Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Simpozij zaštita šuma-stabilnost šumskih ekosistema: Dan šuma

Beus, Vladimir; urednik

2024-09

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/794

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

DOI: 10.5644/PI2024.211.10
Originalni naučni članak

Agrošumarstvo kao način korištenja tla u funkciji smanjenja degradacije uzrokovane intenzivnom obradom i klimatskim promjenama

Hamid Čustović
Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine
E-mail: hcustovic@anubih.ba

Melisa Ljuša
Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet

Emira Hukić
Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet

Apstrakt: Razvoj agrošumarstva je u većini zemalja usporen zbog ograničene definicije ovog pojma koji se treba shvatiti kao sistem različitih praksi. Široko korištenje agrošumarstva može odigrati značajnu ulogu u prelasku na održive okolinske prakse u dugoročnom periodu. U Evropskoj uniji agrošumarstvo se prepoznaje kao važan poljoprivredni sistem, s tim da je još ostao nedovoljno razvijen zbog neriješenog statusa podsticaja. Ipak, kako Evropska federacija agrošumarstva (engl. *European Agroforestry Federation* – EURAF) ističe, u EU se nalazi oko 20 miliona hektara agrošumarskih zemljišta, a gotovo 90% čine šumsko-pašnjački sistemi. Istraživanja iz 2017. godine pokazuju kako ih je tada u EU bilo oko 15,4 miliona hektara i trend razvoja agrošumarstva, prema podacima iz 2020. godine, nastavio se.
Sistem agrošumarstva projiciran je i istražen na području sliva rijeke Vrbas, i to u njegovom gornjem (Bugojno) i donjem (Srbac) slivnom području, a u okviru projekta UNDP. U ovom radu akcenat se daje na ulogu agrošumarstva u zaštiti od poplava, ali i općenito njegov značaj u procesu adaptacije na klimatske promjene. U gornjem i srednjem slivu preporučuje se silvopastoralni uzgoj, a na proširenim dolinama alejni uzgoj i zaštita od erozije na izohipsama. U donjem slivnom području vrlo su važni zaštitni priobalni pojasevi sa stanovišta erozije obale i buferne sposobnosti vegetacije u smislu prečišćavanja voda, na koje se nastavlja alejni uzgoj, zatim rekreaciona zona, tehnička šuma ili kombinacija šumsko-poljoprivrednih kultura (diversifikacija). Ove pristupe treba razvijati isključivo na lokalnom nivou sa farmerima.

Ključne riječi: sliv rijeke Vrbas, sistemi agrošumarstva, klimatske promjene, adaptacija, krajolik

Uvod

Agrošumarstvo u Bosni i Hercegovini je skoro nepoznata djelatnost. Razloga može biti više, ali glavni je svakako status poljoprivrede kao privredne

djelatnosti, s jedne strane, i svijest o klimatskim promjenama i potrebi adaptacija na njih, s druge strane.

Prema mnogim literaturnim izvorima koristi od agrošumarstva su mnogostruke, a prije svega ekonomske, ekološke i socijalne. Ekološke funkcije agrošumarstva se stavljaju u prvi plan, pri čemu se povećava plodnost tla, poboljšava kvalitet vode, služi kao vjetrozaštita usjeva i stoke, smanjuje eroziju, ograničava štetnike i doprinosi remidijaciji oštećenih tala i akumulaciji ugljika iz atmosfere putem sekvestracije u biljku i tlo, a time i smanjenju stakleničkih gasova u atmosferi. Dobro uspostavljen sistem u agrošumarstvu doprinosi smanjenju klimatskih promjena i uticaja na biljke i životinje te doprinosi boljoj ravnoteži biodiverziteta i produktivnosti agrosistema.

Agrošumarstvo je skupni naziv za sisteme korištenja zemljišta i prakse u kojima se drvenaste kulture ciljano integrišu s poljoprivrednim usjevima i/ili uzgojem stoke radi niza međusobnih koristi i usluga. Integracija može biti ili u prostornoj izmiješanosti (npr. usjevi s drvećem) ili u vremenskom slijedu (npr. poboljšani ugari, rotacija usjeva). Općenito, razlikuju se tri glavna sistema agrošumarstva: agrosilvikultura (kombinacija usjeva i drveća), silvopastoral (kombinacija šumarstva i ispaša domaćih životinja) i agrosilvopastoralni (drveće, životinje i usjevi na istom zemljištu) (Wessel i Freerk Wiersum, 2006). Agrošumarstvo po svojoj složenosti može biti sastavljeno od vrlo jednostavnih i rijetkih do vrlo složenih i gustih sistema poljoprivrednih i šumskih kultura. Prakse su veoma različite – od usjeva između drvoreda, preko poljoprivrede s drvećem na obodima koje štiti usjeve i od vanjskih uticaja, relejnih usjeva, međuusjeva, višestrukih usjeva, do grmlja i ugara, sistema parkova, kućnih vrtova itd. Mnogi od njih su tradicionalni načini korištenja zemljišta koji integrišu sisteme uzgoja usjeva i stoke kako bi se postigla multifunkcionalnost. Ne postoji jasna granica između agrošumarstva i šumarstva, niti između agrošumarstva i poljoprivrede.

U posljednjih nekoliko decenija, zbog svoje koristi za okoliš, agrošumarstvo se prepoznaje kao pristup održivog korištenja zemljišta. Isto tako, prihvaćeno je i kao koncept u strategijama za ublažavanje stakleničkih gasova prema Protokolu iz Kyota, pri čemu se ugljik (C) izdvaja biološki. Ovaj potencijal se temelji na premisi da će se obezbijediti veća učinkovitost integriranih sistema u usvajanju i korištenju hranjivih materija, svjetlosti i vode od sistema samo s jednom vrstom usjeva, što kao rezultat ima veće neto izdvajanje ugljika (Nair et al., 2009). Pokazalo se da nadzemna i podzemna biljna raznolikost osigurava veću stabilnost i otpornost sistema na određenoj lokaciji,

a s druge strane sistemi osiguravaju povezanost sa šumskim ekosistemima i drugim osobinama krajolika i sliva (Nair et al., 2008).

Pristup korištenja zemljišta, promjene korištenja zemljišta i šumarstva (engl. *Land Use, Land Use Change and Forestry* – LULUCF) postao je važan pristup u kontekstu Protokola iz Kyota uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (engl. *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC). To je prvi i dosad najveći međunarodni sporazum za stabilizaciju koncentracije stakleničkih gasova, a koji dopušta korištenje sekvestracije ugljika kroz pošumljavanje i ponovno pošumljavanje, kao oblik aktivnosti neutraliziranja stakleničkih gasova. Upravljanje šumama, usjevima i pašnjacima te revegetacija dodani su u detaljnom popisu aktivnosti LULUCF-a. Spoznajom uloge šuma kao važnog sredstva za usvajanje i skladištenje atmosferskog CO_2 agrošumarstvo je prihvaćeno, pored ostalih koristi, i kao aktivnost sekvestracije ugljika. Pored navedenog, i tlo učešćem u izgradnji biomase, doprinosi akumulacijom ugljika u vidu humusa (Malhi et al., 2008).

