

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/66



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L4-2265
Naslov projekta	Klimatske spremembe ter vplivi antropogenih motenj na primarno produkcijo v gozdnih tleh
Vodja projekta	7127 Hojka Kraigher
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4176
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	404 Gozdarski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 1683 CELICA, biomedicinski center, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo 4.01.01 Gozd - gozdarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	4.01
- Veda	4 Kmetijske vede
- Področje	4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

S projektom smo želeli prispevati k naslednjim ciljem: 1) Kvantificirati NPP v gozdnih tleh, predvsem razvoj in delovanje korenin in mikorize pod vplivi povišanih temperatur (v kontroliranih pogojih); 2) Kvantificirati vplive uporabe težke mehanizacije na razvoj

korenin in mikorize v gozdnih tleh; 3) Vključiti pridobljene rezultate v model, ki vključuje pomen mikorize in drobnih korenin za dinamiko ogljika, za uporabo v gozdarstvu.

Za ugotavljanje pestrosti ECM v raziskovalnem poskusu smo uporabili tri metode: anatomsko-morfološko metodo, molekularne pristope in konstrukcijo filogenetskih dreves in potrdili dejstvo, da različni pristopi pri ugotavljanju pestrosti ECM lahko vodijo do različnih rezultatov. Kljub konstrukciji filogenetskih dreves s primerjavo sekvenc v bazah GENBANK in UNITE pri dveh najbolj pogostih tipih ektomikorize iz rodov *Scleroderma* in *Tuber* nismo uspeli določiti vrste, bodisi zaradi variabilnosti ali nedorečenosti identifikacij v obeh mednarodnih bazah. Hipotezo, da se micelij ECM gliv pojavlja tudi v substratu in ne le na koreninskih sistemih, smo potrdili z metodo DGGE. Potrdili smo hipotezo, da zunanja temperatura in temperatura okolja koreninskih sistemov vpliva na vrstno sestavo tipov ektomikorize in njihovo razraščanje.

S popisovanjem fenofaz smo ugotovili, da stopnja olistanja pri sadikah bukve iste provenience sovпада s spreminjanjem okoljske temperature.

Potrdili smo hipotezo, da uporaba težke mehanizacije pri spravilu lesa vpliva na rast in razvoj drobnih korenin in s tem na razvoj mikoriznih gliv v tleh, kar smo predstavili na konferencah za neposredne uporabnike, v znanstvenih, strokovnih in poljudnih prispevkih.

Rezultate meritev rasti korenin in micelija v kontroliranih temperaturnih pogojih smo uporabili pri razvoju eksperimentalnega mehanicističnega modela ANAFORE, ki se lahko uporablja kot poseben modul v modeliranju za potrebe načrtovanja in poročanja o ponorih ogljika v gozdarstvu.

V okviru projekta smo vzpostavili novo raziskovalno infrastrukturo, razvili sistem hlajenja koreninskih sistemov, avtomatskega omočenja talnih substratov in sistem za meritve respiracije talnih substratov. Eksperimentalni sistem z rizotroni in dodatnim hlajenjem koreninskega sistema predstavlja nov pristop pri raziskavah vpliva temperature na rast sadik bukve ter njihovih nadzemnih in podzemnih delov in mikoriznega micelija. Sistem analiz respiracije podzemnih delov je predmet patentne prijave.

V okviru projekta smo objavili 19 znanstvenih in strokovnih člankov, dva poljudna prispevka o procesih v gozdnih tleh, 26 prispevkov na konferencah (3 vabljene), 9 prispevkov v monografskih publikacijah, pomemben je prispevek v Priročniku za lastnike gozdov, organizirali smo več konferenc, izobraževanj za študente, pridobljena sta bila dva patenta, zabeleženih je več vabljenih predavanj – gostovanj na tujih univerzah in aktivnosti v uredniških odborih.

ANG

The project objectives were: 1) to quantify NPP in forest soils, especially the development and functioning of roots and mycorrhiza under the influence of elevated temperatures (under controlled conditions), 2) to quantify the effects of heavy machinery on the development of roots and mycorrhiza in forest soils; 3) to integrate the results obtained in the model, including the importance of mycorrhiza and fine roots to carbon dynamics, which would be applicable in forest management and reporting.

To determine the diversity of ECM in the experimental set-up, we used three methods: anatomic-morphological method, molecular approaches and construction of phylogenetic trees, and confirmed that different approaches in determining the diversity of ECM may lead to different results. Despite the construction of phylogenetic trees by comparing the sequences in GenBank and UNITE databases in the two most common types of ectomycorrhiza from the genera *Scleroderma* and *Tuber* we were unable to determine them to the species level, either due to variability or to ambiguity in the identification of

both international databases. Hypothesis that the ECM fungal mycelium occurs in the substrate and not only on the root systems was confirmed by DGGE method. We confirmed our hypothesis that the temperature in the above-ground and below-ground environment affects differently the fine root growth, species composition of ectomycorrhiza and their proliferation. When describing phenological stages, we found that the rate of leaf unfolding of beech seedlings in the same provenance coincides with changing environmental temperature. We also confirmed the hypothesis that the use of heavy machinery for harvesting and skidding affects growth and development of fine roots and thus the processes in forest soils, which was presented in papers at conferences to direct users in scientific, technical and general contributions.

The results of measurements of root growth and mycelia under controlled temperature conditions were used in the development of an experimental mechanistic model ANAFORE, which can be used as a separate module in the modeling in forest management practices and in reporting of carbon sinks in forestry.

Within the project, we established a new research infrastructure for cooling of root systems, and automatic wetting of soil substrates and a system for measuring soil respiration of substrates in the rhizotrons. Both systems were part of a patent application. We published 19 scientific articles, two public presentations of processes in the forest floor, 26 papers at conferences (3 invited), 9 chapters in monographs, the results formed part of the Handbook on forest management for forest owners, we have organized a number of conferences, trainings for students, obtained two patents, have given several invited lectures in foreign universities and were active in editorial boards.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

S projektom smo želeli prispevati k naslednjim ciljem: 1) Kvantificirati NPP v gozdnih tleh, predvsem razvoj in delovanje korenin in mikorize pod vplivi povišanih temperatur (v kontroliranih pogojih); 2) Kvantificirati vplive uporabe težke mehanizacije na razvoj korenin in mikorize v gozdnih tleh; 3) Vključiti pridobljene rezultate v model, ki vključuje pomen mikorize in drobnih korenin za dinamiko ogljika, za uporabo v gozdarstvu.

1) V kontroliranih poskusnih pogojih smo analizirali rast korenin in micelija mikoriznih gliv pri sadikah bukve (enotne provenience, v steriliziranih substratih, na koreninskih sistemih prisotna nativna mikoriza iz Drevesnice Omorika Muta), ki so rastle v rizotronih pri uravnavanih temperaturnih pogojih nadzemnih (NHL) oziroma ločeno dodatno hlajenih podzemnih delov (DHL) v komori s povišanimi koncentracijami CO₂, pri povišanih temperaturah v rastlinjaku (RA) in v kontrolnih pogojih pri zunanji temperaturi na lokaciji inštituta (LO) (pri vsakem od pogojev je rastle 17 sadik). Izdelali smo sistem za hlajenje koreninskega sistema, sistem za namakanje rizotronov glede na vlažnost substrata in sistem za merjenje fotosinteze ter respiracije talnih substratov s premičnimi pokrovi. Meritve tokov CO₂ smo izvajali z LICOR® (LI-840) CO₂/H₂O GAS ANALYZER; slednje je bilo testirano in standardizirano v prvem letu rasti sadik. Raziskali smo vpliv temperature na pestrost naravno prisotnih mikoriznih gliv, na rast drobnih korenin in površino tal, ki jo prerašča micelij, ter popisali fenofaze olistanja sadik. Rast drobnih korenin in micelija smo sledili s fotografiranjem z digitalnim SLR fotoaparatom (EOS DIGITAL REBEL T1i/EOS 500D). Slike korenin smo analizirali s programom Rootfly[©], površino substrata, ki ga prerašča micelij pa z indirektno metodo meritve površine pikselov. Za identifikacijo tipov ektomikorize smo uporabili metode anatomske in molekularne identifikacije, sekveniranja ITS regije rDNA, primerjave z dostopnimi sekvencami v bazah GENBANK in UNITE in tvorbo filogenetskih dreves. Zaradi primerjave prisotnosti mikoriznih gliv v substratih v rizotronih smo razvili metodo

DGGE za določanje združb gliv kompleksnih substratih.

