



TCP/CRO/3101 (A) Development of a sustainable charcoal industry

# EKOLOŠKI ASPEKTI U PROIZVODNJI DRVENOGA UGLJENA U HRVATSKOJ

Lipanj 2008

Zagreb, Hrvatska



[www.drveniugljen.hr](http://www.drveniugljen.hr)



This publication is a part of deliverables of the FAO project:  
*TCP/CRO/3101 (A) Development of a sustainable charcoal industry*

**Editors:**

Dr Julije Domac  
Dr Miguel Trossero

**Production:**



North-West Croatia Regional Energy Agency

This project was launched in July 2006 within FAO Technical Cooperation Programme with the objective to assess the current status of the charcoal production in Croatia, in order to develop a programme for the revitalisation of this industry.

Apart from recommendations and best solutions for the technological modernisation, the programme will provide guidelines for the production improvement and amplification with a holistic approach.

Ministry of Agriculture, Forestry and Water management is responsible for the project execution on behalf of the Government of the Republic of Croatia.

# **EKOLOŠKI ASPEKTI U PROIZVODNJI DRVENOGA UGLJENA U HRVATSKOJ**

Tehnički direktor projekata: Dr. Miguel Trossero

Nacionalni koordinator projekta: Dr. Julije Domac

Ostali autori:  
Ana Kojakovic, M.Sc.  
Zeljko Juric, M.Sc.  
Biljana Kulisic, M.Sc.

## Sažetak

Ovo izvješće obrađuje ekološke aspekte u proizvodnji drvenoga ugljena u Hrvatskoj. Drveni ugljen utječe na okoliš u svim fazama njegova životnoga vijeka, koji obuhvaća opskrbu sirovinom, pirolizu drva i uporabu drvenoga ugljena. Utjecaji koji nastaju pri opskrbi sirovinom uglavnom se odnose na gospodarenje šumama, sječu i odnošenje stabala iz šuma, a konačni učinci tih radnji mogu biti deforestacija, erozija i osiromašenje tla. Najnegativniji utjecaji proizvodnje i uporabe drvenoga ugljena po okoliš su emisije štetnih plinova i tvari u atmosferu i radna okolina. Ispuštani štetni onečišćivači uključuju stakleničke plinove, katran, nemetanske hlapive organske tvari (NMVOC) i lebdeće čestice. Na svjetskoj i regionalnoj razini navedene tvari pridonose globalnome zagrijavanju, dok na lokalnoj razini mogu predstavljati zdravstveni rizik za radnike i stanovništvo koje obitava područja u blizini proizvodnoga pogona.

U Hrvatskoj se drveni ugljen proizvodi uglavnom kao gorivo za roštilje koji se koriste u ugostiteljskim objektima i kućanstvima. U službenoj je evidenciji zabilježen samo jedan veći proizvođač drvenoga ugljena u sklopu industrijske grupacije Belišće, no prisutno je i nekoliko manjih i srednjih proizvođača, koji primjenjuju tradicionalne metode proizvodnje drvenoga ugljena u zidanim pećima od opeke i betona. Procjenjuje se kako postoji oko 400 izrazito malih pogona, i to uglavnom u šumskim područjima sjevernoga dijela Hrvatske. Ta se mikro-proizvodnja vrši u velikoj većini u zidanim pećima, no ima i nekoliko slučajeva proizvodnje u ugljenicama. Sirovinu uglavnom čini drvo iz šuma ili drveni ostaci prerađivačke industrije. Kanali opskrbe sirovinom su drvno-prerađivačka industrija, Hrvatske šume (poduzeće u državnome vlasništvu zaduženo za gospodarenje i upravljanje šumama) i privatni vlasnici šuma.

Za potrebe ovoga projekta izvršeno je nekoliko obilazaka terena i razgovora s malim i srednjim proizvođačima, kao i s najvećim proizvođačem drvenoga ugljena u Hrvatskoj. Zahvaljujući navedenim obilascima i razgovorima sakupljeni su i analizirani detaljni podaci o proizvodnom postupku i njegovoj profitabilnosti, kao i o aspektima povezanim sa zaštitom okoliša, zdravljem i sigurnošću. U ovome su izvješću predstavljene dvije studije slučaja (case studies). Prva studija slučaja obrađuje samo industrijski pogon za proizvodnju drvenoga ugljena Belišće, dok druga obrađuje tradicionalne načine proizvodnje, koje primjenjuju mali i srednji proizvođači drvenoga ugljena. U sklopu je obaju studija posebna pozornost posvećena ekološkim aspektima u proizvodnji drvenoga ugljena.

Najznačajniji se utjecaji na okoliš javljaju upravo pri proizvodnji drvenoga ugljena, a obuhvaćaju emisije štetnih plinova i tvari u atmosferu, primarnih stakleničkih plinova i lebdećih čestica. Osim klimatskih promjena, emisije ovih tvari utječu i na zdravlje zaposlenih u proizvodnim pogonima. S druge strane utjecaji na okoliš uslijed opskrbe sirovinom u Hrvatskoj se mogu smatrati zanemarajućima zahvaljujući održivom upravljanju šumama koje provode Hrvatske šume (ovo poduzeće upravlja 78% od ukupno 2,1 milijuna hektara šuma u Hrvatskoj).

## SADRŽAJ

1. Uvod .....	6
2. Šumarstvo u Hrvatskoj.....	10
2.1. Postojeće stanje .....	10
2.2. Upravljanje šumama u državnome vlasništvu .....	12
2.3. Prakse gospodarenja šumama.....	14
2.4. Certifikacija šuma u Hrvatskim šumama i tradicija gospodarenja šumama ....	19
3. Emisije atmosferskih onečišćivača u Republici Hrvatskoj.....	20
3.1. Međunarodne obveze.....	21
3.2. Atmosferske emisije .....	21
3.2.1. Emisije stakleničkih plinova .....	22
3.2.2 Ostala ispuštanja zagađivača zraka .....	25
4. Proizvodnja drvenog ugljena u Hrvatskoj.....	29
4.1 Analiza slučaja I – Proizvodnja drvenog ugljena u Belišću .....	30
4.2 Analiza slučaja II – Tradicionalna proizvodnja drvenog ugljena u Hrvatskoj .....	39
5. Zaključci.....	43
7. Reference .....	46
8. Annex.....	48

## 1. Uvod

Biomasa se smatra ekološkim gorivom budući da je emisija čistoga CO<sub>2</sub> pri njezinome izgaranju jednaka nuli. Ovaj je navod, međutim, potrebno donekle ispraviti: on je, naime, točan ukoliko se goriva dobivena od biomase, uključivo s drvenim ugljenom, proizvode na održivi način. Utjecaji proizvodnje i uporabe drvenoga ugljena po okoliš povezani su s opskrbom sirovinom, odnosno sa sječom i odnošenjem drva iz šuma, proizvodnjom i uporabom drvenoga ugljena. Drugim riječima, sve faze životnog vijeka drvenoga ugljena utječu i na okoliš i na zdravlje ljudi, a odnosni učinci znatno se međusobno razlikuju po veličini i važnosti ovisno o praksama gospodarenja šumama i tehnologijama koje se primjenjuju tijekom životnoga vijeka ugljena.

Postoji velika razlika između utjecaja na okoliš opskrbe sirovinom koja se vrši iz prirodnih šuma i raslinja kojima se ne gospodari i u kojima se vrši nekontrolirana sječa, i iz održivo gospodarenih šuma i/ili ostataka drvno-prerađivačke industrije. Sječa stabala u šumama kojima se ne gospodari, odnosno neodržive prakse sječe stabala ili nekontrolirana sječa mogu uzrokovati višestruke negativne učinke, koji mogu dovesti do propadanja šuma i tla, deforestacije i erozije tla i/ili dezertifikacije. Takve prakse uzrokuju povećanje emisija CO<sub>2</sub> pridonoseći globalnome zagrijavanju.

U afričkim zemljama, u kojima je zabilježena najveća svjetska potrošnja drvenoga ugljena, atmosferske emisije i s njima povezani problemi su vrlo izraženi (Kammen i Lew, 2005.; Kituyi, 2004.). Sukladno statističkim podacima FAO-a, potrošnja drvenoga ugljena u Africi u 1996. godini iznosila je 13,799 milijuna tona, od kojih 12,350 milijuna tona (89,5%) u kućanstvima. U većini je afričkih država drveni ugljen glavni izvor energije za kuhanje hrane, kao i glavni izvor prihoda i uzrok degradacije okoliša u ruralnim područjima (Kammen i Lew, 2005.). Iako u zemljama u razvoju prevladava potrošnja drvenoga ugljena u kućanstvima, radi se i o vrlo važnom izvoru energije u industrijskoj proizvodnji, npr. industriji čelika u Brazilu (svibanj 1999.), te metaloprerađivačkoj i kemijskoj industriji u južnom Vijetnamu (Bhattarai, 1998.).

U usporedbi s zemljama u razvoju u Africi i Aziji, upravo je suprotno stanju u zemljama Europe i Sjeverne Amerike, u kojima se drveni ugljen većinom koristi u različitim industrijama kao apsorber te u kućanstvima kao gorivo za roštilje, što se (donekle) može smatrati luksuzom (FAO, 1985.). Stoga proizvodnja drvenoga ugljena u razvijenim zemljama nije toliko značajna, te postoji formaliziraniji pristup opskrbi sirovinom, pri čemu velika većina drveta koje se koristi za proizvodnju ugljena potječe od ostataka i otpada iz šumarstva i drvno-prerađivačke industrije, ili iz održivo gospodarenih šuma. Zbog toga je negativni utjecaj opskrbe sirovinom za proizvodnju drvenoga ugljena mnogo manje izražen (zanemariv ili čak pozitivan u nekim slučajevima) u razvijenim zemljama nego u zemljama u razvoju.

Drveni se ugljen proizvodi pirolizom (karbonizacijom ili destruktivnom destilacijom) ugljičnih materijala, koje uglavnom čini srednje do jako tvrdo drvo, poput bukve, breze, tvrdog javora itd., no može se koristiti i drvo četinjača, ljuske

orašastih plodova, koštice voća i otpad od povrća, osobito za proizvodnju briketa drvenoga ugljena. Postoje različite metode i tehnologije koje se primjenjuju u proizvodnji. U mnogim se zemljama u razvoju još uvijek koriste tradicionalne metode proizvodnje ugljena u zemljanim ugljenicama i zemljanim pećima, a u maloserijskoj se proizvodnji koriste i moderni tipovi zemljanih peći s dimnjacima i čeličnih ili zidanih peći (Stassen, 2002.). U masovnoj, industrijskoj proizvodnji koriste se zidane ili metalne peći za diskontinuiranu proizvodnju i višestruke retorte za kontinuiranu proizvodnju (EPA, 1995.). Ova vrsta tehnologije prevladava u Europi, te u Sjevernoj i Južnoj Americi. Odnosne se tehnologije međusobno razlikuju po proizvodnoj učinkovitosti, što ima za posljedicu različitu energetska iskorištenost, kvalitetu proizvoda i emisije u okoliš. Primjerice, za proizvodnju 1 kg drvenoga ugljena u ugljenicama i zemljanim pećima potrebno je 8-12 kg drva, dok je za proizvodnju iste količine ugljena u unaprijeđenim tradicionalnim pećima i industrijskim pogonima potrebno 4-8, odnosno 3-4 kg drva.

Nusproizvodi proizvodnje drvenoga ugljena su dikiseline (pirokiseline), primarna octena kiselina i metanol, katrani, teška ulja i voda, od kojih se većina ispušta u okoliš putem ispusta na peći. Atmosferske emisije uključuju plinovite emisije ugljik-monoksida (CO), ugljik-dioksida (CO<sub>2</sub>), metana, etana i hlapivih organskih spojeva (VOC), emisije lebdećih čestica nastalih iz neizgorenih katrana i ugljične prašine, te pirokiseline koje mogu formirati aerosol. Razina emisija uglavnom ovisi o tehnologiji koja se koristi za proizvodnju drvenoga ugljena, temperaturi koja se razvija uslijed pirolize i postotku vlage u drvu.

Razina emisija CO<sub>2</sub> iz tradicionalnih pogona za proizvodnju drvenoga ugljena u određenim afričkim zemljama varira između 450 i 500 g po kg proizvedenoga ugljena, emisije CH<sub>4</sub> iznose oko 700 g, CO između 450 i 650 g, a NMHC (nemetanski ugljikovodici) između 10 i 700 g po kg proizvedenog drvenog ugljena; sve vrijednosti su izražene u ekvivalentnim jedinicama ugljika za 20-godišnji potencijal globalnoga zagrijavanja (GWP – Global Warming Potential) (Bailis i sur., godina?). Navedene razine emisija, a osobito emisije metana, koji ima najveći potencijal globalnoga zagrijavanja, imaju znatni utjecaj po okoliš na regionalnoj i svjetskoj razini. Primjerice, 1997. godine u Keniji su emisije metana samo uslijed proizvodnje drvenoga ugljena iznosile 80 Gg ekvivalenta ugljika, dok su u Hrvatskoj emisije metana iz svih nepomičnih izvora energije iznosile 28,8 Gg ekvivalenta ugljika (Vešligaj i sur., 2006.). Glavni uzrok tako visokih razina atmosferskih emisija je nepotpuno izgaranje drva i nastajanje plinovitih nusproizvoda pri proizvodnji drvenoga ugljena, koji se ispuštaju izravno u atmosferu.

S druge su strane atmosferske emisije iz industrijskih pogona za proizvodnju drvenoga ugljena, u kojima se koriste peći za diskontinuiranu proizvodnju i višestruke retorte za kontinuiranu proizvodnju, znatno su niže. Na temelju EPA-  
inih čimbenika emisija za proizvodnju drvenoga ugljena, pri proizvodnji 1 kg drvenoga ugljena u pećima za diskontinuiranu proizvodnju prosječno se ispušta 140 g CO, 54 g CH<sub>4</sub> i 560 g CO<sub>2</sub>, a pri proizvodnji iste količine ugljena u višestrukim retortama za kontinuiranu proizvodnju ispušta se 160 g CO, 50 g CH<sub>4</sub> i 492 g CO<sub>2</sub> (EPA, 1995.). Zahvaljujući uporabi dimnih plinova za zagrijavanje komore za izgaranje, što dovodi do povećanja temperature u komori za izgaranje, i unaprijeđene ekološke radne karakteristike pogona, poput ciklona i filtera za

prikupljanje lebdećih cestica i prethodnoga sušenja sirovine, moguće je znatno smanjiti razine atmosferskih emisija. Naknadno izgaranje dimnih plinova dovodi do oksidacije metana, smanjujući emisije toga plina za više od deset puta. Emisije lebdećih cestica, CO i hlapivih organskih spojeva (VOC) mogu se smanjiti za barem 80%, dok je zabilježeno i znatno smanjenje emisije katrana i dušičnih oksida. Nadalje, testovi upravljanja proizvodnjom drvenoga ugljena pokazali su kako izgaranje dimnih plinova na oko 1 000 °C dovodi do uništenja 99% mase onečišćivača, izuzev CO<sub>2</sub> (Halouani i Farhat, 2003.). Istovremeno, takve prakse i uporaba opisane opreme povećavaju proizvodnu učinkovitost, čime se amortiziraju ulagački troškovi za opremu i stvara dodatni prihod.

Prosječne atmosferske emisije iz tradicionalnih i industrijskih pogona za proizvodnju drvenoga ugljena prikazane su niže u tablici 1.1.

**Tablica 1.1. Usporedba čimbenika atmosferskih emisija za različite tipove proizvodnje drvenoga ugljena (Izvor: Kammen i Lew, 2005.; EPA, 1994.)**

Onečišćivač	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	NMHC/ OC	TSP
Proizvodna tehnologija	u g po kg proizvedenog drvenog ugljena				
Kontinuirana proizvodnja u pećima*	492	160	50	100	200
Diskontinuirana proizvodnja u pećima*	560	140	54	140	160
Nekontrolirana diskontinuirana proizvodnja*		160-179	44-57	7-60	197-598
Slabo kontrolirana diskontinuirana proizvodnja*		24 – 27	6,6 – 8,6	1 – 9	27 – 89
Kontrolirana kontinuirana proizvodnja u retortama*		8 – 8,9	2,2 – 2,9	0,4 – 3	9,1 – 30
Moderne peći (SAD)**	3 300	443	147	405	320
Relativno moderne peći (SAD)**	1 350	700	170		
Zidane peći u zemljama u razvoju****	1540	233	40	8	5
	2629	86	18		

\* Sukladno EPA AP-42 (1995.).

\*\* Sukladno Smithu i Thorneloew

\*\*\* WB1992/Briane i Doat 1985.

\*\*\*\* Lacaux i sur., 1994.; Hao i sur., 1994.

Pored negativnih učinaka na okoliš, proizvodnja i uporaba drvenoga ugljena može utjecati i na ljudsko zdravlje. Ti su utjecaji povezani s emisijama plinova i

lebdećih čestica (prašine) u zatvorene radne i životne prostore, i to uslijed upravljanja proizvodnjom, pražnjenja peći ili komora za izgaranje, prikupljanja ugljičnoga pepela za proizvodnju briketa ugljena i uporabe ugljena u kućanstvima.

