

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA

NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA

PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

POVEZOVANJE UKREPOV ZA DOSEGANJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

2. Šifra projekta:

V4-0491

3. Naslov projekta:

Pomen gozdno-lesne proizvodne verige za blaženje podnebnih sprememb

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Pomen gozdno-lesne proizvodne verige za blaženje podnebnih sprememb

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The importance of forest based production chain on mitigation and adaptation on climate change

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

gozdarstvo, podnebne spremembe, ponor CO₂ v gozdovih, zaloga ogljika v lesnih izdelkih, življenjska doba lesnih izdelkov, odslužen les, Kjotski protokol,

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

forestry, climate change, sink of CO₂ in forests, carbon stocks in wood products, wood products life span, recovered wood, Kyoto protocol

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

17034

Nike Krajnc

Datum: _____

Podpis vodje projekta:

Dr. Nike Krajnc

Podpis in žig izvajalca:

Dr. Mirko Medved

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

☒ a) v celoti

☐ b) delno

☐ c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

☐ a) da

☒ b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Glavni namen projekta

Glavni namen projekta je bil prikaz pomena gozdno-lesne proizvodne verige (od gozda do konca življenjske dobe lesnih izdelkov) za prilagajanje in blaženje podnebnih sprememb. Glavni cilji projekta so bili:

1. vrednotenje pomena ponora CO₂ v gozdovih kot dejavnika blaženja podnebnih sprememb in oblikovanje scenarijev prihodnjega pomena.
2. vrednotenje vloge rabe lesa v celotni življenjski dobi za skladiščenje ogljika.
3. vrednotenje vloge sekvestracije ogljika v gozdovih in lesnih izdelkih kot pogoj za uspešno doseganje že zastavljenih ciljev Kjotskega protokola in doseganje ciljev v post kjotskem obdobju.

Rezultati projekta omogočajo širok pregled nad zalogami ogljika v gozdovih in lesnih izdelkih ter prispevajo k razumevanju pomena gozdov in celotne gozdno-lesne tehnološke verige za blaženje podnebnih sprememb. Rezultati prispevajo k doseganju ciljev v Resoluciji o nacionalnem gozdnem programu (6.3.2 Gozdovi in spremembe podnebja) in prispevajo k uresničevanju Operativnega programa zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012.

DS 1: KOORDINACIJA PROJEKTA

V okviru DS 1 je potekalo koordiniranje delovanja projektne skupine ter prenos znanja in izkušenj med člani projektne skupine.

DS 2: PONORI CO₂ V GOZDOVIH

Pomemben ponor CO₂ je gozd, ki skladišči ogljik v petih zbiralnikih (nadzemna in podzemna dendromasa, organski ogljik vezan v tleh, dendromasa v razkroju in opad).

Gozdovi so pomembni zaradi trajnosti oziroma dolgoročnosti skladiščenja ogljika.

Delovni sklop je temeljil na oceni ponora CO₂ v vseh zbiralnikih ogljika v gozdovih, kakor to določajo navodila dobre prakse (GPG 2003) v okviru Klimatske konvencije ter na oceni ponorov CO₂ v gozdovih, tako kot to zahtevajo navodila za poročanje v okviru Kjotskega protokola. Pomemben poudarek je bil tudi na izdelavi prognoze ponora CO₂ v gozdovih do leta 2020, ob upoštevanju ciljev in zavez države po zmanjševanju emisij in z upoštevanjem različnih metodoloških pristopov (net – net, gross – net,...).

Glavne metode dela so bile

- Izračun ponora CO₂ v po petih zbiralnikih za gozdove po metodi, ki je na izbiro v Navodilih dobre prakse iz leta 2003.
- Izračun ponora oziroma emisij CO₂ za površine, ki iz drugih rab prehajajo v gozd.
- Simulacija gibanja ponorov CO₂ v gozdovih v nadzemni dendromasi v naslednjem srednjeročnem obdobju (do leta 2020), glede na podatke Popisa stanja gozdov iz leta 2007.

Glavni rezultati

V skladu z navodili in metodami, ki so opredeljene v Pravilih dobre prakse - GPG (IPCC 2003), smo izračunali ponor ogljika za gozdove in površine, ki prehajajo v gozdove. Izračuni so bili pripravljeni po posameznih skladiščih ogljika in sicer za obdobje od 1986 do 2008. Pri izračunih smo uporabili podatke dveh zaporednih Nacionalnih gozdnih inventur in sicer leta 2000 in 2007.

Slovenijo po podatkih iz karte rabe tal 2008, ki jo je izdelalo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, prekriva 1 242,793 kha gozda (61,3 % celotne površine Slovenije). Od tega je v letu

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

2008 spremenilo rabo tal in na novo prešlo v gozd le 5 383 ha. Pri izračunavanju ponorov v gozdovih smo sledili Navodilom dobre prakse 2003 po drugi zahtevnostni stopnji »Tier 2«. Pri tej zahtevnostni stopnji moramo uporabljati nacionalne podatke za gostote lesa po posameznih drevesnih vrstah, ekspanzijske faktorje, s katerimi zajamemo tudi veje, liste, koreninske dele, deleže organskega ogljika v tleh in podobno. Za izračun ponora CO₂ v gozdovih smo izbrali »Metoda sprememb zalog ogljika«, ki temelji na spremembah lesne zaloge v daljšem časovnem obdobju (v našem primeru 7 let). Nacionalna gozdna inventura oz. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov - MGGE (ang. Forest and Forest Ecosystem Condition Survey – FECS) je potekala v letih 2000 in 2007 in za ti dve leti imamo tudi znano LZ. Podatek o LZ za leto 1990 smo dobili z ekstrapolacijo LZ leta 2007 in 2000 in znaša 221,42 m³/ha. Po podatkih iz MGGE je bila lesna zaloga leta 2000 ocenjena na 282,2 m³/ha v letu 2007 pa na 326,4 m³/ha. Naslednja inventura gozdov naj bi bila izvedena v letu 2012. Zalogo ogljika v nadzemni in podzemni biomasi smo izračunali iz lesne zaloge, ki jo pomnožimo z gostoto lesa (WD), biomasnimi ekspanzijskimi faktorji (BEF 2), razmerjem med podzemno in nadzemno biomaso (R) in razmerjem med ogljikom v suhi snovi (CF). Gostota lesa, BEF2 in R faktor se med drevesnimi vrstami razlikujejo, zato smo pri izračunih upoštevali deleže najpogostejših drevesnih vrst v lesni zalogi.