Agrošumarstvo ima poseban značaj za razumijevanje i adaptaciju na klimatske promjene. Poseban značaj daje se stanju organskog ugljika u tlu. Uticaj predviđenih klimatskih promjena, sa povećanjem temperature od 3°C u Sredozemnom bazenu, na kopneni sadržaj organske materije u tlu procijenili su Bottner et al. (1995). Prema ovim istraživanjima, procjenjuje se da će povećanje od 3°C uzrokovati prosječno visinsko pomicanje vegetacijskih pojaseva za 500 m. Produktivnost hladnih ekoregija povećala bi se kao rezultat duže vegetacijske sezone i smanjenog stresa od zimske hladnoće. U većini sušnih zona, međutim, porast temperature bi uticao na dužinu sezone rasta. Posljedično, povećanje temperature bi pogoršalo i ubrzalo gubitak organske materije tla. Veličina gubitka organske materije tla procijenjena je na 28% u hipervlažnoj zoni, 20% u suphumidnoj zoni i 15% u hipersušnim toplim ili hladnim zonama mediteranske regije. Osim toga, iscrpljivanje sadržaja organske materije tla može biti ograničeno na gornje slojeve tla (Lal, 2008).

Emisija stakleničkih gasova koja nastaje u poljoprivredi, poput metana u stočarstvu i azotnih oksida iz đubriva, doprinosi ukupnim emisijama stakleničkih plinova. Međunarodna regulativa, poput Pariškog sporazuma, prepoznaje važnost smanjenja emisija stakleničkih plinova iz poljoprivrede, ali još ne nameće direktne finansijske obaveze poljoprivrednicima u smislu plaćanja cijene emitovanog CO_2. Do sada se naglašavala potreba za postupanjem po strategijama i praksama kako bi se smanjile emisije iz poljoprivrede, poboljšala održivost i povećala otpornost na klimatske promjene. Ako bi došlo do

ugovorno definisanog odnosa o sekvestraciji ugljika primjenom agrošumarske prakse, poljoprivrednici bi mogli imati korist od kompenzacije za ugljik koji sekvestriraju na temelju količine koja se sekvestrira i njegove tržišne cijene te od povećanja produktivnosti tla povezanog s njegovim povećanjem u procesu sekvestracijom ugljika (Nair et al., 2009).

Sve se više agrošumarstvo integriše kao mjera za ublažavanje poplava, smanjenje onečišćenja nutrijentima i prevenciju od erozije u projektovanju krajolika. Ove prednosti agrošumarstva se promovišu kako na lokalnom tako i na regionalnom nivou.

U isto vrijeme to može povećati poljoprivrednu produktivnost, smanjiti troškove proizvodnje, uvećati profit za poljoprivrednike. Poboljšano upravljanje poplavama postaje jedan od urgentnih zahtjeva prakse, pri čemu agrošumarstvo smanjuje rizik od poplava te djeluje kao tampon povećanjem kapaciteta retencije vode na parcelama s poljoprivrednim kulturama. Agrošumarski sistemi usporavaju oticaj intenzivnih padavina i potpomažu infiltraciju u tlo. Projektiranjem sistema s odgovarajućim vrstama, rasporedom i orijentacijom redova, učinci ublažavanja ekstremnih vremenskih događaja mogu se još više povećati (Regenfarmer, 2023).

Agrošumarstvo ublažava značajno riječnu eroziju i stabilizira riječne obale. Riječna erozija je veliki problem u BiH, gdje rijeke i manji vodotoci neuređenih korita stalno mijenjaju svoje tokove i erodiraju obale, uzrokujući gubitak zemlje i imovine. Sadnja stabala s dubokim korijenjem u područjima osjetljivim na riječnu eroziju može smanjiti eroziju do 90% i povećati stabilnost tla do 50% (Rashid et al., 2019). Studija Međunarodnog instituta za upravljanje vodama pokazala je da agrošumarski sistemi mogu smanjiti uticaj poplava na poljoprivredno zemljište do 60%, pri čemu učinkovito smanjuju eroziju tla i sedimentaciju, kao i brzinu doticaja poplavnih voda, smanjujući tako štetu na usjevima (Deshmukh et al., 2020).

Agrošumarski sistemi uspješno diversificiraju izvore prihoda poljoprivrednika i smanjuju ovisnost o jednom usjevu, čime se poboljšava njihova sposobnost da izdrže uticaj prirodnih katastrofa kao što su poplave i riječna erozija (Sarker et al., 2019). Poljoprivrednici koji su usvojili prakse agrošumarstva ostvarili su povećanje prihoda od 28% u usporedbi s onima koji to nisu učinili. Sistem agrošumarstva može obezbijediti višestruke benefite za proizvođače i lokalnu zajednicu. Unosan aspekt proizvodnje je i proizvodnja biogoriva u mnogim razvijenim zemljama. Upotreba biomase supstituira fosilna goriva i donosi veće ekonomske i socijalne benefite nego sama sekvestracija u šumskoj biomasi (Hall, 1997).

Zbog globalno prepoznatog značaja agrošumarstva, koje se u velikoj mjeri primjenjuje u mnogim razvijenim zemljama svijeta, cilj ovog rada je bio da se istraži mogućnost i razvije model primjene ove prakse uvažavajući tradicionalne načine korištenja zemljišta, poljoprivrede i šumarstva u slivu rijeke Vrbas.

Metode rada

Za potrebe izrade studije agrošumarstva koja je realizovana u okviru projekta UNDP (Čustović, 2017) istražena je dostupna potrebna naučna i stručna Literatura. Definisana su dva potencijalna lokaliteta agrošumarske farme, i to u dolini Vrbasa (Srbac i Bugojno), na obodnom području 100-godišnje vode. Izrađene su šeme potencijalnih agrošumarskih praksi sa preporukama kultura i uređenja prostora na istraživanom području. Za potrebe cjelovitog rješenja utvrđene su vrste biljki koje su prikladne za sadnju i uzgoj, kako u poplavnom nizinskom tako i na obodu erodibilne padine prema obali Vrbasa. Razvijen je sistem dizajniranja i upravljanja farmom u cilju postizanja maksimalne produktivnosti, tako da optimizira kapacitet resursa maksimiziranjem pozitivnih interakcija i minimiziranjem negativnih.

Isto tako, važno je bilo uzeti u obzir potencijalnu interakciju između različitih biljnih vrsta. Pri ovome se vodilo računa da izbor drvenastih vrsta za agrošumarski sistem podrži i omogući razvoj ratarskih i krmnih kultura. Osobine tla, klime i reljefa imale su odlučujući značaj za zoniranje prostora i raspored biljaka, što ima veliki značaj za produktivnost.

