

Agrošumarstvo kao kjera ublažavanja klimatskih promjena na području mediterana

Mikulec, Mateja

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:843833>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



AGROŠUMARSTVO KAO MJERA UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU MEDITERANA

DIPLOMSKI RAD

Mateja Mikulec

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Agroekologija – Agroekologija

**AGROŠUMARSTVO KAO MJERA UBLAŽAVANJA
KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU
MEDITERANA**

DIPLOMSKI RAD

Mateja Mikulec

Mentor: prof. dr. sc. Ivica Kisić

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Mateja Mikulec**, JMBAG 0178095896, rođena 06.03.1995. u Zaboku, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

AGROŠUMARSTVO KAO MJERA UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU MEDITERANA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Mateja Mikulec**, JMBAG 0178095896, naslova

AGROŠUMARSTVO KAO MJERA UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU MEDITERANA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

Potpis:

- | | | | |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | prof. dr. sc. Ivica Kisić | mentor | _____ |
| 2. | izv. prof. dr. sc. Željka Zgorelec | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec | član | _____ |

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Mateja Mikulec**, naslova

AGROŠUMARSTVO KAO MJERA UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU MEDITERANA

Poboljšanje održivosti poljoprivrednih sustava može biti mjera ublažavanja klimatskih promjena na Mediteranu. Gospodarenje jednom kulturom pretjerano iskorištava resurse dok se agrošumarstvom postiže održivost između stabala, usjeva i životinja kako bi se raspoloživi resursi što učinkovitije iskoristili. Klimatske promjene će na različite načine utjecati na Mediteran, istraživanja predviđaju da će regija postati suša i toplija s češćim prirodnim nepogodama. Sistem uzgoja stabala u kombinaciji s poljoprivrednim kulturama ili pašnjacima, od kojeg se, gledano s ekološke strane, može imati dugoročne koristi u ruralnim i urbanim krajolicima, može smanjiti ranjivost poljoprivrede i ljudi na klimatske nepogode. Agrošumarstvo može povećati plodnost tla, smanjiti eroziju, poboljšati kvalitetu vode, poboljšati biološku raznolikost, povećati sekvestraciju ugljika. U ovom radu su opisane uobičajne agrošumarske prakse europskog djela Mediterana te njihov pozitivan utjecaj na okoliš, s ciljem promoviranja takvih održivih sustava.

Ključne riječi: *Održivost, Mediteran, klimatske promjene, agrošumarstvo*

Summary

Of the master's thesis – student **Mateja Mikulec**, entitled

AGROFORESTRY AS A MEANS OF MITIGATING CLIMATIC HAZARDS IN THE MEDITERRANEAN

Improving the sustainability of agricultural systems can be a way to mitigate climate change in the Mediterranean. Monoculture overexploits resources while agroforestry achieves sustainability between trees, crops and animals in order to make the most efficient use of available resources. Climate change will affect the Mediterranean in different ways. Research predicts that the region will become drier and warmer with more frequent natural disasters. The integration of trees, agricultural crops, and/or animals into an agroforestry system has the potential to have long-term benefits in rural or urban landscapes and can reduce the vulnerability of agriculture and people to climate disasters. Agroforestry can enhance soil fertility, reduce erosion, improve water quality, enhance biodiversity, and sequester carbon. In this paper, I outline the common agroforestry practices in the northern part of the Mediterranean as well as their beneficial environmental effects.

Key words: *Sustainability, Mediterranean, climate change, agroforestry*

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Obilježja Mediterana	2
2.1. Klimatski parametri	3
2.2. Pedološki parametri	5
3. Definicija i klasifikacija agrošumarstva u Europi	7
4. Definicija i važnost mediteranske šume	17
4.1. Sekvestracija ugljika	18
5. Agrošumarstvo u EU i primjeri na Mediteranu	21
5.1. Zapadna Europa: dijelovi Portugala i Španjolske	22
5.1.1. Montado, Portugal	23
5.1.2. Jugoistočna Španjolska	25
5.2. Južna Europa	26
5.2.1. Jugoistočna Italija	27
5.2.2. Južna Francuska	28
5.3. Istočna Europa: Hrvatska i Grčka	29
5.3.1. Grčka	30
5.3.2. Hrvatska	31
6. Klimatske promjene	33
6.1. Klimatske promjene mediteranske Hrvatske	38
7. Ublažavanje prirodnih nepogoda agrošumarstvom	40
7.1. Suša	43
7.2. Požar	44
8. Socijalna održivost u agrošumarstvu	47
9. Zaključak	48
10. Literatura	49
Životopis	56

1. Uvod

Područje Mediterana ograničeno je klimatološkim parametrima i sastavom biljnog pokrova. Klimatološki gledano to su dijelovi mediteranskih zemalja koji imaju mediteransku klimu, a prema sastavu biljnog pokrova to su područja na kojim je rasprostranjena mediteranska vegetacija. Mediteran je jedno od svjetskih žarišta bioraznolikost. Iako je mediteranski grm sinonim za regiju, ovdje postoje i druga brojna staništa bogata biljnim i životinjskim vrstama. Dok većinom u šumama središnje i sjeverne Europe danas dominira svega desetak vrsta drveća, mediteranske šume su mnogo raznovrsnije, u njima se nalazi do 100 različitih vrsta drveća. Od samih početaka poljoprivrede mnogi su poljoprivrednici održavali ili aktivno uključivali stabla kao dio svojih poljoprivrednih gospodarstva. Drveće je pružalo hladovinu, sklonište, energiju, hranu za ljudsku populaciju, stočnu hranu i mnoge druge proizvode i usluge koji su omogućavali prosperitet na seoskom imanju. Danas su mnogi drevni pastoralni režimi napušteni, a EU projektima ih se pokušava vratiti u sklopu agrošumarstva. U ovom radu ću istražiti i analizirati prednosti gospodarenja sustavom agrošumarstva u današnje vrijeme. Travnjaci, polusušna stepska područja obalnih mediteranskih područja, mogu se činiti neplodnim i beživotnim, ali pomnijim pregledom otkrivaju bogatu životinjsku raznolikost i područje za razvoj agrošumarstva. Početkom istraživanja agrošumarstva, znanstvenici su uglavnom istraživali proizvodnju poljoprivrednih dobara, posebno hrane, no tijekom posljednjih desetljeća sve je više istraživanja koja promatraju na koji način ova poljoprivredna praksa pridonosi u borbi protiv klimatskih promjena. Očuvanje i povećanje bioraznolikosti, bolja iskorištenost resursa, veći prinosi, sekvestracija ugljika samo su neke od prednosti agrošumarstva koje većina autora navodi. Posljedice klimatskih promjena uključuju povećanje temperature zraka, dizanje razine mora, sve nestabilnije vrijeme i sve češće prirodne nepogode kao što su suša, šumski požari i smanjivanje bioraznolikosti. Agrošumarstvo svojim prednostima može ublažiti klimatske promjene na Mediteranu. Koje sve agrošumarske prakse postoje i njihovi primjeri na Mediteranu? Kako agrošumarstvo može pružiti održivost lokalno i globalno? Koja je povezanost između klimatskih promjena na Mediteranu s agrošumarstvom? To su neka od pitanja kojima će se odgovoriti u ovom radu. Ovaj rad će objasniti na koji način agrošumarstvo može povezati šumarstvo, poljoprivredu i stočarstvo te konkurirati na tržištu kao ekološki i socijalno održiv način gospodarenja.

2. Obilježja Mediterana

Sam pojam Mediteran u svom izvornom, geografskom značenju označava sve zemlje koje okružuju bazen Sredozemnog mora. Međutim, kod ograničenja Mediterana vanjskom granicom nailazimo na znatne teškoće, jer su izravni i neizravni utjecaji Sredozemnog mora vrlo različiti (orografski, klimatski, floristički, faunistički, biogeografski, vegetacijski, povijesni, etnološki itd.). Zbog toga se pod pojmom Mediterana kao stručnog termina mogu u različitim strukama naći različite definicije, a kao posljedica različitih definicija i gledišta nisu ni granice Mediterana jedinstveno usklađene. U biološkim znanostima uglavnom se služimo s dvije skupine čimbenika pomoću kojih se pokušava što preciznije ograničiti područje Mediterana, a to su skupina klimatoloških parametara i sastav biljnog pokrova. U klimatološkom smislu pod Mediteranom se općenito smatraju oni dijelovi mediteranskih zemalja koji imaju posebnu - mediteransku klimu za koju su značajni određeni odnosi tijekom temperatura prema količini i rasporedu oborina tijekom godine (Trinajstić, 1998.). Mediteran u fitogeografskom pogledu Trinajstić (1998.) definira kao područje rasprostranjenosti biljaka mediteranskog flornog elementa, odnosno područje rasprostranjenosti mediteranske vegetacije.

Geografski promatrano Mediteran obuhvaća područje triju kontinenata (Europe, Azije i Afrike) čije su obale smještene na Sredozemnom moru između 30/32° i 41/45° sjeverne geografske širine. Danas, dvadeset i jedna (21) država ima površinom veću ili manju obalu u spomenutoj regiji. Osim Republike Hrvatske to su: Albanija, Bosna i Hercegovina, Cipar, Crna Gora, Francuska, Grčka, Italija, Malta, Monako, Slovenija i Španjolska koje se skupno još nazivaju i sjeverne zemlje Mediterana (SZM), te Alžir, Egipat, Izrael, Libanon, Libija, Maroko, Sirija, Tunis, Turska tzv. južne i istočne zemlje Mediterana (JIZM) (slika 1.).



Slika 1. Zemljopisni položaj Mediterana

Izvor: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/transnational-regions/mediterranean>

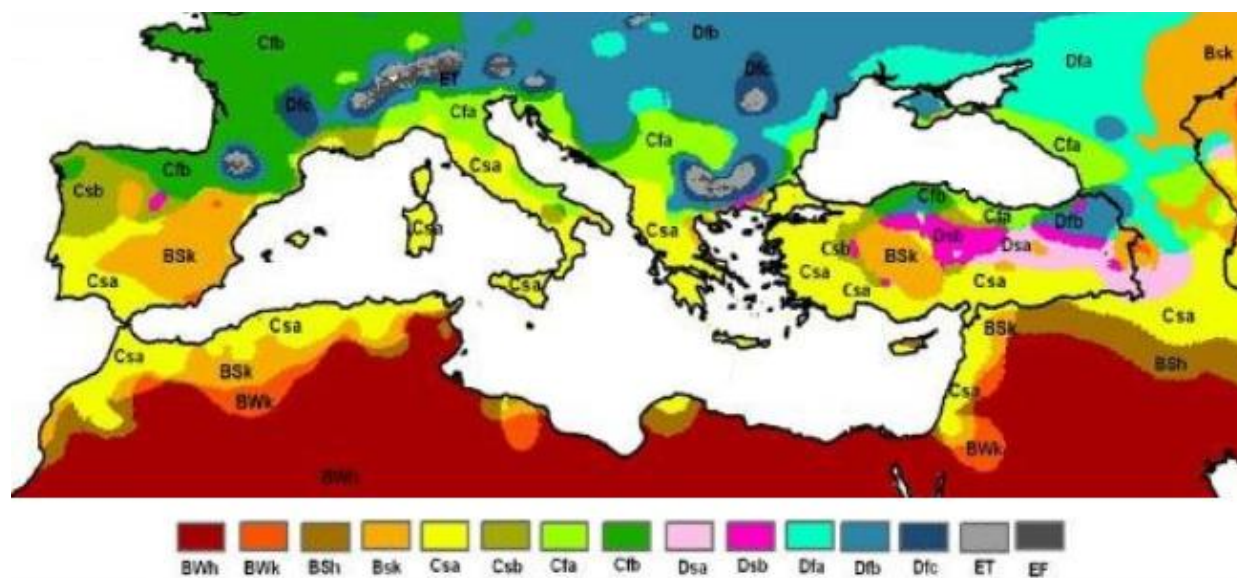
2.1. Klimatski parametri

Sve klime svijeta Köppen dijeli na pet klimatskih razreda. Oni se označavaju velikim slovima A, B, C, D i E. Klime B nazivaju se zajednički suhim klimama, jer u prosjeku nedostaje vlage za uspješniji rast biljaka. Klime A, C i D zajednički se nazivaju šumskim klimama ili klimama drveća (Šegota i Filipčić, 2003.).

Osnovna karakteristika klimatskog razreda A (tropske kišne klime) je srednja temperatura zraka najhladnijeg mjeseca ≥ 18 °C (ovakav tip klime ne nalazimo na području Mediterana). Klimatski razred B obilježava suhe klime, temperaturne granice nisu određene nego se izračunavaju kombinacijom temperature zraka i količine padalina. Umjereno tople kišne klime označavamo slovom C. Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca ovog klimatskog razreda nije niža od -3 °C, a najmanje jedan mjesec ima srednju temperaturu višu od 10 °C. Klimatski razred D (snježno-šumske (borealne) klime) ima srednju temperaturu najhladnijeg mjeseca nižu od -3 °C, a srednja temperatura najtoplijeg mjeseca viša je od 10 °C (unutrašnjost kontinenta). Snježne klime, oznake E, imaju srednju temperaturu najtoplijeg mjeseca nižu od 10 °C (polarna područja). Niža klimatska kategorija dobiva se dodavanjem slova f koje znači da nema sušnog razdoblja (svi

su mjeseci vlažni), s predstavlja sušno razdoblje ljeti te w za sušno razdoblje zimi (Šegota i Filipčić, 2003.). Dodavanjem trećeg slova dobije se još detaljnija klasifikacija prostora zanimanja.

Prema tome, klima oznake Csa i Csb, koje su zastupljene na sjevernim obalnim područjima Mediterana predstavljaju tip mediteranske klime (slika 2.). Afrički dio Mediterana ima pustinjsku klimu oznake Bwh i Bwk te Bsh polupustinjsku klimu. Pustinjska klima Bsk karakterizira i JI dio Španjolske, dok se sjevernije preko Francuske (uz Atlanski ocean) nastavlja oceanska klima Cfb. Također, važno je spomenuti vlažnu subtropsku klimu oznake Cfa koja karakterizira vuća vlažna ljeta i blage zime koje opisuju Hrvatski obalni dio kao i sjeverniji dio Italije. Srednja vrijednost temperature pokazuje gradijent sa sjevera prema jugu sa srednjom vrijednosti temperature koja prelazi 30 °C na jugoistoku (Gualdi i sur., 2013.).



Slika 2. Podjela klime na području Mediterana prema Köppen-Geiger klimatskoj klasifikaciji
Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Climate-types-over-the-larger-Mediterranean-and-Black-Sea-basinscountries-and-Turkey_fig6_314837337

Klimu Mediterana obilježavaju suha ljeta s jako dugim suhim razdobljima gdje slijede jesenske i zimske oborine jakog intenziteta. Količina i raspored oborina varira od lokacije do lokacije, tako uz afričku obalu padne do 250 mm oborina kroz godinu dok na dalmatinskoj obali nalazimo lokacije koje bilježe do 2.500 mm oborina. Planinska obalna područja bilježe najveću količinu oborina. Također, nije rijetkost da na jednoj lokaciji ukupna mjesečna količina oborina padne svega u par sati (tokom oluje).

2.2. Pedološki parametri

Mediteranska tla karakterizira velika raznolikost zbog razlika u klimi, krajoliku, vegetaciji, vremenu i dugoročnom utjecaju ljudskih aktivnosti. Erozijski je dominantan faktor u oblikovanju krajolika i utječe na distribuciju tla. Dominantni matični materijali južne Europe su vapnenci i dolomiti koji su potaknuli razvoj tipičnog krškog ekosustava Sredozemlja (Zdruli i sur., 2016.). U prirodnim ekosustavima (npr. šumskim) kvaliteta tla je njegova inherentna sposobnost održavanja biljne i životinjske produktivnosti. Međutim, privođenjem djevičanskih tala poljoprivrednom korištenju i višegodišnjim korištenjem u biljnoj proizvodnji uz primjenu potrebnih agrotehničkih i hidrotehničkih mjera dolazi do značajnih promjena pa tip tla ni u kojem slučaju ne može biti pokazatelj i odrednica primarne organske produkcije (Vukadinović i Vukadinović, 2018.).

Gledajući cijeli Mediteran Kambisol pokriva najveći dio mediteranske regije, a slijede ga Leptosols i Regosols. Najplodnija tla su Kastanozem, Phaeozem i Umbrisols, koja su bogata hranjivim tvarima i posjeduju dobra fizikalna svojstva; međutim, njihov je opseg ograničen. Slana tla (prirodna i antropogena) pokrivaju oko 10 milijuna ha, gdje je u Europskom dijelu najviše takvog tla u Španjolskoj 3,4 milijuna ha, Italiji 1 milijun ha, Grčkoj 600 000 ha. Salinizacija i alkalizacija tla (solončak tla) smatraju se glavnim uzrocima dezertifikacije i ozbiljni su oblici degradacije tla na Mediteranu, zbog loše kvalitete vode za navodnjavanje, osobito duž obala na kojima je ulazak morske vode u slatke vodonosnike uobičajen. Ekspanzija navodnjavanja stvorila je probleme s nakupljanjem soli u mnogim zemljama Sredozemlja: u posljednja dva desetljeća u Egiptu je na primjer milijun hektara bilo zahvaćeno salinitetom tla zbog neadekvatne vode za navodnjavanje. Stoga bi se posebna pažnja trebala posvetiti kvaliteti i količini vode koja se koristi za navodnjavanje (Zdruli, 2014.). Produktivna tla poput Cambisol, Luvisols, Vertisols, Fluvisols i Gleysols prostrana su u sjevernom mediteranskom području (dolina rijeke Po i Tavogliere delle Puglie u Italiji). Histosolnih tala ima jako malo, potrebno ih je zaštititi zbog velike količine sekvestriranog organskog ugljika. Antrosoli su najrasprostranjeniji na Siciliji i u Apuliji u južnoj Italiji i uglavnom se koriste za uzgoj grožđa, maslina i voćnjaka. Arenosols tip tla nalazimo uz pješkovite dine u Italiji i Španjolskoj. U Primorskoj Hrvatskoj najrašireniji tipovi tla su crvenica i smeđa tla. Crvenica je tipična za krške krajeve pogodna je za uzgoj vinove loze, povrća i agruma. Važne rijeke mediteranske Hrvatske su Neretva, Lika, Zrmanja, Krka i Cetina. Uz deltu Neretve

nalaze se aluvijalna i euglejna tla koja su antropogenizirana, uglavnom meliolirana i desalzirana te obogaćena hranjivim sastojcima za uzgoj raznih agruma. Većina poljoprivrednika koja se bavi uzgojem agruma su uglavnom agrarno nedovoljno educirani pa osim pretjeranog korištenja kemikalija i umjetnih gnojiva, koriste površinsku i dubinsku vodu za navodnjavanje koja je često zaslanjena. Na taj način devastiraju zemljište, smanjuju njegovu plodnost, a kroz nekoliko godina dovode u pitanje postanak amorfnih tala, odnosno pojavu slane pustinje sa potpuno neplodnim tlima. Koja tla su najviše zastupljena i na kojim područjima mediteranske Hrvatske saznajemo uvidom u digitalnu pedološku kartu Hrvatske¹.