Drveni ugljen sadrži oko 80% vezanog ugljika, 24% hlapivih spojeva, 4% pepela, 0,53% dušika i 0,01% sumpora. Dugotrajno udisanje lebdećih čestica, ugljik-monoksida, dušičnih i sumpornih oksida, te drugih hlapivih spojeva koji se oslobađaju pri izgaranju drvenoga ugljena može dovesti do respiratornih problema i konačno bolesti, poput akutne respiratorne infekcije (ARI), upale srednjeg uha (otitis media), kronične opstruktivske bolesti pluća (COPD), astma, raka pluća, niske porodne težine i drugih bolesti (Ezzati i Kammen, 2002.). Istraživanja utjecaja izgaranja drvenoga ugljena u kućanstvima u zemljama u razvoju (uglavnom u Africi) na ljudsko zdravlje pokazala su kako su u odnosu na ostala kruta goriva dobivena od biomase, poput primarnoga drvenog ogrjeva, emisije lebdećih čestica znatno niže (Ezzati i Kammen, 2002.; Serenje i sur., 1994.). Koncentracija lebdećih čestica PM10 u kućanstvima uslijed izgaranja drvenoga ugljena iznosi oko 0,38 do 0,50 mg/m<sup>3</sup>, dok ta koncentracija može varirati između 0,89 i 3 mg/m<sup>3</sup> pri izravnome paljenju drvenoga ogrjeva na otvorenome plamenu. No koncentracija CO nešto je niža (8,5 ppm) pri uporabi drvenoga ogrjeva u usporedbi s drvenim ugljenom (13 ppm). Pri uporabi oba navedena goriva koncentracija je prašine znatno veća u odnosu na standarde USEPA-e i smjernice SZO-a o kvaliteti zraka u zatvorenim prostorima, dok koncentracija CO jedva ispunjava ili premašuje standarde (vidi tablicu 1.2.). Potrebno je istaknuti kako razina emisija lebdećih čestica i ugljik monoksida znatno ovise o vrsti peći ili štednjaka (ako se koristi) i tipu dimnjaka.

**Tablica 1.2. Usporedba prosječne koncentracije onečišćivača zraka u zatvorenim prostorima prilikom uporabe drvenoga ugljena i drvenoga ogrjeva sa smjernicama SZO-a i standardom USEPA-e**

Onečišćivači zraka u zatvorenim prostorima	Izgaranje drvenoga ugljena	Izgaranje drvenoga ogrjeva	Smjernice SZO-a	Standard USEPA-a
Prašina (PM10)	0,38-0,50 mg/m <sup>3</sup>	0,89 do 3 mg/m <sup>3</sup>	0,15 mg/m <sup>3</sup>	prosječno 0,15 mg/m <sup>3</sup> u 24 sata prosječno 0,05 mg/m <sup>3</sup> godišnje
Ugljik-monoksid (CO)	13 ppm	8,5 ppm	8,6 ppm	prosječno 9 ppm u 8 sati prosječno 35 ppm u 1 satu

Kako je već prethodno navedeno, postoji velika razlika u proizvodnji i uporabi drvenoga ugljena u zemljama u razvoju i razvijenim zemljama. U razvijenim se zemljama drveni ugljen rijetko koristi kao gorivo za kuhanje u zatvorenim

prostorima, već kao gorivo za roštilj. Stoga je utjecaj uporabe drvenoga ugljena na ljudsko zdravlje neznatan (ili čak zanemariv). Međutim, prašina i otrovne tvari mogu utjecati na zdravlje radnika pri istovaru drvenoga ugljena u proizvodnome procesu, kao i radnika zaposlenih u pogonima za proizvodnju briketa drvenoga ugljena ukoliko nisu ispunjeni standardi zaštite na radu. U tablici 1.3. prikazane su najviše dopuštene koncentracije ugljik-monoksida i prašine (PM10) sukladno NIOSH-u (SAD) i hrvatskim standardima zaštite na radu.

**Tablica 1.3. Najveće koncentracije CO i prašine u radnome okruženju sukladno NIOSH-u i hrvatskim standardima zaštite na radu**

Onečišćivači zraka u zatvorenim prostorima	NIOSH standard zaštite na radu	Hrvatski standard zaštite na radu
Prašina (PM10)	2,5 mg/m <sup>3</sup> u 8 sati	3 mg/m <sup>3</sup> u 8 sati (1 PM-2,5 mg/m <sup>3</sup> u 8 sati)
Ugljik-monoksid (CO)	50 ppm u 8 sati	30 ppm u 8 sati 400 ppm, najviše 1 sat tijekom radnoga vremena

## 2. Šumarstvo u Hrvatskoj

### 2.1. Postojeće stanje

Šume pokrivaju oko 2,1 milijuna hektara u Hrvatskoj, odnosno oko 43,4% ukupne površine (izuzev Jadranskoga mora). U pogledu fitogeografske raznolikosti, postoje dvije vrste šuma: eurosibirski tip, koji prevladava u sjevernome dijelu zemlje, i mediteranski tip, raširen u krškome području. Hrvatske se šume odlikuju velikim bogatstvom vrsta i zajednica, s ukupno 60 različitih šumskih zajednica (Nacionalna šumarska politika i strategija, 2003.). Nizinske zajednice čine uglavnom bjelogorične vrste stabala, dok se na većim nadmorskim visinama nalaze miješane bjelogorične-crnogorične ili isključivo crnogorične šumske zajednice. Prevladavaju šume eurosibirskoga tipa (57%), kao i bjelogorične vrste (85%). Potrebno je istaknuti kako je 95% šuma u Hrvatskoj prirodno, što znači da je sastav vrsta u tim šumama gotovo jednak kao i u prašumama u ovoj regiji. U tablici 2.1. prikazane su najrasprostranjenije vrste stabala i njihov udio u sastavu šuma.

**Tablica 2.1. Najrasprostranjenije vrste stabala i njihov udio u sastavu šuma u Hrvatskoj (Izvor: Nacionalna šumarska politika i strategija, 2003.)**

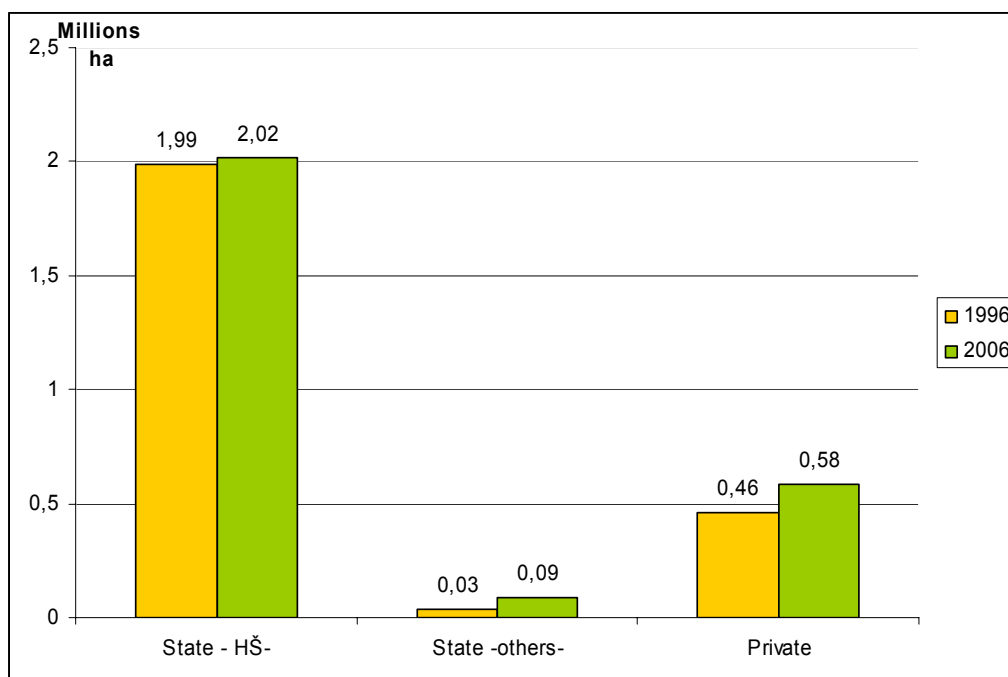
Bjelogorične vrste		Crnogorične vrste	
Bukva ( <i>Fagus silvatica</i> )	36%	Jela i smreka ( <i>Abies sp.</i> i <i>Picea sp.</i> )	11%
Hrast lužnjak ( <i>Quercus robur</i> )	14%	Bor ( <i>Pinus sp.</i> )	2%
Hrast kitnjak ( <i>Quercus petraea</i> )	10%	Ostale crnogorične vrste	1%
Grab ( <i>Carpinus betulus</i> )	8%		

Poljski jasen ( <i>Fraxinus angustifolia</i> )	3%		
Ostale tvrde listače	11%		
Meke listače	4%		

U državnom je vlasništvu 78% pošumljenoga zemljišta, dok preostalih 22% (odnosno 581 770 hektara) pripada privatnim vlasnicima (Nacionalna šumskogospodarska osnova, 2006.). Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva je tijelo državne uprave odgovorno za provedbu nacionalne šumarske politike, dok je državno poduzeće Hrvatske šume zaduženo za gospodarenje šumskim zemljištima u državnome vlasništvu u skladu s načelima iznesenima u službenim dokumentima koje su odobrili Ministarstvo i Vlada RH. Osim Hrvatskih šuma, manjim šumskim zemljištima u državnome vlasništvu gospodare pravne osobe. Dijelovi šuma u državnome vlasništvu nalaze se u sklopu zaštićenih područja, poput nacionalnih parkova, parkova prirode, zaštićenih krajolika i parkova-šuma, kojima upravlja Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Šumama u nacionalnim parkovima gospodare upravni odbori nacionalnih parkova u skladu s planovima upravljanja odnosnim parkovima. U parkovima prirode, čija je razina zaštite niža u odnosu na nacionalne parkove, šumama gospodare Hrvatske šume, ali uz provedbu mjera zaštite prirode utvrđenih planovima za upravljanje nacionalnim parkovima.

Zakonom o šumama utvrđuju se kriteriji za gospodarenje šumama, minimalno obrazovanje koje moraju imati osobe zaposlene u upravljanju šumama, te obveza Hrvatskih šuma donošenja dugoročnih i kratkoročnih planova upravljanja. Šumama u privatnome vlasništvu trebalo bi se gospodariti u skladu s tim dugoročnim planovima upravljanja, no to nije uvijek slučaj. Uzrok tome može biti činjenica da su privatni šumski posjedi izrazito fragmentirani: u Hrvatskoj postoji 599 056 privatnih vlasnika šuma koji prosječno posjeduju 0,98 hektara šume. Nadalje, privatni vlasnici šuma vrlo često ne raspolažu stručnim znanjem o tradiciji upravljanja i gospodarenja šumama, nedovoljan je broj šumarskih udruga putem kojih bi privatni vlasnici mogli izmjenjivati znanje i iskustva, te koordinirati šumarske zahvate. Na kraju, veliki je broj šuma u privatnome vlasništvu u propadanju, što zahtijeva visoka ulaganja radi njihove obnove.

U posljednjem desetljeću, dakle u razdoblju između 1996. i 2006. godine, ukupna se šumska površina u Hrvatskoj povećala za 203 076 hektara, a u istome je razdoblju vlasnička struktura izmijenjena u korist privatnoga vlasništva. Na slici 2.1. prikazan je odnos ukupne površine pod šumama u državnome vlasništvu, kojima gospodare Hrvatske šume i druge pravne osobe, i površine pod šumama u privatnome vlasništvu u razdoblju između 1996. i 2006. godine.



**Slika 2.1. Odnos šuma u državnome i privatnom vlasništvu u Hrvatskoj u razdoblju između 1996. i 2006. godine (Izvor: Nacionalna šumarska politika i strategija, 2003. i Nacionalna šumskogospodarska osnova, 2006.)**

## 2.2. Upravljanje šumama u državnome vlasništvu

Pravni dokument kojime se pruža okvir za upravljanje šumama je Nacionalna šumarska politika i strategija (NN 120/03). Taj dokument sadrži sveobuhvatnu ocjenu stanja šuma i šumskih zemljišta, u njemu se utvrđuju najvažnija pitanja koja je potrebno riješiti i odgovarajuće potrebne radnje koje je potrebno provesti u tu svrhu. Nadalje, Nacionalna šumarska politika i strategija sadrži pregled povezanosti s drugim važnim nacionalnim zakonskim propisima (strategijama, zakonskim i podzakonskim aktima), kao i procjenu međupovezanih problema.

U nastavku se navode propisi koji izravno utječu na radnje u sektoru šumarstva:

- Upravljanje šumama u državnome vlasništvu u Hrvatskoj provodi se na osnovu Zakona o šumama i Zakona o šumskom sjemenu i šumskim sadnicama (NN 68/98)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 82/94)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05)
- Zakon o zaštiti bilja (NN 10/94)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 58/93)
- Zakon o lovstvu (NN 11/94)
- Zakon o vodama (NN 107/95)
- Zakon o financiranju vodnog gospodarstva (NN 107/95)

- Zakon o javnim cestama (NN 180/04)
- Zakon o zaštiti od elementarnih nepogoda (NN 73/97)

Upravljanje šumama u državnome vlasništvu u Hrvatskoj vrši se na temelju Zakon o šumama (NN 140/05), kojime se uređuje uzgoj, zaštita, korištenje i raspolaganje šumom i šumskim zemljištima kao prirodnim bogatstvom. Zakonom je utvrđeno kako je cilj gospodarenja šumama održati biološku raznolikost šume i proizvodnju drva u skladu s načelima gospodarske održivosti, socijalne odgovornosti i ekološke prihvatljivosti. Nadalje, šume i šumska zemljišta dobra su od interesa za Republiku Hrvatsku i kao takva se u potpunosti zaštićuju i koriste na način određen dotičnim zakonom. Tim se zakonom Hrvatskima šumama kao poduzeću dodjeljuje obveza gospodarenja i upravljanja šumama i šumskim zemljištima u državnome vlasništvu u skladu s načelima određenima dotičnim zakonom.

Šume u vlasništvu Republike Hrvatske podijeljene su gospodarske jedinice. Svaka jedinica ima vlastiti program upravljanja temeljen na načelu gospodarske održivosti, sukladno kojemu se šumama raspolaže kao obnovljivim prirodnim bogatstvom koje nudi niz općekorisnih funkcija, s time da je, prema potrebi, obnovu šuma potrebno poticati, provoditi i unaprijeđivati.

Postoji šesnaest gospodarskih jedinica, kojima se upravlja iz središnjega ureda Hrvatskih šuma. Na slici 2.2. prikazani su zemljopisni položaji i nazivi svih gospodarskih jedinica.

Ozna-ka na karti	Naziv gospodar-ske jedinica	Ozna-ka na karti	Naziv gospodar-ske jedinica	Ozna-ka na karti	Naziv gospodar-ske jedinica	Ozna-ka na karti	Naziv gospodar-ske jedinica
A	Vinkovci	E	Bjelovar	I	Karlovac	M	Gospić
B	Osijek	F	Koprivnica	J	Ogulin	N	Buzet
C	Našice	G	Zagreb	K	Delnice	O	Split
D	Požega	H	Sisak	L	Senj	P	Nova Gradiška



**Slika 2.2. Zemljopisni položaj šumskogospodarskih jedinica Hrvatskih šuma**  
(Izvor: Hrvatske šume, 2007.).

Dokumenti kojima se određuju vrste šumarskih intervencija, kao i njihova prostorna i vremenska primjena su Nacionalna šumskogospodarska osnova, Osnove gospodarenja gospodarskim jedinicama, Program za gospodarenje gospodarskim jedinicama na kršu i Program za gospodarenje šumama šumoposjednika, Programi obnove i zaštite šuma u posebno ugroženom području, Programi za upravljanje šumama posebne namjene, godišnji planovi gospodarenja šumama i operativni godišnji planovi.

Ovim programima i planovima utvrđuju se uvjeti za uporabu šuma i šumskih zemljišta, potreban opseg uzgoja i zaštite šuma, te mogući stupanj iskorištenja i uvjete za gospodarenje životinjskim svijetom.

### **2.3. Prakse gospodarenja šumama**

Sukladno zemljišnim knjigama u Hrvatskoj je 2 688 687 hektara zemljišta klasificirano kao šumsko zemljište, iako sva zemlja klasificirana kao šumsko zemljište nije pokrivena šumom ili se ne koristi za proizvodnju drva. U tablici 2.2. prikazani su tipovi zemljišta klasificiranih kao šumsko zemljište, površina na kojoj se protežu i vlasništvo u 1996. godini, dok su u tablici 2.3. prikazane promjene do kojih je došlo u posljednjih deset godina.

**Tablica 2.2. Tipovi zemljišta klasificiranih kao šumsko zemljište, površina (ha) i vlasništvo (Izvor: Nacionalna šumskogospodarska osnova, 1996.)**

Tip zemljišta	Državno vlasništvo - HŠ*	Državno vlasništvo -ostali**-	Privatno vlasništvo	Ukupno
	Površina – ha			
Obraslo šumom	1 592 869	31 287	454 133	2 078 289
Neobraslo proizvodno zemljište	323 130	1 229	6 975	331 334
Neobraslo neproizvodno zemljište	14 490	107	20	14 617
Plodna zemlja	61 048	314	8	61 370
<b>Ukupno</b>	<b>1 991 537</b>	<b>32 937</b>	<b>461 136</b>	<b>2 485 611</b>

\* Gospodarenje šumskim zemljištem vrše Hrvatske šuma

\*\* Gospodarenje šumskim zemljištem vrše druge pravne osobe

**Tablica 2.3. Promjene do kojih je došlo na šumskim zemljištima u razdoblju od 1996. do 2006. godine (Izvor: Nacionalne šumskogospodarske osnove, 1996. i 2006.)**

Tip zemljišta	1996.		2006.	
	Površina (ha)	%	Površina (ha)	%
Obraslo šumom	2 078 289	84	2 392 931	89
Neobraslo	345 951	14	241 982	9
Plodna zemlja	61 370	2	53 774	2
<b>Ukupno</b>	<b>2 485 611</b>	<b>100</b>	<b>2 688 687</b>	<b>100</b>

U Hrvatskoj postoji 2 392 931 hektara pošumljenoga zemljišta na kojemu rastu različite vrste šuma, od kojih svaka zahtijeva posebno prilagođeno gospodarenje koje ovisi o biocenološkim, pedološkim, klimatskim i ostalim prirodnim čimbenicima koji prevladavaju u odnosnome području, kao i o funkciji šume kojom se gospodari.

