



HAOP

HRVATSKA AGENCIJA ZA OKOLIŠ I PRIRODU



Primjena više razine proračuna (Tier 2) IPCC metodologije u izračunu promjene zalihe ugljika u spremištu mrtvog drva na iskrčenim površinama u Republici Hrvatskoj
Završno izvješće

Klasa: 406-07/18-02/32

URBROJ: 383-18-13

PRIMJENA VIŠE RAZINE PRORAČUNA (TIER 2) IPCC METODOLOGIJE U IZRAČUNU PROMJENE ZALIHE UGLJIKA U SPREMIŠTU MRTVOG DRVA NA ISKRČENIM POVRŠINAMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Izdavač

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu

Ravnatelj i odgovorni urednik

dr.sc. Ivana Gudelj

Voditelj projekta:

Tatjana Obučina, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu

Popis autora:

Voditelj: Delfa Radoš, Ekonerg d.o.o.

Članovi stručnog tima: dr.sc. Igor Stankić, Ekonerg d.o.o.

Delfa Radoš, Ekonerg d.o.o.

Kruna Marković, Ekonerg d.o.o.

dr.sc. Vladimir Jelavić, Ekonerg d.o.o.

Zagreb, listopad 2018.

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Radnička cesta 80/7, 1000 Zagreb, Hrvatska, www.haop.hr

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	4
POPIS TABLICA.....	5
POPIS KRATICA.....	6
1. UVOD.....	7
2. PODATCI O MRTVOM DRVU DOSTUPNI U CRONFI BAZAMA PODATAKA	10
3. ANALIZA PODATAKA O MRTVOM DRVU DOSTUPNIH U CRONFI BAZAMA PODATAKA	15
3.1 METODA RADA.....	15
3.2 ULAZNI PODATCI.....	17
3.3 REZULTATI ANALIZE	18
3.3.1. Stojeće mrtvo drvo.....	19
3.3.2. Ležeće mrtvo drvo.....	21
3.3.3. Ukupno mrtvo drvo	23
4. IZRAČUN PROMJENE ZALIHE UGLJIKA U SPREMIŠTU MRVOG DRVA UPORABOM IPCC METODOLOGIJE (TIER 2).....	25
4.1 EMISIJE/UKLANJANJE IZ POHRANIŠTA MRTVOG DRVA U NIR IZVIJEŠĆIMA REPUBLIKE HRVATSKE	25
4.2 UPORABA IPCC METODOLOGIJE.....	25
5. DODATNA POTREBNA POBOLJŠANJA ZA IZRAČUN PROMJENE ZALIHE UGLJIKA U POHRANIŠTU MRTVOG DRVA.....	29
5.1 POVRŠINE PRIJAVLJENE U SKLOPU AKTIVNOSTI GOSPODARENJA ŠUMAMA	29
5.2 POVRŠINE PRIJAVLJENE U SKLOPU KRČENJA I PONOVOG POŠUMLJAVANJA	29
6. ZAKLJUČAK.....	31
6.1 MOGUĆNOSTI UNAPRJEĐENJA NACIONALNOG SUSTAVA U DIJELU IZVJEŠĆIVANJA KOJE SE ODNOSI NA POHRANIŠTE MRTVOGA DRVA	31
POPIS LITERATURE.....	33

POPIS SLIKA

Slika 2-1: Odabrane (slučajno) pozicije traktova (4 kružne plohe) na osnovnoj CRONFI mreži 1×1km...	11
Slika 2-2: Shematski prikaz jednog trakta CRONFI kojeg sačinjavaju četiri kruga svaki sa svojim koncentričnim podplohama.....	11
Slika 3-1: Prikaz krčenja šuma u periodu od 1990. do 2016. godine.....	19
Slika 3-2: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama listača.....	23
Slika 3-3: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama četinjača.....	24
Slika 3-4: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama makija i šikara	24

POPIS TABLICA

Tablica 2-1: Volumen ležećeg mrtvog drva prema bioklimatskim zonama.....	14
Tablica 2-2: Volumen stojećeg mrtvog drva (sušaca) prema vlasništvu šuma	14
Tablica 3- 1: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini Republike Hrvatske, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije	19
Tablica 3- 2: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih bio-klimatskih zona, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije	20
Tablica 3- 3: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih tipova šuma, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije	20
Tablica 3- 4: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini Republike Hrvatske, za šume listača, šume četinjača, te šikare i makije	21
Tablica 3- 5: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih bio-klimatskih zona, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije	21
Tablica 3- 6: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih tipova šuma, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije	22
Tablica 4- 1: Zaliha mrtvog drva.....	26
Tablica 4- 2: Parametri iz IPCC Vodiča	26
Tablica 4- 3: Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva na iskrčenim površinama.....	27
Tablica 4-3: Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva na iskrčenim površinama-nastavak	28

POPIS KRATICA

aCL	annual Cropland	Jednogodišnji usjevi
ANFORRES		informacijski sustav prve nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske
ARR	Annual Review Report	Godišnje izvješće o pregledu inventara emisija stakleničkih plinova
CRONFI	Croatian National Forest Inventory	Prva nacionalna inventura šumskih resursa Republike Hrvatske
DOM	Dead Organic Matter	Mrtva organska tvar
DW	Dead Wood	Mrtvo drvo
EK	European Commission	Europska komisija
ERT	Expert Review Team	Stručni revizorski tim
EU	European Union	Europska unija
FRA	Global Forest Resources Assessment	Globalna procena šumskih resursa
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama
KP	Kyoto Protocol	Kyotski Protokol
LRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution	Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka
LULUCF	Land use, land use change and forestry	Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo
NIR	National Inventory Report	Nacionalno izvješće o inventaru stakleničkih plinova
pCL	Perrenial Cropland	Trajni nasadi
SL	Settlements	Naseljena područja
UNFCCC	United Nations Framework - Convention on Climate Change	Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime

1. UVOD

Države Stranke Okvirne konvencije UN-a o promjeni klime (eng. United Nations Framework - Convention on Climate Change, UNFCCC) dužne su u Nacionalnom izvješću o inventaru stakleničkih plinova (eng. National Inventory Report, NIR) dostaviti informacije o proračunima emisija i uklanjanja stakleničkih plinova prema smjernicama Tajništva UNFCCC-a. Proračuni trebaju biti izrađeni u skladu s metodologijom Mađuvladinog tijela o klimatskim promjenama (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) preporučenom u Smjernicama IPCC 2006 Vodiča¹. Stranke Dodataka 1 koje su također stranke Kyotskog protokola obvezne su također izvješćivati prema odredbama članka 7.1 Kyotskog protokola i Odlukom 15/CPM.1. Republika Hrvatska postala je stranka Priloga I Konvencije i Stranka Priloga B Kyotskog protokola zakonima o njihovom potvrđivanju² čime se na nju primjenjuju odredbe Konvencije i Protokola za razvijene zemlje.

Osim toga, kao rezultat članstva u Europskoj uniji, države članice također moraju ispuniti svoje obveze izvješćivanja o stakleničkim plinovima prema Uredbi EU 525/2013/EU³, Odluci br. 529/2013/EU⁴ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. svibnja 2013. godine o pravilima za obračun emisija i uklanjanja stakleničkih plinova koji nastaju iz djelatnosti povezanih s Korištenjem zemljišta, promjenom načina korištenja zemljišta i šumarstvom (LULUCF) te informacijama o mjerama poveznima s tim djelatnostima prema Uredbi (EU) 2018/841⁵.

Prema IPCC metodologiji kategorije za izvješćivanje o emisijama i uklanjanju stakleničkih plinova prema UNFCCC-u dijele se na:

- šumsko zemljište (FL),
- zemljište pod usjevima (CL),
- zemljište travnjaka (GL),
- močvarno zemljište (WL),
- naseljena područja (SL),
- ostalo zemljište (OL).

U skladu s IPCC 2006 Vodičem, emisije i uklanjanja su prikazani u potkategorijama zemljišta koje ostaje u istoj kategoriji i zemljišta koje je prenamijenjeno u drugu kategoriju zemljišta. Sve promjene u korištenju pojedine kategorije zemljišta prate se i prijavljuju u sklopu prijelaznog razdoblja od 20 godina, nakon čega su prijavljene u odgovarajućim kategorijama zemljišta. Izračun u LULUCF sektoru potrebno je napraviti iskazujući promjene zalihe ugljika u svim definiranim pohraništima ugljika. Ukupno je šest pohraništa ugljika koji su prema UNFCCC-ovim principima objedinjeni u:

- (i) nadzemnu biomasu (fitotvar)
- (ii) podzemnu biomasu (fitotvar)

¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and other Land Use

² Zakon o potvrđivanju Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN-MU 02/96) i Zakon o potvrđivanju Kyotskog protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN-MU 05/07)

³ Regulation (EU) No 525/2013 of the European parliament and of the Council of 21 May 2013 on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change and repealing Decision No 280/2004/EC

⁴ Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 21 May 2013 on accounting rules on greenhouse gas emissions and removals resulting from activities relating to land use, land-use change and forestry and on information concerning actions relating to those activities

⁵ Regulation (EU) 2018/841 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU

- (iii) listinac⁶
- (iv) mrtvo drvo
- (v) organski ugljik u tlu
- (vi) drveni proizvodi⁷

Pohranište listinac i pohranište mrtvo drvo se prema Smjernicama IPCC 2006 Vodiča definiraju kao jedno pohranište tzv. mrtva organska tvar (eng. Dead Organic Matter, DOM). Definicija pohraništa mrtvog drva (eng. Dead Wood, DW) obuhvaća svu neživu biomasu (fitotvar) izuzimajući onu u sloju listinca, kao i stojeću ili ležeću fitotvar u tlu. Mrtvo drvo uključuje drvo koje leži na površini tla, mrtvo korijenje i panjeve, a koji su jednaki ili veći od 10 cm u dijametri⁸. Listinac (eng. Litter) podrazumijeva svu ležeću neživu biomasu (fitotvar) deblju od 2mm (limit za organsku tvar u tlu) i tanju od minimalnog dijametra definiranog za mrtvo drvo (10 cm) u različitim stadijima raspadanja, iznad ili u mineralnom ili organskom dijelu tla. Također, listinac može uključivati živo korijenje iznad mineralnog dijela ili organskog sloja tla⁹. U Republici Hrvatskoj nisu zadane definicije za ova pohraništa, čime je značajno otežan način prikupljanja i analiza podataka kao i utvrđivanje nacionalno specifičnih vrijednosti navedenih parametara.

U slučajevima kada države nisu u mogućnosti ispuniti ovu obvezu dozvoljena im je uporaba prve razine IPCC metodologije odnosno uporaba polazišta da pohranište nije izvor emisija. Razina 1 korištene IPCC metodologije temelji se na postavci da u pohraništu ne postoji promjena zalihe ugljika. Prilikom prelaska na više razine proračuna (Tier 2, Tier 3) IPCC metodologije u izračunu promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva uobičajeno je da se podatci o parametrima mrtvog drva preuzimaju iz nacionalnih inventura šuma te služe kao ulazi prilikom razvijanja matematičkih modela za obračunavanje emisija/uklanjanje stakleničkih plinova na nacionalnoj razini.