Tlo je neobnovljiv resurs u ljudskom životnom vijeku. Može se smatrati obnovljivim samo na geološkoj vremenskoj skali. Daleko je više od supstrata za opskrbu biljkama i hranjivim tvarima, od temeljne je važnosti za filtriranje vode, ublažavanje zagađivača, punjenje vodonosnika, regulaciju izmjene plinova i hranjivih tvari i posredovanje bio-geofizičke i kemijske interakcije s okolinom. Zdravo zemljište (a time i ljudi) zahtijeva održivu plodnost tla i dobro funkcioniranje tla kao osnovu za proizvodnju biomase i usluge zaštite okoliša. Tlo je "temelj" za funkcioniranje ekosustava i osigurava obnovljive rezerve vode. Stoga, održiva uporaba i upravljanje tlom osigurava dobrobit ljudi i društva u cjelini (Zdruli i sur., 2016.).

Postoje brojni dokazi da će klimatske promjene utjecati na Sredozemnu regiju na različite načine, svi klimatski modeli predviđaju da će regija postati suša i toplija (Zdruli, 2016.). Visoke temperature rezultiraju visokim stopama mineralizacije organske tvari u tlu (SOM) i posljedično dovode do niže urođene plodnosti tla. Zaštita tla trebala bi biti prioritet za cijelu mediteransku regiju, a ne praksa prekomjerne obrade tla u sklopu konvencionalne poljoprivrede. Nepovoljni utjecaji obrade koji smanjuju kvalitetu tla (zbijenost, rasprašivanje, pokorica, izrazita mineralizacija organske tvari, smanjenje sadržaja hranjiva i niža nosivost tla) su nepoželjne posljedice konvencionalne obrade, s vrlo malo prednosti koje bi održavale stabilnost agroekosustava (Birkás i sur., 2008.). Održavanje plodnih i zdravih tala kako bi se osigurala sigurnost hrane, održivi razvoj i obnova degradiranog zemljišta presudno je za budućnost čovječanstva (Zdruli i sur., 2016.).

¹ Digitalna pedološka karta Hrvatske je dostupna na: http://tlo-i-biljka.eu/iBaza/Pedo_HR/index.html

3. Definicija i klasifikacija agrošumarstva u Europi

Agrošumarstvo se može definirati kao održiv način gospodarenja gdje se integrira poljoprivreda i šumarstvo na istoj površini. Međunarodno Vijeće za Agrošumarska Istraživanja (ICRAF) definira pojam agrošumarstva kao “dinamičan, ekološki utemeljen sustav upravljanja prirodnim resursima kroz integraciju stabala u poljoprivrednim zemljištima i pašnjacima čime se povećava varijabilnost i održivost proizvodnje te se ujedno podržava proizvodnja koja povećava socijalne, ekonomske koristi okoliša za korisnike zemljišta na svim razinama”. Udruga Umjerenog Šumarstva (AFTA) daje definiciju “intenzivni sustav upravljanja zemljištem koji optimizira koristi biološke interakcije stvorene kada se stabla i / ili grmlje namjenski kombiniraju s usjevima i / ili stokom”.

Agrošumarstvo je više kultura koje zadovoljavaju najmanje tri osnovna uvjeta (Sommariba, 1992.):

1. Biološka interakcija najmanje dviju vrsta,
2. Mora biti najmanje jedna drvenasta višegodišnja kultura,
3. Najmanje jedna kultura je namijenjena za stočnu hranu, godišnju ili višegodišnju ratarsku proizvodnju.

Španjol i sur. (2014.) navode da bi agrošumarski sustavi trebali zadovoljavati sljedeće uvjete:

Postojanje cilja proizvodnje: upravljanje i osiguravanje zajedničke proizvodnosti šumskih drvenastih vrsta, poljoprivrednih kultura i/ili stočarstva kao jedinstvene gospodarske cjeline.






Intenzivnost: potrebno je upravljanje s ciljem osiguranja proizvodne i zaštitne uloge, jer sustav obuhvaća radove kao što su kultivacija, gnojidba i dr.

Interaktivnost: ostvarivanje učinkovitog međudjelovanja poljoprivrede i šumarstva s ciljem ekonomske isplativosti uz očuvanje staništa i zaštitne uloge.

Integriranost: podizanje šumskih i poljoprivrednih kultura i/ili moguću primjenu stočarstva što predstavlja gospodarsku cjelinu. Tako se iskorištava u većoj mjeri proizvodna sposobnost zemljišta, ali istovremeno postiže i ravnoteža između ekonomske opravdanosti i zaštite staništa na temeljima potrajnosti ili održivog razvoja.

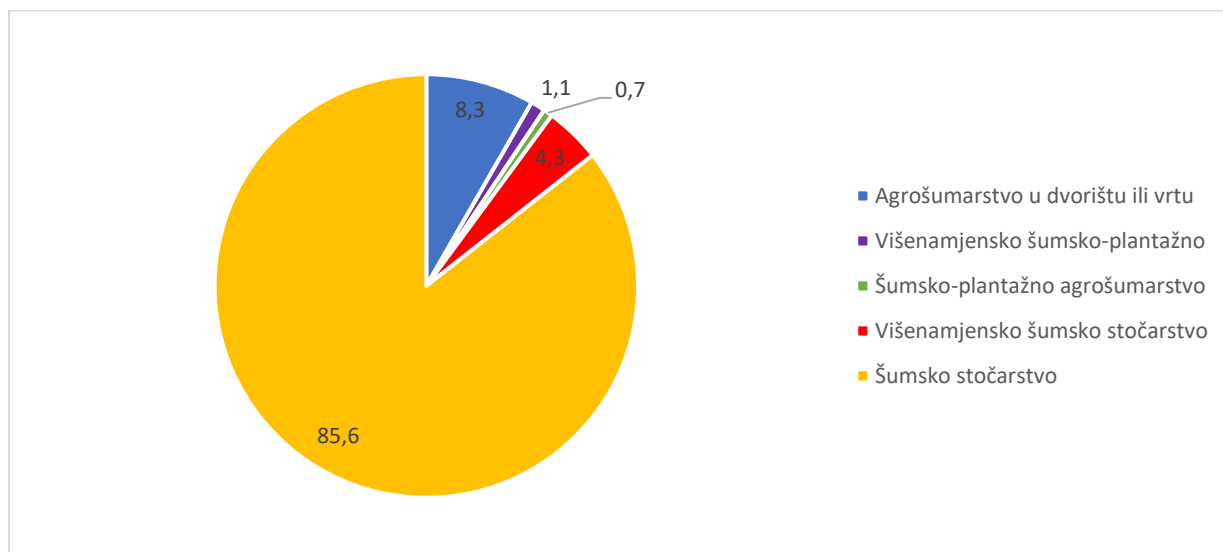
Agrošumarstvo u Europi klasificiramo na 5 načina, kako bi se zadovoljile specifične ljudske i ekološke potrebe određenog područja (tablica 1.).

Tablica 1. Vrste agrošumarskog sustava u Europi prema Mosquera-Losada i sur. (2016)

Vrsta šumskog sustava		Kratki opis
Šumsko-plantažno agrošumarstvo/ silvoarable		Široko razmaknuta stabla među kojima su posijani godišnji ili višegodišnji usjevi. Stabla/ grmovi mogu biti izolirani/raštrkani, u drvoredu, živici i u linijskim pojasevima.
Šumsko poljodjelstvo /forest farming		Šumska područja koja se koriste za proizvodnju autohtonih usjeva za medicinske, ukrasne ili kulinarske svrhe.
Uzvodni vegetacijski pojasevi (obalni puferi) /riparian buffer strips		Pruga višegodišnjeg rašća (drveće, grmovi, trava) koja raste između poljoprivredne zone i vodne zone (potoci, jezera, močvare i bare) za zaštitu kvaliteta vode. Mogu biti prepoznati kao šumsko stočarstvo ili šumsko- plantažno agrošumarstvo no posebnost ovog sustava je očuvanje vodotoka.
Agrošumarstvo u dvorištu ili vrtu/ homegardens or kitchen gardens		Kombinacija stabala/grmova s ratarstvom, povrtlarstvom u prigradskim ili urbanim područjima.
Šumsko stočarstvo / silvopasture		Kombinacija životinjske poljoprivrede s proizvodnjom drvenih i hranidbenih proizvoda. Sastoji se od šumske ispaše, livade/pašnjaka sa živicom i od raštrkanih/ izoliranih stabala ili stabala u liniji/pojasu.

Kako bih dobili uvid koji se agrošumarski sustav najviše koristi i u kojim je razmjerima s ostalim praksama agrošumarstva može se koristiti LUCAS 2012 (Okvirno statističko istraživanje o uporabi/pokrovu zemljišta) baza podataka (den Herder i sur., 2015.). U Europi ukupne

agrošumarске prakse, uključujući šumsko i šumsko-plantažno stočarstvo te agrošumarstvo u dvorištu/vrtu, zauzimaju oko 20 milijuna hektara površine. To je ekvivalent za površinu od 15,4 milijuna ha koju navodi den Herder i sur. (2015.), tu se uračunava i 2,66 milijuna ha pašne na makiji i 1,8 milijuna ha agrošumarstva u dvorištu/vrtu. Oko 90 % od ukupnih 20 milijuna ha spada pod šumsko stočarstvo (uključujući 4,3 % stalnih kultura ili voćaka koje formiraju šumsku komponentu) (graf 1.). Površina pod šumskim stočarstvom s voćkama (višenamjensko šumsko stočarstvo) iznosi oko 850000 ha. Druga najraširenija praksa agrošumarstva je ono u dvorištu/vrtu, 8,35 % odgovara 1,8 milijuna hektara što nije ni 1 % od ukupnog teritorija EU. Šumsko-plantažni tip agrošumarstva zauzima samo 360000 ha što predstavlja manje od 1 % ukupne površine pod agrošumarstvom u EU, više od pola te površine je pod trajnim nasadima (u grafu 1 navedeno kao višenamjensko šumsko plantažno) (Mosquera-Losada i sur., 2016.).



Graf 1. Agrošumarstvo u Europi u postocima (višenamjensko šumsko stočarstvo i višenamjensko šumsko-plantažno agrošumarstvo uključuju voćke) (Prevedeno iz Mosquera-Losada i sur., 2016.)

Šumsko i višenamjensko šumsko stočarstvo zauzimaju preko milijun ha u Europi (4,1 % EU teritorija). Međutim, šumsko plantažno i višenamjensko šumsko plantažno agrošumarstvo je prisutno samo na 0,1 % područja. Uzvodni vegetacijski pojasevi i živice pokrivaju 1,8 milijuna ha s obzirom na pokrivenost njihovih krošnji. Podaci za šumsko agrošumarstvo nisu dostupni. Ove vrijednosti ukazuju da postoji visok potencijal za proširenjem agrošumarških praksa u EU (Mosquera-Losada i sur., 2018.). Važno je napomenuti kako se navedeni podaci odnose na područje cijele EU27 (2012), a ne samo na područje Mediterana.

Šumsko-plantažno agrošumarstvo

Najčešće u Europi, šumsko plantažni sustav uključuje drvored, razbacana stabla i linijske pojaseve. Drvored omogućava uzgoj hrane, krmnih ili specijalnih kultura između redova stabala. Razbacana stabla s plodoredom gdje se nalaze godišnji usjevi poput kukuruza, pšenice, zobi, suncokreta, povrća ili krmnih kultura (silaza ili sijeno), ali i višegodišnjih usjeva koji se beru svakih nekoliko godina (npr. energetske usjevi). Zaštitni pojasevi drvenastih nasada su živica, vjetrobrani i šumski pojasevi. Ovaj se sustav agrošumarstva sastoji od stabla s dovoljnim međurazmakom za strojeve kako bi se smanjili troškovi berbe. Ovakav položaj stabala također omogućava da čim više svjetlosti dopire do usjeva u međuredu. Redovi stabala nalaze se oko parcele, čine “drveće izvan šume” prema europskoj klasifikaciji (MCPFE, 2003.). Također, navedene formacije stabla mogu odvajati prometnice/tračnice od poljoprivrednog zemljišta i štiti od jakog vjetra, napuha snijega (Takacs i Frank, 2008.).

Projekt AGFORWARD (siječanj 2014-prosinac 2017), sufinanciran od strane Europske komisije, između ostalog promovira agrošumarstvo kao način održivog ruralnog razvoja, poboljšane konkurentnosti i socijalnog unapređenja. Jedno od istraživanja u sklopu ovog projekta je upravljanje korovom kao problem šumsko-plantažnog agrošumarstva. Jedno takvo istraživanje provedeno je na površini pod šumsko-plantažnim agrošumarstvom, nedaleko od Montpelliera, jugoistočni dio Francuske koji karakterizira Mediteranska klima srednje mjesečne temperature 14.2 °C i srednje godišnje količine padalina 851 mm. Kulture koje rastu na promatranom polju su topola (*Populus spp.*) i oskoruša (*Sorbus domestica* L.) u kombinaciji s graškom (*Pisum sativum*) (slika 3.). Neke od hipoteza istraživanja iznose kako se korov u agrošumarstvu prilagođava uvjetima sjene te da različite zajednice korova rezultiraju različitim učinkom na usjev. Karakteristike stabla i usjeva nalaze se u tablici 2., a tekstura tla promatranog područja je glina. Ovaj primjer se navodi kako bi čitatelj dobio uvid kako izgleda šumsko plantažni sustav.



Slika 3. Šumsko-plantažno agrošumarstvo (lijevo je slabo zasjenjeni, desno vrlo zasjenjeni grašak)

Izvor: https://train.agforward.eu/wp-content/uploads/2016/11/WP4_FR_Silvoarable_Mediterranean_Weeds_system_description.pdf

Tablica 2. Obilježja vegetacije na šumsko-plantažnom istraživanom primjeru

<i>Karakteristike stabla</i>		
	visoko zasjenjeno	slabo zasjenjeno
<i>Vrsta</i>	Topola (<i>Populus spp.</i>)	Oskoruša (<i>Sorbus domestica</i> L.)
<i>Gustoća stabala</i>	100 stabla ha ⁻¹ (13 m između redova, oko 4 do 5 unutar reda)	50 stabala ha ⁻¹ (13 m između redova, oko 4 do 12 m unutar reda)
<i>Dodatno</i>	Kod baze drveća se nalazi potez od 1,5 m samonikle vegetacije	Kod baze drveća se nalazi potez od 1,5 m samonikle vegetacije
<i>Karakteristike usjeva</i>		
<i>Vrsta</i>	Grašak (<i>Pisum sativum</i>)	Grašak (<i>Pisum sativum</i>)
<i>Plodored</i>	Prijašnje godine: durum pšenica (<i>Triticum durum</i>)/durum pšenica/ grašak / durum pšenica	Prijašnje godine: durum pšenica (<i>Triticum durum</i>)/durum pšenica/ grašak / durum pšenica

Izvor: https://train.agforward.eu/wp-content/uploads/2016/11/WP4_FR_Silvoarable_Mediterranean_Weeds_system_description.pdf

Šumsko poljodjelstvo

Šumsko poljodjelstvo je agrošumarski sustav kod kojeg se koristi već postojeća šuma, s malim izmjenama, za uzgoj ljekovitog bilja, gljiva, tartufa, bobičastog voća, meda te ukrasnog bilja (slika 4.) (Mosquera-Losada i sur., 2009.). Sustav se može uspostaviti prorjeđivanjem postojeće šume kako bi se ostavila najbolja stabla za nastavak proizvodnje drva i stvorili uvjeti za uzgoj kultura u međuredu. Sustavi se obično fokusiraju na jedan usjev plus drvo, ali mogu se oblikovati za proizvodnju nekoliko kultura ili usjeva. To je način korištenja šuma za kratkoročne prihode, dok se stabla uzgajaju za proizvode od drva.



Slika 4. Šumsko poljodjelstvo s redovima američkog ginsega (*Panax quinquefolius*)

Izvor: <https://www.ibtimes.sg/forget-wild-forest-chase-herbs-its-time-move-forest-farming-ginseng-other-herbs-say-experts-34955>

Važno je istaknuti kako se ove biljke beru nekontrolirano što otežava praćenje i stabilnost prihoda. Gljive, uključujući tartufe, najvažniji su specijaliteti Mediterana. Neke vrste gljiva u Europi od ekonomske važnosti su: blagva (*Amanita caesarea*), vrganj (*Boletus edulis*), rujnica (*Lactarius deliciosus* Fr.), lisička (*Cantharellus cibarius*), prosenjак (*Hydnum repandum* L.) itd. (Mosquera-Losada et al., 2009). Ljekovito i aromatsko bilje koje se najviše ubire u Europi je proljetni gorocvijet (*Adonis vernalis* L.), medvjетка (*Arctostaphylos uva-ursi* L.), islandski lišaj (*Cetraria islandica* (L.) Ach.), srčanik (*Gentiana lutea* L.), sladić (*Glycyrrhiza glabra* L.), gorki trolist (*Menyanthes Trifoliata* L.) te origano (*Origanum vulgare* L.), božur (*Paeonia* L.), jaglac

(*Primula vulgaris* Huds.), bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus* L.), timijan (*Thymus vulgaris* L.) itd. (Mosquera-Losada i sur., 2009.).

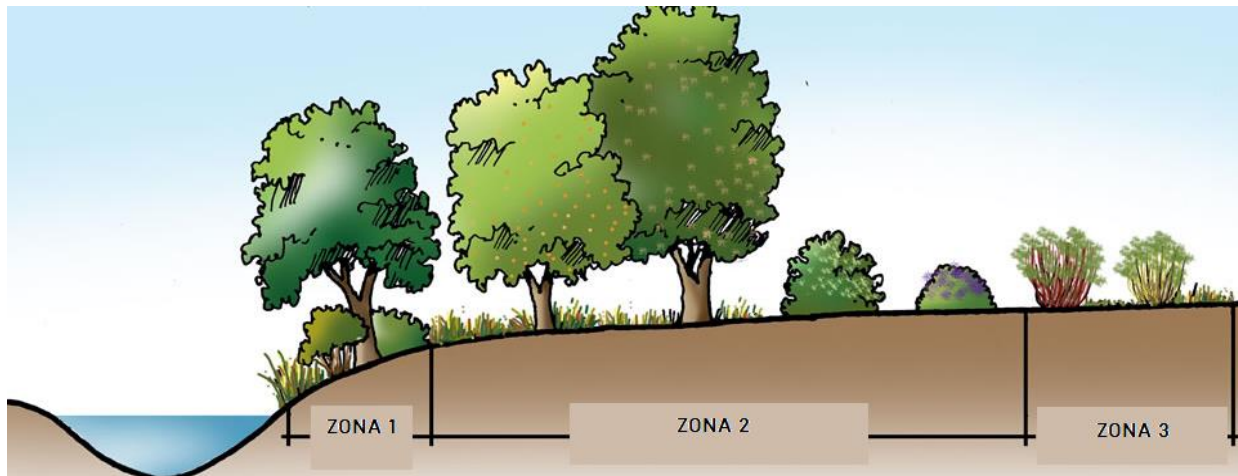
U mnogim slučajevima nema transparentnosti u lancu opskrbe, nema saznanja o izvoru šumskih ljekovitih biljaka. Poticanje divljih sakupljača i lanaca opskrbe da pređu prema praksama šumskog uzgoja riješilo bi mnoge probleme vezane za transparentnost, kvalitetu i održivo gospodarenje.