Večjo pestrost tipov ektomikorize smo zabeležili v pogojih rasti v komori, najpogostejši vrsti sta bili iz rodov *Scleroderma* in *Tuber*, pri čemer sta obe identifikaciji po primerjavi filogenetskih dreves ostali brez identifikacije do vrste. Identificirane tipe mikorize smo določili tudi v ekstraktih iz talnih substratov. Drobne korenine in micelij ektomikorizne glive *Scleroderma* sp. (površina preraščanja) so uspevale najboljše pri dodatno hlajenih podzemnih delih (DHL), manj ugodni so bili pogoji brez dodatnega hlajenja korenin v komori (NHL), najmanj ugodni za rast pa so bili pogoji pri povišanih temperaturah in v pogojih rasti pri zunanji temperaturi v Ljubljani. Povprečni mesečni prirastek micelija v času meritev je bil 63 oz. 41 cm² v DHL oz NHL pogojih. Sklepamo, da temperatura vpliva na značilnosti rasti podzemnih delov sadik bukve, na pestrost tipov ektomikorize in razrast (in delovanje) micelija mikoriznih gliv. Razlike v temperaturi med nadzemnim in podzemnim delom sadik (DHL), dosežene v eksperimentalnih pogojih, ustrezajo razmeram v naravnih tleh v zastrtih gozdnih sestojih, NHL pa ponazarja temperaturne razmere v tleh po motnjah.

Poleg teh meritev smo z dvofotonskim konfokalnim mikroskopom (Zeiss LSM 7MP) merili pojavnost na površino vezane fosfataze (SBP) pri ektomikoriznih glivah. Uporabili smo fluorogeni substrat ELF-97 in pripravili postopek analize slike za kvantifikacijo (s programom ImageJ). Predhodni rezultati kažejo razlike pri distribuciji SBP na ektomikoriznih gliv pri različnih okoljskih razmerah. Odvzeli smo tudi vzorce za izotopske analize z IRMS. Pri višjih temperaturah (30-50°C) smo opazili nižje $\delta^{13}\text{C}$ vrednosti in s tem vgrajevanje lažjega izotopa C v korenine. Za primerjavo smo analizirali respiracijo v naravnih bukovih gozdovih na različnih strukturah tal. Rezultati so pokazali, da na respiracijo in izotopsko sestavo talnega CO₂ vpliva geološka sestava tal (predvsem prisotnost karbonatnih mineralov) in tekstura tal, ki vpliva na izmenjavo oziroma mešanje zračnega CO₂ in vsebnost vlage. Analizirali smo tudi organske frakcije tal v območju treh gozdnih kompleksov, ki se med seboj razlikujejo po geološki podlagi. Raziskave prsti so bile usmerjene predvsem v določanje elementne in izotopske sestave (Europa Scientific 20-20 masni spektrometer) organske snovi ter analize organskih sestavin v tleh z DRIFT in ¹³C NMR spektroskopijo. Na hitrejšo razgradnjo organske snovi vplivajo predvsem višje temperature, vrstna sestava mikrobnih združb in vegetacije.

2) V okviru projekta smo na raziskovalnih objektih na Osankarici (Pohorje) izvajali meritve odzivov koreninskega sistema gozdnega drevja na spremembe vodno-zračnih lastnosti tal zaradi uporabe težke mehanizacije pri sečnji in spravilu lesa. Ugotovljene so bile dolgoročne spremembe v količini in dinamiki drobnih korenin na kolesnicah, nastalih z vožnjo strojev za sečnjo po naravnih gozdnih tleh. Potrdili smo hipotezo o vplivih gozdne tehnike na rast, biomaso in življenjski obrat drobnih korenin. Razgaljenost gozdnih tal vpliva na koreninski sistem, ki je izpostavljen višjim temperaturam. Zbitost tal zmanjšuje dotok vode, hranil in zraka do korenin. Vse te spremembe pomenijo za rastline stres, kar posledično vodi v zmanjšanje NPP. Rezultati raziskav na Osankarici (Pohorje) potrjujejo hipotezo, da drevesa izgubo korenin na območju gozdnih poti nadomeščajo z razvijanjem koreninskega sistema na območjih zunaj poškodovanih gozdnih poti.

3) Rezultati raziskav vplivov različne temperature in koncentracij CO₂ na rast korenin in mikorize ter tokove C v raziskovanih sistemih so uporabni za razvoj modelov za oceno vplivov možnih klimatskih sprememb na pomen gozdov za ponor ogljika. Pripravljen je bil model pretokov ogljika v gozdu ANAFORE, ki vključuje simulacije delovanja bakterij, mikoriznih in nemikoriznih gliv. Gre za eksperimentalni model, ki omogoča simulacije več bioloških procesov v tleh na mehanicistični način.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Projekt je potekal v skladu s planom. Dodatne raziskave, ki smo jih zastavili izven osnovnega projekta, npr. meritve respiracije talnih substratov, zaradi odhoda sodelavke na porodniški dopust še niso v celoti analizirane in pripravljene za objavo. V okviru projekta smo vzpostavili novo raziskovalno infrastrukturo, razvili sistem hlajenja koreninskih sistemov, avtomatskega omočenja talnih substratov in sistem za meritve respiracije talnih substratov.

Pri raziskovalnem delu smo potrdili hipotezo, da se na koreninskih sistemih sadik bukve, ki jih izpostavimo različnim temperaturam, pojavljajo različni tipi ektomikorize. Potrdili smo tudi dejstvo, da temperaturni stres lahko vpliva na vrstno sestavo tipov ECM in njihovo razraščanje.

Za ugotavljanje pestrosti ECM v raziskovalnem poskusu smo uporabili tri metode: anatomsko-morfološko metodo, molekularne pristope in konstrukcijo filogenetskih dreves in potrdili dejstvo, da različni pristopi pri ugotavljanju pestrosti ECM lahko vodijo do različnih rezultatov. Kljub konstrukciji filogenetskih dreves s primerjavo sekvenc v bazah GENBANK in UNITE pri dveh najbolj pogostih tipih ektomikorize iz rodov *Scleroderma* in *Tuber* nismo uspeli določiti vrste, bodisi zaradi variabilnosti ali nedorečenosti identifikacij v obeh mednarodnih bazah.

Hipotezo, da se micelij ECM gliv pojavlja tudi v substratu in ne le na koreninskih sistemih, smo potrdili z metodo DGGE. Omenjene rezultate in metodološki pristop smo predstavili na več konferencah in v člankih.

Potrdili smo hipotezo, da uporaba težke mehanizacije pri spravilu lesa vpliva na rast in razvoj drobnih korenin in s tem na razvoj mikoriznih gliv v tleh, kar smo predstavili v prispevkih na konferencah za neposredne uporabnike, v znanstvenih, strokovnih in poljudnih prispevkih.

