

Podnebne spremembe in slovenski gozdovi

Climate Change and Slovene Forests

Primož SIMONČIČ, Andrej KOBLER, Nike KRAJNC, Mirko MEDVED, Niko TORELLI, Robert ROBEK*

Izvilleček:

Simončič, P., Kobler, A., Krajnc, N., Medved, M., Torelli, N., Robek, R.: Podnebne spremembe in slovenski gozdovi. *Gozdarski vestnik*, št. 4/2001. V slovenščini, cit. lit. 68. Prevod v angleščino: Eva Naglič.

Prispevek obravnava pregled novejših spoznanj na področju povezav med podnebnimi spremembami, gozdom in gozdarstvom. Predstavljene so prognoze dolgoročnih posledic naraščanja koncentracij toplogrednih plinov (TGP) v ozračju na rast drevoja in razvoj gozdov, mednarodni programi zmanjševanja emisij TGP, ki zadevajo gozdarstvo, in opisane so vloge slovenskih gozdov z vidika podnebnih sprememb. Sprejete mednarodne obveznosti Slovenije pri zmanjševanju emisij TGP zadevajo gozdarstvo preko obsega in stanja gozdov ter preko lesa in lesnih izdelkov. Uveljavljanje vlog gozdov in lesa pri zmanjševanju emisij TGP v Sloveniji bomo dosegli tako, da krepimo ekološko stabilnost gozdov, povečujemo rabo lesa, spodbujamo učinkovite rabe manj kakovostnega lesa in lesnih ostankov v energetske namene, opredelimo rabe kmetijskih površin v zaraščanju ter uveljavimo vloge gozdov v strategijah in programih zmanjševanja emisij TGP. Za uveljavitev vlog potrebujemo gozdarsko strategijo, ki mora biti podprta s programom raziskovalnega in strokovnega dela ter povezana z energetiko, lesnopredelovalno industrijo, kmetijstvom in varstvom okolja.

Ključne besede: podnebne spremembe, gozd, gozdarstvo, lesna biomasa, lesni izdelki, Slovenija.

Abstract:

Simončič, P., Kobler, A., Krajnc, N., Medved, M., Torelli, N., Robek, R.: Climate Change and Slovene Forests. *Gozdarski vestnik*, No. 4/2001. In Slovene, lit. quot. 68. Translated into English by Eva Naglič.

This article deals with a review of the newest understandings in the area of connections among climate change, forests and forestry. Presented here are the prognoses for long-term consequences of the increasing greenhouse gases (GHG) concentrations in the atmosphere on a tree growth and forest developments, furthermore, the international programs of decreasing GHG emissions concerning forestry and finally, roles of Slovene forests are described in a view of climate change. Ratified international obligations of Slovenia towards the decreasing of GHG emissions are related to the forestry through a range and condition of forests as well as through the wood and wood products. We shall to put the forest and wood roles into force by strengthening the ecological stability of forests, increasing use of wood, encourage effective uses of low quality wood and wood residues for energy purposes, define use of abandoned agricultural land and put forward forest role in the strategies and programs of GHG emission decrease. To put the roles into an effect a forestry strategy is needed, which should be supported by a research program and expert work and, furthermore, related to power, wood industry, agriculture, and protection of the environment.

Key words: climate change, forest, forestry, wood biomass, wood product, Slovenia.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Pri preučevanju spreminjanja podnebja ter vpliva sprememb na naše okolje se srečujemo s številnimi novimi vprašanji, na katera še ne poznamo odgovora. Od sredine devetnajstega stoletja se zaradi človeških aktivnosti v ozračje sproščajo velike količine različnih plinov, ki nastajajo pri gorenju fosilnih goriv in požiganju gozdov (CO_2), pri kmetijskih dejavnostih (CH_4 in N_2O) ter v industrijski proizvodnji (CFC, HFC ter drugi plini, npr. žveplov heksafluorid, SF_6). Ti plini, ki jih s skupnim imenom poimenujemo toplogredni plini (v nadaljevanju TGP), povzročajo segrevanje ozračja in klimatske spremembe globalnih razsežnosti. Različni računalniški klimatski modeli napovedujejo dvig globalne temperature v naslednjem stoletju za 1 do $6,0^\circ\text{C}$ (WATSON et al. 2001), kar naj bi povzročilo dvig morske gladine in ogrozilo obalna območja, ogrozilo obstoj nekaterih živalskih in rastlinskih vrst, povzročilo premik klimatskih con in s tem vplivalo na spremenjen režim

* dr. P. S., univ. dipl. inž. les., mag. A. K., univ. dipl. inž. gozd., mag. N. K., univ. dipl. inž. gozd., dr. M. M., univ. dipl. inž. gozd., prof. dr. dr. h. c. N. T., univ. dipl. inž. gozd., mag. R. R., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, SLO

padavin, ujm in sušnih obdobj, ogrozilo pridelavo hrane in prizadelo veliko število ljudi. Do zaznavnih negativnih posledic naj bi prišlo tudi, če bi danes zmanjšali emisije CO₂ za 30 %, s čimer bi se koncentracija CO₂ ustalila na ravni podvojene naravne koncentracije, zato lahko rečemo, da bodo podnebne spremembe dale trajen pečat življenju na Zemlji v 21. stoletju.

Ker problem podnebnih sprememb večplastno zadeva tudi gozdove (povečane koncentracije CO₂, večje temperature, spremenjen padavinski režim ...), s tem pa tako rekoč vsakega izmed nas, želimo na podlagi novejših tuje in domače znanstvene literature podati pregled trenutnega stanja razumevanja povezav med gozdom, gozdarstvom in problematiko podnebnih sprememb ter opozoriti na potrebo po kompleksnejši obravnavi problematike v Sloveniji v prihodnosti.

2 POSLEDICE PODNEBNIH SPREMOMB ZA GOZD

2 CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE FOR THE FOREST

2.1 Ogljikov cikel in gozd

2.1 Carbon cycle and forest

Dinamika terestričnih ekosistemov je odvisna od interakcij številnih biogeokemičnih ciklusov, še posebno od kroženja ogljika in vode, na katera vplivajo človekove aktivnosti. Kopenski ekosistemi, v katerih je ogljik (C) uskladiščen v živi biomasi, razkrajajoči se organski snovi in v tleh, imajo pomembno vlogo za globalni cikel ogljika. Ogljik se izmenjuje oziroma prehaja po naravni poti med sistemi in atmosfero s procesi fotosinteze, dihanja, razkroja in gorenja. Zaradi svoje prostorske razprostranjenosti so gozdovi globalno pomemben dejavnik pri kroženju ogljika (preglednica 1).

Biom	Zaloge C (Gt C) / Carbon stocks (Gt C)			
	Površina / Area (10 ⁹ ha)	Vegetacija Vegetation	Tla Soil	Skupaj Total
Tropski gozdovi <i>Tropical forests</i>	1,76	212	216	428
Gozdovi zmernege pasu <i>Forests of the temperate z.</i>	1,04	59	100	159
Borealni gozdovi <i>Boreal forests</i>	1,37	88	471	559
Tropske savane <i>Tropical savannahs</i>	2,25	66	264	330
Travniki zmernege pasu <i>Grassland of the temp. z.</i>	1,25	9	295	304
Puščave in savane <i>Deserts and savannahs</i>	4,55	8	191	199
Tundra / <i>Tundra</i>	0,95	6	121	127
Barja, močvirja <i>Swamps, marshes</i>	0,35	15	225	240
Kmetijske površine <i>Agricultural areas</i>	1,60	3	128	131
Skupaj / <i>Total</i>	15,12	466	2.011	2.477

Vsi gozdni ekosistemi na Zemlji naj bi v tleh in vegetaciji vsebovali okoli 1.150 Gt ogljika (WATSON et al. 2001), pri čemer je po Watsonu (2001) v gozdnih zmernege pasu približno 2-krat več ogljika v tleh kot v vegetaciji. Po podatkih TBFR (2000) je v Sloveniji v nadzemni masi gozda uskladiščeno 88,9 t C ha⁻¹. Na osnovi rezultatov popisa gozdnih tal na slovenski mreži 16 x 16 km (I. 1995, n = 43) je v organskem horizontu in v zgornji 20-centimetrski plasti mineralnega dela tal uskladiščeno še 71 t C ha⁻¹ (URBANČIČ 1997).

Preglednica 1: Globalne zaloge ogljika v nadzemni vegetaciji in v tleh do 1 m globine (WATSON et al. 2001)

Table 1: Global carbon stocks in vegetation and soil carbon pools down to a depth of 1m (Watson et al. 2001)

Po Brownovi (1998) so emisije ter ponori CO_2 , ki nastaja pri razkroju in gorenju lesne biomase, v rastlinah pa se veže v zaporedju reakcij Calvinovega cikla, za svetovno raven uravnoteženi. Človekove aktivnosti lahko vplivajo na količine uskladiščenega ogljika v posameznih zbiralnikih (poolih) in na izmenjavo ogljika med njimi zaradi rabe in sprememb rabe tal ter različnih načinov gospodarjenja z gozdovi.

Od leta 1850 do 1998 je v atmosfero v obliki CO_2 prešlo približno 270 Gt C zaradi gorenja fosilnih goriv in industrije (WATSON et al. 2001). Približno 136 Gt C se je sprostilo zaradi spremenjene rabe tal, predvsem zaradi devastacije gozdnih ekosistemov. Takšne emisije so povzročile povečanje vsebnosti CO_2 v ozračju od približno 285 na 366 ppm (pribl. 28 %); 43 % skupne emisije CO_2 se je ohranilo v atmosferi. Približno 230 Gt C se je uskladiščilo v oceane oz. gozdove (WATSON et al. 2001). Ekosistemski modeli za kopenske ekosisteme kažejo, da bo dodatni sprejem atmosferskega CO_2 , ki narašča zaradi posrednega učinka človekovih aktivnosti, v gozdnih ekosistemih ostal vsaj nekaj desetletij (WATSON et al. 2001).