Šume je moguće razvrstati na osnovu njihove namjene, i to u gospodarske šume, zaštitne šume i šume s posebnom namjenom. U Tablici 2.4. prikazana je površina na kojoj se prostire svaki od navedenih tipova šuma i njihova vlasnička struktura.

**Tablica 2.4. Površina na kojoj se prostiru različiti tipovi šuma podijeljeni na osnovu njihove funkcije (Izvor: Nacionalna šumskogospodarska osnova, 2006.)**

Tip šume	Državno vlasništvo	Državno vlasništvo	Privatno vlasništvo	Ukupno
----------	--------------------	--------------------	---------------------	--------

	- HŠ*-	-ostali**-		
Površina – ha				
Gospodarske šume	1 838 783	492	576 832	2 416 107
Zaštitne šume	145 634	10 499	4 507	160 640
Šume s posebnom namjenom	34 570	76 939	431	111 940
<b>Ukupno</b>	<b>2 018 987</b>	<b>87 930</b>	<b>581 770</b>	<b>2 688 687</b>

Postoji nekoliko oblika šuma, koje se mogu međusobno razlikovati s obzirom na njihov šumskouzgojni oblik, progresijski stadij razvoja šume i primjenjenju praksu gospodarenja šumom. U tablici 2.5. prikazani su "šumskouzgojni oblici", površina na kojoj se prostiru i njihovo vlasništvo.

**Tablica 2.5. Šumskouzgojni oblici, površina na kojoj se prostiru (ha) i vlasništvo (Izvor: Nacionalna šumskogospodarska osnova, 1996.)**

Šumskouzgojni oblik	Državno vlasništvo - HŠ*-	Državno vlasništvo -ostali**-	Privatno vlasništvo	Ukupno
	Površina – ha			
Šume podrijetlom iz sjemena (sjemenjače)	1 018 054	25 582	183 905	1 227 541
Šume iz panja (panjače)	252 137	2 404	250 360	504 901
Šikare	258 129	1 202	19 688	279 019
Šibljaci	6 900	-	-	6 900
Makije	29 255	1 569	-	30 824
Garizi	13 072	132	-	13 204
Plantaže	15 322	398	181	15 901
<b>Ukupno</b>	<b>1 592 869</b>	<b>31 287</b>	<b>454 134</b>	<b>2 078 289</b>

\* Gospodarenje šumskim zemljištem vrše Hrvatske šuma

\*\* Gospodarenje šumskim zemljištem vrše druge pravne osobe

Kako je prethodno spomenuto, Hrvatske šume gospodare 78%, odnosno 2 018 987 ha svih šuma u Hrvatskoj. Hrvatske šume primjenjuju dvije glavne prakse gospodarenja šumama: regularno gospodarenje i preborno gospodarenje (Hrvatske šume, 2007.). Regularno se gospodarenje većinom provodi u nizinskim šumama u kojima prevladava hrast (*Quercus sp.*). Stabla u ovim šumama uglavnom su u istoj razvojnom stadiju (npr. iste starosti i rasta), a svrstavaju se u razvojne kategorije u upravnim dokumentima šumskogospodarske jedinice. Sječa regularnih šuma podrazumijeva obaranje stabala svrstanih u višu razvojnu kategoriju (zrelih i u optimalnoj razvojnoj fazi) kako bi se oslobodio prostor za rast mladih stabala. Pri tome posječeni dijelovi šume izgledaju kao da je izvršena čista sječa, no mlada stabla i sadnice se ne sijeku, te stoga upravo ta praksa

osigurava pošumljavanje odnosnoga područja. Važno je istaknuti kako se regularno gospodarenje šumama običnom provodi na razmjerno malim površinama, a na razini gospodarske jedinice ukupna zaliha je unatoč sječi cijelo vrijeme ista ili godinama raste.

Preborno se gospodarenje šumama provodi u goranskim šumama, u kojima prevladavaju miješane bjelogorične šume bukve (*Fagus sp.*) i graba (*Carpinus sp.*) i crnogorične šumske zajednice. Te se šume sastoje od stabala u različitim razvojnim stadijima, te se stoga znatno razlikuju u širini i visini debla. Ovisno o širini debla stabla se svrstavaju u kategorije promjera debla. Na temelju gore navedenih obilježja, svakih se nekoliko godina pojedina zrela stabla ili stabla u optimalnom razvojnom stadiju izdvajaju i označavaju za sječicu. Izvana gledano čini se kako preborne šume uvijek jednako izgledaju budući da sječicom zrelih stabala otvara prostor za rast podmlatka, a pridobiva se približno jednaka količina drva kao i u regularnim šumama.

Dugoročna primjena opisanih praksi gospodarenja šumama rezultira istovremeno razmjerno velikom proizvodnjom drva i povećanjem samih šuma. Jedan od razloga tome je i neprekidno i dobro planirano pošumljavanje, koje se provodi prirodnim putem ili umjetno sadnjom šumskih sadnica. Hrvatske šume proizvode oko 15 milijuna sadnica godišnje (Meštrović, 1998.). U 1996. je godini hrvatski šumski fond iznosio 278 323 621 m<sup>3</sup> (140 m<sup>3</sup>/ha), uz godišnji porast od 8 123 496 m<sup>3</sup> (4,1 m<sup>3</sup>/ha) i godišnju sječicu od 4 934 199 m<sup>3</sup> (2,5 m<sup>3</sup>/ha). U 2006. je godini šumski fond u Hrvatskoj porastao na 397 963 000 m<sup>3</sup> uz godišnji porast od 9 643 117 m<sup>3</sup>; planirana sječica za razdoblje 2006.-2015. iznosi 6 564 400 m<sup>3</sup>.

U tablici 2.6. prikazani su postotni udjeli svih vrsta stabala u šumama kojima gospodare Hrvatske šume, kao i ukupni šumski fond za svaku vrstu u 1996. i u 2006. godini, te planirana godišnja sječica za razdoblje 2006.-2015.

**Tablica 2.6. Postotni udio svih vrsta stabala u šumama kojima gospodare Hrvatske šume (Izvor: Hrvatske šume)**

Vrste stabala	% u proizvodnji	Šumski fond u 000 m <sup>3</sup>		Planirana godišnja sječica u 000 m <sup>3</sup>
		1996.	2006.	
Hrast lužnjak	20,9%	44 359	48 640	820,3
Hrast kitnjak		32 237	38 410	610,6
Bukva	35,6%	117 676	143 345	2 401,1
Grab	6,5%	24 750	36 340	617,6
Jasen	3,1%	10 239	12 762	281,4
Jela	13,0%	30 374	31 406	542,9
Smreka		6 007	8 549	118,2
OTB	11,8%	58 614	78 512	1 172,2
Topola	3,1%			
Lipa	1,8%			
Joha	1,1%			

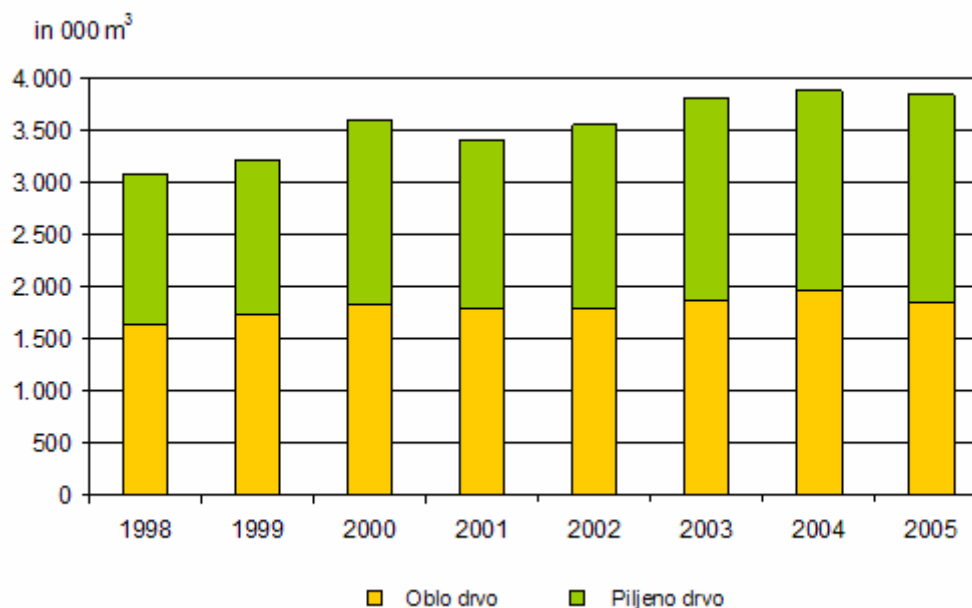
OMB	1,4%			
Bagrem	0,6%			
Voćkarice	0,2%			
Bor	0,5%			
Ostale četinjače	0,4%			
<b>Ukupno</b>		<b>324 256</b>	<b>397 963</b>	<b>6 564,4</b>

U tablici 2.7. prikazana je sječa u razdoblju 1996.-2005. na osnovu vlasničke strukture.

**Tablica 2.7. Sječa u razdoblju 1996.-2005. na osnovu vlasničke strukture**  
(Izvor: Hrvatske šume)

Oblik vlasništva	Jedinica	Državno vlasništvo - HŠ*-	Državno vlasništvo -ostali**-	Privatno vlasništvo	Ukupno
Glavni prihod	ha	75 967	340	15 055	91 361
	m <sup>3</sup>	20 847 472	91 960	1 142 690	22 082 122
Opći prihod	ha	339 417	12 824	22 820	375 062
	m <sup>3</sup>	13 439 038	697 908	460 921	14 597 867
Prethodni prihod	ha	539 490	2 197	102 712	644 398
	m <sup>3</sup>	15 055 482	78 094	1 726 611	16 860 187
<b>Ukupno</b>	<b>ha</b>	<b>954 874</b>	<b>15 360</b>	<b>140 587</b>	<b>1 110 821</b>
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>49 341 992</b>	<b>867 962</b>	<b>3 330 222</b>	<b>53 540 176</b>

Od prosječne godišnje sječe od 3,5 milijuna m<sup>3</sup> koju vrše Hrvatske šume, oko 50% otpada na oblo drvo (sirovo drvo), dok preostalih 50% čini piljeno drvo koje uključuje drvo za ogrjev i drvo za industrijsku obradu. Vrste stabala koje prevladavaju u šumarskoj proizvodnji su bukva i hrast (50% udjela). Na slici 2.3. prikazan je odnos proizvodnje oblog i piljenog drva Hrvatskih šuma u razdoblju od 1998. do 2005. godine (Hodić i sur., 2006.).



**Slika 2.3. Odnos proizvodnje oblog drva i piljenog drva Hrvatskih šuma u razdoblju od 1998. do 2005. godine (Izvor: Hodić i sur., 2006.).**

#### **2.4. Certifikacija šuma u Hrvatskim šumama i tradicija gospodarenja šumama**

Forest Stewardship Council (FSC – Vijeće za nadzor šuma) dodijelio je Hrvatskim šumama FSC akreditirani certifikat, kojime se potvrđuje da se šumom gospodari na održivi način prema strogim ekološkim, socijalnim i ekonomskim standardima.

Misija je FSC-a promovirati ekološki odgovorno, društveno korisno i ekonomski održivo gospodarenje u šumama u svijetu (FSC, 2007.). Ekološki odgovorno gospodarenje šumama podrazumijeva da se iskorištavanje drvnih i nedrvnih proizvoda vrši na način kako bi se održala biološka raznolikost, produktivnost i ekološki procesi prisutni u šumama. Društveno korisno gospodarenje šumama je ono od kojega imaju dugoročne koristi i lokalno stanovništvo i šire društvo, te koje pruža snažan poticaj lokalnome stanovništvu za održavanje šumskih bogatstava i usvajanje dugoročnih planova gospodarenja šumama. Ekonomski održivo gospodarenje šumama odnosi se na korištenje šuma koje je strukturirano i vođeno na način da bude dovoljno profitabilno, ali bez stvaranja financijske dobiti na štetu šumskih resursa, ekosustava ili zahvaćenih šumskih zajednica. Jaz između potrebe za stvaranjem odgovarajuće financijske dobiti i načela odgovornog korištenja šuma moguće je ublažiti kroz nastojanje da se proizvodi porijeklom iz šume plasiraju na tržište po najboljim mogućim cijenama.

Hrvatske šume aktivno su uključene u proces certifikacije od 2000. godine. U početku su nositelji certifikata bile pojedinačne regionalne uprave Hrvatskih šuma, od kojih su prve bile one u Vinkovcima, Delnicama, Zagrebu i Bjelovaru. Tijekom pregleda šumskih površina za dodjelu certifikata ovim četirima upravama, Hrvatske šume donijele su odluku da se obavi certifikacijski pregled cjelokupne šumske površine kojom gospodare. Na osnovi je toga Hrvatskim

šumama izdan zajednički FSC certifikat za svih 16 uprava šuma, čime je potvrđeno da Hrvatske šume primjenjuju održivo gospodarenje šumama na čitavome području pod njihovom upravom. Certifikat vrijedi od 17. listopada 2002. do 16. listopada 2007. te je podložen uspješnim godišnjim kontrolnim pregledima. Po isteku valjanosti certifikata potrebno je provesti ponovnu certifikaciju.

Dodjela FSC certifikata ne znači samo da su sadašnje prakse gospodarenja šumama Hrvatskih šuma održive, već i preuzimanje odgovornosti od strane Hrvatskih šuma za gospodarenje šumama u skladu s načelima i kriterijima koje propisuje Međunarodni standard FSC-a (FSC, 2006.). Postoji deset temeljnih načela i kriterija koji zahvaćaju ekološke, društvene i gospodarske aspekte. Dotična načela i njihov kontekst sadržani su u Prilogu 1.

Budući da Hrvatska ima dugu tradiciju organiziranog i reguliranog gospodarenja šumama i šumarstva, primjena FSC načela u praksi nije nikakva novost. Počeci organiziranoga šumarstva u Hrvatskoj vidljivi su iz statuta nekoliko gradova, poput statuta grada Nina iz 1103., statuta grada Korčule iz 1214. i statuta grada Dubrovnika iz 1272. godine. Nadalje, 1532. je godine utemeljena šumarska inspekcija u Istri, gdje je 1584. godine također izrađen i prvi šumski zemljišni registar na svijetu (Meštrović, 1998.). Prvi dokument koji je imao oblik zakonskoga propisa proglasila je Marija Terezija 1769. godine u doba kada je Hrvatska pripadala Austro-ugarskoj monarhiji. Tim se aktom regulirala sječa stabala u šumama te je sadržavao prvo temeljno načelo šumarstva glede rotacijskoga razdoblja za sječu svake pojedine vrste stabla na osnovu potpune zrelosti pojedinih stabala. Drugo temeljno načelo šumarstva, odnosno načelo održivog gospodarenja i korištenja šuma, provedeno je putem Zakona o šumarstvu koji je proglasio car Franjo Josip (nasljednik carice Marije Terezije) 1852. godine. Taj je zakon u Hrvatskoj proveden 1858. godine, a njegovi su dijelovi korišteni kao temelj svim zakonima povezanim sa šumarstvom sve do danas. Zakon iz 1852. obuhvaćao je zabranu pretvorbe postojećih šumskih površina u drugu vrstu zemljiša u bilo kojem slučaju. Zanimljivo je kako se šumske površine u Hrvatskoj otada nisu smanjile.

Istovremeno s razvojem šumarstva u praksi odvijao se i razvoj znanstvenog pristupa gospodarenju, zaštiti i održivom korištenju šumama, koji se i danas provodi. Prva šumarska škola u Hrvatskoj otvorena je 1860. u Križevcima, a 1898. godine pretvorena je u Šumarsku akademiju kao dio zagrebačkoga sveučilišta. Šumarski fakultet, kao neovisno znanstveno tijelo, ustanovljen je 1919. godine u Zagrebu.

Postojeće znanstvene aktivnosti Šumarskoga fakulteta i drugih znanstvenih ustanova i šumarskih udruga potiču unaprijeđenje šumarstva u Hrvatskoj, te imaju važnu ulogu utoliko što se njima pruža znanstvena potpora praktičnoj provedbi održivog gospodarenja šumama, koje vodi računa o ekološkim, društvenim i gospodarskim značajkama i učincima šumarskih aktivnosti.

### **3. Emisije atmosferskih onečišćivača u Republici Hrvatskoj**

Provedba sustavnih analiza antropogenih učinaka po okoliš započela je u kasnim sedamdesetim godinama prošloga stoljeća pripremom Konvencije o

dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka i Prve svjetske konferencije o klimi. Rezultati su pokazali značajni doprinos antropogenih emisija zakiseljavanju, eutrofikaciji i prizemnom ozonu, kao i povećanju prosječne atmosferske temperature i stoga, sve češćoj pojavi elementarnih klimatskih nepogoda.

