

# OBRAZOVANJE I INFORMATIZACIJA KAO IMPERATIV IZGRADNJE USPJEŠNOG MODELA UPRAVLJANJA ŠUMAMA U FUNKCIJI KLIMATSKIH PROMJENA / EDUCATION AND INFORMATIZATION AS AN IMPERATIVE FOR BUILDING A SUCCESSFUL MODEL OF FOREST MANAGEMENT AS A FUNCTION OF CLIMATE CHANGES

Ivica Opačak<sup>1</sup>, Tihomir Vujčić<sup>2</sup>, Robert Tomić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Srednja škola „Matija Antun Reljković“, Slavonski Brod, Republika Hrvatska

<sup>2</sup>Internacionalni univerzitet Brčko distrikt BiH, Brčko, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup>Sky Deutschland GmbH, München, Deutschland

e-mail: tihomir.vujcic72@gmail.com, ivopac2019@gmail.com, tomicrobert@hotmail.com

*Stručni članak*

UDK / UDC 37.01:004:630\*5:551.58

## Sažetak

*Radom se analiziraju potrebe i mogućnosti primjene suvremenih tehnologija u funkciji izgradnje odgovarajućeg modela upravljanja šumama, radi ublažavanja efekata klimatskih promjena. Svjesnost važnosti upravljanja prirodnim resursima dobiva sve više na značaju, posebno promatrajući klimatske promjene koje za posljedicu sve učestalije izazivaju razorne prirodne katastrofe. Postojeće digitalne alate i tehničko-tehnološka dostignuća potrebno je staviti u funkciju očuvanja šuma, koje su, uz vodu i zrak, najvažniji prirodni resurs. Promjena paradigme gospodarenja šumama treba biti iznad lokalnih interesa i društveno političkih podjela, utemeljena na novim tehnologijama, u koju svrhu je potrebno kroz formalne i neformalne obrazovne modele osigurati potrebno osoblje za upravljanje tehnologijama, s ciljem osiguranja biološke ravnoteže i prevencije u oblasti šumskih gospodarstava, što je od općeg društvenog značaja. Rad ukazuje na potrebu izgradnja modela gospodarenja šumama koji će osigurati njihovu održivost, te pružiti zaštitu od neželjenih rizika, kako bi u konačnici razvili njihovu potrebnu otpornost u smislu ekoloških izazova.*

**Ključne riječi:** zaštita šuma, digitalne tehnologije, obrazovanje

JEL klasifikacija: O13, O33, Q01, I29

## Abstract

*The work analyzes the needs and possibilities of applying modern technologies in the function of building an appropriate model of forest management, in order to mitigate the effects of climate change. Awareness of the importance of managing natural resources is gaining more and more importance, especially when observing climate change, which as a result is increasingly causing devastating natural disasters. Existing digital tools and technical-technological achievements need to be put to the function of preserving forests, which, along with water and air, are the most important natural resource. The change in the paradigm of forest management should be above local interests and socio-political divisions, based on new technologies, for which purpose it is necessary to provide the necessary personnel for the management of technologies through formal and informal educational models, with the aim of ensuring biological balance and prevention in the field of forest management, which is of general social importance. The work indicates the need to build a forest management model that will ensure their sustainability and provide protection from unwanted risks, in order to ultimately develop their necessary resilience in terms of environmental challenges.*

**Keywords:** forest protection, digital technologies, education

JEL classification: O13, O33, Q01, I29

## UVOD

Šume predstavljaju značajan udio kopnene površine planete Zemlje, gdje po procjenama na šume otpada 31 % od ukupno 4,06 milijardi hektara (ha) ukupne kopnene površine, od čega se najveći udio od 45 % odnosi na tropske šume. Teritorijalno se više od polovice svjetskih šuma nalazi u samo pet zemalja, i to 54 %, u Ruskoj Federaciji, Brazilu, Kanadi, Sjedinjenim Američkim Državama i Kini [10]. Prema klasifikacijskom sustavu Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda, pod šumom razumijevamo zemljište veće od 0,5 hektara pokrivenog drvećem ili sličnim obrastom, većim od 10 %. Zrela stabla bi na šumskom zemljištu trebala moći izrasti do najmanje pet metara visine. Europska pokrivenost šumama je nešto veća od svjetskog prosjeka. One površinski zauzimaju 160 milijuna, odnosno 4 % svjetskih šumskih površina, te pokrivaju 39 % površine EU-a. U šest zemalja članica Europske unije se nalazi dvije trećine šumskih površina, i to u Švedskoj, Finskoj, Španjolskoj, Francuskoj, Njemačkoj i Poljskoj. Dok je u globalnim razmjerima prisutna deforestacija i kao takva predstavlja ozbiljan problem, u Europskoj uniji se bilježi rast površina pokrivenih šumama, zahvaljujući prirodnom širenju i pošumljavanju [4].

