Stručni rad – Professional paper
Šumarski list 150 (9–10): 461–469, 2026

Druga nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske (CRONFI II): stanje i promjene šumskih resursa

Second National Forest Inventory of the Republic of Croatia (CRONFI II): Status and Changes in Forest Resources

Zdenko Bogović[1], Matej Turk[2]*

[1] Šume – Obrt za savjetovanje u šumarstvu, Zagreb, Hrvatska
[2] Unique forest d.o.o., Našice, Hrvatska
* Dopisni autor: Matej Turk, e-mail: matej.turk@unique-forest.hr

SAŽETAK

Cilj rada je prikazati najvažnije rezultate CRONFI II te ih, tamo gdje metodološka usporedivost to dopušta, usporediti s rezultatima CRONFI I. Druga nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske (CRONFI II) nastavlja nacionalni sustav praćenja šumskih resursa uspostavljen prvom inventurom (CRONFI I) i omogućuje procjenu promjena na ponovljenim plohama. Vremenski razmak između provedbe dviju inventura u prosjeku iznosi 17 godina. Tijekom terenskih izmjera 2024. i 2025. godine 12 terenskih timova izmjerilo je 112.000 stabala na 1.932 trakta i 6.366 ploha. Prema CRONFI II, šume i šumsko zemljište obuhvaćaju 2,997 milijuna ha, od čega je 2,431 milijun ha obraslo šumsko zemljište. Ukupna drvna zaliha procijenjena je na 548 milijuna m^3 ili 227 m^3/ha. Godišnji neto prirast iznosi 13 milijuna m^3 ili 5,33 m^3/ha, a prosječna godišnja sječa 8 milijuna m^3 ili 3,31 m^3/ha, odnosno 62,1 % godišnjega neto prirasta. Prosječna količina mrtvog drva prema CRONFI II iznosi 22,66 m^3/ha, odnosno ukupno 55 milijuna m^3, što je jednako iznosu od 10 % drvne zalihe šuma u Hrvatskoj. Ukupna zaliha ugljika u šumskom ekosustavu procijenjena je na 643 milijuna tona, odnosno 266 t C/ha, pri čemu je šumsko tlo najveći pojedinačni spremnik. U hrvatskim šumama nalazi se ukupno 27 milijardi stabala ili prosječno 11.425 stabala po hektaru, od kojih je 465 iznad 10 cm promjera, 2.702 ispod 10 cm te 8.258 mladih biljaka visine do 1,3 m. Rezultati upućuju na razmjerno stabilno ukupno stanje drvne zalihe, ali i na izražene promjene kod pojedinih vrsta drveća, osobito poljskog jasena i običnog graba, kao i na stabilnost pohrane ugljika te značajni porast količine mrtvog drva kojim se osigurava bogatstvo biološke raznolikosti. Proširenje inventure na ugljik u tlu i stelji, poremećaje, obnovu i druga ekološka obilježja potvrđuje razvoj nacionalne inventure prema višeciljnom monitoringu šumskih ekosustava koji podupire održivo gospodarenje, očuvanje bioraznolikosti, klimatsku politiku i međunarodno izvješćivanje.

Ključne riječi:
bioraznolikost, broj stabala, CRONFI II, drvna zaliha, mrtvo drvo, prirast, sječa, ugljik

DOI:
https://doi.org/10.31298/sl.150.9-10.7

Kako citirati / How to Cite:
Bogović, Z. i M. Turk, 2026: Druga nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske (CRONFI II): stanje i promjene šumskih resursa. Šumarski list 150 (9–10): 461–470. https://doi.org/10.31298/sl.150.9-10.7

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

UVOD
INTRODUCTION

Nacionalna inventura šuma predstavlja temeljni sustav za objektivno, statistički utemeljeno i periodično praćenje stanja šumskih resursa na razini cijele Republike Hrvatske. Njezino provođenje propisano je Zakonom o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 101/23 i 36/24) te Pravilnikom o postupku provođenja nacionalne inventure šumskih resursa Republike Hrvatske i odobravanju njezinih rezultata (NN 94/2019), a prikupljeni podaci služe potrebama šumarske politike i operative, znanosti i istraživanja, zaštite prirode i okoliša, praćenja bioraznolikosti, procjene zaliha ugljika te nacionalnog i međunarodnog izvješćivanja. Posebna vrijednost nacionalne inventure proizlazi iz primjene jedinstvene metodologije na šume različitih kategorija vlasništva i oblika gospodarenja, čime se dobiva usporediv prikaz stanja šumskih resursa na razini cijele države.

Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske (CRONFI I), provedena tijekom razdoblja 2005. – 2009., predstavlja prvu cjelovitu procjenu hrvatskih šumskih resursa na jedinstvenoj statističkoj osnovi. Njezini rezultati, objavljeni 2010. godine (Čavlović 2010a), omogućili su procjenu površine šuma i šumskog zemljišta, drvne zalihe, strukture sastojina, sastava vrsta drveća, prirasta i sječe, mrtvog drva, obnove i drugih obilježja šumskih ekosustava na nacionalnoj razini.

Razlike između rezultata nacionalne inventure i podataka Šumskogospodarske osnove područja Republike Hrvatske za razdoblje 2006. – 2015. godine pokazale su koliko je pri interpretaciji podataka važno uvažavati različite metodologije, definicije i prostorne jedinice na kojima se pojedine procjene temelje, zbog čega se njihova usporedba ne preporuča.