S popisovanjem fenofaz smo ugotovili, da stopnja olistanja pri sadikah bukve iste provenience sovpada s spreminjanjem okoljske temperature.

Rezultate meritev rasti korenin in micelija v kontroliranih temperaturnih pogojih smo uporabili pri razvoju eksperimentalnega mehanicističnega modela ANAFORE, ki se lahko uporablja kot poseben modul v modeliranju za potrebe načrtovanja in poročanja o ponorih ogljika v gozdarstvu.

Eksperimentalni sistem z rizotroni in dodatnim hlajenjem koreninskega sistema predstavlja nov pristop pri raziskavah vpliva temperature na rast sadik bukve ter njihovih nadzemnih in podzemnih delov in mikoriznega micelija. Sistem analiz respiracije podzemnih delov je predmet patentne prijave.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

V času projekta smo iz seznama sodelavcev izbrisali ali dodali nekaj raziskovalcev / raziskovalk, ki so bodisi zamenjali delovno mesto, se upokojili, odšli na porodniški dopust ali nastopili delo mladega raziskovalca. Npr. izbrisali smo J. Janša (upokojena), U. Vilhar (začasno - na porodniški), A. Verlič (status MR za gospodarstvo v drugi organizaciji); dodali smo I. Štraus - mlado raziskovalko, katere doktorski projekt je sovpadal s planom dela v tem projektu (v času prijave projekta njeno ime še ni bilo znano). Podobne manjše spremembe so bile izvedene tudi v organizacijah-soizvajalkah projekta. Vse navedene spremembe niso vplivale na potek izvajanja projekta.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3432102	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ocena metod za določitev rasti, biomase in življenjskega obrata ektomikoriznega micelija v gozdnih tleh - pregled
		ANG	Evaluation of methods to estimate production, biomass and turnover of ectomycorrhizal mycelium in forests soils - a review
	Opis	SLO	Mikorizne glive predstavljajo pomemben ponor ogljika v večiči terestričnih ekosistemov. Ogljik se uporablja za rast micelijskih mrež v tleh in njihovo metabolno aktivnost. Za kvantifikacijo rast, biomaso in življenjski obrat zunajkoreninskega mikoriznega micelija (EMM) je bilo razvitih več metod, ki vključujejo minirizotrone, vrstne mrežice in posredne meritve EMM na osnovi klasifikacije tipov ektomikorize v eksploracijske tipe. V prispevku smo pripravili pregled teh metod in njihove uporabnosti. Poleg tega smo v pregled vključili tudi metode za oceno glivne biomase na osnovi biomarkerjev, kot so hitin, ergosterol in PLFA, in molekularnih metod, kot je qPCR. Rezultati dosedanjih raziskav nakazujejo, da so mikorizne glive ključna komponenta mikrobne biomase v mnogih ekosistemih. Poudarjamo nujnost za uporabo navedenih metod v večjem številu habitatov in za več oblik mikorize, kar bo omogočilo vključevanje mikorizne glivne biomase in življenjskega obrata v modele biogeokemičnih ciklusov.
		ANG	Mycorrhizal fungi constitute a considerable sink for carbon in most ecosystems. This carbon is used for building extensive mycelial networks in the soil as well as for metabolic activity related to nutrient uptake. A number of methods have been developed recently to quantify production, standing biomass and turnover of extramatrical mycorrhizal mycelia (EMM) in the field. These methods include minirhizotrons, in-growth mesh bags and cores, and indirect measurements of EMM based on classification of ectomycorrhizal fungi into exploration types. Here we review the state of the art of this methodology and discuss how it can be developed and applied most effectively in the field. Furthermore, we also discuss different ways to quantify fungal biomass based on biomarkers such as chitin, ergosterol and PLFAs, as well as molecular methods, such as qPCR. The evidence thus far indicates that mycorrhizal fungi are key components of microbial biomass in many ecosystems. We highlight the need to extend the application of current methods to focus on a greater range of habitats and mycorrhizal types enabling incorporation of mycorrhizal fungal biomass and turnover into biogeochemical cycling models.
	Objavljeno v	Pergamon Press; Soil biology & biochemistry; 2012; Vol. <v tisku>, no. <v tisku>; str. <v tisku>; Impact Factor: 3.504; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.44; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Wallander H., Kraigher Hojka et al	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	3235494	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv glive <i>Pleurotus ostreatus</i> na degradacijo lesa in naselitev gliv
		ANG	Influence of <i>Pleurotus ostreatus</i> inoculation on wood degradation and fungal colonization
	Opis	SLO	Z molekularnimi metodami raziskav združbe gliv v sekancih bukve je bilo ugotovljeno, da uporaba saprofitskega inokuluma glive bukov ostrigar zaviralno vpliva na razvoj naravne združbe gliv, ki sodelujejo pri razgradnji lesa. Za projekt je pomembno, da smo razvili metodo DGGE za določanje združb gliv kompleksnih substratih, ki se uporablja tudi za analize sestave

		gliv v rastnih substratih v rizotronih v kontroliranih temperaturnih pogojih rasti.
	ANG	The inoculation of beech wood chips with a saprophytic fungus <i>Pleurotus ostreatus</i> diminishes development of a natural community of wood degrading fungi in beech wood. The co - authors responsible for molecular identification of the fungal community have in this paper published the DGGE method for determination of fungal communities in different complex substrates, which has been employed also for analysis of the fungal community structure in growth substrates in rhizotrons in controlled temperature conditions.
Objavljeno v		Elsevier Applied Science; Bioresource technology; 2011; Vol. 102, iss. 22; str. 10611-10617; Impact Factor: 4.980; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.511; A'': 1; A': 1; Avtorji / Authors: Piškur Barbara, Bajc Marko, Robek Robert, Humar Miha, Sinjur Iztok, Kadunc Aleš, Oven Primož, Rep Gregor, Al Sayegh-Petkovšek Samar, Kraigher Hojka, Jurc Dušan, Pohleven Franc
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	3149990 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Simulacije ogljikovega ciklusa v gozdnih tleh
	ANG	Simulating C cycles in forest soils
Opis	SLO	Razvili smo talni modul programa ANAFORE, ki vključuje simulacije delovanja bakterij, mikoriznih in nemikoriznih gliv. Model omogoča simulacije več bioloških procesov v tleh na mehanicistični način
	ANG	A soil module of the forest model ANAFORE was developed including simulations of bacteria, mycorrhizal and non - mycorrhizal fungi. It allows simulation of several soil biological processes in a well - based mechanistic way.
Objavljeno v		Elsevier Scientific Publ. Co.; Ecological modelling; 2011; Vol. 222, št. 12; str. 1972-1985; Impact Factor: 2.326; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.624; Avtorji / Authors: Deckmyn Gabrielle I., Campioli M., Muys B., Kraigher Hojka
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	24762407 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Dihanje tal in $[\delta^{13}C](CO_2)$ v naravnih bukovih gozdovih (<i>Fagus sylvatica</i> L.) v odvisnosti od strukture gozdov
	ANG	Soil respiration rates and $[\delta^{13}C](CO_2)$ in natural beech forest (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in relation to stand structure
Opis	SLO	Za primerjavo z dejansko respiracijo tal v naravnih sestojih so bile izvedene analize respiracije v naravnih bukovih gozdovih na različnih strukturah tal. Rezultati so pokazali, da na respiracijo in izotopsko sestavo talnega CO ₂ vpliva geološka sestava tal (predvsem prisotnost karbonatnih mineralov) in tekstura tal, ki vpliva na izmenjavo oziroma mešanje zračnega CO ₂ in vsebnost vlage.
	ANG	Soil respiration rates were studied as a function of soil type, texture and light intensity at five selected natural beech forest stands with contrasting geology. Major differences in soil carbon dynamics among these five forest ecosystems can be explained by the influence of bedrock geology (particularly, the presence or absence of carbonate minerals) and soil texture (affecting gas exchange with overlying air and soil moisture).
Objavljeno v		Gordon and Breach Publishers; Isotopes in environmental and health studies; 2011; Vol. 47, no. 2; str. 221-237; Impact Factor: 0.900; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.341; Avtorji / Authors: Čater Matjaž, Ogrinc Nives

