih vrsta, obilno pridolaze mirta (*Myrtus communis* L.), tetivika (*Smilax aspera* L.), šparoga (*Asparagus acutifolius* L.), a često se u njima razvija i pomladak alepskog bora, dok je crnika razmjerno rijetka.

Šuma crnike i crnog jasena (*Orno-Quercetum ilicis* H-ić /1956/ 1958). Mješovite šume i makija crnike i crnog jasena (Vukelić i Rauš 1998) rasprostranjene su u okviru istraživanog područja kopnom od Zadra do Prevlake. Vrlo je malo sastojina koje su danas u strukturi i izgledu visoke šume, dok se većina nalazi u degradacijskom stadiju makije, gariga ili kamenjara. U flornom sastavu od vazdazelenih elemenata ističu se oni manje osjetljivi na niske temperature, kao što je sama crnika, zatim zelenika (*Phillyrea latifolia* L.), planika (*Arbutus unedo* L.) te oni koji traže povećanu vlažnost, kao što su lovor (*Laurus nobilis* L.) i lemprika (*Viburnum tinus* L.). Od zeljastih biljaka ističu se šparoga (*Asparagus acutifolius* L.) i veprina *Ruscus aculeatus* L.), a od povijuša tetivika (*Smilax aspera* L.) i vinjaga (*Clematis flammula* L.). U skupini listopadnih elemenata dominira crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), a pridružuju mu se smrdljika (*Pistacia terebinthus* L.), pucalina (*Colutea arborescens* L.), grašar (*Coronilla emeroides* L.), ruža (*Rosa sempervirens* L.), bijeli grab (*Carpinus orientalis* Mill.) i makljen (*Acer monspesulanum* L.).

Šume hrasta medunca i bijeloga graba (*Querco-Carpinetum orientalis* H-ić 1939). To je najznačajnija klimatskozonska šumska zajednica sjevernog dijela Ravnih kotara i dijela Dalmacije (Vukelić i Rauš 1998). Čini rijetko suvisle proizvodne šumske površine. Uglavnom se prostiru velike površine različitih degradacijskih stadija (šikare, šibljaci). Kada su šumske sastojine sačuvane u više-manje prirodnom obliku, nadstojnu sastojinu (etažu) izgrađuje medunac (*Quercus pubescens* Willd.), rjeđe mu se pridružuje crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), makljen (*Acer monspessulanum* L.) i bijeli grab (*Carpinus orientalis* Mill.). U sloju niskoga raslinja važno mjesto zauzimaju veprina (*Ruscus aculeatus* L.), šparoga (*Asparagus acutifolius* L.) i tetivika (*Smilax aspera* L.). Kao potpuno stalna i dominantna vrsta pridolazi jesenska šašika, uz veliko mnoštvo drugih vrsta, značajnih za termofilne, listopadne šume južne Europe.

METODE ISTRAŽIVANJA / *METHODS OF RESEARCH*

Rad na terenu sastojao se od obilaska cijele trase autoceste A1 na istraživanom području, u dužini od 150,764 kilometara, i analize podataka o površinama iz Elaborata pripremnih radova provođenja parcelacije i Rješenja Ureda državne uprave,

Službe za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove, Ureda za imovinsko-pravne poslove ispostava nadležnih za pojedini podsektor, odnosno dionicu, za svaku pojedinu katastarsku općinu.

Trasa autoceste prolazi kroz uređene površine, dakle površine za koje su izrađeni Programi za gospodarenje s kojima se suglasilo Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva. Dionica Sveti Rok – Maslenica izgrađena je kroz Park prirode Velebit.

Usporedbom površina iz parcelacijskih elaborata za svaku dionicu autoceste s podacima iz programa za gospodarenje gospodarskim jedinicama (odjelima/odsjecima, uređajnim razredima, površinama) i primjenom Pravilnika o utvrđivanju naknade za prenesena i ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu (NN 131/06) izračunato je za svaku dionicu posebno kao i ukupno za trasu autoceste Sv. Rok – Dugopolje sljedeće:

1. Površina šuma i šumskih zemljišta koja se izdvajaju iz šumskogospodarskog područja. Zbrojene su površine svake katastarske čestice zemljišta po katastarskim općinama iz parcelacijskih elaborata i rješenja ureda državne uprave.
2. Površina šuma i šumskih zemljišta po uređajnim razredima. Sve katastarske čestice zemljišta i njihovi dijelovi iz parcelacijskih elaborata uspoređene su s podacima iz Programa gospodarenja (šumskogospodarski obrazac ŠGO-1, ŠGO-2 i ŠGO-15) i uklopljene su u pojedine odjele/odsjeke svake gospodarske jedinice.
3. Naknada za sastojinu. Utvrđena je prema vrstama šumskih sastojina (šumske plantaže, šumske kulture i mlade sastojine, srednjodobne i starije sastojine, stare sastojine, preborne sastojine i panjače, šikare, šibljaci, makije i garizi). Obračun je izvršen prema Pravilniku o uređivanju šuma (NN 111/06) kako slijedi:

– naknada za plantaže, kulture i mlade sastojine utvrđena je prema formuli:

$$V_m = c\ (1{,}0 + p/100)^m$$

gdje je:

V_m – vrijednost sastojine
c – trošak podizanja kultura primorskih borova, 32.596,00 kn/ha
p – postotak prirasta vrijednosti, 2,00
m – dob sastojine.

– naknada za panjače, šikare, šibljake, makije i garige utvrđena je prema formuli:

$$E = V_m - V = c\ (1{,}0+p/100)^m – (V_1 + V_2 + V_3)$$

gdje su:

E – visina naknade za mladu degradiranu panjaču prikladnu za melioraciju
V_m – vrijednost slične nedegradirane sastojine
C – troškovi podizanja sastojine, 68.240,00 kn/ha
p – postotak prirasta vrijednosti, 1,75

m – dob sastojine, 20 god.

V_1, V_2, V_3 – troškovi potrebnih melioracijskih radova u pojedinim godinama.

– visina naknade *(E)* za šikare, makije i garige utvrđena je tako da je visina naknade za mladu degradiranu panjaču koja je prikladna za melioraciju umanjena faktorom od 0,2 do 0,5.
– naknada za šumsko zemljište određena je tako da je od Ministarstva financija (MF), poreznih ureda te područnih ureda ili ispostava zatražena prometna vrijednost zemljišta za dotične nekretnine (k.o. i k.č.z.). Ako su porezni uredi dostavili prometnu vrijednost šumskoga zemljišta u rasponu ocjena za cijelu katastarsku općinu ili područje, obračunavala se ponderirana cijena na način da se uzela prosječna vrijednost zemljišta izražena u kunama. Kada se izdvaja šumsko zemljište iz šumskogospodarskog područja, obračunava se 100% utvrđene prometne vrijednosti zemljišta.

4. Ocjena općekorisnih funkcija šuma, zaštitnih šuma i šuma s posebnom namjenom. Vrednovane su prema Pravilniku o uređivanju šuma (NN 111/06) ovim rasponom ocjena:

– zaštita tla, prometnica i drugih objekata od erozije, bujica i poplava 1 – 5,
– utjecaj na vodni režim i hidroenergetski sustav 1 – 4,
– utjecaj na plodnost tla i poljodjelsku proizvodnju 1 – 4,
– utjecaj na klimu 1 – 4,
– zaštita i unapređenje čovjekova okoliša 0 – 3,
– stvaranje kisika i pročišćavanje atmosfere 1 – 3,
– rekreativna, turistička i zdravstvena funkcija 1 – 4,
– utjecaj na faunu i lov 0 – 4,
– zaštitne šume i šume s posebnom namjenom 8 – 10.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA / *RESEARCH RESULTS*

Rezultati su prikazani po dionicama istraživanog dijela autoceste A1 (slika 2).

Dionica Sveti Rok – Maslenica, stacionaža od 202 + 300,00 do 217 + 520,00, L = 15,22 km. Ova dionica prolazi kroz G. j. Jasenice, i to kroz odjele 29, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 64, 65, 66, 68, 70, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 91 i 92 uređajnih razreda panjača i šikara. Od ukupne površine na dionici Sveti Rok – Maslenica od 69,70 ha, na uređajni razred panjača hrasta medunca i bijeloga graba otpada 19,91 ha, a na uređajni razred šikara otpada 49,79 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojine panjača i šikara:

Panjača hrasta medunca i bijeloga graba

$$E = Vm - V = c(1,0 + p/100)m - (V1 + V2 + V3)$$



Slika 2. Istraživani dio autoceste A1, sektor Sveti Rok – Dugopolje
Figure 2 *Investigated part of the A1 highway, Sector Sveti Rok – Dugopolje*

E = 68.240,00 x (1,0 +1,75/100)20 – (49.400,00 + 2.964,00 + 2.470,00)

E = 41.711,95 kn/ha

E = 41.711,95 kn/ha x 19,91 ha = 830.484,92 kn

Šikara hrasta medunca i bijeloga graba

Naknadu za panjaču E = 41.711,95 kn/ha umanjujemo faktorom 0,3 i dobivamo naknadu za šikaru

E = 41.711,95 kn/ha x 0,3 = 12.513,59 kn/ha

E = 12.513,59 kn/ha x 49,79 ha = 623.051,64 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi 1.453.536,56 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Zadar, Ispostave Obrovac, ponderirana prometna vrijednost zemljišta za k.o. Jasenice iznosi 11,75 kn/m^2, pa slijedi:

697.000 m^2 x 11,75 kn/m^2 = 8.189.750,00 kn.

Vrijednost uništenih OKFŠ-ova određuje se bodovima. Ocjena 20 iz tablice OKFŠ-1 određuje 200.000 bodova, što iznosi 200.000,00 kn/ha, a to za predmetnu dionicu iznosi:

200.000,00 kn/ha x 69,70 ha = 13.940.000,00 kn.

Ukupna površina za dionicu Sveti Rok – Maslenica:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
69,70	---------	23.583.286,56 kn.

Dionica Maslenica – Zadar 1, stacionaža od 0 + 000,00 do 12 + 450,00, L = 12,45 km. Ova dionica prolazi kroz gospodarske jedinice Posedarje i Lovinac. U G. j. Posedarje prolazi kroz odjele 47, 52, 59, 60, 61 i 64 uređajnih razreda šikara i šibljaka, a u G. j. Lovinac kroz odjele 13, 14 i 15 uređajnih razreda alepskog bora i šikara.

Od ukupne površine izdvajanja za dionicu Maslenica – Zadar 1 od 11,99 ha, na uređajni razred šikare otpada 0,1216 ha, na uređajni razred primorskih borova 0,60 ha, a na uređajni razred šmrika (garig) 11,2782 ha.

Izračun naknade za sastojinu:

Naknada za šikaru

E = 12.513,59 kn/ha x 0,1216 ha = 1.521,65 kn

Naknada za kulturu alepskog bora

$$Vm = c(1,0 + p/100)m$$

Vm = 32.596,00 x (1,0 +2/100)15

Vm = 43.869,98 kn/ha x 0,60 ha = 26.321,99 kn

Naknada za garig

Naknadu za panjaču E = 41.711,95 kn/ha umanjujemo faktorom 0,2 i dobivamo naknadu za garig

E = 41.711,95 kn/ha x 0,2 = 8.342,39 kn/ha

E = 8.342,39 kn/ha x 11,2782 ha = 94.087,14 kn

Sveukupna naknada za sastojinu iznosi 121.930,78 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Zadar, Ispostave Zadar, prometna vrijednost zemljišta za k.o. Posedarje iznosi 10,00 kn/m^2, pa slijedi:

119.900 m^2 x 10,00 kn/m^2 = 1.199.000,00 kn.

Vrijednost uništenih OKFŠ-a određuje se bodovima. Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, što iznosi 84.000,00 kn/ha, a to za predmetnu dionicu iznosi:

84.000,00 kn/ha x 11,99 ha = 1.007.160,00 kn

Ukupna površina za dionicu Maslenica – Zadar 1:

Površina pod šumom	Neobr. pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
11,99	-----	2.328.090,78

Dionica Zadar 1 – Zadar 2, stacionaža od 12 + 450,00 do 22 + 000,00, L = 9,55 km. Dionica Zadar 1 – Zadar 2 prolazi kroz gospodarske jedinice Debelo brdo, Zemunik Gornji i Škabrnja. U G. j. Debelo brdo prolazi kroz odjele 2a i 3a uređajnog razreda neobraslo proizvodno šumsko zemljište i kroz odjel 2b uređajnog razreda šikara medunca, u G. j. Zemunik Gornji kroz odjele 25, 26, 27, 29, 30, 31 i 32 uređajnog razreda šikara, a u G. j. Škabrnja kroz odjel 1a, uređajnog razreda šikara. Ukupno za G.j. Debelo brdo 4,1428 ha površine, od čega na uređajni razred šikara hrasta medunca i bijeloga graba otpada 3,7864 ha, a na uređajni razred neobraslo poizvodno šumsko zemljište 0,3564 ha.

Naknada za sastojinu:

Šikara hrasta medunca i bijeloga graba

Na ovaj uređajni razred otpada 30,90 ha.

E = 12.513,59 kn/ha x 30.90 ha = 386.669,93 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Zadar, o prometnoj vrijednosti zemljišta u katastarskoj općini Biljane Donje iznosi 10,00 kn/$m^{2,}$ pa slijedi:

312.539 m^2 x 10,00 kn/m^2 = 3.125.390,00 kn.

Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 30,8964 ha = 2.595.297,60 kn.

Ukupna površina za dionicu Zadar 1 – Zadar 2:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
30,8975	0,3564	6.107.357,53

Dionica Zadar 2 – Benkovac, stacionaža od 22 + 000,00 do 37 + 700,00, L = 15,70 km. Ova dionica prolazi kroz gospodarske jedinice Debelo brdo i Polača, i to u G. j. Debelo brdo prolazi kroz odjele 3a i 3b. Odjel 3a uređajni je razred neobrasloga proizvodnog šumskog zemljišta, a odjel 3b neplodna je površina. U G. j. Polača prolazi kroz odjele 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 48 i 49 uređajnih razreda šikara, gariga i neobrasloga šumskog zemljišta.

Ukupna površina na dionici Zadar 2 – Benkovac iznosi 44,5195 ha, od toga pod uređajni razred šikare hrasta medunca i bijeloga graba otpada 13,9751 ha, pod uređajni razred šmrika (garig) 27,5569 ha, a pod neobraslo šumsko zemljište 2,9875 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za šikaru

Šikara hrasta medunca i bijeloga graba

Na ovaj uređajni razred otpada 13,9751 ha.

E = 12.513,59 kn/ha x 13,9751 ha = 174.878,67 kn

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 27,5569 ha.

E = 8.342,39 kn/ha x 27,5569 ha = 229.890,41 kn

Ukupna naknada za sastojinu jest 404.769,08 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Zadar, ponderirana prometna vrijednost zemljišta u k.o. Šopot iznosi 17,00 kn/m^2, pa slijedi:

445.195 m^2 x 17,00 kn/m^2 = 7.568.315,00 kn

Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 41,532 ha = 3.488.688,00 kn

Ukupna površina za dionicu Zadar 2 – Benkovac:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
41,532	2,9875	11.461.772,08

Dionica Benkovac – Pirovac, stacionaža od 37 + 700,00 do 59 + 000,00, L = 21,30 km. Dionica Benkovac – Pirovac prolazi kroz gospodarske jedinice Bukovičko polje, Brzovača i Guduća. U G. j. Bukovičko polje prolazi kroz odjele 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 67 i 68 uređajnih razreda šikara hrasta medunca, crnog jasena i bijeloga graba i neobraslo proizvodno šumsko zemljište. U G. j. Brzovača prolazi kroz odjele 5, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 28, 29, 32, 33 i 34 uređajnih razreda šikara hrasta medunca, crnog jasena i bijeloga graba, a u G. j. Guduća kroz odjele 1 i 37 uređajnog razreda gariga. Ukupna izdvojena površina na dionici Benkovac – Pirovac jest 119,799 ha, od toga na uređajni razred šikare hrasta medunca, crnog jasena i bijeloga graba otpada 96,4892 ha, na uređajni razred gariga 15,30 ha, a na neobraslo šumsko zemljište 8,0098 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za šikaru hrasta medunca, crnog jasena i bijeloga graba

Na ovaj uređajni razred otpada 96,4892 ha.

E = 12.513,59 kn/ha x 96,4892 ha = 1.207.426,29 kn

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 15,30 ha.

E = 8.342,39 kn/ha x 15,30 ha = 127.638,57 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi 1.335.064,86 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Zadar, ponderirana prometna vrijednost zemljišta u k.o. Vukšić iznosi 10,00 kn/m^2, pa slijedi:

1.197.990 m^2 x 10,00 kn/m^2 = 11.979.900,00 kn.

Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 111,7892 ha = 9.390.292,80 kn

Ukupna površina za dionicu Benkovac – Pirovac:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
111,7892	8,0098	22.705.257,66

Dionica Pirovac – Skradin, stacionaža od 59 + 000,00 do 69 + 000,00, L = 10,00 km. Ova dionica prolazi kroz G. j. Guduća, i to odjele 5, 6, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 33 i 36 uređajnih razreda alepskog bora i gariga. Ukupna izdvojena površina na dionici Pirovac – Skradin jest 66,47 ha, od toga pod uređajni razred gariga otpada 48,00 ha, a pod uređajni razred alepski bor otpada 18,47 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 48,00 ha, pa slijedi:

E = 8.342,39 kn/ha x 48,00 ha = 400.434,72 kn

Naknada za kulturu alepskog bora

Na ovaj uređajni razred otpada 18,47 ha.

$Vm = c(1,0 + p/100)m$

Vm = 32.596,00 x (1,0 +2/100)15

Vm = 43.869,98 kn/ha x 18,47 ha = 810.278,53 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi: 1.210.713,25 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Šibenik o prometnoj vrijednosti zemljišta u katastarskoj općini Skradin iznosi 19,38 kn/m^2, pa slijedi:

664.700 m^2 x 19,38 kn/m^2 = 12.881.886,00 kn.

Ocjena 16 iz tablice OKFŠ-1 određuje 97.000 bodova, pa slijedi:

97.000,00 kn/ha x 66,47 ha = 6.447.590,00 kn

Ukupna površina za dionicu Pirovac – Skradin:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
66,47	------	20.540.189,25

Dionica Skradin – Šibenik, stacionaža od 69 + 000,00 do 78 + 400,00, L = 9,40 km. Ova dionica prolazi kroz gospodarske jedinice Guduća i Trtar. U G. j. Guduća

prolazi kroz odjele 16, 17, 18, 19, 20 i 21 uređajnog razreda alepskog bora starosti 15 godina, a u G. j. Trtar 9, 39 i 40 uređajnih razreda alepski bor i šmrika (garig). Ukupna površina na dionici Skradin – Šibenik jest 21,5651 ha, od toga na uređajni razred alepski bor otpada 20,67 ha, a na uređajni razred šmrika (garig) 0,8927 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za alepski bor

Na ovaj uređajni razred otpada 20,67 ha.

$Vm = c(1,0 + p/100)m$

Vm = 32.596,00 x (1,0 +2/100)15

Vm = 43.869,98 kn/ha x 20,67 ha = 906.792,49 kn

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 0,8927 ha.

E = 8.342,39 kn/ha x 0,8927 ha = 7.447,25 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi 914.239,74 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od Ministarstva financija, Porezne uprave, Područnog ureda Šibenik, o prometnoj vrijednosti zemljišta u katastarskoj općini Skradin iznosi 19,38 kn/m^2, pa slijedi:

215.651 m^2 x 19,38 kn/m^2 = 4.179.316,38 kn.

Ocjena 16 iz tablice OKFŠ-1 određuje 97.000 bodova, pa slijedi:

97.000,00 kn/ha x 21,5651 ha = 2.091.417,00 kn

Ukupna površina za dionicu Skradin – Šibenik:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
21,5651	------	7.184.973,12

Dionica Šibenik – Vrpolje, stacionaža od 78 + 400,00 do 92 + 800,00, L = 14,40 km. Dionica Šibenik – Vrpolje prolazi kroz gospodarske jedinice Jamina, Konjička draga i Trtar. U G. j. Jamina dionica prolazi kroz odjele/odsjeke 11a, 11b, 14a, 16a, 20c, 21a i 22a. Odjeli/odsjeci 11b, 14a, 16a, 20c i 22a uređajni su razred gariga s pojedinačnim stablima alepskog bora. Odjeli/odsjeci 11a i 21a uređajni su razred sastojine alepskog bora starosti 15 godina. U G. j. Konjička draga kroz odjele 12, 13, 14, 16, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 57, 58, 59, 70, 71, 90, i 91 uređajnih razreda alepskog bora i šmrike, a u G. j. Trtar dionica prolazi kroz odjele 17, 18, 21, 22, 23, 39, 40 i 41 uređajnih razreda

alepskog bora i šmrike (gariga). Ukupna izdvojena površina na dionici Šibenik – Vrpolje je 74,95 ha, od toga pod uređajni razred alepski bor otpada 38,80 ha, a pod uređajni razred garig otpada 36,15 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za alepski bor

Na ovaj uređajni razred otpada 38,80 ha.

Vm = c(1,0 + p/100)m

Vm = 32.596,00 x (1,0 +2/100)15

Vm = 43.869,98 kn/ha x 38,80 ha **=** 1.702.155,22 kn

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 36,15 ha.

Naknadu za panjaču E = 41.711,95 kn/ha umanjujemo faktorom 0,2 i dobivamo naknadu za garig;

E = 41.711,95 kn/ha x 0,2 = 8.342,39 kn/ha

E = 8.342,39 kn/ha x 36,15 ha = 301.577,40 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi 2.003.732,62 kn.

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj iz MF, Porezne uprave, Područnog ureda Šibenik, ponderirana prometna vrijednost zemljišta u k.o. Vrpolje i k.o. Danilo Kraljice iznosi 18,82 kn/m^2, pa slijedi:

749.500 m^2 x 18,82 kn/m^2 = 14.105.590,00 kn.

Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 74,95 ha = 6.295.800,00 kn

Ukupna površina za dionicu Šibenik – Vrpolje:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
74,95	------	22.405.122,62

Dionica Vrpolje – Prgomet, stacionaža od 92 + 800,00 do 106 + 344,00, L = 13,544 km. Dionica Vrpolje – Prgomet prolazi kroz gospodarske jedinice Trtar, Konjička draga i Primorski dolac. U G. j. Trtar dionica prolazi kroz odjele 136 i 137 uređajnih razreda šmrika i neobraslo šumsko zemljište. U G. j. Konjička draga dionica prolazi kroz odjele 32, 33, 43, 57, 58 i 91 uređajnih razreda alepski bor i šmrika, a u G. j. Primorski dolac prolazi kroz odjele 31, 32, 33 i 34 uređajnog razreda šikara. Ukupna

izdvojena površina na dionici Vrpolje – Prgomet je 15,68 ha, od toga pod uređajni razred alepskog bora otpada 1,12 ha, uređajni razred šikara otpada 5,95 ha, pod uređajni razred šmrika (garig) otpada 8,38 ha, a pod neobraslo šumsko zemljište otpada 0,23 ha.

Utvrđivanje naknade za sastojinu:

Naknada za alepski bor

Na ovaj uređajni razred otpada 1,12 ha.

Vm = c(1,0 + p/100)m

Vm = 32.596,00 x (1,0 +2/100)15

Vm = 43.869,98 kn/ha x 1,12 ha = 49.134,38 kn

Naknada za šikaru

Na ovaj uređajni razred otpada 5,95 ha.

E= 12.513,59 kn/ha x 5,95 ha = 74.455,86 kn

Naknada za garig

Na ovaj uređajni razred otpada 8,38 ha.

E = 8.342,39 kn/ha x 8,38 ha = 69.909,23 kn

Sveukupno naknada za sastojinu iznosi 193.499,47 kn.87

Naknada za šumsko zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj iz MF, Porezna uprava, Područni ured Split, Ispostava Kaštela, o prometnoj vrijednosti zemljišta u k.o. Primorski dolac i k.o. Bogdanovići iznosi 19,00 kn/m^2 pa slijedi:

156.800 m^2 x 19,00 kn/m^2 = 2.979.200,00 kn.

Ocjena 14 iz tablice OKFŠ-1 određuje 84.000 bodova, pa slijedi;

84.000,00 kn/ha x 15,45 ha = 1.297.800,00 kn

Ukupna površina za dionicu Vrpolje – Prgomet:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
15,45	0,23	4.470.499,47

Dionica Prgomet – Dugopolje, stacionaža od 106 + 344,00 do 135 + 544,00, L = 29,20 km. Ova dionica prolazi kroz gospodarske jedinice Primorski dolac, Opor, Biluš, Kozjak – Zagora, Bročanac i Runjevica. U G. j. Primorski dolac ova dionica prolazi kroz sljedeće odjele/odsjeke: 20a, 21b, 23a, 23b, 24a, 26a, 31a, 33a i 34a. Njih čine

sljedeći uređajni razredi; neobraslo proizvodno šumsko tlo, šikara hrasta medunca i bijeloga graba i sastojina alepskog bora. U G. j. Opor dionica prolazi kroz odjele/odsjeke: 2a, 2c, 5a, 5b, 7a i 26. Odjeli su u naravi panjača hrasta medunca, šikara hrasta medunca i bijeloga graba i neobraslo proizvodno šumsko zemljište. U G. j. Biluš dionica autoceste prolazi kroz odjele/odsjeke: 68c, 69b, 69c i 69d uređajnih razreda šikara hrasta medunca i bijeloga graba. U G. j. Kozjak – Zagora dionica prolazi kroz odjele/odsjeke 26b, 36a, 43a, 46a, 53a, 54a, 64a i 65a, koji su uređajni razred šikare bijeloga graba, hrasta medunca, jasena i klena, i odjel/odsjek 26a, koji je neobraslo proizvodno šumsko zemljište. U G. j. Bročanac ova dionica autoceste prolazi kroz odjele/odsjeke 47a, 48a, 49a, 50a, 54a, 55a i 55b, sve uređajnih razreda šikara hrasta medunca i bijeloga graba. U G. j. Runjevica dionica prolazi kroz sljedeće odjele/odsjeke: 75a, 77a, 78a, 79a, 81a i 83a, sve neobraslo šumsko zemljište.

Ukupno za G.j. Primorski dolac:

Površina pod šikarom hrasta medunca i bijeloga graba iznosi 12,21 ha.

Površina pod alepskim borom iznosi 2,79 ha.

Neobraslo čini 1,09 ha.

Naknada za sastojinu:

Utvrđivanje naknade za šikaru hrasta medunca i bijeloga graba:

E = 41.711,95 kn/ha x 0,3 = 12.513,59 x 12,21 ha = 152.790,93 kn

Utvrđivanje naknade za sastojinu alepskog bora:

$Vm = c(1,0+p/100)m$

V = 32.596,00 x 1,0215

V = 43.869,98 kn/ha x 2,79 ha = 122.397,24 kn

Ukupna naknada za sastojinu iznosi 275.188,17 kn.

Naknada za zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj iz MF-a, Porezne uprave, Područnog ureda Split, Ispostave Kaštela, prometna vrijednost zemljišta u k.o. Trolokve iznosi 19,00 kn/m^2, pa slijedi:

161.000 m^2 x 19, 00 kn = 3.059.000,00 kn.

Prema bodovnoj vrijednosti iz tablice OKFŠ-1, ocjena 14 iznosi 84.000,00 kn/ha, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 15,01 ha = 1.268.840,00 kn.

Ukupno za G. j. Opor i G. j. Biluš: 23,17 ha.

Površina pod panjačom iznosi 0,02 ha.

Površina pod šikarom iznosi 15,27 ha.

Površina pod garigom iznosi 7,87 ha.

Neobraslo šumsko zemljište na površini je od 0,01 ha.

Naknada za sastojinu:

Naknada za panjaču hrasta medunca i bijeloga graba

E = 41.711,95 kn/ha x 0,02 ha = 834,24 kn

Naknada za šikaru hrasta medunca i bijeloga graba

E = 12.513,59 kn/ha x 15,27 ha= 191.082,52 kn

Naknada za garig

E = 8.342,39 kn/ha x 7,87 ha = 65.654,61 kn

Ukupno naknada za sastojinu iznosi 257.571,37 kn.

Naknada za zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od MF-a, Porezne uprave, Područnog ureda Split, Ispostave Kaštela, prometna vrijednost zemljišta u k. o. Radošić iznosi 19,00 kn/m^2, pa slijedi:

231.700 m^2 x 19,00 kn/m^2 = 4.402.300,00 kn.

Prema bodovnoj vrijednosti iz tablice OKFŠ-1, ocjena 14 iznosi 84.000,00 kn/ha, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 23,16 ha = 1.945.440 kn.

Ukupno za G. j. Kozjak – Zagora i G. j. Bročanac: 57,0571 ha

Površina pod šikarom hrasta medunca i bijeloga graba je 45,90 ha.

Površina pod garigom je 0,1485 ha.

Površina pod panjačom hrasta medunca i bijeloga graba iznosi 11,0071 ha.

Naknada za panjaču hrasta medunca

E = 41.711,95 kn/ha x 11,0071 ha = 459.127,60 kn

Naknada za šikaru hrasta medunca i bijeloga graba

E = 12.513,59 kn/ha x 45,90 ha = 574.373,78 kn.

Naknada za garig

E = 8.342,39 kn/ha x 0,15 ha = 1.251,36 kn

Ukupna naknada za sastojinu je 1.034.752,74 kn.

Naknada za zemljište:

Prema potvrdi dobivenoj od MF-a, Porezne uprave, Područnog ureda Split, Ispostave Kaštela, prometna vrijednost zemljišta u k.o. Radošić iznosi 19,00 kn/m^2, pa slijedi:

570.600 m^2 x 19,00 kn/m^2 = 10.841.400,00 kn.

Iz tablice bodovne vrijednosti OKFŠ-1, ocjena 14 iznosi 84.000,00 kn/ha, pa slijedi:

84.000,00 kn/ha x 57,06 ha = 4.793.040,00 kn.

Kroz G. j. Runjevica dionica prolazi neobraslim šumskim zemljištem na površini od 15,16 ha te se naknada obračunava samo u dijelu prometne vrijednosti zemljišta dobiven od MF-a, Porezne uprave, Područnog ureda Split, Ispostave Solin, kako slijedi:

151.600 m^2 x 20 kn/m^2 = 3.032.000,00 kn.

Sveukupno na dionici Prgomet – Dugopolje izdvojena je sljedeća površina:

Površina pod šumom	Neobraslo pr.š.z.	Ukupna naknada
(ha)	(ha)	(kn)
95,22	16,26	30.909.532,28

RASPRAVA / *DISCUSSION*

U ovom su poglavlju rezultati istraživanja analizirani i uspoređeni s planskim pokazateljima ulaganja u podizanje novih sastojina tvrtke HŠ d.o.o. Zagreb. Od ukupno izdvojene površine šuma i šumskog zemljišta od 567 ha, šikara hrasta medunca i bijeloga graba prostire se na površini od 271,50 ha, zatim garig na površini od 154,69 ha, a šuma alepskoga bora na površini od 82,45 ha. Uređajni razred panjača hrasta medunca prostire se na površini od 30,94 ha, dok je 27,85 ha neobraslog šumskog zemljišta (tablica 1).

Tablica 1. zdvojena površina šuma i šumskih zemljišta prema uređajnim razredima
Table 1. *Separated area of forests and forest land by management types*

Dionica *Section*	Panjača *Coppice*	Šikara *Shrubs*	Sastojine alepskoga bora *Stands of Aleppo pine*	Garig *Garrigue*	Neobraslo šumsko zemljište *Uncultivated forest land*	Ukupno *Total*
	ha					
Sv. Rok – Maslenica	19,91	49,79	-	-	-	69,70
Maslenica – Zadar 1	-	0,12	0,60	11,28	-	11,99
Zadar 1 – Zadar 2	-	30,90	0,36			31,25
Zadar 2 – Benkovac	-	13,98	-	27,56	2,99	44,52
Benkovac – Pirovac	-	96,49	-	15,30	8,01	119,80
Pirovac – Skradin	-	-	18,47	48,00	-	66,47
Skradin – Šibenik	-	0,89	20,67	-	-	21,56
Šibenik – Vrpolje	-	-	38,80	36,15	-	74,95
Vrpolje – Prgomet	-	5,95	1,12	8,38	0,23	15,68
Prgomet – Dugopolje	11,03	73,38	2,79	8,02	16,26	111,49
Ukupno – *Total*	30,94	271,50	82,45	154,69	27,85	567,41

Tablica 2. Naknada za umanjena prava po dionicama

Table 2. *Fee for reduced rights per sections*

Dionica *Section*	Naknada za sastojinu *Fee for stand*	Naknada za zemljište *Compensation for land*	OKFŠ *OKFŠ*	Ukupno *Total*
	kn			
Sv. Rok – Maslenica	1.453.536,56	8.189.750,00	13.940.000,00	23.583.286,56
Maslenica – Zadar 1	121.930,78	1.199.000,00	1.007.160,00	2.328.090,78
Zadar 1 – Zadar 2	386.669,93	3.125.390,00	2.595.297,60	6.107.357,53
Zadar 2 – Benkovac	404.769,08	7.568.315,00	3.488.688,00	11.461.772,08
Benkovac – Pirovac	1.335.064,86	11.979.900,00	9.390.292,80	22.705.257,66
Pirovac – Skradin	1.210.713,25	12.881.886,00	6.447.590,00	20.540.189,25
Skradin – Šibenik	914.239,74	4.179.316,38	2.091.417,00	7.184.973,12
Šibenik – Vrpolje	2.003.732,62	14.105.590,00	6.295.800,00	22.405.122,62
Vrpolje – Prgomet	193.499,47	2.979.200,00	1.297.800,00	4.470.499,47
Prgomet – Dugopolje	1.567.512,28	21.334.700,00	8.007.320,00	30.909.532,28
Ukupno – *Total*	9.591.668,57	87.543.047,38	54.561.365,40	151.696.081,40

Tablica 3. Ukupni iznosi naknade za umanjena prava

Table 3. *The total amount of compensation for reduced rights*

Vrsta naknade – *Type of fee*	Iznos – *Amount* (kn)
Naknada za sastojinu / *Fee for stand*	9.591.668,57
Naknada za zemljište / *Fee for land*	87.543.047,38
Općekorisne funkcije šuma / *Beneficial functions of forests*	54.561.365,40
Ukupno naknada / *Total fee*	151.696.081,40

Za izdvojenu površinu šuma i šumskih zemljišta na dionicama autoceste od Sv. Roka do Dugopolja naknada bi, sukladno Pravilniku o utvrđivanju naknade za umanjena i ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu, iznosila **151.696.081,40 kuna**. ZOŠ-em se u čl. 55. stavku 2. propisuje: „ Za šume u vlasništvu Republike Hrvatske naknada pripada Trgovačkom društvu koje je dužno ta sredstva uložiti u kupnju druge šume i/ili šumskoga zemljišta u ime i za račun Republike Hrvatske ili za podizanje novih šuma“.

Najčešći način podizanja novih šuma na području UŠP-a Split jest pošumljavanje sadnjom sadnica u jame. Planski pokazatelji cijena 1 ha pošumljavanja sadnjom sadnica u jame dobiveni su iz Planskog odjela UŠP-a Split i prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Planski pokazatelji cijena pošumljavanja sadnjom sadnica u jame

Table 4. *Planned price indicatorsfor afforestation by planting seedlings in pits*

Vrsta – *Type*	Cijena – *Price* (kn/ha)
sadnice – *seedlings*	3.750,00
alat i oprema – *tools and equipment*	93,76
prijevoz sadnica – *transfer of seedlings*	508,40
rad radnika – *employee's work*	13.510,52
Ukupno – *Total*	17.862,68

Iz navedenih podataka zaključujemo da je cijena 1 ha pošumljavanja sadnjom sadnica u jame 17.862,68 kuna te da je tvrtka HŠ d.o.o. od obračunate, a nenaplaćene naknade za izdvojene površine šuma i šumskog zemljišta u iznosu 151.696.081,40 kuna bila dužna podići nove šume na površini od 8.492,35 ha (151.696.081,40 kn : 17.862,68 kn/ha = 8.492,35 ha).

Prijedlog za poboljšanje stanja jest hitna izmjena Zakona o javnim cestama u kojem će se brisati čl. 21. stavak 1. ili osigurati tvrtki HŠ d.o.o. vrijednost obračunate naknade za umanjena prava iz nekog drugog sigurnog izvora, a sve radi osiguranja potrajnosti ekosustava.

Za dodatnu raspravu trebala bi biti relevantna i činjenica da Hrvatski sabor donosi Zakon o uređivanju imovinskopravnih odnosa u svrhu izgradnje infrastrukturnih građevina. Cilj mu je: osigurati pretpostavke za učinkovitije provođenje projekata povezanih s izgradnjom infrastrukturnih građevina od interesa za RH i u interesu jedinica lokalne i regionalne samouprave (kohezijska politika EU i korištenje sredstava iz fondova EU). Zakonom se uređuje rješavanje imovinskopravnih odnosa i oslobađanje od plaćanja naknade za stjecanje prava vlasništva, prava služnosti i prava građenja na zemljištu u vlasništvu RH i vlasništvu jedinica lokalne i regionalne samouprave te na zemljištu čiji je vlasnik ili kojim upravlja pravna osoba u vlasništvu RH ili pravna osoba čiji je osnivač RH. Infrastrukturne građevine u smislu toga zakona jesu građevine prometne, javne, komunalne i druge infrastrukture za čiju je izgradnju utvrđen interes RH prema Zakonu o izvlaštenju ili prema posebnom zakonu, kao što su ceste, vodne građevine, komunalni objekti, željeznička infrastruktura i slično. Ne plaćaju se naknade za stjecanje prava vlasništva, prava služnosti i prava građenja kada to pravo stječu osobe javnog prava međusobno jedne od drugih.

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

1. Na ukupnoj dužini izgradnje od 150,76 km izdvojeno je iz šumskogospodarskog područja ukupno 567 ha šuma i šumskih zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske. Najveća površina od 119,80 ha izdvojena je na dionici Benkovac – Pirovac, a najmanja površina od 15,68 ha na dionici Vrpolje – Prgomet.

2. Na najvećoj je površini u iznosu od 271 ha izdvojen uređajni razred šikara hrasta medunca i bijeloga graba. Slijede na 154 ha garizi, na 82 ha su izdvojene šumske kulture alepskog bora, na 30 ha panjače hrasta medunca i bijeloga graba te na 27 ha neobraslo proizvodno šumsko zemljište.

3. Vrednovanjem sastojina, zemljišta i općekorisnih funkcija šuma utvrđena je vrijednost izdvojene površine u ukupnom iznosu od 151.696.081,40 kuna. Najveću vrijednost u ukupnoj izraženoj naknadi ima šumsko zemljište u iznosu od 87.543.047 kuna, zatim naknada za OKFŠ, koja iznosi 54.561.365 kuna, a na trećem mjestu je naknada za vrijednost sastojina, koja iznosi 9.591.668 kuna. Rezultati pokazuju da je naknada za OKFŠ šest puta veća od naknade za vrijednost izdvojenih sastojina.

4. Uspoređujući planske pokazatelje cijena pošumljavanja sadnjom sadnica u jame, koja iznosi 17.862 kn/ha, s ukupnom naknadom za umanjena prava na istraživanoj dionici autoceste u iznosu od 151.696.081,40 kuna, može se zaključiti o propuštenoj mogućnosti osnivanja šuma na novih 8.492 ha.

5. Najveći izvor sredstava biološke obnove šuma u UŠP-u Split (2008.) jesu sredstva iz OKFŠ-a u prosječnom iznosu od 65 milijuna kuna godišnje. Prenesena prava, odnosno naknada dobivena prema članku 55. ZOŠ-a, za izdvojene površine iz šumskogospodarskog područja iznosi prosječno 3 milijuna kuna godišnje. Kako je prilikom izgradnje dionice Sv. Rok – Split (Dugopolje) autoceste A1 ukupna naknada za izdvajanje trebala iznositi 152 milijuna kuna, proizlazi da se propustilo financiranje iz toga izvora sljedećih 50 godina. S druge strane, postojeću visinu izvora financiranja od 3 milijuna kuna bilo je moguće znatno povećati na godišnjoj razini i tako provoditi mjere biološke obnove šuma propisane programima gospodarenja šumama i šumskim zemljištima.

6. Mogući prijedlog za poboljšanje navedenog stanja bile bi izmjene Zakona o cestama, i to brisanjem čl. 21., stavka 1. Time bi se postiglo da se na državnim šumama i šumskim zemljištima osigura načelo potrajnosti te da se vrijednost obračunate naknade za umanjena prava vrati šumama i tako ne dovede do smanjenja ukupne šumovitosti Republike Hrvatske. Osim toga, bilo bi djelotvorno osnovati stručnu skupinu koja bi participacijskim pristupom uskladila sve zakone koji se odnose na zajednička interesna područja i tako otklonila mogućnost jednostranog tumačenja zakona.

Literatura / *References*

Anić, M., 1946: Dendrologija. Zagreb, str. 17-180.

Borzan, Ž., 2001: Imenik drveća i grmlja. Zagreb.

Državni hidrometeorološki zavod, Služba meteoroloških istraživanja i primijenjene klimatologije, Odjel klimatoloških istraživanja i primijenjene klimatologije, 2005: Klimatske prilike Splitsko-dalmatinske županije, Zagreb.

Food and Agriculture Organisation of United Nations, 1995: Forest Fire Statistics 1992-1994. Timber Bulletin, 48: 4-27.

Food and Agriculture Organisation of United Nations,1997: State oft he World's Forests 1997. Forestry Paper 147, Rome, 200 p.

Glavač, V., 1999: Uvod u globalnu ekologiju. Zagreb.

Hrvatske šume, 1992: Program razvoja 1991. – 2025.

Hrvatske šume, 1998: Program za gospodarenje G. j. Opor 1998. – 2007.

Hrvatske šume, 1998: Program za gospodarenje G. j. Biluš 1999. – 2008.

Hrvatske šume, 1999: Program za gospodarenje G. j. Trtar 1999. – 2008.

Hrvatske šume, 2000: Program za gospodarenje G. j. Primorski dolac 2000. – 2009.

Hrvatske šume, 2000: Program za gospodarenje G. j. Debelo brdo 2000. – 2009.

Hrvatske šume, 2001: Program za gospodarenje G. j. Runjevica 2001. – 2010.

Hrvatske šume, 2002/2003: Program za gospodarenje G. j. Jasenice 2003. – 2012.

Hrvatske šume, 2003: Program za gospodarenje G. j. Jamina 2003. – 2012.

Hrvatske šume, 2004: Program za gospodarenje G. j. Bukovičko polje 2004. – 2013.

Hrvatske šume, 2005: Program za gospodarenje G. j. Škabrnja 2005. – 2014.

Hrvatske šume, 2005: Program za gospodarenje G. j. Posedarje 2005. – 2014.

Hrvatske šume, 2005: Program za gospodarenje G. j. Lovinac 2005. – 2014.

Hrvatske šume, 2005: Program za gospodarenje G. j. Zemunik gornji 2005. – 2014.

Hrvatske šume, 2005: Program za gospodarenje G. j. Kozjak- Zagora 2005. – 2014.

Hrvatske šume, 2006: Program za gospodarenje G. j. Bročanac 2005. - 2014.

Hrvatske šume, 2006: Program za gospodarenje G. j. Polača 2006. – 2015.

Hrvatske šume, 2007: Program za gospodarenje G. j. Brzovača 2007. – 2016.

Hrvatske šume, 2007: Program za gospodarenje G. j. Guduća 2007. – 2016.

Hrvatske šume, 2008: Program za gospodarenje G. j. Konjička draga 2008. – 2017.

Hrvatske šume, 2006: Šumskogospodarska osnova područja 2006. – 2015.

Klepac, D., 1986: Zapisi sa seminara o alepskom i brucijskom boru u Tunisu (15. – 21. IV. 1985.). Zagreb.

Matas, M., 2009: Krš Hrvatske. Geografski pregled i značenje, Zagreb, str. 55-71.

Matić, S., J. Skenderović, 1992: Uzgajanje šuma. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, 81-95.

Matić, S., 2003: 125. obljetnica Kraljevskog nadzorništva za pošumljavanje krasa krajiškog područja – Inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti i uređenje bujica u Senju (1878. – 2003). Šumarski list, posebni broj, 111-120.

Matić, S., 2004: Održivi razvoj hrvatskih šuma ugrožen je zbog nepoštivanja Ustava i Zakona o šumama Republike Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, okrugli stol, Zagreb, 82-84.

Mayer, B., 1992: Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. stoljeća, U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, 19-32.

Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, 1997: Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o uređivanju šuma, NN 121/97, Zagreb.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva, 2006: Pravilnik o uređivanju šuma, NN 111/06, Zagreb.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva, 2006: Pravilnik o utvrđivanju naknade za oduzeta i ograničena prava na šumi i šumskom zemljištu, NN 131/06, Zagreb.

Nacionalna šumarska politika i strategija, 2003: NN br.120/03, Zagreb.

Program razvoja Hrvatskih šuma 1991. – 2025., Zagreb.

Prpić, B., 1992: Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, str. 237-256.

Prpić, B., 1992: O vrijednostima općekorisnih funkcija šuma. Šum. list 116(6-8): 301-312.

Rauš Đ., I. Trinajstić, J. Vukelić, J. Medvedović, 1992: Biljni svijet hrvatskih šuma. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, str. 33-77.

Rauš Đ., Š. Meštrović, I. Trinajstić, J. Vukelić, Ž. Španjol, 1992: Zaštićeni prirodni objekti u hrvatskim šumama. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, 197-222.

Roša, J., 2001: Praćenje šumskih ekosustava, Zagreb.

Seletković, Z., Z. Katušin, 1992: Klima Hrvatske, U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i Hrvatske šume, Zagreb, str. 13-18.

Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske, 1999: NN 81/99, Zagreb.

Škorić, A., G. Filipovski, M. Ćirić, 1985: Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. ANUBIH, Posebno izdanje, Sarajevo, 69 str.

Škorić, A., 1986: Postanak, razvoj i sistematika tla. Zagreb.

UNEP – United Nations Environment Programme, 1995: Global Biodiversity Assessment. Cambridge Univ. Press, 1140 p.

Ustav Republike Hrvatske, 2001: NN 41/01, Zagreb.

Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 177-217.

WRI – World Resources Institute, 1992: Global Biodiversity Strategy: Guidelines for Action to Save, Study, and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably. 260 p.

Zakon o financiranju vodnog gospodarstva, 2005: NN 107/95, 19/96, 88/98, 150/05, Zagreb.

Zakon o javnim cestama, 1996: NN 100/96, Zagreb.

Zakon o potvrđivanju konvencije o biološkoj raznolikosti, 1996: NN – Međunarodne novine 6/96, Zagreb.

Zakon o prostornom uređenju, 2004: NN 100/04, Zagreb.

Zakon o šumama, 2005: NN 140/05, Zagreb.

Zakon o izmjenama i dopunama zakona o šumama, 2006: NN 82/06, Zagreb.

Zakon o vodama, 2005: NN 107/95, 150/05, Zagreb.

Zakon o zaštiti prirode, 2005: NN 70/05, Zagreb.

Otvoreno pismo Hrvatskog šumarskog društva, Akademije šumarskih znanosti, Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta Jastrebarsko, 12. ožujka 2003.

www.hrsume.hr/itr/fond

Construction on Forestland; Allocations from the Forest Management Area without a Fee – Threat to Dalmatian Forests

Summary

The construction of the Sveti Rok – Split (Dugopolje) section of the A1 motorway has had a considerable impact on the belt about 60 m wide along the motorway. This state-owned area belongs to the category of forests and forestland. According to the Public Roads Act (Official Gazette 100/96), such areas are exempt from compensation for the transfer of rights, otherwise regulated by the provisions of the Forest Act (Official Gazette 131/06). Our research compared the construction area (cadastral municipalities and cadastral plots), pursuant to the Decision on Exclusion, with the data from the Forest Management Programme. The Rules of Compensation for Forest and Forestland Transfer and Limited Rights (Official Gazette 131/06) and Forest Management Regulation (Official Gazette 111/06) were applied. Compensation was allocated for the excluded area (the total length of the Sveti Rok – Dugopolje section is 150,764 km, whereas 567 ha of forests and forestland was excluded from the forest management area). The forests in question are Mediterranean coppice forests and their degraded stages. They are predominantly natural stands, whose growing stock value is low, but their non-commercial functions expressed in monetary equivalents are much higher. Research results show that as many as 8,492 ha of new forests could have been established out of the allocated, but never realized compensation of 151696,081.40 kuna. This is in conflict with the fundamental forest management goal in the Republic of Croatia (sustainability). Based on this research, a proposal was put forward to change the Public Roads Act or find new possibilities for ensuring financial means.

Keywords: *forests in Dalmatia; A1 Motorway; compensation for the transfer of rights; sustainable forest management.*

Mr. sp. Dragica Žaja, dipl. inž. šum.,
Držićeva 46, 21210 Solin

STUPANJ OŠTEĆENOSTI SREDOZEMNIH ŠUMA U HRVATSKOJ I UTJECAJ IMISIJA NA NJIH

CROWN CONDITION OF THE MEDITERRANEAN FORESTS OF CROATIA AND THE IMMISSION IMPACT

Nenad Potočić, Ivan Seletković, Tamara Jakovljević

Sažetak

U ovom radu predočeni su rezultati procjene oštećenosti krošanja šumskih vrsta drveća na području hrvatskog dijela Mediterana, rezultati praćenja imisija bioindikacijom i motrenjem atmosferskih taloženja (depozicije) u šumske ekosustave te rezultati istraživanja vezanih za odnos osutosti krošanja i debljinskog prirasta hrasta medunca. Procjena osutosti krošanja obavlja se jednom godišnje na točkama mreže 16 x 16 i 4 x 4 km u okviru *UNECE – ICP Forests* i Nacionalnog programa motrenja oštećenosti šumskih ekosustava. Prikazat će se rezultati osutosti prema godini motrenja i vrstama drveća te usporedba s rezultatima procjene osutosti na području europskog Mediterana na primjeru hrasta crnike. Na plohi intenzivnog motrenja broj 108 u Poreču prati se depozicija u sastojini hrasta medunca i izvan plohe na otvorenome. U prikupljenim uzorcima utvrđuje se pH, provodljivost i količina pojedinačnih iona prispjelih atmosferskim taloženjem. U radu će se prikazati rezultati godišnjeg unosa pojedinačnih iona na plohu, odnos među ionima i razlike među vrstama uzoraka te će se dati usporedba dobivenog i kritičnog opterećenja spojevima dušika i sumpora na promatranoj plohi, odnosno usporedba naših vrijednosti s vrijednostima dobivenim na ostalim plohama u sustavu *ICP Forests*. Utjecaj onečišćenja sumporom na šumske ekosustave praćen je metodom bioindikacije (analize biljnih organa na sadržaj sumpora) u šumskim kulturama crnog bora na različitim udaljenostima od termoelektrane Plomin 2.

Ključne riječi: oštećenost krošanja; bioindikacija; depozicija.

UVOD / *INTRODUCTION*

Iako se termin „propadanje šuma“ javlja već u 19. stoljeću, ta je pojava poprimila alarmantne razmjere u posljednjih dvadesetak godina, kako u Europi, tako i u Hrvatskoj. S obzirom na stav da je najvažniji uzročnik sušenja šuma onečišćenje zraka,

1985. je godine u okviru konvencije UN-a i Europske komisije o prekograničnom onečišćenju (CLRTAP) osnovan Međunarodni program za procjenu i motrenje utjecaja onečišćenja zraka na šume *(International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, skraćeno UN/ECE-ICP Forests).* Glavni zadatak programa jest prikupljanje podataka o stanju šuma i njihovoj reakciji na čimbenike stresa na regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Hrvatska sudjeluje u programu *ICP Forests* od 1987. godine.

Sumpor je, kao i ostali biogeni elementi, nuždan za odvijanje životnih procesa u biljci. U biljci se može nalaziti u organskom i anorganskom obliku te čini 0,1 – 0,5 % suhe tvari. Biljke uzimaju sumpor iz tla preko korijena kao SO_4^{2-} ion, a iz atmosfere preko puči kao SO_2, te ga rabe za sintezu organskih spojeva. U uvjetima povišene koncentracije SO_2 u atmosferi biljke akumuliraju sumpor u asimilacijskim organima u obliku sulfitnih i sulfatnih soli koje svojim toksičnim učinkom uzrokuju smanjeni rast i produktivnost biljaka (Komlenović i Pezdirc 1987, Kalan i dr. 1995, Simončič i Kalan 1996, Agrawal i Deepak 2003). Kropff (1991) navodi rezultate više istraživanja po kojima su oštećenja od SO_2 izazvana poremećajem pH u međustaničnim prostorima. Promjene u organizaciji fotosintetskog aparata i koncentracijama pigmenata u iglicama također su posljedica utjecaja SO_2 (Fink 1989, 1993, Batič i dr.1995, Tausz i dr. 1996, Bačić i Zahirović 2000).

Sadržaj SO_2 u zraku povećan je u okolici termocentrala i rafinerija nafte te u drugim industrijskim i urbanim područjima. Jedan od načina utvrđivanja unosa kemijskih spojeva u šumske ekosustave jest korištenje određene biljne vrste kao bioindikatora kemijskom analizom biljnog materijala. Problematikom štetnog utjecaja sumpornih spojeva na šumsku vegetaciju u svojim istraživanjima bavili su se mnogi istraživači (Zech i dr. 1985, Kaupenjohann i dr. 1988 i 1989, Schatzle i dr.1990, Sheppard 1996, Glavač i dr. 1985, Prpić i dr. 1988, Seletković, Z., 1991). Problematikom utjecaja TE Plomin na kulture crnog bora u Istri ponajviše su se bavili Komlenović i Pezdirc (1987), Komlenović i Rastovski (1991, 1993, 1995) te Komlenović i dr. (1990, 1998). Ti radovi vezani su za štetni utjecaj TE Plomin 1, koja se za proizvodnju električne energije koristila ugljenom s visokim sadržajem sumpora.

Prema Komlenoviću i dr. (1990), „koncentracije sumpora najviše su na području Šumarije Labin i općenito u istočnom dijelu Istre. Te se koncentracije približavaju prirodnim vrijednostima, karakterističnim za crni bor, u središnjoj Istri. U okolici Pule i sjeverozapadnom dijelu Istre […] utvrđen je lagani porast S-koncentracija".

Sustavna i kontinuirana mjerenja u duljem razdoblju, iste metode uzorkovanja i analiza, osiguranje i kontrola kvalitete rezultata mjerenja omogućuju praćenje trendova i međusobnih odnosa iona prispjelih atmosferskim taloženjem u šumski ekosustav. Takva istraživanja omogućuju nam uočavanje kritičnog opterećenja spojevima dušika i sumpora, što je problem velikom broju šumskih staništa u Europi (Lorenz i dr. 2008).

OSUTOST KROŠANJA ŠUMSKOG DRVEĆA NA PODRUČJU HRVATSKOG SREDOZEMLJA

CROWN DEFOLIATION OF FOREST TREES IN THE CROATIAN MEDITERRANEAN

U ovom radu prezentiraju se rezultati procjene oštećenosti stabala na području hrvatskog Mediterana, za razdoblje od 2000. do 2010. godine, razrađeni po vrstama drveća i godinama praćenja. Procjena osutosti krošanja obavlja se prema jedinstve-



Slika 1. Bioindikacijska točka crnog bora
Figure 1 *Bioindication plot of Austrian pine*



Slika 2. Stablo alepskog bora osutosti 15%
Figure 2 *Aleppo pine tree, defoliation 15%*



Slika 3. Stablo alepskog bora osutosti 25%
Figure 3 *Aleppo pine tree, defoliation 25%*



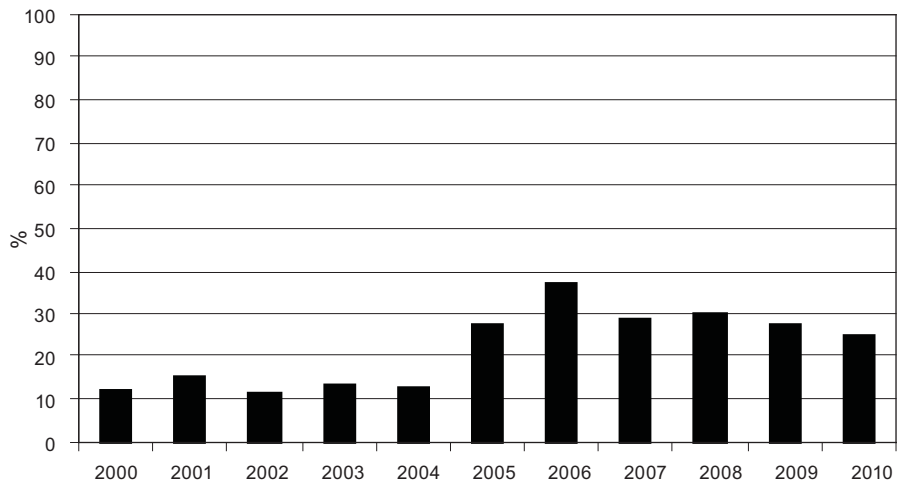
Slika 4. Stablo alepskog bora osutosti 45%
Figure 4 *Aleppo pine tree, defoliation 45%*

noj metodi što ju je propisao *ICP Forests* (ICP Forest Manual 2010). Rezultati procjene unose se i obrađuju preko Registra *Razine 1* (baza podataka i računalni program za obradu podataka s internetskim pristupom, http://www.icp.sumins.hr/) te se pohranjuju i dalje obrađuju u jedinstvenoj europskoj bazi podataka programa *ICP Forests*.



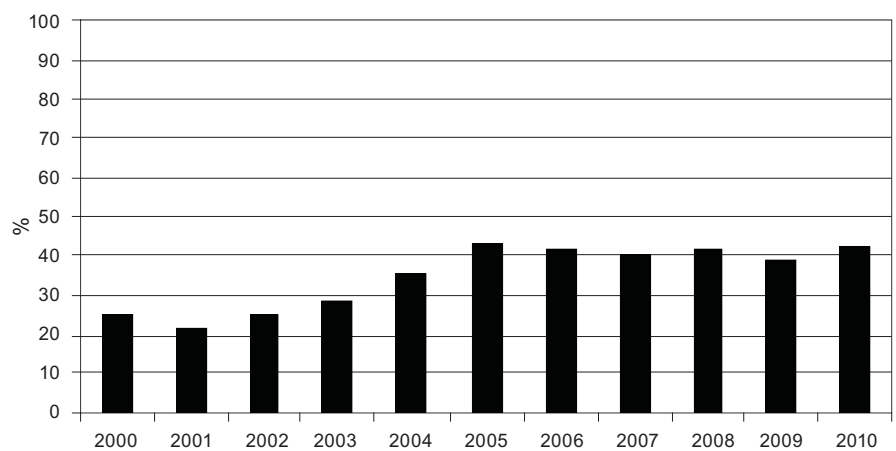
Slika 5. Položaj bioindikacijskih točaka (mreža 16 x 16 km) u hrvatskom dijelu Sredozemlja
Figure 5 *The locations of ICP Forests 16x16 km network plots in the Croatian Mediterranean*

Slike 6 – 10 prikazuju značajnu osutost najvažnijih mediteranskih vrsta drveća u Hrvatskoj po godinama praćenja. Značajna osutost jest udio stabala u uzorku čija osutost prelazi 25%. Značajna osutost alepskog bora kretala se u promatranom razdoblju od 28 do 42%, crnog bora od 20 do 49%, hrasta medunca od 22 do 43%, cera od 12 do 36% i hrasta crnike od 1 do 29%.



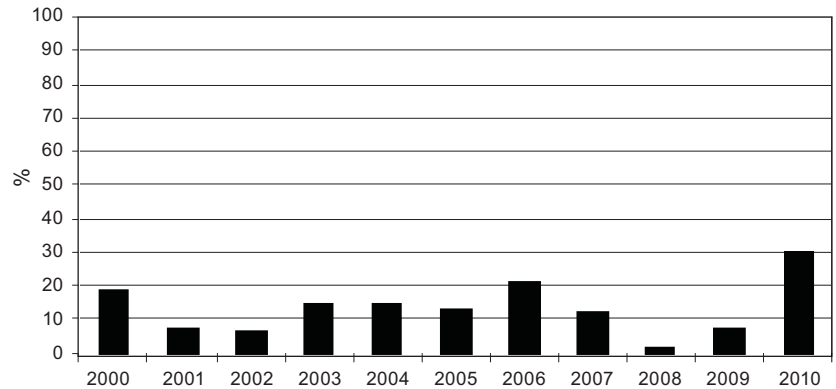
Slika 6. Značajna osutost hrasta cera u Hrvatskoj, razdoblje 2000. – 2010.

Figure 6 *Percentage of moderately to severely damaged turkey oak trees, period 2000 to 2010*

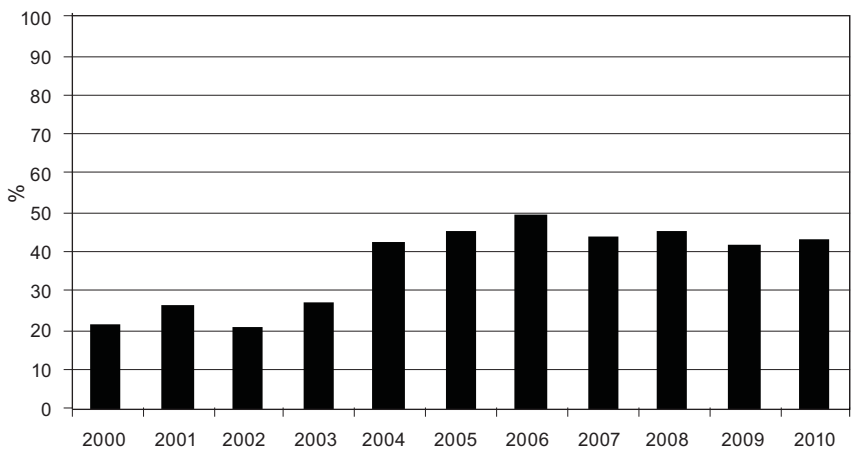


Slika 7. Značajna osutost hrasta medunca u Hrvatskoj, razdoblje 2000. – 2010.

Figure 7 *Percentage of moderately to severely damaged sessile-flowered oak trees, period 2000 to 2010*



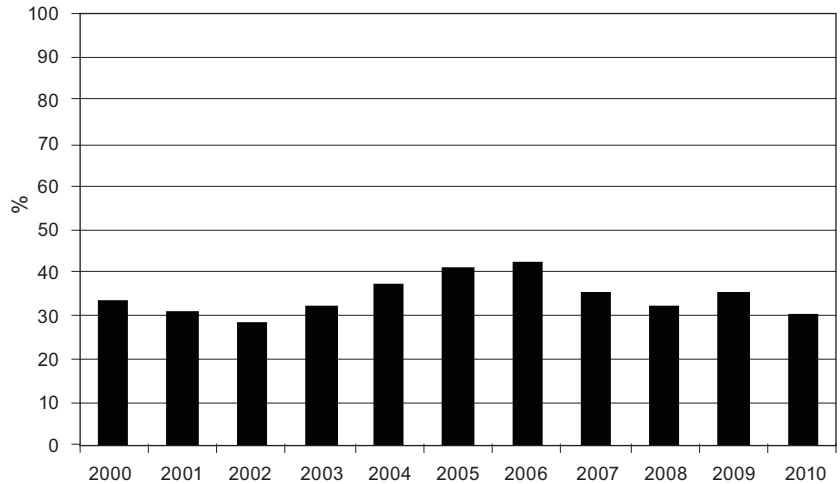
Slika 8. Značajna osutost hrasta crnike u Hrvatskoj, razdoblje 2000. – 2010.
Figure 8 *Percentage of moderately to severely damaged holm oak trees, period 2000 to 2010*



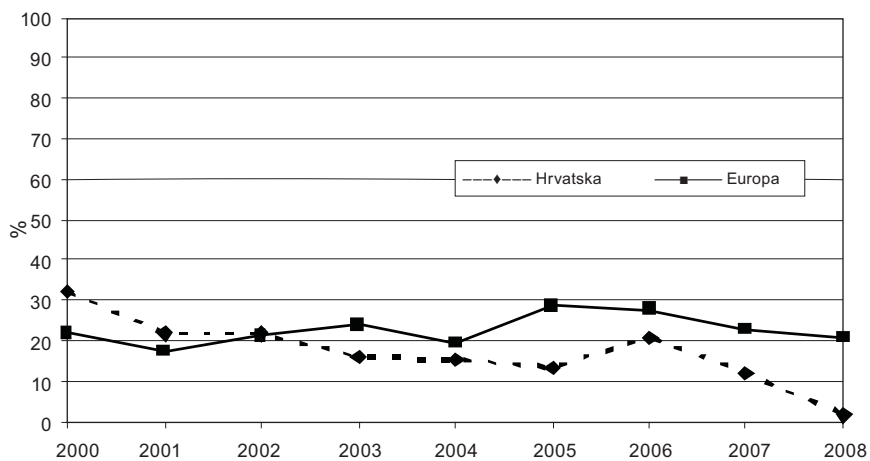
Slika 9. Značajna osutost crnog bora u Hrvatskoj, razdoblje 2000. – 2010.
Figure 9 *Percentage of moderately to severely damaged austrian pine trees, period 2000 to 2010*

Hrast crnika jedna je od vrsta koje se posebno detaljno prate na razini Europe (ostale su vrste obična smreka, obični bor, primorski bor, obična bukva te hrast lužnjak i hrast kitnjak). Stanje osutosti hrasta crnike prati se u sedam zemalja Europe: Rumunjskoj, Grčkoj, Hrvatskoj, Italiji, Francuskoj, Španjolskoj i Portugalu.

Iz slike 11 vidljivo je kako se u promatranom razdoblju osutost crnike u Hrvatskoj smanjuje (s iznimkom 2006. godine) te kako se veće razlike u stanju osutosti između podataka za Hrvatsku i Europu pojavljuju od 2005. godine nadalje.



Slika 10. Značajna osutost alepskog bora u Hrvatskoj, razdoblje 2000. – 2010.
Figure 10 *Percentage of moderately to severely damaged aleppo pine trees, period 2000 to 2010*

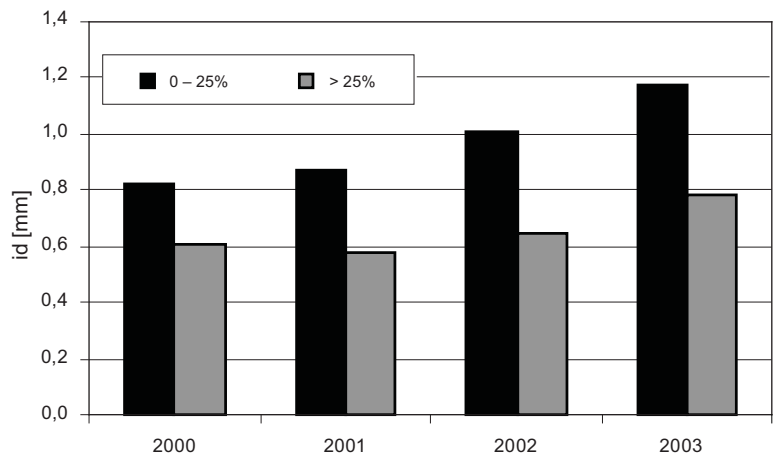


Slika 11. Usporedba postotka značajno osutih stabala hrasta crnike u Hrvatskoj i Europi
Figure 11 *Comparison of the percentage of moderately to severely damaged holm oak trees in Croatia and Europe*

ODNOS PRIRASTA I OSUTOSTI KROŠANJA
THE RELATION OF INCREMENT AND CROWN DEFOLIATION

Na plohi intenzivnog motrenja br. 107 (Lovrečica) istraživan je odnos godišnjeg debljinskog prirasta i oštećenosti krošanja hrasta medunca u razdoblju od 1996. do 1999. godine.

Statističkom usporedbom prosjeka godišnjih debljinskih prirasta 45 stabala svrstanih u dvije klase osutosti krošanja, 0 – 25% i više od 25% (značajno osuta stabla), utvrđena je veza godišnjeg debljinskog prirasta i stupnja osutosti krošanja hrasta medunca. Prosječni godišnji debljinski prirast za četverogodišnje razdoblje u klasi 0 – 25% osutosti iznosi 0,97 mm, dok taj prosjek u klasi iznad 25% iznosi svega 0,65 mm.

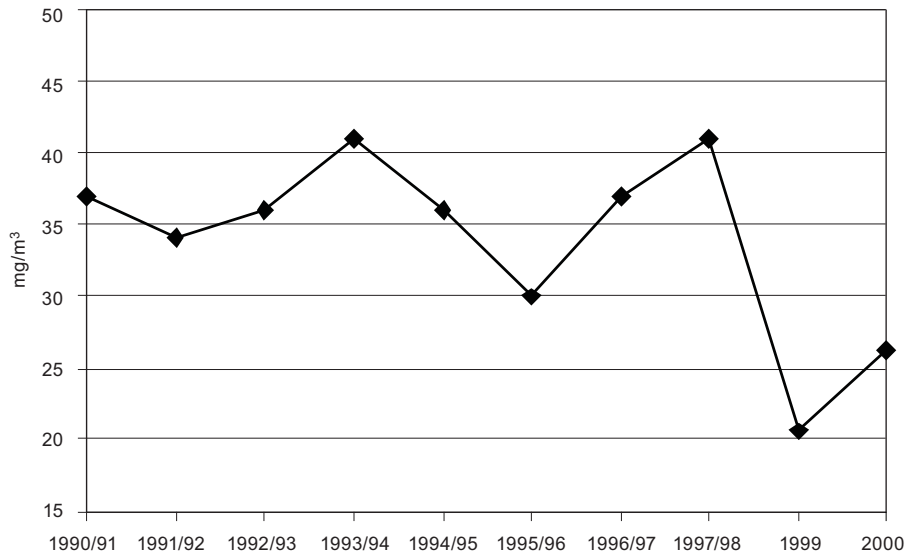


Slika 12. Godišnji debljinski prirast stabala različitih stupnjeva osutosti na plohi intenzivnog motrenja br. 107 „Lovrečica“, u razdoblju od 1996. do 1999. godine

Figure 12 *The annual increment of trees with differing defoliation classes on the intensive monitoring plot No. 107 „Lovrečica“ in the period 1996 – 1999*

PROCJENA UTJECAJA IMISIJA PREKO BIOINDIKACIJE
BIOINDICATION ASSESSMENT OF SULPHUR IMMISSIONS

Početak multidisciplinarnih istraživanja utjecaja sumpora na kulture crnog bora u Istri 1999. godine poklapa se s početkom rada TE Plomin 2, koja se koristi ugljenom sa znatno nižim sadržajem sumpora, a emisija dimnih plinova (slika 13) dodatno je smanjena korištenjem uređaja za odsumporavanje mokrim postupkom (Potočić i Seletković I. 2001, Seletković I. i Potočić 2003). Plohe su postavljene na različitim udaljenostima od TE Plomin, te su kasnije svrstane u zone: do 10 km, 10 – 20 km, 20 – 30 km te više od 30 km od termoelektrane.



Slika 13. Srednje godišnje koncentracije SO_2, mjerna postaja Labin
Figure 13 *Annual mean concentration of SO_2, measurement station Labin*

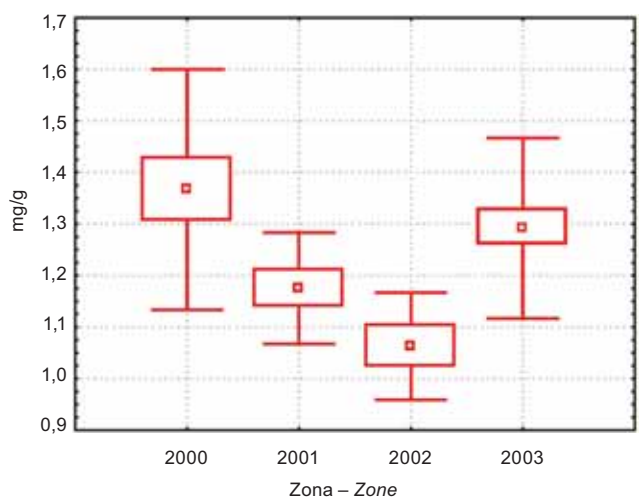
Na slici 15 prikazane su srednje vrijednosti i standardne devijacije koncentracija sumpora po zonama (srednje vrijednosti koncentracija u jednogodišnjim i dvogodišnjim iglicama, 1999. i 2000. godine). Vidljivo je očekivano smanjenje koncentracija sumpora s porastom udaljenosti od izvora onečišćenja u zonama I, II, i III. U zoni IV koncentracije ponovno rastu, što je u skladu s drugim istraživanjima; npr. Komlenović i dr. (1990) navode da „u sjeverozapadnom dijelu Istre treba računati s neposrednim utjecajem koparske i tršćanske industrijske zone". Stupanj opterećenosti sumporom na plohama kreće se u rasponu od kategorije „granično područje" do „jako opterećeno". Ni na jednoj plohi nije zabilježena koncentracija sumpora u iglicama u okviru prirodnih vrijednosti. Bez obzira na smanjenje emisija TE Plomin u novom režimu rada, dobivene se vrijednosti za 1999. i 2000. godinu ne razlikuju bitno od vrijednosti zabilježenih u prethodnom razdoblju. Dio odgovora možemo tražiti u činjenici da biljke translociraju višak sumpora u svoje mlađe dijelove produžujući na taj način negativno djelovanje suviška sumpora.

U usporedbi s vrijednostima zabilježenim u 1999. i 2000. godini, koncentracije sumpora u iglicama u nadolazećem su se razdoblju postupno smanjivale (slika 17) da bi u dvogodišnjim iglicama konačno 2003. godine ušle u raspon vrijednosti prirodnih koncentracija (Potočić i dr. 2003). Smanjene emisije sumpora potvrđene su i nepostojanjem razlika u količini sumpora deponiranog na površini uzorkovanih

iglica (Cesar i dr. 2005). Prisutnost povišenih koncentracija sumpora u jednogodišnjim iglicama (slika 16) upućuje na još uvijek prisutne imisije sumpornog dioksida na području Istre.



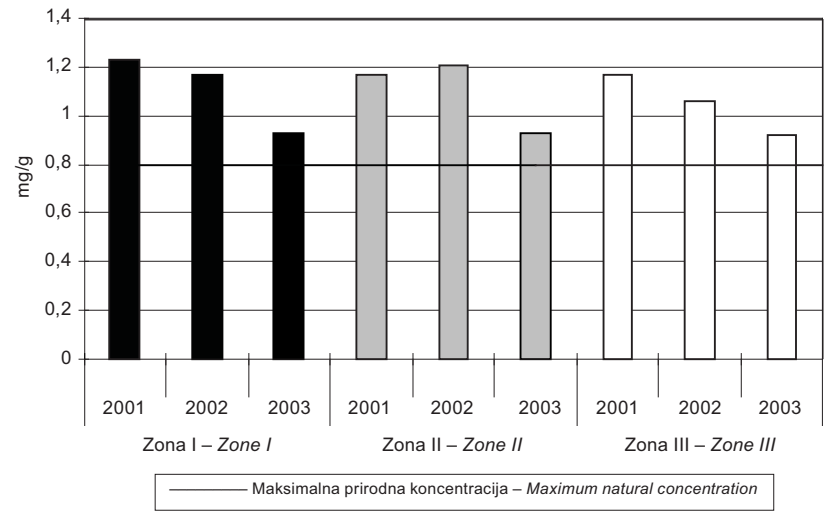
Slika 14. Termoelektrana Plomin i kulture crnog bora
Figure 14 *Plomin power plant and Black pine cultures*



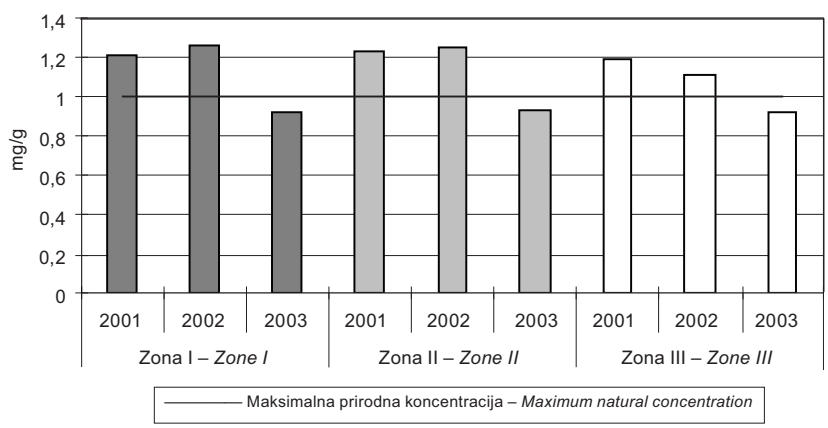
SLika 15. Srednje vrijednosti i standardne devijacije koncentracija ukupnog sumpora u iglicama crnog bora u Istri

Figure 15 *Mean value and standard deviation of the concentration of total sulphur in Black pine needles in Istria*

Rezultati istraživanja koncentracija proteina i pigmenata potvrdili su kako fiziološki status istraživanog drveća više nije poremećen. Unatoč tome, mikromorfologija epikutikularnih voskova pokazala je kako su puči svih uzorkovanih dvogodišnjih iglica, za razliku od jednogodišnjih iglica, i dalje imale značajna oštećenja voskova oko rubova puči, što upućuje na „efekt pamćenja" izloženosti drveća imisijama sumpornog dioksida u prošlosti. Utvrđene značajne razlike između zona I i III po-



Slika 16. Koncentracije ukupnog sumpora u jednogodišnjim iglicama crnog bora (zone I – III)
Figure 16 *Concentrations of total sulphur in current -year needles of Black pine (zones I – III)*



Slika 17. Koncentracije ukupnog sumpora u dvogodišnjim iglicama crnog bora (zone I – III).
Figure 17 *Concentrations of total sulphur in previous- year needles of Black pine (zones I – III)*

tvrđuju pozitivnu korelaciju blizine izvora onečišćenja i oštećenja iglica crnog bora (Cesar i dr. 2005).

PRAĆENJE DEPOZICIJE / D*EPOSITION MONITORING*

Glavni zadatak *ICP programa* jest i prikupljanje podataka o atmosferskim taloženjima (depoziciji). U tu se svrhu provode intenzivna i stalna motrenja šumskih ekosustava Europe. Za ispitivanja depozicije u šumi uzimaju se uzorci dobiveni metodama:

- prokapljivanja (eng. *throughfall*, THR),
- mokrog taloženja, tj. taloženja iz oborina na otvorenom području (eng. *bulk open field*, BOF).

Kemijske analize provode se u skladu s uputama i metodama opisanim u priručniku *ICP Forests* (ICP 2006). Mjerenje prokapljivanja provodi se na plohi, a mjerenje taloženja na otvorenom području u blizini plohe kako bi se uočio utjecaj lokalnog onečišćenja. Taloženja ispod krošanja i debla stabala obično su veća od taloženja na otvorenom području zbog ispiranja s lišća. Prilikom prolaska depozicije preko krošanja i debla moguće je promatrati dva procesa:

1. ispiranje: otopina koja sadrži većinu nutritivnih elemenata s debla se slijeva i dovodi do povećanja koncentracija tih elemenata u uzorku dobivenom prokapljivanjem,
2. apsorpciju: lišće apsorbira većinom dušikove spojeve iz oborina, što dovodi do smanjenja njihove koncentracije u uzorcima dobivenim prokapljivanjem u usporedbi s uzorcima dobivenim mokrim taloženjem

Pasivna difuzija glavni je uzrok povećanja koncentracije aniona pri prokapljivanju (THR), dok pasivna difuzija i ionska izmjena utječu na koncentraciju kationa uzoraka dobivenih prokapljivanjem (Mosello i dr. 2006). Udio izmjene u krošnjama i deblu ovisi o vrsti drveta i ekološkim uvjetima kao što su:

- sezonska raspodjela lišća,
- opskrbljenost tla hranivom,
- gnojidba,
- biotički stres, kao što su bolesti (oštećenja) koje uzrokuju insekti,
- abiotički stres, koji nastupa kada je suša i u slučaju ekstremnih temperatura,
- prisutnost različitih onečišćivača (Sanderson i dr. 2006).

U okviru programa motrenja oštećenosti šumskih ekosustava Hrvatske i Međunarodnog programa za procjenu i motrenje utjecaja atmosferskog onečišćenja na šume (UNECE-ICP Forests), na plohi intenzivnog motrenja broj 108 u Poreču prati se depozicija u sastojini hrasta medunca i izvan plohe (na otvorenome). Uzorci se



a) prokapljivanje – *throughfall*



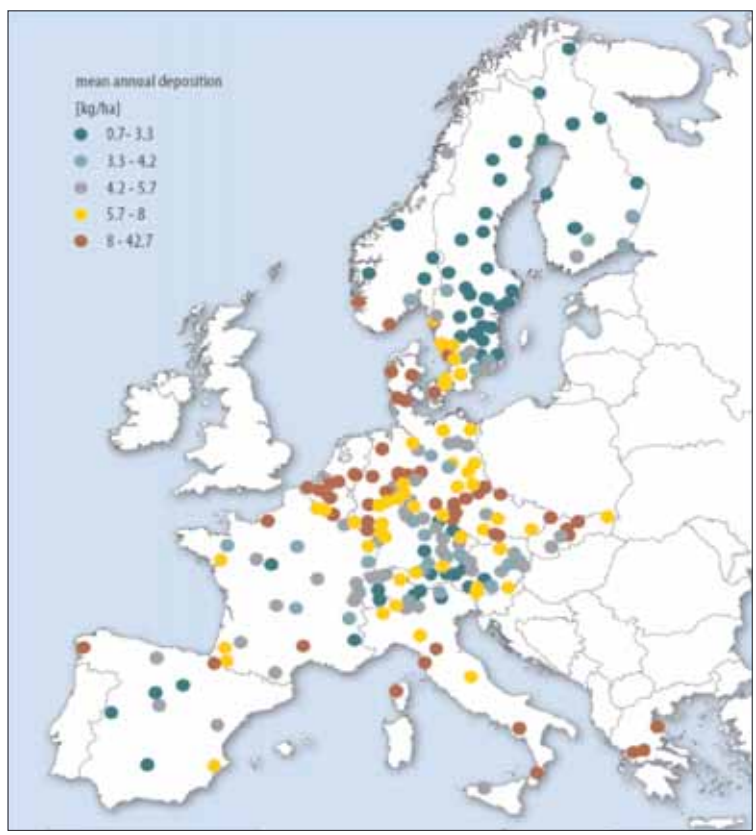
b) mokro taloženje – *bulk open field*

Slika 18. Praćenje depozicije na ICP plohi 108 u Poreču (foto: T. Jakovljević)
Figure 18 *Deposition monitoring on ICP plot 108 in Poreč* (*photo: T. Jakovljević*)

prikupljaju u pravilnim vremenskim razmacima (dva puta mjesečno) tijekom cijele godine. U prikupljenim uzorcima utvrđuje se pH, provodljivost i količina pojedinačnih iona prispjelih atmosferskim taloženjem. Prikazani su:

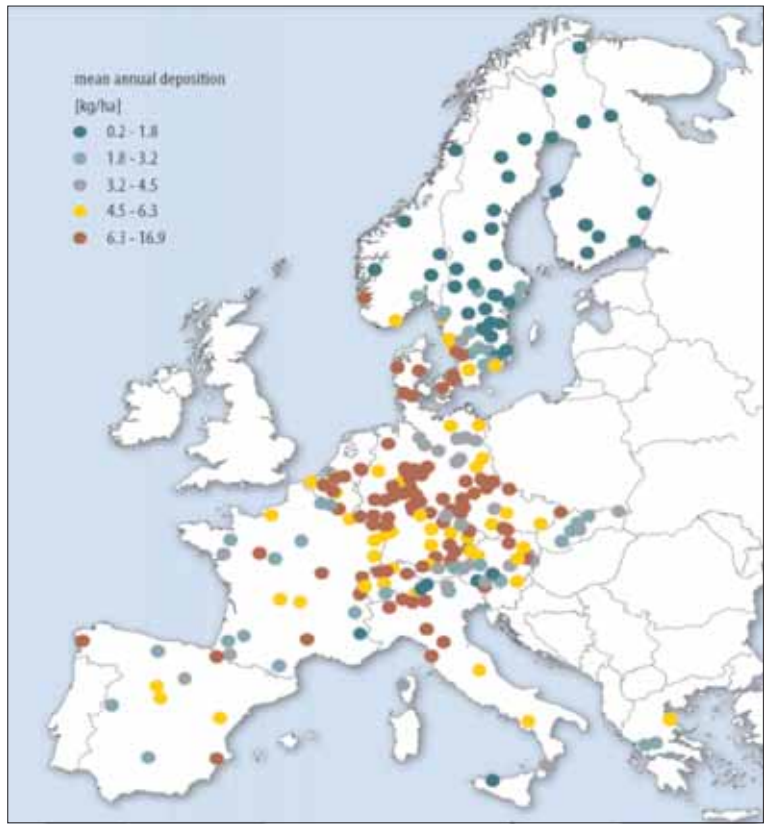
- rezultati godišnjeg unosa pojedinačnih iona na plohu,
- odnos među ionima,
- razlike među vrstama uzoraka,
- usporedba dobivenog i kritičnog opterećenja spojevima dušika i sumpora na promatranoj plohi te usporedba naših vrijednosti s vrijednostima dobivenim na ostalim plohama u sustavu *ICP Forests*.