Provedbom Druge nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske (CRONFI II) tijekom 2024. i 2025. godine uspostavljen je drugi vremenski presjek stanja šuma u Hrvatskoj. Terenska izmjera provedena je na trajnim plohama uspostavljenim u okviru prve inventure, čime je, uz novu procjenu trenutačnog stanja, omogućeno neposrednije praćenje promjena između dvaju inventurnih ciklusa u razdoblju od približno 17 godina. Upravo je mogućnost ponovljene izmjere jedna od najvažnijih vrijednosti CRONFI II jer omogućuje procjenu promjena drvne zalihe, prirasta i sječe, mortaliteta, obnove te promjena sastava i strukture šumskih sastojina.

U odnosu na prvu inventuru Priručnikom za provedbu druge nacionalne inventure šuma proširen je i sadržaj prikupljenih podataka. Uz tradicionalne pokazatelje šumskih resursa, CRONFI II obuhvaća veći broj sastojinskih i ekoloških obilježja, podatke o mrtvom drvu i panjevima, poremećajima, šumskom rubu, obnovi i ekološki značajnim obilježjima stabala (Čavlović 2017). Posebno važan dodatak predstavlja procjena ugljika u pojedinim spremnicima šumskog ekosustava, uključujući nadzemnu i podzemnu biomasu, mrtvo drvo, šumsku stelju te mineralno tlo. Time nacionalna inventura postupno prerasta iz sustava prvenstveno usmjerenog na procjenu površine i drvnih resursa u višeciljni sustav praćenja stanja i promjena šumskih ekosustava.

Cilj ovog stručnog rada je prikazati najvažnije rezultate Druge nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske te ih, tamo gdje metodološka usporedivost to dopušta, usporediti s rezultatima Prve nacionalne inventure. Posebna pozornost posvećena je promjenama površine šuma i šumskog zemljišta, drvne zalihe i sastava glavnih vrsta drveća, odnosu prirasta i sječe, količini mrtvog drva, poremećajima i obnovi te zalihama ugljika u hrvatskim šumskim ekosustavima.

PROVEDBA CRONFI II I METODOLOŠKE NAPOMENE
IMPLEMENTATION OF CRONFI II AND METHODOLOGICAL NOTES

Inventurni dizajn i terenska izmjera – *Inventory Design and Field Measurements*

CRONFI I provedena je od 2005. do 2009. godine, dok je CRONFI II provedena u razdoblju od 2024. do 2025. godine. Dvanaest terenskih timova u CRONFI II izmjerilo je 112.000 stabala na 1.932 trakta i 6.366 ploha (Slika 1), a na svakoj je plohi prikupljan proširen skup kvantitativnih i kvalitativnih obilježja, ukupno oko 130 atributa (Čavlović 2017). U terenskom radu uveden je neposredan unos podataka u digitalnom obliku i prijenos u središnju bazu podataka.

Za usporedbu, u CRONFI I izmjereno je i procijenjeno ukupno 121.976 stabala različitih kategorija unutar 6.232 skupine koncentričnih terenskih ploha smještenih na području šuma i šumskih zemljišta (Čavlović 2010a, 2010b).

Osnovna terenska jedinica nacionalne inventure šuma je trakt kvadratnog oblika veličine 150 m × 150 m s 4 skupine kružnih ploha sa središtem u kutovima traktnog kvadrata. Položaji traktova povezani su s mrežama 4 km × 4 km i 1 km × 1 km koje pokrivaju kopneno područje Hrvatske. Pojedina inventurna ploha sastoji se od koncentričnih kružnih ploha različitog polumjera. Ploha polumjera 25 m služi za opis šireg konteksta šume, odnosno staništa, sastojine, gospodarenja, poremećaja i šumskog ruba, dok se stabla mjere na manjim koncentričnim plohama polumjera 3,5 m, 7 m, 13 m i 20 m, ovisno o prsnom promjeru (Čavlović i Božić 2008, Čavlović 2017).

Ugljik, mrtvo drvo i kontrola kvalitete – *Carbon, deadwood and quality control*

Za procjenu zaliha ugljika u biomasi korišteni su podaci terenske izmjere stabala. Za procjenu ugljika u šumskoj stelji, humusu i mineralnom tlu odabrano je 400 ploha unutar traktova. Na svakoj su plohi uzorci uzimani na četiri mjesta, dok je mineralno tlo uzorkovano na dubinama 0 – 10 cm, 10 – 20 cm i 20 – 30 cm. Takav dizajn omogućio je prikupljanje 8.000 uzoraka za laboratorijsku obradu, pri čemu je sadržaj ugljika određivan metodom suhog spaljivanja prema normi HRN ISO 10694:2004 (ISO 10694:1995). Procjena mrtvog drva obuhvaća mrtva stojeća i ležeća stabla te panjeve evidentirane pri terenskoj izmjeri. Na svim odabranim plohama dodatno je primijenjena metoda linijskog presretanja za krupno i sitno ležeće drvo.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva kontroliralo je terensko prikupljanje podataka na najmanje 5 % od ukupnog uzorka terenskih ploha, neovisno o inventurnim grupama, radi usklađivanja postupka izmjere i procjene između terenskih i kontrolnih grupa, posebno kada se radilo



Slika 1. Terenski rad u sklopu CRONFI II.
Figure 1 Fieldwork within the Second National Forest Inventory (CRONFI II).
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)

o procjeni subjektivnih kvalitativnih varijabli. Uz to, provedene su naknadne provjere i usklađivanje podataka u središnjoj bazi (Bogović i Turk 2026).

Jedan od glavnih uvjeta prihvaćanja rezultata nacionalne inventure šuma bila je procjena drvne zalihe na nacionalnoj razini sa zadanom preciznošću od ± 3 % uz 95-postotnu pouzdanost procjene.

