

MERITVE NETO IZMENJAVE OGLJIKA ZA ZARAŠČAJOČE SE TRAVIŠČE NA KRASU v JZ SLOVENIJI

Net ecosystem exchange measurement above abundant
grassland in Karst in SW Slovenia

Povzetek: V submediteranskem delu Slovenije na Podgorskem krasu poteka od leta 2008 preučevanje vpliva spremembe rabe tal na izmenjavo ogljika med ekosistemom in atmosfero. Meritve potekajo na zapuščenem in z lesnimi vrstami zaraščanjem travišču z Eddy Covariance metodologijo. V prispevku so predstavljene metodološke osnove in rezultati enoletnih meritev.

Ključne besede: Eddy Covariance, NEE, zaraščanje travišč, Kras, ekosistem, ekosistemske meritve.

Abstract: In the submediterranean part of Slovenia at Podgorski Karst a research plot was established in year 2008 to estimate the impact of land use change on carbon exchange between ecosystems and atmosphere. For measurements above grassland with woody species Eddy Covariance methodology was used. The article presents the methodological basis of measurements and results of first year of measurements.

Keywords: Eddy Covariance, NEE, woody plant encroachment, Karst ecosystem, ecosystem measurements

UVOD

Zaraščanje travišč s lesnatimi rastlinami ima vpliv na vodni režim, biokemične procese in rastlinsko pestrost. V splošnem naj bi ta proces vodil k povečanju zaloga ogljika v zaraščajočih ekosistemih v primerjavi s travišči. Nekatere raziskave (Jackson in sod., 2002) navajajo, da lahko zaraščanje povzroči tudi izgube ogljika iz ekosistema. Redki avtorji (npr. Scott in sod., 2006) poročajo o meritvah izmenjave plinov med ekosistemom in atmosfero (NEE = net ecosystem exchange) za opuščena in zaraščajoča se travišča. Te študije nakazujejo intenzivno vezavo ogljika v zaraščajočih ekosistemih. V sušnih predelih je vezava ogljika odvisna od letne razporeditve padavin (Potts in sod., 2006). V prispevku so predstavljeni rezultati enoletnih meritev NEE in ocena za zaraščajoče travišče v submediteranskem delu Slovenije z Eddy Covariance metodologijo.

* Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija,
e-pošta: mitja.ferlan@gozdis.si

^f Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija

MATERIALI IN METODE

Na Podgorskem krasu v JZ Sloveniji so bile avgusta 2008 na raziskovalni ploskvi vzpostavljene mikrometeorološke in meteorološke meritve. Za omenjeno območje je značilno prehodno podnebje med mediteranskim in celinskim; povprečna temperatura je 11°C, količina padavin pa 1300 mm (obdobje 1970-2000, ARSO). Kljub dokaj obilnim padavinam je vegetacija sklerofilna, saj prevladujejo plitva tla (sprsteninaste (Ol-Of-Ah-AC-C) in rjave rendzine (Ol-Of-Ah-BiC-C)), razvite na paleogenskem apnencu. Globina tal se na kratki razdalji spreminja od 0 cm (površinska skalovitost) do dveh metrov in več v žepih med skalami. Maksimalni naklon ploskve je 3°. V zadnjih desetletjih je območje podvrženo intenzivnim spremembam rabe tal. Predhodno intenzivno izkoriščana travišča so se pričela opuščati in preraščati z grmovjem in drevjem. Za raziskovalno ploskev smo izbrali zaraščajoče travišče, ki zadnjih 30 let ni več v kmetijski rabi. Ploskev je pokrita z manjšim drevjem in grmovjem v povprečju okoli 40 % površine.

Preglednica 1: Nadzemna lesna biomasa po drevesnih in grmovnih vrstah, ocenjena po metodologiji TCO-GTOS.