U Bosni i Hercegovini se procjenjuje da je ukupno 2.709.800 ha zemljišta pokriveno šumama, od čega je udio visokih šuma 24,88 % [9]. S obzirom na pretežno državni udio vlasništva šuma, gdje otpada 81 % ukupnog fonda, to bi i njezina odgovornost za upravljanja šumama trebala biti značajno izraženija. Država kao vlasnik, šumama upravlja na način definiran ustavnim odredbama, gdje Republika Srpska i Distrikt Brčko upravljaju šumama putem resornih ministarstava, dok su u Federaciji Bosne i Hercegovine nadležnosti ugovorno prenesene na deset kantona. U stvarnosti, gospodarenje državnim šumama je preneseno na javna poduzeća formirana od strane nadležnih zakonodavnih vlasti, Republike Srpske, Brčko distrikta i kantona [9].

Značaj šuma se može promatrati s različitih gledišta, gdje je jedno od najznačajnijih uloga šuma kao regulatora klime i nenadoknadivog regulatora režima voda, čime se osigurava voda za vodosnabdijevanje, hidroakumulacije, vodni promet, hidromelioracija u svrhu poljoprivredne proizvodnje i dr. S obzirom na rast potreba za potrošnjom vode, za koju se predviđa da će u budućnosti rasti po stopi od 3 % godišnje, potrebno je primijeniti raspoloživa znanja i umijeća, te usvojiti posebne mjere kako bi se zadovolje potrebe za vodom, gdje šume mogu dati poseban doprinos i odigrati važnu ulogu u budućnosti. U tom je kontekstu važno planirati i intenzivno raditi na zaštiti i očuvanju šuma, posebno u smislu integriranja odgovarajućih modela upravljanja, baziranih na tehnologijama, kako bi ublažavali efekte klimatskih promjena.

Uz policentrično ustrojstvo države i decentralizirane nadležnosti nad gospodarenjem šumama, nije jednostavno voditi jedinstvenu politiku i opći interes staviti iznad lokalnih interesa i društveno političkih podjela, te je potrebno da struka osigura tehnološku implementaciju upravljanja šumskim resursima i pruži potporu mladim stručnjacima u svrhu zahtjevnog obrazovanja radi upravljanja modernim tehnologijama, kako bi osigurali uspostavljanje i održavanje biološke ravnoteže i prevencije u oblasti šumskih gospodarstava.

## 2. INTERAKCIJA ŠUMA S OKRUŽENJEM

Prisutna deforestacija kao posljedica ljudskog djelovanja dovodi do ogoljavanja zemljišta i prijeti opasnošću širenja pustinje, što može imati nesagledive posljedice za budućnost čovječanstva i života na planeti. Kako posljedice takvih aktivnosti nisu odmah vidljive, tako se one prenose na generacije iza nas. Ljudi i šume su u stalnoj interakciji, te što god zadesi šume zadesit će i čovjeka. Šume imaju i utjecaj na režim voda, posebno kada su u pitanju šumski izvori, iznad kojih nema onečišćivača okoliša, gdje su isključivo čisti prirodni ambijenti, najčešće s mnoštvom raslinja kao što su drveće, žbunje i nisko raslinje. Šuma sprječava ili onemogućava površinske gubitke voda, koji su veći uslijed značajnije evaporacije i transpiracije šumske vegetacije. Efekti Pozitivni efekti vidljivi su već kod šumske prostirke koja se kreće od petnaest milimetara, i kao takva utječe na znatno smanjeno površinsko otjecanje vode.

