

Uloga i funkcije mrtvog drva u šumskom ekosustavu

Jakšić, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:450622>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

JOSIP JAKŠIĆ

ULOGA I FUNKCIJA MRTVOG DRVA U ŠUMSKOM EKOSUSTAVU

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2024.

ZAVOD:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
PREDMET:	Ekologija šuma
MENTOR:	Prof. dr. sc. Damir Ugarković
ASISTENT – ZNANSTVENI NOVAK	
STUDENT:	Josip Jakšić
JMBAG:	0068235699
AKADEMSKA GODINA:	2023./2024.
MJESTO, DATUM OBRANE:	
SADRŽAJ RADA:	Slika: 12 Tablica: 1 Grafikona: / Navoda literature: 12
SAŽETAK:	U ovom radu istražuje se značaj mrtvog drva u šumskim ekosustavima, ističući njegovu ulogu kao ključnog čimbenika bioraznolikosti i ekološke stabilnosti. Mrtvo drvo se definira kao sva nadzemna i podzemna drvena tvar izuzev dijelova koji pripadaju živom stablu. Istražuje se klasifikacija mrtvog drva prema dimenzijama i fazama raspadanja, te se naglašava važnost mrtvog drva kao staništa za brojne organizme. Također se analiziraju ekološki učinci mrtvog drva na ciklus hranjiva u tlu te njegova uloga kao pohraništa ugljika.

SADRŽAJ

1. Uvod	4
2. Cilj istraživanja	6
3. Rezultati istraživanja	8
4. Zaključak	16
5. Literatura	17

1. Uvod

Mrtvo drvo je pojam za koji su stručnjaci u šumarstvu dali mnogo definicija. U prošlosti se mrtvo drvo smatralo nestabilnim mikrostaništem koje je direktna posljedica propadanja stabla koje je izgubilo životnu funkciju uslijed prirodnih procesa ili ljudskog utjecaja (Bloszyk i dr. 2021). Danas se smatra da mrtvo drvo obuhvaća svu nadzemnu i podzemnu drvenu tvar koju spadaju debla ili svi njegovi dijelovi poput grana, izbojaka ili korijenja ali bez dijelova koji pripadaju živućem stablu (Harmon i Sexton 1996, prema: Merganičova i dr. 2012) .



slika 1: ležeće mrtvo drvo, autorska fotografija

Danas se mrtvo drvo smatra značajnom stavkom pri gospodarenju šumama te je čak predloženo od strane Europske agencije za okoliš da ga se smatra jednim od indikatora biodiverziteta. Prema Merganičova i dr. (2012) mrtvo drvo je bitna stavka šumske bioraznolikosti te strukturna i funkcijska komponenta unutar šumskog ekosustava. Sustavno uklanjanje bolesnih, odumirućih i odumrlih stabala je bila praksa održavanja šumskog reda na području Europe preko 200 godina. Parisi i drugi (2018) smatraju da mrtvo drvo na području Mediterana čini rizik od šumskih požara većim te predlažu kvalitetnije gospodarenje mrtvim drvom u mediteranskim šumama.

U prošlosti, mrtvo drvo se smatralo nuspojavom lošeg gospodarenja šumama (Parisi i drugi, 2018) jer je smatrano da je mrtvo drvo izvor biotskih štetnika. Stojeca odumrla stabla su smatrana sigurnosnom opasnošću po šumske radnike i posjetitelje koja su imala biti odmah uklonjena.