Tijekom procesa redovite godišnje provjere¹⁰ NIR-a od strane stručnog revizorskog tima Konvencije (eng. Expert Review Team, ERT) i od izrade Godišnjeg izvješća o pregledu inventara (eng. Annual Review Report, ARR) dostavljenog 2012. godine, Republika Hrvatska je kontinuirano prozivana na nadogradnju izvješćivanja u LULUCF sektoru u pohraništu mrtvog drva. Države su obvezne ispuniti zahtjeve ERT-a te raditi na unaprjeđenju nacionalnog inventara primjenjujući više razine (Tier 2, Tier 3) IPCC metodologije.

Primjerice, preporuka ERT-a objavljena u ARR 2012¹¹ odnosila se na poboljšanje izračuna iz pohraništa mrtve organske tvari (eng. dead organic matter, DOM) na iskrčenim površinama koje su prethodno bile zahvaćene šumskim požarima. Također, Republici Hrvatsko preporučeno je razmatranje uporaba nacionalnih podataka prikupljenih provođenjem CRONFI-a kako bi se unaprijedilo nacionalno izvješćivanje o stakleničkim plinovima. U posljednjem objavljenom izvješću ARR 2016¹² uočeno je da Republika Hrvatska i dalje ne izvješćuje o promjeni zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva u skladu sa IPCC 2006 Vodičem. Ista preporuka je više godina uzastopno ponavljana i za izvješćivanje o promjeni zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva za iskrčene površine prema Članku 3.3 KP.

Prema preporuci ERT-a nacionalni tim je razmatrao podatke o zalihi mrtvog drva raspoložive u svim relevantnim institucijama, te je, CRONFI prepoznat kao jedini izvor podataka za ovaj izračun na nacionalnoj razini. Preporuka ERT-a posebno je značajna za dio obveza definiranih Protokolom i s njime povezanih aktivnosti o kojima Republika Hrvatska izvješćuje: površine koje su bile predmet aktivnosti pošumljavanja, krčenja i gospodarenja šuma tijekom Drugog obvezujućeg razdoblja Protokola.

⁶ Pohranište listinac i pohranište mrtvo drvo se zajedno definiraju kao pohranište mrtve organske tvari (eng. Dead organic matter, DOM)

⁷ za obračunske kategorije zemljišta pošumljeno zemljište i šumsko zemljište kojim se gospodari (iz Priloga I Uredbe 841/18)

⁸ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and other Land Use, 4.73 pp.

⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and other Land Use, 4-75, 4.76 pp.

¹⁰ Prema Odluci 19/CP.8, 6/CP.5, 22/CMP.1 te Odluci 13/CP.20, 22/CMP.1 i 4/CMP.11

¹¹ Izvješće dostupno na poveznici: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/arr/hrv.pdf>

¹² Izvješće dostupno na poveznici: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2017/arr/hrv.pdf>

Važnost unaprjeđenja izračuna promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva na iskrčenim površinama proizlazi i iz obveza proizašlih iz Uredbe br. 841/2018 o uključivanju emisija i uklanjanja stakleničkih plinova iz korištenja zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstva u okvir za klimatsku i energetska politiku do 2030. te o izmjeni Uredbe (EU) br. 525/2013 i Odluke br. 529/2013/EU. Prema stavku 4. članka 5. Uredbe 841/2018, Države članice uključuju u svoje obračune za svaku obračunsku kategoriju zemljišta svaku promjenu zalihe ugljika iz svih pohraništa. Države članice mogu odlučiti da u svoje obračune ne uključe promjene zaliha ugljika iz pohraništa ugljika ako pohranište ugljika nije izvor. Međutim, ta mogućnost neuključivanja promjena zaliha ugljika u obračun ne primjenjuje se na pohranište ugljika za nadzemnu biomasu, mrtvo drvo i drvene proizvode iz obračunske kategorije gospodarenog šumskog zemljišta. Ovime za sve Države članice EU-a nakon prestanka važenja Kyotskog protokola postaje obvezno izvješćivati o promjenama zaliha ugljika iz pohraništa mrtvog drva. Također, u kontekstu aktivnosti gospodarenih šuma, stavak 2. članka 8. navodi se da neto uklanjanja iz pohraništa ugljika mrtvog drva (uz pohranište drvnih proizvoda) ne podliježu ograničenju prema kojem Država članica mora u svoj obračun za šumsko zemljište kojim se gospodari uračunati ukupna neto uklanjanja koja ne prelaze protuvrijednost od 3,5 % emisija te države u baznoj godini. Ovime su Stranke po Uredbi 841/2018 dužne izvješćivati o promjenama zaliha ugljika iz pohraništa mrtvog drva i vršiti obračunavanje po tzv. gross-net principu¹³. Nadalje, u slučaju obračunavanja za iskrčene površine, prema stavku 1. članka 6. iste Uredbe Države članice obračunavaju emisije i uklanjanja koji proizlaze iz pošumljenog zemljišta i iskrčenog zemljišta kao ukupne emisije i ukupna uklanjanja za svaku godinu u razdoblju od 2021. do 2025. i od 2026. do 2030.

Republika Hrvatska je za potrebe izračuna promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva u svim NIR izvješćima primjenjivala Tier 1 metodu koristeći znakovne oznake „uključeno u druga pohraništa“ (eng. included elsewhere, IE) i oznaku „nije izvor emisija“ (eng. not occurring, NO). Pohranište mrtvog drva i listinca čini jedno pohranište tzv. mrtva organska tvar (eng. dead organic matter, DOM).

Mrtvo drvo kao pohranište ugljika je važna komponenta pri izračunu promjena zaliha ugljika kao posljedica prenamjene šumskih površina u kategorije zemljišta druge namjene (krčenje šuma). Kako se krčenja šumskih površina događaju u različitim prostornim i vremenskim uzorcima za koje postoje raspoloživi podatci o strukturnim sastojinskim elementima iz operativnih (uređajnih) inventura šuma koje uglavnom ne uključuju podatke o mrtvom ležećem drvu, procjena mrtvog ležećeg drva je posredna i složena i u slučajevima postojanja više ciklusa nacionalnih inventura šuma i matrica promjena načina uporabe zemljišta. Postojeći podatci o mrtvom drvu dostupni u CRONFI bazama podataka nisu prikupljeni na način koji odgovara potrebama obveza međunarodnog izvješćivanja Republike Hrvatske. Stoga, potrebno je provesti dodatne analize podataka CRONFI baze kako bi Republika Hrvatska ispunila svoju obvezu te izvijestila o vrijednostima promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva, a u skladu sa propisanom IPCC metodologijom i preporukama ERT-a.

Cilj ovog projekta je unaprijediti nacionalni proračun zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva prelaskom na višu razinu proračuna obvezujuće IPCC metodologije (Tier 2). Na temelju postojećih podataka procjene mrtvog ležećeg i mrtvog stojećeg drva prikupljenih tijekom provođenja prve nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske, unaprjeđenje proračuna će se izvršiti provođenjem:

- (i) izračuna promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva na šumskim površinama koje su bile predmet krčenja u periodu 1900.-2016. godine;
- (ii) prikaza promjene zalihe ugljika prema definiranim tipovima prenamjene zemljišta u NIR izvješćima Republike Hrvatske (Šumske površine prenamijenjene u kategoriju zemljišta Usjevi/nasadi ili kategoriju Naseljena područja)

¹³ bruto - neto

2. PODATCI O MRTVOM DRVU DOSTUPNI U CRONFI BAZAMA PODATAKA

Kako bi se ostvario održiv način gospodarenja šumama, planiranje, upravljanje i gospodarenje u sektoru šumarstva trebaju se temeljiti na pouzdanim podacima i kontinuiranom prikupljanju informacija o stanju šumskih resursa. Za ovu namjenu provode se inventure šuma.

Osim osiguravanja podataka za održivo upravljanje šumskim resursima i buduće planiranje u šumarstvu, inventure šuma trebaju osigurati podatke i informacije o sadržaju zalihe ugljika u šumama u pojedinim pohraništima što je od posebnog značaja za Okvirnu konvenciju UN-a o promjeni klime i s njome povezanih propisa (Kyotski protokol, Pariški sporazum). Ovi novi zahtjevi izazov su i za znanost obzirom na potrebno unaprjeđenje i usklađivanja dosadašnjih metoda istraživanja šuma te razvoj novih pristupa istraživanja u šumarstvu.

Na razini Europe utvrđeno je da se inventure provode na dva načina:

1. uzorkovanjem, na trajnoj mreži ploha uspostavljenoj na razini cijele države za višestruke potrebe kao što su: izmjere šuma, utvrđivanje načina gospodarenja, definiranja novih smjernica i planiranja u šumarskom sektoru, planiranja na razini države
2. agregiranjem podataka prikupljenih izmjerama na razini sastojine koje se provode prvenstveno za potrebe gospodarenja šumama i planiranja budućeg gospodarenja na razini sastojine (sastojinska inventura)

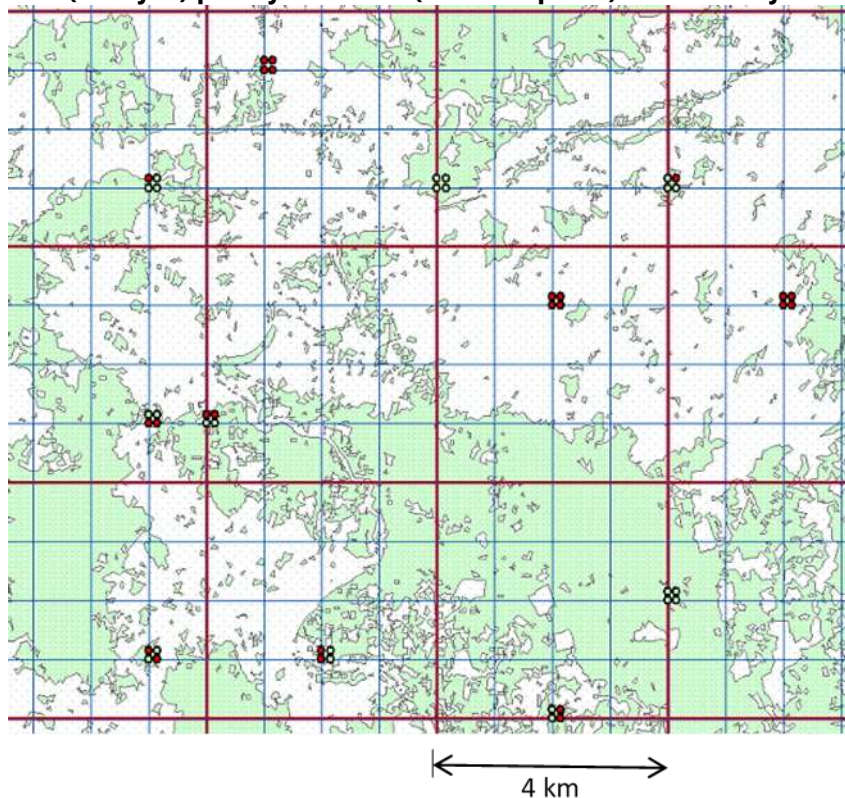
Za potrebe ispunjavanja nacionalnih i međunarodnih obveza u sektoru šumarstva države EU-a koriste podatke i informacije prikupljene kroz jedan ili u vrlo rijetkim slučajevima oba navedena načina provedbe inventure šuma. Čak i u slučajevima kada države članice provode istu vrstu inventure, pokazalo se da među njima postoje razlike u metodama i postupcima, kao i osnovnim definicijama šumarskih pojmova. Radi toga je tijekom godina pokrenuto na međunarodnoj i EU razini više različitih inicijativa u cilju njihove harmonizacije.