Pravilan raspored i orijentacija biljaka omogućavaju više prostora za međusobnu interakciju u odnosu na zasađene biljke i drveće bez reda, o čemu se također vodilo računa u toku ovih istraživanja.

Primjer potencijalnih agrošumarskih sistema na području Srpca i Bugojna prikazani su šematski.

Rezultati i diskusija

Planirani sadržaji na oba lokaliteta su istraženi i usklađeni s ekološkim uslovima, postojećom infrastrukturom, potrebama privrede i tradicijom lokalnih zajednica u bavljenju poljoprivredom i šumarstvom. Program prilagodbe klasične poljoprivredne proizvodnje stabilnijim proizvodno-ekološkim sistemima u agrošumarstvu podrazumijeva koncept povezivanja buduće namjene i održivosti upravljanja zemljišnim prostorom.

Izbor i međusobna interakcija uzgajanih biljaka u agrošumarskom sistemu

U agrošumarstvu sliva rijeke Vrbas izvršeno je istraživanje i analizirana interakcija između šumskih i nešumskih komponenti, koja može biti pozitivna, negativna i neutralna, a produktivnost ovoga sistema je rezultat ovih interakcija.

Pri ovoj analizi agrošumarski sistem treba optimizirati kapacitet resursa maksimiziranjem pozitivnih interakcija i minimiziranjem negativnih. Na temelju toga dat je prijedlog šumskih drvenastih vrsta pogodnih za kombinovanje (Tabela 1) s ratarskim i krmnim biljakama za prehranu ljudi i životinja, kako bi se obezbijedio zahtjev poljoprivrednika u cilju obezbjeđenja važnih preduslova proizvodnje sa stanovišta kvantiteta, kvaliteta i ekonomske održivosti.

Tabela 1. Listopadne vrste drveća i grmlja koje se preporučuju za sadnju uz obale rijeka, a mogu se koristiti i za alejni uzgoj

Table 1. Deciduous trees and shrubs that are recommended for planting in riparian zone and can be used in alley cropping

Narodni naziv	Latinski naziv	Rast	Otpornost na plavljenje	Krupni drvenasti ostaci	Zasjena	Pogodnost za divljač	Tehnička vrijednost drveta	Pogodnost za alejni uzgoj
Common name	*Latin (scientific) name*	*Growth speed*	*Resistance to flooding*	*Big woody residues*	*Overshadow*	*Suitability for wildlife*	*Technical value of wood*	*Suitability for alley cropping*
GRMLJE								
Krkavina, trušljika	*Rhamnus frangula*	Spor	V	M	M	V	–	–
Hudika	*Viburnum opulus*	Spor	S	M	M	V	–	–
Glog	*Crataegus monogyna*	Umjeren	S–M	M	M	V	–	–
Malina	*Rubus caesius*	Umjeren	S–M	M	M	V	–	–
Svib	*Cornus sanguinea*	Brz	S	M	M	V	–	–
Crni glog	*Crataegus nigra*	Umjeren	M	M	M	V	–	–
Obična žutilovka	*Genista tinctoria*	Brz	S	M	M	M	–	–

Narodni naziv	Latinski naziv	Rast	Otpornost na plavljenje	Krupni drvenasti ostaci	Zasjena	Pogodnost za divljač	Tehnička vrijednost drveta	Pogodnost za alejni uzgoj
Common name	*Latin (scientific) name*	*Growth speed*	*Resistance to flooding*	*Big woody residues*	*Overshadow*	*Suitability for wildlife*	*Technical value of wood*	*Suitability for alley cropping*
Velika genista	*Genista elata*	Brz	S	M	M	M	–	–
Rakita	*Salix purpurea*	Brz	V	S	M	V	–	–
Iva	*Salix caprea*	Brz	S	S	M	V	–	–
Lijeska	*Corilus avelana*	Umjeren	M	M	M	V	–	–
NISKO LISTOPADNO DRVEĆE								
Crna joha	*Alnus glutinosa*	Umjeren	V	S	S	V	S	NE
Bijela vrba	*Salix alba*	Brz	V	V	V	V	V	NE
Krta vrba	*Salix fragilis*	Brz	V	V	V	V	M	NE
Sremza	*Prunus padus*	Umjeren	S–M	S	V	V	M	DA
VISOKO LISTOPADNO DRVEĆE								
Poljski jasen	*Fraxinus angustifolia*	Umjeren	V	V	V	S	V	DA
Lužnjak	*Quercus robur*	Spor	V	V	V	V	V	DA/NE
Poljski brijest	*Ulmus campestre*	Umjeren	V	V	V	S	V	DA
Grab	*Carpinus betulus*	Umjeren	S	S	S	S	S	DA
Trešnja	*Prunus avium*	Umjeren spor	S–M	S	S	S	V	DA
Crna topola	*Populus nigra*	Brz	S	V	S–V	V		DA
Bijela topola	*Populus alba*	Brz	V	V	S–V	V		DA
Trepetljika	*Populus tremula*	Brz	M	V	S–V	V		DA

*V – velika, S – srednja, M – mala otpornost na plavljenje

**H – high, M – medium, L – low resistant to flooding*

Važna je bila selekcija šumskih drvenastih kultura, ratarskih i krmnih biljaka za prehranu ljudi i životinja kako bi se obezbijedio zahtjev poljoprivrednika u cilju obezbjeđenja važnih preduslova proizvodnje sa stanovišta

kvantiteta, kvaliteta i ekonomske održivosti. Isto tako, važno je uzeti u obzir potencijalnu interakciju između različitih biljnih vrsta. Najbolje drvenaste vrste za agrošumarski sistem trebale bi podržati i omogućiti razvoj ratarskih i krmnih kultura. Najbolje šumsko-voćarske kulture su one koje razvijaju dubok korijen koji doprinosi izvlačenju nutrijenata i vode u površinske slojeve zemljišta. To omogućava stvaranje mikroklimata za razvoj i druge okolne vegetacije i općenito uvećanje biodiverziteta za razvoj različitih organizama.

Zoniranje prostora i raspored biljaka imaju veliki značaj u produktivnosti. Pravilno raspoređene i orijentisane biljke imaće više prostora za međusobnu interakciju u odnosu na zasađene biljke i drveće bez reda. U umjerenom pojasu pravac pružanja redova treba biti uglavnom sjever – jug jer se smatra da je to najefikasniji sistem obezbjeđenja sunčeve svjetlosti do uzgajanih biljaka i pašnjaka. Minimiziranjem gubitaka hranjiva i podsticanjem unutarnjeg kruženja hranjivih materija te poboljšavanjem kontrole štetočina i bolesti, agrošumarski sistemi smanjuju potrebu za većim unošenjem agrohemikalija (Smith, 2010).