slika 2: stojeće odumrlo stablo, autorska fotografija

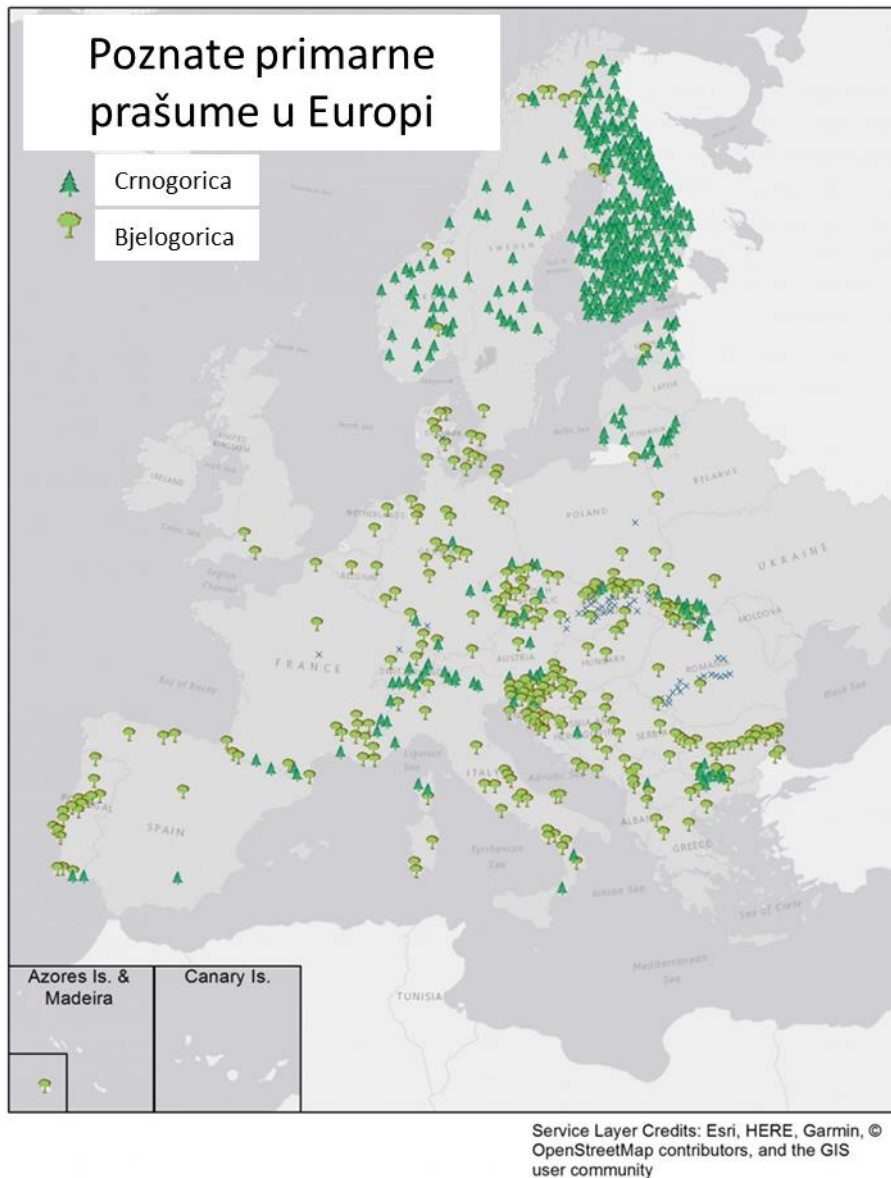
Najviše mrtvog drva pridoilazi u mlađim sastojinama uslijed prirodnih poremećaja te u starim sastojinama zbog prirodne dinamike. Merganičova i dr. (2012) tvrde da je mrtvo drvo posljedica prirodnog odumiranja čiji su uzročnici: konkurentnost sa drugim jedinkama, starenje i nepogode poput vjetroizvala i sličnog. Također tvrde da je mrtvo drvo produkt šumskouzgojnih zahvata. U uzročnike još možemo dodati i pojave poput zaraza bolesti, poplava i požara (Parisi i dr. 2018). Neki od antropogenih čimbenika koji dovode do povećane pojave odumiranja šuma i stvaranja mrtvog drva su zagađenje okoliša i prekomjerno isušivanje tla (Bloszyk i dr. 2021). Sandstrom (2018) čak predlaže ideju ulaska u sastojine s ciljem većeg stvaranja mrtvog drva obaranjem stabala, obrezivanjem grana, ostavljanjem visokih panjeva, izazivanjem kontroliranih požara i slično. Najveći proizvođač mrtvog drva su prašume u kojima postoji ravnoteža između razgradnje stare i pridobivanja nove količine mrtvog drva. Proizvodnja mrtvog drva u regularno gospodarenim sastojinama iznosi u prosjeku između 1 i 5 m³ /ha dok kod negospodarenih šuma (prašuma) iznosi čak 50 – 200 m³ /ha (Albrecht, 1991, prema: Ferris-Kaan i dr. 1993).