Po podatkih iz NFI (2007) je zaloga mrtvega lesa v gozdovih v povprečju 8,17 t suhe snovi na ha (18,46 m³/ha). Tako je letna ocena ponora v mrtvem lesu okrog 635,00 Gg CO₂. Podatki o zalogi odmrlega lesa imamo le za leto 2007, ker pred tem tega podatka nismo spremljali na državnem nivoju. Ker izračuni temeljijo na spremembah zalog odmrlega v gozdovih, smo podatke o odmrlem lesu za nazaj pridobili računsko z metodo ekstrapolacije. Predpostavili smo, da je delež odmrlega lesa v gozdovih konstanten glede na lesno zalogo.

Za izračun ponora ogljika v opadu in gozdnih tleh smo upoštevali predpostavko iz teorije, da so spremembe ogljika v času tako majhne in počasne, da bistveno ne vplivajo na emisije oziroma ponore ogljika v gozdovih.

Vir emisij oziroma ponorov CO₂ je tudi proces spreminjanja rabe tal iz drugih rab v gozdove. V analiziranem obdobju 1986-2008 je v gozdove prešlo povprečno letno 5383 ha, hkrati pa je 4547 ha gozdov prešlo v druge rabe. Po zadnji ocenah je bila letna akumulacija v vseh omenjenih hranilnikih ogljika v gozdovih v obdobju od 1986 do 2008 med 9.762,9 Gg CO₂ in 10.815 Gg CO₂. Ocenjen ponor za celotni sektor Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo (sektor poleg gozdarstva vključuje tudi kmetijsko rabo, naselja, mokrišča ter druga zemljišča) je ocenjen na -10.168 Gg CO₂ v letu 2008. Ta izračun vsebuje tudi emisije drugih toplogrednih plinov npr. zaradi gozdnih požarov.

Projekcija ponora CO₂ v gozdovih

Glede na simulacije, ki temeljijo na podatkih dveh izvedenih velikoprostorskih popisih stanja gozdov na sistematični vzorčni mreži 4×4 km, in ki so podlaga za poročanje v okviru UNFCCC in KP, smo izdelali več modelnih izračunov za gibanje poseka in akumulacije lesne zaloge do leta 2020. Razhajanja v ocenah količinah poseka presegajo namen izdelave tega mnenja o posredovanih dokumentih, imajo pa lahko velik vpliv na izračune. Modelni izračuni temeljijo na:

- podatkih velikoprostorskega popisa stanja gozdov na sistematični vzorčni mreži 4×4 km (736 vzorčnih gozdov) v letih 2000 in 2007,
- analizah Popisa in vzorčnih popisov kmetijskih gospodarstev in
- analizah gibanja odkupa iz zasebnih gozdov.

Predpostavke izračunov so:

- prirastek lesne zaloge bo do leta 2020 enak kot v obdobju 2000-2007 oz. se ne pričakuje večjih sprememb v sedanji oceni GIS (ocena prirastka znaša 8,65 m³/ha), kar predstavlja konzervativno oceno gibanja prirsatka;
- površina gozdov se do leta 2020 ne bo bistveno spreminjala;
- povprečna vrednost poseka je bila dosežena v sredini obdobja izvedbe obeh velikoprostorskih popisov, oziroma v obdobju, ki zajema drugo polovico leta 2003 in prvo polovico leta 2004.

Predpostavke variantnih izračunov:

- a) V1: posek je enak v celotnem obdobju (2010-20)
- b) V2: posek se bo povečeval s tako stopnjo, da bo leta 2020 znašal 75 % prirastka lesne zaloge, ki ga je ocenil GIS na podlagi zaporednih merjenj na stalnih vzorčnih loskvah 4×4 km (kar predpostavlja Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (ReNGP))
- c) V3: posek bo naraščal z letno stopnjo rasti 1 %

V primeru variante 1, ki predvideva, da bosta tako posek kot tudi prirastek lesne zaloge ostala enaka, bi letna akumulacija lesne zaloge znašala 6.559.220m³ letno skozi celotno obdobje. Podrobni prikaz variantnih izračunov je predstavljen v preglednicah 1, 2 in 3.

Preglednica 1: Varianta V1

Referenčno leto	Posek (bruto m ³ /leto)	Lesna zaloga (m ³ /ha)	Akumulacija lesne zaloge (bruto m ³ /leto)
2007	4.227.330	326	6.559.220
2010	4.227.330	342	6.559.220
2015	4.227.330	369	6.559.220
2020	4.227.330	395	6.559.220

Preglednica 2: Varianta V2

Referenčno leto	Posek (bruto m ³ /leto)	Lesna zaloga (m ³ /ha)	Akumulacija lesne zaloge (bruto m ³ /leto)
2007	4.375.287	326	6.411.263
2010	5.234.836	340	5.551.714
2015	6.667.418	359	4.119.132
2020	8.100.000	372	2.686.550

Preglednica 3: Varianta V3

Referenčno leto	Posek (bruto m ³ /leto)	Lesna zaloga (m ³ /ha)	Akumulacija (bruto m ³ /leto)
2007	4.375.287	326	6.411.263
2010	4.507.862	342	6.278.688
2015	4.737.808	366	6.048.742
2020	4.979.484	390	5.807.066