Pregled odnosa među ionima govori o dominantnosti aniona SO_4^{2-}, Cl^- i NO_3^- te kationa NH_4^+, Mg^{2+} Ca^{2+} i Na m^+. Iz razlike među vrstama uzoraka i ploha vidljivo je



Slika 19. Srednja godišnja vrijednost sumpora iz sulfata (S-SO_4^{2-}) u uzorcima dobivenim prokapljivanjem u Europi (2008 tehnički izvještaj *ICP Forestsa*) i ICP ploha u Poreču

Figure 19 *Mean annual sulphate sulphur (S-SO_4^{2-}) throughfall deposition for Europe (2008 Technical Report of ICP Forest) and ICP plot in Poreč*



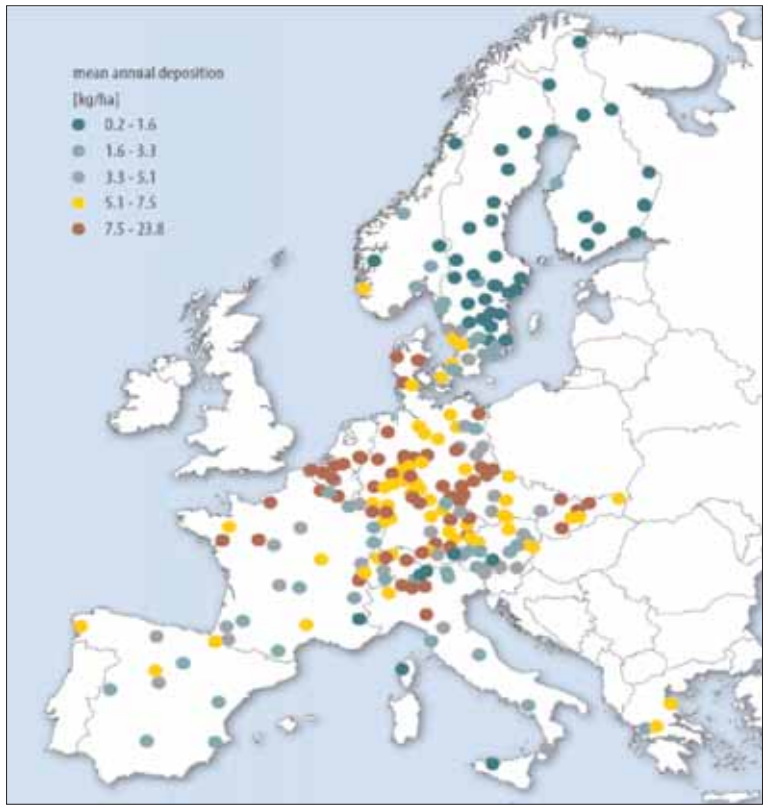
Slika 20. Srednja godišnja vrijednost dušika iz nitrata ($N\text{-}NO_3^-$) u uzorcima dobivenim prokapljivanjem u Europi (2008 tehnički izvještaj *ICP Forests*) i ICP ploha u Poreču

Figure 20 *Mean annual nitrate nitrogen ($N\text{-}NO_3^-$) throughfall deposition for Europe (2008 Technical Report of ICP Forest) and ICP* plot in Poreč

da je količina iona u uzorcima dobivenim prokapljivanjem veća od uzoraka dobivenih mokrim taloženjem; razlog je tome cijeđenje s lišća. Ispiranje s lišća najintenzivnije je u proljeće (Balestrini i Tagliaferri 2001).

U cijeloj Europi veća je količina spojeva sumpora u odnosu na spojeve dušika. Količine veće od 5,7 kg/ha antropogenog su ili lokalnog porijekla (Lorenz i dr. 2008). Na plohi u Poreču ima dosta sumpora zbog blizine mora. Vrijednosti (8 – 42,7) ne prelaze kritično opterećenje (slika 19).

Spojevi dušika iz nitrata nastali zbog suhog taloženja i ispiranja s lišća imaju najniže vrijednosti u Skandinaviji i plohama u području Alpa. Najveće količine dušika iz nitrata utvrđene su u centralnoj Europi, Njemačkoj i sjevernoj Italiji zbog industrije i jakog prometa (Lorenz i dr. 2008). Ploha u Poreču ima relativno nizak sadržaj (3,2 – 4,5) dušika iz nitrata (slika 20).



Slika 21. Srednja godišnja vrijednost dušika iz amonija ($N\text{-}NH_4^+$) u uzorcima dobivenim prokapljivanjem u Europi (2008 tehnički izvještaj *ICP Forestsa*) u usporedbi s ICP plohom u Poreču

Figure 21 *Mean annual ammonium nitrogen ($N\text{-}NH_4^+$) throughfall deposition for Europe (2008 Technical Report of ICP Forest) in compaance with ICP plot in Poreč*

Najniže vrijednosti dušika iz amonija utvrđene su u Skandinaviji i na plohama u području Alpa, a najveće količine dušika iz amonija u centralnoj Europi, a u Italiji u području Piemonta i Lombardije zbog intenzivne poljoprivrede i industrije (Lorenz i dr. 2008). Ploha Poreč ima relativno visoke koncentracije (7,5 – 22,8 kg/ha), ali te vrijednosti nisu kritične. Razlog je tome vjerojatno blizina poljoprivrednih površina (slika 21).

Kemijski sastav čestica nastalih taloženjem jako je promjenjiv, jer se s krošnje ispiru različite čestice i plinovi koji se nalaze na površini kao tvari koje prianjaju ili su otpuštene s krošanja. Taloženjem čestica i plinova jako se povećava kiselost šumskih ekosustava; dio kiselosti dijelom se troši na stvaranje puferskih otopina izmjenom kalcijevih, magnezijevih ili kalijevih iona u tkivu lišća (Jakovljević i dr. 2009).

Da bi se mogla izračunati ukupna godišnja količina prikupljenih padalina i usporediti rezultati pojedinih ploha s posebnim osvrtom na unos spojeva dušika i sumpora, koji pridonose zakiseljavanju šumskih tala i propadanju šuma, potrebno je nastaviti prikupljanje i provođenje analize u skladu s EU regulativama kako bi se uočile kritične vrijednosti unosa spojeva koji utječu na šumska staništa i procijenilo stanje šumskog ekosustava u Republici Hrvatskoj.

Literatura / *References*

Agrawal, M., S. S. Deepak, 2003: Physiological and biochemical responses of two cultivars of wheat to elevated levels of CO_2 and SO_2 singly and in combination. Environmental Pollution, 121: 189-197.

Batič, F., D. Grill, P. Kalan, C. Ribarič-Lasnik, 1995: Impact of emmission gases from the thermal power plant in Šoštanj on the biochemical structure of Norway spruce needles (*Picea abies* (L.) Karst.). Acta Pharm., 45: 191-197.

Bačič, T., Ž. Zahirović, 2000: Chloroplast pigments in cultivated Black pine (*Pinus nigra* Arn.) needles. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot., 42: 25-29.

Cesar, V., Z. Užarević, N. Potočić, I. Seletković H. Lepeduš, 2005: Preliminary report on the epicuticular wax structure in black pine needles affected by SO2 emitted from thermal power plant Plomin (Croatia). Period. biol., 107(3): 357-360.

Fink, S., 1989: Pathological anatomy of conifer needles subjected to gaseous air pollutants or mineral deficiencies. Aquilo Ser Bot, 27: 1-6.

Fink, S., 1993 Microscopic criteria for the diagnosis of abiotic injuries to conifer needles. In: Huettl RF, Mueller–Dombios D (eds.) Forest Decline in the Atlantic and Pacific Region. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 175-188.

Glavač, V., H. Koenies, B. Prpić, 1985: O unosu zračnih polutanata u bukove i bukovo-jelove šume Dinarskog gorja sjeverozapadne Jugoslavije. Šumarski list, 109(9-10): 53-60.

Jakovljević, T., K. Berković, G. Tartari, B. Vrbek, J. Vorkapić Furač, 2009: Atmosferska taloženja u šumskim ekosustavima Europe i istraživanje novih metoda određivanja fosfora i amonijakalnog dušika u okviru ICP Forests programa, Šumarski list, 133(5-6): 267-278.

Kalan, J., P. Kalan, P. Simončič, 1995: Bioindikacija onesnaženosti gozdov z žveplom na podlagi vsebnosti žvepla v asimilacijskih delih gozdnega drevja, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47: 85-116.

Kaupenjohann, M., 1988: Sulphuric acid rain treatment of Picea abies: Effects on nutrient solution, throughfall chemistry, and tree nutrition, Pflantzennahrung Bodenkunde, 151:123-126.

Kaupenjohann, M., W. Zech, R. Hantschel, R. Horn, B.U. Schneider, 1989: Mineral Nutrition of Forest Trees: A Regional Survey. In: Schulze ED, Lange OL, Oren R (eds) Forest decline and air pollution. Ecological Studies, 77: 282-296.

Komlenović, N., N. Pezdirc, 1987: Koncentracije sumpora u lišću nekih vrsta drveća u Istri i Hrvatskom primorju, Šumarski list 111(5): 5-17.

Komlenović, N., B. Mayer, P. Rastovski, 1990: Opterećenost kultura crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na području Istre sumporom i teškim metalima. Šumarski list, 114(11-12): 451-461.

Komlenović, N., P. Rastovski, N. Pezdirc, 1991: Odnos ishrane i oštećenosti obične jele (*Abies alba* Mill.) u šumi jele s rebračom na području Fužina. Radovi, 26(2): 187-198.

Komlenović, N., P. Rastovski, 1993: Novi rezultati istraživanja o utjecaju imisija na šumske ekosustave Republike Hrvatske. Radovi, 28(1-2): 115-128.

Komlenović, N., P. Rastovski, D. Novosel, 1998: Utjecaj sumpora i teških kovina na kulture crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na području Rijeke i istočne Istre. Prirodoslovna biblioteka, 1: 483-489.

Kropf, M. J., 1991: Long-term effects of SO2 on plants, SO_2 metabolism and regulation of intracellular pH. Plant and Soil, 131:235-245.

Lorenz, M., R. Fischer, G. Becher, O. Granke, W. Seidling, M. Ferretti, M. Schaub, V. Calatayud, G. Bacaro, G. Gerosa, D. Rocchini, M. Sanz, 2008: Forest Condition in Europe. Technical Report of ICP Forests, Institute for World Forestry, Hamburg, Germany.

Mosello, R., M. Amoriello, T. Amoriello, S. Arisci, A. Carcano, N. Clarke, J. Derome, N. Koenig, G. Tartari, E. Ulrich, 2005: Validation of chemical analyses of atmosferic deposition in forested European sites. J. Limnol., 64(2): 93-102.

PCC, 1998: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assesment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UN/ECE and EC, Geneva and Brussels, PCC Hamburg.

Potočić, N., I. Seletković, 2001: Utvrđivanje jačine depozicije sumpora na području Istre bioindikacijom. Šumarski list, 125(9-10): 487-494.

Potočić, N., I. Seletković, H. Lepeduš, V. Cesar, 2003: Recovery of Black pine needles in Response to the Lowering of SO_2 in the Air – a Case Study of Thermal Power plant Plomin (Croatia). Period. Biol., 103: 319-324.

Prpić, B., N. Komlenović, Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u Hrvatskoj. Šumarski list, 112(5-6): 195-215.

Sanderson, M. G., W. J., Collins, C. E. Johnson, R. G. Derwent, 2006: Present and future acid deposition to ecosystems: The effect of climate change. Atmospheric Environment, 40: 1275-1283.

Schätzle, H., G. Seufert, J. Bender, G. Groβ, U. Arndt, H. J. Jäger, 1990: The Hohenheim Long-term Experiment: Mineral Content in the Soil and Tree Foliage. Environmental Pollutiion, 68: 253-273.

Seletković, I., N. Potočić, 2003: Monitoring of sulphur load in Black pine (*Pinus nigra* Arn.) cultures at various distances from Plomin power plant, Istria, Croatia. Ekologia, Bratislava, 22(1): 310-312.

Seletković, Z., 1991: Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja. Glas. šum. pokuse, 27: 83-196.

Simončič, P., P. Kalan, 1996: Annual Pattern of Sulphur Content in Spruce Needles from Heavily and Less Polluted Areas. Phyton, 36: 81-84.

Tausz, M., LJ. De Kok, I. Stulen, D. Grill, 1996: Physiological responses of Norway spruce trees to elevated CO_2 and SO_2. J Plant Physiol, 148: 362-367.

UN-ECE ICP Forest, 2006: Manual on Methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part VI, Sampling and Analysis of Deposition.

Zech, W., T. H. Suttner, E. Popp, 1985: Elemental Analyses and Physiological Responses of Forest Trees in SO_2–polluted Areas of NE Bavaria. Water, Air and Soil Pollution, 25: 175-183.

Crown Condition of the Mediterranean Forests of Croatia and the Immission Impact

Summary

This paper presents the results of the assessment of the crown condition of forest tree species in the Croatian Mediterranean, along with the results of immission assessment by means of bioindication, the results of monitoring deposition into the forest ecosystems, and the results of research into the relation of crown defoliation and increment of sessile-flowered oak. The crown condition is assessed annually on the 16x16 and 4x4 km plot networks as a part of the UNEC – ICP Forests and the National Programme of Monitoring the Damage Status of Forest Ecosystems. The results of crown condition assessment are shown per year and tree species, as well as in comparison with European data on the example of holm oak. On the intensive monitoring plot No. 108 in Poreč, deposition is monitored in the sessile-flowered oak stand and in the open field. Conductivity, pH, and the amount of ions deposited by atmospheric deposition are determined in the samples. The results of the annual input of ions on the plot, ion balance and differences among samples are shown, as well as the comparison of actual deposition and critical limits for nitrogen and sulphur compounds, and the comparison of obtained values with values from other plots in ICP Forests network. The influence of sulphur pollution on forest ecosystems was assessed using the bioindication method (chemical analysis of sulphur concentrations in plant material) in Austrian pine cultures at varying distances from thermal power plant Plomin 2.

Keywords: *crown condition; bioindication; deposition.*

Dr. sc. Nenad Potočić,
Hrvatski šumarski institut,
Zavod za ekologiju šuma,
Cvjetno naselje 41,
HR 10450 Jastrebarsko,
nenadp@sumins.hr

Dr. sc. Ivan Seletković,
Hrvatski šumarski institut,
Zavod za ekologiju šuma,
Cvjetno naselje 41,
10450 Jastrebarsko

Dr. sc. Tamara Jakovljević,
Hrvatski šumarski institut,
Zavod za ekologiju šuma,
Cvjetno naselje 41,
10450 Jastrebarsko

DANAŠNJI REZULTATI I PERSPEKTIVE BUDUĆIH AKTIVNOSTI PRI OSNIVANJU ŠUMSKIH KULTURA NA SREDOZEMNOM PODRUČJU

PRESENT RESULTS AND PROSPECTS FOR FUTURE ACTIVITIES WHEN ESTABLISHING FOREST CULTURES IN THE MEDITERRANEAN REGION

Damir Drvodelić, Milan Oršanić, Vinko Paulić

Sažetak

Veći radovi pošumljavanja krša u nas, prema dostupnoj dokumentaciji, datiraju od druge polovice 19. stoljeća, a izvodila ih je Krajiška uprava 1865. godine. Za pošumljavanje krša Vojne krajine osnovano je u Senju 1878. godine Nadzorništvo za pošumljavanje primorskoga krša. U Dalmaciji su se intenzivna pošumljavanja provodila u razdoblju od 1904. do 1914. godine. U razdoblju od 1865. do 1945. godine na kršu je pošumljeno oko 16.000 ha šumskih kultura. U radu se prikazuje trenutna struktura šumskih kultura na mediteranskom području Republike Hrvatske s obzirom na zastupljenost vrsta, površinu, dob, drvnu zalihu i prirast. Uspjeh pošumljavanja i osnivanja kultura četinjača ovisi o visokom stupnju harmonizacije između posebnih zahtjeva vrste i produktivnosti tla. Vrste roda *Pinus* L. imaju važnu ulogu u procesu progresivne sukcesije vegetacije na sredozemnom području. Općenito se može reći da uspjeh pošumljavanja sadnicama ovisi o kompleksu klimatskih, mehaničkih i bioloških čimbenika. Vruća i suha ljeta, plitko tlo i južne ekspozicije samo su neki od čimbenika koji negativno utječu na podizanje šumskih kultura na području Sredozemlja. U novije vrijeme suša se svladava modernim agrotehničkim mjerama kojima je cilj stvaranje što boljih uvjeta za održanje vlage u tlu i sprečavanje evaporacije. Radi popravljanja vlažnosti tla, mogu se primjenjivati hidrogelovi, a za smanjivanje transpiracije i vodnog stresa različite vrste antitranspiranata. Uporabom tvorničkih gnojiva s kontroliranim otpuštanjem hranjivih tvari kao što je Agroblen i sl. osiguravamo optimalan rast i visoku otpornost biljke tijekom duljeg razdoblja. Na tlima izuzetno slabe mikrobiološke aktivnosti može se primjenjivati Frisol F organsko gnojivo s kontroliranim otpuštanjem hraniva i progresivnim učinkom na tlo. Tijekom povijesti puno se pisalo o čimbenicima koji utječu na uspjeh pošumljavanja kao što su kvaliteta

sadnica (genetska i morfološka), broj biljaka/ha, način pripreme zemljišta, vrijeme, godišnje doba i način obavljanja sadnje, izbor vrsta drveća, provenijencija i održavanje nasada. Dosta istraživača bavilo se problematikom stanja i uspijevanja umjetno podignutih šumskih nasada, metodama prorednih zahvata, produkcijom i kemizmom biomase, melioracijskom učincima pojedinih vrsta, prirastima, prirodnom obnovom nakon požara, sanacijom površina poharanih požarom, odnosima stanišnih čimbenika u sastojinama itd. Buduće aktivnosti valjalo bi usmjeriti prema istraživanjima fizioloških kriterija kvalitete sadnica (potencijal rasta korijena, vodni turgor itd.) i utjecaju mehaničkih čimbenika (osjetljivost sadnica na oštećivanje, štetni utjecaj vađenja, dorade, klasiranja, čuvanja, transporta, tehnike ručne ili strojne sadnje) na uspjeh pošumljavanja na kršu. Odgovarajuća priprema površine za pošumljavanje, pažljiva i stručna tehnika sadnje (izbjegavanje tzv. U, J i L zakorjenjivanja, loše zatrpavanje i gaženje sadne jame, pretjerano orezivanje korijena...), zaštita sadnica postavljanjem manjeg kamenja ili zaštitne ploče te kontrola korova samo su neke od mjera koje se primjenjuju za ublažavanje stresova kod podizanja šumskih kultura na području krša.

Ključne riječi: pošumljavanje; šumske kulture; Sredozemlje; *Pinus* sp.; kvaliteta sadnica.

UVOD / *INTRODUCTION*

Prema Matiću (1990), nalazimo se u četvrtoj etapi odnosa čovjek – šuma u kojoj je prije svega potrebno obaviti i pravno regulirati odnos cijelog društva prema šumi. Katastrofalna trovanja zraka, vode i tla, promjena klime, šumski požari, poplave, erozije, bujice, pad razine podzemnih voda, hidromelioracijski radovi koji iz temelja mijenjaju ekološke uvjete koji tisućama godina vladaju u šumi, izgradnje cesta, dalekovoda, plinovoda, kanala, pruga i dr. utječu na brzo propadanje šuma, a da na to šumari koji gospodare šumama nemaju nikakvog utjecaja. Nigdje nije tako jako vidljiv negativan utjecaj čovjeka i njegovih loših navika na pojavu propadanja šuma kao na području Sredozemlja. To je glavni razlog što je to područje, a i ostale zemlje koje oplakuje Sredozemno more, uglavnom ostalo bez šume, a kao posljedice toga i bez vode i tla, s lošom poljoprivrednom proizvodnjom, ekstremnim klimatskim uvjetima, intenzivnim bujičnim i erozijskim procesima, poplavama i sl. Zbog svega navedenog, a posebno zbog nepovoljnih klimatskih, edafskih, geomorfoloških, biotskih i dr. čimbenika, uočljiv je nestanak autohtonih regularnih sastojina visokog uzgojnog oblika na području hrvatskog Sredozemlja te njihov prelazak u neki niži, manje kvalitetan uzgojni oblik (srednji, niski) ili u neki degradacijski stadij (šikara, makija, šibljak, garig, goli krš). Prema Matiću (1990), goli krš krajnji je degradacijski stadij, posebno klimatogenih šuma toga područja koje tvore šume hrastova crnike (*Quercus ilex* L.), medunca *(Quercus pubescens* Willd.*)* i ostalih vrsta roda *Quercus* L. Goli krš najčešće su šumske površine s kojih je nestala šuma i gdje je došlo do de-

gradacije tla, a površinski dominiraju na području hrvatskog Sredozemlja. One su sposobne za rekultivaciju bilo pošumljavanjem pionirskim vrstama drveća ili pak spontanim procesima sukcesije prirodne vegetacije. Pod pošumljavanjem smatramo ručno ili mehanizirano (umjetno) podizanje šuma sadnjom sadnica ili sjetvom sjemena na golim površinama, koje su prije toga dulje vrijeme bile bez šume i gdje je tlo izgubilo osobine šumskoga tla (Matić i dr. 2011).

Pošumljavanje obavljamo pionirskim vrstama drveća čiji je zadatak da tijekom vremena tlu vrate ona biološka, pedofizikalna i pedokemijska svojstva koja imaju pod šumom formirana i očuvana šumska tla. Takvo je tlo spremno prihvatiti klimatogene vrste drveća koje rastu na tom području i omogućiti im kvalitetan razvoj do maksimalnih vrijednosti koje navedene vrste mogu postići na određenom staništu a u skladu s njihovim biološkim svojstvima. Pošumljavanjem podižemo šume koje već prema načinu podizanja i gospodarenja nazivamo šumskim kulturama, intenzivnim kulturama i šumskim plantažama. Šumske su kulture takve šume koje su podignute sadnjom biljaka ili sjetvom sjemena bez primjene gnojidbe. Intenzivne su kulture takve umjetno podignute šume nastale sadnjom biljaka ili sjetvom ili sadnjom sjemena, s tim da se prilikom sadnje i sjetve obavila startna gnojidba tvorničkim ili domaćim gnojivom. Šumske su plantaže šume podignute sadnjom biljaka uz primjenu intenzivne agrotehnike i gnojidbe tla u kojima se mogu, uza šumske vrste drveća, u prvih nekoliko godina uzgajati i neke poljoprivredne kulture. Svako pošumljavanje, po uloženom radu i materijalnim sredstvima, zauzima prvo mjesto u usporedbi s ostalim uzgojnim zahvatima, ali je sve uloženo istovremeno nezaobilazno ako želimo gole površine privesti bioproizvodnji. Da bi se ti radovi kvalitetno obavili, nužno ih je dobro planirati i sustavno izvoditi, a u skupinu značajnih radova o kojima ovisi uspjeh pošumljavanja ulaze sljedeće faze (Matić i Prpić 1983, Matić 1994, Matić i dr. 1997):

- odabiranje najprikladnijih površina,
- odabir odgovarajućih vrsta drveća,
- određivanje načina pošumljavanja,
- određivanje razdoblja pošumljavanja,
- priprema tla za pošumljavanje,
- određivanje prostornog rasporeda i međusobnog razmaka biljaka, odnosno broja biljaka i količine sjemena po jedinici površine.

Veći radovi pošumljavanja krša u nas datiraju od druge polovice 19. stoljeća, a izvodila ih je Krajiška uprava 1865. godine. Za pošumljavanje krša Vojne krajine osnovano je u Senju 1878. godine „Kraljevsko nadzorništvo za pošumljenje krasa krajiškog područja – Inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti i uređenje bujica“. U Dalmaciji su se intenzivna pošumljavanja provodila u razdoblju od 1904. do

1914. godine. U razdoblju od 1865. do 1945. godine na kršu je podignuto oko 16.000 ha šumskih kultura. Uz autohtone vrste crni bor, alepski bor i piniju za osnivanje šumskih kultura na mediteranskom području služe i alohtone vrste kao što su brucijski bor, primorski bor, Lawsonov pačempres, cedrovi, čempresi, eukaliptusi itd. Naš prvi rasadnik za proizvodnju sadnica na kršu osnovan je 1879. godine u Svetom Mihovilu na području Senja, površine 2 katastarska jutra i 1.320 četvornih hvati. Godišnje se proizvodilo od 1,8 do 2,0 milijuna sadnica. Tijekom 1882. godine osnovani su veliki rasadnici u Kninu, Sinju i Kotoru i još čitav niz manjih rasadnika. Godine 1886. osniva se u Senjskoj dragi rasadnik Kesten, koji u to vrijeme proizvodi od 0,8 do 1 milijun sadnica, a 1910. rasadnik Podbadanj u Crikvenici, koji je imao veliku ulogu u pošumljavanju krša (Oršanić i dr. 2011).

Sve od kraja 19. stoljeća za pošumljavanja mediteranskoga područja, ali i ostalih područja u svijetu, ekstenzivno su korištene vrste roda *Pinus* L. Tradicionalna strategija za pošumljavanje degradiranih površina na području Mediterana u prvom je redu introdukcija brzorastućih pionirskih vrsta drveća, obično borova (Ceballos 1938, Gil i Prada 1993), uz pretpostavku da te vrste omogućuju povratak (umjetnim ili prirodnim putem) autohtonih vrsta listača (Barbéro i dr. 1998). Borovi su pionirske vrste drveća otporne na stresne čimbenike koji popravljaju osobine staništa za pridolazak elemenata konačne (klimazonalne) vegetacije. Španjol i dr. (2009) istraživali su utjecaj borovih kultura na povratak autohtone vegetacije. Jedan od temeljnih zaključaka odnosio se na opravdanost pošumljavanja degradiranih staništa vrstama roda *Pinus* L. uz napomenu da nije utvrđen značajniji utjecaj borova na stanište. Danas je na otoku Rabu oko 1.000 ha šumskih kultura borova, s time da se florni elementi klimatogenih šumskih zajednica javljaju samo na malim površinama (Španjol i dr. 2009). S druge strane, Anić (2003) je u istraživanju 100-godišnje šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) na prostoru Gospodarske jedinice Senjska draga, kojom gospodari Šumarija Senj, došao do zaključka da one danas imaju obilježja prijelazne šume, što se potvrđuje dvoslojnim rasporedom stabala u sastojinama, okomitim sklopom s razvijenom glavnom etažom zrelih stabala crnoga bora i podstojnom etažom bjelogoričnih vrsta – elemenata klimatskozonske šume, prirodnim pomlatkom tih vrsta te nepostojanjem prirodnog pomlatka crnoga bora. Sa šumskouzgojnoga gledišta promatrano, meliorativni je učinak šumskih kultura crnoga bora na istraživanom lokalitetu potpun. Matić i dr. (2011) pišu kako se s vremenom u borovim sastojinama pojavljuje podrast koji čine vrste drveća crnikovih (u eumediteranu) ili medunčevih (u submediteranu) šumskih zajednica. Sve obično traje od jedne (60 – 80 godina) do dvije generacije ili ophodnje borovih sastojina, što ovisi o stanišnim uvjetima.

U svim zemljama Mediterana masovno su podizane šumske kulture, većinom s borovima, ali i ostalim četinjačama te eukaliptusima. Oršanić (1995) piše kako se

najveće površine za osnivanje šumskih kultura četinjača nalaze na području eumediteranskog i submediteranskog krša te kako su na području krša najzastupljenije vrste crni bor te alepski i brucijski bor. Prema Dubravcu i dr. (2005), u priobalnom području Republike Hrvatske, prema podacima iz 1984. godine, nalazi se oko 40.000 ha sastojina alepskog bora. Površine pod sastojinama alepskog bora povećavaju se ne samo zbog novih pošumljavanja već i zbog bioloških osobina prirodnog širenja i obnove te vrste na površinama poharanim požarom.

Požari mogu utjecati na rasprostiranje borova na području Mediterana (Barbéro i dr. 1998). Primjer su vrste *Pinus halepensis* Mill. i *Pinus brutia* Ten., koje počinju fruktificirati relativno rano (< 10 godina, Thanos i Daskalakou 2000), dok se masovni urod češera ne pojavljuje prije 10., odnosno 15. godine (ovisno o ekološkim uvjetima); ako su intervali požara kraći od 10 – 15 godina, može doći do lokalnog nestanka ove vrste (Pausas 1999, Arianoutsou i dr. 2002). Vrste *Pinus nigra* Arnold i *Pinus silvestris* L. nisu pirofiti (Trabaud i Campant 1991, Habrouk i dr. 1999, Tapias i dr. 2001) i njihovo je sjeme osjetljivo na visoke temperature koje nastaju tijekom požara (Escudero i dr. 1999, Habrouk i dr. 1999, Nuñez i Calvo 2000). Vrsta *Pinus pinea* L. također nije pirofit (Tapias i dr. 2001), a za prirodnu obnovu nakon požara zaslužni su zatvoreni češeri, sjeme s tvrdom sjemenom ljuskom koje izdrži visoke temperature (Escudero i dr. 1999) i debela kora. Puni urod kod pinije događa se u intervalima svakih 3 – 6 godina, dok se između godina punog uroda javljaju slabiji urodi (Le Maître 1998). Vrste *Pinus heldreichii* Christ i *Pinus leucodermis* Ant. ne prežive požare (Blondel i Aronson 1999). Ako mladu borovu sastojinu zahvati požar, prirodna obnova veoma je teška i spora. Umjetna obnova sjetvom sjemena borova može biti jedno rješenje.

Sjetva sjemena jeftin je i jednostavan način obnove na nedostupnim i velikim površinama (npr. sjetva iz zraka). Castell i Castelló (1996) pišu o relativno uspješnom klijanju sjemena (5%) posijanog iz zraka nakon požara u Kataloniji na sjeveroistoku Španjolske. Pokrivanje sjemena slojem malča može povećati klijavost i rast biljaka (Muzzi i dr. 1997, Brofas i Varelides 2000). Malč također utječe na smanjenje erozije tla na prethodno požarom poharanim površinama (Bautista i dr. 1996, Badia i Martí 2000). Glavni nedostatak podizanja šumskih kultura sjetvom sjemena borova jesu predatori. Iz istraživanja sjemena alepskog bora posijanog iz zraka krajem studenog 2000. godine u istočnoj Španjolskoj proizlazi da su više od 80% sjemena oštetili predatori (ptice i glodavci) tijekom prvih šest mjeseci, dok je na nekoliko lokaliteta sjeme bilo oštećeno za manje od mjesec dana. Zbog predatora, u ovom slučaju nije uspjelo pošumljavanje sjetvom sjemena (Pausas i dr. 2004). Pojava predatora jako je varijabilna i u čvrstoj je ovisnosti o staništu i vremenu tijekom godine. Visok rizik od predatora ozbiljna je prepreka primjeni te metode pošumljavanja. Repelenti u komercijalnoj uporabi nisu dovoljno učinkoviti u sprečavanju štete od predatora (Llacuna 1998). Jedna od metoda jest zasićenje potencijalih predatora koja se postiže

sjetvom velike količine sjemena pratećih vrsta. Ako je niska gradacija predatora, sjeme borova može ostati vitalno kraće vrijeme u tlu i stvoriti zalihe sjemena. Ako postoji opasnost da posijano sjeme strada od predatora, pošumljavanje treba obaviti sadnjom sadnica.

U jednom istraživanju sadnice alepskog bora imale su bolje preživljenje i inicijalni rast od većine vrsta listača. U semiaridnoj klimi (Vilagrosa i dr. 2001) sadnice alepskog bora imaju nizak postotak preživljenja sličan nekim listačama poput *Pistacia lentiscus* i *Rhamnus lycioides* i statistički značajno veći visinski prirast u prvih šest godina nakon sadnje.

Neke su od tehnika koje se provode na terenu radi poboljšanja rezultata podizanja šumskih kultura:

a) povećanje volumena tla za zakorjenjivanje,

b) dodavanje hraniva,

c) sakupljanje oborina i konzervacija vode,

d) kontrola kompeticije s postojećom vegetacijom.

Između navedenih tehnika, priprema terena najviše utječe na povećanje vodnog statusa biljke. Priprema terena obično obuhvaća ručno ili strojno kopanje jama dimenzija 40 x 40 x 40 cm ili mehaničku pripremu riperanjem. Cilj navedenih tehnika jest povećanje raspoloživog volumena tla, sakupljanje viška oborina, konzerviranje vode i popravljanje retencijskog vodnog kapaciteta tla (Chirino i dr. 2009). Puno je važnije sadnici omogućiti dublje zakorjenjivanje nego povećati volumen izmijenjenog tla (Padilla i Pugnaire 2007). Istraživanja Querejeta i dr. (2001) te Barberá i dr. (2005) pokazala su kako duboka priprema tla povećava preživljenje i rast sadnica. Postoje mnoge tehnike koje se primjenjuju radi povećanja koncentracije oborina i infiltracije vode (Li i dr. 2000). Cortina i Maestre (2005) i Valdecantos i dr. (2006) pišu kako su degradirana tla često neplodna te da je kod sjetve ili sadnje potrebno aplicirati hranivo. Organski dodaci za tlo sadrže izvore hranjivih tvari i organske tvari koje se mogu rabiti kod podizanja šumskih kultura. Organski dodaci za tlo povećavaju kapacitet čuvanja vode u tlu i poboljšavaju biljno-hranidbeni status (Querejeta i dr. 2001, Fuentes i dr. 2010). Prema Bainbridge (2002), navodnjavanje se vrlo rijetko primjenjuje kod pošumljavanja kako na jugoistoku Iberskog poluotoka, tako i u ostalim aridnim i semiaridnim područjima. Ključni čimbenici za podizanje vegetacije u ekstremnim ekološkim uvjetima jesu tlo i vlaga u tlu. Osim nedostatka tla i vlage u tlu, visoke prosječne temperature zraka i deficit padalina, jako je izražen i štetan utjecaj vjetra.

Šumska tla na području Mediterana, posebno ona degradirana, oskudijevaju u fosforu, što se može se popraviti prihranom (Sheriff i dr. 1986). Prihrana organskim gnojivom potiče rast sadnica alepskog bora i hrasta crnike (Valdecan-

tos 2001). Primjena organskih dodataka za tlo obično rezultira nižim odnosom korijen/stabljika. Querejeta i dr. (1998) pišu o boljem rastu i preživljenju sadnica alepskog bora na području Murcije (jugoistočna Španjolska) u situacijama kada je dodan organski urbani ostatak. Drugi čimbenici koji su utjecali na uspjeh pošumljavanja jesu duboka priprema tla i inokulacija sadnica mikoriznim gljivama. U zadnje vrijeme intenzivno se primjenjuju tvornička gnojiva s postupnim otpuštanjem hranjivih tvari kao što je Agroblen, Osmocote i sl. Agroblen je razvijen za osnovnu gnojidbu tla te sadrži NPK granule obložene propusnom membranom. Gnojivo oslobađa hranivo direktno prema korijenu sadnice, a sadrži magnezij za dobru boju lista i kalcij. Primjenjuje se kod puno vrsta listača. Agroblen pokazuje jako dobro djelovanje kod onih vrsta koje se siju krajem jeseni a kliju u proljeće. U hladnijoj klimi kontrolira otpuštanje hraniva (http://www.scottsprofessional.com/en/agroblen.html, od 15. prosinca 2011.).

MATERIJAL I METODE / *MATERIAL AND METHODS*

Podaci o površinama (ha), drvnoj zalihi (m^3, m^3/ha) i godišnjem tečajnom prirastu (m^3, m^3/ha, %) po dobnim razredima za šumske kulture crnoga bora, alepskoga bora, primorskog bora i brucijskog bora na području uprava šuma podružnica Delnice, Senj, Buzet i Split dobiveni su od Službe za uređivanje šuma javnog poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Zagreb. Za potrebe ovog istraživanja odabrani su isključivo UŠP-ovi čije se površine pod šumskim kulturama nalaze na području hrvatskoga Sredozemlja. U radu se posebno prikazuju rezultati na podizanju i njezi šumskih kultura na području UŠP-a Senj i UŠP-a Split. Podaci o pošumljavanju i popunjavanju u razdoblju 2000. – 2010. godine po vrstama drveća i šumarijama za područje UŠP-a Senj prikupljeni su u odjelu za uređivanje šuma. Podaci o izvršenju uzgojnih radova u razdoblju 2003. – 2010. godine za područje UŠP-a Split prikupljeni su u proizvodnom odjelu. Svi podaci obrađeni su u programu *Microsoft Office Excel 2003.*

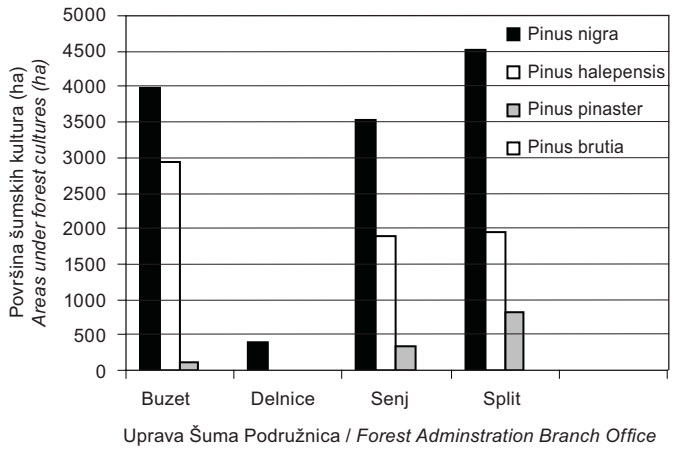
REZULTATI ISTRAŽIVANJA / *RESEARCH RESULTS*

Rezultati podizanja šumskih kultura na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine

Results for the establishment of forest cultures on the territory of Forest Administration Branch Office Split from 2003 to 2010

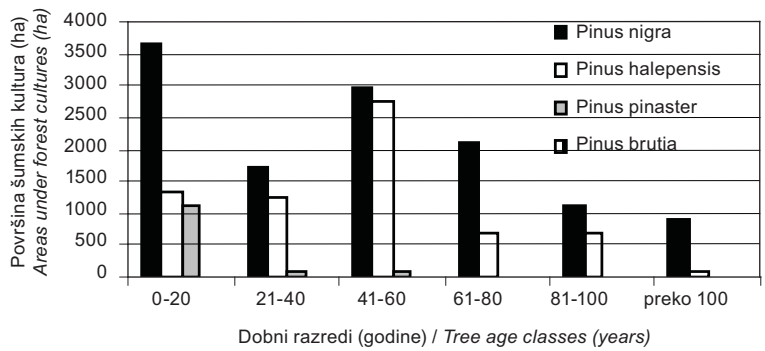
Danas u Republici Hrvatskoj ima oko 75000 ha šumskih kultura četinjača, od čega 20.471 ha (27,29%) na mediteranskome području. Najveće površine šumskih kultura nalaze se na području Uprave šuma Podružnice (UŠP) Split (7.273 ha), a naj-

manje na području UŠP-a Delnice (405 ha). Na slici 1 prikazane su površine šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i pojedinome UŠP-u na području hrvatskog Sredozemlja.



Slika 1. Površine šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i UŠP-ova na području hrvatskog Sredozemlja

Figure 1 *Areas under forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and Forest Administrations Branch Offices in the Croatian Mediterranean region*



Slika 2. Površine šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima

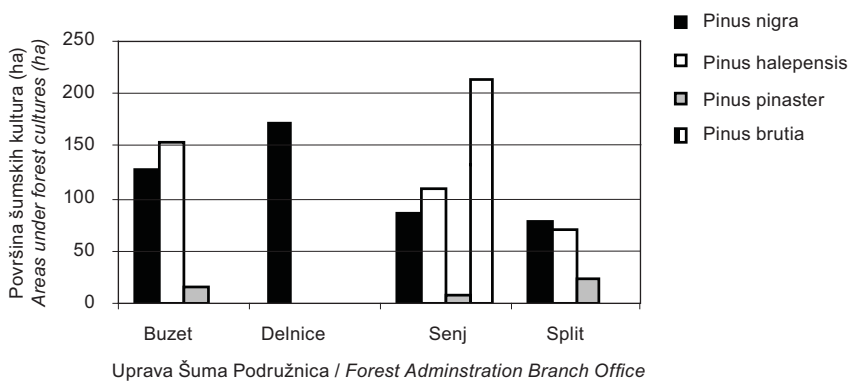
Figure 2 *Areas under forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and age classes*

S obzirom na vrste drveća, najviše je šumskih kultura podignuto crnim borom (12.427 ha); slijedi alepski bor (6.776 ha), primorski bor (1.262 ha) i brucijski bor (5 ha). Najveće površine šumskih kultura crnoga bora nalaze se na području UŠP-a Split (4.516 ha), alepskog bora na području UŠP-a Buzet (2.943 ha), primorskog bora na po-

dručju UŠP-a Split (818 ha) te brucijskog bora na području UŠP-a Senj (5 ha). Najveće površine šumskih kultura nalazi se u dobnom razredu 0 – 20 godina (6.083,90 ha), a najmanje u dobnom razredu starijih od 100 godina (981,82 ha). Na slici 2 prikazane su površine šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima.

Najveće površine šumskih kultura crnoga bora nalaze se u dobnom razredu 0 – 20 godina (3.668,13 ha), a najmanje u dobnom razredu starijih od 100 godina (885,81 ha). Najveće površine šumskih kultura alepskog bora nalaze se u dobnom razredu 41 – 60 godina (2.750,61 ha), a najmanje u dobnom razredu starijih od 100 godina (89,39 ha). Najveće površine šumskih kultura primorskog bora nalaze se u dobnom razredu 0 – 20 godina (1.099,65 ha), dok u 4. i 5. dobnom razredu nema šumskih kultura s ovom vrstom. Sastojine brucijskog bora nalaze se u dobi preko 100 godina (5,41 ha).

Prosječno najveću drvnu zalihu (m^3/ha) imaju šumske kulture brucijskog bora (214 m^3/ha), ali je riječ o najstarijim nasadima; slijedi drvna zaliha alepskog bora (118 m^3/ha, crnog bora (99 m^3/ha) i primorskog bora (18 m^3/ha). Na slici 3 prikazana je drvna zaliha šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i UŠP-ovima na području hrvatskog Sredozemlja.

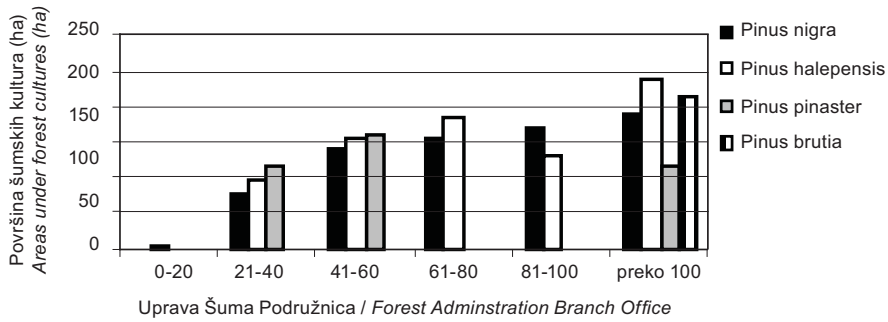


Slika 3. Drvna zaliha šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i UŠP-ovima na području hrvatskog Sredozemlja

Figure 3 *Wood stock of forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and Forest Management Branch Offices in the Croatian Mediterranean region*

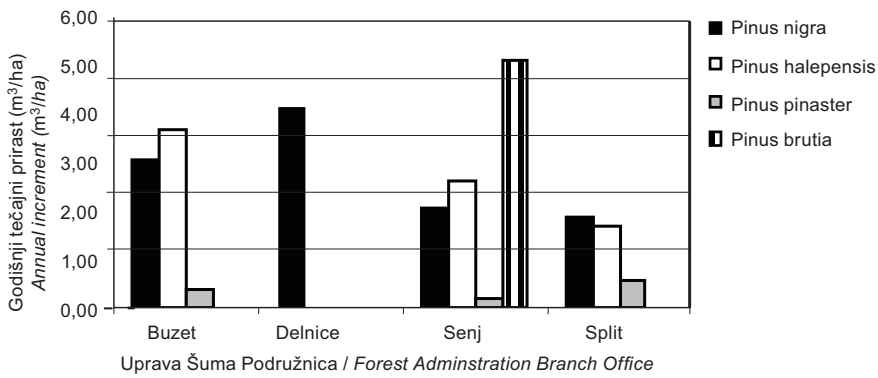
Šumske kulture crnoga bora imaju najveću drvnu zalihu (m^3/ha) na području UŠP-a Delnice (171 m^3/ha), a najmanju na području UŠP-a Split (79 m^3/ha), šumske kulture alepskog bora imaju najveću drvnu zalihu/ha na području UŠP-a Buzet (154 m^3/ha), a najmanju na području UŠP-a Split (70 m^3/ha), dok šumske kulture primor-

skoga bora imaju najveću drvnu zalihu/ha na području UŠP-a Split (22 m^3/ha), a najmanju na području UŠP-a Buzet (15 m^3/ha). Na slici 4 prikazana je drvna zaliha šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima.



Slika 4. Drvna zaliha šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima

Figure 4 *Wood stock of forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and tree age classes*



Slika 5. Godišnji tečajni prirast šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i UŠP-ovima na području hrvatskog Sredozemlja

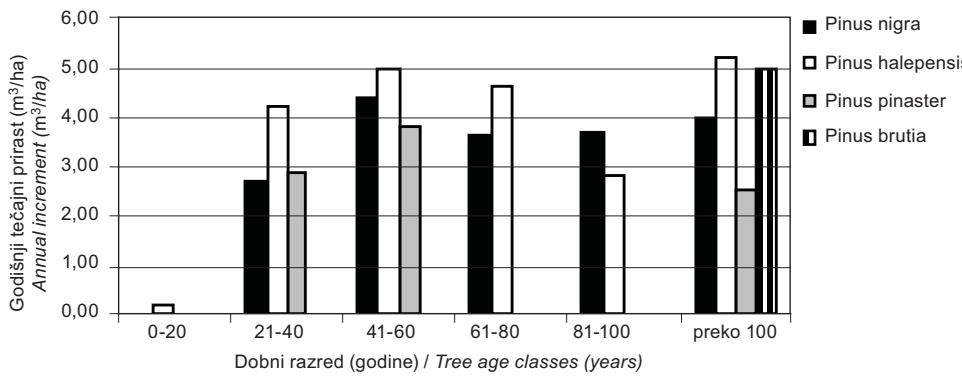
Figure 5 *Annual increment of forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and Forest Management Branch Offices in the Croatian Mediterranean region*

Šumske kulture crnog i alepskog bora imaju najveću drvnu zalihu (m^3/ha) u zadnjem dobnom razredu (starijih od 100 godina), dok je najveća drvna zaliha šumskih kultura primorskog bora u trećem dobnom razredu (41 – 60 godina).

Na slici 5 prikazan je godišnji tečajni prirast šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i UŠP-ovima na području hrvatskog Sredozemlja.

Šumske kulture crnog bora imaju najveći godišnji tečajni prirast (m^3/ha) na području UŠP-a Delnice (5,70 m^3/ha), a najmanji na području UŠP-a Senj (1,90m^3/ha), šumske kulture alepskog bora imaju najveći godišnji tečajni prirast (m^3/ha) na području UŠP-a Buzet (4,30 m^3/ha), a najmanji na području UŠP-a Split (3,10 m^3/ha), dok šumske kulture primorskog bora imaju najveći godišnji tečajni prirast (m^3/ha) na području UŠP-a Split (0,50 m^3/ha); na području UŠP-a Buzet i UŠP-a Senj taj je prirast podjednak (0,30 m^3/ha). Godišnji tečajni prirast nasada brucijskog bora na području UŠP-a Senj iznosi 5,00 m^3/ha. Prosječni godišnji tečajni prirast (m^3/ha) najveći je kod šumskih kultura brucijskog bora (5,0 m^3/ha), slijedi prosječni godišnji tečajni prirast alepskog bora (3,7 m^3/ha), crnoga bora (2,6 m^3/ha) i primorskog bora (0,4 m^3/ha).

Na slici 6 prikazan je godišnji tečajni prirast šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima.

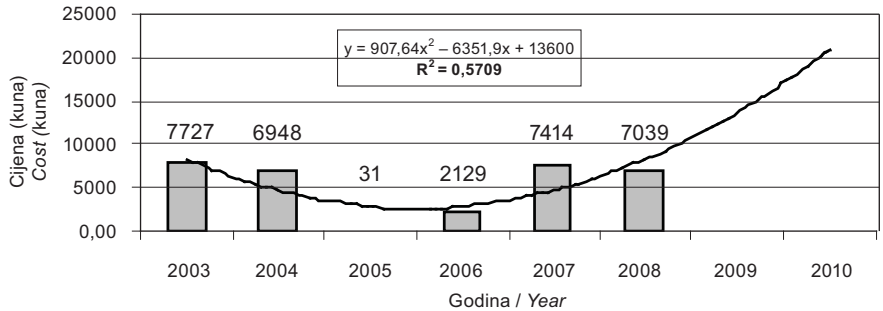


Slika 6. Godišnji tečajni prirast šumskih kultura u Republici Hrvatskoj po vrstama drveća i dobnim razredima

Figure 6 *Annual increment of forest cultures in the Republic of Croatia by tree species and tree age classes*

Najveći godišnji tečajni prirast imaju šumske kulture crnoga bora u trećem dobnom razredu (4,4 m^3/ha), a najmanji one u drugom dobnom razredu (2,7 m^3/ha). Najveći godišnji tečajni prirast imaju šumske kulture alepskog bora u dobi preko 100 godina (5,2 m^3/ha), a najmanji one u prvom dobnom razredu (0,2 m^3/ha). Najveći godišnji tečajni prirast imaju šumske kulture primorskog bora u trećem dobnom razredu (3,8 m^3/ha) a najmanji one u dobi preko 100 godina (2,5 m^3/ha).

Pripremni radovi kod pošumljavanja (ha/god) na području UŠP-a Split (2003. – 2010.) izvodili su se na površinama od 0 ha (2009. i 2010.) do 14.627,81 ha (2005.). Osmogodišnji prosjek pripremnih radova na pošumljavanju na području UŠP-a Split iznosio je 2.464,91 ha. Na slici 7 prikazana je cijena i trend cijene pripremnih radova na pošumljavanju za područje UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

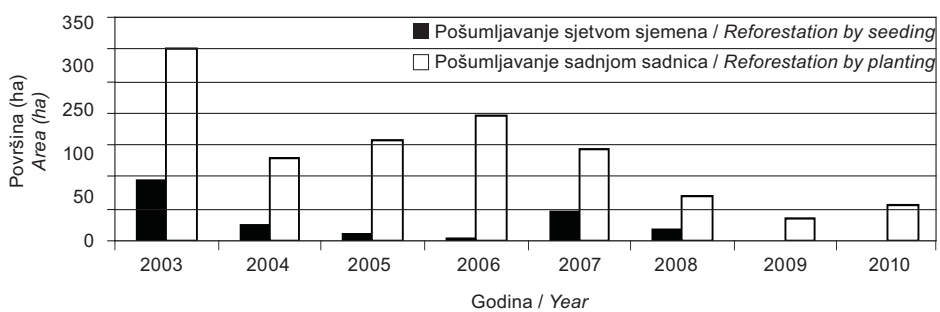


Slika 7. Cijena pripremnih radova na pošumljavanju za područje UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

Figure 7 *The cost of preparation works for reforestation for the territory of Forest Management Branch Office Split for the period 2003 – 2010*

Cijena pripremnih radova kod podizanja šumskih kultura (kn/ha) na području UŠP-a Split iznosila je od 31,00 kn/ha (2005) do 7.727,00 kn/ha (2003). Osmogodišnji prosjek cijene pripremnih radova kod podizanja šumskih kultura na području UŠP-a Split iznosio je 5.215,00 kn/ha. Linija na grafu prikazuje trend cijene pripremnih radova kod podizanja šumskih kultura na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine ($R^2 = 0,5709$). Na slici 8 prikazane su površine pošumljene sjetvom sjemena i sadnjom sadnica na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

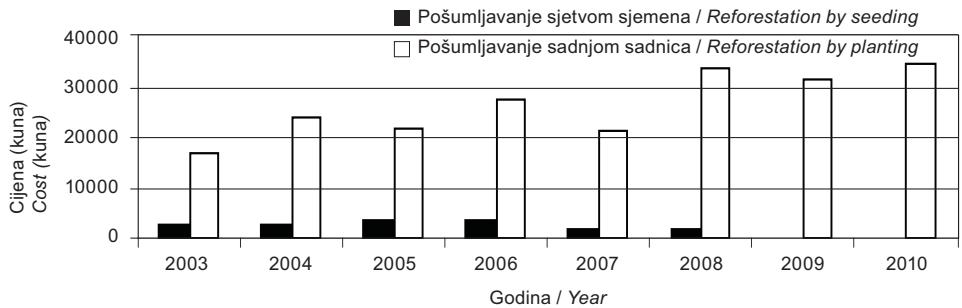
Pošumljavanje sjetvom sjemena (ha/god) na području UŠP-a Split izvodilo se na površinama od 0 ha (2009. i 2010.) do 94,53 ha (2003.). Osmogodišnji prosjek površine pošumljene sjetvom sjemena na području UŠP-a Split iznosi 31,71 ha. Pošumljavanje sadnjom sadnica (ha/god) na području UŠP-a Split izvodilo se na površinama od 35,22 ha (2009) do 298,67 ha (2003). Osmogodišnji prosjek površine pošumljene



Slika 8. Površine pošumljene sjetvom sjemena i sadnjom sadnica na području UŠP Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

Figure 8 *Areas reforested by seeding and by planting on the territory of Forest Management Branch Office Split for the period 2003 – 2010*

sadnjom sadnica na području UŠP-a Split iznosi 135,25 ha. Šumske kulture podižu se sjetvom sjemena na 14,95%, a sadnjom sadnica na preostalih 85,05% površine, iz čega se zaključuje da je sadnja dominantan način pošumljavanja. Na slici 9 prikazana je cijena pošumljavanja sjetvom sjemena i sadnjom sadnica na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

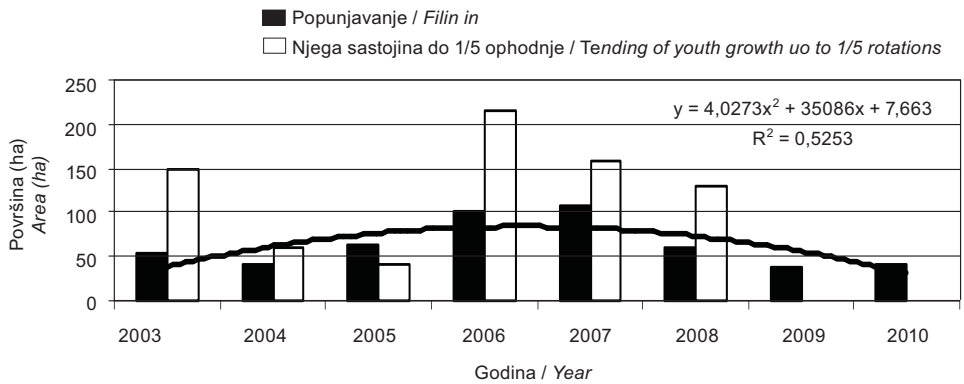


Slika 9. Cijena pošumljavanja sjetvom sjemena i sadnjom sadnica na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.

Figure 9 *The cost of reforestation by seeding and by planting on the territory of Forest Management Branch Office Split for the period 2003 – 2010*

Cijena podizanja šumskih kultura sjetvom sjemena (kn/ha) na području UŠP-a Split iznosila je od 1.619,00 kn/ha (2008.) do 3.567,00 kn/ha (2005.). Osmogodišnji prosjek cijene podizanja šumskih kultura sjetvom sjemena na području UŠP-a Split iznosi 2.544,00 kn/ha. Cijena podizanja šumskih kultura sadnjom sadnica (kn/ha) na području UŠP-a Split iznosila je od 17.187,00 kn/ha (2003.) do 34.481,00 kn/ha (2010.). Osmogodišnji prosjek cijene podizanja šumskih kultura sadnjom sadnica na području UŠP-a Split iznosi 26.396,00 kn/ha. Sjetva sjemena kao metoda podizanja šumskih kultura oko 10 je puta jeftinija od sadnje sadnica. Na slici 10 prikazane su površine na području UŠP-a Split (2003. – 2010.) na kojima je obavljeno popunjavanje s trendom popunjavanja, odnosno površine na kojima je obavljena njega sastojina do 1/5 ophodnje.

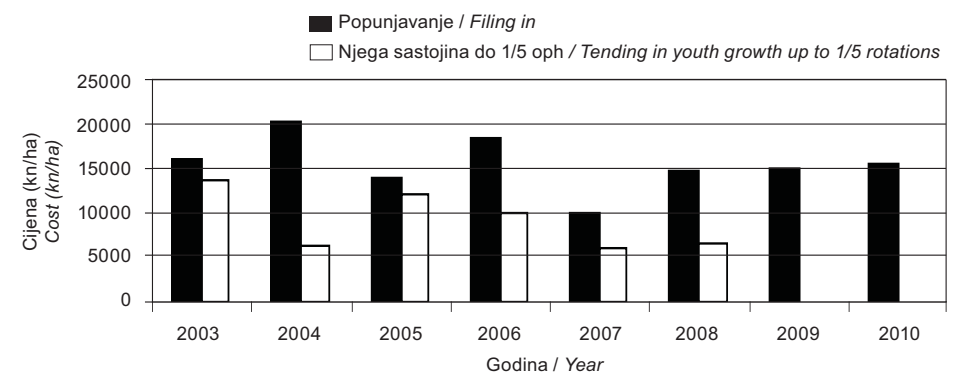
Popunjavanje (ha/god) na području UŠP-a Split izvodilo se na površinama od 37,79 ha (2009) do 107,75 ha (2007). Osmogodišnji prosjek popunjavanja na području UŠP-a Split iznosi 62,85 ha. Linija na grafu prikazuje trend popunjavanja na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine ($R^2 = 0,5253$). Njega šumskih kultura do 1/5 ophodnje (ha/god) na području UŠP-a Split izvodilo se na površinama od 0 ha (2009. i 2010.) do 216,36 ha (2006.). Osmogodišnji prosjek njege šumskih kultura na području UŠP-a Split iznosi 216,36 ha. Na slici 11 prikazana je cijena popunjavanja i njege sastojina do 1/5 ophodnje na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine.



Slika 10. Površine na kojima je obavljeno popunjavanje i njega sastojina do 1/5 ophodnje na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine

Figure 10 *Areas where filling in and tending of youth growth were carried out up to 1/5 rotations on the territory of Forest Management Branch Office Split for the period 2001 – 2010*

Cijena popunjavanja (kn/ha) na području UŠP-a Split iznosila je od 9.940,00 kn/ha (2007) do 20.234,00 kn/ha (2004). Osmogodišnji prosjek cijene popunjavanja šumskih kultura na području UŠP-a Split iznosi 15.472,00 kn/ha. Cijena njege šumskih kultura do 1/5 ophodnje (kn/ha) na području UŠP-a Split iznosila je od 5.988,00 kn/



Slika 11. Cijena popunjavanja i njege sastojina do 1/5 ophodnje na području UŠP-a Split u razdoblju 2003. – 2010. godine

Figure 11 *The costs of filling in and tending of youth growth up to 1/5 rotations on the territory of Forest Management Branch Office Split for the period 2003 – 2010*

ha (2007) do 13.585,00 kn/ha (2003). Osmogodišnji prosjek cijene njege šumskih kultura do 1/5 ophodnje na području UŠP-a Split iznosi 9.065,00 kn/ha.

Od ukupne površine (ha) na kojoj se obavljaju radovi podizanja i njege šumskih kultura na području UŠP-a Split, na pripremne radove otpada najveći postotak, tj.

87,39%, na radove pošumljavanja sadnjom sadnica 4,80%, na radove njege sastojina do 1/5 ophodnje 4,46%, na radove popunjavanja sadnicama 2,23%, odnosno na radove pošumljavanja sjetvom sjemena 1,12% površine. Od ukupne cijene (kn/ha) radova podizanja i njege šumskih kultura na području UŠP-a Split, na radove pošumljavanja sadnjom sadnica otpada najveći postotak, tj. 44,97%, na radove popunjavanja sadnicama 22,36%, na radove njege sastojina do 1/5 ophodnje 15,45%, na pripremne radove kod pošumljavanja 8,89%, odnosno na radove pošumljavanja sjetvom sjemena 4,33%.

S obzirom na realizaciju radova podizanja i njege šumskih kultura na području UŠP-a Split, može se reći da se oni u pravilu realiziraju u vrlo visokom postotku (98,05% – 100,00%). Trebalo bi se više poraditi na popunjavanju sadnicama s obzirom na to da je postotak realizacije tog uzgojnog zahvata nešto slabiji (98,05%).

Rezultati podizanja šumskih kultura na području UŠP-a Senj u razdoblju 2000. – 2010. godine

Results of the establishment of forest cultures on the territory of Forest Management Branch Office Senj for the period 2003 – 2010

Tablica 1. Pošumljene površine i količina sadnica utrošenih na pošumljavanje i popunjavanje po šumarijama na području UŠP-a Senj za desetogodišnje razdoblje 2000. – 2010. godine

Table 1. *Reforested areas and the numbers of seedlings used for reforestation and filling in by forest offices on the territory of Forest Management Branch Office Senj for the ten-year-period from 2000 to 2010*

Šumarija *Forest Office*	Površina *Area*	*Pinus pinaster*	*Pinus brutia*	*Pinus halepensis*	*Pinus pinea*	*Pinus nigra*	*Tamarix* sp.
	(ha)	(kom. – *pcs.*)					
Pag	173,10	74671	19298	7000	7870	31528	400
Rab	28,32	25600	6718	9855	6550	0	0
Krk	25,31		27273			37644	
Senj	201,69					475949	
Crikvenica	193,76					450811	
Ukupno *Total*	622,18	100271	53289	16855	14420	995932	400

U tablici 1 prikazane su pošumljene površine i količine sadnica utrošene na pošumljavanje i popunjavanje po šumarijama na području UŠP-a Senj za desetogodišnje razdoblje 2000. – 2010. godine.

Na području UŠP-a Senj u razdoblju od deset godina (2000. – 2010.) podignuto je ukupno 622,18 ha šumskih kultura. Najviše površina pošumljeno je na području Šumarije Senj (201,69 ha); slijede šumarije Crikvenica (193,76 ha), Pag (173,10 ha), Rab (28,32 ha) i Krk (25,31 ha). Za pošumljavanje je ukupno utrošeno 1.181.167 komada sadnica, od čega najviše crnoga bora (995.932 kom.); slijede primorski bor (100.271 kom.), brucijski bor (53.289 kom.), alepski bor (16.855 kom.), pinija (14.420 kom.) i tamariks (400 kom.). Dominantna vrsta kojom se podižu šumske kulture na području UŠP-a Senj (2000. – 2010.) jest crni bor (84,32%); slijede primorski bor (8,49%), brucijski bor (4,51%), alepski bor (1,43), pinija (1,22%) i tamariks (0,03%).

RASPRAVA / *DISCUSSION*

Na području Sredozemlja nalazi se samo 27,29% ukupne površine šumskih kultura u Republici Hrvatskoj. Uglavnom se osnivaju čiste šumske kulture s četiri vrste roda *Pinus* L. (*Pinus nigra, Pinus halepensis, Pinus pinaster i Pinus brutia*). Kod budućih planiranja pošumljavanja trebalo bi voditi računa o podizanju mješovitih šumskih kultura, pogotovo s više vrsta četinjača i listača. Poznato je da mješovite šumske kulture potpunije iskorištavaju proizvodni potencijal zemljišta, dobiva se veća kvaliteta drva, otpornije su na razne biotske i abiotske čimbenike, brže se razgrađuje organska tvar, veća je korist od prorednog materijala i lakše se prevode u autohtonu sastojinu. Na području hrvatskog Sredozemlja na poseban način treba istaknuti dvije posebno važne prednosti mješovitih kultura u odnosu na monokulture, a to su manja opasnost od požara i veća pejzažna vrijednost. Najviše šumskih kultura ima u dobnom razredu do 20 godina, što ukazuje na pozitivan trend u pošumljavanju. Zanimljivo je primijetiti da su šumske kulture brucijskog bora starije od 100 godina i potpuno izostaju u drugim dobnim razredima, što znači da se tom vrstom prestalo pošumljavati.

Kada je riječ o pripremnim radovima pošumljavanja, tad se u rezultatima istraživanja za područje UŠP-a Split (2003. – 2010.) može primijetiti velika varijabilnost, što znači da je bilo godina bez pošumljavanja (2009. i 2010.) kao i onih s pošumljenim većim površinama (2005.). Velika varijabilnost vidljiva je i u cijeni pripremnih radova pošumljavanja. U 2005. godini, kad su obavljena pošumljavanja na većoj površini, cijena pripremnih radova bila je najniža i iznosila je svega 31,00 kn/ha, što ide u prilog činjenici da je pošumljavanje na većim površinama ekonomski isplativije zbog tehničko-organizacijskih razloga i trebalo bi ih u pravilu poticati. Pošumljavanja se u pravilu ne bi smjela izvoditi bez odgovarajuće pripreme tla za pošumljavanje, čime se stvaraju povoljni uvjeti za optimalan rast i razvoj biljaka. Prema Matiću i Prpiću (1983), pripremom se u tlu stvaraju povoljni vodno-zračni odnosi koji omogućuju optimalne biokemijske procese nužne za život biljke.

Iz desetogodišnjeg istraživanja na području UŠP-a Split vidi se kako je sadnja sadnica dominantan način pošumljavanja (85,05%). Prema Matiću i dr. (2005), prednosti su osnivanja šumskih kultura sadnjom sadnica ove:

– sadnice se uzgajaju u rasadniku u kojem se osigurava puna klijavost sjemena,
– rasadnička tehnologija može osigurati vrsne sadnice,
– sadnice brzo nadvise postojeću vegetaciju na površini koja se pošumljava,
– sadnice dobre kakvoće imaju velik postotak primanja, što osigurava budućnost šumskoj kulturi.

Prema istim autorima, negativne strane podizanja šumskih kultura sadnjom sadnica očituju se u uzgajanju sadnica u rasadniku, što zahtijeva dobru tehnologiju i mehanizaciju, neadekvatnoj manipulaciji sadnicama i razlici u stanišnim uvjetima u rasadniku i na terenu, što dovodi do slabijeg uspjeha pošumljavanja.

Sjetva sjemena na podučju hrvatskog Sredozemlja često se obavlja alepskim i brucijskim borom na površinama poharanim požarom. Uspjeh sjetve sjemena često je zadovoljavajuć, osobito ako je povoljan raspored oborina. U ovim istraživanjima dokazano je da je sjetva sjemena kao metoda podizanja šumskih kultura oko 10 puta jeftinija od sadnje sadnica. Upravo Matić i Prpić (1983) pišu kako pri podizanju šumskih kultura nekih vrsta drveća koje se mogu podizati i sjemenom (crni i obični orah, alepski i brucijski bor i dr.) vrijedi pravilo: sjetva sjemena je jeftinija, a sadnja biljaka efikasnija. Prednost pošumljavanja sjetvom sjemena očituje se u tome što nije nužno uzgajati sadnice u rasadnicima niti izvoditi ostale radove manipulacije sadnicama (klasiranje, trapljenje, čuvanje u hladnjačama, transport i dr.). Biljka iznikla iz sjemena ostaje na istome mjestu jer se ne presađuje niti joj se prikraćuje i oštećuje korijenski sustav (Matić i dr. 2005). Prema Šmelkovoj (2001), nedostaci su pošumljavanja sjetvom sjemena ovi:

– sjeme nakon sjetve može biti izloženo raznim štetnicima,
– sjeme klija neravnomjerno na teškim tlima, a na lakim je izloženo pomanjkanju vlage,
– priprema tla prije sjetve mora biti intenzivnija,
– klijanci nakon klijanja imaju slabo razvijen korijen i nadzemni dio te su izloženi šteti od korova,
– sjeme je skupo, urod nije redovit, a skupljanje je sjemena često otežano.

Iz naših istraživanja vidljivo je da se njega šumskih kultura popunjavanjem provodi, što je preduvjet uspješnog podizanja novih šuma. Matić i dr. (2005) pišu kako se popunjavanje obavlja ako je broj uginulih sadnica prešao 10% (pri broju sadnica u šumskoj kulturi većem od 5.000 po hektaru) ili 5% (pri broju sadnica manjem od 5.000 po hektaru). Prema Šmelkovoj (2001), popunjavanje je nužno obaviti ako je po-

stotak uginuća veći od 10%, odnosno 5% u slučaju da uginule sadnice nisu jednoliko raspoređene po površini.

Ovim istraživanjima potvrđeno je da je crni bor temeljna pionirska vrsta za pošumljavanje na području submediterana. Na području UŠP-a Senj (2000. – 2010.), od ukupnih količina sadnica utrošenih na pošumljavanje, crni bor sudjeluje s visokih 84,32%, a ostatak čine ostale vrste (primorski bor, brucijski bor, alepski bor pinija i tamariks).

Radovi popunjavanja sadnicama na području UŠP-a Split (2003. – 2010.) drugi su po cijeni u ukupnim troškovima podizanja i njege šumskih kultura. Kako bi se povećao postotak preživljenja biljaka nakon sadnje i analogno tome smanjili troškovi popunjavanja, postoji čitav niz više ili manje uspješnih mjera koje se primjenjuju u novije vrijeme.

Vruća i suha ljeta te degradirano tlo samo su neki od čimbenika koji negativno utječu na uspjeh podizanja šumskih kultura na području Sredozemlja. U novije vrijeme suša se svladava modernim agrotehničkim mjerama kojima je cilj stvaranje što boljih uvjeta za održanje vlage u tlu i sprečavanje evaporacije. Za popravljanje vlažnosti tla mogu se rabiti hidrogelovi, a za smanjivanje transpiracije i vodnog stresa različite vrste antitranspiranata.

Za popravljanje osobina tla razvijena je nova generacija polimera, odnosno visokoumreženih poliakrilamida, gdje je 40% amidnih skupina hidrolizirano u karboksilne skupine. Polimeri ovakvog tipa formiraju vodenasti gel koji je sposoban upiti i skladištiti do 400 puta više vode od vlastite težine. Na taj način stvara se dodatna zaliha vode i ublažava se vodni stres biljaka. Dodavanjem hidrogela u tlo bitno se povećava otpornost biljaka na sušu. Hydrogel Stockosorb pripada novoj generaciji hidrogelova. Danas se rabe različite frakcije hidrogelova koji najbolje odgovaraju različitim potrebama:

a) Stockosorb Powder (dimenzije čestica < 0,2 mm) za zaštitu korijenskog sustava tijekom sadnje, rukovanja, čuvanja i transporta,

b) Stockosorb Agro i Micro (dimenzije čestica 0,2 – 0,8 mm) za direktnu primjenu u supstrat ili tlo, prije sadnje sadnica (Sarvaš i dr. 2007).

Navedeni hidrogelovi često se rabe kod pošumljavanja semiaridnih područja (Roldan i dr. 1996; Tognetti i dr. 1997). S obzirom na veličinu čestica mijenja se i sposobnost apsorpcije vode i potrebna količina po hektaru. Stockosorb dolazi na tržište u obliku praha ili gela, a primjenjuje se u okvirnoj količini od 7 g praha/sadna jama ili 150 g gela/sadna jama. Gel se rabi i u rasadniku na način da se otopi 70 g sredstva Stockosorb Micro u 10 l vode i dobro promiješa. Dokazan je pozitivan utjecaj hidrogela Stockosorb na preživljenje sadnica (Sarvaš i dr. 2007). Za preživljenje nakon sadnje ključan je čimbenik i kapacitet tla za vodu (Parker 1974). Dodavanjem hidrogela povećava se retencijski vodni kapacitet tla i vodni potencijal, smanjuje se

evaporacija smanjivanjem hidraulične provodljivosti tla (Aggelides i Kollias 1984; Aggelides i Bachtalias 1989) te povećava preživljenje i rast sadnica. Istraživanja s primjenom Stockosorb *mikro* i *powder* hidrogelova započela su 2003. godine. Primjena granula hidrogela jednostavna je, ali je komplicira mogućnost stavljanja prevelike doze i vrlo visok kapacitet bubrenja hidrogela. Naprimjer, ako granule mogu apsorbirati 400 puta više vode od vlastite težine (Bouranis i dr. 1995), to znači da 7 grama granula teoretski apsorbira 2 litre vode. Do danas nije poznata optimalna doza Sockosorb granula po sadnoj jami, a primjena manje doze od 7 g vrlo je komplicirana. Jedna od mogućnosti jest miješanje hidrogel granula u tlo kojim se zatrpava sadna jama. Takav je način primjene skup i oduzima dosta vremena. Ako poslije sadnje nema padalina, zbog manjka raspoložive vode za apsorpciju, primjena hidrogela neće imati učinak na preživljenje sadnica. Bolji način primjene hidrogela jest apliciranje direktno u sadnu jamu. Nakon primjene voda je sadnicama direktno na raspolaganju, što znatno smanjuje šok zbog presadnje. O pozitivnom utjecaju primjene hidrogela Stockosorb pisali su mnogi autori:

a) kod sanacije kamenoloma (Brofas i dr. 2004),
b) kod pošumljavanja u semiaridnim područjima (Hüttermann i dr. 1999; Oscroft i dr. 2000),
c) u šumskim rasadnicima i kod pošumljavanja na području središnje Europe (Jurásek 2001, Sarvaš 2003a, b, 2004, Sarvaš i Tučeková 2003a, b). Hidrogelovi su razvijeni za aridna i semiaridna područja, no vjerojatno će njihova primjena biti korisna u ekološkim prilikama središnje Europe. Potrebno je osmisliti novu tehnologiju aplikacije hidrogelova s obzirom na to da je dosadašnji način primjene skup i oduzima dosta vremena.

Neka istraživanja pokazala su kako dodavanje 0,4% hidrogela Stockosorb potpuno mijenja značajke retencijskog vodnog kapaciteta tla i znatno povećava tolerantnost biljaka na sušu. Druga istraživanja govore o rastu nadzemnog, a posebno podzemnog dijela biljke tijekom vodnog stresa. Neki istraživači bavili su se problematikom utjecaja koncentracije (0,04, 0,08, 0,12, 0,20 i 0,40%) superupijajućih hidrogelova dodanih u pjeskovito tlo (Stocksorb K400) na preživljenje sadnica alepskog bora tijekom vodnog tresa. Retencija vode u tlu povećala se eksponencijalno s povećanjem koncentracije hidrogela. Istraživanjima je ustanovljeno da najveća koncentracija hidrogela u tlu mijenja retencijski vodni kapacitet tla od tipičnog pjeskovitog do ilovastog ili glinovitog. Tijekom suše u kontroliranim uvjetima sadnice tretirane s 0,4% hidrogela dvostruko su dulje ostale vitalne u odnosu na kontrolne sadnice (Hűttermann i dr. 1999). U nekim slučajevima nisu utvrđeni mjerljivi pozitivni učinci dodavanja hidrogela u tlo (Hartmann i dr. 1976, Lamont i O'-Connell 1987, Nwonwu 1987, Keever i dr. 1989, Swietlik 1989, Wang 1989, Lamanna i dr. 1991, Tri-

pepi i dr. 1991, Heiskanen 1994), odnosno dodatak hidrogela u tlo može uzrokovati i neke negativne učinke na sadnice (Rietveld 1976, Austin i Bondari 1992). U jednom istraživanju u istočnoj Španjolskoj na tlima srednje grube teksture primjena hidrogela u sadnu jamu u količini od 5 g/jami nije utjecala na bolje preživljenje i rast sadnica hrasta. Callaghan i dr. (1988, 1989) pišu kako hidrogel dodan u pjeskovito tlo povećava preživljenje i rast u aridnim uvjetima, dok – prema Viero i dr. (2000) – utječe samo na rast ako se primjenjuje u kombinaciji s navodnjavanjem. Kontrastni podaci u ovim istraživanjima povezani su s teksturom tla na način da primjena hidrogela u pjeskovitom tlu povećava retencijski vodni kapacitet i vodni potencijal u biljci (Hüttermann i dr. 1999), dok je njegov utjecaj u ilovastom tlu beznačajan. Za glavne vrste drveća kojima obavljamo pošumljavanja u eumediteranskom i submediteranskom području Republike Hrvatske za glavne tipove tala i ekološke uvjete potrebno je ispitati utjecaj, vrstu i optimalnu koncentraciju (dozu) hidrogelova kao dodataka za tlo.

Drugi način kojim se može povećati sadržaj vode i hranjivih tvari u tlu za tek posađene sadnice jest prepoznavanje djelomične varijabilnosti navedenih izvora na terenu, što bi značilo odabir mikrostaništa za sadnju u blizini izvora vode i hranjivih tvari ili izborom školovanih sadnica iz rasadnika. Olakšavajući čimbenici mogu biti povezani sa zasjenom, izmjenom značajki tla (npr. povećanjem infiltracije), zadržavanjem tla i hraniva na školovanim biljkama iz rasadnika (Maestre i dr. 2001, Castro i dr. 2002) te zaštitom protiv predatora (Castro i dr. 2002).

U istraživanjima nekoliko autora (Eccher i Liani 1972, Kaufman 1977, Ghosh i Dabral 1980, Davis i Schutz 1984, Squire i dr. 1987) ističe se kako je korijenski sustav nekih vrsta roda *Pinus* L. prilično osjetljiv na vodni stres u tlu. Prema Eccher i Liani (1972), korijenski sustav vrste *Pinus radiata* D. Don može preživjeti razdoblje vodnog stresa u tlu zahvaljujući prestanku rasta i prijelazu u stanje dormantnosti. U slučaju sadnica alepskog bora, istraživanjima je potvrđeno da se rast korijenovih dlačica zaustavlja tijekom vodnog stresa u tlu. Kod sadnica kojima je dodan hidrogel formiralo se više adventivnog korijenja zajedno s postranim korijenjem. Takvi rezultati upućuju na zaključak da uz dodatak hidrogela u tlo korijenski sustav sadnica alepskog bora može rasti i tijekom razdoblja vodnog stresa. Bolje preživljenje tijekom vodnog stresa i rast nadzemnog, a posebno podzemnog, dijela biljke znatno povećava kondiciju biljaka u semiaridnim uvjetima te omogućuje pošumljavanje na staništima gdje od prirode ne bi mogle uspijevati neke vrste.

Suša može biti glavni uzrok mortaliteta sadnica tijekom podizanja šumskih kultura. Jedna od mogućih metoda za smanjivanje mortaliteta može biti smanjivanje gubitka vode koji nastaje transpiracijom na način da se rabe antitranspiranti koji formiraju sloj filma na lišću sadnica, a primjenjuju odmah nakon sadnje. Do sada su dobiveni različiti rezultati korištenja antitranspiranata na sadnicama četinjača.

Odlum i Colombo (1987) istraživali su utjecaj antitranspiranata Cloud Cover, Wiltpruf NCF i X2-1337 na stres biljke uzrokovan sušom te preživljenje kontejnerskih sadnica vrste *Picea mariana* (Mill.) B. S. P.). Neki od antitranspiranata (Wilt-pruf i X2-1337) smanjuju vodni stres u biljci do 14 dana, ali znatno smanjuju preživljenje sadnica. Antitranspirant Cloud Cover nije utjecao na vodni stres u biljci ili mortalitet sadnica. Antitranspirant Cloud Cover primjenjuje se u koncentraciji od 10% i 5% u vodi, dok se kod X2-1337 rabi koncentracija od 7,5% koja se pokazala učinkovitom u laboratorijskim istraživanjima. S antitranspirantima treba biti oprezan iz razloga što su neki istraživači kod sadnica vrste *Pinus resinosa* Ait. koje su bile tretirane silikonskim antitranspirantom primijetili kako dugoročno pate i potencijalno im se smanjuje transpiracija i fotosinteza sve dok ne propadnu. U istraživanju na četiri vrste četinjača došlo se do zaključka da najučinkovitiji antitranspirant uzrokuje i najveći pad preživljenja i rasta izbojaka sadnica nakon sadnje na terenu, što se događa zbog dugoročnog učinka na iglicama (Simpson 1984). Povišena temperatura na listu biljke tretirane učinkovitim antitranspirantom može dovesti do toplinskog stresa i nakraju do mortaliteta sadnica, posebno kod neodrvenjelih izbojaka koji su aktivni u rastu. Potrebno je istražiti vrste, koncentracije i utjecaj primjene antitranspiranata prije sadnje kod vrsta drveća kojima se obavlja pošumljavanje u eumediteranskom i submediteranskom području Republike Hrvatske.

Kada govorimo o sadnji, najčešći propusti vezani su uz neodgovarajuću metodu sadnje (uključujući „U“, „J“ i „L“ zakorjenjivanje sadnica), slabo gaženje i pretjerano orezivanje korijena. Kontrolu sadnje najbolje je obaviti početkom ljeta, kada se mogu primijetiti i prvi problemi s preživljenjem. Sadnice koje nisu u kompeticiji s postojećom vegetacijom ne traže puno njege, za razliku od onih koje rastu u kompeticiji, zbog čega su pod stresom i češće se suše i odumiru. Sadnice gologa korijena obično imaju 15 – 20 cm dugačak glavni korijen i sukladno tome traže i istu dubinu sadne jame. Greške se događaju ako se ne iskopa odgovarajuća dubina jame za sadnju. Korijen sadnica posađen u plitku jamu savija se i raste prema površini tla. Takve sadnice imaju smanjenu sposobnost preživljenja. „J“ i „U“ zakorjenjivanje događa se ako sadnicu sadimo u preplitku jamu. Korijenski sustav raste s jedne ili obje strane prema gore stvarajući „J“ ili „U“ oblik. Zbog nepravilnog rasta korijenskog sustava, sadnice propadaju. Strojnom sadnjom sadnica izbjegava se „J“ ili „U“ oblik zakorjenjivanja, ali se događa da se korijenski sustav razvija u obliku slova „L“. Takav način zakorjenjivanja rezultat je brzog kretanja stroja pri čemu se sadnice ne posade dovoljno duboko. Uvjet su za ispravnu strojnu sadnju ispravni svi dijelovi stroja, obučenost radnika i odgovarajuća brzina rada (Londo i dr. 2006). Korijen sadnica treba biti u čvrstom kontaktu s tlom kako bi nastavio rasti. Provjera se obavlja na način da se nježno povuče nekoliko listova na biljci prema gore; ako se sadnica izvuče iz tla prije nego što se lišće slomi, možemo zaključiti da je slabo pričvršćena u tlu. Pretje-

rano orezivanje korijena također može biti uzrok mortaliteta sadnica. U rasadnicima se proizvodi sadni materijal s 15 – 20 cm dugačkim glavnim korijenom (npr. žilom srčanicom) i dobro razvijenim postranim korijenjem. Ako je korijenski sustav sadnica podrezivan u rasadniku, nije ga potrebno dodatno orezivati prije sadnje. Ako je korijenski sustav sadnica golog korijena dulji od oštrice alata kojim sadimo, potrebno je uzeti novi alat s većom duljinom oštrice. Neke američke vrste borova (*Pinus taeda, Pinus elliottii, Pinus echinata*) preferiraju dublju sadnju. Kod sadnje takvih vrsta vrat korijena sadnica treba biti 2,5 – 5,0 cm posađen dublje u tlo nego što je bio u rasadniku. U vlažnim tlima vrat korijena treba biti ispod razine tla, ali manje od 2,5 cm. Nije dobro da je vrat korijena vidljiv. S druge strane, sadnice vrste *Pinus palustris* Mill. traže posebnu pažnju prilikom same sadnje. Česti uzroci mortaliteta povezani su s prekrivanjem pupova i baze iglica s tlom. Sadnice golog korijena vrste *Pinus palustris* Mill. na terenu treba saditi na istu dubinu na kojoj su bile u rasadniku. Za naše autohtone vrste borova ne postoje slična istraživanja. Sadnice uzgojene u kontejnerima treba saditi na način da je otprilike 0,5 – 1,0 cm busena korijena (supstrata) iznad razine tla (Londo i dr. 2006).

Postoje brojne raspoložive tehnike za svladavanje ograničenja kod podizanja šuma u semi-aridnoj klimi. Među raznim tehnikama, istraživanje pozitivnih interakcija između susjednih biljaka, u posljednje vrijeme privlači sve više zanimanja. Ekotehnološke mjere koje se često primjenjuju u semiaridnoj klimi fokusirane su na sljedeće:

a) na povećanje sposobnosti biljaka na stres,
b) na sprečavanje napada predatora na sjemenu i sadnom materijelu,
c) na povećanje mikrostanišnih uvjeta.

Klijavost sjemena i početna faza rasta klijanaca jako ograničava kolonizaciju biljaka (Rey i Alcántara 2000). Zbog toga ne čudi činjenica da je npr. na Iberskom poluotoku sadnja sadnica puno češća metoda od sjetve sjemena. Tijekom posljednjeg desetljeća dogodile su se važne promjene u rasadničkoj tehnici i tehnologiji kojoj je cilj proizvodnja visokokvalitetnog sadnog materijala. Danas se rasadnička tehnologija prilagođava pojedinom rasadniku i vrsti. Većina rasadnika proizvodi šumski sadni materijal u dobi od 6 do 12 mjeseci, pri čemu se primjenjuju kontejneri i supstrati čiji je osnovni sastav treset. Takav način proizvodnje sadnog materijala zasigurno utječe na uspjeh podizanja šumskih kultura (Cortina i dr. 2006b). Villar-Salvador i dr. (2004) pišu kako na području Mediterana veće sadnice obično imaju bolje preživljenje i rast nakon sadnje na terenu. Prema Seva i dr. (2004), odnosno Trubat i dr. (2011), ne postoje pozitivne korelacije između veličina sadnica i preživljenja nakon sadnje (mijenjaju se s obzirom na različita semiaridna područja jugoistočnog dijela Iberskog poluotoka). Razlog može biti povezan s odnosom između korijena i lisne

površine biljke (Trubat i dr. 2006) te sposobnosti sadnice da razvije duboki korijenski sustav prije početka ljetne suše (Padilla i Pugnaire 2007). Za pošumljavanje u semiaridnim područjima rasadnička tehnika treba težiti proizvodnji sadnica dobro razvijenog korijenskog sustava. Za uspješno podizanje šumskih kultura od presudne su važnosti pogodna mikrostaništa s biotskim i abiotskim čimbenicima.

Razlike između vrsta u učinkovitosti gospodarenja vodom, povezane s vodnim stresom, ključni su čimbenici koji utječu na preživljenje i rast biljaka na području Mediterana. Dostupnost vode i učinkovitost gospodarenja vodom mogu se popraviti različitim tehnikama kod pošumljavanja poput aklimatizacije (kondicioniranja) sadnica, sakupljanjem oborina, dodacima u tlo, upotrebom tulijevih cijevi i školovanih sadnica uzgojenih u rasadniku. U većini slučajeva ključni faktor koji utječe na uspjeh pošumljavanja jest stres biljaka zbog presadnje. Taj stres događa se zbog prijenosa sadnica iz povoljnih uvjeta u rasadniku u nepovoljne uvjete na terenu. Sadnice nakon sadnje na terenu obično mijenjaju neke morfološke parametre (smanjuje se odnos visine i promjera vrata korijena). Uzgoj sadnica različitih morfoloških osobina u rasadniku može pomoći u smanjenju šoka zbog presadnje. Kod mnogih mediteranskih vrsta istraživala se aklimatizacija (kondicioniranje) sadnica oduzimanjem vlage (Nunes i dr. 1989, Ksontini i dr. 1998, Vilagrosa i dr. 2003). Iako se ta tehnika čini dobra za mediteranske uvjete, do sada je dala slabe ili srednje dobre rezultate. Vilagrosa i dr. (2003) pišu o pozitivnom učinku aklimatizacije sadnica vrste *Pistacia lentiscus* L., ali ne i vrsta *Quercus coccifera* L. i *Juniperus oxycedrus* L. Villar-Salvadoret i dr. (1999) pišu o nekoliko morfoloških i fizioloških promjena kod sadnica alepskog bora koje su kratkotrajno aklimatizirane oduzimanjem vlage. Sakupljanjem oborina želimo ih zadržati i tako usmjeriti vodu prema samoj sadnici, što se može postići dubokim rigolanjem ili izradom plitke zdjelice (lijevka) oko sadnice. Riječ je o tradicionalnoj tehnici za popravljanje vlage i produktivnosti staništa u semiaridnim i aridnim uvjetima (Whisenant 1999; De Simón i dr. 2001). Iz jednog istraživanja u istočnoj Španjolskoj saznajemo da je kod sadnica alepskog bora i hrasta crnike mortalitet (16 mjeseci nakon sadnje) smanjen u slučajevima kad su izrađene plitke zdjelice za sakupljanje vode, iako je znatno povećan visinski rast samo kod alepskog bora. Ta se tehnika smatra prikladnom za povećanje uspješnosti podizanja šumskih kultura na području Mediterana te u aridnim klimatskim uvjetima. Štitnici za sadnice ili zaštitne cijevi primjenjuju se kako bi se promijenili fizički ekološki uvjeti oko posađene sadnice (miniplastenici). Klasični štitnici smanjuju evaporaciju i utječu na uspjeh pošumljavanja (Bergez i Dupraz 1997, Bellot i dr. 2002). U jednom istraživanju štitnici za sadnice povećali su rast u svim istraživanim varijantama. U drugom pak istraživanju u suhim, semiaridnim uvjetima i na plitkom tlu (Alacant, jugoistočna Španjolska) štitnici za sadnice imali su pozitivan utjecaj na preživljenje i rast vrste *Quercus coccifera* L. (Cortina i dr., u tisku).