Usporedivost CRONFI I i CRONFI II – Comparability of CRONFI I and CRONFI II

Usporedba dviju inventura zahtijeva razlikovanje procjena stanja od procjena promjene. Za dio varijabli, posebno za promjenu drvne zalihe, prirast i odumiranja stabala, usporedba se temelji na konzistentnom uzorku ploha uključenih u oba inventurna ciklusa. Za ukupne površine šuma metodološka je usporedivost ograničenija. CRONFI II procjenjuje površine na mreži 1 km × 1 km vizualnom interpretacijom aerofoto snimaka i statističkom obradom više od 56.567 ploha, dok je u CRONFI I površina procijenjena računalnom klasifikacijom satelitskih snimaka. Stoga povećanje procijenjene površine šuma treba tumačiti uz ovu metodološku razliku, a potpuno konzistentna procjena promjene površine bit će moguća nakon ponavljanja iste metode u sljedećem inventurnom ciklusu (Bogović i Turk 2026).

Primjer ponovljene izmjere iste trajne plohe, s panoramskim prikazom stanja u CRONFI I i CRONFI II, prikazan je na slici 2.

Ponovljena izmjera trajne plohe / Remeasurement of a permanent sample plot



Slika 2. Panoramska usporedba ponovljene izmjere iste trajne plohe u CRONFI I (srpanj 2009.) i CRONFI II (veljača 2024.); QR kod omogućuje pristup interaktivnoj panorami 360°.
Figure 2 Panoramic comparison of the remeasurement of the same permanent sample plot in CRONFI I (July 2009) and CRONFI II (February 2024); the QR code provides access to the interactive 360° panorama.

ODABRANI REZULTATI CRONFI II
SELECTED RESULTS OF CRONFI II

Površina šuma i vlasnička struktura – *Forest Area and Ownership Structure*

Prema CRONFI II, šume i šumsko zemljište obuhvaćaju 2.997.402 ha, odnosno 53 % ukupne površine Hrvatske. Od toga je 2.430.604 ha obraslo šumsko zemljište, dok ostalo šumsko zemljište obuhvaća 566.798 ha (Tablica 1). U odnosu na CRONFI I, razvidno je povećanje obrasle šumske površine za 54.000 ha ili 2,27 %. Zbog promjene metode procjene površine taj podatak treba promatrati prije svega kao razliku između dviju procjena, a ne kao potpuno metodološki homogen trend (Bogović i Turk 2026).

U vlasničkoj strukturi prema CRONFI II 71 % šuma nalazi se u državnom, a 29 % u privatnom vlasništvu. U odnosu na CRONFI I, površina državnih šuma smanjila se s 1,83 na 1,65 milijuna ha, dok se površina privatnih šuma povećala s 0,55 na 0,78 milijuna ha (Bogović i Turk 2026).

Drvna zaliha i sastav vrsta drveća – *Growing Stock and Tree Species Composition*

Ukupna procijenjena drvna zaliha prema CRONFI II iznosi 548.239.776 m^3, odnosno 227 m^3/ha. U CRONFI I procijenjena je na 552 milijuna m^3 ili 232 m^3/ha, pa je ukupno stanje u drugoj inventuri manje za 4 milijuna m^3. Istodobno je na konzistentnom uzorku zajedničkih ploha procijenjena pozitivna neto promjena drvne zalihe od 1,05 m^3/ha (Bogović i Turk 2026). Standardna pogreška procjene drvne zalihe iznosila je 2,26 %. U strukturi i dalje dominira obična bukva s 34 % ukupne drvne zalihe. Slijede hrast lužnjak s 13 %, hrast kitnjak i obični grab s 10 %, obična jela s 6 %, poljski jasen s 3 % te obična smreka s 2 %. Na razini cijele Hrvatske sastav je razmjerno stabilan, ali promjene pojedinih vrsta ukazuju na različite procese unutar bioklimatskih zona (Tablica 2, Slika 3).

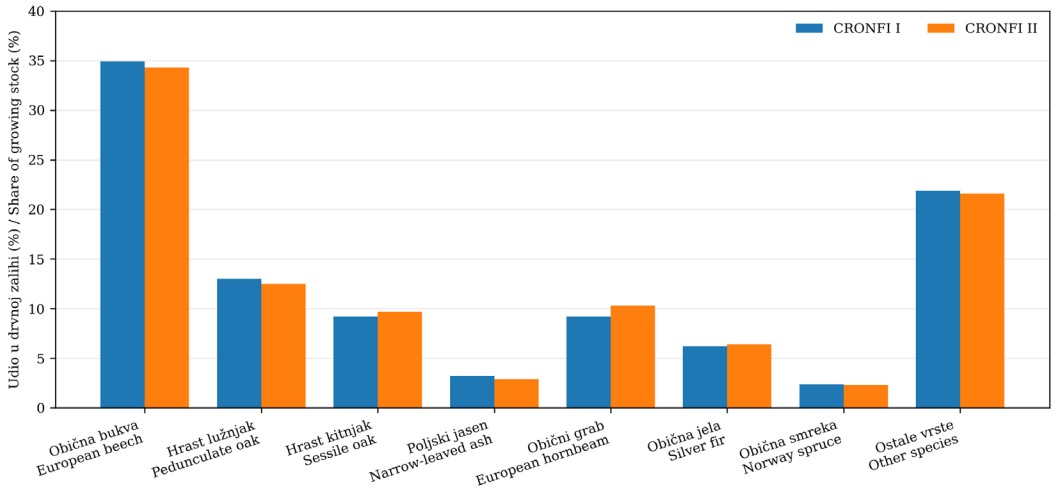
Tablica 1. Odabrani nacionalni pokazatelji CRONFI I i CRONFI II.
Table 1 Selected national indicators from CRONFI I and CRONFI II.