slika 3: prašuma Čorkova uvala, autorska fotografija

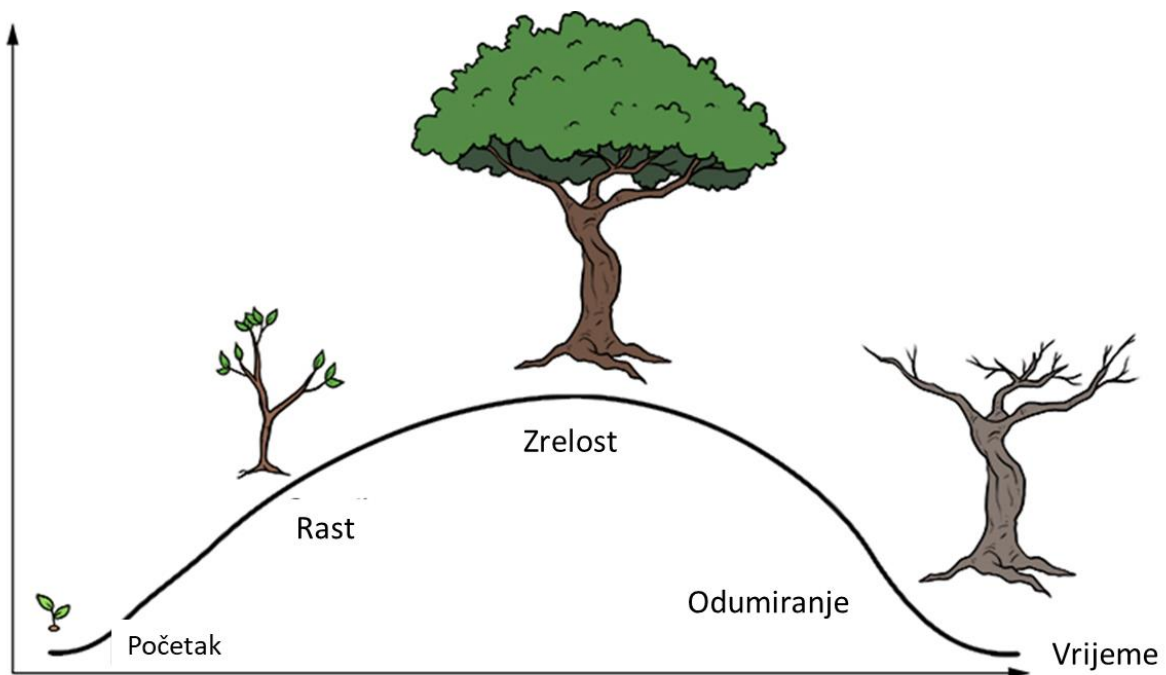
2. Cilj istraživanja

Kao što je već u uvodu rečeno, u prošlosti su šumarski stručnjaci mrtvo drvo smatrali nebitnom, čak štetnom pojavom u sastojinama, te tako ne samo da nisu pridavali previše pažnje već su ga masovno uklanjali prilikom gospodarenja šumama. Neke od šuma koje nisu bile pristupačne čovjekovom utjecaju, bilo radi geografskog položaja, političkih razloga ili nečega drugoga, nazivamo prašumama. To su prirodne šume koje se razvijaju samo pod utjecajem prirodne bez značajnijeg ljudskog utjecaja (Prpić, 1972). Naravno, u današnje vrijeme je nemoguće da postoji bilo kakav prostor u prirodi gdje nije bilo čovjekova utjecaja, međutim, ovdje se pod pojmom čovjekov utjecaj misli na gospodarenje šumama. Dakle, razvoj šume je samo bio uvjetovan prirodnim procesima i čimbenicima. Upravo u takvim šumama gdje nije bilo sustavnog gospodarenja, pronalazimo najveći broj mrtvog drva.



Slika 4: karta sa naznačenim prašumama Europe (Izvor, European forest institute, <https://efi.int/articles/where-are-europes-last-primary-forests>)

Kada su stručnjaci ustanovili da su prašume daleko iznadprosječan izvor biodiverziteta, tada se počelo malo više istraživati o mrtvom drvu. U inozemstvu je tema mrtvog drveta istraživana već desetljećima i objavljavani su mnogi znanstveni radovi, dok u Republici Hrvatskoj jako teško možemo doći do podataka vezanih za mrtvo drvo. Iznimka su formulari u kojima je zabilježena jedna vrsta mrtvog drva, tzv. sušci. Cilj ovog završnoga rada je na temelju znanstvenih istraživanja provedenih u svijetu ući dublje u problematiku uloge mrtvog drva u šumskom ekosustavu sa namjenom da će u budućnosti pomoći nekome u boljem upravljanju mrtvim drvom pri gospodarenju šumama.

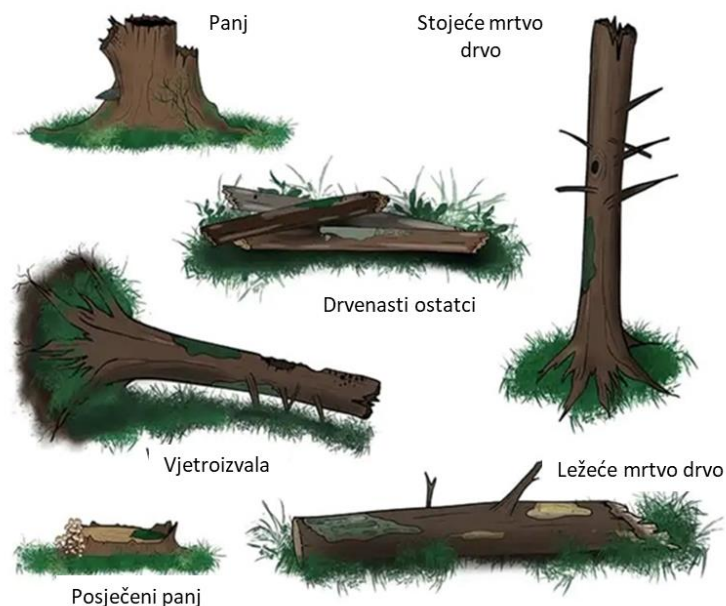


Slika 5: Životni vijek stabla (Izvor, Mammoth Memory, Product life Cycle, <https://mammothmemory.net/business/marketing/product-life-cycle/product-life-cycle.html>)

3. Rezultati istraživanja

1. Klasifikacija mrtvog drva

Mrtvo drvo je klasificirano na mnogo načina, ovisno iz koje perspektive promatramo, ali većina podjela je obavljena na temelju vidljive činjenice da li je drvo mrtvo dubeće (stojeće) ili mrtvo koje leži na zemlji. Također postoje podjele prema dimenziji. Prema Harmon i Sexton (1996) granicom između dubećeg i ležećeg mrtvog drveta smatra se kut nagiba od 45 stupnjeva. Međutim, program monitoringa šuma (ICP) dijeli mrtvo drvo na ležeće mrtvo drvo i njegove ostatke, mrtvo dubeće stablo i njegove ostatke, panjeve, ležeće mrtvo drvo manjih dimenzija i akumuliranu masu drvnih ostataka (Chirici i dr. 2003, prema: Ugarković, 2023).