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	3256998	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tipi ektomikorize pri sadikah bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.) v rizotronih
		ANG	Types of ectomycorrhiza on beech seedlings in rhizotrons
	Opis	SLO	Naravni procesi ali dejavnost človeka vplivajo na razmere v okolju, kar se zrcali v sestavi ektomikoriznih združb. V raziskavi smo želeli ugotovljati morebitne vplive več temperaturnih režimov zraka in tal (substrata) na pojavljanje in vrstno pestrost tipov ektomikorize na koreninskih vršičkih sadik bukve in v substratu. V ta namen smo analizirali pojavljanje tipov ektomikorize na sadikah bukve v rizotronih, izpostavljenih štirim temperaturnim razmeram v okolju: 1.) zrak 15-25 °C; 2.) zrak 15-25 °C v kombinaciji s hlajenim koreninskim sistemom za 5 °C; 3.) povišana temperatura zraka od 30-50 °C in 4.) zunanja (ambientalna) temperatura zraka v Ljubljani. Tipe ektomikorize smo identificirali s kombiniranim pristopom po anatomsko morfoloških znakih in z analizo molekularnih markerjev (ITS1-5.8S rDNK-ITS2 ribosomalna regija v rDNK). Na 51 koreninskih vršičkih 40 sadik smo identificirali 6 tipov ektomikorize. Pestrost ektomikoriznih tipov je bila največja pri razmerah blizu optimalnih za rast bukve. Po vrstni sestavi združbe ektomikoriznih gliv sta si najbolj podobna poskusa s temperaturo zraka 15-25 °C z ali brez hlajenja koreninskega sistema. Najpogostejša ektomikorizna vrsta je bila <i>Hebeloma sacchariolens</i> , ki je bila tudi najpogosteje opažena vrsta na drobnih koreninah odmrlih sadik. Izbrane vrste ektomikoriznih gliv smo z metodo DGGE dokazali tudi v vseh analiziranih vzorcih substrata.
		ANG	Natural processes or human activities affect environmental conditions, as reflected in the structure of the communities and the level of ectomycorrhizal fungi. The aim of the study was to determine the potential impacts of several temperature regimes of air and soil (substrate) on the occurrence and species diversity of ectomycorrhizal fungi in symbiosis and in the substrate. For this purpose, we analyzed the occurrence of types of ectomycorrhizae on beech seedlings in rhizotrons exposed to four different environmental temperature conditions: 1) air 15-25°C, 2) air 15-25°C in combination with cooling of roots for 5°C, 3) elevated air temperature from 30-50°C, and 4) ambient conditions (air temperature in Ljubljana). Types of ectomycorrhizae were identified with a combined approach of anatomical morphological characterisation and with analysis of molecular markers (ITS1-5.8S rDNA-ITS2 ribosomal region in rDNA). We identified a total of 6 types of ectomycorrhizae on 51 root tips on 40 beech seedlings. The diversity of ectomycorrhizal types was the highest in terms of near-optimal growth conditions of beech. Most similar as far as species diversity of ectomycorrhizal fungi are concerned were the experiments with air temperature of 15-25°C with or without cooling of the root system. The commonest ectomycorrhizal species was <i>Hebeloma sacchariolens</i> , which was also the most commonly seen species in fine roots of dead plants. Selected species of ectomycorrhizal fungi were further substantiated with DGGE method in all analyzed substrate samples.
	Objavljeno v	Gozdarski inštitut Slovenije; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Zbornik gozdarstva in lesarstva; 2011; Št. 95; str. 23-36; Avtorji / Authors: Štraus Ines, Bajc Marko, Grebenc Tine, Mali Boštjan, Kraigher Hojka	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

Družbeno-ekonomski dosežek

1.	COBISS ID	2467750	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Interakcije v mikorizosferi določajo dinamiko ogljika v ekosistemu bukovih gozdov
		ANG	Interactions in mycorrhizosphere determine carbon dynamics in beech forest ecosystems
	Opis	SLO	Zaloga ogljika v gozdnih tleh je največji bazen terestričnih zalog organskega ogljika, njegova dinamika pa je vezana na talne, predvsem simbiotske organizme. Med najpomembnejše simbionte v gozdnih tleh, tako po vrstni kot funkcionalni pestrosti, sodijo ektomikorizne glive. V gozdnih ekosistemih v Sloveniji, v katerih prevladuje bukev, smo na osnovi morfoloških in molekularnih znakov identificirali večje število mikoriznih gliv in nekatere nove na kratko opisali. Na osnovi številčnosti posameznega tipa ektomikorize smo prvič izračunali prispevek tipa (vrste glive) ektomikorize k neposrednemu skladiščenju ogljika v ektomikorizi in v tleh v zgornjih plasteh tal (do globine 20 cm). Podatke o ogljiku, shranjenem v ektomikorizi, smo primerjali z modeliranimi količinami celotnega ogljika v gozdnih tleh, shematsko prikazali povezave in tokove ogljika ter pomen ektomikorize za dinamiko ogljika v gozdnih ekosistemih z bukvijo.
		ANG	Forest soils are the major stocks of organic carbon in terrestrial ecosystems. The dynamics of carbon in soil is closely related to soil (micro) organisms, predominantly symbiotic organisms. Key symbionts in forest soils regarding their taxonomic and functional diversity are ectomycorrhizal fungi. In the present study, we have analysed ectomycorrhizal community in beech dominated forest stands using morphological and molecular identification of ectomycorrhizae. Several new types were discovered and briefly described in soil samples taken in beech forest stands, down to 20 cm deep. Based on ectomycorrhizal type abundance, we have calculated the (static) content of total carbon in each of the type. Quantities of carbon stored in ectomycorrhizae were compared with modelled quantities of total carbon in forest soils. We summarise the role and importance of ectomycorrhizae for carbon dynamics in beech dominated forest ecosystems.
	Šifra	F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine
	Objavljeno v	Gozdarski inštitut Slovenije; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Zbornik gozdarstva in lesarstva; 2009; Št. 88; str. 11-19; Avtorji / Authors: Grebenc Tine, Kraigher Hojka	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	3336614	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Hormonalna regulacija mikoriznih rastlin in ozon
		ANG	Belowground hormonal interactions in plants & ozone
	Opis	SLO	V vabljenem predavanju na sekciji o vplivih ozona na procese v tleh so bili prikazani rezultati raziskav hormonalne regulacije mikoriznih rastlin ter vplivi ozona na spremembe v vrstni sestavi mikoriznih gliv, oblik mikoriznih simbioz in tipov ektomikorize.
		ANG	Within the invited lecture which was part of the session on the influences of ozone on soil processes, the conclusions on the influences of ozone were presented on the changes of mycorrhizal forms and ectomycorrhizal communities, and their implications for hormonal regulation of mycorrhizal plants.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	s. n.; International Conference Ozone, climate change and forests; 2011; Str. 24; Avtorji / Authors: Cruz Cristina, Delgado Marta, Antunes P.,	