### **3.1. Međunarodne obveze**

Kao potpisnica Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) i Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP), Republika je Hrvatska dužna računati emisije atmosferskih onečišćivača na nacionalnoj razini.

Zbog njihova globalnog utjecaja na klimatske promjene, izrada inventara stakleničkih plinova postala je temeljnom obvezom sukladno Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC). 1996. godine hrvatski je Sabor ratificirao UNFCCC (NN – Međunarodni ugovori, 2/96), čime je Hrvatska kao potpisnica te konvencije usvojila njome propisane obveze u okviru Priloga 1. dotične konvencije. Hrvatska je potpisala, ali nije još ratificirala Protokol iz Kyota. Ratifikacijom i provedbom Protokola iz Kyota, Hrvatska će imati obvezu smanjiti emisije stakleničkih plinova iz antropogenih izvora za 5% tijekom razdoblja 2008. – 2012. s obzirom na temeljnu godinu 1990.

Na 12. Konferenciji ugovornih stranaka Konvencije o promjeni klime (CoP 12), održanoj u Nairobiju (Kenija), za Hrvatsku je usvojena odluka o razini emisija za temeljnu godinu (ugovorne stranke FCCC, 2006.). Uzimajući pri tome u obzir elastičnost dopuštenu člankom 4., stavkom 6., tom je odlukom Hrvatskoj dopušteno dodavanje 3,5 Mt ekvivalenata CO<sub>2</sub> razini stakleničkih plinova iz 1990. godine, koji nisu bili kontrolirani u skladu s Protokolom iz Montereala radi određivanja razine emisija za temeljnu godinu.

Hrvatska je ratificirala LRTAP konvenciju (NN – Međunarodni ugovori 1/92). U okviru LRTAP konvencije usvojeno je nekoliko protokola o energetskim problemima. Sukladno ratificiranome Protokolu u daljnjem smanjenju emisija sumpora, Hrvatska je preuzela obvezu smanjenja emisija SO<sub>2</sub> za 22% u 2010. godini s obzirom na razinu iz 1980. godine (117 kt). Protokolom o suzbijanju zakiseljavanja, eutrofikacije i prizemnog ozona (Protokol o mnogostrukim učincima mnogostrukih onečišćujućih tvari – MPME), koji još nije ratificiran, ograničavaju se emisije SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC i NH<sub>3</sub> (mnogostruke onečišćujuće tvari) radi smanjenja zakiseljenja, eutrofikacije i prizemnog ozona (mnogostruki učinci). Ukoliko Hrvatska ratificira MPME protokol, bit će potrebno smanjiti emisije SO<sub>2</sub> za 61%, NMVOC za 14% i NH<sub>3</sub> za 19% do 2010. godine s obzirom na razine iz 1990. godine, dok će razine NO<sub>x</sub> morati biti niže od razina iz 1990. godine. Obveze Hrvatske u skladu s MPME protokolom ujedno su i dugoročni ciljevi smanjenja emisija zacrtani u okviru Nacionalne strategije zaštite okoliša i Nacionalnog akcijskog plana zaštite okoliša.

### **3.2. Atmosferske emisije**

Atmosferske su emisije nusproizvod proizvodnje i izgaranja drvenoga ugljena. Najvažniji atmosferski onečišćivači su CO<sub>2</sub>, CO, lebdeće čestice, CH<sub>4</sub>, nemetanske hlapive organske tvari (NMVOC) i NO<sub>x</sub>.

U Hrvatskoj se drveni ugljen ne koristi kao primarni izvor energije, već uglavnom kao gorivo za roštilje u kućanstvima, te se stoga on ne unosi u godišnja nacionalna izvješća o energiji. Nadalje, budući da je razina industrijske proizvodnje razmjeno zanemariva u vezi s emisijama stakleničkih plinova, ne bilježi se ni u Nacionalnom inventaru stakleničkih plinova. Primarni izvor energije najvećeg hrvatskog proizvođača drvenoga ugljena, Belišće, su plinovi iz retorte koji nastaju izgaranjem drva. Sukladno smjernicama IPCC-a, šume se smatraju upijačima ugljik-dioksida, zbog čega se stoga emisije ugljik-dioksida nastale izgaranjem drveta uravnotežuju, te se smatra da su emisije ugljik-dioksida jednake nuli.

### **3.2.1. Emisije stakleničkih plinova**

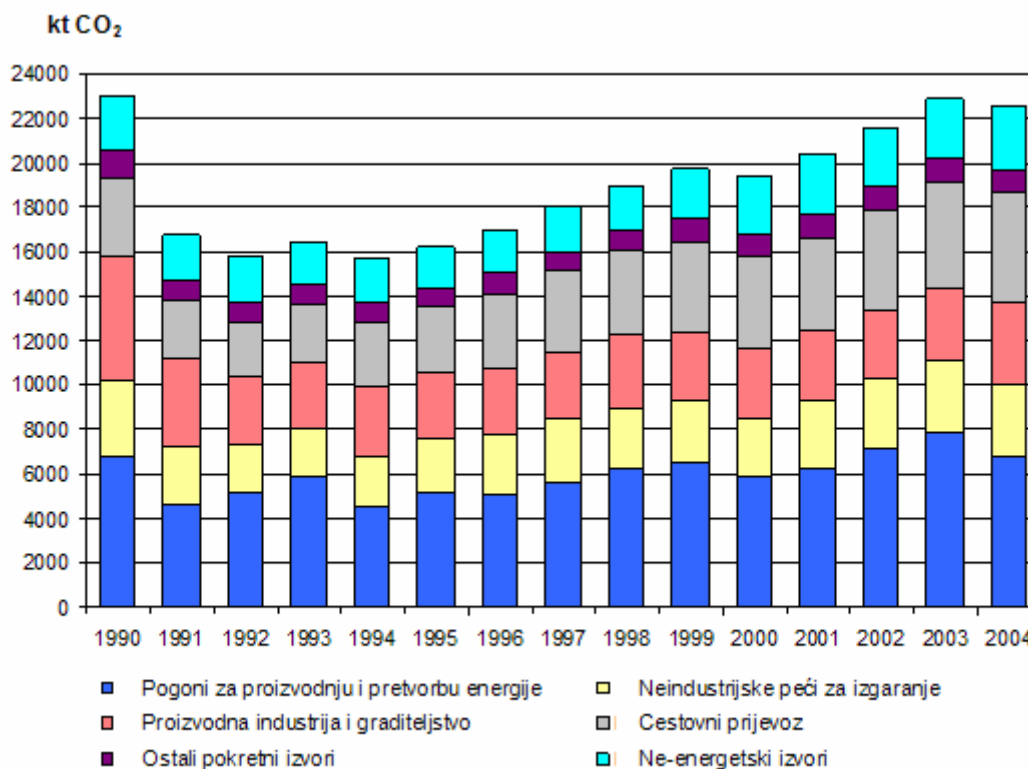
Hrvatska, kao potpisnica UNFCC konvencije, dužna je pripremati godišnje inventare stakleničkih plinova (National Inventory Report) i standardizirani sustav tablica (Common Reporting Format), te proračun emisija stakleničkih plinova, koji se utvrđuju u okviru nacionalne komunikacije sukladno UNFCC konvenciji. U 2006. je godini pripremljen novi proračun emisija i inventar stakleničkih plinova za razdoblje između 1990. i 2004., i to u potpunosti sukladno smjernicama o pripremi odnosnih izvješća, preporučenom metodologijom IPCC-a i uz primjenu odgovarajućeg IPCC softwarskog programa (Vešligaj i sur., 2006.). Službeni proračuni stakleničkih plinova pripremljeni su u 2003. godini (Jurić i sur., 2003.).

CO<sub>2</sub> je najznačajniji staklenički plin koji nastaje izgaranjem goriva. Također, udio CO<sub>2</sub> u stakleničkim plinovima je najveći te vodeći računa o čimbenicima potencijalnog globalnog zagrijavanja u emisijama ekvivalentnima emisijama CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> čini više od 99% emisija svih ostalih stakleničkih plinova koji nastaju izgaranjem goriva. Stoga će se izložiti samo emisije CO<sub>2</sub>.

#### **Emisije CO<sub>2</sub>**

Sukladno posljednjem inventaru stakleničkih plinova ((Vešligaj i sur., 2006.), emisije CO<sub>2</sub> iz svih izvora na teritoriju RH iznosile su 2004. godine oko 22,6 milijuna tona, što je 1% manje u odnosu na prethodnu godinu i 2% manje u odnosu na 1990. godinu.

Kretanja ekupnih emisija CO<sub>2</sub> i udio pojedinih podsektora u tim emisijama prikazana su na slici 3.1.



**Slika 3.1. Kretanja emisija CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj**

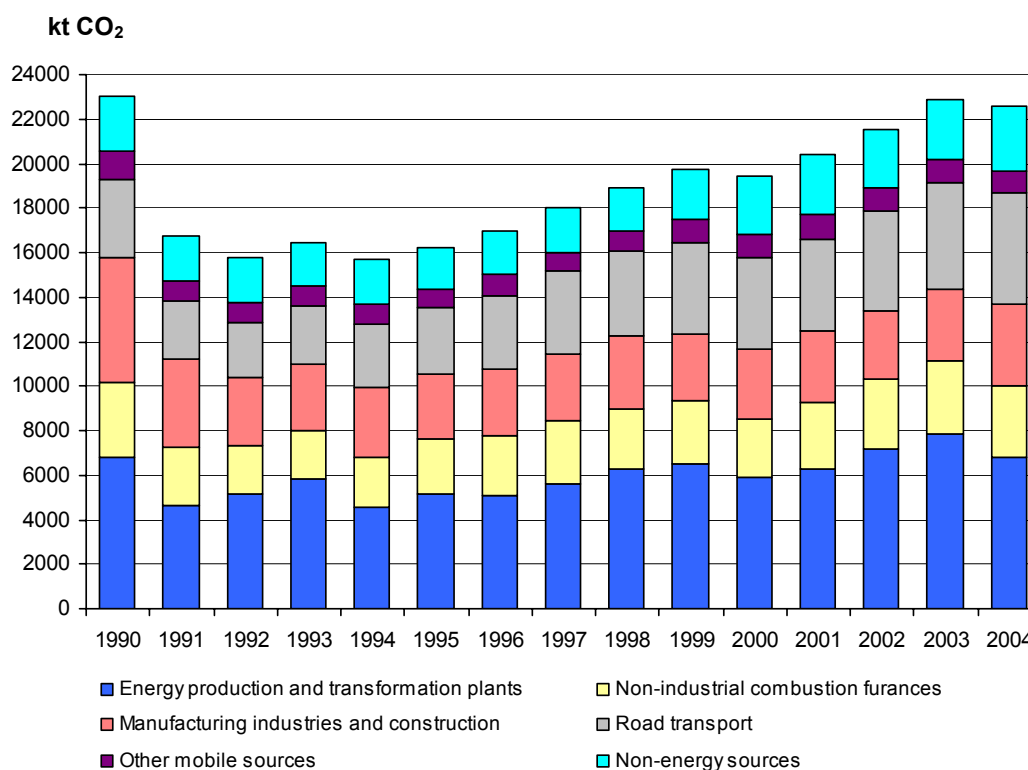
Glavni izvor emisija CO<sub>2</sub> je izgaranje goriva. U 2004. su godini nepokretni izvori energije ispuštali 69% ukupnih emisija CO<sub>2</sub>, dok su 30% ispuštali pogoni za proizvodnju i pretvorbu energije, 16% proizvodni industrijski pogoni i sektor graditeljstva, a 15% je potjecao iz neindustrijskih peći za izgaranje. Cestovni je prijevoz pridonio ukupnim emisijama s 22%, dok su ostali pokretni izvori pridonijeli s 4%. Uz energetski sektor, proizvodni procesi koji ne uključuju izgaranje goriva (uglavnom cementna industrija) te ekstrakcija i distribucija fosilnih goriva (ekstrakcija CO<sub>2</sub> iz prirodnog plina u pogonu CPS Molve) također su važni izvori emisija CO<sub>2</sub> (13% u 2004. godini).

Emisije CO<sub>2</sub> iz biomase i goriva na bazi biomase isključeni su u skladu s preporukama IPCC-a iz ukupnih nacionalnih emisija budući da je taj ispušteni CO<sub>2</sub> prethodno apsorbiran iz atmosfere za rast i razvoj odnosne biomase.

### **Proračuni stakleničkih plinova**

Položaj Hrvatske s obzirom na mogućnosti ispunjenja obveza utvrđenih Protokolom iz Kyota znatno se poboljšao nakon odluke donesene na CoP 12 u Keniji u vezi s dopuštenom razinom emisija stakleničkih plinova za Hrvatsku.

Službeni proračun nacionalnih emisija stakleničkih plinova za scenarije "Bez mjera", "S mjerama" i "S dodatnim mjerama", koji je izrađen u sklopu nacionalne komunikacije sukladno UNFCCC konvenciji, prikazan je na slici 3.2. (Jurić i sur., 2003.). Na dotičnoj je slici prikazan i cilj za Hrvatsku u skladu s Protokolom iz Kyota (uključno s dodatnih 3,5 Mt ekvivalenata CO<sub>2</sub> u odnosu na emisije stakleničkih plinova u temeljnoj godini).



\* proizvodnja energije i postrojenja sagorijevanje

\* proizvodne industrije i graditeljstvo

\* ostali pokretni izvori

\* neindustrijske peći za

\* cestovni promet

\* neenergetski izvori

**Slika 0.1 Trend ispuštanja CO<sub>2</sub> plinova u Hrvatskoj.**

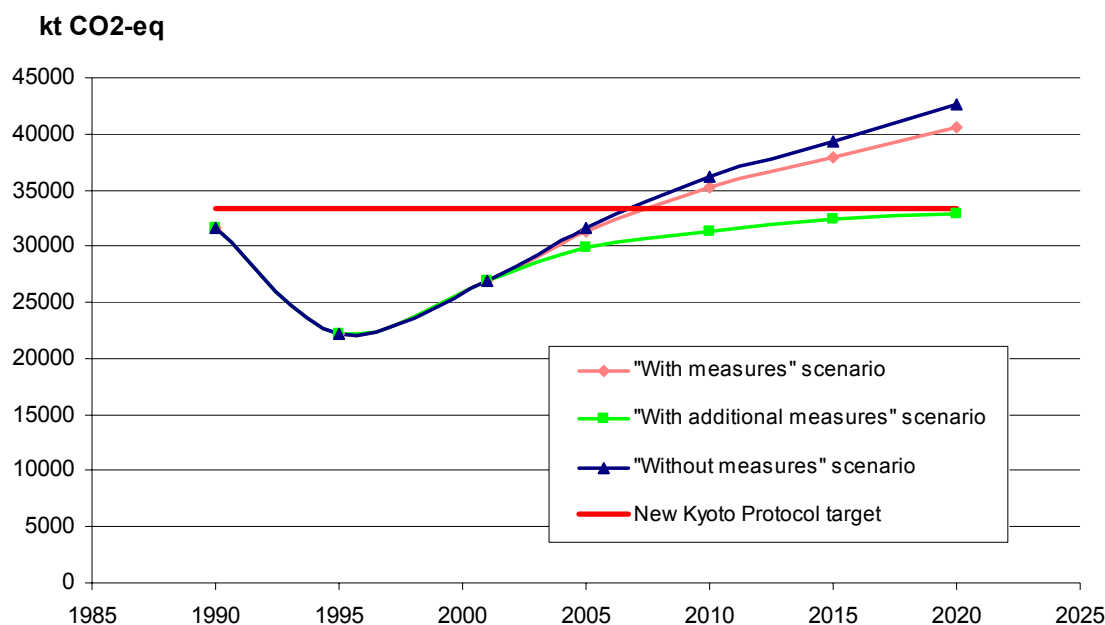
Glavni izvor ispuštanja CO<sub>2</sub> je sagorijevanje goriva. U 2004., stacionarni izvori energije ispuštali su 69% CO<sub>2</sub>, to jest, 30% CO<sub>2</sub> bilo je ispušteno kod proizvodnje energije i transformacijskih pogona, proizvodnih industrija i graditeljstva te 15% iz neindustrijskih visokih peći za sagorijevanje. Cestovni pridonio je ukupnom ispuštanju plinova s 22%, dok su ostali pokretni izvori pridonijeli s 4%. Nadalje u sektoru energije proizvodnja teče bez sagrijevanja goriva (najviše industrija cementa) te ekstrakcije i distribucije fosilnih goriva (CO<sub>2</sub> ekstrakcija iz zemnog plina CPS Molve) također su značajni izvori ispuštanja CO<sub>2</sub> (13% in 2004).

CO<sub>2</sub> ispuštanja iz biomase i goriva temeljena na biomasi, u skladu s preporukama IPCC, su uključena u ukupni broj ispuštanja jer je ispušten CO<sub>2</sub> već bio absorbiran iz atmosfere, a za rasti i razvoj biomase.

## GHG projekcije

Pozicija Hrvatske za ispunjenje obaveza određenih od strane Kyoto Protocola znatno je napredovala nakon odluke koja se tiče Hrvatske razine ispuštanja GHG u temeljnoj godini kod CoP 12 u Keniji.