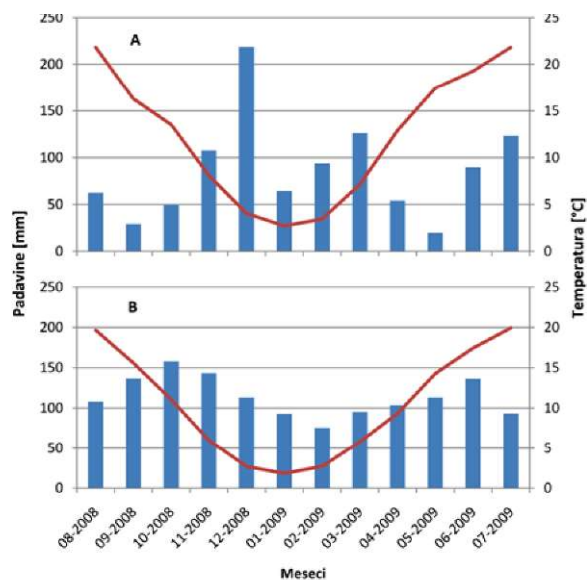
	m³/ha
<i>Quercus pubescens</i>	78.8
<i>Fraxinus minor</i>	2.2
<i>Juniperus communis</i>	4.7
<i>Prunus s.p.</i>	4.4
Ostalo	6.2
Skupaj	96.3

Povprečna drevesna višina je okoli 7 metrov. V glavni drevesni plasti prevladuje puhasti hrast (*Quercus pubescens*). Nadzemna lesna biomasa je bila ocenjena na okoli 100 m³ ha⁻¹ po metodologiji TCO-GTOS (Terrestrial Carbon Observations panel of the Global Terrestrial Observing System).

Na izbrani ploskvi je bil leta 2008 postavljen 15 m visok stolp, opremljen za meteorološke meritve in meritve NEE po metodi Eddy Covariance. Poenostavljeno lahko to metodo predstavimo kot meritve številnih vrtincev zraka nad merjenim ekosistemom. Vsaka celica zraka, ki se nahaja v vrtincu, ima svojo koncentracijo ogljikovega dioksida in vodne pare, temperaturo in smer. Parametre posameznega vrtinca uspemo zaznati z dovolj natančno in hitro odzivno (20 Hz) merilno opremo. Tako pridobljene meritve nato obdelamo po metodologiji evropskega projekta Euroflux z vsemi potrebnimi korekcijami in izračunamo vertikalni tok CO₂ na enoto površine izbranega ekosistema. Površina ekosistema, ki jo zajamemo z zgoraj opisanimi meritvami, je odvisna od višine postavitve merilne opreme, ta pa od hrapavosti zgornjega sloja obravnavanega ekosistema, ki je v interakciji z atmosfero. V našem primeru si to površino lahko predstavljamo kot elipso z daljšo osjo obrnjeno proti prevladujoči smeri vetra in površino okoli 1 km². Za to površino lahko ocenimo NEE, ki je rezultat meritev tokov kroženja ogljika, pri čemer predstavlja glavni vnos ogljika v kopenske ekosisteme fotosinteza zelenih rastlin (bruto primarna produkcija), glavni tok ogljika iz ekosistema pa je njegovo dihanje, h kateremu pomembno prispeva dihanje tal.

REZULTATI IN RAZPRAVA

V prvem letu meritev NEE (od 1. 8. 2008 do 1. 8. 2009) je izbrana ploskev vezala malo ogljika (63 g C m⁻²). Na osnovi kratkega enoletnega časovnega obdobja ne moremo sklepati, kako močan ponor oziroma vir je preučevani ekosistem. Vezava ogljika je v suhih ekosistemih precej odvisna od vremenskih razmer (porazdelitve padavin) merjenega obdobja. To se kaže tudi v našem primeru, saj