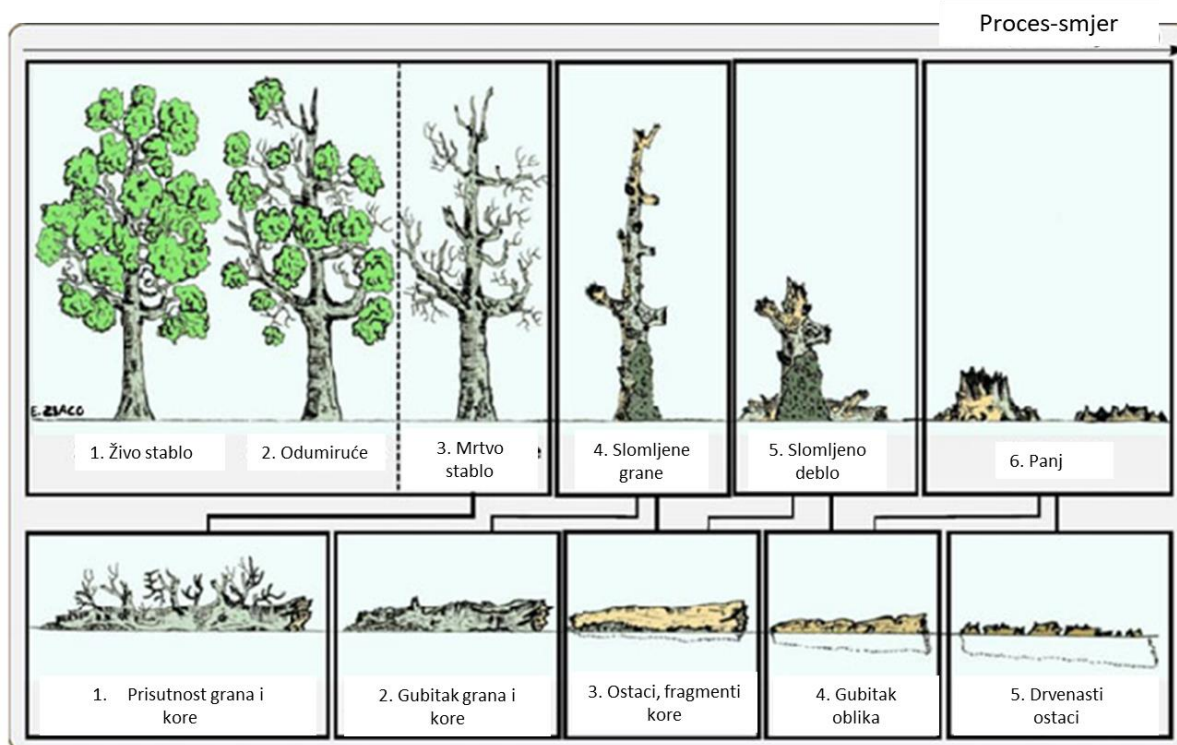


Slika 6: Klasifikacija mrtvog drveta (Izvor, BASC, Deadwood in woodland, <https://basc.org.uk/gamekeeping/land-management/deadwood-in-woodland>)

Također postoji i podjela na nadzemno i podzemno mrtvo drvo, koje se osim lokacije odumiranja (iznad površine tla ili ispod) razlikuje prema načinu razgradnje, odnosno organizmima koji vrše razgradnju. Dok su gljive i mikroorganizmi zaslužni za razgradnju podzemnog, ptice, lišajevi i manji sisavci su većinom zaslužni za razgradnju nadzemnog dijela mrtvog drva (Stokland i dr. 2004, prema Merganičova i dr. 2012).

2. Faze raspadanja mrtvog drva

Prema Merganičova i dr. (2012), razgradnja je proces pri kojemu se organski materijal fragmentira djelovanjem živih organizama poput mikroorganizama (biotska razgradnja) kao i djelovanjem fizičkih i kemijskih procesa (abiotska razgradnja). Gljive se smatraju najznačajnijim faktorom razgradnje mrtvog drva (Veerkamp, 2003, prema Merganičova i dr. 2012). Intenzitet raspadanja i razgradnje mrtvog drva ovisi o karakteristikama samog drva kao što su vrsta drveta i dimenzije, ali i o klimatskim čimbenicima poput vlage i temperature. Ovisno o tim karakteristikama, razlaganje može potrajati i do 1000 godina (Feller, 2003, prema Merganičova i dr. 2012). Kod nekih vrsta četinjača je moguća pojava da su i nakon 400 godina od odumiranja vidljivi tragovi mrtvog drveta. Hyttterborn i Packham (1987), prema Merganičova i dr. (2012), smatraju da kontakt tla sa mrtvim drvom je također bitan čimbenik pri ubrzanju vremena razgradnje. Postoji više različitih studija stupnjevanja razgradnje.



Slika 7: Proces razgradnje mrtvog drva (Izvor, ResearchGate, Communicating old – growth forest through an educational trail, https://www.researchgate.net/publication/226726478_Communicating_old-growth_forest_through_an_educational_trail)

Većina studija primjenjuje stupnjevanje na temelju vizualnih pokazatelja (Butler i dr, 2007, prema: Merganičova i dr. 2012). Promatraju se morfološke karakteristike poput prisutnosti kore i grančica, oblik debla, tvrdoća drva kao i položaj u odnosu na tlo (Merganičova i dr, 2012). Tvrdoća drva se iskazuje na temelju dubine drva probodenog nožem (Holeksa, 2001, prema Merganičova i dr. 2012). Boswald i dr. (2002), prema: Merganičova i dr. 2012 tvrde da se razgradnja odvija u tri faze. Prva faza je stanje dok još drvo ne leži na tlu, odnosno dok je još uvijek dubeće. Nakon toga slijedi naslanjanje drveta na tlo, drvo je izgubilo koru, a srž može biti tvrda sa raspadnutom bjeljikom ili raspadnuta srž sa tvrdom bjeljikom. Posljednja faza bi bila kada su i srž i bjeljika vrlo razgrađeni. Kod većine različitih pristupa stupnjevanju razgradnje, prvi stupanj uvijek prikazuje tek odumrlo drvo, koje bi trebalo biti još nepromijenjeno, sa glatkom površinom te još prisutnom korom, granama i grančicama. Svakim narednim stadijem, drvo se sve više fragmentira, gubi svoje dijelove, da bi na kraju bilo prikazano neprepoznatljivo drvo nejasnog oblika, mekane teksture i cijelom svojom površinom u doticaju sa tlom (Merganičova i dr, 2012).