U okviru agrošumarskog sistema, produktivnost svake od uzgajanih komponenti može biti podvrgnuta manipulaciji upravljačkih praksi, uključujući rezidbu, kontrolu rasta i razvoja korova i zaštite od oštećenja životinja. Kontroliranjem gustine drveća uz rezidbu obezbjeđuje se potrebna količina svjetlosti koja dospijeva do uzgajanih biljaka ili travnjaka. Ovo je također važno za šumsko drveće, jer to ima neposredan uticaj na kvalitet drveta.

Preporučuje se obrada između redova zato što dolazi do presijecanja – kidanja korijena drveća koji se lateralno širi, što doprinosi smanjenju potpovršinske konkurencije za vodom i hranom za međuredne kulture, a na ovaj način se produžava profitabilnost uzgajanih ratarskih i krmnih biljaka. Kontrola korova u prvim godinama je veoma važna kako bi se smanjila konkurencija, a plastična folija se često koristi kako bi se smanjio pritisak korova na tek zasađene šumske sadnice.

Značaj i uloga priobalnih vodozaštitnih pojaseva (obalnih šumskih pufera)

Još jedna uobičajena praksa u agrošumarstvu su priobalni vodozaštitni pojasevi ili obalni šumski puferi, čemu je u ovom istraživanju dat veliki značaj. Ova praksa se primjenjuje u svijetu gdje god je to moguće. Obalne šume su prirodne ili zasađene u blizini vodenih tijela. One se osmišljavaju kao kombinacija drveća, grmlja i trava i trebaju zaštititi vodne resurse od difuznog zagađenja. Obalne puferne trake su tipično primijenjeni sistemi na mjestima sa plodnim tlima, što je vezano uz njihovu poziciju u prostoru. Ovakvi šumski

puferi (pojasevi) se koriste kako bi zaštitili vodotoke i oblikovali okolni pejzaž polja. Obalni šumski zaštitni pojasevi mogu varirati u veličini, obliku, mješavini vegetacije i ciljevima upravljanja. Međutim, razvojem stabala i pratećih biljnih zajednica, ovi sistemi omogućavaju efikasnu dugoročnu zaštitu priobalnih područja vodotoka (Smith, 2010).

Veliki dio gubitka kvalitetne vode rezultat je onečišćenja od difuznih izvora naročito iz poljoprivrede. Praksa je da se poljoprivredna proizvodnja i ispaša stoke dešava uz rubove potoka, jezera, bara i močvara. Rezultat je gubitak vodenih staništa, visok nivo sedimenata u vodotocima i hemijsko onečišćenje (eutrofikacija) koji utiču na promjenu kvalitete vode. Priobalni puferski sistemi šuma pokazali su se kao uspješan način poboljšanja kvaliteta vode. Priobalni vodozaštitni pojasevi opisani su kao jedna od najučinkovitijih mjera za suočavanje s difuznim izvorima onečišćenja (Palone i Todd, 1997). Prema tome, priobalni vodozaštitni pojasevi doprinose da je voda čista i, općenito, utiču na bolju zaštitu akvatičnih staništa i unapređenje staništa za divljač. U plavnim područjima poseban značaj daje se zaštiti obala vodotoka da se ne obrušavaju. Pored toga, dodatni izvor prihoda je drvo i specijalni šumski proizvodi (ljekovito bilje, gljive i dr.). Šumski obalni pojasevi umnogome ublažavaju posljedice od poplava.

Poljoprivredni sistemi koji uključuju drvenaste kulture mogu pomoći u zaštiti od ekstremnih pojava poput poplava i oluja, jer one osiguravaju povećanu stabilnost zemljišta koje je naklonjeno klizanju. Iako postoje različiti pristupi o stepenu zaštite šuma i drveća od pojave klizanja terena, nepobitna je činjenica da se većina klizišta i pomjeranja zemljišta i riječnih obala javlja na površinama bez drvenastih kultura i da drveće svojim korjenovim sistemom može značajno smanjiti rizik od klizanja terena, prouzrokovanog padavinama u dužem vremenskom periodu. Pored toga što uzrokuje štete u poljoprivredi, klizanje terena odnosi sedimente u vodu, što utiče na kvalitet voda i vodnih sistema, a ugrožava i naselja i infrastrukturu. Uklanjanje drveća ubrzava oticaj te samim tim povećava rizik od poplava u kišnim sezonama i suše u ljetnom periodu. Šume mogu pomoći u ublažavanju jačine poplava i oštećenja od poplava. Iz ovog proizilazi da priobalni vodozaštitni pojasevi osiguravaju značajne koristi: čista voda, zaštita akvatičnih staništa, unapređenje staništa za divljač, zaštita obala vodotoka, izvor prihoda (drvo i specijalni šumski proizvodi), zaštita od poplava i održavanje i unapređenje biodiverziteta staništa. Općenito agrošumarstvo koristi prirodni šumski ekosistem kao model za stvaranje "dinamičnog, ekološki utemeljenog sistema upravljanja prirodnim resursima" (Leakey, 1996).

Koristi od agrošumarstva i funkcije u ekosistemu

Klasifikacija sistema agrošumarstva je njihovo grupisanje prema funkcijama u ekosistemu. S tim u vezi, obično se u fokus stavljaju proizvodne funkcije sistema načina korištenja zemljišta. Međutim, prepoznate su i zaštitne funkcije agrošumarstva, od kojih se izdvajaju četiri primarne, a to su: proizvodne, funkcije staništa, regulacijske i informacijske funkcije (Tabela 2).

Proizvodne funkcije odnose se na stvaranje biomase koja može osigurati hranu, sirovine i energetske resurse za ljudsku upotrebu. Funkcije staništa su povezane sa doprinosima koje prirodni ekosistemi pružaju kada je riječ o očuvanju biološke ili genetske raznolikosti. Regulacijske funkcije odnose se na kapacitet nekog ekosistema da kontroliše esencijalne ekološke procese i sisteme podrške životnim uslovima putem biogeohemijskih ciklusa i drugih procesa u biosferi. S druge strane, kulturološke ili informacijske funkcije su one funkcije koje omogućavaju rekreaciju, razonodu, duhovno obogaćivanje i slične aktivnosti.

Sistemi agrošumarstva mogu se grupisati i prema socio-ekonomskim kriterijima, kao što su nivo proizvodnje ili nivo ulaganja i upravljanja. Tako je npr. moguće razlikovati komercijalne od sistema proizvodnje za vlastite potrebe. Primjer u ovome radu predstavlja kombinaciju proizvodnje za vlastite potrebe i lokalno tržište. Socio-ekonomski uslovi mogu biti veoma povezani i s agroekološkim zonama i ostalim lokalnim prilikama i uslovima. Ovaj sistem je podložan stalnoj nadgradnji i dinamičnosti koje okolnosti zahtijevaju.

