

# Drvno gospodarstvo kao izvor onečišćenja zraka

## Wood industry as a source of air pollution

*Prethodno priopćenje • Preliminary note*

*Prispjelo - received: 27. 05. 2002. • Prihvaćeno - accepted: 09. 12 2002.*

*UDK: 630\*83*

**SAŽETAK** • Zaštiti okoliša danas se pridaje velika pozornost. Jedan od problema koji privlači posebnu pozornost jest onečišćenje zraka iz stacionarnih izvora kao što su industrijski pogoni, termoelektrane i sl. Ispuštanje štetnih plinova u atmosferu jedan je od problema i pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja. U ovom će radu biti prikazan utjecaj pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja Republike Hrvatske na količinu štetnih plinova u atmosferi. Ti će podaci biti uspoređeni s podacima iz još nekih srednjoeuropskih zemalja. Prema dobivenim rezultatima istraživanja, moguće je primijetiti da je u nas sve veća briga o zaštiti atmosfere od štetnih plinova iz pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja.

**Ključne riječi:** onečišćenje atmosfere, štetni plinovi, efekt staklenika

**SUMMARY** • Environmental protection is one of the biggest issues nowadays. One of the most important problems is concerned with air pollution from stationary sources such as industrial plants, thermo-electrical plants, etc. Discharge of toxic gasses into the atmosphere is one of the problems that wood processing and furniture manufacturing plants have to deal with. This paper discusses the influence of the wood processing, furniture manufacturing and production of cellulose and paper plants on air pollution in the Republic of Croatia. These data are analyzed and compared with the data from other Central European countries. According to the obtained research results, it can be noticed that Croatian wood processing and furniture manufacturing firms pay considerable attention to the environmental protection from air pollution and toxic gasses.

**Key words:** Air pollution, toxic gasses, green-house effect

---

• Dr.sc. Leon Oblak, docent (assis. prof.), Biotehniška fakulteta (Biotechnical Faculty), Rožna dolina VIII/34, 1000 Ljubljana, Slovenija

• Dr.sc. Denis Jelačić, docent (assis. prof.), Šumarski fakultet (Faculty of Forestry), Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

• Ing. Josef Drabek, docent (assis. prof.) Dreverska fakulta TU (Faculty of Wood Sciences and Technology TU), Masarykova 27, 960 53 Zvolen, Slovakia

## 1. UVOD 1. INTRODUCTION

Prirodni okoliš svakog dana postaje sve onečišćeniji. O tom se problemu počela voditi briga vrlo kasno. Dugo je prevladavalo mišljenje da je provođenje mjera za zaštitu čovjekova okoliša preskupo, a ponegdje se i danas tako razmišlja. U većini poduzeća još se donedavno smatralo da su državne mjere poput ograničenja, dozvola, subvencija i sl. činjenice kojima se pri obavljanju spomenutih djelatnosti treba što više prilagoditi.

Naime, pri ostvarivanju ciljeva zaštite okoliša uvijek dolazi do kolizije s nekim drugim poduzetničkim ciljevima poput ostvarivanja kratkoročne dobiti, smanjenja troškova, rasta proizvodnosti i sl. Poduzeća koja su počele razmišljati na drukčiji način pokušavaju ciljeve zaštite okoliša već unaprijed ugraditi u svoje temeljne zadaće. Najviši i konačni cilj svakog poduzeća sigurno je postizanje dugoročne dobiti, očuvanje odnosno jačanje njegove gospodarske snage i konkurentske sposobnosti, koja dugoročno osigurava uspjeh poduzeća. Poduzeće koje iz iskustava i predviđanja shvati da je područje zaštite okoliša jedno od ključnih područja uspjeha nastojat će zaštitu okoliša iskoristiti i kao izvor novih poslovnih mogućnosti (Jelačić i sur. 1999).