Slika 8: posljednja faza raspadanja mrtvog drva (Izvor, shutterstock, Green moss on rotten branch with mushroom, <https://www.shutterstock.com/da/image-photo/green-moss-on-rotten-branch-mushroom-2209230069>)

3. Dimenzije i volumen mrtvog drva

Gledano sa ekološkog stajališta, možemo zaključiti da je promjer mrtvog drva jedna od ključnih karakteristika biološke raznolikosti iz razloga što upravo promjer određuje brojno stanje vrsti koje pridoilaze na njemu. Gledajući iz perspektive gospodarenja šumama, mrtvo drvo bi se smatralo ono veće od 7cm (Atici i dr. 2008, prema Merganičova i dr, 2012). Dok neke vrste pridoilaze samo na mrtvom drvu kojemu je promjer manji od 20 cm, postoji znatan broj vrsti koje preferiraju promjere čak i oko 40cm (Stokland i dr. 2004, prema Merganičova i dr. 2012). Promjer mrtvog drva se u većini slučajeva određuje na visini od 1.3m, odnosno prsnoj visini. U slučaju da je mrtvo drvo kraće od 1,3m, kao i kod panjeva, grana i izbojaka, promjer se može izmjeriti na mjestu presjeka ili loma grane ili izbojka. Za mjerenje volumena kod ležećeg mrtvog drva ulazni podaci bi bili promjer na sredini mjerenog segmenta kao i njegova dužina (Rondeux i Sanchez, 2009, prema Merganičova i dr. 2012). Također, kako bismo dobili još točnije podatke, mogu se izvesti mjerenja na krajevima segmenta te se u tome slučaju volumen izračunava posebnom formulom. Prema Harmon i Sexton (1996), postoje tri načina izračuna volumena ovisno o uzetome promjeru. Huberova formula je korištena samo ako nam je poznat promjer na sredini. Ako imamo podatke o krajnjim promjerima, tada koristimo Smailanovu formulu. U slučaju da znamo sva tri promjera, dakle središnji i dva krajnja, koristimo Newtonovu formulu. Harmon i Sexton (1996) smatraju da nijedna od triju formula nije bolja od ostalih nego sve tri daju zadovoljavajući rezultat. Međutim, sve navedene formule se odnose na pojedinačne komade mrtvog drva. Kako bismo dobili volumen sastojine, potrebno je volumene svih komada mrtvog drva zbrojiti, i preračunati u kubične metre po hektaru.

4. Volumen mrtvog drva u gospodarskim šumama

Prema Oettel i dr. (2020) minimalan volumen mrtvog drva za Europu bi trebao iznositi između 20 i 50 kubika po hektaru, dok u stvarnosti volumen za sjevernu Europu iznosi nešto manje od 8 kubičnih metara po hektaru, i 20 m³ za središnju i zapadnu Europu. Radoš i dr. (2018) u svojem istraživanju dolaze do zaključka da je količina mrtvog drveta u Hrvatskoj dosta varijabilna s obzirom na to radi li se o šumama listopadnih vrsta drveća ili četinjača. U šumama listača prosječni volumen mrtvog drveta iznosi 13,12 m³ po hektaru, dok u šumama četinjača iznosi prosječno oko 15,48 m³ po hektaru. Također su u svome istraživanju prikazali i zalihu mrtvog drva u makijama i šikarama koja iznosi u prosjeku 0,94 m³ po hektaru.

Tablica 1: Zaliha mrtvog drva (Izvor, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Primjena više razine proračuna (Tier 2) IPCC metodologije u izračunu promjene zalihe ugljika u spremištu mrtvog drva na iskrcenim površinama u Republici Hrvatskoj, [Projekti | MINGOR \(haop.hr\)](#))

	Tip šume*	Vrsta mrtvog drva	
		Suho stojeće drvo	Mrtvo ležeće drvo
Zaliha mrtvog drva (m ³ /ha), srednja vrijednost	Bjelogorica	5,84	7,28
	Crnogorica	5,16	10,32
	Makije i šikare	0,58	0,36

5. Volumen mrtvog drva u prašumama

Prašume su vrlo zanimljive iz perspektive znanosti jer su idealne za provođenje različitih istraživanja. U šumarstvu nam ta istraživanja mogu poslužiti kao smjernice prilikom gospodarenja šumama. U Hrvatskoj, najveći broj prirodnih netaknutih šumskih ekosustavima se nalazi u Dinaridima. Na tom području se najviše rasprostiru bukovo-jelove i bukove šume. Bukovo-jelove prašume na području hrvatskih dinarida su Devčića tavani, Nadžak bilo, Plješivička uvala, Javorov kal, Štirovača i najpoznatija Čorkova uvala koju ćemo nadalje analizirati.