2.2 Možni vplivi podnebnih sprememb na gozdove

2.2 Possible influences of climate change on the forests

Prognoze dolgoročnih posledic naraščanja koncentracij TGP v ozračju napovedujejo spremembo razmer za rast drevoja in razvoj gozdov. To potrjujejo različne študije primerov gozdnih ekosistemov v Evropi, čeprav so napovedi zelo negotove (SPIECKER 1999, MAKKONEN - SPIECKER / KOTAR 1999). Ugotovljeno je bilo, da se je v zadnjih nekaj desetletjih pospešila rast evropskih gozdov, možen vzrok pa naj bi bile poleg načina gospodarjenja z gozdom in rabe tal tudi podnebne spremembe oz. povečana koncentracija CO_2 , povečane emisije NO_x , spremembe temperature zraka, padavinskega režima idr. Kumulativen učinek posledic podnebnih sprememb naj bi na osnovi modelnih ocen vplival na povečano rast, v ekstremnih primerih tudi do 30 % (CANELL 1999).

Vpliv in učinek povečane temperature ter koncentracije NO_x in CO_2 sta odvisna od preteklega (proizvodnja oglja, steljarjenje, paša) in sedanjega gospodarjenja z gozdovi in od lastnosti rastišč (GLATZEL 1999, BONNEAU / NYS 1999). Povečane koncentracije CO_2 naj bi v primeru C3 rastlin povzročile povečano fotosintetsko aktivnost, rast in kopičenje biomase. Hkrati s fiziološkimi spremembami potekajo tudi morfološke spremembe (debelina listja), kopičenje ogljika v koreninskemu pletežu (razmerje med koreninami in poganjki, izraženo v suhi masi), spreminja se sestava listja in iglic, pri čemer se povečuje vsebnost C in zmanjšujejo koncentracije mineralnih hranil, kar pomeni večje razmerje C/N (ATKINSON 1996, KRÄUCHI / XU 1996, KOCH / MOONEY 1996). Posledice podnebnih sprememb in hitreje rasti so tudi povečana občutljivost drevoja na sušo, zmrzal in boleznih ter pogostejše poškodbe zaradi ekstremnih podnebnih dogodkov (žled, vetrolom idr.). Po Kräuchiju (1996) so zaradi podnebnih sprememb ogrožene populacije drevoja na robu arealov, kjer so spremembe rastiščnih dejavnikov najbolj neugodne za drevje, vrste z omejeno genetsko raznolikostjo, vrste, ki v določenem obdobju razvoja potrebujejo specifične rastiščne razmere, vrste, ki uspevajo v gorskem svetu, nižinah idr. (KRÄUCHI / XU 1996). V zaključkih fenološke študije evropske mreže (FABIAN / MENZEL 1999) za drevje so zapisali, da se je v obdobju 1959-1993 začetek vegetacijske sezone premaknil za šest dni v zgodnjo pomlad in za štiri dni v jesen, omenjene spremembe pa avtorji povezujejo s podnebnimi spremembami. Zlasti spomladanska sprememba začetka vegetacijske dobe je vzrok pogostejših poškodb drevoja.

Povišane temperature naj bi vplivale tudi na povečan tok CO₂ iz gozdnih tal. Povečan naj bi bil tudi tok CH₄ in N₂O, kar je odvisno predvsem od vlage tal (McHALE et al. 1998). Hitrejši razkroj organske snovi v gozdnih tleh naj bi potekal, dokler je na razpolago več labilnega C oz. lahko tudi večjih količin opada kot posledice povečane produktivnosti rastišč (McHALE et al. 1998). Razkroj organske snovi v gozdnih tleh, ki je uskladiščena dalj časa, pa naj bi bil manj občutljiv na spremembe temperatur.

Od leta 1996 potekajo na mreži evropskega projekta EUROFLUX neposredne meritve izmenjave ogljika v 15 gozdnih ekosistemih (VALENTINI et al. 2000). Neto izmenjava ogljika za gozdne ekosisteme je rezultat občutljivega ravnotežja med uskladiščenjem ogljika zaradi procesa fotosinteze (preko dneva, prevladuje podnevi) in njegovo izgubo, ki nastane pri dihanju zelenih rastlin (prevladuje ponoči). Za gozdne ekosisteme je zlasti pomembno sproščanje CO₂ iz tal (koreninski sistem, mikrobiološka aktivnost). Rezultati so pokazali, da na večini poskusnih objektov projekta EUROFLUX delujejo gozdni ekosistemi kot ponor, v njih pa se letno uskladišči do 6,6 t C ha⁻¹, v primeru, da delujejo kot vir, pa se sprosti do 1 t C ha⁻¹ leto⁻¹.

3 ODZIVI MEDNARODNE SKUPNOSTI NA GROŽNJE PODNEBNIH SPREMEMB

3 REACTIONS OF INTERNATIONAL COMMUNITY TO THREATS OF CLIMATE CHANGE

Globalne razsežnosti in negotovost posledic tople grede so od prvih zanesljivih dokazov o naraščanju koncentracij TGP v ozračju sredi osemdesetih let prejšnjega stoletja spodbudile širok spekter aktivnosti na političnem, nastvenem in gospodarskem področju. Kronologija najpomembnejših **mednarodnih političnih dogodkov in dokumentov** je naslednja:

- **1988:** Svetovna meteorološka organizacija pri Združenih narodih (WMO) in Program Združenih narodov za okolje (UNEP) ustanovita IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change - medvladno skupino strokovnjakov za spremembo podnebja).
- **1990:** IPCC izda prvo znanstveno in tehnično oceno o klimatskih spremembah.
- **1992:** Na konferenci Združenih narodov za okolje in razvoj (Rio de Janeiro) 9. maja 1992 udeleženci na podlagi prvega poročila IPCC sprejmejo Okvirno konvencijo Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC; v nadaljevanju konvencija). Podpisnice konvencije postanejo udeleženske konferenc pogodbenic konvencije, ki si sledijo vsako leto oziroma po potrebi.
- **1995:** IPCC izda drugo znanstveno in tehnično oceno o klimatskih spremembah, v kateri napove dvig temperature v naslednjih sto letih za 1-3,5° C.
- **1996:** IPCC izda revidirane smernice za nacionalne inventure TGP.
- **1997:** Na tretji konferenci pogodbenic konvencije v Kyotu podpisnice konvencije sprejmejo Kyotski protokol (v nadaljevanju protokol), ki konkretizira konvencijo z instrumenti za zmanjševanje emisij TGP.
- **2000:** IPCC izda interpretacijo tretjega člena Kyotskega protokola, ki govori o vključevanju pogozdovanja, ogozdovanja, razgozdovanja ter ostalih dogovorjenih rabah tal, spremembah rabe tal in gozdarstvu (LULUCF: Land use, land-use change and forestry).
- **2000:** Šesta konferenca podpisnic klimatske konvencije v Haagu (Nizozemska) propade, ker ne uspejo razrešiti odprtih vprašanj, med katerimi so tudi dileme o vlogi gozdov pri uravnavanju emisij TGP.

- **2001:** Na 17. konferenci IPCC objavijo delovno verzijo tretje znanstvene in tehnične ocene o klimatskih spremembah in opozorijo na potrebo po reviziji metodologije za obravnavo gozda v nacionalnih bilancah emisij držav podpisnic konvencije in protokola.

Na znanstvenem področju so v ospredje stopile raziskave, ki spremljajo stanje klimatskih kazalcev in proučujejo stanja in procese v naravnem okolju. Metodam presoje vplivov posegov v prostor so se pridružile metode za proučevanje vplivov življenjskih ciklusov (*ang. live cycle analysis - LCA*) proizvodov in industrijskih procesov (VAN DEN BERG et al. 1996), ki omogočajo količinsko ovrednotenje in nadzor nad okoljskimi posledicami pri njihovi izdelavi/izgradnji, uporabi/obratovanju in razgradnji/predelavi. Posebna veja analiz življenjskih ciklusov so metode modeliranja (bilanciranje) zalog in pretokov ogljika oziroma emisij toplogrednih plinov (DEWAR 1991, JUNGMEIER 1999), ki se delijo na nacionalne in projektne. Bistvo prvih je popis stanja ekvivalentov CO₂ TGP po vseh sektorjih v državi, ki dokazljivo prispevajo k izvorom ali ponoram emisij, bistvo drugih pa je opredelitev zadrževalnikov (rezervoarjev, pools) in ovrednotenje pretokov (fluxes) ogljika za načrtovani projekt glede na primerljiv/alternativni projekt oziroma izhodiščno stanje (GUSTAVSSON et al. 1998). Prevladujejo modeli za sestoje z eno (prevladujočo) drevesno vrsto. Večina obstoječih orodij za bilanciranje je statična z vidika podnebnih sprememb in dinamična z vidika različnih načinov gospodarjenja z gozdovi in strukture gozdnih lesnih sortimentov. Pri celostnem bilanciranju emisij TGP se na strani gozdarskega sektorja vključuje naslednje zadrževalnike: sestoj, opad, gozdna tla, kurivo in ostanke predelave lesa, lesne izdelke s srednje dolgo in dolgo življenjsko dobo ter les na deponijah. Pri modeliranju je potrebno posebno pozornost posvetiti opredelitvi izhodiščnega stanja, vhodnih parametrov in mej proučevanega sistema ter kakovosti rezultatov in zanesljivosti modeliranja (SCHLAMADINGER et al. 1997). Razvoj modelov gre v smeri integracije procesnih modelov (rast sestojev, premeščanje produktov fotosinteze v drevesu) z modeli bilanciranja zalog ogljika v rezervoarjih ter ekonomskega ovrednotenja obravnavanih procesov. Čeprav je rezultat izračuna emisij TGP in zalog ogljika še močno odvisen od uporabljene metode (LIM et al. 1997), tovrstne raziskave kažejo, da so z vidika emisij TGP pomembni tako površina, vrsta in stanje gozda (BROWN 1997, NABUURS et al. 1997) kot tudi način gospodarjenja z gozdovi in način uporabe lesa (WINJUM et al. 1998, MARLAND / SCHLAMADINGER 1997).