Pokazatelj *Indicator*	CRONFI I	CRONFI II
Obraslo šumsko zemljište *Stocked forest land*	2,377 mil. ha	2,431 mil. ha
Ukupna drvna zaliha *Total growing stock*	552 mil. m^3	548 mil. m^3
Drvna zaliha po hektaru *Growing stock per hectare*	232 m^3/ha	227 m^3/ha
Prosječna godišnja sječa *Average annual harvest*	3,53 m^3/ha	3,31 m^3/ha
Mrtvo drvo *Deadwood*	14,81 m^3/ha*	22,66 m^3/ha
Ukupna zaliha ugljika *Total carbon stock*	639 mil. t C	643 mil. t C

* Vrijednosti CRONFI I i CRONFI II za mrtvo drvo nisu potpuno metodološki usporedive jer panjevi u CRONFI I nisu bili uključeni na isti način.
Deadwood estimates from CRONFI I and CRONFI II are not fully methodologically comparable because stumps were not included in the same manner in CRONFI I.

Tablica 2. Promjene drvne zalihe odabranih vrsta između CRONFI I i CRONFI II.
Table 2 Changes in growing stock of selected tree species between CRONFI I and CRONFI II.

Vrsta *Species*	Promjena *Change*	Relativna promjena *Relative change*	Smjer *Direction*
Obična bukva *European beech*	-4,50 mil. m^3	-2,3 %	smanjenje *decrease*
Hrast lužnjak *Pedunculate oak*	-3,40 mil. m^3	-4,7 %	smanjenje *decrease*
Hrast kitnjak *Sessile oak*	+2,79 mil. m^3	+5,5 %	povećanje *increase*
Poljski jasen *Narrow-leaved ash*	-1,95 mil. m^3	-11,0 %	smanjenje *decrease*
Obični grab *European hornbeam*	+5,77 mil. m^3	+11,4 %	povećanje *increase*
Obična jela *Silver fir*	+0,74 mil. m^3	+2,1 %	povećanje *increase*
Obična smreka *Norway spruce*	-0,39 mil. m^3	-2,9 %	smanjenje *decrease*
Ostale vrste *Other species*	-2,37 mil. m^3	-1,9 %	smanjenje *decrease*

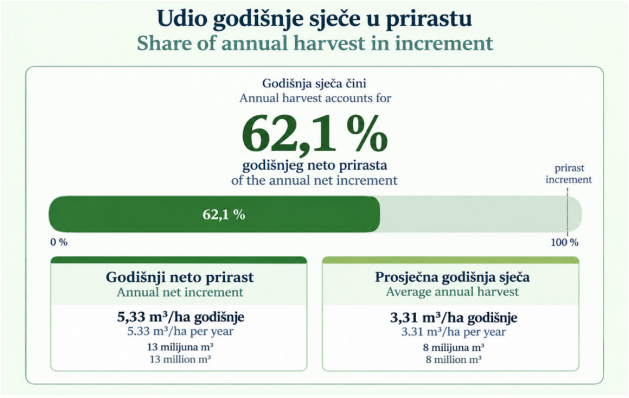


Slika 3. Postotni udio glavnih vrsta drveća u drvnoj zalihi - CRONFI I i CRONFI II.
Figure 3 Share of major tree species in growing stock - CRONFI I and CRONFI II.
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)

Prirast i korištenje drvne zalihe – *Increment and Growing Stock Utilization*

Godišnji neto prirast drvne zalihe u hrvatskim šumama prema CRONFI II iznosi 5,33 m^3/ha, odnosno 13 milijuna m^3 godišnje. Postotak godišnjeg volumnog prirasta na razini Hrvatske iznosi 2,35 %. Prosječna godišnja sječa procijenjena je na 3,31 m^3/ha ili 8 milijuna m^3 godišnje. Na nacionalnoj razini godišnja sječa tako čini 62,1 % godišnjeg neto prirasta (Slika 4).

Intenzitet sječe izrazito se razlikuje među bioklimatskim zonama. Najveća prosječna godišnja sječa u CRONFI II procijenjena je u nizinskoj zoni (5,50 m^3/ha), zatim u brdsko-gorskoj (4,25 m^3/ha) i visokogorsko-pretplaninskoj zoni (3,98 m^3/ha). U submediteransko-epimediteranskoj zoni iznosi 0,28 m^3/ha, a u eumediteransko-stenomediteranskoj 0,03 m^3/ha godišnje (Bogović i Turk 2026).



Slika 4. Godišnji neto prirast i prosječna godišnja sječa na razini Hrvatske.
Figure 4 Annual net increment and average annual harvest in Croatia.
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)



Slika 5. Primjeri mrtvog drva: (a) ležeće mrtvo stablo; (b) stojeće mrtvo stablo.
Figure 5 Examples of deadwood: (a) lying deadwood; (b) standing dead tree.

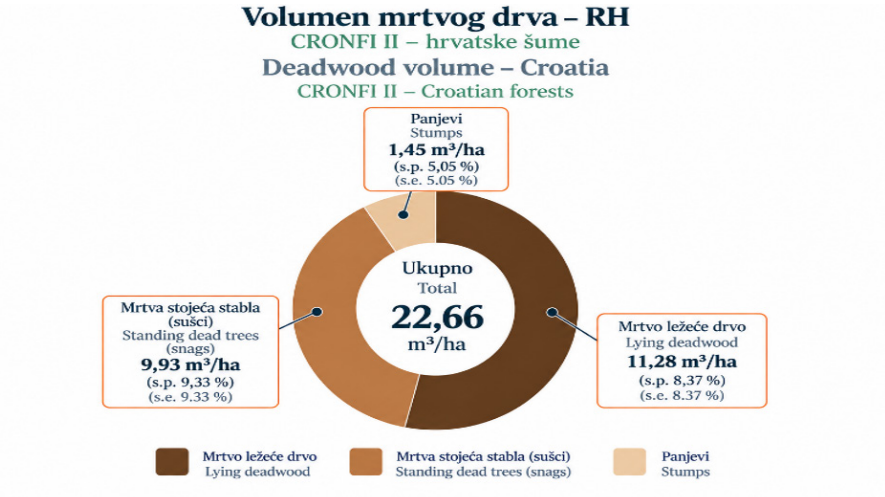
Mrtvo drvo, poremećaji i bioraznolikost – *Deadwood, Disturbances and Biodiversity*