Tabela 2. Opće funkcije, proizvodi i usluge agrošumarskih sistema
Table 2. General functions, products and services of agroforestry systems

Funkcije *Functions*	Opis funkcije *Function description*	Primjer proizvoda i usluga *Example of products and services*
Proizvodne funkcije	Stvaranje biomase	Drvenaste kulture: voće, ulje, orašasti plodovi, drvo za preradu, drvo za ogrjev, pluto/furnir i stočna hrana Usjevi: žita i proizvodnja sjemena, jagodičasto voće i povrće, biogorivo i stočna hrana Životinje: meso, mlijeko, pčelarstvo
Funkcije staništa	Osiguranje staništa za zaštitu i održavanje biološkog diverziteta	Diverzitet staništa Diverzitet vrsta Sklonište za životinje

Funkcije *Functions*	Opis funkcije *Function description*	Primjer proizvoda i usluga *Example of products and services*
Regulacijske funkcije	Održavanje esencijalnih ekoloških procesa i sistema podrške životnim uslovima	Zaštita zemljišta i vode Smanjenje ispiranja hranjiva Smanjenje rizika od požara Sekvestracija karbona
Kulturološke funkcije	Prilike za refleksiju i osjećaj prostora, kognitivni razvoj – spoznaju i rekreaciju	Kulturno nasljeđe Proširenje krajolika Rekreacija

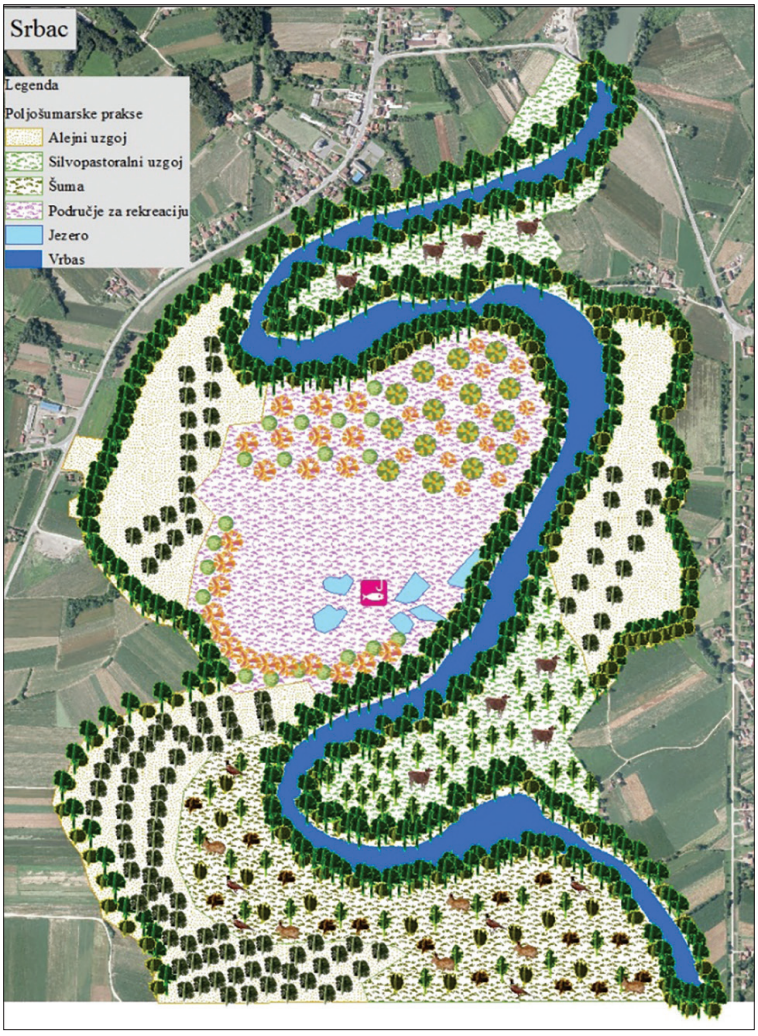
Model planiranja prostora na području donjeg sliva Vrbasa

Karakteristike lokaliteta

Kod izbora lokaliteta obuhvaćen je prostor Razboja – Ljevčanskog (Slika 1), gdje je Vrbas prema ušću u rijeku Savu obrazovao duboke i česte meandre koji u pejzažnom smislu imaju posebnu vrijednost. Analizirani prostor pokriva površinu od 162 ha.

Prostor pripada Pripanonskoj oblasti, gdje realnu vegetaciju čine šume lužnjaka i običnog graba (*Carpino Betuli – Quercetum roboris*) i poplavne šume lužnjaka (*Genisto elatae – Quercetum roboris*), koje se izrazito rijetko nalaze tek na malim površinama, kao izolirane grupe stabala. Na najvlažnijim staništima potencijalnu vegetaciju predstavljaju šume crne johe (*Alnetum glutinosae*) i šume poljskog jasena (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*). Na recentnim fluvisolima potencijalnu vegetaciju čine šume crne i bijele topole (*Populetum albo-nigrae*). Uvidom u trenutno stanje, poplavne obale su obrasle šumom lošeg kvaliteta, a erodirane, konkavne strane uglavnom su bez vegetacije i maksimalno su iskorištene za poljoprivredu.

Model planiranja prostora je obuhvatio okvirnu podjelu prostora prema namjenama, koje se međusobno preklapaju, a podrazumijevaju: 1) zaštitni pojas šume, 2) alejni uzgoj, 3) silvopastoralni uzgoj, 4) lovišta i 5) područja za rekreaciju.



Slika 1. Primjer mogućeg izgleda potencijalnih agrošumarskih sistema na području Srpca (Čustović, 2017)

Figure 1. An example of possible layout of potential agro-forestry systems in the area of Srbac (Čustović, 2017)

Zaštitni pojas šume

Zaštitni pojas šume uz vodotok podrazumijeva reintrodukciju prirodne vegetacije sliva Vrbasa. S tim u vezi, najvlažniji dijelovi na obalama koji su pod stalnim uticajem vode odgovaraju šumama joha (*Alnus glutinosa*) i topola (*Populus nigra*, *Populus alba*). Pored ovih vrsta jednako se može koristiti poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i bijela vrba (*Salix alba*). Poplavne

strane su pogodne za reintrodukciju hrasta lužnjaka. U zonama koje su periodično plavljene, na dijelovima koje je potrebno konzervirati sa stanovišta erozije, koriste se spomenuti slojevi drveća u kombinaciji sa grmljem među kojima su brojne dekorativne i ljekovite vrste. Debljina pojasa je planirana u skladu sa podacima o analizi taložnih i erozionih obala i linije poplavnih voda, u ovom slučaju do 30 m širine. Nakon spomenutih vrsta drveća na poplavnim stranama bi se mogao reintroducirati hrast lužnjak autohtonih provenijencija. Pokrovnost sklopa u šumi joha i topola iznosila bi 100%, a identifikacija intenziteta otvorenosti sklopa u sastojinama lužnjaka zavisila bi od odabira sistema gazdovanja za proizvodnju visoko kvalitetnog drveta. Najpogodnije vrste grmlja su žutilovka (*Geniste elata*), glog (*Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*), kurika (*Euonymus europea*), svib (*Cornus sanguinea*) i trušljika (*Rhamnus frangula*). Pokrovnost sklopa u ovoj šumi iznosi 100%, a sloja grmlja oko 50%. Postojeće komunikacije u ovom pojasu mogu poslužiti kao potencijalne staze za sportske i rekreacijske sadržaje. Šume nizijskih područja mogu predstavljati ekonomski vrijedne sastojine sa svestranom primjenom. U njima je gospodarenje organizovano u kraćim ophodnjama jer su topole brzorastuće vrste i u kraćem vremenskom periodu produciraju veću drvnu masu.