Uzvodni vegetacijski pojasevi (obalni pufferi)

Stablo, grm ili trave se sade između usjeva/pašnjaka i izvora vode (potok, jezero, močvara ili bara) kako bi se zaštitila kvaliteta vode. U Europi su obično smješteni uz potok ili rijeku, kao ostatci nekadašnjih riječnih ravnica šuma bijele vrbe (*Salix alba* L.), crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) te bjelogoričnih šuma jasena (*Fraxinus excelsior* L.), brijesta (*Ulmus*), javora (*Acer*), hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Pojasevi smanjuju taloženje vodnih sedimenata, eroziju tla na susjednim poljoprivrednim zemljištima, te štite od nitratnog onečišćenja i plavljenja. Većina takvih šuma imaju visoku krajobraznu važnost s obzirom na izmjenu i poboljšanje krajolika. Ekonomska važnost se ističe visokim prihodima zbog kvalitete drva. Gljive i ljekovite bilje se također proizvode na ovakvom ekosustavu. Ekološki gledano, stabla reguliraju temperaturu rijeka, ponašajući se kao zeleni filtri smanjuju proces eutrofikacije te služe kao hrana i biotop vodene faune kao i vodozemaca (Mosquera-Losada i sur., 2009.). Pa tako možemo reći kako su koristi ovog sustava višestruke (DeCecco i Brittingham, 2016.):

- Stabilizacija obala vodenih tokova
- Kontrola erozije i sedimenta
- Filtracija hranjivih tvari i drugih zagađivača
- Smanjenje utjecaja poplava
- Stanište i hrana za divlje životinje i oprašivače
- Sjena za potoke itd.

Uzvodni vegetacijski pojasevi se obično sastoje od 3 progresivne zone vegetacije koje filtriraju podzemne vode i štite okoliš (slika 5). Kod ovog modela, zone 2 i 3 su najprikladnije za aktivno upravljanje i proizvodnju drveća i grmova.



Slika 5. Ilustracija uzvodnih vegetacijskih pojaseva podijeljenih u vegetacijske zone
 Izvor: <https://www.fs.usda.gov/nac/practices/riparian-forest-buffers.php>

Zona 1 je područje najbliže potoku ili vodnom tijelu gdje treba zasaditi autohtone vrste voodootpornih stabala i veliko grmlje s malo ili bez plodova. Kad drveće raste u zoni 1, zasjenjuje potok, koji hladi vodu i pruža bolje uvjete za potočnu pastrvu ili druge vrste riba koje ovise o hladnoj vodi. Također, temperatura vode je regulirana te teže dolazi do isušivanja vodnih površina tijekom sušnih ljeta. Manja je vjerojatnost od poplavnog izlivanja vodnih korita. Ova zona trebala bi biti široka najmanje 5 m (DeCecco i Brittingham, 2016.).

Zona 2 je obično upravljana šuma ili mješovito šumsko grmlje, tj. autohtono brzo rastuća, manja vrsta stabala ili grmlja koje podnose hladovinu. U ovoj zoni hranjiva i druga onečišćenja se filtriraju kroz tlo ili su pohranjena u biomasi vegetacije (dušik i fosfor) sprečavajući da uđu u vodu. Budući da se hranjive tvari i sedimenti nakupljaju u biljnom tkivu i na površini zeljastih vrsta, održavanje kapaciteta filtriranja zahtijeva dugotrajno skladištenje (u velikim stablima) ili periodičnu sječu kako bi se potaknuo novi rast koji ima veću sposobnost apsorpcije hranjivih sastojaka. Preporučena širina zone je od 5 do 15 m (DeCecco i Brittingham, 2016.).

Na zoni 3 nalazi se travnjak ili mješavina trave i cvijeća. Ovdje se mogu održavati vrtovi ili kompostne gomile. Kod poljoprivrednih područja ova zona je važna kod usporavanja otjecanja i zarobljavanja sedimenata. Ukupna širina od 8 do 15 m od vodne površine je minimum koji se predlaže kao učinkovit tampon za stabilizaciju obale i kontrolu kvalitete vode. Tamo gdje priobalno područje ima vrlo strm nagib koji vodi do vode, potreban je širi tampon za usporavanje otjecanja koja putuju kopnom prema vodi (DeCecco i Brittingham, 2016.).

Kao što je već navedeno, ovaj sustav nudi brojne uloge povezane s poboljšanjem kvalitete tla, biološke raznolikosti i klimatskih promjena (USDA, 2015.). Ove zone su važni prirodni biofilteri. Obalsne zone mogu imati ulogu u smanjenju zagađenja nitratima (potiskivanje ili denitrifikacija nitrata) u površinskim vodotocima, iz stajskog gnojiva od primjene na poljoprivrednim poljima, koje bi u suprotnom oštetile ekosustav i ljudsko zdravlje. Riparijska vegetacija poboljšava kakvoću vode time što zadržava sediment odnosno sprječava ispiranje čestica tla, nutrijenata i polutanata s okolnih površina, prvenstveno poljoprivrednih. Također, povećava kapacitet infiltracije tla budući da djeluje kao spužva, upija vodu i polagano je ispušta u vodno tijelo, čime usporava otjecanje/ispiranje vode s površine. Korijenje vegetacije stabilizira obalu i korito čime smanjuje eroziju i sedimentaciju (Lončar i sur., 2017.). Reakcija tla obalnog pufera i njegov sastav odredit će koje vrste biljaka koristiti. Kod sadnje i gospodarenja drvećem i ostalim biljkama na ovom području treba se izbjegavati upotreba teške mehanizacije; to uzrokuje zbijanje tla i eroziju (DeCecco i Brittingham, 2016.).

Asortiman stabala priobalnih područja varira od močvara do umjerenih uvjeta i obično se sastoji od biljaka koje su ili vodene biljke ili zeljaste kopnene stablašice i grmovi koji uspjevaju u blizini vode. Neke od stablašica koje uspjevaju u ovakvim uvjetima, na području srednje i jugoistočne Europe su javor klen (*Acer campestre* L.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), obični grab (*Carpinus betulus* L.), bijeli jasen (*Fraxinus excelsior* L.), orah (*Juglans regia* L.), divlja jabuka (*Malus sylvestris* Mill.), bijela topola (*Populus alba* L.), crna topola (*Populus nigra* L.), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), bijela vrba (*Salix alba* L.), krhka vrba (*Salix fragilis* L.), lipa (*Tilia*), treperavi brijest (*Ulmus laevis* Pall.), nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill.) (Bachan, 2003.).

Agrošumarstvo u dvorištu ili vrtu

Ovakav tip agrošumarstva većinom je asociran uz urbana područja gdje često reklamira lokalnu hranu, također stvara vezu između ruralnih krajeva i gradova (Mosquera-Losada i sur., 2016.). Vrtlarstvo u kući ima dugu tradiciju, posebno u mnogim tropskim zemljama. Kućni vrtovi sastoje se od skupa biljaka, koji mogu obuhvaćati drveće, grmlje, vinovu lozu i zeljaste biljke, koje rastu u susjedstvu doma ili kuće. Razne poljoprivredne kulture i višenamjenska stabla ispunjavaju većinu osnovnih potreba lokalnog stanovništva i zadovoljavaju tri dimenzije održivosti.

Šumsko stočarstvo

Šumsko stočarstvo obuhvaća šumsko pašarenje gdje se većinom uzgajaju autohtone pasmine na području već postojeće šume i/ili se uzgajaju divlje ili domaće životinje na području nedavno pošumljene površine (Mosquera-Losada i sur., 2009.). Ovaj sustav karakteriziraju životinje za ispašu ili brst, što kod drugih sustava nije slučaj.

Primjer silvopastoralnog tipa agrošumarstva u Hrvatskoj bio bi uzgoj crne slavonske svinje. Šumski uzgoj crne slavonske svinje najveći potencijal ostvaruje u hrastovim šumama, no on je moguć i u šumama pitomog kestena ili bukve. Korist imaju šuma, svinje koje su tamo smještene koje "čiste" šumu, ali i uzgajivač koji postiže veću cijenu mesa (meso s dodatnom vrijednošću) i mesnih prerađevina. Prednosti ovakvog načina držanja svinja su: manja financijska ulaganja, ekološka prihvatljivost i uzgoj u skladu s dobrobiti svinja. Kretanjem po šumskim površinama ostvaruje se pozitivan utjecaj na dobrobit i zdravlje svinja i kvalitetu finalnog proizvoda. Lišće i plodovi nekih europskih vrsta kao što su pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), jasen (*Fraxinus* spp.), breza (*Betula pendula* Roth.), hrast (*Quercus*) koristili su se u prošlosti kao hrana za životinje za vrijeme nestašice. Gledajući zakonsku regulativu Republike Hrvatske, zabranjen je uzgoj i držanje svinja na šumskim površinama, zakona predstavlja prepreku implementacije navedenog sustava uzgoja svinja. Šumskim stočarstvom došlo bi do razvoja ruralnih područja uz mogućnost proizvodnje visoko kvalitetnih tradicionalnih proizvoda (kulen, kobasica, slanina, čvarci) konkurentnih na širem tržištu. Naveden način uzgoja je zastupljen u Portugalu, a uključuje uzgoj iberijske svinje. Sustav uzgoja u Portugalu nazvan je Montado, dok se sustav u Španjolskoj zove Dehesa (Budimir i sur., 2013.).

Nedavna istraživanja u Italiji predlažu uzgoj višegodišnjih divljih šparoga (*Asparagus acutifolius* L.) kao usjeva u maslinicima u kombinaciji s peradarstvom. Višegodišnje šparoge mogu smanjiti eroziju tla, a ujedno su vrijedan prehrambeni proizvod (Rosati i sur., 2009.). Perad se hrani neželjenim korovom i zaperkama drveta, pri tome ne oštećujući bodljikave šparoge, obogaćuje tlo svojim izmetom (ušteda od 250 kg NPK/ha kako navodi Dal Bosco i sur. (2016.).

4. Definicija i važnost mediteranske šume

Drveće je usko povezano s mediteranskim krajolikom. Šuma alepskog bora, šikara hrasta crnike, agrošumarski sustav s maslinama, šuma hrasta plutnjaka ili grad s pinijama su obilježja po kojima možemo prepoznati da se nalazimo na Mediteranu. Ta prepoznatljivost nije slučajna, već je rezultat dugotrajnih interakcija s drugim komponentama krajolika koje su oblikovale njegov identitet (FAO i Plan Bleu, 2018.). Od uspostave civilizacija na Mediteranu prije više tisuća godina, prepoznatljivost vrsta drveća regije također se razvijala na temelju dobara i usluga koje pružaju. Tipični su primjeri maslinjak ili hrast plutnjak i ispaša. Da bi se u potpunosti shvatila raznolikost tih dobara i usluga, pojam „šume“ treba shvatiti kao pojam koji ne uključuje samo šume u strogom smislu, već i razne druge šumovite površine i drveće, uključujući drveće u agrošumarskim sustavima i urbane, prigradske šume. Da bi se ta vrijedna dobra i usluge očuvale u korist stanovništva i okoliša, važno je biti svjestan njihovog potencijala, poštujući prirodno opterećenje koje ovi ekosustavi mogu održivo podržati (FAO i Plan Bleu, 2018.).

U fitocenologiji, mediteranske šume se odnose na vrste drveća koje su specifične za mediteransku regiju određenih ekoloških zahtjeva i abiotskih čimbenika. Također, kako bi definirali pojam mediteranske šume može se koristiti opća definicija s naglaskom na prostor Mediterana. Šume i šumarstvo jedna su od najvažnijih gospodarskih grana unutar Europske Unije. Prekrivaju oko 40 % ukupne površine EU, a unazad 50 godina njihova površina polako se povećava. Zahvaljujući pošumljavanju i prirodnoj sukcesiji, šumska područja EU tijekom proteklih desetljeća su se povećala. Međutim, u svijetu se šumska područja i dalje smanjuju. U EU se trenutačno siječe samo 60-70 % godišnjeg prirasta, pa se stoga drvna zaliha povećava kako navodi hrvatski poljoprivredni časopis Agroklub (2016.). Praćenje drvne zalihe pruža osnovne informacije za procjenu održivosti gospodarenja šumama i služi kao osnova za procjenu količine akumuliranog ugljika u živim stablima. Podaci za drvnu zalihu gotovo svih zemalja se mogu naći na FAO stranicama (FAO i Plan Bleu, 2018.).

Mediteranske šume, iako ih karakterizira niska produktivnost doprinose ekosustavu na više važnih načina (sekvencijacija ugljika, biološka raznolikost kvalitete krajolika, očuvanje vodnih resursa i borba protiv degradacije zemljišta). Mediteranski šumski krajolici oblikovani su ljudskim aktivnostima, te pokazuju nekoliko stoljeća njihovu snažnu otpornost na promjene antropogenih

podrijetla. Međutim, danas su suočeni s prijetnjom klimatskih promjena i povećanjem stanovništva na koje će se morati prilagoditi u narednim desetljećima. Više od trećine ekonomske vrijednosti mediteranskih šuma je povezano s proizvodnjom šumskih proizvoda, nakon čega slijede rekreacijske usluge, riječne regulacije, ispaša stoke i proizvodnja ne-drvnih šumskih proizvoda (FAO, 2013.). Šume i šumska zemljišta su osnovni prirodni resurs čija vrijednost se manifestira kroz ekološke, socijalne i proizvodne uloge šuma. Iako je mediteranska regija bogata prirodnim i kulturnim resursima, ona su i dalje krhka i ugrožena. Postoje značajne razlike između ruralnih i šumskih područja s jedne strane, te urbanih i obalnih zona s druge strane.

Mediteranske zemlje svjesne su važne uloge koju njihove šume mogu imati kod globalnih klimatskih promjena. To se može vidjeti iz uloge šumskog sektora Mediterana u Nacionalno Utvrđenim Doprinovima (NDCs), smanjenju emisija stakleničkih plinova u skladu s Okvirom Konvencije Ujedinjenih Naroda o Klimatskim Promjenama (UNFCCC), njihovim Nacionalnim Strategijama Biološke Raznolikosti i Akcijskim Planovima prema Konvenciji o Biološkoj Raznolikosti (CBD) i u njihovim Nacionalnim Akcijskim Programima prema Konvenciji Ujedinjenih Naroda za Suzbijanje Dezertifikacije (UNCCD). Međutim, još uvijek je potrebno poduzeti mjere za promicanje održivog gospodarenja šumama svim relevantnim dionicima, uključujući lokalne zajednice, vlasnike šuma i upravitelje, poljoprivrednike, stočare, ekologe, upravitelje zaštićenih područja i istraživače. Mediteranske šume podupiru i poljoprivredu i ljudsko zdravlje. Stoga je ključno poboljšati politike i prakse za promicanje održivog upravljanja šumskim resursima na način kojim se pružaju socijalne i gospodarske koristi uz istodobno povećanje otpornosti ekosustava i društava (FAO i Plan Bleu, 2018).

4.1. Sekvestracija ugljika

Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO, 2015a.) procjenjuje da se oko 90 % ugljika pohranjenog u kopненоj vegetaciji nalazi u stablima te da ona sekvestriraju oko 50 % više ugljika nego što je prisutno u atmosferi, navodi da su zalihe ugljika u šumama mediteranske regije povećane za 1,2 milijarde tona u razdoblju od 1990. do 2010. uz godišnju stopu rasta od 1,3 %, što je u suprotnosti s globalnim smanjenjem zaliha ugljika u istom razdoblju. Šume tijekom svog

razvoja stvaraju zalihe ugljika u biomasi i tlu, te mogu ublažiti ili doprinijeti klimatskim promjenama kroz skladištenje ili kao izvor atmosferskog ugljika. Prema procjeni FAO-a u šumama Mediterana pohranjeno je 5066 milijarda tona ugljika u 2015. godini, što odgovara 1,7 % globalnog šumskog ugljika. Francuska, Turska, Italija i Španjolska pohranjuju 67,6 % od ukupne zalihe na području Mediterana (FAO, 2015a.).

Razgradnja biljnih ostataka i drugih organskih materijala u tlu je izvor C i hranjivih sastojaka za novi rast mikrobnih zajednica i biljaka. Velik dio ovog C oslobađa se u atmosferu kao CO₂ tijekom disanja ili se ugrađuje u živu biomasu. Međutim, otprilike jedna trećina organske tvari tla se raspada mnogo sporije (može biti prisutna u tlu i nakon jedne godine), predstavlja značajnu zalihi ugljika i može dugo ostati u tlu kao dio agregata tla (Nair, 2010.).