Pozitivni efekti šumske vegetacije, posebno u područjima gdje su isparavanja vode manja od količina padalina, te u tako vlažnim šumskim uvjetima dolazi do gubitaka vode, na godišnjoj razini, od dvadeset do trideset milimetara. Premda se u šumskoj vegetaciji na vrhovima drveća zadrži određena količina vlage, od pet do trideset posto ukupnih padalina, ona najčešće ne doseže do tla, nego je podložna isparavanju izravno s drveća.

Za razliku od humidnih šumskih područja, aridna područja, u kojima isparavanje traje gotovo cijelu godinu, gubi se značajan dio vlage, te gubici vode dosežu i devedeset posto ukupnih padalina. Ostatak vode, koji se u šumi akumulira otjecanjem, potpomognut korijenjem šumske vegetacije omogućava protok značajne količine oborinskih voda. Navedeno potpomaže usporavanje i zaustavlja protok oborinskih voda, te svojim efektom umanjuje rizike od nastanka velikih, poplavnih voda. Šumski ambijenti svojim osobinama sprečavaju nastajanje bujičnih voda, te pospješuju tonjenje velikih voda.

Propusnost zemljišta pod šumom bitna je za uranjanje voda, neovisno o geološkoj podlozi tla šume. Ona je značajno veća od propusnosti poljoprivrednih zemljišta. Sposobnost šumskih ekosustava nije samo u detritusu, rastresitom sloju šumskog zemljišta, nego i u postojećim kanalima, koji zajedno osiguravaju zadržavanje vode izazvane neočekivanim pljuskovima, što je odlika šumskih zemljišta. Svojom aktivnošću šumske životinje, uz razvijeni korijenski sustav, također doprinose stvaranju zemljišta koje ima izvrstan sustav provjetravanja i šumsko zemljište čine rastresitim, osiguravajući mu odličnu opskrbljenost vodom, u odnosu na druga zemljišta. Naravno, obilježje je to samo dobro njegovih šuma, koje značajno smanjuju vodostaje voda u odnosu na one slivove koji teku kroz ogoljena područja.

Šume sprječavaju i eroziju zemljišta, te propuštajući oborine kroz zemljišne slojeve prečišćavaju vodu. Uz to, svjetski fond šuma godišnje atmosferi daje 86 milijardi tona O<sub>2</sub> a apsorbira čak 119 milijardi tona ugljikovog dioksida. Uloga šuma u prečišćavanju zagađene atmosfere važnija od njene funkcije u proizvodnji kisika. Procijenjeno je da odrasle bukove šume mogu po jednom hektaru površine primiti čak 68 tona čađi i prašine. Šume imaju i baktericidno svojstvo, kao i svojstvo smanjenja buke, tako da sto metara od izvora buke, šuma smanji buku za oko 30 decibela, što ovisi o tipu šume, gustoći, visini grmlja, olistalosti i godišnjem dobu.

Drveće učvršćuje gornji sloj tla svojom mrežom korijenja, čime stabilizira padine, te onemogućava pojavu klizišta. Svojim sekundarnim porama, animalnog karaktera ili korijenskih cijevi, djeluju

tako da smanjuju tlak u bezšumskim područjima, te na prirodni način postaju regulatori rizika od klizišta. Ipak, potencijal šuma ima ograničeno djelovanje. Potencijal šuma u smislu zaštite od erozije je ugrožen pod utjecajem neodgovarajućeg gospodarenja šumama.

U šumskim područjima erozija je prvenstveno uzrokovana koncentracijom otjecanja kao rezultat pogrešnih mjera gospodarenja gornjim područjima. Učinak tampona šumskih tala uvelike ovisi o njihovom stanju. Također postoje velike razlike u konfiguraciji pora između šumskog tla i drugih oblika korištenja kao što su pašnjaci. Posebno je osjetljiva reakcija tla na mehanički stres kao što je promet ili ispaša. Ovi čimbenici, koji često djeluju tijekom generacija, smanjuju udio grubih pora kroz koje bi se voda lako mogla drenirati u dublje slojeve tijekom jakih kiša. Stvaraju se "skladišni potplati" i značajno se smanjuje vodljivost površinskog sloja tla te se povećava opasnost od klizišta [11]