		Martins-Loucao M. A., Kraigher Hojka	
	Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljeni predavanja)	
3.	COBISS ID	3147174	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv težke mehanizacije za strojno sečnjo na tla in drobne korenine
		ANG	The impacts of heavy forest machinery on forest soils and fine roots
	Opis	SLO	Na Osankarici (Pohorje) smo raziskovali vplive težke mehanizacije na tla in rast drobnih korenin z uporabo minirizotronov in vrstnih mrežic. Poskus je bil zastavljen v naravnih tleh, ob sečni poti, na delu sečne poti, kjer je vozil samo harvester in na delu sečne poti, kjer se je vršilo še spravilo lesa s forwarderjem. Rezultati kažejo na negativen učinek mehanizacije na delu sečne poti, obremenjenem s sečnjo in spravilom, rast korenin je bila zelo omejena še v drugi rastni sezoni. Rezultati prispevajo k pripravi smernic za uporabo težke mehanizacije pri sečnji in spravilu na različno ranljivih terenih v gozdu.
		ANG	At the research plot Osankarica on Pohorje we have studied the impacts of heavy forest machinery on forest soils and fine root growth with use of minirhizotrons and ingrowth soil cores. The experiment was established in undisturbed soils, nearby the cart track, within the cart track of the harvester and within the cart track of the harvester and the forwarder. The results show a negative effect of heavy machinery in the cart track, also a few years after its use ended. The results contribute to preparation of background directives for use of forest heavy machinery on differently vulnerable forest sites.
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Odzivi gozdne tehnike in gozdarstva na spremenjene razmere gospodarjenja; 2011; Str. 39-41; Avtorji / Authors: Železnik Peter, Mali Boštjan, Robek Robert, Simončič Primož, Kraigher Hojka	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
4.	COBISS ID	255198464	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov
		ANG	Forest management for forest owners.
	Opis	SLO	Rezultati raziskav vplivov težke mehanizacije na rast korenin ter gospodarjenja z gozdovi so bili uporabljeni pri pripravi strokovnih besedil v priročniku Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov, ki je namenjen tudi upravljalcem, načrtovalcem in oblikovalcem politike gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji.
		ANG	The results of the study of the impacts of heavy forest machinery on fine root growth and forest management were used for preparation of professional texts in the manual entitled Forest management for forest owners, which is aimed also to forest management planners and policy makers.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Objavljeno v	Kmečki glas; 2011; 311 str.; Avtorji / Authors: Medved Mirko, Bajc Marko, Božič Gregor, Čas Miran, Čater Matjaž, Ferreira Andreja, Grebenc Tine, Kopal Milan, Kraigher Hojka, Kutnar Lado, Mali Boštjan, Planinšek Špela, Simončič Primož, Urbančič Mihej, Vilhar Urša, Westergren Marjana, Krajnc Nike, Kušar Gal, Levanič Tom, Poljanšek Simon, Jurc Dušan, Jurc Maja, Ogris Nikica, Klun Jaka, Premrl Tine, Robek Robert, Železnik Peter, Gričar Jožica, Piškur Mitja	

	Tipologija	2.02 Strokovna monografija	
5.	COBISS ID	3336102	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pregled metod monitoringa dinamike ogljika v drobnih koreninah in z dekompozicijo opada
		ANG	Review of monitoring of C dynamics in fine roots and in litter decomposition
	Opis	SLO	V kopenskih ekosistemih so največje zaloge ogljika (C) v gozdnih tleh. Ponor razpoložljivega C v kemične in biološke strukture v tako heterogenem ekosistemu kot je gozd in predvsem del krogotoka C, ki poteka v tleh, je zaradi omejenega vpogleda v talne procese še posebno slabo znan. Izpust CO ₂ z respiracijo korenin in mikroorganizmov in pretok C v organsko komponento tal z dekompozicijo odmrlih organizmov ali njihovih delov je pomemben del krogotoka C v gozdnih tleh. Za namene študije in boljšega poznavanja dinamike C na Gozdarskem inštitutu Slovenije uporabljamo in razvijamo več metod za ocenjevanje parametrov, ki so potrebni za modeliranje dinamike C v gozdnih tleh. V prispevku predstavljamo pregled uporabljenih metod za študije izbranih procesov v gozdnih tleh, predvsem obrata drobnih korenin in dekompozicije opada.
		ANG	Carbon (C) storage in forest soils represents the largest terrestrial C pool. The sink of the available carbon into the chemical and biological structures in such a heterogeneous ecosystem as forest and, above all, processes in the soil part of C cycle, are poorly understood because of our limited ability to observe them. The release of CO ₂ through respiration of roots and microorganisms is an important part of carbon fluxes; the same is the role of litter decomposition for C flux in the soil organic matter (SOM). At the Slovenian Forestry Institute several research methods for estimation of parameters needed for modeling of C dynamics in forest soils and used in modeling of C budgets in forest ecosystem have been applied and/or developed. In this article we present a short review of methods for studies of the selected processes in forest soils, especially fine root turnover and litter decomposition.
	Šifra	F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
	Objavljeno v	Zveza gozdarskih društev Slovenije; Gozdarski vestnik; 2012; Letn. 70, št. 1; str. 37-42; Avtorji / Authors: Železnik Peter, Grebenc Tine, Kraigher Hojka	
	Tipologija	1.04 Strokovni članek	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

- Patent za meritve rasti korenin in patentna prijava za razvoj metode in naprave za analize dinamike korenin v minirizotronih.
 - Razvoj laboratorijske infrastrukture za študij vplivov različnih temperatur na uspevanje sadik gozdnega drevja, študij rasti korenin v rizotronih v eksperimentalnih pogojih ter posebni sistem ohlajanja koreninskega sistema v primerjavi z enakomernim talno-zračnim temperaturnim režimom: i) Razvoj avtomatskega sistema za zalivanje sadik v vseh štirih tretmajih; ii) Razvoj sistema za merjenje tokov CO₂ (respiracija in fotosinteza).
 - Razvoj osnov za pripravo standardov za ocenjevanje vplivov težke mehanizacije na tla in biotsko komponento tal, predvsem na drobne korenine in mikorizo.
 - Identifikacija mikorizne združbe sadik bukve iz drevesnice Omorika Muta.
- Tiskano učno gradivo - poglavje v tujem učbeniku:
- GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka. Identification and quantification of ectomycorrhiza from field samples - a practical approach. V: CHAUHAN, Ashok K. (ur.), VARMA, Ajit (ur.). A textbook of molecular biotechnology. New Delhi; Bangalore: I. K. International Publishing House, cop. 2009, str. [1087]-1104, ilustr. [COBISS.SI-ID 2452902]
 - KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar. Mycobioidication of stress in forest

ecosystems. V: RAI, Mahendra (ur.), VARMA, Ajit (ur.). Diversity and biotechnology of ectomycorrhizae, (Soil biology, vol. 25). Heidelberg; New York: Springer, cop. 2011, str. 301-322, ilustr. [COBISS.SI-ID 3075494]

Organizacija in so-organizacija znanstvenih in strokovnih srečanj:

- GOZD IN LES: 27.5.2010; 26. 5. 2011; 21. 5. 2012
- Organizacija 2.srečanja COST akcije FP0803 Belowground carbon turnover in European forest: BELOWGROUND COMPLEXITY 1.- 4.9.2010.
- KRAIGHER, Hojka (ur) Belowground hormonal interactions in plants & ozone. Session in International Conference Ozone, climate change and forests : 14-16 June 2011, Prague, CR idr.

