

# FOREST4EU

## Connecting forestry and agroforestry partnerships across Europe



Funded by  
the European Union

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

## Operational Group (OG)

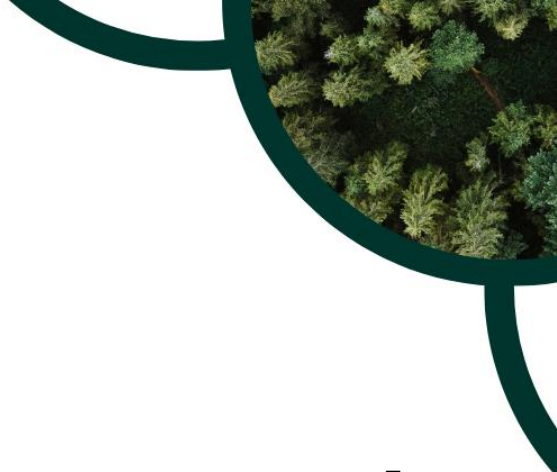
The logo for 'fortrack' is displayed in a rounded rectangular box. The word 'fortrack' is written in a lowercase, sans-serif font. The letter 'o' is stylized with a green leaf-like shape inside it. The background of the box is a light green color with a faint, repeating pattern of tree silhouettes.

## OG funding

Glavni program financiranja: Program ruralnog razvoja

Program ruralnog razvoja: 2014IT06RDRP018: Italija – Program ruralnog razvoja (regionalni) – Kalabrija

Europsko partnerstvo podupire talijansku operativnu skupinu FOR.TRACT u području šumarstva



## Sadržaj

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Sažetak.....   | 5  |
| 2.  | Uvod.....  | 6  |
| 3.  | Metodologija.....  | 8  |
| 3.1 | Zbirka postojećih praktičnih znanja (inovacija) iz operativne skupine za šumarstvo i agrošumarstvo ..... | 9  |
| 3.2 | Izrada Proširenih sažetaka .....   | 9  |
| 3.3 | Priprema Sažetaka praksi .....   | 10 |
| 3.4 | Proces odabira inovacija u Sloveniji .....   | 10 |
| 4.  | Razvoj Sustava za Podršku Odlučivanju za Kontinuirano Kartiranje Šumskih Resursa (GO FOR.TRACK) .....    | 13 |
| 5.  | Inovacija: Obračun ugljika za plaćanje ekoloških usluga PES  | 16 |
| 5.1 | Službeno tržište.....  | 17 |
| 5.2 | Dobrovoljno tržište.....   | 18 |
| 5.3 | Metodologija inovacije.....  | 19 |
| 6.  | Literatura.....  | 28 |

## Popis slika

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Slika 1. | Karta pojedinosti rasta zaliha jednog područja OG implementirane u sustav podrške odlučivanju GO Fortrack..... | 21 |
| Slika 2. | Pojedinosti o ugljiku jednog područja OG implementiranog u sustav podrške odlučivanju GO Fortrack.....         | 22 |
| Slika 3. | Shema izračuna asimiliranog ugljika u šumama regije gornja Bidente Ridracoli .....                             | 22 |



## Popis tablica

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Inovacije iz 5 tematskih inovacijskih centara koje su odabrane tijekom radionice s dionicima.....  | 11 |
| Tablica 2. Faktori širenja biomase (BEF), bazalna gustoća drva (WBD) i omjer podzemne i nadzemne biomase (omjer korijen/izbojak - R) prema vrsti gospodarenja i dominantnoj vrsti, izvedeni iz rada Federici et al. (2008)..... | 24 |

## Izvešće o kvantifikaciji zaliha ugljika u održivom planu upravljanja šumama

Amina Gačo<sup>1\*</sup>, Solaria Anzilotti<sup>2</sup>, Francesca Giannetti<sup>2</sup> i Matevž Triplat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Slovenski šumarski institut, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Odjel za poljoprivredu, hranu, okoliš i šumarstvo, Sveučilište Firenca, 50145 Firenca, Italija

### 1. Sažetak

Inovacije igraju veliku ulogu u EU politici ruralnog razvoja. Jedan od načina promicanja inovacija u EU je uspostava operativnih skupina (Operational Groups - OGs) koje su dio programa EIP-AGRI. One okupljaju razne dionike s ciljem ubrzavanja inovacija. Cilj projekta FOREST4EU je identificirati različite operativne skupine u zemljama EU, identificirati njihove inovacije i klasificirati ih u pet različitih inovacijskih tematskih centara (ITHubs). 176 inovacija iz 86 operativnih skupina je predstavljeno kroz proširene sažetke te je prošlo kroz 3 faze evaluacije (projektni partneri, stručnjaci i evaluacija u okviru radionice). Svaka faza evaluacije je smanjila broj inovacija do 5 inovacija po ITHub-u (ukupno 25), ostavljajući samo one najrelevantnije za zemlje u kojima je evaluacija provedena. U slučaju Slovenije, Hrvatske, Latvije i Portugala, jedna od inovacija s najboljim ocjenama iz konačne evaluacije bila je: Računovodstvo ugljika za PES od strane (Operativne grupe) GO FOR.TRACK. Inovacija predstavlja metodu izračuna zaliha ugljika na temelju

podataka o biomasi šume koja bi se mogla koristiti za izračunavanje ugljičnih kredita i uspostavljanje tržišta s njima. Ovo je inovacija koja bi mogla biti korisna za mnoge dionike u Sloveniji.

**Ključne riječi:** operativne skupine, znanje, inovacije, ugljični krediti, dionici

## 2. Uvod

EU politika ruralnog razvoja naglašava važnost uspostave operativnih skupina kao jedne od najvažnijih mjera. Ove skupine su srž Europskog partnerstva za inovacije u poljoprivrednoj produktivnosti i održivosti, poznatog kao EIP-AGRI. Operativne skupine unutar EIP-AGRI predstavljaju zajednice stručnjaka koje se okupljaju u inovativnim projektima financiranim programima ruralnog razvoja (PRR). Njihov glavni cilj je prevesti inovativne ideje u izvediva rješenja (Parzonko i sur., 2022). Oni okupljaju razne dionike europskih sustava znanja i inovacija u poljoprivredi kao što su poljoprivrednici, šumari, istraživači, konzultanti, poduzeća, ekološke i interesne grupe te druge nevladine organizacije. Cilj im je ubrzati inovacije u poljoprivredi, šumarstvu i ruralnim područjima te pronaći praktična rješenja za izazove s kojima se ti akteri suočavaju u svom svakodnevnom radu (EU CAP NETWORK b. l.).