Alejni uzgoj

Za alejni uzgoj pogoduju vrste drveća koje se mogu iskoristiti za proizvodnju visoko kvalitetnog drveta, drveta za ogrjev ili drvenaste vrste koje se mogu koristiti za proizvodnju voća. Aluvijalne terase imaju potencijal za plantažni uzgoj autohtonih selekcionisanih formi topola. Plantaže mogu biti sađene u užim ili širim trakama i ujedno biti korištene kao celulozno drvo. Između traka sa topolama planirana je organizacija poljoprivrede. Alejni uzgoj sa jednorednim ili dvorednim trakama drveća omogućava umanjenje sunčeve radijacije i korištenje drveta za proizvodnju biomase u komercijalnu svrhu. Pogodne vrste drveća su poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i obični grab (*Carpinus betulus*) na pozicijama sa manjom vlažnošću. Uz adekvatne silvikulturne mjere lužnjak (*Quercus robur*), također, može biti korišten za proizvodnju visoko kvalitetnog drveta. Na višim pozicijama gdje nema stalnog uticaja podzemne vode postoji potencijal za alejni uzgoj trešnjinog drveta (*Prunus avium*) i oraha (*Juglans regia*). Međuredna sjetva se organizuje u skladu sa željama proizvođača i tradicijom proizvodnje, s tim da to uglavnom trebaju biti jari usjevi (žitarice) i krmne kulture.

Silvopastoralni uzgoj

Uzgoj stoke je moguće planirati zajedno sa reintrodukcijom prirodne vegetacije lužnjakovih šuma (*Genisto elatae – Quercetum roboris*) i dalje od permanentne zone plavljenja, šuma lužnjaka i običnog graba (*Carpino Betuli – Quercetum roboris*). Sistem gospodarenja se planira u skladu sa potrebama uzgoja stoke. Takvi sistemi podrazumijevaju gustoću šumskog sklopa koja ne prelazi 50%. Dovoljna osvijetljenost omogućava razvoj prirodne travne vegetacije za ispašu stoke. Ipak, preporučuje se unapređenje travne vegetacije sa stanovišta korištenja kao pašnjaka dosijavanjem kompatibilnih djetelinsko-travnih smješa sa prirodnim i pogodnih za zasjenčena područja.

Šuma sa uzgojem divljači – lovišta

Poljska jarebica, sivi soko, srndać naseljavaju staništa nizijskih šuma. Pored ovih vrsta, koje je u ovisnosti od njihovog realnog stanja potrebno reintroducirati, određene vrste koje su atraktivne za lovno gospodarstvo, kao što je fazan, potrebno je također introducirati. Realna vegetacija koju čine ostaci poplavnih šuma lužnjaka i običnog graba predstavlja prirodno stanište ovih vrsta divljači.

Područje za rekreaciju

Područje za rekreaciju može obuhvatiti cijeli prostor. Rekreativni sadržaji predstavljaju uređene šetnice, staze za trčanje i biciklizam, ribolov. Promjene vizura kao što su polja, pašnjaci, ade i meandri Vrbasa, šumski pojasevi čine prostor atraktivnim za posjetioce. Pored šumske vegetacije u prostor je povoljno unositi voćne vrste kao što su trešnja, kruška, orah, lijeska, jabuka i druge vrste koje su hrana za divljač i privlače ptice.

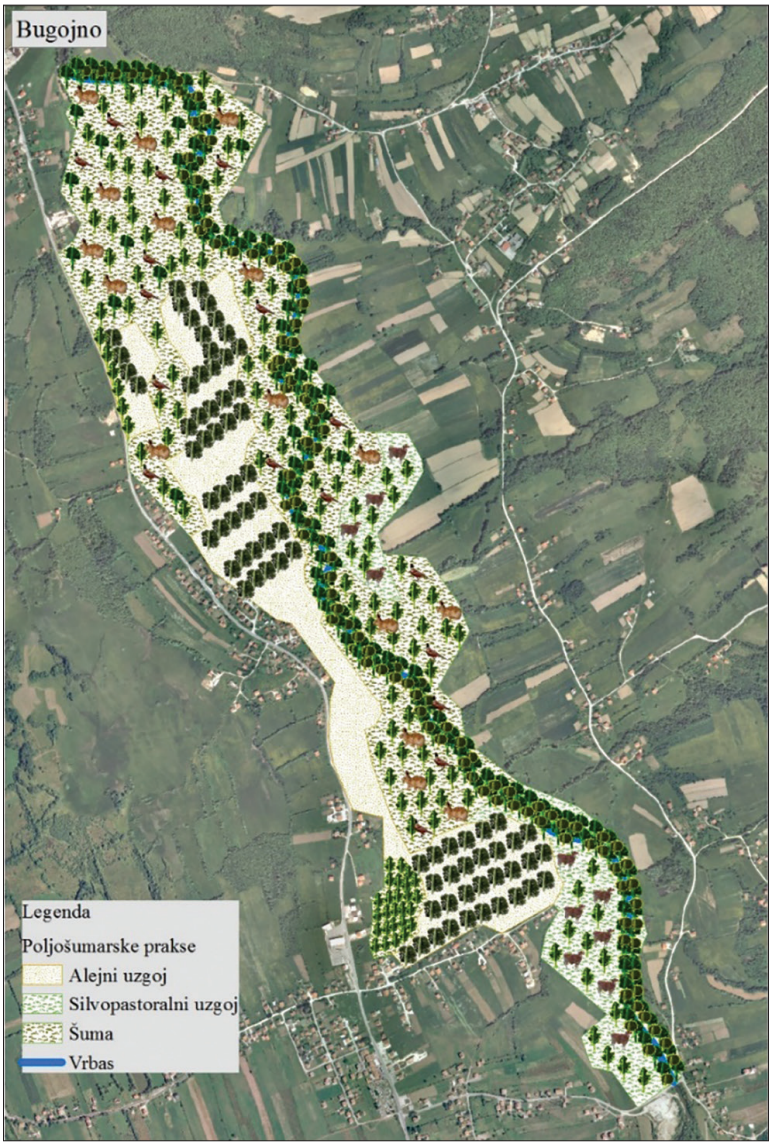
Model planiranja prostora na području gornjeg sliva Vrbasa

Analizirani prostor pokriva površinu od 212 ha. Najveći dio područja agrošumarske farme u Bugojnu pripada Vraničkoj regiji (Slika 2) pretežno brdsko-planinskog reljefa. To je prostor srednjebosanskog škriljogorja gdje preovladavaju kristalasti škriljci, rijetko eruptivne stijene, pijesci i krečnjaci.