U Republici Hrvatskoj je u razdoblju 2005.-2009. godine provedena prva nacionalna inventura šumskih resursa, CRONFI, i to na razini cijele države temeljem definirane mreže ploha za uzorkovanje) dok se sastojinske inventure provode još od 19. stoljeća. Prilikom provedbe CRONFI koristilo se uzorkovanje u dvije faze. Prva faza se temelji na utvrđivanju šumskih površina na satelitskim snimkama te klasifikacija zemljišta za čitavu RH. U toj fazi korištena je osnovna mreža kvadrata veličine 1×1 km za interpretaciju ploha koristeći klasifikaciju CORINE sustava čija je 25-ha prostorna razlučivost unaprijeđena istovremenim korištenjem 9-ha razlučivosti mreže nacionalne klasifikacije staništa. Drugu fazu činila je terenska izmjera na pod-plohama od ploha iz prve faze. Za kartiranje ukupne površine pod šumama i stratifikaciju površina temeljenu na CORINE 0,5-ha najmanjim površinama, korištene su slike satelita IRS 1D.

Terenska izmjera bila je organizirana kao dvorazinsko uzorkovanje. Dizajn uzorkovanja ploha kombinirao je obje sastavnice, sustavnu i slučajnu. Na temelju osnovne mreže kvadrata 1×1 km postavljena je mreža kvadrata 4×4 km, kojima se sjecišta stranica kvadrata nalaze na sjecištima punih kilometara Gauss-Krügerove mreže (Slika 2-1). Unutar svakog kvadrata mreže 4×4 km je odabran jedan od 16 kvadrata mreže 1×1 km slučajnim odabirom. Na taj je način određen jedan skup primjernih ploha na kojim će se obavljati mjerenja, a naziva se trakt i čine ga četiri skupine kružnih koncentričnih ploha (Slika 2-2.). Za referentnu točku trakta odabirana je uvijek točka donjeg lijevog kuta kvadrata 1×1 km. U vrhovima kvadrata postavljena su središta ta četiri skupa ploha koje se nazivaju potplohe, a razmak između središta susjednih potploha iznosi 150 m. Veličina trakta stranica 150×150 m odabrana je stoga da bi mjerenja bila usporediva s razlučivosti satelitskih snimaka kako u svrhu prepoznavanja kategorija površina tako i u svrhu operativne učinkovitosti terenskih mjerenja. Trakt je mjeren ako je barem jedna podploha prepoznata kao šuma. Za

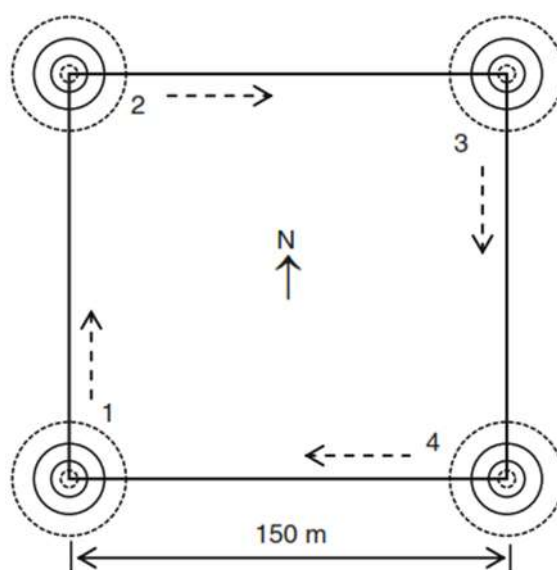
izmjeru bilo je odabrano 2 000 traktova, no nisu svi bili izmjereni. Definicija što je šuma korištena u CRONFI-ju dosljedna je FAO definiciji, premda je najmanja potrebna površina sastojine od 0,1 ha različita od one određene u hrvatskom Zakonu o šumama.

Slika 2-1: Odabrane (slučajno) pozicije traktova (4 kružne plohe) na osnovnoj CRONFI mreži 1×1km



Izvor: Čavlović, J., Božić, M., 2008.

Slika 2-2: Shematski prikaz jednog trakta CRONFI kojeg sačinjavaju četiri kruga svaki sa svojim koncentričnim podplohama.



Izvor: Čavlović, J., Božić, M., 2008.

Na kvadratičnom traktu mogu se okularno prepoznavati klase zemljišta te tipovi prometnica koji su onda zabilježeni i kartirani. Koordinate središta ploha zabilježene su na terenu GPS uređajem s procjenom pogreške od ± 10 m, a označene su željeznim klinom zabijenim u tlo do balčaka te dodatno označenim trima oznakama (na stablu, stijeni i sl.). Te primjerne plohe mogu biti sastavljene od čak pet koncentričnih krugova različitih polumjera na kojima se mjere različite varijable te stabla različitih dimenzija. Krugovi polumjera 3,5 m služili su za mjerenje stabala prsnog promjera ($d_{1,30}$) u rasponu $5 \leq d_{1,30} \leq 10$ cm, i to za cijelo mediteransko-submediteransko područje, jednodobne sastojine, šumske plantaže i kulture 1. dobnog razreda, preborne sastojine, panjače niske ophodnje, kao i za sastojine gornje granice šumske vegetacije. Kružna ploha polumjera 7 m služila je izmjeri svih atributa stabala prsnog promjera u rasponu $10 < d_{1,30} \leq 30$ cm. Na istoj plohi mjere se i stabla većeg promjera, a površina plohe služi za određivanje strukture po jedinici površina za stabla iz navedenog raspona prsnog promjera. Kružna ploha polumjera 13 m služila je izmjeri svih atributa stabala prsnog promjera u rasponu $30 < d_{1,30} \leq 50$ cm, a kružna ploha polumjera 20 m služila je izmjeri stabala prsnog promjera iznad 50 cm. Sve opisne varijable opažane su na kružnoj plohi polumjera 20 m. Osim koncentričnih potploha bila je postavljana i nekoncentrična kružna ploha polumjera 2 m, udaljena 10 m središtem od središta ploha za izmjeru u smjeru sjevera. Takva ploha služila je za mjerenje tankih stabala do 10 cm prsnog promjera radi procjene obnove sastojina. Bilo je 70 varijabli je na svakoj plohi trakta, od kojih se 50 varijabli odnosilo na razinu plohe, a 20 na razinu stabla. Varijable razine plohe uključivale su pristupačnost plohe, porijeklo sastojine, šumskouzgojni oblik, starost, okomita struktura, sastav vrsta drveća, razvojni stadij, prirodnost, pokrovnost krošnjama, biotičke i abiotičke ozljede, tip tla, stelju, tip vlasništva te karakteristike za iskorišćivanje. Svaka je ploha fotografirana panoramski.

Osim mjerenih varijabli plohe i stabla, ujedno su se procjenjivale šumske prometnice procjenjujući njihovu širinu, dužinu te kategoriju prometnice duž površine trakta. CRONFI je pokrila sve šume neovisno o vlasništvu, uključujući i zaštićene šume. Za glavne rezultate smatra se dobivena procjena površina pod šumom, obujam drvne zalihe te obujam prirasta šuma. Ministarstvo regionalnog razvoja i vodnog gospodarenja bilo je u to vrijeme odgovorno za NIŠ, a njenu provedbu je koordinirao Šumarski fakultet u Zagrebu.

Podatci prikupljeni provođenjem ove vrste inventure ograničeno su korišteni za potrebe ispunjavanja međunarodnih i EU obveza. Kako obrada i rezultati CRONFI-ja nisu bili konačni do 2012, tako nisu ušli u nacionalno izvješće za FRA 2010 (Global Forest Resources Assessment) za FAO organizaciju. Umjesto CRONFI podataka za predmetno izvješće su se koristili podatci tada važeće Šumskogospodarske osnove područja RH (Hrvatske šume, 2005. g.). Tijekom postupka metodološkog definiranja CRONFI-ja nisu posebno uzimani u obzir niti zahtjevi za izradu izvješća o provedbi odredbi Konvencije o promjeni klime i utvrđivanja godišnjeg proračuna emisija stakleničkih plinova (NIR) koji se dostavlja Tajništvu UNFCCC-a, kao ni za izvješćivanje o provedbi Kyotskog protokola. Dodatno, ovi podatci i informacije nisu do sada korišteni ni za potrebe izvješćivanja po LRTAP konvenciji te za izvješćivanje o procjeni stanja biološke raznolikosti. Rezultati CRONFI-a također do sada nisu korišteni za izvješćivanje u sklopu FOREST EUROPE procesa. Ispunjavanje tih međunarodnih i EU obveza provodi se u RH temeljem podataka i informacija iz tzv. Šumskogospodarskih osnova za šumskogospodarsko područje RH (ŠGOP) koje se od 80-tih godina 20. stoljeća izrađuju za razdoblje od 10 godina (prva ŠGOP izrađena je za razdoblje 1986-1995). Ovi dokumenti izrađuju se agregiranjem podataka i informacija prikupljenih tijekom izrade pojedinačnih šumskogospodarskih osnova/planova (sastojinske inventure). Usporedbom podataka prikupljenih provedbom inventura na oba načina, uočavaju se bitne razlike u podacima, što je slučaj u svim državama koje su inventure šuma provele na oba načina, a ne samo u Republici Hrvatskoj.

Podatci o mrtvom drvu dostupni u CRONFI bazama podataka nisu prikupljeni na način koji odgovara potrebama obveza međunarodnog izvješćivanja Republike Hrvatske. Na primjer, podatci su prikazani u ovisnosti o tipu vlasništva nad šumama, no prema IPCC metodologiji promjena zalihe ugljika prikazuje se u skladu s trenutnom podjelom šuma u NIR izvješćima na bjelogoricu, crnogoricu te šume makija i šikara,

uzimajući u obzir vrstu prenamjene zemljišta. Drugi primjer jest da prilikom provođenja CRONFI-ja nisu razlučene površine koje su bile predmetom prenamjene zemljišta od onih na kojima se prenamjena nije dogodila. S obzirom da šumskogospodarske osnove ne sadrže sve podatke i informacije potrebne za izvješćivanje prema UNFCCC-u i KP-u, Republika Hrvatska za pojedina pohraništa ugljika još uvijek mora koristiti i dokazivati tvrdnju da ona nisu izvor emisija (tzv. No source statement). Stoga, potrebno je provesti dodatne analize podataka CRONFI baze kako bi Republika Hrvatska ispunila svoju obvezu te izvjestila o vrijednostima promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva, a u skladu sa propisanom IPCC metodologijom i preporukama ERT-a.

Šumske površine iskrcene tijekom posljednjih 25 godina s postojećom vremenskom dinamikom u prostornom smislu izvjesno pokrivaju veliki raspon stanišnih, sastojinskih i gospodarskih značajki koje imaju veliki utjecaj na varijabilnost prostorne razdiobe pohraništa ugljika pa prema tome i mrtvog ležećeg i stojećeg drva. Kako podatci o mrtvom ležećem drvu koji se neposredno odnose na pojedinu površinu iskrcenu u danom trenutku nisu raspoloživi nužna je primjena posredne procjene zalihe mrtvog ležećeg i stojećeg drva.

Za sada na temelju rezultata CRONFI možemo samo dobiti podatak o zalihi ugljika u mrtvom drvu, koji je iskazan u Čavlović (2010)¹⁴.