Novejši gospodarski procesi, pomembni za vrednotenje vlog gozdov in lesa z vidika zalog ogljika in emisij TGP, zajemajo renesanso rabe lesa kot energetskega vira, iniciative na področju certificiranja gozdov in prve poskuse trgovanja z emisijami na področju gozdarstva. Skupna značilnost gospodarskih ukrepov na področju zmanjševanja emisij TGP so ekonomski motivi (zmanjševanje stroškov ali povečevanje dobička), ugodni okoljski učinki so bolj ali manj le srečna okoliščina. Pri nas (ROBEK et al. 1998, POGAČNIK 2001) je najbolj opazno povečanje zanimanja za energetske izdelke lesa, ki je v pogledu emisij TGP pri neposrednem izgorevanju nevtralna (enakovredno počasnemu razkroju v sestoji), kar pa ne drži tudi za pridobivanje in pripravo lesnega goriva. Ponovno odkrita industrijska tržna niša energetske izrabe lesne biomase povečuje samo nove tehnologije, čeprav imajo te učinek predvsem na udobje in izkoristek pri uporabi lesa kot energenta. Proces certificiranja gozdov in lesa, ki je bil prvotno tržni



Slika 1: Zmanjševanje emisij TGP s pomočjo gozdov in lesa ne zmanjšuje ostalih vlog gozdnih ekosistemov

Figure 1: GHG emission reduction with forests and wood shall not decrease other roles of forest ecosystem

inštrument prodaje lesa v Evropi (UPTON / BASS 1996), je z resolucijami ministrske konference v Lizboni o varstvu gozdov (GOLOB ed. 1998) dobil tudi politične vzvode za spodbujanje in uveljavljanje trajnostnega gospodarjenja z gozdovi. Tudi prve primere izboljševanja bilanc emisij razvitih držav s pomočjo pogozdovanj v državah tretjega sveta (t. i. ogljikovi projekti v gozdarstvu - Carbon forestry projects (CFP)) (ROTTER / DANISH 2000) presojajo okoljevarstvene organizacije predvsem kot bolj ali manj prikrito navezo velikih korporacij in vlad razvitih držav za čim lažje in čim cenejše doseganje zahtev klimatske konvencije in Kyotskega protokola, s katerimi so prvotno želeli pravičneje razdeliti odgovornosti za posledice povzročenih podnebnih sprememb.

4 PROGRAMI ZMANJŠEVANJA EMISIJ

4 PROGRAMS OF EMISSION DECREASING

4.1 Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja

4.1 United Nation Frame Convention on Climate Change

Končni cilj klimatske konvencije je doseči ustalitev koncentracije TGP v ozračju na ravni, ki bo preprečila nevarno človekovo poseganje v podnebni sistem. Ta raven naj bi bila dosežena v *'takšnem časovnem obdobju, ki ekosistemom dovoljuje naravno prilagoditev spremembi podnebja, ki zagotavlja, da ne bo ogroženo pridobivanje hrane, in ki omogoča trajnostni gospodarski razvoj'* (2001a, člen 2). Med okvirnimi obveznostmi podpisnik sta v konvenciji dve, ki neposredno omenjata gozdove in gozdarstvo (4. člen):

- spodbujanje in sodelovanje pri razvoju, uporabi, širjenju in prenosu tehnologij, običajnih delovnih postopkov in procesov, ki nadzirajo, zmanjšujejo ali preprečujejo antropogene emisije TGP, ki jih ne nadzira Montrealski protokol, v vseh pomembnih panogah, vključno z energetiko, prometom, industrijo, kmetijstvom, GOZDARSTVOM in ravnanjem z odpadki;
- spodbujanje trajnostnega upravljanja ter spodbujanje in sodelovanje pri ohranitvi in izboljšanju, kot je primerno, ponorov in zbiralnikov vseh TGP, ki jih ne nadzira Montrealski protokol, vključno z BIOMASO, GOZDOVI in oceani ter z drugimi kopenskimi obalnimi in morskimi ekosistemi.

Za dosego ciljev konvencije so podpisnice opredelile načela in okvirne obveznosti za raziskovanje in sistematično opazovanje klimatskih sprememb ter za izobraževanje, usposabljanje in ozaveščanje javnosti. Kot najvišje telo konvencije za redno pregledovanje izvajanja konvencije in vseh z njo povezanih pravnih instrumentov so podpisnice konvencije ustanovile Konferenco pogodbenic. Konferenco pogodbenic in vsa njena delovna telesa financirajo Globalni sklad za okolje Programa Združenih narodov za razvoj in Mednarodna banka za obnovo in razvoj. Konvencijo je do 7. septembra 2000 podpisalo in ratificiralo 186 držav (2001c). Konvencija razlikuje med pogodbenicami države v razvoju in države Aneksa 1, v katerem so poimensko naštetе razvite države ter države na prehodu v tržno gospodarstvo. Države Aneksa 1 so izvor večine antropogenih emisij TGP, zato je osrednja naloga zmanjšanje emisij prav v teh državah. Mednje sodi tudi Slovenija, ki je konvencijo podpisala kot 146. država 1. decembra 1995 in s tem prevzela tudi obveznosti, ki sledijo iz konvencije.

4.2 Instrumenti Kyotskega protokola in gozdarstvo

4.2 Kyoto Protocol instruments and forestry

Kyotski protokol pomeni ob konvenciji udejanjanje obveznosti za države Aneksa 1 glede količinskega omejevanja in zmanjševanja emisij TGP. Jedro protokola je zaveza, da bodo pogodbenice, vključene v Aneks 1, posamič ali skupaj zagotovile, da 'njihove skupne antropogene emisije CO₂ ekvivalenta TGP ne presegajo dodeljenih količin, izračunanih v skladu z njihovo obveznostjo za količinsko omejevanje in zmanjšanje emisij, tako da bi v prvem ciljnem obdobju od leta 2008 do 2012 zmanjšale skupne emisije teh plinov za najmanj 5 % glede na raven iz leta 1990' (1998, člen 3.3). Za izpolnjevanje obveznosti se za posamezno pogodbenico uporabljajo 'neto spremembe emisij iz virov in vseh po ponorih odstranjenih TGP, ki so tudi posledica rabe zemljišč in gozdarskih dejavnosti, omejenih na pogozdovanje, ogozdovanje in razgozdovanje od leta 1990, ki jih neposredno povzroča človek, merjene kot preverljive spremembe zaloge ogljika v vsakem ciljnem obdobju' (1998, člen 3.4). Podatke pogodbenica sporoča Konferenci pogodbenic po metodologiji IPCC, ki je za prvo ciljno obdobje določena, za naslednja pa bo še dodelana. Države Aneksa 1 morajo do leta 2005 pokazati očitien napredek v smeri zavez, to pa naj bi dosegle z:

A. nacionalnimi politikami in programi:

- povečevanja energetske učinkovitosti gospodarstva,
- varstva in povečevanja ponorov in zbiralnikov TGP, med njimi pa izrecno spodbujanje trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, pogozdovanja in ogozdovanja,
- trajnostnega kmetovanja,
- raziskovanja novih in obnovljivih oblik energije ter okolju primernih tehnologij;

B. instrumenti Kyotskega protokola, ki so (2001b):

1. mehanizmi čistega razvoja (Clean development mechanism - CDM) med pogodbenicami protokola, kjer:
 - imajo pogodbenice, ki niso vključene v Aneks 1, ugodnosti iz projektnih dejavnosti, katerih rezultat je potrjeno zmanjšanje emisij,
 - pogodbenice, članice Aneksa 1, ki izvajajo projekte v državi nečlanice Aneksa 1, lahko uporabijo potrjeno zmanjšanje emisij iz projektov CDM kot del izpolnitve svojih obveznosti o zmanjševanju emisij;
2. inštrumenti skupnih izvajanj (Joint implementation - JI), kjer pogodbenica, članica Aneksa 1, izvaja projekte zmanjševanja emisij ali povečevanja ponorov TGP na področju druge države, članice Aneksa 1, dosežene učinke pa uporablja za dosego svojih ciljev zmanjševanja emisij.
3. trgovanje z emisijami (Emission trading - ET) med pogodbenicami, članicami Aneksa 1, kjer je mogoče emisije (natančneje CO₂ ekvivalent emisij TGP) med državami kupiti ali prodati po tržni ceni.

Vsi prikazani inštrumenti zadevajo gozdarstvo, saj vplivajo tako na izhodiščno stanje emisij kot tudi na ukrepe njihovega zmanjševanja (WATSON et al. 2001). Zaradi različnih pojmovanj gozda, različnih vrst gozdov in različnih sistemov gospodarjenja z gozdovi je pri pripravi prvih nacionalnih poročil o stanju emisij in stanju zalog ogljika po predpisani metodologiji IPCC prišlo do vrste odprtih vprašanj prav na področju gozda in sprememb rabe tal v povezavi z gozdom ter njihovim vplivom na zmanjševanje emisij TGP. Med bolj 'prizadetimi' so se znašle države z manjšim deležem krčitev gozdov in trajnostnim pristopom h gospodarjenju z gozdnim prostorom. Po veljavni

metodologiji so pri bilanciranju prikrajšane, zato so sprožile živahno strokovno polemiko o tem, kako njihova prizadevanja ovrednotiti v nacionalnih programih doseganja zavez Kyotskega protokola. Enega od vrhuncev so te polemike dosegle pri pripravi tretjega poročila IPCC. Posebno poročilo IPCC na področju spremembe rabe tal in gozdarstva (WATSON et al. 2001), ki je ena od podlag za tretje poročilo IPCC, navaja za vlogo gozdov in lesa naslednje poudarke:

- globalni ekosistemski modeli nakazujejo, da bodo gozdovi še nekaj desetletij ponor CO₂, njihov vpliv bo padal, kasneje lahko postanejo celo izvor CO₂;
- pri oblikovanju nacionalnih bilanc CO₂ je vloga gozdov odvisna od opredelitve gozdov ter opredelitve pojmov pogozdovanje, ogozdovanje in razgozdovanje, kar omogoča dva pristopa h kyotskemu vrednotenju gozdov: pristop na osnovi spremembe rabe tal (zemljiščno orientiran pristop) ter pristop na osnovi spremembe aktivnosti v gozdovih (aktivnostno orientiran pristop);
- ne glede na izbran pristop je potrebno opredeliti posege, ki se upoštevajo v obdobju od leta 1990 do prvega ciljnega obdobja 2008-2012 (t. i. *applicable activities*), ter opredeliti bistvene zadrževalnike ogljika v gozdu (nadzemna in podzemna biomasa, opad, lesni ostanki, v tleh vezan ogljik, lesni sortimenti);
- za verifikacijo podatkov in monitoring sprememb zaloga ogljika je potrebno poenotiti metode za ugotavljanje stanja gozdov in zaloga ogljika v gozdovih (zlasti v gozdnih tleh);
- način gospodarjenja z gozdovi, zlasti praksa pridobivanja lesa in varovanja gozdnih tal, lahko bistveno vpliva na dejansko velikost ponora ogljika v gozdu;
- ni jasno, kako bodo klimatske spremembe, naravne klimatske variabilnosti (npr. El Niño) in posredne človekove aktivnosti (nitrifikacija gozdov) delovale na bilance CO₂ na področju rabe tal in gozda;
- vloga zaloga ogljika v lesnih izdelkih pri bilancah ni jasno opredeljena, kar zmanjšuje pomen tega dela in ovira pripravo ukrepov za spodbujanje rabe lesa in nadomeščanje izdelkov iz nenaravnih materialov;
- prvi primeri projektno orientiranih aktivnosti zmanjševanja emisij TGP na področju gozdarstva in spremembe rabe tal kažejo na neenotno in nepriemerljivo vrednotenje učinkov, različne pristope pri opredelitvi izhodiščnega stanja, pomanjkljivo vrednotenje socio-ekonomskih vidikov, 'propuščanje (leakage)' učinkov med obravnavanim sistemom in okoljem ter neustreznim obravnavanjem kakovosti podatkov in dolgoročnimi učinki projektov;
- metodologijo IPCC za izračunavanje ogljika na področju spremembe rabe tal in gozdarstva, ki je bila razvita za potrebe konvencije in se uporablja za potrebe protokola, bo potrebno nadgraditi in ob tem upoštevati:
 1. nove dogovore na področju pogozdovanja, ogozdovanja in razgozdovanja,
 2. potrebo po transparentnosti, celovitosti, konsistentnosti, primerljivosti, točnosti in verodostojnosti,
 3. konsistentno obravnavo sklopa spremembe rabe tal in gozdarstva z vidika negotovosti gospodarjenja in principov dobre prakse,
 4. nove dogovore na področju neposrednih vplivov človeka (tudi povečanje lesnih zaloga), vloge lesa in projektno orientiranih aktivnosti za zmanjševanje emisij TGP;
- potrebno bo upoštevati sinergije in kolizije pri ukrepih za zmanjševanje emisij TGP na področju spremembe rabe tal in gozdarstva s problematiko

biotske pestrosti, ribištvo, vodnim gospodarstvom, pridelavo hrane in zdravjem ljudi.

4.3 Strategija in nacionalni program zmanjševanja emisij TGP v Sloveniji

4.3 Strategy and national program of decreasing GHG emissions in Slovenia

Slovenija je bila leta 1992 med podpisnicami Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja. Leta 1997 je bil ustanovljen Nacionalni klimatski komite, ki je zajemal predstavnike takratnega Ministrstva za okolje in prostor, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstva za gospodarske dejavnosti. Leta 1998 je premier Drnovšek podpisal Kyotski protokol, ki pa ga do danes parlament še ni ratificiral. V okviru Kyotskega protokola je zaveza Slovenije zmanjšanje emisij TGP za 8 % glede na izhodiščno leto 1986.

Leta 1998 je Nacionalni klimatski komite pripravil Okvirno strategijo izpolnjevanja obveznosti, izhajajočih iz Kyotskega protokola (1999), v kateri ugotavlja, da sta za emisije CO₂ najbolj odgovorna energetika in promet, katerima namenja tudi največjo pozornost pri načrtovanih ukrepih zmanjševanja emisij. Gozdarstvo je neposredno omenjeno na področju kmetijstva z usmeritvijo povečevanja lesnih zalog ter posredno na področju energetike s pospeševanjem energetske rabe lesne biomase pri projektih daljinskega ogrevanja.

Leta 1998 je Nacionalni klimatski komite pristopil k pripravi nacionalnega poročila o Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (v nadaljevanju nacionalno poročilo), kar je obveznost podpisnikov konvencije. Leta 1999 je Nacionalni klimatski komite pripravil predlog nacionalnega programa zmanjševanja emisij TGP (2000b), v katerem je pregled potencialov zmanjševanja emisij TGP in instrumentov za njihovo aktivacijo po posameznih področjih. Med potenciali ne omenja gozdov, omenja pa energetske rabe biomase, kjer navaja kot instrumente za aktivacijo potenciala CO₂ takso in spodbude.

Leta 2000 je vlada RS sprejela Strategijo in kratkoročni akcijski načrt zmanjševanja emisij TGP (2000a), ki ga je pripravilo Ministrstvo za okolje in prostor, in sicer Hidrometeorološki zavod. V poglavju Stanje emisij TGP in metodologija njihovega spremljanja navaja strategija med ponori CO₂ pri spremembi rabe zemljišč in gozdarstvu povečanje neto ponorov z 2,950.000 ton v letu 1986 na 5,560.000 ton v letu 1996 (2000a). Pri ukrepih za zmanjšanje emisij zasledimo v sektorju energetike energetske izrabe lesne biomase s programom izgradnje 50 lokalnih sistemov daljinskega ogrevanja ter v sektorju kmetijstva zahtevo po zmanjševanju emisij CO₂ pri uporabi kmetijske mehanizacije ter zložbi kmetijskih zemljišč. Vloga gozda, lesa in gozdarstva ni omenjena.

Obstaja velika verjetnost, da bomo v Sloveniji na strateški in programski ravni podcenili, če ne celo povsem prezrli v svetu priznane vloge ter potenciala gozda (BROWN 1997, NABUURS et al. 1997) in lesa (WINJUM et al. 1996, SCHLAMADINGER et al. 1997a) pri dolgoročnem zmanjševanju emisij TGP. Tudi odzivi slovenskega gozdarstva na izzive Kyotskega protokola so skromni, če jih primerjamo s tujimi (WEISS et al. 2000, ROTTER / DANISH 2000). Res je, da nekatere postavke trenutno nimajo neposredne veljave v predpisanih metodah bilanciranja emisij TGP in da je do mednarodne veljavnosti Kyotskega protokola še daleč, vendar ne bo nihče razen nas samih vlog slovenskih gozdov in lesa pri zmanjševanju emisij ovrednotil, izbral in zavaroval.

5 VLOGE SLOVENSКИH GOZDOV IN LESA PRI ZMANJŠEVANJU EMISIJ TGP

5 ROLE OF SLOVENE FORESTS AND WOOD WITH DECREASING GHG EMISSIONS

5.1 Ocene emisij oz. ponora TGP za gozdarstvo ter spremembe rabe zemljišč v obdobju 1986-1996

5.1 GHG emission or sink estimates for forestry and land-use change in the period of 1986-1996

Za Slovenijo so bile v preteklosti narejene različne ocene uskladiščenja ogljika v lesnih izdelkih, negozdnem drevju, v dendromasi ter drevnini in v lesnem prirastku (TORELLI 1996, SIMONČIČ et al. 1999). Na osnovi grobega izračuna naj bi bilo v dendromasi, ki vključuje deblovino, vejevino in korenine, v Sloveniji uskladiščenega 117 Mt ogljika (lesna zaloga 430 Mm³), kar ustreza 431 Mt CO₂ (izračun za l. 1995). Drevnina, ki predstavlja deblovino in vejevino s premerom nad 10 cm (TORELLI 1996), predstavlja 58 Mt uskladiščenega ogljika, kar ustreza 215 Mt CO₂. S pomočjo podatkov o lesnem prirastku in poseku iz leta 1995 (prirastek 5,5 m³/ha in posek 2,0 m³/ha, TORELLI 1996), se lahko izračuna, da se je v tem letu v slovenskih gozdovih uskladiščilo 3,6 Mt CO₂. V lesnih izdelkih pa je vezanih 5,3 Mt ogljika, kar ustreza 19,69 Mt CO₂ (TORELLI 1996). Emisije CO₂ v Sloveniji v letu 1996 znašajo po podatkih HMZ (1997) 15 Mt (velikostni razred). Ponor CO₂, ki nastane zaradi razlike med letnim prirastkom lesne mase in posekom drevja, je znašal za obravnavano leto približno četrtno slovenskih emisij CO₂. Vendar takšen izračun ne upošteva emisij zaradi požarov, naravnega propadanja lesa v gozdu, neevidentirane sečnje in drugih vzrokov poseka lesa ter uporabe lesne biomase za energetske namene.

Za izračun emisije in ponora CO₂ za gozdarstvo in spremembe rabe zemljišč je bila uporabljena revidirana metodologija IPCC (IPCC, 1996, SIMONČIČ et al. 1999). Poglavje navodil za izračun emisij zaradi človeške aktivnosti vključuje dva procesa (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook, Reference Manual, 1996). Poleg procesa spremembe rabe zemljišč je za bilanco CO₂ za gozdarstvo potreben tudi izračun biomase, nakopičene v lesni masi slovenskih gozdov (preglednica 2).

V okviru Kyotskega protokola se lahko vključi le podatke tretjega stolpca preglednice 2, v katerem je po metodologiji IPCC predstavljen izračun vezave CO₂ v drevju na opuščeni zemljiščih (povprečje zadnjih 20 let). Če sklepamo po analogiji, se zaradi zaraščanja opuščeni kmetijskih zemljišč veže vsako leto 20-krat manj CO₂, kot je to razvidno v tretjem stolpcu. Zato znašata letni ponor zaradi zaraščanja opuščeni zemljišč in posledičnega kopičenja lesne mase od 10,8 (1996) do 11,0 (1990) kt CO₂. Takšno pove-

Preglednica 2: Pregled izračuna emisij in ponora TGP za gozdarstvo in spremembo rabe zemljišč po metodologiji IPCC

Table 2: Overview of "GHG emission and sink calculation for forestry and land use change" according to IPCC methodology

Leto Year	Vezava CO ₂ zaradi spremembe zaloga lesne biomase* CO ₂ sequestration due to changes in wood biomass (kt CO ₂)	Vezava CO ₂ v biomasi na opuščeni zemljiščih (povprečje zadnjih 20 let) CO ₂ sequestration in the biomass of abandoned lands (average for the last 20 years) (kt CO ₂)	Skupaj vezava* Sequestration total (kt CO ₂)	Skupaj emisije CO ₂ v Sloveniji Total CO ₂ emissions in Slovenia (kt CO ₂)
1986	1.632	224	1.856	15.662
1990	3.036	220	3.256	14.172
1996	4.283	216	4.499	15.641

* brez emisij oziroma vezav CO₂ iz/v tal/tleh zaradi rabe zemljišč in apnenja, kot zahteva metodologija IPCC / without emissions or CO₂ sequestration into/from the soil due to a land use and calcification as required by IPCC methodology

čevanje lesne mase pa je »zanemarljivo« v primerjavi s povečevanjem lesne mase zaradi priraščanja v Sloveniji (drugi stolpec preglednice 2). Glede na člen 3.3 Kyotskega protokola lahko države trenutno uveljavljajo ponor CO₂, ki je posledica povečevanja površine gozdov na račun direktnih človekovih posegov oz. povečevanja lesne biomase po letu 1990, ne pa zaradi povečanja zalog na isti površini ali nenačrtnem povečanju površin.