Glavni cilj ove politike je promicanje održivih i praktičnih rješenja za izazove u poljoprivredi i šumarstvu. Operativne skupine se mogu definirati kao posrednici u inovacijama, što naglašava njihovu ključnu ulogu u prijenosu znanja i razmjeni iskustava između različitih dionika (Nieto i sur., 2021.).

U sklopu projekta FOREST4EU promoviramo operativne skupine za šumarstvo i agrošumarstvo. Riječ je o projektu financiranom iz programa Obzor Europa 2020. koji ima za cilj povezati postojeće operativne skupine različitih europskih zemalja. Kroz projekt promičemo prijenos znanja i najboljih praksi između stručnjaka u tom području. U projekt je uključeno 16 partnera iz devet zemalja.

Za promicanje inovacija u poljoprivredi i poboljšanje prijenosa znanja između različitih regija i sektora, uspostava međuregionalnih, međusektorskih i inovacijskih središta (ITHubs) bila je ključna. Ta su se središta usredotočila na pet ključnih inovacijskih tema koje su bitne za budućnost poljoprivrede i ruralnih područja. Pet ključnih inovacijskih tema su (1) mobilizacija drva, tj. poboljšanje dodane vrijednosti ekstrakcije drva i poboljšanje dostupnosti potencijala drvne biomase iz privatnih šuma; (2) Prilagodba šuma klimatskim promjenama, odnosno traženje novih rješenja koja pomažu šumarima da gospodarenje šumama prilagode učincima klimatskih promjena; (3) Održivo gospodarenje šumama i uslugama ekosustava, tj. promicanje praksi koje reguliraju ekstrakciju drva za druge usluge ekosustava; (4) Ostali (nedrvni) šumski proizvodi za razvoj i razmjenu novih poslovnih modela za opskrbu nedrvnim šumskim proizvodima; (5) Sustavi poljoprivredno-šumarske proizvodnje za izradu i provedbu prilagođenih mjera potpore politici unutar sustava poljoprivredno-šumarske proizvodnje.

Inovacija se može definirati kao primjena novih ideja na proizvode, procese ili druge aspekte aktivnosti tvrtke koja dovodi do povećanja "vrijednosti" (Wiltshire et al., 2023.).

Cilj je olakšati međuregionalni prijenos znanja, prikupljanje, razmjenu i širenje znanja u vezi s inovacijama te razgovarati o prednostima operativnih skupina koje se financiraju iz Programa

ruralnog razvoja i koje su relevantne za provedbu EU Zelenog plana, kao i za uspostavu poveznice s kreatorima politika na lokalnoj razini, posebice u zemljama u kojima su operativne skupine već aktivne.

### 3. Metodologija

FOREST4EU metodologija slijedi razumijevanje inovacija u EIP-AGRI operativnim skupinama prema definiciji u "Smjernicama za programiranje za inovacije i implementaciju EIP za poljoprivrednu produktivnost i održivost" (2013).

Stoga su inovacije više od specifičnog izuma ili novine, uz naglasak na proces njegove praktične primjene i postizanje uspjeha (Weiss et al. 2020.). Kako bi klasificirali inovacije u odabranim EIP-AGRI operativnim skupinama u okviru FOREST4EU projekta, primijenjena metodologija uključuje razumijevanje inovacija u ruralnom razvoju Europske komisije koje je usmjereno na procese i multi-akterski pristup. Počinje identificiranjem različitih vrsta inovacija, čime se odgovara na pitanje o čemu se radi u inovaciji: tehnološke, procesne, proizvodne, uslužne, organizacijske ili društvene inovacije.

Sve inovacije uključene u projekt identificirali su i prikupili članovi ITHuba, iz postojećeg praktičnog znanja koje dolazi iz 86 europskih šumarskih i agrošumarskih operativnih skupina. Operativne skupine su identificirane u 10 različitih zemalja: Austrija (1), Francuska (19), Njemačka (1), Italija (11), Latvija (1), Nizozemska (1), Portugal (24), Španjolska (24), Slovenija (3) i Švedska (1). Na temelju tih inovacija konzorcij FOREST4EU projekta pripremio je 176 proširenih sažetaka (Extended summary - ES). Svaki od proširenih sažetaka predstavlja kratki sažetak jedne inovacije prikupljene u projektu.



Svi projekti i tematske mreže Obzor projekata, kao i sve operativne skupine, koriste zajednički format razvijen od strane EIP-AGRI mreže kako bi poljoprivrednicima, šumarima, savjetnicima ili drugim zainteresiranim dionicima pružili sažete i precizne praktične informacije (Practical Abstracts - PA). Prema pojašnjenju EIP-AGRI mreže, korištenje ovog zajedničkog formata olakšava razmjenu znanja, ali i kontakt između različitih praktičara i dionika.

### 3.1 Zbirka postojećih praktičnih znanja (inovacija) iz operativne skupine za šumarstvo i agrošumarstvo

Slijedeći metodologiju koju je razvio Steinbeis Europa Zentrum (S2i), u travnju 2023. članovi pet ITHub-ova identificirali su glavne izazove i potrebe s kojima se susreću šumari i drugi praktičari u vezi s određenim temama 5 uspostavljenih ITHub-ova.

Na temelju ovih nalaza, članovi ITHub-ova su prikupili praktično znanje o inovacijama koje su generirale odabrane EIP-AGRI operativne skupine. Ove inovacije rješavaju identificirane probleme i potrebe. Prikupljanje inovacija provedeno je putem namjenske analize ishoda odgovarajućih operativnih skupina koje pripadaju svakom ITHub-u. Navedeno je provedeno u dogovoru i u suradnji s koordinatorima svih odabranih operativnih skupina.