### **3. DOBRE PRAKSE INOVATIVNIH METODA UPRAVLJANJA ŠUMAMA**

Razvoj suvremenih informacijsko komunikacijskih tehnologija odrazio se na upravljanje različitim gospodarskim aktivnostima, pa tako i na upravljanje šumama. Svijet inteligentnih rješenja stigao je u oblast upravljanja šumama, kroz projekt "pametna šuma" implementiran u planinama New Hampshirea, u šumi Bartlett. Riječ je o sustavu koji putem brojne digitalne opreme, postavljene na navedenom šumskom lokalitetu, prati različite biljne i životinjske vrste, kako bi im nadziranjem njihovog životnog prostora, kao šumskog ekosustava, osigurao zaštitu. Prvenstveno se teži ranom otkrivanju promjena i procesa rasta i razvoja šumskih vrsta, koje mogu biti predmetom stroge digitalne kontrole. Ne radi se o izoliranom projektu, jer je u Američkoj državi Minnesoti, u Marcell Experimental Forest, proveden projekt pametnih šuma, koji na još desetak šumskih lokaliteta implementira projekt šumskog nadzora "smart forest". Inteligentnim rješenjima korištenim tehnologijama dobivene inpute pretvaraju u simulacije različitih stanja, koje potom analiziraju, kako bi pratili svaku promjenu šumskog lokaliteta [1].

Modeli poput navedenih omogućavaju očitavanje informacija iz sustava na daljinu, uz imperativ digitalno obrazovanog luga. Postavljeni senzori očitavaju brojne informacije, kao što su različiti meteorološki podaci, podaci o intenzitetu svjetla, i brojni drugi. Kako se radi o podacima šumskih lokaliteta u realnom vremenu, oni su značajni za upravljanje šumskim gospodarstvima, posebno u pogledu rizika, kao neželjenih događaja, koji se mogu pojaviti. Za tu potrebu upotrebljava se LIDAR, sustav laserskog skeniranja iz zraka, koji osigurava prikazivanje površine terena u digitaliziranom obliku [3]. Isti model je dostupan u Bosni i Hercegovini kroz projekt "Izrade mape opasnosti i rizika od poplava".

Putem sustava laserskog skeniranja iz zraka, od 2018. godine, urađene su digitalne mape opasnosti i rizika od poplava, te postoji mogućnost njegove univerzalne primjene. Radi se o tehnologiji čija visoka preciznost, gustoće točki od 4 do 20 m<sup>2</sup> i apsolutne visinske točnosti od 10 cm, omogućava primjenu u upravljanju šumskim gospodarstvima. Navedeno omogućava pohranjivanje obrađenih podataka, kao što su slike i video zapisi, kroz duža razdoblja, značajnih za luga, ali i primjenjive u svrhu različitih znanstvenih istraživanja ekološkog stanja i biološke održivosti pojedinih šumskih lokaliteta. Upotrebom sustava laserskog skeniranja iz zraka postoje mogućnosti razvoja modela upravljanja šumama u smislu rasta njihove konkurentnosti, kroz digitalizaciju i harmonizaciju podataka, evaluaciju resursa, odlučivanja na temelju vjerodostojnih informacija, sve kroz stvaranje baze digitalnih podataka za to educiranih osoba, digitalnih luga. Sustav bi osigurao nova

zapošljavanja i izgrađivanje novog sustava vrijednosti, u smislu etičkih načela i poštivanja regulatornih okvira.

Na temelju studija digitalnim modelom daljinskog istraživanja šuma uz očitavanje satelitskih podataka i međunarodno korištenih indeksa osiguravaju se pravovremeni, sveobuhvatni rezultati o šumskom pokrivaču, njegovoj strukturi, vitalnosti i opskrbi vodom. Digitalni model daljinskog istraživanja šuma osigurava očitavanje podataka koje nam pruža prostorno locirane informacije specifične za senzore određenih kalibracijskih specifikacija, čijim se kriptiranjem obrađuju i klasificiraju brojni podaci, kako bi se iz njih izvele biofizičke varijable. Različiti faktori utjecaja, kao što su vrijeme snimanja, stanje atmosfere, prostorna i spektralna rezolucija koriste se za izračune indeksa i statistika. Metode za pretvaranje signala u biofizičke veličine dovode do značajnih rezultata [2].