Z izračunom po metodologiji IPCC smo dobili pozitivno bilanco emisij in ponora za CO₂ za sektor gozdarstva in spremembo rabe zemljišč, kar je posledica povečane lesne zaloge in zaraščanja kmetijskih zemljišč. Takšna razlika med emisijami CO₂ in njegovim kopičenjem v lesni masi je nastala zaradi razlik, ki nastajajo zaradi priraščanja gozdov in količino posekanega drevja v Sloveniji. Nekritična, neposredna uporaba modela IPCC je tvegana, saj metodologija izračuna emisij in ponora TGP za gozdarstvo in spremembo rabe zemljišč ni prilagojena slovenskim razmeram.

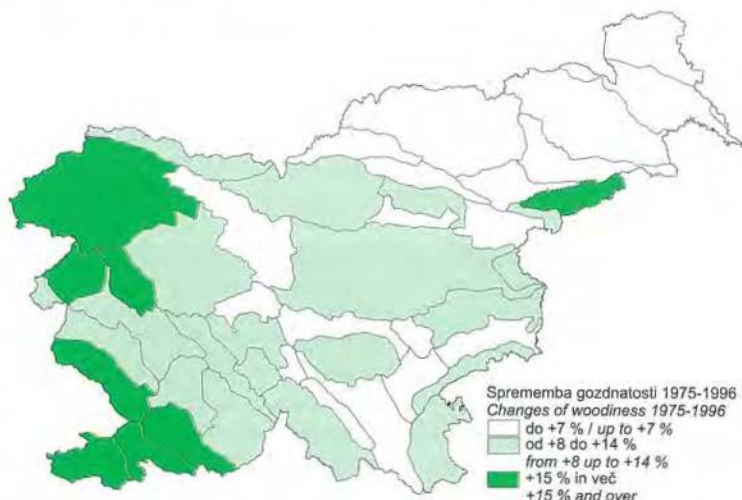
5.2 Pomen kmetijskih površin v zaraščanju

5.2 The importance of overgrowing agricultural land

V Sloveniji se gozd površinsko širi predvsem na račun zaraščanja opuščeni kmetijskih površin. Širjenje gozda, izračunano po podatkih ZGS (Statistični letopis 1997), je med letoma 1961 in 1996 znašalo 3.940 ha letno (slika 2). V letu 1996 je bilo še 67.000 ha opuščeni površin v fazi zaraščanja (TBFRA, 2000). Pričakujemo lahko, da se bo opuščanje kmetijskih površin še nadaljevalo, saj se kmetijska pridelava z odpiranjem trga in z neugodnimi demografskimi trendi v nekaterih perifernih regijah (JAKOŠ 1996) vse bolj osredotoča na najugodnejše lege. Zaraščanje kmetijskih površin z gozdom ugodno vpliva na povečanje nadzemne biomase in zmanjšuje količine CO₂ v atmosferi, predvsem s povečevanjem količine C v tleh. V gozdnih ekosistemih je zbirnik ogljika v tleh relativno pomembnejši od tistega v nadzemni biomasi. S pojavljanjem gozda na osiromašenih nekdanjih kmetijskih tleh se količina ogljika v talni biomasi pogosto močno poveča (DEWAR / CANNELL 1992, cit. v KILBRIDE in sod. 1999, str. 10), kar še povečuje pomen zaraščanja. Širitev gozdnih površin pa ima svoje meje, zato gozdovi niso edina rešitev za skladiščenje atmosferskega CO₂.

Slika 2: Sprememba gozdnosti v letih 1975-1996 (KOBLER / HOČEVAR 2000); naravno-geografska regionalizacija (povzeto po PERKO / OROŽEN - ADAMIČ 1998)

Figure 2: Change of woodiness 1975-1996 (KOBLER / HOČEVAR 2000). Naturally-geographical regionalisation (after PERKO / OROŽEN - ADAMIČ 1998)



Države, članice Aneksa 1, lahko v prvem ciljnem obdobju (2008 do 2012) pretirane emisije CO₂ kompenzirajo s skladiščenjem ogljika le v tistih novih gozdnih površinah, ki so nastale kot rezultat neposrednih človekovih posegov (*direct human-induced*) od leta 1990 dalje (1998, člen 3.3). Ti posegi so omejeni na spremembe rabe tal kot rezultat (1) ogozdovanja do tedaj negozdnih površin (*aforestation*), (2) ponovnega pogozdovanja (*reforestation*) in (3) krčenja (*deforestation*). Obsežno zaraščanje opuščeni kmetijskih površin v Sloveniji, ki dejansko prispeva k skladiščenju CO₂, poteka spontano in ga zaenkrat ne moremo uveljaviti kot ponor ogljika. Ne glede na različna mnenja o vlogi zaraščanja, bo potrebno uvesti določeno mero prostorskega načrtovanja za površine v zaraščanju in definirati kriterije za namensko prepuščanje določenih površin v zaraščanje, za aktivno varovanje posebej dragocenih delov kulturne krajine pred zaraščanjem in za različne načrtne rabe že zaraščeni kmetijskih površin. Z načrtnim pristopom bi lahko nove zaraščene kmetijske površine vsaj v omejenem geografskem in časovnem okviru uporabili kot trenutno aktualen ponor ogljika.

5.3 Vplivi socialno-ekonomskih vidikov pridobivanja lesa na zmanjševanje emisij TGP

5.3 Influences of socio-economical aspects of wood production on GHG emission decrease

Slovensko gozdarstvo je s Programom razvoja gozdov (1997), ki ga je sprejel Državni zbor 15. 2. 1996, dobilo dokument, v katerem je z vidika TGP najpomembnejša usmeritev v dolgoročno večanje lesne zaloge. Kljub temu da takšne usmeritve sočasno manifestirajo trajnostno in sonaravno gospodarjenje ter zadostujejo konvenciji in resoluciji, pa z vidika CO₂ in veljavne metodologije bilanciranja TGP ne veljajo nič. Najboljši dokaz, da se ogljik kopiči v slovenskih gozdovih, je dejstvo, da v zadnjih letih po uradnih podatkih posek lesa znaša komaj 40 % prirastka. Za celovito razumevanje potencialov gozdov in lesa za zmanjšanje emisij TGP je potrebno poznati dejanske podatke, predvsem pa procese, ki potekajo na podeželju.

Gozdovi v Sloveniji so v večinski lasti zasebnih lastnikov gozdov (dve tretjini), slaba tretjina je državnih, 2 % pa imajo v lasti ostali (cerkev, občine, podjetja...). Medtem ko v državnih gozdovih gospodarimo predvsem po načelih optimalnih usmeritev gozdogospodarskih načrtov, so v zasebnih gozdovih pomembno izraženi interesi, ki jih narekujejo potrebe lastnikov gozdov. Med temi potrebami je predvsem na podeželju še vedno zelo pomemben les za kurjavo. Glede na to da je pri izračunavanju skupne bilance TGP pomembno, kakšni so izhodiščni podatki in da so ti odvisni od uradnih evidenc, je potrebno opozoriti na nekatere dileme pri obravnavanju zasebnih gozdov, kjer pridobimo največ lesa (preglednica 3).

Leto Year	Zasebni gozdovi <i>Private forests</i>			Državni in ostali gozdovi <i>State and other forests</i>		
	Iglavci <i>Coniferous</i>	Listavci <i>Deciduous</i>	Skupaj <i>Total</i>	Iglavci <i>Coniferous</i>	Listavci <i>Deciduous</i>	Skupaj <i>Total</i>
1994	883.838	566.865	1.450.703	527.437	276.741	804.178
1995	727.898	501.851	1.229.749	520.059	342.101	862.160
1996	955.255	499.179	1.454.434	557.029	318.941	875.970
1997	865.955	756.947	1.622.902	521.977	422.181	944.158
1998	887.291	649.495	1.536.786	508.761	424.626	933.387
1999	856.950	641.500	1.498.450	492.167	405.698	897.865
2000	895.543	736.462	1.632.005	527.207	449.827	977.034

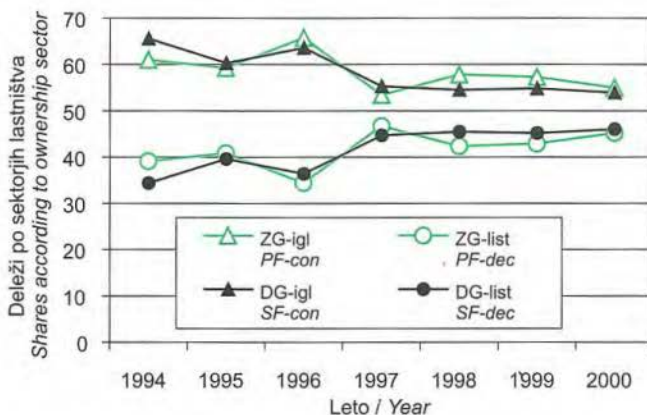
Preglednica 3: Posek v slovenskih gozdovih (letna poročila ZGS 1994-2000)

Table 3: Cutting in Slovene forests (ZGS Annual Reports 1994-2000)

Splošen trend kaže naraščanje količin pridobivanja lesa iz naših gozdov. Posek lesa v zasebnih gozdovih je v povprečju za 0,6 mio m³ večji kot v državnih in ostalih skupaj. Same absolutne količine nam sicer dajejo neko osnovno sliko o obsegu pridobivanja lesa, nič pa ne povedo o tem, za kaj se les porabi. Nekoliko boljše sliko o tem, kakšna je struktura poseka v razmerju iglavci : listavci po sektorjih lastništva, kaže grafikon 1.

Grafikon 1: Struktura poseka po drevesnih vrstah in sektorju lastništva (ZG - zasebni gozdovi, DG - državni gozdovi)

Graph 1: Structure of cutting according to the tree species and ownership sector (PF - private forests, SF - state forests)



Strukturni deleži kažejo, da se je v zadnjih sedmih letih delež poseka listavcev povečeval tako v državnih kot tudi v zasebnih gozdovih. Z vidika socialno-ekonomskih vplivov in pomena lesa za razvoj podeželja in posledično na TGP nas zanima predvsem zasebni sektor. Glede na to da smo predvidevali pozitivne trende predvsem pri poseku listavcev v zasebnih gozdovih zaradi rasti cene fosilnih goriv, pa vsekakor preseneča izrazit pozitiven trend poseka listavcev v državnih gozdovih, ki verjetno ni v tesni korelaciji s potrebami po lesu za ogrevanje.