Službena projekcija nacionalnih ispuštanja GHG za scenarije “Bez mjera”, “S mjerama” i “S dodatnim mjerama”, pripremljena za National Communication za konvenciju UNFCCC, prikazana je na slici 3.2, (preuzeto od Jurić., 2003). Na slici je također prikazan novi cilj Kyoto Protocola za Hrvatsku (uključujući 3.5 Mt CO<sub>2</sub> odgovarajućih u temeljnoj godini ispuštanja GHG ).



\* scenarij “mjera”

- \* scenarij "dodatnih mjera»
- \* scenarij "bez mjera"
- \* novi cilj Kyoto protokola

Slika prikazuje da će samo s uvođenjem dodatnih mjera Hrvatska biti sposobna dostići stabilizaciju ispuštanja GHG na razini cilja Kyota. Ovaj scenarij predpostavlja potpuno iskorištenje potencijala smanjenja, predviđenog u sažetoj analizi i podacima. Sažeti “top down” pristup nakčešće daje optimističnije slike od kolekcije potencijala individualnog projekta, prema “bottom up” pristupu.

### **3.2.2 Ostala ispuštanja zagađivača zraka**

Sirovine NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC i čestice za razdoblje od 1990 do 2004 pripremljene su 2006. (preuzeto od Poljanec 2006), koristeći AE-DEM (ispuštanje zraka – modul razmjene podataka) programski paket i prateći CORINAIR metodologiju. AE-DEM programski paket izrađen je od strane Europske agencije za zaštitu

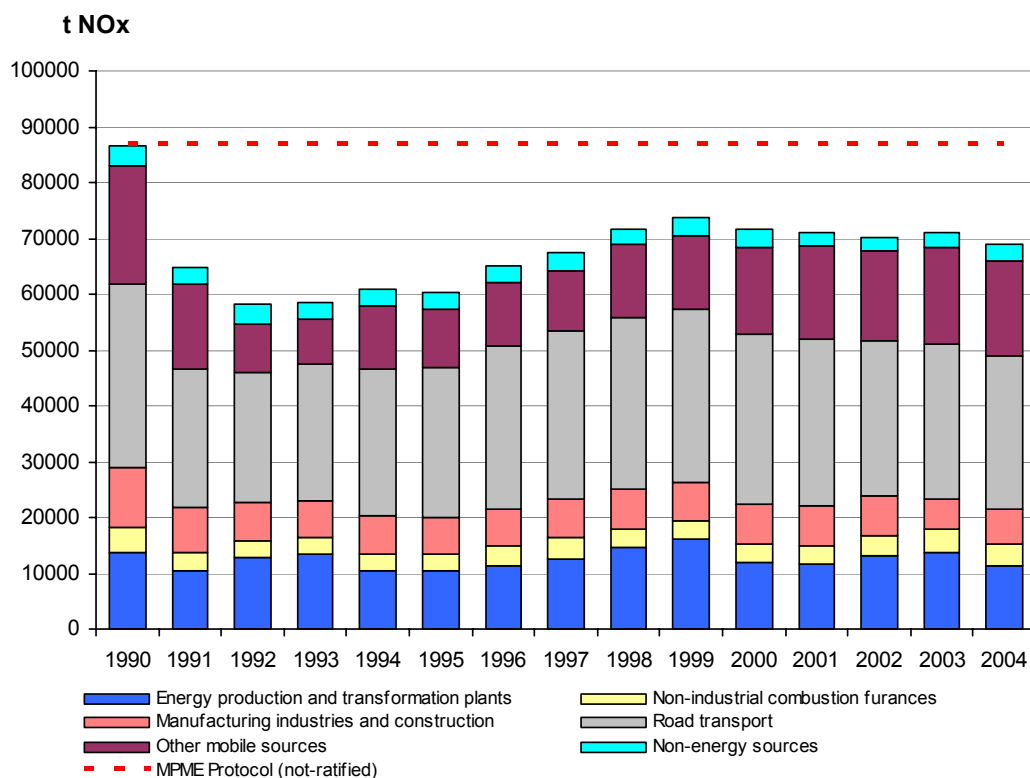
okoliša, pri CLRTAP konvenciji, a za pripremu sirovina ispuštanja na nacionalnoj razini.

Pored štetnosti za zdravlje, NO<sub>x</sub> su također poznati kao „kiseli“ plinovi jer se u transportu transformiraju i razvijaju kisele sastojke, koji se akumuliraju iz atmosfere kao mokre (kisele kiše) ili suhe depozicije. NO<sub>x</sub> uzrokuju eurotrofikaciju i zajedno s NMVOC generiraju ozon. Ispuštanja i čestice CO su najčešće od lokalne važnosti s negativnim utjecajem na zdravlje i ekosusta

### NO<sub>x</sub> ispuštanja

U 2004., ispuštanja NO<sub>x</sub> bila su 68.9 kt, što je 3% manje nego ispuštanja prijašnje godine i 20% manje nego 1990, (preuzeto od Poljanec, 2006). Najznačajni izvori ispuštanja bio je cestovni promet. Trendovi ispuštanja NO<sub>x</sub> prikazani su u Tablici Slike 3.3 .

Ispuštanja NO<sub>x</sub> bila su niža od 87 kt (pod mandatom Protokola za smanjenje stvaranja kiseline, eutrofikacija i ozona (MPME Protocol), što je dugoročni strateški cilj zaštite okoliša.



\*proizvodnja energije i postrojenja

\* proizvodna industrija i graditeljstvo

\* ostali pokretni izvori

\*MPME protokol

\* neindustrijske peći za sagorijevanje

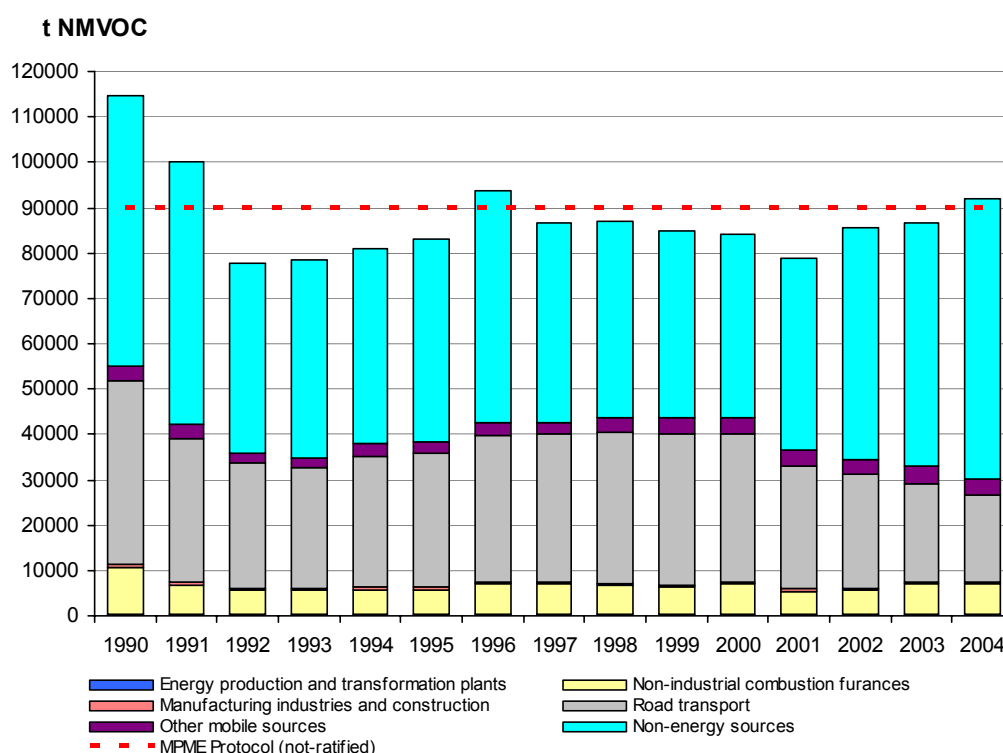
\* cestovni promet

\*neenergetski izvori

## Slika 0.2 Trend of NOx emissions in Croatia.

### NMVOC ispuštanja

Ispuštanje nemetanskih organskih spojeva (NMVOC) bilo je 92.0 kt u 2004. godini, što je 6% više od ispuštanja prijašnje godine, ali 20% manje od ispuštanja 1990. (preuzeto od Poljanec 2006). Najznačajniji izvor ispuštanja bio je klasificiran kao čvrsta upotreba ostalih proizvoda (neenergetski sektor), s udjelom od 50% ukupnih ispuštanja NMVOC u 2004.godini. Trend ispuštanja NMVOC prikazan je na Slici 3.4.



\*proizvodnja energije i postrojenja

\* proizvodna industrija i graditeljstvo

\* ostali pokretni izvori

\*MPME protokol

\* neindustrijske peći za sagorijevanje

\* cestovni promet

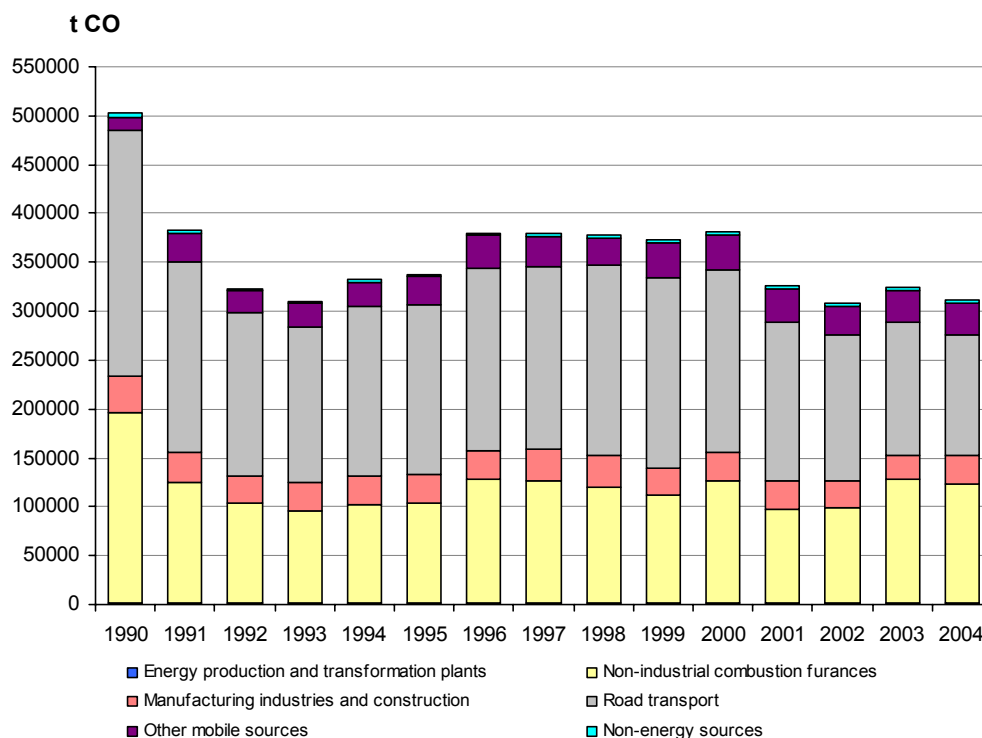
\*neenergetski izvori

### Slika 0.3 Trend ispuštanja NMVOC u Hrvatskoj

Obveza Hrvatske, u okvirima MPME Protokola, je smanjenje ispuštanja NMVOC za 14% u 2010. u usporedbi s ispuštanjima u 1990. Prije posljednje rekalkulacije ispuštanja temeljne godine, ispuštanje NMVOC bilo je 90 kt.

## CO ispuštanja

Prema zadnjem izvješću sirovina (prema Poljanec, 2006), ispuštanje CO bilo je 311.1 kt (2004), 4% manje nego ispuštanje CO u 2003 i 38% manje nego ispuštanje CO u 1990. Ispuštanje CO je posljedica nepotpunog sagorijevanja, najčešće u prometu i neindustrijskim niskim pećima. Trend ispuštanja CO prikazan je na Slici 3.5.



\*proizvodnja energije i postrojenja

\* proizvodna industrija i graditeljstvo

\* ostali pokretni izvori

\*MPME protokol

\* neindustrijske peći za sagorijevanje

\* cestovni promet

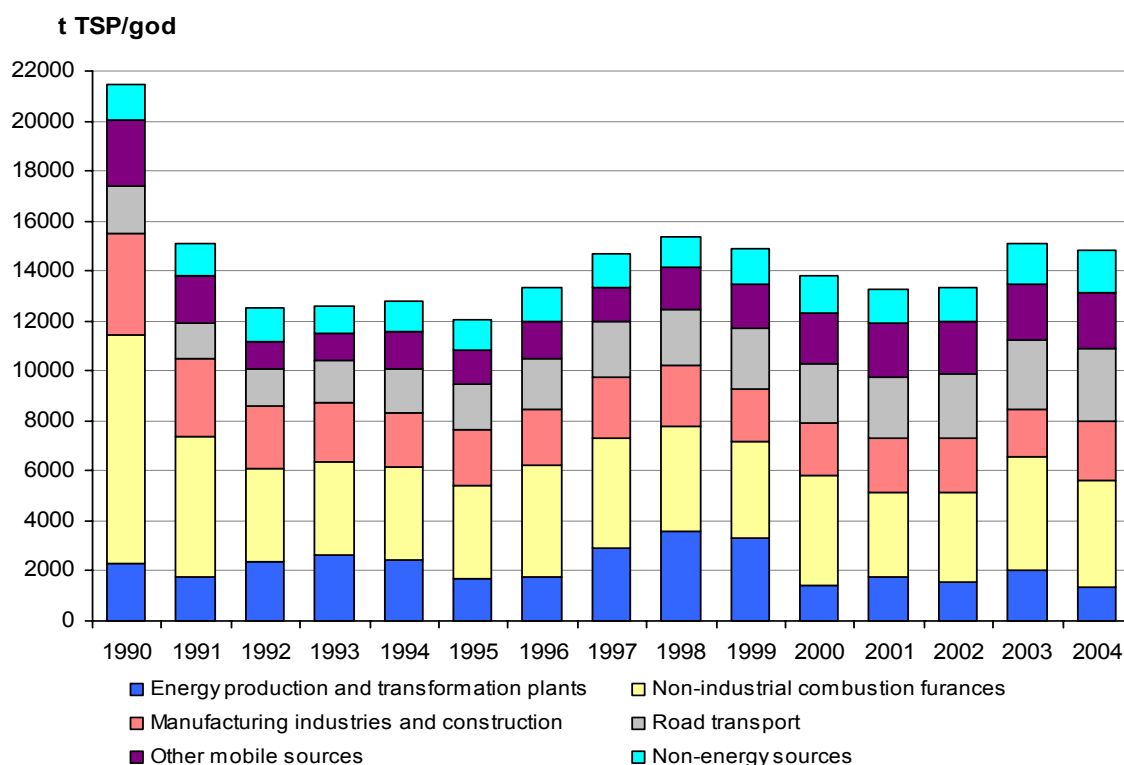
\*neenergetski izvori

### **Slika 0.4 Trend ispuštanja CO u Hrvatskoj**

Dok je ispuštanje CO većinom od lokalne važnosti, ograničenje ispuštanja CO nije subjekt MPME Protokola. S druge strane, ispuštanje CO značajno je tijekom proizvodnje i upotrebe drvenog ugljena.

## Ispuštanje čestica

U 2004, ispuštanje TSP bilo je 14.8 kt, što je niže od ispuštanja u prethodnoj godini i 1990, za 2, odnosno 31% (preuzeto od Poljanec, 2006). Trendovi u ispuštanju čestica prikazani su na slici 3.6.



\* proizvodnja energije i postrojenja

\* proizvodna industrija i graditeljstvo

\* ostali pokretni izvori

\* neindustrijske peći za sagorijevanje

\* cestovni promet

\* neenergetski izvori

### Slika 0.5 Trend ispuštanja čestica (TSP) u Hrvatskoj.

Ekipa za sirovine u Hrvatskoj izračunala je ispuštanje čestica (TSP, PM10 i PM2.5) u skladu s preporukama CLRTAP, koristeći CORINAIR metodologiju. Čestice promjera manjeg od 10  $\mu\text{m}$  (PM10) pridonijele su 55 do 60% ispuštanja TSP, dok su čestice s manjim promjerom od 2.5  $\mu\text{m}$  (PM2.5) pridonijele oko 45%. Lebdeće čestice (PM2.5) mogu biti nadaleko prenošene vjetrom i odložene daleko od izvora, uzrokujući ne samo lokalne, već i regionalne probleme.

#### 4. Proizvodnja drvenog ugljena u Hrvatskoj

Drveni ugljen se u Hrvatskoj proizvodi najčešće u smislu goriva za roštilj, koji se koristi u restoranima i kućanstvima. Službeni podaci prepoznaju samo jednog glavnog proizvođača drvenog ugljena, unutar industrije Belišće. Zajedno s Belišćem postoje više manjih do srednje velikih proizvođača koji koriste tradicionalne proizvodne tehnike u sušionicama za opeku i beton. Napokon, predviđa se da je oko 400 malih proizvođača razbacano po predjelima šuma, a najviše u sjevernom dijelu Hrvatske. Većina drvenog ugljena proizvedenog kod

malih proizvođača je proizveden u sušionicama za opeku, no postoje neki slučajevi proizvodnje u jamama za drveni ugljen.

U svim slučajevima sirovina dolazi od drveta iz šuma, u većini slučajeva od debla manjeg promjera tvrdih širokolisnih rodova stabala kao što su bukva i grab, ili ostataka iz proizvodne industrije. U nekim slučajevima rodovi debla mekih širokolisnih stabala, kao što je topola, koriste se također za proizvodnju drvenog ugljena. Kanali sirovine uključuju industriju drveta, Hrvatske šume, (državna tvrtka koja ima mandat za upravljanje i menadžment), te šume u privatnom vlasništvu.