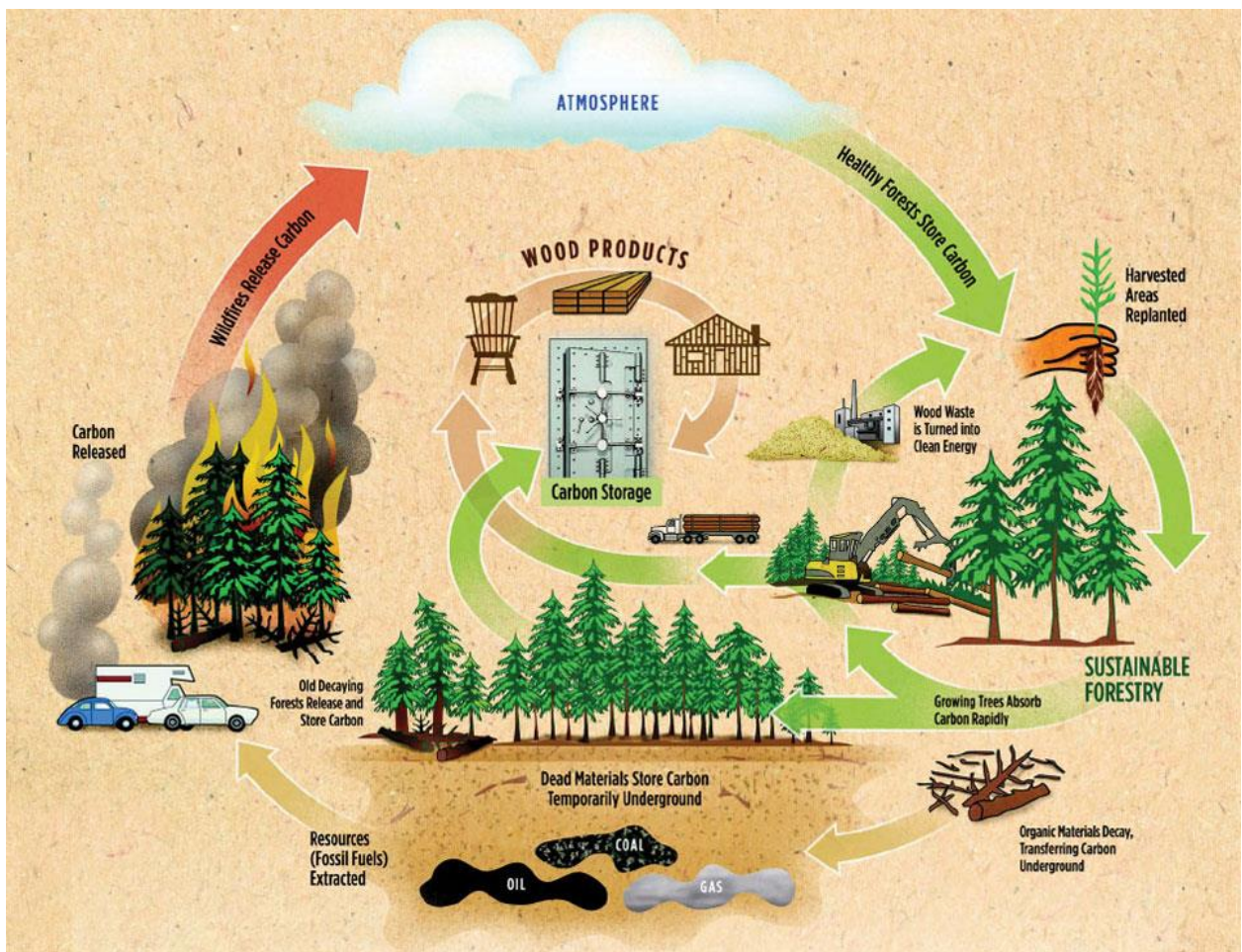
U osnovi postoje tri kategorije aktivnosti pomoću kojih gospodarenje šumama može pomoći smanjenju atmosferskog ugljika (Bass i sur., 2000.):

1. Sekvestracija ugljika (pošumljavanje, sanacija degradiranih tala, poboljšane šumarske tehnike za povećanje stope rasta, implementacija agrošumarstva na poljoprivrednom zemljištu),
2. Pohrana ugljika (očuvanje biomase u postojećim šumama, smanjenja sječa, bolja učinkovitost obrade drva, zaštita od požara i učinkovitija upotreba spaljivanja kod šumarskog i poljoprivrednog sustava),
3. Zamjena ugljika (povećanje pretvorbe šumske biomase u izdržive drvene proizvode, povećana upotreba biogoriva poput piljevine).

Od troje navedenih, smatra se da pohrana ugljika ima najveći potencijal za brzo ublažavanje klimatskih promjena, dok se sekvestracija ugljika odvija u dužem vremenskom razdoblju. Kategorije aktivnosti su ilustrirane na slici 6.

Zabrinutost ulogom CO₂ kao pokretača globalnih klimatskih promjena dovela je do intenzivnih napora za pronalaženje načina za smanjenje ili nadoknađivanje emisije fosilnih goriva. Inovativne tehnologije, politike i financijski mehanizmi sada se pojavljuju s tim ciljem. Jedan takav razvoj uključuje metode za kvantificiranje i procjenu zaliha i tokova ugljika u šumarstvu i poljoprivredi (Bass i sur., 2000.). Pronalaženje jeftinih metoda za sekvestiranje ugljika postaje glavni cilj međunarodne politike u kontekstu sve veće zabrinutosti zbog globalnih klimatskih promjena

(Montagnini i Nair, 2004.). Smatra se da agrošumarski sustavi imaju veliki potencijal kod sekvestracije C zbog sposobnosti za veće hvatanje i korištenje resursa za rast (svjetlost, hranjiva i voda) nego u sustavima usjeva ili pašnjaka jedne vrste (Nair, 2011.). Poljoprivredni sustavi koji se temelje na drveću, u usporedbi sa sustavima bez drveća, skladište više ugljika i to u dubljim slojevima tla u blizini stabla (smanjuje se s udaljavanjem od stabla), a viši sadržaj organskog C tla je povezan s većim bogatstvom vrsta i gustoćom sadnje stabala (Nair i sur., 2010.).



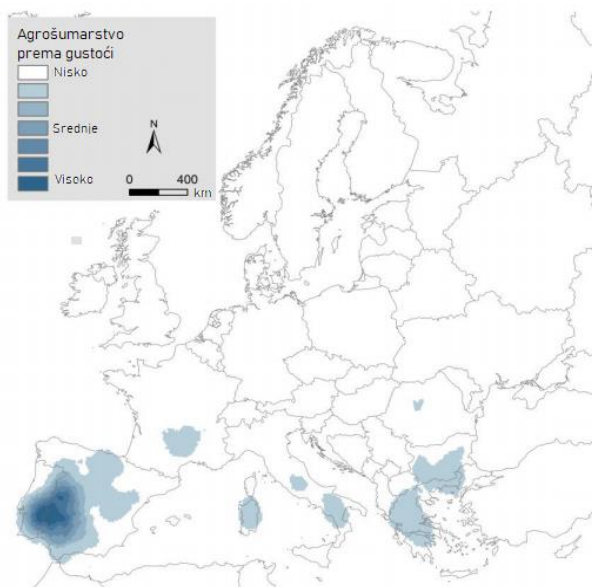
Slika 6. Ilustracija smanjenja atmosferskog ugljika kroz održivo šumarstvo.

Izvor: <https://www.sustainablelumberco.com/2015/11/carbon-sequestration-2/>

5. Agrošumarstvo u EU i primjeri na Mediteranu

Den Herder i sur. (2016.) procjenjuju, uz pomoć baze podataka LUCAS², da je oko 15,4 milijuna ha površine (bez 2.66 milijuna ha pašne na makiji) pod agrošumarstvom u cijeloj Europskoj uniji (EU27, Hrvatska još nije bila uključena), što je ekvivalentno 3,6 % teritorijalnog područja i 8,8 % poljoprivrednog zemljišta koje se koristi. Ova je procjena znatno veća od prethodne procjene den Herdera i sur. (2015.) koji su na temelju pregleda literature zaključili da agrošumarstvo zauzima najmanje 10,6 milijuna ha.

Šumsko stočarstvo zauzima oko 15,1 milijuna ha u EU. Španjolska (5,6 milijuna ha), Grčka (1,6 milijuna ha), Francuska (1,6 milijuna ha), Italija (1,4 milijuna ha), Portugal (1,2 milijuna ha) se nalaze na samom vrhu po agrošumarstvu u EU. Također, ako pogledamo opseg agrošumarstva u odnosu na iskorišteno poljoprivredno područje zemlje Mediterana poput Cipra (40 %), Portugala (32 %) i Grčke (31 %) najviše su rangirane u EU (den Herder i sur., 2017.). Isti autor, koristeći se podacima iz LUCAS baze, prikazuje područja s najviše agrošumarstva na karti Europe (slika 7.).



Slika 7. Agrošumarstvo u Europi. Područja visoke gustoće (tamnoplava) predstavlja najveću zastupljenost agrošumarstva definiranog u LUCAS bazi podatak. (Prevedeno iz den Herder i sur., 2016.).

² LUCAS baza podataka je dostupna na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>

Promatrajući kartu Europe otkrivamo da je agrošumarstvo najzastupljenije na jugu Europe, tj na području Mediterana. Najviše agrošumarstva na Mediteranu, prema podacima iz LUCAS baze se nalazi u središnjem i sjeveroistočnom Portugalu, na jugozapadu i središnjim dijelovima sjeverne Španjolske, jugu Francuske, Sardiniji, jugu i središnjoj Italiji, središnjoj i sjeveroistočnoj Grčkoj.

Najčešći sustavi agrošumarstva na Mediteranu su silvopastoralni sustav, sustav višenamjenskih stabala, te sustav poboljšanja kvalitete tla (Mosquera-Losada et al., 2009). U odnosu na ostatak Mediterana u Dalmaciji su agrošumarski sustavi relativno slabo zastupljeni. Najveći postotak agrošumarskih sustava u Dalmaciji spada u kategoriju sustava poboljšanja kvalitete tla koji odnosi na vjetrozaštitne pojaseve, te protuerozijske pojaseve .

Istraživački projekt AGFORWARD (siječanj 2014. - prosinac 2017.), financiran od Europske komisije, promiče agrošumarstvo u Europi, kako bi se unaprijedio održivi ruralni razvoj. Podatci u tablicama 3. – 7. u nastavku ovog poglavlja su iz navedenog projekta. Istraživanja su financirana iz Sedmog okvirnog programa Europske unije u skladu sa Sporazumom o bespovratnoj pomoći, br. 613520 projekta AGFORWARD. U sklopu projekta, izrađena je karta³ s promatranih 56 agrošumarstva u cijeloj Europi. U ovom radu opisano je njih 5.

5.1. Zapadna Europa: dijelovi Portugala i Španjolske

Klimatska obilježja ove ekoregije su vrlo topla i suha ljeta te relativno blage i vlažne zime s godišnjom prosječnom temperaturom u rasponu od 13 °C do 19 °C gdje je temperatura najhladnijeg mjeseca u rasponu od 1 °C do 10 °C. Godišnja količina oborina kreće se između 450 – 900 mm. Tipovi tala ovog područja razvijaju se na granitima, škriljevcima, kvarcitu, mramoru te sedimentnim stijinama (pješčenjak, konglomerat, vapnenac). Vegetacija ove ekoregije je hrast plutnjak (*Quercus suber* L.), lovor (*Laurus nobilis* L.), maginja (*Arbutus unedo* L.), drvenasta crnjuša (*Erica arborea* L.), obična božikovina (*Ilex aquifolium* L.), širokolisna komorika

³ Karta je dostupna na:

<https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?usp=sharing&mid=1M8p6KepNslYZCe4zO2Z8YC1W0Qo>

(*Phillyrea latifolia* L.), uskolisna topola (*Populus angustifolia* L.), lemprika (*Viburnum tinus* L.), mirta (*Myrtus communis* L.), šumska kozja krv (*Lonicera periclymenum* L.), crvena tetivka (*Smilax aspera* L.), strani broć (*Rubia peregrina* L.), bršljan (*Hedera helix* L.).

Najrasprostranjenija vrsta zimzelenog hrasta na Mediteranu je hrast plutnjak (*Quercus suber* L.) koji na jugu Španjolske raste samoniklo. Mješovite šume hrasta plutnjaka i hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) se često pojavljuju na ovom području u sistemu silvopastorizma. Karakteristično za hrast crniku su gusta zimzelena stabla i sloj visokog grma mirte, maginje, mediteranske lepezaste palme (*Chamaerops humilis* L.), male smrdljike (*Pistacia lentiscus* L.), drvenaste crnjuše, širokolisne komorike. Pinijska (*Pinus pinea* L.) je crnogorično stablo pjeskovita staništa, ima veliku ekološku i ekonomsku važnost na području Mediterana.

Šume i makije divlje masline (*Olea europaea* L. i *Olea europaea* subsp. *Maroccana*) i rogača (*Ceratonia siliqua* L.) su nekada bile široko rasprostranjene duž plodnog tla, antropogenizacijom ta područja su intenzivno prenamijenjena u poljoprivredno zemljište. Karakteristično za ovakav tip šume i makije je visoko grmlje i nisko drveće mediteranske lepezaste palme, male smrdljike, širokolisne komorike, uskolisne topole, mirte, francuske lavande (*Lavandula dentata* L.), hlapinike (*Calicotome villosa*), afričke sandalovine (*Osyris lanceolata*), žutog jasmina (*Jasminum fruticans* L.).

5.1.1. Montado, Portugal

Montado je tipičan sustav agrošumarstva južnog Portugala. U južnoj i središnjoj Španjolskoj je poznat pod nazivom dehesa. Glavne vrste drveća koje čine ovaj sustav su hrast plutnjak i/ili hrast crnika ili mješavine tih dviju sorti. Hrast plutnjak se primarno koristi za proizvodnju pluta. Portugal proizvodi najviše pluta na svijetu (oko 140.000 tona na godinu, 54 % svjetske proizvodnje). Uobičajene karakteristike montado sustava navedene su u tablici 3., prema podacima prikupljenim od strane projekta AGFORWARD.

Tablica 3. Opis montado agrošumarskog sustava prema istraživanjima AGFORWARD projekta EU

MONTADO	
LOKACIJA I PROCIJENJENA POVRŠINA	Jug Portugala, 715,000 ha (u Portugalu) klasificirano kao hrast plutnjak i hrast crnika
OPIS	Hrastovi (plutnjak ili crnika) s trendom miješanja pinije niske gustoće (30-70 stabala ha ⁻¹) i niskim pokrovom (30-50 %), kako bi se kombinirala proizvodnja pluta s poljoprivredom ili ispašom.
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE DRVEĆA	Hrast crnika (<i>Quercus rotundifolia</i> L.), hrast plutnjak (<i>Quercus suber</i> L.), pinija (<i>Pinus pinea</i> L.)
UOBIČAJENE/ TIPIČNE RATARSKJE VRSTE	Pšenica (<i>Triticum spp.</i>), zob (<i>Avena sativa</i> L.), ječam (<i>Hordeum vulgare</i> L.), suncokret (<i>Helianthus annuus</i> L.), prirodni pašnjaci, poboljšani pašnjaci, zasijani pašnjaci
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE ŽIVOTINJA	Govedo - Limuzen, šarole i izvorne pasmine alentejana, mertolenga; ovce - bijela merino i crna merino pasmina; koze - serpetina, charnequeira; svinje - crna iberijska; konji - lusita, sorraia
PRODUKTI	Od drveća: pluto, drvo za ogrjev, žir, hrana za stoku; ostalo: usjev, meso, mlijeko, sir, vuna, med, gljive
EKONOMSKI INTERES	Približno 18000 poslova vezanih za montado. Portugal proizvodi najviše pluta na svijetu (oko 140000 tona na godinu, 54 % svjetske proizvodnje) i proizvodnja pluta predstavlja približno 3 % nacionalnog GDP.
DODATNA DOBROBIT	Zaštita tla, turizam, lov, sekvestracija ugljika, regulacija kruženja vode, biološka raznolikost, prevencija požara (kontrola grmlja), povećani sadržaja organske tvari
HIPOTETSKE KOMBINACIJE (DRVEĆE + RATARSKA KULTURA + ŽIVOTINJE)	Hrast plutnjak + plodored usjeva (pšenica - pšenica - ugar). Hrast plutnjak + trajni prirodni pašnjak + (govedo, ovce, koze, svinje, puran). Hrast plutnjak + trajni poboljšani pašnjak + (govedo, ovce, koze, svinje, puran). Hrast plutnjak + zasijani pašnjaci. Kombinacije s hrastom crnika.
PROMATRANA GOSPODARSTVA	Herdade do Freixo do Meio (Montemor-o-Novo, Portugal) Herdade da Cascavel (Coruche, Portugal) Herdade dos Clérgos (Arraiolos, Évora, Portugal) Herdade da Contenda (Moura, Portugal)
IZVJEŠTAJ PROTOKOLA ISTRAŽIVANJA	Paulo JA, Faias SP, Tomé M, Palma JHN (2015). Research and Development Protocol for Cork Oak Woodlands in Portugal. February 2015. 10 pp. Available online: http://www.agforward.eu/index.php/en/montado-in-portugal.html

5.1.2. Jugoistočna Španjolska

Jugoistočna obala Španjolske gotovo da i nema drveća, već grmoliko i zeljasto bilje. Sedimentne stijene, uglavnom, lapor, gips, vapnenac, pijesak i konglomerati, definiraju niske ravnice, brda i planine ovog podneblja. Mnoga grmlja i trave tog dijela Iberijskog poluotoka su halofiti, aromatično i ljekovito bilje tj. semiaridne stepe.

Firma Basques Naturales S.A. prepoznaje potencijal mediteranske klime koja prevladava na Iberijskom poluotoku, bavi se agrošumarskim uzgojem oraha diljem Španjolske (tablica 4.). Prilagodba ispaše u nasadima drva i sadnja ratarskih kultura između drveća stvara ekonomske i ekološke koristi. Međutim, općenito nedostaje znanja i informacija o upravljanju agrošumarskim praksama i njihovim prednostima, što ograničava usvajanje shema agrošumarstva za upravljanje tim novim pošumljenim poljoprivrednim zemljištima.

Tablica 4. Opis proizvodnje orahovine u sklopu šumskog stočarstva u Španjolskoj na primjeru plantaže u Extremaduri, prema istraživanju AGFORWARD projekta EU.

UZGOJ I PROIZVODNJA ORAHA U ŠPANJOLSKOJ

LOKACIJA I PROCIJENJENA POVRŠINA	Španjolska, 2500 ha (u Španjolskoj) od kojih je 1300 ha u vlasništvu firme Basques Naturales S.A.
OPIS	Španjolska ima manjak kvalitetnog drva. U posljednjem desetljeću plantaže trešnje i oraha značajno su se povećale u mnogim španjolskim regijama. Ovaj sustav omogućava istraživanje novih mogućnosti održivog razvoja poljoprivrede, pri čemu godišnja stočna proizvodnja (ovce) u okviru parametara postojeće dobrobiti životinja može biti kompatibilna s proizvodnjom visoko kvalitetnog drveta (orahovina).
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE DRVEĆA	Hibrid oraha (<i>Juglans major x nigra mj 209xra</i>)
UOBIČAJENE/ TIPIČNE RATARSKE VRSTE	Zeljaste biljke, žitarice
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE ŽIVOTINJA	Ovce - bijela merino i crna merino pasmina
PRODUKTI	Drvo visoke kvalitete; ostalo: meso
EKONOMSKI INTERES	Povećanje radne snage (stvaranje/odžavanje zaposlenosti).
DODATNA DOBROBIT	Paša ispod stabala poboljšava plodnost tla i prihranu stabla, dublji korijenski sustavi smanjuju ispiranje nitrata, povećana sekvestracija ugljika, prevencija požara, povećani sadržaja organske tvari.