V letu 2000 je Statistični urad Republike Slovenije (v nadaljevanju SURS) izvedel Popis kmetijskih gospodarstev. Popisi, ki se izvajajo vsakih deset let, se izvajajo v vseh državah Evropske unije (v nadaljevanju EU). Popisi so v EU zakonsko predpisani, v vmesnem obdobju pa se opravljajo ankete na vzorcih kmetijskih gospodarstev, in sicer na 2 do 3 leta (OREŠNIK 2000). Po prvih neuradnih podatkih je bilo leta 2000 v popisu zajetih 97.058 kmetijskih gospodarstev. Od tega jih ima gozd v lasti 82.728. Podatke popisa smo primerjali z rezultati anketiranja lastnikov gozdov iz leta 1995 (MEDVED 2000) in jih obravnavali po velikostnih kategorijah gozdne posesti. Analizirali

Preglednica 4: Struktura kmetijskih gospodinjstev, ki imajo v lasti gozd in ki opravljajo sečnjo (neuradni predhodni podatki popisa SURS - dec. 2000, anketa 1995 v: MEDVED 2000)

Table 4: Structure of agricultural households that owe a forest and execute cuttings (unofficial preliminary data from the listing SURS - Dec. 2000, survey 1995 in: MEDVED 2000)

Velikostne kategorije gozdne posesti Size categories of forest property	Št. kmet. gosp. z gozdom No. of agricul. househ. incl. forest A	Štev. kmet. gosp., kjer so v zadnjih 12 mesecih opravljali sečnjo (OREŠNIK 2000) No. of agr. h. performing cutting in the last 12 months (OREŠNIK 2000) B	Delež km. gosp. s sečnjo Share of agr. h. incl. cutting C = B / A	Delež kmet. gosp., kjer so v zad. 12. mes. opravlj. sečnjo (anketa 1995 - n = 818) Share of agr. h. performing cutting during the last 12 months (Survey 1995 - n = 818)
do / up to 1 ha	19.598	8.069	41,2	32,1
1 - 5 ha	38.721	24.994	64,5	54,0
5 - 15 ha	18.816	15.545	82,6	72,6
15 - 30 ha	4.169	3.785	90,8	82,8
30 ha in več 30 ha and over	1.424	1.369	96,1	88,6
Skupaj / Total	82.728	53.762	65,0	---

smo, koliko kmečkih gospodarstev, ki imajo v lasti gozd, je v zadnjih 12 mesecih opravljalo sečnjo, in podatke primerjali z ugotovitvami iz ankete leta 1995 (preglednica 4).

Delež kmetijskih gospodinjstev, ki so po podatkih popisa v zadnjem letu opravljali sečnjo (1. 6. 1999 do 31. 5. 2000), je po vseh velikostnih razredih gozdne posesti sistematično večji za 7 do 10 % glede na podatke iz ankete 1995. Razlike so lahko metodološke narave in objektivne zaradi spremenjenih razmer na trgu energentov. Leta 2000 so pri popisu kmetijskih gospodinjstev uporabljali ostrejšo, t. i. evropsko primerljive kriterije za uvrstitev v popis (OREŠNIK 2000) v primerjavi z raziskavo leta 1995. Drugi razlog pa je verjetno tudi v tem, da je bila leta 2000 cena ostalih energentov (kurilno olje, plin, elektrika) precej višja kot v času, za katerega veljajo podatki ankete (druga polovica leta 1994 in prva polovica leta 1995), kar je povzročilo tudi večji interes za sečnjo. Ne glede na to pa je dejstvo, da so na skoraj 54.000 kmetijskih gospodinjstvih leta 2000 oz. na osnovi podatkov ankete l. 1995 na vsaj 46.000 kmetijskih gospodinjstvih opravljali sečnjo. Za proučevanje lesa v energetske namene je bistvena struktura sečnje. Medtem ko je sečnjo listavcev opravljalo skoraj 50.000 kmetijskih gospodinjstev, pa je sečnjo iglavcev opravljalo skoraj trikrat manj gospodinjstev (17.600). Pogostnost sečnje listavcev po velikostnih kategorijah gozdne posesti kaže, da so "potrebe" gospodinjstev podobne. Sečnja listavcev je glede na delež praktično enaka in je v vseh kategorijah okrog 90 %. Sečnjo iglavcev je v kategoriji pod 1 ha opravljalo le 14 % gospodinjstev, v kategoriji 1 do 5 ha 25 %, v kategoriji 5 do 15 ha 43 %, v naslednjih dveh pa 67 % oz. 86 %. V skupni strukturi količin posekanega lesa iglavcev so trendi podobni in šele v kategoriji 5 do 15 ha znašajo polovico. Tudi primerjava s podatki ankete iz leta 1995 potrjuje našo domnevo, da je bil takrat manjši interes za posek listavcev. Uradni podatki ZGS kažejo, da je bil posek listavcev leta 2000 precej večji kot leta 1995. Nekmečka gospodinjstva sicer opravljajo sečnjo enkrat redkeje kot kmečka, vendar v skupni količini poseka ne zaostajajo za kmetijskimi gospodinjstvi (MEDVED 2000).

Večino listavcev iz zasebnih gozdov (v kmetijskih gospodinjstvih več kot 85 %) se nameni za drva. Raba lesa na podeželju tako ni pozabljen vir energije, ampak je tradicionalno prisotna. Potrebno jo je spodbujati in razvijati, vendar tudi usmerjati, saj zaradi velikega odstotka porabe listavcev zagotovo konča v kuriščih prenekateri dragoceni hlod. S strukturnimi spremembami rabe lesa listavcev na podeželju lahko zagotovimo, da bi več kakovostnega lesa uporabili za predelavo ter da bi z učinkovitejšo rabo manj kakovostnega lesa za kurjenje dodatno prispevali k zmanjšanju količine TGP.

Rezultati primerjave uradnih podatkov o količinah posekanega lesa listavcev in dejanski porabe tega lesa na podeželju kažejo, da pri tem prihaja do razlik in je dejanska količina porabljenega lesa precej večja. Te razlike lahko pojasnimo predvsem s tem, da ljudje izrabijo precej večji delež listavcev, ki ga v uradnih evidencah vodimo kot posek, nekaj razlik je tudi zaradi neevidentiranih sečenj, nekaj lesa pa pridobijo tudi na negozdnih površinah. Poznavanje dejanske rabe lesa pa je zelo pomembno za vrednotenje pomena gozdov pri energetske samooskrbi, ki večplastno prispeva k zmanjševanju emisij TGP

5.4 Stanje in prihodnja raba lesne biomase, uporabne v energetske namene

5.4 State and future use of wood biomass useful for power purposes

Rabo lesne biomase lahko spremljamo na treh ravneh: pri individualnih uporabnikih (ogrevanje individualnih hiš in stanovanj), v industriji (proizvodnja industrijske toplote in elektrike) ter v lokalnih skupnostih (daljinsko ogrevanje naselij). Na slovenskem podeželju je les bil in je še vedno pomemben vir energije za ogrevanje. Po uradnih podatkih (SURs, 1997) se z lesom ogreva 1/3 slovenskih gospodinjstev (200.000 gospodinjstev). Les je prav tako pomemben vir energije v industriji. Kot vir energije ga uporabljajo predvsem v lesnopredelovalni industriji. Tako je trenutno v industriji 84 večjih sistemov. Imamo pa tudi nekaj primerov kogeneracije, sočasne proizvodnje toplote in električne energije. Tretji način rabe lesa v energetske namene so skupinski, daljinski sistemi ogrevanja. Trenutno v Sloveniji deluje le nekaj sodobnih sistemov za ogrevanje naselij na lesno biomaso (Gornji Grad, Železniki) (POGAČNIK / KRAJNC 2000b).

Za tehnologijo priprave lesne biomase pri individualnih uporabnikih je značilno, da prevladuje tradicionalna tehnologija (razžagovanje polen z motorno žago, ročno cepljenje ali cepljenje z enostavnim cepilnim strojem) priprave polen, tehnologije priprave in rabe lesnih sekancev pa so šele v fazi uvajanja (POGAČNIK / KRAJNC 2000a). S podobnim problemom se srečujejo tudi v industriji, saj je večina kotlov starih že več kot 15 let.

Les neposredno iz gozda je pomemben vir energije pri individualnih uporabnikih, medtem ko so pri večjih sistemih pomembnejši drugi viri (ostanki lesno-predelovalne industrije). Po različnih analizah naj bi letno v Sloveniji v energetske namene porabili 1,200.000 m³ lesne biomase (2001d). Pri navajanju tega podatka je potrebno opozoriti na ohlapnost razpoložljivih podatkov.

Kljub vsem naštetim rabam lesa v energetske namene predstavljajo les in lesni ostanki v primarni energiji le 4 %. Strategija za učinkovito rabo energije predvideva povečanje deleža biomase v primarni energiji na 12 %. Poleg omenjene strategije, ki je bila sprejeta leta 1996, so pri akcijah v prihodnosti pomembne tudi usmeritve Evropske unije (POGAČNIK 1999) ter nacionalni program rabe lesne biomase (2001d).