U okviru CRONFI-ja mrtvo ležeće drvo je procjenjivano na kružnim ploham polumjera 13 m (Čavlović i Božić 2008)¹⁵. Općenito je uključivalo drvo koje leži na površini tla, mrtvo korijenje, te trupce i panjeve promjera u pravilu većeg od 10 cm. U uzorak za procjenu mrtvog drva uzimana su sva mrtva ležeća stabla čiji se deblji kraj nalazi unutar kružne plohe polumjera od 13 m i kojima je promjer na 1,30 m od debljeg kraja veći od 10 cm. Iznimno, na području mediterana i submediterana (zbog potrebe naglašavanja ekološke vrijednosti mediteranskih šuma) gdje se radi o „sitnim“ šumama procjenjivana su mrtva ležeća stabla promjera iznad 5 cm. Snimana su i procjenjivana čitava ili u više dijelova razlomljena stabla, pri čemu su se svi komadi jednog stabla brojali samo jednom i evidentirani preko prsnog promjera kao jedno stablo. Mrtva ležeća stabla svrstavana su u kategorije s obzirom na skupinu vrsta drva (bjelogorica, crnogorica), stupanj raspadanja ili razgrađenosti (tvrdo drvo, tvrdo i početak razgrađivanja, raspadnuto trulo drvo) i debljinski razred (5-10 cm ; 10-19 cm; 20-29 cm; 30-49 cm; više od 50 cm).

Zaliha mrtvog ležećeg drva u Republici Hrvatskoj je procijenjena u iznosu od 19,9 milijuna m³ ili 7,95 m³/ha±0,32 m³/ha te prema tome kao pohranište sadržava oko 3 milijuna tona ugljika (Čavlović 2010). Osim toga, zaliha mrtvog stojećeg drva je procijenjena u iznosu od 14,3 milijuna m³ ili 6,00 m³/ha±0,22 m³/ha (Tablica 2-1, 2-2)

Obrađeni rezultati procjene s obzirom na raspodjelu volumena mrtvog ležećeg drva prema vlasništvu, bioklimatskim zonama, županijama i stupnju razgrađenosti su objavljeni (Čavlović, 2010), a detaljniji podatci na razini pojedinačnih ploha i stratifikacije prema stanišnim, sastojinskim i gospodarskim značajkama su raspoloživi u okviru informacijskog sustava prve nacionalne inventure šuma ANFORRES.

¹⁴ Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. 300 p. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

¹⁵ Čavlović, J., Božić, M., 2008. Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj – metode terenske procjene i izmjere. Šumarski fakultet Zagreb. 146 str.

Tablica 2- 1: Volumen ležećeg mrtvog drva prema bioklimatskim zonama

Tablica 2 - 1. Volumen ležećeg mrtvog drva prema bioklimatskim zonama							
Bioklimatske zone	Volumen mrtvog ležećeg drva						
	Uključujući površine bez mrtvog drva				Isključujući površine bez mrtvog drva		
	m³/ha	i.p.		%			
		1000 m³			m/ha	1000 m³	%
Nizinska	6,89	2609	2360-2932	13,18	12,36	2609	13,18
Brdsko gorska	8,24	8569	8075-9752	43,27	13,81	8569	43,27
Visokogorska-pretplaninska	18,85	7133	6541-9060	36,02	27,02	7133	36,02
Submediteran-epimediteran	1,95	891	794-936	4,50	5,01	891	4,50
Eumediteran-stenomeiteran	4,98	598	479-674	3,02	12,7	598	3,02
Ukupno	7,95	18876	18121-21620	100,00	14,54	8876	100,00

Izvor: Čavlović, 2010

Tablica 2- 2: Volumen stojećeg mrtvog drva (sušaca) prema vlasništvu šuma

Vlasništvo	Volumen mrtvog stojećeg drva						
	Uključujući površine bez mrtvog drva				Isključujući površine bez mrtvog drva		
	m³/ha	i.p.		%	mrtvog drva		
		1000 m³			m/ha	1000 m³	%
Državne šume	6,33	11592	11154-14224	81,02	22,70	11592	81,02
Privatne šume	4,97	2715	2448-3190	18,98	17,48	2715	18,98
Ukupno	6,00	14266	13754-17330	100,00	21,48	14266	100,00

Izvor: Čavlović, 2010

3. ANALIZA PODATAKA O MRTVOM DRVU DOSTUPNIH U CRONFI BAZAMA PODATAKA

3.1 METODA RADA

Postanak, uzgojni oblik, strukturni oblik, stadij razvitka, smjesa, sklop, kakvoća, prirodnost i homogenost sastojine kao osnovni elementi opisa sastojine uzimaju se kao varijable za prikaz obilježja strukture sastojina u šumama Republike Hrvatske. Navedene sastojinske varijable koriste se na drugoj razini za grupiranje ploha (prva razina je vlasništvo nad šumama i prostorne varijable).

Stratifikacija šuma za potrebe izvješćivanja (UNFCCC, KP i EC) nije sukladna stratifikaciji korištenoj prilikom provedbe prve CRONFI. Stoga se prvenstveno postavlja zahtjev za harmonizacijom, tj. usklađivanjem podjela šuma na potrebne tri kategorije, a to su¹⁶:

- Šume listača,
- Šume četinjača,
- Šume bez prihoda (šume makija i šikara).

Vodeći se stratifikacijom šuma RH primijenjenom u izvješćima o inventaru emisija u Republici Hrvatskoj, provedena je harmonizacija CRONFI podataka o mrtvom drvu na niže opisani način.

Pri provedbi CRONFI-ja, različite kategorije stadija razvitka sastojine procijenjene su na terenskim ploham radi utvrđivanja dobne strukture šuma, kao i udjela devastacijskih razvojnih stadija šuma. Stadij razvitka je varijabla koja kao i starost služi za procjenu trajnosti koja se temelji na zastupljenosti svih razvojnih stadija. Osim 6 razvojnih faza jednodobnih sastojina, uključeni su i degradacijski stadiji panjača, šikara i šibljaka te makija i gariga. Procjena ove varijable se temelji na starosti sastojine, definicijama stadija razvitka i poznavanju ciljeva i značajki gospodarenja (ophodnja) pojedinim vrstama drveća. Šikare i šibljaci su degradacijski stadiji panjača kontinentalnih šuma. Šikare su degradirane panjače u kojima se osim drveća u istoj etaži nalazi i grmlje. Šibljaci su degradacijski oblici šikara, a čini ih grmlje uglavnom šibasta oblika. Makije i garizi su degradacijski stadiji panjača crnike. Makije su degradirane cmikove šume niskog uzgojnog oblika. Garizi su degradirane makije otpornih grmolikih zimzelenih vrsta sa sklopom manjim od 0,5. Stadij razvitka sastojine povezan je s uzgojnim oblikom. U prvom koraku potrebno je izdvojiti stadije razvitka šikara i makija. Time se dobiva stratum „šuma bez prihoda“, uz svjesnu pogrešku da ovi stadiji razvitka uključuju i garige i šibljake, a koji po definiciji šume za potrebe KP-a nisu šuma.

Daljnja stratifikacija preostalih ploha na šume listača i šume četinjača provodila se na način da se obrati pozornost na činjenicu procjene ploha u 5 kategorija smjese sastojine. Smjesa je varijabla koja opisuje sastojinu s obzirom na postotni udio vrsta drveća koje ju tvore. Jedan od ciljeva procjene smjese sastojina je i utvrđivanje bioraznolikosti. Na cijeloj površini interpretacijske plohe promatranjem se procjenjuje udjel glavne i sporednih vrsta prema drvnj zalihi stabala. Predviđeno je pet kategorija sastojina (modifikacija prema FRA definiciji i Pravilniku za uređivanje šuma NN 111/06) s obzirom na smjesu ili udjel vrsta drveća po drvnj zalihi¹⁷:

- a) *Čista bjelogorična sastojina* je ona u kojoj je zastupljena jedna bjelogorična vrsta s više od 75% od ukupne drvene zalihe.
- b) *Mješovita bjelogorična sastojina* je ona u kojoj se osim glavne bjelogorične vrste nalazi jedna ili više drugih bjelogoričnih vrsta s udjelom po drvnj zalihi stabala većim od 25% ukupne drvene zalihe i

¹⁶ Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za period od 1990. do 2016. (NIR 2018)

¹⁷ Čavlović, J., Božić, M., 2008: Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj - Metode terenskog prikupljanja podataka. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. 146 pp.

- manjim od udjela glavne vrste drveća. Isto tako, dvije ili više bjelogoričnih vrsta s podjednakim odnosom po drvnjoj zalihi su mješovite bjelogorične sastojine.
- c) *Mješovita bjelogorično crnogorična sastojina* je ona sastojina u kojoj su primiješane bjelogorične i crnogorične vrste drveća na način daje udjel jedne ili više bjelogoričnih vrsta drveća po drvnjoj zalihi veći od 25%, ili obrnuto, da je udjel jedne ili više crnogoričnih vrsta drveća veći od 25%.
 - d) *Čistom crnogoričnom sastojinom* se smatra ona sastojina u kojoj je drvena zaliha jedne crnogorične vrste drveća veća od 75%.
 - e) *Mješovitu crnogoričnu sastojinu* tvore dvije ili više crnogoričnih vrsta drveća. Pri tome udio jedne ili više sporednih vrsta mora biti veći od 25% od ukupne drvne zalihe ili može biti podjednak odnos crnogoričnih vrsta drveća. Određivanje smjese temelji se na definicijama i procjeni drvne zalihe glavne i sporednih vrsta drveća. Pri tome je potrebno je veliko iskustvo posebno u graničnim slučajevima, 25% : 75%.

Pri tomu će se plohe koje se prema smjesi sastojina kategorija a) i b) objediniti u stratum šume listača, kategorije d) i e) u stratum šume četinjača, dok kategorija c) može biti zasebni stratum, ali je u ovom slučaju podijeljena na bjelogorične i crnogorične šume. Za izračun zalihe mrtvog ležećeg i mrtvog (suhog) stojećeg drva na iskrčenim šumskim površinama koristit će se rezultati procijenjenog volumena mrtvog ležećeg i stojećeg drva bjelogorice/crnogorice po ha i pripadajućom standardnom pogreškom procjene aritmetičke sredine, iz koje je pak moguće dobiti standardnu devijaciju i nesigurnost procjene potrebnu za NIR.

Utvrdjivanje drvne zalihe mrtvog ležećeg/stojećeg drva na iskrčenim šumskim površinama prema predloženim postupcima će se zasnivati na temelju dvije razine (skupa) podataka koji će se generirati iz informacijskog sustava ANFORRES prve nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske na slijedeći način:

1. Podatci i rezultati na razini pojedine terenske plohe se generiraju i pripremaju iz aplikacije ANFORRES u raspoloživom HTML ili EXCEL formatu.
2. Za svaku pojedinu plohu radi mogućnosti povezivanja podataka iz više različitih baza (izvješća), stratifikacije ploha, uzimaju se podatci o identifikaciji plohe, prostornom položaju plohe (x, y koordinate), svrstavanju ploha (smjesa sastojine, razvojni stadij, bio-klimatska zona, tip šume), volumenu mrtvog ležećeg drva po ha (bjelogorica/crnogorica), volumenu mrtvog stojećeg drva po ha (glavne vrste drveća), te varijable stanišno-sastojinsko-gospodarskih značajki.