Prašuma Čorkova uvala prostire se na 80,50 ha unutar Nacionalnog parka Plitvička jezera, a na području prašume nalaze se različiti oblici krških fenomena. S ciljem monitoringa prašume, akademik Milan Anić je 1957. uspostavio trajnu pokusnu plohu površine 1ha na kojoj su ubuduće rađena mnoga istraživanja. Tako je istraženo da je s obzirom na broj stabala najučestalija bukva sa 70,1% koja je najučestalija u najtanjim debljinskim razredima, te je njezino odumiranje bilo najveće i iznosilo je 1,8%, dok su sa 59,6% četinjače najznačajnije s obzirom na drvenu zalihu i njihovo odumiranje je iznosilo 1,3% za običnu smreku i 0,5% za običnu jelu (Tikvić i dr. 2006). Prema istraživanju koje su obavili Anić i Mikac (2008), u sastojini u prosjeku ima 440 stabala po hektaru, odnosno 671,23 m³/ha, od kojih je bukva najučestalija sa 215 stabala ili 282,35 m³/ha, slijedi ju obična jela sa 199 stabala i impresivnom zalihom od

352,15 m³/ha, te smreka sa 26 stabala i zalihom od 36,73 m³/ha. U sastojini se nalazilo 10 mrtvih stabala od kojih je 7 stabala jele, 2 stabla bukve i 1 stablo smreke.

Zahvaljujući istraživanjima u prašumi Čorkova uvala, razvijeni su modeli prirodi bliskog gospodarenja sa šumskim ekosustavima.

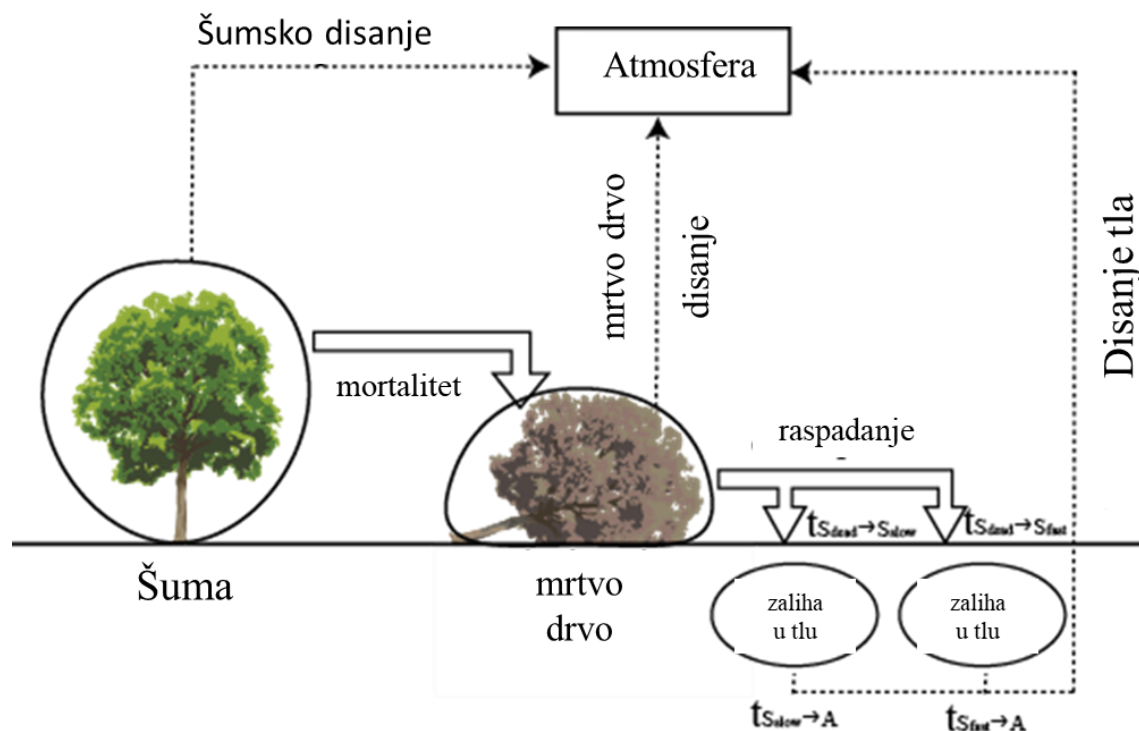


Slika 9: Čorkova uvala (Izvor, Europe's Virgin forests, <https://virginforests.eu/corkova-uvala/>)

6. Uloga mrtvoga drva u ciklusu hranjiva

Prisutnost mrtvog drva u šumskim ekosustavima ima značajan utjecaj na kemijske karakteristike tla i ciklus hranjiva. Prema Parisi i dr. (2018), organska tvar u šumskim ekosustavima prolazi kroz procese humifikacije i mineralizacije, što dovodi do formiranja površinskog sloja tla i održavanja dugoročne plodnosti. Mrtvo drvo povećava koncentracije kalcija, magnezija i ukupnog dušika u tlu, dok istovremeno smanjuje pH tla. Dugotrajnost raspadanja mrtvog drva omogućuje razvoj dugoročnih interakcija između mrtvog drva i tla, čime se omogućava postepena razgradnja značajnih količina organske tvari i organskog ugljika otopljenog u tlu (Parisi i dr, 2018). Radoš i dr. (2018) ističu važnost mrtvog drva kao pohraništa ugljika, koje predstavlja ključnu komponentu pri izračunu promjena zaliha ugljika, posebice kod prenamjene šumskih površina u druge kategorije zemljišta poput krčenja šuma. Gora i dr. (2019) naglašavaju da mrtvo drvo, koje čini oko 10-20% nadzemnih zaliha ugljika i ukupnih emisija CO₂ u zrelih šumama, igra ključnu ulogu u ciklusu ugljika. Dok se razgradnja drva ne promatra kao holistički proces koji uključuje nadzemnu razgradnju, mnogi čimbenici koji reguliraju ovaj proces ostaju nedovoljno istraženi. Poboljšanje preciznosti i pouzdanosti

procjena količine mrtvog drva može značajno doprinijeti smanjenju nesigurnosti u šumskim inventurama i unaprijediti naše razumijevanje ciklusa ugljika.