Prosječna količina mrtvog drva prema CRONFI II iznosi 22,66 m^3/ha, odnosno ukupno 55 milijuna m^3, što je jednako iznosu od 10 % drvne zalihe šuma u Hrvatskoj. Primjeri ležećeg i stojećeg mrtvog drva prikazani su na slici 5. U odnosu na CRONFI I u kojoj je izmjereno 14,81 m^3/ha, povećana je količina mrtvog drva za 7,85 m^3/ha ili 53 %. Prema CRONFI II 50 % mrtvog drva čini ležeće mrtvo drvo, 44 % stojeće mrtvo drvo, a 6 % panjevi (Slika 6).

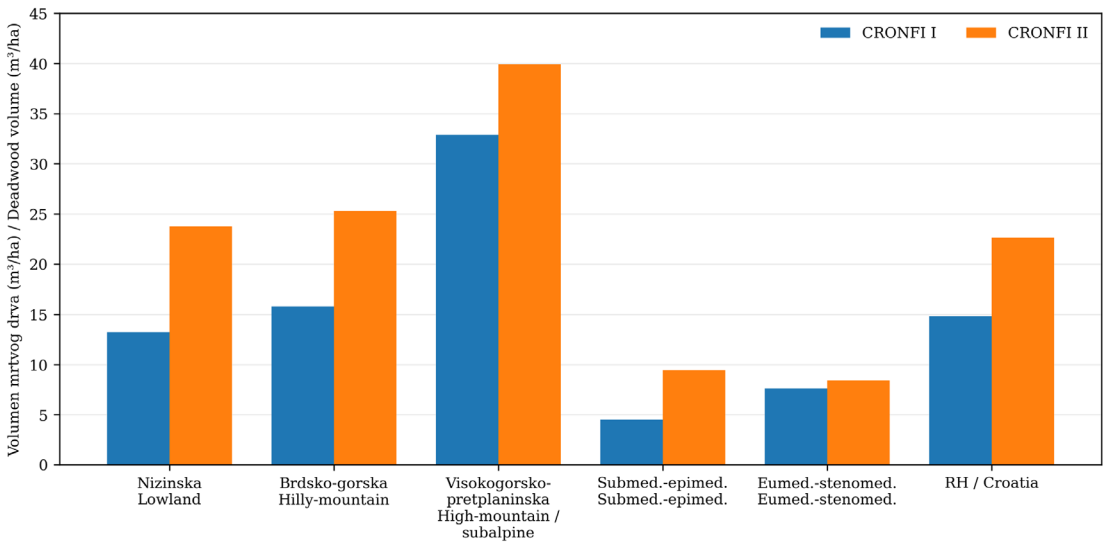
Usporedbu dviju inventura djelomično treba tumačiti u svjetlu promjene metodologije jer panjevi u prvoj inventuri nisu bili uključeni na isti način (Bogović i Turk 2026). Volumen mrtvog drva znatno se razlikuje među bioklimatskim zonama, što je prikazano na slici 7.

Na 69 % ukupne šumske površine CRONFI II nisu evidentirani posebni ekološki problemi. Među evidentiranim pritiscima najzastupljeniji su štetnici i bolesti, zabilježeni na 15 % ukupne šumske površine, zatim suša na 10 %, izloženost čestim požarima na 6 % te oluje na 5 %. Pritisci se mogu preklapati na istoj površini i stoga se navedeni udjeli ne zbrajaju.

Inventura je dodatno evidentirala 168 milijuna odumrlih stojećih stabala, 162 milijuna odumrlih ležećih stabala i 74 milijuna



Slika 6. Struktura prosječnog volumena mrtvog drva u hrvatskim šumama prema sastavnicama (CRONFI II).
Figure 6 Composition of average deadwood volume in Croatian forests by component (CRONFI II).
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)



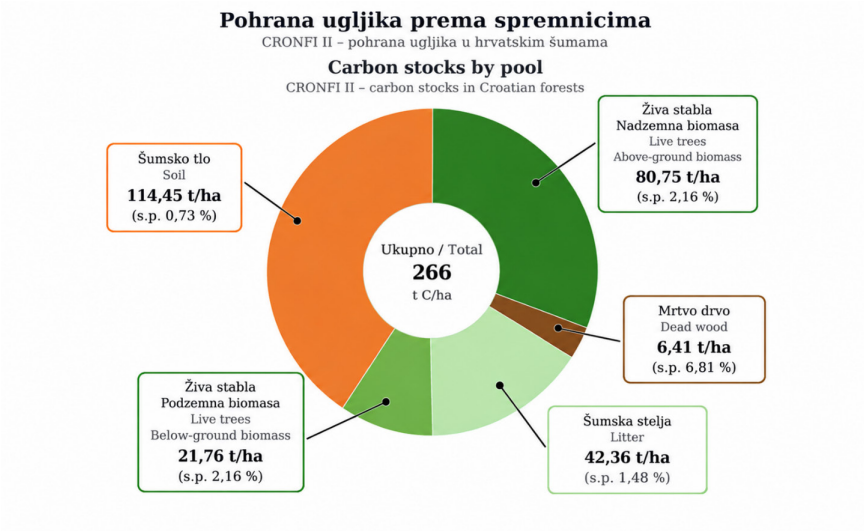
Slika 7. Volumen mrtvog drva po bioklimatskim zonama u CRONFI I i CRONFI II.
Figure 7 Deadwood volume by bioclimatic zones in CRONFI I and CRONFI II.
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)

panjeva s ekološki značajnim obilježjima i mikro-staništima. Uz to, inventurom su zabilježene 94 drvenaste vrste.