U svrhu ovog projekta, provedeni su brojni posjeti i intervjui s malim i srednjim kao i s najvećim proizvođačima drvenog ugljena u Hrvatskoj. Kroz intervjue i posjete procesima specifičnoj proizvodnji prikupljeni su i analizirani aspekti zdravlja i sigurnosti. U tekstu koji slijedi prikazana su dva istraživanja. Prvo istraživanje opisuje jednostruku proizvodnju drvenog ugljena - Belišće, dok sljedeće opisuje tradicionalni način proizvodnje, pri malim i srednjim proizvođačima. U oba slučaja posebno priznanje je dano aspektima za zaštitu okoliša kod proizvodnje drvenog ugljena.

#### **4.1 Analiza slučaja I – Proizvodnja drvenog ugljena u Belišću**

Dioničko društvo Belišće smješteno je u gradu Belišće, u istočnom dijelu Hrvatske. Tvrtka posjeduje raznovrsne portfelje proizvoda, od kojih je najvažnije pakiranje papira i sklopivih kutija. Ostale aktivnosti proizvodnje uključuju proizvodnju spiralnih i plastičnih spremnika, električne opreme, početne i krajnje obrade drveta te suhe destilacije drveta (proizvodnja drvenog ugljena). Proizvodi obrade drveta i suhe destilacije drveta su rezana debla, drvene palete, drveni ugljen, briketi drvenog ugljena te briketi za ogrjev.

Belišće je najveći proizvođač drvenog ugljena u Hrvatskoj i jedini s razvijenom proizvodnom tehnologijom. Naime, drveni ugljen se proizvodi u vanjskim višestruko grijanim mjestima, s kapacitetom proizvodnje od 10-14 tona karboniziranog drveta unutar ciklusa proizvodnje od 24 sata. Godišnja proizvodnja drvenog ugljena iznosi otprilike 3000 tona, s maksimalnim kapacitetom od 3 600 do 4 200 tona. Proizvodnja briketa drvenog ugljena, što je nusproizvod drvenog ugljena, dostiže 1 120 tona godišnje, s maksimalnim godišnjim kapacitetom od 1 150 tona. Proizvodna sezona traje od deset do jedanaest mjeseci, najčešće od početka veljače do sredine prosinca. Tijekom hladnih mjeseci siječnja i veljače provodi se godišnje čišćenje i održavanje. U proizvodnoj sezoni, proizvodni proces provodi se 24 sata na dan uz 26 stalno zaposlenih radnika koji rade u tri smjene. Vrhunac proizvodnje prati vrhunac potraživanja koji opadaju u "sezoni roštiljanja", od svibnja do kraja srpnja.

#### **Sirovina**

Sirovina za proizvodnju drvenog ugljena uključuje ostatke namještaja i industrije za obradu drveta koje se nalaze u krugu od 100km od Belišća. Ostaci se najčešće sastoje od roda širokolisnih stabala, gdje prednjači bukva s 80%, a prati je grab i mali postotak hrasta. Osim ostataka drva iz ostalih industrija, manja količina ostataka dolazi iz vlastite proizvodnje Belišća. Oni pridonose 50-100 tona godišnje, što je otprilike 10% ukupne sirovine. Napokon, trećina i najvažniji dobavljač sirovina su Hrvatske šume. Belišće godišnje kupuje oko 10 000 m<sup>3</sup>

debala za proizvodnju drvenog ugljena. Često udaljenost transporta debala iznosi doseže 60 do 70 km, no nikada više od 100 km.

### **Proizvodni krug**

Osam je temljenih koraka u krugu proizvodnje, počevši od pripreme sirovina i završetka s pakiranjem, skladištenjem i distribucijom. Srž proizvodnog kruga, koja uključuje karbonizaciju i hlađenje, traje ukupno oko 72 do 80 sati. Kapacitet prostora za karbonizaciju i komora za hlađenje je takva da u jednom krugu proizvodnje 12 brodova završava ciklus, npr. 144 m<sup>3</sup> debala ili 10 do 14 tona ostataka od drveta. Učinkovitost proizvodnje je takva da je za 1 drvenog ugljena potrebno 7 m<sup>3</sup> debala, za što je otprilike potrebno 4.91 tona ostataka od drva. Učinkovitost proizvodnje je nešto niža imajući na umu da je 10 do 15 % proizvedenog drvenog ugljena prašina i mali komadići koji su ispod standardne veličine. Unatoč tome, navedeno se koristi kao sirovina za proizvodnju briketa drvenog ugljena

Koraci proizvodnje:

#### **1. Sušenje sirovine**

Drvo se suši u dvije sušare tijekom 8 sati s ciljem smanjivanja vlage u drvu. Tijekom sušenja vlaga se smanjuje s 45% na 10%.

#### **2. Priprema sirovine**

Debla se najprije pile i režu, dok ostaci iz industrije drveta ne trebaju dodatnu pripremu.

#### **3. Punjenje komora**

Komore se pune s ostacima drveta automatski pomoću stroja, no ručno deblima. Komore koje sadrže različite vrste sirovina povezane su i stavljene u pogone.

#### **4. Proces karbonizacije**

Nakon što su komore stavljene u pogone, vrata pogona se zatvaraju pomoću mješavine blata, vode i prašine, kako bi se spriječio ulaz zraka tijekom procesa karbonizacije. Postoji šest pogona dimenzija 12 m x 3 m x 2 m. Pogoni se griju izvana. Osnovni izvori energije za grijanje su plinovi komora, 85%, te zemni plin, 15%.

Karbonizacija se provodi 24 sata pri temperaturi od 430°C do 480°C. Postotak utvrđenog ugljika krajnjeg proizvoda ovisi o temperaturi, koja za ugljik iznosi 80-82%, što je standardni postotak za drveni ugljen za roštilj, karbonizacija mora biti provedena na temperaturi od otprilike 430°C. Tijekom suhe destilacije (karbonizacije) ispušni plinovi npr. plinovi iz komore prikupljaju se i ispuštaju putem sustava cijevi u peći gdje sagorijevaju pri temperaturi od 944°C. Zemni plin koristi se za paljenje plinova iz komora.

Nakon karbonizacije vrata komore se otvaraju i temperature pada na otprilike 240 do 250°C, prilikom čega se para diže u zrak.

#### **5. Neizravno hlađenje**

Nakon karbonizacije komore s drvenim ugljenom stavljaju se u komore za hlađenje. Komore za hlađenje hlade se izvana pomoću vode iz bazena koja kruži. Proces indirektnog hlađenja traje 24 sata.

#### 6. Hlađenje zrakom

Nakon neizravnog hlađenja komore se vade iz komora za hlađenje i ostavljaju na zraku na hlađenju sljedeća 24 sata.

#### 7. Lomljenje i prosijavanje

Ohlađeni veliki komadi drvenog ugljena lome se u manje komade u drobilici i prosijavaju s ciljem uklanjanja komada manjih od propisanih. Naime, u skladu DIN 51749 standarda za drveni ugljen koji služi potpalu i brikete za istu namjenu, ne smije biti više od 5% komada drvenog ugljena manjih od 30 x 30 mm u jednom pakiranju. S ciljem da se poštuju zahtjevi Standarda, veličina sita je 20 x 20 mm.

Prašina drvenog ugljena i komadi manji od 30 x 30 mm, koji nastaju kao otpad iz proizvodnje drvenog ugljena, koriste se dalje kao sirovina za proizvodnju briketa drvenog ugljena.

#### 8. Pakiranje, skladištenje i distribucija

Sortirani ugljen pakira se u male pakete od 2.5 kg, koji se zatim stavljaju u veće pakete od 12 ili 15 kg, i velike papirnate pakete od 10 kg. Materijal pakiranja je također proizveden u Belišću. Samo u slučaju veleprodaje, drveni ugljen može se pakirati u pakete kupca. U prosjeku 300 tona drvenog ugljena pakira se mjesečno. Pakirani drveni ugljen skladišti se u zatvoreno ozračivano skladište do distribucije.

Kao što je već navedeno, Belišće također proizvodi i brikete drvenog ugljena. Glavna sirovina je prašina drvenog ugljena i mali komadi drvenog ugljena iz vlastite proizvodnje drvenog ugljena, dok su dodatne količine kupljene od drugih proizvođača drvenog ugljena, ukoliko za to postoji potreba.

Osim prašine drvenog ugljena, biljni škrob koristi se za vezanje materijala u proizvodnji. Omjer prašine drvenog ugljena i biljnog škroba, u najvećoj mjeri kukuruznog škroba u briketima iznosi 86-90%, odnosno 10-14%.

Proizvodnja briketa drvenog ugljena sastoji se od sljedećih koraka:

#### 1. Mrvljenje i homogenizacija

Prašina i mali komadi drvenog ugljena mrve se i miješaju, kako bi se dobila homogena masa.

#### 2. Miješane prašine i biljnog škroba

Kukuruzni škrob koristi se kao materijal za vezanje kako bi se omogućilo oblikovanje briketa. U cilju dostizanja visoke kvalitete briketa, npr. za dugotrajno i dobro gorenje, u mješavini ne smije biti više od 14% kukuruznog škroba. U Belišću, udio kukuruznog škroba iznosi od 10 do maksimalnih 14%.

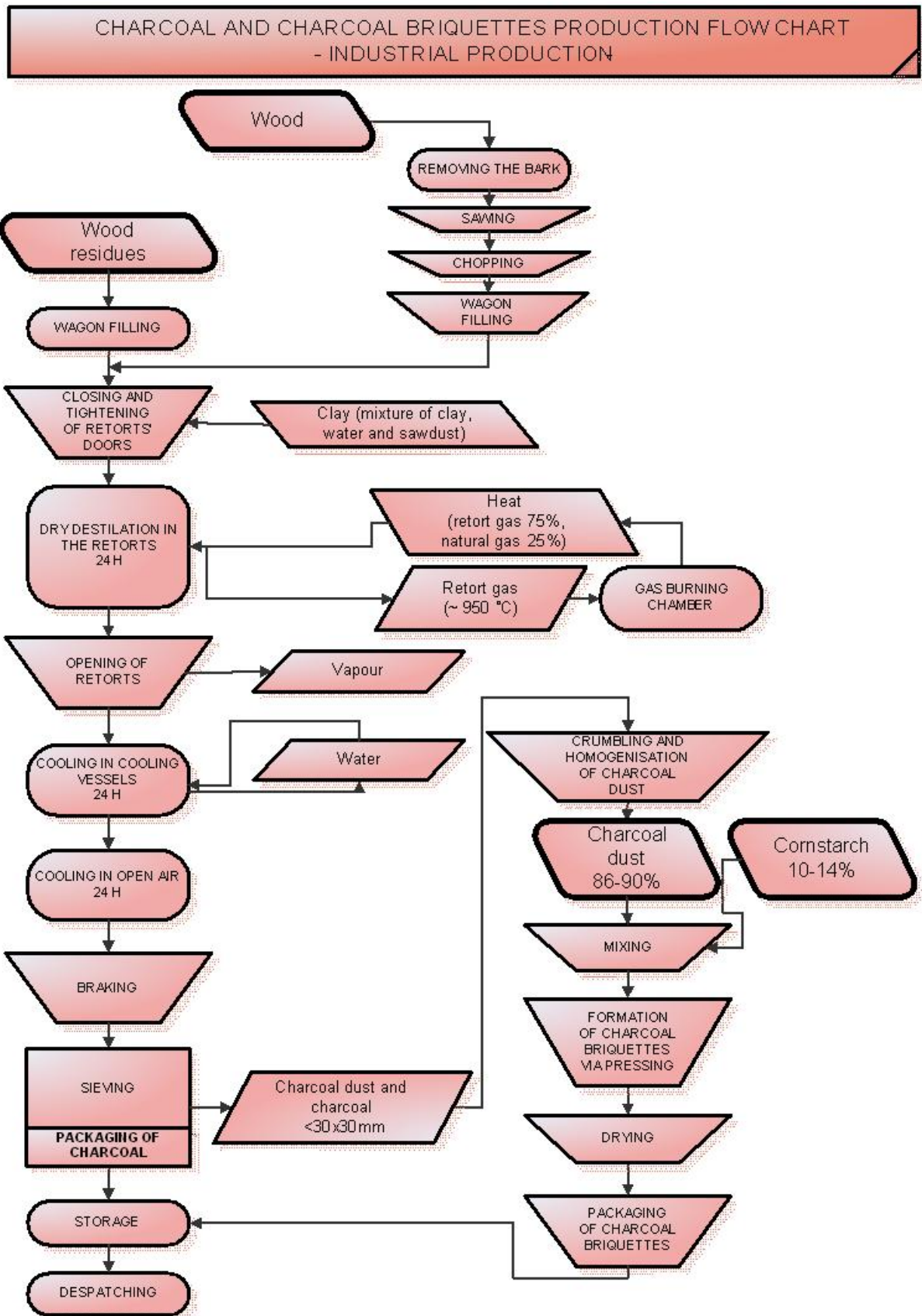
#### 3. Oblikovanje briketa

Briketi su oblikovani pod pritiskom pri visokoj temperaturi. Oblikovanje prati proces sušenja pri otprilike 400°C.

4. Pakiranje, skladištenje i distribucija

Napokon, briketi su pakirani u papirnoj ambalaži od 2.5 kg, a zatim u veće pakete; skladište se u zatvorenim, ali ozračivanim mjestima do distribucije.

Slika 4.1 prikazuje dijagram drvenog ugljena i brikete drvenog ugljena proizvedenih u Belišću.



Slika 0.6 Dijagram drvenog ugljena i briketa drvenog ugljena proizvedenih u Belišću.

**\* GRAFIČKI PRIKAZ PROIZVODNJE DRVENOG UGLJENA I BRIKETA  
DRVENOG UGLJENA – INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA**

Drvo – uklanjanje kore- piljenje- komadanje – pakiranje na vagone

Drveni ostaci – punjenje vagona - zatvaranje i pečačenje vrata- suha destilacija  
tijekom 24 sata – otvaranje komora – hlađenje u komorama za hlađenje – hlađenje  
na zraku - komadanje – prosijanje- pakiranje drvenog ugljena – skladištenje – odvoz

Glina (mješavina gline, vode i piljevine)

Toplina (plin komore 75%, zemni plin 25%)

Plin komore (900 C) – komora za paljenje plina

Vlaga

Voda

Prašina drvenog ugljena i drveni ugljen <30 x 30 mm

Mrvljenje i homogenizacije prašine drvenog ugljena- prašina drvenog ugljena 86 –  
90%- miješanje – oblikovanje briketa – sušenje –pakiranje briketa

Kukuruzni škrob 10-14%

## **Aspekti zaštite okoliša kod proizvodnje drvenog ugljena u Belišću**

Aspekti zaštite okoliša kod proizvodnje drvenog ugljena uključuju aspekte povezane s korištenjem prirodnih resursa, ispuštanje u zrak i vodu te generaciju otpada. Prirodni resursi koji se koriste za proizvodnju drvenog ugljena u Belišću su drvo kao sirovina, drveni ostaci te zemni plin kao izvor energije i voda u procesu hlađenja.

Kao što je već navedeno, Belišće grupa sastoji se od nekoliko jedinica proizvodnje, koje djeluju unutar sustava "industrijske simbioze" gdje se nusproizvodi i otpad koriste kao sirovina ili izvor energije u drugom proizvodnom procesu. Stoga, drveni ostaci iz procesa obrade drveta služe kao sirovina za proizvodnju drvenog ugljena. Ostali izvori sirovina su ostaci iz procesa u industrijama za obradu drveta u blizini te drveta iz šuma kojima rukovode Hrvatske šume. Ulazna energija za proces dolazi iz sagorijevanja drvenih ostataka koji se ne mogu koristiti za druge namjene. Energije je upotrijebljena u obliku topline, koja služi za sušenje sirovine, ali je i simultano korištena za sušenje drva u ostalim proizvodnim jedinicama.

Pri određivanju upotrebe drveta kao prirodnog resursa, može se reći da se isto koristi na održiv način, jer, ukoliko se ne koristi za proizvodnju drvenog ugljena, drveni ostaci bit će tretirani kao otpad. S druge strane, drvo kupljeno u Hrvatskim šumama proizvedeno je održivom šumarskom praksom, koje potvrđuje ne samo dugotrajnu tradiciju šumarstva u hrvatskoj, već također i FSC uvjerenje.

U procesu proizvodnje drvenog ugljena, voda se koristi samo za vanjsko hlađenje komora, nakon procesa karbonizacije. Belišće posjeduje unutarnji vodeni sustav, npr. postoje bunari i određena količina vode uzima se iz rijeke Drave. Voda se obrađuje i proizvode se dvije kategorije vode: voda za piće i tehnološka voda. Tehnološka voda iz spremnika za vanjsko hlađenje komore kruži, i tako se ponovno koristi. Vodeni sustav Belišća također uključuje pogon za obradu vode. Nakon obrade, voda se otpušta u kanalizaciju i nadzire se. Parametri uključuju potpunu listu svih kemijskih sastojaka i karakteristika koji mogu uzrokovati onečišćenje vode. Temeljem podataka prikupljenih u nadzoru ulaznog i pogona za otpadne vode naznačuju da pogon za otpadne vode posjeduje ima visoku učinkovitost pročišćavanja. Kvaliteta otpadnih voda u skladu je sa zakonskim standardima kvalitete otpadnih voda.