Pitanje utjecaja na okoliš aktualno je u razvijenim europskim državama, kao i u zemljama u tranziciji. U posljednjima gospodarske promjene ne bi smjele teći bez usporednih rješenja za okoliš. Čudesnog rješenja tog problema nema. Jednako su besmislene i neprestane pritužbe zbog pomanjkanja sredstava. Briga o zaštiti okoliša aktualna je zadaća koja se ne smije svesti samo na prazne izjave.

Iako se čini da je odabir okolišu prilagođenog poduzeća poslovna nužnost, poduzeće će ciljeve zaštite prirodnog okoliša uvrstiti u svoju poslovnu strategiju samo ako procijeni da briga o čistom okolišu nije samo dodatno financijsko opterećenje za poduzeće, već ponajprije prilika za trgovanje, te ako procijeni da ti ciljevi mogu pridonijeti ostvarenju veće dobiti (Jelačić i sur. 2001).

Bit ekonomsko-ekološkog sukoba jest utvrđivanje cijene prirodnih dobara. U uvjetima besplatnog iskorištavanja pojedinih dijelova okoliša odnos cijena proizvoda koji opterećuje prirodni okoliš i onih koji to ne čine prenizak je. No kada bi i troškovi iskorištavanja prirodnog okoliša bili uzeti u obzir u kalkulaciji cijene proizvoda, onda bi cijena za okoliš štetnog proizvoda poras-

la u odnosu prema cijeni okolišu prilagođenog proizvoda, i obrnuto: relativna bi se cijena za okoliš neštetnog proizvoda snizila, a to bi pridonijelo izmjeni strukture potražnje u korist proizvoda koji nisu štetni za okoliš (Jelačić i sur. 2001).

Iako se ne smije podcjenjivati značenje ekološke osviještenosti, odgoja i uspostave novih vrijednosti, u ekološkoj je politici nužno oslanjanje na ekonomske mjere. Pri provedbi ekološke politike država se može koristiti dvjema skupinama instrumenata. To su instrumenti neposrednog nadzora i ekonomski (tržišni) instrumenti (Jelačić i sur. 2001).

Pomoću instrumenata neposrednog nadzora reguliraju se, ograničavaju ili zabranjuju aktivnosti poduzeća kojima se onečišćuje okoliš. Najčešće primjenjivani instrumenti neposrednog nadzora jesu:

- norme kojima se određuje apsolutna vrijednost štetne emisije što je može prouzročiti proizvođač određenog proizvoda
- propisi koji zahtijevaju smanjenje štetnih emisija po jedinici proizvoda
- propisana razina tehnologije
- ograničena uporaba ekološki štetnih ulaza (inputa)
- ograničena količina proizvodnje itd.

Ekonomski odnosno tržišni instrumenti uvijek podrazumijevaju intervencije na tržištu putem mehanizama kao što su (Motik, Oblak, 1998.):

- ekološki (emisijski) porezi - pristojbe koje poduzeće plaća državi za svaku jedinicu onečišćenja
- emisijske dozvole - pomoću emisijskih dozvola država određuje prihvatljivu razinu emisija i za svaku dopuštenu jedinicu onečišćenja izdaje emisijsku dozvolu (svaki onečišćivač mora ukloniti onečišćenje ili pribaviti emisijske dozvole)
- krediti za očuvanje okoliša
- diferencijalne cijene.

Osnovni cilj ekonomskih instrumenata jest promjena ponašanja, a njihov glavni usmjerivač je financijski poticaj. Jasno je da ekonomski instrumenti trebaju više vremena da bi djelovali ispravno jednostavno stoga što promjena ponašanja ljudi zahtijeva više vremena (Motik, Oblak, 1998).