ZAKLJUČCI /*CONCLUSIONS*

Najviše šumskih kultura na mediteranskom području Republike Hrvatske podignuto je crnim borom (12.427 ha); slijede alepski bor (6.776 ha), primorski bor (1.262 ha) i brucijski bor (5 ha). Šumske kulture podižu se sjetvom sjemena na 14,95%, a sadnjom sadnica na preostalih 85,05% površine, iz čega se zaključuje kako je sadnja dominantan način pošumljavanja. Od ukupne cijene (kn/ha) radova podizanja i njege šumskih kultura na radove pošumljavanja sadnjom sadnica otpada najveći postotak, tj. 44,97%, na radove popunjavanja sadnicama 22,36%, na radove njege sastojina do 1/5 ophodnje 15,45%, na pripremne radove kod pošumljavanja 8,89%, odnosno na radove pošumljavanja sjetvom sjemena 4,33%. Dominantna vrsta kojom se podižu šumske kulture na području UŠP-a Senj (2000. – 2010.) jest crni bor (84,32%); slijede primorski bor (8,49%), brucijski bor (4,51%), alepski bor (1,43), pinija (1,22%) i tamariks (0,03%).

Za glavne vrste drveća kojima se pošumljava područje Mediterana, glavne tipove tala i ekološke uvjete potrebno je ispitati/istražiti/definirati:

– utjecaj, vrstu i optimalnu koncentraciju (dozu) hidrogelova kao dodataka u tlo,
– utjecaj, vrstu i koncentraciju antitranspiranata na preživljenje i rast sadnica,
– uzgoj sadnica obloženoga korijena u odgovarajućem supstratu, tipu i volumenu kontejnera
– utjecaj organskih dodataka (kompost, Frisol F i sl.) za tlo na preživljenje i rast sadnica,
– utjecaj gnojiva s kontroliranim otpuštanjem hranjivih tvari (Osmocote, Agroblen i sl.) na rast i otpornost biljaka nakon sadnje,
– utjecaj različitih tehnika kod pošumljavanja kojima se popravlja količina vode i učinkovitost gospodarenja vodom na preživljenje i početni rast sadnica (kondicioniranje sadnica, sakupljanje oborina oko sadnica, malč, dodaci u tlo, štitnici i sl.).

Literatura / *References*

Aggelides, S., A. Kollias, 1984: Improvement of physical properties of certain soils by using the synthetic polymer Agrohyd. Georgiki Erevne, 8: 347-361.

Aggelides, S., I. Bachtalias, 1989: Evaluation of water insoluble soil improvement products commercially available in our country. Georgiki Erevne, 13: 83-93.

Anić, I., 2003: Promjena sastojinskoga oblika prirodnim pomlađivanjem na primjeru šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u Senjskoj dragi. U: 125. obljetnica „Kraljevskoga nadzorništva za pošumljenje krasa krajiškoga područja – Inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti i uređenje bujica“ u Senju (1878-2003). Šum. list, pos. izd., 127: 41-50.

Arianoutsou, M., D. Kazanis, Y. Kokkoris, P. Skourou, 2002: Land-use interactions with fire in Mediterranean *Pinus halepensis* landscapes of Greece: patterns of biodiversity. In: Viegas,

D.X. (ed). Forest Fires Research and Wildland Safety. Millpress, Rotterdam, (electronic edition).

Austin, M. E., K. Bondari, 1992: Hydrogel as a field medium amendment for blueberry plants. HortScience, 27: 973-974.

Badia, M., C. Martí, 2000: Seeding and mulching treatments as conservation measures of two burned soils in the Central Ebro Valley, NE Spain. Arid Soil Research and Rehabilitation, 13: 19–32.

Bainbridge, D. A., 2002: Alternative irrigation systems for arid land restoration. Ecological Restoration, 20: 23-30.

Barberá, G. G., F. Martínez-Fernández, J. Alvarez-Rogel, J. Albaladejo, V. Castillo, 2005: Short- and intermediate-term effects of site and plant preparation techniques on reforestation of a Mediterranean semiarid ecosystem with *Pinus halepensis* Mill. New Forest, 29: 177-198.

Barbéro, M., R. Loisel, P. Quézel, D. M. Richardson, F. Romane, 1998: Pines of the Mediterranean Basin. In: Richardson D.M. (ed), Ecology and Biogeography of *Pinus.* Cambridge University Press. Cambridge, pp. 153-170.

Bautista, S., J. Bellot, V. R. Vallejo, 1996: Mulching treatment for postfire soil conservation in a semiarid ecosystem. Arid Soil Research and Rehabilitation, 10: 235–242.

Bellot, J., J. M. Ortiz de Urbina, A. Bonet, J. R. Sánchez, 2002: The effects of treeshelters on the growth of *Q. coccifera* L. seedlings in a semiarid environment. Forestry, 75: 89-106.

Bergez, J. E., C. Dupraz, 1997: Transpiration rate of *Prunus avium* L. seedlings inside and unventilated treeshelter. Forest Ecology and Management, 97: 25-264.

Blondel, J., J. Aronson, 1999: Biology and Wildlife of the Mediterranean Region. Oxford Univ. Press. Oxford.

Bouranis, D. L., A. G.,Theodoropoulus, J. B. Dros-sopoulus, 1995: Designing synthetic polymers as soil conditioners. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26: 1455-1480.

Brofas, O., C. Varelides, 2000: Hydro-seeding and mulching for establishing vegetation on mining spoils in Greece. Land Degradation and Development, 11: 375-382.

Brofas, G., C. Varelides, G. Mantakas, 2004: Effect of a hydrogel on plant survival in mining spoils. In: Bhattachrya J., Deb D., Jain M.K., Bhattacherjee A. (eds.), Technology and Management for Sustainable Exploitation of Minerals and Natural Resources, 5–7 February 2004. Kharagpur, Indian Institute of Technology: 329-334.

Callaghan, T. V., H. Abdelnour, D. K. Lindley, 1988: The environmental crisis in the Sudan. The effect of water-absorbing synthetic polymers on tree germination and early survival. Journal of Arid Environments, 14: 301-318.

Callaghan, T. V., D. K. Lindley, O. M. Ali, H. A. El-Nour, P. J. Bacon, 1989: The effect of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance growth and survival of transplanted *Eucalyptus microtheca* seedlings in the Sudan. Journal of Applied Ecology, 26: 663-672.

Castell, C., J. I. Castelló, 1996: Metodología y resultados de la siembra aérea efectuada en el parque natural del Garraf. Montes, 46: 51-57.

Castro, J., R. Zamora, J. A. Hódar, J. A. Gómez, 2002: Use of shrubs as nurse plants: A new technique for reforestation in Mediterranean mountains. Restoration Ecology, 10: 297-305.

Ceballos, L., 1938: Plan general para la restauración forestal de España. ICONA. Madrid.

Chirino, E., A. Vilagrosa, J. Cortina, A. Valdecantos, D. Fuentes, R. Trubat, V. C. Luis, J. Puértolas, S. Bautista, M. J. Baeza, J. L. Peñuelas, V. R. Vallejo, 2009: Ecological Restoration In Degraded Drylands: The Need To Improve The Seedling Quality And Site Conditions In The Field. In: Forest Management Editor: Steven P. Grossberg. Chapter 4 Nova Science Publishers, Inc., str 85-158.

Cortina, J., F. T. Maestre, 2005: Plant effects on soils in drylands. Implications for community dynamics and dryland restoration. In: Binkley, D., Menyailo, O. (Eds.), Tree Species Effects on Soils: Implications for Global Change, NATO Science Series. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Cortina, J., J. L. Peñuelas, J. Puértolas, A. Vilagrosa, R. Savé, 2006b: Calidad de Planta Forestal para la Restauración en Ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

Cortina, J., J. Bellot, A. Vilagrosa, R. N. Caturla, F. Maestre, E. Rubio, J. M. Ortíz de Urbina, A. Bonet, (in press): Restauración en semiárido. In: Vallejo R. (ed), Estudios Avanzados en la Gestión del Monte Mediterráneo. Fundación CEAM, València.

Davis, G.R., C.J. Schutz, 1984: Effect of soil compaction on root growth of *Pinus radiata* D. Don. In: Proc. IUFRO Symp. On Site and Productivity of Fast Growing Plantations, Schonau, A.P.G., Grey, D.C. (Eds.), vol. 2, pp. 871-879.

De Simón, E., M. A. Ripoll, I. Bocio, F. B. Navarro, E. Gallego, 2001: Aprovechamiento de escorrentías superficiales mediante la formación de microcuencas en repoblaciones de zonas semiáridas. In: Montes para el nuevo milenio. III Congreso forestal español. Vol II., Junta de Andalucía, Granada, España, pp. 305-310.

Dubravac, T., B. Vrbek, V. Roth, Ž. Španjol, D. Barčić, 2005: Monitoring natural regeneration of burnt areas of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Croatia // *MEDPINE 3 - Conservation*. Bari, 99-99.

Eccher, A., A. Liani, 1972: Preliminary notes on the influence of some environmental factors on young plants of *Pinus radiata* raised in pots. Cellulosa-e-Carta, 23: 17-26.

Escudero, A., M. V. Sanz, J. M. Pita, F. Pérez-García, 1999: Probability of germination after heat treatment of native Spanish pines. Annals of Forest Science, 56: 511-520.

FAO, 2001: Global forest resources assessment 2000. FAO forestry paper 140. Rome.

Fuentes, D., A. Valdecantos, J. Llovet, J. Cortina, V. R. Vallejo, 2010: Fine-tuning of sewage sludge application to promote the establishment of *Pinus halepensis* seedlings. Ecological Engineering, 36: 1213-1221.

Ghosh, R. C., B. C. Dabral, 1980: Water relations of *Pinus caribaea* in high density stocking in juvenile stage. Indian Forester, 106: 587-603.

Gil, L., M. A. Prada, 1993: Los pinos como especies básicas en la restauración forestal en el medio mediterráneo. Ecología, 7: 113-125.

Habrouk, A., J. Retana, J. M. Espelta, 1999: Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires. Plant Ecology, 145: 91-99.

Hartmann, R., H. Verplancke, B. G. Bishay, 1976: Study of the water repellency of soils under citrus trees in Egypt, and means of improvement. Mededel. Faculteit Landbouwwet., -Rijksuniv. -Gent., 41: 201-208.

Heiskanen, J., 1994: Effect of peat-based two-component growth media on the growth of containerized Scots pine seedlings. Suo, 45: 17-29.

Hüttermann, A., M. Zommorodi, K. Reise, 1999: Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil & Tillage Research, 50: 295-304.

ICONA, 1989: Técnicas de Reforestación en los Países Mediterráneos.

Jurásek, A., 2001: Poloprovozní výzkumná plocha Paličník 2. In: Slodi čák M., Nov ák J. (eds.), Současné problémy pěstování horských lesů – Průvodce exkurzní trasou, 13. 9. 2001: 18-20.

Kaufman, C. M., 1977: Growth of young slash pine. Forest Sci., 23: 217-226.

Keever, G. J., G. S. Cobb, J. C. Stephenson, W. J. Foster, 1989: Effect of hydrophilic polymer amendment on growth of container grown landscape plants. J. Environ. Hortic., 7: 52-56.

Ksontini, M., P. Louguet, D. Laffray, M. Nejib Rejeb, 1998: Comparaison des effets de la contrainte hydrique sur la croissance, la conductance stomatique et la photosynthèse de jenues plants de chênes méditerranées (*Quercus suber*, *Q. faginea*, *Q. coccifera*) en Tunisie. Annals of Forest Science, 55: 477-495.

Lahouati, R. 2000: Expérience des Plantations en Climat Aride. Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture, Alger.

Lamanna, D. M., G. D'-Angelo Castelnuovo, 1991: Compost-based media as alternative to peat on ten pot ornamentals. Acta Hortic., 294: 125-129.

Lamont, G. P., M. A. O'-Connell, 1987: Shelf-life of bedding plants as influenced by potting media and hydrogels. Scientia Hortic., 31: 141-149.

Le Maître, D. C., 1998: Pines in cultivation: a global view. In: Richardson D. M. (ed), Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press. Cambridge, pp. 407-431.

Li, X. Y., J. D. Gong, X. H. Wei, 2000: *In-situ* rainwater harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China. Journal of Arid Environment, 46: 371-382.

Llacuna, S., 1998: Incidencia dels micromamifers sobre les llavors de pi blanc (*Pinus halepensis*). III trobada d'estudiosos del Garraf. Diputació de Barcelona. Montes para la sociedad del nuevo milenio. III Congreso Forestal Español. Junta de Andalucia-Consejeria de Medio Ambiente. vol. 4-5, pp. 213-219.

Londo, A. J., S. G. Dicke, 2006: Measuring Survival and Planting Quality in New Pine Plantations. Southern Regional Extension Forestry. A Regional Peer Reviewed Technology Bulletin SREF-FM-001: 1-5.

Maestre, F. T., S. Bautista, J. Cortina, J. Bellot, 2001: Potential for using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. Ecological Applications, 11: 1641-1655.

Matić, S., B. Prpić, 1983: Pošumljavanje. Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske. str. 1-79. Zagreb.

Matić, S., 1990: Šume i šumarstvo Hrvatske jučer, danas, sutra. Glas. šum. pokuse, 26: 33-56.

Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šumarski list, 118(3-4): 71-79.

Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1997: Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljnji preduvjet ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana. Šum. list, 121(9-10): 463-472.

Matić, S., M. Oršanić., I. Anić, 2005: Osnivanje šumskih kultura i plantaža glavnih vrsta drveća poplavnih šuma. Poplavne šume u Hrvatskoj, Vukelić, Joso (ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 297-302.

Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, D. Drvodelić, V. Topić, S. Mikac, Z. Đurđević, 2011: Pošumljavanje krša hrvatskoga Sredozemlja. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Matić, Slavko (ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 393-410.

Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, S. Mikac, 2011: Njega i obnova šuma hrvatskog Sredozemlja. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Matić, Slavko (ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 375-386.

Muzzi, E., F. Roffi, M. Sirotti, U. Bagnaresi, 1997: Revegetation techniques on clay soil slopes in northern Italy. Land Degradation and Development, 8: 127-137.

Nunes, M.A., F. Catarino, E. Pinto, 1989: Strategies for acclimation to seasonal drought in *Ceratonia siliqua* leaves. Physiologia Plantarum, 77: 150-156.

Nuñez, M.R., L. Calvo, 2000: Effect of high temperatures on seed germination of *Pinus sylvestris* and *Pinus halepensis*. Forest Ecology and Management, 131: 183-190.

Nwonwu, F. O. C., 1987: An assessment of the suitability of a soil amendment polymer for tree crop growing. Pakistan J. Forestry, 37: 191-196.

Odlum, K. D., S. J. Colombo, 1987: The Effect of Three Film-Forming Antitranspirants on Moisture Stress of Outplanted Black Spruce Seedlings. Tree Planters' Notes, 24: 1-4.

Oršanić, M., 1995: Uspijevanje šumskih kultura obične smreke (*Picea abies*/L/Karst.), crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) i europskog ariša (*Larix decidua* Mill.) na Zagrebačkoj gori. Glas. šum. pokuse, 32: 1-90.

Oršanić, M., D. Drvodelić, S. Matić, 2011: Rasadnička proizvodnja značajnijih vrsta drveća i grmlja hrvatskog Sredozemlja. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Matić, Slavko (ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 465-479.

Ortuño, F., 1990: El Plan para la repoblación forestal de España del año 1939. Análisis y comentarios. Ecología, Fuera de Serie, 1: 373-392.

Oscroft, D. G., K. M. Little, P. W. M. Viero, 2000: The effect of a soil-amended hydrogel on the establishment of *Pinus elliotti* × *caribaea* rooted cuttings on the Zululand coastal sands. ICFR Bulletin, 19: 8.

Padilla, F. M., F. I. Pugnaire, 2007: Rooting depth and soil moisture control Mediterranean woody seedling survival during drought. Functional Ecology, 21: 489-495.

Parker, P. E., 1974: Rehabilitation potentials and limitations of surface-mined land in the northern Great plains. Intermountain Forest and Range Experimental Station. USDA Forestry Service Genetic Technical Report INT-14.

Pausas, J. G., V. R. Vallejo, 1999: The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In: Chuvieco E. (ed), Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean basin. Springer-Verlag, pp. 3-16.

Pausas, J. G., C. Bladé, A. Valdecantos, J. P. Seva, D. Fuentes, J. A. Alloza, A. Vilagrosa, S. Bautista, J. Cortina, R. Vallejo, 2004: Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review. Plant Ecology, 171: 209-220.

Querejeta, J. I., A. Roldán, J. Albaladejo, V. Castillo, 1998: The role of mycorrhizae, site preparation, and organic amendment in the afforestation of a semi-arid Mediterranean site with *Pinus halepensis*. Forest Science, 43: 203-211.

Querejeta, J. I., A. Roldan, J. Albaladejo, V. M. Castillo, 2001: Soil water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. Forest Ecology and Management, 149: 115-128.

Rey, P. J., J. M. Alcántara, 2000: Recruitment dynamics of a fleshy-fruited plant (*Olea europaea*): connecting patterns of seed dispersal to seedling establishment. Journal of Ecology, 88: 622-633.

Rietveld, W.J., 1976: Hydrophilic polymer reduces germination of Ponderosa Pine in seed spots. Tree-Planters' Notes, 27: 18-19.

Roldan, A., I. Querejeta, L. Albaladejo, V. Castilo, 1996: Survival and growth of *Pinus halepensis* Miller seedlings in a semi-arid environment after forest soil transfer, terracing and organic amendments. Annales des Scieces Fores, 53: 1099-1112.

Sarvaš, M., 2003a: Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings and a possibility of using hydrogel Stockosorb for its protection. Journal of Forest Science, 49: 531-536.

Sarvaš, M., 2003b: Planting stock quality and new practices of afforestation – crucial factors for successful afforestation programme. In: Zając S., Gil W. (Eds.), Afforestations in Europe Experiences and Prospects, Warsaw 6–8 October 2003. Warszawa, Instytut Badawczy Leśnictwa: 86-92.

Sarvaš, M., A. Tučeková, 2003a: Aplikácia hydrogélov rady Stockosorb® v škôlkárskej praxi. Zprávy lesnického výzkumu, 48: 70-74.

Sarvaš, M., A. Tučeková, 2003b: Uplatnenie progresívnych metód a postupov v škôkárskej výrobe. In: Aktuálne problémy lesného škôlkárstva a semenárstva, Tatranská Lomnica, 2003. Zvolen, Lesnícky výskumný ústav: 59-64.

Sarvaš, M., 2004: The affect of drought on artificial regeneration in Slovakia in 2003 and the possibilities to increase plant adaptability after plantation in Central Europe. In: Impact of the drought and heat in 2003 on forests. Berichte Freiburger Forstlicher Forschung, Heft 57, 17.–19. November. Freiburg: 62.

Sarvaš, M., P. Pavlenda, E. Takáčová, 2007: Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. Journal Of Forest Science, 53(5): 204-209.

Seva, J.P., A. Valdecantos, J. Cortina, V.R. Vallejo, 2004: Diferentes técnicas de introducción de *Quercus ilex ssp. ballota* (Desf.) Samp. en zonas degradadas de la Comunidad Valenciana. Cuadernos de la SECF, 17: 233-238.

Sheriff, D. W., E. K. S. Nambiar, D. N. Fife, 1986: Relationships between nutrient status, carbon assimilation and water use efficiency in *Pinus radiata* (D. Don) needles. Tree Physiology, 2: 73-88.

Simpson, D. G., 1984: Film-forming antitranspirants: their effects on root growth capacity, storability, moisture stress avoidance, and field performance of containerized conifer seedlings. Forestry Chronicle, 60: 355-339.

Squire, R. O., P. M. Attiwill, T. F. Neales, 1987: Effects of changes of available water and nutrients on growth, root development and water use in *Pinus radiata* seedlings. Aust. For. Res., 17: 99-111.

Swietlik, D., 1989: Effect of soil amendment with Viterra hydrogel on establishment of newly-planted grapefruit trees cv. Ruby Red. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 20: 1697-1705.

Šmelkova, L., 2001: Lesne školky. Ustav pre vichovu a vazdelavanie pracovnikov LVH SR Zvolen, Zvolen, 136 str.

Šmelkova, L., 2001: Pestovanie lesa I. Ustav pre vichovu a vazdelavanie pracovnikov LVH SR Zvolen, Zvolen, 275 str.

Španjol, Ž., V. Hršak, D. Barčić, M. Ančić, T. Dubravac, R. Rosavec, M. Oršanić, 2009: Pošumljivanje degradiranih staništa borovima na otoku Rabu u Hrvatskoj. Plant biosystems, 143(3): 482-495.

Tapias, R., L. Gil, P. Fuentes-Utrilla, J.A. Pardos, 2001: Canopy seed banks in Mediterranean pines of south eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. Journal of Ecology, 89: 629-638.

Thanos, C. A., E. N. Daskalakou, 2000: Reproduction in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. In: Ne'eman G. and Trabaud L. (eds), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 79-90.

Tognetti, R., M. Michelozzi, A. Giovaneli, 1997: Geographical variation in water relations, hydraulic architecture and terpene composition of Aleppo pine seedlings from Italian provenances. Tree Physiology, 17: 241-250.

Trabaud, L., C. Campant, 1991: Difficulté de recolonisation naturelle du pin de Salzmann *Pinus nigra* Arn. spp. *salzmanii* (Dunal) Franco après incendie. Biological Conservation, 58: 329-343.

Tripepi, R. R., M. W. George, R. K. Dumroese, D. L. Wenny, 1991: Birch seedling response to irrigation frequency and a hydrophilic polymer amendment in a container medium. J. Environ. Hortic., 9: 119-123.

Trubat, R., J. Cortina, A. Vilagrosa, 2006: Plant morphology and root hydraulics are altered by nutrient deficiency in *Pistacia lentiscus* (L.). Trees, 20: 334-339.

Trubat, R., J. Cortina, A. Vilagrosa, 2011: Nutrient deprivation improves field performance of woody seedlings in a degraded semi-arid shrubland. Ecological Engineering, 37: 1164-1173.

Valdecantos, A., 2001: Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la replobación de zonas forestales degradadas de la Comunidad Valenciana. Ph. D. Thesis. Alicante, Spain: Universidad de Alicante.

Valdecantos, A., J. Cortina, V. R. Vallejo, 2006: Nutrient status and field performance of tree seedlings planted in Mediterranean degraded areas. Annals of Forest Science, 63: 249-256.

Viero, P.W.M., K.M. Little, D.G. Oscroft, 2000: The effect of a soil-amended hydrogel on the establishment of a *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* clone grown on the sandy soils of Zululand. South African Forestry Journal, 188: 21–28.

Vilagrosa, A., R.N. Caturla, N. Hernández, J. Cortina, J. Bellot, V. R. Vallejo, 2001: Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular. Resultados de las investigaciones desarrolladas para optimizar la supervivencia y el crecimiento de especies autóctonas.

Vilagrosa, A., J. Cortina, E. Gil, J. Bellot, 2003: Suitability of drought-preconditioning techniques in Mediterranean climate. Restoration Ecology, 11: 208-216.

Villar-Salvador, P., L. Ocaña, J. L. Peñuelas, S. Carrasco, 1999: Effect of water stress conditioning on the water relations, root growth capacity, and the nitrogen and non-structural carbohydrate concentration of *Pinus halepensis* Mill. (Aleppo pine) seedlings. Annals of Forest Science, 56: 459-465.

Villar-Salvador, P., R. Planelles, S. Enríquez, J. L. Peñuelas, 2004: Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. Forest Ecology and Management, 196: 257-266.

Wang, Y. T., 1989: Medium and hydrogel affect production and wilting of tropical ornamental plants. HortScience, 24: 941-944.

Whisenant, S. G., 1999: Repairing Damaged Wildlands. A processoriented, landscape-scale approach. Cambridge University Press, Cambridge.

http://www.scottsprofessional.com/en/agroblen.html

Present Results and Prospects for Future Activities when Establishing Forest Cultures in the Mediterranean Region

Summary

According to the available records, major works on the reforestation of karst in our country, which can be traced back to the late 19th century, were carried out by the Military Frontier Administration in 1865. In order to supervise the reforestation of the coastal karst region an Inspectorate was established in Senj in 1878. In Dalmatia, intensive reforestation was performed from 1904 to 1914. Between 1865 and 1945, around 16,000 hectares were reforested with forest cultures. This paper deals with the present-day structure of forest cultures in the Mediterranean region of Croatia with respect to the percentages of species, area, age, woodstock and increment. The success of reforestation and the establishment of the cultures of conifers depend on the high level of harmonization between the special requests of the species and the soil productivity. The species from genus Pinus L. play an important role in the process of the progressive succession of vegetation in the Mediterranean region. The success of reforestation with seedlings generally depends on a set of climatic, mechanical and biological factors. Hot and dry summers, shallow soil and southern expositions are just some of the factors with adverse impact on raising forest cultures in the Mediterranean region. In recent years, the problem of drought has been solved through the use of modern agrotechnical measures, which can help provide the best possible conditions for maintaining soil humidity and preventing evaporation. Hydrogels can be used to improve soil humidity, while various kinds of antitranspirants can reduce transpiration and water stress. The use of factory-made fertilizers with controlled release of nutrients, such as Agroblen, ensures optimum growth and high resistance of plants over a prolonged period of time. Frisol F, organic controlled release fertilizer with progressive influence on soil, can be used on soils with extremely poor microbiological activity. In the past, many papers were written on factors influencing the success of reforestation, such as the quality of seedlings (genetic and morphological), numbers of plants per hectare, the preparation of soil, weather, season and planting techniques, the choice of tree species, origin and tending techniques. Many researchers have studied the condition and the success of artificially established forests, methods for thinning, production and the biomass chemism, amelioration impact of certain species, increment, natural regeneration after forest fires, post-fire rehabilitation, interdependence of stand factors, etc. Future activities should be directed toward the research of physiological criteria of seedling quality (root growth potential, water turgor, etc.) and the influence of mechanical factors (sensitivity of seedlings to damage, negative impact of lifting, handling, sorting, storage, transport

and techniques of hand or machine planting) on the success of the reforestation of karst. Adequate preparation of the plot for reforestation, careful and professional planting technique (avoiding the so called U, J and L rooting, poor back-filling and treading on the planting hole, excessive root pruning, etc.), placing small rocks or boards to protect the seedlings, as well as the weed control are just some of the measures used to reduce stress involved in the establishment of forest cultures on karst terrain.

Keywords: *reforestation; forest cultures; the Mediterranean;* Pinus sp.*; seedling quality.*

Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,
Sveučilište u Zagrebu,
Šumarski fakultet, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma,
p. p. 422, 10002 Zagreb,
ddrvodelić@inet.hr

Prof. dr. sc. Milan Oršanić,
Sveučilište u Zagrebu,
Šumarski fakultet, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma,
p. p. 422, 10002 Zagreb

Vinko Paulić, dipl. ing. šum.,
Sveučilište u Zagrebu,
Šumarski fakultet, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma,
p. p. 422, 10002 Zagreb

PRIRODNO POMLAĐIVANJE DALMATINSKOGA CRNOG BORA (*PINUS NIGRA* J. F. ARNOLD SUBSP. *DALMATICA* /VIS./ FRANCO) NA OTOKU BRAČU

*NATURAL REGENERATION OF THE DALMATIAN BLACK PINE (*PINUS NIGRA *J. F. ARNOLD SUBSP.* DALMATICA */VIS./ FRANCO) ON THE ISLAND OF BRAČ*

Igor Anić, Stjepan Mikac, Ivo Šarić

Sažetak

Istraživanja o prirodnom pomlađivanju i uspijevanju pomlatka dalmatinskoga crnog bora u novije se doba nisu u nas provodila. Cilj ovog istraživanja bio je ustanoviti utjecaj stupnja zastrtosti sklopa na gustoću, visinski prirast i kvalitetu mladika crnoga bora. Istraživanja su provedena u G.j. Vidova gora, Šumarija Brač, Uprava šuma Podružnica Split. Pokusne plohe postavljene su krajem siječnja 2008. godine u razvojnom stadiju mladika, u različitim uvjetima osvjetljenja: a) gola površina, b) rub sastojine, c) progaljeni sklop, d) potpuni sklop. U svakom stupnju osvjetljenja postavljene su tri pokusne plohe dimenzija 2 x 4 m. Na plohama su mjerene kvantitativne i kvalitativne značajke pomlatka. S obzirom na mjerene kvantitativne parametre, najbolji rezultati utvrđeni su na goloj površini. Kvalitativni parametri pokazuju bolje rezultate pod zastorom. Rubovi sastojine jednaki su uvjetima progaljenog sklopa. S obzirom na dobivene rezultate proizlazi kako se te sastojine mogu prirodno pomlađivati metodama pod zastorom krošanja starih stabala, oplodnim sječama ili rubnom sječom.

Ključne riječi: *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *dalmatica* /Vis./ Franco; dalmatinski crni bor; otok Brač; prirodna obnova; sklop; morfologija pomlatka.

UVOD / *INTRODUCTION*

Crni bor (*Pinus nigra* Arnold) vrsta je izrazito disjunktnog areala. Prirodno je rasprostranjen u južnoj Europi, sjeverozapadnoj Africi i Maloj Aziji. Ubraja se među temeljne vrste mediteranskih šuma. Vertikalno se rasprostire od razine mora do 1.900 m n. v. na kopnu, a na otocima od 250 do 900 m n. v. Crni bor odlikuje se

velikom varijabilnošću u morfološkim i anatomskim karakteristikama (Vidaković 1957, 1991). Tako razlikujemo nekoliko tipova podvrsta crnoga bora koje se prirodno rasprostiru duž čitavog Sredozemlja.

U kontinentalnom dijelu Hrvatske raste austrijski crni bor (*Pinus nigra*. subsp. *nigra* /*P. austriaca* Höss, *P. nigra* var. *austriaca* /Höss/ Badoux, *P. nigricans* Host), dok u mediteranskom području, na Hvaru, Braču, Korčuli i Pelješcu, iznad 400 m n. v., raste dalmatinski crni bor (*Pinus nigra* subsp. *dalmatica* /Vis./ Franco). Prema Liberu i dr. (2003), DNK analizama na prostoru Hrvatske utvrđene su tri podvrste i jedan prijelazni tip crnoga bora: *Pinus nigra* subsp. *dalmatica* na otocima Brač, Korčula, Hvar, zatim *Pinus nigra* subsp. *illyrica* na području Paklenice, Velebita, Grobnika, Kvarnerskih otoka i Biokova, *Pinus nigra* subsp. *nigra* na području kontinentalnog dijela Gorskoga kotara te populacija s otoka Pelješca koja je definirana kao prijelazni tip prema populaciji s Biokova.

Crni je bor u Hrvatskoj najzastupljeniji u mediteranskoj vegetacijskoj regiji, na plitkim, skeletnim vapnenačkim crnicama i posmeđenim crvenicama, uglavnom na geološkoj podlozi vapnenaca, premda ga nalazimo i na flišu (Barčić i dr. 2011).

Ekološke karakteristike crnoga bora odgovaraju pionirskim vrstama drveća. Prema Aniću (1957), crni je bor izraziti heliofit, ali s većom tolerancijom zasjene. Podvrsta dalmatinski crni bor termofilniji je i manje otporan na niže temperature i mraz nego austrijski crni bor. Pomladak crnoga bora otporan je na brst herbivora i jak vjetar. Spada u vrste drveća koje najmanje transpiriraju. Podnosi dugotrajnu sušu, visoke temperature i insolaciju.

U šumskouzgojnom smislu crni se bor odlikuje brzim rastom te eksplozivnom mogućnosti povećanja populacije pomoću laganog sjemena koje se rasprostire na veće udaljenosti pomoću vjetra (Richardson i Higgins 1998).

Upravo zbog svojih ekološko-bioloških svojstava, crni je bor najpogodnija vrsta za pošumljavanje i melioraciju mediteranskih degradiranih staništa (Tomašević i dr. 2003), napose submediteranskog, epimediteranskog i hemimediteranskog vegetacijskog pojasa mediteranske vegetacijske zone (usp. Trinajstić 1986).

Prema Vallejou i dr. (2000), glavni limitirajući čimbenik za uspješnu prirodnu obnovu i pošumljavanje jest pomanjkanje vlage te niska hranjiva vrijednost tla. Nedostatak vlage limitirajući je čimbenik za razvoj pomlatka crnoga bora, osobito u prvim godinama života. Ponik i mlađi pomladak crnoga bora ne uspijevaju razviti korijenov sustav koji bi mogao zamijeniti izgubljenu vodu transpiracijom. Tako, prema Grahamu i dr. (1989), pripremni radovi prilikom pošumljavanja moraju uključiti uklanjanje korovske vegetacije i pripremu tla prije sadnje. Time se smanjuje kompeticija za vodu i hranivo te penetracijska otpornost tla (Querejeta i dr. 2001).

Crni bor ima važnu ulogu u hrvatskom šumarstvu. Krajem 19. stoljeća njime su obavljena velika pošumljavanja i sanacije erozijom zahvaćenih područja priobalne

Hrvatske (Ivančević 1998). Zahvaljujući njegovoj meliorativnoj ulozi, danas su nekoć obešumljena područja uvelike sanirana i stvoreni su uvjeti za povratak trajne šume ili klimatogene šumske zajednice (Tomljanović 2001, Anić 2003). Prema Matiću (2007), crni bor sudjeluje s 0,5% (1.215 ha) u ukupnoj drvnoj zalihi šuma Republike Hrvatske. Kolika je važnost te vrste, govori i podatak da su sastojine crnoga bora zbog svoje ekonomske i ekološke važnosti uključene u ugrožena šumska staništa prema direktivi Europske komisije.

Jedan od najvažnijih kompleksa prirodnih sastojina dalmatinskoga crnog bora nalazi se na otoku Braču (Petračić 1942). Petračić navodi da se na Braču nekada nalazilo 5.000 – 6.000 ha prirodnih mješovitih sastojina dalmatinskog crnog bora. Čistih sastojina bilo je oko 504 ha. Crni bor na otoku Braču raste na sjevernim, blažim ekspozicijama na nadmorskim visinama 400 – 778 m. Na južnim ekspozicijama dolazi već od 100 m n. v. Danas se te sastojine nalaze u različitim stadijima silvigenetskog razvoja te stupnja otvorenosti sklopa. Održivi razvoj tih sastojina krucijalno je važan za otok Brač. Sastojine dalmatinskoga crnoga bora imaju veliku gospodarsku, turističku, zaštitnu, općekorisnu i prirodoznanstvenu vrijednost.

Istraživanja metoda i postupaka prirodne obnove nisu do danas detaljnije provođena niti su istraživane mogućnosti šumskouzgojnih zahvata koji bi očuvali i održali te sastojine. Cilj ovoga istraživanja jest analizirati kvantitativne i kvalitativne aspekte pomlatka crnoga bora u različitim uvjetima zastrtosti sklopa te na osnovi rezultata predložiti modele obnove tih sastojina. Članak je proizišao iz diplomskoga rada na kolegiju Uzgajanje šuma u Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Šarić 2008).

MATERIJAL I METODE RADA / *MATERIAL AND METHODS*

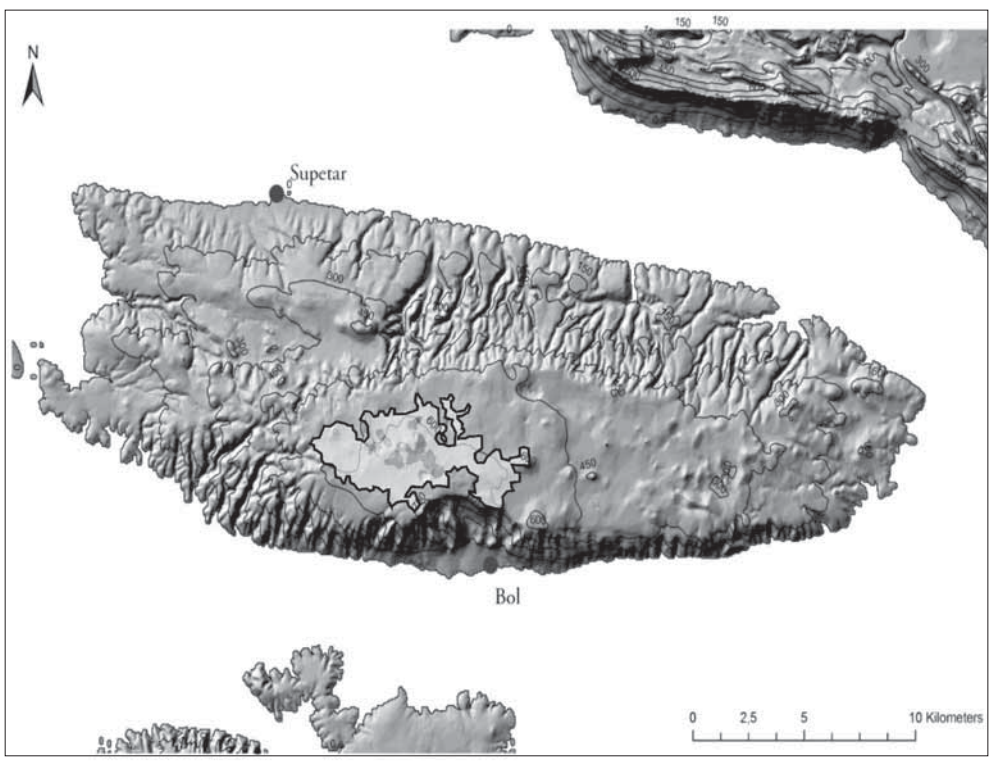
Istraživanje je obavljeno na otoku Braču, u Gospodarskoj jedinici Vidova gora. Ukupna površina gospodarske jedinice iznosi 4.779,57 ha. Unutar nje nalazi se dio sastojina koji je 1970. godine proglašen značajnim krajolikom, ukupne površine 1.880 ha.

Klimatske prilike za područje istraživanja određene su podacima klimatološke postaje na Sutivanu (42°23′, 16°40′) za razdoblje 1981. – 2000. godine. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 15,8 °C, srednja minimalna – 6,3 °C, a srednja maksimalna temperatura zraka 39,8 °C. Ukupna prosječna godišnja količina oborina iznosi 666 mm. Geološka podloga izrazito je homogena, izgrađena od slojeva vapnenaca krednih, tercijarnih i kvartarnih starosti. Na takvoj geološkoj podlozi razvili su se različiti tipovi šumskih tala od kojih su najznačajnije reliktne crvenice, smeđa koluvijalna tla i rendzine. Prema vegetacijskoj zonaciji i pojasu, sastojine na Vidovoj gori pripadaju hemimediteranskoj zoni mediteransko-montanskog pojasa, povrh šuma

hrasta crnike i alepskoga bora. Tipološki pripadaju zajednici dalmatinskoga crnog bora i crnike (*Querco ilicis-Pinetum dalmaticae* Trinajstić 1986), prema Vukeliću i dr. (2009).

Pokusne plohe postavljene su krajem siječnja 2008. godine. Ukupno je postavljeno 12 pokusnih ploha, odnosno po tri pokusne plohe u četiri ponavljanja, prema različitim uvjetima zastrtosti sklopa: *gola površina* (odsjek 66g) – površina koja nije zastrta krošnjama nadstojnih stabala i odgovara goloj pomladnoj površini, *rub sastojine* (granica odsjeka 62d i 38i te 38g i 38i), *progaljeni sklop* (odsjeci 59c i 60c) – predstavlja dio sastojine s 50% zastrtosti tla krošnjama, i *potpuni sklop* (odsjeci 59c i 60c) – gdje se krošnje nadstojnih stabala dodiruju. Plohe su dimenzija 2 x 4 m, površine 8 m^2. Ukupna analizirana površina iznosi 96 m^2.

Na pokusnim plohama svim su stablima mjereni sljedeći parametri: *h* – visina biljke (cm), $ih_{1...5}$ – duljina zadnjih pet internodija na deblovnoj osi stabla (cm), d_{10} – promjer debla na visini 10 cm od razine tla (mm), *il* – duljina postranog izbojka (cm), *AGE* – dob tri dominantna stabla na svakoj plohi (brojenjem godova na poprečnom



Slika 1. Areal šuma dalmatinskoga crnoga bora na otoku Braču
Figure 1 *Distribution of forests of Dalmatian black pine on the island of Brač*

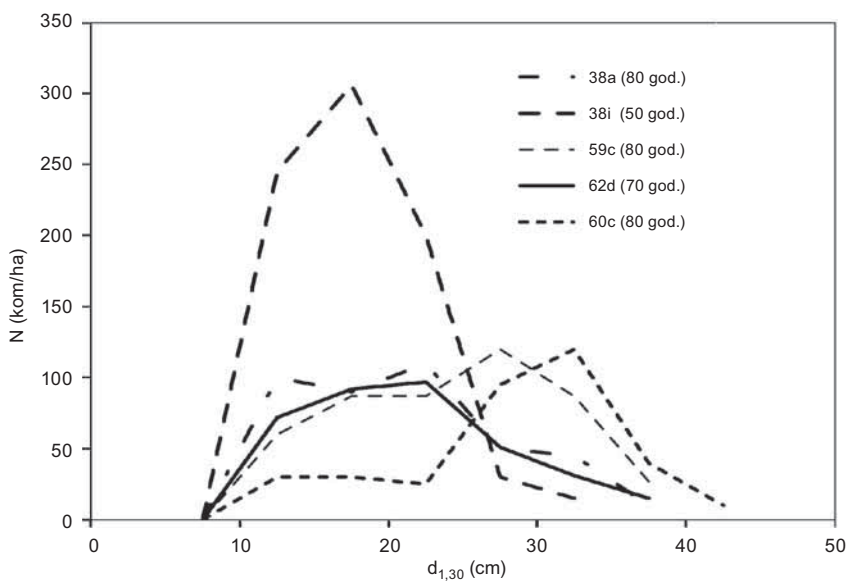
presjeku žilišta). Kvaliteta pomlatka procjenjivana je okularno u tri kategorije. Prva kategorija s oznakom (+) označava zdrava, vitalna stabla pravilne i simetrične krošnje, oznaka (–) predstavlja stabla loše vitalnosti i nepravilno razvijene krošnje, dok ocjena (+/-) označava stabla intermedijarnih karakteristika između prve dvije navedene grupe.

REZULTATI / *RESULTS*

Struktura sastojine / *Stand structure*

Da bismo podrobnije analizirali sastojinske prilike na istraživanom području, iz važećih Osnova gospodarenja za G.j. Vidova gora preuzeli smo podatke o strukturi sastojina. Gustoća sastojina za planom pokusa odabrane lokalitete kreće se u rasponu 350 – 797 kom/ha, a drvna zaliha 79 – 202 m^3/ha. Srednji sastojinski promjer iznosi od 18,5 cm u 50-godišnjoj sastojini do 29,3 cm u 80-godišnjoj sastojini. Srednja sastojinska visina u rasponu je 10,2 – 12,0 m. Volumni prirast kreće se u rasponu 1,1 – 3,3 m^3/ha.

Svi analizirani odsjeci imaju slab obrast, koji je najniži u 62d odsjeku u iznosu 0,42, a najviši u 59c i iznosi 0,75. Distribucije broja stabala debljinskim stupnjevima i dobi pokazuju unimodalni oblik i očekivano s porastom dobi poprimaju spljošteniji oblik i pomiču se udesno (slika 2).



Slika 2. Distribucije stabala po prsnim promjerima
Figure 2 *Distribution of tree number per dbh*

Gustoća i morfologija pomlatka / *Density and morphology of the young growth*

Najveća gustoća pomlatka utvrđena je u uvjetima potpunog sklopa krošanja (N = 2,3 kom/m^2), dok je najmanja gustoća utvrđena na goloj površini (N = 0,8 kom/m^2). Plohe koje se nalaze na rubu sastojine i u uvjetima progaljenog sklopa imaju podjednaku gustoću pomlatka u rasponu 1,7 – 1,8 kom/m^2 (tablica 1).

Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli ukazuju na najveću prosječnu visinu pomlatka uzraslog na goloj površini od 158,09 cm u odnosu na pomladak pod zastorom nadstojnih stabala 83,91 cm. Prosječna visina pomlatka na rubu sastojine i progaljenom sklopu približno je jednaka, 136,99 i 140,22 cm (tablica 1).

Prosječni visinski prirast terminalnog izbojka posljednjeg ljeta gotovo je pet puta veći na goloj površini nego pod zastorom. Prosječni prirasti terminalnog izbojka u poljednjih pet godina bitno su različiti od prirasta u uvjetima progaljenog sklopa, ruba sastojine i potpunog sklopa. Usporedbe radi, prosječni visinski prirast zadnje godine iznosi 35,45 cm na goloj površini, dok je pod potpunim sklopom svega 6,53 cm (tablica 1).

Tablica 1. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli prema stupnju sklopa
Table 1. *Average values of measured variables according to crown density degree*

Sklop *Crown density*	*h* (cm)	ih_1 (cm)	ih_2 (cm)	ih_3 (cm)	ih_4 (cm)	ih_5 (cm)	d_{10} (mm)	*AGE* (god.)	*Kvaliteta* *(%)*	*N* (kom/m^2)
gola površina *bare area*	158,09	35,45	20,68	23,98	15,56	17,84	51,78	12,00	0,93	0,8
progaljeni sklop *open canopy*	140,22	13,15	10,61	10,40	9,24	10,60	33,60	14,11	1,00	1,7
rub sastojine *stand edge*	136,99	11,00	9,89	10,70	9,76	9,54	37,70	16,67	1,00	1,8
potpuni sklop *full canopy*	83,91	6,53	5,87	6,23	5,54	4,98	18,09	14,89	0,83	2,3

h (cm) – visina pomlatka (sapling height)
h_1 – visinski prirast 2008. godine (height increment of the last terminal shoot)
d_{10} – promjer na 10 cm visine od razine tla (root neck diameter on the 10 cm height above ground)
AGE – dob (god.)
Kvaliteta (%, Quality)
N – gustoća pomlađivanja po m^2 (regeneration density per m^2)

Pomoću neparametarskog Kruskal-Wallisova testa analizirane su razlike između mjerenih varijabli (tablica 1) prema stupnju zastrtosti sklopa. Značajne razlike u svim mjerenim varijablama utvrđene su između pomlatka uzraslog na goloj površini i ostalih varijanti (tablica 2). Pomladak uzrastao na goloj površini ne razlikuje se bitno od pomlatka na rubu sastojine i u poluzastoru. S obzirom na visinske priraste terminalnog izbojka u posljednjih pet godina vidimo da je on mnogo veći na goloj površini nego u svim ostalim uvjetima zastrtosti.

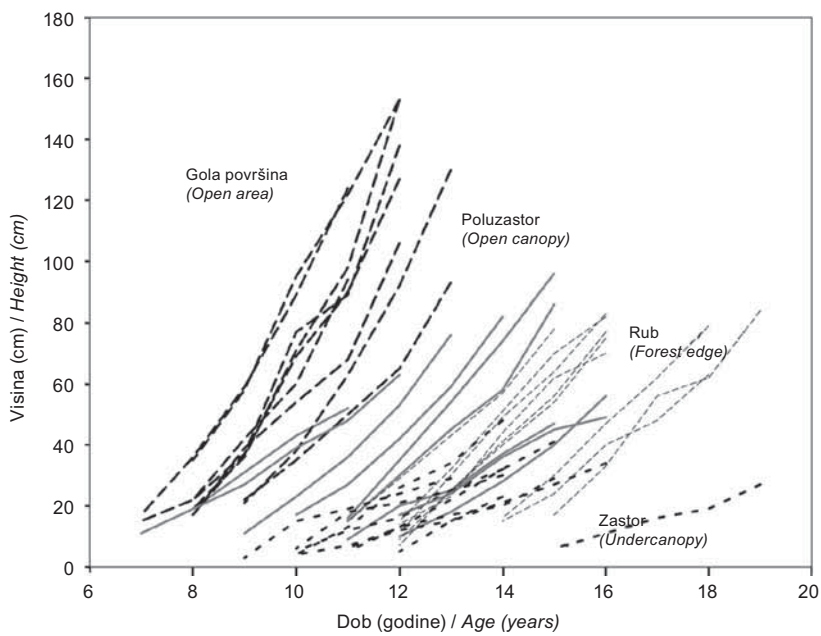
Tablica 2. Rezultati Kruskal-Wallisova testa prema grupama zastrtosti i mjerenim parametrima za α= 5%

Table 2. *Results of the Kruskal-Wallis test according to crown density groups and measured parameters for* α= *5%*

Grupa *Group*	*H* (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_3 (cm)	h_4 (cm)	h_5 (cm)	$d_{0.10}$ (mm)
gola površina *bare area*	D	B,C,D	B,C,D	B,C,D	B,C,D	B,C,D	D
progaljeni sklop *open canopy*							
rub sastojine *stand edge*							
potpuni sklop *full canopy*	A, B, C	A, B, C	A, B, C	A, B, C	A, B, C	A, B, C	A, B, C

Visinski rast i prirast pomlatka / *Height growth and increment of the young growth*

Analizom visinskog prirasta posljednjih pet godina utvrđen je najveći prirast stablima uzraslim na goloj površini, dok najmanji iznos prirasta imaju stabla uzrasla pod potpunim sklopom nadstojnih stabala. Veće razlike između pomlatka na



Slika 3. Kumulativne krivulje visinskoga prirasta prema dobi i stupnju sklopa

Figure 3 *Cumulative curves of height increment according to the age and crown density degree*

rubu sastojine i u uvjetima progaljenog sklopa nisu uočene. Na slici 3 prikazane su kumulativne vrijednosti visinskoga prirasta pomlatka raspona dobi 7 – 19 godina prema stupnju sklopa. Ako usporedimo te krivulje u rasponu 10 – 12 godina, onda vidimo da pomladak na goloj površini ima puno veću visinu od onoga pod zastorom, koji jedva doseže visinu od 20 cm.

Autokorelacijska vrijednost visinskog prirasta koja označava korelaciju između prirasta uzastopnih godina visoka je i kreće se u rasponu 0,55 – 0,72. Tako velik iznos autokorelacije ukazuje na visoku ovisnost visinskoga prirasta o okolišnim čimbenicima.

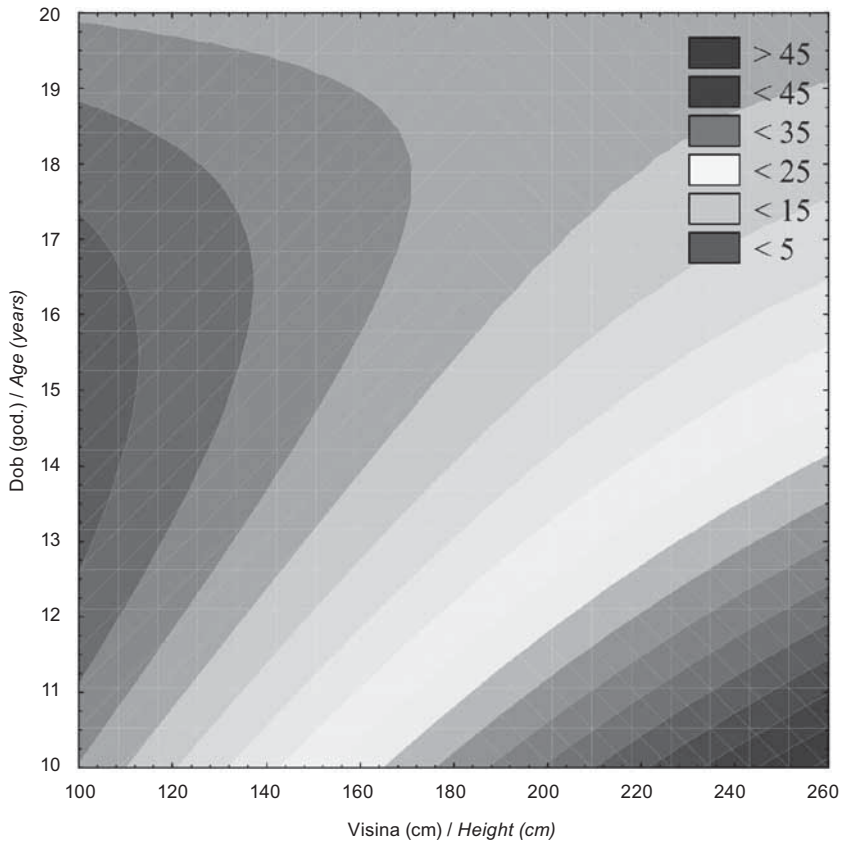
Iznos omjera visine i promjera (H/d) na pomlatku može se izraziti kao individualni indeks vitalnosti. Pomladak koji raste u uvjetima kompeticije ima veći iznos H/d indeksa od pomlatka koji nije limitiran kompeticijskim stresom. Tako stabla na goloj površini imaju prosječni H/d odnos 3,08, a ona pod sklopom 4,60.

Visinski prirast ovisi o genotipskim značajkama i okolišnim čimbenicima u kojima se razvija pomladak. Kako bismo analizirali što od mjernih varijabli najviše utječe na visinski prirast, koristili smo se metodom multiple regresije. Nezavisne su varijable: promjer na visini 10 cm od razine tla ($d_{0,10}$), visina biljke (*H*) i dob biljke (*AGE*) a zavisna varijabla prosječni je petogodišnji visinski prirast. Pri izgradnji modela korištena je *stepwise forward* metoda. Značajne varijable koje utječu na visinski prirast pomlatka crnoga bora jesu visina *H* (p = 0,0055) i dob biljke *AGE* (p = 0,0000). Ukupna objašnjena varijabilnost visinskoga prirasta pomoću te dvije varijable iznosi R_{adj} = 0,66. Srednja kvadratna pogreška iznosi *MSE* = 17,72, a relativna srednja kvadratna pogreška 4,21. Kako je visina pomlatka značajno različita u uvjetima gole površine i zastora krošanja, možemo ustvrditi da veća zastrtost preko visine utječe na prosječni prirast pomlatka crnoga bora.

Tablica 3. Parametri modela multiple regresije
Table 3. *Parameters of the multiple regression model*

Varijable *Variables*	Vrijednost *Value*	Pogreška *Std. error*	t	Pr > |t|	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
Intercept	22,688	5,079	4,467	< 0,0001	12,341	33,034
AGE (god.)	-2,076	0,354	-5,856	< 0,0001	-2,798	-1,354
d (mm)	0,092	0,069	1,332	0,192	-0,049	0,234
H (cm)	0,098	0,033	2,974	0,006	0,031	0,165

Na slici 3 vidimo da pomladak bora, što je veće visine i što je mlađi, ima i veći prosječni petogodišnji visinski prirast. Tako biljke visine veće od 200 cm i dobi 10 – 13 godina imaju prirast od 45 cm.



Slika 4. Ovisnost prosječnog petogodišnjeg visinskog prirasta terminalnog izbojka, ih_5 (cm), o visini pomlatka, *H* (cm), i dobi, *AGE* (godine)

Figure 4 *Dependence of average five-year height increment of the terminal shoot, ih_5 (cm), on the height, H (cm), and age of the young growth, AGE (years)*

Razlike u mikrostanišnim prilikama analizirane su pomoću klasterske analize. Iz dendrograma jasno vidimo da se razdvajaju dva tipa mikrostaništa: gola površina i potpuni sklop, dok su rub sastojine i progaljeni sklop podjednaki s obzirom na varijable uključene u analizu (slika 5).

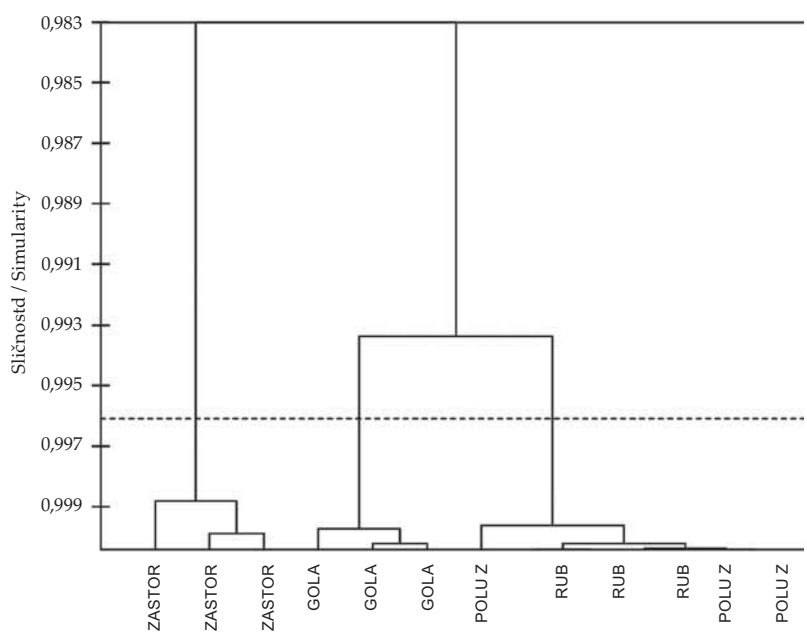
Iz rezultata klasterske analize možemo zaključiti da se na istraživanom području nalaze tri različita tipa mikrostaništa s obzirom na zastrtost sklopa. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli za navedena tri tipa mikrostaništa prikazane su u tablici 5. Sve su vrijednosti veće na pomlatku koji se nalazi na goloj površini u odnosu na pomladak koji se nalazi pod potpunim sklopom. Jedino je gustoća pomlatka po jedinici površine (N) znatno manja na goloj površini nego pod zastorom. Razlog za to

vjerojatno je veća kompeticija i brže izlučivanje kompetentnijih jedinki u povoljnijim okolišnim uvjetima s obzirom na sklop.

Tablica 4. Varijable korištene za klastersku analizu. *H* (cm) – prosječna visina pomlatka na pokusnoj plohi, *AGE* (god) – prosječna dob, kvaliteta – relativni iznos kvalitetnih biljaka na plohi, *N* (kom/m^2) – gustoća pomlatka, Ih_5 – prosječni petogodišnji visinski prirast

Table 4. *Variables used for cluster analysis. H (cm) – average height of the young growth in the sample plot, AGE (years) – average age, Quality – relative amount of good quality plants in the plot, N (pcs/m^2) – young growth density, Ih_5 – average five-year height increment*

Varijable *Variables*	Observation	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
H (cm)	12	70,00	182,18	129,80	34,97
AGE (god)	12	11,67	17,67	14,42	1,89
Kvaliteta *Quality*	12	0,73	1,00	0,94	0,11
Gustoća *Density*	12	0,63	3,00	1,63	0,64
Ih_5 (cm)	12	5,01	27,20	12,38	6,83



Slika 5. Dendrogram hijerarhijske klasterske analize

Figure 5 *Dendrogram of hierarchical cluster analysis*

Tablica 5. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli prema grupama mikrostaništa
Table 5. *Average values of variables according to site microgroups*

Sklop *Crown density*	Klaster	*H* (cm)	*AGE* (god)	*Kvaliteta* (%)	*N* (kom/m^2)	*ih* (cm)
gola površina / *bare area*	1	158,09	12	0,9	0,8	22,7
rub sast. / prog. sklop *stand edge / open canopy*	2	138,61	15	1	1,7	10,49
potpuni sklop / *full canopy*	3	83,91	15	0,8	2,3	5,83

RASPRAVA / *DISCUSSION*

Rezultati provedenog istraživanja ukazuju na strukturne značajke pomlatka dalmatinskoga crnoga bora na otoku Braču. Sastojine dalmatinskoga crnoga bora izuzetno su važne za otok Brač. Osim s gospodarskog stajališta, značajnije su njihove općekorisne funkcije, osobito u kontekstu protuerozijske i krajobrazne funkcije šuma. Osim toga, lokalitet na otoku Braču jedan je od rijetkih na dalmatinskim otocima na kojemu se pojavljuje podvrsta dalmatinski crni bor, koji se od 1998. godine nalazi se na IUCN-ovoj listi ugroženih vrsta pod kategorijom osjetljive vrste.

Stabilnost i potrajnost šumske sastojine ovisi o uspjehu njezine obnove. Poznavanje mehanizma prirodne obnove i šumskouzgojnih karakteristika pomlatka određene vrste ključni su za koncipiranje uspješnog pomlađivanja po načelima prirodi bliskog gospodarenja.

Dalmatinski crni bor, kao i većina podvrsta crnoga bora, ima karakteristike pionirskih vrsta: brzu ontogenezu, kratak životni vijek, brz rast i prirast, čestu produkciju velikih količina sjemena, lagano rasprostiranje sjemena na veće udaljenosti.

Pomlađivanje šumske sastojine provodi se šumskouzgojnim zahvatima kojima se postupno reducira stupanj zastrtosti pomladne površine krošnjama nadstojnih stabala. Drugim riječima, obnovom sastojine reguliraju se svjetlosne prilike na pomladnoj površini kako bi se osigurao nesmetan razvoj poniku i pomlatku na tlu. Osim svjetla, regulira se i bilanca vode u tlu, evapotranspiracija i temperatura te se poboljšavaju svojstva tla koja su svojstvena mediteranskim uvjetima (Gómez-Aparicio i dr. 2009). Prema Cerro i dr. (2009), da bismo uspješno obnovili sastojine crnoga bora, moramo reducirati temeljnicu sastojine za 30 – 40% što je najprihvatljiviji koncenzus između svjetla i vodne bilance tla.

Ljetna suša smatra se glavnim čimbenikom koji sprječava veće preživljavanje ponika i pomlatka crnoga bora (Cerro i dr. 2009). Prema Tiscaru i Linaresu (2007), preživljenje ponika crnoga bora tijekom ljeta manje je od 6% u odnosu na ponik koji se pojavio u proljeće iste godine.

Osim suše i prirodnih predatora, velik negativan utjecaj na preživljavanje ponika i pomlatka na sjemenu ima i debeli sloj listinca, koji klica mladoga sjemena ne može probiti.

Osim stanišnih čimbenika bitnih za preživljavanje ponika i pomlatka, važna je i plodnost stabala. Plodnost se može definirati kao fiziološka sposobnost stabla da producira zdravo i vitalno sjeme. Tako Tíscar i Linares (2011) utvrđuju da se plodnost sjemena crnoga bora smanjuje s dobi stabala, osobito jedinki starijih od 200 godina. S obzirom na tu činjenicu on predlaže ophodnju od 120 godina u gospodarskim sastojinama, a 200 godina gornju granicu s obzirom na plodnost stabala. Stabla starija od 200 godina imaju 7,5 puta manju plodnost u odnosu na stabla starosti 120 godina. Crni bor poznat je kao vrsta koja tijekom vremenskog razdoblja u određenim intervalima 3 – 4 godine producira velike količine sjemena (Ruiz de la Torre 1979).

Iz ovoga vidimo da pomlađivanje može biti limitirano uvjetima ekoloških čimbenika bitnih za preživljavanje te rast ponika i pomlatka. Prema Tíscar i Linares (2011), varijacije u temperaturi tla te sadržaju vlage krucijalni su čimbenici važni za uspješnu prirodnu obnovu. Prema njihovu istraživanju, heterogenost mikrostanišnih uvjeta na pomladnoj površini utječe na pojavnost ponika, pa mikrostanište na goloj površini pruža najbolje uvjete za klijanje sjemena, dok je mikrostanište u progalama najlošije. Preživljavanje je pomlatka znatno veće na goloj površini u usporedbi s umjetno kreiranim progalama. Heterogeno stanište na maloj površini može biti rezultat prirodne varijabilnosti u mikroklimi i vlagi tla, te je kao takvo inicijalna jezgra za pojavu i veće preživljavanje ponika i pomlatka (Gómez-Aparicio 2008). Premda potpuni sklop pruža zaštitu od ekstremnih temperatura i evapotranspiracije, on može utjecati na povećanu sušu zbog toga što adsorpcija vode i pristiglog svjetla ne kulminiraju istovremeno (Sánchez i dr. 2006).

Rezultati istraživanja morfologije pomlatka na otoku Braču ukazuju na tri različita stadija razvoja u ovisnosti o stupnju zastrtosti sklopa.

Rast i razvoj borova pomlatka u uvjetima gustoga sklopa ne pogoduje normalnom razvoju pomlatka, što je vidljivo iz iznosa prosječnog petogodišnjeg visinskog prirasta terminalnog izbojka koji u prosjeku iznosi 5,83 cm na rubu, na poluzastoru 10,49 cm, a na goloj površini 22,70 cm. Sa slike 3 vidljivo je da mlađe biljke raspona dobi 7 – 12 godina imaju gotovo četiri puta veću visinu i brži rast od pomlatka koji se razvija pod sklopom, a u prosjeku je dobi 10 – 15 godina.

Sve navedene spoznaje i istraživanja trebalo bi integrirati u sustav gospodarenja i samim time uzgajanja šuma dalmatinskoga crnoga bora. Također neka od iskustava europskih zemalja mogu biti dobar putokaz pri odabiru pravilne metode obnove crnoga bora na otoku Braču.

Tako se na primjeru Španjolske obnova crnoga bora oplodnim sječama pod zastorom krošanja starih stabala s pomladnim razdobljem od 20 godina i ophodnjom

u trajanju 100 – 120 godina nije pokazala učinkovitom metodom. Danas se nastoje uvesti nove metode uzgajanja šuma kao preborne sječe ili oplodnih sječa s dugim pomladnim razdobljima.

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

S obzirom na stupanj zastrtosti tla razlikuju se tri tipa mikrostaništa koja utječu na pomlađivanje dalmatinskoga crnog bora: gola pomladna površina, rub sastojine/progaljeni sklop i potpuni sklop. Uvjeti pomlađivanja progaljenog sklopa i na sastojinskim rubovima podjednaki su s ekološkog aspekta.

Pojavnost pomlatka dalmatinskoga crnog bora podjednaka je na svim mikrostaništima. Međutim, rast i razvoj pomlatka u uvjetima potpunoga sklopa ne pogoduje njegovu normalnom razvoju, dok gole pomladne površine treba izbjegavati zbog opasnosti od erozije i negativnog utjecaja ekstremnih mikroklimatskih prilika na preživljenje mladog naraštaja.

Stare sastojine dalmatinskoga crnog bora trebalo bi pomlađivati metodama pod zastorom krošanja starih stabala, oplodnim sječama, u kratkom pomladnom razdoblju, u dva sijeka. Moguća je primjena rubne sječe čiji je ekološki efekt podjednak pomlađivanju pod zastorom. To se posebice odnosi na pojase uz trase infrastrukturnih objekata.

Daljna istraživanja treba usmjeriti na monitoring pomlatka, s detaljnijim istraživanjima mikroklime, poglavito temperature i vlage površinskog sloja tla.

Literatura / *References*

Anić, M., 1957: Crni bor u sjevernom Velebitu. Glasnik za šumske pokuse, 13: 461-508.

Anić, I., 2003: Promjena sastojinskog oblika prirodnim pomlađivanjem na primjeru šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u Senjskoj dragi. Šumarski list, 127: 41-49.

Barčić, D., Ž. Španjol, R. Rosavec, 2011: Impact on Site and Development of Black Pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) Forest Cultures in the Submediterannean Karst Area. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 131-140.

Cerro A., M. E. Lucas, E. Martínez, F. R. López, M. Andrés, F. A. García, R. Navarro, 2009: Influence of stand density and soil treatment on the Spanish Black Pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) regeneration in Spain. Inv. Agr. Sist. Recur. For., 18: 167-180.

Graham R. T., A. E. Harvey, M. F. Jurgensen, 1989: Effects of site preparation on survival and growth of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziessi* Mirb. Franco.) seedlings. New Forests, 3: 89-98.

Gómez-Aparicio, L., 2008: Spatial patterns of recruitment in Mediterranean plant species: Linking the fate of seeds, seedlings and saplings in heterogeneous landscapes at different scales. Journal of Ecology, 96: 1128-1140.

Gómez-Aparicio L., F. Valladares, R. Zamora, 2006: Differential light responses of Mediterranean tree saplings: linking ecophysiology with regeneration niche in four co-occurring species. Tree Physiology, 26: 947-958.

Gómez-Aparicio L., M. A. Zavala, F. J. Bonet, R. Zamora, 2009: Are Pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic an biotic gradients. Ecological Applications, 19: 2124-2141

Liber, Z., T. Nikolić, B. Mitić, 2003: Intra- and interpopulation relationships and taxonomic status of *Pinus nigra* Arnold in Croatia according to morphology and anatomy of needles. Acta soc. bot. Pol., 71: 141-147.

Ivančević, V., 1998: 120. obljetnica osnutka posebne senjske šumarske ustanove Kraljevskog nadzorništva za pošumljenje krasa krajiškog područja – Inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti i uređenja bujica. Šumarski list, 122(11-12): 552-555.

Matić, S., 2007: Zahvati njege i obnove kao načini pridobivanja drva za energiju i povećanja kvalitete šuma u Hrvatskoj. U: S. Matić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 17-41, Zagreb.

Petračić, A., 1942: Ing. A. Perušić: Prilog rješavanju pitanja kultiviranja našeg krasa. Šumarski list, 3: 88.

Rauš, Đ., Ž. Španjol , Z. Šikić, 1995: Sukcesija šume crnog bora na trajnoj pokusnoj plohi broj 50 u NP Paklenica. U: N. Tvrtković (ur.), Paklenički zbornik 1, Simpozij povodom 45. Godišnjice NP Paklenica, 119-128, Starigrad-Paklenica.

Ruiz de la Torre, J., 1979: Arboles y arbustos de la España peninsular. ETSI Montes. Fundac. Conde del Valle de Salazar. Madrid, 512 pp.

Richardson, D. M., S. I. Higgins, 1998: Pines as invaders in the southern hemisphere. In: Richardson, D. M. (ed), Ecology and biogeography of *Pinus*, p. 450-473, Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Sánchez-Gómez, D., F. Valladares, M. A. Zavala, 2006: Performance of seedlings of Mediterranean woody species under experimental gradients of irradiance and water availability: Trade-offs and evidence for niche differentiation. New Phystol, 170: 795 – 806.

Šarić, I., 2008: Analiza strukture i kvalitete prirodnog mladika dalmatinskog crnog bora (*Pinus nigra* Arnold ssp. *Dalmatica* /Vis./ Franco). Diplomski rad, mentor I. Anić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Tomljanović, M., 2001: Razvoj vegetacije crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na trajnoj pokusnoj plohi broj 51 – Senjska draga. Diplomski rad, Šumarski fakultet, 40 str., Zagreb.

Tomašević, A., B. Kulić, Ž. Španjol, T. Kružić, 2003: Razvoj sastojine i meliorativna uloga kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) na području šumskoga predjela Lonja – Biljin, Šumarija Rijeka. Šumarski list, 127 (11-12): 579 – 596.

Trinajstić, I., 1986: Fitogeografsko raščlanjenje šumske vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja – polazna osnovica u organizaciji gospodarenja mediteranskim šumama. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd., 2: 53-67.

Tíscar, P. A., J. C. Linares, 2007: *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* forests from southeast Spain: using structure and process information to guide management. In: Pine Forests: Types, Threats and Management. Editor: Chris Thomas Frisiras. Nova Science Publishers, Inc.

Tíscar, P. A., J. C. Linares, 2011: Structure and Regeneration Patterns of *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* Natural Forests: A Basic Knowledge for Adaptive Management in a Changing Climate. Forests, 2: 1013-1030.

Querejeta, J. I., A. Roldán, J. Albadalejo, V. Castillo, 2001: Soil water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. Forest Ecology and Management, 149: 115-128.

Vallejo, V. R, S. Bautista, J. Cortina, 2000: Restoration for soil protection after disturbances. In: Life and Environment in the Mediterranean, L. Trabaud (ed.), Advances in Ecological Sciences 3, WIT press, Boston, pp. 301-343.

Vidaković, M., 1957: Oblici crnoga bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica. Glasnik za šumske pokuse, 13: 111-248.

Vidaković, M., 1991. *Pinus nigra*. In: Vidaković, M. (ed.): Conifers: Morphology and variation, Grafički Zavod Hrvatske, Zagreb, pp. 491-520.

Vukelić J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj. Nacionalna ekološka mreža (priručnik), Državni zavod za zaštitu prirode Republike Hrvatske, Zagreb.

Natural Regeneration of the Dalmatian Black Pine (Pinus nigra *J. F. Arnold subsp.* dalmatica */Vis./ Franco*) *on the Island of Brač*

Summary

There has been no recent research into the natural regeneration and development of young growth of the Dalmatian black pine in Croatia. The goal of this research was to determine the impact of crown density on the density, height increment and quality of young plants of black pine. The research was conducted in the MU Vidova Gora, the Brač Forest Office, and the Split Forest Administration. Sample plots were established at the end of January 2008 in the developmental stage of young growth and in different light conditions: a) bare area; b) stand edge; c) open canopy; d) full canopy. Three sample plots sized 2 x 4 m were set up in each light condition. The quantitative and qualitative characteristics of young growth were measured in the plots. In terms of the measured quantitative parameters, best results were found in the bare area. Qualitative parameters showed better results under the crown cover. The conditions in stand edges were equal to those in the open canopy. The obtained results show that these stands can be regenerated naturally using the shelterwood method, with shelterwood cutting or with edge cutting.

Keywords: Pinus nigra *J. F. Arnold subsp.* Dalmatica */Vis./ Franco; Dalmatian black pine; island of Brač; natural regeneration; crown density; morphology of the young growth.*

Akademik Igor Anić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma,
p. p. 422, HR – 10002 Zagreb,
anic@sumfak.hr

Dr. sc. Stjepan Mikac,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma,
p. p. 422, 10002 Zagreb

Ivo Šarić, dipl. ing. šum.,
Hrvatske šume d.o.o. Zagreb,
Uprava šuma Podružnica Split,
Zvonimirova 35, 21000 Split

PROIZVODNI POTENCIJAL BIOMASE CRNOG BORA (*PINUS NIGRA* ARN.) U ŠUMSKIM KULTURAMA

BIOMASS PRODUCTION POTENTIAL OF THE BLACK PINE (PINUS NIGRA ARN.) *IN FOREST CULTURES*

Željko Zečić, Dinko Vusić

Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja nadzemne biomase stabala crnoga bora na tri lokaliteta u Republici Hrvatskoj. Nasumično odabrani uzorak činilo je 100 stabala na području Šumarije Gospić u Gospodarskoj jedinici Zapadni Resnik, 40 stabala na području Šumarije Sinj u Gospodarskoj jedinici Kamešnica i 16 stabala na području Šumarije Split u Gospodarskoj jedinici Borovača. Količina i struktura nadzemne biomase stabala određena je metodom sekcioniranja uz izvagu preostalih nesekcioniranih dijelova stabala. Konstruirane su visinske krivulje za svaki lokalitet i obavljena je regresijska analiza ovisnosti količina nadzemne biomase pojedinih dijelova stabla o prsnome promjeru. Za pretvorbu izjednačenih količina svježe biomase u iznos apsolutno suhe biomase na razini stabla korišteni su podaci iz literature i prethodnih istraživanja. Izračunate su ukupne količine nadzemne biomase srednjih sastojinskih stabala za istraživane odsjeke. Ukupna je količina biomase iskazana na razini odsjeka. Od četiri istraživana odsjeka najveće su izračunate količine na lokalitetu Gospić, odsjek 49 B (153,7 t/ha), kao rezultat znatno većih srednjih sastojinskih visina i promjera stabala te na lokalitetu Split, odsjek 49 A (154,2 t/ha), kao rezultat znatno većega broja stabala po hektaru. Na temelju rezultata istraživanja može se zaključiti da su naše šumske kulture crnoga bora bogat izvor šumske biomase, ali i da u njima vladaju raznoliki terenski uvjeti koji će neminovno doći do izražaja pri radovima pridobivanja drva/biomase.

Ključne riječi: biomasa; crni bor; šumske crnogorične kulture.

UVOD / *INTRODUCTION*

Danas, kada je pred šumarsku znanost i struku postavljen izazov davanja primjerenog odgovora zahtjevima tržišta za povećanom potražnjom novog šumskog proizvoda u obliku drvnoga iverja za energiju, nužno je aktivirati sve potencijale

koji postoje u našim sastojinama uključujući i potencijale šumskih kultura četinjača, koji do sada iz niza razloga nisu bili potpuno iskorišteni. Prije svega zbog nezainteresiranosti tržišta, odnosno drvno-prerađivačke industrije, za takvom sirovinom, a zatim zbog visokih troškova pridobivanja drva ručno-strojnim radom na sječi i izradi te ponegdje i slabije otvorenosti šuma.

Područje hrvatskoga krša, posebno njegov otočni i obalni dio sa zaleđem, oskudijeva u vlastitoj energiji, a raspoloživim ogrjevnim drvom domaćinstva se koriste neracionalno i ekološki nepodobno (Krpan i Poršinsky 2001).

Postojeće crnogorične šumske kulture na području hrvatskoga krša često su osnivane namjenski. Ponajprije za zaštitu tla od erozije i oplemenjivanje krajolika u turističkim područjima, ali i za proizvodnju celuloznoga drva (Krpan 1996). U kulturama četinjača na području krša najzastupljenije su vrste crni bor te alepski i brucijski bor (Matić i dr. 1992). Navedene vrste zbog niza objektivnih, ali i subjektivnih, razloga nisu pronašle svoje mjesto na tržištu drvnih sortimenata, djelomično i zbog toga što prerada i tržište drvnih sortimenata nisu razvijeni u njihovu arealu. Stoga su navedene kulture do danas zadržale ponajprije svoju ulogu pretkultura radi stvaranja uvjeta za povratak autohtonih vrsta šumskoga drveća, čak i u slučajevima kada im je prvotna namjena bila proizvodnja drvne tvari.

Prema Šumskogospodarskoj osnovi područja RH (Anon. 2006), za razdoblje od 2006. do 2015. godine propisani desetogodišnji etat za crni bor iznosi 273.000 m^3, odnosno 0,4% ukupnoga etata. Planirani postotni odnos prema postojećim sortimentnim tablicama trgovačkoga društva Hrvatske šume, tehničke hoblovine, prostornog drva i otpada za crni bor iznosi 26% : 54% : 20% u obujmu krupnog drva do 7 cm.

Navedena ograničenja pri uporabi drvnih sortimenata tehničke hoblovine, ali i nepoznata količina biomase za energiju sadržana u stablu izvan kategorije krupnoga drva, nalažu istraživanja kako bi se u trenutku moguće pretvorbe cijeloga stabla u iver moglo pravilno planirati te izvršiti i kontrolirati radove pridobivanja drva/biomase.

PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA / *PROBLEM AND AIM OF RESEARCH*

Proizvodna funkcija šume jedna je od više funkcija po kojoj se na godišnjoj razini proizvede određena količina drvnih sortimenata za daljnju mehaničku preradu (trupci) ili neposrednu uporabu (tanja tehnička oblovina) te prostorno drvo za energetsku uporabu ili kemijsku preradu.

Ukupna nadzemna biomasa stabla predmet je intenzivnih znanstvenih istraživanja tijekom zadnja četiri desetljeća. Istraživanje strukture nadzemne biomase stabla kao energetskog potencijala započelo je 70-ih godina 20. stoljeća najavom

energetske krize, odnosno pomanjkanjem fosilnih goriva. Korištenjem samo krupnog drva stabla do 7 cm s korom ostavlja se pokraj panja u sječini i do 30% ukupne nadzemne biomase stabla (Bojanin 1987).

Drvna zaliha crnoga bora iznosila je 1996. godine 2,83 mil. m^3, a 2006. znatno više, odnosno 3,89 mil. m^3 (ŠGOP 2006).

Prema podacima Prve nacionalne inventure šuma, šumske kulture crnoga bora zauzimaju površinu od 32.260 ha, odnosno 1,36% ukupne šumske površine. Ukupna drvna zaliha crnoga bora iznosi 7.228.000 m^3, odnosno 1,31% ukupne drvne zalihe od 552.146.000 m^3 u državnim i privatnim šumama. Navedenu drvnu zalihu čini 31.053.000 živostojećih stabala crnoga bora, zatim je utvrđena količina od 5.160.000 živoležećih stabala te 5.302.000 suhostojećih stabala (Čavlović 2010). Prosječni prsni promjer navedene drvne zalihe crnoga bora iznosi 28 cm, prosječna je visina stabla 13 m, a prosječni obujam stabla iznosi 0,75 m^3 (Čavlović 2010).

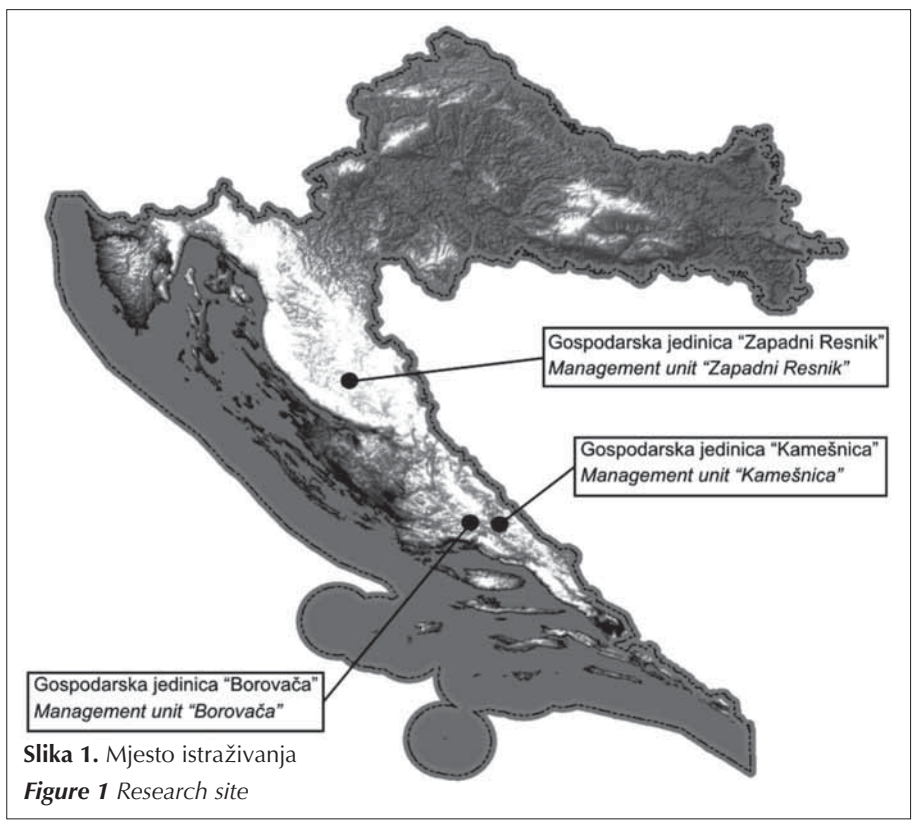
Prva konferencija Trećeg razvojnog programa pod nazivom *Energija iz biomase 1* održana je 1986. u Bruxellesu, pod pokroviteljstvom Komisije Europske unije (Grassi i Zibetta 1986). Slijedom događanja na području je bivše države 1987. u Beogradu održan znanstveno-stručni simpozij pod nazivom *Korištenje šumske biomase za energetiku*. Stvaranjem samostalne i neovisne Republike Hrvatske osnovano je jedinstveno poduzeće Hrvatske šume, koje je financiralo više znanstvenih projekata. Jedan je od njih *Korištenje i upravljanje kapitalom u šumarstvu, Potprojekt 1. Iskorištavanje biomase* (1996. – 2000.; 2001. – 2005.). U sljedećem petogodišnjem razdoblju u okviru projekta *Šumska biomasa i tehnologije pridobivanja* započeto je istraživanje strukture nadzemne biomase četinjača. Od 2011. je, također s Hrvatskim šumama, ugovoren projekt *Kakvoćna struktura šumske biomase i proizvodnost sustava pridobivanja* na temelju kojega se provode istraživanja potencijala šumske drvne biomase. Inovativno se u hrvatsko šumarstvo od 2007. uvode nove tehnologije za pridobivanje novog šumskog proizvoda – drvnog ivera, odnosno drvne sječke. Iste se godine na području nizinskih šuma u Hrvatskoj, pretežno u oplodnim sječama, uvodi nova metoda izrade drvnih sortimenata. Tehnička se hoblovina izrađuje pokraj panja, a preostali se dio stabla trupi (krošnja sa sitnom granjevinom) u nekoliko dijelova te izvozi na pomoćno stovarište. Tijekom 2010. na području ličkog sredogorja, u šumskim kulturama četinjača Šumarije Gospić i Perušić, za potrebe znanstvenog istraživanja primjenjivale su se stablovna metoda, polustablovna metoda i metoda utovarnih duljina stabla pridobivanja šumske drvne biomase. Nadalje su se početkom 2011. u panjačama bukve na području Šumarije Brinje pri privlačenju drva traktorima primjenjivala stablovna i polustablovna metoda radi iskorištenja ukupne nadzemne biomase stabla. U istoj se šumariji na 100 primjernih stabala jele inovativno primjenjuje polustablovna metoda, također radi ukupnog iskorištenja biomase stabla.

Poduzetnički sektor tijekom 2007. nabavlja različite iverače za pružanje usluge u šumarstvu te specijalne kamione za rasuti teret kapaciteta oko 90 nasipnih metara (nm^3).

Prema osnovnim smjernicama Europske unije za korištenje obnovljivih izvora energije radi zamjene fosilnih goriva, izrađuje se, između inih, i novi normativni sustav za čvrsta biogoriva u nadležnosti CEN-a *(European Committee for Standardization).* Prve tehničke specifikacije (TS) za čvrsta biogoriva izrađene su 2004. u okviru TO 335. Hrvatski zavod za norme (HZN) 2008. je osnovao tehnički odbor TO 538 Čvrsta biogoriva, a 2011. je u skladu s međunarodnim normizacijskim sustavom (ISO) preimenovan u TO 238, pa su sve europske norme prihvaćene kao hrvatske.