Ugljik u šumskom ekosustavu – *Carbon in the Forest Ecosystem*

Ukupna zaliha ugljika u šumskom ekosustavu prema CRONFI II procijenjena je na 643 milijuna tona, odnosno 266 t C/ha. U živim stablima vezano je 250 milijuna tona ugljika ili 102 t C/ha, dok je u mrtvom drvu vezano 16 milijuna tona ili 6,4 t C/ha. Na temelju uzorkovanja šumske stelje i mineralnog tla do 30 cm dubine procijenjeno je dodatnih 382 milijuna tona ugljika, odnosno 157 t C/ha (Bogović i Turk 2026).

Prikaz po spremnicima daje 80,75 t C/ha u nadzemnoj biomasi, 21,76 t C/ha u podzemnoj biomasi, 6,41 t C/ha u mrtvom drvu, 42,36 t C/ha u šumskoj stelji i 114,45 t C/ha u



Slika 8. Zaliha ugljika po glavnim spremnicima u hrvatskim šumama prema CRONFI II.
Figure 8 Carbon stock by major pools in Croatian forests according to CRONFI II.
Izvor / *Source:* Bogović i Turk (2026)

šumskom tlu (Slika 8). U odnosu na CRONFI I ukupna zaliha ugljika veća je za 3,5 milijuna tona, odnosno 0,5 %.

Obnova i buduća struktura šuma – *Regeneration and Future Forest Structure*

Rezultati CRONFI II procjenjuju da se u hrvatskim šumama nalazi ukupno 27 milijardi stabala i mladih biljaka različitih razvojnih kategorija. Od toga je 1 milijarda stabala prsnog promjera većeg od 10 cm, odnosno 465 stabala po hektaru. Stabalaca promjera do 10 cm procijenjeno je 6 milijardi ili 2.702 po hektaru, dok mladih biljaka visine do 1,3 m ima 20 milijardi ili 8.258 po hektaru (Bogović i Turk 2026).

Mlade šume u 95 % slučajeva nastaju prirodnim pomlađivanjem, uz dodatnu sjetvu, dok se na 97 % površine nalaze klimatogene mješovite šume s dva ili više vertikalnih slojeva. Obnova i broj tankih stabala znatno se razlikuju među bioklimatskim zonama, pa nacionalni prosjek od 11.425 stabala po hektaru treba tumačiti u odnosu na stanišne uvjete, vrste drveća, vodni režim, rizik od požara i strukturu sastojina pojedine zone (Bogović i Turk 2026).

STRUČNO TUMAČENJE REZULTATA
PROFESSIONAL INTERPRETATION OF RESULTS

Rezultati CRONFI II pokazuju da stabilnost šuma na nacionalnoj razini ne znači nužno i stabilnost svih sastavnica šumskog ekosustava unutar bioklimatskih zona. Ukupna drvna zaliha ostala je blizu razine procijenjene u prvoj inventuri, ali promjene po vrstama otkrivaju izraženiju unutarnju dinamiku. Posebno se izdvaja smanjenje drvne zalihe poljskog jasena, koje se može povezati s masovnim odumiranjem i promjenama u nizinskim šumama, dok obični grab pokazuje najveći relativni porast među glavnim vrstama. Takve promjene opravdavaju analizu na razini vrsta i zona, a ne samo na razini nacionalnog prosjeka.

Razlika između ukupnog stanja drvne zalihe i pozitivne neto promjene na zajedničkom uzorku jedan je od važnijih rezultata koji zahtijeva metodološko objašnjenje. Elementi bruto prirasta, uključujući neto promjenu drvne zalihe, procjenjuju se na temelju konzistentnog i jedinstvenog uzorka ploha koje su bile izmjerene u oba inventurna ciklusa. Pri uspostavi usporedivog odnosa dviju inventura provodi se i korekcija podataka prve inventure, uključujući isključivanje pogrešno uzorkovanih stabala, uključivanje pogrešno izostavljenih stabala te rekonstrukciju prsnog promjera novih stabala za trenutak prve inventure (Čavlović 2017). Nasuprot tomu, ukupno stanje drvne zalihe u CRONFI II određuje se na temelju ukupnog broja zajedničkih i novih šumskih ploha. Nove plohe nastale zarastanjem u prosjeku imaju malu drvnu zalihu, pa veći broj takvih ploha može smanjiti procijenjeno prosječno stanje unatoč pozitivnoj neto promjeni na usporedivom uzorku. Zbog toga se smanjenje ukupne procijenjene zalihe ne može izjednačiti s negativnom bilancom na postojećim šumskim plohama. Slično vrijedi i za površinu šuma, gdje promjena metode procjene ograničava izravno tumačenje razlike između inventurnih ciklusa kao čistog vremenskog trenda (Bogović i Turk 2026).

Odnos prosječne godišnje sječe i neto prirasta od 62,1 % pokazuje da je na nacionalnoj razini korištenje manje od aktualnog neto prirasta. U CRONFI I sječa je procijenjena na 75 % tada pretpostavljenog volumnog prirasta (Čavlović 2010a), ali ta dva postotka nisu potpuno metodološki usporediva jer CRONFI II raspolaže ponovljenom izmjerom relevantnih atributa uzorkovanih stabala na zajedničkim plohama. Stoga je važnija poruka da drugi ciklus omogućuje izravniju i pouzdaniju procjenu dinamike prirasta i korištenja, kao i njihovu prostornu raspodjelu po bioklimatskim zonama.

