

# ManFor NOVICE

LETNIK: 2015 ŠTEVILKA: 4

ManFor C.BD LIFE09ENV/IT/000078 PROJEKT

MANAGING FORESTS FOR MULTIPLE PURPOSES:  
CARBON, BIODIVERSITY AND SOCIO-ECONOMIC WELLBEING

VEČNAMENSKO GOSPODARJENJE Z GOZDOM:  
OGLJIK, BIOTSKA RAZNOVRSTNOST IN SOCIO-EKONOMSKE KORISTI

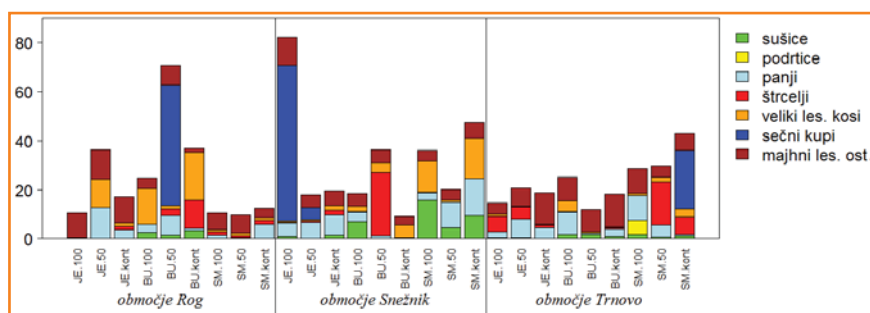
## Odmrta lesna biomasa

Mitja Skudnik

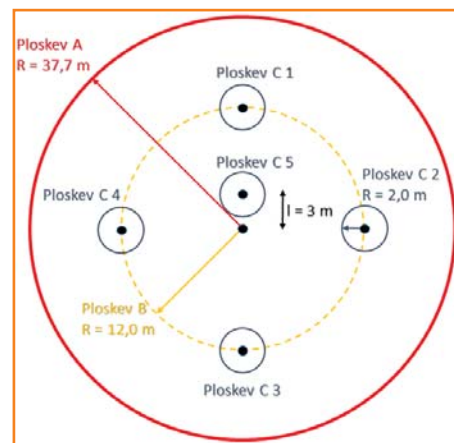
Odmrta lesna biomasa je masa organske snovi, ki je izpostavljena procesu razkroja. Vključuje vsa lesna tkiva, od drobnih korenin, vej, panjev, lesnih kosov do celih odmrlih dreves. Odmrta lesna biomasa delimo na velike lesne ostanke (angl. *coarse woody debris*) in majhne lesne ostanke (angl. *fine woody debris*).

Odmrta lesna biomasa ima pomembno vlogo pri zagotavljanju življenjskega prostora številnim glivam, rastlinskim in živalskim vrstam. Živali lahko uporabljajo odmrta lesna biomasa kot vir hrane, za svoje bivališče, kot gradbeni material itd. Za številne rastline in glive je odmrta lesna biomasa pomemben rastni substrat. Odmrta lesna biomasa, predvsem majhni lesni ostanki, so zelo pomembni tudi z vidika kroženja mineralnih snovi in dušika. Kar 50 % hranil, ki jih sprejmejo drevesa v gozdu, izvira iz razkroja detritusa. Detritus poleg majhnih lesnih ostankov vsebuje tudi odmrlo listje, koreninice, mikorizne hife in mikroopad. Različne živalske in rastlinske vrste potrebujejo različne tipe odmrle lesne biomase - npr. lesne sove so odvisne od sušic, nekatere vrste mahu od debelejših lesnih kosov itd.

Da bi ugotovili razporeditev glavnih tipov odmrle lesne biomase v jelovo-bukovih gozdovih (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.), smo v projektu Life+ ManFor C.BD na 27 raziskovalnih ploskvah prešteli število in izmerili dimenzije sedmim tipom odmrle lesne biomase (sušice, podrtice, panji, štrclji, veliki lesni kosi, sečni kupi in majhni lesni ostanki). Meritve smo izvajali na različno velikih površinah (slika 1), tako da smo redkeje prisotne tipe odmrle lesne biomase (sušica, podrtica, večji panji itd.) izmerili na večji površini. Pogosteje prisotne tipe (manjši panji in majhni lesni ostanki) smo izmerili na manjši površini. Sušice in podrtice, debelejšše od 10 cm, smo izmerili na večji površini (slika 1 – rdeči krog). Sušice in podrtice, tanjše od 10 cm, ter velike lesne kose in panje smo izmerili na manjši površini (slika 1 – rumeni krog). Na najmanjših ploskvah smo izmerili majhne lesne ostanke (slika 1 – črni krogi).