POSTOJEĆE KOMBINACIJE PROMATRANOG GOSPODARSTVA (DRVEĆE, RATARSKA KULTURA, ŽIVOTINJE)	Orah + ovce Orah + mahunarke (<i>Trifolium michelianum</i> i <i>Ornithopus compressus</i> L.) + ovce Orah + pšenica (CCB Ingenio, Sublim, Nogal) Orah + ječam (Basic, Lukhas, Hispanic, Rgt Dulcinea) Orah + pšenoraž (Verato)
PROMATRANA GOSPODARSTVA	Basques Naturales S.A. (Extremadura, Španjolska)
IZVJEŠTAJ PROTOKOLA ISTRAŽIVANJA	Moreno G, Lourdes López-Díaz M, Bertomeu García M (2015). Research and Development Protocol for Silvopastoral Management with Quality Wood Production in Spain. 20 March 2015. 10 pp. Available at: http://www.agforward.eu/index.php/en/grazing-and-intercropping-of-plantation-trees-in-spain.html Moreno G (2015). Research and Development Protocol for Cereal Production beneath Walnut in Spain. 20 March 2015. 7 pp. Available online: http://www.agforward.eu/index.php/en/silvoarable-systems-in-spain.html

5.2. Južna Europa

Južniji dio Apeninskog poluotoka i Sicilija odlikuju se različitim vrstama tala, visinskim rasponima te tako i različitim šumskim zajednicama. Godišnja temperatura se kreće od 14 °C do 17 °C, a na većim visinama od 9 °C do 13 °C, zimu obilježava obilje snijega. Granit, škriljac, diorit, gnajs su matične stijene za tla planinskog masiva Aspromonte i gorja Peloritans na Siciliji. Planinski lanac Nebrodi i masiv Madonie čine tla koja se razvijaju na vapnencu, dolomitu, laporu, škriljcima i pješčenjacima. Vulkanski reljef utječe na vegetaciju koja se nalazi u području vulkana Etna na Siciliji. Ovo područje ima mnogo uzvišenja pa ovdje nalazimo više šumskih zona koje odlikuje različite vrste. U nizinama prevladava hrast crnika i plutnjak, zatim hrast medunac, crni jasen (*Fraxinus ornus* L.) i crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.). Kod srednjih uzvišenja, crnogorične šume hrasta cera (*Quercus cerris* L.), hrasta medunca, sladuna (*Quercus frainetto* Ten.), pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) i crnog graba. Najviša vegetacijska područja odlikuju se šumskom raznolikosti i endemičnim vrstama. Crni bor (*Pinus nigra* Arnold) dominira na južnim padinama koje imaju hladniju i sušu mikroklimu. Crni bor zajedno s endemskom vrstom Etna breze (*Betula aetnensis* Raf.) nalazimo oko vulkana Etne. Obična jela (*Abies alba* L.) i obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) su vrste koje rastu na maglovitim, visokim ravninama sjevernih padina.

5.2.1. Jugoistočna Italija

Tradicionalni maslinici niske gustoće stabala pokrivaju ogromna područja na Sredozemlju, međutim zbog niske profitabilnosti, postoji trend njihovog napuštanja. Da bi bili profitabilniji, takvi nasadi maslina mogli bi se pretvoriti u agrošumarski sustav maslina za proizvodnju dodatnih usjeva ili ispaše životinja, čime se iskorištava prostor koji je dostupan (Rosati, 2009). Zbog niske cijene ulja, gospodarstvenicima se sve manje isplati održavati samo maslinike. EU promiče nove agronomске prakse kako bi se potaknulo održivo intenziviranje korištenja zemljišta. Među inovativnim agrošumarskim sustavima predložen je uzgoj divlje šparoge (*Asparagus acutifolius* L.) u voćnjacima maslina (Rosati i sur., 2012.) (tablica 5.).

Tablica 5. Agrošumarstvo u maslinicima, Italija

MEĐUKULTURE I ISPAŠA U MASLINICIMA	
LOKACIJA I PROCIJENJENA POVRŠINA	Perugia u Italiji, istraživanje na površini od oko 500 m ²
OPIS	Masline (<i>Olea europaea</i> L.) i šparoge (<i>Asparagus acutifolius</i> L.) rastu u istom redu. Redove dijeli 5 metara travnate površine gdje je ujedno i ispaša peradi (moguć rast cvijeća).
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE DRVEĆA	Maslina (<i>Olea europaea</i> L.)
UOBIČAJENE/ TIPIČNE RATARSKÉ VRSTE	Višegodišnje grmlje šparoga (<i>Asparagus acutifolius</i> L.), Travnata površina za ispašu
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE ŽIVOTINJA	Kokoši
PRODUKTI	Maslinovo ulje, jestivi izdanci šparoga, stočna hrana, meso
EKONOMSKI INTERES	Budući da divlje šparoge prirodno rastu u napuštenim voćnjacima maslina, jednom uspostavljeni je višegodišnji usjev s niskim održavanjem.
DODATNA DOBROBIT	Pašnja peradi kao suzbijanje štetočina i korova i za smanjenje upotrebe gnojiva, drveće može dati hlad šparogama i ublažiti visoke temperature i stres ljeti, smanjena erozije i evaporacija tla zbog bilja koje ga prekriva (vodna regulacija). Povećana biološka raznolikost i pozitivan učinak na divlje životinje u usporedbi s voćnjakom maslina.
HIPOTETSKE KOMBINACIJE (DRVEĆE + RATARSKA KULTURA + ŽIVOTINJE)	Maslina + šparoge Maslina + šparoge + kokoši Promatrano agrošumarstvo sadrži i kombinacije s cvijećem: narcise (<i>var. Tete à Tete, Johann Strauss, King Alfred, Ziva Paper, Poeticus Recurvus</i>), tulipani (<i>Tulipa kaufmanniana R. Var. Giuseppe Verdi</i>) gdje bi vegetativno razdoblje rasta lukovica (jesen do proljeća) nastupilo nakon berbe i prije orezivanja voćnjaka maslina.

PROMATRANA GOSPODARSTVA	Colle Cecco, Italy
IZVJEŠTAJ PROTOKOLA ISTRAŽIVANJA	Rosati A, Mantovani D (2015). Research and Development Protocol for the Intercropping of Olive Orchards in Italy (2015). 11 March 2015. 9 pp. Available online: http://www.agforward.eu/index.php/en/intercropping-and-grazing-of-olive-orchards-in-italy.html

5.2.2. Južna Francuska

Velika sezonska varijabilnost oborina na jugu Francuske ograničava prinose, na jesen postoje razdoblja velike kiše, a u proljeće i ljeto razdoblja nestašice vode. U ovoj situaciji, na područjima gdje postoje duboka tla koji su u stanju zadržavati vodu, agrošumarstvo može poboljšati infiltraciju vode, ograničiti evaporaciju tla i ograničiti potrebe usjeva za vodom. Primjer jedne takve agrošumarke prakse opisan je u tablici 6.

Tablica 6. Šumsko-plantažno agrošumarstvo na jugu Francuske

PROIZVODNJA DRVA SA ŽITARICAMA	
LOKACIJA I PROCIJENJENA POVRŠINA	Jug Francuske, Languedoc-Rousillon regija, Istraživanje na 20 ha u vlasništvu Restinclières Estate
OPIS	Različite vrste drveća u nizu (13 m x 8 m), posađena 1995. godine, povezana sa žitaricam. Glavna kultura je ozima durum pšenica u rotaciji sa ozimim proteinskim graškom.
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE DRVEĆA	Hibrid oraha (<i>Juglans regia</i> X <i>Juglans nigra</i>), oskoruša (<i>Sorbus domestica</i> L.), topola (<i>Populus</i>)
UOBIČAJENE/ TIPIČNE RATARSKE VRSTE	Ozima durum pšenica (<i>Triticum turgidum</i> L. Subsp. <i>Durum</i>), ozimi proteinski grašak (<i>Pisum sativum</i> L.)
UOBIČAJENE/ TIPIČNE VRSTE ŽIVOTINJA	Nema, no divlje svinje lutaju.
PRODUKTI	Od drveća: drvni materijal; ostalo: žitarice, grašak, pšenična slama
EKONOMSKI INTERES	Kvalitetno drvo, raste brže nego u šumskom sustavu. Pšenica s visokim sastavom proteina.
DODATNA DOBROBIT	Turizam, lov, sekvencijacija ugljika, regulacija kruženja vode, biološka raznolikost, prevencija požara (kontrola grmlja), povećani sadržaja organske tvari
HIPOTETSKE KOMBINACIJE (DRVEĆE + RATARSKA KULTURA + ŽIVOTINJE)	Orah + pšenica Orah + ječam Topola + grašak Oskoruša + grašak

PROMATRANA GOSPODARSTVA	Restinclières Estate, Hérault department
IZVJEŠTAJ PROTOKOLA ISTRAŽIVANJA	<p>Gosme M, Desclaux D (2015). Research and Development Protocol for the Participatory Plant Breeding of Durum Wheat for Mediterranean Agroforestry Group. 2 March 2015. 13 pp. Available online: http://agforward.eu/index.php/en/mediterranean-silvoarable-systems-in-france.html</p> <p>Meziere D (2015). Research and Development Protocol for Weed Management in Mediterranean Silvoarable Group in France. 9 June 2015. 9 pp. Available online: http://agforward.eu/index.php/en/mediterranean-silvoarable-systems-in-france.html</p>

5.3. Istočna Europa: Hrvatska i Grčka

Područje ove regije ima karakteristična klimatska obilježja, srednja godišnja količina padalina iznosi od 1500 do 2000 mm (3000 mm na području planine Velebit). Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca je između -10 °C do 0 °C, a najtoplijeg između 15 °C do 20 °C.

Crnogorične šume rastu između prosječnog visinskog raspona od 1200 – 2500 m, to su visoka smreka (*Picea abies* L.), obična jela (*Abies alba* L.), crni bor (*Pinus nigra* L.). Jelu, smreku i bukvu također nalazimo na visokim nadmorskim visinama, istočnih padina. Listopadne šume bukve i mješovite šume hrasta lužnjaka dominiraju na srednjim i nižim visinama u dubokom i vlažnom tlu dolina i kanjona. Velika raznolikost listopadnog hrasta (*Quercus frainetto* Ten., *Q. pubescens* L., *Q. cerris*, *Q. virgiliana* Ten., *Q. dalechampii* Ten.) i ostalih listopadnih vrsta (*Carpinus orientalis* Mill., *Castanea sativa* Mill., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Tilia* spp., *Sorbus* spp., *Acer* spp.) karakteriziraju obalne padine. U nizinama blizu obala, dominantne vrste su hrast crnika (*Quercus ilex* L.), alepski bor (*Pinus halepensis* Miller.) te vegetacija makije (*Pistacia terebinthus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Phillyrea latifolia* L., *Arbutus unedo* L.).

5.3.1. Grčka

Mješovite šume hrasta dominiraju na srednjim i malim visinama Grčke, duboka tla i veća vlažnost zraka odgovaraju ovim šumama u dolinama i kanjonima. Iznimno je velika raznolikost vrsta listopadnog hrasta kao i ostalih listopadnih širokolisnih vrsta. Na sjevernim padinama planina rasprostranjen je hrast medunac na suhim i kamenim tlima. Na višim nadmorskim visinama šume se sastoje od četinjača, dok na nižim nadmorskim visinama prevladavaju širokolisne miješane vrste drveća. Grčka jela (*Abies cephalonica* Loudon.), borisova jela (*Abies borisii-regis* Mattf.) zajedno sa crnim borom rastu na višim dijelovima planina.

Važno je spomenuti kako se u Grčkoj proizvodi 1,1 milijuna tona agruma na godinu, od ukupne svjetske godišnje proizvodnje 80 milijuna tona (19 milijuna tona samo na Mediteranu). Također, od 121 zemalja koje proizvode naranče, Grčka je na 17. mjestu s proizvodnjom od 71,3 milijuna tona na godinu od ukupno 805500 tona svjetske proizvodnje (FAO, 2013.). Nasadi agruma (naranča, mandarina, limun) su karakteristični sustavi korištenja zemljišta na području Grčke gdje agrošumarska praksa može pridonijeti boljoj održivosti (tablica 7.).

Tablica 7. Nasadi naranča u kombinaciji s ratarskim kulturama u Grčkoj

NASADI NARANČA U KOMBINACIJI S RATARSKIM KULTURAMA

Lokacija i procijenjena površina	Grčka, istraživanje provedeno na 2 ha, Chania, otok Kreta
Opis	Kroz prošlost poljoprivrednici su uzgajali usjeve između stabala agruma i koristili čemprese kao vjetrobrane. Međutim, danas je praksa sječa čempresa i stabala citrusa zbog prelaska na monokulturu avokada za veći profit. Samo nekoliko poljoprivrednika još uvijek prakticira agrošumarstvo nasada agruma s međukulturama. Većina međukultura je povrće. Nakon razvoja krošnje agruma, međukulture se zamjenjuju ispašom pilića.
Uobičajene/ tipične vrste drveća	Naranča (<i>Citrus sinensis</i> L.), čempres kao vjetrobran (postupno smanjenje)
Uobičajene/ tipične ratarske vrste	Pšenica (<i>Triticum spp.</i>), grah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), krumpir (<i>Solanum tuberosum</i> L.), slanutak (<i>Cicer arietinum</i> L.) i aromatično bilje

Uobičajene/ tipične vrste životinja	Povremeno kokoši nakon berbe.
Produkti	Od drveća: naranča, sok od naranče, krma, drvo za ogrjev; ostalo: žitarice, povrće; Proizvodi kao što su likeri, slatkiši, suha naranča, ekstrakt naranče (kozmetika, parfemi, kulinarstvo).
Ekonomski interes	Prodaja naranča raznim hotelima tokom ljetne sezone je od velikog interesa, međutim poljoprivrednici su očajni zbog niske cijene proizvoda. Cijena naranča po kilogramu varira između 0,17 do 0,20 eura po kilogramu. Nasadi agruma imaju i veliku kulturnom vrijednost u Grčkoj. Omogućuje zapošljavanje u ruralnim područjima i smanjenje urbanizacije. Kulturna važnost.
Dodatna dobrobit	Zaštita tla protiv erozije vjetrom, turizam, sekvestracija ugljika, regulacija kruženja vode, biološka raznolikost, prevencija požara (kontrola grmlja), povećanje sadržaja organske tvari i nitrifikacija.
Hipotetske kombinacije (drveće + ratarska kultura + životinje)	Naranča + slanutak Naranča + krumpir Naranča + kokoši
Promatrana gospodarstva	Istraživanje provedeno na 2 ha, Chania, otok Kreta
Izveštaj protokola istraživanja	Pantera A, Papadopoulos A, Papanastasis V, Mantzanas K (2015). Research and Development Protocol for Agroforestry with Orange Groves in Crete, Greece. 26 March 2015. 5 pp. Available online: http://www.agforward.eu/index.php/en/intercropping-of-orange-groves-in-greece.html

5.3.2. Hrvatska

Mediterranske šume Hrvatske prostiru se u eumediteranu, kojeg obilježava hrast crnika i submediteranu (priobalno područje) gdje je najzastupljeniji hrast medunac (Matić i sur., 1997.). Osim navedenih, karakteristične su i vazdazelene šume alepskog bora (*Pinus halepensis* Miller.) i crnog dalmatinskog bora (*Pinus nigra* Arnold *ssp. dalmatica*) (Alegro, 2000.). Najinteresantnije vrste drveća s uzgojnog gledišta su: crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), bjelograbić (*Corpinus*

orientalis Mill.), crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.), koprivić (*Celtis australis* L.), rašeljka (*Prunus mahaleb* L.), rogač (*Ceratonia siliqua* L.). Osim crnogoričnog alepskog i crnog bora u mediteranskim šumama rastu i brucijski bor (*Pinus brutia* Ten.), primorski bor (*Pinus pinaster* Ait.), pinijska (*Pinus pinea* L.), cedar (*Cedrus spp.*), obični ili mediteranski čempres (*Cupressus sempervirens* L.) i drugo (Matić i sur., 1997).

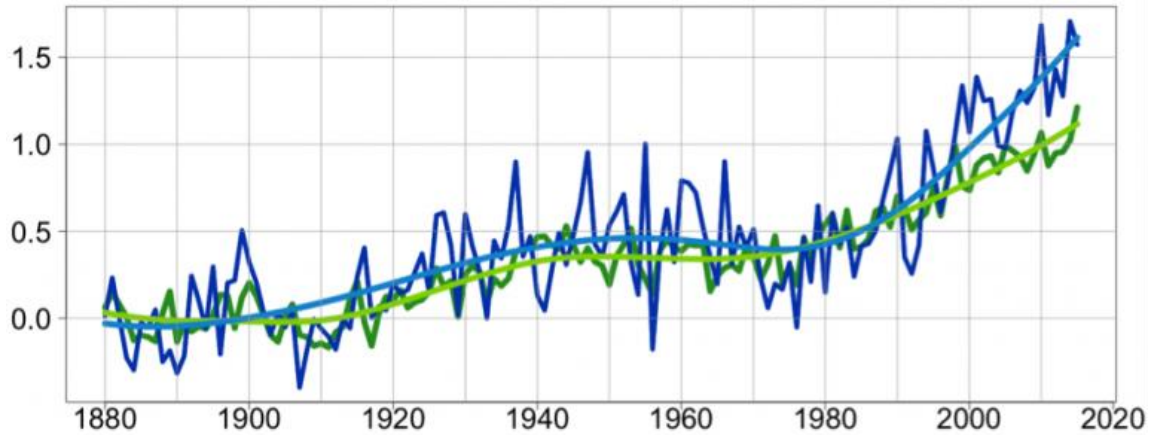
Agrošumarstvo u Dalmaciji se nalazi u podređenom položaju u odnosu na klasičnu poljoprivredu i klasični pristup šumarstva. Neke od vrsta koje se u Mediteranu često koriste u agrošumarskim sustavima, a uspješno rastu u Dalmaciji gdje mogu biti autohtone ili alohtone su: rogač, smokva (*Ficus carica* L.), badem (*Prunus dulcis* Mill.), pinijska, alepski bor. Svaka od ovih navedenih vrsta ima sposobnost da na određeni način omogući višestruke koristi. Šimpraga i sur. (2005.) ističu da krško područje Hrvatske predstavlja i izvanrednu prirodnu osnovu za razvoj ekološkog stočarstva u Hrvatskoj. Prvi dio te osnove čine krški pašnjaci koji nisu zagađeni agrokemikalijama, što je jedan od osnovnih preduvjeta ekološke proizvodnje. Drugi dio čine domaće pasmine ovaca i koza koje već stoljećima nastanjuju ova područja i izvanredno su im prilagođena.

Prema Lauriću i sur. (2002.) za Hrvatske uvjete poljoprivrede i šumarstvo mogu značajnije pozitivno utjecati na gospodarski razvoj, ali istovremeno i temeljiti taj razvoj na načelima održivog razvoja i gospodarenja. Danas je takav pristup potreban, osobito na području mediteranskog krša Hrvatske uz ispunjavanje ekološke, socijalne i gospodarske uloge. Projekt Jadranska modelna šuma (eng. Adriatic Model Forest) pokrenut od strane savjetodavne službe u cilju informiranja lokalnih šumovlasnika o mogućnostima ekonomskog iskorištenja šume kao turističkog područja, je dobar primjer kako se može probuditi svijest o važnosti održavanja šuma i bioraznolikosti krških Dalmatinskih područja, gdje sredstvo može biti i agrošumarstvo.