Najniži položaji koji su pod stalnim uticajem vode odgovaraju šumama crne johe (*Alnus glutinosa*) i topola (*Populus nigra*, *Populus alba*). Ostali dio zaravni je pojas šuma lužnjaka i običnog graba (*Carpino Betuli – Quercetum roboris*). Najveći dio ovog područja, ipak, odgovara pojasu šuma kitnjaka i

običnog graba, a na povoljnijim položajima šuma bukve. Ovaj pojas predstavlja pretežno degradirane izdanačke šume.

Model planiranja prostora obuhvatio je okvirnu podjelu prostora prema namjenama, koje se međusobno preklapaju, a podrazumijevaju: 1) zaštitni pojas šume, 2) alejni uzgoj, 3) silvopastoralni uzgoj i 4) lovišta.



Slika 2. Primjer mogućeg izgleda potencijalnih agrošumarskih sistema na području Bugojna (Čustović, 2017)

Figure 2. An example of possible layout of potential agro-forestry systems in the area of Bugojna (Čustović, 2017)

Zaštitni pojas šume

Zaštitni pojasevi za bioregulaciju vodotoka i konzervaciju obala rijeke planiraju se sa vrstama prirodne vegetacije u skladu sa realnom vegetacijom na terenu. S obzirom na karakteristike terena i priobalja Vrbasa, na ovom lokalitetu preporučuje se širina pojasa do 15 m. Površine koje se nalaze pod stalnom stagnacijom vode su odgovarajuća staništa crne johe i topole (*Populetum nigro-albe*), kao i šume poljskog jasena i šume vrba gorskih pojasa, šume sive vrbe (*Salicetum incanae*) te šume bijele i krhke vrbe (*Salicetum albae-fragilis*). U sloju grmlja moguće je obnavljanje vrsta krkavina (*Rhamnus frangula*), svib (*Cornus sanguinea*), glog (*Crataegus monogyna*), hudika (*Viburnum opulus*), malina (*Rubus caesius*), crni glog (*Crataegus nigra*), žutilovka (*Genista tinctoria*). Pokrovnost sklopa u ovoj šumi iznosi 100%, a sloja grmlja oko 50%. Zaštitni pojas je ujedno i stanište ptica i zaklon za divljač.

Alejni uzgoj

Na svim dijelovima iznad aluvijalnih terasa u pojasu šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querco-carpinetum illyricum*), poljoprivredna proizvodnja je planirana između redova drveća. Potencijalnu vegetaciju čine vlažniji tipovi šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querceto-carpinetum caricetosum pilosae*). Pored hrasta kitnjaka i običnog graba, vrste koje se mogu uzgajati su javor (*Acer campestre*, *Acer tataricum*), lipa (*Tilia platyphyllosi*) i trešnja (*Prunus avium*). Trešnja uz adekvatne silvikulturne mjere predstavlja potencijal sa stanovišta uzgoja visoko kvalitetnog drveta. Međuredna sjetva se organizuje u skladu sa željama proizvođača i tradicijom proizvodnje, s tim da to uglavnom trebaju biti jari usjevi (žitarice) i krmne kulture.

Silvopastoralni uzgoj

Korištenje prostora za ispašu stoke uz uzgoj drveta moguć je s izrazitim heliofitama. Fokus korištenja zemljišta pomaknut je na multifunkcionalnost korištenja zemljišta. Ovaj povećani fokus na prirodu i očuvanje krajolika stvara nove prilike za stvaranje prihoda iz ovih sistema (Palma et al., 2007; Castro, 2009).

U dijelovima sa realnom vegetacijom koju pretežno čine degradirane šume hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querco-carpinetum illyricum*) moguće je vršiti konverziju sa bijelim borom (*Pinus sylvestris*). Ove rijetke šume pogoduju razvoju prizemne vegetacije i obrazovanju pašnjaka, a šumska

vegetacija ima potencijal za korištenje drveta za različite svrhe. Ovakvi sistemi omogućavaju prostore za sakupljanje ljekovitog bilja i gljiva.

Preporučuje se unapređenje travne vegetacije sa stanovišta korištenja kao pašnjaka. Planirano je dosijavanjem kompatibilnih djetelinsko-travnih smješa sa prirodnim i pogodnih za zasjenčena područja. Vrste prizemne flore koja prati ova staništa su vrijesak (*Calluna vulgaris*), orlovska bujad (*Pteridium aquilinum*), velika žutilovka (*Geniste tinctoria*), obična rosulja (*Agrostis vulgaris*), borovnica (*Juniperus communis*) itd.

Peradarstvo se također može uspješno uklopiti u sisteme agrošumarstva (Slika 3).



Slika 3. Peradarstvo u agrošumarstvu
Figure 3. Poultry farming in agroforestry

Šuma sa uzgojem divljači – lovišta

Cjelokupan šumski prostor u kojem se tradicionalno lovi i koji se uzgaja u različitim šumskim asocijacijama (*Querco-carpinetum illyricum*, *Quercetum montanum*, *Fagetum montanum*) predstavlja stanište za divljač. S tim u vezi planirana je introdukcija voćnih kultura lokalnih sorti (jabuka, kruška) u šumama, izgradnja zaštićenih koridora prema riječnom koritu i travnatih prodora staza.

Zaključci

Budućnost agrošumarstva u našim uslovima zavisi od tri ključna faktora, i to: i) istraživanja, širenja informacija i razumijevanja ovakvog pristupa, ii) politike razvoja agrošumarstva, iii) zaštite i očuvanja ruralnog prostora. Radi se o višestrukoj koristi koja integriše drvenaste i poljoprivredne kulture, na način

da sistem treba demonstrirati povećanje potencijala poljoprivrede i šumarstva ili uzgoja drvenastih kultura, voćaka i sl., s jedne strane, i doprinijeti zaštiti životne sredine sa stanovišta regulacije kvaliteta tla, vode i zraka te očuvanja kulturnog naslijeđa, s druge strane. Ovaj potencijal u našim uslovima ni izbliza nije prepoznat ni iskorišten. Osim toga, ovakav sistem farmi u direktnoj je koordinaciji sa mjerama adaptacija na klimatske promjene, što postaje sve važnije pitanje.