Ovdje je bitan status stabla kojim se definira pripadnost mjerenih stabala karakterističnoj skupini prema više kriterija. Mjerena stabla se najprije kategoriziraju s obzirom na to jesu li živa stabla ili sušci. Prema tome, postoje ukupno tri kategorije statusa stabla¹⁸:

- živo stojeće stablo,
- živo ležeće stablo,
- sušac (stojeće suho stablo)

Suho stablo je stablo s manje od 5% lisne mase. Kategorizacija statusa stabla korištena je prilikom definiranja mrtvog stojećeg drva za potrebe projekta. Pri provedbi terenskih istraživanja za suha stojeća stabla određuje se i vrsta drva. Naknadno, prilikom analiza, stabla su grupirana kao bjelogorica i crnogorica.

Osim sušaca (mrtva stojeća stabla), procjenjivalo se i mrtvo ležeće drvo. To je važno s ekološkog stanovišta jer je mrtvo drvo jedna od varijabli za procjenu vezanja CO₂ u šumi.

Općenito, mrtvo drvo uključuje drvo koje leži na površini tla, mrtvo korijenje, te trupce i panjeve promjera u pravilu većeg od 10 cm. U pojedinim zemljama taj promjer može biti veći ili manji. U uzorak za procjenu mrtvog drva ulaze sva mrtva ležeća stabla čiji se deblji kraj nalazi unutar kružne plohe polumjera od 13 m i kojima je promjer na 1,30 m od debljeg kraja veći od 10 cm. Iznimno, na području mediterana i

¹⁸ Čavlović, J., Božić, M., 2008: Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj - Metode terenskog prikupljanja podataka. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. 146 pp.

submediterana (zbog potrebe naglašavanja ekološke vrijednosti mediteranskih šuma) gdje se radi o "sitnim" šumama, uzimaju se u obzir mrtva ležeća stabla promjera iznad 5 cm. Snimaju se i procjenjuju čitava ili u više dijelova razlomljena stabla, pri čemu se svi komadi jednog stabla broje samo jednom i evidentiraju preko prsnog promjera kao jedno stablo. Pri snimanju i procjeni mrtva ležeća stabla se svrstavaju u kategorije s obzirom na vrstu drva, stupanj raspadanja (razgrađenosti) i debljinski razred. Procjenjuje se pripadnost mrtvog stabla skupini crnogoričnih ili skupini bjelogoričnih vrsta drveća.

S obzirom na stanje razgrađenosti procjenjuju se tri stupnja razgrađenosti drva. Prvi stupanj je tvrdo drvo na kojemu nema znakova razgrađivanja (mineralizacije) strukture drva. Kada je na kori i vanjskom dijelu debla uočljivo razgrađivanje, stablo se svrstava u drugi stupanj, tvrdo i početak razgrađivanja. Ako je više od 50% razgrađeno i trulo drvo, stablo se svrstava u treći stupanj, raspadnuto trulo drvo.

Stabla se svrstavaju u četiri debljinska razreda s obzirom na promjer stabla na udaljenosti 1,30 m od debljeg kraja stabla: 10-19 cm; 20-29 cm; 30-49 cm; više od 50 cm. Iznimno se za submediteransko i mediteransko područje uzima u obzir i debljinski razred 5-10 cm. Postupkom kontiranja unose se podatci o pripadnosti mrtvih ležećih stabala pojedinoj kategoriji koja predstavlja kombinaciju vrste drva (cmogorica ili bjelogorica), stupnja razgrađenosti i debljinskog razreda. Volumen mrtvih stabala se u postupku obrade podataka procjenjuje primjenom odgovarajućih lokalnih tarifa vrste drveća koja predstavlja skupinu bjelogoričnih ili cmogoričnih vrsta drveća.

Uz pretpostavku postojanja 3 osnovna stratuma potrebno je odrediti ukupno 6 vrijednosti volumena drva (3 modela za mrtvo ležeće drvo i 3 modela za mrtvo stojeće drvo). Tih 6 vrijednosti plan koristiti će se u proračunu Inventara stakleničkih plinova za Republiku Hrvatsku. Na temelju ulaznih statističkih podataka izvršit će se Monte-Carlo simulacija proračuna uz utvrđivanje nesigurnosti procjene tih 6 vrijednosti.

Osim na navedenoj općoj razini u cilju dobivanja potrebnih 6 varijabli, analiza će se provesti i na razini bioklimatskih zona i razini tipova šuma, sve raščlanjeno na listače i četinjače.

3.2 ULAZNI PODATCI

Obradeni rezultati procjene s obzirom na raspodjelu volumena mrtvog ležećeg drva prema vlasništvu, bioklimatskim zonama, županijama i stupnju razgrađenosti su objavljeni, a detaljniji podatci na razini pojedinačnih ploha i stratifikacije prema stanišnim, sastojinskim i gospodarskim značajkama su raspoloživi u okviru informacijskog sustava prve nacionalne inventure šuma ANFORRES. Podatci potrebni za analizu izvezeni su iz navedenog informacijskog sustava. Varijable koje su procjenjivane na plohama grupirane su u skupine kako slijedi:

1) Stanišne:

- nadmorska visina (32 klase, širina klase 50 m),
- nagib (18 klasa, širina klase 4°),
- ekspozicija (9 kategorija),
- kamenitost (4 kategorije).

2) Sastojinske:

- smjesa sastojine (za stratifikaciju ploha),
- stadij razvitka (za stratifikaciju šikara i makija),
- postanak sastojine (visoke šume, srednja šuma, panjače, plantaže, kulture),
- strukturni oblik (jednodobna jednoetažna, jednodobna dvoetažna, preborna stablimična,
- preborna grupimična, preborna stablimično grupimična, prašuma),

- sklop sastojine (potpun, nepotpun, rijedak, progallen),
- broj stabala po ha (kontinuirana),
- temeljnica po ha (kontinuirana),
- volumen po ha (kontinuirana),
- nadzemna biomasa u tonama po ha (kontinuirana),
- srednji prsni promjer.

3) Gospodarske:

- namjena šume (proizvodna, zaštitna, zaštita prirode i raznolikosti, općedruštvena, višestruka, nepoznata),
- vlasništvo (državno, privatno, ostalo),
- sječa (kontinuirana).

Od ukupno 6232 terenske plohe unutar šumskih površina na 3407 ploha (55 %) je zabilježeno mrtvo ležeće drvo na kojima je procijenjen volumen u širokom rasponu od 0,24 do 236,80 m³ mrtvog ležećeg drva po ha, dok je na 2006 ploha zabilježeno mrtvo stojeće drvo s procijenjenim volumenom u širokom rasponu od 0,48 do 492,58 m³ mrtvog stojećeg drva po ha¹⁹.

Kako podatci o mrtvom ležećem drvu koji se neposredno odnose na pojedinu površinu iskrčenu u danom trenutku nisu raspoloživi, nužna je primjena posredne procjene zalihe mrtvog ležećeg i stojećeg drva. Polazeći od procjenjivanih i izračunatih podataka o zalihi mrtvog drva, zasebno mrtvog ležećeg i mrtvog stojećeg drva, na razini pojedine terenske plohe s pripadajućim stanišnim, sastojinskim i gospodarskim značajkama te prosječnih podataka na razini odgovarajućih stratumata, procjena zalihe mrtvog drva na iskrčenim šumskim površinama može se zasnivati na dva osnovna pristupa:

- I. Model ovisnosti volumena mrtvog drva o značajnim stanišno-sastojinsko-gospodarskim prediktorskim varijablama;
- II. Procijenjenom prosječnom zalihom mrtvog drva na razini odgovarajućih stratumata.

Prvo navedena metoda je kompleksnija („nacionalni model“), i za tako nešto potrebni su dodatni resursi, uz koordinaciju svih uključenih dionika (Ministarstvo poljoprivrede, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Hrvatske šume, Savjetodavna služba, Ovlaštenik i dr.).

U cilju zadovoljavanja zahtjeva izvješćivanja i ispunjavanja obveza prema Naručitelju, pristup definiran drugom točkom (II.), sa svim mogućim prednostima i nedostacima trenutno zadovoljava potrebe u cilju utvrđivanja količina ugljika pohranjenog u mrtvom drvu na površinama koje su bile predmet krčenja šuma u razdoblju 1990. - 2016.

3.3 REZULTATI ANALIZE

Za procjenu emisija uslijed prenamjene zemljišta iz šumskog zemljišta u druge kategorije, osim količine mrtvog drva (te odgovarajućih varijabli za utvrđivanje emisijskih faktora), potrebne su i prostorne informacije o iskrčenim površinama. Iste su preuzete iz Inventara stakleničkih plinova Republike Hrvatske (Slika 3-1).

¹⁹ Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja šumarstva i vodnog gospodarstva. 296 pp

Slika 3-1: Prikaz krčenja šuma u periodu od 1990. do 2016. godine²⁰

Izvor: NIR 2018

Polazeći od velikog broja ploha i pretpostavke kako je volumen mrtvog ležećeg i mrtvog stojećeg drva na pojedinoj plohi kao zavisna varijabla ovisna o varijablama stanišnih, sastojinskih i gospodarskih značajki procjenjivanih na plohama kao potencijalnim utjecajnim (značajnim) varijablama (prediktorima) unutar odgovarajućeg stratuma, zaključuje se sljedeće.

Pretpostavka je kako procijenjeni volumen mrtvog ležećeg/stojećeg drva bjelogorice/crnogorice po ha na razini dovoljno homogenog i velikog stratuma dobro reprezentira i (u sebi sadržava) uvjete pripadajućih iskrcenih šumskih površina koje su raznolike s obzirom na vrijeme nastanka i stanišno-sastojinsko-gospodarske značajke povezane s prostornom varijabilnošću unutar primijenjenog stratuma.

3.3.1. Stojeće mrtvo drvo

Tablica 3- 1: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini Republike Hrvatske, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		UKUPNO m ³ /ha	Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %		
RH	Šume listača	5,52	3,99	0,32	4,45	5,84	5106
	Šume četinjača	1,20	13,21	3,96	9,12	5,16	659
	Makije i šikare	0,4	12,63	0,18	14,58	0,58	467

²⁰ Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za period od 1990. do 2016. (NIR 2018)

Tablica 3- 2: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih bio-klimatskih zona, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Nizinska	Šume listača	4,97	9,75	0,27	7,72	1029
	Šume četinjača	19,99	65,78	7,30	51,34	29
	Makije i šikare	3,82				7
Brdsko-gorska	Šume listača	6,44	4,60	0,24	4,35	2414
	Šume četinjača	0,77	15,17	5,84	15,74	118
	Makije i šikare	0,75	32,26	0,09		16
Visokogorska-pretplaninska	Šume listača	10,32	12,79	1,33	7,28	590
	Šume četinjača	1,98	13,86	6,00	20,29	281
	Makije i šikare					2
Submediter.-epimediterran.	Šume listača	2,10	9,75	0,10	8,51	915
	Šume četinjača	0,42	16,89	2,66	13,96	171
	Makije i šikare	0,16	14,47			270
Eumediterr.-stenomediterr.	Šume listača	2,82	36,01	0,70	18,13	158
	Šume četinjača	0,13	9,34	2,40	16,27	60
	Makije i šikare	0,61	19,82	0,48	23,31	172