Na podlagi podatkov o stanju in trendih poseka v zasebnih gozdovih ocenjujemo, da je varianta 3 bolj verjetna, varianta 2, kjer se predvideva posek 75 % prirastka do leta 2020, pa manj verjetna. V primeru, da bi sledili usmeritvi, da bi leta 2020 posekali 75 % prirastka (Varianta V2), bi to pomenilo letni obseg sečnje okrog 8.100.000 m³ bruto, kar se nam zdi povsem nerealno predvsem zaradi prevladujočega deleža zasebnih gozdov v Sloveniji, kjer posek temelji predvsem za zadovoljevanje lastnih potreb po lesu lastnikov gozdov, pri večjih posestih je del poseka namenjen tudi trgu. Posek in prodaja lesa za trg sta v veliki meri odvisna od gibanj cen na trgu, dodatno omenjeni visok posek ni verjeten zaradi težav lesne industrije. Podatki o odkupu lesa iz zasebnih gozdov (SURS) to predpostavko potrjujejo, saj je odkup v letu 2008 drastično padel na raven iz leta 2004, kar je posledica velikih sečenj zaradi podlubnikov v letih 2005-2007 ter tudi padca cen na trgu zaradi recesije.

DS 3: LES IN LESNI IZDELKI

Delovni sklop je temeljil na izdelavi nacionalnega pregleda nad zalogami uskladiščenega ogljika in oceni dinamike sprememb v zalogah v lesnih izdelkih.

Glavne metode dela so bile

- Zaloge ogljika v celotni gozdno-lesni produkcijski verigi so bile v skladu z modelom določene na podlagi analize statističnih podatkov, uporabe porazdelitvenih funkcij vhodov in na podlagi preračunov raziskav in baz podatkov (popis nepremičnin, Anketa IPSOS o starosti in menjavah izbranih lesnih izdelkov v stanovanjih) ter drugih raziskav.
- Z uporabo metode SFA (Substance flow analysis) smo za izbrane skupine izdelkov opredelili gibanje izhodov iz sistema zalog ogljika. Uporabljena je bila tudi kvantitativna in kvalitativna analiza onesnažil v odsluženem lesu z atomsko absorpcijsko spektroskopijo (AAS) in rentgensko fluorescenčno spektroskopijo (XRF).
- Pri določanju porazdelitve zmanjševanja vsebnosti ogljika (za določanje povprečnih življenjskih dob lesa na prostem) so bile uporabljene laboratorijske meritve za določanje sestave vzorcev (vzročni primerki). Rezultati in model so bili v zaključni fazi validirani na več pilotnih primerih in izvedene bodo potrebne modifikacije v primeru večjih odstopanj.

Glavni rezultati

Izdelali smo izboljšane izračune pomena skladiščenja ogljika v lesnih izdelkih za Slovenijo v skladu s priporočeno metodologijo (IPCC 2006). Za potrebe preizkusa modela EXPHWP smo v začetni fazi projekta podrobno analizirali obstoječe in nam dostopne vire podatkov (SURs, podjetja, CURS, GZS, ZGS). Glede na priporočen model (EXPHWP) v navodilih dobre prakse (IPCC, 2006) se ocenjuje, da je neposreden doprinos povečevanja zalog v lesnih izdelkih pomemben, povečevanje skladiščenja ogljika znaša v nacionalnih bilancah emisij in ponorov toplogrednih plinov giblje se okrog okrog 1 % glede na letne emisije (Pingoud in sod., 2003; Kohlmaier in sod., 2007). Zanimivo je, da je stopnja akumulacije podobna letni rasti porabe lesa na prebivalca, ki je v Evropi v obdobju 2000-2005 naraščala z 1,5 % letno rastjo (Anonymus, 2007).

V skladu z načrtanim planom raziskav in ugotovljenimi pomanjkljivostmi vhodnih podatkov smo pridobili podatke za časovno obdobje od leta 1946-1993, kar nam je omogočilo realnejši prikaz dinamike gibanja zalog ogljika v lesnih izdelkih. S primerjavo podatkov o proizvodnji in analizami baze nepremičnin REN ter dodatno z anketo gospodinjstev (reprezentativni vzorec nad 600), smo ugotovili tesno povezanost med proizvodnjo lesnih izdelkov in gradnjo in/ali obnovo stanovanj. Dodatno smo pregledali dosedanje raziskave na področju rabe modelov za prikaze dinamike zalog ogljika v lesnih izdelkih.

Največja akumulacija ogljika v lesnih proizvodih sovpada z največjim obsegom proizvodnje lesnih proizvodov med leti 1975-1985, v obdobju, ko je bila tudi gradnja stanovanj največja. Trend gibanja akumulacije ogljika je do začetka 90-ih let podoben, nato pa nastopijo med obravnavanimi metodami opazne razlike, ki so posledica predpostavk ter dejstva, da so izhodi lesnih proizvodov iz obdobja največje akumulacije obravnavani različno. Z uporabo modela Weibull, FOD (First order decay – razkroj prvega reda) in uporabo diskretnih življenjskih dob izdelkov smo ugotovili podobnost trendov, razlike pa obstajajo na letnih ravneh akumulacije. Z raziskavami življenjskih dob končnih izdelkov smo z uporabo modelov Weibull, EXHWP in metodo z določeno življenjsko dobo izdelkov kvantitativno ovrednotili dinamiko spreminjanja zalog ogljika v lesnih izdelkih v Sloveniji, pri čemer smo uporabili pristop sprememb zalog ogljika (Stock Change Approach – SCA).