6. Klimatske promjene

Klimatske i ekološke promjene kao posljedica ljudske aktivnosti na ovom području ubrzale su se posljednjih nekoliko desetljeća. Tijekom tog razdoblja prosječne godišnje temperature zraka i mora su više, razina mora je narasla i sve su češća sušna razdoblja. Te promjene podrazumijevaju brojne rizike za ekosustave i dobrobit ljudi. Ovo je regija stalnih promjena, oblikuju ih ljudske aktivnosti, uključujući promjene u korištenju zemljišta, rast industrije u kombinaciji s rastom urbanizacije obalnih područja. Taj se pritisak dodatno pojačava razvojem turizma u izrazito atraktivnim mediteranskim priobalnim područjima (Marini, 2018.). Najveća prijetnja za ljude (i ostale komponente kopnenih ekosustava) bit će lokalno izražena promjenama ekstremnih regionalnih vremenskih i klimatskih događaja. Europsko društvo, na primjer, posebno je osjetljivo na promjene u učestalosti i intenzitetu ekstremnih događaja kao što su toplinski valovi, obilne padavine, suše i oluje (Beniston i sur., 2007.). Također, vodni resursi regije su izloženi interakcijskim pritiscima brzog rasta stanovništva, urbanizacije, turizama, uz degradaciju okoliša (UN/MAP, 2017.).

Porast globalne temperature od sredine prošlog stoljeća izuzetno je izražen i dominantno je uzorkovan porastom koncentracije ugljičnog dioksida, najvažnijeg stakleničkog plina. Prema procjeni IPCC-a (2014.) porast koncentracije ugljičnog dioksida i porast globalne temperature s velikom pouzdanošću mogu se pripisati ljudskom djelovanju. Nadalje, kada je riječ o budućim predviđanjima, razdoblje 2081.-2100. u odnosu na 1986.-2005. uključuje porast srednje površinske temperature zraka od 2 do 4° C, smanjenje 10–20 % prosječne godišnje oborine, povećan rizik od dezertifikacije i degradacije tla, povećanje trajanja i intenziteta suša, ljetni toplinski valovi, promjene u sastavu vrsta, porast invazivnih vrsta, gubici staništa i gubici u poljoprivredi i šumarstvu, prema istraživanjima navedenim u Petom izvješću o procjeni IPCC-a (2014.). Na Mediteranu prosječne godišnje temperature sada su za 1,4 °C više nego u razdoblju 1880.-1899., što je znatno više od trenutnih trendova globalnog zagrijavanja, posebno ljeti (graf 2.) (Marini, 2018.).



Graf 2. Zagrijavanje atmosfere (godišnje anomalije srednje temperature u odnosu na razdoblje 1880.-1899.), na Mediteranu (plava linija) usporedno s cijelom Zemljom (zeleno linija).
Izvor: <http://berkeleyearth.org/>

Do 2050. godine predviđa se i porast ukupne razine Sredozemnog mora od 7 do 12 cm u usporedbi s prošlim desetljećima, a veći porast razine mora pojavit će se na obalama istočnog i južnog Sredozemlja (Gualdi i sur., 2013.). Očekuje se da će klimatske promjene uzrokovati ubrzani porast razine mora s povišenim plimnim natapanjem, povećanom učestalošću poplava, ubrzanom erozijom, porastom vodostaja, povećanim prodiranjem slane vode, porastom olujnih udara i sve većom učestalošću ciklona (Fenster i Dolan, 1996.). Sredozemna regija je prepoznata kao klimatski “vruća točka” te je već dosegnut prosječni porast temperature od 1,5 °C s posebno izraženim utjecajima klimatskih promjena (ekstremni vremenski događaji, širenje sušnih područja, porast razine mora). Također, FAO i Plan Bleu (2018.) navode da su primarni predviđeni učinci klimatskih promjena na prirodni okoliš u Sredozemnom moru: brza promjena u vodnom ciklusu zbog povećanog isparavanja i smanjenja oborina (između 15 i 30 % do 2030.); smanjenje kapaciteta za skladištenje vode u tlu (zbog promjene poroznosti koja je posljedica promjene temperature, sušenje tla) i samim tim ubrzanje dezertifikacije koje je već u tijeku (prekomjerno iscrpljivanje tla); istrebljenje najviše klimatsko osjetljivih ili najmanje pokretnih vrsta i kolonizacija novim vrstama.

Nekoliko čimbenika moglo bi potencijalno utjecati na poljoprivredu i stočarstvo sjevernog Mediterana (Kovats i sur., 2014.):

- Neki neklimatski trendovi, poput degradacije tla koja je na nekim dijelovima mediteranskog bazena već intenzivna, mogu pogoršati utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu;
- Regionalne projekcije pokazuju značajno smanjenje vlage tla i resursa podzemne vode, što može ograničiti mogućnosti navodnjavanja;
- Učestalost i opseg požara značajno su porasli nakon 1970-ih u usporedbi s prethodnim desetljećima kao rezultat akumulacije goriva, klimatskih promjena i ekstremnih vremenskih pojava, a bili su povezani s jakim vjetrovima tijekom vrućih i sušnih razdoblja. Ipak, Sjeverni Mediteran bilježi smanjenje ukupno spaljene površine od 1985., te smanjenje otvorenih požara od 2000. do 2009. usprkos sezonskoj promjenjivosti;
- Očekuje se da će mediteranski bazen pretrpjeti više ekoloških stresova zbog klimatskih promjena, poput promjena u sastavu biljnih vrsta, povećanja invazivnih vrsta, gubitaka staništa i degradacije, što dovodi do gubitaka poljoprivredne i šumske proizvodnje zbog sve većih toplinskih valova;
- Smanjenje proljetnih oborina povezanih s višim temperaturama očekuje se u nekim područjima, a povećanje upotrebe podzemne vode za navodnjavanje može dovesti do dodatne zabrinutost u pogledu vodnih resursa.

Izravni i neizravni utjecaji klimatskih promjena moduliraju se različitim čimbenicima poput zemljopisnog položaja, specifičnih karakteristika životinja, intenziteta ekstremnih događaja i razine izloženosti (Dono i sur., 2016.). Izravni utjecaji klimatskih promjena na primjeru stoke, uključuju promjene u načinu prehrane i promjene fiziologije životinja, a neizravni utjecaji uključuju ekologiju patogena, kvalitetu vodenih resursa i povećanu smrtnost pojedinaca. Neizravni učinci klimatskih promjena uključuju difuziju parazita i patogena kao i povećanu invazivnost nekih biljnih vrsta. Promjena kvalitete uvjeta držanja stoke posljedično mijenja sigurnost i dostupnost hrane, emisije stakleničkih plinova te dolazi i do varijabilnosti prihoda na farmama. Gubitak biološke raznolikosti i degradacija tla zbog prirodnih nepogoda moraju se razmatrati u okviru velike slike izazova klimatskih promjena (Dono i sur., 2016.). Postoji mnogo primjera kako

se poljoprivreda, stočarstvo i šumarstvo na Mediteranu mogu bolje prilagoditi klimatskim promjenama.

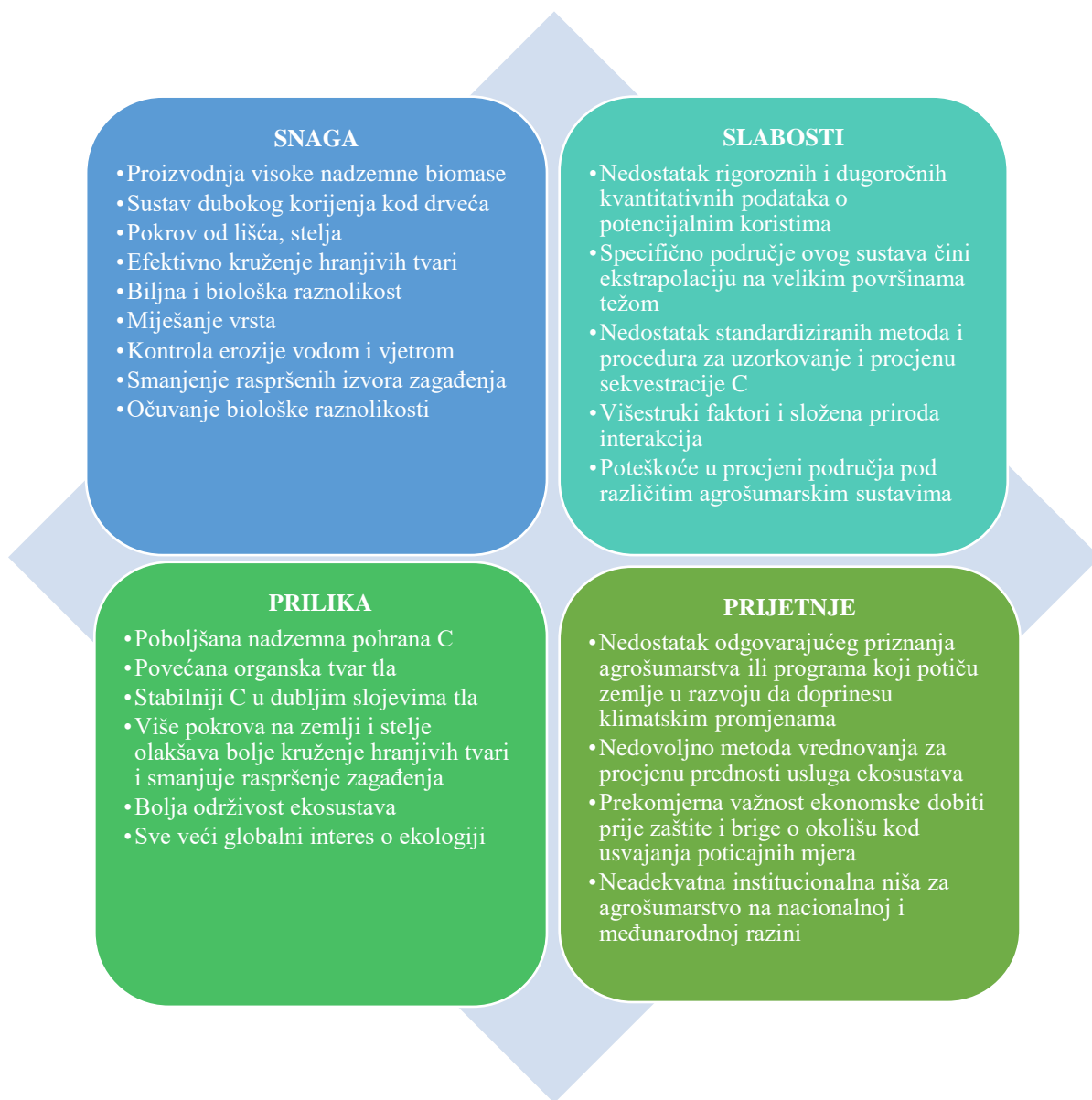
Klimatske promjene se mogu ublažiti dobrim praksama i inovacijama, neke od njih su:

- Konzumacijom lokalno proizvedene hrane mogu se ublažiti emisije stakleničkih plinova koje se otpuštaju tijekom pakiranja i transporta hrane na veće udaljenosti (IFOAM, 2006.),
- Tehničke inovacije u gospodarenju otpadom mogu biti i izvor dodatne zarade tako biomasu iz uzgoja i orezivanja farmeri mogu koristiti kao bio-gnojivo ili za proizvodnju gljiva visoke vrijednosti. Takav kvalitetan humus se također može koristiti za hranjenje ličinki buba, a služi i kao alternativni izvor proteina za svinje, konje i perad (EURAF, 2018.),
- Inokulacija tla korisnim bakterijama i tartufima za proizvodnju (EURAF, 2018.),
- Globalni monitoring zemljišta uz pomoć satelita, olakšano praćenje klimatskih promjena, zraka, bioraznolikosti, površina, zagađenosti itd. Primjer je globalni monitoring⁴ UN-a. Internetska platforma pruža pristup informacijama u stvarnom vremenu, omogućujući svim zainteresiranim da istražuju, vizualiziraju trendove i koriste podatke kako bi podržali djelovanje prema održivom razvoju.

Nair (2012.) je uskladio agrošumarske snage i slabosti s prilikama i prijetnjama gledajući klimatske promjene (graf 3.). SWOT analiza može pružiti dobru osnovu za formulaciju strategije kod ublažavanja klimatskih nepogoda zbog klimatskih promjena.

⁴ Internetska platforma globalnog monitoringa UN-a dostupna je na: <https://wesr.unep.org/topic/globalmonitoring>

Graf 3. SWOT analiza uloge agrošumarstva kod sprječavanja klimatskih promjena (Nair, 2012.)



6.1. Klimatske promjene mediteranske Hrvatske

Klimatske promjene su različitog intenziteta i smjera u pojedinim regijama. Stoga su istraživanja klimatskih promjena na regionalnoj, subregionalnoj i lokalnoj razini važna radi ispravne procjene njihovih utjecaja, između ostalog, na kopnene biološke sustave i posljedično na aktivnosti u poljoprivredi (Bogunović i sur., 2018.).

Na temelju članka 14. stavka 3. Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (NN 127/19) navedeno je da su glavni očekivani utjecaji klimatskih promjena koji uzrokuju visoku ranjivost u sektoru poljoprivrede: promjena vegetacijskog razdoblja ratarskih kultura s naglaskom na žitarice i uljarice (npr. kukuruz, šećerna repa, soja itd.); niži prinosi svih kultura i veća potreba za vodom; duži vegetacijski period omogućit će uzgoj nekih novih sorti i hibrida; dok će učestalije poplave i stagnacija površinske vode smanjiti ili posve uništiti prinose. Prema nekim predviđanjima poljoprivreda je sektor koji će pretrpjeti najveće štete od posljedica klimatskih promjena. Očekuje se da će se zbog klimatskih promjena do 2050. godine prinos poljoprivrednih kultura u Republici Hrvatskoj smanjiti za 3 - 8 %. Sve dulja i češća sušna razdoblja, olujni vjetar, poplave, tuča, požari, kao i sve veća ugroženost poljoprivrednih kultura od toplinskog stresa tijekom posljednjih desetljeća, posebice u Dalmaciji, jasan su signal, prije svega voćarima, maslinarima i vinogradarima, da počnu s provedbom mjera prilagodbe klimatskim promjenama.

Od sredine prošlog stoljeća, prisutan je statistički signifikantan porast srednje godišnje temperature zraka duž hrvatskog obalnog područja. Taj porast je pojačan u posljednjim kraćim razdobljima te se u razdoblju od 1981. do 2010. godine kreće od 0,28 do 0,71 °C po dekadi (Bogunović i sur., 2018.).

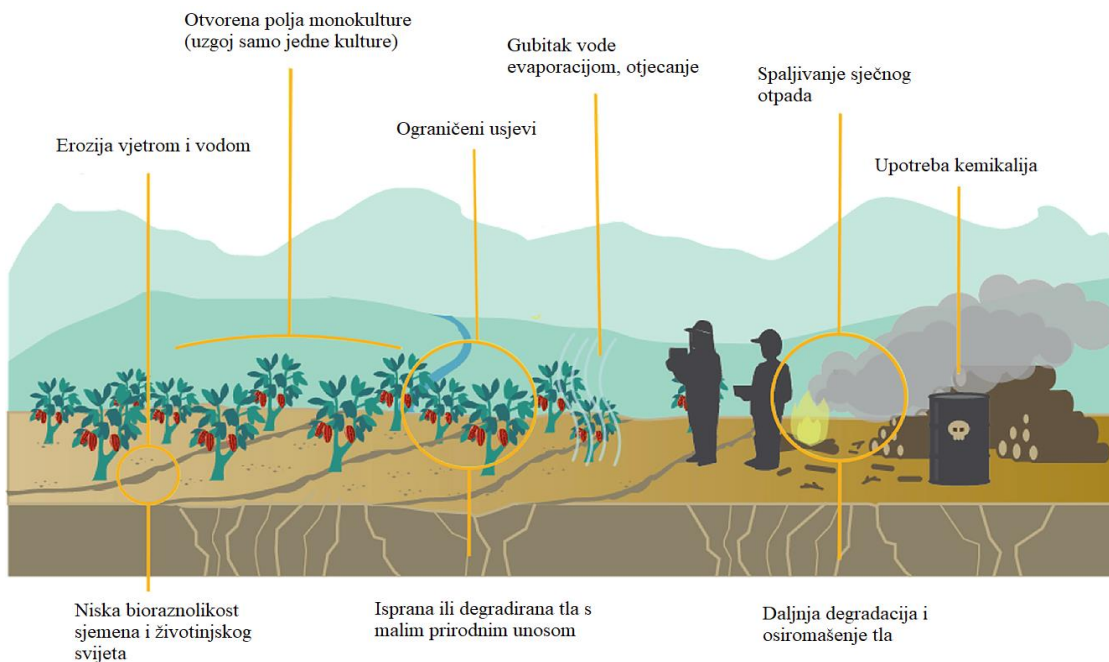
Nadalje, očekuje se pomicanje fenoloških faza drveća u smislu ranijeg početka vegetacije i produljenje vegetacijske sezone ovisno o vrstama i staništima. Zbog promjene stanišnih uvjeta moglo bi doći i do migracije vrsta i štetnika, uključujući i invazivne strane vrste. Zbog veće učestalosti šumskih požara i zbog pojave vjetroloma, ledoloma, poplava, napada štetnika i slično očekuju se veće štete na šumskim ekosustavima, poput smanjenja vrijednosti drvnih sortimenata i gubitka općekorisnih funkcija šuma.

Uočene, klimatske promjene na području mediteranske Hrvatske već sada utječu na biološku aktivnost, duljinu vegetacije, nastup pojedinih faza razvoja te na kvalitetu usjeva, tj. plodova čime krajnji proizvod dolazi u opasnost da održi svoju kvalitetu i prepoznatljivost. Već sada se poljoprivrednici pokušavaju prilagoditi klimatskim promjenama promjenom sortimenta, navodnjavanjem i mnogim drugim mjerama. Osim prilagodbe poljoprivrede klimatskim promjenama, vrlo važno je razmotriti i u budućnosti provoditi mjere kojima poljoprivreda može doprinijeti ublažavanju klimatskih promjena (Bogunović i sur, 2018.). Objedinjavanjem ekološke poljoprivrede i agrošumarstva mogu se potencijalno smanjiti emisije stakleničkih plinova te povećati sekvestracija ugljika i produktivnost agroekosustava (Niggli i sur., 2008.).