Povećanje količine mrtvog drva istodobno je pokazatelj veće dostupnosti važnih mikro-staništa i mogući odraz poremećaja, starenja sastojina, ekstenzivnog gospodarenja i metodološkog proširenja inventure. Najveći iznosi u visokogorsko-pretplaninskoj zoni i izrazit porast u nizinskoj i brdsko-gorskoj zoni treba promatrati zajedno s podacima o suši, bolestima, štetnicima i olujama. Time CRONFI II pruža osnovu za uravnoteženo praćenje odnosa između gospodarenja, sigurnosti i bioraznolikosti.

Uključivanje ugljika u tlu i stelji bitno mijenja interpretaciju klimatske uloge šuma. Više od polovice procijenjene zalihe ugljika nalazi se izvan žive nadzemne biomase, a šumsko tlo predstavlja najveći pojedinačni spremnik. To znači da promjene u drvnoj zalihi same po sebi nisu dovoljne za procjenu ukupne promjene ugljika u šumskom ekosustavu. Istodobno, smanjenje ugljika u živim stablima uz povećanje ugljika u tlu i stelji potvrđuje da se zalihe ugljika u pojedinim spremnicima mogu mijenjati u različitim smjerovima.

ZAKLJUČCI
CONCLUSIONS

CRONFI II potvrđuje kontinuitet nacionalnog inventurnog sustava i njegov razvoj prema višeciljnom praćenju šumskih ekosustava. Drugi ciklus omogućuje procjenu promjena na ponovljenim plohama, uz proširenje mjerenja na ugljik u tlu i stelji, poremećaje, mrtvo drvo, panjeve, obnovu i druga ekološka obilježja. Time nacionalna inventura postaje sve važnija stručna osnova za planiranje gospodarenja, praćenje stanja šuma i donošenje odluka na nacionalnoj razini. Istodobno, prikupljeni podaci predstavljaju opsežnu i standardiziranu osnovu za daljnja znanstvena istraživanja stanja, dinamike i otpornosti šumskih ekosustava.

Ukupna drvna zaliha od 548 milijuna m^3, odnosno 227 m^3/ha, ostala je gotovo na razini prve inventure, dok je na usporedivom uzorku ploha utvrđena pozitivna neto promjena drvne zalihe od 1,05 m^3/ha.

Godišnji neto prirast iznosi 2,35 % i veći je od prosječne godišnje sječe za 37,9 %. Unatoč tome, drvna zaliha se nije značajno povećala zbog povećanja količine mrtvog drva za 53 %, što se može dijelom pripisati negativnim utjecajima abiotskih i biotskih čimbenika te ekstenzivnom gospodarenju uz povećanje šumskih površina (54.000 ha) koje većinom predstavljaju mlade sastojine.

Bogatstvo vrsta u šumskom ekosustavu RH potvrđeno je i drugom inventurom kojom je utvrđeno 94 drvenastih vrsta.

Nakon proteka razdoblja od 17 godina između dvije inventure, izmjerena količina ugljika ukazuje na stabilnost njegove pohrane u šumskom ekosustavu.

Ovi rezultati potvrđuju potrebu za cjelovitom procjenom stanja šuma koja obuhvaća drvnu zalihu, prirast i korištenje, ali i obnovu, poremećaje, mrtvo drvo, bioraznolikost i ugljik. Dugoročna vrijednost nacionalne inventure šuma ovisit će o redovitom ponavljanju izmjera i očuvanju metodološke usporedivosti inventurnih ciklusa. Takav niz podataka predstavlja temeljnu informacijsku osnovu za prilagodbu gospodarenja šumama klimatskim i ekološkim promjenama, za praćenje održivosti korištenja šumskih resursa te za pouzdano nacionalno i međunarodno izvješćivanje.

ZAHVALE
ACKNOWLEDGMENTS

Projekt CRONFI II financiralo je Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva.

Autori zahvaljuju prof. dr. sc. Juri Čavloviću na stručnoj podršci, vodstvu i korisnim savjetima tijekom provedbe projekta CRONFI II te koordinatoru mr. sc. Robertu Ojuroviću na podršci u provedbi projekta.

LITERATURA
REFERENCES

- Bogović, Z., M. Turk, 2026: Odabrani rezultati druge nacionalne inventure šuma CRONFI II. Info & print, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, Zagreb, 68 p. ISBN 978-953-50177-3-8.
- Čavlović, J., M. Božić, 2008: Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj - Metode terenskog prikupljanja podataka. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 146 str.
- Čavlović, J., 2010a: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva Republike Hrvatske, Zagreb, 300 str.
- Čavlović, J., 2010b: Stručna tema Skupštine: „Prva nacionalna inventura šuma u Republici Hrvatskoj". Šumarski list 134 (5–6): 321–323.
- Čavlović, J., 2017: Nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske – Priručnik za provedbu druge inventure šuma. Ministarstvo poljoprivrede RH, Uprava šumarstva, lovstva i drvne industrije, Zagreb, 201str
- HRN ISO 10694, 2004: Kakvoća tla – Određivanje organskog i ukupnog ugljika suhim spaljivanjem (elementarna analiza) (ISO 10694:1995). Hrvatski zavod za normizaciju, Zagreb.
- Pravilnik o postupku provođenja nacionalne inventure šumskih resursa Republike Hrvatske i odobravanju njezinih rezultata. Ministarstvo poljoprivrede, NN 94/2019 (2.10.2019.),
- Zakon o šumama (s izmjenama i dopunama), Narodne novine 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 101/23 i 36/24.