10.Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1.Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Spremembe temperature v gozdnih ekosistemih so lahko globalne narave, kot predvidevajo prevladujoči scenariji klimatskih sprememb in lokalne antropogene narave, ko zaradi človekovih dejavnosti prihaja do sprememb rabe tal, kompaktiranja in razgalitve gozdnih tal, ki absorbirajo več toplote kot tla pod vegetacijskim pokrovom. Poglavitni dejavnik neto primarne proizvodnje v gozdnih tleh so organizmi v mikorizosferi, predvsem korenine in mikoriza kot ključna komponenta v tleh gozdnih ekosistemov. Rezultati tega projekta so pokazali, da majhne spremembe temperature v okolju močno vplivajo na razvoj in delovanje korenin in mikorize v tleh, s tem pa na dinamiko ogljika v gozdnem drevju in gozdnih ekosistemih. Poleg tega pomembno vplivajo tudi na prekinitev dormance pri rastlinah.

Z raziskavami v okviru obravnavanega projekta prispevamo k poznavanju vplivov težke mehanizacije na gozdna tla in vplivov sprememb temperaturnega režima na primarno produkcijo v tleh (NPP). Razgaljenost gozdnih tal vpliva na koreninski sistem, ki je tako izpostavljen višjim temperaturam. Na drugi strani lahko tla postanejo zbita, kar zmanjšuje dotok vode, hranil in zraka do korenin. Vse te spremembe pomenijo za rastline stres, kar posledično vodi v zmanjšanje NPP. Rezultati raziskav na Osankarici (Pohorje) potrjujejo hipotezo, da drevesa izgubo korenin na območju gozdnih poti nadomeščajo z razvijanjem koreninskega sistema na območjih zunaj poškodovanih gozdnih poti.

Z raziskavami neposrednih vplivov temperaturnega režima na rast korenin sadik bukve in sestavo mikoriznih združb smo prispevali tudi k razvoju modelov dinamike ogljika. Z analizami mikorize na sadikah bukve v laboratoriju smo določili tipe mikorize v izhodiščnih pogojih, iz njihove aktivnosti v različnih temperaturnih režimih lahko sklepamo na fiziološke zahteve teh vrst mikoriznih gliv glede temperaturnih razmer v tleh in na fiziologijo drobnih korenin sadik bukve v bodočih razmerah v okolju.

ANG

Changes of temperature in forest ecosystems can be of a global nature, as proposed in different climate change scenarios, or of a local anthropogenic nature, including land use changes, soil exposure and consequently higher temperature absorption. The main factor in netto primary productivity in forest soils are soil organisms in mycorrhizosphere, particularly fine roots and mycorrhiza as the key components in the soil parts of forest ecosystems. Our results have shown that already small differences in temperature influence on fine root and fungal mycelium growth and development, and thus on carbon dynamics in forest trees and forest ecosystems. Our studies have contributed to the understanding of the impacts of heavy forest machinery on forest soils and influences of changed temperature regimes on net primary production (NPP) in forest soils.

The exposure of bare soils due to heavy forest machinery influences tree roots which are exposed to elevated temperatures. Forest soils become compressed, reducing water, nutrients and aeration availability to roots. All these changes are a stress for the plants, reducing the NPP. Our results at Osankarica (Pohorje) confirmed the hypothesis that forest trees reduce their rooting density at the cart tracks and replace them with an accelerated growth at the border of these tracks, when compared to the control growth of fine roots as observed in minirhizotrons in the field.

Direct impacts of different temperature regimes on fine root growth and mycorrhizal functioning in experimental conditions were applied also in development of a mechanistic model of

carbon dynamics. With analyses of mycorrhiza on beech seedlings at the time of planting we have established the basis for comparison with mycorrhizal community and root growth after a certain period in different temperature regimes, as well as to understanding physiology of these ectomycorrhizal fungi and fine roots of beech seedlings in future changing environmental conditions.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Z uporabo težke mehanizacije v gozdnih tleh ne uničimo le tamkajšnega koreninskega sistema, temveč vplivamo tudi na razvoj simbionskih gliv. Mikorizne glive skupaj s koreninami rastlin tvorijo mrežo, ki zajema precejšnje območje in ne le predel kjer so potekala gozdna dela. Prav zato lahko večji posegi v naravno okolje pomenijo veliko škodo za širšo okolico.

V sklopu našega projekta smo rezultate raziskav prikazali na strokovnih delavnicah in v poljudnih prispevkih, namenjenih za pomoč različnim uporabnikom prostora, načrtovalcem in izvajalcem del v gozdovih. Raziskave na mestu sečnje in spravila s težko mehanizacijo smo uporabili tudi zasnovano izhodišče za standarde in normative za potrebe gozdno-spravnega načrtovanja.

V okviru projekta smo razvili laboratorijsko infrastrukturo in znanja, nekatere sisteme smo vložili kot patentno prijavo, s projektom smo prispevali k znanstveno-raziskovalnem izpopolnjevanju mladih raziskovalcev in študentov gozdarstva in mikrobiologije. Posamezne metode so bile prvič opisane v okviru tega projekta, razvitih je bilo več Standardnih operacijskih postopkov za delo v laboratorijih.

Raziskave vplivov različnih temperaturnih režimov na rast korenin in mikorize ter zato NPP v gozdnih tleh smo uporabili v eksperimentalnih modelih vplivov potencialnih klimatskih sprememb na izračune dinamike ogljika v gozdnih ekosistemih. Predlagali smo dopolnitev obstoječih metod monitoringa stanja v gozdovih z molekularnimi identifikacijami biokomponente gozdnih tal ter z analizo dinamike ogljika v drobnih koreninah gozdnega drevja.

ANG

Heavy forest machinery does not only disrupt the local tree root systems but also influences the development of mycorrhizal fungi. Mycorrhizal mycelium together with roots of plants form a network encompassing a broader area around the direct site of the work in the forest.

These results were presented publicly in journals and workshops for forest practice and for end-users, in order to help different users, forest management planners and forestry companies for exploitation of wood and other forest functions. Studies at the direct site of forest machinery application was also used in preparation of background materials for standards and norms for planning of works in forests.

Within this project we have developed experimental infrastructure and knowledge, some systems were proposed as patent applications, with the project we have contributed to scientific development of PhD students as well as undergraduate students of forestry and microbiology. Several methods were first described and published within this project, and so were the Standard operation protocols for laboratory practices.

The studies of influences of temperature regimes on fine root growth and mycorrhiza, and therefore also NPP, were applied in experimental models of the impacts of predicted climate change scenarios on calculations of carbon dynamics in forest ecosystems.

Additional methods were proposed to be included in monitorings of forest ecosystems, namely molecular identification of soil organisms and analysis of C dynamics in fine roots of forest trees.

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>

	Uporaba rezultatov	Delno
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen bo v naslednjih 3 letih"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>

F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>

	Uporaba rezultatov	Delno
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

Rezultati raziskav vplivov težke mehanizacije na rast korenin ter gospodarjenja z gozdovi so bili uporabljeni pri pripravi strokovnih besedil v priročniku Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov, ki je namenjen tudi upravljalcem, načrtovalcem in oblikovalcem politike gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji.

Standardi in normativi za delo s težko mehanizacijo so v postopku.

Predlagani so bili novi pristopi pri monitoringu stanja v biokomponenti gozdnih tal.

Razvit je bil nov sistem hlajenja koreninskega sistema v eksperimentalnih pogojih, avtomatski sistem zalivanja rizotronov in sistem meritev respiracije substratov.