Premda manualna, zemaljska mjerenja daju rezultate s puno višom razinom detalja, uz visoku razinu sigurnosti i točnosti, ona se ne mogu svagdje primijeniti, zbog nemogućnosti ulaganja potrebnog napora za mjerenje rezultata, te dovode do toga da se prate samo ogledni dijelovi šuma. Uz statistički točne i znanstveno utemeljene postupke moguće je odrediti parametre populacije, koji se mogu pouzdano procijeniti i koristiti ih upotrebom odgovarajućih postupaka.

Digitalni model daljinskog istraživanja šuma korištenjem satelitskih zemljanih snimaka, moguć je upotrebom novih informacijsko komunikacijskih tehnologija, te može bolje osigurati korištenje zemaljskih snimaka, uz potvrđivanje procjene daljinske detekcije kao neovisnih podataka, kao i kalibrirati sveobuhvatne informacije i istovremeno ih dopuniti.

Upotrebom umjetne inteligencije otvaraju se mogućnosti klasifikacije različitih vrsta drveća i šumske strukture, čije su informacije primjenjive na određenim lokalitetima u vezi sa zemaljskim nalazima. Primjenom informacijsko komunikacijskih tehnologija moguće je definirati sveobuhvatne potrebe za pošumljavanjem.

Sveobuhvatne analize ukazuju da i potpuno mrtve šume mogu u budućnosti pružiti vrijedne doprinose uz ciljane aktivnosti vlasnika šuma, kroz različite mjere, kao što su pošumljavanja. U tu su svrhu od velikog značaja informacije o zahvaćenim šumskim područjima, s posebnim osvrtom na potrebne informacije o količini oštećenog drveta, vrstama drva i nastaloj ekonomskoj šteti [7].

Kako se sveobuhvatne informacije ne mogu dobiti iz dostupnih podataka, one proizlaze iz utvrđenih procedura, ako što su sustavi za detekciju oštećenih šuma, koji se temelje na daljinskom očitavanju. Zadaća je sustava za detekciju oštećenja šuma ukidanja jaza takvih podataka, odnosno za dobivanje eksplicitnih podataka kojima bi zabilježili buduća oštećena područja, odnosno, da bi ih mogli na pravovremen i prostoran način procijeniti. Provjera valjanosti oštećena područja snima se s pomoću sustava daljinske detekcije, kao neizostavnog čimbenika upravljanja šumama. Sa sustavom daljinske detekcije izbjegavaju se pojave velikih inventurnih precjenjivanja ili podcjenjivanja, zbog nedovoljno validiranih ili netočno definiranih snimaka oštećenja šuma [5].

Temeljna su pitanja kako objektivno utvrditi uzroke oštećenja i procijeniti prijetnje oštećenjima šuma. Podaci o izjavama o različitim uzrocima oštećenja šuma moraju biti jasno vidljivi iz sustava daljinske detekcije podataka. Kroz granice prostorne rezolucije, potvrđuje se nedostatak

diferencijacije vrsta drveća kao i različite strategije stabala za odgovor na stres. U tom kontekstu su očekivanja od daljinske detekcije podataka putem digitalnog modela daljinskog istraživanja šuma velika, i pred svima stoje izazovi razvijanja modela za otkrivanje uzroka manjih šteta s posljedicama na pojedinim stablima, koje su još uvijek nedovoljno vidljive razvijenim metodama daljinskih detekcija.

Iz tog razloga istraživači svoj fokus trebaju staviti na modele upravljanja šumskim lokalitetima kako bi razlikovali specifične, poznate uzroke šteta, kao što su šumski požari i štete od oluja, većih površina. Ključne bi aktivnosti bile mapirati rizične strukture i područja, kako bi procijenili rizike uslijed klimatskih uvjeta za nastanak požara i iste identificirali u odnosu na strukturu šume na pojedinim lokalitetima. U tu svrhu digitalni model daljinskog istraživanja šuma pruža značajnu potporu u smislu procjene jačine požara i njegove ekspanzije, kao i moguće štete od oluje, utvrđujući kritične čimbenike koje je potom moguće bolje razumjeti. Istraživanjem se definiraju modeli i mape dinamičke ranjivosti, kako bi se bolje procijenile buduće prijetnje šumama. Pri tome su ključne polazišne odrednice točne procjene stanja šume i vitalnosti stabala, kao važna područja primjene digitalizacije. Određivanje indeksa vitalnosti, tj. indeksa zelenila, dobivaju se samo ograničene informacije šumskih lokaliteta, za koje je potrebna i diferencijacija njegovih vrsta stabala, koje se mogu znatno razlikovati u pogledu istog nivoa zelenila različitih šumskih vrsta. Navedeno nas uči da se uz istu apsolutnu vrijednost indeksa vitalnosti dvije različite vrste trebaju različito vrednovati [8].