Tablica 3- 3: Prikaz procijenjenog volumena suhog stojećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih tipova šuma, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Šume topola i vrba	Šume listača	1,22	17,42			34
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Šume poljskog jasena i crne johe	Šume listača	4,44	14,77			55
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Poplavne šume hrasta lužnjaka	Šume listača	5,61	10,26			285
	Šume četinjača					
	Makije i šikare	26,77				1
Mješovite hrastovo grabove šume	Šume listača	5,1	9,24	0,23	8,05	1241
	Šume četinjača	2,00	11,02	5,74	21,00	20
	Makije i šikare					2
Šume hrasta kitnjaka	Šume listača	8,48	11,27	0,36	9,33	382
	Šume četinjača	0,28		9,57	41,40	5
	Makije i šikare					3
Termofilne hrastove šume	Šume listača	4,11				6
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Šume hrasta medunca	Šume listača	2,39	13,72	0,05	7,27	583
	Šume četinjača	1,22	24,30	1,86	50,43	11
	Makije i šikare	0,16	23,37			110
Šume hrasta crnike	Šume listača	3,91	31,46	0,06		36
	Šume četinjača	0,39		6,92	102,5	8
	Makije i šikare	1,97	41,94	0,58	20,86	31

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Šume bukve	Šume listača	6,95	6,86	0,36	6,44	1342
	Šume četinjača	0,99	28,67	9,67	37,85	58
	Makije i šikare	1,72		0,28		5
Bukovo jelove šume	Šume listača	8,87	13,80	1,36	8,19	597
	Šume četinjača	1,42	17,05	3,98	13,70	101
	Makije i šikare					1
Šume jele	Šume listača	2,95	3,30	6,60	24,89	18
	Šume četinjača	1,44		6,60	24,89	8
	Makije i šikare					
Smrekove šume	Šume listača	0				5
	Šume četinjača					14
	Makije i šikare					
Šume borova	Šume listača	0,37				2
	Šume četinjača					10
	Makije i šikare					1
Kulture crnogorice	Šume listača	2,66	24,84	1,51	36,12	50
	Šume četinjača	0,53	28,88	4,95	22,46	59
	Makije i šikare					4
Nasadi bjelogorice	Šume listača	4,07	35,76			33
	Šume četinjača	5,96				3
	Makije i šikare					2
Makije i šikare	Šume listača	4,6	37,05	0,76	19,09	105
	Šume četinjača	0,32	17,93	2,37	17,84	87
	Makije i šikare	0,39	18,63	0,49	29,22	132
Izvan šumskog tipa	Šume listača	3,28	13,38	0,09	18,49	554
	Šume četinjača	2,12	41,11	1,31	22,55	53
	Makije i šikare	0,13	11,21			175

3.3.2. Ležeće mrtvo drvo

Tablica 3- 4: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini Republike Hrvatske, za šume listača, šume četinjača, te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		UKUPNO m ³ /ha	Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %		
RH	Šume listača	6,84	5,00	0,44	3,83	7,28	5106
	Šume četinjača	2,26	13,79	8,06	11,85	10,32	659
	Makije i šikare	0,15	11,99	0,21	16,33	0,36	467

Tablica 3- 5: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih bio-klimatskih zona, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Nizinska	Šume listača	7,21	10,01	0,03	3,49	1029
	Šume četinjača	7,08	105,52	5,19	36,71	29
	Makije i šikare	0,93	30,17			7

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Brdsko-gorska	Šume listača	7,90	6,54	0,25	4,84	2414
	Šume četinjača	3,86	26,99	6,84	18,31	118
	Makije i šikare	0,82	49,07	0,09		16
Visokogorska-pretplaninska	Šume listača	13,15	15,82	2,62	11,46	590
	Šume četinjača	6,34	22,62	10,27	23,94	281
	Makije i šikare					2
Submediter.-epimediteran.	Šume listača	1,73	16,51	0,26	10,32	915
	Šume četinjača	0,32	20,37	4,44	17,34	171
	Makije i šikare	0,11	9,44	0,03	9,11	270
Eum Mediter.-stenomediter.	Šume listača	1,01	41,51	2,28	34,03	158
	Šume četinjača	0,25	36,53	12,74	25,53	60
	Makije i šikare	0,12	13,72	0,52	25,18	172

Tablica 3- 6: Prikaz procijenjenog volumena mrtvog ležećeg drva sa standardnom pogreškom procjene u postotku na razini pojedinih tipova šuma, za šume listača, šume četinjača te šikare i makije

Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Šume topola i vrba	Šume listača	20,91	51,79			34
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Šume poljskog jasena i crne johe	Šume listača	6,33	31,38			55
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Poplavne šume hrasta lužnjaka	Šume listača	8,44	16,59			285
	Šume četinjača					
	Makije i šikare	1,47				1
Mješovite hrastovo grabove šume	Šume listača	5,67	9,02	0,09	4,15	1241
	Šume četinjača	1,40	51,26	7,8	31,03	20
	Makije i šikare					2
Šume hrasta kitnjaka	Šume listača	9,38	12,46	0,45	13,57	382
	Šume četinjača	2,44	72,55	8,97	72,09	5
	Makije i šikare	0,72				3
Termofilne hrastove šume	Šume listača	8,00	76,18			6
	Šume četinjača					
	Makije i šikare					
Šume hrasta medunca	Šume listača	1,80	24,06	0,09	9,22	583
	Šume četinjača	0,76	56,08	1,92	33,68	11
	Makije i šikare	0,06	10,1	0,05	17,12	110
Šume hrasta crnike	Šume listača	1,20	39,08	0,05	25,07	36
	Šume četinjača	0,48	72,75	44,11	57,78	8
	Makije i šikare	0,26	22,84	0,13	15,06	31
Šume bukve	Šume listača	9,80	9,48	0,26	6,27	1342
	Šume četinjača	5,38	40,59	6,44	23,11	58
	Makije i šikare	1,81		0,3		5
Bukovo jelove šume	Šume listača	10,99	17,99	2,82	12,75	597
	Šume četinjača	7,21	24,22	9,28	25,93	101
	Makije i šikare					1

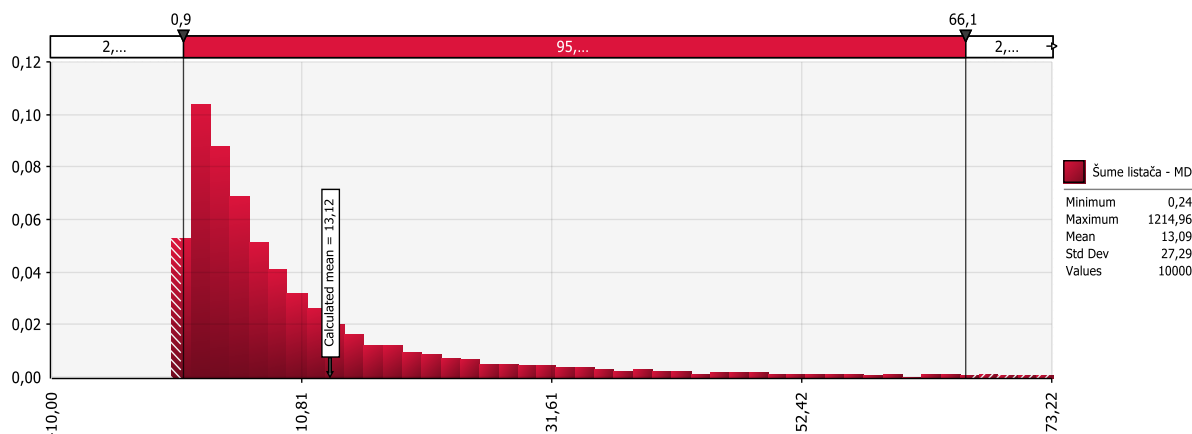
Razina / Stratum		Listače		Četinjače		Broj ploha
		m ³ /ha	± %	m ³ /ha	± %	
Šume jele	Šume listača	16,94	62,74	19,78	104,82	18
	Šume četinjača	3,58		18,82	114,31	8
	Makije i šikare					
Smrekove šume	Šume listača					5
	Šume četinjača			5,16	79,24	14
	Makije i šikare					
Šume borova	Šume listača	0,49		0,25		2
	Šume četinjača	0,61		4,49	74,31	10
	Makije i šikare			0,75		1
Kulture crnogorice	Šume listača	1,59	37,12	2,53	33,32	50
	Šume četinjača	0,53	19,4	8,28	25,74	59
	Makije i šikare	0,12				4
Nasadi bjelogorice	Šume listača	4,10	90,15			33
	Šume četinjača					3
	Makije i šikare					2
Makije i šikare	Šume listača	1,38	41,53	2,29	35,37	105
	Šume četinjača	0,27	39,96	11,40	25,36	87
	Makije i šikare	0,11	17,14	0,57	28,37	132
Izvan šumskog tipa	Šume listača	3,50	21,15	0,24	13,37	554
	Šume četinjača	1,17	52,97	3,05	22,35	53
	Makije i šikare	0,15	13,37	0,07	11,26	175

3.3.3. Ukupno mrtvo drvo

Na temelju podataka o prosječnim vrijednostima stratuma, standardnim pogreškama procjene aritmetičkih sredina i činjenice da distribucija podataka nije normalna (simetrična), već logaritmska, pristupilo se daljnjoj analizi. Navedeno je uključivalo Monte Carlo (MC) simulaciju izračuna zbirnih vrijednosti količine mrtvog drva (suhog stojećeg i ležećeg).

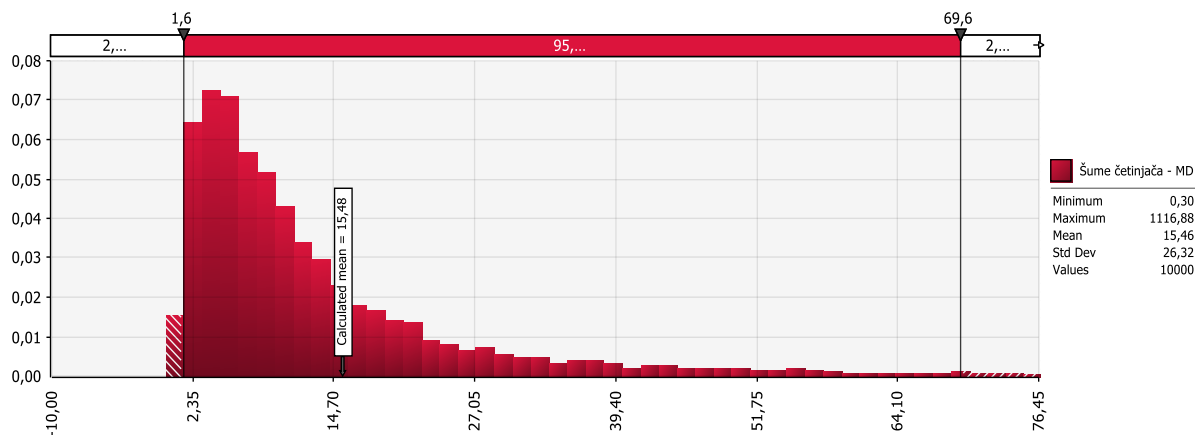
Rezultati simulacije ukazuju sa 95% vjerojatnošću da je vrijednost mrtvog drva za šume listača u rasponu 0,93 m³·ha⁻¹ do 66,08 m³·ha⁻¹, s prosječnom vrijednošću od 13,09 m³·ha⁻¹. Nesigurnost procjene tako iznosi 403,68 %, što je uzrokovano upravo velikom varijabilnošću unutar podataka, te njihovom nesimetričnom distribucijom (Slika 3-2).