Program energetske izrabe lesne biomase v Sloveniji (2001d) bo osnovni programski dokument za pospeševanje rabe lesne biomase v energetske namene. V letih od 2001 do 2010 predvideva subvencioniranje izgradnje 50 daljinskih sistemov (povprečne moči 3 MWt), 100 kotlov v industriji (povprečne moči 300 kWt) in 5.000 majhnih kotlov za individualno ogrevanje (povprečne moči 30 kWt). S tem programom naj bi povečali delež lesne biomase v energetske bilanci Slovenije za 38,7 % (delež lesne biomase v primarni energiji bi povečali s 4,5 % v letu 1999 na 6,3 % v letu 2010), emisije CO₂ pa naj bi zmanjšali za 320.000 t/leto. Tako zmanjšanje emisij predstavlja 26 % k ciljnemu zmanjšanju emisij tega toplogrednega plina (obveznost Slovenije po Kyotskem protokolu je zmanjšanje emisije CO₂ do leta 2012 za 1,237.760 t). K povečanju deleža lesne biomase v energetske bilanci naj bi največ prispevali daljinski sistemi ogrevanja (povečanje deleža za 18 %), ki naj bi letno proizvedli 600 GWt toplote, za kar pa bi potrebovali kar 170.000 t suhe lesne biomase. Vsi načrtovani sistemi (daljinsko ogrevanje, kotli v industriji in majhni kotli za individualno rabo) naj bi v letu 2010 za letno obratovanje potrebovali okoli 500.000 m³ lesne biomase. Del te biomase bo potrebno zagotoviti iz gozdov, del pa s površin v zaraščanju (intenziviranje gojtvnenih del in povečanje realizacije poseka v zasebnih gozdovih). Pomem-

bnejši delež biomase bi morali zagotoviti z učinkovitejšo izrabo odpadnega lesa (ostanki lesno-predelovalne industrije ter odpadni les na komunalnih deponijah). Brez ustreznih ukrepov gozdarske in energetske politike bo nemogoče zagotoviti pogoje za realizacijo tega programa. Potrebno bo dograjevati sistem subvencij za negovalna dela, kjer lahko v mlajših razvojnih fazah pridobivamo les za energetske namene in hkrati povečujemo kakovost preostalih dreves v sestoji. Poleg tega bo za uspešno realizacijo programa potrebno vlagati sredstva v infrastrukturo (ceste, vlake), sicer lesa ne bo mogoče spraviti iz gozda. Slovenski gozdovi s 16 m/ha gozdnih cest in 40 m/ha vlak še zdaleč niso primerno dostopni za spravilo lesa.

5.5 Les in globalni ogljikov cikel

5.5 Wood and global carbon cycle

Med najbolj učinkovitimi ukrepi zmanjševanja emisij TGP s trajnim ali dolgoročnim učinkom je vsekakor (a) nadomeščanje »fosilne« energije z bioenergijo dendromase in (b) nadomeščanje nelesnih izdelkov, ki za svojo izdelavo potrebujejo veliko fosilne energije, z lesenimi. Za proizvodnjo žaganega lesa potrebujemo le do 90 kWh/t, ivernih plošč do 230 kWh/t, srednje gostih vlaknenih plošč (MDF) do 230 kWh/t, za papir in karton do 2.800 kWh/t, za jeklo do 4.000 kWh/t in za aluminij kar 70.000 kWh/t. Razen energijske prednosti pa ima les še druge dobre lastnosti. Nastaja ob blagodejnem vplivu na okolje, po uporabi ga lahko brez škodljivih učinkov vrnemo v ogljikov cikel. To seveda velja le za masiven les ali za lesna tvoriva z majhno stopnjo disintegracije in minimalnim dodatkom nelesnih materialov. Materiali za površinsko obdelavo, lepila in zaščitna sredstva utegnejo biti večinoma problematični pri »čistem« vračanju v ogljikov cikel. Ideal ostaja masiven les z minimalno porabo lepil in obdelan le z okolju prijaznimi sredstvi (naravne snovi, npr. vosek).

Tudi glede certifikacije je treba biti kritičen. Z njo zagotavljamo sonaravno trajnostno in večnamensko gospodarjenje z gozdovi in sledljivost lesa iz takšnih gozdov do (okoljsko ozaveščenega) kupca. Logično bi bilo, da bi morali biti leseni izdelki iz certificiranih gozdov kar se da čisti, z malo uporabljene fosilne energije in energijsko potratnih in nečistih nelesnih materialov. Kljub razveseljivemu razvoju tehnologije sodijo med neustrezne izdelke tudi lesna tvoriva iz močno disintegriranega lesa in seveda papir. Tapisone smo že zdavnaj zamenjali z dobrim starim lesenim parketom, veljalo pa bi pomisliti, kaj bi se dalo še zamenjati z lesom. To je izziv za lesarsko stroko in se mu reče diverzifikacija, industrijsko oblikovanje in seveda dodana vrednost. Kakšna je vloga gozdarstva pri spodbujanju rabe lesa in lesnih izdelkov pa se že (pre)dolgo nismo vprašali.

6 UVELJAVLJANJE VLOG GOZDOV IN LESA PRI ZMANJŠEVANJU EMISIJ TGP V SLOVENIJI

6 BRINGING FOREST AND WOOD ROLES INTO EFFECT FOR DECREASING OF GHG EMISSIONS IN SLOVENIA

Slovenija je s podpisom Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja in Kyotskega protokola pokazala pripravljenost, da kot članica držav Aneksa 1 zmanjša letne emisije TGP v obdobju 2008-2012 glede na izhodiščno leto 1986 za 8 %. Do leta 2005 naj bi dokazali očitni napredek v tej smeri, trenutne emisije TGP v Sloveniji pa presegajo izhodiščno leto in kažejo trend naraščanja. Ne glede na usodo Kyotskega protokola je v kontekstu približevanja EU potrebno takoj in v vseh sektorjih

poiskati in uveljaviti gospodarsko učinkovite načine zmanjševanja emisij ter izkoristiti njihove sinergistične učinke. Strategija in kratkoročni akcijski načrt zmanjševanja emisij TGP neposredno opredelujeta gozd kot ponor CO₂, ne obravnavata pa posledic podnebnih sprememb na stanje in obseg gozdov, vloge gozdarstva, niti povezav z lesnopredelovalno industrijo in energetiko. Pomen lesa in lesnih izdelkov je v strategiji prezrt, pomen energetske rabe lesne biomase pa pomanjkljivo opredeljen.

Slovenski gozdovi so strateški, trajnostno gospodarjeni, večnamenski in obnovljiv naravi vir, ki ga moramo uveljaviti v mednarodnem procesu in programih zmanjševanja emisij toplogrednih plinov, tako da:

1. krepimo ekološko stabilnost gozdov:

- s povečevanjem lesnih zalog in kakovosti gozdov ter izboljševanjem degradiranih gozdov,
- s programom varstva gozdov in posebnim programom preprečevanja gozdnih požarov ter s skrbnim načrtovanjem posegov v gozdni prostor,
- s finančnimi spodbudami ekonomsko manj donosnih trajnostnih gozdno-gospodarskih ukrepov v gozdovih (izbiralna redčenja in sonaravne preme);

2. povečamo rabo lesa:

- z nadomeščanjem izdelkov iz nelesnih materialov, ki za pridobivanje, obdelavo in predelavo potrebujejo fosilno energijo in neobnovljive naravne vire, z lesenimi izdelki z dolgo življenjsko dobo,
- s certificiranjem gozdov, lesa in lesnih izdelkov,
- s spodbujanjem dopolnilnih dejavnosti na kmetijah ter malih obratov in obrti, katerih surovinska baza je les,
- z nego gozdov in s proizvodnjo kakovostnejšega lesa;

3. spodbudimo učinkovito rabo manj kakovostnega lesa in lesnih ostankov v energetske namene:

- s podporo tistih projektov daljinskega ogrevanja, ki zagotavljajo večjo stopnjo zanesljivosti oskrbe z lesnimi ostanki in ki bolje zaposlujejo lokalno prebivalstvo,
- s spodbujanjem vseh oblik rabe lesa v gospodinjstvih na podeželju in zlasti pri gozdnih posestnikih,
- z obveznim vključevanjem gozdarstva pri izdelavah energetskih zasnov lokalnih skupnosti in pri presojah projektov daljinskega ogrevanja z lesno biomaso iz gozdov;

4. opredelimo rabe kmetijskih površin v zaraščanju:

- s pripravo strategije rabe kmetijskih zemljišč v zaraščanju,
- s pripravo analize možnosti in pogojev energetske rabe lesne biomase na tistih kmetijskih zemljiščih v zaraščanju, ki so v gozdnogospodarskih načrtih opredeljeni kot gozd;

5. uveljavimo vloge gozdov v strategijah in programih zmanjševanja emisij TGP:

- s podporo spremembam metodologij ocenjevanja stanja zalog ogljika in emisij TGP na področju rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva,
- s spodbujanjem znanstvenega in strokovnega dela ter mednarodnega in medsektorskega sodelovanja na področju podnebnih sprememb in zmanjševanja emisij TGP v povezavi z gozdnimi ekosistemi ter vlogami gozda, gozdarstva in lesa.

Samo na tak način bomo v Sloveniji v polni meri izkoristili vse posredne in neposredne vloge gozdov pri zmanjševanju emisij TGP ter ohranili ter uveljavili pomen gozdarske stroke pri teoriji in praksi trajnostnega razvoja in varstva okolja.