### 3.2 Izrada Proširenih sažetaka

Na temelju prikupljenog materijala i izravne razmjene s operativnim skupinama, članovi različitih ITHub-ova izradili su Proširene sažetke na engleskom jeziku (2 – 4 stranice) za svaku identificiranu inovaciju. U tu svrhu, S2i je razvio poseban predložak. Važno je napomenuti da su rezultati šumarskih i agrošumarskih operativnih skupina dostupni samo na nacionalnom jeziku.

FOREST4EU će ovo praktično znanje o inovacijama učiniti dostupnim široj javnosti diljem Europe, poboljšavajući prijenos praktičnog znanja s lokalne/nacionalne razine na EU razinu.

### 3.3 Priprema Sažetaka praksi

Od ožujka 2024. godine, pod koordinacijom S2i, svi članovi pet ITHubs-ova sudjeluju u izradi Sažetaka praksi temeljenih na FOREST4EU Proširenih sažetaka. Svaki Sažetak prakse uključuje opis inovacije, praktične preporuke (npr. koja bi bila glavna dodana vrijednost/korist/prilika za krajnjeg korisnika ako se inovacija provede? Kako praktičar može iskoristiti inovaciju?) i kontakt informacije. Svi pripremljeni sažeci prakse će biti dostupni na engleskom jeziku i na jednom od nacionalnih jezika iz konzorcija (hrvatski, finski, francuski, njemački, talijanski, latvijski, portugalski, slovenski i španjolski).

### 3.4 Proces odabira inovacija u Sloveniji

Svaki partner procijenio je 175 inovacija prema njihovoj relevantnosti s EU i nacionalne perspektive. Nakon primitka rezultata klasifikacije iz svake od zemalja sudionica, odabrano je 20 najviše rangiranih inovacija po ITHub-u (ukupno 100). U sljedećoj fazi uključeni su nacionalni stručnjaci za procjenu 20 inovacija po ITHub-u. Novi proces selekcije je uključivao stručnjake iz različitih ITHubs-ova. Ovaj proces selekcije u Sloveniji uključivao je 12 stručnjaka koji su identificirali 10 najrelevantnijih inovacija iz nacionalne perspektive. Tih 10 najrelevantnijih inovacija po ITHubu zatim je predstavljeno na radionici koja je organizirana u Sloveniji. Radionica je održana u Slovenskom šumarskom institutu, a prisustvovalo je otprilike 50 ljudi iz različitih ciljnih skupina. Za bolje



razumijevanje inovacija sudionicima su predstavljene kratke definicije s praktičnim primjerima različitih vrsta inovacija. Nakon prezentacije inovacija sudionici su ocijenili inovacije, a podaci su prikupljeni putem online ankete. U Sloveniji smo odabrali 5 inovacija po ITHubu, ukupno 25.

Odabrane inovacije su predstavljene u tablici ispod.

*Tablica 1. Inovacije iz 5 tematskih inovacijskih centara koje su odabrane tijekom radionice s dionicima*

|  |  |
|--|--|
| ITHUB<br>1: Mobilizacija drva                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Kreiranje vlastitog plana upravljanja putem online portala MojGozdar;</li> <li>(2) Sustav za procjenu kvalitete šumarskih izvođača;</li> <li>(3) Procjena troškova u sustavima sječe korištenjem web-alata (WoodChainManager);</li> <li>(4) LVL (Laminirano furnirano drvo) od bukve;</li> <li>(5) Online alat za klasifikaciju kvalitete oblovine.</li> </ul>  |
| ITHUB 2: Prilagodba<br>šuma klimatskim<br>promjenama | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Edukativni modul "šumari, vaš je red da igrate";</li> <li>(2) Primjena SlideforMap za procjenu hidrološkog rizika u održivo upravljanim šumama;</li> <li>(3) Bioclimsol: sustav za podršku odlučivanju koji integrira buduće klimatske i terenske uvjete;</li> <li>(4) UAV i multispektralna kamera za mapiranje stresnog područja šuma</li> <li>(5) Koncept i implementacija "održive pčelinje šume".</li> </ul> |



|   |  |
|---|--|
| <p>ITHUB 3: Održivo<br/>upravljanje šumama i<br/>ekosistemskim uslugama</p> | <p>(1) <i>Obračun ugljika za plaćanje ekoloških usluga (PES);</i><br/> (2) <i>Metoda ARCHI: alat za dijagnosticiranje vitalnosti stabala;</i><br/> (3) <i>Indeks potencijala bioraznolikosti (IBP): praktičan alat za šumare;</i><br/> (4) <i>Razvoj novog Martelloscopea za procjenu bioraznolikosti i volumena zaliha uz pomoć digitalnog blizanca;</i><br/> (5) <i>Podrška višestrukim objektima planova upravljanja šumama kroz lako dostupne informacije.</i></p> |
| <p>ITHUB 4: Ostali (ne-<br/>drvni) šumski<br/>proizvodi</p>                 | <p>(1) <i>Uspostavljanje novih poslovnih modela s NWFP,</i><br/> (2) <i>Biološko tretiranje raka kestena (Cryphonectria parasitica) u Portugalu;</i><br/> (3) <i>Prototip mobilnog postrojenja za proizvodnju drvenog ugljena;</i><br/> (4) <i>Vrednovanje zanemarenih biljaka;</i><br/> (5) <i>Post-žetvene prevlake od nusproizvoda gljiva</i></p>   |
| <p>ITHUB 5: Agrošumarstvo</p>   | <p>(1) <i>Mreža "Agrošumarstvo u Austriji"</i><br/> (2) <i>Kriteriji i pokazatelji za certifikaciju održivog upravljanja agrošumarskim sustavom PEFC;</i><br/> (3) <i>Savjetodavne usluge orijentirane na praktičare za agrošumske sustave u Austriji;</i><br/> (4) <i>Izvediv plan korak po korak s praktičnim smjernicama i konkretnim dizajnom za omogućavanje primjene agrošumarstva na farmama;</i><br/> (5) <i>Lokalna industrija zbijenih trupaca.</i></p>      |

Jedna od inovacija koja je prepoznata kao najzanimljivija je inovacija pod nazivom “Obračun ugljika za plaćanje za ekoloških usluga PES” koju je uveo GO FOR.TRACK. Inovacija je također prepoznata kao važna na radionicama u drugim zemljama, poput Hrvatske, Latvije i Španjolske. Navedena operativna skupina i inovacija detaljnije su prikazani u nastavku.