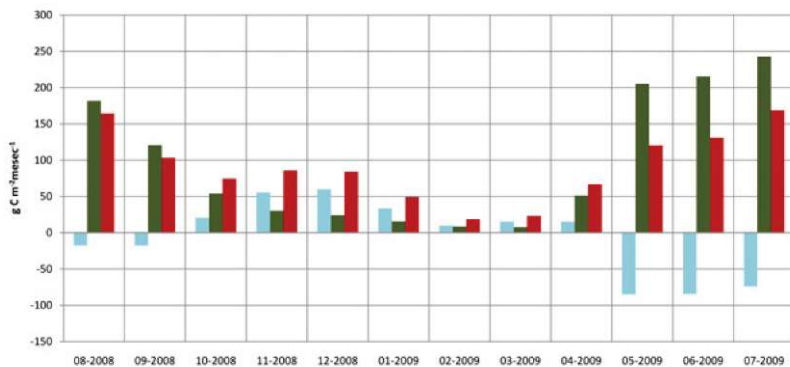
Slika 1: Mesečne količine padavin (mm) in temperatura zraka (°C) za A) izbrano ploskev v obdobju od 1. 8. 2008 do 1. 8. 2009 in B) za dolgoletno povprečje (1970-2000) meteoroloških postaj arhiv ARSO (Postojna, Godnje, Ilirska Bistrica, Koper, Beli križ, Portorož)

padavinski vzorci na ploskvi precej odstopajo od klimatske normale za izbrano področje (ARSO). (Slika 1)

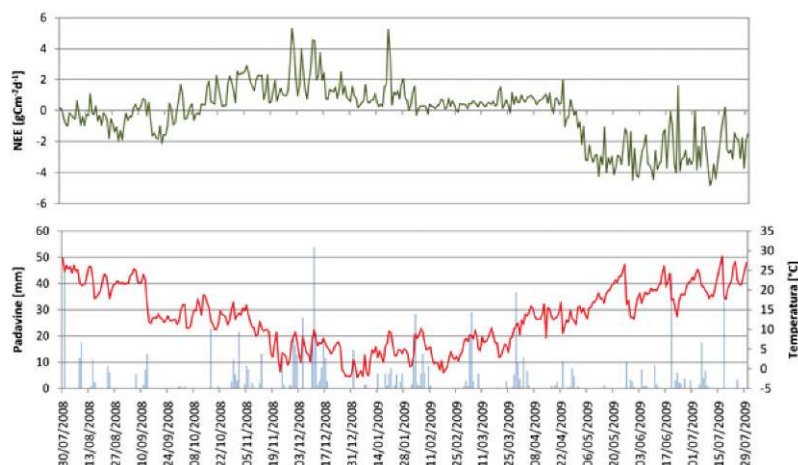
Po metodologijah projekta Euroflux lahko izmerjeni NEE, ki ob določenih predpostavkah Eddy Covariance metodologije predstavlja oceno neto primarne produkcije ekosistema (NEP), razdelimo na bruto primarno produkcijo (GPP), in dihanje celotnega ekosistema (Reco). Ključni dejavnik delitve sta temperatura in globalno sevanje. Ta dva parametra pridobimo iz spremljajočih meteoroloških meritev (Slika 2).

Proučevani ekosistem preide iz neto vira v neto ponor ogljika v maju 2009 (slika 3). Fenološki razvoj zeliščne plasti se začne že mesec prej, a ta prehod je očitno posledica razvoja drevesne fenologije, saj sovpada z brstenjem prevladujoče drevesne vrste. Opazovana ploskev nato ostane ponor ogljika vse do konca opazovanega obdobja, ponorna aktivnost pa je dokaj variabilna, na kar še posebej vplivajo padavinski dogodki.