Tijekom proizvodnog procesa generiraju se dvije glavne vrste otpada: plinovi iz komora i prašina drvenog ugljena. Plinovi se koriste kao izvor energije i spaljuju se u visokim pećima te tako proizvode toplinu za karbonizaciju drveta. Proizvedena toplina iz 20 tona plinova koji se generiraju na dnevnoj bazi, pridonose sa 75% ukupnoj potrošnji energije za proces karbonizacije. Tijekom sagorijevanja plinova približno su sve drvene kiseline is mole spaljene, a metan i ugljični monoksid oksidiraju u ugljični dioksid. Nusproizvodi plinova ispušne su tvari. Ispuštaju se u zrak, o čemu će biti govora u sljedećem tekstu.

Tehnologija sustava cijevi i visokih peći za uporabu plinova relativno je nova u proizvodnji. Prethodno trenutnoj praksi, plinovi iz komora koristili su se za proizvodnju octene kiseline putem djelomične destilacije. Taj proces nije imao veliku učinkovitost, dajući octenu kiselinu slabe kvalitete i istovremeno generirajući veliku količinu opasnog otpada - otprilike 800 do 1 000 kg smole iz 20 tona destiliranih plinova.

Sljedeća vrsta generiranog otpada su prašina drvenog ugljena i krhotine. Ovisno o kvaliteti sirovine, otprilike 10 do 15% proizvedenog drvenog ugljena zapravo su prašina i krhotine koje ne pridonose kvaliteti drvenog ugljena is toga su svrstane kao nusproizvod, npr. otpad. Ukupna količina generirane prašine drvenog ugljena su krhotine koje se koriste za proizvodnju briketa drvenog ugljena, koje su iznosile otprilike 300 tona u 2005. Ovim putem se otpad dobiven u procesu proizvodnje drvenog ugljena koristi unutar Belišće grupe i proizvodnja otpada jednaka je nuli.

Najvažniji učinak zaštite okoliša u proizvodnji drvenog ugljena i Belišću definira ispuštanje ispušnih tvari u zrak i radnu okolinu. kao što je već spomenuto, nakon sagorijevanja plinova iz komora ostaci se ispuštaju u zrak putem dva dimnjaka. Ispušne cijevi nisu opremljene opremom za obradu dimnih plinova.

Zahvaljujući činjenici da kapacitet peći za spaljivanje otpada iznosi 1.5 MW, otpadni sustav je klasificiran kao čvrst izvor ispuštanja zraka u skladu sa Zakonom o očuvanju zraka (OG 178/2004) i Odredbe o nadzoru ispuštanja zraka iz čvrstih izvora (1/2006). Prema tome, redovno se provodi periodički nadzor koncentracije onečišćivača zraka u ispušnim plinovima i vrijednosti koncentracije izvještavaju se odgovornim osobama.

Peći za spaljivanje otpada svrstane su kao “srednje velika postrojenja za sagorijevanje” u skladu s Odredbom o граниčnim vrijednostima ispuštanja (OG 140/97, OG 105/2002 and OG 100/2004). Ta Odredba preporučuje sljedeće vrijednosti koncentracije najveće dopuštene razine :

- gubitak topline u dimnim plinovima 17%
- štetne tvari 150 mg/m<sup>3</sup>
- ugljični monoksid 500 mg/m<sup>3</sup>
- dušikovi oksidi, kao NO<sub>2</sub> 500 mg/m<sup>3</sup>
- sulfitni oksidi, kao SO<sub>2</sub> 2 000 mg/m<sup>3</sup>
- kloridi, kao HCl 200 mg/m<sup>3</sup>
- fluoridi, kao HF 30 mg/m<sup>3</sup>
- volumski udio kisika 0 mg/m<sup>3</sup>

Podaci nadzora pokazuju da ispušni plinovi iz komora sadrže ugljični monoksid, dušikove okside te štetne tvari. Nadalje, podaci pokazuju da je koncentracija tvari svih navedenih plinova ispod dozvoljenih granica, osim koncentracija štetnih tvari, Tablica 4.1.

Temeljem dostupnih podataka ispuštanja tvari, godišnjeg dopuštenog opterećenja i godišnje proizvodnje drvenog ugljena, moguće je izračunati ispušnih čimbenika onečišćivača zraka po jednoj toni proizvedenog drvenog ugljena. Sljedeća tablica, Tablica 4.1, uključuje podatke ispuštanja zraka i čimbenike ispuštanja koji omogućuju temelj za vrednovanje značaja ispuštanja zraka i preporuka za usavršavanje izvedbe koja se tiče zaštite okoliša.

**Tablica 0.1 Ispuštanje onečišćivača zraka iz proizvodnje drvenog ugljena u Belišću; koncentracija tvari u dimnim plinovima, istjecanje tvari, ukupnog godišnjeg ispuštanja i čimbenike ispuštanja.**

Onečišćivač zraka	Koncentracija tvari u dimnim plinovima	Ispuštanje tvari u jednom satu	Ukupno godišnje ispuštanje	Čimbenik ispuštanja
	g/m <sup>3</sup>	kg/h	t/a	kg/tona drveni ugljen
Štetne tvari (PM)	16	145.52	1047.77	349.26
Ugljični monoksid (CO)	0.14	1.29	9.28	3.09
Dušikovi oksidi (kao NO <sub>2</sub> )	0.25	2.25	16.22	5.41
Ugljični dioksid (CO <sub>2</sub> )	217.80	1 980.97	14 262.99	4 754.33

U usporedbi čimbenika ispuštanja s čimbenicima ispuštanja u proizvodnji drvenog ugljena, u nekim razvijenim i zemljama u razvoju (Kammen & Lew, 2005) prikazanih u Tablici 1.1 moguće je vidjeti da je ispuštanje ugljičnog dioksida u Belišću nešto više od predviđenog u proizvodnji u modernim pržionicama u zemljama u razvoju, Međutim, istovremeno, čimbenik ispuštanja ugljičnog monoksida u Belišću je zanemariv, iznosi otprilike 3.09 kg po toni drvenog ugljena, dok ostali čimbenici u ostalim zemljama iznose od 8 do 8.9 u kontroliranim komorama u SAD-u, do 443 i 700 kg po toni proizvedenog drvenog ugljena u ostalim tipovima pržionica za karbonizaciju. Uzrok takvog ispuštanja činjenica je da i ugljični monoksid i metan oksidiraju u ugljični dioksid tijekom sagorijevanja plinova iz komore.

Ukupno godišnje ispuštanje ugljičnog dioksida, koje se procjenjuje na 14.26 Gg za 2005, ne predstavlja čvrsti industrijski izvor ispuštanja ugljičnog dioksida, imajući na umu da je ukupna količina ispuštanja ugljičnog dioksida hrvatskih industrijskih izvora u 2004. iznosila 5 828 Gg, uključujući ispuštanje kao posljedicu sagorijevanja plinova u proizvodnoj industriji i graditeljstvu, kao i ispuštanja iz industrijskih procesa (preuzeto od Vešligaj 2006). Najznačajnija ispuštanja ugljičnog dioksida industrijskih izvora su proizvodnja cementa i vapna. Nadalje, u slučaju proizvodnje drvenog ugljena u Belišću, glavni izvor energije je otpadni plin iz drveta. U skladu s IPCC Uputama, šume se odnose na jame ugljičnog dioksida i prema tome, ispuštanje ugljičnog dioksida iz sagorijevanja drveta balansirano je kao rezultat s nikakvim ispuštanjem ugljičnog dioksida.

Napokon, ispuštanje štetnih tvari relativno je visoko u usporedbi s čimbenicima ispuštanja procijenjenih u ostalim zemljama. Količina štetnih tvari ispuštenih po toni proizvedenog drvenog ugljena u Belišću pada unutar raspona ispuštanja

štetne tvari u nekontroliranim sušionicama u SAD-u (Kammen & Lew, 2005). Ipak, ispuštanja iz slabo kontroliranih i temeljito kontroliranih sušionica u SAD-u znatno su niže, u rasponu 89, odnosno 30 kg po toni proizvedenog drvenog ugljena. Imajući na umu da u Belišću ne postoji uređaj za smanjenje štetne tvari, ispuštanja nisu kontrolirana, instalacija uređaja može pridonijeti značajnom smanjenju nekontroliranih ispuštanja štetnih tvari, kao i smanjenju koncentracije tvari u dimnim plinovima, koje su trenutačno iznad regulirane granice.

#### **4.2 Analiza slučaja II – Tradicionalna proizvodnja drvenog ugljena u Hrvatskoj**

Napuštene sušionice razbacane po rubovima šuma u sjevernom dijelu Hrvatske i Istre otkrivaju dugogodišnju tradiciju proizvodnje drvenog ugljena u Hrvatskoj. Iako je najvjerojatnije da se drveni ugljen u prošlosti koristio kao sredstvo za potpalu u kućanstvu, danas to nije slučaj. Danas se drveni ugljen koristi isključivo kao sredstvo za potpalu roštilja, kao i za ručni rad kao što je kovačnica.

Kao što je već navedeno, procjenjuje se da postoji otprilike 400 proizvođača drvenog ugljena koji njeguju tradicionalnu proizvodnju. Razina proizvodnje i marketinga između proizvođača znatno se razlikuje. Naime, postoji deset registriranih proizvođača prisutnih na tržištu, dok ostali prodaju svoje proizvode ili registriranim proizvođačima ili direktno restoranima. Godišnja količina proizvodnje razlikuje se po nekoliko tona za male proizvođače, koji posjeduju jednu ili dvije sušionice, a dvije ili tri stotine tona godišnje kod proizvođača koji za proizvodnju koriste na desetke sušionica.

Moramo spomenuti da proizvodnja drvenog ugljena nije glavni izvor prig od proizvođača i u većini slučajeva vlasnici šuma proizvode drveni ugljen u cilju iskorištavanja drvenih ostataka koji se ne mogu ekonomski iskoristiti na drugi način. Nadalje, mali proizvođači drvenog ugljena često su nasljednici obiteljskog posla i to im predstavlja jednu vrstu zarade. S druge strane, registrirani, srednji proizvođači zapošljavaju do petnaest zaposlenika, a ponekad i više, ovisno o sezoni i razini potražnje. Proizvodnja srednjih proizvođača najčešće djeluje 9 do 10 mjeseci u godini, dok proizvodnja malih i najmanjih proizvođača ovisi o sezoni i dostupnosti sirovine te potražnje.

#### **Nabava sirovine**

Sirovina koja se koristi za proizvodnju isključivo je drvo, najčešće širokolisni rod drveta, kao što je bukva, grab i hrast. Drvo korišteno za proizvodnju su ili ostaci drveta ili debla manjeg promjera. Nabava sirovine između najmanjih i srednjih proizvođača nisu u potpunosti transparentne, no općenito postoje tri glavna izvora. Najčešće je drvo iz Hrvatskih šuma. Naime, količina proizvođača drvenog ugljena ima ugovor s lokalnim menadžmentom za kupnju ostataka, debala manjih promjera i onih slabije kvalitete. Ostala dva oblika nabave sirovina uključuju privatne šume i industrije za obradu drva, pilane.

Moramo naglasiti da, s ciljem postizanja veće kvalitete proizvedenog drvenog ugljena i lakšeg upravljanja proizvodnjom, ostaci proizvodnje drveta uvijek se miješaju s deblima stabala.

### **Proizvodni ciklus**

Za proizvodnju se najčešće koriste sušionice opeke. U nekim slučajevima one su prerađene u visoke peći. Veličina sušionica drvenog ugljena može varirati od 30 do 40 kubičnih metara.

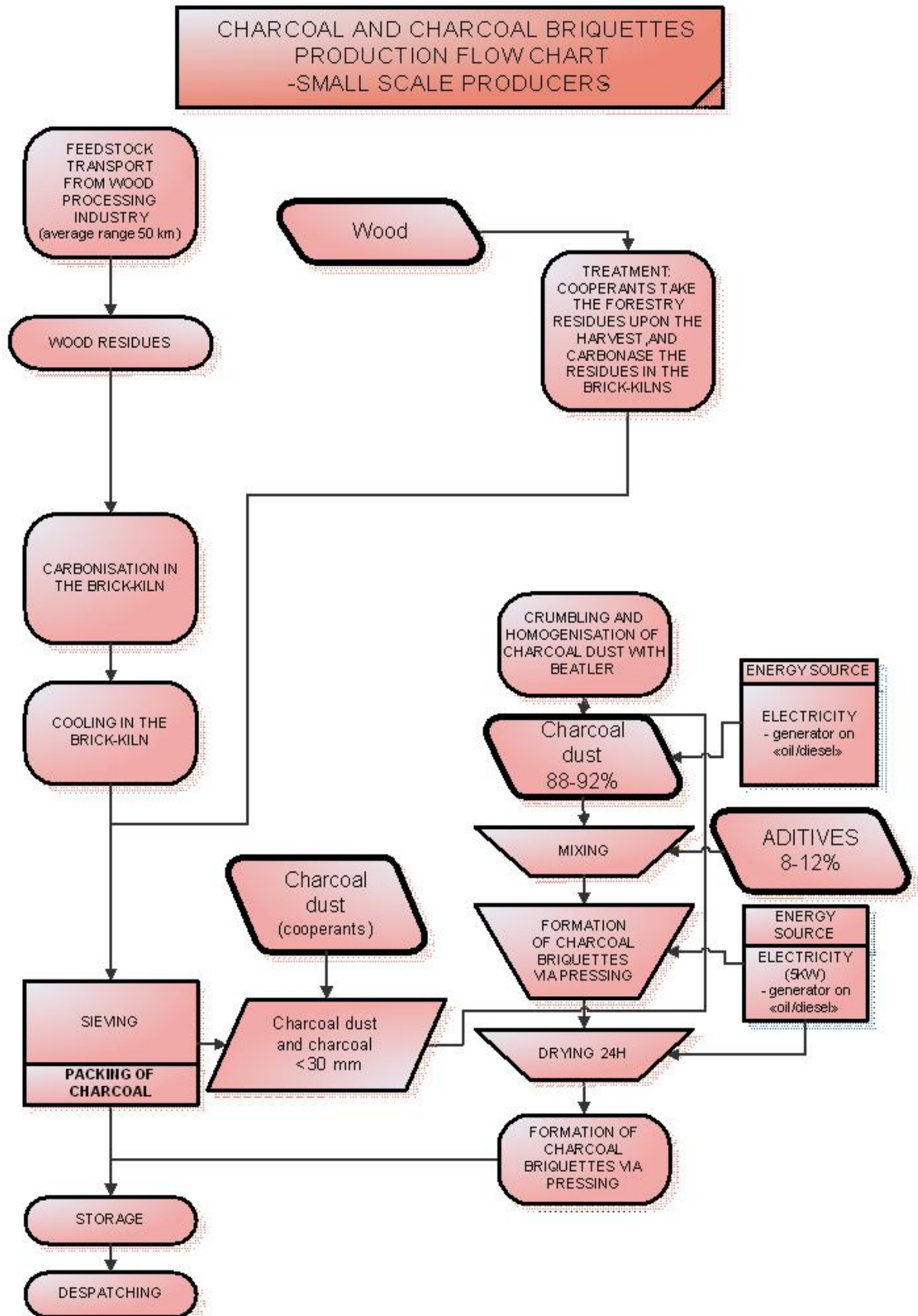
Temeljem vrste gradnje postoji nekoliko načina za rukovodstvo proizvodnje. Jedan od tipova sušionica ima otvor za punjenje na vrhu i mali ispušni otvor oko donjeg dijela zidova sušionice. Nakon punjenja donje drvo se pali. Karbonizira se od dna prema vrhu sušionice. Ispušni otvori otvoreni su dok temperatura ne dostigne 180°C, a zatim se zatvara. U kasnijim fazama proizvodnje koriste se za regulaciju ispušnih plinova.

Drugi tip sušionica ima otvor za punjenje u donjem dijelu, i pali se na vrhu. Nema ispušne otvore osim otvora na vrhu. u ovom tipu sušionice karbonizacija započinje na vrhu i kreće se prema stranama do unutarnjih dijelova prema kraju karbonizacije.

Zahvaljujući činjenici da ne postoji specijalizirana tehnologija za proizvodnju, proizvodni krug je jednostavan i traje otprilike petnaest dana. Nakon punjenja sušionica, drvo se pali i ostavlja zatvoreno deset dana, sve do završetka karbonizacije. Temperatura u sušionici iznosi od 250 do 350°C. Nakon deset dana otvaraju se svi otvori i ostavlja se u tom stanju sljedećih pet dana, kako bi se ugljen ohladio. Ohlađeni drveni ugljen lomi se i pakira.

Učinkovitost proizvodnje razlikuje se od slučaja do slučaja, no otprilike po jednom kubičnom metru može biti proizvedeno od 110 do 120 kg drvenog ugljena . Prosječna sušionica može primiti otprilike 25 m<sup>3</sup> drva i proizvodi se od 5 do 6 tona drvenog ugljena.

Slika 4.2 prikazuje dijagram proizvodnje drvenog ugljena i briketa drvenog ugljena u srednjoj proizvodnji tvrtke Šumooprema. U toj tvrtki drveni ugljen se proizvodi u dvije sušionice s otprilike 20 tona mjesečno i 200 tona godišnje.