Slika 3-2: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama listača



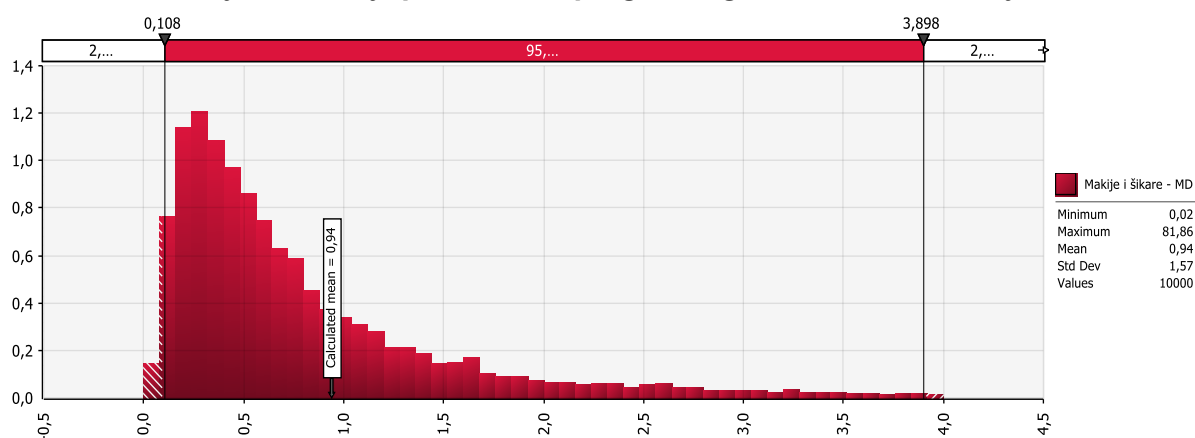
Na istoj razini vjerojatnosti (95%) rezultati simulacije za šume četinjača ukazuju da je vrijednost mrtvog drva u rasponu od $1,61 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ do $69,59 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, s prosječnom vrijednošću od $15,46 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Nesigurnost procjene je manja nego kod šuma listača i iznosi 349,56% (Slika 3-3).

Slika 3-3: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama četinjača



Sukladno rezultatima simulacije, kod šuma makija i šikara 95% vjerojatnost je da se količina ukupnog mrtvog drva nalazi u rasponu od $0,107 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ do $3,898 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, s prosječnom vrijednošću $0,94 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Ovdje je nesigurnost procjene najniža i iznosi 314,66% (Slika 3-4).

Slika 3-4: Simulacija distribucije podataka ukupnog mrtvog drva u šumama makija i šikara



Na grafikonima se pored simuliranih, vide i zbirne vrijednosti izračunatih količina mrtvog drva za sve tri kategorije šuma. One iznose redom: $13,12 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ za šume listača, $15,48 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ za šume četinjača i $0,94 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ za makije i šikare.

Iznimno velike nesigurnosti procjene, uzrokovane velikom varijabilnošću unutar uzoraka koja u kombinaciji sa njihovom nesimetričnom distribucijom mogu dovesti do pogrešnih procjena, izračuna i zaključaka. Rezultat toga tako mogu biti i više emisije kod ove aktivnosti/potkategorije za navedeno pohranište, ali posljedično i veća nesigurnost procjene emisija kategorije Šumsko zemljište, odnosno cijelog sektora Korištenja zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstva.

4. IZRAČUN PROMJENE ZALIHE UGLJIKA U SPREMIŠTU MRVOG DRVA UPORABOM IPCC METODOLOGIJE (TIER 2)

4.1 EMISIJE/UKLANJANJE IZ POHRANIŠTA MRTVOG DRVA U NIR IZVIJEŠĆIMA REPUBLIKE HRVATSKE

U svim dosadašnjim Izviješćima o inventaru emisija stakleničkih plinova, u slučaju iskrčenih površina, Republika Hrvatska je za prikaz emisija/uklanjanja u pohraništu mrtvoga drva koristila dopuštenu oznaku „IE“ (Included Elsewhere, uključeno u drugo pohranište). Ova oznaka korištena je s obzirom da RH nije bila u mogućnosti provesti potreban izračun jer su nedostajali ulazni podaci (zaliha ugljika u mrtvom drvu). Republika Hrvatska je obrazlagala da je gubitak ugljika u mrtvom drvu nastao radi deforestacije prijavljen u sklopu gubitka ugljika u pohraništu fitotvari (biomase).

Nalazima stručnog tima UNFCCC-a (ERT) Republika Hrvatska je bila zatražena dati dodatna pojašnjenja s obzirom na činjenicu o postojanju različitih kategorija mrtvoga drva (krupno, drvni ostaci pri sječi i izradi, drvni ostaci tanke granjevine). U svojim odgovorima RH se pozivala na rezultate projekta **Poboljšanje izvješćivanja u sektoru Korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva u Prvom obvezujućem razdoblju Kyotskoga protokola** (LULUCF 1 projekt). Tijekom provedbe ovoga projekta RH je uspjela identificirati sve površine koje su iskrčene u periodu 1990.-2014. godine te je utvrđeno da su se šumske površine izdvajale iz Šumskogospodarskog područja zbog povećanja površina trajnih nasada ili zbog infrastrukturnih radova (prenamjena u kategoriju Naseljenih područja). Projektom je utvrđeno da su sve površine koje su izdvojene iz Šumskogospodarskog područja prenamijenjene u skladu sa zahtjevom za prenamjenu.

S obzirom da su površine prenamijenjene u skladu sa zahtjevom za prenamjenu, te da su iste identificirane, zaključeno je da zbog tipa prenamjene (npr. prenamjena šumskog zemljišta radi izgradnje prometnica podrazumijeva potpuno uklanjanje drva i drvnih ostataka s površine) nakon provedbe iste na površinama ne ostaje ni jedna vrsta mrtvoga drva, odnosno do potpunog gubitka ugljika u pohraništu mrtvoga drva dolazi u godini krčenja šuma. Ovaj rezultat projekta korišten je i prilikom izračuna emisija iz pohraništa mrtvoga drva uz primjenu IPCC metodologije kao što je to prikazano u poglavlju niže.

4.2 UPORABA IPCC METODOLOGIJE

Za potrebe izračuna promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva na iskrčenim šumskim površinama, korištena je jednadžba 2.23 iz Vodiča IPCC-a za izradu inventara stakleničkih plinova iz 2006. godine:

$$\Delta C_{DW} = A_{0N} * (C_N - C_0) / T_{0N}$$

ΔC_{DW} = prosječna godišnja promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (tC/ha)

C_N = zaliha ugljika u mrtvom drvu u prenamijenjenoj kategoriji zemljišta (tC/ha)

C_0 = zaliha ugljika u mrtvom drvu na zemljištu prije prenamjene (tC/ha)

A_{0N} = prenamijenjena površina zemljišta (ha)

T_{0N} = vremenski period

Za primjenu navedene formule, korištene su nacionalne vrijednosti o zalihi mrtvog drva (m³/ha) prikazane u Tablici 4-1, a koje su utvrđene temeljem raspoloživih podataka prikupljenih kroz CRONFI proces.

Tablica 4-1: Zaliha mrtvog drva

	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

*prikazano prema podjeli šuma koja se koristi u NIR-u

Uz upotrebu parametara iz Vodiča IPCC-a prikazanih u Tablici 4-2, utvrđena je zaliha ugljika u mrtvom drvu za svaki tip šume. Prilikom utvrđivanja zalihe ugljika u mrtvom drvu, BEF2 i R/S faktor primijenjeni su u slučaju suhog, stojećeg drva, osiguravajući na taj način uključivanje svih dijelova stabla.

Tablica 4-2: Parametri iz IPCC Vodiča

	Gustoća drva (t d.m./m ³)	BEF2	Omjer nadzemne i podzemne fitotvari (R/S)	Udio ugljika (CF) (t C/ t d.m.)	Zaliha ugljika u mrtvom drvu (tC/ha)
Bjelogorica	0,56	1,197	0,23	0,5	4,43
Crnogorica	0,39	1,039	0,29	0,5	3,40
Makije i šikare	0,68	1,150	0,46	0,5	0,46

Podatci o iskrčenim površinama u ovisnosti o tipu prenamjene u pojedinoj godini prikupljeni kroz LULUCF 1 projekt i raspoloživi posebno za šume bjelogorice, crnogorice i makija i šikara su zbrojeni i prikazani u tablici 4-3. Izračun promjene zalihe ugljika napravljen je koristeći podatke o iskrčenim površinama za svaki tip šume posebno (bjelogorica, crnogorica i makije i šikare), te su vrijednosti zbrojene i prikazane za sve tipove šuma zajedno u ovisnosti o tipu i godini prenamjene šumskog zemljišta.

Tablica 4- 3: Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva na iskrčenim površinama

Godina prenamjene	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Vrsta prenamjene	Šumsko zemljište prenamijenjeno u trajne nasade (FL – pCL)												
Površina iskrčenog zemljišta (ha)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva (GgC)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vrsta prenamjene	Šumsko zemljište prenamijenjeno u Naseljena područja (FL – SL)												
Površina iskrčenog zemljišta (ha)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,08	0,10	0,03	0,17	0,35	0,23
Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva (GgC)	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,22	-0,01	0,00	-0,07	-0,41	-0,13	-0,72	-0,45	-0,76
Ukupno (GgCO₂)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,04	0,00	0,27	1,52	0,46	2,63	1,64	2,80

Tablica 4-3: Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva na iskrčenim površinama-nastavak

Godina prenamjene	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vrsta prenamjene	Šumsko zemljište prenamijenjeno u trajne nasade (FL – pCL)													
Površina iskrčenog zemljišta (ha)	0,00	0,04	0,03	0,03	0,15	0,13	0,49	0,17	0,17	0,10	0,08	0,02	0,17	0,01
Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva (GgC)	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,14	-0,06	-0,22	-0,08	-0,13	-0,06	-0,10	-0,01	-0,35	-0,07
Vrsta prenamjene	Šumsko zemljište prenamijenjeno u Naseljena područja (FL – SL)													
Površina iskrčenog zemljišta (ha)	0,10	0,31	0,33	0,32	0,08	0,28	0,12	0,18	0,02	0,14	0,09	0,02	0,07	0,02
Promjena zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva (GgC)	-0,28	-0,84	-0,69	-0,40	-0,31	-0,82	-0,48	-0,52	-0,09	-0,53	-0,30	-0,08	-0,30	-0,07
Ukupno (GgCO ₂)	1,04	3,14	2,56	1,53	1,62	3,22	2,56	2,21	0,79	2,15	1,47	0,33	2,37	0,50

5. DODATNA POTREBNA POBOLJŠANJA ZA IZRAČUN PROMJENE ZALIHE UGLJIKA U POHRANIŠTU MRTVOG DRVA

5.1 POVRŠINE PRIJAVLJENE U SKLOPU AKTIVNOSTI GOSPODARENJA ŠUMAMA

U svim dosadašnjim izvješćima o inventaru emisija stakleničkih plinova, u slučaju kategorije Šumskog zemljišta na kojem nema prenamjene, kao i u slučaju površina koje RH prijavljuje u sklopu aktivnosti Gospodarenja šumama, RH je koristila identifikacijski ključ „Nije izvor emisije“ (Not occurring, NO) jer nije bila u mogućnosti izvršiti izračun promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva. Za potrebe izvješćivanja po obvezama Konvencije, Republika Hrvatska je navodila da uporaba NO oznake predstavlja primjenu Tier 1 razine IPCC metodologije. U slučaju izvješćivanja za Kyotski protokol, uz navođenje NO identifikacijskoga ključa, Republika Hrvatska je prikazala brojne argumente kako bi dokazala ovu tvrdnju. Republika Hrvatska još uvijek nije u mogućnosti izvršiti izračun promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvoga drva za navedenu kategoriju zemljišta i navedenu aktivnost Kyotskoga protokola iako je odredbama Pravilnika o uređivanju šuma iz 2015. godine predviđeno prikupljanje podataka o zalihi mrtvoga drva prilikom izrade planova/programa gospodarenja šumama. Provedbom navedenoga pravilnika, trenutno su u RH raspoloživi podatci o zalihi mrtvoga drva na oko 5% površine šuma u Republici Hrvatskoj. Površina obuhvaćena izmjerom svakako je nedovoljno velika da bi se podatci koristili za NIR izračun. Dodatno, bez potrebnih dodatnih analiza i usporedbi s drugim državama, nije moguće utvrditi promjenu zalihe ugljika u ovom pohraništu i u slučaju odgovarajuće površine obuhvaćene izmjerom.