#### 4. Razvoj Sustava za Podršku Odlučivanju za Kontinuirano Kartiranje Šumskih Resursa (GO FOR.TRACK)

Šume pružaju više od samog drva i nedrvenih materijala; pružaju širok raspon dodatnih usluga, uključujući stvaranje staništa za biološku raznolikost, pročišćavanje vode i regulaciju poplava i klime (Fortrack, b.l.). Njihova sposobnost izdvajanja ugljika, osiguravanja hlađenja i opskrbe obnovljivim sirovinama, hranom i lijekovima ključna je za borbu protiv klimatskih promjena, prelazak na kružnu bioekonomiju i promicanje cjelokupnog zdravlja društva. Ekonomska održivost EU sektora šumarstva ostaje temeljni aspekt održivog gospodarenja šumama. Štoviše, ekonomska održivost ključna je za održavanje raznih dobrobiti koje šume pružaju društvu, za osiguranje egzistencije ruralnih zajednica. I javna i privatna plaćanja za usluge šumskog ekosustava nude alternativu za osiguranje financiranja višenamjenskog i zaštitnog gospodarenja šumama i održivog održavanja usluga ekosustava. U tom kontekstu, važno je razviti metode za kvantificiranje ovih usluga ekosustava. Među uslugama za koje postoji potencijalno tržište najrazvijeniji je ugljik.

Cilj GO FOR.TRACK bio je razviti i testirati sustav podrške odlučivanju koji omogućuje provedbu preciznih praksi uzgoja šuma na jednostavan i intuitivan način prilikom ažuriranja i izrade planova upravljanja.



S novim tehnološkim alatima ovaj sustav jača tržišnu moć privatnih vlasnika šuma, šumarskih poduzeća, javnih upravitelja, uslužnih i marketinških poduzeća i neovisnih poduzetnika te olakšava očuvanje šumske baštine Kalabrije. Omogućuje prijenos istraživačkih tehnika u praksu, uključujući GIS tehnologije, daljinsko očitavanje, prostorno modeliranje i računalne algoritme. Tvrtkama omogućuje jednostavno učitavanje popisa šuma i automatsko generiranje karata šumskih resursa i topografskih podataka (npr. nadmorska visina, nagib, pristupačnost).

Tematske karte i algoritmi mogu se koristiti za podršku donošenju odluka kroz:

- Kvantifikaciju šumskih varijabli,
- Potporu izradi planova gospodarenja šumama i zahtjeva za izdavanje dozvola za obavljanje šumarskih poslova na temelju posebnog obrasca koristeći tematske karte i podatke prikupljene na terenu,
- Vođenje evidencije o zahvatima i poslovima u šumarstvu tvrtke putem računalne i kartografske baze podataka,
- Prikupljanje podataka o zahvatima koji se izvode prema planovima gospodarenja radi ažuriranja podataka o tvrtki.

Navedenim se iz temelja mijenja način izrade planova upravljanja jer se revizijama dobivaju ažurirani podaci, smanjuju troškovi i time povećava tržišna snaga poduzeća.

Glavni očekivani učinak je prijedlog promjene pristupa gospodarenju šumama pomoću informacijskog sustava koji omogućuje jednostavnu i automatsku integraciju različitih baza podataka. Razvijen je jednostavan sustav koji olakšava pronalaženje informacija i dokumenata na razini poduzeća. Ove nove tehnologije pomažu povećati ekonomsku dodanu vrijednost šumarskih



aktivnosti smanjenjem troškova izrade i kontrole planova gospodarenja, promičući integraciju procjene višestrukih usluga ekosustava i nudeći novu perspektivu tradicionalnog gospodarenja šumama, koje je prvenstveno usmjereno samo na kvantificiranje rastući volumen zaliha.

Implementacija sustava za podršku odlučivanju omogućava pristup tehnologijama koje su bile nedostupne zbog nedostatka vještina programiranja među tvrtkama i tehničarima u sektoru. Konkretno, očekuju se promjene u cijeloj zajednici koja upravlja šumskim nasljeđem regije Kalabrije, s potencijalnim društveno-ekonomskim učincima koji omogućuju:

- promjene u načinu na koji upravitelji šuma organiziraju svoj rutinski rad;
- održivije korištenje šumskih resursa na temelju pokazatelja koje je definirao Forest Europe, bivša ministarska konferencija za zaštitu šuma u Europi, a koji se mogu lako procijeniti pomoću informacijskog sustava;
- promjena u razini prihoda šumarskog sektora zbog uštede troškova prikupljanja podataka o šumama.

Glavni očekivani učinak ove projektne mreže kroz predložene metodologije je poboljšanje konkurentnosti šumarskog sektora u regiji Kalabrije smanjenjem troškova dobivanja informacija, koji su trenutno vrlo visoki s tradicionalnim alatima. Nadalje, modul sustava implementiran na regionalnoj razini predstavlja prvu informacijsku bazu dostupnu svim tvrtkama i tehničarima, što će donijeti duboku promjenu u prikupljanju informacija o šumskim sustavima Toskane, a posebno u svim općinama regije Kalabrije .

U Italiji još uvijek ne postoji formalizirano nacionalno tržište ugljika, a aktivnosti se odvijaju uglavnom u dobrovoljnom sektoru. U ovom

scenariju, izračun "uobičajenog poslovanja" (BAU) i kompenzacija koja proizlazi iz upravljanja je ključna.

Kako biste dobili sliku BAU-a, važno je pronaći što je više moguće standardizirane metode i točno kvantificirati ugljik. U ovom slučaju, upotrebom podataka o biomasi s parcele, integrirajući ih s podacima satelita za daljinsko otkrivanje (satelit Sentinel-2) korištenjem pristupa temeljenog na području, dobivena je karta biomase koja je zatim pretvorena u ugljik pomoću nacionalnog faktora konverzije od 0,5. Ti se podaci u početku nisu koristili za sudjelovanje na tržištu karbonskih kredita, već samo za pružanje referentnog okvira za BAU i za pokretanje predloženih promjena upravljanja, s namjerom izračuna kompenzacija u kasnijoj fazi.