7. Ublažavanje prirodnih nepogoda agrošumarstvom

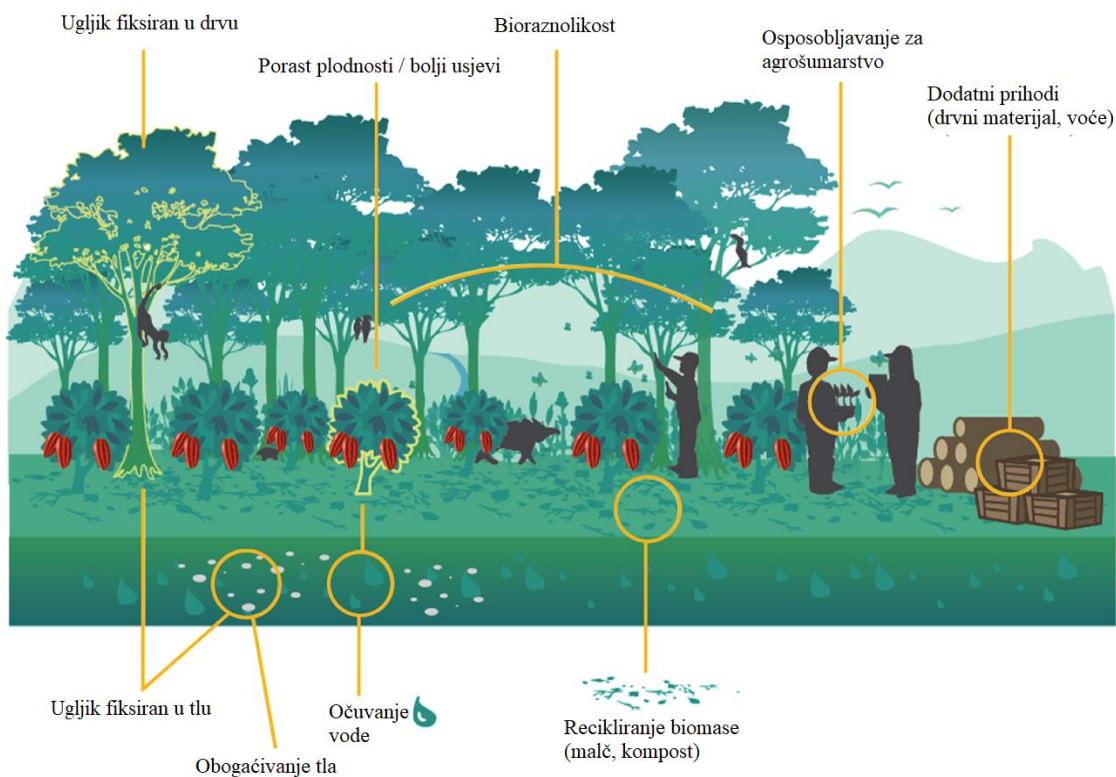
Zajednička definicija nepogode smatra se iznenadnom velikom nesrećom koja prekida normalno odvijanje života, uzrokuje žrtve, štetu većeg opsega na imovini i/ili njen gubitak, te štetu na infrastrukturi i/ili okolišu, u mjeri koja prelazi normalnu sposobnost zajednice da ih sama otkloni bez pomoći. Prirodnom nepogodom smatraju se požari, poplave, suše, tuča, jaki mrazevi, izvanredno velika visina snijega, snježni nanosi i lavine, nagomilavanje leda na vodotocima, odroni zemljišta i druge pojave takva opsega koje, ovisno o mjesnim prilikama, uzrokuju bitne poremećaje u životu ljudi na određenom području, navedeno je u Zakonu o ublažavanju i klanjanju posljedica prirodnih nepogoda (NN 16/19). Prirodne nepogode koje utječu na poljoprivredu razmatraju se kao posljedica promjenjivosti klime, to su najčešće hidrometeorološke nepogode (poplava i pretjerana količina oborina, suša, tuča, dezertifikacija) i fizikalne nepogode (mraz, val vrućine, divlji požar) (Srivastava i sur., 2020.). Agrošumarstvo i mudra uporaba stabala u ruralnim i urbanim krajolicima mogu smanjiti ranjivost poljoprivrede i ljudi na takve katastrofe (Noordwijk i sur., 2019.).

Očuvanje zemljišta agrošumarstvom moćan je alat za obnavljanje degradiranog ekosustava i poboljšanje životnih sredstava poljoprivrednika. Agrošumarski sustavi koji djeluju kao prirodni ekosustavi omogućuju progresivno samo obogaćivanje sustava. Dobro je prilagođen malim površinama i lokalnim poljoprivrednicima. Agrošumarstvo je ponovno postalo interesantno kao potencijalni održivi sustav upravljanja (Reeg i sur., 2008.). Razvoj modernog agrošumarstva dolazi s razumijevanjem posljedica koje ostavlja konvencionalna poljoprivreda na okoliš (slika 8.), poput erozije tla, pogoršanja kakvoće vode i zagađenja okoliša (Nair, 2011). Agrošumarske prakse mogu biti povoljnije od konvencionalne poljoprivrede jer imaju za cilj optimizirati sinergiju stabala i usjeva / životinja kako bi se povećala i diverzificirala ukupna produktivnost zemljišta (slika 9.).



Slika 8. Posljedice koje ostavlja konvencionalna poljoprivreda na okoliš.

Izvor: prevedeno PUR Proje (2016), link: <https://www.purprojet.com/agroforestry-and-reforestation/>



Slika 9. Agrošumarstvo djeluje kao prirodni ekosustav i omogućuje progresivno obogaćivanje sustava

Izvor: prevedeno PUR Proje (2016), link: <https://www.purprojet.com/agroforestry-and-reforestation/>

Beniston i sur., (2007.) nabrajaju neke utjecaje prirodnih nepogoda koji se odnose na zdravlje, poljoprivredu, šumarstvo i ekosustave (tablica 9.). Potrebna je pažljiva analiza kako bi se modelirali ti složeni odnosi. Isti autor dalje navodi kako postoji jasan poticaj za istraživačku zajednicu i za javni i privatni sektor da se usredotoče na budući tijek ekstremnih klimatskih događaja u promjenjivim klimatskim uvjetima koji se očekuju tijekom dvadesetprvog stoljeća kako bi pružili osnove za strategije prilagođavanja klimatskim promjenama.

Tablica 8. Tipični utjecaji koji su povezani s ekstremnim događajima (Beniston i sur., 2007.)

	Zdravlje	Poljoprivreda	Šumarstvo	Ekosustav
Val vrućine	Prekomjerna bolest i smrtnost	Stres kod životinja, oštećenja usjeva	Oslabljen rast, štetočine	Stres divljih životinjskih i biljnih vrsta
Oborine	Poplave, loša kvaliteta vode	Propadanje usjeva zbog suše ili viška vode	Vodni stres	Erozija tla i vodni stres
Oluja	Nesreće	Oštećenje usjeva	Gubitak stabala, oštećenja od insekata	Smanjena biološka raznolikost
Naleti vjetra	Poplave	Poplave i erozija	Poplave i erozija	Poplave i erozija
Nepovoljne kombinacije	Temperatura i vlaga	Temperatura, oborine i vjetar	Temperatura, oborine i vjetar	Neuobičajene temperature i oborine

7.1. Suša

Suša se smatra jednom od glavnih prirodnih opasnosti koja ima značajan utjecaj na okoliš, društvo, poljoprivredu i gospodarstvo. Ne postoji opće prihvaćena definicija suše, jer postoji širok raspon sektora zahvaćenih sušom i zbog raznolike prostorne i vremenske rasprostranjenosti (Heim, 2002.). Smanjena prosječna količine oborina je glavni pokretač suše. Slijedi smanjenje vlage tla koje ne zadovoljava potrebe biljaka za vodom, a time i utječe na fiziološke procese, to znači početak poljoprivredne suše (Dalezios i sur., 2018.).

Ekstremni klimatski incidenti (toplinski valovi, suša i jake oluje) u mediteranskoj regiji snažno su povezani s klimatskim promjenama. U mnogim mediteranskim područjima raste intenzitet i učestalost toplinskih valova i pad broja vrlo hladnih dana u posljednjih 30 godina. Suše velikih razmjera mogu dugoročno uzrokovati probleme u obnavljanju ekosustava i povećanju emisije ugljika (Regato i Salman, 2008.).

Mnoge mediteranske zemlje osjetile su nestašicu vode tijekom posljednjih 20 godina, a buduće projekcije klimatskih promjena predviđaju daljnji pritisak na vodne resurse. To će imati značajne posljedice kod upravljanja vodom za navodnjavanje u poljoprivrednim sustavima u budućnosti (Milano i sur., 2013.). Tradicionalna praksa uzgoja mahunarki i drugih usjeva otpornih na sušu (masline, vinova loza, bademi itd.) je raširena Mediteranom (El Haite i El Yazami, 2016.) kao jedna od adaptacija na područjima s deficitom oborina. Ostale mogućnosti koje se mogu razmotriti u borbi protiv suše su i "cloud seeding" (vrsta modifikacije vremena koja ima za cilj promijeniti količinu ili vrstu oborinara spršivanjem tvari u zrak), desalinizacija, suzbijanje isparavanja (Dalezios i sur., 2018.).

Agrošumarstvo pruža zaštitu okoliša, stabla djeluju kao vjetrobrani i učvršćuju dine, time pomažući u borbi protiv suše i sprječavanju širenja pustinja (FAO i Plan bleu, 2018.). Prednosti proizvodnje agrošumarstvom u sušnijim godinama kako navodi Verchot i sur. (2007.) su:

- duboki korijenski sustav stabala omogućuje bolji pristup vodi i hranjivim tvarima, što će pomoći tijekom suša;
- povećana poroznost tla, smanjeno otjecanje vode i povećani pokrov tla uzrokuju pojačanu infiltraciju i zadržavanje vode u profilu što može smanjiti stres tijekom sušnih godina.

Višegodišnje kulture u sustavu agrošumarstva povećavaju organsku tvar u tlu. Više organske tvari u tlu znači veću plodnost, bolju otpornost na sušu, manju izloženost eroziji i manji gubitak hranjivih tvari kroz ispiranje (Harvey i sur., 2014.). Kako bi se moglo reagirati na vrijeme u borbi protiv suše, tijekom posljednjeg desetljeća razvija se okruženje temeljeno na internetskim uslugama za integraciju regionalnih i kontinentalnih monitoringa za sušu, za izračun i prikaz prostorno konzistentnih sustava. Tijekom posljednjih desetljeća daljinsko je praćenje postepeno postalo važan alat za otkrivanje prostorne i vremenske raspodjele suše u različitim razmjerima. Za područje Europe koristi se baza podataka EDO (European Drought observatory).

Prijedlog strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (NN 46/2020), navodi da je suša u ljetnim mjesecima bila u razdoblju od 1980. – 2014. godine najveći pojedinačni uzrok šteta koje hrvatskoj poljoprivredi nanosi klimatska varijabilnost, dok je u razdoblju od 2013. – 2016. godine prouzrokovala štetu od ukupno 3 milijarde kuna. Povećani vodni stres i viša temperatura imat će utjecaj na vegetaciju kroz jače ljetne suše i smanjenu dostupnost vode za navodnjavanje. To će smanjiti profitabilnost i konkurentnost mediteranske poljoprivrede u usporedbi s drugim regijama u središnjoj i sjeverozapadnoj Europi, što će zauzvrat dovesti do proširenja i napuštanja poljoprivrednih zemljišta (Holman i sur., 2017.).

7.2. Požar

Požari otvorena prostora smatraju se jednom od najraširenijih prirodnih nepogoda, značajno doprinose klimatskim promjenama i degradaciji tla (IPCC, 2014.). Oni zahvaćaju najčešće šumska područja ili napuštena poljoprivredna područja zarasla niskom vegetacijom. Uništena vegetacija zbog požara može potencijalno utjecati na kruženje vode te na površinu u vidu povećanja albeda i površinskog otjecanja, smanjenja evapotranspiracije i plodnosti, povećanja erozije uz pojavljivanje poplava i pustinja (Dalezios i sur., 2018.). Nadalje, šume su veliki spremnik ugljika, utječu na emisiju stakleničkih plinova tj. na klimatske promjene.

Šumski požari danas su najvažniji neprijatelji mediteranskih šuma jer mogu u vrlo kratkom vremenu potpuno uništiti velike površine šumske vegetacije. Ljeto je razdoblje koje pogoduje

pokretanju i brzom razvoju šumskih požara, zbog vrlo visokih temperatura, niske razine relativne vlage i gotovo nepostojećih kišnih padavina. Sve gore u kombinaciji s jakim ljetnim vjetrovima stvara odgovarajuće uvjete za lako i brzo širenje požara (Keeley i sur., 1999.). U razdoblju između 2008. i 2017. godine, većina europskih požara (93 %) dogodila se u mediteranskim zemljama. Svake godine oko 300000 do 450000 ha šumskih površina izgorijeva u Portugalu, Italiji, Španjolskoj, Grčkoj, Francuskoj i Cipru (San-Miguel-Ayanz i Camia, 2010.). U budućnosti se očekuje porast požara otvorena prostora zbog klimatskih promjena (Seidl i sur., 2014.).

Šumski požari uzrokuju promjene na području koje je zahvaćeno vatrom. Najveće promjene događaju se na biljnom pokrovu; djelovanje vatre dovodi do promjene u kemijsko-fizikalnim svojstvima tla. U većini slučajeva potrebno je dulje razdoblje da se uspostavi prvobitna ravnoteža. Još veći problem nastaje kod dvostrukog opožarivanja površine gdje je sanacija vrlo zahtjevna jer je površina u potpunosti degradirana. Jedan od važnih problema opstojnosti šumskih ekosustava Mediterana predstavljaju neuređene privatne šume i napuštena poljoprivredna zemljišta na kojima se ne obavlja nikakva preventiva (zapušteni maslinici, voćnjaci i ostalo). Zbog navedenih razloga često su te površine izložene šumskim požarima (Dubravac i sur., 2015.).

Nositelji gospodarenja šumama mogu utjecati na smanjenje požara tako da prikupljaju informacije od službi koje se bave takvom problematikom. Na temelju dosadašnjeg iskustva važni su procjena ugroženosti od požara, podrška razvoju i provedbi politike zaštite od požara, uspostava i poboljšanje nadzora na ugroženim području, održavanje prosjeka, orezivanje grana, uklanjanje mrtvog drva i biomase s tla (FAO, 2013.).

Problem koji se javlja u mediteranskim zemljama općenito nisu požari koji su uvijek bili prisutni. Pravi problem je sustavno i brzo smanjenje razdoblja ponavljanja šumskih požara. Fenomen ponavljajućih visokofrekventnih šumskih požara u ekosustavima je činjenica povezana s neravnotežom koja se promatra između postotka i brzine akumulacije goriva u ekosustavima u odnosu na brzinu kojom se reciklira (skladištenje goriva i količina recikliranja) (Tabakis i Karanikola, 2015.).

Agrošumarstvo može pomoći u smanjenju rizika od požara uklanjanjem središnje (pokrovne) vegetacije, a također osigurava prihode od prodaje biomase kao hrane ili goriva. Učestalost požara je niža na područjima pod agrošumarstvom jer se smanjuje zastupljenost grmlja, povećava razmak između drveća i smanjuje se šumska pokrovna vegetacija u odnosu na šumu (Rigueiro-Rodríguez

i sur., 2009.). Dehesa u Španjolskoj i Montado u Portugalu su područja manje pojave požara zbog niže stope rasta vegetacije, niže gustoće drveća i korištenja stoke za ispašu kod takvog sustava agrošumarstva. Šumsko stočarstvo je učinkovitije kod smanjenja pokrovne vegetacije nego mehaničko čišćenje, tako se smanjuje korištenje strojnih goriva tj. smanjuju staklenički plinovi. Glavna prednost šumskog stočarstva je u tome što stoka smanjuje mogućnost zapaljenja biomase (posebno travnate i šumovite vegetacije male visine), a istovremeno pospješuje razgradnju organske tvari i mobilizaciju hranjivih tvari kopanjem tla, te diverzificira i povećava prihode poljoprivrednika proizvodom stoke visoke kvalitete (Rigueiro-Rodríguez i sur., 2009.). S obzirom na ove prednosti, trebalo bi usmjeriti politiku korištenja zemljišta na poticanje agrošumarstva.

8. Socijalna održivost u agrošumarstvu

Iako je poljoprivreda postigla velik napredak u prehrani sve većeg stanovništva, i dalje se suočava s ozbiljnim problemima i izazovima, proizvodnja hrane morat će se povećati. Održivost, klimatske promjene i zamjena fosilnih goriva obnovljivom energijom relativno su novi izazovi za poljoprivredu. Prekomjerna upotreba i neprimjerena upotreba agrokemijskih sredstava dovela je do onečišćenja vode, gubitka genetske raznolikosti i pogoršanja kvalitete tla (Rasul i Thapa, 2003.). Održivost nije samo izazov, već i novi svjetonazor, paradigma, koja je promijenila naše razumijevanje poljoprivrede. Ova nova paradigma ozbiljno dovodi u pitanje naše konvencionalne načine rješavanja poljoprivrednih problema i izazova. Postoji konsenzus da je suvremena poljoprivreda umanjila značaj poljoprivrede kao načina života i stvara određene probleme poput ekološke degradacije (Alhamidi i sur. 2003.), smatra se neodrživom. Raste i skepticizam prema sposobnosti suvremene poljoprivrede da poveća produktivnost kako bi zadovoljila buduću potražnju. Održiva poljoprivreda kao koncept pojavila se za suočavanje s izazovima koji stoje pred suvremenom poljoprivredom (Karami, 1995.). Neraskidiva povezanost vode, hrane i drugih resursa ključna je u svijetu koji se brzo mijenja, jer njena povezanost sve više potiče gospodarski rast, porast stanovništva, urbanizaciju i klimatske promjene. Održiva agrošumarska praksa često se smatra načinom poboljšanja sigurnosti hrane, uzimajući u obzir često zapostavljena socijalna pitanja. Održiv razvoj je termin kojim se označava stabilnost između ekološke, socialne i ekonomske održivosti, npr. agrošumarstvo (Gangadharappa i sur., 2003):

- Ekološka održivost: proizvodnja biomase, briga o podzemnim vodama, smanjena ovisnost o šumi, smanjena incidencija štetnika i bolesti, ublažavanje klimatskih promjena itd;
- Socijalna održivost: zdravija prehrana, stvaranje i razvoj zajednice, edukacije, kulturološka integracija, migracija itd;
- Ekonomska održivost: obiteljski dohodak, posao, posjed stoke, dodatni prihod, šire tržište itd.

9. Zaključak

Trenutna predviđanja promjena u okolišu ukazuju da će se poljoprivredne prakse na Mediteranu promijeniti, kako bi se prilagodile očekivanim klimatskim promjenama, no i dalje je bitno proizvoditi s naglaskom na lokalno i kvalitetno. Agrošumarstvo može ponuditi alternativni sustav upravljanja koji udovoljava zahtjevima za smanjenim utjecajem na okoliš, istodobno povećavajući ekonomski potencijal. Agroekološke prednosti agrošumarstva su različite: povoljnije mikroklima, povećana biološka raznolikost, smanjena brzina vjetra, poboljšana plodnost tla, diverzifikacija proizvodnje, povećana učinkovitost upotrebe resursa, smanjeno otjecanje hranjivih tvari i smanjena erozija tla. Navedenim prednostima agrošumarstvo pridonosi jačanju otpornosti na klimatske promjene te ujedno doprinosi smanjenju emisije stakleničkih plinova kroz proces sekvestracije ugljika. Klimatske promjene najvažniji su globalni ekološki izazov s kojim se suočavaju svi živi organizmi, uključujući ljude, dolazi do narušavanja prirodnih ekosustava, poljoprivrede i zdravlja. U ovoj se situaciji agrošumarstvo pojavljuje kao robusna poljoprivredna praksa koja se bavi problemom sigurnosti hrane, ublažavanjem štetnih učinaka klimatskih promjena poboljšanjem kvalitete okoliša, održavanjem ekonomske održivosti i poboljšanjem kvalitete života. Budući da će utjecaji klimatskih promjena rezultirati degradacijom poljoprivrednih vodnih resursa i gubitkom plodnih tala potrebne su strategije prilagodbe i usluge poljoprivrednog i ruralnog područja, kao i javna i privatna podrška država na Mediteranu za te prilagodbe. To uključuje promicanje poljoprivredno-ekoloških praksi, alternativnih poljoprivrednih metoda, raznolikost usjeva i očuvanje vode i tla, uz ograničenu potrošnju prirodnih resursa. Također, potrebno je više znanja o odnosu agrošumarstva i kakvoće hrane, posebice u pogledu prisutnosti bioaktivnih tvari i prehrambenih karakteristika hrane. Nadalje, očekuje se vjerodostojno certificiranje održivih proizvoda putem dobrovoljnih tržišnih alata koji prikazuju ekološku ili dobru poljoprivrednu praksu u pogledu hrane i održivosti proizvoda utemeljenih na šumama. U budućnosti će agrošumarski sustavi u Europi dobiti daljnji interes u kontekstu bioenergije i zamjene fosilnih goriva. Daljnjim istraživanjima će se popuniti postojeće praznine u znanju i optimizirati proizvodnja i održivost jer da bi se poboljšalo usvajanje agrošumarstva, poljoprivrednici moraju biti informirani o potencijalnim prednostima ove poljoprivredne prakse.