Slika 2: Prostornina odmrle lesne biomase (m<sup>3</sup>/ha) na 27 raziskovalnih ploskvah, ločeno glede na različne tipe odmrle lesne biomase.



Slika 1: Shematski prikaz velikosti raziskovalne ploskve in delitev na različne popisne površine.

Na raziskovalnih ploskvah smo v povprečju izmerili 27 m<sup>3</sup>/ha odmrle lesne biomase (slika 2). Od tega kar 37 % predstavljajo majhni lesni ostanki. Med velikimi lesnimi ostanki imajo najvišji delež panji (20 %) in večji lesni kosi (15 %). Sušice in podrtice skupaj predstavljajo 8 % odmrle lesne biomase.

Spremljanje različnih tipov odmrle lesne biomase je vse pomembnejše z vidika ohranjanja določenih vrst in habitatnih tipov. Količine odmrle lesne biomase so pomembne pri poročanju v okviru mednarodnih programov in obvez, npr. ministrska konferenca o varstvu gozdov v Evropi, Kjoto protokol itd.

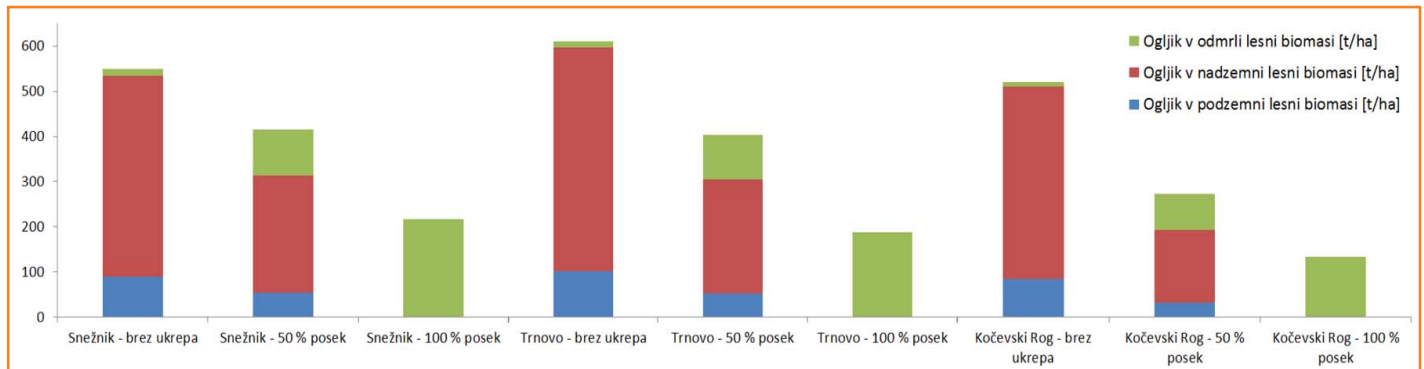


## Ogljik v gozdu

Mitja Ferlan

V okviru projekta ManFor C.BD nas v povezavi z ogljikom zanimajo njegovi viri, ponori, kroženje ogljika v gozdu itd. Z ogljikom so tesno povezani nekateri kazalniki, ki smo jih spremljali v projektu, kot so lesna zaloga, odmrta lesna biomasa in respiracija tal. V nadaljevanju je kratka razlaga ogljikove poti skozi gozdni ekosistem in povezav z omenjenimi kazalniki.

Kroženje ogljika poteka v naslednjih tokokrogih: i) zrak-rastlina-zrak, ii) zrak-rastlina-tla-zrak, iii) zrak-rastlina-odmrta lesna biomasa-zrak. V zraku je atom ogljika vezan z dvema atomoma kisika v ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ). Vsaka molekula  $\text{CO}_2$ , ki jo rastlina sprejme skozi liste skupaj z vodo in sončno svetlobo, sodeluje v procesu fotosinteze in s tem pri tvorbi asimilatov ter posledično pri rasti rastline. Shranjevanje ogljika v lesu posredno vpliva na blaženje podnebnih sprememb. Pri gospodarjenju z gozdom si želimo čim večji prirastek uporabnega in kvalitetnega lesa ter uporabo lesa v gradbeništvu in industriji. Ogljik v lesenem izdelku bo ostal vezan za čas življenjske dobe izdelka. Ogljik se v obliki  $\text{CO}_2$  iz odmrle lesne biomase sprošča v zrak tekom razkroja, nekaj pa ga ostane vezanega v obliki organske snovi v tleh.