## 5. Inovacija: Obračun ugljika za plaćanje ekoloških usluga PES

Kopneni ekosustavi, uključujući šume, igraju važnu ulogu u ugljičnom ciklusu, djelujući kao upijači i izvori ugljičnog dioksida, ovisno o njihovim uvjetima, primijenjenim praksama upravljanja i antropogenim te prirodnim interakcijama unutar sustava. Međunarodna tehnička i politička tijela koja se bave klimatskim promjenama i problemom povećanja emisije ugljika, počevši od Konferencije u Rio de Janeiru 1992. godine i poznatog Kyoto Protokola iz 1997. godine, ratificiranog od strane Italije na europskoj i nacionalnoj razini (Zakon br. 10 od 1. lipnja 2002.), stvorili su složen sustav za izračunavanje i evaluaciju emisija. Navedeni sustav je redovno revidiran i ažuriran na godišnjim konferencijama stranaka (COP/MOP).

U ovom kontekstu, bitno je razmotriti kredite ugljika pohranjene od strane šumskih ekosustava. Također je ključno kvantificirati



potencijalne poraste i padove CO<sub>2</sub> koji se mogu koristiti od strane država za smanjenje troškova povezanih s prekoračenjem emisijskih limita postavljenih Kyoto Protokolom. Sporazum iz Kyota i njegov kasniji razvoj doveli su do definicije i regulacije "trgovine ugljikom", tržišta za ugljične kredite koje proširuje perspektivu razvoja energetske plana s međunarodne na nacionalnu na regionalnu i lokalnu razinu omogućavajući trgovanje karbonskim kreditima. Osim toga, postoji kompenzacija ugljika gdje se emisije ugljičnog dioksida i/ili stakleničkih plinova smanjuju kako bi se kompenzirale emisije uzrokovane drugdje.

U tom kontekstu, razlikuju se dva glavna tržišta:

- Službeno tržište
- Dobrovoljno tržište.

Na ovim se tržištima trguje ugljičnim kreditima za smanjenje emisija stakleničkih plinova, jednog od glavnih uzroka klimatskih promjena. Ugljični kredit je "nematerijalna" jedinica stvorena aktivnošću koja apsorbira ugljični dioksid ili sprječava emisiju stakleničkih plinova. Ključna značajka tržišta ugljičnih kredita je da se krediti generiraju lokalnim djelovanjem za smanjenje emisija, a ne djelovanjem u drugim zemljama.

## 5.1 Službeno tržište

Službeno tržište za Kyoto pokriva sve vrste kredita, uključujući RMU-ove za korištenje zemljišta, promjenu korištenja zemljišta i šumarstvo (LULUCF). Gornja granica je minimalni iznos koji država jamči u neprenosivim AAU-ovima, CER-ovima, ERU-ovima i RMU-ovima za održavanje pričuve za ciljno razdoblje. EU ETS uključuje

kredite za LULUCF, uključujući tCER/lCER iz AR projekata u okviru CDM.

Od 2008. Italija koristi ugljične kredite iz svojih šuma za međunarodne ciljeve Protokola iz Kyota. Trenutačno nije moguće surađivati s pojedinačnim upraviteljem/vlasnikom šume kao što je OG na službenom tržištu i u Italiji još ne postoji mehanizam za kompenzaciju vlasnika za ugljične kredite.

## 5.2 Dobrovoljno tržište

Dobrovoljno tržište ugljika zanimljivo je vlasnicima šuma i tvrtkama u operativnim skupinama jer se temelji na dobrovoljnim pravilima i ne postavlja ciljeve. Potrebno je kvantificirati otpornost na ugljik koja proizlazi iz upravljanja prema standardnom okviru. To može biti teško, ali neki operateri certificiranja kao što su PEFC, FSC i VERRA nude metodologije za izračun kompenzacija. Shema pruža okvir za kvantificiranje kompenzacija koje se mogu koristiti u komercijalne ili dobrotvorne svrhe po cijeni između 5,50 i 30 eura po toni CO<sub>2</sub>.

Iako svako certifikacijsko tijelo koristi različite metodologije za kvantificiranje kompenzacija, postoje formalni standardi za njihovu kvantifikaciju temeljeni na suradnji između emitera, regulatora, ekologa i razvojnih projekata. Ovi standardi uključuju Verified Carbon Standard, Green-e Climate i Chicago Climate Exchange, koji proširuju zahtjeve CDM-a Protokola iz Kyota. Kad je riječ o CDM projektima, prihvatljive su samo AR aktivnosti, dok na nacionalnoj razini to uključuje i LULUCF aktivnosti, koje su definirane u člancima 3.3 i 3.4 Protokola iz Kyota i Odluke 2/CMP7.

Unutar dviju šuma društava sudionika operativne skupine, moguće su sljedeće kompenzacijske mjere:

- IFM (Poboljšano upravljanje šumama)

Ako dvije šumarske tvrtke žele ući na tržište dobrovoljne intervencije, moraju se pridržavati nekih tehničkih pravila:

- Dodanost i namjera moraju se izračunati u normalnim uvjetima upravljanja. To znači da se izračunavaju s određenim projektom koji se razlikuje od onoga što se inače radi (BAU). Mogu se uzeti u obzir samo aktivnosti koje dovode do smanjenja emisija i povećanog skladištenja (dodatno) u usporedbi s BAU,
- Učinci apsorpcije moraju biti trajni tijekom vremena. Rizici povezani s požarima, olujama i najezdom štetočina uvijek moraju ostati tradicionalni,
- Treba postojati ravnoteža između ulaganja u apsorpciju i ulaganja u očuvanje i pretvorbu energije, uključujući i one koji će kupiti kredite,
- Dodanosti se moraju mjeriti, a bolje je da se to radi provjerljivim metodološkim standardima.

### 5.3 Metodologija inovacije

Za razvoj karte biomase šuma ključno je imati pristup različitim vrstama informacija. U procesu razvoja koristili smo informacije koje su obično dostupne za planove upravljanja šumama u dvije šume kojima upravlja GO FOR.TRACK-ove dvije partnerske tvrtke. Tvrtka ima GNSS prijemnik za istraživanje parcele s GNSS centrom gdje su sva stabla izmjerena te ima pristup informacijama o volumenu zaliha drvene mase. Informacije o terenskoj parceli koristili smo za razvoj karte drvene mase temeljem metode bazirane na površini koristeći Sentinel-2 slike kao prediktivne varijable. Na ovoj osnovi

razvijena je karta drvne mase s točnošću od 23x23 m (Giannetti i sur., 2022).