Digitalizacijom omogućen digitalni model daljinskog istraživanja šuma, koji osigurava vrijednosti bilježenja stanja šuma, osigurava indeks vitalnosti kako bi se omogućilo upravljanje podacima o ocjenama konačnih vrijednosti te izradile baze podataka, radi praćenja stanja šuma kroz vremenske intervale i dobile specifične informacije za vitalnost stabala diljem zemlje, u svrhu analize klimatskih utjecaja. Jedan od pokazatelja je i vodna bilanca na proredu krošnje. Kroz praćenje udjela značajnih oštećenja krošanja, točnije njihove dinamike, dolazi se do odgovarajuće reprezentativnih informacija specifičnih za pojedinu vrstu i njezinu vitalnost stabla. Tako se definiraju aktualne analize utjecaja klimatskih uvjeta. U tu je svrhu poželjna upotreba kombinacije zemaljskih istraživanje stanja šuma digitalnim metodama daljinskog istraživanja i umjetne inteligencije radi osiguranja odgovarajućih informacija potrebnih za poboljšanje procjene vitalnosti šuma.

Sve navedeno ukazuje da bi se uvođenjem informacijsko komunikacijskih tehnologija osigurale, uz smanjenje rashoda i povećanje prihoda, i brojne druge prednosti upravljanja šumama, a time i cjelokupnog društva [6].

## ZAKLJUČAK

Kako bi osigurali klimatsku neutralnost potrebno je više drvene mase, koja je sve podložnija promjenama uslijed klimatskih utjecaja. Najčešće su to sušne godine, te naknade štete, kojima su šume izložene. Zbog značajnih šteta, dolazi do situacije da šume oslobađaju više ugljika nego što ga pohranjuju i za posljedicu narušavaju klimatsku ravnotežu. Kako bi šume vezivale više ugljika, potrebno je više drvene mase, te sortimentata koji brže rastu i daju puno drva u kratkom vremenu. Pogoršavanje stanja šuma, uvjetovano klimatskim promjenama traži promjene i svaki korak u tom kontekstu je značajan. Upravljanje sortimentima i analiza stanja šuma neophodni su za donošenje mjera, od kojih se ne mogu očekivati kratkoročni efekti.

Struktura i starost šume značajno utječu na vezivanje ugljika, isto kao i neiskorištenost drveta, koje trune i postupno oslobađa prethodno uskladišteni ugljikov dioksid, čime se narušava željeni efekt šume, da akumulira umjesto da je izvor emisije ugljikovog dioksida. Pitanja su to za koja politike trebaju pružiti odgovor i potporu u upravljanju šumama.

Valjanih odgovora nema bez struke, od koje se očekuju valjane informacije za donošenje odgovarajućih strateških odluka, kao što su pošumljavanje, koje će dati više raspoloživog drveta i dugoročno nastavile vezati štetni ugljikov dioksid.

Stalni pritisak na zalihe uslijed gospodarskog iskorištavanja te klimatskih promjena, koje imaju izrazito nepoželjan utjecaj traži nove izazove, prije svega u sveukupnom povećanju raznolikosti vrsta, kako bi rezultati bili što je moguće brže vidljivi.

Odgovarajuća izvješća o inventaru šuma neophodna su kako bi se odgovarajuće upravljalo šumskim fondom i osigurala akumulacija ugljikovog dioksida. Modeli upravljanja šumama trebaju se bazirati na revitalizaciji šume s većim rastom i klimatski stabilnim vrstama drveća. Povećana upotreba mrtvih i trulih stabala, te starijeg drveća, kao i povezano pošumljavanje klimatski stabilnih vrsta drveća značajno može pridonijeti tome da šuma akumulira ugljikov dioksid i kao takva spašava klimu. Kako brze klimatske promjene opterećuju prirodnu prilagodljivost šuma, potrebno je njihovo praćenje i mjerenje radi prenamjene i mogućnosti povećavanja kapaciteta skladištenja ugljikovog dioksida.