Slika 3: Ogljik v lesni biomasi [t/ha] na testnih območjih Snežnik, Trnovo in Kočevski Rog glede na vrsto ukrepa.



Prehajanje ogljika med tlemi in ozračjem, ki ga imenujemo respiracija ali dihanje tal, je zelo intenzivno. Intenziteta izhajanja ogljika iz tal v obliki  $\text{CO}_2$  je odvisna od vsebnosti vode v tleh in temperature tal. Meritve respiracije tal nam nakazujejo količino ogljika v gozdnih tleh.

Po poseku drevja se močno poveča delež odmrlih korenin. Zaradi odpiranja sklepa krošenj se poveča tudi temperatura tal. Pospeši se razgradnja korenin, kar vpliva na povečano respiracijo tal in posledično povečanje koncentracije  $\text{CO}_2$  v prizemni plasti zraka. Uspešno pomlajevanje gozdnih sestojev po poseku prispeva k blaženju podnebnih sprememb, saj mlade rastline v procesu fotosinteze vežejo  $\text{CO}_2$  v biomaso.

Slika 4: Testiranje sistema za meritev respiracije tal. Sistem je bil razvit v okviru projekta ManFor C.BD. (foto: Mitja Ferlan)

## Meritve debelinskega priraščanja jelk na testnem območju Trnovo z elektronskimi dendrometri

Tom Levanič



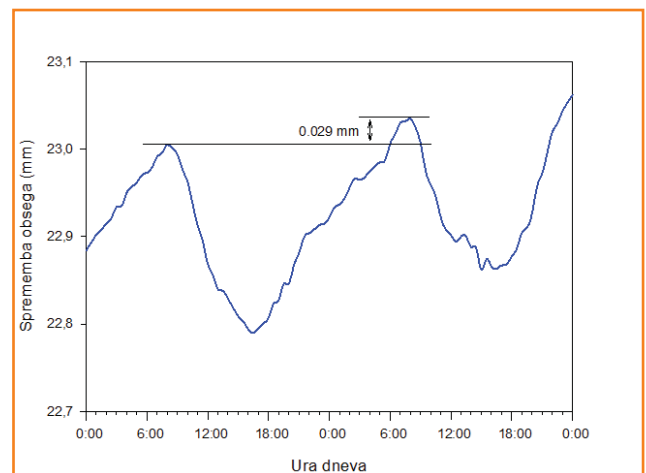
Slika 5: Tračni elektronski dendrometer na deblu jelke.

V okviru projekta Life+ ManFor C.BD smo namestili tračne elektronske dendrometre (slika 5) na šest jelk (*Abies alba*) na testnem območju Trnovo. Elektronski dendrometer je naprava, ki meri spremembe premera debla drevesa (točkovni dendrometri) ali spremembe obsega debla (tračni elektronski dendrometri). V našem primeru smo merili spremembe obsega debla, na podlagi katerega smo nato izračunali debelinski prirastek.

Elektronski dendrometri podatke o obsegu debla zajemajo vsako sekundo z natančnostjo stotinke milimetra, nato pa jih povprečijo v časovnih intervalih, ki jih določi uporabnik (v našem primeru 30 minut). Z elektronskimi dendrometri dobimo vpogled v debelinsko rast drevesa v kratkih časovnih intervalih, hkrati pa pridobimo podatke o odzivanju drevesa na spremembe okoljskih razmer.

### Dnevni nivo (od polnoči do polnoči)

Rast je neprekinjen proces v rastni sezoni, kljub temu pa so kambijeva aktivnost in fiziološki procesi v drevesu odvisni od razpoložljive vode, ogljikovega dioksida, temperature in sončnega obsevanja. Še posebej dostopnost in vsebnost vode v tleh ter intenziteta sončnega obsevanja sta dejavnika, ki pomembno vplivata na krčenje in nabrekanje debla. Krčenje, nabrekanje in rast debla se namreč dobro vidijo v meritvah z elektronskimi dendrometri (slika 6). Premer drevesa je zjutraj nekoliko večji kot popoldan, ko drevo za proces fotosinteze potrebuje največ vode in ogljikovega dioksida. Ker je v času najintenzivnejše fotosinteze potreba po vodi največja, njen dotok preko korenin pa omejen, se deblo skrči. Ko se proces fotosinteze upočasni, se začne vsebnost vode v deblu povečevati in višek doseže tik pred sončnim vzhodom naslednjega dne. Ker je v tem času drevo tudi nekoliko priraslo, se med dvema vrhovoma krivulje spremembe obsega opazi razlika, ki ustreza debelinskemu prirastku drevesa v zadnjih 24-urah (slika 6).