Viri / References

- ATKINSON, C. J., 1996. Global Changes in Atmospheric Carbon Dioxide: The Influence on Terrestrial Vegetation. V: Yunus, M. / Iqbal, M., 1996. Plant Response to Air Pollution. John Wiley & Sons, s. 99-134;
- BONNEAU, M. / NYS, C., 1999. Effects of Atmospheric Nitrogen Deposition in Forest Stands: Recognizing the Consequences by Foliar Analysis.- Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, No. 27, 17-23 s.
- BROWN, S., 1997. Forest and Climate Change: Role of Forest Land as Carbon Sinks.- In Proceedings of the XI World Forestry Congress, Volume 1: Forest and Tree Resources, 13-22 October 1997, Antalya, Turkey, pp. 117-129.
- CANELL, M. G. R., 1999. Relative Importance of Increasing Atmospheric CO₂, N Deposition and Temperature in Promoting European Forest Growth.- Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, No. 27, 26-41 s.
- DEWAR, R. C., 1991. Analytical Model of Carbon Storage in the Trees, Soils, and Wood Products of Managed Forests.- Tree Physiology, 8, 239-258.
- FABIAN, P. / MENZEL, A., 1999. Changes in Phenology of Trees in Europe.- Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, No. 27, 43-51 s.
- GLATZEL, G., 1999. Historic Forest Use and its Possible Implications to Recently Accelerated Tree Growth in Central Europe.- Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, No. 27, 65-74 s.
- GLOB, A. (ed), 1998. Dokumenti vseevropskega procesa o varovanju gozdov v Evropi.- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, Lj., 63 s.
- GUSTAVSSON, L. / KARJALAINEN, T. / MARLAND, G. / SAVOLAINEN, I. / SCHLAMADINGER, B. / APPS, M., 1998. Project-Based Greenhouse Gas Accounting - Guiding Principles With Focus on Baselines and Additionality.- Proceedings of the Workshop. The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol, September 1998, Nokia Finland, IEA-Bioenergy, Task 25: Greenhouse Gas balances and Bioenergy Systems.
- HMZ, 1997. Onesnaženost zraka v Sloveniji v letu 1996.- HMZ & MOP, Ljubljana, 146 s.
- IPCC, 1996. The IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories (Instruction manual, Workbook, Reference Manual).- WMO / UNEP / OECD / IEA. IPCC.
- IPCC, 2000. Summary for Policymakers. Land Use, Land Use Change, and Forestry.- A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. <http://www.ipcc.ch/pub/srllulucf-e.pdf>. IPCC, 2000.
- JAKOŠ, A., 1996. Projekcije prebivalstva. Analize in projekcije demografskega razvoja v Sloveniji do leta 2020 po občinah za potrebe prostorskega plana.- Urbanistični inštitut RS, Ljubljana.
- JUNGMEIER, G., 1999. Greenhouse Gas Balance of Bioenergy Systems - A Comparison of Bioenergy with Fossil Energy Systems. IEA Bioenergy, Task 25: 'Bioenergy for Mitigation of CO₂ Emissions - the Power, Transportation and Industrial Sectors', Workshop, Gatlingburg 27-30. September 1999, 18 pp.
- KILBRIDE, C. M. / BYRNE, K. A. / GARDINER, J. J., 1999. Carbon Sequestration & Irish Forests.- COFORD, National Council for Forest Research and Development, Dublin, 1999, 37 str.
- KOBLER, A. / HOČEVAR, M., 2000. GIS analiza zaraščanja v Sloveniji.- Neobjavljeno interno gradivo, Gozdarski inštitut Slovenije.
- KOCH, G. W. / MOONEY, H. A., 1996. Response of Terrestrial Ecosystems to Elevated CO₂: A Synthesis and Summary.- Carbon Dioxide and Terrestrial Ecosystems. Academic Press, London, 415-429 s.
- KRÄUCHI, N. / XU, D., 1996. Climate Change Effects on Forests.- IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere. Congress Report, Volume II, 34-45 s.
- LIM, B. / BROWN, S. / SCHLAMADINGER, B., 1999. Carbon Accounting for Forest Harvesting and Wood Products: Review and Evaluation of Different Approaches.- Environmental Science and Policy, 2, Special Issue: Land use, Land-use Change and Forestry in the Kyoto Protocol, pp. 207-216.
- LUND, H. G., 2000. Definitions of Forest, Deforestation, Afforestation, and Reforestation.- Report prepared for the USDA Forest Service, IUFRO and UNFCCC, Manassas, VA. <http://home.att.net/~gklund/DEFpaper.html>
- McHALE, P. J. / MITCHELL, M. J. / BOWELS, F. P., 1998. Soil Warming in a Northern Hardwood Forest: Tarce Gas Fluxes and Leaf Litter Decomposition.- Can. J. For. Res. 28, 1365-1372 s.
- MAKKONEN-SPIECKER, K. / KOTAR, M., 1999. Rastni trendi v evropskih gozdovih.- Gozd. vestn., let. 57, št. 3, str. 141-148.
- MARLAND, G. / SCHLAMADINGER, B., 1997. Forests for Carbon Sequestration or Fossil Fuel substitution? A Sensitivity Analysis.- In Proceedings of the XI. World Forestry Congress, Volume 1: Forest and Tree Resources, 13-22 October 1997, Antalya, Turkey, pp. 139-147.
- MEDVED, M., 2000. Gozdnogospodarske posledice posestne sestave slovenskih zasebnih gozdov.- Doktorska disertacija, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 227 str.
- NABUURS, G. J. / PÄIVINEN, R. / SIKKEMA, R. / MOHREN, G. M. J., 1997. The Role of European Forests in the Global Carbon Cycle - a review.- Biomass and Bioenergy, Vol. 13, No. 6, pp. 345-358.
- OREŠNIK, I., 2000. Popis kmetijskih gospodarstev.- Statistični urad Republike Slovenije, Metodološko gradivo, Ljubljana, št. 5, 52 str.
- PERKO, D. / OROŽEN - ADAMIČ, M., 1998. Atlas pokrajin in ljudi.- MK in ZRC SAZU, Ljubljana, 735 str.
- POGAČNIK, N., 1999. Ocenjevanje potencialov lesne biomase iz gozdov, izkoristljive v energetske namene.- EGES: Energetika, Gospodarstvo, Ekologija, Skupaj, let. 3, št. 3, str. 77-81.

- POGAČNIK, N., 1999. Strategija in akcijski program Evropske unije na področju izrabe obnovljivih virov energije.- Gozd. vestn., let. 57, št. 7-8, str. 322-330.
- POGAČNIK, N., 2000. Metode svetovanja lastnikom gozdov za učinkovito rabo lesa v energetske namene.- Magistrsko delo. UL BF Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 199 s.
- POGAČNIK, N. / KRAJNC, R., 2000a. Les kot kurivo.- Gozd. vestn., let. 58, št. 5-6, str. 281-285.
- POGAČNIK, N. / KRAJNC, R., 2000b. Potenciali lesne biomase, uporabne v energetske namene.- Gozd. vestn., let. 58, št. 7-8, str. 330-332.
- PROGRAM RAZVOJA GOZDOV V SLOVENIJI, 1997.- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP), Gozdarska založba, Ljubljana.
- ROBEK, R. / MEDVED, M. / ŽGAJNAR, L. / POGAČNIK, N. / BITENC, B., 1998. Analysis of Wood Biomass Potential in Slovenia: Final Report.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 40 str.
- ROTTER, J. / DANISH, K., 2000. Forest Carbon and the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism.- Journal of Forestry, 5, pp. 38-46.
- SCHLAMADINGER, B. / CANELLA, L. / MARLAND, G. / SPITZER, J., 1997. Bioenergy Strategies and the Global Carbon Cycle.- Sci. Geol. Bull. 1-4, pp. 157-182.
- SCLAMADINGER, B. / APPS, M. / BOHLIN, F. / GUSTAVSSON, L. / JUNGMEIER, G. / MARLAND, G. / PINGOUD, K. / SAVOLAINEN, I., 1997. Towards a Standard Methodology for Greenhouse Gas Balance of Bioenergy Systems in Comparison With Fossil Energy Systems.- Biomass and Bioenergy, Vol. 13, No. 6, pp. 359-375.
- SIMONČIČ, P. / KOBLEK, A. / ROBEK, R. / ŽGAJNAR, L., 1999. Ocena emisij oz. ponora TGP za gozdarstvo ter spremembe rabe zemljišč.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 27 str., graf. prikazi.
- SPIECKER, H., 1999. Growth Trends in European Forests - do we have Sufficient Knowledge?- Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, No. 27, 157-169 s.
- SURS, 1997. Statistični letopis Republike Slovenije.- Statistični urad Republike Slovenije (SURS), Ljubljana.
- SURS, 2000. Statistični letopis Republike Slovenije.- Statistični urad Republike Slovenije (SURS), Ljubljana.
- TORELLI, N., 1996. Ekološki, surovinski in energijski pomen gozda in lesa.- Zbornik delavnice Biomasa, vir energije za Slovenijo. ApE & MGD, Brdo pri Kranju, 19. april 1996. 25-32 s.
- TBFRA 2000, 1999. Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000.- UN-ECE/FAO, 1999; del. ver. ankete, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- UPTON, C. / BASS, S. 1996. The Forest Certification Handbook.- Earthscan Publications Ltd, London, pp. 42-57.
- VALENTINI, R., s sod., 2000. Respiration as the Main Determinant of Carbon Balance in European Forests.- NATURE, Letters to nature, vol. 404, 861-864 s.
- URBANČIČ, M., 1997. Temeljni izsledki pregleda gozdnih tal na slovenski 16 x 16 kilometrski bioindikacijski mreži.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, 223-250 s.
- VAN DEN BERG, N. W. / DUTILH, C. E. / HUPPES, G., 1996. Begging LCA - A Guide into Environmental Life Cycle Assessment, Leiden, Centrum voor Mileukunde.- III, Publ. under authority of Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van Afvalstoffen (NOH).
- WATSON, R. T. / NOBLE, I. R. / BOLIN, B. / RAVINDRANATH, N. H. / VERARDO, D. J. / DOKKEN, D. J., 2001. IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry.- Print version URL: http://www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm.
- WEISS, P. / SCHIELER, K. / SCHADAUER, K. / RADUNSKY, K. / ENGLISCH, M., 2000. Die Kohlenstoffbilanz des Österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto-Protokoll.- Monographien, Band 106, Forstliche Bundes-versuchsanstalt - Austria, Wien, pp. 6-11.
- WINJUM, J. K. / BROWN, S. / SCHLAMADINGER, B., 1998. Forest Harvests and Wood Products: Sources and Sinks of Atmospheric Carbon Dioxide.- Forest Science, 44 (2), pp. 272-283.
- Zavod za gozdove Slovenije (ZGS), 1994-2000. Poročilo o gozdovih.- ZGS, Ljubljana.
1997. Program razvoja gozdov v Sloveniji.- MKGP, Gozdarska založba, Ljubljana, 58 str.
1998. Kyotski protokol k okvirni konvenciji združenih narodov o spremembi podnebja.- URL: <http://www.sigov.si/mop/vsebina/zakoni/okolje/konvenc/kiot1.html>.
1999. Okvirna strategija izpolnjevanja obveznosti, izhajajočih iz Kyotskega protokola.- URL: <http://www.sigov.si/mop/vsebina/kiot.html>.
- 2000a. MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD REPUBLIKE SLOVENIJE (MOP HMZ), Strategija in kratkoročni akcijski načrt zmanjševanja emisij toplogrednih plinov. Drugi osnutek, verzija 0.99i, Ljubljana, september 2000.- URL: http://www.sigov.si/mop/vsebina/strat_t.htm.
- 2000b. Priprava nacionalnega poročila Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja in nacionalnega programa za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov.- URL: http://www.sigov.si/mop/vsebina/zakoni/okolje/knvinc/kon_podneb3.html.
- 2001a. Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja.- URL: http://www.sigov.si/mop/vsebina/zakoni/okolje/knvinc/kon_podn.html.
- 2001b. Issues in the negotiating process, 2001.- URL: <http://www.unfccc.de/issues/mechanisms.html>.
- 2001c. Kyoto Protocol, Status of Ratification as on 19. March 2001.- URL: <http://www.unfccc.int/text/resource/convkp.html>.
- 2001d. Program energetske izrabe lesne biomase v Sloveniji (osnutek). Februar 2001.- URL: <http://www.sigov.si/mop/vsebina/oglasna.html>.