U tu se svrhu digitalizacija postavlja kao nova paradigma upravljanja razvojem šuma i otvara neslućene mogućnosti izgradnje različitih menadžerskih alata, namijenjenih informatički obrazovanim osobama. Brzi razvoj umjetne inteligencije uz tehnologije koje omogućavaju daljinske detekcije sve više dobivaju na značaju u promatranju šuma. Spremnost na njihovu brzu primjenu osigurat će rentabilnost i održivost upravljanja šumskih lokaliteta, što je od strateškog društvenog značaja. Monitoring šuma upotrebom digitalnih tehnologija omogućit će upravljanje šumama na do sada nerentabilnim lokalitetima, posebno tamo gdje su šume znatno su manje, a tereni nepristupačni. Uz analize podataka o šumskim lokalitetima, na značaju će dobiti i različiti podaci koji se mogu koristiti u stručne i znanstvene svrhe, kako bi se pratili podaci o kvaliteti šumske strukture, ali i cjelokupnoj flori i fauni. U tom smislu, ulaganje u nove tehnologije i obrazovanje osoba za upravljanje digitalnim modelima upravljanja šumama u funkciji klimatskih promjena imperativ je za koji se ne smije imati alternativa.

## LITERATURA

- [21] A visit to Marcell Experimental Forest. Dostupno na:  
<https://www.fs.usda.gov/detail/chippewa/home/?cid=FSEPRD649373> (02.12.2024.).
- [22] Bolte A. et al. Digitalisierung im nationalen Waldmonitoring. Dostupno na:  
[https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn064709.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn064709.pdf) (02.12.2024.)
- [23] Digitalni model reljefa (LiDAR) 2018. Dostupno na:  
<https://metapodaci.ippfbih.gov.ba/srv/api/records/2cfd6c83-748e-45ec-acc8-a9729e3173dc>  
(02.12.2024.)
- [24] Europska unija i šume. Dostupno na:  
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/105/europska-unija-i-sume> (01.12.2024.)
- [25] Ibisch, P. L.; Gohr, C.; Mann, D.; Blumröder, J. S. (2021): Der Wald in Deutschland auf dem Weg in die Heißezeit. Greenpeace (Auftraggeber), dostupno na:  
[https://www.greenpeace.de/sites/default/files/publications/ibisch\\_et\\_al\\_2021\\_der\\_wald\\_in\\_d\\_utschland\\_auf\\_dem\\_weg\\_in\\_die\\_heissezeit\\_final.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/default/files/publications/ibisch_et_al_2021_der_wald_in_d_utschland_auf_dem_weg_in_die_heissezeit_final.pdf) (02.12.2024.)
- [26] Mayer, B., Bušić, G. (1997), Informacija o uspostavi hidropedološkog informacijskog sustava Hrvatskih šuma, 4. *stručna sjednica Radne skupine "Zaštita tla"*, Osijek, Hrvatska.
- [27] Möhring, B., Bitter, A., Bub, G. et al. (2021): Schadenssumme insgesamt 12,7 Mrd. Euro. *Holzzentralblatt*. 147(9):155–158.
- [28] SCHULDT, B.; BURAS, A.; AREND, M. et al. (2020): A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology* 45:86–103. DOI: 10.1016/j.baae.2020.04.003. (03.12.2024.)
- [29] Šumarstvo Bosne i Hercegovine. Dostupno na: <https://usitfbih.ba/sumarstvo/>  
(01.12.2024.)
- [30] Šume u svijetu. Dostupno na: <https://adria-balkan.fsc.org/hr/sumski-ekosustavi/u-svijetu>  
(01.12.2024.)
- [31] Überflutungen, Erosion und Staunässe. Dostupno na:  
<https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/naturgefahrenschutz/wildbach-und-erosion/ueberflutungen-und-erosion> (02.12.2024.)