Sukladno novom normativnom sustavu za čvrsta biogoriva, na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu osnovan je odlukom Fakultetskog vijeća u rujnu 2011. Laboratorij za šumsku biomasu.

Cilj je ovoga rada utvrditi ukupnu količinu nadzemne biomase crnoga bora na istraživanim lokalitetima te odrediti strukturu i količinu po stablu, odnosno po jedinici površine.



Slika 1. Mjesto istraživanja
Figure 1 *Research site*

MATERIJAL I METODE / *MATERIAL AND METHODS*

Istraživanje je provedeno na području Uprave šuma Podružnice Gospić u dva odsjeka jedne gospodarske jedinice te na području Uprave šuma Podružnice Split u po jednom odsjeku dviju gospodarskih jedinica (slika 1). Opći podaci istraživanih odsjeka, preuzeti iz Osnova gospodarenja, prikazani su u tablici 1.

U istraživanim odsjecima metodom slučajnog odabira određena su primjerna stabla. Uzorak je obuhvaćao 100 stabala u Šumariji Gospić (slika 2), 40 stabala u Šumariji Sinj (slika 3) i 16 stabala u Šumariji Split.



Slika 2.
Odsjek 49A u Šumariji Gospić

Figure 2
Subcompartment 49A
Forest office Gospić



Slika 3.
Odsjek 2A u Šumariji Sinj

Figure 3
Subcompartment 2A
Forest office Sinj

Tablica 1. Opći podaci o istraživanim sastojinama
Table 1. *General information of researched stands*

Uprava šuma podružnica *Forest administration*	Gospić		Split	
Šumarija *Forest office*	Gospić		Sinj	Split
Gospodarska jedinica *Management unit*	Zapadni Resnik		Kamešnica	Borovača
Odsjek / *Subcompartment*	49 A	49 B	2 A	49 A
Površina / *Area*	27,47	36,99	23,41	4,78
Starost / *Age*	41	50	52	65
Bonitet / *Site quality class*	IV	IV	IV	II-II
Nadmorska visina, m *Altitude, m*	600 – 610	600 – 610	310-360	590-615
Udio crnoga bora, % *Black pine share, %*	99	97	100	100
Broj stabala, N/ha *Number of trees, N/ha*	502	580	525	1195
Temeljnica, m^2/ha *Basal area, m^2/ha*	22,68	29,72	21,11	33,47
Drvna zaliha, m^3/ha *Growing stock, m^3/ha*	159,49	258,37	126,74	279,08
Srednje plošno stablo, cm *Dbh of mean stand tree, cm*	24	26	23	19
Srednja sastojinska visina, m *Hight of mean stand tree, m*	17	17	12	16
Srednje kubno stablo, m^3 *Volume of mean stand tree, m^3*	0,318	0,445	0,241	0,234

Izmjereni su prsni promjeri stabala, stabla su srušena i izmjerene su im visine (duljine). Obujam krupnoga drva utvrđen je metodom sekcioniranja (Pranjić i Lukić 1997). Granjevina je djelomično sekcionirana, a ostalom nesekcioniranom dijelu stabla tanjeg od 3 cm, odnosno 7 cm s korom (dijelu grana i iglicama), određena je masa. Na lokalitetu u Šumariji Gospić sekcionirano je samo krupno drvo, a na ostalim dvama lokalitetima i drvo promjera od 7 do 3 cm s korom.

Nakon što je stablo razdijeljeno u sekcije poznatih duljina (l) na sredinama sekcija izmjerena su dva nasuprotna promjera (d) i debljina kore na dva isječka kore sa svake sekcije. Obujam (v) pojedinih sekcija (s korom i bez kore) izračunat je Huberovom formulom:

$$v = \frac{d^2 \times \pi}{40000} \times l$$

Masa sitne granjevine nadzemne biomase stabla određena je vaganjem s točnošću 0,5 kg. Izmjerena je i masa srednje grane s izbojcima i iglicama te posebno samo masa grane.

Ovisnost visine stabla u uzorku o prsnom promjeru iskazana je Mihajlovljevom funkcijom s pripadajućim parametrima (slika 4).

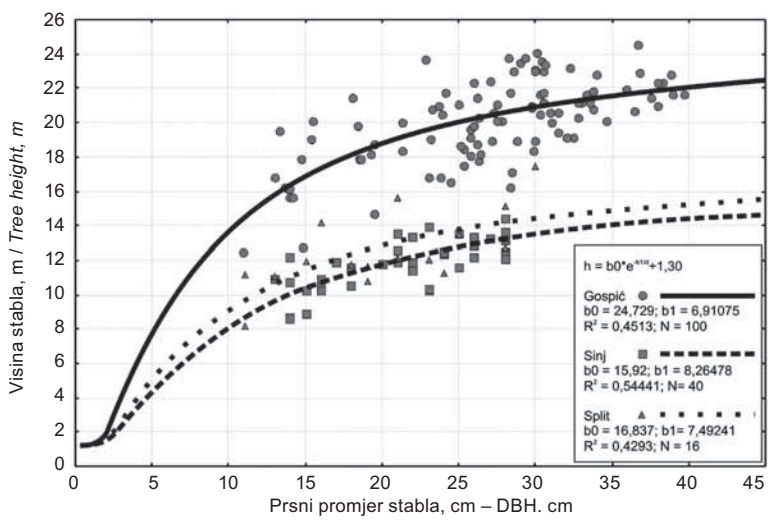
Ovisnost ukupnog obujma krupnoga drva s korom i bez kore te obujma sitnoga drva i preostale mase o prsnom promjeru stabla uzorka prikazane su regresijskim jednadžbama.

Na temelju krivulja izjednačenja izračunat je obujam krupnoga i sitnoga drva za srednja plošna stabla istraživanih odsjeka. Izračunati obujam drva na temelju gustoće svježega drva bora (Anon. 1949) u iznosu od 1,02 g/cm^3 preračunat je u masu drva. Masi izmjerenoga obujma pribrojena je izjednačena masa nesekcioniranoga dijela stabla. Ukupna masa stabala u svježem stanju reducirana je na masu u apsolutno suhom stanju (biomasu) sukladno rezultatima prethodnih istraživanja kojima je utvrđeno da u svježemu stanju približno 50% nadzemne mase stabla čini voda (Zečić i dr. 2011).

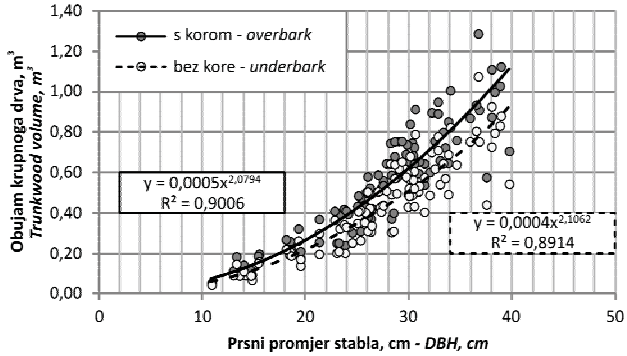
Umnoškom broja stabala po hektaru s biomasom srednjega plošnog stabla izračunata je količina biomase po površini i iskazana u tonama po hektaru.

REZULTATI I RASPRAVA / *RESULTS AND DISCUSSION*

Na slici 4 prikazane su visinske krivulje istraživanih lokaliteta. Očita je razlika u visinama stabla na lokalitetu Gospić u usporedbi sa stablima istih prsnih promjera na lokalitetima Sinj i Split.

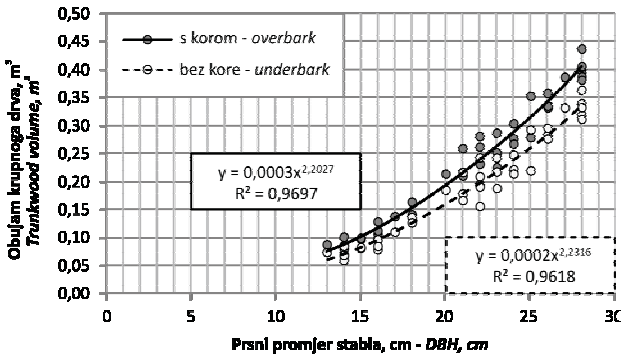


Slika 4. Visinske krivulje istraživanih lokaliteta
Figure 4 *Height curves of researched locations*



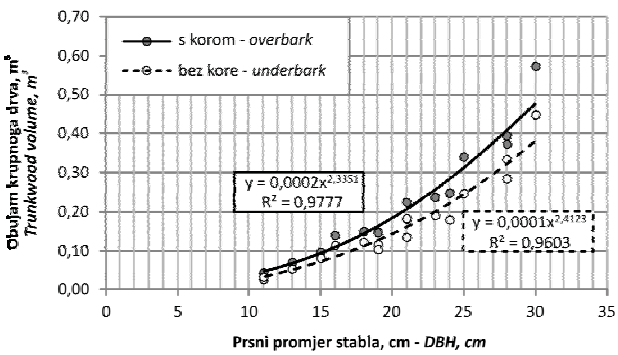
Slika 5. Ovisnost obujma krupnoga drva s korom i bez kore o prsnome promjeru– Gospić

Figure 5 *Trunkwood overbark and underbark volume vs. DBH - Gospić*



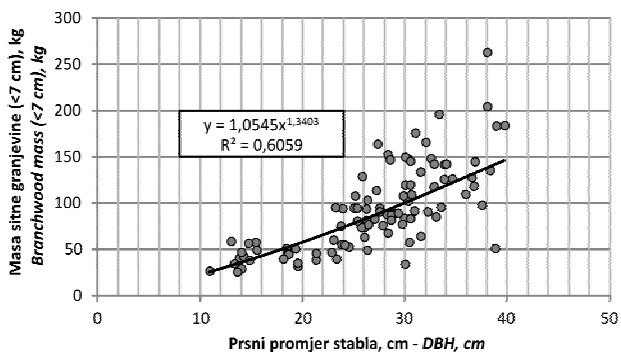
Slika 6. Ovisnost obujma krupnoga drva s korom i bez kore o prsnome promjeru – Sinj

Figure 6 *Trunkwood overbark and underbark volume vs. DBH – Sinj*



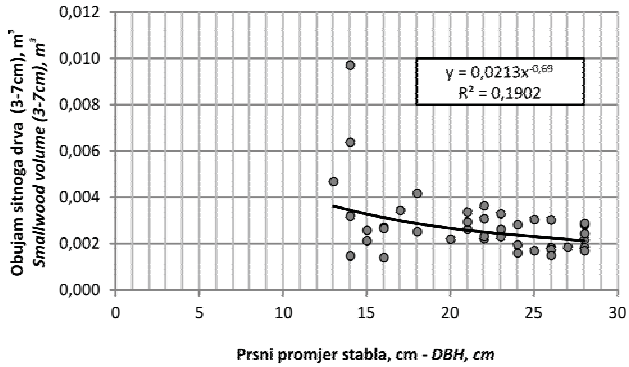
Slika 7. Ovisnost obujma krupnoga drva s korom i bez kore o prsnome promjeru – Split

Figure 7 *Trunkwood overbark and underbark volume vs. DBH – Split*



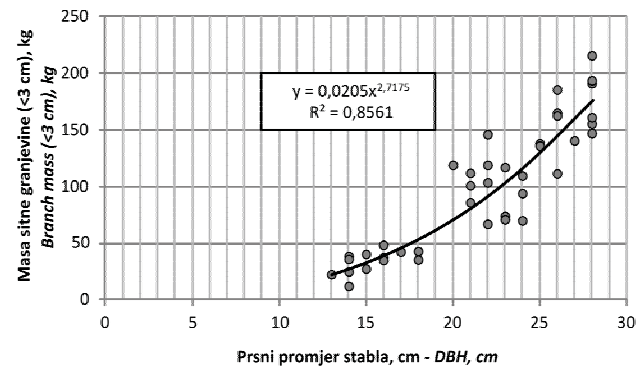
Slika 8. Ovisnost mase sitne granjevine o prsnome promjeru – Gospić

Figure 8 *Branchwood mass vs. DBH – Gospić*



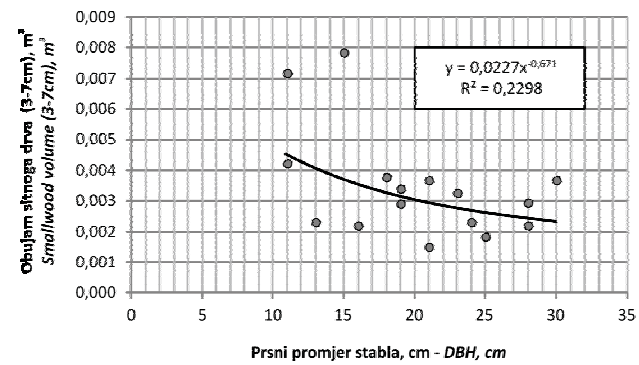
Slika 9. Ovisnost obujma sitnoga drva o prsnome promjeru – Sinj

Figure 9 *Smallwood volume vs. DBH – Sinj*



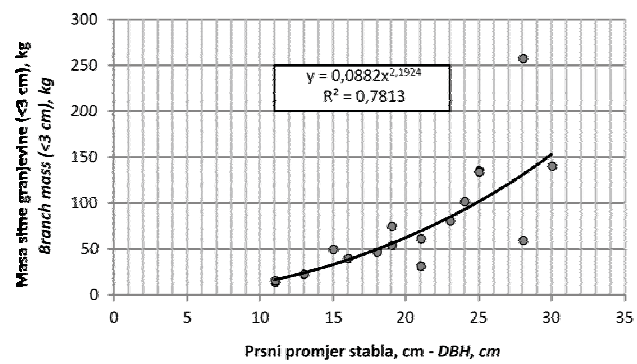
Slika 10. Ovisnost mase sitne granjevine o prsnome promjeru – Sinj

Figure 10 *Branch mass vs. DBH – Sinj*



Slika 11. Ovisnost obujma sitnoga drva o prsnome promjeru – Split

Figure 11 *Smallwood volume vs. DBH – Split*

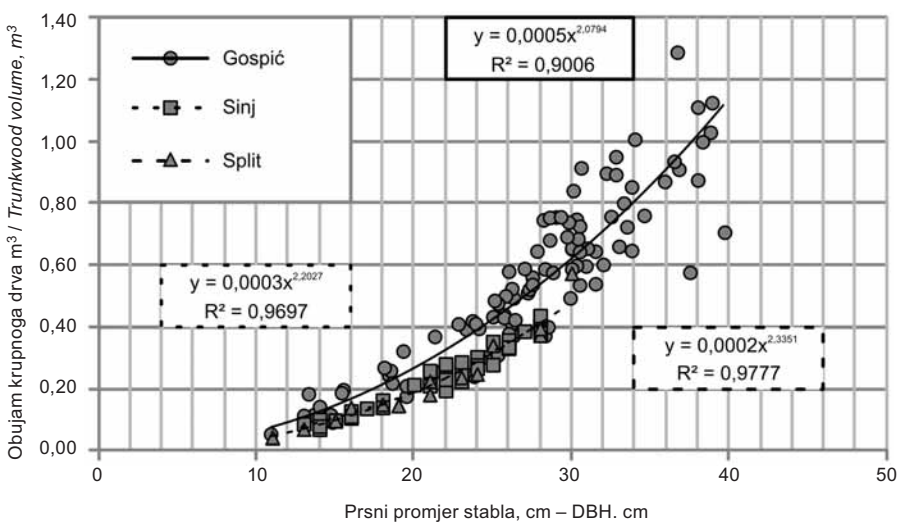


Slika 12. Ovisnost mase sitne granjevine o prsnome promjeru – Split

Figure 12 *Branch mass vs. DBH – Split*

Na slikama 5, 6 i 7 prikazane su izjednačene ovisnosti obujama krupnoga drva s korom i bez kore o prsnim promjerima stabala za tri istraživana lokaliteta. Usporedni prikaz izjednačenog obujma krupnoga drva s korom triju istraživanih lokaliteta prikazan je na slici 13, iz koje je očito da razlike u izjednačenim obujmima krupnoga drva između lokaliteta Gospić, s jedne strane, i lokaliteta Sinj i Split, s druge, prate trend razlika u visinama.

Na slikama 9 i 11 očit je trend smanjenja obujma sitnoga drva (promjera od 3 cm do 7 cm s korom) s povećanjem prsnoga promjera. Masa sitne granjevine (uključujući iglice), s druge strane, raste s povećanjem prsnoga promjera (slike 10 i 12). Sukladno vrijednostima pripadajućih „R^2" vrijednosti, može se reći da prsni promjer objašnjava daleko veći postotak varijabilnosti mase sitne granjevine nego što je to slučaj kod količine sitnoga drva. Slično se može zaključiti i na temelju slike 8, koja predstavlja ovisnost mase svih nadzemnih dijelova stabla promjera manjega od 7 cm s korom o prsnome promjeru stabla (za lokalitet Gospić).



Slika 13. Usporedba ovisnosti obujma krupnoga drva s korom o prsnome promjeru
Figure 13 *Comparison of trunkwood overbark volume vs. DBH*

U tablici 2 prikazani su rezultati istraživanja iskazani na razini srednjega plošnog stabla pojedinoga istraživanoga odsjeka iskazani u tonama suhe tvari (količini biomase) po stablu, odnosno u tonama suhe tvari po jedinici površine (hektaru).

Kora u ukupnom obujmu stabla zauzima značajan udio. Na slikama 5, 6 i 7 prikazane su matematičke jednadžbe za izračun obujma stabla s korom i bez kore. Na 100 stabala uzorka u odsjecima 49a i b (Gospić) postotni udio kore iznosi 17,85%

u bruto obujmu. U odsjeku 2A (Sinj) i 49A (Split) postotni udio kore iznosi 17,24%, odnosno 22,18%.

Tablica 2. Količina biomase u istraživanim sastojinama
Table 2. *Quantity of biomass in researched stands*

Uprava šuma podružnica *Forest administration*	Gospić		Split	
Šumarija *Forest office*	Gospić		Sinj	Split
Gospodarska jedinica *Management unit*	Zapadni Resnik		Kamešnica	Borovača
Odsjek *Subcompartment*	49 A	49 B	2 A	49 A
Površina *Area*	27,47	36,99	23,41	4,78
Broj stabala, N/ha *Number of trees, N/ha*	502	580	525	1195
Srednje plošno stablo, cm *Dbh of mean stand tree, cm*	24	26	23	19
Masa srednjeg plošnoga stabla u svježem stanju, t *Fresh mass of mean stand tree, t*	0,453	0,530	0,411	0,257
Masa srednjeg plošnoga stabla u aps. suhom stanju, t *Dry mass of mean stand tree, t*	0,227	0,265	0,206	0,129
Biomasa, t/ha *Biomass, t/ha*	113,954	153,700	108,150	154,155

Ukupna biomasa (suha drvna tvar) crnoga bora po jedinici površine ovisi o srednjem plošnom stablu. Najmanja masa srednjeg plošnog stabla iznosi 0,129 t (49A, Split) kod prsnog promjera od 19 cm, a najveća masa stabla 0,265 t (49B, Gospić) prsnog promjera 26 cm. Iako je razlika srednjeg prsnog promjera 7 cm, razlika ukupne biomase iznosi 51,32% prema srednjem plošnom stablu. Ukupna se količina biomase kreće od 108,15 t/ha (2A, Sinj) do 154,16 t/ha (49A, Split) i ovisi o broju stabala po jedinici površine.

Udio biomase krupnoga drva i sitne granjevine bitno se razlikuje po mjestu istraživanja. Prema izračunima jednadžbi prikazanim na slikama broj 9, 10, 11 i 12 te odnosu krupnoga drva i sitne granjevine, najmanje je sitne granjevine u 49B odsjeku, krupno drvo iznosi 81,39%, a sitna granjevina 18,61%. Udio je krupnoga drva i sitne granjevine u 49A (Gospić) 80,26% : 19,74%, zatim u 49A (Split) iznosi 72,05% : 27,95% te u 2A (Sinj) odsjeku 66,62% : 33,38%. Sitna granjevina crnoga bora na istraživanim lokalitetima prosječno iznosi 24,92% ukupne nadzemne biomase stabla.

Prema podacima prve nacionalne inventure (Čavlović 2010), ukupna drvna zaliha crnoga bora iznosi 7.228.000 m^3. Koristeći se prosječnom gustoćom drva bora od

1,02 t/m^3, povećanje obujma iznosi 24,43%, pa se može reći da ukupni obujam nadzemne drvne biomase iznosi 8.993.800 m^3, što čini povećanje od 1.765.800 m^3. Prema podacima ŠGOP-a (*2006), etat crnoga bora iznosi 273.000 m^3, a s povećanjem udjela obujma sitne granjevine 341.250 m^3 za desetgodišnje razdoblje.

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Na temelju rezultata istraživanja može se zaključiti da su naše šumske kulture crnoga bora velik izvor šumske biomase za energiju. Uspoređujući rezultate istraživanja na razini pojedinih istraživanih odsjeka, nužno je naglasiti da, iako odsjek 49 B Gospodarske jedinice Zapadni Resnik i odsjek 49 A Gospodarske jedinice Borovača imaju podjednaku količinu biomase po jedinici površine, s obzirom na promjer srednjega plošnog stabla i broj stabala imaju bitno različite eksploatacijske uvjete koji bi prilikom radova pridobivanja drva/biomase neminovno utjecali na bitno različitu proizvodnost i jedinične troškove. S uzgojnog pak stajališta prikazani rezultati ukazuju na nužnost i neodgodivost provođenja šumsko-uzgojnih radova kojima bi se osigurala stabilnost tih sastojina i povećala produkcija biomase.

Današnji nam trenutak, s obzirom na raspoložive tehnologije i potražnju na tržištu, pruža priliku da svoju šumarsku dužnost, i u ovim sastojinama, obavimo u skladu s prirodom i u korist domovine.

Nužno je nastaviti istraživanja potencijala svih gospodarskih vrsta drveća većim intenzitetom i koristiti se postojećom biomasom u obliku novog šumskog proizvoda – ivera, kao energenta. Na temelju zahtjeva tržišta za obnovljivim izvorima energije potrebno je povećati korištenje neproduktivnih površina za energetske nasade kratkih ophodnji (ciklusa).

Konkurentnost proizvoda i usluga na europskom tržištu podrazumijeva uvođenje novih tehnologija, odnosno proizvodnih sustava za pridobivanje šumske biomase. Iz svega navedenoga proizlazi zaključak da je nužno usklađivanje cijena drvnih proizvoda i šumske biomase za energiju s cijenama tržišta u EU.

Literatura / *References*

Anon., 1949: Mali šumarsko-tehnički priručnik. R. Antoljak (ur.), Sekcija šumarstva i drvne industrije društva inženjera i tehničara NR Hrvatske, Zagreb, 410.

Anon., 2006: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2006. – 2015. Hrvatske šume d. o. o., Zagreb.

Bojanin, S., 1987: Korišćenje šumske biomase iz prorednih sastojina. Korišćenje šumske biomase za energetiku. JPŠC Beograd, str. 173-191.

Čavlović, J., 2010.: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1 – 300.

Grassi, G., Zibetta 1986.: Energy from Biomass 1. Proceedings of the Frst Contractors' Meeting, Brussels, 29-30 April 1986., pp. 1-467.

Kajba, D., Domac, J., A.P.B. Krpan, Ž. Zečić, S. Bogdan, 2002: Status and potentials of biomass in Croatia [Stanje i potencijal biomase u Hrvatskoj]. Short-rotation crops for energy purpose. Meeting of IEA Bioenergy Task 17, Netherlands and Sweden, U: Christerrson L. and Kuiper l. (u). Proceedings, pp. 18-27.

Krpan, A. P. B., 1996: Biomasa za energiju – zbilja hrvatskog krša, Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Hrvatsko šumarsko društvo, 221-215.

Krpan, A. P. B., Poršinsky, T. 2001: Prilog poznavanju proizvodnosti kultura alepskog bora. U: S. Matić, A. P. B. Krpan, J. Gračan (ur.), Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, 465-476.

Krpan A.P.B., Zečić Ž., Poršinsky T., 2004: Neki izvori biomase u Hrvatskoj. „Dobivanje energije iz biomase" (Gewinnung der energie aus biomasse), okrugli stol. Dani slavonske šume, Našice, 9 – 12. 09. 2004. Sammelbuch CD/DVD medij, 1-16.

Krpan A. P. B., Zečić, Ž., Stankić, I., 2007.: Biomasa nekih domaćih vrsta šumskog drveća (Biomasse of some local forest tree species). Znanstveno savjetovanje HAZU Zagreb, Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Zagreb, 2007. Zbornik radova, str. 75-87.

Matić, S., A. Dokuš, S. Orlić, 1992: Šumske kulture i plantaže. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Zagreb,105–108.

Pranjić, A., Lukić, N., 1997.: Izmjera šuma. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1 – 405.

Šušnjar M., Krpan A.P.B., Zečić Ž., Poršinsky, T., 2005.: Kakvoća jelovih drvnih sortimenata u jelovoj šumi s rebračom (Blechno-Abietetum Ht.), Mehanizacija šumarstva 2001-2004., Posebno izdanje časopisa Nova mehanizacija šumarstva, 26 (2005), broj 1, pp. 209 - 214, Zagreb.

Zečić, Ž., Stankić, I., Vusić, D., Bosner, A., Jakšić, D., 2009: Iskorištenje obujma i vrijednost drvnih sortimentna posušenih stabala jele obične (Abies alba Mill.) (Volume utilization and value of timber assortmets of dried silver fir (Abies alba Mill.) trees). Šumarski list 133 (1/2): 27 – 37

Zečić, Ž., D. Vusić, Z. Štimac, M. Cvekan, A. Šimić, 2011: Biomasa nadzemnog dijela stabla obične jele, europskog ariša i crnog bora (Aboveground biomass of silver fir, European larch and black pine). Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 369-377.

Biomass Production Potential of the Black Pine (Pinus nigra *Arn.) in Forest Cultures*

Summary

The paper presents the results of the aboveground biomass of black pine trees research on three sites in the Republic of Croatia. The randomly selected sample consisted of 100 trees in the area of the Gospić Forest Office in the Management Unit Zapadni Resnik; 40 trees in the area of the Sinj Forest Office in the Management Unit Kamešnica; and 16 trees in the area of the Split Forest Office in the Management Unit Borovača. The amount and structure of the aboveground tree biomass was determined by the sectioning method and weighing of the remaining unsectioned parts of the trees. The height curves were constructed for each site, and a regression analysis of the dependance of the amount of the aboveground biomass of individual tree parts on the bhd was performed. data from the literature and previous research were used to convert the equated amount of fresh biomass in the amount of oven-dry biomass at tree level. The total amount of the aboveground biomass of mean trees for researched subcompartments was calculated. The total amount of biomass is expressed on the subcompartment level. Out of the four investigated subcompartments the largest amounts were calculated on the Gospić site, subcompartment 49 B (153.7 t/ha), as a result of a significantly higher mean stand height and diameter of trees on the site, and on the Split site, subcompartment 49 A (154.2 t/ha), as a result of the significantly larger number of trees per hectare. Based on the research results, we can conclude that our black pine forest cultures are a rich source of forest biomass, but also that diverse exploitative conditions that exist in them will inevitably come to the fore in the future wood/biomass harvesting operations.

Keywords: *biomass; black pine; coniferous forest cultures.*

Izv. prof. dr. sc. Željko Zečić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije,
p. p. 422, HR – 10002 Zagreb,
zecic@sumfak.hr

Dinko Vusić, dipl. ing. šum.,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije,
p. p. 422, 10002 Zagreb

BIOENERGIJA U FUNKCIJI POVEĆAVANJA VRIJEDNOSTI I POTRAJNOSTI ŠUMA HRVATSKOG SREDOZEMLJA

THE FUNCTION OF BIOENERGY IN INCREASING THE VALUE AND SUSTAINABILITY OF FORESTS IN THE CROATIAN MEDITERRANEAN REGION

Slavko Matić

Sažetak

Prirodnost šuma, autohtone vrste drveća, prirodno pomlađivanje i njega u svim dobnim i debljinskim razredima temeljna su obilježja šuma Republike Hrvatske. Šume hrvatskoga Sredozemlja na površini od 662.000 ha dio su jedinstvenog kompleksa šuma Republike Hrvatske. Organizirana šumarska struka u Hrvatskoj počinje polovicom osamnaestog stoljeća, kad se osnivaju prve šumarije i šumarski uredi. Šume hrvatskog Sredozemlja već su u to vrijeme bile znatno degradirane zbog tisućugodišnjih negativnih utjecaja čovjeka i ostalih čimbenika. Zbog toga visoke šume prelaze u neki od degradacijskih stadija (makija, šikara, garig, šibljak) koji daljnjom degradacijom najčešće završavaju kao goli krš. To važno područje Hrvatske danas osjeća negativne posljedice nestanka šuma, iako šume hrvatskog Sredozemlja i danas imaju svoju vrijednost izraženu u općekorisnim, a i gospodarskim dobrima. Te se vrijednosti danas prepoznaje, ali su vidljivi i negativni postupci koji su uzrok uništavanja tih šuma. Nažalost, malo se poduzima da se to spriječi. U današnje vrijeme, kao rijetko kad do sada, princip potrajnosti (održivi razvoj), suprotno Ustavu i Zakonu o šumama, ne provodi se, šumski požari haraju a krivci se ne pronalaze, ne pošumljava se ali se istovremeno obavlja svekolika prenamjena šuma i šumskog zemljišta u druge, ne šumske, svrhe. Današnji podatci o strukturnim, uzgojnim i proizvodnim osobinama ovih šuma bili bi sa stajališta klasičnoga šumarstva obeshrabrujući, ali sa spoznajama o općekorisnim i drugim dobrima koja nam šume pružaju od njih očekujemo svekoliku korist. Danas postoje mogućnosti i načini povećanja njihove kvalitete, proizvodnje i korištenja drva za bioenergiju uz istovremeno povećanje općekorisnih i gospodarskih funkcija šuma. Pod općekorisnim funkcijama šuma podrazumijevamo sve pozitivne učinke šumskog ekosustava na čovjeka i okoliš, u smislu pružanja ekološkog uporišta krajobrazu te održanja i unapređenja biološke proizvodnje, prirodnosti i raznolikosti. One se dijele na ekološke ili zaštitne,

društvene ili socijalne te socijalno-ekofiziološke. Ta dobra dolaze do punog izražaja posebno na području hrvatskog Sredozemlja, jer se ono već tisućama godina devastira, na štetu čovjeka i njegova okruženja. U članku 2. najnovijeg Zakona o šumama istaknuto je i ozakonjeno petnaest općekorisnih funkcija šuma. Dobivanje biomase iz šuma za bionergiju zahvat je kojem prethode sustavni radovi njege, obnove i podizanja šuma. U tim radovima koristan je proizvod drvo svih dimenzija, koje donedavno nije imalo tržišne vrijednosti, a danas je roba vrlo tražena za proizvodnju bioenergije. Iako za to postoje uvjeti i potreba, kod nas se još ne planira iskorištavanje drva svih dimenzija na području Sredozemlja za dobivanje bioenergije. Te zahvate nužno je izvoditi radi održavanja kvalitete i opstanka šuma, tijekom kojih se 85% posječenoga drvnog materijala može iskoristiti za preradu i energiju, dok bi 15% ostalo u šumi kao otpad. Isto tako ne provode se radovi iskorištavanja nagorjelog drva nakon požara, kojega je sve više. Uvođenjem drva svih vrsta drveća i tanjih dimenzija u sustav za proizvodnju energije šumarstvo većine europskih zemalja dobilo je mogućnost proizvodnje energije uz istovremeno smanjenje troškova njegovanja šuma. Većina europskih zemalja umjesto drva prodaje energiju, što ide u prilog bolje gospodarske dobiti u šumarstvu i većeg zapošljavanja radne snage. Zahvati njege i obnove, uz podizanje novih šuma pošumljavanjem i popunjavanjem svih degradacijskih stadija, pogotovo gariga i šibljaka, nužni su zahvati koji imaju ekološko i gospodarsko opravdanje te ih je potrebno planski i sustavno izvoditi. Zbog velike težine apsolutno suhog drva svih vrsta drveća, poludrveća i drvenastoga grmlja našeg Sredozemlja, izvođenjem uzgojnih radova njege i obnove u odgovarajućim degradacijskim stadijima i svim uzgojnim oblicima šuma u današnjim uvjetima trajno bi se dobivala količina drva koja energetski odgovara količini od 150.000 t nafte. Izvođenjem radova njege i obnove ta bi količina sustavno rasla.

Ključne riječi: sredozemne šume; degradacijski stadiji; bioenergija; njega sastojina; obnova sastojina; održivi razvoj.

UVOD / *INTRODUCTION*

Temeljno obilježje šuma Republike Hrvatske jest njihova prirodnost na gotovo cijeloj površini rasprostranjenosti (97%), što ih čini posebno vrijednim i jedinstvenim u odnosu na šume ostalog dijela Europe. Prirodna struktura regularnih i prebornih šuma visokoga uzgojnog oblika Hrvatske sastavljena je od autohtonih vrsta drveća, grmlja i prizemnog raslinja, gdje se zahvati njege izvode u svim dobnim i debljinskim razredima, a prirodna obnova obavlja se sjemenom vrsta drveća koje je svojim biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima vezano za uvjete staništa na kojem se nalazi. To su temeljna obilježja prirodnog gospodarenja, koja daju obilježje hrvatskom šumarstvu, a šumama osiguravaju prirodnost, produktivnost, stabilnost i vječnost.

Šume hrvatskog Sredozemlja, koje zauzimaju površinu od 662.000 ha, dio su cjelovitoga kompleksa šuma Republike Hrvatske koje prekrivaju površinu od 2.580.826

ha (Čavlović 2010). Organizirana šumarska struka temeljena na šumarskoj znanosti u našem dijelu Europe našla je svoju prvu primjenu u drugoj polovici osamnaestog stoljeća, kad se i kod nas, u kontinentalnom dijelu, osnivaju prve šumarije, i to 1765. u Krasnom, Baškim Oštarijama i Petrovoj gori (Matić 1996) te 1773. u Kutjevu. Šume hrvatskog Sredozemlja već su u to vrijeme bile znatno degradirane i opustošene zbog povijesnih, političkih i socijalnih razloga, koji su u tom dijelu Hrvatske već stoljećima prisutni.

Rana naseljenost hrvatskog Sredozemlja i tisućugodišnji negativni utjecaji čovjeka i ostalih čimbenika glavni su razlozi smanjenja površine i degradiranja tih šuma i njihova prelaska u neki od degradacijskih stadija (makija, šikara, garig, šibljak), a koji daljnjim procesima degradacije najčešće završavaju golim kršom. To gospodarski, civilizacijski i povijesno važno područje Hrvatske danas osjeća, a svakim će danom sve više osjećati, negativne posljedice nestanka šuma. Šume su uvijek i na svim područjima Zemlje generator svih čimbenika koji su nužni za normalan život i gospodarski napredak čovjeka.

Brojni su povijesni podatci koji govore o gustim šumama koje su u prošlosti pokrivale hrvatsko Sredozemlje, a isto su tako još brojniji pokazatelji njihova sustavnoga uništavanja koje, nažalost, traje do današnjih dana.

Šume kojima danas raspolaže hrvatsko Sredozemlje i danas imaju svoju vrijednost posebno izraženu u općekorisnim, ali i u gospodarskim dobrima koja nam pružaju. Te vrijednosti koje šume i danas pružaju navedenom području vidljive su, mjerljive i daju se lako prepoznati. Nažalost, isto se tako lako prepoznaju negativni koraci koji su uzrok sustavnog uništavanja tih šuma, a država, kao najveći vlasnik šuma, ne poduzima ništa konkretno i učinkovito da to spriječi.

Zbog toga se šumarstvo Hrvatske, a posebno šume i šumarstvo hrvatskog Sredozemlja, danas nalaze u – u najmanju ruku – čudnom i u svakom slučaju nepovoljnom položaju. Prisutna je generalna nezainteresiranost javnosti za šume, posebno za njihovo današnje stanje, položaj i ulogu u svekolikom razvoju zemlje. Usprkos tome što je u većem dijelu svijeta poznata i uvažavana velika važnost šuma, posebno u današnjim ekološki sve nepovoljnijim životnim uvjetima, kod nas je svakim danom položaj šuma i šumarstva kao struke sve bezizgledniji. Položaj šumarske struke posebno je marginaliziran bez obzira na njezin kontinuirani 250-godišnji rad, postojanje i zasluge što i danas imamo vrijedne i najprirodnije šume u Europi.

Nažalost, danas se u našem šumarstvu inače ozakonjeno načelo potrajnosti ili održivog razvoja ne provodi, što je u suprotnosti s Ustavom i Zakonom o šumama. Šumski požari svake godine uništavaju 15.000 – 20.000 ha šuma, a nitko ne pronalazi krivce niti ih privodi licu pravde. Nitko i ne pomišlja na pošumljavanja izgorjelih površina, ali se istovremeno obavlja svekolika prenamjena šuma i šumskog zemljišta u druge svrhe, što je suprotno Ustavu i Zakonu o šumama.

Posebno se šume uzimaju, i kad to nije društveno nužno, za izgradnju cesta, poslovnih zona, hotela, golfskih i drugih igrališta, za podizanje novih, a ustvari najviše fiktivnih, maslinika i vinograda, najčešće na atraktivnim mjestima uz more, kako bi se lakše došlo do, na tržištu vrijednog, građevinskog zemljišta.

Svjedoci smo sječe oko 100 ha mladih, dvadesetgodišnjih, kvalitetnih šuma alepskoga bora smještenih na prostoru iznad Baške Vode, vrlo atraktivnom mjestu u blizini mora na kojem je posađen vinograd, za što ne postoji, osim privatnog interesa, nijedno zakonsko, ekološko i gospodarsko opravdanje.

Osim toga, ne provode se nužne i zakonom propisane mjere njege i obnove postojećih šuma (Anić 2012), nitko za to ne odgovora, a i ne pomišlja na to da se u skladu s Ustavom i Zakonom o šumama na ogoljelom šumskom zemljištu podižu nove šume.

Zbog svega navedenoga, nastojat ćemo u ovom radu, u relativno kratkim crtama, prikazati konkretne podatke o današnjem stanju šuma hrvatskog Sredozemlja, njihovim gospodarskim i općekorisnim vrijednostima, a posebno njihovim mogućnostima u proizvodnji bioenergije. Ukazat ćemo i na mogućnost povećanja kvalitete, proizvodnosti i potrajnosti ili održivog razvoja tih šuma uz istovremene zahvate njege, obnove i pošumljavanja kojima se može pridobivati drvo za bioenergiju.

STRUKTURNA I PROIZVODNA OBILJEŽJA ŠUMA HRVATSKOG SREDOZEMLJA

STRUCTURAL NAD PRODUCTIVE FEATURES OF FORESTS IN THE CROATIAN MEDITERRANEAN

Od ukupne površine šuma i šumskoga zemljišta hrvatskog Sredozemlja, koja iznosi 662.000 ha, 85.000 ha su šumom neobrasle površine, što znači da je ukupno obraslo 577.000 ha. Od te površine šume submediterana zauzimaju 457.000 ha, a eumediterana 120.000 ha (Čavlović 2010).

Šume visokog uzgojnog oblika zauzimaju 17,1% ili 98.860 ha, srednjeg 21,6% ili 124.570 ha, a niskog 31,8% ili 183.420 ha. Degradacijski stadiji šikara i šibljaka u šumama submediterana nalaze se na površini od 80.450 ha, a makije i garizi u eumediteranu su na 63.440 ha, što je ukupno 143.890 ha ili 24,9% ukupne površine. Šumske kulture zauzimaju 21.710 ha ili 3,8%. Iz navedenoga proizlazi da se na području hrvatskog Sredozemlja nalazi 406.850 ha šuma u uzgojnim oblicima panjača, niskih i visokih šuma. Degradacijski stadiji (šikare, makije, šibljaci, garizi) nalaze se na površini od 143.890 ha, a šumske kulture zauzimaju površinu od 21.710 ha.

To znači da je ukupna površina šuma hrvatskog Sredozemlja svih uzgojnih oblika i degradacijskih stadija oko 575.000 ha i na njoj se nalazi ukupna drvna zaliha, izmjerena s taksacijskom granicom od 5 cm naviše, od 34.348.200 m^3, a ukupni je

godišnji prirast 700.000 m^3. U tim se šumama danas nalazi 2.649.000 m^3 ili prosječno 2,69 m^3 mrtvog drva u ležećem ili stojećem položaju. Najveća drvna zaliha koncentrirana je u II. i III. dobnom razredu, odnosno u debljinskom razredu od 10 do 30 cm. Danas se u šumama hrvatskoga Sredozemlja zahvatima njege i obnove posiječe 267.000 m^3 ili 0,48 m^3/ha.

Ti podatci o strukturnim, uzgojnim i proizvodnim osobinama šuma hrvatskog Sredozemlja, od kojih očekujemo vidljiv razvoj, bili bi prilično obeshrabrujući da ih gledamo sa stajališta prošloga, klasičnog šumarstva. Međutim, u današnjim promijenjenim ekološkim i gospodarskim uvjetima te današnjim znanstvenim spoznajama o općekorisnim i drugim dobrima koja nam šume pružaju, normalno je da uz odgovarajući rad od njih očekujemo svekolike koristi. To se posebno odnosi na mogućnosti povećanja njihove kvalitete, proizvodnje i korištenja drva svih vrsta drveća i dimenzija posebno za bioenergiju, uz istovremeno povećanje općekorisnih funkcija koje su temeljna pretpostavka kvalitetnijih životnih uvjeta.

RADOVI PODUZETI RADI PRIDOBIVANJA DRVA ZA BIOENERGIJU U FUNKCIJI POVEĆANJA OPĆEKORISNIH I GOSPODARSKIH VRIJEDNOSTI ŠUMA SREDOZEMLJA

BIOENERGY WOOD HARVESTING AIMED AT INCREASING THE NON-MARKET AND MARKET VALUES OF MEDITERRANEAN FORESTS

Današnji nepovoljni ekološki uvjeti, koji i kod nas sve više utječu na čovjeka i njegov okoliš, predstavljeni su klimatskim promjenama obilježenim sušama, usahnulim izvorima, potocima, rijekama i jezerima, padom razine podzemnih voda, ekstremnim zatopljenjima i zahlađenjima, naglim poplavama, orkanskim vjetrovima i dr.

Čovjek je vječno bio okružen šumom, koja je životna zajednica biljaka, životinja i mikroorganizama, a razvija se na staništu koje je predstavljeno tlom i klimom. Uočavalo se da su se paralelno sa sve većim nestankom šuma pogoršavali životni uvjeti, kako za čovjeka, tako i za biljke i životinje, koje sustavno zauvijek nestaju ili ih je svakim danom sve manje.

Nažalost, u ostalom dijelu svijeta takva je pojava poprimila velike razmjere s katastrofalnim posljedicama. Primjerice, zbog intenzivne i nekontrolirane sječe šuma i stabala u Africi i Australiji, goleme površine poljoprivrednih područja postupno se pretvaraju u pustinje i ljudi su ih prisiljeni napuštati. Svi su svjesni da je razlog te katastrofe nestručna i prekomjerna sječa šuma (90% šuma u Australiji već je posječeno), koja se, nažalost, s manjim ili većim intenzitetom događa u cijelom svijetu. Panika i zabrinutost zbog takvog stanja sve je veća, pa se čak u novije vrijeme Nobelova nagrada, između ostaloga, dodjeljuje i za organizaciju sadnje stabala u Africi (dr. Wangari Maatathai iz Kenije) zbog održanja kakvog-takvog života. Poljoprivrednici

svake godine sve više zbrajaju gubitke zbog sve većih klimatskih ispada, a vinogradari u Francuskoj i Kaliforniji strahuju da će, ako se taj trend nastavi, u budućnosti imati više vina s previsokim postotkom alkohola nego zdrave i pitke vode.

Sva ta događanja, koja su sve češća i intenzivnija, dovode nas do poznatih spoznaja da su šume važan čimbenik zaštite okoliša, odnosno da one svojim postojanjem, rastom i razvojem te mezaklimom i mikroklimom u svom okruženju stvaraju i održavaju povoljne životne uvjete, kako za čovjeka, tako i za ostale žive organizme (biljke, životinje i mikroorganizme). Sve više dolazi do izražaja spoznaja da nam šume, zajedno s proizvodnjom drva, proizvode i dobra koja nazivamo općekorisna dobra ili funkcije šuma, a imaju i do pedeset puta veću vrijednost od proizvedenog drva (Matić 2011a).

Pod općekorisnim dobrima šuma podrazumijevamo sve pozitivne učinke šumskog ekosustava na okoliš u smislu pružanja ekološkog uporišta krajobrazu te održanja i unapređenja biološke proizvodnje, prirodnosti i raznolikosti okoliša. Oni povoljno djeluju i na čovjeka i na sve zajednice koje formiraju biljke, životinje i mikroorganizmi, bilo da se radi o vrstama kojima se bavi poljoprivreda bilo da su sastavnice složenog ekosustava, kao što su prirodne šume i šumske kulture.

Podjelu i opis općekorisnih dobara ili funkcija šuma kod nas su dali Prpić, 1992a, 1992b, i Prpić i dr., 2005. Općekorisna dobra ili funkcije šuma dijele se na ekološka ili zaštitna, društvena ili socijalna te socijalno-ekofiziološka. U grupu ekoloških ili zaštitnih spadaju hidrološka, vodozaštitna, klimatska i protuimisijska dobra. Druga je skupina predstavljena društvenim ili socijalnim dobrima, u što spadaju estetska, zdravstvena, rekreacijska i turistička dobra. Treća je skupina socijalno-ekofiziološka, a to su genetska, biološkoraznolikosna, prirodozaštitarska i fiziološka dobra.

Dobra koja nam šume pružaju dolaze do punog izražaja u svojim vrijednostima, posebno na području hrvatskog Sredozemlja, jer se ono već tisućama godina devastira, na štetu čovjeka i njegova okruženja. Sve je to važan razlog nužnosti postojanja šuma i njihova održavanja i unapređivanja, kako po površini, tako i po kvaliteti, odnosno njihova povratka na površine s kojih su nestale.

Zbog velikog značenja šuma i općekorisnih funkcija koje nam pružaju, u Ustavu Republike Hrvatske ističe se da su šume od posebnog interesa za Hrvatsku, a u postojećem Zakonu o šumama, kao i u zakonskim aktima koji se primjenjuju u šumarskoj praksi, ističe se nužnost zaštite šuma i šumskog zemljišta, značenje održivog razvoja te vrijednosti općekorisnih funkcija šuma.

U prvom Zakonu o šumama Republike Hrvatske (NN 52/90) prvi je put navedeno šest općekorisnih funkcija šuma, a u novijem Zakonu (NN 140/05) njihov se broj povećao na petnaest. To nam ukazuje na sve veće značenje šuma, kako kod nas, tako i u ostalom dijelu Europe, gdje se posebno naglašava važnost zaštite i očuvanja šuma i šumskog zemljišta.

U članku 2. najnovijeg Zakona o šumama istaknuto je petnaest općekorisnih funkcija šuma: zaštita tla od voda i vjetra, uravnoteženje vodnih odnosa u krajobrazu te sprečavanje bujica i visokih vodnih valova, pročišćavanje vode procjeđivanjem kroz šumsko tlo te opskrba podzemnih tokova i izvorišta pitkom vodom, povoljan utjecaj na klimu i poljodjelsku djelatnost, pročišćavanje onečišćenoga zraka, utjecaj na ljepotu krajobraza, stvaranje povoljnih uvjeta za ljudsko zdravlje, osiguranje prostora za odmor i rekreaciju, uvjetovanje razvoja ekološkoga, lovnoga i seoskoga turizma, očuvanje genofonda šumskoga drveća i ostalih vrsta šumske biocenoze, očuvanje biološke raznolikosti genofonda, vrsta, ekosustava i krajobraza, podržavanje opće i posebne zaštite prirode kao i šumovitog krajobraza, ublažavanje učinka „stakleničke atmosfere" vezivanjem ugljika te obogaćivanje okoliša kisikom, opća zaštita i unapređenje čovjekova okoliša postojanjem šumskih ekosustava kao biološkog kapitala velike vrijednosti, odnosno značenje u obrani zemlje i razvoju lokalnih zajednica.

Sva navedena općekorisna dobra šuma u Zakonu o šumama ukazuju na njihovu vrijednost, ulogu i važnost za normalan život. Ta je spoznaja dovoljna za temeljno opredjeljenje sviju nas za zaustavljanje devastacije šuma i okoliša, a sve radi poboljšanja životnih uvjeta.

DOBIVANJE ŠUMSKE BIOMASE ZA ENERGIJU
OBTAINING FOREST BIOMASS FOR ENERGY

Biomasa je tvar biljnog i životinjskog porijekla koja, uz ostalo, služi i kao obnovljivi izvor energije. Bioenergija iz biomase usitnjenog drva može se dobiti u kogeneracijskim postrojenjima, i to izgaranjem biomase i dobivanjem toplinske energije koja se može koristiti u svrhu grijanja, hlađenja i proizvodnje električne energije (Krička i dr. 2007). Dobivanje biomase iz šuma za bionergiju zahvat je kojem prethode sustavni radovi njege, obnove i podizanja šuma. U tim je radovima koristan proizvod drvo svih dimenzija koje donedavno nije imalo tržišne vrijednosti, a danas je vrlo tražena roba za proizvodnju bioenergije.

Europski šumari, vlasnici šuma i poljoprivredni proizvođači danas primjenjuju i stavljaju na tržište doslovno svaki proizvod čijim se izgaranjem proizvodi energija. Prije svega to je danas u šumarstvu drvo tanjih dimenzija i ostalo drvo koje je zbog loše kvalitete donedavno kao otpad ostajalo u šumi. Uvođenjem drva svih vrsta drveća i tanjih dimenzija u sustav za proizvodnju energije šumarstvo većine europskih zemalja dobilo je mogućnost proizvodnje energije uz istovremeno smanjenje troškova njegovanja šuma (Matić 2011a). Većina europskih naprednih zemalja u zadnje vrijeme umjesto drva prodaje energiju, što ide u prilog bolje gospodarske dobiti u šumarstvu i većeg zapošljavanja radne snage.

Prema podacima o propisanom i po Zakonu planiranom godišnjem bruto etatu ili količini posječena drveta zbog provođenja njege i obnove šuma u šumama Hrvatske za razdoblje 2006. – 2015. g., koji iznosi 6.564.000 m^3, rabilo se 60% ili 3.938.400 m^3 drva za trupce te celulozno i ogrjevno drvo. Ostatak od 40% ili 2.625.600 m^3 planirani je otpad, a to je drvo tanjih dimenzija koje je do sada ostajalo u šumi neiskorišteno (Matić 2007).

U današnje vrijeme šumarstvo Hrvatske postupno prihvaća spoznaje o korištenju drva tanjih dimenzija za energiju. Pri tome se još uvijek rabi samo ono drvo koje se dobiva prilikom redovitih proreda u sastojinama viših dobnih razreda, kao i ono dobiveno oplodnim i prebornim sječama. Još se gotovo ništa ne poduzima da se njegom mladih sastojina čišćenjem, a još više proredama u prvom, drugom i trećom dobnom razredu, obavi zakonom propisana i nužna mjera njege, a da se to njegom dobiveno drvo upotrijebi za dobivanje bioenergije. Na taj bi se način postigle dvije velike koristi. Obavila bi se njega i poboljšala kvaliteta sastojina uz istovremeno smanjenje troškova tih zahvata prodajom drva za energiju.

Dosadašnjim istraživanjima utvrđeni su podaci o udjelima sortimenata u našim šumama koji mogu poslužiti i u planiranju dobivanja bioenergije iz svih naših kontinentalnih i sredozemnih šuma (Anić i dr. 1996, Matić 2007, 2011):

- drvo za industriju 40% (trupci 30%, celulozno drvo 10%),
- drvo za energiju 45% (oblice i cjepanice 15%, sječenice-granjevina 15%, kora 8%, panjevina 5%, tanje grane i lišće 2%),
- otpad u šumi 15% (tanje grane i lišće 10%, panjevina 5%).

Nažalost, još nema nikakvih pokazatelja da se planira ili barem pomišlja na iskorištavanje drva svih dimenzija na području hrvatskog Sredozemlja, prije svega za dobivanje bioenergije, premda za to postoje stvarni uvjeti, a i nužna potreba. Došlo bi u obzir korištenje drva dobiveno zahvatima njege i obnove te iskorištavanja nagorjelog drva koje ostaje nakon požara. Isto tako ne rabi se drvni materijal koji se dobije čišćenjem i pripremanjem površina poharanih požarom koje su ogoljele nakon požara za pošumljavanje.

Izostavljanjem tih radova ne nanosi se samo šteta području Sredozemlja nego šumarstvu i svim žiteljima Hrvatske, jer šume, kao i njihovi pozitivni učinci na okoliš, ne poznaju granice.

Pridobivanje drva za proizvodnju energije u šumskim ekosustavima, kako smo već naveli, vezano je za zahvate njege i obnove, koji su nužni za održavanje kvalitete i opstanka šuma, a tijekom kojih se 85% posječenoga drvnog materijala može iskoristiti za preradu i energiju, dok bi 15% ostalo u šumi kao otpad.

Od ukupnoga godišnjeg tečajnog prirasta u šumama Sredozemlja, koji iznosi 700.000 m^3, zahvatima njege i obnove može se posjeći 70%, što iznosi oko 500.000 m^3

drvnoga volumena. Tim bi se zahvatima tijekom vremena postupno podizala kvaliteta šuma svih uzgojnih oblika i degradacijskih stadija, a isto bi se tako ubrzao proces prelaska nižih degradacijskih stadija i uzgojnih oblika u neki od viših i kvalitetnijih.

Njega se provodi zahvatima čišćenja u sastojinama u prvom dobnom i debljinskom razredu svih uzgojnih oblika, a u degradiranim sastojinama (šikare, makije, šibljaci i garizi) provodi se ako za to postoji strukturno, ekološko i gospodarsko opravdanje. Nema nikakve sumnje da je u današnjem vremenu svekolikih kriza, posebno na polju pridobivanja jeftine energije, to opravdanje svakim danom sve vidljivije.

Njega proredom provodi se u svim starijim dobnim razredima svih uzgojnih oblika (niskom, srednjem i visokom) i traje do početka zahvata obnove. Prema tome, radovi njege i obnove regularnih šuma traju gotovo tijekom cijeloga životnog vijeka sastojine u kojem se, iz drva za industrijsku preradu, stalno dobiva i drvo za energiju.

Osim navedenih uzgojnih radova, nužno je provoditi i pošumljavanje golih površina i površina poharanih požarom, a posebno popunjavanje svih degradacijskih stadija sastojina ako unutar njih postoje neobrasle površine.

Zahvati njege i obnove, uz podizanje novih šuma pošumljavanjem i popunjavanjem šuma u degradacijskim stadijima gariga i šibljaka, nužni su zahvati koji imaju ekološko i gospodarsko opravdanje te ih je nužno planski i sustavno izvoditi.

Za sve to postoje konkretni razlozi koji bi bili garancija uspjeha takvog projekta. Navest ćemo ih u količinama dobivenima iz gospodarskih osnova za područje hrvatskog Sredozemlja i iz ostalih istraživanja.

Kako smo već naveli, šume i šumsko zemljište hrvatskog Sredozemlja zauzimaju površinu od 662.000 ha, neobraslo je 85.000 ha, a šumama je obraslo 577.000 ha s drvnom zalihom od 34.348.200 m^3. Svi uzgojni oblici i šumske kulture imaju površinu od 431.000 ha, a degradacijski stadiji šikara, šibljaka, makija i gariga nalaze se na površini od 146.000 ha.

Danas je ukupni godišnji prirast u tim šumama 700.000 m^3, a od toga se zahvatima njege i obnove može svake godine posjeći 500.000 m^3, od čega bi 15% ili 75.000 m^3 nakon sječe kao otpad ostajalo u šumi, a 435.000 m^3 drva moglo bi se svake godine upotrebiti za industriju i bioenergiju.

Tim bi se zahvatima tijekom vremena postupno podizala kvaliteta svih uzgojnih oblika i degradacijskih stadija sastojina, a isto bi se tako ubrzao proces prelaska nižih degradacijskih stadija i uzgojnih oblika u neki od viših.

Danas se u šumama hrvatskog Sredozemlja zahvatima njege i obnove posiječe ukupno 267.000 m^3 ili 0,94 m^3/ha. Ta je količina za oko polovice niža od moguće sječe, i to je jedan od razloga što danas u tim šumama trune i propada stojeće i ležeće mrtvo drvo u količini od 2.649.000 m^3 ili prosječno 2,69 m^3 /ha. Izvođenjem radova njege i obnove takva intenzivna pojava sušaca ne bi bila moguća.

Svake godine na području našega Sredozemlja u šumskim požarima godišnje izgori 15.000 – 20.000 ha šuma svih uzgojnih oblika i degradacijskih stadija. Ako bismo toj površini dodali 85.000 golih nepošumljenih površina, možemo zaključiti da je nužno sustavno pošumljavati različitim pionirskim vrstama bjelogorice i crnogorice oko 100.000 ha nepošumljenih površina.

Od ukupne površine degradiranih šuma (šikara, šibljak, makija i garig), koja iznosi oko 150.000 ha, nužno je na 30% površine ili 45.000 ha obavljati popunjavanje određenim pionirskim vrstama bjelogorice i crnogorice kako bi im se povećale gospodarske i općekorisne vrijednosti. Isto tako toj površini za pošumljavanje nužno je pridodati i 85.000 ha neobraslih površina, što ukupno iznosi oko 130.000 ha površine koju bi trebalo u razumnom roku pošumiti. Toj površini trebalo bi pridodati i površinu od oko 20.000 ha koja svake godine izgori u požarima, a koju bi trebalo planski uključiti u dodatnu površinu za pošumljavanje.

Uz navedene uzgojne zahvate pošumljavanja i popunjavanja, nužno je na površini od 344.260 ha njegovati i obnavljati šumu kako bi joj se povećala kvaliteta, stabilnost i proizvodnost.

Ekološki čisto energetsko drvo i njegova pretvorba u energiju danas ima dokazanu visoku rentabilnost, posebno u usporedbi s energijom dobivenom iz fosilnih goriva, kojih je sve manje. Svi navedeni podatci dobra su podloga za izradu strategije gospodarenja šumama hrvatskog Sredozemlja s glavnim ciljem dobivanja za život nužnih općekorisnih i gospodarskih funkcija šuma, posebno onih za proizvodnju bioenergije.

Prosječna težina metra kubičnog apsolutno suhog drva svih vrsta drveća, poludrveća i drvenastoga grmlja našeg Sredozemlja iznosi 756 kg/m^3, a to energetski zamjenjuje količinu od 378 l nafte (Matić 2011).

Kako smo već naveli, u današnjim uvjetima mogli bismo izvođenjem zahvata njege i obnove dobiti 435.000 m^3 drva za industriju i bioenergiju, što težinski iznosi oko 330.000 t. Ako bismo za energiju upotrijebili oko 300.000 t, ta količina izražena u ekvivalentnim vrijednostima nafte energetski odgovara količini od 150.000 t nafte. To je energetska vrijednost drveća našeg Sredozemlja koje bismo mogli iskoristiti, a rezultat je današnjeg stanja strukture tih šuma (Matić 2011).

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Šume hrvatskog Sredozemlja, koje zauzimaju površinu od 662.000 ha, dio su cjelovitoga kompleksa šuma Republike Hrvatske. Tisućugodišnji negativni utjecaji čovjeka i ostalih čimbenika glavni su razlozi smanjenja površine i kvalitete tih šuma te njihova prelaska u neki od degradacijskih stadija (makija, šikara, garig, šibljak) koji nastavkom procesa degradacije najčešće završavaju golim kršom.

To gospodarski, civilizacijski i povijesno važno područje Hrvatske danas osjeća, a svakim će danom sve više osjećati, negativne posljedice nestanka šuma. Šumski požari svake godine uništavaju velike površine šuma koje se ne pošumljavaju, istovremeno se obavlja svekolika prenamjena šuma i šumskog zemljišta u druge svrhe, što je u suprotnosti s Ustavom i Zakonom u šumama. To je sve razlog promjene klimatskih, a posebice stanišnih uvjeta, što je vidljivo pojavom erozije tla i sve učestalijim poplavama naseljenih mjesta.

Usto, te šume i danas imaju veliku gospodarsku i općekorisnu vrijednost, što sve više dolazi do izražaja zbog globalnih klimatskih, gospodarskih i ostalih promjena u kojima postojanje šumske vegetacije bitno smanjuje posljedice tih utjecaja.

Zbog stalne potrebe društva za energijom, pomanjkanja i visoke cijene klasičnih izvora energije, u zadnje su se vrijeme razvile tehnologije dobivanja bioenergije iz svih proizvoda i dimenzija drva koje proizvodi šuma.

Dobivanje biomase iz šuma za bionergiju zahvat je kojem prethode sustavni radovi njege i obnove. U tim radovima, osim što se povećava kvaliteta šuma i održava njihova potrajnost, koristan je proizvod drvo svih dimenzija, koje donedavno nije imalo tržišne vrijednosti, a danas je vrlo tražena roba za proizvodnju bioenergije.

Izvođenjem gospodarskih zahvata u šumama Sredozemlja povećava se njihova kvaliteta, proizvodnost i potrajnost ili održivi razvoj tih šuma, a uz istovremene zahvate njege, obnove i pošumljavanja dobiva se drvo za preradu te drvo za bioenergiju.

Upotrebom drva tanjih dimenzija za proizvodnju bioenergije smanjuju se troškovi zahvata njege, obnove i pošumljavanja golih površina, što ide u prilog poboljšanja kvalitete i proizvodnosti tih šuma, posebno što se ubrzava proces prelaska nižih degradacijskih stadija i uzgojnih oblika u neki od viših.

Zbog velike mase apsolutno suhog drva svih vrsta drveća, poludrveća i drvenastoga grmlja našeg Sredozemlja, izvođenjem uzgojnih radova njege i obnove u odgovarajućim degradacijskim stadijima i svim uzgojnim oblicima šuma u današnjim uvjetima trajno bi se dobivala količina drva koja energetski odgovara količini od 150.000 t nafte. Izvođenjem radova njege i obnove ta bi količina sustavno rasla.

Literatura / *References*

Anić, I., G. Fabijanić, M. Figurić, I. Hodić, D. Horvat, A. P. B. Krpan, S. Matić, Š. Meštrović, M. Oršanić, M. Polaček, T. Poršinsky, S. Puljak, S. Risović, S. Sever, S. Tomljanović, 1996: Razvoj i organizacija hrvatskoga energetskog sektora – Gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 76 str.

Anić, I., 2012: Raznolikost i prirodnost šuma u Hrvatskoj. U: S. Matić, F. Tomić, I. Anić (ur.), Zbornik radova s okruglog stola „Šume, tla i vode – neprocjenjiva prirodna bogatstva Hrvatske“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode, Zagreb, str. 17-35.

Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb, 300 str.

Matić, S., 1996: Šumarstvo Hrvatske od osnivanja modernog sveučilišta u Zagrebu (1874) do danas. U: G. P. Mrzljak (ur.), Znanost u Hrvata: prirodoslovlje i njegova primjena, Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, Zagreb, str. 516-533.

Matić, S., 2007: Zahvati njege i obnove kao načini pridobivanja drva za energiju i povećanja kvalitete šuma u Hrvatskoj. U: S. Matić (ur), Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Zagreb, str. 17-41.

Matić, S., 2011: Šume hrvatskog Sredozemlja i proizvodnja drva za bioenergiju. U: S. Matić (ur), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 657-669.

Matić, S., 2011a: Utjecaj zagrebačke škole uzgajanja šuma na gospodarske i općekorisne vrijednosti šuma Krndije. U: I. Vranić (ur.), Zbornik stručnih radova i rezultati ocjenjivanja vina po godinama, Udruga Kutjevački vinari, udruga vinara i vinogradara Kutjevo, Kutjevo str. 162-166.

Matić, S., 2012: Šuma i čovjek – trajna i korisna veza u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. U: S. Matić, F. Tomić, I. Anić (ur.), Zbornik radova s okruglog stola „Šume, tla i vode – neprocjenjiva prirodna bogatstva Hrvatske“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode, Zagreb, str. 1-16.

Prpić, B., 1992a: Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, str. 237-256.

Prpić, B., 1992b: O vrijednosti općekorisnih funkcija šume. Šumarski list, 116(6-8): 301-312.

Prpić, B., S. Matić, P. Jurjević, H. Jakovac, I. Milković, 2005: Općekorisno i gospodarsko značenje poplavnih šuma. U: J. Vukelić (ur.). Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 50-68.

Krička, T., F. Tomić, N. Voća, Ž. Jukić, V. Janušić, A. Matin, 2007: Proizvodnja obnovljivih izvora energije u EU. U: S. Matić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Zagreb, str. 9-16.

...2005: Zakon o šumama RH

...2009: Zakon o šumama RH

The Function of Bioenergy in Increasing the Value and Sustainability of Forests in the Croatian Mediterranean Region

Summary

Forests in the Republic of Croatia are primarily characterized by their natural condition, autochthonous tree species, natural regeneration and tending in all age and diameter classes. The forests of the Croatian Mediterranean, covering an area of 662,000 ha, form a part of a comprehensive forest complex of the Republic of Croatia. In Croatia, organized forestry profession had its beginnings in the middle of the eighteenth century, when the first forest offices and services were established. The forests of the Croatian Mediterranean had by then been considerably degraded due to thousand-year-long negative impacts exerted by man and other factors. This is the reason why high forests have been converted into some of the degraded stages (maquis, thicket, garrigue, scrub), which were further degraded to the stage of bare karst. This important region currently feels all the negative consequences of forest disappearance, although the forests in the Croatian Mediterranean still possess their value expressed in both non-market and market goods. These values have been recognized, but the negative treatments that have caused the destruction of these forests are still visible. Regrettably, little is being done to prevent such destructive actions. Although the principle of sustainability (sustainable development) is included in the Constitution and the Forest Act, it is not applied, contrary to past practices. Forest fires are rampant but the culprits are never found; there is no afforestation, yet the forests and forestland are simultaneously being converted into other, non-forest purposes. The current data on the structural, silvicultural and productive properties of these forests would be discouraging from the standpoint of classical forestry were it not for the non-market and other benefits that these forests provide. The vast array of possibilities and methods aimed at increasing their quality, productivity and use of timber for bioenergy simultaneously strengthens both non-market and market forest functions. Non-market forest functions imply all the positive effects of the forest ecosystem on the man and the environment in the sense that they provide an ecological stronghold to the landscape and maintain and improve biological production, naturalness and diversity. These functions are divided into ecological or protective, social and socio-ecophysiological. The non-market benefits are particularly important in the Croatian Mediterranean, since this area has been subjected to devastation for thousands of years, to the detriment of man and his environment. Article 2 of the latest Forest Act lists and legalizes fifteen non-market forest functions. Obtaining biomass from forests for bioenergy is a procedure that is preceded by systematic activities on forest tending, regeneration and establishment. Until recently, timber of all dimensions obtained from these activities did not have any market value, but today it is considered a very useful commodity for bioenergy production. Despite the existing conditions and needs, the exploitation of timber of all dimensions for bioenergy production from the Mediterranean region is still not an economic option. The treatments mentioned above are necessary for the insurance of forest quality and survival. About 85% of the cut timber from these treatments can be used for processing and energy, while the remaining 15% should remain in the forest as waste material. Half-burned wood resulting from forest fires is not utilized either, although its amount is increasing.

The forestry sector in the majority of European countries uses timber of all tree species and of thinner dimensions for energy production, thus producing energy while simultaneously reducing costs of forest tending. Instead of selling timber, most European countries sell energy, which increases the economic gain in forestry and employs more working force. Tending and regeneration, the establishment of new forests by afforestation and restocking all the degraded stages, particularly garrigues and scrub, are necessary operations that are justified both ecologically and economically, and should, accordingly, be applied in a planned and systematic manner. Owing to the high weight of absolutely dry wood of all tree species, semi-trees and woody shrubs in the Croatian Mediterranean, silvicultural treatments of tending and regeneration in the respective degraded stages and in all silvicultural forest forms would, in terms of energy, currently yield the quantity of wood that corresponds to the quantity of 150,000 tons of crude oil. This quantity would systematically increase by performing tending and regeneration operations.

Keywords: *Mediterranean forests; degraded stages; bioenergy; stand tending; stand regeneration; sustainable development.*

Akademik Slavko Matić,
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti,
Zrinski trg 11, HR – 10000 Zagreb,
slavko.matic@sumari.hr

Poljoprivredna sekcija:

STANJE I SMJERNICE RAZVOJA POLJOPRIVREDE NA JADRANSKOME PODRUČJU

Agricultural Section:

THE CONDITION AND GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE ADRIATIC REGION

POTREBA I VAŽNOST REGULIRANJA SUVIŠNIH VODA NA HIDROMORFNIM TLIMA JADRANSKOG PODRUČJA

NEED AND IMPORTANCE OF SURPLUS WATER REGULATION ON HYDROMORPHIC SOILS IN THE ADRIATIC REGION

Dragutin Petošić, Stjepan Husnjak, Ivan Mustać, Vilim Filipović, Marko Klarić, Tea Barac

Sažetak

Unapređenje ruralnog jadranskog područja koje obuhvaća sedam županija (Istarsku, Ličko-senjsku, Primorsko-goransku, Zadarsku, Šibensko-kninsku, Splitsko-dalmatinsku, Dubrovačko-neretvansku) s ukupnom površinom od 24.956 km^2 moguće je dobrim dijelom ostvariti reguliranjem suvišnih voda na hidromorfnim poljoprivrednim tlima. Riječ je o ruralnom potencijalu od 60.422 ha poljoprivrednih tala (površina), čije mogućnosti zbog periodične prisutnosti suvišnih voda nisu ni približno iskorištene u smjeru daljnjeg razvoja agrara toga područja. Valja naglasiti da su resursi navedenih tala nejednoliko raspoređeni unutar jadranskog područja, pri čemu prednjače županije Dubrovačko-neretvanska s 12.727 ha i Ličko-senjska s 12.180 ha, a na začelju su županije Šibensko-kninska s 2.374 ha i Primorsko-goranska sa svega 381 ha. Potrebu za reguliranjem suvišnih voda na poljoprivrednim površinama jadranskog područja potkrepljuju i pokazatelji koji se odnose na do sada izgrađene hidromelioracijske sustave odvodnje. Na temelju navedenog na razmatranom melioracijskom području od 92.019 ha (Marušić, 2003) hidromelioracijski sustavi površinske odvodnje potpuno su izgrađeni na 14.146 ha, a djelomično na 12.802 ha. Težište u izgradnji tih sustava odnosi se na melioracijske kanale I. i II. reda, koji su izvedeni u ukupnoj duljini od 200,78, odnosno 323,76 km. Reguliranje suvišnih voda podzemnim sustavom cijevne drenaže izvršeno je na ukupnoj poljoprivrednoj površini od 2.074 ha. Potrebu za izgradnjom novih hidromelioracijskih sustava odvodnje na tom području treba temeljiti na realnim potrebama i stvarnim mogućnostima (oko 40.000 ha), a revitalizaciju do sada izgrađenih sustava valja provoditi integralno, cjelovitim programom radova, uključujući sanaciju, rekonstrukciju, dogradnju, redovito održavanje i pravilno gospodarenje.

Ključne riječi: jadransko područje; suvišne vode; reguliranje; hidromorfna tla; hidromelioracijski sustavi odvodnje.

UVOD / *INTRODUCTION*

U radu su analizirani potreba i važnost reguliranja suvišnih voda na hidromorfnim tlima ruralnog jadranskog područja, koje obuhvaća sedam županija: Istarsku, Ličko-senjsku, Primorsko-goransku, Zadarsku, Splitsko-dalmatinsku i Dubrovačko-neretvansku.

Valja naglasiti da hidromorfna tla na ovom prostoru zauzimaju velik potencijal poljoprivrednih površina od oko 60.000 ha (Husnjak 2010), koji se može u znatno većoj mjeri iskoristiti u budućem razvoju agrara jadranskog područja.

Pretpostavka da se to i ostvari uvjetovana je, prije svega, reguliranjem suvišnih voda, koje su jedan od temeljnih limitirajućih čimbenika uspješnog gospodarenja na tim poljoprivrednim površinama (Tomić 2006, Petošić 2007).

Radi reguliranja suvišnih voda na tom prostoru, prethodno su izvedeni veliki hidrotehnički zahvati, koji su se temeljili na izgradnji objekata vezanih za zaštitu područja od vanjskih voda te za osnovnu i detaljnu odvodnju (Pavletić i dr. 2003, Pejaković i dr. 2003).

S obzirom na činjenicu o nedopustivo lošem stanju izgrađenih hidromelioracijskih sustava odvodnje na jadranskom području, kao i na cjelovitom prostoru Hrvatske (Marušić 2003, Petošić i Šimunić 2007), osjeća se potreba za njihovom urgentnom revitalizacijom.

Uz postojeće sustave odvodnje i izgradnju novih adekvatnih hidromelioracijskih sustava odvodnje, može se znatno povećati proizvodni potencijal hidromorfnih tala, odnosno poljoprivrednog zemljišta na širem jadranskom području, što je na pragu ulaska Hrvatske u EU iznimno važno.

MATERIJALI I METODE RADA / *MATERIALS AND METHODS*

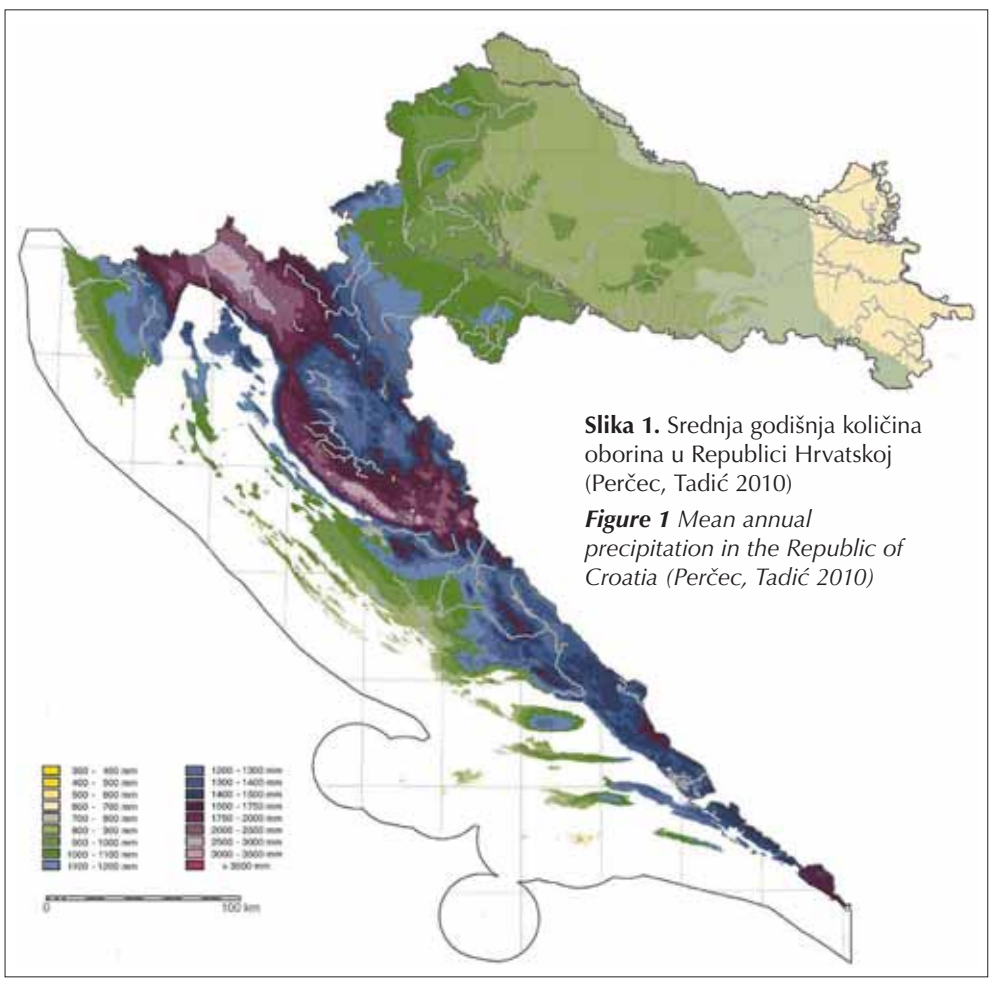
Izrada ovog rada temelji se u prvom redu na analizi relevantnih pokazatelja, koji su prikazani u većem broju objavljenih publikacija i radova iz ove problematike: Petošić 1993, 1994, Šimunić i dr. 1996, Petošić 1998, 2003, Tomić 2003, Tomić i Petošić 2003, Šimunić 2003, Marušić 2003, Vidaček i dr. 2003, Husnjak 2003, 2006, Šimunić i Tomić 2006, Pejaković i dr. 2003, Pavletić i dr. 2003, Petošić i Šimunić 2007, Tomić i dr. 2007, Husnjak 2007, Marušić 2007. Uz navedeno, u radu su analizirani i podaci iz postojećih publikacija koje nisu objavljene, kao što su hidropedološke i melioracijske studije i projekti koji su najvećim dijelom izrađeni na Agronomskom i Građevinskom fakultetu u Zagrebu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA / *RESULTS*

Temeljne značajke oborina i bilance vode

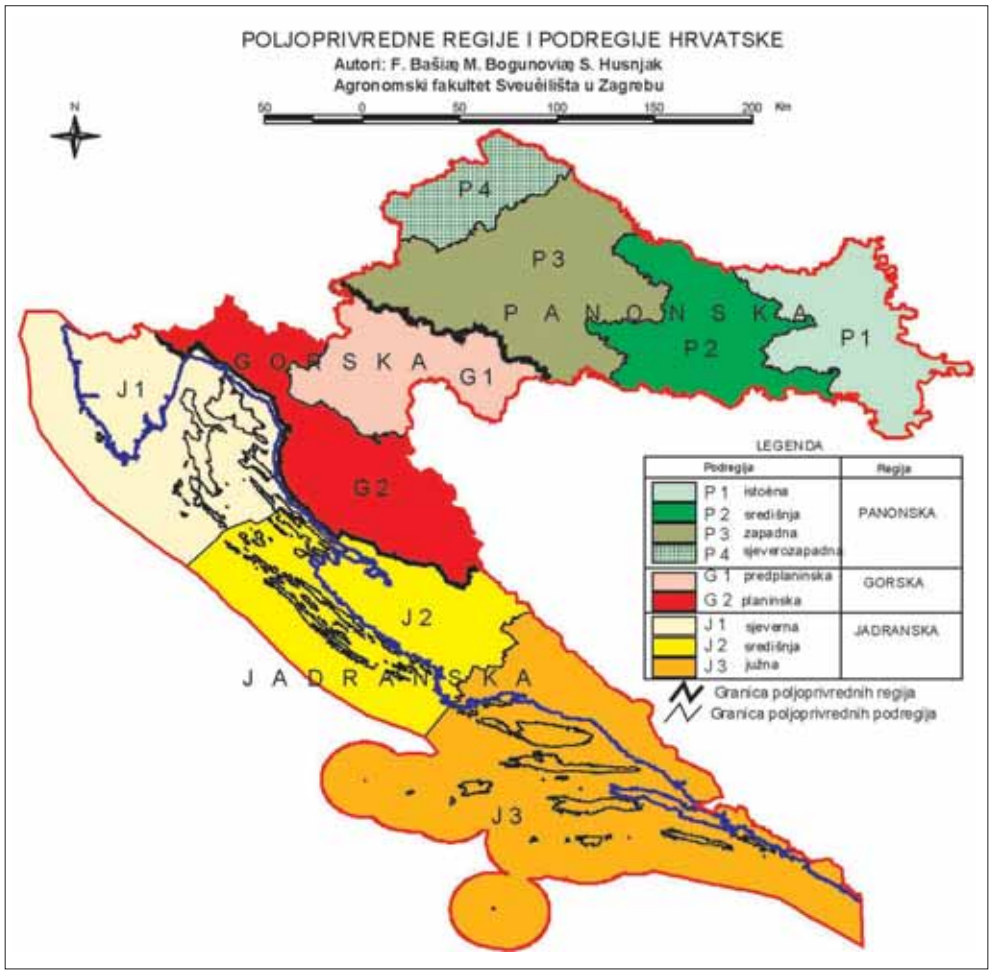
Major characteristics of precipitation and water balance

Na velikom dijelu jadranskog područja dominantna je humidna do perhumidna klima, koja je posebice izrazita tijekom hladnog dijela prosječne godine, a očituje se pojavom velikih količina oborina, jakog do vrlo jakog intenziteta. Prosječna godišnja suma oborina (1961. – 1990.) na širem jadranskom području kolebala se u rasponu vrijednosti od 915 mm u Zadru, 1.170 mm u Pazinu, 1.200 mm u Dubrovniku, 1.560 mm u Rijeci do 1.850 mm na Pagu. U istom razdoblju izmjerene su ove maksimalne vrijednosti dnevnih oborina: Dubrovnik (155 mm, prosinac), Zadar (175 mm, rujan),



Slika 1. Srednja godišnja količina oborina u Republici Hrvatskoj (Perčec, Tadić 2010)

Figure 1 *Mean annual precipitation in the Republic of Croatia (Perčec, Tadić 2010)*



Slika 2. Poljoprivredne regije Hrvatske (Bašić, Bogunović, Husnjak, 2001)
Figure 2 *Agricultural regions of Croatia (Bašić, Bogunović, Husnjak, 2001)*

Pag (200 mm, prosinac) i Rijeka (210 mm, listopad). Iz pokazatelja koji su prikazani na slici 1 može se generalno zaključiti da na širem jadranskom području, posebice u njegovu kopnenom zaleđu, valja računati s vrijednostima godišnjih oborina čija godišnja suma prelazi 2.000 mm, 2.500 mm, pa i 3.000 mm.

Koristeći se metodom po Thornthweitu za proračun bilanciranja vode, Tomić i Petošić (1989), za područje sjeverne jadranske regije (sl. 2) dobili su vrijednosti godišnjeg viška vode od 200 mm do 350 mm, a u srednjoj i južnoj regiji od 250 mm do 350 mm, odnosno od 350 mm do čak 600 mm. Kao posljedica navedenog, na većem dijelu analiziranog područja, posebice u specifičnim reljefskim oblicima kao što su

kraška polja, valja računati s pojavom poplava manjih i/ili većih prostornih razmjera i vremenske duljine trajanja (sl. 3 i 4).

Pedološke i melioracijske značajke

Pedological and amelioration characteristics

Na širem jadranskom području (24.956 km^2), koje tvori sedam županija, može se računati s ukupnom površinom hidromorfnih tala 60.452 ha (Husnjak, 2010.). Površinska zastupljenost tala različita je po županijama i kreće se u rasponu vrijednosti od 381 ha u Primorsko-goranskoj do 12.727 ha u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (tablica 1).

Tablica 1. Zastupljenost hidromorfnih tala na jadranskom području (Husnjak 2010)
Table 1. *Percentage of hydromorphic soils in the Adriatic region (Husnjak 2010)*

R. br. – *No.*	Županija – *County*	Površina – *Area* (ha)
1.	Istarska	11.314
2.	Ličko-senjska	12.180
3.	Primorsko-goranska	381
4.	Zadarska	11.364
5.	Šibensko-kninska	2.374
6.	Splitsko-dalmatinska	10.112
7.	Dubrovačko-neretvanska	12.727
Ukupno – *Total*		60.452

Na temelju procjene može se zaključiti da od ukupne površine koju pokrivaju hidromorfna tla (60.452 ha), oko 29.500 ha, ili praktično 50%, otpada na tri pedosistematske jedinice, kako slijedi: hipoglejno tlo (11.500 ha), amfiglejno tlo (8.500 ha) i pseudoglejno tlo (9.500 ha). Valja naglasiti da su hipoglejno i amfiglejno tlo kao podtipovi eugleja zastupani praktično u većini analiziranih županija, dok je pseudoglejno tlo zastupljeno u svega dvije županije (Istarska i Ličko-senjska).

S gledišta pedološko-melioracijske problematike hidromorfnih tala analiziranog jadranskog područja i mogućnosti njezina rješavanja u smislu reguliranja suvišnih voda, opravdano je izdvojiti tri osnovne **melioracijske jedinice (I, II i III)**:

I. melioracijsku jedinicu hipoglejno-humoglejnih tala,
II. melioracijsku jedinicu amfiglejno-epiglejnih tala,
III. melioracijsku jedinicu pseudoglejnih tala.