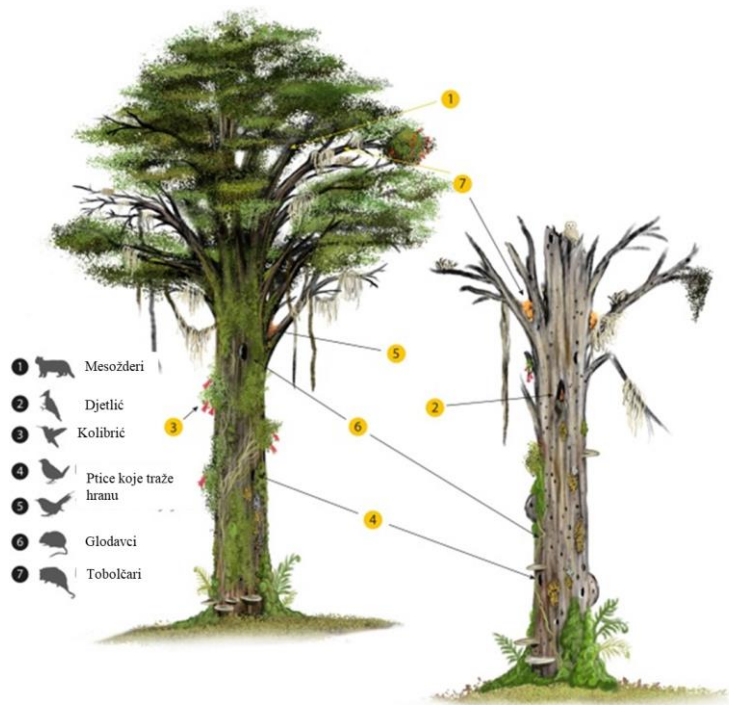


Slika 10: Shematski prikaz modula protoka ugljika kroz mrtvo drvo (Izvor, FORMIND, the forest model, carbon cycle, <https://formind.org/model/what-are-the-main-processes-of-formind/carbon-cycle/>)

7. Mrtvo drvo kao stanište (ekološka niša) za druge vrste organizama

Procjenjuje se da bioraznolikost vezana za mrtvo drvo iznosi oko 30% opće bioraznolikosti, a na nekim područjima i blizu 50%. (Stokland i dr. 2012, prema Parisi i dr. 2018). Prema Merganičova i dr. (2012), mrtvo drvo je vezano uz veliki broj biljnih i životinjskih vrsta kao njihovim staništem ili podlogom bitnom za njihov život. Više od polovice tog staništa bude eliminirano sječom odumrlih stabala u gospodarskim šumama i time možemo izgubiti preko 30% taksonomskih vrsta, većinom insekata (Ugarković, 2023). Gljive i insekti, odnosno saproksilne vrste, smatraju se najvećom skupinom šumskih svojiti (Shuck i dr. 2004, prema Merganičova i dr, 2012). Njihova brojnost je pod najvećim utjecajem vrsti drveća koja izgrađuje određeni šumski sustav. Procjenjuje se da na području Europe oko 4000 vrsti iz reda tvrdokrilaca ili kornjaša je ovisno o mrtvom drvetu kao i oko 1500 vrsti gljiva (Stokland i dr. 2012, prema Parisi i dr. 2018). Također, nakon što insekti koji razaraju drvo nestanu, neki drugi organizmi, na primjer ose, mogu se nastaniti u nastale hodnike (Merganičova i dr., 2012).

Insekti nisu jedini predstavnici životinjskog carstva koji su vezani uz mrtvo drvo. Nakon što mrtvo dubeće stablo djelovanjem vjetra ili nekog drugog čimbenika bude oboreno na tlo, ono i dalje ostaje povoljnim izvorom hrane, skloništa i skladišta za mnoge vrste gmazova, glodavaca, ptica i ostalih. Merganičova i dr. (2012) u svom radu iznose činjenicu da mnoge životinje koriste mrtvo drvo kao sklonište ili građevni materijal prilikom izrade gnijezda. Prema Ugarković (2023), ptice obično pridoilaze u dupljama mrtvog debla promjera većeg od 10 centimetara, te tako u dijelovima mrtvih grana možemo uočiti vrste ptica poput sovi, sjenica, golubova ili drugih organizama poput kuna i šišmiša.



Slika 11: Shematski prikaz mikrostaništa za koja se predviđa da će ih koristiti vrste kralježnjaka opažene na mrtvim i živim stablima (Izvor, [https://www.researchgate.net/publication/352414489 Standing dead trees as indicators of vertebrate diversity Bringing continuity to the ecological role of senescent trees in austral temperate forests](https://www.researchgate.net/publication/352414489_Standing_dead_trees_as_indicators_of Vertebrate_Diversity_Bringing_continuity_to_the_ecological_role_of_senescent_trees_in_Australian_temperate_forests))

8. Mrtvo drvo kao supstrat za pomlađivanje

Maki i dr. (2021) tvrde u svom radu o mrtvom drvu kao supstratu da su gljive najzaslužnije za sposobnost površine mrtvog drveta da bude jako povoljan supstrat drugim biljkama. Kako bi osigurali teren za svoj rast i razvoj, gljive i mikroorganizmi – razgrađivači proizvode svoje vlastite enzime i ostale kemijske tvari. Dušik i ostale biljkama potrebne mineralne tvari postaju odjednom biljkama lako dostupne radi nitrifikacije i mineralizacije tla i mrtvog drveta od strane lučenih tvari. Prema Merganičova i dr. (2012), na mrtvom drvetu pomladak ima bolje uvjete

vlage i temperature. Naravno, nije svako mrtvo drvo idealan supstrat, pošto sama spremnost podloge ovisi o stupnju raspadanja drveta. Međutim, kod nekih vrsta se pomladak javlja samo na mrtvom drvetu iste vrste kao što je pomladak, dok kod drugih vrsta pomladak dolazi samo na drugačijim vrstama.