Po večjih padavinskih dogodkih, še posebno v jesenskem in zimskem času, vrednost NEE močno naraste (slika 3). V poletnem času bi to lahko bila posledica zmanjšane vezave CO₂ zaradi zmanjšane globalnega sevanja, kar vpliva na zmanjšano fotosintetsko aktivnost, v zimskem obdobju pa vira CO₂ ni možno povsem jasno razložiti, saj ni zgolj posledica dihanja ekosistema, ki je pogojeno z višjimi temperaturami, saj so te v jesenskem in zimskem obdobju



Slika 2: Mesečne vrednosti izmenjave ogljika med ekosistemom in atmosfero (NEE), bruto primarne produkcije (GPP) in dihanja celotnega ekosistema (Reco) za izbrano zaraščajočo raziskovalno ploskev (od 1. 8. 2008 do 1. 8. 2009).



Slika 3: Dnevne vrednosti NEE ($\text{gCm}^{-2}\text{d}^{-1}$), padavin (mm) in temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) za izbrano zaraščajočo raziskovalno ploskev (od 1. 8. 2008 do 1. 8. 2009).

razmeroma nizke. Možna razlaga za tovrsten pojav je izpodrivanje CO_2 iz por v tleh ob obilnih padavinah in izhajanje CO_2 zaradi spremembe zračnega tlaka in konvekcije (Inglisma in sod., 2009, Serrano-Ortiz in sod., 2009), pri čemer je ta CO_2 lahko tako organogenega (dihanje organizmov) kot tudi geogenega nastanka (obarjanje karbonatov).

SKLEP

Raziskave ponorne aktivnosti ekosistemov morajo temeljiti na daljšem časovnem nizu meritev. Zaradi tega iz enoletnih meritev težko ocenimo ponorno moč opazovanega ekosistema. Preučevana zaraščajoča se površina vsekakor deluje kot ponor ogljika. Spremljajoče meritve na ekstenzivno rabljenih pašnikih za isto odboje nakazujejo izgube ogljika iz ekosistema (Ferlan in sod., 2010, neobjavljeno), razlike med obema sukcesijskima stadijema

pa so v skladu s predhodnimi opažanji (Scott in sod., 2006).

Za podroben vpogled v samo kroženje ogljika v ekosistemu pa metoda Eddy Covariance ne zadošča. Potrebne so še spremljajoče meritve dihanja tal, fotosinteze, hitrosti razgradnje odmrle biomase itn. Nepojasnjeno ostaja povečanje izpustov NEE po večjih padavinskih dogodkih, posebej v jesenskem in zimskem času. V prihodnjih raziskavah, ki bodo potekale vzporedno z meritvami NEE, bomo poskušali nanj odgovoriti. Pestrost in heterogenost terena bo pri tem velika ovira, saj s spremljajočimi točkovnimi meritvami le težko pokrijemo celotno območje, ki ga pokrivajo Eddy Covariance meritve.

LITERATURA

- Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.G., Pockman W.T., Wall D.H. (2002) Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands. *Nature*, 418: 623-626
- Potts D.L., Huxman T.E., Scott R.L., Williams D.G., Goodrich D.C. (2006) The sensitivity of ecosystem carbon exchange to seasonal precipitation and woody plant encroachment. *Oecologia*, 150: 453-463
- Scott R.L., Huxman T.E., Williams D.G., Goodrich D.C. (2006) Ecohydrological impacts of woody-plant encroachment: seasonal patterns of water and carbon dioxide exchange within a semiarid riparian environment. *Global Change Biology*, 12: 311-324
- Inglisma I., Alberti G., Bertolini T., Vaccari F. P., Gioli B., Miglietta F., Cotrufo M. F., Peressotti A. (2009) Precipitation pulses enhance respiration of Mediterranean ecosystems: the balance between organic and inorganic components of increased soil CO_2 efflux. *Global Change Biology*, 15: 1289-1301
- Serrano-Ortiz P., Roland M., Sanchez-Moral S., Janssens I.A., Domingo F., Goddérís I., Kowalski A.S. (2010) Hidden, abiotic CO_2 flows and gaseous reservoirs in the terrestrial carbon cycle: Review and perspectives. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 321-329