Z uporabo pristopa sprememb zalog ogljika (SCA) za najpomembnejše skupine lesnih proizvodov, v skladu s priporočili IPCC (2006), se letna akumulacija giblje med 1 % -in 2 % letnih emisij toplogrednih plinov Slovenije. Rezultat je v okvirih rezultatov podobnih raziskav v Evropi, kjer se akumulacija ogljika v lesnih proizvodih (zajeti so tudi furnir in vezane plošče ter celuloza in papir) giblje med 1 % in 2 % (Kohlmeier in sod., 2007; Anonymus, 2009; Rüter, 2009).

Z raziskavo smo potrdili hipotezo, da imamo v Sloveniji še vedno akumulacijo ogljika v lesnih proizvodih, to potrjujejo rezultati po vseh uporabljenih modelih. Kažejo se slabosti metode FOD, na katero opozarjajo Marland in Marland (2003), Matthews in sod. (2007), Van der Voet in sod.

(2002), med katerimi izstopata:

- vsi proizvodi imajo ne glede na starost proizvoda enako verjetnost za izhod iz sistema zalog,
- zaradi neupoštevanja pogojev za uporabo metode FOD, ki predvideva eksponentno rast rabe s časom in dovolj dolgo razpolovno dobo, lahko pride do nerealnih in celo povsem napačnih ocen izhodov.

Glede na ugotovitve Kleijna in sod. (2000) na primeru PVC na Švedskem, da so pomemben element pri napovedovanju količin odsluženega lesa podatki o gibanju rabe lesnih proizvodov v preteklosti ter življenjske dobe, menimo, da tudi naši rezultati potrjujejo te ugotovitve. Uporaba matematičnih funkcij v primerjavi s fiksnimi življenjskimi dobami zgladijo ekstreme, trendi ostanejo podobni. Ocenjujemo, da je v našem primeru, zaradi predstavljenih velikih nihanj v rabi in/ali predelavi lesa, v prihodnjih raziskavah bolj smiselna uporaba modela (funkcije) Weibull, ki prikazuje skladiščenje ogljika ločeno po letu proizvodnje posameznih lesnih izdelkov. Metoda FOD ima manjše ekstremne vrednosti, kar pa je lahko pri okoljskih raziskavah, na primer težkih kovin (Van der Voet, 2002), neustrezno.

V naši raziskavi vplivajo na rezultate tako izbor modela kot tudi življenjske dobe lesnih proizvodov. Za izboljšanje ocen bi potrebovali vključitev še dodatnih skupin lesnih izdelkov (furnir in vezane plošče) ter dodatno preverjanje dejanske rabe in/ali predelave izbranih proizvodov, predvsem v obdobju po letu 1990. Da so podatki o proizvodnji in zunanji trgovini z izbranimi lesnimi proizvodi pomembni za izboljšanje ocen ugotavljajo tudi drugi avtorji (Skog in sod., 2004). Uporabljeni modeli nakazujejo splošne trende rabe, in v primeru Slovenije tudi v večji meri predelave, lesnih proizvodov. Kakšne so dejanske zaloge ogljika v lesnih izdelkih rezultati modelov le nakazujejo, na Finskem so zaradi prevladujoče rabe lesnih proizvodov v gradbeništvu rezultati modelov bližje realnemu stanju, ki so ga na Finskem preverili tudi z direktno metodo izračuna zaloga ogljika v različnih inventurnih letih – s tem so prilagodili vhodne parametre modela FOD (Pingoud in sod., 2001; Pingoud in sod., 2003). Menimo, da je direktna uporaba rezultatov za Slovenijo nekoliko bolj kompleksna zaradi predelave izbranih lesnih izdelkov v končne lesne izdelke (pohištvo), od katerih je bil velik delež izvožen, kar pa v izračunih ni upoštevano. Ocenjene zaloge tako predstavljajo kombinacijo zaloga v Sloveniji in v primeru izvoženih končnih izdelkov tudi v tujini. Zaradi tega rezultati verjetno niso direktno neposredno uporabni za napovedovanje količin odsluženega lesa – ocene so verjetno precenjene.

Ocenjujemo, da je poenostavljen model EXPHWP lahko v določenih primerih manj primeren, ker zajema tokove in skladiščenje ogljika na osnovi podatkov o okroglem lesu in primarnih lesnih proizvodih (žagan les, furnir, celuloza, plošče). Pri metodoloških pristopih za opredelitev velikosti in relativnega pomena skladiščenja ogljika v lesnih izdelkih v modelu EXPHWP bo zaradi aktualnosti (mednarodni sporazum o zmanjševanju emisij toplogrednih plinov v obdobju 2012-2020) potrebno dodatno oceniti tudi skladiščenje ogljika, ki izvira iz poseka v Sloveniji (prilagojen SCAD pristop).

Pregled nad tokovi lesa omogoča lesni industriji realno analizo stanja, ki lahko služi kot podpora pri izdelavi strategij in smernic prihodnjega razvoja panog, povezanih s pridobivanjem, predelavo in rabo lesa, v povezavi z realno oceno potencialov iz slovenskih gozdov, pa optimalno rabo enega najpomembnejših naravnih obnovljivih virov v Sloveniji.

Model, ki obeta, in je univerzalno uporaben, temelji na metodi analize tokov substanc – SFA. Zaradi univerzalnosti in dinamičnega značaja ter možnih prilagoditev manjkajočih časovnih nizov podatkov ga je možno uporabiti na dveh nivojih: na nivoju ogljika in na nivoju lesnih proizvodov. Pri modeliranju izhoda substanc (proizvodov) iz sistema preučevanja je primerna porazdelitvena funkcija Weibull. Z analizo metodoloških posebnosti uradnih podatkov lahko za rabo v modelu pridobimo dovolj kakovostne podatke o letni rabi izbranih lesnih izdelkov. Na podlagi dosedanjih raziskav smo model testno preizkusili na specifičnem lesnem končnem izdelku – drogovi. Na primeru infrastrukturnih objektov smo preliminarno ocenili življenjsko dobo lesenih drogovi v izbranem podjetju, ki nakazujejo podobne rezultate kot druge raziskave v Evropi in v ZDA.