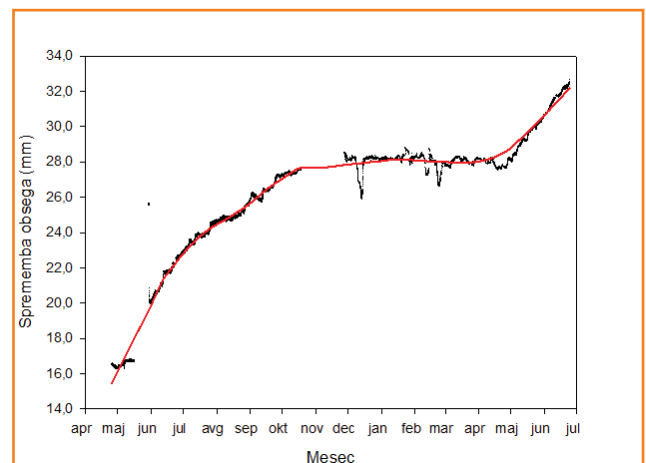


Slika 6: Sprememba obsega debla jelke v 24-urah na testnem območju Trnovo v obdobju najhitrejše rasti v juliju.

### Sezonski nivo (od maja 2012 do maja 2013)

Na sezonskem nivoju nam dajo meritve debelinskega priraščanja z elektronskimi dendrometri dober vpogled v začetek, trajanje in konec debelinske rasti. Poleg tega lahko določimo obdobje hitre in počasne debelinske rasti (slika 7). Vplivi temperature zraka in padavin na debelinski prirastek (kambijeva aktivnost) so najizrazitejši v času najhitrejše debelinske rasti.

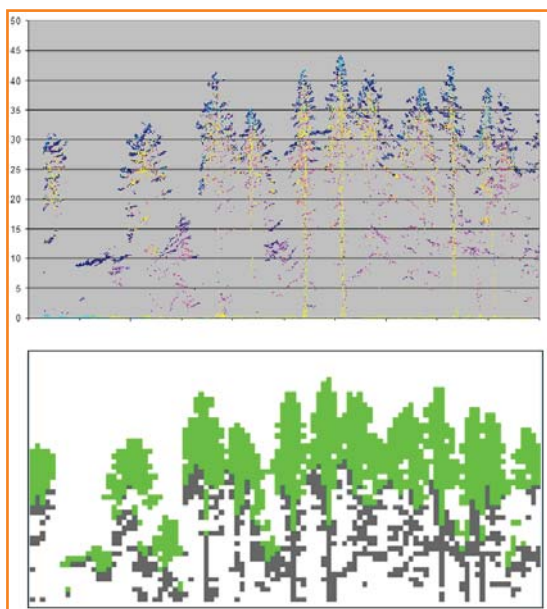
Na sliki 7 vidimo debelinsko priraščanje jelke na testnem območju Trnovo v letu 2012. Krivulja debelinskega priraščanja je precej strma, kar kaže na velik debelinski prirastek in hiter odziv drevesa na ugodne rastne razmere. Krivulja debelinskega priraščanja se izravna pozno v jeseni. Zaradi rahle izsušitve in podhladitve debla, je v zimskem obdobju opazno krčenje njegovega obsega. Opazen je tudi začetek rastne sezone v letu 2013 – teden ali dva pred začetkom rastne sezone se deblo skrči. To je posledica intenzivnejšega procesa fotosinteze in premikanja vode po drevesu.



Slika 7: Sprememba obsega debla jelke na testnem območju Trnovo od maja 2012 do sredine julija 2013. V letu 2013 je viden začetek debelinske rasti v sredini maja.

## Uporaba lidarja za zaznavanje sprememb strukture gozdnih sestojev

Andrej Kobler, Andreja Ferreira, Boštjan Mali, Lado Kutnar, Marko Kovač, Milan Kopal, Andrej Grah



Slika 8: Ocena volumna fotosintetsko aktivnega dela krošenj na transektu skozi smrekov sesto na testnem območju Trnovo. Zgornji graf prikazuje prerez skozi normaliziran oblak točk (relief je virtualno izravnano), barve pa ponazarjajo različne tipe odbojev (prvi, zadnji, edini, vmesni). Na ordinati je lestvica višin v metrih.