Na koreninskih sistemih sadik so bile opravljene analize ektomikoriznih gliv, uveden je bil nov postopek snemanja rasti drobnih korenin in meritev respiracije tal. Patentna prijava je v pripravi.

12. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: mentorstvo tujim študentom in doktorantom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

V okviru projekta je bilo organizirano raziskovalno usposabljanje za dodiplomske študente mikrobiologije in gozdarstva (več študentov), v okviru projekta je diplomirala na Bolonjskem študiju v okviru ERASMUS izmenjave študentka iz Španije.

V okviru projekta je potekalo usposabljanje mlade raziskovalke, ki je trenutno na porodniškem dopustu, in usposabljanje mladega raziskovalca, ki ima datum zagovora doktorata 15. aprila 2013.

Raziskave vplivov težke mehanizacije na tla in korenine prispevajo v varovanju okolja pri gospodarjenju z gozdovi in s tem prispevajo k ohranjanju naravne dediščine.

Raziskave prispevajo k razvoju standardov in normativov za delo v gozdovih, predvsem sečnjo in spravilo s težko gozdarsko mehanizacijo na ranljivih gozdnih tleh na Pohorju.

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv	MKO	
	Naslov	Dunajska 22. 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	53.000	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	30	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	ŽELEZNIK P, MALI B, ROBEK R, SIMONČIČ P, KRAIGHNER H. 2011. Vpliv težke mehanizacije za strojno sečnjo na tla in drobne korenine. V: Odzivi gozdne tehnike ... GŠD 39-41. [COBISS.SI-ID 3147174]	F.30
	2.	MEDVED M. et al. 2011. Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov. Ljubljana: Kmečki glas, 311 str. [COBISS.SI-ID 255198464]	F.17

3.	GREBENC, Tine, ŽELEZNIK, Peter, ŠTRAUS, Ines, BAJC, Marko, KRAIGHER, Hojka. Razvoj korenin, pestrost in pomen mikorize pri navadni bukvi. V: BONČINA, Andrej (ur.). Bukovi gozdovi v Sloveniji : ekologija in gospodarjenje. Ljubljana: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, 2012, str. 125-140, ilustr. [COBISS.SI-ID 3527846]	A.03
4.	DECKMYN GI, CAMPIOLI M, MUYS B, KRAIGHER H. 2011. Simulating C cycles in forest soils : including the active role of microorganisms Ecol. model. 222 (12): 1972-1985. [COBISS.SI-ID 3149990]	A.01
5.	HUMAR, Miha, KRAIGHER, Hojka. Gozd in les : izjemni znanstveni dosežki in učinki. V: HUMAR, Miha (ur.). Gozd in les : gozd in les - izjemni znanstveni dosežki in učinki : znanstveno srečanje : zbornik predavanj ob znanstvenem srečanju Gozd in les: izjemni znanstveni dosežki in učinki, (Les, letn. 64 (2012), št. 5). Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije, 2012, str. 93. [COBISS.SI-ID 2020489]	B.01
Komentar	<p>1. Na Osankarici (Pohorje) so potekale raziskave vplivov težke mehanizacije na tla in rast drobnih korenin z uporabo minirizotronov in vrstnih mrežic. Poskus je bil zastavljen v naravnih tleh, ob sečni poti, na delu sečne poti, kjer je vozil samo harvester in na delu sečne poti, kjer se je vršilo še spravilo lesa s forwarderjem. Rezultati so pokazali negativen učinek mehanizacije na delu sečne poti, obremenjenem s sečnjo in spravilom, rast korenin je bila zelo omejena še v drugi rastni sezoni. Rezultati prispevajo k pripravi smernic za uporabo težke mehanizacije pri sečnji in spravilu na različno ranljivih terenih v gozdu.</p> <p>2. Rezultati raziskav vplivov težke mehanizacije na rast korenin ter gospodarjenja z gozdovi so bili uporabljeni pri pripravi strokovnih besedil v priročniku Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov, ki je namenjen tudi upravljalcem, načrtovalcem in oblikovalcem politike gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji.</p> <p>3. Na koreninskih sistemih sadik so bile opravljene analize ektomikoriznih gliv, uveden je bil nov postopek snemanja rasti drobnih korenin in meritev respiracije tal. Vložena je bila patentna prijava. Prispevek je bil objavljen v ZbGL, v monografiji o bukovih gozdovih v Sloveniji, in prikazan na srečanjih COST akcije FP0903 v Pragi, Roots for the future v Dundee-ju, na Poletni šoli COST akcije FP0803 v Estoniji in na mednarodni konferenci o koreninah v Perthu v Avstraliji.</p> <p>4. Rezultati raziskav vplivov različne temperature in koncentracij CO₂ na rast korenin in mikorize ter tokove C v raziskovanih sistemih so uporabni za razvoj modelov za oceno vplivov možnih klimatskih sprememb na pomen gozdov za ponor ogljika. Pripravljen je bil talni modul, ki je vključeval aktivno vlogo mikroorganizmov, v mehanističnem modelu pretokov ogljika v gozdu ANAFORE.</p> <p>5. V okviru projektov ter programa organiziramo vsakoletno srečanje GOZD in LES z letnimi naslovi: Dinamika ogljika, Za ljudi in naravo, Izjemni znanstveni dosežki in učinki. Enodnevno znanstveno srečanje je namenjeno predvsem prikazu raziiskovalnih dosežkov mlajših raziskovalcev ter povezavam z industrijo in združuje raziskovalce vseh treh raziskovalnih programov na področju Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo.</p>	
	Raziskave so potekale v skladu s plani dela na dveh lokacijah, na raziskovalni ploskvi na Osankarici (vplivi težke mehanizacije na razvoj korenin) in v poskusu v rastlinjaku GIS (vplivi različnih temperatur in koncentracij CO ₂ na razvoj korenin in mikorize pri sadikah bukve ter	

	Ocena	<p>tokovi ogljika med substratom, rastlino in atmosfero). Vpliv temperaturnega stresa in motenj na neto primarno proizvodnjo v gozdnih tleh (BNPP) pomembno vpliva na dejanske ponore ogljika v gozdovih. Poglavitne spremembe v zalogah C v tleh so posledica vnosov z ostanki drobnih korenin, mikoriznih hif, listja in iglic, ter izgub C zaradi dihanja in izpiranja raztopljenega organskega ogljika (DOC). Pomen drobnih korenin in delovanje mikoriznih gliv v testnih pogojih je v veliki meri neznan, zato ta projekt bistveno prispeva k razumevanju kompleksnih odnosov v gozdnih tleh in k razvoju ustreznih simulacij kroženja ogljika v odvisnosti od pogojev v okolju in motenj. Talni modul programa ANAFORE vključuje simulacijo delovanja bakterij, mikoriznih in nemikoriznih gliv ter simulacije več bioloških procesov v tleh na mehanicistični način. Gre za model, uporaben v raziskovalne namene, ki lahko dopolnjuje in prispeva k razvoju modelov, ki se uporabljajo za nacionalna poročanja o dinamiki ogljika v gozdnih ekosistemih. Rezultate raziskav prikazujemo na znanstvenih in strokovnih srečanjih doma in v tujini, med katerimi tudi organiziramo vsakoletno srečanje z naslovom GOZD in LES.</p>
--	-------	--

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

WALLANDER, H., KRAIGHER, Hojka et al. Evaluation of methods to estimate production, biomass and turnover of ectomycorrhizal mycelium in forests soils - a review. Soil biol. biochem. 2012.