Razpolovna življenjska doba kostanjevih drog v Sloveniji znaša nad 40 let.

Na gibanje zalog ogljika v lesnih izdelkih ter predvsem na količine odsluženega lesa vplivajo v veliki meri tudi socialno ekonomski vplivi (BDP, tehnološki razvoj, rast prebivalstva ...). Tovrstne probleme preučujejo z dinamičnim modeliranjem zalog proizvodov, materialov in snovi, s katerimi na podlagi dinamične obravnave zalog v družbi (na primer svinca) raziskujejo prihodnje izhode (Elshkaki in sod., 2005).

Pomemben vir lesnih ostankov so tudi ostanki v lesno predelovalnih podjetjih. Te ostanke podjetja pogosto uporabljajo v lastne energetske namene. Na to področje je v zadnjem letu močno posegla Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo. Uredba predpisuje maksimalne vrednosti izbranih onesnažil v lesu. V izbranih slovenskih lesno-predelovalnih podjetjih smo zbrali vzorce lesnih ostankov in določili koncentracijo naslednjih elementov: Cl, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Br, Pb in Hg. Večina analiziranih elementov je bila pod mejno vrednostjo predpisane v Uredbi za obdelan les z izjemo klora. V nadaljevanju smo zato izvedli podrobnejšo analizo vzrokov onesnaženja s klorovimi spojinami. Koncentracija klorovih spojin v lesnih ostankih, zbranih pri predstavnikih slovenske pohištvene industrije, v veliki večini presega mejno vrednost predpisano v Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo. Pogosto je s klorom onesnažena že surovina, ali pa se lesni ostani s klorom onesnažijo tekom, transporta, skladiščenja ali industrijskega procesa. Eden od pomembnih vzrokov je zagotovo soljenje zunanjih skladišč in transportnih poti. Ti podatki nakazujejo, da bi bilo smiselno razmisliti o mejnih vrednostih za klor navedenih v uredbi.

Mesto vgraditve in način uporabe lesa ima vpliv na trajnost lesa. Poskus odpornosti lesa vzorčnih primerkov na prostem že poteka v skladu z metodo SIST-TS CEN/TS 12037. Pri rabah lesnih odpadkov se uveljavlja povečan nadzor in kontrola nad ravnanjem. Poseben poudarek je dan mejnim vrednostim onesnažil v primeru energetske rabe. Izvedena je bila analiza testnih vzorcev iz izbranih lesnopredelovalnih podjetij. Rezultati nakazujejo odstopanja od vrednosti v naravnem lesu, izrazito pri kloru. Očitno je, da so mejne vrednosti za klor v Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo postavljene relativno nizko in jih v nekaterih primerih presega že sveže posekan, kemično neobdelan les.

DS 4: PONORI CO₂ IN POLITIKE ZMANJŠEVANJA EMISIJ CO₂

Za oblikovanje stališč Slovenije v procesu pogajanj znotraj Evropske unije pri doseganju sporazuma v post-kjotskem obdobju smo v okviru DS 2 pripravili analizo stanja. Ta nam je služila kot osnova pri analizi različnih pristopov za ocenjevanje ponorov in emisij za sektor LULUCF. Odprta strokovno politična vprašanja imajo posledično lahko finančne posledice tako za državo in še posebej za nekatere sektorje gospodarstva (energetika). V okviru DS 4 smo pripravili pregled nad obstoječimi predlaganimi pristopi in ocenili njegovo primernost za Slovenijo.

Glavne metode dela so bile

- Analiza dosedanjih rezultatov različnih domačih in tujih študij, analiza metodologij (IPCC 2003 in IPCC 2006).
- Analiza rezultatov iz DS 2 in DS 3.
- Sinteza zbranih rezultatov in izračun pomena celotne gozdno – lesne tehnološke verige v nacionalni bilanci emisij/ponorov CO₂.

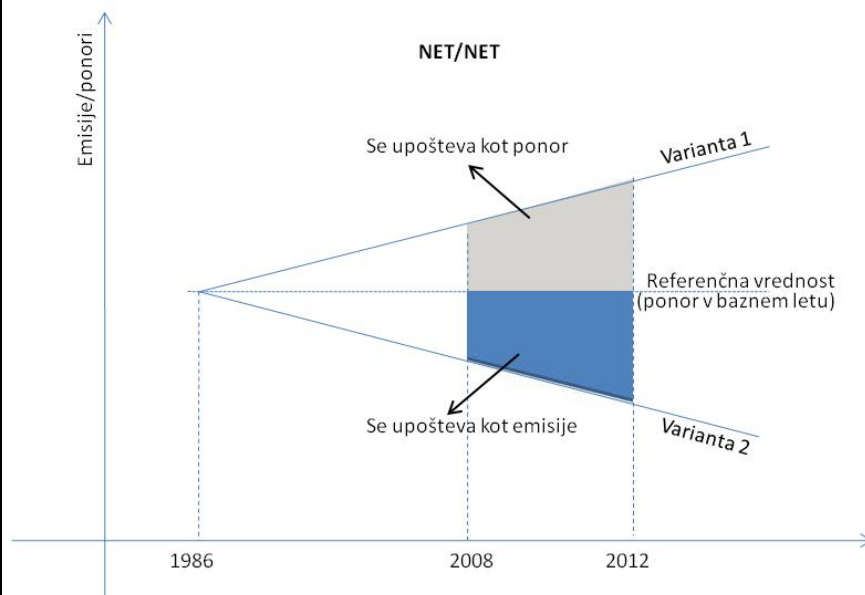
Glavni rezultati

Primerjali smo različne pristope za izračun emisij oz. ponora TGP v CO₂ ekv. za področje LULUCF (Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo).