Slika 12: Pomlađivanje (regeneracija) obične smreke na ležećem mrtvom drvu (Izvor, Tall-herb boreal forests on north Ural, https://www.researchgate.net/publication/312153287_TALL-HERB_BOREAL_FORESTS_ON_NORTH_URAL)

4. Zaključak

Ovaj rad je istaknuo važnost mrtvog drva u održavanju ekološke ravnoteže i naglasio potrebu za njegovim očuvanjem prilikom gospodarenja šumama. Mrtvo drvo predstavlja vitalnu komponentu šumskih ekosustava. Kroz razgradnju, mrtvo drvo vraća hranjive tvari u tlo, podržavajući rast novih biljaka i osiguravajući ciklus hranjivih tvari. Također, ono služi kao stanište i izvor hrane za brojne vrste organizama, uključujući insekte, gljive, ptice i sisavce. Želimo li održati što veću biološku raznolikost, u šumi je potrebno ostavljati određenu količinu mrtvog drveta što znači osigurati staništa brojnim rijetkim, ugroženim i zaštićenim vrstama. U takvoj šumi postiže se veća biološka raznolikost zahvaljujući mrtvom drvu. Na taj način postizemo dvije, danas zasigurno najvažnije općekorisne funkcije, vezivanje ugljika i velika biološka raznolikost. Šumarska praksa treba prepoznati ovu važnost koja će omogućiti očuvanje i povećanje količine mrtvog drva u šumama. Također, potrebno je provoditi daljnja istraživanja kako bi se bolje razumjeli procesi vezani za veću proizvodnost mrtvog drveta. U ovome radu možemo vidjeti da većina autora su šumarski stručnjaci iz drugih zemalja, što nam

govori kako tematika mrtvog drveta u Republici Hrvatskoj nije još dovoljno zastupljena, te možemo vidjeti kako bi u budućnosti međunarodna razmjena znanja bila itekako poželjna.

5. Literatura

1. Błoszyk, J.; Rutkowski, T.; Napierała, A.; Konwerski, S.; Zacharyasiewicz, M.: Dead Wood as an Element Enriching Biodiversity of Forest Ecosystems: A Case Study Based on Mites from the Suborder Uropodina (Acari: Parasitiformes). *Diversity* 2021, 13, 476. <https://doi.org/10.3390/d13100476>
2. Čorkova Uvala Old Growth Forest Reserve, Croatia, Europe Virgin Forests, <https://virginforests.eu/corkova-uvala/>
3. Ferris-Kaan R, Lonsdale D, Winter T, 1993: The conservation management of deadwood in forests, research information note 241, issued by the Research Division of the Forestry Authority
4. Gora, E.M., Kneale, R.C., Larjavaara, M., 2019: Dead Wood Necromass in a Moist Tropical Forest: Stocks, Fluxes, and Spatiotemporal Variability. *Ecosystems* **22**, 1189–1205 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00341-5>
5. Harmon, M.E., Sexton, J., 1996: Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. U.S.LTER Network Office, University of Washington, Seattle, Publ. No. 20.
6. M. Mäki, T. Mali, H. Hellén, J. Heinonsalo, T. Lundell, J. Bäck, 2021: Deadwood substrate and species-species interactions determine the release of volatile organic compounds by wood-decaying fungi, *Fungal Ecology*, Volume 54, <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2021.101106>
7. Merganičova K, Merganič J, Svoboda M, i dr.,2012: Deadwood in Forest Ecosystems. *Forest Ecosystems - More than Just Trees*. InTech. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/31003>.
8. Oettel J, Lapin K, Kindermann G, Steiner H, Schweinzer K-M, Frank G, Essl F., 2020: Patterns and drivers of deadwood volume and composition in different forest types of the Austrian natural forest reserves, *Forest Ecology and Management*, Volume 463, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118016>

9. Parisi F, Pioli S, Lombardi F, Fravolini G, Marchetti M, Tognetti R (2018). Linking deadwood traits with saproxylic invertebrates and fungi in European forests - a review. *iForest* 11: 423-436. – doi: 10.3832/ifor2670-011 [online 2018-06-18]
10. Prpić B, 1972: Neke značajke prašume Čorkova uvala. *Šumarski list*, 9-10 / 1972: 13-21, UDK 634.0.228.81
11. Radoš D, Stankić I, Marković K, Jelavić V: Primjena više razine proračuna (Tier 2) IPCC metodologije u izračunu promjene zalihe ugljika u spremištu mrtvog drva na površinama u Republici Hrvatskoj, Klasa: 406-07/18-02/32, URBROJ: 383-18-13, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu
12. Sandström J, Bernes C, Junninen K, Lohmus A, Macdonald S, Müller J, Jonsson B (2018). How does manipulation of dead wood affect forest biodiversity? - A systematic review. 10.17011/conference/eccb2018/107635.
13. Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, N. Magdić, 2006: Dinamika razvoja i odumiranja stabala u prašimi Čorkova uvala Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje* 5: 105 – 116.
14. Ugarković D, 2023: Mrtvo drvo u šumskom ekosustavu, *Rewilding Velebit* Zaklada