SUMMARY

The aim of this professional paper is to present the main results of the Second National Forest Inventory of the Republic of Croatia (CRONFI II) and, where methodological comparability allows, to compare them with the results of the First National Forest Inventory (CRONFI I). Particular attention has been given to forest area, growing stock and tree species composition, the relationship between increment and harvest, deadwood, disturbances, regeneration, biodiversity and carbon stock in Croatian forest ecosystems.

CRONFI II represents the second national-scale assessment within the Croatian forest monitoring system, and provides a basis for assessing changes through repeated measurements of permanent sample plots. Field measurements for CRONFI I were carried out between 2005 and 2009, whereas CRONFI II field measurements were conducted in 2024 and 2025, resulting in an average interval of approximately 17 years between measurements. Twelve field teams measured approximately 112,000 trees on 1,932 tracts and 6,366 sample plots. The second inventory retained the permanent-plot concept while expanding the set of recorded stand, ecological and disturbance variables to approximately 130 attributes. Fieldwork within CRONFI II is shown in Figure 1. The repeated measurement concept is further illustrated in Figure 2 by a panoramic comparison of the same permanent sample plot in CRONFI I in July 2009 and CRONFI II in February 2024, with QR code access to an interactive 360° panorama.

According to CRONFI II, forests and forest land cover 2,997,402 ha, corresponding to 53% of the total area of Croatia, of which 2,430,604 ha are stocked forest land. The CRONFI II estimate of stocked forest area is about 54,000 ha, or 2.27%, higher than the estimate obtained in CRONFI I. Because the two inventories used different approaches to forest area estimation, this difference should primarily be interpreted as a difference between estimates rather than as a fully homogeneous temporal trend. Selected national indicators from the two inventory cycles are summarised in Table 1.

Total growing stock in CRONFI II is estimated at 548 million m^3, corresponding to 227 m^3/ha, compared with 552 million m^3 or 232 m^3/ha in CRONFI I. At the same time, a positive net growing-stock change of 1.05 m^3/ha was estimated from the consistent sample of plots measured in both inventory cycles. This apparent contrast reflects the difference between estimates of current total growing stock and estimates of change based on comparable plots. European beech remains the dominant tree species, accounting for approximately 34% of total growing stock, followed by pedunculate oak, sessile oak, European hornbeam, silver fir, narrow-leaved ash and Norway spruce. The shares of the major tree species are shown in Figure 3, while changes in growing stock of the selected species are presented in Table 2. Narrow-leaved ash showed the strongest relative decline among the principal species, whereas European hornbeam showed the largest relative increase.

Annual net increment is estimated at 13 million m^3, or 5.33 m^3/ha per year. Average annual harvest is 8 million m^3, or 3.31 m^3/ha per year, corresponding to 62.1% of annual net increment at the national level (Figure 4). Harvest intensity differs considerably among bioclimatic zones, ranging from 5.50 m^3/ha per year in the lowland zone to 0.03 m^3/ha per year in the Eumediterranean-Stenomediterranean zone. These differences reflect variation in site productivity, stand structure, accessibility, ownership patterns and the relative importance of productive, protective and ecological forest functions.

Average deadwood volume according to CRONFI II is 22.66 m^3/ha, corresponding to 55 million m^3 at the national level. Examples of lying and standing deadwood are shown in Figure 5. Lying deadwood accounts for 50% of total deadwood volume, standing dead trees for 44% and stumps for 6%, as shown in Figure 6. Deadwood volume differs markedly among bioclimatic zones, with the highest value recorded in the high-mountain and subalpine zone, where it reaches 39.93 m^3/ha (Figure 7). The comparative value reported in CRONFI I is 14.81 m^3/ha. However, the difference between the inventories should be interpreted with caution because stumps were not included in the same manner in CRONFI I. No specific ecological problems were recorded on 69% of the total forest area, while pests and diseases, drought, frequent fire exposure and storms were the most commonly identified pressures. A total of 94 woody species were recorded.

Carbon assessment represents one of the major extensions of CRONFI II. Total forest ecosystem carbon stock is estimated at 643 million tonnes, or 266 t C/ha. By individual carbon pools, aboveground biomass contains 80.75 t C/ha, belowground biomass 21.76 t C/ha, deadwood 6.41 t C/ha, forest litter 42.36 t C/ha and forest soil 114.45 t C/ha (Figure 8). Forest soil is therefore the largest individual carbon pool. The results demonstrate that a substantial proportion of total forest-ecosystem carbon is stored outside living aboveground biomass and that changes in growing stock alone cannot adequately describe the overall carbon status of forest ecosystems.

CRONFI II also provides a broader basis for assessing regeneration and future forest structure. The inventory estimates 27 billion trees and young plants across different developmental categories, including 1 billion trees with a diameter at breast height greater than 10 cm, 6 billion small trees up to 10 cm in diameter and 20 billion young plants up to 1.3 m in height or 11.425 trees per hectare. Young forests originate through natural regeneration in 95% of cases, while climatogenic mixed forests with two or more vertical layers occur in 97% of the area.

Overall, CRONFI II confirms the development of the Croatian National Forest Inventory from a system primarily focused on forest area and timber resources towards a multipurpose forest ecosystem monitoring framework. Repeated measurements provide a more reliable basis for distinguishing changes in the current forest condition from long-term trends, and for analysing the effects of disturbances, management and environmental change. The long-term value of the inventory will depend on continuity of measurements and preservation of comparable definitions, sampling designs and analytical procedures.

Key words: biodiversity, carbon, CRONFI II, deadwood, growing stock, harvest, increment, tree number