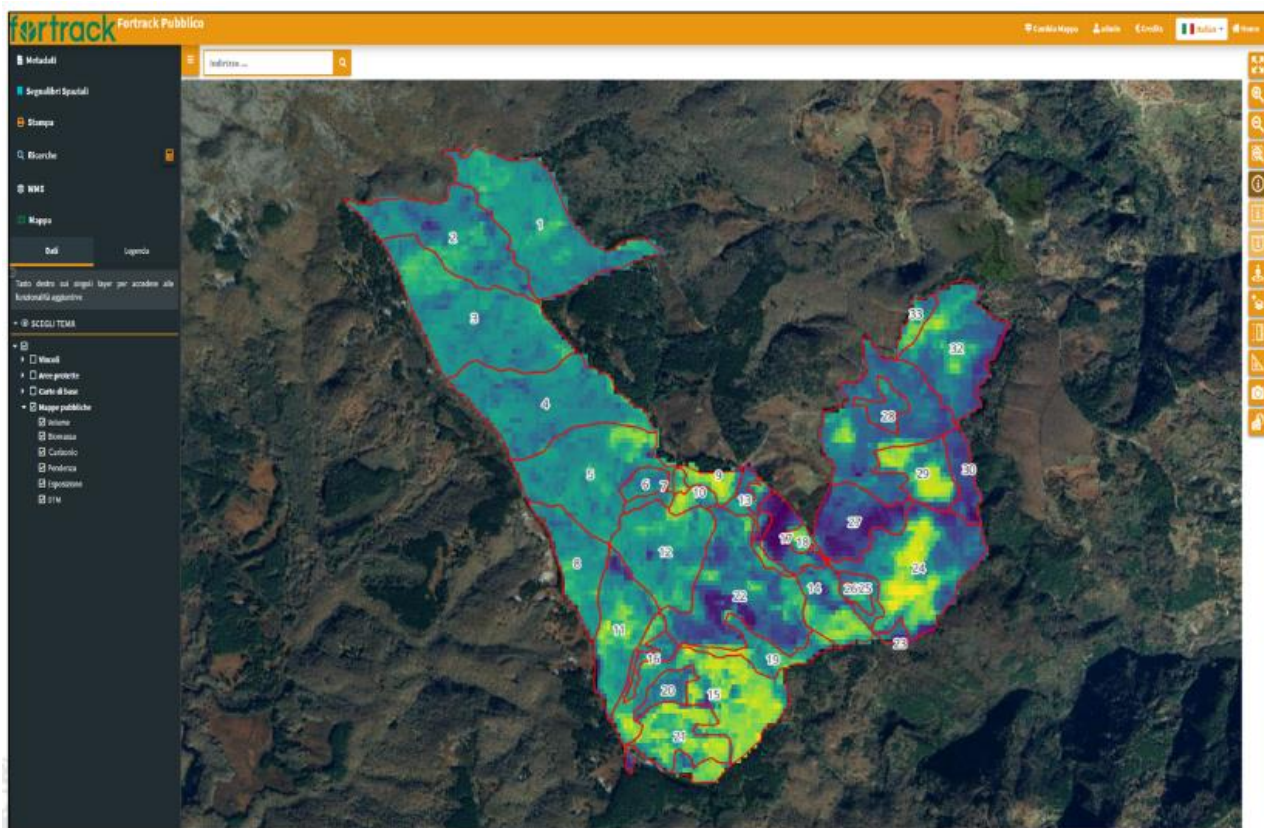
Karta volumena drvne mase (GSV) zatim je pretvorena u kartu biomase. Za pretvorbu GSV-a u biomasu potrebne su dvije ključne informacije: (1) prostorna distribucija tipova šuma; (2) faktori proširenja biomase (BEF) i osnovne gustoće drva (WBD) za svaki tip šume. Budući da je GSV karta kontinuirana prostorna karta, za pretvorbu u biomasu koristili smo detaljnu prostornu kartu tipova šuma koju su razvile dvije tvrtke u kontekstu njihovih planova upravljanja šumama kao geografski sloj za pretvorbu GSV-a u biomasu prema formuli Federici i sur. (2008):