10. Literatura

1. Alegro, A. (2000.): Vegetacija Hrvatske, Zagreb: Interna skripta, Botanički zavod PMF-a, str. 2-3.
2. Alhamidi, S.K., Gustafsson, M., Larsson, H., Hillbur, P. (2003.): The cultural background of the sustainability of the traditional farming system in the Ghouta, the oasis of Damascus, Syria. *Agric Hum Values* 20:231–240.
3. Bachan K.M., A. (2003.): Riparian vegetation along the middle and lower zones of the Chalakkudy river, Kerala, India. Project 26/2000 Sponsored by Kerala Research Programme on Local Level Development, CDS, Thiruvananthapuram.
4. Bass, S., Dubois, O., Mouracosta, P., Pinard, M., Tipper, R. i Wilson, C. (2000.): Rural Livelihood and Carbon Management. IIED Natural Resources Paper No. 1. International Institute for Economic Development. London, UK.
5. Beniston, M., Stephenson, D. B., Christensen, O. B., Ferro, C. A., Frei, C., Goyette, S., Halsnaes, K., Holt, T., Jylhä, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., Woth, K. (2007): Future extreme events in European climate: An exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81(S1), 71-95. doi:10.1007/s10584-006-9226-z
6. Birkás, M., Antos, G., Neményi, M., Szemők, A. (2008): Environmentally-sound adaptable tillage. Budapest: Akadémiai Kiadó, str. 351.
7. Bogunović, I., Kisić, I., Mesić, M., Zgorelec, Ž., Šestak I., Perčin A., Bilandžija D. (2018.): Održive mjere gospodarenja tlom u ekološkoj poljoprivredi za klimatske uvjete mediteranske hrvatske, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
8. Budimir, K., Margeta, V., Kalik, G., Margeta, P. (2013.): Silvo-pastoralni način držanja crne slavonske svinje. *Stručni članak, Krmiva* 55, Zagreb 3: 151-157.
9. Dal Bosco, A., Mugnai, C., Mattioli, S., Rosati, A., Ruggeri, S., Ranucci, D., Castellini, C. (2016.): Transfer of bioactive compounds from pasture to meat in organic free-range chickens. *Poultry Science* 00:1–8. doi:10.3382/ps/pev383.
10. Dalezios, N., Dercas, N., Saeid, E. (2018.): Water scarcity management: part 2: satellite-based composite drought analysis. *International Journal of Global Environmental Issues*. 17. 262. 10.1504/IJGENVI.2018.091429.

11. DeCecco, J.A. i Brittingham M.C. (2016.): Penn State College of Agricultural Sciences research and extension programs are funded in part by Pennsylvania counties, the Commonwealth of Pennsylvania, and the U.S. Department of Agriculture, The Pennsylvania State University.
12. den Herder, M., Burgess, P.J., Mosquera-Losada, M.R., Herzog, F., Hartel, T., Upton, M., Viholainen, I., Rosati, A. (2015): Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. Milestone Report 1.1 for EU FP7 AGFORWARD Research Project (613520). <http://agforward.eu/index.php/en/preliminary-stratification-and-quantification-ofagroforestry-in-europe.html>
13. den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, M.R., Palma, J.H.N., Sidiropoulou, A., Santiago Freijanes, J., Crous-Duran, J., Paulo, J., Tomé, M., Pantera, A., Papanastasis, V., Mantzanas, K., Pachana, P., Burgess, P.J. (2015b.): Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable Report 1.2 for EU FP7 Research Project: AGFORWARD 613520. (4 December 2015). 99 pp. <http://agforward.eu/index.php/en/current-extent-and-trends-of-agroforestry-in-the-eu27.html>
14. den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, M.R., Palma, J.H.N., Sidiropoulou, A., Santiago Freijanes, J.J., Crous-Duran, J., Paulo, J., Tomé, M., Pantera, A., Papanastasis, V., Mantzanas, K., Pachana, P., Papadopoulos, A., Plieninger, T., Burgess, P.J. (2016.): Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable Report 1.2 for EU FP7 Research Project: AGFORWARD 613520. (15 August 2016). 2nd Edition. 76 pp.
15. Dono, G., Cortignani, R., Dell'unto, D., Deligios, P., Doro, L., Lacetera, N., Mula, L., Pasqui, M., Quaresima, S., Vitali, A., Roggero, P.P. (2016.): Winners and losers from climate change in agriculture: Insights from a case study in the Mediterranean basin. *Agricultural Systems*, 147, 65-75.
16. Dubravac, T., Vrgoč, P., Oradini, A. (2015.): Brošura o obnovi vegetacije i staništa. Preporuka za upravljanje biomasom nakon požara. Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko. <https://www.sumins.hr/wp-content/uploads/2017/08/Prirucnik.AFVR-kon-hrv.pdf>
17. El Haite, H. i El Yazami, D. (2016.): *The Mediterranean Region Under Climate Change*. Marseille: IRD Edition, Marseille, 311-318. https://www.lmd.polytechnique.fr/intro/Files/2016_book_MedClimateChange.pdf

18. EURAF (2018.): 4TH European Agroforestry Conference. “Agroforestry as Sustainable Land Use”, conference proceedings, University of Santiago de Compostela. ISBN: 978-84-09-02384-4.
19. FAO (2013.): The strategic framework on Mediterranean forests. Rome, 27 pp.
20. FAO (2015a.): Global forest resources assessment 2015: Desk reference. Rome, 244 pp.
21. FAO i Plan Bleu (2018.): State of Mediterranean Forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Plan Bleu, Marseille.
22. Fenster, M.S., Dolan, R. (1996.): Assessing the impact of tidal inlets on adjacent barrier island shorelines. *J Coast Res* 12:294–310.
23. Gangadharappa, N.R., Shivamurthy, M., i Ganesamoorthi, S. (2003.): Agroforestry - a viable alternative for social, economic and ecological sustainability. XII World Forestry Congress, Québec City, Canada.
24. Gualdi, S., Somot, S., May, W., Castellari, S., Déqué, M., Adani, M., Artale, V., Bellucci, A., Breitgand, J.S., Carillo, A., Cornes, R., Dell’Aquila, A., Dubois, C., Efthymiadis, D., Elizalde, A., Gimeno, L., Goodess, C.M., Harzallah, A., Krichak, S.O., Kuglitsch, F.G., Leckebusch, G.C., L’Hévéder, B., Li, L., Lionello, P., Luterbacher, J., Mariotti, A., Navarra, A., Nieto, R., Nissen, K.M., Oddo, P., Ruti, P., Sanna, A., Sannino, G., Scoccimarro, E., Sevault, F., Struglia, M.V., Toreti, A., Ulbrich, U., Xoplaki, E. (2013.): Future Climate Projections, Chapter 3. Volume 1: Air, Sea and Precipitation and Water, Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean, Antonio Navarra and Laurence Tubiana Editors.
25. Harvey, C.A., Chacón, M., Donatti, C.I., Garen, E., Hannah, L., Andrade, A., Bede, L. (2014.): Climate-smart landscapes: Opportunities and challenges for integrating adaptation and mitigation in tropical agriculture. *Conservation Letters* 7(2):77-90.
26. Heim, R. (2002.): A Review of Twentieth–Century Drought Indices Used in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 83. 10.1175/1520-0477(2002)083, 1149:AROTDI, 2.3.CO; 2.
27. Holman, I., Brown, C., Janes, V., Sandars, D. (2017.): Can we be certain about future land use change in Europe? A multi-scenario, integrated-assessment analysis. *Agric Syst* 151:126–135. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.12.001>

28. IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements (2006.): The IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing, Version 2005, IFOAM, Bonn, Germany.
29. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2014.): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (ur.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
30. Karami, E. (1995.): Agricultural extension: the question of sustainable development in Iran. *J Sustain Agric* 5(1/2):61–72.
31. Keeley, J.E., Fotheringham, C.J., Morais, M. (1999.): Reexamining fire suppression impacts on brushland fire regimes. *Science* 284:1829–1832.
32. Kovats, R.S., Valentini, R., Bouwer, L.M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., Soussana, J.F. (2014.): Europe in Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.
33. Laurić, V., Španjol, Ž., Barčić, D. (2002.): Integracija šumarske i poljoprivredne proizvodnje – iskustva Argentine i Hrvatske. *Ekoinženjerstvo (knjiga sažetaka), Plitvička jezera.*
34. Lončar, G., Vranješ, D., Tomašević, I., Čović, K., Buj, I., Drašić, G., Korica, L. (2017.): Mogućnosti ublažavanja utjecaja regulacijskih i zaštitnih vodenih građevina na vodene ekosustave. *Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska.*
35. Marini, K. (2018.): Climate and environmental change in the Mediterranean – main facts; This article was produced by Katarzyna Marini with the support of Plan Bleu – UNEP/MAP. <https://www.medecc.org/climate-and-environmental-change-in-the-mediterranean-main-facts/>
36. Matić, S., Anić, I., Oršanić, M. (1997.): Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana. *Zavod za uzgajanje šuma,*

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska25, 10000 Zagreb, Izvorni znanstveni članci - Šumarski list br.9-10, CXXI, 463-472.

37. MCPFE (2003.): State of Europe's forests. MCPFE, Vienna, Austria. <http://www.unece.org/>
38. Montagnini, F. i Nair P.K.R. (2004.): Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry systems* 61: 281 – 295.
39. Mosquera-Losada, M.R., McAdam, J., Romero-Franco, R., Santiago-Freijanes, J.J i Rigueiro-Rodríguez A. (2009.): Definitions and components of agroforestry practices in Europe. U: Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losado, M. (eds): *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. Springer + Business Media B.V., Dordrecht, p. 319.
40. Mosquera-Losada, M.R., Santiago Freijanes, J.J., Pisanelli, A., Rois, M., Smith, J., den Herder, M., Moreno, G., Malignier, N., Mirazo, J.R., Lamersdorf, N., Ferreiro Domínguez, N., Balaguer, F., Pantera, A., Rigueiro-Rodríguez, A., Gonzalez-Hernández, P., Fernández-Lorenzo J.L., Romero-Franco, R., Chalmin, A., Garcia de Jalon, S., Garnett, K., Graves, A., Burgess, P.J. (2016.): Extent and success of current policy measures to promote agroforestry across Europe. Deliverable 8.23 for EU FP7, Project: AGFORWARD 613520. 95 pp.
41. Mosquera-Losada, M.R., Santiago-Freijanes, J.J., Rois-Díaz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey, J.A., Ferreiro-Domínguez, N., Pantera, A., Pisanelli, A., Rigueiro-Rodríguez, A. (2018.): Agroforestry in Europe: a land management policy tool to combat 4 climate change. *Land Use Policy* 78, 603-613.
42. Nair, P.K.R., Nair, V.D., Kumar, B.M., i Showalter, J. (2010.): Carbon sequestration in agroforestry systems. *Adv. Agron.* 108:237–307. doi:10.1016/S0065-2113(10)08005-3.
43. Nair, P.K.R. (2011.): Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *J. Environ. Qual.* 40:784–790.
44. Nair P.K.R. (2012.): Climate change mitigation: a low-hanging fruit of agroforestry. In Nair PK, Garriey D (eds) *Agroforestry-The future of global land use*, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp 31-67.
45. Niggli, U., Schmid, H., Fliessbach, A. (2008): *Organic Farming and Climate Change*. International Trade Centre (ITC), Geneva, 30.
46. Noordwijk, Van M., Kurniatun, H., Hesti, L.T., Rodel, D.L. (2019.): Sustainable development through trees on farms: agroforestry in its fifth decade (pp.245-261). Publisher: World

Agroforestry (ICRAF). chapter fourteen: How can agroforestry be part of disaster risk management?

47. Rasul, G., Thapa, G.B. (2003.): Sustainability analysis of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh. *World Dev* 31(10):1721–1741.
48. Reeg T., Möndel A., Brix M., Konold W. (2008.): Conservation in agricultural landscape—new options through modern agroforestry systems? *Natur und Landschaft* 83:261–266 (in German, English summary).
49. Regato, P. i Salman, R. (2008.): *Mediterranean Mountains in a Changing World: Guidelines for developing action plans*. Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation. xii+88 pp.
50. Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada, M.R. (2009.): *Agroforestry in Europe*. *Advances in agroforestry*. Kluwer, Dordrecht.
51. Rosati, A., Caporali, S., Paoletti, A. (2009.): Olive, Asparagus and animals: an agroforestry model for temperate climate in developed countries. *Proceedings of the III OLIVEBIOTEQ (For a renovated, profitable and competitive Mediterranean olive growing sector)*, Sfax, Tunisia, 15-19 December 2009, ISBN: 978-9938-9513-0-1, 229-233.
52. Rosati, A., Castellini, C., Dal Bosco, A., Mugnai, C., Paoletti, A., Caporali, S. (2012.): Olive agroforestry: an inverse approach to agroforestry. In “What priorities for European agroforestry”, M.R. Mosquera-Losada, A. Pantera, A. Rosati, J. Amaral, J. Smith, C. Dupraz Editors. *Book of abstracts of the 1st European agroforestry conference, 9-10 October 2012, Brussels*. ISBN: 978-84-96351-79-0, pag 24.
53. San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A. (2010.): The European forest fire information system: concept, status and development. In: Viegas DX (ed.) *Proceedings of the VI international conference on forest fire research, ADAI/CEIF, Coimbra, Portugal*.
54. Šegota, A., Filipčić, T. (2003.): Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria*, 17-37.
55. Seidl, R., Schelhaas, M.J., Rammer, W., Verkerk, P.J. (2014.): Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nat Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2318>
56. Šimpraga, M., Matanović, K., Beck, R. (2005.): Mogućnost ekološkog stočarstva na krškim područjima Hrvatske, *Hrvatski veterinarski vjesnik*, 28, 1/2; 5-16.

57. Somarriba, E. (1992.): Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agrofor Syst* 19:233–240.
58. Španjol, Ž., Barčić, D., Rosavec, R. (2004.): Mogućnosti šumskog poljodjelstva (agrošumarstva) u Hrvatskoj. Hrvatsko agrometeorološko društvo - Zbornik radova 3. Agrometeorološke radionice, Dubrovnik.
59. Srivastava P.K., Kumar, S.S, Mohanty U.C., Murty T.S. (2020.): *Techniques for disaster risk management and mitigation*, Hoboken, Wiley.
60. Tabakis, S., Karanikola, P. (2015.): *Forest Fires and Society*. Edition of the Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, DUTH, 147pages.
61. Takacs, V., Frank, N. (2008.): The traditions, resources and potential of forest growing and multipurpose shelterbelts in Hungary. In: Rigueiro-Rodriguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada M.R. (eds.): *Agroforestry in Europe*, vol 6. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
62. Trinajsić, I. (1998.): Fotogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske. *Šumarsko list* br. 9 -10, 407-421.
63. UN/MAP (2017.): *United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan (UN Environment/MAP) P.O. Box 18019, Athens, Greece, Regional climate change adaptation framework for the Mediterranean marine and coastal areas*, ISBN 978-92-807-3640-3.
64. USDA (2015.) <https://www.fs.usda.gov/nac/practices/riparian-forest-buffers.php> (pristupljeno 15.04.2020).
65. Verchot, L.V., Noordwijk Van M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albrecht, A., Mackensen, J., Bantilan, C., Anupama, K.V., Palm, C. (2007.): “Climate Change: Linking Adaptation and Mitigation through Agroforestry.” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 12, no. 5, pp. 901–918., doi:10.1007/s11027-007-9105-6.
66. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2018.): *Zemljišni resursi, vrednovanje poljoprivrednih zemljišnih resursa*, Osijek, ISBN 978-95358897-1-7, 143 str.
67. Zdruli, P. (2014.): “Land Resources of the Mediterranean: Status, Pressures, Trends and Impacts on Regional Future Development”, *Land Degradation and Development*, 25 (4), pp. 373-384.
68. Zdruli, P., Ziadat, F., Nerilli, E., D’Agostino, D., Lahmer, F., Bunning, S. (2016.): *Mediterra, Zero Waste in the Mediterranean. Sustainable development of land resources*, Chapter 4. Presses de Sciences Po, Paris, CIHEAM i FAO. 978-2-7246-2031-3

Mateja Mikulec

Interested in agroecology and sustainable development.

EDUCATION

University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb (Croatia) - Bachelor's and Master's degrees

September 2013 - Present

Understand the importance of soil as a natural resource and its multipurpose role in the environment. Gained advanced knowledge about the soil - water - plant system and the numerous interactions within it. Knowledge and skills in the field of organic agriculture and environmental protection

Ecole d'Ingénieurs de PURPAN, Toulouse (France)

January 2019 - June 2019

Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (Spain)

February 2016 - July 2016

Erasmus+ program, one semester mobility.

Computer technician, High School Zlatar, Zlatar (Croatia)

February 2009 - July 2013

Starting, using and maintaining IT systems, computer systems and networks.

EXPERIENCE

University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb (Croatia) — *Laboratory of soil science*

November 2018 - July 2019

Preparation of soil samples for analysis. Soil sampling and preparing the soil profile for field work. Other auxiliary works.

PROJECTS

Bachelor's projects — *The characteristics of the production and quality of wool in Croatia; Characteristics of a dairy goat in Croatia*

Master's thesis — *Agroforestry as a means of mitigating climatic hazards in the Mediterranean*

SKILLS

Laboratory analysis methodology

Communication in foreign environments

Social and civic competences

Organisational skills at work and teamwork

EXTRACURRICULAR

Membership in IAAS (international Association of Agricultural Students and Related Sciences)

Student tutor volunteer

University open door and career fair days

LANGUAGES

Croatian native,

English B2,

French A2

INTERESTS

Majorettes, creative workshops, traveling