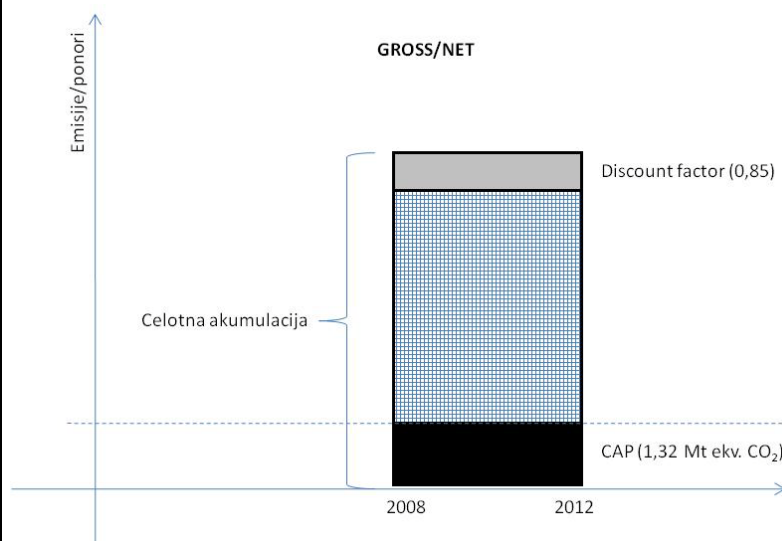
Pristop net-net temelji na primerjavi emisij/ponorov v obravnavanem letu/obdobju z emisijami/ponori v izhodiščnem letu. Na sliki 1 sta prikazani dve varianti, ki predstavljata gibanje

emisij/ponorov in posledice, ki izhajajo iz uporabe pristopa net-net. Tako bi v primeru variante 2 (ponori so nižji kot v izhodiščnem letu) kljub še vedno prisotnemu ponoru računsko izkazovali emisije. V sektorju LULUCF je dolgoročno malo verjetno, da bi se akumulacija trajno povečevala.

Prikaz dveh ključnih pristopov izračuna ponora:



Slika 1: Prikaz net/net pristopa za izračune



Slika 2: Prikaz gross/net pristopa za izračune

Pristop gross-net upošteva celotno letno akumulacijo, ki je zmanjšana za dogovorjen faktor ("discount factor" npr. 0,85). Drugo možnost predstavlja določitev absolutno priznane akumulacije – CAP, kot je po trenutno dogovorjenih pravilih. Zaradi različnih pogledov in interesov posameznih držav je v zadnjem obdobju aktualen tudi kompromisni pristop, ki zajema tako gross/net kot tudi net/net pristop ter vse možne vmesne variante.

Pri napovedovanju prihodnjega razvoja gozdov je zaradi velike negotovosti (posek v zasebnih gozdovih, starostna struktura gozdov, možna neurja in razmnožitev insektov in gliv,...) težko koncizno opredeliti smeri razvoja. Največji učinek bi bil dosežen, če bi upoštevali kot referenčno leto 1986 (1990 je manj ugodno iz vidika izračunov; upoštevanje referenčnega obdobja je še bolj

neugodno). Pristop gross-net je zaradi starostne strukture gozdov v Sloveniji in možnih nepredvidljivih naravnih vplivov (gradacije insektov in bolezni, neurja, ...) še vedno ugoden, ker preko discount faktorja ali CAP omili od človeka ne-vplivne dogodke, predstavlja pa "robustno" rešitev za Slovenijo. Poleg predstavljenih opcij je pomemben dodatni element pri opredelitvi do predstavljenih opcij vključitev lesnih izdelkov (HWP) v poročanje in izračune. Ocenjujemo, da je za Slovenijo verjetno dolgoročno najbolj primeren pristop gross-net z določenim odbitkom (discount faktorjem). Ta pristop omogoča robusten in relativno stabilen izračun emisij/ponorov za področje »LULUCF« in hkrati vzpodbuja čim boljše gospodarjenje z gozdovi (positive incentives).

Po definiciji skladiščenje ogljika v lesnih izdelkih ni ponor ("sink") temveč skladišče ("reservoir"). V skladu s sprejeto metodologijo in dogovorjenim načinom obračunavanja se bo lahko v prihodnjem klimatskem sporazumu upoštevala le sprememba zalog ogljika. Zaradi potencialnih neskladij s splošnim pravnim okvirjem klimatskega sporazuma in nevarnostmi, na katere upravičeno opozarjajo nevladne organizacije (npr. upoštevanje lesnih izdelkov, ki bi izvirali iz krčenja gozdov), se Evropska unija nagiba k omejenemu pristopu sprememb zalog ogljika (Stock Change Approach Domestic – SCAD). To pomeni, da se bo bilančno ugotavljala sprememba zalog ogljika v lesnih izdelkih, ki izvirajo iz države (izvzeti bodo uvoženi in izvoženi lesni izdelki). Kot odprto možnost dopuščajo tudi tako imenovani proizvodni pristop za domač les (Production Approach – PA), vendar le v primeru, če bo država razpolagala s podrobnimi podatki o izvozu domačega lesa po državah in po proizvodih (npr. zahtevale se bodo podrobne časovne vrste podatkov do leta 1961 !). V vsakem primeru je upoštevanje skladiščenja ogljika v lesnih izdelkih odvisno od sprejetja celotnega področja Rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva (LULUCF). Poudariti je potrebno tudi, da se bo princip za upoštevanje ponorov/emisij iz gospodarjenja z gozdovi zrcalil tudi pri upoštevanju sprememb zalog ogljika v lesnih izdelkih. Najbolj konsistenten bi bil pristop net/net, delno princip z "discount" faktorjem in najmanj obstoječi pristop (CAP).