$$\text{BIO} = \text{GSV} * \text{BEF} * \text{WDB}$$

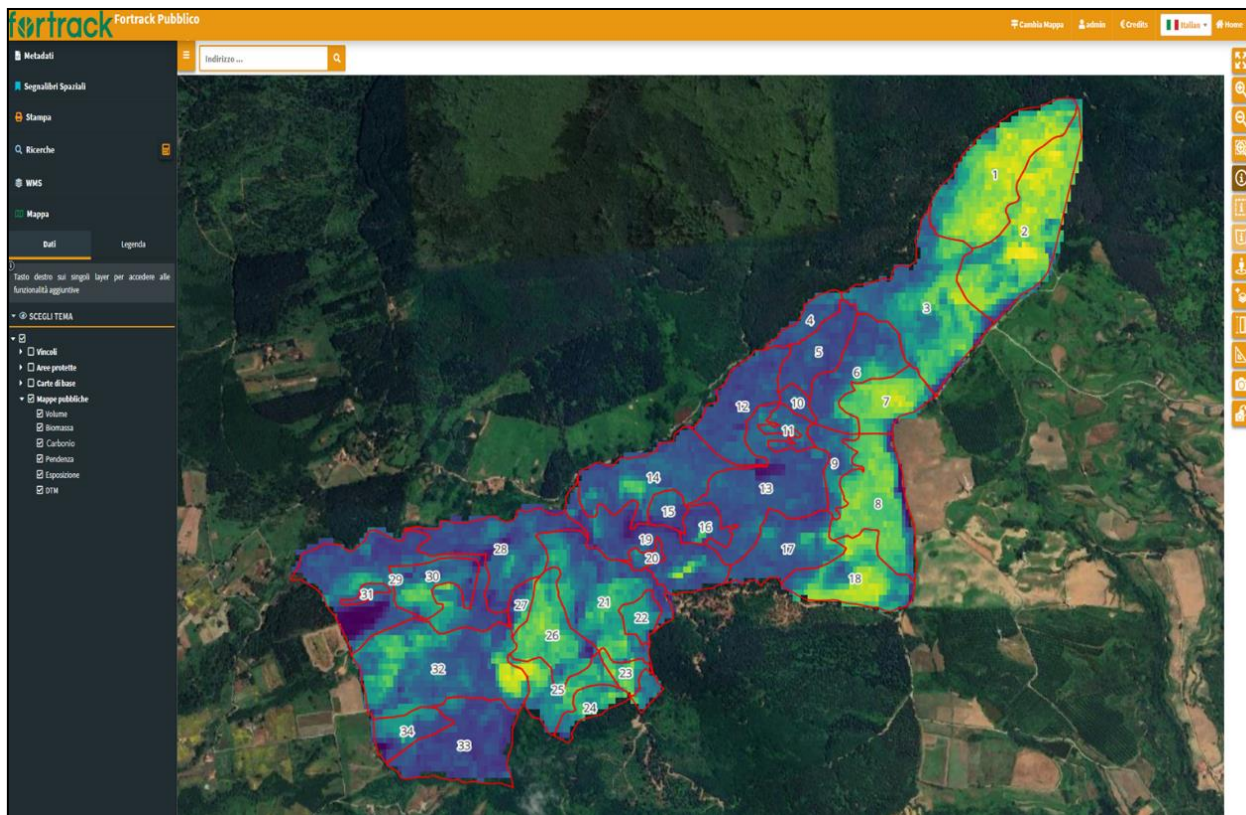
Značenje jednadžbe; GSV je vrijednost piksela zaliha drvne mase (m<sup>3</sup>/ha), BEF je faktor proširenja biomase za svaki tip šume, a WBD je osnovna gustoća drva za svaki tip šume.

Dobivena karta biomase ima piksele od 23 m x 23 m koji označavaju biomasu šume u t/ha.

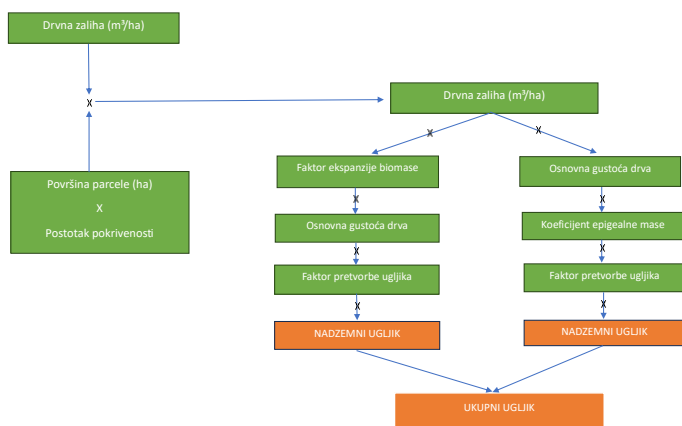
Za pretvorbu biomase u ugljik koristili smo faktor pretvorbe 0,5 i dobili kartu ugljika (t/ha) koja je početna točka za BAU (Giannetti i sur., 2022).



*Slika 1. Karta pojedinosti rasta zaliha jednog područja OG implementirane u sustav podrške odlučivanju GO Fortrack*



Slika 2. Pojediniosti o ugljiku jednog područja OG implementiranog u sustav podrške odlučivanju GO Fortrack



Da bismo dobili kartu ekosistemskih usluga za asimilaciju ugljika šumskih formacija, razvili smo pristup Federici i sur. (2008) za talijanske šume. Prema ovom pristupu, drvena zaliha pretvorena je u nadzemnu

Slika 3. Shema izračuna asimiliranog ugljika u šumama regije gornja Bidente Ridracoli

biomasu (t/ha) i nadzemna biomasa (t/ha) te zatim u ugljik prema shemi na slici 3 i omjerima specifičnim za vrste navedenim u tablici 1.

*Tablica 2. Faktori širenja biomase (BEF), bazalna gustoća drva (WBD) i omjer podzemne i nadzemne biomase (omjer korijen/izbojak - R) prema vrsti gospodarenja i dominantnoj vrsti, izvedeni iz rada Federici et al. (2008).*

| Tip upravljanja šumom | Vrsta šume  | Faktor proširenja biomase (BEF)<br>Vrijednost nadzemne biomase/volumen drva | Osnovna gustoća drva (WBD)<br>Masa anander (t)/volumen svježeg drva (m3) | (R) Masa podzemne biomase/Masa drvene biomase |
|-----------------------|---|---|--|---|
| Visoka stabla         | Europska smreka (Picea abies)                                       | 1.29  | 0.38   | 0.29  |
|                       | Srebrna jela (Abies alba)   | 1.34  | 0.38   | 0.28  |
|                       | Planinski borovi (Pinus nigra, Pinus sylvestris, Pinus wallichiana) | 1.33  | 0.47   | 0.36  |
|                       | Ostale crnogorice (grčka jela, ariš, kleka)                         | 1.37  | 0.43   | 0.29  |
|                       | Europska bukva (Fagus sylvatica)                                    | 1.36  | 0.61   | 0.20  |
|                       | Turski hrast (Quercus cerris)                                       | 1.45  | 0.69   | 0.24  |
|                       | Ostali hrast  | 1.42  | 0.67   | 0.20  |
|                       | Slatki kesten (Castanea sativa)                                     | 1.33  | 0.49   | 0.28  |
|                       | Ostale širokolisne vrste (grabić, trešnja)                          | 1.47  | 0.53   | 0.24  |



|                |  |      |      |      |
|----------------|--|------|------|------|
| Nisko raslinje | Europska bukva<br>(Fagus sylvatica)    | 1.36 | 0.61 | 0.20 |
|                | Slatki kesten<br>(Castanea sativa)     | 1.33 | 0.46 | 0.28 |
|                | Crni i bijeli<br>grabić                | 1.28 | 0.66 | 0.28 |
|                | Turski hrast<br>(Quercus cerris)       | 1.23 | 0.69 | 0.24 |
|                | Hrast medunac<br>(Quercus pubescens)   | 1.23 | 0.69 | 0.24 |
|                | Ostali hrast                           | 1.39 | 0.65 | 0.20 |
|                | Ostale širokolisne vrste (javor, joha) | 1.53 | 0.53 | 0.29 |
| Plantaže       | Crnogorica<br>(Duglasia)               | 1.41 | 0.43 | 0.29 |