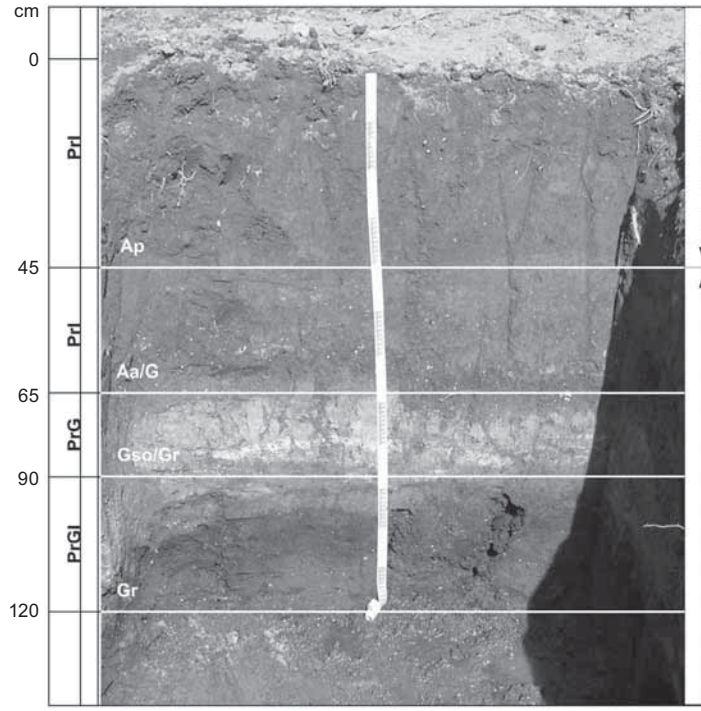
Prvu (I) melioracijsku jedinicu hipoglejno-humoglejnih tala karakteriziraju u prvom redu lakši teksturni sastav (praškaste ilovače do praškasto-glinaste ilovače),



Slika 3. Prikaz poplave malih razmjera u Vrgorskom polju (studeni, 2010)
Figure 3 *Small scale floods in the Vrgorac Field (November, 2010)*



Slika 4. Prikaz poplave većih razmjera u Rastok polju (studeni, 2010)
Figure 4 *Large scale floods in the Rastok Field (November, 2010)*



Slika 5. Hidromeliorirano iz močvarno-glejnog hipoglejnog tla (Husnjak 2006) – Vransko jezero

Figure 5 *Hiyroameliorated from gley hypogley soil (Husnjak 2006) – Vrana Lake*



Slika 6. Močvarno-glejno-hipoglejno tlo (Ondrašek 2007) – dolina Neretve

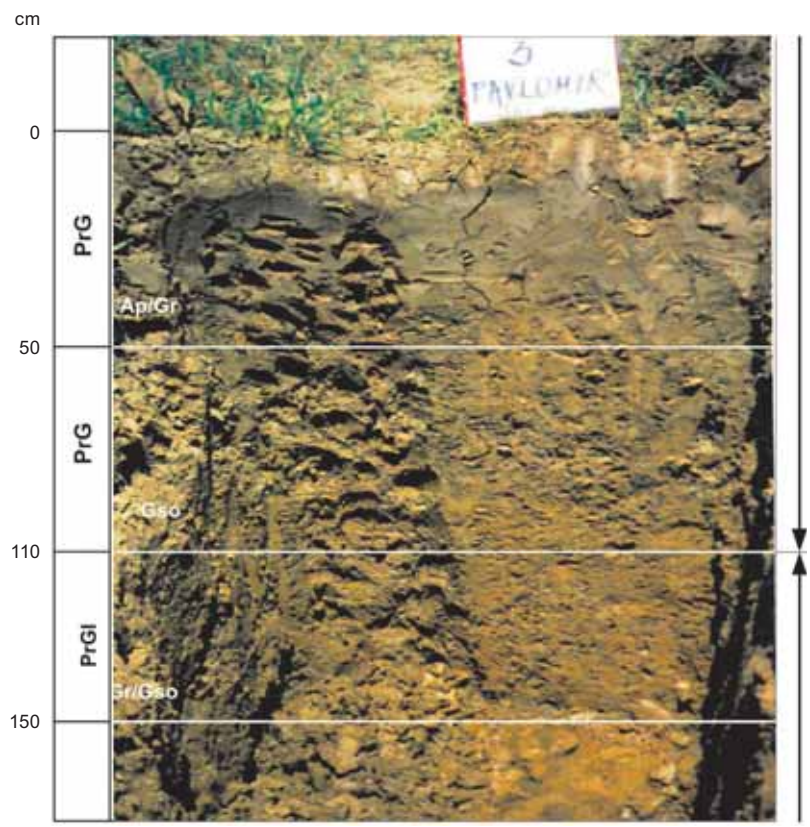
Figure 6 *Gley hypogley soil (Ondrašek 2007) – Neretva Valley*

umjereno mala vertikalna (0,13 m/dana do 0,52 m/dan) i umjereno brza horizontalna (1,42 m/dan do 3,0 m/dan) vodopropusnost i periodična pojava vrlo plitkih i plitkih (0,2 m do 0,5 m od površine terena) podzemnih voda (sl. 5 i 6).

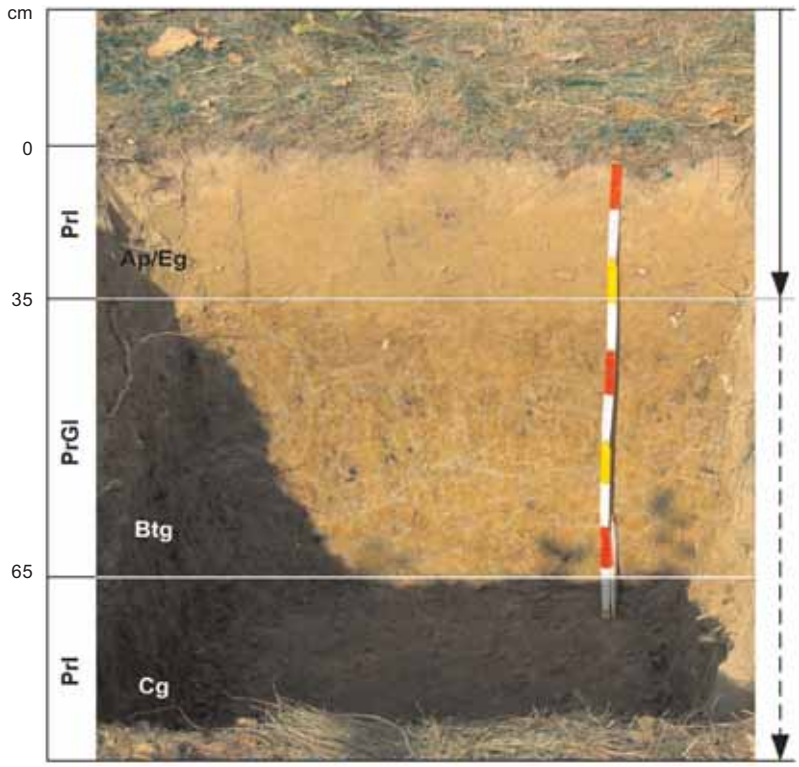
Za razliku od prve (I.) melioracijske jedinice, **u drugoj (II.) jedinici** zastupljena su tla znatno težeg teksturnog sastava (praškasta glina do glina), vrlo male (< 0,026 m/dan) do male (0,026 m/dan do 0,13 m/dan) vertikalne vodopropusnosti.

Horizontalna vodopropusnost tla također je u većini slučajeva umjereno mala (0,13 m/dan do 0,52 m/dan). Tla su periodično vlažna suficitnim stagnirajućim površinskim vodama, a kod amfigleja i u srednjedubokim podzemnim vodama najčešće ispod 100 cm dubine soluma tla (sl. 7).

U **treću (III.) melioracijsku jedinicu** uvršteno je pseudoglejno tlo praškasto-ilovastog (PrI) do praškasto-glinasto-ilovastog (PrGI) teksturnog sastava. Vertikalna vodopropusnost tla, posebice u iluvijalnom Btg horizontu, vrlo je slaba do mala (0,026 m/dan do 0,13 m/dan). Tlo se tijekom mokre faze periodično vlaži suficitnim stagnirajućim i/ili sporoprocjednim potpovršinskim vodama (sl. 8).



Slika 7. Močvarno glejno amfiglejno tlo (Romić 1997), Pavlomir, Vinodolska kotlina
Figure 7 *Gley amphigley soil (Romić, 1997), Pavlomir, Vinodol depression*



Slika 8. Pseudoglejno tlo (Husnjak 2010), Krbavsko polje
Figure 8 *Pseudogley (Husnjak 2010), Krbava Field*

Tablica 2. Zastupljenost hidromelioriranih tala na širem jadranskom području
Table 2. *Percentage of hydroameliorated soils in the wider Adriatic region*

R. br. – *No.*	Županija – *County*	Površina – *Area* (ha)
1.	Istarska	2.196
2.	Ličko-senjska	/
3.	Primorsko-goranska	/
4.	Zadarska	5.288
5.	Šibensko-kninska	478
6.	Splitsko-dalmatinska	3.649
7.	Dubrovačko-neretvanska	7.526
Ukupno – *Total*		19.136

Sustavi za reguliranje suvišnih voda / *Surplus water regulation systems*

Iz dostupne literature koja je rabljena pri pisanju ovog rada proizlazi da na širem jadranskom području valja računati s površinom hidromelioriranih tala od oko 19.136 ha (tablica 2). Tamo su uvrštena tla koja su djelomično ili u cijelosti hidromeliorirana, najčešće primjenom površinskih sustava odvodnje, odnosno otvorenim kanalima. Samo manji dio tih tala hidromelioriran je podzemnim sustavom detaljne odvodnje u obliku cijevne drenaže.

Izgrađenost i stanje sustava / *Completeness and Condition of Systems*

Prema Marušiću (2003), na analiziranom području za potrebe reguliranja suvišnih voda do sada su sustavi za površinsku odvodnju potpuno izgrađeni na oko 14.146 ha. Na Primorje, Istru, Gorski kotar i Liku otpada 1.760 ha, a na Dalmaciju 12.386 ha. Sustavi za površinsku odvodnju dijelom su izgrađeni na ukupnoj površini od 12.820 ha, od toga u Dalmaciji na 9.767 ha. Podzemna odvodnja u obliku cijevne drenaže izvedena ja na ukupno 2.074 ha. Vezano za izgrađenost sustava površinske odvodnje, dan je i prikaz do sada izvedenih osnovnih hidromelioracijskih zahvata na jadranskom području (tablica 3).

Tablica 3. Prikaz izvedenih hidromelioracijskih zahvata odvodnje na jadranskom području
Table 3. *Hydroameliorative drainage interventions in the Adriatic region*

Slivno i vodno područje *Catchment and water area*	Ukupna dužina melioracijskih kanala (km) *Total length of drainage canals* (km)		Crpne stanice *Pumping stations*	
	I. reda *1st order*	II. reda *2nd order*	broj *Number*	kapacitet *Capacity* (m^3/s)
Primorje i Istra *Littoral and Istria*	60,26	59,20	4	9,44
Dalmacija *Dalmatia*	140,52	264,56	10	58,70
Ukupno *Total*	200,78	323,76	14	68,14

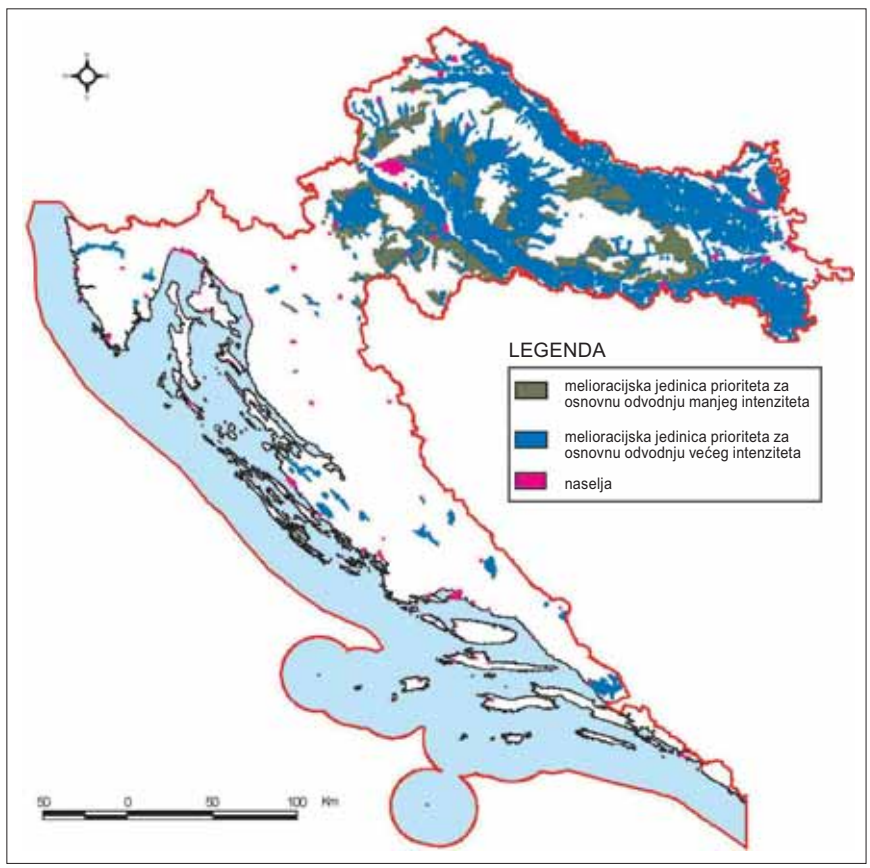
Međutim, kako navode Pejaković i dr. (2003) te Pavletić i dr. (2003), stanje izvedenih hidromelioracijskih sustava zbog neadekvatnog je održavanja vrlo loše. Prema istim autorima, funkcionalnost sustava u smislu efikasnog reguliranja suvišnih voda vrlo je slaba, a revitalizacija većine izgrađenih sustava nužna je i urgentna.

Potreba i koncepcija izgradnje novih sustava

Need and Conception of Constructing New Systems

Potreba za izgradnjom novih hidromelioracijskih sustava za reguliranje suvišnih voda – odvodnje vezana je prije svega za nedovoljno iskorišten potencijal hidromorfnih tala (oko 40.000 ha).

Potreba proizlazi i iz činjenice da su u posljednje vrijeme na analiziranom području sve prisutnije pojave „elementarnih nepogoda" izazvane sušom, ali i poplavama. Koncepcije izgradnje novih hidromelioracijskih sustava za reguliranje suvišnih voda na hidromorfnim tlima jadranskog područja valja prilagoditi „novim" uvjetima agrara, koji su sve dominantniji na cjelovitom prostoru Republike Hrvatske.



Slika 9. Karta prioriteta za reguliranje suvišnih voda – osnovnu odvodnju u Hrvatskoj (Husnjak 2007)

Figure 9 *Map of surplus water regulation priorities – basic drainage in Croatia (Husnjak 2007)*

Na slici 9 na razini Hrvatske prikazana su područja po prioritetu za reguliranje suvišnih voda osnovnom odvodnjom (Husnjak 2007).

Valja naglasiti da je najveći dio hidromorfnih tala na jadranskom području smješten u zoni kraških polja, što presudno utječe na koncepciju njihove cjelovite odvodnje i reguliranja suvišnih voda.

Tablica 4. Prikaz mogućih koncepcijskih rješenja detaljne odvodnje za reguliranje suvišnih voda na hidromorfnim tlima jadranskog područja

Table 4. *Optional conceptual solutions of detailed drainage for surplus water regulation on hydromorphic soils of the Adriatic region*

Jedinica tla *Soil Unit*	Prijedlog koncepcije sustava za reguliranje suvišnih voda *Proposed conception of surplus water regulation systems*
koluvij oglejeni *Coluvial, gleyic*	- zaštita područja od vanjskih voda (poplavnih i/ili slivnih) - reguliranje glavnih recipijenata područja, s osiguranjem oplavi - u specifičnim uvjetima, moguća primjena djelomične osnovne i detaljne odvodnje područja
aluvijalno oglejeno *alluvial, gleyic*	
semiglej *Semigley*	
pseudoglej obronačni *pseudogley of sloping terrains*	- terene s padom > 5,0%, isključiti iz primjene detaljne odvodnje - na terenima s padom do 5,0% primjena intercepcijskih drenova s hidrauličkim filtrom do obradivog horizonta s razmakom: pad (0,2 – 1,0%), L = 30 – 40 (m); pad (2,0 – 3,0%), L = 40 – 50 (m); pad (3 – 5%), L = 50 – 60 (m)
pseudoglej, dolinski i na zaravni *pseudogley of plains and mesoelevations*	- sistematska drenaža, plitke dubine oko 0,70 m, s uskim razmakom cijevi oko L = 10 m + vertikalno rahlenje tla - cijevna drenaža, dubine oko 0,9 – 1,0 m, s razmakom od oko 15 – 20 m + ugradnjom hidrauličkog filtera + dubinskim vertikalnim rahlenjem tla
pseudoglej-glej *pseudogley-gley*	
humoglej *humogley*	- kod humoglejno-hipoglejnih tala, primjena klasične cijevne drenaže, srednje dubine cijevi od 1,1 – 1,3 m i razmaka cijevi od 20 – 30 m - kod amfiglejnog tla, intenzivan uzgoj kultura ne preporučuje se bez primjene kombiniranog sustava detaljne odvodnje: cijevna drenaža dubine oko 1,0 m s razmakom cijevi od 20 – 25 m s ugradnjom hidrauličkog filtera i krtičenja tla - kod ekstenzivnijeg uzgoja kultura valja razmišljati o blažim oblicima detaljne odvodnje uz obvezatnu primjenu osnovne odvodnje područja
močvarno glejno *gley amphigley*	
močvarno glejno vertično epiglejno *gley amphigley, vertic, epigleyic*	- osnovna odvodnja područja otvorenim kanalima I. + II. reda - detaljna odvodnja, otvorenim kanalima III. i IV. reda - proizvodne jedinice (table) do maksimalnih 15,0 ha površine - težište biljne proizvodnje na formiranju ekstenzivnijeg uzgoja poljoprivrednih kultura - ne preporučuje se primjena cijevne drenaže ni intenzivan uzgoj kultura

Općenito se može prihvatiti dakle koncepcija za reguliranje suvišnih voda koja se sastoji od hidrotehničkih mjera:

– zaštite područja od vanjskih voda,
– osnovne odvodnje,
– detaljne odvodnje.

Sažeti prikaz koncepcijskih rješenja adekvatnih sustava detaljne odvodnje za reguliranje suvišnih voda na hidromorfnim tlima jadranskog područja, prilagođenih novim uvjetima agrara, dan je u tablici 4.

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

Revitalizacijom izgrađenih hidromelioracijskih sustava za reguliranje suvišnih voda na širem jadranskom području (24.956 km^2), koja uključuje površinske sustave na oko 26.966 ha i podzemne sustave na oko 2.074 ha, te izgradnjom novih sustava odvodnje na oko 40.000 ha hidromorfnih tala može se očekivati znatan pomak u smislu daljnjeg razvoja agrara na navedenom području.

Koncepcijska rješenja izgradnje novih hidromelioracijskih sustava za reguliranje suvišnih voda na hidromorfnim tlima područja treba prilagoditi „novim" uvjetima u poljoprivrednoj proizvodnji koji su limitirani pedološko-melioracijskom problematikom, imovinsko-pravnim odnosima, veličinom proizvodnih jedinica, ekonomskom opravdanosti sustava te načinom njegove izgradnje, upravljanja i pravilnog održavanja.

Literatura / *References*

Bašić i dr., 2001: Regionalizacija hrvatske poljoprivrede, rukopis. Zavod za OPB, AFZ, Zagreb, str. 274.

Husnjak, S., 2003: Tla hidromelioracijskih sustava odvodnje vodnog područja Save. Hrvatske vode, 45: 459-463.

Husnjak, S., 2006: Tla i hrvatske potrebe za melioracijskim mjerama. Zbornik radova sa znanstvenog skupa, HAZU, Zagreb, str. 21-37.

Husnjak, S., 2007: Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama. Zbornik radova sa znanstvenog skupa HAZU, Zagreb, str. 21-39.

Husnjak, S., J. Halamić, A. Šorša, V. Rubinić, 2010: Pedološke, geološke i geokemijske značajke lokacija uključenih u projekt geokemijskog kartiranja poljoprivrednog zemljišta i pašnjaka u Republici Hrvatskoj. Agronomski glasnik, 4-5: 173-190.

Marušić, J., 2003: Izgradnja i održavanje hidromelioracijskih sustava za odvodnju u Hrvatskoj. Hrvatske vode, 45: 433-445.

Marušić, J., 2007: Izgradnja, obnova i održavanje hidrotehničkih građevina za zaštitu od površinskih voda u Hrvatskoj. Zbornik sa znanstvenog skupa HAZU, Zagreb, str. 59-77.

Pavletić, Lj., D. Holjević, J. Grbčić-Čapkanov, G. Petrović, 2003: Stanje hidromelioracijskih sustava na melioracijskim područjima sjevernojadranskih slivova. Hrvatske vode, 45: 487-492.

Pejaković, B., D. Radović, Ž. Barbarić, F. Bojanić, M. Giljušić, 2003: Stanje hidromelioracijskih sustava na vodnom području Dalmatinskih slivova. Hrvatske vode, 45: 493-506.

Perčec i Tadić, 2010: Klimatski atlas Hrvatske, Zagreb.

Petošić, D., 1993: Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje u Posavini. Doktorska disertacija, AFZ.

Petošić, D., 1994: Trajnost učinka drenažnog jarka na vertičnom hidromelioracijskom eugleju u Posavini. Hrvatske vode, 5: 285-293.

Petošić, D., 1998: Temeljne značajke i perspektiva gospodarenja na hidromelioriranim tlima Županije zagrebačke. Poljoprivredna znanstvena smotra, 1-2: 67-79.

Petošić, D., 2003: Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje. Hrvatske vode, 45: 515-525.

Petošić, D., I. Šimunić, 2007: Revitalizacija postojećih i koncepcija rješavanja novih sustava detaljne odvodnje. Zbornik radova sa znanstvenog skupa, HAZU, Zagreb, str. 99-110.

Šimunić, I., F. Tomić, J. Marušić, 1996: Dränabtluß und Stickstoffaustrag bei den verschidenen Systemen der Detailenentwässerung. XVIIIth Conference of the Danube Countries, Volume 19/2, Graz, E 31-37.

Šimunić, I., 2003: Utjecaj sustava odvodnje na onečišćenje tla i voda. Hrvatske vode, 45: 541-547.

Tomić, F., D. Petošić, D., 1989: Dosadašnja iskustva i potrebe daljnjeg uređenja zemljišta u Posavini, Zbornik radova sa savjetovanja JAZU, Zagreb.

Tomić, F., 2003: Razvojne mogućnosti melioracijskih sustava u Hrvatskoj. Hrvatske vode, 45: 375-381.

Tomić, F., D. Petošić, 2003: Rješavanje problema suvišnih unutarnjih voda u hidromelioracijskim sustavima. Priručnik za hidrotehničke melioracije III kolo, knjiga 1, Rijeka, str. 177-197.

Tomić, F., D. Romić, S. Mađar, 2007: Stanje i perspektiva melioracijskih mjera u Hrvatskoj. Zbornik radova sa znanstvenog skupa HAZU, Zagreb, str. 7-21.

Vidaček, Ž., Z. Racz, I. Crnčan, B. Milović, 2003: Učinkovitost hidromelioracija i agromelioracija u slivu Karašice i Vučice. Hrvatske vode, 45: 507-515.

Need and Importance of Surplus Water Regulation on Hydromorphic Soils in the Adriatic Region

Summary

The development of the rural Adriatic region, encompassing seven counties (Istria, Lika-Senj, Primorje-Gorski kotar, Zadar, Šibenik-Knin, Split-Dalmatia, and Dubrovnik-Neretva) and covering an area of 24,956 km^2, may be largely realized by regulating surplus water on hydromorphic agricultural soils. Due to periodical presence of surplus water, this rural potential of 60,422 ha of agricultural soils (areas) is in no way utilized for further development of this region. It is noteworthy that the resources of the said soils are not uniformly distributed within the Adriatic region, with the Dubrovnik-Neretva County (12,727 ha) and the Lika-Senj County (12,180 ha) in the lead, and the Šibenik-Knin County (2,374 ha) and the Primorje-Gorski kotar County (only 381 ha) in the rear. The need for surplus water regulation on agricultural soils of the Adriatic region is corroborated by indicators relating to the hydoameliorative drainage systems completed so far. Hydoameliorative surface drainage systems have been completed on 14,146 ha of the studied amelioration area of 92,019 ha, and partially on 12,802 ha (Marušić, 2003). The construction of these systems is focused on drainage canals of the 1st and 2nd orders, which have been executed in a total length of 200.78 and 323.76 km, respectively. Surface water regulation through subsurface pipe drainage has been installed on a total agricultural area of 2,074 ha. The need for the construction of new hydroameliorative drainage systems in this region should be based on actual needs and realistic possibilities (ca. 40,000 ha), while the existing systems should be revitalized integrally, through a comprehensive work programme, including remediation, reconstruction, extension, regular maintenance and adequate management.

Keywords: *Adriatic region; surplus water; regulation; hydromorphic soils; hydroameliorative drainage systems.*

Prof. dr. sc. Dragutin Petošić,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, dpetosic@agr.hr

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Dr. sc. Ivan Mustać,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Dr. sc. Vilim Filipović,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Marko Klarić,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, student, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Tea Barac,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, studentica, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

AKTUALNI I POŽELJNI SUSTAVI GOSPODARENJA U POLJOPRIVREDI JADRANSKE POLJOPRIVREDNE REGIJE U SVJETLU PRISTUPA EUROPSKOJ UNIJI

CURRENT AND DESIRABLE FARMING SYSTEMS IN THE ADRIATIC AGRICULTURAL REGION IN THE LIGHT OF THE ACCESSION TO THE EUROPEAN UNION

Ferdo Bašić

Sažetak

Od suvremenih sustava gospodarenja u poljoprivredi očekuje se prinos (količina) koji jamči sigurnost opskrbe hranom odgovarajuće kakvoće *(Food security),* zdravstvena ispravnost *(Food safety)* te gospodarska, socijalna i okolišna održivost *(Sustainability)* u uvjetima tržišnoga gospodarstva. Polazište poželjnih sustava jest koncept *VOPT – MFCAL* (Višenamjensko obilježje poljoprivrede i tla – *MultiFunctional Character of Agriculture and Land*, xxx 1999), koji unosi radikalnu promjenu pristupa vrednovanju uspješnosti sustava gospodarenja u poljoprivredi isključivo prema visini prinosa. Za ocjenu djelotvornosti vrednuju se „neproizvodne uloge" i učinci poljoprivrede i tla otvarajući tako vrata sustavu koji će uz prihvatljiv prinos očuvati tlo, vodu, biološke (biljne i životinjske) genetske resurse i ruralni prostor uz primjenu prikladnih sredstava i postupaka u uzgoju bilja i životinja, uz istodobno smanjenje emisije staklenčkih plinova, na prvome mjestu CO_2! Zbog sporosti tvorbe tala, napose na vapnencima, koji inače kao supstrat dominiraju, njihova djelotvorna zaštita nema alternativu – to je pitanje opstanka! Kako su plodna tla smještena u ponikvama, krškim poljima, dolinama rijeka i općenito na topografskim pozicijama koje omogućavaju nakupljanje i zadržavanje zemljišnog materijala, *Geokemijski atlas Hrvatske* (Halamić i Miko 2010) pokazuje kako te pozicije pogoduju nakupljanju polutanata u količini relevantnoj za sustav gospodarenja. Problem koji traži neodgodivo i djelotvorno rješavanje jest nasilje na prirodi u smislu olake promjene namjene tla i prirađivanja supstrata za višegodišnje nasade mljevenjem mase kamena, tla i vegetacije na rizičnim položajima. Legislativa treba propisati slijed postupaka za odobrenje tih zahvata te uvjete prema kojima će samo mjerodavni stručnjaci odobravati ili odbijati zahtjev investitora – vlasnika. Intenzifikaciju sustava gospodarenja, napose u uzgoju povrća, predviđamo na područjima na kojima se već prakticira intenzivna poljoprivreda (Istra,

Vranski bazen, delta Neretve, Imotsko, Vrgoračko i Konavosko polje). Povišeni položaji s plitkim tlima i goleti, sukladno Smjernici EU 75/268, bit će svrstani u Područja ograničene pogodnosti (POP) ili *Less Favoured Area* (LFA), na kojima se primjenjuje tzv. Sustav gospodarenja u poljoprivredi niskog intenziteta. Agroekološku znanost čeka zadaća razgraničenja POP – LFA na temelju smjernice EU i odgovarajućih podloga – tla, nadmorske visine, skeleta, goleti, vegetacije i načina korištenja.

Ključne riječi: sustav gospodarenja u poljoprivredi; Jadranska poljoprivredna regija; umjetni supstrat za trajne nasade; POP – Područja ograničene pogodnosti.

UVOD I POVIJESNI PREGLED / *INTRODUCTION AND HISTORICAL REVIEW*

Našoj poljoprivredi predstoje promjene kojima se Hrvatsku smjera, umjesto da bude siguran uvoznik, prometnuti u stabilnog izvoznika hrane visoke kakvoće. Uz ostalo, to traži racionalno i održivo korištenje do sada marginaliziranih, nemalih potencijala kontinentalnog zaleđa i otočnog dijela Jadranske poljoprivredne regije. Osim vlastitog gospodarskog interesa kao prioritetnog, neupitan zahtjev pred sustavima gospodarenja u poljoprivredi Jadranske regije jest pridržavanje prakse i obveza prihvaćenih u pretpristupnim pregovorima s EU i međunarodnim konvencijama koje smo potpisali, kao što su Ramsarska konvencija (1971), Smjernica za nitrate (xxx 1991), Konvencija o biološkoj raznolikosti proizišla sa summita u Rio de Janeireu (1992), Rimska deklaracija o sigurnosti hrane u svijetu (1997), Tematska strategija za zaštitu tla (xxx 2006) i dr.

Obvezujući okvir u toj asocijaciji jest Zajednička poljoprivredna politika (ZPP), koja podržava gospodarski, socijalno i okolišno održiv sustav gospodarenja, u kojemu su poticaji uvjetovani pridržavanjem standarda zaštite okoliša u gospodarenju ili „dobre poljoprivredne prakse", koji pogoduju ruralnom razvoju europskog prostora.

Povijesno gledano, Sredozemlje je izvor civilizacije, gensko središte najvažnijih žitarica, krušarica, graška, slanutka i masline, a nedaleki „plodni polumjesec" brojnih članova današnje agrobiocenoze, iz kojega se prije oko dvanaest tisuća godina uzgoj bilja i stoke kao osnova sjedilačkom načinu života počeo širiti svijetom, a prije šest tisuća godina ispečen je prvi kruh, na kojemu se temelji život uljudbenog svijeta. Prve sustave gospodarenja – začetke plodoreda, utemeljili su Sumerani oko četiri tisuće godina prije Krista, zatim se redom šire u Egipat, Feniciju, Kretu, Grčku i Rimsko Carstvo. Antički pisac Gaj Plinije Stariji na plodnim tlima preporučuje uzgoj ječma, prosa, bijele repe ili pšenice, a na manje plodnim svake tri godine bob kao leguminozu koja podiže plodnost. Poljoprivreda našega uzobalja bila je u to doba dio rimske poljoprivrede, pa je od svojih početaka bila „u trendu", a zahvaljujući





Fotografija 1 (gore) – vinova loza i pšenica u središnjoj Istri, nedaleko od Buzeta; **Fotografija 2** (dolje) – maslina s povrtnim kulturama (bob) u međurednom prostoru na otoku Korčuli (nedaleko od Blata)

Photo 1 *Typical Mediterrannean policulture (above) - vineyard and winter wheat in inter-row space in central Istria (near Buzet) and* ***Photo 2*** *(below) olive tree with vegetable on island Korčula (near Blato)*

otvorenosti i morskim putovima, to je dugo i ostala. Naravno, sva obilježja i „sudbina" Sredozemlja snažno su i duboko utkani u povijest Hrvatske. Duboko u tradiciju utkana je „sredozemna polikultura" u kojoj se između redova vinograda, kao na fotografiji 1, zasijavaju ratarske (ili povrtne) kulture.

Uz lozu se tu, na istoj parceli, nalazi i vrba, koja daje izdašno (samorazgradljivo) vezivo za lozu, tu je i lješnjak..., a na Korčuli pod maslinom slanutak. „Od stoljeća sedmog" na tom, škrtom prostoru našega je čovjeka održao uzgoj masline, vinove loze i smokve, pažljivo gospodarenje šumom, ovca, koza, magarac... ribarenje. Lavanda će stići kasnije, a buhač je prirodni insekticid kolosalne vrijednosti za pučku higijenu. Šteta je što ta činjenica nije iskorištena kao dokaz tradicionalne privrženosti hrvatske poljoprivrede prirodi. Što se skromnosti, upornosti i pronicljivosti tiče, čovjeku našemu, kako bi naš poštovani profesor Mirošević rekao: *uzobalja,* i otoka, nema premca! Zamisli o održivom razvitku, osmišljene u suvremenom svijetu novijega datuma (xxx 1987) na našem dijelu Sredozemlja, napose na otocima, „u primjeni" su kao način života više stoljeća. Poljoprivreda je utkana u obitelj kao oslonac opstanka, da bi je tek potrošačko društvo i sustav okrenut profitu prometnuli u „jedan od izvora prihoda".

U srednjem vijeku na oranicama Sredozemlja ustalio se dvopoljni plodored; pšenica (ili ječam) – ugar, poznat kao sredozemno dvopolje. Ugar je predstavljao „odmor" tla i pašu za stoku. To dvopolje dominira do pojave „američkih kultura"; kukuruza, krumpira i duhana, kada je ugar zamijenjen kukuruzom, pa od tada u hrvatskoj poljoprivredi, uključujući kontinentalni dio, prevladava plodored; pšenica – kukuruz.

Sužavanje plodoreda i monokulturu omogućila je tržištu i profitu usmjerena intenzivna poljoprivreda, napose primjena mineralnih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja, koja visokim prinosom „maskira" negativne učinke sužavanja plodoreda. Kao djelotvoran sustav koji je zavladao svijetom intenzivna poljoprivreda osigurava visok prinos i stabilnu opskrbu hranom *(Food security)* te upravlja svjetskim tržištem hrane. Globalnu brigu o hrani preuzima UN-ova Agencija za hranu i poljoprivredu (UN FAO), a „pravila igre" određuje Svjetska trgovinska organizacija (WTO). Pvo upozorenje stiže s kultnom knjigom *Nijema proljeća*, u kojoj R. Carlson tvrdi: što su farmeri bogatiji, proljeća su tiša... nestaju ptice, jer im kemijska sredstva uništavaju kukce kao hranu; nastavi li se tako, čekaju nas nijema proljeća. Slijede zatim alarmantni podaci o onečišćenju voda nitratima, ulasku teških kovina iz tla u hranidbeni lanac, „kravljem ludilu", trovanju dioksinom, a najnovije su žrtve osobe zaražene *Echerichijom coli*.

Kako je odgovoreno na te, upozoravajuće izazove, gdje smo danas?

Najprije je zacrtan i prihvaćen koncept održivog razvitka, osmišljen pod naslovom *Our common future* (xxx 1987), a u njegovu okviru novi koncept VOPT – MFCAL

(Višenamjensko obilježja poljoprivrede i tla – *Multi-Functional Character of Agriculture and Land)* prihvaćen 1999. godine (Mesić 2000). Koncept unosi radikalnu promjenu stoljećima prakticiranih kriterija vrednovanja uspješnosti sustava gospodarenja. Umjesto visine prinosa – profita, taj koncept unosi do tada nezamislivu novost da se pri ocjeni djelotvornosti sustava gospodarenja vrednuju „neproizvodni učinci" agrosfere na druge sfere okoliša – tlo (pedosferu), vodu (hidrosferu), floru i faunu (biosferu), napose biološku raznolikost.

Uzgoj povrća i duhana u monokulturi motiviran je gospodarskim razlozima – maksimalnim korištenjem linije skupih strojeva i opreme, težnjom za većim profitom gospodarstva uzgojem isključivo konjunkturnih usjeva ili nasada. Najuočljivija negativna posljedica te prakse jest tzv. „umornost tla", kompleksna pojava koju je na temelju bogatog iskustva iscrpno opisao poznati praktičar – „agronom s hercegovačkog krša" – Stanko Markovina u knjizi istoga naslova (Markovina 2007)[1]. Među brojnim su uzrocima biljni štetnici (Žanić i dr. 2005), napose nematode, koje smo i mi utvrdili u povećanom broju, uzgojem duhana u suženom plodoredu i monokulturi (Butorac 1999, Turšić i dr. 2005).

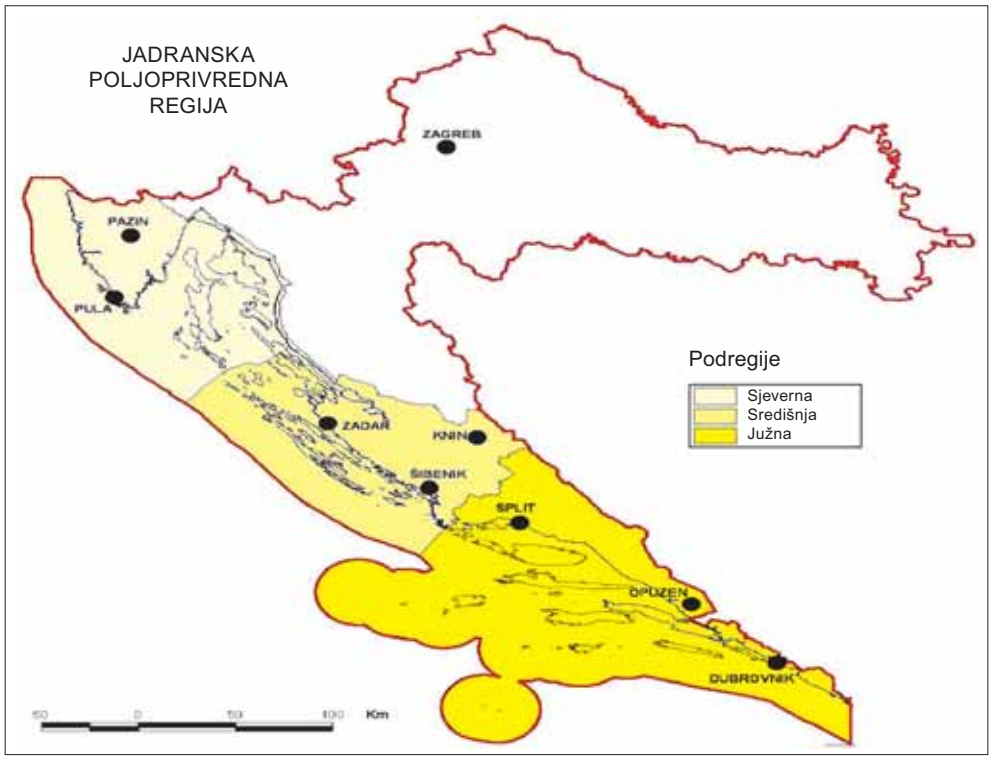
Poseban sustav gospodarenja, koji Butorac (1999) naziva „višestruki sustav gospodarenja", jest gospodarenje koje prakticira uzgoj dvije ili više vrsta povrća bez prekida, dakle uzastopno na istoj površini. Primjer je za to uzgoj povrća u Vranskom bazenu i dolini Neretve.

POLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE JADRANSKE POLJOPRIVREDNE REGIJE
AGRICULTURAL LAND OF ADRIATIC AGRICULTURAL REGION

Više od bilo koje druge djelatnosti, poljoprivreda nosi regionalne posebnosti, uzrokovane razlikom agroekoloških prilika, ponajprije tla i klime, koje određuju manja ili veća, privremena ili trajna ograničenja u izboru vrsta i profiliranju agroekosustava za optimalan sustav uzgoja bilja. Regionalizacijom hrvatske poljoprivrede izrađene i prihvaćene u okviru Vijeća za istraživanje u poljoprivredi (VIP) Jadranska se poljoprivredna regija dijeli na tri podregije, prikazane na sl. 1.

Ukupna površina poljoprivrednog i obradivog zemljišta jedan je od pokazatelja bogatstva svake zajednice; od posjeda, dakle obitelji seljaka – farmera, države, kontinenta, a i globalno. Na svim razinama ona određuje potencijale i definira manje ili više čvrsta, trajna ili privremena ograničenja uzgoju bilja i stoke, određuje fizionomiju poljoprivrede i poziciju obiteljskog imanja ili nacije na svjetskom tržištu hrane, pred investicijskim strukturama, a Hrvatske u raspravi s kreatorima Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) EU.

[1] Knjigu preporučujem svakom poljoprivredniku koji uzgaja bilje na području Jadranske poljoprivredne regije.



Slika 1. Jadranska poljoprivredna regija Hrvatske (Bašić, Bogunović, Husnjak, 2000)
Figure 1 *Adriatic agricultural region of Croatia (Bašić, Bogunović, Husnjak, 2000)*

Tablica 1. Korištenje zemljišta u Hrvatskoj
Table 1. *Structure of land use in Croatia*

Regija *Region*	Šumsko zemljište *Forest land*	Poljoprivredno zemljište *Agricultural land*			Vodene površine *Water area*	Naselja *Settlements*	Ukupno *Total*
		ukupno *total*	obradivo *cultivated*				
			ukupno *total*	oranice *arable*			
	ha						
Panonska	904 617	1 643 844	1 412 170	1 090 559	38 267	30 702	2 617 430
Gorska	849 813	531 505	301 710	171 411	4 583	2 847	1 388 748
Jadranska	596 840	1 037 467	305 453	195 237	10 509	11 037	1 655 853
Hrvatska	2 351 270	3 212 816	2 020 626	1 458 216	53 359	44 586	5 662 031

Izvor / *Source*: Bašić i dr. (2001)

Temelj osmišljavanja sustava gospodarenja i provedbe zemljišne politike, optimalne sa stajališta mogućnosti i interesa države, jest nedvojbeno točna i pouzdana, suvremena, dakle računalna evidencija poljoprivrednih površina na državnoj razini[2].

Na temelju izračuna u okviru projekta *Regionalizacija hrvatske poljoprivrede* u tablici 1 prikazana je struktura korištenja zemljišta u Hrvatskoj[3]. Za izračun je korištena suvremena računalna oprema, a digitalizacija podataka obavljena je pomoću programskog paketa *AutoCad* na digitalizatoru *CalComp* formata A-1, model 34360. Obrada je izvršena u Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu, uz pomoć programskog paketa *ArcInfo*.

S obzirom na površinu obradivog poljoprivrednog zemljišta po glavi stanovnika, države se dijele u pet skupina (Čustović 2007):

- **vrlo bogate države:** >1 ha obradivog zemljišta po glavi (Kanada, Kazahstan, Australija),
- **bogate države:** 0,65 – 0,99 ha po glavi (SAD, Turska, Argentina, Rusija),
- **prosječno bogate države**: 0,36 – 0,64 ha po glavi (Danska),
- **države siromašne obradivim zemljištem**: 0,36 – 0,10 ha,
- **kritične zemlje:** < 0,1 ha po stanovniku (Japan, Mauritanija, Kina).

Kritična površina obradivog zemljišta za normalnu opskrbu pučanstva hranom manja je od 0,10 ha ili 1.000 m^2 po glavi žitelja. Klimatske promjene kojima svjedočimo otežavaju rješavanje problema opstanka pučanstva na nekim prostorima, ne samo zbog tla nego i zbog nedostatka vode. Najkritičnije, zapravo dramatično stanje jest u supsaharskom dijelu Afrike. Neki scenariji vide Sredozemlje kao kritičnu zonu s najvećim povišenjem temperature i padom količine oborina. Stanje u nas oslikavaju podaci prikazani u tablici 2.

[2] Hrvatska toga nema, jednako kao ni (svakom razumu prihvatljivog) opravdanja za to stanje! Kao da je nadležnima privatizacija državnog poljoprivrednog zemljišta bila preči posao!

[3] Za razliku od stvarnog stanja prikazanog u tablici, službena površina obradivog zemljišta administrativno je bezmalo prepolovljena. Prikazali smo se siromašnijima nego što stvarno jesmo! Ali, tu nije kraj; na tu površinu preračunava se potrošnja kemijskih sredstava – mineralnih gnojiva i pesticida... Podaci o njihovoj potrošnji po jedinici površine svrstavaju nas „na papiru" u europski vrh, premda smo bjelodano na samome dnu. Ti podaci služe kao kriterij za ocjenu održivosti i prihvatljivosti sustava gospodarenja u hrvatskoj poljoprivredi, a u konačnici i za „odmjeru" visine svih vrsta potpore iz pretpristupnih, a zatim i „redovitih" fondova EU. Osim toga oni nas kao državu eliminiraju iz kruga zemalja iz kojih bi bilo poželjno uvoziti hranu... Jednako tako, podaci će služiti i za procjenu količine poljoprivrednih proizvoda koju možemo izvesti na europsko i druga tržišta. Čista ekonomska politika! ZERP-a smo se odrekli, a „ničim prihvatljivim izazvano" administrativno smanjenje površina potez je naše ekonomske politike „u korist vlastite štete!"

Tablica 2. Poljoprivredno zemljište po glavi stanovnika Hrvatske*
Table 2. *Agricultural land per capita in Croatia**

Regije i podregije *Regions and subregions*	Broj stanovnika *Number of inhabitants*	Poljoprivredno zemljište *Agricultural land* (ha)	Obradivo *Cultivated area* (ha)	Oranica *Arable land* (ha)
Panonska	2 799 239	1 549 615	1 412 170	1 090 559
hektara po glavi	-	0,55	0,50	0,39
Gorska	251 251	593 226	301 710	171 411
hektara po glavi	-	2,36	1,20	0,68
Jadranska	1 330 862	1 034 542	305 453	195 237
hektara po glavi	-	0,78	0,23	0,15
Hrvatska	4 381 352	3 181 107	2 020 626	1 458 216
hektara po glavi	-	0,73	0,46	0,33

*Prema popisu iz 2001. godine / *According to 2001. inventory*
Izvor / *Source*: Bašić i dr. (2001)

Hrvatska pripada skupini prosječno bogatih država, sa znatnim razlikama između Panonske regije, koja se uklapa u taj prosjek, i Jadranske, koja je siromašna obradivim zemljištem.

U tablici 3 daje se uvid u stanje raspoloživog poljoprivrednog i obradivog zemljišta po glavi stanovnika u podregijama Jadranske poljoprivredne regije te usporedba sa stanjem u ostatku Hrvatske.

Tablica 3. Poljoprivredno zemljište po glavi stanovnika u Jadranskoj poljoprivrednoj regiji*
Table 3. *Agricultural land per capita in Adriatic agricultural region**

Podregija *Subregion*	Broj stanovnika *Inhabitants*	Poljoprivredno zemljište *Agricultural land* (ha)	Obradivo *Cultivated area* (ha)	Oranica *Arable land* (ha)
J – 1 sjeverna *(northern)*	484 853	258 501	122 612	75 802
ha/glavi (*ha per capita)*		0,53	0,25	0,16
J – 2 središnja *(central)*	267 171	409 775	100 266	65 606
ha/glavi *(ha per capita)*		1,53	0,38	0,25
J – 3 južna *(southern)*	578 838	366 266	82 575	53 829
ha/glavi (ha per capita)		0,63	0,14	0,09
Jadranska regija	1 330 862	1 034 542	305 453	195 237
ha/glavi (*ha per capita*)		0,78	0,23	0,15

*Prema popisu iz 2001. godine / *According to 2001. inventory*
Izvor / *Source*: Bašić i dr. (2001)

Najnepovoljnije je stanje u južnoj jadranskoj podregiji, sa samo 0,14 ha obradivih površina po glavi; slijedi sjeverna, a zatim središnja podregija. Populacijski pritisak najveći je neposredno uz obalu, a prema unutrašnjosti se smanjuje. Prostor uz obalu zaposjeli su povremeni korisnici koji nemaju interesa za poljoprivredu, pa je znatan dio površina u bliskoj unutrašnjosti napušten.

Da bi apsurd bio „cjelovit", istodobno se vrlo skupim postupkom mljevenja vapnenca, uključivši i suhozide kao kulturnu baštinu – nijeme svjedoke snage i upornosti našega krškog čovjeka, i miješanjem s ponešto tla i vegetacije stvaraju umjetni supstrati za višegodišnje nasade. Motivi dijela investitora u takve projekte bez dvojbe imaju malo veze s proizvodnjom, ali je očita veza s potporama i zaposjedanjem prostora. Jer, čudnog li slučaja, sve su to krajobrazno vrlo atraktivne lokacije s pogledom na more[4]. Te postupke treba hitno staviti pod djelotvoran nadzor i regulirati zakonom koji će odrediti da odlučnu riječ o tom pitanju donosi struka.

Zaključimo: Tla Hrvatske treba djelotvorno zaštititi aktivirajući Program trajnog motrenja tala Hrvatske, izrađen u okviru istraživačkih programa EU (Mesić Hana i dr. 2008), iscrpno definiran u Priručniku za trajno motrenje tala Hrvatske koji je pristupačan na mrežnoj stranici http://www.azo.hr. Zemljišnim resursima Hrvatske treba već sada gospodariti krajnje racionalno uzimajući još u obzir kako su odstupanja od inače povoljnog prosjeka u pojedinim regijama jako velika. Polazište prema javnosti koje treba unijeti u legislativu i opće ponašanje svih korisnika, suprotno dosadašnjoj praksi dizanja u visine „silnih bogatstava ovih prostora", treba biti; hrvatski je prostor malen i škrt, a na nekim područjima ispod potreba koje traži uravnotežen i održiv razvoj.

PRIRODNE POSEBNOSTI JADRANSKE POLJOPRIVREDNE REGIJE
NATURAL PECULIARITIES OF ADRIATIC AGRICULTURAL REGION

Jadranska poljoprivredna regija obuhvaća jadranski – sredozemni dio Hrvatske, od Istre na sjeverozapadu do zaleđa Dubrovnika, odnosno Konavala, na jugozapadu. Ukupna joj je površina 1,655.853 ha, što čini 29,2% kopnene površine države. U njoj se nalazi 32,3% poljoprivrednog zemljišta Hrvatske. Pod naseljima se nalazi 11.037 ha, a tu živi 1,330.862 stanovnika (Bašić i dr. 2001).

Prirodno obilježje Jadranske regije čini krš, kao jedinstvena, prirodna, litološka, talna, geomorfološka i hidrogeološka posebnost sredozemnog dijela Europe. U litološkoj građi prevladavaju kemijski čisti *mezozojski vapnenci i dolomiti* pretežno kredne starosti, koji sadrže 98 – 99% $CaCO_3$ i samo 1 – 2% tzv. netopivog ostatka iz kojega nastaje tlo i taloži se na nižim položajima. Sporost procesa tvorbe tla oslikava poda-

[4] Vjerojatno će se sutra tražiti odgovor na pitanje zašto je država umjesto uvođenja reda u prostor odlučila poticajima stimulirati dubiozne projekte, pa je umjesto zaštite suhozida kao UNESCO-ove baštine zaštitila ni manje ni više nego – golf! O tempora, o mores!

tak da je za sloj od 1 cm tla potrebno 8.000 – 20.000 godina, dakle za sloj tla dubine 1 m do dva milijuna godina! Najvažniji tipovi tala na tim supstratima jesu *crvenica (Terra rossa)* i *smeđe tlo na vapnencu (Kalkokambisol)* na manjim nadmorskim visinama, a *vapnenačko dolomitna crnica (kalkomelanosol)* ili *rendzina* na višim položajima.

Osim tvrdih, kemijski čistih, mezozojskih vapnenaca koji se sporo troše, mjestimično se po cijeloj regiji javljaju *meki tercijarni vapnenci*, koji su lakše trošivi, pa zbog toga na njima prevladava manje ili više *antropogenizirana rendzina* ili *antropogeno tlo (rigosol, vitisol).*

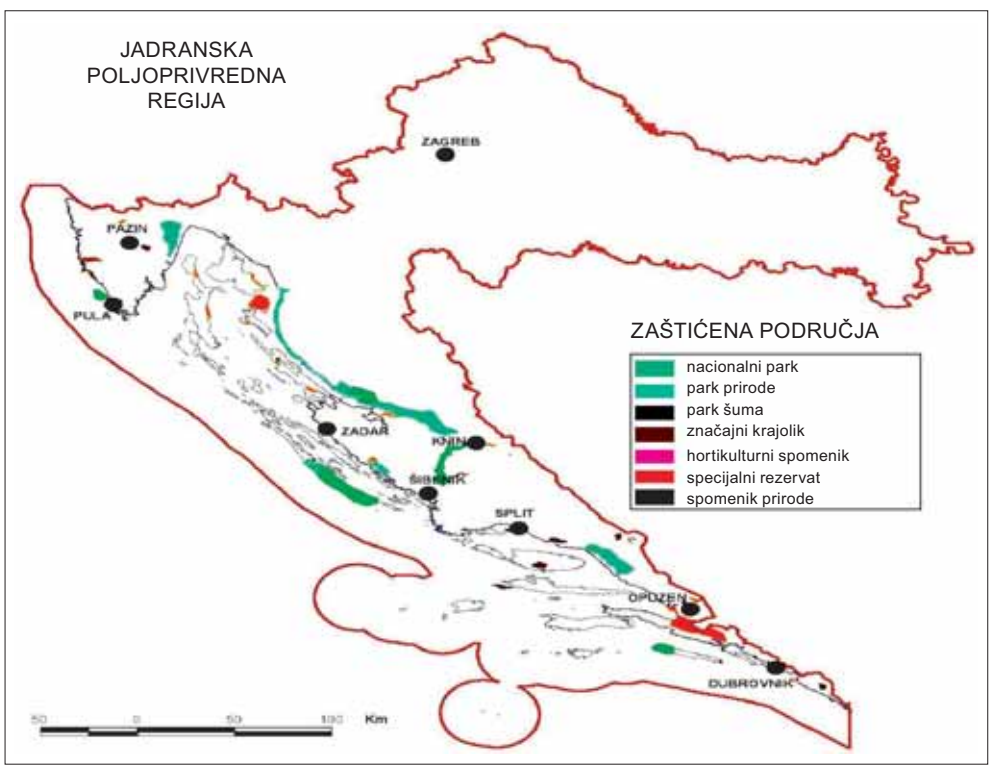
Poslije vapnenca i dolomita, najveću rasprostranjenost i važnost u regiji, od sjeverozapada do jugoistoka, ima *tercijarni fliš*, koji predstavlja višeslojnu izmjenu tercijarnih (paleogen i neogen) lapora i pješčenjaka. Pruža se središnjom Istrom u pojasu od Buja preko otoka Paga, zatim se prekida i ponovo javlja u tektonskoj udolini Vinodol, nastavlja na području Zadra, ponovo se javlja južno od Splita, poslije Omiša – oko Lokve Rogoznice i Mimica, a zatim ponovo u zaleđu Dubrovnika, na području Konavala. Fliš je supstrat na kojemu su formirana najdublja i najplodnija tla Jadranske regije – *regosol, rendzina i rigosol na flišu.* Na području Istre, oko Savudrije, i na krajnjem južnom dijelu istarskog poluotoka, kao ostatak i raritet javlja se *eolski nanos – karbonatni les*, a na otocima Susak, Unije i Zeča, zatim na otoku Pagu, oko Nina i Zadra *eolski pijesci* jednake (pleistocenske) starosti. Na njima su formirani *regosol i rendzina,* odnosno iz njih nastala *antropogena tla – vitisoli.*

Hidrologija krša posebno je bogata i zanimljiva. Broj rijeka s površinskim tokovima ne odgovara ukupnim viškovima vode, koji netragom nestaju u vrlo propusnom krškom podzemlju. Prave su krške ljepotice rijeke Mirna, Zrmanja, Krka (nacionalni park), Čikola, Cetina, Neretva, Jadro i Dubrovačka rijeka – Ombla. Veći dio vode ulazi u more kao podzemni tokovi – vrulje. Rijeke su jako bogate vodopadima, mnoge poniru, neke i više puta, primajući pri tome uvijek novo ime. Hidrološki sustav krša jako je osjetljiv i ranjiv, što sustav gospodarenja u poljoprivredi ne smije gubiti iz vida, jer te vode visoke kakvoće za piće nemaju cijenu, bespogovorno ih treba sačuvati od onečišćenja iz poljoprivrede – nitratima, ostacima pesticida, gnojovkom, biljnim hranivom, teškim kovinama i dr. Izgradnja hidroenergetskih sustava i vodno-regulacijski zahvati u krškim poljima, korištenje jama i speleoloških prostora za odlagališta otpada ugrožavaju vodna bogatstva krša. U ovoj regiji nalazi se i nekoliko jezera izuzetne ljepote, krajobrazne, vodnogospodarske i svake druge vrijednosti. Tu je smješteno najveće hrvatsko jezero površine 3.070 ha – Vransko jezero kod Pakoštana. U Vranskom bazenu nalaze se izuzetno plodna tla, na kojima intenzivni uzgoj bilja i stoke ima dugu tradiciju. Na istom prostoru nalazi se ornitološki rezervat, bogat ptičjim vrstama, inače odmorište mnoštva hrvatskih i europskih ptica močvarica za njihove seobe na jug. Gospodarenja na ovom prostoru sužavaju odredbe Ramsarske konvencije.

Vransko jezero na otoku Cresu poseban je prirodni fenomen, ogromna je akumulacija pitke vode dubine 74 m, s dnom ispod razine mora, a tu vodu gospodarenje u slivu mora zaštititi.

Raznovrsnost tala, veliko biološko raznovrsje, velik broj endemskih biljnih vrsta te izuzetna privlačnost krškog krajobraza nalažu zaštitu tog bogatstva, pa se tu nalaze zaštićena područja, kao što su nacionalni park (Brijuni, Sjeverni Velebit, Paklenica, Kornati, Krka, Mljet), posebni rezervati, parkovi prirode i druga zaštićena područja. Na tim područjima zakon propisuje prihvatljive gospodarske djelatnosti i zahvate čija izvedba dolazi u obzir u slivu zaštićenog područja. Na području najvišeg stupnja zaštite, kao što su nacionalni parkovi, u obzir dolazi samo ekološka poljoprivreda, dok parkovi prirode traže selektivan pristup, no u svakom slučaju pridržavanje svih konvencija i smjernica EU.

Nije očekivan primjerice podatak o visokoj onečišćenosti tala NP Risnjak (Vrbek i dr., 1991) ili NP Krka (Vrbek i Pilaš 2006), gdje nadaleko nema izvora emisije onečišćenja. Radi se o tzv. prekograničnom unosu onečišćenja.

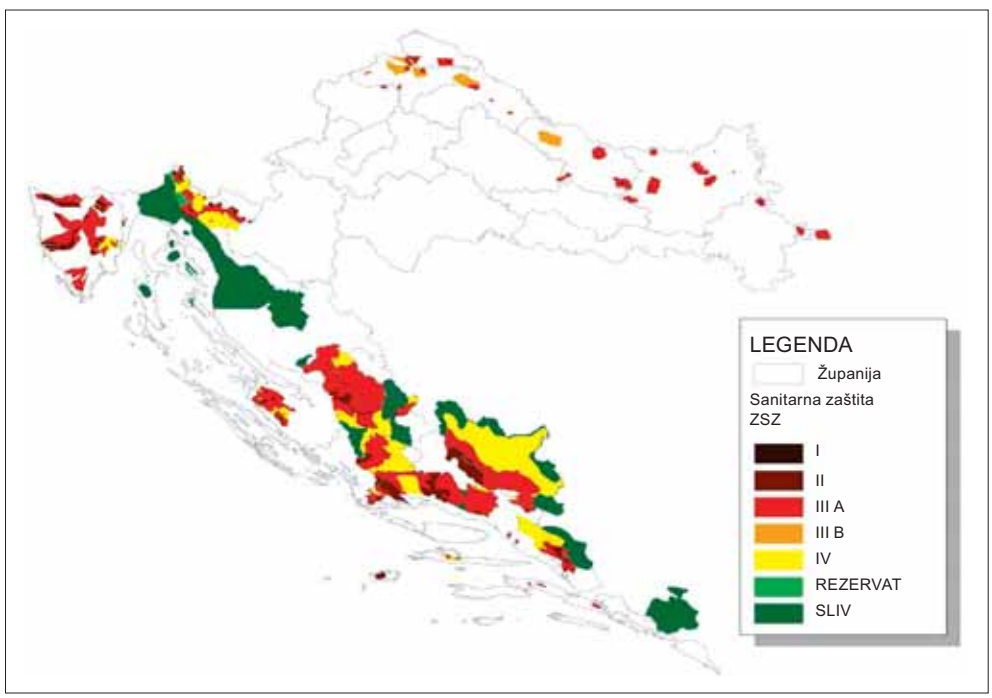


Slika 2. Zaštićena područja Jadranske poljoprivredne regije
Figure 2 *Protected areas of Adriatic agricultural region of Croatia*

Na tim područjima sustavi gospodarenja nalažu pridržavanje Smjernice za nitrate EU koja regulira i ograničava korištenje dušičnih gnojiva u slivu u pogledu količine i vremena primjene. Kako je dušik ključ visokih prinosa, za korektnu gnojidbu valja utvrditi održive doze dušika u svim agroekološkim uvjetima Jadranske poljoprivredne regije, kao što je učinjeno za područje Panonske poljoprivredne regije (Mesić, i dr., 2009). Podatke za izradu Smjernica gospodarenja dušikom u blizini točkastih izvora emisije dušika, kao što su odlagališta otpada, veće stočarske farme i odlagališta tekućeg i stajskog gnoja, na području Podravine i Prigorja prikupili su Nemčić-Jurec i dr. (2007).

Pred sustav gospodarenja nemale zahtjeve postavlja potreba zaštite pitkih voda izuzetne kakvoće, koje se nalaze na površini kao akumulacije pitke vode (Butoniga nedaleko od Buzeta u Istri), rijeke – krške ljepotice, ali i ništa manje ispod površine u inače „šupljem" krškom podzemlju. Rasprostranjenost vodozaštitnih područja na području Hrvatske i Jadranske poljoprivredne regije prikazana je na sl. 3.

Težeći održanju populacije ruralnog prostora u za život nepovoljnim područjima diljem Europe posebno osmišljenim i ciljanim programom EU podržava susta-



Slika 3. Vodozaštitna područja Hrvatske
Figure 3 *Water protected areas of Croatia*

ve gospodarenja na **P**odručjima **o**graničene **p**ogodnosti (POP) ili ***L**ess **F**avoured **A**rea (LFA).* Prema odredbama Smjernice EU 75/268, poljoprivrednici koji žive i privređuju na takvim područjima ostvaruju pravo na posebnu potporu europskih fondova koja se temelji na procjeni kako je zbog nepovoljnijih uvjeta profit koji ta imanja ostvaruju manji za 10 – 12% u odnosu na „normalna" nizinska područja, pa se najmanje taj dio kompenzira izravnim davanjima iz posebnih fondova EU. Kriteriji za izdvajanje u tu kategoriju u državama članicama EU nisu ujednačeni (Bašić 2009). Primjerice, Francuska se koristi kriterijima prema kojima se u brdsko-planinsko područje uvrštavaju općine s preko 80% površine iznad 600 m.n.v. ili imaju obradive poljoprivredne površine s razlikom u nadmorskoj visini od najniže do najviše točke 400 m. U Italiji su isti kriteriji za nadmorsku visinu, a razlika između najniže i najviše parcele posjeda je barem 600 m. Prema svim kriterijima, u takvim uvjetima stočarstvo je okosnica svih sustava gospodarenja, strukturiranih tako da je u njima sve podređeno uzgoju stoke. U nas se u tu kategoriju mogu svrstati područja u kojima nadmorska visina i/ili nagib skraćuje trajanje vegetacije i reducira izbor vrsta koje se

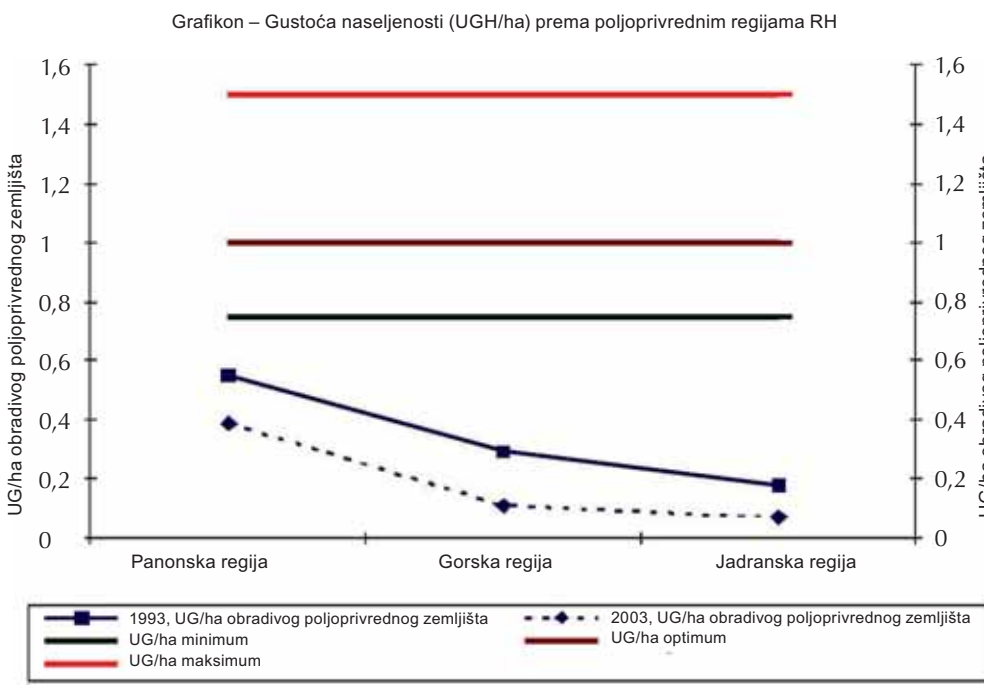
Tablica 4. Obilježja poljoprivrede niskog intenziteta – PNI
Table 4. *Features of low intensity farming systems*

Unos malih količina hraniva, niski prinosi (sve po ha površine) *Low carrying of nutrients, low yields (all per ha)*	
sustavi uzgoja stoke *livestock breeding*	sustavi uzgoja bilja *plant breeding*
malen donos krme iz eksternih izvora	malen unos biljnog hraniva, pretežno organskog porijekla
mala pokrivenost uvjetnim grlima stoke	nizak prinos oraničnih usjeva i travnjaka (livada i pašnjaka)
neznatno korištenje svih agrokemikalija	malo agrokemikalija – hormonalni se preparati ne primjenjuju
nisko ulaganje u drenažu zemljišta	bez navodnjavanja
relativno visoka zastupljenost poluprirodne vegetacije	posebni, „stari" kultivari i varijeteti prilagođeni prilikama
relativno visoka bioraznolikost botaničkog sastava travnjaka	korištenje ugara – preloga i parloga u plodoredu
nizak stupanj mehaniziranosti zahvata	mala primjena mehanizacije
naporan uzgoj stoke	nestalna plodosmjena
opstanak tradicionalne priprave sijena	tradicionalni varijeteti bilja
oslonac na prirodno sisanje mladunčadi stoke	voćke niskog rasta
ograničeno korištenje koncentrirane krme	tradicionalni načini žetve usjeva

mogu uzgajati, kao što je područje na potezu; Ćićarija – južne ekspozicije gorskokotarskoga gorja – Velebit – Dinara – Biokovo, do Snježnice ponad Konavala. U POP se mogu svrstati područja s tlima male plodnosti i prihoda iz poljoprivrede, zbog čega su malo naseljena i izložena depopulaciji, kao otoci i krš kontinentalnog zaleđa. Na POP – LFA primjenjuje se sustav gospodarenja u poljoprivredi niskog intenziteta *(low intensity farming system),* koji je sa stajališta odnosa prema okolišu – ruralnom prostoru dugoročno održiv, pa se uzima kao oslonac zaštite vodnih resursa na „nižim" krškim poljima.

Tradicionalna je posebnost sredozemne poljoprivrede gospodarenje s malo stoke, i to one „sitnog zuba", čiji se broj povećava s povećanjem nadmorske visine, dok u istom smjeru opada zastupljenost oranica i vrtova. Na slici 4 prikazan je broj uvjetnih grla stoke u poljoprivrednim regijama Hrvatske.

Broj UG/ha u cijeloj Hrvatskoj ispod je minimuma, a u Jadranskoj je regiji najmanji – daleko ispod minimuma, malo je stajskog gnoja i oskudna gnojidba tim gnojem. Stoga je središnje pitanje održivog gospodarenja tlima hrvatskog Sredozemlja osmišljen promet organskom tvari – kompostiranje svih biljnih ostatka i zelena gnojidba. Paljenje biljnih ostataka nedopustiva je praksa, s čijim negativnim poslje-



Slika 4. Gustoća naseljenosti (UG/ha) prema poljoprivrednim regijama Republike Hrvatske

Figure 4 *Population density (UG/ha) according to agricultural regions in the Republic of Croatia*

Tablica 5. Uloge tla (Bašić 2009)
Table 5. *Soil functions (Bašić 2009)*

Proizvodna uloga tla	Tlo nas hrani! Najvažnija je, primarna i nezamjenjiva proizvodna uloga tla.	Opskrbljujući biljku vodom, zrakom i hranivom, tlo omogućuje fotosintezu – tvorbu organske tvari, na kojoj se temelje poljoprivreda i šumarstvo – gospodarske grane ključne za održivi razvoj. Oranice mogu postati obnovljiv i održiv izvor ekološki prihvatljive energije (biodizel, alkohol). U Jadranskoj regiji te su mogućnosti skromne.
Ekološke udruge	Tlo štiti okoliš! Tlo je prijamnik, skupljač, pufer, izmjenjivač i filtar (pročistač) vode od onečišćenja.	Različita onečišćenja (teške kovine, radionukleidi, ostaci sredstava za zaštitu bilja, petrokemikalije i dr.), emitirana iz različitih izvora, tlo prima i nakuplja; neke transformira u bezopasan oblik, druge veže u svojoj masi, privremeno ili trajno mehanički, fizikalno-kemijski, kemijski ili biološki, i tako, u ulozi pročistača – filtra, čuva podzemnu vodu od onečišćenja. S obzirom na posebnosti krške hidrologije, ta je uloga u Jadranskoj regiji izuzetno v ažna.
	Tlo je regulator klime! Kao izvor CO_2, NO_x i CH_4 tlo utječe na učinak staklenika.	U tlu je vezana višestruko veća količina ugljika nego u nadzemnom dijelu. Taj se ugljik smišljenim, usmjerenim gospodarenjem tlom može zadržati u tlu ili emitirati u atmosferu kao CO_2, koji „učinkom staklenika“ utječe na globalnu klimu. Šumski požari na uzobalju Jadrana značе gubitak „potrošača“ – „ponora“ CO_2, a izdašan izvor emisije CO_2.
	Tlo je riznica života! ...jer sadrži ogromno genetsko bogatstvo.	Brojčano gledajući, u masi tla živi više živih organizama nego na njegovoj površini. Tlo im pruža prostor za život, a raznovrsnošću svojih značajki pridonosi biološkom raznovrsju i genetskom bogatstvu života.
Prostorna uloga tla	Na tlu gradimo!	Tlo daje prostor za gradnju kuća, industrijskih objekata i cesta te za rekreaciju i odlaganje otpadnih materijala.
	Tlo pruža užitak krajobrazu!	Značajke tla odlučno određuju prirodnu vegetaciju i način korištenja prostora, dakle prirodni i kulturni krajobraz.
Socijalno--gospodarske uloge	Iz tla pijemo! U svojoj masi tlo čuva pitku podzemnu vodu.	U svojoj masi tlo drži vodu, a zahvaljujući sposobnosti vezanja onečišćivača u svojoj masi, ono čuva podzemnu vodu od različitih onečišćenja.
	Tlo je izvor sirovina!	U svojoj masi tlo sadrži različite sirovine – glinu, pijesak, šljunak, treset, a u crvenicama Jadranske regije i boksit.
Kulturno--povijesna uloga	Tlo čuva tragove naših predaka! Tlo štiti prirodnu i kulturnu baštinu.	Tlo u sebi sadrži različite geogene i pedogene tvorevine, paleontološke i arheološke nalaze kao svojevrsna svjedočanstva koja omogućavaju rekonstrukciju naravi i slijeda prirodnih (geoloških) i povijesnih promjena na nekom prostoru.

dicama, a prednostima kompostiranja svih biljnih ostataka, uključujući ostatke od prešanja masline i vinski trop, valja upoznavati poljoprivrednike i širu javnost.

ZAŠTITA TLA U SUSTAVU UZGOJA BILJA U JADRANSKOJ POLJOPRIVREDNOJ REGIJI

PROTECTION OF SOIL FUNCTIONS IN FARMING SYSTEM OF ADRIATIC AGRICULTURAL REGION

Sustavi uzgoja bilja u osnovi su sustavi gospodarenja tlom, a značajke tla određuju okvir i odlučno utječu na izbor usjeva/nasada i stanje agroekosustava na području uzgoja bilja. Od svojih početaka znanosti o tlu razvijale su se u okviru poljoprivrednih i šumarskih znanosti uzimajući u fokus ulogu tla u proizvodnji organske tvari. Dugo se zna da nas tlo hrani i poji, što je važno za opstanak uzobalnog življa i kakvoću življenja, za upečatljive dojmove turističke klijentele o autohtonoj hrani; svježoj i suhoj smokvi, grožđu i vinu, povrću, mandarini, maslinovu ulju, lavandi... Sve te darove prirode i čovjekova mara Hrvatska može izvoziti. Danas znamo kako tlo – pedosfera – ima brojne i vrlo raznovrsne uloge, čiji je pregledan prikaz dan u tablici 5.

No, pokazalo se, danas se posebno drži do činjenice da „neproizvodne uloge" tla nikako nisu sporedne. Savršeno čiste vode jednako su važne za turizam i komercijalno korištenje – prodaju. Kao prijamnik, sakupljač, pufer, izmjenjivač i pročistač vode, primajući i vežući u svojoj masi onečišćenja, tlo štiti druge resurse od onečišćenja, a okoliš od oštećenja i poremećaja ravnoteže u terestričkim ekosustavima, uključujući, dakako, i agroekosustav. I tu ulogu tla, kao uvjet opstanka, valja zaštititi. Vezano za prethodnu, i ta uloga tla utječe na sustav gospodarenja. Optimalni i okolišno održiv sustav gospodarenja jest onaj u kojemu bi tlo bilo sposobno primiti i vezati štetne tvari i biljno hranivo (kao uzročnik eutrofizacije) u količini dovoljnoj za opskrbu biljke, da količina koju biljka primi, napose u jestivim dijelovima, ne prelazi dopuštene vrijednosti, a količina onečišćivača i nitrata koja se iz tla ispire ne ugrožava upotrebljivost pitke vode. Sve to izbalansirati nije nimalo lako, ali istraživanja i provjera rješenja nemaju alternative! Tlo je, kao izvor stakleničkih plinova, regulator klime. Požari na području Jadranske regije uništavaju šumsku vegetaciju, pa površine koje su bile „ponor" – potrošač CO_2 – postaju izvor njegove emisije. Osim toga „višestruki sustav gospodarenja" učestalom obradom tla stimulira aerobiozu i mineralizaciju, dakle pad sadržaja ionako skromne količine humusa, dodatnu emisiju CO_2 i degradaciju tla. Nadalje, tlo je riznica života i temelj biološke raznolikosti, formira krajobraz i stvara sentimentalne osjećaje koji su ishodište domoljublja. Na tlo su se naselili naši preci i mi smo na njemu izgradili svoje domove, svetišta, proizvodne pogone i prometnu infrastrukturu, na tlo odlažemo otpad. I na koncu:

završavajući život, svoje ostatke pridružujemo ostacima tijela svojih predaka. U svojim njedrima tlo čuva arheološke nalaze kao svjedočanstva proteklih zbivanja od Konavala do Savudrije. Dakle, mnogostruka je i višenamjenska uloga tla! Oštećenje tla predstavlja procese i/ili promjene koje ga onesposobljavaju u izvršenju neke od navedenih uloga.

Može li čovjek hrvatskog dijela Sredozemlja bez bilo koje od navedenih uloga tla? Može li ih ignorirati, pa čak: može li ih i rangirati prema važnosti? Ako može, koju ulogu možemo žrtvovati? Naravno, svi su odgovori: ne! Drugim riječima, sve su uloge tla jednako važne, neke na jednom, a druge na drugom dijelu Jadranske regije. Neke se pak međusobno isključuju, primjerice tlo koje služi kao odlagalište otpada isključeno je iz drugih namjena. Nije stoga čudo što se na područjima i u državama s posebno ugroženim tlom u organiziranu zaštitu polazi poznatom dramatičnom krilaticom: $S_{ave}O_{ur}S_{oils} – S_{ave}O_{ur}S_{ocieties}$!

SUSTAVI GOSPODARENJA USMJERENI ZAŠTITI TLA U EU
SOIL PROTECTION – ORIENTED FARMING SYSTEMS IN EU

EU je odlučan i beskompromisan u zaštiti tla i unapređenju ruralnog prostora. Što nas po tom pitanju sutra čeka u EU? Za potrebe praćenja stanja tla kao resursa i kreaciju mjera zaštite EU postoji poseban ured smješten u Zajedničkom istraživačkom centru EU (JRC) u Ispri kraj Milana. Ured je osnovao Mrežu Europskog ureda za tlo (*European Soil Bureau Network* – ESBN), koja angažira tloznanstvenike svih europskih država, a kao savjetodavno tijelo opslužuje Europsko povjerenstvo (*European Commission* – EC) podacima potrebnim za vođenje djelotvorne politike gospodarenja tlom i zaštite tla[5]. Da bi bila djelotvorna, zaštita tla mora biti integralna, što znači sveobuhvatna i ugrađena u sustav gospodarenja.

Na drugoj strani, brojni su razlozi oštećenja tla i vode iz poljoprivrede i učinci različitih pristupa u gospodarenju tlom, odnosno u sustavima gospodarenja u poljoprivredi. Pregledan prikaz vidi se u tablici 6.

Najvažniji dokument koji se odnosi na tlo jest EC – Tematska strategija zaštite tla (xxx 2006). Polazište je u tom dokumentu održivo gospodarenje tlom, izbjegavanje svakog oštećenja i gospodarenje na načelima čuvanja uloga tla, preventivnih mjera, ublažavanja učinaka i sanaciji oštećenja. Tematska strategija za zaštitu tla treba na razini EU biti zakonska osnova za povezivanje i ujednačavanje – standardizaciju nacionalnih sustava trajnog motrenja tala u obliku Okvirne smjernice o tlu (xxx 2006). Prepoznavajući posebnosti tala Sredozemlja i potreba posebnog pristupa, JRC je 2007. održao posebnu konferenciju posvećenu različitim aspektima zaštite tala Sredozemlja (Montanarella 2007, Bašić 2007).

[5] *Autor je bio član toga tijela od njegova utemeljenja 1996. god. do svojeg umirovljenja 2010. god.*

Tablica 6. Utjecaj sustava gospodarenja i pojedinih zahvata na oštećenje vode i tla (Bašić 1999)

Table 6. *Influence of farming systems and some practices on soil and water degradation (Bašić 1999)*

Zahvati u poljoprivredi *Agricultural practices*		Voda *Water*	Tlo *Soil*
Usko specijalizirana poljoprivreda	Veće obradive površine → krčenje prirodne vegetacije	Skidanje vegetacijskog pokrova → povećanje površinskog otjecanja i taloženja → taloženje, onečišćenje	Uklanjanje vegetacijskog pokrova → erozija tla → neodgovarajuće gospodarenje → degradacija tla
	Intenzivno stočarstvo	Otjecanje iscjetka iz silaže → ispiranje organskih tvari i hraniva iz gnojiva u vodocrpilišta	Veći sadržaj teških kovina u stajskom gnoju → veća koncentracija otopine tla
	Intenzivno ratarstvo	Erozija tla → povećano odnošenje nanosa → onečišćenje voda	Gubitak organske tvari iz tla → kvarenje strukture → manja biološka aktivnost → smanjena plodnost tla → povećana erozija
Gnojidba	Organska gnojiva (tekuća ili čvrsta)	Izljev organske tvari u vodocrpilišta → eutrofizacija → gubitak kisika → ispiranje, onečišćenje vode za piće	Nakupljanje teških kovina i fosfata u tlu → ulazak u biološki lanac → prekomjerna primjena → moguće zakiseljavanje tla
	Primjena mineralnih (N, P, K) gnojiva	Ispiranje nitrata i fosfata površinskim otjecanjem → povećan sadržaj hraniva → eutrofizacija svih voda i onečišćenje vodonosnika	Nakupljanje teških kovina → djelovanje na mikrofloru i ulazak u biološki lanac → prekomjerna aplikacija → lokalno zakiseljavanje → kvarenje strukture, poremećaj ravnoteže hraniva → onečišćenje organskim onečišćivačima
	Korištenje mulja otpadnih voda	Nakupljanje teških kovina i organskih toksičnih tvari (PAH)	
Zaštita bilja	Primjena kemijskih sredstava – pesticida (insekticidi, fungicidi, herbicidi)	Ispiranje mobilnih ostataka i degradacija produkata → podzemne vode → moguće djelovanje na životinje i ribe te izvore pitke vode	Nakupljanje perzistentnih pesticida i degradacija produkata → onečišćenje i ispiranje u podzemne vode → djelovanje na mikrofloru tla
Natapanje	Dovođenje vode i vlaženje površine tla	Smanjenje zaliha vode → alkalizacija /salinizacija tla → utjecaj na kakvoću površinskih i podzemnih voda → visoki zahtjevi na vodu od nekih usjeva → pretjeran pritisak na neke izvore vode	Stagnacija vode→ salinizacija/alkalizacija tala → korištenje zaslanjene ili boćaste vode za navodnjavanje u toplim podnebljima (visoka evaporacija) → povećanje sadržaja soli i karbonata → mogućnost salinizacije ili alkalizacije

Zahvati u poljoprivredi *Agricultural practices*		Voda *Water*	Tlo *Soil*
Odvodnja	Odvođenje suvišne vode iz tla cijevnom drenažom i drugim metodama	Korita rijeka → hidrološke promjene → moguća smanjenja broja vrsta u akvatičnom svijetu → smanjenje vodnih površina	Oksidacija organskih tala → smanjen sadržaj humusa → acidifikacija i promjene strukture tla
Moderni strojevi	Obrada	Povećanje površinskog otjecanja → sedimentacija, kontaminacija, eutrofizacija	Oranje uz i niz pad terena → erozija tla (vodom i vjetrom)
	Korištenje teških strojeva i oruđa	Zbijanje tla → povećanje površinskog otjecanja i erozije tla → sedimentacija i kontaminacija	Zbijanje i erozija površinskog sloja tla

Kao najvažniji na prostoru EU izdvojeni su sljedeći procesi oštećenja tla: erozija > pad sadržaja humusa > onečišćenje > zaslanjivanje > zbijanje > pad biološke raznolikosti > prenamjena > poplave i klizišta.

Redoslijed se navodi prema površini zahvaćenoj nekim procesom oštećenja tla. Naravno da redoslijed nije isti u svim državama, ali sve države, ponajprije u svom interesu trebaju odrediti svoje prioritete. Pače, prioriteti se određuju na razini nižoj od državne; pokrajine (županije), regije. Utoliko važnijom držimo potrebu službenog prihvaćanja Regionalizacije hrvatske poljoprivrede (Bašić i dr. 2001) i na njoj temeljen pristup kreaciji prihvatljivih sustava gospodarenja.

ZAŠTITA TLA OD EROZIJE – NERAZDVOJNI DIO SUSTAVA GOSPODARENJA
SOIL CONSERVATION – INSEPARABLE PART OF FARMING SYSTEM

I na području Jadranske poljoprivredne regije prvo mjesto u procesima oštećenja tla pripada procesu erozije tla vodom. Taj je proces najraširenij, najrazorniji i ima najteže posljedice za agroekosustave i silviekosustave, ali i za vodotoke i priobalnu zonu mora, dakle akvatične i marinske ekosustave. To posebno vrijedi za tla na flišu, kao supstratu izrazite sklonosti eroziji i klizanju. Značajke podneblja Istre pogoduju eroziji, a napose visok prosjek oborina i visoki dnevni maksimumi kiše. Stanje oslikavaju podaci naših istraživanja (Petraš, Bašić 1998), koji pokazuju kako prosječno odnošenje tla u slivu rijeke Mirne iznosi 18.84 t/ha/god., Raše 31.97, a u slivu Boljunčice 21.20 t/ha godišnje. Naglašavamo: tolerantna erozija na tim tlima ne iznosi više od 5 t/ha/god.! Erozijom se dakle gubi 4 – 6 puta više tla nego što ga se stvori! Masa tla koja se godišnje odnosi prekrila bi površinu od čak 1.140 ha nanosom debljine 20 cm!

Premda je taj postotak, primjerice u Istri, sigurno veći, veličine koje su u pitanju najbolje oslikavaju podaci u tablici 7.

Tablica 7. Učinak erozije tala Jadranske poljoprivredne regije (Kisić i dr. 2008)
Table 7. *Effects of soil erosion on cultivated agricultural soils (Kisić et al. 2008)*

Riječni slivovi *River watercourses*	Površina obradivih tala *Agricultural land*	Erozijski nanos *Eroded soil*	Gubici u erozijskom nanosu *Annual losses in eroded soil*		
			humus	P_2O_5	K_2O
	ha	t/god (*t/year*)			
Istarski riječni slivovi	454.611	623.808	7.239,8	22,7	35,7
10% ulazi u vodotoke			724,0	2,3	3,6
Dalmatinski riječni slivovi	772.865	1.042.659	12.615,8	35,3	54,1
10% ulazi u vodotoke			1.261,6	3,5	5,4
Ukupno	1.227.476	1.666.467	19.855,6	58,0	89,8
			1.985,6	5,8	9,0

Kako se vidi, ukupna produkcija nanosa procjenjuje se na 1,67 milijuna tona tla godišnje, a s tim tlom gubi se 20 tisuća tona humusa, 58 tona fosfora te 90 tona kalija (Kisić i dr. 2008). Količina koja izravno ulazi u vodotoke vrlo je velika i svakako ekološki relevantna. Na temelju iznesenih podataka možemo ustvrditi kako smo sve bliže stanju koje će pokazati kako eutrofizacija priobalnog mora nije nešto što se događa samo drugima.

Zahvat obrade i sjetve niz nagib u jednogodišnjim usjevima te smjer redova trajnih nasada u istom smjeru prema našim istraživanjima intenzivira eroziju (Kisić i dr. 2006 i 2009). Naša istraživanja kazuju kako se erozija djelotvorno suzbija sveobuhvatnim, integralnim pristupom (Bašić i dr. 1993, Butorac 1994, Kisić i dr. 2006, 2008, 2009), koji traži visoku stručnost u gospodarenju tlom. Što to znači? Svaki stadij procesa erozije tla treba staviti pod nadzor kako bi joj učinak bio minimalan. Počnimo od kiše: na intenzitet kiše ne možemo utjecati, ali možemo utjecati na stanje površine tla koju pogađa udarac kišne kapi. Tlo treba „dočekati" kišne kapi, što je više moguće pokriveno usjevom, folijom, živim ili mrtvim malčem ili drugim materijalom. To posebno vrijedi za kritična razdoblja najjačih kiša, koja su u svakom kraju poznata. Ako nema druge, treba sijati usjev koji će do najjače kiše tlo prekriti. Međuredni prostor trajnog nasada (vinova loza, voćnjak) obavezno je zatraviti! No, ako je tlo golo, njegova struktura treba biti stabilna, kako bi s jedne strane infiltracija u tlo bila maksimalna, a strukturni se agregati oduprli raspadanju. Dakle, svi zahvati formiranja stabilnih strukturnih agregata, kao što je humizacija, a na smeđem tlu i crvenici i izlaganje žegama – „žeganje", štite tlo od erozije. Vrijedan je pokrov na

tlu makar i kamen, koji „amortizira" udar kišnih kapi, i korov, koji štiti tlo od pomicanja u descedentnom smjeru. No, ako se, uza svu pozornost, strukturni agregati na površini tla ipak raspadnu od udara kišnih kapi, treba ih, ako je moguće na mjestu ili što prije, zaustaviti i zadržati. I tu je od koristi vegetacija i smjer obrade. Obrada ne smije biti u smjeru niz padinu, jer pogoduje površinskom otjecanju. Logika europske prakse golog tla primijenjena u tropima dala je katastrofalne učinke. Na kritici te prakse nastao je nov sustav gospodarenja – *Agroforestry* (poljošumarstvo), koji objedinjuje šumske vrste (visokostablašice) s usjevima niskog rasta (Bašić 1993). Svoje mjesto nalazi i izostavljena obrada, odnosno sjetva u „živi malč" – zakorovljeno tlo (Butorac 1994). Traži se postupak za potiskivanje korova na način da ne ugrožavaju usjev, a štite tlo od razornog udara kišnih kapi. Mi smo vrlo uspješno primijenili integralni sustav sa zatravljenim kanalima *(Grassed waterway)* na lateritima Etiopije (Bašić i dr. 1993) i ponešto korigiran i prilagođen preporučivali ga za vinograde na području Iloka (Bašić 1999). No, ako se svoj pažnji usprkos na površini ipak formiraju manji potočići ili inicijalne bujice, treba ih suzbiti u formiranju i ne dopustiti da se prometnu u razorne bujice. Najdjelotvornije suzbijanje je prekid tečenja nekom zaprekom; kanalićem, travnim pojasom, suhozidom ili zatravljenim kanalom, koji će vodu zaustaviti i preusmjeriti. Pri tome je za djelotvornost sustava najvažnije pitanje širina prostora između dva pojasa, jer se na tom prostoru formiraju bujice, čija kinetička energija može probiti zapreku – pojas ili suhozid. Naš je izračun (Kisić i dr. 2002) pokazao kako maksimalna širina toga pojasa za važnije tipove tala iznosi: za smeđe tlo na vapnencu nagiba 3% samo 12 m, a na nagibu od 6% samo 2,5 m, na rigolanom tlu vinograda na nagibu od 6% samo 5 m. Upozoravamo da to znači da je na objektu Stipančići kod Bola na Braču, koji smo na terenskoj ekskurziji obišli, uz okrenutost redova nasada niz padinu rizična svaka širina parcele preko 5 m!