DS 5: PRENOS REZULTATOV

Rezultati projekta so usmerjeni predvsem v strokovno podporo ministrstvu za doseganje zastavljenih ciljev (Kjotski protokol, podnebno energetskega paket), hkrati pa so namenjeni tudi najširši javnosti, ki mora spoznati velik pomen gozdov in rabe lesa za blaženje in prilagajanje podnebnim spremembam.

Glavni rezultati

V času trajanja projekta so sodelavci projekta napisali in objavili 7 znanstvene članke v domačih in tujih revijah in 9 strokovnih člankov na temo skladiščena ogljika v lesnih izdelkih, ponora ogljika v gozdovih in gozdno-lesne proizvodne verige. (Članki so označeni v bibliografijah sodelavcev). Pripravljen je bil tudi samostojni znanstveni sestavek v monografski publikaciji »*Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi*«.

Sodelavci na projektu so aktivno sodelovali na naslednjih tujih in domačih strokovnih konferencah, delavnicah in posvetih:

1. International Conference on Carbon Storage in Wood Products, Bruselj, 1.9.2009, organizator: CEI-Bois, EOS, EPF, FEIC. Namen organizatorjev je bil raziskati možnosti pozitivnih stimulacij za lesno industrijo na temelju znanstvenih spoznanj ter z globalnim akcijskim načrtom podpreti vključitev lesnih izdelkov v prihodnji mednarodni klimatski sporazum, o katerem se bo odločalo v Kopenhagenu (COP 15). (15. PIŠKUR, Mitja. Mednarodna konferenca o skladiščanju ogljika v lesnih izdelkih. *Les (Ljublj.)*, 2009, letn. 61, št. 9/10, str. 417-419, ilustr. [COBISS.SI-ID 2479526])
2. Wood Energy Workshop: woody biomass - the fuel of choice for Serbia, Belgrade, Serbia, 2-3 December 2008 (KRAJNC, Nike. *Development of wood biomass productions chains - Slovenian experience : [presented at] Wood Energy Workshop: woody biomass - the fuel*

- of choice for Serbia, Belgrade, Serbia, 2-3 December 2008.* 2008. [COBISS.SI-ID 2355878])
3. Varovanje okolja - priložnosti ovira za razvoj, Ljubljana. 5 novembra 2009, strokovni posvet (PIŠKUR, Mitja. *Pomen rabe lesa z vidika novega mednarodnega podnebnega sporazuma : [predstavljeno na strokovnem posvetu] z naslovom Varovanje okolja - priložnostali ovira za razvoj, 5 novembra 2009, Ljubljana.* 2009. [COBISS.SI-ID 2475174])
 4. Sejem dom 2010, Ljubljana , 3. 3. 2010, (PIŠKUR, Mitja. *Pomen rabe lesa z vidika nacionalne bilance CO2 : [predstavljeno na sejmju] Sejem dom 2010, Ljubljana, 3. 3. 2010.* 2010. [COBISS.SI-ID 2540198])
 5. Simpozij: "Best Practice in Applied LCA and Carbon Footprinting" in Delavnica: "Product Sustainability Solutions – GaBi User Conference", 28.-29.10.2009, Stuttgart, Nemčija.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- ☒ a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- ☒ b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- ☒ c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- ☐ d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- ☒ e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- ☒ a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- ☐ b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- ☒ c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- ☐ d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- ☒ e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- ☐ f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- ☐ g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- ☒ h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- ☐ i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Najpomembnejši neposredni rezultati projekta so:

- ocene emisij in ponorov CO₂ za gozdarstvo na osnovi podatkov dveh zaporednih nacionalnih gozdnih inventur;
- primerjava različnih pristopov za izračun emisij oz. ponora toplogrednih plinov (v CO₂ ekv.) za področje LULUCF (Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo);
- ocene gibanja akumulacije lesnih zalog do leta 2020 glede na podatke dveh zaporednih nacionalnih gozdnih inventur v treh različnih scenarijih;
- izračuni pomena skladiščenja ogljika v gozdovih in lesnih izdelkih za Slovenijo v skladu s priporočeno metodologijo (IPCC 2006);
- ocena pomena vključevanja lesnih izdelkov v izračune emisij in ponorov v prihodnjem klimatskem dogovoru;
- vrednotenje metod za ugotavljanje dinamike zalog ogljika v lesnih izdelkih;
- ovrednotenje metod za oceno dinamike nastajanja količin odsluženega lesa in izdelkov;
- ocena rabe lesa v predelovalnih dejavnostih in za proizvodnjo energije;
- kvantitativno ovrednotenje dinamike spreminjanja zalog ogljika v lesnih izdelkih v Sloveniji;
- kvalitativna in kvantitativna analiza anorganskih onesnaževal v lesnih ostankih in odsluženem lesu
- analiza vzrokov onesnaženja lesnih ostankov in odsluženega lesa z anorganskimi onesnaževali.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

- Vključevanje ponorov ogljika v gozdovih in skladiščenja ogljika v lesnih izdelkih v nacionalne bilance emisij in ponorov tudi po letu 2012.
- Priznavanje gozdov kot ponora in lesnih izdelkov kot skladišča ogljika na nacionalnem nivoju – prepoznavanje tematike pri oblikovanju politik na tem področju.
- Aktivnejša vloga gozdarstva in lesarstva pri oblikovanju dolgoročnih strategij in politik na področju klimatskih sprememb, varstva okolja, razvoja gospodarstva in na področju ravnanja z odpadki.
- Uveljavljanje mednarodno priznanih metodologij za izračunavanje ponorov ter skladiščenja ogljika pri nacionalnih in drugih izračunih.
- Napovedovanje količin odsluženih lesnih izdelkov, ki se lahko uporabijo kot surovina za nadaljnjo predelavo v lesne plošče in za proizvodnjo obnovljive energije.
- Napovedovanje potreb po končnih lesnih izdelkih glede na model dinamike menjav in življenjskih dob.
- Analiza možnosti uporabe lesnih ostankov in odsluženega lesa v različne namene (energestke, ploščni kompoziti...).