Mikorizne glive predstavljajo pomemben ponor ogljika v terestričnih ekosistemih. Za kvantifikacijo rasti, biomaso in življenjski obrat zunajkoreninskega mikoriznega micelija (EMM) je bilo razvitih več metod, ki vključujejo minirizotrone, vrstne mrežice, posredne meritve EMM na osnovi klasifikacije tipov ektomikorize v eksploracijske tipeter metode za oceno glivne biomase na osnovi biomarkerjev, kot so hitin, ergosterol in PLFA, in molekularnih metod, kot je qPCR. Rezultati dosedanjih raziskav nakazujejo, da so mikorizne glive ključna komponenta mikrobne biomase v mnogih ekosistemih. Uporaba navedenih metod v večjem številu habitatov in za več oblik mikorize bo omogočila vključevanje mikorizne glivne biomase in življenjskega obrata v modele biogeokemičnih ciklov.

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

MEDVED, Mirko, s sod. Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov. Ljubljana: Kmečki glas, 2011. 311 str. ISBN 978-961-203-396-5, ter več predstavitev na strokovnih delavnicah in srečanjih ter v strokovnih in poljudnih prispevkih.

Pri gospodarjenju z gozdom je potrebno upoštevati dolgoročne vplive zbijanja gozdnih tal na procese v tleh. V Sloveniji in Evropi še ne obstajajo standardi ali omejitve pri sečnji in spravilu lesa na določenih tipih tal s težko mehanizacijo. Naša raziskava temelji na preučevanju rasti drobnih korenin dreves v tleh na sečno-spravnih poteh s pomočjo vrstnih mrežic in minirizotronov. Rezultati večletnih meritev kažejo, da je rast korenin, predvsem v tleh, kjer so prehajali sečni stroji in zgibniki, močno okrnjena ali pa korenine sploh niso prisotne. Občutno se je povečal tudi obrat drobnih korenin, kar pomeni manjšo sposobnost tal za zadrževanja ogljika v gozdnih ekosistemih.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Gozdarski inštitut Slovenije

Hojka Kraigher

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	13.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/66

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo

slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

6F-79-D9-44-B5-C6-33-18-B0-32-6A-87-22-2C-5D-5F-40-CE-F6-16

VEDA: Biotehniške vede

Področje: 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo

Dosežek 1: Ocena metod za določitev rasti, biomase in življenjskega obrata ektomikoriznega micelija v gozdnih tleh – pregled. Vir: Pergamon Press; Soil biology & biochemistry; 2012; Wallander H., Kraigher Hojka et al, v povezavi z Marshnerjevim preglednim člankom Ekblad A., Kraigher H. et al . Plant & Soil. 2013

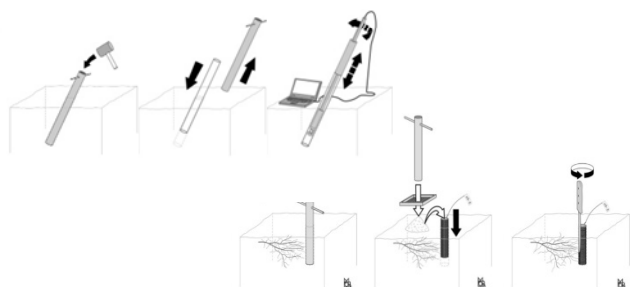
<p>Rast ekto- mikoriznega micelija</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Minirizotroni • Vrstne vrečke • Eksploracijski tipi 	
<p>Biomasa ekto- mikoriznega micelija</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Meritve micelija • Vrečke • Kemični markerji (hitin, ergosterol, PLFA, molekularne metode) • Eksploracijski tipi 	
<p>Življenjski obrat ekto- mikoriznega micelija</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Minirizotroni • Vrstne vrečke • Izotopske tehnike 	

Mikorizne glive predstavljajo pomemben ponor ogljika v večiči terestričnih ekosistemov. Ogljik se uporablja za rast micelijskih mrež v tleh in njihovo metabolno aktivnost. Za kvantifikacijo rast, biomaso in življenjski obrat zunajkoreninskega mikoriznega micelija (EMM) je bilo razvitih več metod, ki vključujejo minirizotrone, vrstne mrežice in posredne meritve EMM na osnovi klasifikacije tipov ektomikorize v eksploracijske tipe. V prispevku smo pripravili pregled teh metod in njihove uporabnosti. Poleg tega smo v pregled vključili tudi metode za oceno glivne biomase na osnovi biomarkerjev, kot so hitin, ergosterol in PLFA, in molekularnih metod, kot je qPCR. Rezultati dosedanjih raziskav nakazujejo, da so mikorizne glive ključna komponenta mikrobne biomase v mnogih ekosistemih. Poudarjamo nujnost za uporabo navedenih metod v večjem številu habitatov in za več oblik mikorize, kar bo omogočilo vključevanje mikorizne glivne biomase in življenjskega obrata v modele biogeokemičnih ciklusov.

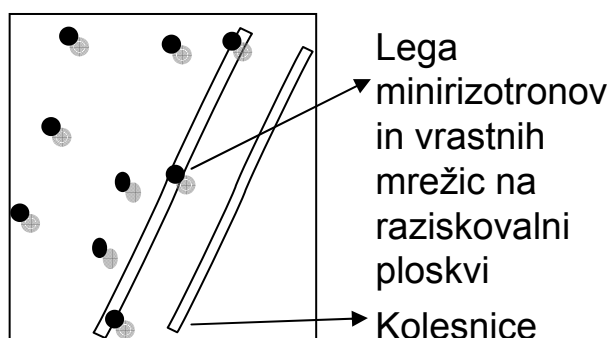
VEDA: Biotehniške vede

Področje: 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo

Dosežek 1: MEDVED, Mirko, s sod. *Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov*. Ljubljana: Kmečki glas, 2011. 311 str., ilustr. ISBN 978-961-203-396-5. [COBISS.SI-ID [255198464](#)]



Slika 1: Vgradnja minirizotronov in vrastnih mrežic v tla



Slika 3: Prikaz snemanja drobnih korenin s kamero v mini-rizotronih na terenu

Slika 2: Shematski prikaz lokacije minirizotronov in vrastnih mrežic na sečišču na Osankarici

Vpliv težke gozdarske mehanizacije (tj. sečnih strojev in zgibnih prikoličarjev) na lastnosti tal in talne organizme je znan, vendar velikokrat zanemarjen in zaradi tega tudi ne dovolj preučevan problem. Predvsem je malo znan vpliv mehanizacije na rast drevesnih korenin. Pri gospodarjenju z gozdom je potrebno upoštevati dolgoročne vplive zbivanja gozdnih tal na procese v tleh. V evropskem projektu EcoWood so bila podana priporočila za zmanjševanje zbivanja tal pri gospodarjenju z gozdovi, vendar v Sloveniji in Evropi še ne obstajajo standardi ali omejitve pri sečnji in spravilu lesa na določenih tipih tal s težko mehanizacijo. Naša raziskava temelji na preučevanju rasti drobnih korenin dreves v tleh na sečno-spravnih poteh s pomočjo vrastnih mrežic in minirizotronov. Meritve so se začele v letu 2008 in končale leta 2011, tako da smo v okviru projekta pridobili rezultate srednjeročnih meritev, kakršnih pred tem v Sloveniji še nismo izvedli. Rezultati kažejo, da je rast korenin, predvsem v tleh, kjer so prehajali sečni stroji in zgibniki, močno okrnjena ali pa korenine sploh niso prisotne. Občutno se je povečal tudi obrat drobnih korenin, kar pomeni manjšo sposobnost tal za zadrževanja ogljika v gozdnih ekosistemih.