Za širu popularizaciju agrošumarstva potrebne su mjere adaptacije sa stanovišta ekonomske održivosti i prikaza praktične sposobnosti načina upravljanja farmom i zemljištem u okviru farme i šire. Širenje ove ideje između poljoprivrednika i onih koji odlučuju o razvojnim principima esencijalno je za budućnost razvoja agrošumarstva kao sistema proizvodnje i načina života na farmi. Važno je znati da agrošumarstvo mora ući u sistem podsticaja kao važan segment razvoja ruralnog područja i njegove održivosti.

U razvijenim zemljama visoka cijena fizičke radne snage potrebna za ovakvu multifunkcionalnu farmu predstavlja problem, dok to u našim uslovima ne mora da bude slučaj, posebno u suburbanim područjima oko gradova i uz vodotoke. Problem nedostatka fizičke radne snage u razvijenim industrijskim zemljama sjeverne Evrope nadoknađuje se primjenom agrohemikalija i intenzivne mehanizovane agrotehnike koja zamjenjuje fizičku radnu snagu. Zbog toga je u ovim zemljama agrošumarstvo samo korak od konvencionalne intenzivne monokulturne proizvodnje.

Međutim, cilj je da se od ovoga sistema proizvodnje ostvaruje korist na više načina, od integrisanja uzgoja drveća sa poljoprivrednom proizvodnjom i stočarstvom, preko korištenja punog potencijala agrošumarstva kao proizvodnje sa minimalnim inputom, do sagledavanja pristupa u očuvanju biodiverziteta te održive proizvodnje i podrške ekoagrosistemu. Osim toga, agrošumarstvo se može inkorporirati u organski i agroekološki princip proizvodnje kako bi se iskoristile sve prednosti ovakvog sistema korištenja zemljišta.

Literatura

Bottner, P., Couteaux, M. M., Vallejo, V. R. (1995): Soil organic matter in Mediterranean-type ecosystems and global climate changes: a case study – the soils of the Mediterranean Basin, u: Moreno, J. M., Oechel, W. C. (ur.) Global change and Mediterranean-type ecosystems, Springer New York, 306-325.

Castro, M. (2009): Silvopastoral systems in Portugal – current status and future prospects, u: Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects, Springer Dordrecht, 111-126.

Čustović, H. (2017): Sliv rijeke Vrbas, Studija, UNDP Sarajevo.
Deshmukh, R. et al. (2020): Impact of Agroforestry on Floods and Soil Erosion: A Case Study in Bangladesh, International Journal of Environmental Research and Public Health, 17 (5), 1638.
Hall, D. O. (1997): Biomass energy in industrialised countries – a view of the future, Forest Ecology and Management, 91 (1), 17-45. doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03883-2.
Lal, R. (2008): Soil carbon stocks under present and future climate with specific reference to European ecoregions, Nutr. Cycl. Agroecosyst, 81, 113-127.
Leakey, R. R. B. (1996): Definition of agroforestry revisited. Agroforestry Today (ICRAF), 8 (1), 5-7.
Malhi, Y., Roberts, J. T., Betts, R. A., Killeen, T. J., Li, W., Nobre, C. A. (2008): Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon, Science, 319, 169-172.
Nair, P. K. R., Gordon, A. M., Mosquera-Losada, M.-R. (2008): Agro-forestry, u: Jorgensen, S. E., Fath, B. D. (ur.) Ecological Engineering. Encyclopedia of Ecology, Elsevier Science, 101-110.
Nair, P. K. R., Kumar, B. M., Nair, V. D. (2009): Agroforestry as a strategy for carbon sequestration, J. Plant Nutr. Soil Sci., 172, 10-23.
Palma, J. H. N., Graves, A. R., Bunce, R. G. H., Burgess, P. J., Filippi, R., Keesman, K. J., van Keulen, H., Liagre, F., Mayus, M., Moreno, G., Reisner, Y., Herzog, H. (2007): Modelling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe, Agric. Ecosyst. Environ, 119 (3–4), 320-334.
Palone, R. S., Todd, A. H. (ur.) (1997): Chesapeake Bay riparian handbook: a guide for establishing and maintaining riparian forest buffers, USDA Forest Service, NA-TP-02-97.
Rashid, M. et al. (2019): Effect of Tree Plantation on Soil Erosion Control and Soil Quality Improvement in Eroded Lands of Bangladesh, International Journal of Agriculture and Biology, 21 (4), 786-792.
Regenfarmer (2023): Integrating Agroforestry as a measure for improved flood mitigation, reduced nutrient pollution and erosion prevention in landscape projects. https://regenfarmer.com/agroforestry-as-a-regional-flood-management-and-nutrient-leeching-mitigation-measure/.
Sarker, M. R. I. et al. (2019): Evaluating the Socioeconomic Impact of Agroforestry: A Case Study in Bangladesh, Sustainability, 11 (7).
Smith, Jo. (2010): Agroforestry: Reconciling Productivity with Protection of the Environment, The Organic Research Centre, Elm Farm.
UN (1992): United Nations Framework Convention On Climate Change. FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 (E) 200705. https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf.
Wessel, M., Freerk Wiersum, K. (2006): Agroforestry, u: Encyclopedia of Environmental Science (ur. Alexander, D. E., Fairbridge, Rh. W.), Springer Dordrecht, 12-13.

Agroforestry as an efficient way of using soil in the function of reducing the process of its degradation caused by intensive cultivation and climate changes

Summary: The development of agroforestry for most countries has been slowed down due to a limited definition of the term, rather than being recognized as a system of diverse practices. The widespread use of agroforestry can play a significant role in the transition to sustainable environmental practices in the long term. In the European Union (EU), agroforestry is recognized as an important agricultural system, with the notion that it still remains underdeveloped due to the unresolved status of incentives. However, as European Agroforestry Federation (EURAF) points out, there are about 20 million hectares of agroforestry land in the EU, and almost 90% are forest-pasture systems. Research from 2017 shows that at that time there were about 15.4 million hectares in the EU and this trend, according to data from 2020 continued.

The agroforestry system was projected and investigated in the area of the Vrbas River basin, in its upper (Bugojno) and lower (Srbac) basin, within the framework of the UNDP project. In this paper, the focus is on the role that agroforestry could play in flood protection, but also in adapting to climate change in general.

In the upper and middle basins, silvopastoral farming is recommended, in extended valleys alley cropping and erosion protection on isohypses. In the lower basin area, protective coastal zones are very important from the point of view of coastal erosion and the buffering capacity of vegetation in terms of water purification, which are followed by alley cropping, then recreation zone, technical forest or a combination of forest-agricultural crops (diversification). These approaches should be developed exclusively at the local level with farmers, which is emphasized in this paper.