Valja od zakonodavca zatražiti ispravak propusta naše legislative koja u mjerama zaštite od erozije ne vidi investicijske zahvate, premda je terasiranje *par excellence* investicijski zahvat, kojemu bi u nekim područjima trebalo davati potporu, čak korisnike zemljišta na nj obvezati!

Raščlanjujući iscrpno tu složenu problematiku, Kisić (2005) predlaže niz preventivnih mjera zaštite tla od erozije u gospodarenju zemljištem na području Jadranske regije:

- utvrditi lokalitete kod kojih postoji veća vjerojatnost za pojavu erozije kako bi se zaštitili od zahvata kojima se prekidaju prirodni tokovi vode,
- izraditi katastarsko-kartografski prikaz svih tehnički i biološki protuerozijskih i bujično-regulacijskih zahvata i objekata za svaku županiju, napose za požarom poharane površine regije,
- za svaku županiju utvrditi veličinu čestice obradivog zemljišta ispod koje bi se zakonom trebalo zabraniti usitnjavanje parcela,

- na sve načine poticati okrupnjavanje poljoprivrednih posjeda,
- na većim nagibima zabraniti sjetvu jarih okopavina rijetkog sklopa,
- na nagibima (> 10%) u uzgoju trajnih nasada međuredni prostor obvezno zatraviti, a u uzgoju jednogodišnjih usjeva u plodoredu povećati zastupljenost usjeva gustoga sklopa,
- treba odlučnije prihvatiti zahvate reducirane obrade tla te broj zahvata svesti na minimum.

Na koncu, na raspolaganju je i terasiranje, kao zahtjevan, ali prihvatljiv zahvat, za koji treba tražiti sredstva iz posebnih fondova EU.

Korisnike umjetnih supstrata dobivenih mljevenjem kamena upozoravamo da se erozija na tim supstratima ne odvija (samo) po površini – čestice tla kreću se descedentno do tvrde stijene, a zatim se masa postupno po kamenom dnu „spušta" – „teče" u smjeru nagiba terena. Nakon određenog vremena gornji dio parcele osiromašit će na tlu koje će se nagomilati na donjem dijelu. Stoga je neravna površina „dna" ili neka zapreka poželjna za suzbijanje odnošenja tla, a živi pokrov, pa makar to bio korov, na površini poželjan. Očito zaštita tla od erozije kao dugo zapostavljeno pitanje traži nov, integralan pristup, u kojemu ima mjesta za više struka: agronomsku, šumarsku, hidrotehničarsku, građevinsku, geološku i pravničku.

OBOGAĆIVANJE TLA HUMUSOM /*ENRICHEMENT OF SOIL BY HUMUS*

Pravilan i osmišljen promet organske tvari u agroekosustavu radi obogaćivanja tla humusom ključno je pitanje pravilnoga gospodarenja tlom općenito, a napose na području ove regije. Česta obrada tla intenzivira proces mineralizacije humusa i emisiju CO_2. Reduciranje broja zahvata, a napose dubine oranja i okretanja tla, a rahljenje dubljih slojeva, temeljna su načela konzervacijske obrade, Butorac (1994) ju je opisao riječima: plitko okretati – duboko rahliti! Najbolje je rješenje gnojidba stajskim gnojem, no ako gnoja nema, primijeniti sve druge mogućnosti, u prvom redu kompostiranje, a zatim i zelenu gnojidbu, najbolje leguminozama.

KRŠKA POLJA KAO KRITIČNE TOČKE ZA ONEČIŠĆENJE TLA
KARST FIELDS AS CRITICAL POINTS FOR SOIL POLLUTION

Agrobiotopi Jadranske poljoprivredne regije locirani su na reljefski ravnijim oblicima i depresijama, odnosno uz riječne doline, visoravni i krška polja, koja su posebni agrobiotopi uzobalja. Od većih polja vrijedno je navesti Imotsko (4.500 ha u Hrvatskoj), Sinjsko (6.400 ha) i Vrgoračko polje (3.700 ha). Posebni su agrobiotopi Čepić polje i dolina rijeke Mirne u Istri te delta Neretve u središnjoj Dalmaciji. U općem sivilu krške polupustinje krška su polja poput „zelenih oaza", u kojima nalazimo plodna tla i bogat život.

Krška su polja zone akumulacije netopivog ostatka vapnenca, ali i zona nakupljanja svih onečišćenja, koja preko zračnih strujanja u obliku prašine ili kiše padaju na tlo. Tomu se pridružuju i goleme količine pepela, nastalog u šumskim požarima. Opće obilježje krških polja jest pojava krških izvora vode, koja u jesensko-zimskom razdoblju izbija do površine ili je plavi, pa polja postaju jezera. U proljeće se povlači, ostavljajući na dnu polja taložinu („blato“), koja može, a ne mora, sadržavati onečišćenja, ali onečišćenja mogu oteći s vodom prema nekom od izvora pitke vode ili vodoopskrbe ulazeći tako u hranidbeni lanac; drugi je način ulaska preko bilja koje se uzgaja na tim tlima. Ljetnim razdobljem vlada suša. Treba reći da režim poplava krških polja ovisi o nadmorskoj visini; što su niža, to im je slivno područje veće, a poplava dugotrajnija. Osim što su najvredniji agrobiotopi, krška su polja vrlo osjetljivi i ranjivi dijelovi agroekosustava. U svakom slučaju, tla krških polja kao zone akumulacije imaju povećan sadržaj teških kovina – tvari čiji ulazak u hranidbeni lanac čovjeka i životinje treba držati pod nadzorom i suzbiti. Ako se pomno raščlane i usporede, tomu u prilog određene naznake daju podaci *Geokemijskog atlasa Hrvatske* (Halamić i Miko 2009); njih bi, dakako, trebalo provjeriti detaljnim istraživanjima distribucije teških kovina u tlima svih krških polja, zatim na pristrancima koji zatvaraju ta polja, s osobitom pozornošću na ekspozicije tih tala. Na plodnim tlima krških polja prakticira se intenzivni uzgoj bilja, u kojemu se neštedimice gnoji dušikom. Dušik se u tlu slabo veže, a relativno brzo transformira u nitratni oblik i posebno lako ispire. Procjenu njegove količine prikazuje tablica 8 (Husnjak 2004).

Tablica 8. Procjena ispiranja dušika iz mineralnih gnojiva s površina županija Jadranske poljoprivredne regije (Husnjak 2004)

Table 8. *Assesment of leaching of N from fertilizers in counties of Adriatic agricultural region (Husnjak 2004)*

Županija *County*	Obradiva površina na području županije *Cultivated land*	Gnojidba dušikom *Fertilization*	Procjena ispiranja *Assesment of annual leaching*
	ha	kg N/ha/god *kg N/ha/year*	N u t *N in tons*
Primorsko-goranska	15 111	13	5,0 – 16
Istarska	71 481	29	68 – 166
Ličko-senjska	57 530	9	17 – 41
Zadarska	29 960	45	45 – 108
Šibensko-kninska	32 169	29	31 – 74
Splitsko-dalmatinska	51 872	35	60 – 145
Dubrovačko-neretvanska	17 510	26	15 – 36

Premda je gnojidba dušikom praktički na simboličnoj razini, čak ispod razine koja prirodno pridolazi iz atmosfere, uzme li se u obzir ukupna površina sliva i potrošnja mineralnih gnojiva, ispiranje je uistinu malo ako bi se ta količina raspršila i difuzno izgubila u vodotocima i podzemnim vodama. No, tamo gdje je ta količina koncentrirana na manju površinu sliva, npr. krškog polja i manje izvorište vode, ona može ugroziti tu vodu. Podatke treba gledati u svjetlu činjenice da se na ovom području očekuje sve veća, ali neujednačena intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje. Veća svakako na područjima gdje se već prakticira intenzivna poljoprivreda (Istra – dolina Mirne i Čepić polje, Vranski bazen, zaleđe Zadra, Sinjsko, Imotsko i Vrgoračko polje, delta Neretve i Konavosko polje) nego tamo gdje se primjenjuje poljoprivreda niskog intenziteta, kao što je planinski dio sliva s dominantnim uzgojem ovaca i koza, koji ispunjava uvjete za svrstavanje u POP – LFA. Ali, i druga krška polja (Žegarsko), uključujući i ona na našim otocima (Hvar, Vis, Korčula), imaju izvrsne uvjete za intenzivni uzgoj bilja, napose povrća.

Razumljivo je dakle da je zbog svega rečenog već danas, a sutra će biti još više, pod najvećim pritiskom tlo kao ključna sastavnica agroekosustava. Za osmišljavanje gospodarenja poljoprivrednim zemljištem krških polja najprije treba donijeti pravilnik o zaštiti tla i vode od onečišćenja, a u njemu računati da bi se na cijelom području sliva krškog polja trebalo precizno regulirati sljedeće:

- gnojidba dušičnim gnojivima u suglasju sa zahtjevima Smjernice za nitrate, „Nitratne direktive“ (EU 1991), odnosno „dobrom poljoprivrednom praksom“,
- korištenje gnojovke na goloj površini tla bez vegetacijskog pokrova,
- primjena perzistentnih sredstava za zaštitu bilja (smanjiti je ili suzbiti),
- dodatno osiguranje kanalizacijskih odvoda iz domaćinstva i gospodarskih poduzeća ako po kakvoći nisu dosta sigurni,
- zabraniti upotrebu komposta od gradskog smeća i gradskog mulja, osim onog koji je proizveden u biološkim uređajima za proizvodnju komposta,
- držanje stoke bez dovoljno prostora za sigurno odlaganje stajskog gnojiva (najmanje za pet mjeseci stajskog držanja).

NAVODNJAVANJE – PREDUVJET VISOKIH PRINOSA I KAKVOĆE
IRRIGATION – PRECONDITION OF HIGH YIELDS AND QUALITY

Ekstenzivna poljoprivreda, tradicionalno prakticirana u Jadranskoj regiji, prilagođena je prirodnim uvjetima, najmanje je agresivna i ekološki održiva. Kako ona ne može podmiriti sve potrebe i ambicije, uređenje poljoprivrednih tala hidrotehničkim melioracijama, kojima se radikalno mijenjaju režim i kvaliteta voda, smatra se logičnim i neizbježnim smjerom napretka u poljoprivrednoj proizvodnji. Jadranska regija nije izuzetak, usprkos nimalo ugodnom naslijeđu, duboko ukorijenjenom

u svijest donositelja odluke u nas, kako je poljoprivreda ove regije usputno zanimanje, gotovo hobi.

Prosjek navodnjavanih obradivih površina na razini EU jest 13%, vodeća je zemlja EU Grčka (38%), slijede Italija (23%), Potugal (21%) i Španjolska (18%). Apsurdno je da Švedska navodnjava oko 4% obradivih površina, Finska 2,5% a Hrvatska, kao sredozemna zemlja, manje od 1% (Tomić 2011). Tom podatku izlišno je bilo što pridodavati. Naravno, navodnjavanje treba pratiti sasvim nov sustav uzgoja bilja u plodoredu i daleko intenzivnije korištenje tla i izloženost degradaciji ako se izvodi nestručno.

Suša u vegetacijskom razdoblju na području našega uzobalja uobičajeno je stanje, no klimatske promjene kojima svjedočimo to stanje dodatno opterećuju, pa je jedini realan odgovor radikalna promjena u odnosu prema ovom pitanju, odnosno uvođenje navodnjavanja. Kao obećavajući u tom pogledu najavljen je Nacionalni program navodnjavanja – NAP NAV (Romić i dr 2005 i 2007, Tomić i dr 2007) naznačivši svakako moguć, a nadasve željen i potrebit, zaokret u odnosu prema poljoprivredi Jadranske regije. Ambiciozno je počeo, a zatim je, nakon izbora, zbog kojih je, čini se, i pokrenut, posustao. Aktualne gospodarske prilike očito mu ne idu naruku, premda bi trebalo biti obrnuto, jer su zamisli jednako aktualne, čak i više nego što je to bilo u vrijeme izrade programa. Navodnjavanje otvara prostor za naglu, skokovitu promjenu, koja potiskuje ustaljen put, a otvara put novom sustavu gospodarenja više razine kretanja tvari i energije stvarajući nove uvjete u agroekosustavu. Krška polja traže cjelovito uređenje poljoprivrednog zemljišta; obranu od poplava, odvodnju i navodnjavanje. Navodnjavanje lančanom reakcijom unosi promjenu u strukturu proizvodnje uvođenjem novih, ponajprije povrtnih i krmnih kultura unapređenjem stočarstva i na njemu temeljene prerađivačke industrije, otvara nova radna mjesta i put općem napretku.

Za taj program ima dovoljno vrlo kvalitetne vode. Politika gospodarenja vodom u Europi regulirana je posebnom smjernicom (xxx 2000), koja u obzir uzima načela okolišne i etičke održivosti. Naime, zadovoljavanje potreba za vodom zajamčeno je, ali razbacivanje vodnim zalihama i izvorima ili prekomjerno iskorištavanje nije dopušteno.

OBRADA TLA U SUSTAVU UZGOJA BILJA
SOIL TILLAGE IN FARMING SYSTEMS

Suvremeni razvoj obrade tla vodi postupnom napuštanju pluga, oruđa čije je otkriće neusporedivo s bilo kojim drugim u povijesti čovjeka. Plug je u našem davnom pretku potaknuo potrebu za posjedovanjem zemljišta, razvio osjećaj pripadnosti nekom tlu, kao osnovu sjedilačkog života i obitelji probudio potrebu za formiranjem stalnih nastambi i naselja, grada i države. Rimski monogamni brak sklapao se na

plugu, Hesiod je od Grka tražio da orač ore nag, kako između njega i tla, koje je simbol ženskosti, ne stoji ništa, kako tlo ne bi izgubilo poriv za rađanjem, u kulturi Inka prvu brazdu orao je prvi čovjek države. Na plug su adresirani i razložni prigovori, jer je neprijeporno otvaranjem tla atmosferskim silama potpomogao aerobiozi i emisiji CO_2, a još više eroziji vodom i vjetrom, koja je promijenila sliku svijeta. Obrada tla sutrašnjice neće poznavati stereotipe. Općenito će biti plića, tek povremeno dublja, prema načelu; plitko okretati – duboko rahliti (Butorac 1994, 1999, Butorac i dr. 1994). „Plitko okretanje" odnosi se na sjetvenu posteljicu koja treba biti u optimalnom stanju glede fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla da bi sjemenka normalno ponikla, a „duboko rahliti" osigurava da taj ponik s korijenom penetrira do dubine koja odgovara usjevu i stvara duboku rizosferu. Realno je očekivati da će se u sjetvenoj posteljici, zbog manje mase, lakše i brže povećati sadržaj humusa, a smanjiti emisija CO_2, što je zahtjev Protokola iz Kyota. U odnosu na suvremenu praksu obrada će sigurno biti reducirana i izrazito selektivna, a to znači da će na parceli biti vođena računalom, pa će oruđe na dijelovima gdje je to potrebno prodirati pliće, a na drugima dublje. Stručnjak sutrašnjice izrađivat će zemljovid tla i računalni program za selektivnu obradu. Nadalje, obrada neće biti ista u redu i međurednom prostoru.

I konačno, potpun izostanak obrade *(No-tillage)* svakako dolazi u obzir u uzgoju nekih usjeva.

POVRATAK PLODOREDU! / *RETURN TO CROP ROTATION!*

Od Kristova rođenja, praktički dva tisućljeća, plodored je kao vodeći sustav uzgoja bilja na oranicama pratio razvoj poljoprivrede. Plodored u sebi sažima znanje i iskustvo prethodnih naraštaja u korištenju poljoprivrednog proizvodnog prostora (agrosfere) i sve relevantne ekološke, biološke i ekonomske čimbenike. On vrlo djelotvorno „razbija" nepovoljni biološki krug: bolesti – štetnici – korov i bolje čuva organsku tvar i dušik od monokulture, omogućava pojednostavnjenje obrade tla, održava plodnost i poželjne pedohigijenske prilike, povećava i stabilizira prinose svih usjeva. Njegovo, doduše kratkotrajno, napuštanje u eri intenzivne poljoprivrede pokazalo se kao iskustvo koje nije donijelo dobra svjetskoj poljoprivredi. Premda nije uobičajeno priznavati skretanja, neprijeporno su stari Rimljani bili u pravu: plodored je konstanta u uzgoju bilja i danas ga se, u interesu plodnosti tla i pedohigijene, treba jednako pridržavati! Povećanom primjenom kemijskih sredstava i intenzivnijom obradom mogu se „maskirati" negativni učinci suženog plodoreda i monokulture na prinos, ali se ne mogu prikriti negativni utjecaji na tlo i okoliš. Uspješan uzgoj u plodoredu ponajprije vodi računa o plodorednoj vrijednosti usjeva. U tom pogledu Butorac (1999) svrstava usjeve u pet skupina: u prvu, u koju ubraja usjeve skromnih zahtjeva na plodnost tla i uzgojne zahvate, a sljedećem usjevu ostavljaju

dobre uvjete; u drugu, koja ima skromne zahtjeve u oba pogleda, ali sljedećem usjevu ostavlja nepovoljne uvjete; u treću, u kojoj su zahtjevi izjednačeni s uvjetima koje ostavlja; u četvrtu, koja ima povećane zahtjeve po pitanju plodnosti, velike zahtjeve u pogledu zahvata, ali sljedećem usjevu ostavlja povoljne uvjete; u petu, koja prema zahtjevima odgovara prethodnoj, ali sljedećem usjevu ostavlja nepovoljne uvjete. Naravno, najpovoljnija je prva, a najmanje pogodna peta skupina.

Druga značajka važna za izbor usjeva u plodoredu jest snošljivost usjeva, jer nesnošljivost nalaže rjeđe vraćanje te kulture na istu površinu, a visoka snošljivost otvara prostor slobodnijem uzgoju, bez čvrstog plodoreda. Snošljive ili samostabilne kulture čiji uzgoj dolazi u obzir u Jadranskoj regiji jesu: kukuruz, proso, sirak, zob, raž, krumpir, lupina i soja, a nesnošljive su ili samolabilne: ječam, crvena djetelina, lucerna, grašak, mrkva, rajčica i bob. Određene razlike u snošljivosti mogu se javiti i unutar iste biljne vrste, sukladno sortnim i ekotipskim značajkama te ekološkim čimbenicima. Egzaktna istraživanja mogu utvrditi tolerantnost pojedinih kultura (kultivara-hibrida) u agroekološkim uvjetima ove regije.

U usporedbi s oraničnim kulturama povrće ima kraću vegetaciju, pa se brže izmjenjuje na površini. Uzgoj povrća u plodoredu ima niz prednosti u odnosu na monokulturu. Jer, kao što je već rečeno, monokultura remeti sklad u tlu, napose u biološkoj sastavnici tla, na koju se u uzgoju povrća mora oslanjati, narušava strukturu, kvari vodozračne odnose i smanjuje plodnost tla. Osim toga, povećava opasnost od korova, bolesti, štetnika i toksičnih izlučina korijena. Plodored omogućava redovitu gnojidbu stajskim gnojem, jer kultura za koju se stajski gnoj primjenjuje ima svoje stalno i čvrsto mjesto u plodoredu.

Različite su reakcije povrća na uzgoj u monokulturi. Najosjetljiviji je poriluk, a malo su manje osjetljive kupusnjače. Zbog toga, za uspješan uzgoj povrća veliku vrijednost ima pravilna plodosmjena – izbor pretkulture. Neke kulture, kao što je grašak, uspješno se uzgajaju poslije velikog broja vrsta povrća, a za neke vrste povrća izbor predusjeva jako je sužen.

Dobre pretkulture važnijim vrstama povrća su kako slijedi:

- rajčici – sve leguminoze i korjenasto povrće,
- paprici – korjenasto povrće i trave,
- kupusnjačama – leguminoze (grah, grašak), rajčica, paprika, krumpir, korjenasto povrće,
- korjenastom povrću – rajčica, paprika, krastavac, mahune,
- grašku i mahunama – rajčica, paprika i krumpir,
- crvenom luku – paprika, lubenice, a od ratarskih kultura pšenica.

Treba k tomu uzeti u obzir i izmjenu kultura različite dubine korijena te izmjenjivati kulture s različitim potrebama za vodom i hranivom. Važan su kriterij zahtjev vr-

sta povrća prema tlu, obradi i gnojidbi stajskim gnojem te zahtjevi prema predusjevu. U pogledu gnojidbe stajskim gnojem povrće možemo podijeliti u dvije skupine:

- vrste koje traže gnojidbu stajskim gnojem, kao što su kupusnjače, rajčica, vriježaste vrste, paprika, poriluk, patlidžan, celer i češnjak,
- vrste manje zahtjevne po pitanju gnojidbe stajskim gnojem, uzgajaju se tek godinu dana poslije gnojidbe zrelim stajskim gnojem, kao što su korjenjače – mrkva, peršin, celer, pastrnjak, od lukovica crveni luk, a od lisnatog povrća špinat i salata te rotkva i rotkvica.

Posebnu plodorednu vrijednost imaju vrste koje tlo obogaćuju dušikom, zahvaljujući fiksaciji elementarnog dušika iz zraka, kamo pripadaju leguminoze – grašak, mahune, grah i bob.

Za skladno sastavljanje plodoreda bitno je i poznavanje zahtjeva povrća prema pojedinim vrstama hraniva. Tu okvirno vrijede sljedeća pravila:

- lisnato povrće; kupus, kelj, brokula, kelj pupčar, cvjetača i salata traže više dušika,
- plodovito povrće; paprika, rajčica, patlidžan, buče, krastavci i dinje naglašeno traže fosfor i kalcij,
- korjenasto, lukovičasto i gomoljasto povrće; mrkva, luk, češnjak, poriluk, repa, rotkvica i krumpir, traže više kalija u tlu,
- povećane potrebe za sumporom pokazuju luk i kupusnjače,
- više željeza u tlu traže rajčica, špinat, cvjetača, cikla, blitva, brokula i grah,
- magnezij traže rajčica, patlidžan, blitva i luk,
- veće zahtjeve za borom pokazuju celer, brokula, cvjetača i postrna repa, ali treba biti na oprezu jer je kod bora granica između potrebne doze s pozitivnim i previsoke doze s negativnim učinkom dosta uska, a osjetljivost tih vrsta na visok sadržaj bora jako velika,
- izražene zahtjeve za manganom imaju špinat, krastavac, salata, luk i grašak,
- na nedostatak molibdena osjetljivi su kupus, salata, brokula, cvjetača, luk i špinat.

Slično ratarskim usjevima, za dobar plodored treba kombinirati svaku od navedenih skupina povrća. Još je jedna sličnost s ratarskim plodoredima, u kojima se lucerna uzgaja izvan plodoreda, u povrćarstvu se izvan plodoreda uzgajaju višegodišnje vrste, kao što su šparoge, luk vlasac ili rabarbara.

Na kraju ovoga razmatranja u tablici 9 dodajemo podatke iz literature o dobrim – poželjnim i lošim – nepoželjnim susjedima na vrtnoj gredici, koji se primjenjuju u organsko-biološkom uzgoju. Taj uzgoj ima čitav niz posebnosti, a svakako najveća jest uzgoj više vrsta na istoj gredici – nekovrsno oponašanje prirode.

Tablica 9. Dobri i loši susjedi u vrtu
Table 9. *Acceptable and inacceptable neighbours in the garden*

Vrsta *Species*	Prihvatljiv – dobar susjed *Acceptable neighbour*	Neprihvatljiv – loš susjed *Inacceptable neighbour*
Celer	Korabica, mahune i rajčica	Krumpir, kukuruz, salata
Cikla	Krastavci, kupus, češnjak, luk, salata, kopar, kim, korijander	Krumpir, mrkva, poriluk, špinat
Grašak	Komorač, krastavci, mrkva, korabica, salata, kukuruz, rotkvica, rotkva, tikvica	Poriluk, luk, krumpir, rajčica
Krastavci	Mahune, grašak, poriluk, komorač, kupus, kukuruz, salata, celer, luk, bosiljak, kopar	Krumpir, rajčica, rotkvica
Kupus	Mahune, grašak, krastavac, blitva, mrkva, poriluk, rotkvice, rotkva, celer, rajčica	Gorušica, luk
Mahune	Krastavac, kupus, mrkvu, rotkvica, rotkva, cikla, salata, celer	Poriluk
Mrkva	Mahune, grašak, blitve, rotkvice, rotkva, luk	Cikla
Poriluk	Endivija, kupus, celer, rajčica, luk	Mahune, grašak, cikla
Rajčica	Mahune, kupus, češnjak, poriluk, rotkvice, rotkve, celer, špinat	Grašak, komorač, krastavac, krumpir
Rotkvice	Mahune, grašak, kupus, blitva, mrkva, peršin, špinat, rajčica	Krastavci, luk
Tikvice	Kukuruz, mahune, luk, bosiljak	

Ovih smjernica pridržava se organska poljoprivreda, premda i tu, kao uostalom i inače u alelopatskim odnosima, različite sorte ili hibridi iste vrste mogu pokazivati različite odnose.

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Hrvatska poljoprivreda sučeljena je s promjenama koje, između ostaloga, traže racionalno i održivo korištenje do sada marginaliziranih potencijala Jadranske poljoprivredne regije. Na temelju rezultata vlastitih istraživanja i raščlambe literature izdvajamo zaključke:

1. Poželjni sustavi gospodarenja u poljoprivredi našega uzobalja prihvaćaju koncept multifunkcionalnosti, koji je unio radikalnu promjenu pristupa vrednovanju uspješnosti sustava gospodarenja isključivo prema visini prinosa. Jer, istu težinu u tom vrednovanju dobivaju „neproizvodne“ uloge tla i poljoprivrede.

2. Zbog sporosti tvorbe tala na području Jadranske poljoprivredne regije, njihova djelotvorna zaštita nema alternativu! To nije samo razvojno pitanje niti je to pitanje samo jednog naraštaja već je to pitanje opstanka, čije rješenje mora uključiti prava onih koji tek dolaze!

3. Poljoprivredi Jadranske regije upravo zbog toga primjereni su zahvati u gospodarenju u koje je „ugrađena" zaštita svih uloga tla kao višenamjenskog dobra i nacionalne baštine. Jer tlo nas hrani i poji; prijamnik je, sakupljač, pufer i izmjenjivač štetnih tvari, a tome zahvaljujući, pročistač vode; izvor stakleničkih plinova, regulator klime; riznica života i temelj biološke raznolikosti; ključni čimbenik formiranja krajobraza. U tlu završavaju „zemni ostaci" svih oblika života. U svojim njedrima tlo čuva arheološke nalaze.

4. Trajno motrenje (monitoring) tala Hrvatske izrađen u okviru istraživačkih programa EU iscrpno definiran u *Priručniku za trajno motrenje tala Hrvatske* treba odmah pokrenuti.

5. Problem koji traži neodgodivo rješavanje jest agresija na prirodu u smislu olake promjene namjene zemljišta i prirređivanja supstrata za višegodišnje nasade mljevenjem mase kamena, tla i vegetacije na rizičnim položajima, na kojima je taj supstrat izložen prevelikom riziku opstanka. Legislativa treba propisati vrstu i slijed postupaka za odobrenje tih zahvata, odnosno uvjete odobravanja programa pod punim nadzorom struke – tloznanstvenikā.

6. Povišeni planinski položaji s plitkim tlima, goleti i otoci, sukladno Smjernici EU 75/268, imaju uvjete za svrstavanje u Područja ograničene pogodnosti (POP), na kojima se primjenjuje Sustav gospodarenja niskog intenziteta i daje se posebna potpora poljoprivrednicima.

7. Temelj osmišljavanja sustava gospodarenja i provedbe zemljišne politike, optimalne sa stajališta mogućnosti i interesa države, jest nedvojbeno točna i pouzdana evidencija poljoprivrednih površina na državnoj razini.

8. EU ima poseban Ured za tlo smješten u Zajedničkom istraživačkom centru EU (JRC) u Ispri kraj Milana. Ured je osnovao Mrežu Europskog ureda za tlo (*European Soil Bureau Network* – ESBN), koja angažira tloznanstvenike svih europskih država, a kao savjetodavno tijelo opslužuje Europsko povjerenstvo (*European Commission* – EC) podacima potrebnim za vođenje djelotvorne politike gospodarenja tlom i zaštite tla.

9. Kao „zelene oaze", krška polja u kojima nalazimo plodna tla i bogat život, zone su akumulacije netopivog ostatka vapnenca, ali i zona nakupljanja svih onečišćenja, koja zračnim strujanjima u obliku prašine ili preko kiše padaju na tlo.

10. Od svih mjera unapređenja, natapanje u Jadranskoj poljoprivrednoj regiji ima prioritet. Prosjek natapanih obradivih površina na razini EU jest 13%; vodeća je zemlja Grčka (38%), Švedska navodnjava oko 4%, Finska 2,5% a Hrvatska, dobrim dijelom sredozemna zemlja, manje od 1% obradivih površina!!!

11. Obrada tla sutrašnjice neće poznavati stereotipe, općenito će biti plića, a samo povremeno dublja, prema načelu: plitko okretati – duboko rahliti!!!

12. Najradikalnija promjena bit će širenje izostavljene obrade – izravne sjetve ili tzv. *No-tillage* sustava obrade. Prihvatljiva je koncepcija prof. Butorca: najprije maksimum (ulaganja u uređenje tla), a zatim minimum (obrade)!

13. Slijedi povratak plodoredu! Napuštanje plodoreda pokazalo se kao iskustvo koje nije donijelo dobra svjetskoj poljoprivredi. Plodored je konstanta u uzgoju bilja i danas ga se, u interesu plodnosti tla i pedohigijene, treba jednako pridržavati!

14. Za uspješan uzgoj u plodoredu treba upoznati plodorednu vrijednost, snošljivost i druge značajke usjeva važne za sastavljanje plodoreda.

15. I na koncu, alelopatski odnosi među kulturnim vrstama, koje su sigurno izgubile ponešto iz svoje „divlje" prošlosti, ali i oplemenjivanjem „stekle" ponešto novo, postaju važno područje istraživanja sutrašnjice. Jer, budući sustavi uzgoja bilja temeljit će se na svakovrsnoj prilagodbi, pa i „susjedima" s kojima kulture dijele isti prostor. Danas su definirani kao vrste „dobre i poželjne" i „loše – nepoželjne" kao susjedi na vrtnoj gredici.

Literatura / *References*

Bašić, F., A. Butorac, I. Šalinović, I. Bašić, 1993: Agroecological Study of Horo Alleltu Farmland. Proposal for Preliminary Project of Integral Soil Conservation. Guidelines for Conservation Farming System, final revised version, Nekemte – Agroindustrial Project, Ministry of State Farms, Coffee and Tea Development-North Western Agricultural Development Corporation, Addis Ababa, ETZ-Osijek-Rep. of Croatia, manuscript, deposited in library of Department of GA FAZ, Zagreb-Osijek, p. 111.

Bašić, F., A. Butorac, M. Mesić, M. Sabolić, 1993: Aktualna pitanja erozije i smjernice konzervacije oraničnih tala Hrvatske. Poljoprivredne aktualnosti 3-4: 227-249.

Bašić, F., A. Butorac, Ž. Vidaček, Z. Racz, Z. Ostojić, B. Bertić, 1993: Program zaštite tala Hrvatske, inventarizacija stanja, trajno motrenje, informacijski sustav. Studija u rukopisu, prema narudžbi Ministarstva poljoprivrede i šumarstva RH, Fond stručne dokumentacije Zavoda za OPB Agronomskog fakulteta, Zagreb, str. 122.

Bašić, F., I. Kisić, M. Mesić, V. Knežević, 1999: Smjernice gospodarenja na tlima izloženim eroziji na području grada Iloka. Zbornik znanstvenog skupa u povodu 100. obljetnice Poljoprivredne škole Ilok, str.130-153.

Bašić, F., M. Bogunović, M. Božić, S. Husnjak, I. Jurić, I. Kisić, M. Mesić, N. Mirošević, D. Romić, I. Žugec, 2001: Regionalizacija hrvatske poljoprivrede. Knjiga u rukopisu, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za opću proizv. bilja, Zagreb, str. 274.

Bašić, F., 2007: Soils of Croatia - Status - Problems and anticipated solutions. Conference proceedings Mediterranean Conference. Status of Mediterranean Soil Resources: Actions needed to promote their sustainable use, Tunis, p. 87-111.

Bašić, F., 2009: Sustavi uzgoja bilja – plodored, poglavlje u studiji: Agroekološko vrednovanje prostora s programima razvitka biljne i stočarske proizvodnje na području Hercegbo-

sanske županije, knjiga 1: Agroekološka valorizacija prostora Herceg-bosanske županije, rukopis, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 273-295.

Bašić, F., 2009: Oštećenja i tehnologije zaštite tala Hrvatske – otvorena pitanja. Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Tehnologije zaštite tla i odlaganja otpada", Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zadar, str. 179-203.

Butorac, A., 1994: Conservation Tillage in Eastern Europe. In Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems, Edited by M.R. Carter, Lewis Publishers, Boca Raton, USA p. 354-374.

Butorac, A., F. Bašić, I. Kisić, 1994: Alternativni sustavi gospodarenja i njihov utjecaj na kvalitetu vode. Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Poljoprivreda i gospodarenje vodama", Bizovačke toplice, str. 53-77.

Butorac, A., 1999: Opća agronomija. Udžbenik, Školska knjiga, Zagreb, str. 648.

Čustović, H., E. Bukalo, 2007: Land and hydrological potential of Bosnia and Herzegovina, Status and prospect of Soil Information in South-Eastern Europe, Soil database projects and application, EU JRC, EUR 22646 EN, Sarajevo.

Halamić, J., S. Miko, ur., 2009: Geokemijski atlas Republike Hrvatske. Hrvatski geološki institut, Zagreb str. 87.

Husnjak, S., 2004: Nacionalni program ublažavanja posljedica suša i suzbijanja oštećenja zemljišta u Republici Hrvatskoj (NAP), Tematsko područje «TLO», rukopis Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta, Zagreb, str. 6.

Kisić, I., F. Bašić, A. Butorac, O. Nestroy, J. Marušić, M. Mesić, M. Sabolić, J. Petraš, 1999: Zaštita tla od erozije s motrišta održivog gospodarenja tlom. Hrvatske vode, 26: 15-26.

Kisić, I., 2002: Procjena onečišćenja voda erozijskim procesima na vodnim slivovima RH. Rukopis u studiji Mesić, M.: Procjena stanja, uzroka u veličine pritisaka poljodjelstva na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske, str. 166-196.

Kisić, I., F. Bašić, A. Butorac, M. Mesić, O. Nestroy, M. Sabolić, 2005: Erozija tla vodom pri različitim načinima obrade. Sveuč. priručnik, izdanje Agr. Fak. Sveuč. u Zagrebu, Zagreb, str. 95.

Kisić, I., F. Bašić, M. Mesić, A. Butorac, O. Nestroy, 2006: Water Erosion under different crops in Croatia, 17th ISTRO (International Soil Tillage Research Organisation) Conference, Kiel, p. 317-326.

Kisić, I., 2008: Reduced Soil Tillage – Croatian experience. Zbornik radova, New challenges in field crop production, Rogaška Slatina, str. 46-53.

Kisić, I., F. Bašić, O. Nestroy, M. Mesić, M. Sabolić, 2009: Run off and soil loss on different tillage systems in growing of arable crops. Proceedings of International Conference: "Land Conservation" – LANDCON 0905, Tara Mountain, p. 87.

Krička, T., F. Tomić, N. Voća, V. Janušić, 2007: Proizvodnja bioplina iz ostataka poljoprivredne proizvodnje. Zbornik radova 4. Međunarodni znanstveno-stručni skup o naftnom gospodarstvu, Zadar, 31: 49-58.

Kučar Dragičević, S., J. Butuči, J. Kufrin, J., 2006: Zbrinjavanje otpada u Republici Hrvatskoj - postojeće stanje. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 57: 263-266.

Lal, R., 2000: We can control greenhouse gases and feed the world…with proper soil management. Journal of Soil Water Conservation, 55: 429-432.

Lal, R., 2001: World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. Advances in Agronomy 71: 145-191.

Lal, R., 2003: Testimony concerning soil carbon sequestration by agricultural and forestry land uses to mitigate climate change, to Committee on environment and public works, Washington.

Markovina, S., 2007: Umornost tla – Smjernice održivog gospodarenja oraničnim i vrtnim tlima hrvatskog i hercegovačkog krša, izdanje: Roko Markovina – Čiko, Lumbarda, str 183.

Matić, S., 2007: Bioenergija – izazov i prilika šumarstva Hrvatske. Nove tehnologije i materijali u industrijama baziranim na sektoru šumarstva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagrebački velesajam, Zagreb, str. 5-11.

Mesić, H., D. Bakšić, F. Bašić, A. Čidić, G. Durn, S. Husnjak, I. Kisić, D. Klaić, B. Komesarović, M. Mesić, S. Miko, M. Mileusnić, Z. Nakić, N. Pernar, I. Pilaš, D. Romić, B. Vrbek, Ž. Zgorelec, 2008: Program trajnog motrenja tala Hrvatske, posebno izdanje projekta; Izrada programa trajnog motrenja tala Hrvatske s pilot projektom, Life Third Countries, LIFE05 TCY/CRO/000105, izdavač: Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, p. 131.

Mesić, M., F. Bašić, I. Kisić, V. Bićanić, 2000: Višeznačna uloga poljoprivrede i gospodarenja tlom u Hrvatskoj. Zbornik radova, 36. znanstveni skup hrvatskih agronoma, Opatija, str. 16-22.

Mesić, M., F. Bašić, I. Kisić, Z. Grgić, M. Posavi, 2000: Prvo nacionalno izvješće o klimatskim promjenama, poglavlje Poljoprivreda. Rukopis, Sveuč. u Zagrebu, Agronomski fak., Zagreb, str. 62.

Mesić, M., S. Parlov, F. Bašić, I. Kisić, I. Turšić, Ž. Zgorelec, K. Sajko, I. Vuković, 2006: Agricultural Emissions of Greenhouse Gases in Croatia. Proceedings of Workshop on Agricultural Air Quality, State of the Science, Washington, p. 910-913.

Mesić, M., Ž. Zgorelec, I. Kisić, A. Butorac, I. Gaspar, 2009: Losses of NO_3-N in drainpipe at different nitrogen fertilization levels. Zbornik radova-Water policy 2009-Water as a vulnerable and Exhaustible Resource (234-237), Prag.

Montanarella, L., 2007: The EU Thematic stategy for soil protection and its implications in the Mediterranean, Proceedings of The international scientific conference within the Medcoastland project; Status pf Mediterrannean soil resources; Actions needed to support their sustainable use, Editors Pandi Zdrulli and Giuliana Trisorio Liuzzi, Tunis, p.15-30.

Mossimann,T., A. C. Rees, A. Maillard, J. A. Neyroud, A. Musy Thurni, W. Rohr, 1990: Bodenerosion im Schweizerischen Mittellnd, Liebfeld-Bern, s. 262.

Nemčić-Jurec, J., M. Mesić, F. Bašić, I. Kisić, Ž. Zgorelec, 2007: Nitrate concentration in drinking water from wells at three different locations in NW Croatia, Cereal Research Comm. 35, p. 845-848.

Petraš, J., F. Bašić, 1998: Erozija tla u Hrvatskoj u svijetlu predviđenih klimatskih promjena. Zbornik radova sa znanstvenog skupa HAZU „Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama“, rukopis IMI, Zagreb, str. 103-115.

Redžepović, S., J. Čolo, M. Blažinkov, S. Sikora, M. Pecina, L. Duraković, 2008: Utjecaj biostimulatora rasta i fungicida za tretiranje sjemena soje na učinkovitost simbiozne fiksacije dušika. Sjemenarstvo, 24: 169-176.

Romić, D., J. Marušić i sur., 2005: Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1-139.

Romić, D., J. Marušić, F. Tomić, D. Holjević, S. Mađar, 2007: Nacionalni projekt navodnjavanja i njegova realizacija u svrhu unapređenjha poljoprivrede, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora, HAZU, Zbornik radova sa znanstvenog skupa, Zagreb, str. 117-149.

Rome declaration on food security and World Food Summit Plan of Action, 1996: FAO, Rome, 43.

Tomić, F., D. Romić, S. Mađar, 2007: Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova sa znanstvenog skupa, Zagreb, str. 7-20.

Tomić, F., F. Bašić, 2011: Zemljišna politika u službi razvoja Hrvatske - uređenje zemljišta – preduvjet napretka i konkurentnosti hrvatske poljoprivrede na europskom gospodarskom prostoru, rukopis prema narudžbi Hrvatske gospodarske komore, Zagreb, str. 35.

Turšić, I., A. Butorac, F. Bašić, M. Čavlek, M. Mesić, Z. Đaković, I. Kisić, M. Tratnik, B. Svitlica, 2005: Effect of fifteen years of Tobacco production in Monoculture and Crop Rotation upon the Yield and Quality of Flue-cured Tobacco in Agroecological Conditions of Croatia, Die Bodenkultur, 56, 3; p. 117-120.

Vrbek, B., M. Vrbek, J. Vukelić, 1991: Zakiseljavanje tla i nakupljanje Pb, Cu, i Zn u jelovim zajednicama Nacionalnog Parka "Risnjak". Šumarski list, 3-5: 163-172.

Vrbek, B., I. Pilaš, 2006: Teški metali u tlima Nacionalnog parka Krka, X kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva, knjiga sažetaka, Šibenik, str. 90.

Zdunić, G., I. Pejić, J. Karoglan Kontić, D. Vukičević, A. Vokurka, I. Pezo, E. Maletić, 2008: Comparison of genetic and morphological data for inferring similarity among native Dalmatian (Croatia) grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). Journ. of Food Agric. & Environment, 6(2): 333-336.

Žanić, K., J. L. Cenis, S. Kačić, M. Katalinić, 2005: Current Status of Bemisia tabaci in coastal Croatia. Phytoparasitica 33(1): 60-64.

Xxx 75/268/EEC, 1975: Council Directive of 28 April 1975. On mountain and hill farming and farming in certain less-favoured areas

Xxx, 1987: Our Common Future, Sp. Issue of Word Commission on Environment and Development Oxford University Press,

Xxx, 1991: EU Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agric. sources, Official Journal L 375, P. 0001-0008,

Xxx, 1992: Bodenschutzkonzept Vorarlberg, Amt der Vorarlberger Landesregierung, 104, Bregenz,

Xxx, 1997: Quo vadis agricultura, HRSG; Absolventenverband der diplomingenieure fur Landwirtschaft, BOKU, Wien, s. 119.

Xxx, 1999: Cultivating our future, Background papers, FAO/Netherlands Conference on the MFCAL, Maastricht, 1999.

Xxx, 2000: Directive 2000/60/EC Water framework directive – WFD,

Xxx, 2003: Directive 2003/30/EC of the European Parlament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Official Journal of the EU, Bruselles,

Xxx, 2005: Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 139.

Xxx, 2006: Thematic Strategy for Soil Protection, Communication COM 2006 231).

Xxx, 2006: Soil Framework Directive (COM(2006)232)

Xxx, 2008: Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće NN 47.

Xxx, 2008: Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva NN 56.

Xxx, 2011: Hrvatska – društvo i država blagostanja, posebno izdanje Hrvatske gospodarske komore, Zagreb, str 167 – 223.

Current and Desirable Farming Systems in the Adriatic Agricultural Region in the Light of the Accession to the European Union

Summary

Modern farming systems are expected to ensure the yield (quantity) guaranteeing food security, food safety sustainability in market economy conditions. The starting point is the concept of the desired system VOPT – MFCAL (Multifunctional Character of Agriculture and Land, xxx 1999), which introduces a radical change in the current approach to evaluating the performance of farming systems solely by the amount of yield. The concept requires assessing the effects of "non-productive functions" of soil and agriculture, thus opening the doors to farming systems, acceptable for soil and water protection, biodiversity of plant and animal genetic resources and the rural area, using appropriate means and procedures in plant and animal breeding, while reducing the emission of greenhouse gases – primarily CO_2. Due to the slowness of the formation of soils, especially on limestone, the effective protection of soil is no alternative - it's a matter of survival! As fertile soils are located in karst holes and fields, river valleys, and generally on topographic positions that allow the accumulation and retention of soil material, the Geochemical Atlas of Croatia (Halamić and Miko 2010) shows that these positions favour the accumulation of pollutants. The problem requiring prompt and effective solving is the violence and aggression on the nature in preparing man-made substratum for planting of perennial crops milling the mix of mass of rock, soil and vegetation on risky sites limited for this use. The legislation should prescribe the sequence of procedures for the approval of these procedures, and the conditions under which only the competent registered professionals in soil science may approve or reject the request of the investor – landowner. The intensification of management, especially in the cultivation of vegetables, predicts areas where intensive agriculture is practiced (Istria, Vrana basin, delta of Neretva river, Imotsko, Vrgorac, and Konavle field). Elevated position with shallow soils and bare land will, according to EU Directive 75/268, be included into the Less Favoured Area (LFA); mountainous areas where elevation and/or the slope shortens the duration of the vegetation and reduces the choice of species

could be raised, then the constant depopulation areas, islands and rocks of the continental hinterland. For LFA, low intensity farming system is applied. The agroecological science awaits the task of defining and mapping LFA based on EU directives and the corresponding surface - the soil, altitude, skeleton, bare land, vegetation and uses.

Keywords: *farming systems; Adriatic agricultural region; man-made substratum for perennial plants; LFA – less favoured area.*

Prof. emeritus dr. sc. Ferdo Bašić,
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
Zagreb, Zavod za opću proizvodnju bilja,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb,
ferdo.basic1@gmail.com

NAVODNJAVANJE – MJERA UNAPREĐIVANJA POLJOPRIVREDE NA JADRANSKOM PODRUČJU

IRRIGATION – AGRICULTURAL ADVANCEMENT PRACTICE IN THE ADRIATIC AREA

Franjo Tomić, Ivan Šimunić, Davor Romić, Dragutin Petošić

Sažetak

Na jadranskom području nalazi se sedam županija. Ukupne poljoprivredne površine svih županija iznose 1,298.127 ha, a od toga su obradive površine 339.483 ha. Od temeljnih vegetacijskih čimbenika (svjetlost, toplina, zrak, hranjiva tvar i voda), na jadranskom je prostoru najveći ograničavajući čimbenik za uspješan uzgoj poljoprivrednih kultura voda. U prosječnoj godini u vegetacijskom razdoblju nedostatak vode ovisi o uzgajanoj kulturi. Kao primjer, za uzgoj rajčica nedostaje 136 – 440 mm, za jagode 120 – 245 mm, a za uzgoj trešanja 170 – 650 mm vode. Međutim, i uz izrazitu potrebu za navodnjavanjem, ta se mjera izvodi na jadranskom području na svega oko 1,5% od korištenih površina. Dakle, svega nešto više nego u Hrvatskoj, jer prosječno navodnjavamo oko 1,0% trenutačno obradivih površina. Zbog vrlo male primjene navodnjavanja, primjenjuje se i nepovoljna struktura uzgajanih kultura. U uvjetima bez navodnjavanja prosječni prinosi žitarica iznose oko 1,5 t/ha, krmnih kultura 1,3 t/ha, a povrća svega oko 4,0 t/ha. Dakle, prema strukturi uzgajanih kultura i njihovim prinosima, biološki potencijal na cijelom jadranskom prostoru vrlo je slabo iskorišten. No, mogućnosti navodnjavanja razlikuju se po županijama, ali su one ipak uglavnom dosta povoljne. Svih sedam županija ima ukupno 177.179 ha na kojima se nalaze pogodna ili umjereno pogodna tla za navodnjavanje. U svrhu navodnjavanja tih površina potrebno je ukupno 157,733.470 m^3/godišnje vode. Veći dio te vode moguće je osigurati iz postojećih izvora (vodotoka, jezera, umjetnih i prirodnih akumulacija, lokalnih izvora), dok je na prostorima (lokalitetima) koji nemaju dovoljne količine vode potrebno izvoditi nove akumulacije. Naime na prostoru svih županija postoje povoljni prirodni uvjeti za njihovu izgradnju, tako da je moguće, uz određena ulaganja za osiguranje vode za navodnjavanje, ostvariti bolju strukturu uzgoja poljoprivrednih kultura, njihove veće i stabilnije prinose te znatno kvalitetnije poljoprivredne proizvode. Za efikasnu primjenu navodnjavanja i općenito za uspješan uzgoj raznolikih poljoprivrednih kultura potrebna su veća poljoprivredna gospo-

darstva i veće proizvodne parcele u odnosu na postojeće stanje na jadranskom području i u cijeloj Hrvatskoj. Naime, na jadranskom području srednja veličina poljoprivrednih obiteljskih gospodarstava iznosi svega 1,5 ha (Hrvatska 2,6 ha), a prosječna veličina proizvodne parcele jest 0,2 ha (Hrvatska 0,45 ha). Stoga je nužno (i na jadranskom području) za unapređivanje poljoprivredne proizvodnje, uz razvoj navodnjavanja, izvesti i okrupnjavanje gospodarstava i proizvodnih parcela primjenom komasacije. Na taj način stvorili bi se uvjeti za unapređivanje poljoprivrede u jadranskom području, a razvijena poljoprivreda pridonijela bi boljem razvoju turizma i općem gospodarskom razvoju Hrvatske.

Ključne riječi: navodnjavanje; poljoprivreda; jadransko područje; nedostatak vode; usjevi.

UVOD / *INTRODUCTION*

Primjena navodnjavanja ovisi o nedostatku vode pri uzgoju poljoprivrednih kultura. Nedostatak vode tijekom vegetacijskog razdoblja ovisi o klimatskim prilikama, području, pa čak i mikrolokaciji, te uzgajanim kulturama. U svijetu se sada navodnjava oko 250 milijuna ha ili oko 18% obradivih površina. Na navodnjavanim površinama proizvodi se oko 40% ukupno raspoložive hrane. U Europi se navodnjava oko 13% obradivih površina. Hrvatska sada navodnjava samo oko 12.000 ha, što iznosi svega oko 1,0% trenutačno obradivih površina. Stoga se, nažalost, po pitanju navodnjavanja nalazimo na jednom od posljednjih mjesta u Europi. Potrebno je navodnjavati na prostoru cijele Hrvatske, s tim da je veći nedostatak vode, tijekom vegetacijskog razdoblja, na jadranskom području u odnosu na kontinentalni dio. Naime, u kontinentalnom dijelu potrebno je izvoditi dopunsko navodnjavanje, dok je na jadranskom području potrebno redovito navodnjavati, pogotovo povrćarske i voćarske kulture. Isto su tako i u nas suše sve učestalije. Ovisno o njihovu intenzitetu i duljini trajanja, mogu smanjiti urod uzgajanih kultura za 20 – 80%. Mogućnosti za primjenu navodnjavanja u nas su dobre. Imamo dosta pogodnih tala za navodnjavanje, a bogati smo i vodama. Posjedujemo brojne vodotoke, prirodne i umjetne akumulacije i retencije te podzemne vode i lokalne izvore. Procjene pokazuju da možemo, na temelju raspoloživih pogodnih tala i voda za navodnjavanje, izvoditi tu melioracijsku mjeru na oko 30% poljoprivrednih površina, odnosno na svih oko 830.000 ha tala pogodnih za navodnjavanje. Potrebu za većom primjenom navodnjavanja prepoznala je Vlada Republike Hrvatske i odobrila je *Projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj*. Do sada su rekonstruirani postojeći sustavi na oko 3.000 ha i dovršava se izgradnja novih sustava na isto tolikoj površini. Pri tome troškove osiguranja izvora vode i njezin dovod do proizvodnih parcela većim dijelom snosi država, a manjim regionalna i lokalna

samouprava, dok ulaganja za sustave navodnjavanja i njihovo održavanje na proizvodnoj parceli snose korisnici. Prema tom projektu, predviđeno je izvođenje novih sustava navodnjavanja na 65.000 ha do 2020. godine. Tom mjerom stvorit će se uvjeti za uzgoj raznolikih kultura i dobivanje poljoprivrednih proizvoda koji nam sada nedostaju na ukupno 75.000 ha. Time će se ostvariti bitan napredak u razvoju poljoprivrede, ne samo na jadranskom području već i u ostalim djelovima Hrvatske.

POLOŽAJ I PROSTOR JADRANSKOG PODRUČJA
POSITION AND SPACE OF THE ADRIATIC AREA

Jadransko područje dio je Sredozemlja. Zbog toga, njegov prostor ima posebnu geografsku, gospodarsku, prometnu i turističku važnost. Karakteriziraju ga različite prirodne značajke: otoci, obalni ili primorski dio i kotinentalni dio ili područje dalmatinske zagore. Od ukupno 21 županije s Gradom Zagrebom u Hrvatskoj, na



Slika 1. Karta županija Republike Hrvatske
Figure 1 *Map of Counties in the Republic of Croatia*

jadranskom području nalazi se sedam županija: Istarska, Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska (slika 1). Ukupna površina kopna jadranskoga područja iznosi 1,540.508 ha. Od toga najviše zauzimaju poljoprivredne površine (1,298.127 ha). Međutim, obradive površine iznose 339.483 ha (xx 2005). Nažalost, zapuštenost obradivih površina golema je, tako da se sada ne obrađuje čak 53% obradivih površina (tablica 1).

STRUKTURA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE
STRUCTURE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Uz veću zapuštenost površina, nepovoljna je i struktura uzgajanih kultura jer prevladava ekstenzivni način poljoprivredne proizvodnje. U svim županijama prevladavaju pašnjaci (prosjek 72,01%), zatim oranice i vrtovi (14,97%), pa livade (7,12%), dok se na neznatnim površinama uzgajaju voćarske kulture s maslinicima (prosjek 3,15%), vinova loza (2,75%) te uzgoj povrćarskih kultura (tablica 1). Isto tako, ostva-

Tablica 1. Površine (ha) i struktura uzgoja poljoprivrednih kultura (%) po županijama
Table 1. *Areas (ha) and Structure of Agricultural crops (%) in Counties*

Županija *County*	Poljopr. površine *Agricultural areas*	Obradive površine *Arable areas*	Zapušteno *Neglected*	Oranice i vrtovi *Field and Gardens*	Voćnjaci i maslinici *Orchards and Olive trees*	Vinogradi *Vineyards*	Livade *Meadows*	Pašnjaci *Pasture grounds*
	(ha)		(%)					
Istarska	169.000	82.000	50	33,73	1,48	3,25	10,06	51,48
Primorsko-goranska	126.050	47.356	74	9,41	1,58	0,80	21,54	66,67
Ličko-senjska	265.761	62.388	62	Vrlo je nepovoljna struktura sjetve i ne može konkurirati poljoprivredi EU				
Zadarska	226.462	42.398	35	10,20	1,03+1,19=2,22	1,80	4,50	81,28
Šibensko-kninska	196.491	39.647	47	12,97	1,37+1,00=2,37	2,37	4,37	77,92
Splitsko-dalmatinska	237.288	41.206	45	10,35	1,28+1,94=3,22	2,36	1,44	82,63
Dubrovačko-neretvanska	77.075	21.488	61	13,13	3,20+4,84=8,04	5,91	0,79	72,12
Ukupno *Total*	1.298.127	339.483	53					
Prosjek *Average*			53	14,97	3,15	2,75	7,12	72,01

ruju se znatno niži prirodi i prinosi uzgajanih poljoprivrednih kultura. Kao primjer navodimo da se na prostoru Šibensko-kninske županije, u zadnje vrijeme, ostvaruju prinosi žitarica svega 1,25 t/ha, prirod krmnih kultura također svega 1,11 t/ha, a povrća u prosjeku svega 3,67 t/ha (xxx 2007). Dakle, struktura uzgajanih kultura pokazuje neraznolikost i ekstenzivnost te da su poljoprivredne površine (biološki potencijali), na cijelom jadranskom području, vrlo malo iskorištene. Međutim, na cijelom jadranskom području postoje jako dobri prirodni uvjeti za uzgoj raznolikih kultura i ostvarivanje visokih i kvalitetnih poljoprivrednih proizvoda. Naime, za uspješan uzgoj poljoprivrednih kultura potrebno je osigurati pet temeljnih čimbenika: svjetlost, toplinu, zrak, hranjivu tvar i vodu. Na području Jadrana ima dovoljno svjetlosti, topline i čistog zraka za veći broj kultura. Hranjive tvari u tlima također je dovoljno, uz nadopunu uobičajenom gnojidbom koja mora zadovoljavati ekološke potrebe. Međutim, na cijelom prostoru uz Jadransko more jedino nedostaje potrebna količina vode, gotovo za sve uzgajane kulture, te je zbog toga potrebno prirodne oborine nadopuniti navodnjavanjem (Mihalić i dr. 1978).

POTREBA PRIMJENE NAVODNJAVANJA
NECESSITY FOR IRRIGATION APPLICATION

Navodnjavanje je jedna od važnih mjera unapređivanja poljoprivrede, u svijetu općenito, pa i u Hrvatskoj, pogotovo na jadranskom području. U svijetu se navodnja-

Tablica 2. Navodnjavane površine u ha
Table 2. *Irrigated areas in ha*

Županija / Država *County / State*	Površina *Area*	Udio od obradivih površina *Share of arable areas*
	(ha)	(%)
Istarska	550	0,67
Primorsko-goranska	110	0,23
Ličko-senjska	25	0,04
Zadarska	710	1,67
Šibensko-kninska	95	0,26
Splitsko-dalmatinska	1.060	2,57
Dubrovačko-neretvanska	945	4,39
Ukupno – *Total*	3.495	2,41
Hrvatska	12.000	1,09
Italija, Grčka, Bugarska, Rumunjska		20 – 30
Mađarska		5
Albanija		50
Europa		13
U svijetu – *In the World*		18

va oko 18% obradivih površina i na njima se sada proizvodi oko 40% poljoprivrednih proizvoda. U Europi se navodnjava oko 13% obradivih površina, najviše na južnom dijelu. Zemlje u okruženju Hrvatske (Italija, Grčka, Bugarska, Rumunjska) navodnjavaju 20 – 30%, a Mađarska oko 5% obradivih površina. Hrvatska navodnjava svega oko 12.000 ha ili oko 1,0 % svojih trenutačno obradivih površina (tablica 2).

U istoj tablici vidljivo je da se najviše navodnjava na prostoru Dubrovačko-neretvanske županije (4,39%), a najmanje u Ličko-senjskoj županiji (svega 0,04% obradivih površina). Međutim, potrebe za navodnjavanjem u nas su znatno veće, s tim da je posebno potrebno više navodnjavati tlo na jadranskome području (tablica 3).

Dakle, gotovo za sve uzgajane kulture na jadranskom području potrebno je nadomještati nedostatak vode. Prema tome, ne radi se o potrebi dopunskog navodnjavanja već je u tom dijelu Hrvatske potrebno izvoditi redovito navodnjavanje. Prosječno je najmanje potrebno dodavati vodu za uzgoj kultura u Ličko-senjskoj županiji – 54 mm, a najviše na prostoru Splitsko-dalmatinske županije – 355 mm vode (Tomić 2008).

Vlada Republike Hrvatske prepoznala je potrebu navodnjavanja na prostoru cijele Hrvatske, pa je 2005. godine odobrila projekt *Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj* (XX 2005).

MOGUĆNOSTI NAVODNJAVANJA
POSSIBILITIES OF IRRIGATION

Na mogućnost navodnjavanja utječu pedološke prilike i raspoloživost vode. Na jadranskom području imamo ukupno pogodnih i umjereno pogodnih tala za navodnjavanje 114.305 ha. Najviše ih ima Istarska županija (66.728 ha), a najmanje Šibensko-kninska (3.408 ha), dok je u Hrvatskoj ukupno 832.314 ha na kojima se navodnjavanje može izvoditi (tablica 4). U istoj tablici prikazane su prioritetne površine i potrebna količina vode za navodnjavanje tih površina, što je planirano u navedenom *Nacionalnom projektu navodnjavanja* (xx, 2005). Ukupno je predviđeno navodnjavanje na 42.810 ha jadranskog područja, s tim da se najviše navodnjavati planira na prostoru Istarske županije (22.000 ha prva faza), a najmanje u Ličko-senjskoj županiji (1.500 ha). Bitno je napomenuti da je navedenim projektom predviđeno proširenje navodnjavanja u Hrvatskoj do 2020. godine na ukupno 75.000 ha. Za planirane površine potrebno je osigurati potrebnu količinu vode. Tako je potrebno osigurati ukupno 124,532.970 m^3/god., s tim da u Istarskoj županiji treba imati 52,000.000 m^3/god. (najviše), a najmanje u Ličko-senjskoj županiji (1,080.000 m^3/god). Izvori vode za navodnjavanje temeljit će se na vodama postojećih vodotoka te postojećim i potencijalnim akumulacijama za vodu (Tomić 2008). U nastavku se iznose podaci o vodama ovog područja (xxxx 2009): u Istarskoj županiji najveći su vodotoci: Mirna, Raša i

Tablica 3. Nedostatak vode (mm) za uzgoj poljoprivrednih kultura i redukcija prinosa bez navodnjavanja (%) po županijama

Table 3. *Lack of water (mm) to growing of agricultural crops and reduction yield without irrigation (%)*

Kultura *Crop*	Istarska		Primorsko--goranska		Ličko-senjska		Zadarska		Šibensko--kninska		Splitsko--dalmatinska		Dubrovačko--neretvanska	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Rajčica *Tomato*	241	48	136	21			286	52	305	60	440	68	372	58
Paprika *Peppe*			130	15			298	49	310	52	450	70	370	55
Mrkva *Carrot*			140	14	27	12	211	27	310	58	320	54		
Luk *Onion*			90	15			132	16	189	37	205	33		
Krastavac *Cucumber*			83	15			136	31	162	44	230	55		
Grašak *Pea*			75	4			120	25	144	38	220	50		
Cvjetača *Cauliflower*			42	6			82	10	157	34	170	35	56	27
Kupus *Cabbage*	122	12	12	0	34,3	4	68	8	145	21	160	28	10	5
Krumpir *Potato*	92	14	60	4	30,1	5	107	15	170	31	150	32	304	48
Lubenica *Water melon*			120	15			260	38	292	51	380	58	350	51
Dinja *Musk melon*			110	15			266	40	277	51	390	60		
Grah *Bean*					79	5								
Salata endivija *Lettuce*					47,9	6								
Djetelinsko-travne smjese *Clover-Grass mixture*					102	8								
Peršin, cikla *Parsley, Red beet*					71	5								
Jagoda *Strawberry*			120	15					155	25	245	42		
Breskva *Peach*							312	38			600	56		
Jabuka *Apple*							318	40			510	52	374	44
Jabuka s malčem *Apple with grass cover*							436	46			650	58	516	49

Kultura *Crop*	Istarska		Primorsko-goranska		Ličko-senjska		Zadarska		Šibensko-kninska		Splitsko-dalmatinska		Dubrovačko-neretvanska	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Trešnja *Cherry*			170	10			294	35	310	47	530	54		
Vinova loza *Grapevine*	232	25	90	5					290	44				
Citrus													226	20
Citrus s malčem *Citrus with grass cover*													333	25
Šljiva *Plum*					43	5								
Prosjek *Average*	177	24	98	11	54	6	221	31	230	42	355	49	273	36

Buljunčica, a postojeće su akumulacije: Butoniga i Letaj te je planirana izgradnja još 14 akumulacija. U Primorsko-goranskoj županiji vodotoci su Rječina i Dubračina u primorskom dijelu te Ličanka i Lokvarka u krškom dijelu. Na prostoru te županije nalazi se akumulacija HE Senj te postoji mogućnost izgradnje više akumulacija, kao i korištenje podzemnih voda. Na otočnom dijelu te županije veća količina vode nalazi se u Vranskom jezeru, jezeru Njivice, akumulaciji Ponikve te u većem broju malih bujica na otoku Cresu, Krku i Rabu. Dakle, moguća je izgradnja više manjih akumulacija. U Ličko-senjskoj županiji vodotoci su: Lika, Gacka, Ričica, Krbava, Krbavica i njihovi pritoci; zatim postoji akumulacijsko jezero Kuščica (hidroenergetski sustav HE Senj) i postoji mogućnost za izgradnju nekoliko višenamjenskih akumulacija. Uz to ima i podzemnih voda. U dalmatinskim županijama (Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska) vodotoci su: Zrmanja, Krka, Cetina, Neretva i njihovi pritoci te više bujičnih vodotoka i potoka. Veća količina vode nalazi se u akumulacijama: Baštica, Vlačine, Ričica, Peruća, kao i više potencijalnih akumulacija na prostoru četiri dalmatinske županije. Hidrološke analize pokazuju da vodotoci jadranskog sliva imaju ukupno $27{,}94 \times 10^9$ m^3/god. vode. Isto tako izgrađene su 22 akumulacije i postoje potencijalne mogućnosti za izgradnju još 16 akumulacija. Dakle, na jadranskom području postoji veća količina vode za navodnjavanje u postojećim vodotocima te u izgrađenim i potencijalnim akumulacijama. Isto tako, Tomićevi (2003) podaci pokazuju da je Hrvatska općenito bogata vodom. Mayerovi (2004) podaci dokazuju da Hrvatska ima 32.800 m^3/god./stanovniku vode i prema tome se nalazi na osmome mjestu na svijetu po količini vode, pa imamo općenito dovoljnu količinu vode za svih 832.314 ha pogodnih i umjereno pogodnih tala za navodnjavanje (tablica 4).

Tablica 4. Prioritetne površine (ha) i potrebe vode za navodnjavanje po županijama jadranskog područja i Hrvatske

Table 4. *Priority of areas (ha) and needed irrigation water in Counties of Adriatic area and Croatia*

Županija *County*	Pogodna tla *Favourable soils*	Prioritetne površine *Priority areas*	Potrebna voda *Necessary water*
	ha	ha	m^3/god
Istarska	66.728	22.000 (I. faza) 56.183 (konačno)	52.000.000 133.715.540
Primorsko-goranska	9.333	2.181	2.791.680
Ličko-senjska	5.129	1.500	1.080.000
Zadarska	5.822	4.537	13.030.264
Šibensko-kninska	3.408	2.753	4.651.710
Splitsko-dalmatinska	14.296	6.550	22.925.000
Dubrovačko--neretvanska	9.589	5.670	19.903.760
Ukupno *Total*	114.305	42.810	124.532.970
Hrvatska *Croatia*	244.150+588.164 = 832.314	65.000+10.000 = 75.000	5. u Europi (*in Europe*) 42. na Svijetu (*in the World*) 32.800 m^3/st/g (8. m. S.)

KORISNOST NAVODNJAVANJA
USEFULNESS OF IRRIGATION

U uvjetima navodnjavanja moguće je ostvariti znatno bolju strukturu biljne proizvodnje, odnosno uzgoj raznolikih poljoprivrednih kultura. Isto je tako moguće ostvariti veće i stabilnije prinose te znatno kvalitetnije poljoprivredne proizvode. Pri raznolikoj i sigurnoj biljnoj proizvodnji stvoreni su uvjeti za uspješnu stočarsku proizvodnju, pa je navodnjavanje mjera kojom se ostvaruje znatna korist u poljoprivredi. Naime, u uvjetima navodnjavanja postiže se ekonomski unosna poljoprivredna proizvodnja, a time se ostvaruju konkurentni proizvodi za tržište (Tomić i dr. 2007). U tablici 5 prikazane su poljoprivredne kulture koje se mogu uspješno uzgajati u uvjetima navodnjavanja na jadranskom području (Tomić 2008).

U tablici 6 prikazana je analiza isplativosti ulaganja u sustave navodnjavanja na području Zadra pri uzgoju rajčice, masline i breskve (Romić i dr. 2007).

Pretpostavke:

- cijena sustava za navodnjavanje na parceli 14.500 kn/ha,
- cijena vode 2,5 kn/m^3,
- trošak rada sustava za navodnjavanje 5% cijene vode,

Tablica 5. Uzgoj poljoprivrednih kultura u uvjetima navodnjavanja
Table 5. *Growing agricultural crops in irrigation conditions*

Grana proizvodnje *Branch production*	Uzgajana kultura *Crop*
Povrćarstvo *Vegetables*	rajčica, paprika, krastavac, kupus, kelj, cvjetača, brokula, lubenica, dinja, salata zelena, mrkva, patlidžan, cikla, tikvica, krumpir, grah mahunar, luk, endivija, radič, peršin jesenski, špinat jesenski, blitva ljetna i jesenska, korabica ljetna i jesenska, poriluk i sve povrćarske kulture u zaštićenom prostoru
Voćarstvo *Fruit growing*	maslina, mandarina, kivi, višnja maraska, breskva, jabuka, kruška, bajam, smokva, jagoda, citrusi
Vinogradarstvo *Wine growing*	stolno grožđe
Cvjećarstvo *Flower growing*	veći broj cvjećarskih kultura pri uzgoju na otvorenom prostoru i sve cvjećarske kulture uzgajane u zaštićenom prostoru
Krmne kulture *Fodder*	lucerna i gotovo sve kulture u postrnoj sjetvi, travno-djetelinske smjese, silažni kukuruz
Industrijsko bilje *Industrial plants*	duhan
Rasadničke kulture *Nursery garden*	sadni materijal povrćarskih voćarskih i cvjećarskih kultura te vinove loze
Sjemenska proizvodnja *Seed production*	raznolike poljoprivredne kulture za proizvodnju sjemena
Ukrasno bilje *Ornamental plants*	okućnice, ukrasne površine, parkovi

Tablica 6. Analiza isplativosti primjene navodnjavanja u Zadarskoj županiji
Table 6. *Analysis of the worth-while irrigation application in Zadar county*

Pokazatelj *Make reference to*	Kultura – *Crop*		
	rajčica *tomato*	maslina *olive*	breskva *peach*
redukcija prinosa bez navodnjavanja, % *reduction yields without irrigation, %*	52	20	38
nedostatak vode, m^3/ha *lack of water, m^3/ha*	2.800	2.050	3.100
dohodak bez navodnjavanja, kn/ha *income without irrigation, kn/ha*	-20.586	46.449	38.964
dohodak s navodnjavanjem, kn/ha *income with irrigation, kn/ha*	42.145	51.169	62.253

– iz razlike poslovnog rezultata i ukupnih troškova, vrijeme povrata uloženih sredstava za sustave navodnjavanja jest 2 – 3 godine.

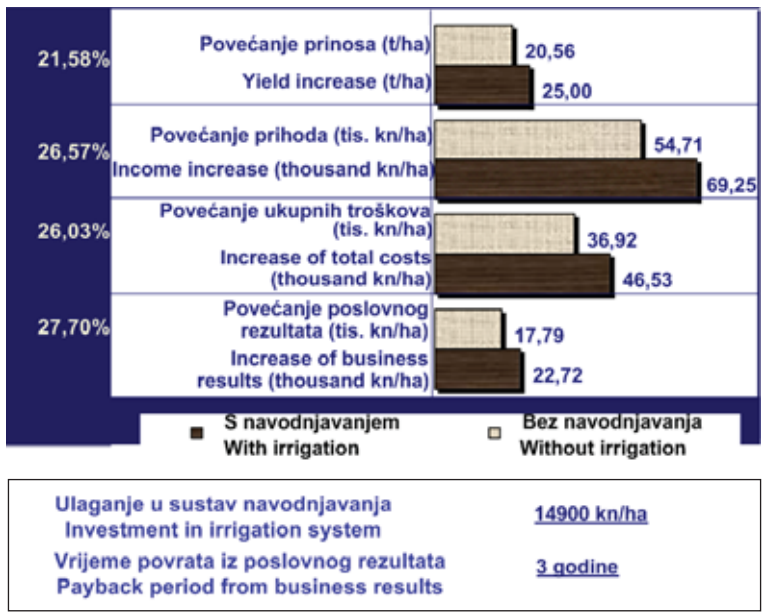
Dakle, u uvjetima bez navodnjavanja redukcija prinosa najveća je pri uzgoju rajčice (52%), zatim breskve (38%), dok su masline najotpornije na nedostatak vode jer su prinosi plodova manji 20% ako se ne navodnjava. Isto tako važno je istaći da je uzgoj rajčice u uvjetima bez navodnjavanja bezvrijedan na području Zadra. U uvjetima navodnjavanja ostvaruju se 74,2% veći prinosi pri uzgoju rajčice u Istri. Veći su prinosi vinove loze 22,7%, a prinosi maslina povećavaju se 19,3% ako se nasadi navodnjavaju (tablica 7), Husnjak i dr. (2010).

Tablica 7. Prinosi u uvjetima navodnjavanja u Istarskoj i Ličko-senjskoj županiji
Table 7. *Yields in irrigation conditions, in Istria and Lika-Senj counties*

Županija *County*	Kultura *Crop*	Prinos (t/ha) *Yield (t/ha)*		Razlika (t/ha) *Difference (t/ha)*	%
		bez navodnjavanja *without irrigation*	s navodnjavanjem *with irrigation*		
Istarska	rajčica *tomato*	40,00	69,69	29,69	74,2
	maslina *olive*	4,50	5,37	0,87	19,3
	vinova loza *grapevine*	10,00	12,27	2,27	22,7
Ličko-senjska	grah *beans*	2,06	2,93	0,87	42,2
	krumpir *potato*	9,14	12,27	3,13	34,2
	kupus *cabbage*	21,22	25,17	3,95	18,6

U tablici 7 prikazane su koristi u prinosima i pri uzgoju graha, krumpira i kupusa na području Ličko-senjske županije, odnosno na području Gospića. Naime, važno je izvoditi navodnjavanje na području Like, jer ta mjera povećava prinose graha 42,2% i krumpira 34,2%, a pri uzgoju kupusa navodnjavanje povećava prinose za 18,6% (Husnjak i dr. 2010). Ekonomska analiza koristi navodnjavanja izvedena je i pri uzgoju mandarina u dolini Neretve (slika 2), Romić i dr. (2007).

Vidljivo je da se u uvjetima navodnjavanja u dolini Neretve prinosi mandarina povećavaju za 25%. Budući da su i ukupni troškovi, pri izvođenju navodnjavanja, veći za 9.610 kn/ha, ta mjera povećava poslovni rezultat za 4.610 kn/ha. To znači da se pri uzgoju mandarina u dolini Neretve ulaganje u sustav navodnjavanja isplati za tri godine.



Slika 2. Analiza isplativosti navodnjavanja mandarine u dolini rijeke Neretve
Figure 2 *Analysis of the worth-while irrigation application in Neretva valley*

UMJESTO ZAKLJUČKA / *INSTEAD OF CONCLUSION*

Budući da jadransko područje, uz postojeće površine s povoljnim tlima i potrebnom (potencijalnom) količinom vode, ima još i dosta svjetlosti, topline i čistoga zraka, može se zaključiti da će širenje izvođenja navodnjavanja oplemeniti poljoprivredu i unaprijediti gospodarstvo na tom prostoru. Time će se ostvariti i povoljniji položaj naše poljoprivrede u Europskoj uniji.

Literatura / ***References***

Husnjak, S., I. Šimunić, M. Pospišil, 2010: Idejno rješenje odvodnje i navodnjavanja Labinštine. Agronomski dio, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 89, Zagreb.

Mayer, D., 2004: Voda (od nastanka do upotrebe). Prosvjeta, str. 207, Zagreb.

Mihalić, V., A. Butorac, F. Tomić, 1978: Agrobiotopi mediteranskog područja i optimalizacija stanišnih uvjeta za vrtlarstvo. Centar za studije poljoprivrede Mediterana, str. 254, Zagreb-Split.

Romić, D., J. Marušić, F. Tomić, D. Holjević, S. Mađar, 2007: Nacionalni projekt navodnjavanja i njegova realizacija u svrhu unapređenja poljoprivrede, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog razvoja, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, zbornik radova, str. 115-148, Zagreb.

Tomić, F., 2003: Razvojne mogućnosti melioracijskih sustava u Hrvatskoj. Hrvatske vode, 45: 375-380.

Tomić, F., D. Romić, S. Mađar, 2007: Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, zbornik radova, str. 7-20, Zagreb.

Tomić, F., 2008: Navodnjavanje na jadranskom području. Skup agronoma Dalmacije, str. 11, Zadar.

XX, 2005: Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj. Voditelj projekta prof. dr. sc.D. Romić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 139, Zagreb.

XXX, 2007: Plan navodnjavanja za područje Šibensko-kninske županije. Voditelji plana prof. dr. sc. F. Tomić i prof. dr. sc. M. Vranješ, Agronomski fskultet Sveučilišta u Zagrebu i Građevinsko Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, str. 176, Zagreb i Split.

XXXX, 2009: Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, Zagreb.

Irrigation – Agricultural Advancement Practice in the Adriatic Area

Summary

There are seven counties in the Adriatic region. The total agricultural land of all counties covers 1298,127 ha, out of which 339,483 ha are arable. Among all major vegetation factors (light, warmth, air, nutrient matter and water), water is the main limiting factor for efficient crop production in the Adriatic region. Water deficit in the growing period of an average year depends on the crops grown. For example, water deficit for tomato production is 136 – 440 mm; 120 – 245 mm for strawberry; and 170 – 650 mm for cherry. However, despite the obvious need for irrigation, this practice is applied in the Adriatic region on only cca 1.5 % of the utilized areas. This is only slightly more than in the whole of Croatia, where about 1.0 % of currently arable areas is irrigated. Due to the sparse application of irrigation, unfavourable crop structure is also applied. Under the conditions without irrigation, the average yields of cereals are cca 1.5 t/ha, fodder crops 1.3 t/ha, and vegetables only about 4.0 t/ha. Thus, according to the structure of the crops grown and their yields, the biological potentials very poorly used in the entire Adriatic region. Irrigation potentials differ in different counties, but are mainly fairly favourable. All seven counties together have 177,179 ha covered with suitable or moderately suitable soils for irrigation. The irrigation of all these areas would require 157733,470 m^3 of water per year. A larger part of this amount of water can be provided from the existing sources (water courses, lakes, man-made and natural reservoirs, local sources), while new reservoirs would have to be created on locations lacking water. All counties possess suitable natural conditions for constructing reservoirs; it is possible to achieve, with certain inputs into the provision of irrigation water, a better structure of crop production, higher and more stable yields, as well as a better-quality agricultural production. An efficient application of irrigation and in general an efficient production of diverse crops require larger farms and larger production parcels compared to the current status in the Adriatic region and in Croatia on the whole. The average size of

family farms in the Adriatic region is only 1.5 ha (in Croatia: 2.6 ha), while the average parcel size is 0.2 ha (in Croatia: 0.45 ha). Hence, the improvement of agricultural production by developing irrigation generally requires (in the Adriatic region as well) an enlargement of farms and production parcels through land consolidation. This would create conditions for the advancement of agriculture in the Adriatic region, while better developed agriculture would contribute to the development of tourist industry and the general economic development of Croatia.

Keywords: *irrigation; agriculture; Adriatic area; water deficit; crops.*

Akademik Franjo Tomić,
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb,
Zrinski trg 11, 10000 Zagreb,
ftomic@agr.hr

Prof. dr. sc. Ivan Šimunić,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25,
10000 Zagreb

Prof. dr. sc. Davor Romić,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Prof. dr. sc. Dragutin Petošić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25,
10000 Zagreb

INTEGRIRANI PRISTUP GOSPODARENJU PRIRODNIM RESURSIMA ZA ODRŽIVU POLJOPRIVREDU NA PODRUČJU UZ DONJI TOK NERETVE

INTEGRATED APPROACH TO NATURAL RESOURCES MANAGEMENT AIMING AT SUSTAINABLE AGRICULTURE IN THE LOWER NERETVA VALLEY

Davor Romić, Monika Zovko, Mijo Vranješ, Gabrijel Ondrašek, Marija Romić

Sažetak

Od 225 km toka, rijeka Neretva samo na duljini od 22 km protječe kroz Hrvatsku. U gornjem toku Neretva je brza planinska (brdska) rijeka, ali zadnjih 30 km smiruje tok u širokoj aluvijalnoj dolini prije utoka u Jadransko more. Pokušaji privođenja 12 tisuća hektara močvarne doline kulturi i s vremenom provođeni melioracijski i hidrotehnički zahvati smanjili su deltu s prijašnjih 12 na samo tri toka, a unutar nje zadržani su dijelovi mediteranske močvare kao jedne od posljednjih i najvrednijih preostalih u Europi. Ti su dijelovi danas zaštićeni kao ornitološki i ihtiološki rezervati te kao prirodni krajolik. Riječne doline hrvatskoga krškog područja, pa time i delta Neretve, osobito su osjetljivi i ranjivi ekosustavi i zbog toga vrijedni objekti stručnog i znanstvenog rada. Po uzoru na neka područja Europe i svijeta stvoren je tako krajolik polderskog tipa. Sve promjene koje su se dogodile primjenom suvremenih metoda u uređenju zemljišta, intenzifikacijom poljoprivrede i uvođenjem novih kultura pridonijele su i brzim socijalno-ekonomskim promjenama praćenim podizanjem životnog standarda pučanstva. Poljoprivreda je danas glavna gospodarska grana područja i od nje izravno ili neizravno živi više od 30 tisuća ljudi. I prirodne vrijednosti i raznolikost staništa, ali i korištenje zemljišta za poljoprivredu, u prvom redu ovise o vodnom režimu područja koji je pod utjecajem rijeke Neretve. Zbog specifične hidrogeologije, morska voda prodire u površinske i podzemne tokove, a posebice u rijeku Neretvu. Na promjene hidroloških prilika imaju velik utjecaj i brojni hidrotehnički zahvati i objekti unutar sliva Neretve u gornjem toku (BiH) – hidroelektrane, akumulacije, a koji pridonose sve intenzivnijem prodoru mora uzrokujući zaslanjivanje podzemne vode. Navodnjavanje je neizostavna agrotehnička mjera

u tom području. Korištenje zaslanjene vode za navodnjavanje uzrokuje tzv. „sekundarno zaslanjivanje", degradaciju kvalitete tla koja je pogubna i s ekološkog i s ekonomskog gledišta. Zadnjih su godina u tom području provedena opsežna istraživanja radi agro-ekološke valorizacije područja, uključujući detaljno pedološko kartiranje, monitoring zaslanjivanja vode i tla te utvrđivanje onečišćenosti tala i recentnih nanosa teškim metalima. Utvrđeno je tako da se u donjoneretvanskom području tlo zaslanjuje na tri načina: iznošenjem dubokih zaslanjenih sedimenata na površinu radi formiranja proizvodnih parcela, kapilarnim dizanjem slane vode u profilu tla te navodnjavanjem zaslanjenom vodom. Multidisciplinarnim istraživanjima tražena su tehnička rješenja za dovođenje i distribuciju svježe vode za navodnjavanje. Time bi se uklonila šteta na kulturama koje nastaju primjenom navodnjavanja zaslanjenom vodom, ali i spriječila daljnja zaslanjivanja i očuvala plodnost vrijednih poljoprivrednih tala u donjoneretvanskom području. Stoga je cilj ovog rada ukazati na interdisciplinarni znanstvenoistraživački rad kao temelj za pronalaženje rješenja koja vode očuvanju i razvoju toga ekološki vrlo osjetljivog područja.

Ključne riječi: poljoprivreda; zaslanjivanje tla; navodnjavanje; kvaliteta vode; monitoring; onečišćenje tla.

UVOD / *INTRODUCTION*

Intenzivnim promjenama uvjeta i načina korištenja voda, ponajprije u aridnim i semiaridnim područjima Mediteranskog bazena, smanjila se dostupna količina kvalitetne vode za navodnjavanje te se primjenjuje voda nezadovoljavajuće kakvoće. Neprimjereno gospodarenje ekološki vrlo osjetljivim priobalnim vodonosnicima uzrokuje daljnje smanjenje zaliha pitke vode. Osim toga, veliki hidrotehnički zahvati, poput izgradnje brana, hidroelektrana i drugih hidrotehničkih objekata, mijenjaju vodni režim slivnog područja, što također može dovesti do smanjenja ne samo količine već i kakvoće vode za različite namjene. Sve navedene promjene pogoduju intruziji morske vode u riječne doline i akumulaciji lakotopljivih soli u tlu. U tom su smislu najugroženija riječna ušća, estuariji i delte u priobalnim područjima.

Takvi problemi javljaju se i u riječnim dolinama hrvatskog priobalja, a posebice su izraženi u donjoneretvanskom području. To područje, koje se intenzivno iskorištava za poljoprivredu, ujedno je i ekološki vrlo osjetljivo. Velika prijetnja narušavanju ravnoteže tog agroekosustava jest zaslanjivanje vode i tla. Sustavna istraživanja problema zaslanjivanja tla i voda u donjoneretvanskom području provode se već niz godina. Utvrđeno je, između ostaloga, da se zaslanjivanje ne događa samo kroz površinske vodotoke nego znatne količine soli dolaze u obradivi površinski sloj tla iz dubokih vodonosnika te navodnjavanjem zaslanjenom vodom.