Slika 0.7 Dijagram proizvodnje drvenog ugljena i briketa drvenog ugljena u tvrtki Šumooprema

## \* GRAFIČKI PRIKAZ PROIZVODNJE DRVENOG UGLJENA I BRIKETA DRVENOG UGLJENA – MALI PROIZVOĐAČI

Dovoz ostataka od drveta iz industrije za obradu drveta (u krugu 50km) – drveni ostaci – karbonizacija u sušionici opeke – piljenje – pakiranje briketa – skladištenje – odvoz

Drvo – kooperanti uzimanju ostatke drveta te ih karboniziraju u pećima za opeku

Prašina drvenog ugljena (kooperanti) – prašina drvenog ugljena i drveni ugljen <30x30mm

Karbonizacija i homogenizacija prašine drvenog ugljena – prašina drvenog ugljena 88-92% - miješanje – oblikovanje briketa prešanjem – sušenje tijekom 24 sata – oblikovanje briketa prešanjem

Izvor energije – električna struja (generatori) – dodaci (8-12%) – izvor energije – električna struja 9kW n(generatori)

### **Aspekti zaštite okoliša kod tradicionalne proizvodnje drvenog ugljena**

U skladu s provedenim intervjuima s proizvođačima i s obzirom na nabavu sirovine, čini se da je najvažniji dobavljač Hrvatske šume i industrije za obradu drveta, što označava održivost nabave sirovina i nikakvog utjecaja na okoliš.

Zahvaljujući činjenici da postoji samo nekoliko registriranih proizvođača drvenog ugljena koji imaju relativno stabilnu proizvodnju, ne postoje dokumentirani podaci tradicionalne proizvodnje drvenog ugljena. Kako je razine proizvodnje relativno mala, zakon ih ne obvezuje na nadzor okoliša.

Međutim, jedan od intervjuiranih proizvođača dobrovoljno je obavljao mjerenje onečišćivača zraka ispuštanih tijekom proizvodnje. U tom slučaju ciklus se nije provodio u tradicionalnim sušionicama, već u sušionicama za drveni ugljen, u visokoj peći koja se prethodno koristila za proizvodnju opeke. Iako rezultati mjerenja ne mogu biti smatrani kao predložak za stvaranje zaključaka, mogu poslužiti kao temelj za procjene.

Uključene mjerene koncentracije, koncentracije tvari i prijenos tvari sljedećih parametara: , štetne tvari (PM), ugljični monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) i sumporovi dioksidi (SO<sub>2</sub>), fluorovodici (HF), klorovodici (HCl), formaldehid, fenol, octena kiselina, ksilen i toluen.

Jednostruka visoka peć u sustavu ima kapacitet od 10 do 12 m<sup>3</sup>, npr. 700 do 800 kg drvenih debala. Mjerenja su provedena tijekom maksimalne napunjenosti, s deblima graba, hrasta i bukve s udjelom 2/3 i udjelom jele i smreke 1/3 . Točka mjerenja bila je na vrhu otvora peći.

**Tablica 0.2 Ispuštanje zraka kod male proizvodnje drvenog ugljena.**

Onečišćivači zraka	Koncentracija dimnih plinova	Koncentracija tvari u dimnim plinovima	Ispuh tvari po satu
--------------------	------------------------------	--	---------------------

	ppm	g/m <sup>3</sup>	kg/h
štetna tvar (PM)		3,72	2,08
ugljični monoksid (CO)	2504	3130	586
dušikovi oksidi (NO <sub>x</sub> )	5	10	1,77
sumporovi dioksidi (SO <sub>2</sub> )	11	33	6,2
florovodik (HF),	<0,2	<0,2	<0,2
klorovodik (HCl)	1,1	1,7	0,97
formaldehid	2,0	2,3	0,44
fenol	1,3	5,3	1
octena kiselina	4,3	11,7	2,18
ksilen	51,3	226,6	42,92
toluen	26,3	100,3	18,64

Uspoređujući podatke prikazane u tablici iznad s podacima ispuštanja zraka u Belišću, vidljivo je da tradicionalna proizvodnja drvenog ugljena rezultira u nešto višoj koncentraciji onečišćivača zraka u dimnim plinovima ispuštenih u atmosferu. Npr. koncentracija tvari NO<sub>x</sub> i CO znatno je veća od one u dimnim plinovima ispuštenim u Belišću.

Međutim, uzevši u obzir mali intenzitet proizvodnje tijekom godine, ispuštanja zraka ne pridonose značajno u ukupnom ispuštanju GHG.

Napokon, prašina i komadi drvenog ugljena, što predstavlja otpad, koriste se za proizvodnju briketa. Mali proizvođači najčešće prodaju prašinu i komade proizvođaču koji posjeduje tehnologiju za proizvodnju briketa.

## 5. Zaključci

U uvodu ovog izvješća pregled mogućih negativnih utjecaja na okoliš, a iz proizvodnje drvenog ugljena dana je s ciljem da omogući perspektivu za daljnje analize i procjene aspekata za zaštitu okoliša u Hrvatskoj. Iz dostupnih izvora literature i informacija svjetske razine, vidljivo je da značaj i razina utjecaja na okoliš u velikoj mjeri ovise o sustavima za nabavu sirovina i menadžmentu tijekom proizvodnje drvenog ugljena.

Tijekom istraživanja proizvodnje drvenog ugljena u Hrvatskoj, koje je uključivalo i male i srednje proizvođače, kao i jedinu veliku tvrtku proizvodnje drvenog ugljena Belišće d.d., provedeni su intervjui i posjeti. Na temelju prikupljenih podataka, većina proizvođača kupuje sirovinu u tvrtki Hrvatske šume ili od industrija za obradu drveta, kao što je to slučaj s ostacima drveta. U oba slučaja nabava sirovine može se smatrati održivom. Naime, Hrvatske šume kao državna tvrtka i nosioci FSC Uvjerenja, ima obvezu da ispuni zahtjeve održivog rukovodstva šuma i iskorištenje propisano Zakonom o šumama te FSC Uvjerenjem. S druge

strane, korištenje otpada iz procesa obrade drveta pridonosi smanjenju otpada. Važnosti tog razmišljanja je da u Hrvatskoj još ne postoji odlaganje biootpada. Biološki otpad odlaže se zajedno s metanom i slobodno se vraća u atmosferu.

Proizvodnja drvenog ugljena opisana je u dva istraživanja prikazana u ovom izvješću. Zahvaljujući različitosti tehnologije proizvodnje, aspekti zaštite okoliša također se razlikuju. U slučaju industrijske proizvedene u Belišću, ponovno spaljivanje plinova i iskorištenost dobivene energije znatno pridonosi u ispuštanju onečišćivača zraka. Dok, s druge strane, ispuštanje štetne tvari i koncentracija prašine u radnoj okolini mora se naglasiti kako bi se postigla bolja izvedba očuvanja okoliša. Izvedba očuvanja okoliša u tradicionalnoj proizvodnji u Hrvatskoj može biti procijenjena samo kvalitativno, jer ne postoje podaci koji podržavaju detaljnu analizu. Temeljeno na informacijama prikupljenih možemo zaključiti da ispušni plinovi igraju najveću ulogu u zaštiti okoliša. Međutim, imajući na umu mali intenzitet ovih aktivnosti tradicionalne proizvodnje drvenog ugljena u Hrvatskoj, ispušni plinovi nisu značajni na nacionalnoj razini. Utjecaj na kvalitetu zraka u blizini sušionica smanjena je na rubovima šuma i relativno je udaljena od naseljenih područja.

## 6. Preporuke

Bolja izvedba proizvodnje drvenog ugljena u Hrvatskoj može se postići uvođenjem institucionalnih i tehnoloških mjera. Kroz uvođenje srednjih i malih proizvođača u regionalni ili nacionalni sustav nadzora, bila bi dostupna veća količina podataka i moglo bi se identificirati više mjera za očuvanje okoliša. S druge strane, kako bi unaprijedili očuvanje okoliša, i Belišće i srednji proizvođači morali bi unaprijediti svoj način proizvodnje, smanjiti ispuštanje plinova i štetnih tvari. Za Belišće moguće rješenje bi bilo postavljanje filtra, ciklona ili slične opreme na dimnjake. Tako bi se smanjila i koncentracija prašina u radnoj okolini. Za smanjenje koncentracije prašine u radnoj okolini rješenje bi bilo uspostavljanje unaprijeđene tehnologije u lomljenju i procesu pakiranja, npr. zatvorene sustave. U svakom slučaju, zdravlje i uvjeti rada moraju biti usavršeni kroz nabavu i korištenje zaštitne opreme. To je jeftino i jednostavno rješenje koje jamči dobre rezultate, do ostvarenja krajnjeg cilja. Preporuke su prikazane u tablici ispod:

**Tablica 5.1 Preporuke za unaprijeđenje izvedbe proizvodnje drvenog ugljena u Hrvatskoj.**

Izvršitelj	Mjera	Svrha
Zakonski okviri	Uvođenje malih i srednjih proizvođača u regionalni nadzor	Prikupljanje podataka u izvedbi zaštite okoliša
Svi proizvođači drvenog ugljena	Mjere učinkovitosti energije	Povećanje učinkovitosti proizvodnje
Veliki proizvođač	Postavljanje filtra, ciklona	Smanjenje ispuštanja

<p>“Belišće”</p>	<p>ili slične opreme</p>	<p>štetnih tvari Smanjenje prašine u radnoj okolini.</p>
<p>Svi proizvođači drvenog ugljena</p>	<p>Unaprjeđenje sisanja i tehnologije pakiranja uvođenje zatvorenih sustava.</p>	<p>Smanjenje prašine u radnoj okolini. – zaštita zdravlja zaposlenika. .</p>
<p>Svi proizvođači drvenog ugljena</p>	<p>Nabava, edukacija i nabava zaštitne opreme.</p>	<p>Povećanje zaštite zaposlenika i očuvanje zdravlja.</p>

## 7. Reference

Amous, W. (Rivero, S.I Ed.) Year? The Role of Wood Energy in Africa. Wood Energy for Tomorrow: Regional studies. FAO, Rome. Available at [http://www.fao.org/docrep/x2740e/x2740e07.htm#P4079\\_111007](http://www.fao.org/docrep/x2740e/x2740e07.htm#P4079_111007)

Bailis, R., Pennise, D., Ezzati, M., Kammen D.M., Kituyi, E. year?. Impact of Greenhouse gas and Particulate Matter Emissions from Woodfuel Production and End-use in Sub-Saharan Africa. Renewable and Appropriate Energy Laboratory (REAL), University of California. Web edition, available at [rael.berkeley.edu/old-site/OA5.1.pdf](http://rael.berkeley.edu/old-site/OA5.1.pdf)

Bhattarai, T. N. 1998. Charcoal and its Socio-Economic Importance in Asia: Prospects for Promotion<sup>1</sup>. Paper presented at Regional Training on Charcoal Production which was held in Pontianak, Indonesia in February 1998. Available at <http://www.fao.org/docrep/006/AD583E/AD583E00.HTM>

EPA, 1995. Emission factor documentation for AP-42. Section 10.7 Charcoal. EPA. USA. Available at <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch10/>

Ezzati, M., Kammen, D.M. 2002. The Health Impacts of Exposure to Indoor Air Pollution from Solid Fuels in Developing Countries: Knowledge, Gaps, and Data Needs. Environmental Health Perspectives. Vol 10, no. 11.

FAO 1985. Industrial charcoal making. FAO Forestry Paper 63. FAO. Rome Available at <http://www.fao.org/docrep/X5555E/x5555e00.htm#Contents>

Forest Stewardship Council, 1996. FSC International Standard: FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship. FSC, Bonn. Available at [http://www.fsc.org/keepout/en/content\\_areas/77/134/files/FSC\\_STD\\_01\\_001\\_V4\\_0\\_EN\\_FSC\\_Principles\\_and\\_Criteria.pdf](http://www.fsc.org/keepout/en/content_areas/77/134/files/FSC_STD_01_001_V4_0_EN_FSC_Principles_and_Criteria.pdf)

Forest Stewardship Council, official web site. Available at <http://www.fsc.org/en/about/>

Halouani, K., Farhat, H. 2003. Depollution of atmospheric emissions of wood pyrolysis furnaces. Renewable Energy 28, p. 129-138. Elsevier.

Hodić, I., Kurić, D., Cajzek, G., Kosor-Pavić, Lj. 2006. Analiza poslovanja društva u 2005. godini. Planska i analitička služba. Hrvatske šume. Zagreb.

Hrvatske šume, official web site. Available at <http://www.hrsume.hr>

Jurić, Ž., Vešligaj, D., Jelavić, V., Slipac, G., Pešut, D., Burek, J., Hublin, A., Delija-Ružić, V., Fijan-Parlov, S. 2003. Projekcije i ukupni efekti politike i mjera, za potrebe Drugog nacionalnog izvješća Republike Hrvatske prema UNFCCC konvenciji, EKONERG/EIHP MZOPU. Zagreb

Kammen, D.M., Lew D.J., 2005. Review of Technologies for the Production and Use of Charcoal. Renewable and Appropriate Laboratory Report. National Renewable Energy Laboratory, Golden, USA. Available at <http://rael.berkeley.edu/files/2005/Kammen-Lew-Charcoal-2005.pdf>.

Kituyi, E. 2004. Towards sustainable production and use of charcoal in Kenya: exploring the potential in life cycle management approach. *Journal of Cleaner Production* 12, p. 1047-1057. Elsevier.

Matthews, E. Year? Pilot Analysis of Global Ecosystems: Forest Ecosystems. Excerption available at [http://earthtrends.wri.org/features/view\\_feature.php?theme=9&fid=3](http://earthtrends.wri.org/features/view_feature.php?theme=9&fid=3)

May, P.H. (Ed.) 1999. *Natural Resources Valuation and Policy in Brazil: Methods and Cases*. Columbia University Press. New York.

Meštrović, Š. (Ed.) 1998. *Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatslpk 1898-1998*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski Fakultet.

MZOPU, 2001. *Croatia, National Inventory Report for the period 1990 – 2001*.

*National Forestry Policy and Strategy*, Official Gazette 120/2003

*National Forestry Mater Plan 1996*

Parties of FCCC, 2006. Decision -/CP.12: Level of emissions for the base year of Croatia. Available at [http://unfccc.int/meetings/cop\\_12/items/3754.php](http://unfccc.int/meetings/cop_12/items/3754.php).

Serenje, W., Chidumayo, E.N., Chipuwa, J.H., Egneus, H. and Ellegård. 1994. *Environmental Impact Assessment of Charcoal Production and Utilisation System in Central Zambia*. Energy, Environment and Development Series – No. 32. Stockholm Environmental Institute.

Stassen, H.E. 2002. *Developments in charcoal production technology*. Unysylva 211, Vol. 53. FAO, Rome.

Poljanec, M., Bogavčić, J., Burek, J., Fijan-Parlov, S., Hublin, A., Jurić, Ž., Selanec, I., Vešligaj, D. 2006. *Emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2004. godinu*. EKONERG, Agencija za zaštitu okoliša. Zagreb

Vešligaj, D., Jurić, Ž., Hublin, A., Burek, J., Fijan-Parlov, S. 2006. *National Inventory Report 2006: Croatian GHG Inventory for the period 1990-2004*, EKONERG, Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Construction. Zagreb

## 8. Annex

[1]

[2] **Deset principa i sadržaj FSC Međunarodnog Standarda. (Izvor: FCS Principi i kriteriji za rukovođenje šumama).**

Princip		Sadržaj
#1	Usuglašenost sa zakonom i FSC Principima	Menadžment šuma mora poštovati zakone zemlje, kao i međunarodne dogovore te se držati propisa FSC Principa i Kriterija.
#2	Poštovati prava i odgovornosti	Dugoročni zakup i korištenje prava zemlje i resursa šuma bit će točno definirane, dokumentirano i zakonski utvrđeno.
#3	Prava domaćih ljudi	Pravo domaćih ljudi da posjeduju i održavaju svoje posjede, teritorije i resurse će se poštovati.
#4	Odnosi među stanovništvom i prava zaposlenika	Aktivnosti rukovodstva šumama nastaviti će se, kao i ekonomska dobrobit šumskih radnika i lokalnog stanovništva.
#5	Koristi šuma	Aktivnosti rukovodstva šumama poticati će učinkovitu upotrebu proizvoda i usluga kako bi jamčila širok raspon socijalnih i dobrobiti za okoliš.
#6	Utjecaj za okoliš	Rukovodstvo šuma čuvati će biološku raznolikost i njezine vrijednosti, jedinstvene ekosustave i krajolike te održati ekološku funkciju i integritet šuma.
#7	Plan menadžmenta	Rukovodstvo šuma čuvati će biološku raznolikost i njezine vrijednosti, jedinstvene ekosustave i krajolike te održati ekološku funkciju i integritet šuma.
#8	Nadzor i procjena	Provoditi će se nadzor – prikladno za rukovodstvo šuma – procijeniti stanje šuma, proizvoda, zakup, aktivnosti rukovodstva i utjecaja na okoliš.
#9	Održavanje očuvanja za vrijednost šuma	Aktivnosti rukovodstva za očuvanje okoliša i šuma održavati će ili naglašavati attribute koji šume čine takvima. Odluke koje se tiču očuvanja šuma temeljit će se na oprezu.
#10	Plantaže	Bit će postavljene u skladu s Principima i Kriterijima 1 - 9, te Principom 10 i njegovim Kriterijom. Dok plantaže pridonose socijalnoj koristi, i zadovoljavaju potrebe za proizvodnju, moraju sadržavati mjere smanjenja pritiska i promovirati restauraciju i očuvanje prirodnih šuma.