S obzirom da je prema odredbama Uredbe (EU) 2018/841 izračun promjene zalihe ugljika u mrtvom drvu obavezan i ne može se izostaviti u izvješćima za 2020. godine, te da su za ovo pohranište definirane posebne odredbe s obzirom na obračunavanje emisijskih jedinica/jedinica uklanjanja (tzv. gros-net obračunavanje) biti će nužno u RH pokrenuti posebne projekte za ovo pohranište. Prvim projektom trebati će utvrditi nacionalne emisijske faktore za ovo pohranište (primjena Tier 1 razine IPCC metodologije) dok će drugim projektom trebati razviti poseban model koji će uzimati u obzir vremensku dinamiku oslobađanja ugljika u ovom pohraništu (Tier 2, Tier 3).

5.2 POVRŠINE PRIJAVLJENE U SKLOPU AKTIVNOSTI KRČENJA I PONOVOG POŠUMLJAVANJA

U slučaju površina koje su bile predmetom aktivnosti pošumljavanja, Republika Hrvatska je u dosadašnjim izvješćima koristila identifikacijski ključ NO, te je za potrebe Kyotskoga protokola prikazala veliki broj argumenata kako bi ovu tvrdnju opravdala, te kako bi ista bila prihvaćena od strane ERT-a. Ovaj identifikacijski ključ je korišten s obzirom na nepostojanje potrebnih ulaznih podataka za izračun. Odredbama Pravilnika o uređivanju šuma iz 2015. godine, ovo je promijenjeno, te sada RH raspolaže podatcima o zalihi mrtvoga drva na oko 4% površina koje su predmetom aktivnosti pošumljavanja. Ovi podatci biti će korišteni (primjena Tier 1 razine metodologije) za potrebe izvješćivanja u 2019 godini.

S obzirom da se prema odredbama Uredbe (EU) 2018/841 emisije/uklanjanje iz aktivnosti krčenja šuma, pošumljavanja i ponovnog pošumljavanja obračunavaju u potpunom iznosu (tzv. gros-net obračun) važno

je primijeniti što veću razinu IPCC metodologije u izračunu promjene zalihe ugljika i u pohraništu mrtvoga drva. Shodno tome, u slučaju iskrčenih površina biti će nužno pokrenuti novi projekt koji će imati zadatak razvoja modela na nacionalnoj razini koji će uzeti u obzir prostornu dinamiku oslobađanja ugljika u pohraništu mrtvoga drva (Tier 3). Također, model s istom namjenom trebati će razviti i za površine koje su premetom aktivnosti pošumljavanja.

6. ZAKLJUČAK

6.1 MOGUĆNOSTI UNAPRJEĐENJA NACIONALNOG SUSTAVA U DIJELU IZVJEŠĆIVANJA KOJE SE ODNOSI NA POHRANIŠTE MRTVOGA DRVA

Države Stanke UNFCCC-a i Protokola iz Kyota dužne su kontinuirano raditi na unaprjeđenju izračuna emisija stakleničkih plinova i izvješćivanju o istima. Napredak pojedine Stranke prepoznaje se u Godišnjim izvješćima o pregledu inventara stakleničkih plinova. U slučajevima kada Stranke duži niz godina ne odgovaraju na preporuke ERT-a po pojedinim pitanjima postoji opasnost od dovođenja u pitanje funkcioniranja Nacionalnog sustava koje su Stranke morale uspostaviti radi provedbe obveza Konvencije i Protokola.

S obzirom da je Republika Hrvatska duži niz godina pozivana dostaviti izračun o promjeni zalihe ugljika u mrtvome drvu rezultatima ovoga projekta koji će biti prikazani u NIR-u 2019 otklanja se mogućnost postavljanja pitanja o funkcioniranju Nacionalnog sustava RH zbog izvješćivanja povezanog s LULUCF sektorom.

Za potrebe daljnjeg unaprjeđenja izvješćivanja o promjeni zalihe ugljika u mrtvome drvu od iznimne je važnosti u nacionalnom legislativnom okviru utvrditi definicije za pohraništa mrtvoga drva i listinca uzimajući u obzir definicije IPCC-a. Suradnja Ministarstva zaštite okoliša i energetike, Ministarstva poljoprivrede, znanstvene i stručne zajednice radi dogovora u svezi ovih definicija je od posebne važnosti. S obzirom da se podatci u šumarskom sektoru prema postojećem legislativnom okviru već sada skupljaju na dva načina (provedbom inventura šuma (CRONFI proces) i tijekom izrada planova/programa gospodarenja šumama), potrebno je na nacionalnoj razini dogovoriti koji izvor podataka se primjenjuje za koje površine (sa ili bez prenamjene) u slučaju pohraništa mrtvoga drva. Provedbom ovoga projekta prepoznato je da su potrebne dorade u sustavu prikupljanja podataka o mrtvom drvu u slučaju oba izvora.

Prilikom definiranja nove CRONFI, pažnju je potrebno posvetiti zahtjevima za izvješćivanje prema UNFCCC-u i nužnosti registriranja šumskog zemljišta kao:

- (i) Šumsko zemljište koje ostaje šumsko;
- (ii) (zemljište koje je prenamijenjeno u Šumsko zemljište;
- (iii) zemljište koje je prenamijenjeno iz Šumskog zemljišta u neku drugu kategoriju zemljišta prema UNFCCC-u.

Također, tijekom provedbe inventure potrebno je definirati i posebno prikupiti parametre potrebne za izvješćivanje iz UNFCCC kategorija:

- (i) zemljište koje je prenamijenjeno iz neke druge kategorije u Šumsko zemljište;
- (ii) zemljište koje je prenamijenjeno iz Šumskog zemljišta u neku drugu kategoriju zemljišta.

Nadalje, potrebno je definirati i tijekom provedbe inventure prikupiti podatke kojima se osigurava izvješćivanje za svih šest pohraništa ugljika: nadzemna i podzemna biomasa (fitotvar), mrtvo drvo, listinac, tlo i drvni proizvodi, za prethodno navedene kategorije zemljišta.

Tijekom provedbe ovoga projekta postalo je razvidno da se buduće izvješćivanje povezano s pohraništem ugljika mrtvoga drva u Republici Hrvatskoj može provoditi na više načina:

1. *Praćenje promjena na temelju provedbe više od jednog ciklusa nacionalne inventure šuma*

Provedba druge, i sljedećih nacionalnih inventura šuma u RH s obzirom na pretpostavljeni konzistentni sustav monitoringa promjena stanja šumskih resursa i njegovog stalnog unapređivanja predstavljat će podlogu za procjenu mrtvog drva na terenskim ploham koje su u odnosu na prethodnu inventuru postale ne šumske. Već postojeća prva nacionalna inventura šuma s obzirom na broj terenskih ploha i prostorne značajke i raznolikost šumskih resursa predstavlja podlogu za detaljnu stratifikaciju šuma s obzirom na tipove šuma, ekološke, stanišne i druge prostorne značajke služi kao dobra pretpostavka za pridobivanje pouzdanih informacija o pohraništima ugljika. Uspostava matrice za promjenu načina uporabe zemljišta na bazi 1 km x 1km mreži ploha na aerosnimkama koje pokrivaju cijelo područje RH će u tome pogledu biti značajno unapređenje.

2. Uspostava zasebnog (dodatnog) monitoringa šumskih površina pod utjecajem krčenja

Uspostava zasebnog monitoringa šumskih površina pod utjecajem krčenja bi se zasnivala na izradi karte koja bi prikazivala stratum različitog stupnja (potencijala) deforestacije (veliki, srednji, mali potencijal pristupačnih i manje pristupačnih površina). Izrada takve karte bi se zasnivala na prostornim analizama promjena načina uporabe zemljišta i ključnih utjecajnih čimbenika na uzorke deforestacija koje su se dogodile, čime bi se identificirale površine s velikim potencijalom (vjerojatnošću) za deforestacijom. Takve površine bi bile predmet intenzivnijih procjena u pogledu broja ploha i učestalosti procjena. Ovaj pristup je primjeren u slučajevima većih šumskih prostora i nekontrolirane deforestacije i povezan s velikim troškovima, te je opravdanost istoga u slučaju RH upitna.

3. Neposredna procjena mrtvog drva na površinama određenim za krčenje

U slučajevima kada se prenamjena određene šumske površine provodi u okviru zakonski dozvoljenih postupaka (od općeg interesa), na takvoj površini je moguće provesti procjenu mrtvog drva neposredno prije krčenja šumske površine. Provođitelj gospodarenja šumom predmetne površine bio bi obavezan procijeniti mrtvo drvo i dostaviti podatke resornom Ministarstvu na temelju odredbe propisane podzakonskim aktom (Pravilnik za uređivanje šuma).

4. Posredna procjena mrtvoga drva na iskrčenim površinama

U slučaju kada se prema zakonodavnim odredbama provede krčenje šuma, utvrđivanje zalihe mrtvoga drva moguće je provesti temeljem podataka raspoloživih u programima/planovima gospodarenja šumama o površinama na kojima je izvršeno krčenje u slučajevima kada je krčenje izvršeno na površinama za koje su planovi/programi gospodarenja izrađeni od 2017. godine. U slučaju kada je krčenje izvršeno na površinama za koje su planovi/programi izrađeni prije 2017. godine (i ne sadrže podatak o zalihi mrtvoga drva u odjelu/odsjeku) zalihi mrtvoga drva moguće je utvrditi temeljem podataka raspoloživih u programima/planovima gospodarenja, snimanjem stanja na terenu, te izmjerom zalihe mrtvoga drva u susjednom odjelu/odsjeku istoga uređajnog razreda

POPIS LITERATURE

Čavlović, J., Božić, M., 2008. Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj – metode terenske procjene i izmjere. Šumarski fakultet Zagreb. 146 str.

Čavlović, J., 2010. Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. 300 p. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Hrvatski geološki institut, Hrvatski šumarski institut i Agencija za poljoprivredno zemljište, 2018: Studija Promjena zaliha ugljika u tlu izračun trendova ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa C:N (drugo, nadopunjeno izdanje). Naručitelj: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu.

IPCC 2006, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Dostupno na: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

IPCC 2014, 2013. Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds) Published: IPCC, Switzerland. Dostupno na: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/pdf/KP_Separate_files/KP_Chapter_2_Methods_estimation_Measurement_Monitoring_Reporting.pdf

Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za period od 1990. do 2016. godine (NIR 2018), 2018. Naručitelj: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu.

UNFCCC, 2013. Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2012 (ARR 2012). Dostupno na: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/arr/hrv.pdf>

UNFCCC, 2017. Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2016 (ARR 2016). Dostupno na: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2017/arr/hrv.pdf>