Na temelju svega navedenoga, uspostavljen je istraživački program radi razvoja i vrednovanja znanja i tehnologija kojima bi se održala i poboljšala plodnost poljo-

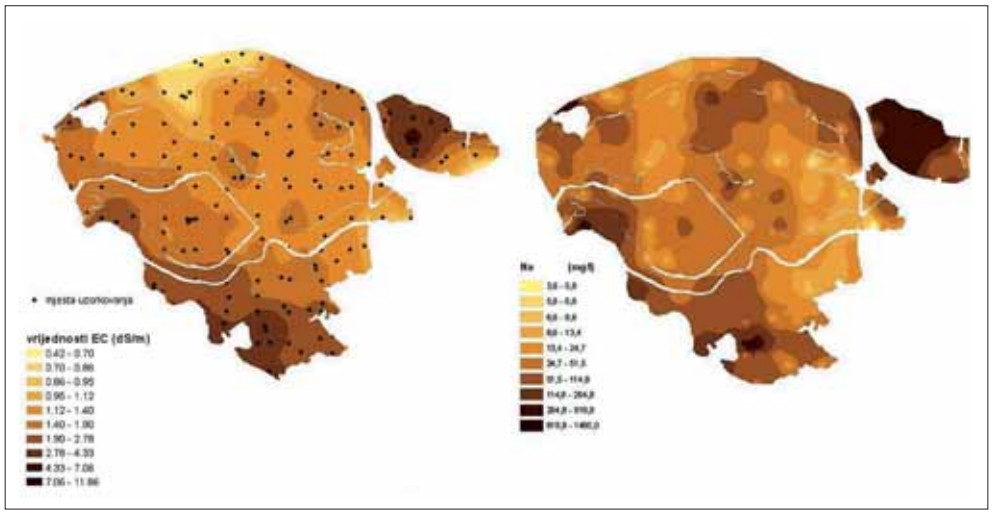
privrednog zemljišta i očuvali vodni resursi područja. Postizanje navedenih ciljeva temelji se na istraživanjima zemljišnih i vodenih resursa u okviru dvije istraživačke komponente *(i) istraživanje i inventarizacija zemljišnih resursa* i *(ii) gospodarenje zemljištem i vodama izloženima procesima zaslanjivanja*. Ta istraživanja temelje se na terenskim istražnim radovima, analizi višegodišnjih rezultata programa motrenja kvalitete tla i voda te provedbom pokusnih istraživanja.

INVENTARIZACIJA STANJA ZASLANJENOSTI TLA I VODE U DONJONERETVANSKOM PODRUČJU

LAND AND WATER RESOURCE INVENTORY IN THE LOWER NERETVA VALLEY

Zaslanjivanje tla proces je akumulacije lakotopljivih soli (klorida, sulfata i karbonata te bikarbonata kalcija, magnezija, natrija i kalija) u dijelovima profila tla. Zaslanjenost postaje problem kada se koncentracija soli u tlu, u zoni korijena, poveća do granice koja utječe na smanjenje sposobnosti biljke da prima vodu, a čega je posljedica smanjenje prinosa. Veće koncentracije soli u tlu utječu i na neke od fizikalnih i kemijskih svojstava tla smanjujući tako njihovu pogodnost kao medija za uzgoj bilja. Zaslanjivanje tala kao ekološki problem povlači za sobom i degradaciju produktivnih površina o kojima ovisi i sigurnost proizvodnje hrane u svijetu. Štetne posljedice povećane koncentracije slobodnih iona Na^+ u otopini tla odražavaju se na promjene fizikalno-kemijskih svojstava matriksa tla preko mehanizama bubrenja gline i kemijske disperzije čestica tla. Ti su mehanizmi međusobno povezani, a uzrokuju smanjenje infiltracijske sposobnosti i propusnosti tla za vodu.

Analizom prostorne varijabilnosti tumači se tijek procesa zaslanjivanja, utvrđuju se glavni čimbenici zaslanjenosti i prostorni trendovi, a moguće je i identificiranje visokougroženih područja koja zahtijevaju posebne mjere gospodarenja kako bi se posljedice štetnog djelovanja povišenih koncentracija soli umanjile. Detaljna analiza prostorne varijabilnosti zaslanjenosti tla u donjoneretvanskom području provedena je u sklopu projekta *Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala donje Neretve* (Romić i dr. 2010). Za potrebe istraživanja odabrana je mrežna shema uzimanja uzoraka iz površinskog sloja tla i iz sondažnih bušotina. Uzorci iz površinskog sloja tla (0 – 25 cm) uzimani su po pravilnoj kvadratnoj mreži s razmacima od 500 m između točaka, a sondažne bušotine s razmacima od 1.000 m između točaka. Time su određene 183 lokacije za uzimanje uzoraka iz površinskog sloja tla te još 63 mjesta na kojima je uzorkovano tlo sondažnim bušenjem u slojevima debljine 25 cm do dubine 1 m. Na području istraživanja otvoreno je 7 pedoloških profila. Lokacije pedoloških profila određene su tako da se morfološkim ispitivanjem obuhvate dominantni tipovi tala (Pedološka karta Donje Neretve M 1:25 000, Husnjak i dr.). Provedena je i prostorna



Slika 1. Prostorna distribucija ukupnog sadržaja soli (EC_e u dS m^{-1}) i koncentracije Na (mg/l) na istraživanom području u površinskom sloju tla (Salopek 2005)

Figure 1 *Topsoil spatial variability of soil salinity (EC_e in dS m^{-1}) and Na concentration (mg/l) in the study area (Salopek 2005)*

analiza podataka te su geostatističkim metodama izrađene karte prostorne raspodjele zaslanjenosti tala (slika 1).

Prema kriterijima što ih je postavio *U.S Salinity Laboratory*, tlo se smatra zaslanjenim ako vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta iznosi > 4 dS/m, što se linearno povezuje sa smanjenjem prinosa poljoprivrednih kultura. Granične vrijednosti za stupanj zaslanjenosti tla ovise ne samo o distribuciji soli unutar profila tla već i o sadržaju vode u tlu, načinu gospodarenja tlom i zastupljenošću osjetljivih/tolerantnih kultura. Zbog toga se granične vrijednosti trebaju korigirati s obzirom na specifične agroekološke uvjete područja na koje se primjenjuju (Eynard i dr. 2005). U donjoneretvanskom području dominira uzgoj povrćarskih kultura i citrusa, koji su uglavnom izrazito osjetljivi na povišene koncentracije soli u tlu, a sami proizvođači još ne uvode sustavno primjenu otpornijih kultivara povrća kao ni izbor otpornijih podloga za citruse (Romić i dr. 2007). Zbog svega navedenoga, kod procjene zaslanjenosti tala u donjoneretvanskom područja odabran je kriterij prema kojem se tlo smatra zaslanjenim ako je vrijednost elektrovodljivosti otopine dobivene iz saturacijske paste > 2 dS/m.

Od ukupnog broja analiziranih uzoraka (63) u potpovršinskom sloju tla od 25 do 50 cm dubine, zaslanjeno je 24% uzoraka. Od ukupnog broja analiziranih uzoraka (63) u sloju tla dubine od 50 do 75 cm, zaslanjeno je 46% uzoraka, a u sloju tla dubine od 75 do 100 cm zaslanjeno je 59% uzoraka.

Smjer smanjenja ukupnog sadržaja soli u površinskom sloju tla povezan je u najvećoj mjeri s udaljenošću od ušća rijeke Neretve u Jadransko more. Naime, najveći je prodor mora u površinske vodotoke kroz ušće rijeke Neretve. U ljetnim mjesecima klin zaslanjene vode prodire sve do Gabele (25 km od samog Ušća). Zatim se iz Neretve kroz ušće Norina zaslanjena voda širi nešto slabije u područje Vid – Norin. Povećani ukupni sadržaj soli u površinskom sloju tla povezan je međutim i sa sekundarnim procesima zaslanjivanja, odnosno primjenom zaslanjene vode za navodnjavanje. Zaslanjenost vode za navodnjavanje znatno ovisi o izvoru zahvata vode. Upravo je zato i utvrđena neravnomjerna pojava povećanog sadržaja soli u tlu na istraživanom području.

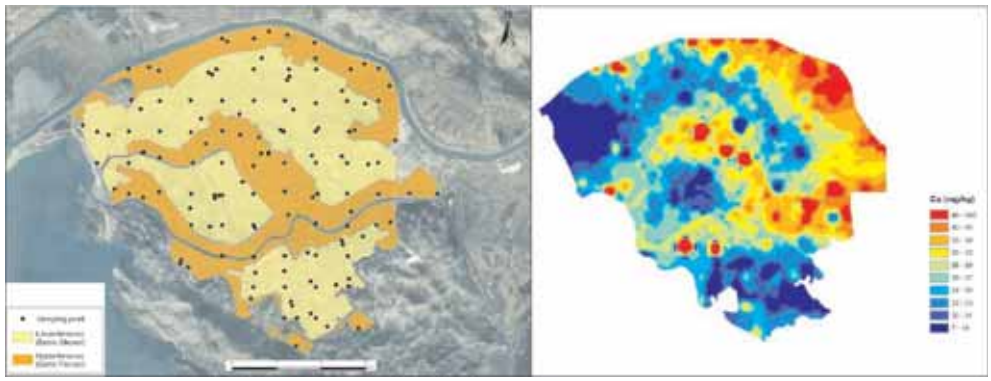
Primjetno blago povećanje ukupnog sadržaja soli i pojedinačnih iona u potpovršinskom sloju u odnosu na površinski sloj tla posljedica je transporta soli iz površinskog sloja tla. U dubljim slojevima dolaze do izražaja i procesi primarnog zaslanjivanja tla podzemnim vodama. U sloju tla na dubini od 50 do 75 cm akumulira se sol pod utjecajem zaslanjenih podzemnih voda, a to je osobito izraženo u dijelu donjoneretvanskog područja koji je najbliže utjecaju mora. Najviša vrijednost elektrovodljivosti od 60 dS/m izmjerena je u otopini tla na dubini 75 – 100 cm. Zbog promjene prirodnog režima površinskih i podzemnih voda te njihove interakcije, povećan je dotok zaslanjene vode iz Neretve i dubokih kvartarnih slojeva u mrežu kanala za odvodnju. To znači da se slana voda iz dubine pojačano podiže prema površini terena, a istovremeno drenažni sustav prekida dotok takve vode do površinskog obradivog sloja tla. Međutim, dio soli kapilarnim dizanjem i drugim međumolekularnim silama u glinovitim materijalima dolazi do dubine tla već unutar 1 m.

PROSTORNA KARAKTERIZACIJA AKUMULACIJE METALA U POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU

SPATIAL CHARACTERIZATION OF AGRICULTURAL SOIL METAL CONTENT

Poljoprivredne su površine prirodni resursi strateški važni za gospodarski razvoj donjoneretvanskog područja, pa gospodarenje tim područjem treba biti što bliže održivim proizvodnim i ekološkim sustavima. Stoga je, osim poznavanja stupnja zaslanjenosti tla, važno odrediti i eventualnu onečišćenost tala teškim metalima. U skladu s tim provedena su i detaljna istraživanja u sklopu nacionalnog projekta *Prostorna varijabilnost toksičnih metala u poljoprivrednim tlima Hrvatske* (Romić i dr. 2012).

Istraživanjem su obuhvaćena poljoprivredna tla u donjoneretvanskom području, a ukupno su prikupljena i analizirana 152 uzorka površinskog sloja tala (slika 2). U uzorcima tla prikupljenima terenskim istraživanjima analizirani su ukupni



Slika 2. Lijevo: zone zemljišta izdvojene na području istraživanja s obzirom na visinu terena, dominantni tip tla i način korištenja zemljišta te desno: karta interpolacije sadržaja Cu u površinskom sloju tla u donjoneretvanskom području (Romić i dr. 2012)

Figure 2 *Left:Zones within the study area divided according to terrain elevation, dominant soil type and land use and Right: Interpolated map (right)s of the topsoil Cu content in the Lower Neretva valley (Romić et al. 2012)*

sadržaji elemenata nakon ekstrakcije zlatotopkom, i to Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb i Zn. Prema prosječnoj vrijednosti, sadržaj nijednog od analiziranih elemenata za koje su propisane granične koncentracije prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima u Republici Hrvatskoj (NN 15/92) ne prelazi propisanu vrijednost. U tom konkretnom području od svih su istraživanih teških metala samo za bakar utvrđene vrlo visoke koncentracije, prema kojima se lokacije mogu okarakterizirati kao onečišćene.

U poljoprivrednim tlima uz donji tok Neretve prosječan sadržaj bakra u tlu iznosi 54,4 mg Cu kg^{-1}. Raspon koncentracija izuzetno je širok, 7,10 od 422 mg Cu kg^{-1}. Ta pojava nije neočekivana jer je poznato da se na velikom broju parcela u prošlosti uzgajala vinova loza. Na većini parcela u kojima su utvrđene visoke koncentracije bakra vinova se loza više ne uzgaja već te parcele služe uglavnom za uzgoj mandarina ili povrća. Utvrđeno je i da su koncentracije bakra u tlu znatno više u području koje je melioririrano kolmiranjem na parcelama koje su u prošlosti uglavnom obrađivala seljačka gospodarstva. Područjem melioriranim kanalima gospodario je bivši PIK „Neretva" te je neosporan utjecaj struke na racionalno korištenje sredstava za zaštitu bilja, a time i na akumulaciju štetnih tvari u tlu. Analiza statističkih podataka o sadržaju kadmija u tlu ne ukazuje na onečišćenje. Međutim, prostorna analiza i interpolacija sadržaja kadmija pokazuje povećanje koncentracija uz vodene tokove i u području močvarno-glejnih tala. To nadalje ukazuje na vjerojatan utjecaj fluvijalne sedimentacije onečišćenih materijala u donjoneretvanskom području.

KAKVOĆA VODE ZA NAVODNJAVANJE NA PODRUČJU DOLINE UZ DONJI TOK RIJEKE NERETVE

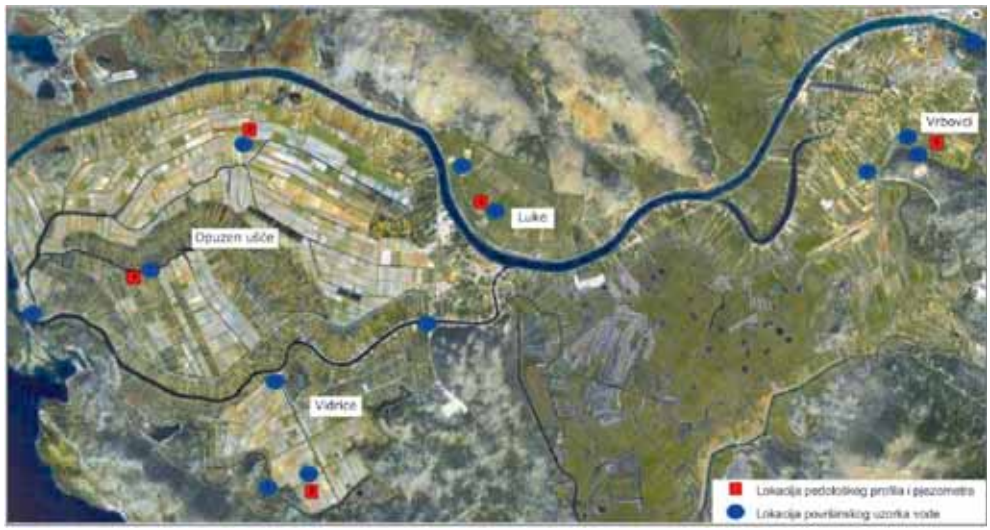
IRRIGATION WATER QUALITY IN THE LOWER NERETVA VALLEY

Rentabilan uzgoj i voća i povrća u donjoneretvanskom području praktički je neostvariv bez primjene navodnjavanja. Navodnjavanje je uzgojna mjera u biljnoj proizvodnji kojom se tlu dodaje ona količina vode potrebna za optimalan rast i razvoj biljke. Proračun potreba odabranih uzgajanih kultura za vodom u donjoneretvanskom području napravljen je za idejni projekt *Navodnjavanje u Donjoj Neretvi* (Romić i dr. 2007). Potrebe povrćarskih kultura za vodom različite su, od samo 6 mm u uzgoju špinata pa do više od 300 mm u uzgoju lubenice, dinje, rajčice i paprike. Tijekom sušnijih sezona potrebe kultura za vodom znatno rastu, te za rajčicu mogu doseći 478 mm. Potrebe drvenastih kultura za vodom također su vrlo izražene i ovisne su o tehnologiji uzgoja. U prosječnim klimatskim uvjetima kreću se od 226 mm u uzgoju citrusa bez travnatog malča pa do 516 mm u uzgoju jabuke s međurednim travnatim malčem. Međutim i danas se navodnjavanje još uvijek ne primjenjuje u onoj mjeri u kojoj to nalažu klimatske i hidropedološke prilike područja.

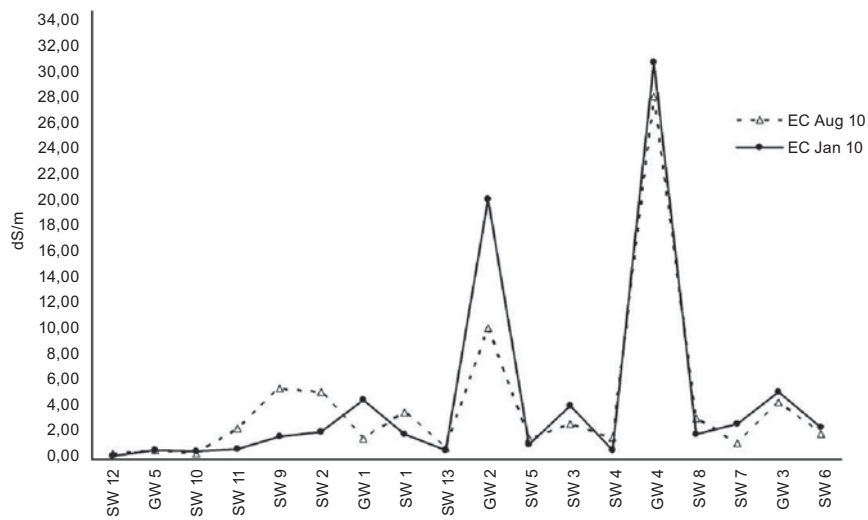
Premda dolina Neretve obiluje vodom, osiguranje kvalitetne vode za navodnjavanje, prije svega u ljetnom razdoblju, kada su potrebe za vodom i najveće, može biti ograničavajuće. Zbog nesustavno izgrađenog i neodržavanog melioracijskog sustava odvodnje i navodnjavanja, poljoprivrednici su primorani koristiti se površinskim i podzemnim vodama za navodnjavanje često upitne kakvoće s najizraženijim problemom sukcesivne zaslanjenosti. U svjetskim su razmjerima najveći problemi koji su povezani s praksom korištenja zaslanjenih voda za navodnjavanje sekundarno zaslanjivanje i/ili alkalizacije poljoprivrednih tala.

Sustavnim motrenjem kakvoće vode uz primjenu adekvatnog gospodarenja vodnim resursima mogu se smanjiti negativne posljedice na poljoprivredno zemljište i uzgajane kulture. Stoga je uspostavljen petogodišnji ciklus motrenja zaslanjivanja tla i voda (Romić i dr. 2009). Programom motrenja obuhvaćeno je šest mjernih područja (slika 3) u donjoneretvanskom prostoru koja su na temelju dosadašnjih istraživanja ocijenjena kao područja najvećeg rizika s obzirom na procese zaslanjivanja. Na mjernim područjima Vrbovci, Luke, Vidrice, Opuzen – ušće uspostavljen je program motrenja tla te površinskih i podzemnih voda, a mjerna područja rijeka Neretva i Mala Neretva točke su motrenja površinskih voda. Sva mjerenja usmjerena su na planiranje, izgradnju i upravljanje sustavom navodnjavanja u donjoneretvanskom području.

Rezultati motrenja kakvoće vode pokazala su veliku prostornu, ali i vremensku varijabilnost zaslanjenosti (izražena kao električna vodljivost vode) površinskih i podzemnih voda (slika 4). U rijeci Neretvi prodor mora u korito rijeke mijenja se



Slika 3. Lokacije pedoloških profila i piezometara (kvadrat) i uzorkovanja površinskih voda (krug)
Figure 3 *Locations of piezometers and soil profiles (square) and of surface water sampling (circle)*



Slika 4. Vrijednosti elektrovodljivosti (dS m^{-1}) u uzorcima vode za siječanj i kolovoz 2010. na postajama motrenja površinskih (SW) i podzemnih voda (GW). Podaci su prikazani s obzirom na udaljenost od ušća rijeke Neretve.

Figure 4 E*lectrical conductivity (dS* m^{-1}*) in water samples collected in January and August 2010 at each surface (SW) and groundwater (GW) monitoring stations. All the data are reported with regard the distance from the Neretva river mouth.*

sukladno dinamičkoj ravnoteži promjenjivog dotoka s uzvodnog dijela sliva i plime – oseke (mora) na ušću rijeke. U zimskom razdoblju (siječanj) zaslanjivanje vode potisnuto je prema moru, dok se u ljetnom razdoblju (kolovoz) pojavljuje osjetno zaslanjivanje.

Općenito na svim površinskim postajama voda je slabo do umjereno zaslanjena prema FAO klasifikaciji kakvoće vode za navodnjavanje (Ayers i Westcot, 1994). Najviša izmjerena vrijednost EC u površinskim voda bila je u kolovozu na mjernoj postaji Crpna stanici Koševo Vrbovci (SW 9) i melioracijskom kanalu Luke (SW 2). Najviša izmjerena vrijednost EC (~32 dS/m) u podzemnim vodama jest ona na mjernoj postaji piezometar Jasenska (GW 4) u siječnju i kolovozu.

Zbog relativno niskih kota terena (dijelom i ispod razine mora) i relativno visoke razine podzemnih voda, nužno je kontinuirano crpljenje radi ostvarenja poljoprivredne proizvodnje, ali i zaštite poljoprivrednih površina od zaslanjivanja. U plitkom aluvijalnom sloju sustavom odvodnje održava se niska razina podzemne vode. To je osobito naglašeno u ljetnom razdoblju. Na taj se način stvara gradijent dotoka zaslanjene vode iz dubokog sloja prema površini terena. Slično je i u rijeci Neretvi. Manji proljetni, odnosno jesenski i zimski dotoci s uzvodnog dijela sliva omogućili su snažnije prodiranje mora u korito rijeke. Neracionalnim snižavanjem vode u sustavu odvodnje pojačava se pritjecanje soli iz dubine prema obradivim površinama. Iz odnosa razina vode u dubokim i plitkim piezometrima to je vidljivo te naglašeno, posebice u ljetnom i jesenskom razdoblju. S druge strane, nedostaje dovoljna količina kvalitetne vode za navodnjavanje kojom bi se barem u području rizosfere smanjilo zaslanjivanje.

GOSPODARENJE POLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTEM IZLOŽENIM PROCESIMA ZASLANJIVANJA

AGRICULTURAL LAND MANAGEMENT IN SALINE CONDITIONS

Citrusi su najzastupljenije voće koje se uzgaja u donjoneretvanskom području, a primjena navodnjavanja nužna je da bi se postigli maksimalni prinosi. Ono što je osobito važno naglasiti jest to da se stabla mandarine, odnosno citrusa općenito, vrlo sporo oporavljaju od vodnog stresa. Tako se primjerice nasadi mandarine praktično ne navodnjavaju, premda je dokazana opravdanost primjene te agrotehničke mjere. Istraživanja primjenom modela (Romić i dr. 2007) utvrdila su redukcije prinosa mandarina u prosječnoj, vlažnoj i sušnoj godini. U prosječnim klimatskim uvjetima u uzgoju bez malča nedostatak vode u uzgoju mandarine iznosi 226 mm, a kod uzgoja s međurednim travnatim malčem iznosi 333 mm. Nadalje, na temelju analize redukcije prinosa mandarine u prosječnim klimatskim uvjetima (10 – 41%) može se zaključiti kako je primjena navodnjavanja nezaobilazna

agrohidrotehnička mjera u suvremenom uzgoju mandarine u donjoneretvanskom području. Svi problemi povezani s nedostatkom vlage u tlu još su više izraženi ako je mandarina cijepljena na hidrofilnu podlogu trolisne naranče koju poljoprivrednici u dolini Neretve najčešće primjenjuju zbog njene otpornosti na niske temperature. Kao što je naglašeno, stabla mandarine, odnosno citrusa općenito, vrlo se sporo oporavljaju od vodnog stresa, stoga je uspješnost u proizvodnji mandarine uvelike vezana s količinom, distribucijom tijekom godine, frekvencijom i intenzitetom oborina (Romić i dr. 2007).

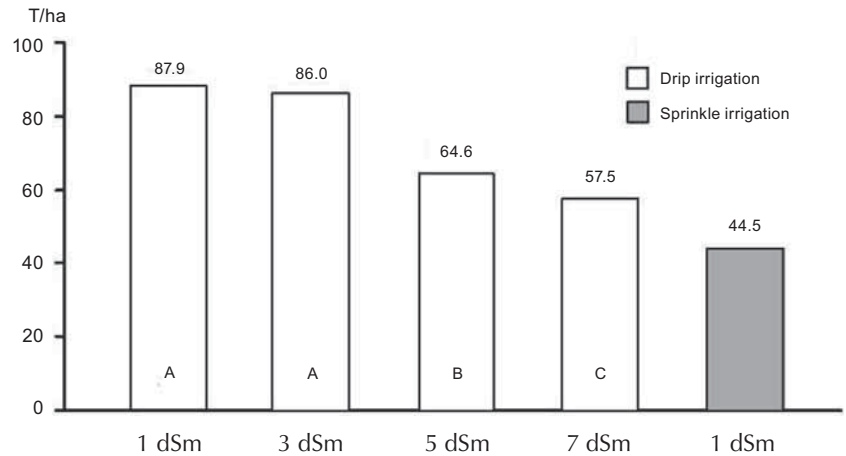
S druge strane, zaslanjenost tla može bitno ugroziti proizvodnju citrusa (Levy i Syvertsen 2004), koji su vrlo osjetljivi na povećanu koncentraciju soli u tlu. Simptomi poput nespecifične kloroze, manjih listova, usporenog rasta mladica i smanjenja prinosa javljaju se već iznad 1,4 dS m^{-1}, a svako povećanje EC za 1 dS m^{-1} može uzrokovati smanjenje prinosa do 13% (Maas 1993). Visoke koncentracije iona Cl^- i Na^+ u lišću izazivaju poremećaj izmjene plinova, vodnog statusa i uhranjenosti. Primanje biljnog hraniva smanjuje se s povećanjem sadržaja soli u otopini tla, bilo izravnom kompeticijom između iona bilo smanjenjem osmotskog potencijala otopine koje uzrokuje usporavanje masenog toka hraniva do korijena.

Osim velikih oscilacija u prinosima, problem je i postizanje zadovoljavajuće kvalitete plodova. Jedan od najizraženijih problema jest pojava napuhanosti plodova. Napuhanost plodova jače je izražena u godinama kada su u fazi promjene boje temperatura zraka i relativna vlaga visoke, pogotovo ako je prije toga plod pretrpio stres od suše. Analiza kvalitete pokazala je da napuhani plodovi imaju statistički znatno manju sočnost, topljivu suhu tvar i pH soka.

Odabir optimalnog sustava i metode navodnjavanja sigurno je jedna od najefikasnijih agrotehničkih mjera kojom bi se smanjio nepovoljan utjecaj nejednolikosti oborina na prinose i kvalitetu plodova mandarine u donjoneretvanskom području. Uvođenjem održivog projekta navodnjavanja na području doline Neretve, uz istovremeno podizanje tehnologije proizvodnje i razvoja tržišta, očekuje se da neće biti većih promjena u ukupnoj zastupljenosti uzgoja mandarina, ali će se stvoriti uvjeti kojima će se eliminirati redukcija prinosa uzrokovana nedostatkom vode, ostvariti viša kvaliteta plodova te izbjeći alternativna rodnost.

U uvjetima povećane koncentracije soli u tlu tri su glavna faktora koja nepovoljno utječu na biljku: nedostatak vode, toksičnost iona Cl^- i Na^+ te poremećaj u primanju i transportu hraniva. U nastavku je dan pregled provedenih pokusnih istraživanja kojima je cilj bio ocijeniti nepovoljne učinke povećane koncentracije soli u tlu.

Prvi pokus postavljen je radi utvrđivanja utjecaja navodnjavanja (sustav kapanja i sustav rasprskivača) zaslanjenom vodom na rast, promjene u otopini tla, promjene u mineralnom sastavu lista te prinos lubenica (Romić i dr. 2008). Primjenom za-



Slika 5. Utjecaj navodnjavanja zaslanjenom vodom na prinos lubenica (Romić i dr. 2008)
Figure 5 *Impact of irrigation with saline water on yield of watermelon (Romić et al. 2008)*

slanjene vode za navodnjavanje smanjen je porasta biljaka te se znatno smanjio i prinos lubenice (slika 5). Veće promjene u koncentracijama Ca, Na i Cl u otopini tla utvrđene su istovremeno s povećanjem stupnja zaslanjenosti vode za navodnjavanje. Pokus je pokazao da stupanj zaslanjenosti vode za navodnjavanje vode ne utječe samo na primanje hraniva već i na akumulaciju hraniva unutar biljke. Kod primjene navodnjavanja zaslanjenom vodom metodom kapanja biljke su primale znatno manje K, a povećano su primale Na i Cl. Biljke s neuravnoteženom mineralnom prehranom osjetljivije su na napade različitih patogenih (mikro)organizama i/ili fiziološke poremećaje, a njihovi jestivi dijelovi imaju znatno manju nutritivnu i ekonomsku vrijednost (Ondrasek 2008).

S gledišta štetnog utjecaja povećane koncentracije soli na poljoprivrednu proizvodnju važno je razmotriti pojedinačne koncentracije soli u otopini tla. Prosječna koncentracija Cl^- u otopini tla u donjoneretvanskom području iznosi 251 mg/l. Raspon koncentracija vrlo je širok, od najniže 10 mg Cl^-/l do maksimalno 6044 Cl^-/l. Tako visoke koncentracije Cl u otopini tla, osim toksičnog efekta, mogu povećati i/ili smanjiti primanje nekih drugih elemenata u biljku. Naime, biljke izložene visokim koncentracijama klora primaju manje fosfora i kalija, a više kalcija i magnezija, što dovodi do preuranjenog fiziološkog starenja. Nadalje, povećane koncentracije klorida u otopini tla znatno utječu na mobilnost nekih metala, prije svega kadmija i cinka, te samim time povećavaju njihovu biopristupačnost i potencijalnu fitoakumulaciju. Stoga su postavljena pokusna istraživanja kojima su testirane hipoteze o potencijalnoj opasnosti povećane akumulacije Cd u dijelovima testiranih kultura (dinja, salata, jagoda i rotkvica) te različitom primanju i akumulaciji Cd i ostalih makro-

elemenata i mikroelemenata u (ne)jestivim dijelovima testiranih kultura. Iznesene hipoteze testirane su pokusnim istraživanjima kojima se pratio utjecaj zaslanjenosti tla (0 – 60 mM NaCl) i onečišćenja tla kadmijem (0,33 – 10,4 mg Cd kg^{-1}) na vegetacijske parametre i parametre prinosa testiranih kultura te uzimanje, koncentraciju i distribuciju Na, Cl, Cd, K, Ca, Mg, Zn i Cu. Istraživanja su pokazala da uslijed stresa soli testirane kulture stvaraju znatno manju biomasu nadzemnih/podzemnih organa te uzimaju veće količine Na i Cl, odnosno manje K. Nadalje, u zaslanjenom tlu povećala se akumulacija Cd u listovima dinje do 87%, salate do 76%, jagode do 50% te rotkvice do 20% u odnosu na nezaslanjeno tlo te se povećala akumulacija Cu i Zn u analiziranim dijelovima biljke (Ondrašek i dr. 2009).

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

U ovom radu dan je pregled novijih i aktualnih istraživačkih programa koji se provode na području doline rijeke Neretve, a odnose se na probleme zaslanjivanja tla i voda. Rezultati provedenih istraživanja pokazuju da je stupanj zaslanjenosti tla povezan s fizikalno-kemijskim karakteristikama tla, ali i reljefnim karakteristikama područja. Najveća opasnost od zaslanjivanja javlja se u području koje je najbliže ušću rijeke Neretve u more. Istovremeno je evidentirano bitno povećanje zaslanjenosti tla s dubinom, o čemu je potrebno voditi računa kod planiranja biljne proizvodnje na istraživanom području.

Analiza podataka dobivenih praćenjem kvalitete vode pokazala je da se koncentracija soli u površinskim vodama u dolini rijeke Neretve bitno mijenja tijekom godine, kao rezultat hidrološkog režima, pokazujući prostornu i vremensku dinamiku zaslanjenosti i razlika u koncentraciji pojedinačnih iona.

Planiranje razvoja poljoprivredne proizvodnje u donjoneretvanskom području treba biti usmjereno ponajprije prema uklanjanju dva osnovna problema na tom području: osiguranju dostatnih količina kvalitetne vode za navodnjavanje i kontrolu razine zaslanjenosti površinskih i potpovršinskih slojeva tla.

Nadalje, umrežavanje između graničnih zemalja i njihovih istraživačkih centara koji se bave zaštitom tla i voda neizbježan je element gospodarenja kojim se mogu spriječiti problemi, posebno kada se radi o prekograničnim izvorima onečišćenja.

Problem zaslanjivanja tla vrlo je složen i stoga se u procjeni rizika od takve vrste degradacije tla moraju vrednovati različiti i brojni pokazatelji stanja poljoprivrednog okoliša: promjene fizikalnih i kemijskih svojstava tla, vodni stres kod biljaka, potencijalni toksični učinci soli, potencijalno povećanje biopristupačnosti metala.

Literatura / *References*

Ayers, R. R and D. W. Westcot, 1994: Water quality for agriculture. FAO, Rim, Italija.

Eynard, A., R. Lal, K. Wiebe, 2005: Crop Response in Salt-Affected Soils. Journal of Sustainable Agriculture, 27(1).

Levy, Y. J. P. Syvertsen, 2004: Irrigation water quality and salinity effects in citrus trees. Hortic. Rev., 30: 37-82.

Maas, E. V., 1993: Salinity and citriculture. Tree Physiology, 12: 195-216.

Ondrašek, G., 2008: Stres soli i kontaminacija rizosfere kadmijem: fitoakumulacija hraniva i toksičnog metala. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.

Ondrašek, G., D. Romić, Z. Rengel, M. Romić, M. Zovko, 2009: Cadmium accumulation by muskmelon under salt stress in contaminated organic soil. Science of the Total Environment, 407(7): 2175-2182.

Romić D., M. Romić, M. Zovko, H. Bakic, G. Ondrašek, 2012: Trace metals in the coastal soils developed from estuarine floodplain sediments in the Croatian Mediterranean region. Environ Geochem Health. DOI: 10.1007/s10653-012-9449-z.

Romić, D., M. Romić, S. Husnjak, G. Ondrašek, M. Zovko, H. Bakić, V. Filipović, I. Stričević, 2010: Level of salinity and sustainable use of soil in the lower Neretva region, GEF Neretva and Trebišnjica Management. Agronomski fakultet, Zagreb.

Romić, D., G. Ondrašek, M. Romić, J. Borošić, M. Vranješ, D. Petosic, 2008: Salinity and irrigation method affect crop yield and soil quality in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) growing. Irrigation and Drainage, 57(4): 463-469.

Romić, D., M. Romić, G. Ondrašek, M. Zovko, T. Jemrić, N. Dobričević, S. Voća, 2007: Kontrola tehnologije uzgoja i kvalitete mandarine (Citrus unshiu cv. Chahara) u dolini Neretve. Agronomski fakultet, Zagreb.

Romić, D., M. Vranjes, 2009: Monitoring of Soil and Water Salinisation in Neretva River delta. Report for 2009. Uni. of Zagreb & Uni. of Split. 85 pp.

Romić, D., M. Romić, D. Dolanjski, G. Ondrašek, Z. Salopek, S. Husnjak, J. Borošić, 2007: Navodnjavanje u Donjoj Neretvi. Agronomski fakultet, Zagreb.

Salopek, Z. 2007: Primjena daljinskih istraživanja u procjeni zaslanjenosti tala doline rijeke Neretve. Magistarski rad. Agronomski fakultet, Zagreb.

Integrated Approach to Natural Resources Management aiming at Sustainable Agriculture in the Lower Neretva Valley

Summary

On its 225 kilometres long course, the Neretva River flows through Croatia for only 22 km. In its upper course, Neretva is a rapid mountain river, but in the last 30 km, its flow calms down in a wide alluvial valley before discharging into the Adriatic Sea. Attempts to cultivate the wetland valley, together with amelioration and water engineering measures carried out over time, have reduced the delta from the former 12 to only three courses, preserving parts of the Mediterranean wetland as one of the last

and most valuable remaining wetlands in Europe. These parts are today protected as ornithological and ichthyological reserves and a natural landscape. The river valleys of Croatia's karst region, including the Neretva delta, are particularly sensitive and vulnerable ecosystems, and are hence valuable subjects of professional and scientific study. Inspired by some regions in Europe and the world, a polder-type landscape was formed. All the changes brought about by the application of modern land amelioration methods, intensification of agriculture, and introduction of new crops have also contributed to rapid socio-economic changes accompanied by an improved standard of living. Agriculture is nowadays the main branch of economy in this area, on which more than 30,000 people live, directly or indirectly. Both natural values and habitat diversity, as well as the use of land for agriculture, depend first of all on the water regime in the area under the impact of the Neretva River. Due to specific hydrogeological characteristics, seawater intrudes into surface water and groundwater flows, in particular into the Neretva River. The changes in hydrological conditions are significantly affected by numerous water engineering schemes and facilities within the Neretva basin in its upper course (Bosnia and Herzegovina) – hydropower plants and reservoirs, which contribute to increasingly intensive seawater intrusion, causing groundwater salinization. In the recent years, extensive research has been conducted in order to perform the agricultural and environmental evaluations of the region, including detailed soil mapping, monitoring of water and soil salinization, and identification of soil pollution and recent deposits of heavy metals. During that process, it was identified that soil salinization in the Lower Neretva region occurs in three ways: bringing deep saline sediments up to the surface in order to form production plots; capillary rise of saline water in the soil profile; and irrigation with saline water. The use of saline water for irrigation causes the so-called "secondary salinization", degradation of soil quality detrimental from both environmental and economic points of view. Irrigation is an obligatory agricultural practice in this region. Multidisciplinary research has been conducted to find an optimal technical solution for fresh water supply and distribution within the irrigation system. This would mitigate the damages to crop production as a result of the use of saline irrigation water, prevent further salinization of soil, and maintain soil fertility of valuable agricultural land in the Lower Neretva valley.

Keywords: *agriculture; soil salinity; irrigation; water quality; monitoring; soil pollution.*

Prof. dr. sc. Davor Romić,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet, Zavod za melioracije, Svetošimunska 25,
HR – 10000 Zagreb,
dromic@agr.hr

Monika Zovko, dipl. ing.,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet,
Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25,
10000 Zagreb

Izv. prof. dr. sc. Mijo Vranješ,
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, 21000 Split

Doc. dr. sc. Gabrijel Ondrašek,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet,
Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Izv. prof. dr. sc. Marija Romić,
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za melioracije,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

SUSTAVI ANIMALNE PROIZVODNJE U MEDITERANSKOJ HRVATSKOJ

SYSTEMS OF ANIMAL PRODUCTION IN THE MEDITERRANEAN CROATIA

Boro Mioč, Ante Ivanković, Ante Rako, Vesna Pavić

Sažetak

Sustavi farmske animalne proizvodnje u mediteranskim područjima Republike Hrvatske osobiti su, prepoznatljivi i u znatnoj mjeri drugačiji od onih u kontinentalnim područjima jer se uvelike koriste starim lokalnim (izvornim) pasminama i tradicijskim tehnologijama uvažavajući navike, želje i potrebe izbirljivih potrošača te vodeći brigu o očuvanju okoliša i bioraznolikosti podneblja. Ovčarska je proizvodnja dominantna po broju grla, gospodarskoj važnosti i učincima na okoliš, zatim slijedi uzgoj goveda za mlijeko i/ili meso, dok je važnost kozarstva znatno manja od one u prošlosti. Svinjogojska i peradarska proizvodnja danas, kao ni u prošlosti, nema veće gospodarske važnosti. U pasminskoj strukturi, poglavito ovaca i koza, dominiraju autohtone otporne i skromne pasmine, manjeg tjelesnog okvira, besprijekorne prilagođenosti okružju, škrtoj mediteranskoj vegetaciji, buri i suncu. Iako je meso (janjetina i jaretina) glavni proizvod, u posljednjim desetljećima proizvodnja i prerada mlijeka sve je interesantnija. Ovce u laktaciji od 150 do 180 dana proizvedu od 70 do 300 kg mlijeka, vrhunske sirovine za proizvodnju sira. Mliječno govedarstvo uglavnom se koristi umjerenim razinama proizvodnog pritiska, suvremenim tehnologijama i alohtonim genotipima. U mesnom govedarstvu zamjetno je profiliranje prepoznatljivih tipova goveđeg mesa koji u sebi sadrže načela ekološke proizvodnje utemeljene na izvornim pasminama. Glavni su izvor krme u hranidbi preživača mediteranski pašnjaci i travnjaci koji djelomično ograničavaju razinu proizvodnje, ali „oplemenjuju" finalni proizvod. Brojni prepoznatljivi animalni proizvodi sastavni su dio ruralne, gastronomske i turističke ponude podneblja utemeljene na tradicijskom naslijeđu. Farmska proizvodnja ne narušava ekološki sklad podneblja, čemu dobrano pridonose izvorne, manje zahtjevne pasmine. Uz to, izražena je svijest o nužnosti zadržavanja animalne proizvodnje na ovim prostorima kako bi se očuvala tradicija, prepoznatljivost, gospodarska vitalnost ruralnih sredina, kvaliteta staništa te ukupna bioraznolikost. Ukupna gospodarska animalna vrijednost u cijelosti

se nastoji podrediti potrebama turizma kroz plasman proizvoda prepoznatljive kakvoće. Iskustva animalne proizvodnje mediteranskog dijela Hrvatske ukazuju na učinkovite modele koji objedinjuju tradicijska i nova tehnološka iskustva utemeljena na izvornim pasminama vodeći brigu o okolišu i uz uvažavanje zahtjeva potrošača.

Ključne riječi: Hrvatska; Mediteran; stočarstvo; sustavi; proizvodnja.

UVOD / *INTRODUCTION*

Stočarska proizvodnja u mediteranskom dijelu Hrvatske prepoznatljiva je ne samo po uvjetima u kojima je se organizira nego i u pogledu korištenih tehnologija i genotipa (pasmina) te količine i kakvoće proizvoda. Razumljiva je potreba stalne prilagodbe stočarske proizvodnje okruženju i zahtjevima tržišta uz zadržavanje tradicijskih prednosti. U škrtom mediteranskom okružju ovčarska proizvodnja utemeljena na izvornim (lokalnim) pasminama primarne je važnosti, zatim slijedi govedarska, kozarska, svinjogojska i peradarska proizvodnja. U mediteranskom dijelu Hrvatske uzgaja se i znatan broj kopitara, ponajviše magaraca koji su ranije služili za rad, dok ih se danas uglavnom uzgaja iz hobija i u turističke svrhe te znatno manje za proizvodnju mlijeka i mesa. Uzgoj konja nije bitnije zastupljen, no razvoj turizma pridonosi izgradnji novih farmi te organizaciji konjogojstva za potrebe široke turističke ponude. Osnovni su okviri koji uvjetuju stočarsku proizvodnju na područjima mediteranske Hrvatske: klima, poljoprivredne površine, raspoloživa i dostupna krma, pasmine i tržište. Klima je jedna od temeljnih odrednica svake stočarske proizvodnje jer u velikoj mjeri uvjetuje tehnologiju uzgoja te količinu i kakvoću proizvoda. Njen izravan utjecaj može se umanjiti primjenom suvremenih tehnologija u manje-više kontroliranim uvjetima u kojima je proces proizvodnje manje ovisan o klimatskim uvjetima u neposrednom okruženju. Nepovoljni izravni klimatski utjecaji na životinje mogu se u određenoj mjeri umanjiti, ali to iziskuje investicije u objekte, opremu i uređenje poljoprivrednih površina. Međutim, takva rješenja znatno poskupljuju proizvodnju, imaju ograničene učinke te mogu narušiti osjetljiv ekološki sustav mediteranskog podneblja. Dosadašnja iskustva ukazuju na potrebu usklađivanja sustava proizvodnje, tehnologija i genotipa u mjeri koja ciljanu proizvodnju čini investicijski manje zahtjevnom i gospodarski održivom. Klimatski uvjeti i raspoložive poljoprivredne površine znatno određuju prinos i kvalitetu krme, koja je temelj konkurentne stočarske proizvodnje. Postojeći raspoloživi potencijali mediteranskih pašnjaka i obradivih poljoprivrednih površina uglavnom su poprilično skromni, ali vrlo raznoliki i specifični. Krški mediteranski pašnjaci općenito, pa tako i u Hrvatskoj, najučinkovitije služe u proizvodnji ovčjeg mesa i mlijeka, dok su obradive površine kraških polja ponajviše u funkciji govedarstva,

uz druge oblike poljoprivredne proizvodnje (povrćarstvo, vinogradarstvo, voćarstvo, maslinarstvo i dr.). Raznolikost i hranjiva vrijednost mediteranskih pašnjaka, uz primjenu tradicijskih tehnologija, pridonose prepoznatljivosti i visokoj kvaliteti proizvoda. Pozitivni primjeri proizvodnje otočkih i priobalnih ovčjih sireva (paški, brački, istarski, krčki, creski i dr.), janjetine i jaretine (dalmatinska, paška, rapska, creska, bukovička i dr.) te drugih proizvoda prepoznatljive kvalitete i primjerene cijene daju okvirne smjernice budućeg razvoja mediteranske stočarske proizvodnje. Pri tome posebnu pozornost treba posvetiti očuvanju osjetljivog ekološkog sustava mediteranskog podneblja.

Raspoložive poljoprivredne površine hrvatskih mediteranskih područja vrlo su raznovrsne i osebujne te uvelike određuju odlike proizvodnje. U tome dominiraju primorski kamenjarski pašnjaci, makija i bušici, vrlo skromnih prinosa krme različite hranjive vrijednosti. Sklop mediteranskog krmnog bilja na raspoloživim površinama prenosi dio svojih kvalitativnih osobitosti na meso, mlijeko i druge proizvode. Tržište mediteranske i kontinentalne Hrvatske prepoznaje i cijeni stočarske proizvode priobalnog područja, a potrošači ih osobito rado kupuju i konzumiraju (mlijeko, sir, skuta, janjetina, jaretina, govedina, pršut, med...). Potreba čuvanja identiteta proizvoda te zaštite potrošača i proizvođača potakla je farmere da preko vlastitih udruženja pokrenu postupak zaštite izvornosti ili zemljopisnog podrijetla velikog broja izvornih proizvoda.

Sustavi stočarske proizvodnje u mediteranskom dijelu Hrvatske uglavnom se koriste tradicijskim i novim iskustvima, primarno izvornim genotipima te „mekšom tehnologijom“ kako bi bolje očuvali izvornost okruženja. U tom pogledu modele stočarske proizvodnje možemo podijeliti na: tradicijske, prijelazne i konvencionalne; s obzirom na veličinu farme dijele se na: male, srednje i velike, a s obzirom na korištenu vrstu domaćih životinja na specijalizirane i mješovite. Najveći broj gospodarstava koja sudjeluju u stočarskoj proizvodnji mediteranskog dijela Hrvatske tradicijskog su mješovitog tipa, dok veće farme teže specijalizaciji proizvodnje koja nameće potrebu uvođenja klasičnih konvencionalnih tehnologija.

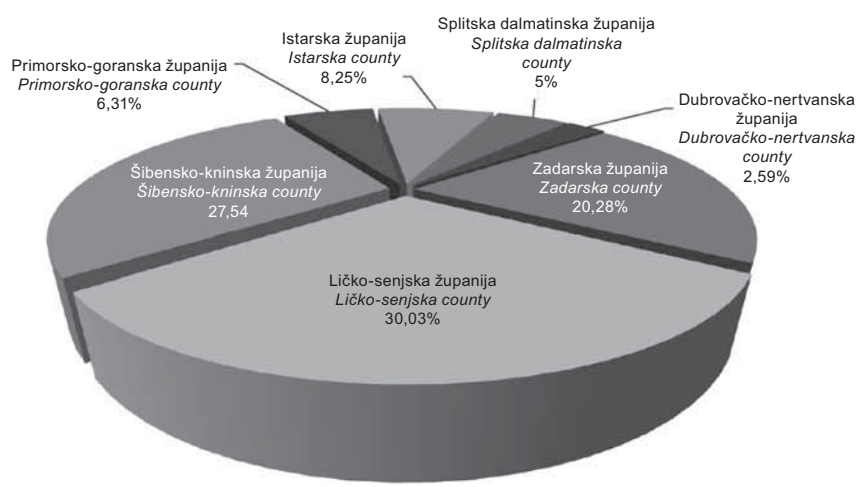
ANIMALNA PROIZVODNJA U MEDITERANSKOJ HRVATSKOJ
ANIMAL PRODUCTION IN MEDITERRANEAN CROATIA

Animalna proizvodnja u mediteranskoj Hrvatskoj u stanju je dinamičke prilagodbe te u posljednjim desetljećima trpi određene strukturne promjene. Brojni su izravni i neizravni čimbenici koji djeluju na dinamiku promjena u stočarskoj proizvodnji, od kojih su najvažniji: industrijalizacija, strukturne promjene u ruralnim prostorima (depopulacija sela, promjena dobne strukture stanovništva, smanjen interes za uzgoj stoke i stočarsku proizvodnju), Domovinski rat, otvorenost tržišta

uvozu namirnica animalnog podrijetla te naglasak na održivoj (konkurentnoj) proizvodnji. Svaki od navedenih čimbenika određenim intenzitetom djeluje u specifičnom razdoblju. Zamjetno je da su te strukturne promjene u ruralnim sredinama osobito naglašene tijekom posljednja dva desetljeća te da je depopulacija sela još uvijek jako izražena. Uz to, Domovinski je rat ostavio vrlo duboke tragove na život ruralnih sredina u mediteranskoj Hrvatskoj. Velik dio mediteranskog prostora bio je izložen izravnim ratnim djelovanjima, čime je stočni fond znatno devastiran. Tijekom posljednjeg desetljeća liberalizacija tržišta dovela je do uvoza jeftinijih namirnica iz inozemstva, čime je izvršen dodatni pritisak na konkurentnost, osobito na manja obiteljska poljoprivredna gospodarstva.

Ovčarstvo / *Sheep breeding*

Ovčarstvo je primarna i gospodarski najvažnija grana stočarstva u mediteranskim područjima Hrvatske. Tradicija, klima, krške poljoprivredne površine te skromna, ali izrazito raznovrsna vegetacija ovčarsku proizvodnju čine vrlo pogodnom i učinkovitom u navedenim područjima. U Hrvatskoj se trenutačno uzgaja oko 630 tisuća rasplodnih ovaca od kojih je 46.531 u evidenciji uzgojno valjanih grla, od čega se oko 59% uzgojno valjane populacije (27.464, HPA, 2012) uzgaja u sedam županija priobalnog dijela Hrvatske (Istarska, Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska).



Slika 1. Zastupljenost pojedinih populacija ovaca obuhvaćenih uzgojno-selekcijskim radom u priobalnim županijama

Figure 1 *Representation of certain populations of sheep included in work of breeding and selection in coastal counties*

U pasminskoj strukturi u mediteranskim područjima Hrvatske dominiraju izvorne pasmine od kojih je većina u određenoj mjeri geografski izolirana (rapska ovca, krčka ovca, creska ovca, paška ovca, istarska ovca i dubrovačka ovca – ruda), dok je u submediteranskoj zoni najbrojnija dalmatinska pramenka te manjim brojem lička pramenka. Pasmine ovaca mediteranske Hrvatske manjeg su tjelesnog okvira, manje plodnosti i manje porođajne mase (od 2,5 do 4,0 kg), manjih prosječnih dnevnih prirasta janjadi (od 150 do 250 g) te manje, ali potrošačima poželjne klaoničke mase (od 10 do 25 kg), odnosno mase trupa (od 7 do 12 kg).

Meso (janjeći trup) temeljna je svrha uzgoja ovaca u navedenim županijama, dok je proizvodnja ovčjeg mlijeka znatno manje zastupljena. Razlozi su proizvodne orijentacije brojni, no kao glavni mogu se istaknuti: tradicijske (jednostavnije) tehnologije proizvodnje, minimalna ulaganja, manji utrošak rada, veća zahtjevnost proizvodnje ovčjeg mlijeka, jednostavniji i jeftiniji objekti, (ne)organiziranost tržišta i drugo.

Uglavnom se sve količine proizvedenoga ovčjeg mlijeka prerade u sir i u skutu industrijski u siranama ili na obiteljskim gospodarstvima primjenom starih tehnologija proizvodnje. Tako je tijekom 2011. godine sedamnaest prerađivačkih pogona otkupljivalo i prerađivalo ovčje mlijeko od 459 proizvođača (HPA, 2012), od toga ih je najviše bilo s područja središnjeg dijela mediteranske Hrvatske (Zadarska županija, 56,2%). Od ukupne evidentirane otkupljene količine ovčjeg mlijeka (2.786.160 kg), tri sirane na otoku Pagu otkupile su i preradile više od 40% (40,1%; HPA, 2012). U pogledu kvalitativnih i higijenskih pokazatelja ovčje mlijeko prosječno je sadržavalo 7,05% mliječne masti, 5,72% bjelančevina, 688.359 somatskih stanica/mL.

Govedarstvo / *Cattle breeding*

Govedarska proizvodnja u mediteranskoj Hrvatskoj uglavnom je usredotočena na proizvodnju mlijeka i mesa, dok su u prošlosti goveda služila i za rad. Međutim, govedo danas nema radnu funkciju, što je, uz druge čimbenike, bilo uzrokom potiskivanja i marginalizacije izvornih pasmina. U postojećoj pasminskoj strukturi mediteranske Hrvatske zastupljene su konvencionalne mliječne i kombinirane (holštajn, švicarsko smeđe govedo, simentalac), mesne (hereford, angus) i autohtone pasmine (buša, istarsko govedo i sivo dalmatinsko govedo) te različiti križanci.

Proizvodnja kravljeg mlijeka u mediteranskoj Hrvatskoj temelji se na manjim i srednje velikim stadima te tehnologijama umjerenog intenziteta proizvodnje. Od ukupno 1.480 gospodarstava koja uzgajaju mliječna goveda na navedenim područjima, njih 73,3% proizvodnju ostvaruje u stadima veličine do pet mliječnih krava, 20,4% uzgaja od 6 do 15 mliječnih krava, a samo 6,3% farmi uzgaja više od 15 mliječnih krava. Prosječna laktacijska proizvodnja po pasminama ne odstupa bitnije od

nacionalnog prosjeka. Tako je prosječna proizvodnja mlijeka u laktaciji krava pasmine Holstein 6.690 kg, dok krave pasmine Brown Swiss prosječno proizvedu 6.020 kg, a krave simentalske pasmine 5.280 kg mlijeka u laktaciji. S obzirom na laktacijsku količinu proizvedenoga mlijeka po jednoj kravi najbolje rezultate postižu farmeri u Istarskoj županiji (6.380 kg), dok je prosječna mliječnost po kravi u Splitsko-dalmatinskoj županiji znatno skromnija (5.630 kg). Utvrđeni rezultati mliječnosti upućuju na zaključak da se i na područjima mediteranske Hrvatske mogu postići dobri proizvodni rezultati ako se osigura optimalno okruženje i odgovarajući menadžment, s osobitim naglaskom na količinu i kvalitetu dnevnog i ukupnog godišnjeg obroka. U područjima mediteranske Hrvatske ukupno se godišnje proizvede oko 18,9 milijuna kg mlijeka, što je, nažalost, samo 3,01% ukupne proizvedene i isporučene količine mlijeka u Republici Hrvatskoj (626,4 mil. kg; HPA, 2012). U pogledu kvalitativnih i higijenskih pokazatelja kravlje mlijeko prosječno sadrži 3,97% mliječne masti, 3,36% bjelančevina, 160.000 somatskih stanica/mL i 19.182 bakterija/mL (HPA, 2012). Dosegnuti higijenski pokazatelji kravljeg mlijeka rezultat su edukacije farmera u pogledu postupka mužnje, zaštite vimena i investicije u muznu opremu.

Proizvodnja goveđeg mesa u mediteranskim područjima Republike Hrvatske specifična je s obzirom na intenzitet proizvodnje, tehnologiju, sustav uzgoja i pasminsku strukturu. Skromni pašnjački resursi daju prednost autohtonim i mesnim pasminama srednjeg ili sitnijeg tjelesnog okvira. Od autohtonih pasmina može se kao pozitivan istaknuti primjer proizvodnje goveđeg mesa od istarskog goveda u sklopu provedbe projekta *Trajna zaštita istarskog goveda gospodarskim korištenjem u sustavu ruralnog razvitka Istre*. Istarsko govedo osamdesetih je godina dvadesetog stoljeća nakon gubitka temeljne (radne) funkcije dovedeno na rub biološkog opstanka. Državne novčane potpore uzgajivačima istarskog goveda tijekom protekla dva desetljeća potaknule su povećanje ukupne populacije sa stotinjak na gotovo 800 grla, koliko navedena populacija ukupno danas broji. Uz to, populacija istarskog goveda pod stalnim je sustavnim nadzorom u okviru provedbe uzgojnog programa. Radi razvoja programa gospodarske održivosti pasmine, pokrenut je program koji ima za cilj proizvodnju ekološke govedine i njegov plasman preko kontrolirane gastronomske ponude u okviru ruralnog turizma. Potencijal u ekološkoj proizvodnji goveđeg mesa ima i sivo dalmatinsko govedo, posebice u sustavima ekstenzivne proizvodnje (krava – tele). U mesnom govedarstvu mediteranskog dijela Hrvatske u manjoj mjeri zastupljene su i alohtone mesne pasmine manjeg tjelesnog okvira (Hereford, Angus) u sustavima „krava – tele".

Na području cijele Republike Hrvatske, pa tako i u njenim mediteranskim dijelovima, može se zamijetiti proizvodno profiliranje proizvođača te smanjenje broja manjih mješovitih farmi. Dovoljno je spomenuti pokazatelj da je samo tijekom posljednjih devet godina na području Hrvatske broj isporučitelja kravljeg mlijeka

smanjen s 58.800 na oko 17.300 (HPA, 2012). Navedeno je rezultat nestajanja mnogih manjih farmskih proizvođača koji nisu bili spremni ili nisu mogli ući u intenzifikaciju (specijalizaciju) proizvodnje, odnosno povećati proizvodne kapacitete, pa nisu mogli udovoljiti novopostavljenim zahtjevima količine i kvalitete proizvoda (mlijeka).

Kozarstvo / *Goat breeding*

Nijedna stočarska grana u Hrvatskoj tijekom povijesti nije imala takav status kao kozarstvo. U prošlosti je kozarstvo, uz ovčarstvo, bilo najvažnija grana stočarstva u mediteranskim područjima Hrvatske. Međutim, danas je njegova važnost, kako ukupnim brojem koza tako i proizvodnim i gospodarskim učinkom, znatno, znatno manja. Razloge možemo tražiti u aktualnom socio-ekonomskom okruženju, ali i bližoj prošlosti, kada je kozarska (ekstenzivna, tradicijska) proizvodnja zakonom bila zabranjena. Osamdesetih godina dvadesetog stoljeća ponovno se razvija kozarska proizvodnja, no primarno se to odnosi na proizvodnju mlijeka u kontinentalnim područjima Hrvatske. U mediteranskom dijelu Hrvatske i danas se kozarska proizvodnja temelji na izvornim pasminama, gotovo isključivo namijenjenim proizvodnji mesa uz primjenu tradicijske vrlo ekstenzivne tehnologije uzgoja. Stoga je od ukupne isporučene količine kozjeg mlijeka (4,32 milijuna kg; HPA, 2012) samo 9,5% proizvedeno u mediteranskom području Hrvatske. Prema istom izvoru (HPA, 2012), vidljivo je da je isporučeno kozje mlijeko prosječno sadržavalo 3,19% mliječne masti, 2,95% bjelančevina, 960.337 somatskih stanica m/L i 80.623 mikroorganizama m/L.

Uzgoj kopitara / *Equine breeding*

Magarce, prepoznatljive kao skromne i izdržljive životinje aridnih područja, tradicionalno se uzgaja u mediteranskom dijelu Hrvatske. Trenutačno su zastupljene tri izvorne pasmine magaraca koje su ranije bile vrlo važne radne životinje. Dvije pasmine magaraca (istarski magarac i sjevernojadranski magarac) u statusu su kritične ugroženosti, dok je populacija primorsko-dinarskog magarca u nešto povoljnoj situaciji s obzirom na održivost, zbog čega se provodi njihovo sustavno praćenje. Trenutačno je radna funkcija magaraca gotovo zanemariva te je za njih nužno pronaći alternativne uporabne mogućnosti. Stoga je u posljednja dva desetljeća poprilično zamjetan trend uzgoja magaraca kao životinja za rekreaciju, dok se dio uzgajivača usmjerava prema turističkim sadržajima te proizvodnji mesa i/ili magarećeg mlijeka. Primorsko-dinarski magarac skromnog je genetskog potencijala za proizvodnju mlijeka, no – budući da tržište prepoznaje mlijeko magarice kao namirnicu određenih zdravstvenih učinaka – moguće je ostvariti znatan prihod zahvaljujući na-

vedenom smjeru proizvodnje. Na području Istre tradicionalno se konzumira meso magarca te se dio magarećeg mesa troši kao gastronomska delicija.

Uzgoj konja u priobalnom dijelu Hrvatske relativno je skroman. Kroz povijest su se na ovim područjima koristili manji, skromniji i izdržljivi konji koji su se očuvali u vrlo malom broju, na nekim otocima i dijelu priobalja. Ranije je konj služio isključivo za rad, no danas na tim područjima konji gotovo isključivo služe u rekreacijske svrhe, za potrebe turizma i turističkih manifestacija (Sinjska alka). Uzgoj konja u mediteranskom dijelu Hrvatske ni u budućnosti neće imati veće značenje te će se orijentirati na nabavu kvalitetnih grla iz drugih uzgojnih područja. S pozicije očuvanja tradicije i genetskog naslijeđa, potrebno je podržavati modele zaštite izvornih genotipa magaraca te očuvati izvorni tip konja koji je stoljećima nastanjivao mediteranska područja Hrvatske.

Svinjogojstvo i peradarstvo / *Swine and poultry breeding*

Svinjogojska proizvodnja u mediteranskom dijelu Hrvatske gotovo je zanemariva, premda postoji duga tradicija proizvodnje suhomesnatih proizvoda koji upravo traže ponajviše kvalitetne svinjske butove za proizvodnju pršuta. I pravo je na područjima mediteranske Hrvatske organizirano tridesetak preradbenih pogona koji se primarno, uz primjenu tradicionalne tehnologije bave proizvodnjom pršuta (dalmatinski, drniški i dr.). Ukupni su godišnji kapaciteti navedenih pogona oko 300.000 pršuta. Proizvođači sirovinu za proizvodnju pršuta (butove) uglavnom dopremaju iz kontinentalnih područja Hrvatske i/ili iz uvoza. Veću svinjogojsku proizvodnju na području priobalnog dijela nije moguće zasnovati zbog nepostojanja površina za proizvodnju žitarica, ali je potrebno promišljati i problem očuvanja okoliša, odnosno ekosustava kraških područja. U skladu s navedenim, strateški se ne potiče veći razvoj svinjogojske proizvodnje u mediteranskom dijelu Hrvatske, a sirovina za proizvodnju tradicionalnog pršuta želi se osigurati povezivanjem s farmerima – svinjogojcima iz kontinentalnih područja Hrvatske. U mediteranskoj Hrvatskoj još je jako izražena tradicija tova svinja i proizvodnja suhomesnatih proizvoda za potrebe domaćinstva (pršut, plećka, pečenica, panceta, kobasice, sušena rebra i dr.).

Peradarska proizvodnja priobalnog dijela Hrvatske također nema većih kapaciteta, izuzev nekolicine primjera uzgoja nesilica i farmi za proizvodnju konzumnih jaja, a u strateškom promišljanju ne planira se poticanje veće peradarske proizvodnje. Ograničavajući čimbenici poput klime, proizvodnje krme i problema onečišćenja okoliša nisu poticajni za razvoj većih proizvodnih peradarskih kapaciteta. Na obiteljskim gospodarstvima peradarska proizvodnja temelji se uglavnom na uzgoju kokoši nesilica za proizvodnju jaja za vlastite potrebe, manje na uzgoju i tovu purana.

SUSTAVI ANIMALNE PROIZVODNJE
THE SYSTEMS OF ANIMAL PRODUCTION

Sustavi govedarske proizvodnje / *The systems of cattle production*

Mediteranski sustavi proizvodnje kravljeg mlijeka u Hrvatskoj primarno se temelje na manjem broju grla i na umjerenoj razini specijalizacije. U skladu s navedenim postoje četiri temeljna modela govedarske proizvodnje: model tradicionalne proizvodnje manjih i mješovitih farmi, model modernizirane tradicionalne proizvodnje, model manjih konvencionalnih farmi i model specijaliziranih mliječnih farmi. Navedeni modeli osobiti su po razini investicija, specijalizaciji, menadžmentu i razvojnom potencijalu. Hranidba je umjerene razine, uz protežiranje korištenja vegetacije mediteranskih pašnjaka i uz izbjegavanje korištenja fermentirane krme u obroku (silaže i/ili sjenaže), dok je sijeno temeljna krma za hranidbu tijekom zime. Za hranidbu goveda rabe se ostaci prehrambene i nekih drugih industrija (npr. industrija proizvodnje piva).

Model tradicionalne proizvodnje mlijeka na manjim mješovitim farmama uglavnom se koristi tradicionalnim tehnologijama. Takve farme najčešće uzgajaju do pet mliječnih krava te ostvaruju povremene manje tržne viškove mlijeka. Razina ulaganja u proizvodnju vrlo je niska, kao i prosječna ostvarena proizvodnja po jednom mliječnom grlu (do 2.500 kg/laktaciji). Tehnologiji proizvodnje mlijeka i poboljšanju uvjeta ne pridaje se puno pozornosti, a u hranidbi se rabi neznatna količina krepke krme. Takav model proizvodnje osigurava mali prihod gospodarstvu te u tržišnoj konkurenciji dugoročno nije održiv.

Model tradicionalnog moderniziranog sustava ostvaruje relativno povoljnije proizvodne učinke upravo zbog tehnološkog unapređenja tradicijskih tehnologija (od 2.500 do 4.500 kg mlijeka/laktaciji). Obuhvaća manje mliječne farme (veličine do 15 krava), kakvih je na području hrvatskog priobalja 20,4%. Takav model iziskuje umjerenu razinu investicija u objekte, opremu, hranidbu, genetiku i razvoj vještina. U pogledu pasminskog profila stada prevladavaju mliječne i kombinirane pasmine te prijelazni genotipi (križanci). Gospodarstva koja prakticiraju navedeni model nastoje tržišno funkcionirati, no postojeće raspoložive poljoprivredne površine čest su ograničavajući čimbenik. Model tradicionalnog moderniziranog sustava prihvatljiv je zbog prilagodljivosti i pogodnosti za ekološki sustav mediteranskog okruženja te se očekuje njegov daljnji razvoj.

Model manjih konvencionalnih mliječnih farmi obuhvaća mliječne farme od 16 do 50 mliječnih krava. Prakticira suvremene tehnologije proizvodnje mlijeka i umjereno visoku razinu investicija te se temelji na korištenju mliječnih genotipa (Brown Swiss, Holstein) ostvarujući umjereno visoku proizvodnju mlijeka po kravi/laktaciji (od 4.500 do 7.000 kg). Taj model stočarske proizvodnje tržišno je orijentiran i prihvatljiv u pogledu očuvanja okoliša.

Model većih specijaliziranih mliječnih farmi s više od 50 mliječnih krava po gospodarstvu u mediteranskom dijelu Hrvatske vrlo je slabo zastupljen. Na njima se koriste mliječne pasmine (Holstein, Brown Swiss) i suvremene tehnologije koje uz visoka ulaganja ostvaruju i visoku laktacijsku proizvodnju (> 7.000 kg). Glavni ograničavajući čimbenici za širenje navedenog modela proizvodnje jesu: manjak obradivih površina za proizvodnju kvalitetne voluminozne krme i problem onečišćenja okoliša. Veći broj takvih mliječnih farmi bio bi problem u pogledu očuvanja osjetljivog ekološkog sustava mediteranskog podneblja u kojemu se turizam protežira kao primarna gospodarska grana.

U priobalnom dijelu Hrvatske nisu se profilirali osobiti modeli proizvodnje govođeg mesa, izuzev proizvodnje manjih specifičnih serija mesa *(meso istarskog goveda).* Mediteransko podneblje, zbog skromnih prinosa krme na pašnjacima, ima ograničene potencijale u proizvodnji govođeg mesa. Dio farmera opravdano je pretpostavio da se u submediteranskoj zoni može proizvoditi govođe meso i kroz ekstenzivne sustave *krava – tele* uz korištenje tih lokalnih prijelaznih genotipa ili mesnih pasmina manjeg tjelesnog okvira (Hereford, Angus). Dosadašnja iskustva ukazuju na to da je takva proizvodnja rentabilna te da su lokalni genotipi u odnosu na alohtone mesne pasmine znatno prilagodljiviji okruženju. Stoga je u planu daljnje razvijanje programa proizvodnje prepoznatljive govedine utemeljene na izvornim pasminama. Program proizvodnje mesa istarskog goveda pokazuje dobre rezultate jer su primjereno uređene poveznice puta hrane od proizvođača do potrošača. Dosadašnja iskustva ukazuju na iznimnu važnost primjerene marketinške promidžbe mesa kako bi potrošači znali prepoznati i cijeniti takvu hranu te kako bi izdvajanjem nešto veće cijene za takav proizvod nagradili trud farmera i tako kompenzirali znatno nižu proizvodnju mesa po grlu.

Sustavi proizvodnje ovčjeg i kozjeg mesa i mlijeka

The systems of sheep and goat meat and milk production

U mediteranskim područjima Republike Hrvatske primarno postoje dvije temeljne tehnologije, odnosno dva različita sustava uzgoja ovaca i koza. Prvi je sustav ekstenzivna tradicijska proizvodnja ovčjeg i kozjeg (janjećeg i jarećeg) mesa, ponajviše mladih, laganih janjećih i jarećih trupova, i uglavnom se temelji na izvornim, otpornim, skromnim te škrtom i surovom okružju prilagođenim pasminama (creska ovca, rapska ovca, paška ovca, krčka ovca, dalmatinska pramenka, dubrovačka ruda, hrvatska šarena koza, hrvatska bijela koza i dr.). U organizaciji pripusta primjenjuje se metoda divljeg parenja, te podrijetlo potomstva po ocu najčešće nije poznato, što znatno ograničava i usporava selekcijski napredak. Temeljna premisa toga sustava temelji se na minimalnim investicijama u nastambe (staje), hranidbu,

opremu, mehanizaciju, veterinarske troškove i dr. te proizvodnji autohtonog, kvalitativno prepoznatljivog proizvoda. Drugi sustav uzgoja primjenjuje su u proizvodnji ovčjeg i kozjeg mlijeka i on je najčešće poluintenzivan. Taj sustav podrazumijeva izgradnju određenih nastambi za ovce, izmuzišta, određena ulaganja u opremu i mehanizaciju (stroj za mužnju, laktofriz, traktor s opremom za pripremanje sijena i dr.), pripremu konzervirane hrane za hranidbu tijekom zime. U toj tehnologiji vodi se računa o organizaciji pripusta i nastoji se najbolja ženska grla osjemeniti sjemenom najboljih mužjaka. Životinje se dodatno prihranjuje krepkom krmom, najčešće kukuruzom u zrnu ili kukuruznom prekrupom, uglavnom u kritičnim uzgojnim fazama (prije pripusta, krajem gravidnosti i početkom laktacije), a pojedini uzgajivači dodatno prihranjuju proizvodna grla tijekom cijele laktacije. Budući da je u tom sustavu temeljni cilj proizvodnja mlijeka, a meso je drugi važan proizvod, janjad i jarad rano se odvaja od majki i kolje u dobi od 30 do 45 dana, katkad i kasnije, te se dobivaju lagani, mladi trupovi sisajuće janjadi i jaradi. Određena količina mlijeka prerađuje se u sir na obiteljskim gospodarstvima uz primjenu starih, tradicijskih tehnologija, a dio se preradi industrijski u mljekarama. Od ovčjeg i kozjeg mlijeka u mediteranskim područjima Hrvatske proizvodi se i albuminski ovčji i/ili kozji sir (skuta ili puina). Proizvodnja ovčjeg mlijeka uglavnom se temelji na izvornim pasminama (paška ovca, istarska ovca, krčka ovca, creska ovca i dalmatinska pramenka) i u znatno manjoj mjeri na uvezenoj istočnofrizijskoj ovci, koje ima samo nekoliko stada. Ovce, ovisno o pasmini, proizvedu između 70 (creska ovca i krčka ovca) i 200 – 300 kg mlijeka (paška ovca i istarska ovca) u laktaciji. Mlijeko je izvrsnog kemijskog sastava i prosječno sadrži oko 18% suhe tvari, oko 8% mliječne masti i oko 6% bjelančevina te je odlična sirovina za proizvodnju sira. Od ovčjeg mlijeka proizvode se vrlo kvalitetni i poznati sirevi: Paški, Creski, Istarski, Brački i drugi. Za proizvodnju kozjeg mlijeka, kao i na kontinentalnim područjima, služe uvezene mliječne pasmine, najviše alpina i znatno manje srnasta i sanska koza. Proizvodnja mlijeka vrlo je varijabilna i ovisna o stadu, odnosno o hranidbenim uvjetima. U prosjeku koze navedenih pasmina daju u laktaciji 300 – 600 kg mlijeka s 3,4% mliječne masti i 3,2% bjelančevina.

TRADICIJSKI PROIZVODI / *TRADITIONAL PRODUCTS*

Farmska proizvodnja u mediteranskoj Hrvatskoj prepoznatljiva je po proizvodima, cijenjenim na domaćem, ali i inozemnom tržištu. Kao pozitivan i šire poznat primjer može se navesti proizvodnja Paškog sira kao namirnice osobite kvalitete, prepoznate i visoko cijenjene i izvan hrvatskih granica. Janjeće i jareće meso također su cijenjeni i prepoznatljivi s obzirom na kvalitetu, čemu – osim genotipa – pridonosi osobita tehnologija i botanički sastav mediteranskih pašnjaka. U tom pogledu

područje mediteranske Hrvatske njeguje vlastite osobitosti te je pokrenulo programe standardizacije i zaštite određenih proizvoda. Ovčarska proizvodnja prepoznatljiva je kroz tradicijske mliječne i mesne proizvode. Mediteranski dio Hrvatske ima tradiciju proizvodnje i potrošnje ovčjih sireva, koji su prepoznatljivi zahvaljujući osobitom podneblju, genotipu i tehnologiji proizvodnje. Osim navedenog Paškog sira, brojne druge vrste sireva (Istarski sir, sir iz mijeha,…) osiguravaju stimulativan prihod za uzgajivače i sirare. Janjeće i jareće meso proizvedeno u mediteranskom podneblju iznimno cijene i domaći potrošači i inozemni gosti. Gotovo cijela količina proizvedenog mesa potroši se zahvaljujući gastronomskoj ponudi mediteranske i kontinentalne Hrvatske. Sušeno ovčje i kozje meso (kaštradina ili koštradina) jedan je od najstarijih mesnih proizvoda za koji se provodi standardizacija te određene marketinške pripreme tržišta.

U pogledu govedarske proizvodnje, kao tradicijske, mogu se navesti određene vrste sira proizvedenog od kravljeg mlijeka ili mješavine kravljeg, ovčjeg i/ili kozjeg mlijeka. Izdvojit ćemo neke od njih: Lećevački sir, Cetinski sir, Istarski miješani sir i drugi. Navedeni su sirevi standardizirani, a za neke je pokrenut postupak zaštite izvornosti. Uz to, mliječni proizvodi duge tehnologije proizvodnje na našim mediteranskim i submediteranskim područjima jesu Lička basa i sir Škripavac, koje se osobito puno proizvodilo u ranijim desetljećima od mlijeka izvorne buše. Budući da je aktualna populacija buše mala i nedovoljna za veću proizvodnju mlijeka, navedeni mliječni proizvodi proizvode se i od mlijeka drugih pasmina u prilično maloj količini. U pripremi je program proizvodnje sira Škripavca od mlijeka buše te polutvrdih sireva od mlijeka sivog dalmatinskog goveda. Isto tako u tijeku je priprema programa proizvodnje junećeg mesa tradicijskim ekstenzivnim sustavom na području Dalmacije na genotipu sivog dalmatinskog goveda. Meso istarskog goveda primjer je osmišljenog programa proizvodnje govedine dodanog bonusa izvornosti i ekološke proizvodnje. Premda je ukupna količina mesa istarskog goveda mala, izvrsnost, sljedivost i osmišljen plasman primjer su uspješnog programa očuvanja ugroženih starih pasmina, starih tehnologija i tradicijskih vrijednosti.

Pršuti su neizostavan dio prepoznatljivosti mediteranskog dijela Hrvatske. Način obrade i sušenja pršuta osobiti su i vrlo različiti između pojedinih mediteranskih područja, zbog čega postoji više tehnologija i tipova pršuta (dalmatinski, drniški, istarski i drugi). Podneblje i tehnologija proizvodnje čine ga posebnim u odnosu na pršute drugih susjednih regija. Preradbeni kapacitet pršutana u mediteranskom dijelu Hrvatske jest oko 300.000 pršuta u godini, no u tijeku je razvoj dodatnih preradbenih kapaciteta te postupak zaštite zemljopisnog podrijetla dalmatinskog i drniškog pršuta, dok je istarski pršut zaštićen. Važan problem u proizvodnji pršuta jest nedostatak kvalitetne sirovine (svinjskih butova) jasno definiranih genotipa.

UČINAK FARMSKE PROIZVODNJE NA OKOLIŠ
EFFECT OF FARM PRODUCTION ON ENVIRONMENT

Farmskom proizvodnjom u mediteranskim područjima Hrvatske primarno se ostvaruju pozitivni učinci u pogledu proizvodnje kvalitetnih namirnica i očuvanja ekološkog sustava, uz neznatan negativan učinak na okoliš. Smanjenje stočnog fonda, posebice broja goveda u protekla dva desetljeća, ima negativan učinak na održivost izvornosti staništa, posebice mediteranskih pašnjaka. Sukcesija pašnjačkih površina zamijećena je na površinama na kojima se prestalo s napasivanjem stoke, čime se znatno smanjuje biološka raznolikost staništa, posebice vrijednih biljnih zajednica, što pridonosi brzom širenju agresivnih, teško iskorjenjivih korova (naprimjer sobina na otoku Pagu i na nekim drugim područjima). Prilagođavajući se Direktivi o staništima EU, Hrvatska planira u okviru ekološke mreže očuvanih područja (NATURA 2000) preuzeti brigu o očuvanju staništa, u čemu veliku pomoć mogu pružiti upravo sustavi tradicijske stočarske proizvodnje. Primjerice, znanstveno je dokazano da bi, kada na otocima Cresu i Krku ne bi bilo ovaca i koza, odnosno klaoničkih ostataka i lešina, izravno bio ugrožen opstanak bjeloglavog supa, koji je simbol otoka. Stoka pase i gnoji krške pašnjake i na taj način potiče razvitak određene vegetacije ne dopuštajući šumi, korovu, draču i makiji da zauvijek ovlada tim prostorom.

Razvijena govedarska i ovčarska proizvodnja pridonose održavanju ruralnih prostora u svojoj izvornoj funkciji. Primjer otoka Paga pokazuje kako osmišljena i dohodovna ovčarska proizvodnja pridonosi očuvanju pašnjačkih površina te kvaliteti života u ruralnim područjima. Na otoku Pagu u posljednjim desetljećima ne smanjuje se interes za uzgoj ovaca i proizvodnju ovčjeg mlijeka (sira) i mesa (janjetine) jer aktualne tehnologije proizvodnje, pašnjačke površine i interes potrošača za Paškim sirom i janjetinom osiguravaju siguran plasman uz minimalna ulaganja. Prihod koji se ostvaruje stimulativan je za mlade farmere da nastave s tradicijskim sustavom ovčarske proizvodnje. Važnost stočarstva u mediteranskim područjima očituje se i u održavanju, čišćenju prostora te prevenciji požara.

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

Sustavi farmske proizvodnje u mediteranskim područjima Hrvatske u velikoj mjeri sadrže tradicijske elemente, premda je zamjetna i određena razina uvođenja suvremenih tehnologija i genotipa. U govedarskoj proizvodnji zadnjih desetljeća dogodile su se bitne strukturne promjene koje se očituju u smanjenju broja mliječnih farmi, uvođenju konvencionalnih mliječnih pasmina i suvremenih tehnologija na većim farmama. Zapažen je interes za programe ekstenzivne proizvodnje govođeg mesa, primarno utemeljen na autohtonim genotipima i mesnim pasminama

manjeg tjelesnog okvira. U ovčarskoj i kozarskoj proizvodnji dominiraju tradicijske tehnologije koje se služe izvornim genotipima, a proizvodnja je primarno usmjerena na janjeće i jareće meso te znatno manje na mlijeko. Svinjogojska i peradarska proizvodnja nisu razvijene, a određeni programi proizvodnje suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa (pršut) temelje se na sirovini koja se pribavlja iz kontinentalnog dijela Hrvatske. Tržište prepoznaje i cijeni tradicijske proizvode, što podržava aktualnu stočarsku proizvodnju priobalnog dijela. Aktualna veličina farmi, odnosno populacija goveda, ovaca, koza, kopitara, svinja i peradi, ne ugrožava ekološki sustav mediteranskog podneblja te je sukladna gospodarskoj orijentaciji podneblja.

Literatura / *References*

Barać, Z., B. Mioč, J. Havranek, D. Samardžija, 2007: Paška ovca: hrvatska izvorna pasmina. Matica Hrvatska, Novalja, 9-101.

Caput, P., A. Ivanković, G. Prekalj, G. Šubara, E. Šuran, 2009: The Istrian cattle. AZRRI, Pazin, 89-130.

Caput, P., 1996: Govedarstvo. Celeber, 120-167, 293-341.

Caput, P., A. Ivanković, M. Konjačić, D. Pranić, M. Dadić, 2004: Načini trajne zaštite i iskorištavanja izvornih pasmina domaćih životinja u Hrvatskoj. U: T. Žimbrek, 39. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 647-650.

Hrvatska poljoprivredna agencija, 2012: Godišnje izvješće za 2011. Zagreb.

Ivanković, A., 2004: Konjogojstvo. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 2-, 280-329.

Mioč, B., V. Pavić, 2002: Kozarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 13-248.

Mioč, B., V. Pavić, V. Sušić, 2007: Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 15-355.

Uremović, M., Z. Uremović, 1997: Svinjogojstvo. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 7-63.

Systems of Animal Production in the Mediterranean Croatia

Summary

The systems of animal farm production in the Mediterranean part of the Republic of Croatia are specific, recognizable and considerably different from systems in continental areas, because they widely use old local (indigenous) breeds and traditional technologies, respect finicky consumer habits, and take care of the conservation of the environment and its biodiversity. Sheep production is dominant by the number of individuals, economic importance and impact on the environment; it is followed by cattle production for milk and/or meat; while goat production is significantly lower than it was in the past. Swine and poultry production today, as well as in the past, have only minor economic importance. In the breed structure, mainly of sheep and goats, dominate autochthonous, resistant and modest breeds of smaller body frame, that are impe-

ccably adapted to the environment, the barren Mediterranean vegetation, the wind and the sun. Although meat (from lambs and kids) is the main product, in the last decades, the production and processing of milk became more intensive. The sheep in lactation from 150 to 180 days produce from 70 to 300 kg of milk, the top material for cheese production. Dairy cattle breeders apply moderate levels of production pressure, modern technology and allochthonous genotypes. In beef production, the profiling of recognizable types of beef with the principles of organic production in the autochthonous breeds is noticeable. The main food sources for sheep and cattle production are Mediterranean pastures and grasslands, which on the one hand partially limit the production, but on the other ennoble the final product. Numerous recognizable animal products are a part of rural, gastronomic and tourist offer, and in accordance with the traditional heritage, preserve their way of production. Farm production does not disturb the ecological harmony of the region, and the use of indigenous less demanding breeds contributes to it. The awareness of the need to uphold the tradition, and preserve the recognisability, economic vitality of rural areas, quality of the habitat and biodiversity as a whole, is rising. The total animal economic value as a whole seeks to subordinate to the needs of tourism through the placement of distinctive quality products. Experiences in animal production in the Mediterranean part of Croatia point to effective models, which combine traditional and new technological experiences in autochthonous breeds, with respect to consumer demands.

***Keywords**: Croatia; Mediterranean; animal husbandry; systems; production.*

Prof. dr. sc. Boro Mioč,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet, Zavod
za specijalno stočarstvo,
Svetošimunska cesta 25,
HR – 10000 Zagreb,
bmioc@agr.hr

Prof. dr. sc. Ante Ivanković,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet, Zavod
za specijalno stočarstvo,
Svetošimunska cesta 25,
10000 Zagreb

Mr. sc. Ante Rako,
Institut za jadranske
kulture i melioraciju krša,
Zavod za biljne znanosti,
Put Duilova 11,
21000 Split

Prof. dr. sc. Vesna Pavić,
Sveučilište u Zagrebu,
Agronomski fakultet, Zavod
za specijalno stočarstvo,
Svetošimunska cesta 25,
10000 Zagreb

VINOGRADARSTVO I VINARSTVO U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA ISTRE

THE ROLE OF VITICULTURE AND WINE PRODUCTION IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ISTRIA

Đordano Peršurić, Sanja Radeka, Anita Silvana Ilak Peršurić, Marijan Bubola

Sažetak

U radu su predstavljeni povijesni podaci i sadašnje stanje u vinogradarstvu (površine, sorte, tehnologija), vinarstvu (podrumi, tehnologija, kvaliteta, marketing) i gospodarstvima koja se bave tom djelatnošću u Istri. Definirani su osnovni strateški ciljevi te gospodarski najvažnije grane poljoprivredne proizvodnje koja povijesno osigurava održivi razvoj ruralnog prostora u Istri. Na osnovi stanja i pretpostavljenih strateških ciljeva predložene su mjere za njihovo ostvarenje. U zaključku je utvrđena neosporna činjenica da su vinogradarstvo i vinarstvo oduvijek bili, a i u budućem će razdoblju biti, nezaobilazni osnovni resursi sveukupnog razvoja Istre.

Ključne riječi: vinogradarstvo; vinarstvo; održivi razvoj; Istra.