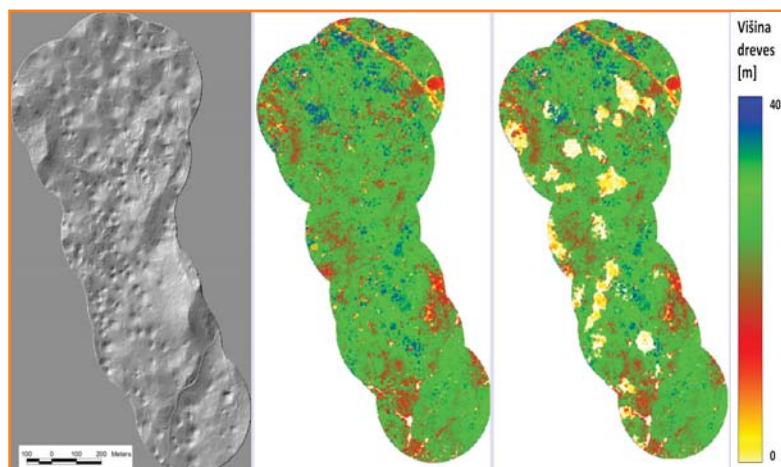
Spodnja slika na istem transektu prikazuje prerez skozi 3D upodobitev fotosintetsko aktivnega dela krošenj (v zeleni barvi). Senčni del krošenj je prikazan v sivi barvi. Ločljivost 3D upodobitve je 1 m<sup>3</sup>. Metoda je prilagojena po Lefsky in sod. (1999).

Na treh testnih območjih v Sloveniji smo izvedli dve lidarski snemanji – prvo decembra leta 2011, tik pred izvedbo gozdnogojitvenih ukrepov (redčenje oz. posek različnih intenzitet), drugo novembra leta 2013 (po izvedbi gozdnogojitvenih ukrepov). S primerjavo dveh posnetkov je mogoče prostorsko zelo podrobno kvantificirati spremembe različnih vidikov sestojne strukture.

Izdelali smo digitalni model reliefa, digitalni model krošenj, prostorsko oceno volumna fotosintetsko aktivnega dela krošenj, oceno sestojnega sklepa in identifikacijo sestojnih vrzeli. Za vse te kazalnike s primerjavo podatkov dveh snemanj ugotavljamo spremembe, ki so rezultat različne intenzitete gozdnogojitvenih ukrepov (kontrolna ploskev brez poseka, posek 50 % lesne zaloge in posek celotne lesne zaloge na površini 0,4 hektarja).

Lidar (*Light Detection And Ranging*) je laserski senzor, ki daje podrobne tridimenzionalne informacije o notranji strukturi gozdnega sestaja in o reliefu pod gozdnim sestojem, ki jih je zelo težko pridobiti z drugimi tehnikami daljinskega zaznavanja. Laserski žarek lahko prodre skozi majhne vrzeli med listjem in seže tudi do tal, s čimer omogoča merjenje topografije tudi pod sklepom drevesnih krošenj.

Lidarski posnetek je sestavljen iz gostega oblaka točk, iz katerega lahko povzamemo mnoge informacije o gozdu. Najhitreje rastoče področje uporabe lidarja je izdelava digitalnih modelov reliefa (DMR), še posebej v gozdnatih območjih, kjer fotogrametrične tehnike ne dosegajo natančnosti lidarja. Kvaliteten DMR je predpogoj za nepopačene ocene relativnih višin posameznih lidarskih točk nad tlemi in s tem za analizo notranje strukture gozda. Izdelava digitalnega modela krošenj (DMK) s pomočjo lidarskih podatkov, je pogosta metoda ugotavljanja višin krošenj v gozdu. Ta prikazuje relativne višine gozdne vegetacije nad tlemi. Iz DMK lahko prepoznamo in razmejimo vrzeli v sklepu krošenj, ki so pomemben dejavnik pri pomlajevanju gozda.



Slika 9: Levo je senčen digitalni model reliefa z vodoravno ločljivostjo 1 m. Digitalni model krošenj prikazuje višino drevja v metrih pred redčenjem (v sredini) in po redčenju (desno). Vse karte prikazujejo testno območje Trnovo.