Detaljnije, nadzemna biomasa svake šumske parcele izračunata je pomoću sljedeće funkcije:

$$\text{Above – ground biomass} = \text{wood stock } m^3/\text{ha} * (\text{forest plot area ha} * \text{percent of cover}) * \text{BEF} * \text{WDB}$$

Značenje jednadžbe: Woody Stock predstavlja GSV[m<sup>3</sup>/ ha<sup>-1</sup>]; Površina šumske parcele je površina koju pokriva sastojina u ha, Percent of Cover je postotak pokrivenosti parcele šumskim vrstama, BEF je faktor ekspanzije biomase, koji pretvara volumen drva u nadzemnu drvnu biomasu dominantne vrste; WDB je osnovna gustoća drva (t/m<sup>3</sup>) dominantne vrste.

BEF-ovi su dobiveni za svaku šumsku parcelu na temelju dominantnih vrsta korištenjem preliminarnih rezultata projekta

RiselsItalia koji je provela ISAFa (ISAFa 2004.), dok je osnovne gustoće za pretvorbe iz svježeg volumena u suhu težinu za svaku dominantnu vrstu izveo Giordano (1988.) (Stol 1).

$$\text{Below – ground biomass} = \text{wood stock} \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} * (\text{forest plot area ha} * \text{percent of cover}) * \text{WDB} * \text{R}$$

Značenje jednadžbe; Woody Stock je volumen drva [m<sup>3</sup>/ha]; Površina parcele je površina koju parcela pokriva u ha. Postotak pokrivenosti je postotak pokrivenosti parcele šumskim vrstama; WDB je osnovna gustoća drva (t/m<sup>3</sup>) dominantne vrste, a R koeficijent pretvara drvenu zalihu u podzemnu biomasu dominantne vrste. R faktori pretvorbe dobiveni su za svaku dominantnu vrstu korištenjem preliminarnih rezultata projekta RiselsItalia od strane ISAFa-e (ISAFa 2004), dok su osnovne gustoće za pretvorbe svježeg volumena u suhu težinu izvedene za svaku šumsku vrstu iz Giordana (1988) (Tablica 1).

Iz tako dobivenih karata šumske biomase izrađene su karte asimilacije ugljika korištenjem faktora pretvorbe izračunatog na temelju EN-16449 uredbe, koju su koristili i Federici et al. (2008) na talijanskoj razini. Kao što je navedeno u propisu EN-16449 iz 2014., drvo sadrži različite količine celuloze (između 40% i 55%), hemiceluloze (između 12% i 15%), lignina (između 15% i 30%) i ekstraktivnih tvari (između 2 % i 15%) ovisno o vrsti drveća. Na temelju sastava ovih spojeva može se pretpostaviti da drvo ima približan prosječni sadržaj ugljika od oko 50 % suhe težine drva. U skladu s postupkom opisanim u Federici et al. (2008) i norme EN-16449 (2014) u ovom planu kao vrijednost za sadržaj ugljika u drvnoj biomasi koristi se faktor pretvorbe od 0,5.

Nadzemna biomasa, podzemna biomasa, nadzemni asimilirani ugljik i podzemni asimilirani ugljik izračunati su za svaku šumsku jedinicu

korištenjem sljedeće metode. Ukupni asimilirani ugljik izračunat je zbrajanjem epigealnog asimiliranog ugljika i hipogealnog asimiliranog ugljika.

## 6. Literatura

BS EN 16449:2014. Wood And Wood-Based Products. Calculation Of The Biogenic Carbon Content Of Wood And Conversion To Carbon Dioxide (British Standard). 2014

EU Cap Network. [https://eu-cap-network.ec.europa.eu/operational-groups\\_en](https://eu-cap-network.ec.europa.eu/operational-groups_en) (24.5.2024)

Federici, S., Vitullo, M., Tulipano, S., De Lauretis, R., Seufert, G. 2008. An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: The Italian case. *IForest*, 1, 86–95.

Fortrack. <https://fortrack.it/> (29.05.2024)

Giannetti, F.; Chirici, G.; Vangi, E.; Corona, P.; Maselli, F.; Chiesi, M.; D'Amico, G.; Puletti, N. 2022. Wall-to-Wall Mapping of Forest Biomass and Wood Volume Increment in Italy. *Forests*, 13, 1989. <https://doi.org/10.3390/f13121989>

Giordano, G., 1988. Tecnologia del legno, Tecnologia del legno. Unione tipografico-editrice torinese.

Guidelines On Programming for Innovation and Implementation of the EIP for Agricultural Productivity and Sustainability. 2013. Brussels, European Commission.

INFC Il disegno di campionamento. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. 2004.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 10, 1997, 2303 U.N.T.S. 162.

Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULCF).

<https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf> (24.5.2024).

Nieto Aleman P A., Garcia-Alvarez-Coque J., Corbi J M., Pineiro V. 2021. Collaboration through eip-agri operational groups and their role as innovation intermediaries´ special issue innovation and sustainability of agri-food system in the mediterranean area. *New Medit*, 3: 17 – 32.

<http://dx.doi.org/10.30682/nm2103b>

Parzonko A J., Wawrzyniak S., Krzyzanowska K. 2022. The role of the innovation broker in the formation of EIP-AGRI operational groups. *Annals of the polish association of agricultural and agribusiness economists*, 24, 1: 194 – 208.

<http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0015.7252>

Weiss G., Ludvig A., Živojinović I. 2020. Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries – a systematic literature review. *Forest Policy and Economics*, 120.

<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102288>

Wiltshire J., Avis K., Gill D. 2023. Guidance to member states in improving the contribution of land-use, forestry, and agriculture to enhance climate, energy and environment ambition. Brussels, European Commission.




# FOREST4EU

 **Funded by the European Union**

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



 [forest4eu.eu](http://forest4eu.eu)



-  FOREST4EU Project
-  FOREST4EU Project
-  [info@forest4eu.eu](mailto:info@forest4eu.eu)