UVOD / *INTRODUCTION*

Vinogradarstvo i vinarstvo od pamtivijeka su pa do danas bili i ostali prepoznatljiv simbol Istre. Taj simbol i prepoznatljivost očitovali su se u gospodarskom, socioekonomskom i socioekološkom smislu te u stoljetnoj dominaciji vinograda na poljoprivrednom prostoru Istre. Vinova loza i čovjek u Istri stoljećima su bili sudbinski vezani i nerazdvojni. Naravno da je ta veza čovjeka i loze u Istri bila dinamična i burna. Svako je vrijeme do današnjeg dana tražilo izgradnju specifičnih odnosa i prilagođavanje do neprepoznatljivosti kontinuiteta tih odnosa. Zato je i danas, kad su vinovom lozom u Istri zasađene najmanje površine u zadnjih nekoliko stoljeća, vino njen identitet i prepoznatljiv proizvod koji je čini zemljom „dobrega vina".

POVIJEST RAZVOJA VINOGRADARSTVA I VINARSTVA U ISTRI

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF VITICULTURE AND WINE PRODUCTION IN ISTRIA

Tijekom svojega povijesnog razvoja vinogradarstvo je u Istri doživljavalo brojne uspone i padove. Prvi pisani zapisi o proizvodnji vina u Istri potječu iz rimskog doba. Tako rimski pisac Plinije Stariji u svojim djelima iz I. stoljeća poslije Krista spominje *vinum Pucinum* koje potječe iz Istre i opisuje ga kao najčuvenije i najljekovitije u cijelome Rimskom Carstvu (Vivoda, 1988). Senator prefekt Kasiodor u VI. stoljeću opisuje pokrajinu Istru i hvali njezine proizvode, posebice vino, ulje i žito. Naseljavanjem Slavena u Istru tijekom VI. i VII. stoljeća razvoj vinogradarstva doživljava određenu stagnaciju zbog neiskustva Slavena u uzgoju vinove loze s obzirom na to da su se oni u svojoj pradomovini pretežno bavili ratarstvom i stočarstvom (Vivoda, 1988). U 804. se godini u *Rižanskoj skupštini* na više mjesta spominju vinogradi, a u znamenitome srednjovjekovnom dokumentu *Istarski razvod* također se na više mjesta spominju vinogradi i uzgoj vinove loze (Vivoda, 1988).

Godine 1880. u Istri je bilo gotovo 40% poljoprivrednih površina ili 34.000 ha pod vinovom lozom (tablica 1). Iako se taj broj čini jako velikim, treba napomenuti da su to bili uglavnom vinogradi u kojima se vinova loza uzgajala u konsocijaciji s ostalim poljoprivrednim kulturama, ponajprije maslinom i žitaricama. U drugoj polovici 19. stoljeća filoksera je uništila gotovo sve vinograde. Istovremeno s propadanjem starih vinograda sadili su se novi nasadi, s novom tehnologijom (cijepljenjem plemke – europske loze, na podlogu – američka loza). Presudnu ulogu u obnovi vinograda nakon velikih propadanja uzrokovanih dotad nepoznatim bolestima i štetnicima plamenjačom, pepelnicom i filokserom ima Poljoprivredni institut iz Poreča (slika 1), osnovan 1875. godine. Osim obnovom vinograda, Institut se u svojoj bogatoj povijesti bavio i podizanjem kvalitete vinogradarstva i vinarstva u Istri, što traje sve do danas. Tako između dva svjetska rata istražuje kakve proizvodne i kvalitativne karakteristike na području Istre postižu svjetski poznate sorte Pinot bijeli, Pinot sivi, Traminac, Malvazija istarska, Borgonja crna, Cabernet Sauvignon, Pinot crni, Muškat bijeli, Semillon i Muškat ruža, koje plasira i na tržište u bocama, boga-

Tablica 1. Površine vinograda u Istri
Table 1. *Vineyard area in Istria*

Godina / *Year*	Površine u ha / *Area in ha*
1880.	33.847
1907.	25.038
1947.	12.700
1991.	7.600
2003.	2.960 + 2.000 procjena = 4.960 ukupno

to opremljenim (slika 2). Iako su se ukupne površine pod nasadima smanjile, 1907. godine bilo je više od 25.000 ha pod vinogradima. Tijekom i između 1. i 2. svjetskog rata površine pod vinogradima prepolovile su se. Godine 1947. evidentirano je samo 12.700 ha (tablica 1).

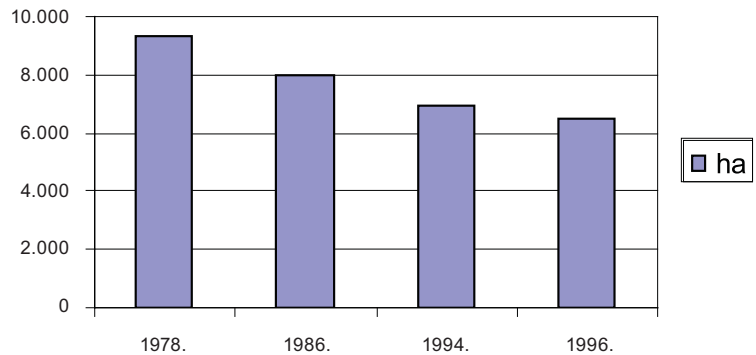


Slika 1. Porečki poljoprivredni institut i škola
Figure 1 *Agricultural institute and school from Poreč*



Slika 2. Vina s Instituta
Figure 2 *Wines from the Institute*

Otada pa donedavno površine se nisu vodile egzaktno nego statističkim procjenama, zato te podatke treba uzeti kao trendove po pitanju stanja površina. Prema tim podacima, 1991. je godine bilo 7.600 ha, da bi broj ha u 2003. godini, prema procjeni, iznosio oko 4.960 ha. Od toga je samo 2.960 ha bilo registrirano u novouspostavljenom Upisniku proizvođača grožđa, vina i voćnih vina, a bilo je još, kako se procjenjuje, neprijavljenih oko 2.000 ha. Uglavnom površine pod vinogradima posljednjih tridesetak godina 20. stoljeća redovito opadaju, što se može vidjeti iz slike 1 i tablice 2.



Slika 1. Vinogradarske površine u Istri
Figure 1 *Vineyard area in Istria*

Tablica 2. Poljoprivredne površine u Istri u periodu 1990. – 2000. godine
Table 2. *Agriculture land area in Istria from 1990 - 2000*

Poljoprivredne kulture / *Agricultural crop*	1990.	%	2000.	%
Oranice i vrtovi / *Arable land and gardens*	54.357	67,4	63.984	71,9
Voćnjaci / *Orchards*	2.589	3,2	1.077	1,2
Maslinici / *Olive orchards*	-	-	1.275	1,4
Vinogradi / *Vineyards*	7.520	9,3	6.420	7,2
Livade / *Meadows*	16.130	20,0	16.204	18,2
Ukupno / *Total*	80.596	100,0	88.960	100,0

Izvor: Statistički ljetopis RH, Zagreb 1990.-2001. godine. Obrada HGK ŽK Pula, Odsjek za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo

Prema statističkim podacima iz razdoblja 1990. – 2001. godine, površine pod vinogradima smanjile su se za 1.100 ha, dok se u istom razdoblju proizvodnja grožđa održavala na približno jednakoj razini (tablica 3), uz velike i nepravilne, a vjerojatno

i netočne, oscilacije. U promatranom razdoblju proizvodnja vina povećana je za gotovo 50%, što također smatramo problematičnim podatkom, koji treba uzeti samo informativno.

Tablica 3. Proizvodnja grožđa i vina u Istri u periodu 1990. – 2001. godine
Table 3. *Production of grapes and wines in Istria from 1990 - 2000*

Godina *Year*	Grožđe *Grapes*	Vino *Wine*	Udio Istarske županije u RH *Proportion of Istria county in Republic of Croatia*	
			U proizvodnji grožđa *In grape production*	U proizvodnji vina *In wine production*
	Tona	hl	%	%
1990.	40.524	164.057	10,2	7,2
1991.	39.340	171.667	9,2	8,8
1992.	45.380	189.289	12	9,1
1993.	40.553	175.604	10,2	8,4
1994.	32.986	144.142	9,1	7,6
1995.	30.691	144.161	9	8,1
1996.	31.769	167.459	8,5	8,6
1997.	42.578	234.693	10,5	10,4
1998.	43.099	267.202	10,2	11,7
1999.	44.673	284.598	11,3	13,6
2000.	34.146	215.971	9,7	11,4
2001.	35.976	242.000	10	12,4

Izvor: Statistički ljetopis RH, Zagreb 1990.-2001. godine. Obrada HGK ŽK Pula, Odsjek za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo

SADAŠNJE STANJE VINOGRADARSKO VINARSKE PROIZVODNJE U ISTRI

THE CURRENT SITUATION OF GRAPE AND WINE PRODUCTION IN ISTRIA

Od osnutka baze podataka u Zavodu za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo, koja se odnosi na prijavljene površine vinograda i količinu vina za tržište, možemo ponovno baratati tim podacima kao egzaktnima. Prema njima, u Istarskoj županiji u svibnju 2007. godine bilo je 2.790 ha vinograda upisanih u Upisnik proizvođača grožđa, vina i voćnih vina, dok je pomoću ortofoto snimaka utvrđeno da ukupne površine pod vinogradima iznose 4.278 ha.

U Upisniku proizvođača grožđa, vina i voćnih vina u Istarskoj županiji 2007. je godine bilo 2.610 proizvođača, od čega 2.165 (ili 83%) proizvođača s površinama manjim od 1 ha, 384 (ili 15%) proizvođača s površinama 1 – 5 ha te 61 proizvođač s

površinama većim od 5 ha. Prema starosti nasada, bilo je svega 12% vinograda koji imaju manje od 15 godina, zatim 12% vinograda starosti 15 – 25 godina i čak 76% vinograda starijih od 25 godina, što pokazuje da stopa obnavljanja vinograda u to vrijeme nije bila odgovarajuća. Zahvaljujući intenzivnoj sadnji novih nasada vinograda posljednjih godina, udjeli po tim kategorijama sada su zasigurno puno povoljniji.

Broj proizvođača s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (KZP), na osnovi podataka iz Upisnika proizvođača grožđa, vina i voćnih vina u Istarskoj županiji, 2007. godine iznosio je 79; ti su proizvođači ukupno imali 248 vina s KZP-om, a pro-

Tablica 4. Proizvođači i vina s KZP-om u RH po županijama
Table 4. *Producers of wines with controlled geographical origin in Croatian counties*

Broj	Županija	Broj proizvođača		Broj vina	
		2009.	2010.	2009.	2010.
1	Zagrebačka	155	167	485	522
2	Krapinsko-zagorska	51	56	178	203
3	Sisačko-moslavačka	30	29	90	96
4	Karlovačka	11	13	51	59
5	Varaždinska	38	46	124	165
6	Koprivničko-križevačka	16	19	48	60
7	Bjelovarsko-bilogorska	12	15	31	48
8	Primorsko-goranska	14	14	28	29
9	Ličko-senjska	4	4	12	12
10	Virovitičko-podravska	19	22	54	66
11	Požeško-slavonska	57	64	194	260
12	Brodsko-posavska	15	18	52	59
13	Zadarska	15	19	52	73
14	Osječko-baranjska	43	51	196	263
15	Šibensko-kninska	27	33	69	91
16	Vukovarsko-srijemska	28	43	148	211
17	Splitsko-dalamatinska	56	62	159	177
18	Istarska	111	130	409	508
19	Dubrovačko-neretvanska	115	123	259	281
20	Međimurska	58	64	244	268
21	Grad Zagreb	13	13	48	48
	UKUPNO	888	1.005	2.931	3.499

Izvor: Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 31.12.2010.

izlaze iz 1.595 ha vinograda. Broj proizvođača i vina s KZP-om prema vinogorjima iznosio je kako slijedi: Vinogorje zapadna Istra 62 proizvođača i 213 vina, Vinogorje centralna Istra 15 proizvođača i 32 vina te Vinogorje istočna Istra 2 proizvođača i 3 vina.

Na osnovi podataka Zavoda za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u 2010. godini, Istarska se županija po broju proizvođača i vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom nalazila na drugome mjestu u Republici Hrvatskoj, nakon Zagrebačke županije (tablica 4). Brojem od 111 registriranih istarskih proizvođača s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom u 2009. godini, odnosno 130 u 2010. godini, Istra participira s približno 13%, dok udio istarskih vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom iznosi približno 15% u Republici Hrvatskoj.

U Istri je 2009. godine prerađeno 16.600 tona grožđa, a u 2010. godini 17% manje, odnosno 13.800 tona. U 2009. godini proizvedeno je 114.700 hl vina, a u 2010. godini 17% manje, odnosno 95.600 hl vina (tablica 5), prema tim službenim i prijavljenim podacima.

Tablica 5. Proizvodnja grožđa, vina i zaliha u Istarskoj županiji u 2009. i 2010. godini
Table 5. *Production of grapes, wines and wine stocks in Istria county in 2009. and 2010.*

Godina *Year*	Prerađeno grožđa (t) *Grapes processed (t)*	Proizvodnja vina (hl) *Wine production (hl)*	Zalihe vina iz ranijih godina (hl) *Wine stocks from previous years (hl)*	Ukupne zalihe vina (hl) *Total wine stocks (hl)*
2009.	16.593,65	114.718,09	41.028,64	155.746,73
2010.	13.792,09	95.628,56	83.428,80	179.057,36

Izvor: Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 05.10.2011.

Po kategorijama kakvoće u Istri se 2010. godine stavilo u promet najviše kvalitetnog vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (36.778 hl), zatim stolnog vina bez oznake kontroliranog zemljopisnog podrijetla (26.621 hl), vrhunskog vina (3.958 hl) te ostalih kategorija vina (ukupno 914 hl), što čini ukupno 68.272 hl.

Prema podacima Zavoda za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo za 2010. godinu, vodeće sorte u prometu u Istarskoj županiji bile su Malvazija istarska (22.332 hl), Merlot (6.271 hl), Cabernet Sauvignon (3.396 hl), Chardonnay (2.120 hl) i Teran (1.692 hl) (tablica 7).

Od 1. kolovoza 2011. godine podatke o vinogradarskim površinama u Republici Hrvatskoj (kao Vinogradarski registar) vodi Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju. Po tim podacima, koji su egzaktni, na dan 4. listopada 2011. najzastupljenija sorta u istarskim vinogradima bila je Malvazija istarska, za-

Tablica 6. Promet vina po kategorijama kakvoće u Istarskoj županiji u 2009. i 2010. godini
Table 6. *Wine market according to wine quality categories in Istria county in 2009. and 2010.*

Kategorija kakvoće / *Wine quality categories*	2009.	2010.
	Količina (hl) *Quantity (hl)*	
Vrhunsko vino	2.532,23	3.958,02
Kvalitetno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom	39.145,50	36.778,74
Stolno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom	648,00	750,00
Stolno vino bez oznake zemljopisnog podrijetla	19.431,95	26.621,15
Kvalitetno pjenušavo vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom	-	160,50
Stolno pjenušavo vino	184,00	-
Desertno kvalitetno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom	-	4,00
Desertno vino	8,50	-
Drugi proizvodi od grožđa i vina	20,00	-
Ukupno	61.970,18	68.272,41

Izvor: Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 05.10.2011.

tim Merlot, Teran, Cabernet Sauvignon, Refošk, Chardonnay, Borgonja itd. (tablica 8). Prema podacima istog registra, broj poljoprivrednih gospodarstava koja se bave vinogradarskom proizvodnjom iznosio je 2.553, broj vinograda 5.816, dok je pod vinogradima bilo evidentirano 2.780 ha.

Tablica 7. Vodeće sorte u prometu u Istarskoj županiji u 2010. godini
Table 7. *Main varieties in market in Istria county in 2010.*

Naziv vina *Name of wine*	Sorta vinove loze *Grapevine variety*	Količina (hl) *Quantity (hl)*
"TERAN"	TERAN	1.692,36
"CHARDONNAY"	CHARDONNAY	2.120,59
"CABERNET SAUVIGNON"	CABERNET SAUVIGNON	3.396,37
"MERLOT"	MERLOT	6.271,20
MALVAZIJA ISTARSKA	MALVAZIJA ISTARSKA	22.332,33

Izvor: Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 05.10.2011.

Tablica 8. Površine i sortiment vinograda u Istarskoj županiji u 2011. godini

Table 8. *Viticulture area and varieties in Istria county in 2010.*

Sorta *Variety*	Površina u ha *Area in ha*	Udio (%) *Proportion (%)*
Malvazija istarska	1.529,38	55,0
Merlot	293,5	10,6
Teran	175,15	6,3
Cabernet Sauvignon	166,52	6,0
Refošk	136,13	4,9
Chardonnay	121,48	4,4
Borgonja	47,18	1,7
Cabernet Franc	45,48	1,6
Trebbiano Toscano	42,48	1,5
Muškat Momijanski	33,2	1,19
Pinot bijeli	17,67	0,63
Ancellotta	16,3	0,58
Pinot sivi	12,88	0,46
Syrah	12,87	0,46
Muškat ruža Porečki	12,3	0,44
Sauvignon	12,18	0,43
Muškat žuti	9,26	0,33
Vranac	8,42	0,30
Ostale sorte	87,88	3,16

Izvor: Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju – Vinogradarski registar na dan 04.10.2011.

PROMIŠLJANJE O VINOGRADARSTVU I VINARSTVU U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA ISTRE

THE REFLECTION ON VITICULTURE AND WINE PRODUCTION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ISTRIA

Osnovne ocjene stanja vinogradarstva i vinarstva u istri

General assessment of the situation of viticulture and wine production in Istria

Vinogradarsko-vinarska proizvodnja za Istru je važna poljoprivredna grana s višestoljetnom tradicijom. Istra posjeduje gotovo idealne klimatske uvjete za proizvodnju najkvalitetnijih svjetskih vina. Genetski potencijal nekih autohtonih sorti

omogućava proizvodnju svjetski vrhunske kvalitete, a posebno najzastupljenije sorte Malvazije istarske. Razvoj vinogradarstva u zadnjem desetljeću temeljen je na autohtonim sortama vinove loze, ponajprije Malvaziji istarskoj od bijelih i Teranu od crnih sorti.

Razvoj vinarstva temelji se na najnovijim tehnološkim rješenjima (kontrolirana hlađena fermentacija mošta, hladna maceracija masulja, sur lies…) koja zadovoljavaju kriterije za proizvodnju vina najviše kvalitete.

Prema podacima iz studije Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču, 2004. godine u Istri je bilo: više od 2.200 malih podruma kapaciteta do 300 hektolitara, 30 srednje velikih kapaciteta 3 – 10 vagona, 15 velikih kapaciteta 10 – 300 vagona i 3 vrlo velikog kapaciteta –preko 300 vagona.

Zadnjih desetak godina Istra je u Hrvatskoj preuzela primat u proizvodnji kvalitetnih vina. Izgrađen je fenomenološki posve nov odnos prema kulturi uživanja u vinima. Uz vinske ceste izraslo je 70-ak većinom novih vinskih podruma. Među njima je sve veći broj mladih vinara koji – spajajući tradicionalno i moderno poimanje proizvodnje i vođenja poslovanja – bilježe zavidne rezultate na domaćim i inozemnim tržištima.

Autohtona vina s posebnostima tog podneblja prezentirana su kao dio turističke ponude, kroz vinske ceste Istre. U Istri je sedam vinskih cesta sa 110 vinskih punktova. Vinski punktovi zadovoljavaju visoke estetske i kvalitativne zahtjeve, što omogućuje degustaciju i direktnu prodaju ekskluzivnog proizvoda. Danas su prepoznatljiv i uobličen turistički proizvod koji se iz godine u godinu upotpunjuje i usavršava. Tu se radi o sveobuhvatnom procesu tradicijske, kulturološke, gospodarske i turističke naravi te dinamičnom usponu koji ima dovoljno prostora za kvalitativnu i kvantitativnu nadgradnju.

Strateški ciljevi razvoja vinogradarstva i vinarstva u Istri

Strategic goals for the development of viticulture and wine production in Istria

Socioekonomski i socioekološki aspekti moraju postati osnova razvoja vinogradarstva i vinarstva kao najvažnije grane poljoprivredne proizvodnje u Istri. Taj temeljni aspekt mora se očitovati: u zadržavanju stanovništva na ruralnom prostoru, osiguranju srednjeg do visokog standarda i visoke kakvoće življenja te u upravljanju gospodarstvom koje će biti pokretačka snaga cijelog područja. Obiteljska poljoprivredna gospodarstva trebaju postati osnovne proizvodne jedinice vinogradarsko-vinarskog sustava. Kroz primjeren, ali moderan razvoj treba valorizirati povijesne značajke ruralnog prostora, posebno malih sredina. Zaštita prostora od gospodarske i sociološke erozije, očuvanje prostora od agresivnih čimbenika (cesta, neekoloških tvornica i drugih onečišćivača), poticanje i razvoj bioraznolikosti (mali nasadi

na posebnim položajima) te visok standard u arhitekturi pejzaža, kojim dominiraju vinogradi svojom ljepotom, trebaju postati temelj modela daljnjeg razvoja.

Potrebno je razvijati vinogradarstvo i vinarstvo koristeći se najsuvremenijim tehnološkim dostignućima, koja će korištenjem znanja i mehanizacije omogućiti da te grane proizvodnje postanu ekološke te radno manje intenzivne, da postanu mjesto okupljanja obitelji, prijatelja i znanaca, mjesto liječenja današnjega neurotičnog i napetog čovjeka, mjesto relaksacije turista, ali i prednost koja će područje Istre odrediti kao njihovu destinaciju. Tako će ta grana poljoprivredne proizvodnje postati simbol otpora nepotrebnoj globalizaciji i grana kojoj će se vraćati sve više mladih ljudi.

Osnovne postavke razvoja vinogradarstva globalno se trebaju odvijati nasljeđivanjem, njegovanjem, stvaranjem, poticanjem i valorizacijom različitosti.

Mjere za ostvarenje strateških ciljeva

Measures to achieve strategic goals

U vinogradarstvu su mjere za ostvarenje strateških ciljeva sljedeće: sadnja novih vinograda, i to pretežno autohtonih sorti, njegovanje vinogradarskih položaja uz seoska područja, primjena suvremenih tehnologija s težnjom da se radni zahvati maksimalno mehaniziraju, integrirana proizvodnja, ekološko vinogradarstvo, podizanje matičnih nasada autohtonih sorti, navodnjavanje i zaštita od tuče te izgradnja adekvatne putne mreže u vinogradima.

Mjere za ostvarenje strateških ciljeva u vinarstvu jesu: stvaranje prepoznatljivih brendova, primjena suvremenih tehnoloških rješenja, kontrola kvalitete (ZOI i ZOZP) i sljedivost proizvoda, legalizacija postojećih podruma, izgradnja novih i opremanje postojećih podruma, izgradnja destilerija, izgradnja kompostane i/ili energane za drop te ekološko zbrinjavanje otpadnih voda.

Ekonomski su aspekti ostvarenja strateških ciljeva: promidžba RH kao vinarske zemlje, mijenjanje društvenog odnosa prema vinu, promidžba teritorija, promidžba tipičnih proizvoda, primjerene kreditne linije i potpore za osiguranje konkurentnosti, povezivanje s restoranima i ugostiteljskim objektima, organiziranje raznih promotivnih akcija, proširivanje vinskih cesta na vinograde, provođenje financijskih propisa po standardima EU te uspostavljanje primjerenog odnosa cijena u svim fazama, od proizvodnje grožđa do potrošnje vina.

Organizacijski su aspekti ostvarenja strateških ciljeva ovi: formiranje udruženja i raznih oblika povezivanja u svim fazama rada, osnivanje zadružnih podruma ili zajedničkih podruma te povezivanje sa svim oblicima ugostiteljske i turističke djelatnosti na razne načine.

Ostale mjere uključuju: permanentno i cjeloživotno obrazovanje proizvođača (tečajevi, savjetovanja i drugo), organiziranje primijenjenog znanstvenoistraživačkog rada u vinogradarstvu i vinarstvu, organiziranje kvalitetne savjetodavne službe, te-

meljno osposobljavanje svih proizvođača kroz specijalizirane module obrazovanja, očuvanje prirodnih, kulturoloških, graditeljskih i tradicijskih vrijednosti, očuvanje i unaprjeđenje krajobrazne vrijednosti te poticanje i povezivanje komplementarnih djelatnosti s tom branšom (građevina, arhitektura, ekonomija, pravo, ugostiteljstvo svih specijalnosti, informatika, strojarstvo, ekologija, povijest i druge).

ZAKLJUČCI / *CONCLUSIONS*

Vinogradarstvo i vinarstvo u Istri u povijesti su bili osnovna grana poljoprivredne proizvodnje, a dugi niz godina i najvažnija gospodarska aktivnost koja je omogućavala opstanak ljudi na tom prostoru.

Danas su vinogradarstvo i vinarstvo najvažnija grana u poljoprivredi i čine osnovu za življenje u ruralnom prostoru Istre.

Razvijanjem vinogradarstva i vinarstva na povijesnim temeljima, prema sadašnjim dosezima i saznanjima te uz poštivanje najviših standarda socioekonomskog i socioekološkog aspekta razvoja u budućnosti, oni će postati nezaobilazni nositelji ukupnog razvoja Istre.

Literatura / *References*

Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, 2011: Vinogradarski registar.

Hrvatska gospodarska komora, Županijska komora Pula, Odsjek za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo, 2001: Statistički ljetopis Republike Hrvatske.

Peršurić, Đ., A. Milotić, B. Sladonja, M. Oplanić, M. Staver, D. Gluhić, E. Šetić, 2004: Osnovne naznake strategije razvoja vinogradarstva i vinarstva te operativni program podizanja novih nasada vinograda i izgradnje vinarskih kapaciteta u Istarskoj županiji.

Peršurić, Đ., 2005: Vinogradarstvo. Istarska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 872-873.

Peršurić, Đ., S. Radeka, A. S. Ilak Peršurić, M. Bubola, 2011: Vinogradarstvo i vinarstvo u funkciji održivog razvoja Istre. U: S. Matić, F. Tomić, I. Anić (ur.), Znanstveni skup Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog sredozemlja na pragu Europske unije, Zbornik sažetaka Izdavač, Zagreb, 33-33.

Peršurić, Đ., A. Milotić, 2005: Razvoj poljoprivrede u Istarskoj županiji do 2005. godine

Radna grupa Predsjednika Republike Hrvatske, 2000. Prijedlog strategije razvitka agrara i područja od posebne državne skrbi.

Staver, M., 2005: Vinarstvo. Istarska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 869-870.

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2008: Strateški program ruralnog razvoja Istarske županije (2008.-2013.).

Vivoda, V., 1988: Povijest vinogradarstva Istre od 1841. do 1941. g. Gospodarstvo Istre, 1(2): 3-21.

Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 2010: Upisnik proizvođača grožđa, vina i voćnih vina.

The Role of Viticulture and Wine Production in the Sustainable Development of Istria

Summary

The paper presents basic data and the current situation concerning viticulture (surface, varieties and technology), wine production (wine cellars, technology, quality and marketing) and producers involved in this production in Istria. The main strategic objectives of these major economic sectors of agricultural production, which historically provides the sustainable development of rural areas in Istria, are defined here. Based on the situation and the assumed strategic objectives, measures are proposed for the realization of the latter. In conclusion, it is established as an indisputable fact that viticulture and wine production have always represented and will continue to present in the future an indispensable resource of the overall development of Istria.

Keywords: *viticulture; wine production; sustainable development; Istria.*

Doc. dr. sc. Đordano Peršurić,
Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, HR-52440 Poreč, Hrvatska.
E-mail: djordano@iptpo.hr

Doc. dr. sc. Sanja Radeka,
Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, HR-52440 Poreč, Hrvatska.

Doc. dr. sc. Anita Silvana Ilak Peršurić,
Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, HR-52440 Poreč, Hrvatska.

Doc. dr. sc. Marijan Bubola
Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, HR-52440 Poreč, Hrvatska.

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U POLJOPRIVREDI S NAGLASKOM NA MEDITERAN

RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN AGRICULTURE WITH THE EMPHASIS ON THE MEDITERRANEAN

Tajana Krička, Franjo Tomić, Neven Voća, Slavko Matić, Nikola Bilandžija, Ana Matin, Vanja Jurišić

Sažetak

Industrija proizvodnje vina i maslinova ulja vrlo je važna za poljoprivredu Republike Hrvatske. Zbrinjavanje otpada iz te industrije zakonska je obveza u Europskoj uniji, a u Hrvatskoj je, Pravilnikom o ekološkoj proizvodnji u uzgoju bilja i u proizvodnji biljnih proizvoda, definirano da se otpad iz poljoprivredne proizvodnje ne može rabiti bez njegove određene obrade. Orezana biomasa, kao i komine grožđa i masline, mogu biti vrijedne sirovine, a osobito se mogu dobro iskoristiti za proizvodnju zelene energije. U ovom će se radu istražiti goriva i negoriva svojstva navedenih sirovina radi proizvodnje toplinske energije te teoretski energetski potencijal na području jadranske Hrvatske (Mediteran).

Ključne riječ: biomasa; orezani ostatci; komine; vinova loza; maslina; energetska vrijednost; obnovljivi izvori energije.

UVOD / *INTRODUCTION*

Europska unija, ali i cijeli svijet, danas su suočeni s činjenicom da su izvori fosilnih goriva iscrpljeni. Zbog toga je upotreba fosilnih goriva opterećena i političkim, ali prije svega ekološkim posljedicama. Istovremeno, Europska unija i svijet više nego ikada ovise o cijeni nafte (Tomić i Krička 2007). Na temelju toga pojava biogoriva kao alternativnih energenata (uslijed pojave viška žitarica u 80-im godinama prošlog stoljeća) dovela je do toga da je EU uvela Energetsku strategiju za Europu do 2020. godine. U njoj su postavljena tri glavna cilja, i to: održivost (za područje zaštite okoliša), konkurentnost (prikaz troškova), sigurnost opskrbe (razvoj tehnika i tehnologija), poznatije kao 3 x 20. To zapravo znači smanjenje stakleničkih plinova za 20%, smanjenje ukupne potrošnje energije za 20% te pove-

ćanje svih obnovljivih izvora za 20%, s time da se 10% biogoriva mora potrošiti u prometu (2009/28/EC).

U Hrvatskoj, ali i u EU, postoji mnogo poljoprivrednih tvrtki koje odlažu veliku količinu ostataka, odnosno biomase, iz svoje proizvodnje na odlagališta, bez njihove daljnje uporabe (Tomić i Krička 2007; Hoogwijk i dr. 2009). Pod pojmom biomase podrazumijevaju se sve biorazgradljive tvari biljnog i životinjskog porijekla dobivene iz ostataka poljoprivredne i šumarske industrije. Ona dorađena ili prerađena može biti u čvrstom (npr. rinfuza, peleti, briketi, bale), tekućem (npr. biodizel, bioetanol, bimetanol, ETBE) i plinovitom stanju (npr. bioplin, deponijski plin, plin iz rasplinjavanja biomase) te je kao takva biomasa treća po veličini primarna energija u svijetu, odmah nakon nafte i ugljena (Purohiti i dr. 2006; Zeng i dr. 2010).

Jedna od osnovnih prednosti biomase jest, ako se želi upotrebljavati, da se najčešće nalazi na mjestu potrošnje ili u njegovoj blizini, što su povoljni uvjeti za njezino korištenje radi zadovoljavanja lokalnih energetskih potreba. Nadalje, njezina je prednost i u velikoj količini, ali nedostatak se očituje u periodičnosti nastajanja (poglavito poljoprivredna biomasa), što sa sobom povlači i pitanje njezina skladištenja (Voća i dr. 2008).

Poljoprivredna biomasa podijeljena je na biomasu iz bilinogojstva (slama, kukuruzovina, ostatci nakon rezidbe trajnih nasada), zatim ostatci iz stočarstva i stajski gnoj te ostatci iz proizvodnje i prerade poljoprivrednih sirovina u prehrambenoj industriji. U Hrvatskoj je biomasa široko i gotovo jednako rasprostranjena s odličnim tehničkim potencijalom (Tomić i dr. 2008). Međutim, potrebno ju je upotrebljavati na energetski učinkovit način, kao što je to pravilo u zemljama EU (van Dam i dr. 2007).

Hrvatska ima velike mogućnosti za proizvodnju obnovljivih izvora energije. Danas je dostupno oko 2 milijuna t/god šumske biomase, 1,3 milijuna t/god poljoprivredne biomase i oko 150.000 t/god biomase iz prehrambene industrije, što je ekvivalent količini većoj od 900.000 tona nafte godišnje (Tomić i dr. 2008).

POTENCIJAL OSTATAKA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE S NAGLASKOM NA MEDITERAN

AGRICULTURAL PRODUCTION RESIDUES POTENTIAL WITH THE EMPHASIS ON THE MEDITERRANEAN

Postoje razne mogućnosti za iskorištenje ostataka poljoprivredne proizvodnje, i to: kompostiranje (organsko gnojivo), hrana za životinje, spaljivanje (toplinska energija) fermentacija (alkohol), anaerobna fermentacija (bioplin) te ostali načini sanacije. Ovisno o tipu biomase, određuje se način njezina iskorištenja.

Prema NUTS-u II, Hrvatska je podijeljena u tri strateške regije, i to na Sjeverozapadnu Hrvatsku, Središnju i Istočnu Hrvatsku (Panonska) te Jadransku Hrvat-

sku. Sjeverozapadna obuhvaća 15% ukupne površine, Panonska 41%, a Jadranska Hrvatska 44%. Na području Mediterana općenito, pa tako i na području Jadranske Hrvatske, važnije su gospodarske grane vinogradarstvo i maslinarstvo te proizvodnja vina i maslinova ulja.

Svake godine u vinogradarskoj i vinarskoj industriji te maslinarstvu nastaje velika količina biomase koja se najčešće spaljuje ili se usitnjava i zaorava u tlo. U oba slučaja ostaci nakon rezidbe, kao energetski vrijedan i količinski važan izvor energije, nepovratno su izgubljeni. U fazi mirovanja količina orezane biomase u vinogradarstvu kreće se oko 4,5 t/ha, a u maslinarstvu oko 2,5 t/ha. Nadalje, na području Jadranske Hrvatske godišnje ostane oko 97 tisuća tona orezane vinove loze te približno 38 tisuća tona orezane masline (Krička i dr. 2011).

Nakon proizvodnje vina i maslinova ulja ostaju znatne količine komine grožđa i maslina. Komina grožđa sastoji se od približno 55 – 60% vode (ovisno o primijenjenoj tehnologiji), dok ostatak čini suha tvar. Upravo zbog visokog udjela vode, taj organski ostatak ima vrlo ograničeno vrijeme skladištenja, od svega nekoliko dana. Iz toga razloga komina grožđa mora proći kroz proces dorade, odnosno otklanjanja suvišne vode (primjerice sušenjem zagrijanim zrakom) kako tijekom dugotrajnijeg skladištenja ne bi došlo da znatnijih negativnih promjena u njezinu kemijskom sastavu (Gögüs i Maskan 2006).

Komina masline koja preostaje ekstrakcijom ulja iz maslina jest kašasta masa ostataka pulpe i koštice ploda koja sadrži veliku količinu organske tvari, u čemu i oko 4% ulja, zbog koje komina masline ima velik potencijal u proizvodnji zelene energije. Ona se sastoji od kožice ploda, pulpe i dijelova koštice, a glavni su kemijski sastojci celuloza, proteini, voda, polifenoli i ulje. Udio vode u komini varira ovisno o procesu prerade maslina 45 – 60%. U komini dobivenoj prešanjem udio vode niži je nego kod one dobivene procesom centrifugiranja (Arvanitoyannis i dr. 2006, Miranda i dr. 2007). Procjenjuje se da na području Jadranske Hrvatske godišnje ostaje približno 12,5 tisuća tona komine grožđa i 12 tisuća tona komine masline (Krička i dr. 2011).

S obzirom na to da za energetsko iskorištenje orezane biomase voćnih vrsta norma još nije definirana, dobiveni su rezultati uspoređeni s vrijednostima propisanim normom ISO CEN/TS 14961 (2005) za širokolisnu šumsku biomasu, kao najsličniju kategoriju u navedenoj normi. Navedena norma propisuje vrijednosti za kominu grožđa i maslina kao nusproizvode nakon proizvodnje vina, odnosno maslinova ulja.

Kako je već prethodno objašnjeno, istraživana orezana biomasa uspoređivana je s normom CEN/TS 14961 (2005) za širokolisnu šumsku biomasu, jer za orezanu biomasu iz trajnih nasada norma još nije definirana. Prema normi CEN/TS 14961 (2005), vrijednosti za ugljik, vodik, dušik, kisik i sumpor iznose redom 49%, 6,2%,

0,1%, 44%, 0,02%. Nadalje, navedenom normom propisuje se donja ogrjevna vrijednost, koja iznosi 18.9 MJ/kg, dok prosječna vrijednost pepela iznosi 0.3%. Količina isparljivih tvari u gorivima iz biomase visoka je te obično varira između 76 i 86 % u drvnoj biomasi, kao i fiksirani ugljik 15 i 25% (Vanloo i Koppejan, 2002). Suárez-García i dr. (2002), Krička i dr. (2010) navode da udio vlage orezane vinogradarske biomase iznosi između 4,6 i 10,19%, dok se ona u maslinicima kreće između 6,24 i 10,21%. Navedeni parametri (udio vlage, isparljive tvari, fiksirani ugljik) nisu definirani normom CEN/TS 14961 (2005).

Za razliku od orezane biomase, normom CEN/TS 14961 (2005) propisuju se standardi za komine grožđa i maslina. Vrijednosti komine grožđa za ugljik, vodik, dušik, kisik i sumpor iznose 54%, 6,8%, 0,8 – 1,6%, 33%, 0,2%, a za kominu masline 45,7 – 52,3%, 4,6 – 6,3%, 1,4-2,7%, 33%, 0,5%, redom. Nadalje, za kominu grožđa donja ogrjevna vrijednost iznosi približno 19 MJ/kg i pepela 6 – 13 %, dok one za kominu masline iznosi 18,1 – 20,7 MJ/kg i 3,4 – 11,3%.

Vrijednosti udjela vlage, isparljivih tvari i fiksiranog ugljika nisu, kao ni u slučaju širokolisne šumske biomase, propisane normom CEN/TS 14961 (2005). Nadalje, Miranda i dr. (2007); Celma i dr. (2007); Fernández Llorente i Carrasco García (2008) istraživali su udio vlage, fiksiranog ugljika i pepela u kominama grožđa i maslina. Prosječne vrijednosti vlage iznose (komina grožđa 3,8 – 11,45%, maslina 4,6 – 12,20%), isparljive tvari (komina grožđa 62,51%, maslina 64,77 – 76,00%), fiksiranog ugljika (komina grožđa 20,74%, maslina 19,70%).

Na temelju svega navedenoga, cilj ovoga rada jest utvrditi gorive tvari (ugljik, vodik, kisik, sumpor), negorive tvari (voda, pepeo, fiksirani ugljik, dušik) i donju ogrjevnu vrijednost te teoretski energetski potencijal biomase i komine iz vinogradarstva, vinarstva, maslinarstva i uljarstva.

MATERIJALI I METODE / *MATERIALS AND METHODS*

U istraživanju je korištena orezana biomasa iz vinogradarstva i maslinarstva te ostatci (komine) nakon prešanja grožđa, odnosno maslina. Uzorci su uzeti neposredno nakon rezidbe, odnosno prešanja (u trajnim nasadima, vinarijama i uljarama), gdje se orezana i prešana biomasa ujedno odmah i vagala.

Nakon uzorkovanja, sva istraživana biomasa bila je samljevena na mlinu IKA MF 10 s prosječnim promjerom većim od 0,5 mm. Mljeveni uzorci sušeni su u tankom sloju prirodnim načinom nekoliko dana. Kako je orezana biomasa uzeta od različitih sorti i uzgojnih oblika te iz nasada različitih starosti, nakon mljevenja i sušenja pristupilo se razdjeljivanju uzoraka kako bi se dobio reprezentativan homogeni uzorak za daljnja istraživanja. Uzorci svake zasebno istraživane biomase međusobno su izmiješani te su potom razdijeljeni u razdjeljivaču koji sadrži dvije

podjele, a svaka podjela po osam potpodjela (NN 04/05). Isti postupak proveden je i za istraživane komine, s obzirom na to da su istraživani uzorci uzeti od različitih sorti grožđa, odnosno maslina.

Istraživani uzorci (orezana biomasa u vinogradima i maslinicima, komine grožđa i maslina) bili su analizirani na sadržaj vlage (NREL/TP-510-42621), isparljive tvari (CEN / TS 15148:2005), fiksirani ugljik i pepeo (NREL/TP-510-442). Sadržaj ugljika, vodika, dušika i sumpora određeni su pomoću normi S 15104:2005 i CEN / TS 15289:2006, kao i donja ogrjevna vrijednost (CEN/TS 14918:2005).

Sve istraživane analize rađene su u tri ponavljanja, te su na temelju tih vrijednosti izračunate srednje vrijednosti za svaku pojedinačnu analizu.

REZULTATI I RASPRAVA / *RESULTS AND DISCUSSION*

Kako bi se mogli uspoređivati različiti tipovi biomase, provedene su analize nesagorivih i gorivih tvari te donje ogrjevne vrijednosti, koji su dobivene kemijskim analizama istraživanih sirovina (tablica 1 i 2).

Tablica 1. Srednje vrijednosti kemijskih analiza istraživane orezane i prešane biomase (na suhu tvar)

Table 1. *Mean values of chemical analysis of investigated pruned and pressed biomass (in dry matter)*

Skupina uzoraka *Biomass sample*	Izvor biomase *Source of biomass*	Vlaga *Moisture* (%)	Pepeo *Ash* (%)	C_{fix} C_{fix} (%)	Isparljive tvari *Volatile matter* (%)	Donja ogrjevna vrijednost *Lower heating value* (MJ kg^{-1})
orezana biomasa *prunned biomass*	vinogradi *vineyards*	8,79	2,32	17,13	71,75	17,074
	maslinici *olive groves*	10,07	6,04	15,78	72,92	15,622
prešana biomasa *pressed biomass*	vinarije *wineries*	7,01	6,07	22,92	59,81	20,155
	uljare *millses*	6,62	5,58	21,62	66,18	18,975

Uspoređujući analizirane rezultate iz tablice 1 (vlaga, pepeo, fiksirani ugljik, isparljive tvari, donja ogrjevna vrijednost) s onima propisanim normom CEN/TS 14961 (2005) i s navedenim literaturnim podatcima, može se utvrditi da su gotovo sve dobivene istraživane vrijednosti ili u skladu s literaturnim i normiranim vrijednostima ili neznatno odstupaju od njih. Veće odstupanje uočava se jedino kod postotnog udjela pepela, što se i za poljoprivrednu biomasu i očekivalo. Naime, ako

bi ga se usporedilo s literaturnim podatcima a ne s normom za šumsku biomasu, pepeo bi bio u skladu s literaturom. Iz tablice 1 također se može zaključiti da je ogrjevna vrijednost goriva koja se oslobađa pri potpunom izgaranju istraživane orezane biomase i komine veća (osim biomase masline), čak i od one koja se oslobađa prilikom sagorijevanja mrkog ugljena (17 MJ/kg), što ukazuje na istraživanu biomasu kao visokovrijedan energent. Visok sadržaj isparljivih sastojaka u suhoj masi omogućava besprijekornu upotrebu u ložištima za sagorijevanje biomase.

Kako bi se mogla procijeniti energetska vrijednost, ali i ekološka vrijednost istraživanih biomasa, analizirani su ugljik, vodik, dušik, kisik i sumpor. U tablici 2 dani su rezultati tih analiza.

Tablica 2. Srednje vrijednosti analiza istraživanih uzoraka biomase C, H, N, O, S (na suhu tvar)
Table 2. *Mean values of chemical analyses of investigated biomass samples C, H, N, O, S (in dry matter)*

Skupina uzoraka *Biomass sample*	Izvor biomase *Source of biomass*	Analize – *Analyses* (%)				
		C	H	N	O	S
orezana biomasa *prunned biomass*	vinogradi *vineyards*	48,22	6,76	0,66	44,15	0,21
	maslinici *olive groves*	47,08	6,22	0,80	45,70	0,20
prešana biomasa *pressed biomass*	vinarije *wineries*	54,04	6,03	1,82	37,60	0,15
	uljare *millses*	54,60	7,70	1,65	35,98	0,07

Dobivene su vrijednosti također u skladu ili s minimalnim odstupanjima od norme CEN/TS 14961 (2005) i literaturnih podataka. Nadalje, veća odstupanja uočena su samo kod uzoraka vinove loze i maslina kod udjela dušika i sumpora tijekom usporedbe s navedenom normom, ali su i dalje unutar okvira literaturnih podataka hortikulturne orezane biomase. Pregledom analiziranih podataka iz tablice 2 može se uočiti da su istraživani uzorci, uza svoje visokovrijedne energetske karakteristike, i ekološki prihvatljiv energent.

S obzirom na to da je Hrvatska postavila za cilj da će do 2020. godine iz poljoprivrede i šumarstva upotrebljavati 26 PJ energije (NN 130/2009), potrebno je ukazati na potencijal biomase koji proizlazi iz vinogradarstva i maslinarstva, odnosno proizvodnje vina i maslinova ulja. Iz provedenih istraživanja proizlazi da teoretski energetski potencijal Jadranske Hrvatske iznosi 2,5 PJ, što ukupno čini nešto više od 9,5% od obvezujuće vrijednosti.

ZAKLJUČAK / *CONCLUSION*

Od svih obnovljivih izvora energije, najveći doprinos u bližoj budućnosti očekuje se iz biomase. Poljoprivredna biomasa u Hrvatskoj, pa tako i na Mediteranu, ima velik potencijal u proizvodnji toplinske i električne energije. Nusproizvodi u vinogradarstvu i maslinarstvu, odnosno proizvodnja vina i maslinova ulja, velik su potencijal u proizvodnji energije. Iskorištenjem navedene biomase Hrvatska bi smanjila ovisnost o uvoznoj energiji, ali ujedno i ostvarila bitnu „pomoć" u ostvarenju 20-postotnog udjela obnovljivih izvora energije od EU. Industrija proizvodnje vina i maslinova ulja u Hrvatskoj uglavnom nema iskustva u pripremi i korištenju biomase u proizvodnji energije. S obzirom na to da se dosad orezana biomasa zbrinjavala isključivo spaljivanjem nakon prikupljanja, a komina zaoravala ili nepravilno uskladištavala, javila se potreba za uvođenjem novih tehnologija u procesu zbrinjavanja tog materijala. Uvođenje novih tehnologija korištenja biomase za proizvodnju zelene energije, uz istodobnu zaštitu okoliša, najvažniji je zadatak u budućem korištenju biomase, kako u EU, tako i u Hrvatskoj.

Literatura / *References*

Arvanitoyannis, I. S., D. Ladas, A. Mavromatis, 2006: Wine waste treatment methodology. International Journal of Food Science and Technology, 41:1117–1151.

Celma, A. R., S. Rojasa, F. Lopez-Rodrıguez, 2007: Waste-to-energy possibilities for industrial olive and grape by-products in Extremadura, Biomass and Bioenergy 31: 522-534.

Fernández Llorente M. J., J. E. Carrasco García, 2008: Suitability of thermo-chemical corrections for determining gross calorific value in biomass. Thermochimica Acta, 468: 101-107.

Gögüs, F., M. Maskan, 2006: Air drying characteristics of solid waste (pomace) of olive oil processing. Journal of Food Engineering, 72: 378-382.

Hoogwijk, M., A. Faaij, B. De Vries., W. Turkenburg, 2009: Exploration of regional and global cost–supply curves of biomass energy from short-rotation cultures at abandoned cultureland and rest land under four IPCC SRES land-use scenarios. Biomass and Bioenergy, 33:26-43.

Krička, T., N. Voća, T. Brlek Savić, N. Bilandžija, S. Sito, 2010: Higher heating values estimation of horticultural biomass from their proximate and ultimate analyses data. International Journal of Food, Agriculture & Environment-JFAE, 43:767-771.

Krička, T., F. Tomić, S. Matić, N. Voća, 2011: Obnovljivi izvori energije u poljoprivredni s naglaskom na Mediteran. Predavanje, Znanstveni skup šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog sredozemlja na pragu europske unije. Split 13-14. 10. 2011.

Miranda, M. T., A. Cabanillas, S. Rojas, I. Montero, A. Ruiz, 2007: Combined combustion of various phases of olive wastes in a conventional combustor. Fuel, 86: 367-372.

Purohit, P., A. K. Tripathi, T. C. Kandpal, 2006: Energetics of coal substitution by briquettes of agricultural residues. Energy, 31: 1321-1331.

Tomić, F., T. Krička, 2007: Startegy for production and use of biofuels in the European Union, Agriculture and forestry as producer of renewable energy sources. Croatian Academy of Sciences and Arts, 43-52.

Tomić, F., T. Krička, S. Matić, 2008: Available agricultural surfaces and potentials for biofuels production in Croatia. Šumarski list, 7-8: 323-330.

Uárez-García, F., A. Martínez-Alonso, M. J. Fernández Llorente, M. D. Tascón, 2002: Inorganic matter characterization in vegetable biomass feedstocks Fuel, 81:1161-1169.

Van Dam, J., A. P. C. Faaij, I. Lewandowski, G. Fischer, 2007: Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios. Biomass and Bioenergy, 31:345-366.

Vanloo, S., J. Koppejan, 2002: Handbook of Biomass Combustion and Co-Firing. Twente University Press, Enschede, Netherlands.

Voća, N., T. Krička, V. Janušić, Ž. Jukić, A. Matin, D. Kiš, 2008: Fuel Properties of Biodiesel Produced from Different Raw Materials in Croatia. Strojniški vestnik – Journal of mechanical engineering, 25: 232-244.

Zeng, X. Y., Y. T. Ma, L. R. Ma, 2010: Utilization of straw in biomass energy in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11:7261-7266.

CEN/TS 14961 (2005) Solid biofuels norm - Fuel specifications and classes - Part 1: General Requirements.

2009/28/EZ Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

NUTS klasifikacija u Republici Hrvatskoj,

www.undp.hr/upload/file/198/99182/FILENAME/NUTS_klasifikacija_pojasnjenje.doc

Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske, Narodne novine (130/2009)

Renewable Energy Resources in Agriculture with the Emphasis on the Mediterranean

Summary

The olive and grape agro-industry have a major economic importance in the Republic of Croatia. In the EU, the sanation of waste from these industries is regulated by mandatory EU legislation, and in Croatia, the Ordinance on the Organic Production in Plant and Plant Products Production stipulates that the agricultural waste may not be reused without prior treatment. Prunned biomass, as well as the grape and olive marcs, can be valuable raw materials, especially when utilised for the green energy production. In this paper, proximate and ultimate properties for the thermal energy production of the mentioned raw materials is examined, as well as the theoretical energy potential of the Croatian Mediterranean area.

Keywords: *biomass; prunning residues; marcs; grapevine; olive; energetic value; renewable energy sources.*

Prof. dr. sc. Tajana Krička,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb, tkricka@agr.hr

Akademik Franjo Tomić,
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10000 Zagreb

Izv. prof. dr. sc. Neven Voća,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

Akademik Slavko Matić,
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10000 Zagreb

Nikola Bilandžija, dipl. ing.,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

Dr. sc. Ana Matin,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

Dr. sc. Vanja Jurišić,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

ZAKLJUČCI SA ZNANSTVENOGA SKUPA

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo te Znanstveno vijeće za zaštitu prirode) organizirala je 13. – 14. listopada 2011. znanstveni skup *Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Europske unije.* Skup je održan u Akademijinu Zavodu za znanstveni i umjetnički rad u Splitu.

Rad na znanstvenom skupu odvijao se u sklopu šumarske i poljoprivredne sekcije. Tema Šumarske sekcije bila je *Gospodarski i općekorisni značaj šuma hrvatskog Sredozemlja*, a tema Poljoprivredne sekcije *Stanje i smjernice razvoja poljoprivrede na jadranskome području*.

Ciljevi Šumarske sekcije bili su prezentirati znanstvenoj i stručnoj javnosti gospodarske i općekorisne posebnosti i vrijednosti šuma hrvatskog Sredozemlja, mogućnosti strateškog planiranja u odnosu na šume i šumska zemljišta hrvatskog Sredozemlja, važnost provedbe načela višenamjenske progresivne potrajnosti u Sredozemlju te najvažnije ugroze šuma hrvatskog Sredozemlja i postupke za poboljšanje stanja. Nakon izlaganja i rasprave na znanstvenom skupu doneseni su sljedeći zaključci za Šumarsku sekciju:

1. Šume hrvatskog Sredozemlja dio su cjelovitoga kompleksa šuma Republike Hrvatske. Prilikom planiranja, razmatranja i odlučivanja na svim razinama treba uzeti u obzir da je riječ o strateškoj bazi za razvoj šumarstva. Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta na tom prostoru iznosi 662.000 ha, od čega na obraslo šumsko zemljište otpada 86%. Struktura obraslog šumskog zemljišta pokazuje kako su najzastupljenije šume u nekome od uzgojnih oblika (71%) i šume u nekome od degradacijskih oblika (25%), dok su šumske kulture najmanje zastupljene (4%).
2. Šume Sredozemlja karakterizira visoka prirodnost bez obzira na raširenost antropogene degradacije. Sredozemne šume najvećim su dijelom prirodnoga postanka (generativnog i vegetativnog), rastu na šumskim tlima, odlikuju se visokim stupnjem biološke raznolikosti i izvornim genofondom. Šume hrasta crnike i šume hrasta medunca posebna su vrijednost i zanimljivost u vegetacijskoj slici Republike Hrvatske. Njihova rasprostranjenost i očuvanost jedinstven je primjer na krškim staništima. U tom smislu mreža zaštićenih objekata prirode, posebice

posebnih rezervata šumske vegetacije, zadovoljava brojem, ali ne i pristupom u kojem nedostaje sustavnog aktivnog postupanja.

3. Šume hrvatskog Sredozemlja oduvijek su bile izložene degradaciji. Postanak degradacijskih oblika šuma povezan je s ranom naseljenošću toga prostora i tisućugodišnjim negativnim utjecajima čovjeka i ostalih čimbenika (zoogenih, pirogenih, klimatogenih). Destruktivan odnos čovjeka prema šumi, nekontrolirane, neracionalne i neadekvatne sječe, krčenje za dobivanje poljoprivrednih i drugih površina, požari, brst i pašarenje glavni su razlozi smanjenja površine, degradiranja šuma i njihova prelaska u neki od degradacijskih oblika (makija, šikara, garig, šibljak), a koji su daljnjim procesima degradacije najčešće završavali golim kršem.

4. Šume hrvatskog Sredozemlja i danas su izložene negativnim utjecajima i degradacijskim procesima. Posebna su opasnost:

   a) ***Požari.*** Šumarska znanost i praksa imaju odgovore na mnoga pitanja o šumskim požarima koji mogu pomoći u preventivnoj i kurativnoj djelatnosti, ali se njima nedovoljno koriste ostali subjekti uključeni u zaštitu od požara. Posebna su kategorija ugroženosti neuređena – zapuštena poljoprivredna zemljišta i privatne šume na kojima izbija gotovo polovica požara. Napuštena poljoprivredna zemljišta brzo zarastu raznovrsnim biljkama koje su vrlo povoljne za nastanak i širenje požara. Slično je i s neuređenim šumama. U smislu zaštite od požara trebaju se urediti sve površine na određenom lokalitetu bez obzira na vlasništvo. Naglasak treba staviti na zapuštena poljoprivredna zemljišta, pogotovo na područjima s vrlo visokim udjelom poljoprivrednih površina poharanih požarom. Vlasnici ostalih zemljišta trebali bi se uključiti u protupožarnu zaštitu zajedno s lokalnim i državnim strukturama. Radi otklanjanja opasnosti koje može prouzročiti požar, nužno je da državna tijela, javne ustanove, jedinice lokalne uprave i samouprave, udruge građana, sredstva javnog informiranja i svi drugi subjekti zaštite od požara odgovorno provode Zakonom i drugim aktima propisane mjere koje su u njihovoj nadležnosti.

   b) ***Prenamjena.*** Zakonske i podzakonske odredbe koje su donesene u novijoj hrvatskoj povijesti omogućuju prenamjenu šuma i šumskih zemljišta u druge svrhe. Premda zamišljene u dobroj namjeri, te odredbe u praksi često dovode do pretvaranja šuma i šumskih zemljišta u nešto drugo. Ako se to radi s degradacijskim oblicima šuma kao što su makija, šikara, šibljak i garig, onda je i u tim slučajevima riječ o krčenju šuma. Degradacijski oblici šuma nastali su degradacijskim procesima iz visokih šuma i samo su prijelazni stadij u njihovoj progresivnoj sukcesiji. Primjerenim gospodarenjem degradacijski oblici šuma mogu se razviti u neki od uzgojnih oblika. To se posebice odnosi

na makiju i šikaru koje su po svim elementima šumske sastojine i izuzetan su ekološki, biološki i gospodarski potencijal. Temeljni uvjet potrajnosti jest održanje površine šuma i šumskih zemljišta, pa je svako smanjenje bez nadoknade izgubljene površine neposredan udar na to načelo.

c) ***Marginalizacija.*** Prisutna je generalna nezainteresiranost javnosti za šume, poglavito u sredozemnom području, i kada je riječ o njihovu današnjem stanju, položaju i ulozi u svekolikom razvoju zemlje. Usprkos tome što je u većem dijelu svijeta poznata i uvažavana velika važnost šuma, posebno u današnjim ekološki sve nepovoljnijim životnim uvjetima, kod nas je položaj šuma i šumarstva marginaliziran. Posebice se to odnosi na šumarsku struku bez obzira na njezin kontinuiran, 248-godišnji rad, postojanje i zasluge što i danas u europskim razmjerima imamo vrijedne šume s visokim stupnjem prirodnosti.

5. Šume i šumarstvo na našem Sredozemlju potencijal su razvoja Republike Hrvatske. Nedovoljno je prepoznata činjenica da hrvatske sredozemne šume i danas imaju svoju vrijednost posebno izraženu u općekorisnim, ali i u gospodarskim dobrima koja nam pružaju i mogu pružati u budućnosti. Te su vrijednosti mjerljive, daju se lako prepoznati i potrebno ih je iskoristiti kao potencijal razvoja šumarstva i društva u cjelini. Tako su se zbog stalne potrebe društva za energijom, pomanjkanja i visoke cijene energije iz klasičnih izvora u zadnje vrijeme razvile tehnologije dobivanja bioenergije iz svih proizvoda i dimenzija drva koje proizvodi šuma.

   Dobivanju biomase iz sredozemnih šuma za preradu i za bioenergiju prethode sustavno pošumljavanje, njega i obnova šuma. S obzirom na površine koje stoje na raspolaganju, otvorile bi se mogućnosti zapošljavanja. Istodobno, time bi se povećale kvaliteta i proizvodnost te osigurala potrajnost šuma.

   Šuma kojom se gospodari bolje ispunjava općekorisne funkcije, posebice zaštite od erozije i bujica, osigurava povoljnu mikroklimu urbanih, turističkih, poljoprivrednih i drugih površina, pitku vodu, čist zrak, ima estetski i blagotvoran zdravstveni učinak te je poželjnija turistička destinacija.

Hrvatska poljoprivreda suočena je s promjenama koje, između ostalog, traže racionalno i održivo korištenje do sada marginaliziranih potencijala Jadranske poljoprivrede regije. Na temelju iznesenih rezultata u prezentiranim referatima navodimo temeljne zaključke koji se odnose na razmatranu znanostveno-stručnu tematiku Poljoprivredne sekcije:

1. Zbog sporosti tvorbe tala na području Jadranske poljoprivredne regije, njihova djelotvorna zaštita nema alternativu! To nije samo razvojno pitanje niti je to pitanje samo jednog pokoljenja već je to pitanje opstanka, čije rješenje mora

uključiti prava onih koji tek dolaze. Tlo nas hrani i poji; prijamnik je, sakupljač, pufer i izmjenjivač štetnih tvari, a tome zahvaljujući pročistač vode; izvor stakleničkih plinova; regulator klime; riznica života i temelj biološke raznolikosti; ključni čimbenik formiranja krajobraza. U tlu se čuvaju arheološki nalazi. Trajno motrenje tala Hrvatske u okviru istraživačkih programa EU, iscrpno definirano u *Priručniku za trajno motrenje tala Hrvatske,* treba odmah započeti.

Problem koji traži neodgodivo rješavanje jest agresija na prirodu u smislu olake promjene namjene zemljišta i prireĎivanja supstrata za višegodišnje nasade mljevenjem mase kamena, tla i vegetacije na rizičnim položajima, na kojima je taj supstrat izložen prevelikom riziku opstanka. Legislativa treba propisati vrstu i slijed postupaka za odobrenje tih zahvata te uvjete odobravanja programa pod punim nadzorom struke – tloznanstvenika.

Povišeni planinski položaji s plitkim tlima, goleti i otoci, sukladno Smjernici EU 75/268, imaju uvjete za svrstavanje u Područja ograničene pogodnosti (POP), na kojima se primjenjuje Sustav gospodarenja niskog intenziteta i posebna potpora poljoprivrednicima.

EU ima poseban Ured za tlo smješten u Zajedničkom istraživačkom centru EU (JRC) u Ispri kraj Milana. Ured je osnovao Mrežu Europskog ureda za tlo (*European Soil Bureau Network* – ESBN), koja angažira tloznanstvenike svih europskih država, a kao savjetodavno tijelo opslužuje Europsko povjerenstvo (*European Commission* – EC) podacima potrebnim za vođenje djelotvorne politike gospodarenja tlom i zaštite tla.

Obrada tla sutrašnjice neće poznavati stereotipe, općenito će biti plića, a samo povremeno dublja, prema načelu: plitko okretati – duboko rahliti.

Najradikalnija promjena bit će širenje izostavljene obrade – izravne sjetve ili tzv. *no-tillage* sustava obrade.

Napuštanje plodoreda pokazalo se kao iskustvo koje nije donijelo dobra svjetskoj poljoprivredi i slijedi povratak plodoredu. Plodored je konstanta u uzgoju bilja i danas ga se, u interesu plodnosti tla i pedohigijene, treba jednako pridržavati. Za uspješan uzgoj u plodoredu treba upoznati plodorednu vrijednost, snošljivost i druge značajke usjeva važne za sastavljanje polodoreda.

2. Na jadranskom području ranije su izvedeni površinski sustavi za reguliranje suvišnih površinskih voda na 26.966 ha i podzemni sustavi na 2.074 ha. Međutim, postoji potreba za izgradnju novih sustava odvodnje na oko 40.000 ha hidromorfnih tala. Nakon izvoĎenja tih sustava odvodnje ostvarili bi se vrlo povoljni uvjeti za daljnji razvoj poljoprivrede na našem području Mediterana. Koncepcijska rješenja izgradnje novih hidromelioracijskih sustava, za regulira-

nje suvišnih voda na hidromorfnim tlima, treba prilagoditi novim uvjetima u poljoprivrednoj proizvodnji koji su limitirani pedološko-melioracijskom problematikom, imovinsko-pravnim odnosima, veličinom proizvodnih jedinica, ekonomskom opravdanosti sustava te načinom njegove izgradnje, upravljanja i pravilnog održavanja.

3. Budući da Jadransko područje, uz postojeće površine i s potrebnom (potencijalnom) količinom vode, ima još i dosta svjetlosti, topline i čistog zraka, može se zaključiti da će veća primjena navodnjavanja oplemeniti poljoprivredu i unaprijediti gospodarstvo na tom prostoru. Od svih mjera unapređenja poljoprivrede u Jadranskoj poljoprivrednoj regiji navodnjavanje ima prioritet. Prosjek navodnjavanih obradivih površina u svijetu iznosi 18%, a u Europi 13%. Od europskih zemalja Grčka navodnjava 38% obradivih površina, Italija 23%, Portugal 21%, Francuska 7,5%, Švedska 4%, Finska 2,5%, dok Hrvatska (dobrim dijelom sredozemna zemlja) manje – 0,84% ili 18.000 ha obradivih površina. Većom primjenom navodnjavanja ostvarit će se i znatno povoljniji položaj naše poljoprivrede u Europskoj uniji.

4. Istraživanja praćenja kvalitete vode na području doline rijeke Neretve pokazala su da se koncentracije soli u površinskim vodama te doline bitno mijenjaju tijekom godine. Zbog postojećeg hidrološkog režima, nastaje prostorna i vremenska dinamika zaslanjenosti i razlika u koncentraciji pojedinačnih iona. Planiranje razvoja poljoprivredne proizvodnje u donjoneretvanskom području treba biti usmjereno ponajprije prema uklanjanju dva osnovna problema na tom području: osiguranju dostatnih količina kvalitetne vode za navodnjavanje i kontroli razine zaslanjenosti površinskih i potpovršinskih slojeva tla. Problem zaslanjivanja tla vrlo je složen proces i stoga se u procjeni rizika od takve vrste degradacije tla moraju vrednovati različiti i brojni pokazatelji stanja poljoprivrednog okoliša: promjene fizikalnih i kemijskih svojstava tla, vodni stres kod biljaka, potencijalni toksični učinci soli te potencijalno povećanje biopristupačnosti metala.

5. Vinogradarstvo i vinarstvo na jadranskom području povijesno su bili temeljne grane poljoprivredne proizvodnje, a dugi niz godina i najvažnija gospodarska aktivnost koja je omogućavala opstanak ljudi na tom prostoru. Danas su vinogradarstvo i vinarstvo također najvažnije grane u poljoprivredi i čine osnovu za življenje u ruralnom prostoru jadranske regije. Razvijajući vinogradarstvo i vinarstvo na povijesnim temeljima, prema sadašnjim dosezima i saznanjima te uz poštivanje najviših standarda socioekonomskog i socioekološkog aspekta razvoja u budućnosti, oni će postati nezaobilazan nositelj ukupnog razvoja Jadranskoga područja.

6. Sustavi farmske proizvodnje u mediteranskim područjima Hrvatske u velikoj mjeri sadrže tradicijske elemente, premda je zamjetna i određena razina uvođenja suvremenih tehnologija i genotipa. U govedarskoj proizvodnji zadnjih desetljeća dogodile su se bitne strukturne promjene koje se očituju u smanjenju broja mliječnih farmi, uvođenju konvencionalnih mliječnih pasmina i suvremenih tehnologija na većim farmama. Zapažen je interes za programima ekstenzivne proizvodnje goveđeg mesa, primarno utemeljen na autohtonim genotipima i mesnim pasminama manjeg tjelesnog okvira. U ovčarskoj i kozarskoj proizvodnji dominiraju tradicijske tehnologije koje se koriste izvornim genotipima, a proizvodnja je usmjerena primarno na proizvodnju janjećeg i jarećeg mesa te znatno manje mlijeka. Svinjogojska i peradarska proizvodnja nisu razvijene, a određeni programi proizvodnje suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa (pršut) temelje se na sirovini koja se pribavlja iz kontinentalnog dijela Hrvatske. Tržište prepoznaje i cijeni tradicijske proizvode, što podržava aktualnu stočarsku proizvodnju priobalnog dijela. Aktualna veličina farmi, odnosno populacija goveda, ovaca, koza, kopitara, svinja i peradi ne ugrožava ekološki sustav mediteranskog podneblja te je sukladna gospodarskoj orijentaciji podneblja.
7. Od svih obnovljivih izvora energije, najveći doprinos u bližoj budućnosti očekuje se iz biomase. Poljoprivredna biomasa u Hrvatskoj, pa tako i na Mediteranu, ima velik potencijal u proizvodnji toplinske i električne energije. Nusproizvodi u vinogradarstvu i maslinarstvu, odnosno proizvodnji vina i maslinova ulja, velik su potencijal u proizvodnji energije. Iskorištenjem navedene biomase Hrvatska bi smanjila ovisnost o uvoznoj energiji, ali ujedno i ostvarila veliku „pomoć" u ostvarenju 20-postotnog udjela obnovljivih izvora energije od EU. Industrija proizvodnje vina i maslinova ulja u Hrvatskoj uglavnom nema iskustva u pripremi i korištenju biomase u proizvodnji energije. S obzirom na to da se dosad orezana biomasa zbrinjavala isključivo spaljivanjem nakon prikupljanja, a komina zaoravala ili nepravilno skladištila, javila se potreba za uvođenjem novih tehnologija u procesu zbrinjavanja tih materijala. Uvođenje novih tehnologija korištenja biomase za proizvodnju zelene energije, uz istodobnu zaštitu okoliša, najvažniji je zadatak u budućem korištenju biomase, kako u EU, tako i u Hrvatskoj.

Urednici

Akademik Igor Anić
Akademik Franjo Tomić
Akademik Slavko Matić

CONCLUSIONS OF THE SCIENTIFIC CONFERENCE

The Croatian Academy of Sciences and Arts (Scientific Council for Agriculture and Forestry and Scientific Council for Nature Conservation) organized the scientific conference entitled *Forestry and Agriculture of the Croatian Mediterranean on the Threshold of the European Union* on October 13–14, 2011. The conference was held at the Academy's Institute for Scientific and Artistic Work in Split.

The activities of the scientific conference were conducted within the Forestry and Agricultural sections. The topic of the Forestry Section was *Market and Non-Market Importance of the Forests of the Croatian Mediterranean,* and the topic of the Agricultural Section was *The Condition and Guidelines for the Development of Agriculture in the Adriatic Region.*

The goals of the Forestry Section were to present to the scientific and specialist public the commercial and non-commercial features and values of the Croatian Mediterranean, the possibilities of strategic planning in relation to forests and forestland of the Croatian Mediterranean, the importance of implementing the principles of multi-purpose progressive sustainability in the Mediterranean, the most important threats to the forests of the Croatian Mediterranean, and the procedures for improving the condition. After the presentations and discussions, the following conclusions were passed for the Forestry Section:

1. The forests of the Croatian Mediterranean region form a part of the overall forest complex in the Republic of Croatia. The processes of planning, discussing and decision-making at all levels should start from the fact that these forests provide a strategic basis for the development of forestry. The forests and forestland in this area cover a total of 662,000 ha, of which the forested area accounts for 86 %. As the structure of the forested area shows, forests in different silvicultural forms are the best represented (71 %), followed by forests in different degraded forms (25 %), whereas forest cultures are the least represented (4 %).
2. The Mediterranean forests are characterized by a high degree of naturalness despite extensive anthropogenic degradation. These forests are predominantly of natural origin (generative and vegetative). Growing on forest soils, they are marked by exceptional biological diversity and authentic genofund. The holm

oak and the pubescent oak forests are particularly valuable and interesting for the vegetation of the Republic of Croatia. Their broad distribution and highly preserved status make them a unique example in the karst sites. In this sense, the network of protected natural sites, and particularly of the reserves of forest vegetation, is satisfactory in terms of number, but not in terms of approach, which lacks systematic active treatment.

3. The forests of the Croatian Mediterranean have always been subjected to degradation. The origin of degraded forest forms is connected with the early settlement of this area and the thousand-year-long negative impacts of man and other factors (zoogenic, pyrogenic, climatogenic). The destructive attitude of man towards forests, the uncontrolled, irrational and inadequate felling operations, clearing forests to obtain agricultural and other areas, fires, browsing and grazing are among the most important reasons for the decrease in forest areas, forest degradation and their conversion to some of the degradation forms (maquis, scrubland, garrigue, thicket), which were further degraded to the status of bare karst.

4. The forests of the Croatian Mediterranean are still exposed to negative impacts and degradation processes. They are particularly threatened by:

   a) ***Fires.*** Although the forestry science and practice have got answers to many fire-related problems that may help in preventive and curative operations, they are still insufficiently consulted by other fire protection subjects. Abandoned agricultural areas and private forests – the sites of almost a half of the fires, present a special category of threat. Abandoned agricultural land is rapidly invaded by different plants, which are highly conducive to the occurrence and the spreading of fires. Unmanaged forests pose a similar threat. All areas in a locality, regardless of the ownership status, should be managed with the goal of fire prevention. Focus should be placed on abandoned agricultural land, especially in areas with a very high participation of burned agricultural land. Fire protection activities should involve both the owners of other areas and the local and national structures. To remove the threat of fire, government bodies, public institutions, units of local management and self-management, citizens' associations, public media and all other fire prevention subjects should implement all the measures laid down in the Law and other acts in a responsible and efficient manner.

   b) ***Conversion.*** Legal and by-law regulations passed in the recent Croatian history provide for the conversion of forests and forest areas to other purposes. Although conceived in good faith, in practice, these regulations often lead to the conversion of forests and forestland to something else. All forms of degra-

ded forests such as maquis, scrub, thicket and garrigue, are generally cleared. The degraded forest forms are a result of degradation processes in high forests and only represent a transitional stage in their progressive succession. The degraded forest forms can be converted into silvicultural forms by the means of adequate management treatment. This particularly refers to maquis and scrubland, which contain all the elements of a forest stand and provide an exceptional ecological, biological and economic potential. The basic postulate of sustainability entails preserving forest and forestland areas; therefore, reducing these areas without replacing them with others violates this principle.

c) ***Marginalisation.*** There is general public disinterest in forests, especially in the Mediterranean area – in the sense of their present condition, position and the role they play in the overall development of the country. Unlike the majority of countries that have recognized the importance of forests in the current unfavourable living conditions, in Croatia, the position of forests and forestry has been largely marginalized. In this sense, the forestry profession, despite its continuous existence and work of 248 years, and its merits for having preserved valuable forests with a high degree of naturalness on the European scale, is particularly marginalized.

5. Forests and forestry in the Croatian Mediterranean provide a great potential for the development of the Republic of Croatia. The fact is that the great value of the Croatian Mediterranean forests is reflected particularly in non-market goods and services, but also in market goods they provide and will continue to provide in the future. These values are measurable and easily recognized, and should therefore be viewed as a potential for the development of forestry and society as a whole. Thus, for example, the permanent need of the society for energy and the lack and high price of energy from classical sources have recently led to the development of technologies of obtaining bioenergy from all wood products and dimensions produced by a forest.

   Obtaining biomass from the Mediterranean forests for processing and bioenergy should be preceded by systematic afforestation, tending and regeneration operations. Vast areas at our disposal open up major opportunities for employment, which would increase the quality and productivity of forests and ensure their sustainability.

   The non-market forest functions provided by a well-managed forest are innumerable. They refer particularly to erosion and torrent protection, ensuring favourable microclimate for urban, tourist, agricultural and other areas, providing drinking water, clean air, aesthetic and curative effect, and in general making a tourist destination more desirable.

The Croatian agriculture is confronted with changes that, *inter alia*, require a rational and sustainable use of the marginalized potentials of the Adriatic agricultural regions. Drawing on the results in the presented papers, the basic conclusions relating to the discussed scientific-specialist theme of the Agricultural Section are as follows:

1. Owing to slow soil formation process in the area of the Adriatic agricultural region, efficient soil protection has no alternative! This is not only a developmental issue or an issue for only one generation; it is rather a question of survival, whose solution should comprise the rights of generations to come. The soil provides us with food and drink; it is a receptor, collector, buffer and water purifier; it is a source of greenhouse gases and a climate regulator; the treasury of life and the basis of biological diversity; the key factor in landscape formation. The soil stores and preserves archaeological finds. The programme of the Croatian soil monitoring, which was drawn up within the EU research programmes and defined in detail in the Handbook of the Croatian Soil Monitoring Manual, should be launched immediately.

   The problem that requires an urgent solution entails the attack on the nature in the form of land conversion and preparation of the substrate for perennial cultures by grinding stones, soil and vegetation in vulnerable positions, in which this substrate is exposed to too great a risk of survival. Law should prescribe the types and procedures for the approval of such operations, as well as it should prescribe the conditions for programme approval under full supervision of soil scientists.

   Elevated mountain positions with shallow soils, bare karst and islands, in accordance with the EU Directive 75/268, are eligible to classification in Less Favoured Areas (LFA), in which low intensity management and special allowance to farmers is applied.

   The EU has a special Soil Bureau located in the EU Joint Research Centre (JRC) at Ispra near Milan. The Bureau established the European Soil Bureau Network (ESBN), which employs soil scientists from all European countries and provides the European Commission (EC) with information needed to conduct an efficient policy of soil management and protection.

   Soil cultivation in the future will not know of any stereotypes; in general, it will be shallower and only occasionally deeper, according to the principle: turn over shallow soil – till deep soil.

   The most radical change will be no-till farming, or direct seed planting. Abandoning the crop rotation system proved to be an experience that brought no good to world agriculture. Crop rotation will be reinstated in the future. Crop

rotation is a constant in plant cultivation and should be consistently applied in the interest of soil fertility and pedo-hygiene. Successful cultivation using a crop rotation system requires the knowledge of crop rotation value, tolerance and other features that are important for implementing crop rotation.

2. In the Adriatic region, the surface systems for surplus surface water regulation have been installed over 26,966 ha, and the underground system over 2,074 ha. However, there is a need to build new water drainage systems over about 40,000 ha of hydromorphous soil. The installation of these drainage systems would create very favourable conditions for further development of agriculture in the Croatian Mediterranean region. The conceptual solutions for the construction of new hydro-ameliorative systems intended to regulate surplus water in hydromorphous soil should be adapted to new conditions in agricultural production. These conditions are limited by pedological-ameliorative issues; legal-ownership rights; the size of production units, the economic feasibility of the systems; and the manner of their construction, management and maintenance.

3. The Adriatic region, in addition to the existing areas with adequate (potential) water quantities, also abounds in sufficient light, warmth and clean air. Therefore, broader irrigation will improve agriculture and advance economy in this area. Of all the measures for improving agriculture in the Adriatic region, irrigation has high priority. An average of 18 % of the cultivated area is irrigated at the global level, and 13 % in Europe. Out of the European countries, Greece irrigates 38 % of the cultivated area, Italy 23 %, France 7.5 %, Sweden 4 %, Finland 2.5 %, while Croatia (largely a Mediterranean country) irrigates less than 0.8 % or 18,000 ha of the cultivated area. A broader use of irrigation will secure a much more favourable position of the Croatian agriculture in the European Union.

4. Research in water quality in the valley of the Neretva River showed that salt concentration in surface waters of this valley changes dramatically over the year. The existing hydrological regime causes spatial and temporal dynamics of salinisation and differences in the concentrations of individual ions. Planning the development of agricultural production in the Lower Neretva area should primarily be targeted towards solving the two basic problems of this area: ensuring sufficient quantities of water for irrigation, and controlling the salinity level of surface and ground soil layers. Soil salinisation is a very complex process: to assess the risk of this kind of soil degradation, a variety of indicators of the condition of agricultural environment should be assessed, including changes in the physical and chemical soil properties, water stress in plants, the potential toxic impacts of salt, and potential increase in metal bioaccessibility.

5. Wine growing and wine production have historically been the basic branches of agricultural production in the Adriatic region, and for many years, the most important economic activities having guaranteed human survival in this area. Wine growing and wine production are still the most important branches of agriculture, which form the basis for life in the Adriatic rural areas. By combining the historically based methods of wine growing and wine production with the current achievements and knowledge, and by adhering to the highest standards of socio-economic and socio-ecological aspects of the future development, these two branches will become the prime carriers of the overall development of the Adriatic region.

6. Farm production systems in the Croatian Mediterranean areas are largely marked by traditional elements, although a certain level of state-of-the-art technologies and genotypes has also been introduced. In the past decades, there have been significant structural changes in cattle production, reflected in a lower number of dairy farms, the introduction of conventional dairy breeds and the application of modern technologies on larger farms. There has been a growing interest in extensive beef production programmes, primarily based on autochthonous genotypes and meat breeds of smaller body frame. Sheep and goat production is dominated by traditional technologies that use autochthonous genotypes, and the production is targeted primarily to lamb and goat meat production, and much less to milk production. Pig and poultry production is not developed, while certain programmes of cured meat production from pork (prosciutto) are based on raw material obtained from the continental part of Croatia. The market recognizes and values traditional products, supporting the current cattle production in the littoral areas. The actual farm size, i.e. the population of cattle, sheep, goats, odd-toed ungulates, pigs and poultry, does not endanger the ecological system of the Mediterranean area, and conforms to the economic orientation of the region.

7. Of all the renewable energy sources, the greatest contribution in the near future is expected from biomass. Agricultural biomass in Croatia and the Mediterranean has a considerable potential in the production of heat and electrical energy. By-products of wine and olive growing and by-products of wine and olive oil production provide an important potential for energy production. By utilizing the abovementioned biomass, Croatia would reduce its dependence on imported energy, but would also contribute significantly to reaching a target of a 20 % share of energy from the renewable sources set by the EU. There is literally no experience in the preparation and use of biomass for energy production in the wine and olive oil industry. The pruned biomass is currently disposed of

exclusively by burning after collection, and the waste material is ploughed into the soil or stored inappropriately, making the introduction of new technologies of waste disposal a necessity. The implementation of advanced technologies of green energy production from biomass, accompanied by simultaneous environment protection, is the most important task of future biomass use both in the EU and in Croatia.

Editors

Academician Igor Anić
Academician Franjo Tomić
Academician Slavko Matić

SADRŽAJ / *CONTENTS*

Proslov V
Preface VII

Šumarska sekcija / *Forestry Section*
Gospodarska i općekorisna vrijednost šuma hrvatskog Sredozemlja
Market and Non-Market Importance of the Forests of the Croatian Mediterranean

Dario Baričević, Irena Šapić, Anton Leš

Fitocenološka analiza šuma hrasta crnike s crnim jasenom
(*Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/ 1958) u Republici Hrvatskoj 3
Phytocoenological Analysis of the Forests of Holm Oak with Manna Ash
*(*Fraxino orni-Quercetum ilicis Horvatić /1956/ 1958*) in the Republic of Croatia* 15

Damir Barčić, Željko Španjol, Roman Rosavec, Mario Ančić

Posebni rezervati šumske vegetacije na jadranskome području Hrvatske 17
Special Reserves of Forest Vegetation in the Croatian Adriatic Area 28

Damir Ugarković, Ivica Tikvić, Zvonko Seletković, Marko Vučetić

Promjene klimatskih elemenata i indeksa na području šumskih ekosustava sredozemne Hrvatske 29
Changes of Climatic Elements and Indices in the Forest Ecosystems of the Mediterranean Croatia 45

Milan Glavaš

Šumski požari na području dalmatinskoga krša u razdoblju od 1992. do 2010. godine 47
Forest Fires in the Dalmatian Karst Region in the Period 1992–2010 55

Roman Rosavec, Željko Španjol, Damir Barčić

Ugroženost vegetacije požarima u mediteranskom dijelu Hrvatske 57
Vegetation Endangerment Affected by Fires in the Mediterranean Croatia 64

Dragica Žaja

Izgradnja na šumskom zemljištu i izdvajanje iz šumskogospodarskog područja bez naknade – prijetnja potrajnosti šuma Dalmacije 65
Construction on Forestland; Allocations from the Forest Management Area without a Fee – Threat to Dalmatian Forests 92

Nenad Potočić, Ivan Seletković, Tamara Jakovljević

Stupanj oštećenosti sredozemnih šuma u Hrvatskoj i utjecaj imisija na njih 93
Crown Condition of the Mediterranean Forests of Croatia and the Immission Impact 111

Damir Drvodelić, Milan Oršanić, Vinko Paulić

Današnji rezultati i perspektive budućih aktivnosti pri osnivanju šumskih kultura na sredozemnom području 113
Present Results and Prospects for Future Activities when Establishing Forest Cultures in the Mediterranean Region 143

Igor Anić, Stjepan Mikac, Ivo Šarić

Prirodno pomlađivanje dalmatinskoga crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *dalmatica* /Vis./ Franco) na otoku Braču 145
Natural Regeneration of the Dalmatian Black Pine (Pinus nigra *J. F. Arnold subsp.* dalmatica /*Vis./ Franco*) *on the Island of Brač* 159

Željko Zečić, Dinko Vusić

Proizvodni potencijal biomase crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u šumskim kulturama 161
*Biomass Production Potential of the Black Pine (*Pinus nigra *Arn.) in Forest Cultures* 174

Slavko Matić

Bioenergija u funkciji povećavanja vrijednosti i potrajnosti šuma hrvatskog Sredozemlja 175
The Function of Bioenergy in Increasing the Value and Sustainability of Forests in the Croatian Mediterranean Region 187

Poljoprivredna sekcija / *Agricultural Section*
Stanje i smjernice razvoja poljoprivrede na jadranskome području
The Condition and Guidelines for the Development of Agriculture in the Adriatic Region

Dragutin Petošić, Stjepan Husnjak, Ivan Mustać, Vilim Filipović, Marko Klarić, Tea Barac

Potreba i važnost reguliranja suvišnih voda na hidromorfnim tlima jadranskog područja 191
Need and Importance of Surplus Water Regulation on Hydromorphic Soils in the Adriatic Region 205

Ferdo Bašić

Aktualni i poželjni sustavi gospodarenja u poljoprivredi Jadranske poljoprivredne regije u svjetlu pristupa Europskoj uniji 207
Current and Desirable Farming Systems in the Adriatic Agricultural Region in the Light of the Accession to the European Union 241

Franjo Tomić, Ivan Šimunić, Davor Romić, Dragutin Petošić

Navodnjavanje – mjera unapređivanja poljoprivrede na jadranskom području 243
Irrigation – Agricultural Advancement Practice in the Adriatic Area 255

Davor Romić, Monika Zovko, Mijo Vranješ, Gabrijel Ondrašek, Marija Romić

Integrirani pristup gospodarenju prirodnim resursima za održivu poljoprivredu na području uz donji tok Neretve 257
Integrated Approach to Natural Resources Management aiming at Sustainable Agriculture in the Lower Neretva Valley 269

Boro Mioč, Ante Ivanković, Ante Rako, Vesna Pavić

Sustavi animalne proizvodnje u mediteranskoj Hrvatskoj 271
Systems of Animal Production in the Mediterranean Croatia 284

Đordano Peršurić, Sanja Radeka, Anita Silvana Ilak Peršurić, Marijan Bubola

Vinogradarstvo i vinarstvo u funkciji održivog razvoja Istre 287
The Role of Viticulture and Wine Production in the Sustainable Development of Istria ... 299

Tajana Krička, Franjo Tomić, Neven Voća, Slavko Matić, Nikola Bilandžija, Ana Matin, Vanja Jurišić

Obnovljivi izvori energije u poljoprivredi s naglaskom na Mediteranu 301
Renewable Energy Resources in Agriculture with the Emphasis on the Mediterranean 309

Igor Anić, Franjo Tomić, Slavko Matić

Zaključci sa znanstvenoga skupa 311
Conclusions of the Scientific Conference 317

Nakladnik / *Published by*
HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
THE CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

Za nakladnika / *For the publisher*
Akademik Pavao Rudan, glavni tajnik

Tehnički urednik / *Copy editor*
Ranko Muhek

Lektor / *Language reviser*
Maja Silov Tovernić

Korektor / *Proof-reader*
Igor Anić

Naklada / *Copies*
500 primjeraka

Tisak / *Printed by*
Tiskara Zelina d.d.

ISBN 978-053-154-205-0

Tiskano u sronju 2013.