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ a) v domačih znanstvenih krogih;
- ☒ b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- ☒ c) pri domačih uporabnikih;
- ☐ d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Ministrstvo za okolje in prostor ter Agencija RS za okolje, ki sta zadolžena za pripravo nacionalnih poročil o emisijah in ponorih toplogrednih plinov za potrebe letnega poročanja za UNFCCC in KP.

Služba vlade za klimatske spremembe, ki oblikuje in vodi politike zmanjševanja emisij toplogrednih plinov.

Lesarska in gozdarska podjetja, ki želijo s promocijo trajnostnega gospodarjenja z gozdovi ter rabo lesa promovirati svoje proizvode kot »CO₂ nevtralne« oziroma okolju prijazne z vidika emisij toplogrednih plinov v primerjavi s konkurenčnimi materiali.

Slovenska turistična agencija, ki želi promovirati Slovenijo kot »Eko« destinacijo in želi obiskovalcem omogočiti »CO₂ nevtralne« turistične ture.

ILTRA d.o.o. (Inštitut za lesarstvo in trajnostni razvoj, raziskovanje, razvoj, svetovanje in izobraževanje d.o.o.) za ocene količin odsluženega lesa, pregled nad tokovi in rabami lesa.

3.7. Število diplomantov, magistrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

1. Diplomant: JUVAN, Miha; HLADNIK Jurij, KRPAN Anja
2. Doktor znanosti: PIŠKUR, Mitja – leta 2009 je bila objavljena in potrjena (12.11.2009) tema doktorske disertacije: Vrednotenje dinamike zalog lesa v izdelkih v Sloveniji.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi institucijami.

Gozdarski inštitut Slovenije (GIS) je v času trajanja projekta aktivno sodeloval z Kmatijsko gozdarsko zbornico v Gracu, Združenjem za biomaso iz Padove (AIEL), Tehničnim raziskovalnim centrom iz Finaske (Technical Research Centre of Finland), hrvaško gozdarsko svetovalno službo in Gozdarsko fakulteto v Zagrebu. Sodelovanje je potekalo na področju rabe lesne biomase ter promocije sodobnih tehnologij pridelovanja, prederlave in rabe lesne biomase. Sodelujemo tudi s Gozdarsko fakulteto iz Beograda in sicer na področju izračunavanja emisij in ponorov za sektor LULUCF.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Rezultati dosedanjega sodelovanja se kažejo v prijavi skupnih raziskovalnih projektov na širšem področju skupnega delovanja. Tako smo v obdobju trajanja projekta skupaj prijaviili 7 mednarodnih projektov. S partnerji iz Hrvaške smo prijaviili čezmejni projekt. Z predstavniki Gozdarske fakultete iz Beograda pa smo se dogovorili o skupnem projektu s katerim bomo prispevali k usposabljanju strokovnjakov za pripravo nacionalnih izračunov emisij in ponorov za sektor LULUCF. Del projektne skupine sodeluje v dveh COST akciji: COST ACTION FP 0703 ECHOES Expected Climate Change and Options for European Silviculture in v COST ACTION FP0902 Development and Harmonisation of New Operational Research and Assessment Procedures for Sustainable Forest Biomass Supply. Z Gozdarsko fakulteto iz Beograda se dogovarjamo o skupnem projektu, ki bo omogočil izboljšanje izračunov in poročil o emisijah in ponorih za sektor LULUCF tako v Sloveniji kot tudi v Srbiji, v sodelovanju s Službo Vlade RS za podnebne spremembe.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Gozdarski inštitut Slovenije:

- Aktivno sodelovanje z Ministrstvom za okolje pri pripravi Pravilnika o monitoringu ponorov in emisij toplogrednih plinov zaradi rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva (Uradni list RS, št. 50/2010 z dne 24. 6. 2010).
- Aktivno sodelovanje pri izdelavi Akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020. Za omenjen akcijski načrt smo pripravili nekatere vsebine in podatke za poglavje 4.6 Posebni ukrepi za spodbujanje uporabe energije iz biomase. Aktivno smo sodelovali tudi v javni obravnavi.
- Aktivno sodelovanje pri pripravi izhodišč Zakona o podnebnih spremembah – s Službo vlade za podnebne spremembe smo sodelovali pri oblikovanju osnutka Zakona o podnebnih spremembah in s predlogi sodelovali pri javni obravnavi.
- Oblikovanje stališč in pripomb na Peto nacionalno poročilo Slovenije Konferenci pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (februar 2010)
- Priprava strokovnega mnenja o ocenah ponorov CO₂ za sektor gozdarstvo za Službo vlade za podnebne spremembe (1.3.2010)
- Priprava samostojnega poglavja: Trajnostno gospodarjenje z gozdovi in ponori CO₂ (poglavje 5.21) v Operativnem programu zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012 (OP TGP-1). (Vlada RS, Dokument Št.: 35405-2/2009/9, Ljubljana, dne 30. julija 2009)
- Priprava Kazalcev za spremljanje izvajanja OP TGP-1 za sektor Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo, ki jih mora vsebovati poročilo o izvajanju OP TGP-1.
- Aktivno sodelovanje pri pripravi sprememb Pravilnika o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih proizvodov.
- Aktivno sodelovanje z Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano pri pripravi pripomb ter predlogov sprememb in dopolnitev predloga Uredbe o zelenem javnem naročanju.

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.