## 2. MEĐUNARODNI SUSTAV NORMI ISO 14000 2. INTERNATIONAL STANDARD ISO 14000

Zahtjevima i potrebama šire javnosti i poduzeća odazvala se i Međunarodna or-

ganizacija za normizaciju (ISO) koja je pripremila skupinu normi ISO 14000, a odnose se na ekološku problematiku poduzeća. Cilj normi je da poduzećima osiguraju elemente učinkovitog sustava zaštite okoliša koje mogu integrirati s drugim zahtjevima vođenja tako da poduzećima pomaže ostvariti i ciljeve zaštite okoliša i ekonomske ciljeve. Norma sadrži sve zahtjeve koji se mogu objektivno prosudivati pri dobivanju certifikata (registracije) ili izjave o udovoljavanju zahtjevnima norme (Block, Marash, 1999).

Za provedbu zaštite okoliša ne postavljaju se posebni kriteriji, već se samo zahtijeva da tvrtka pripremi politiku i ciljeve prema okolišu, pri čemu mora uzeti u obzir postojeće zakonodavstvo i aspekte djelatnosti u okolišu, proizvode ili usluge poduzeća koje ih proizvodi ili koje na njih može utjecati. Dobivanjem certifikata iz serije normi ISO 14000 poduzeće dokazuje da ispunjava zahtjeva normi izvan poduzeća.

Cilj sustava zaštite okoliša jest uklanjanje nenamjernih produkata djelatnosti, proizvoda ili usluga poduzeća i zadovoljavanje zahtjeva širokog spektra zainteresiranih stranaka. Sustav omogućuje tvrtki uspostavu i ocjenjivanje postupaka kojima određuje politiku prema okolišu i dugoročne ciljeve, postiže njihovo ispunjavanje i to dokazuje i drugima. Politika zaštite okoliša obuhvaća obvezu da se uvide stalna poboljšanja i da se sprečavaju onečišćenja, odražava bitne aspekte zaštite okoliša pri obavljanju djelatnosti, izradi proizvoda ili pružanju usluga poduzeća i dostupna je javnosti (Feldman, 1996).

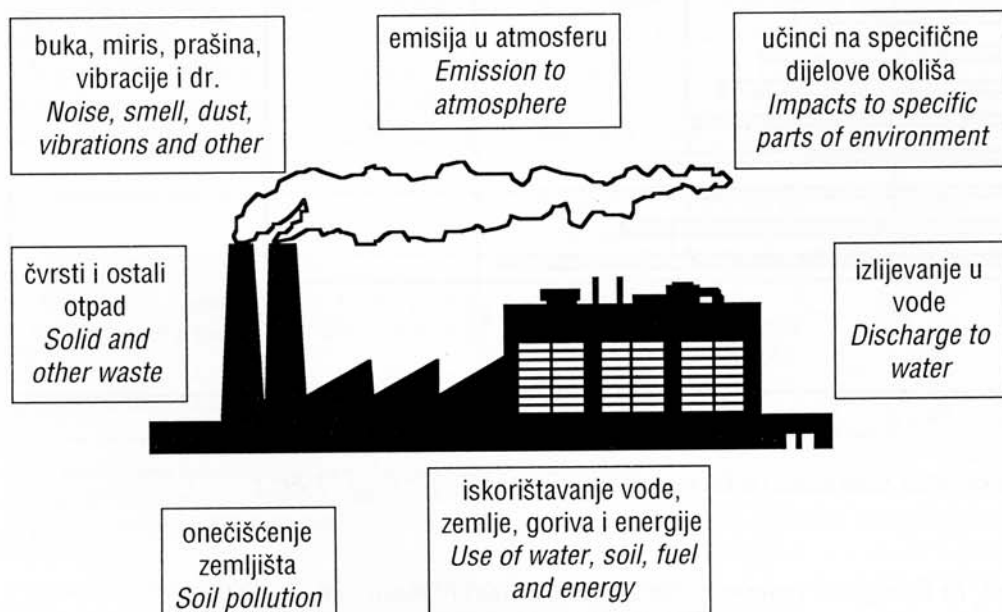
Poduzeće mora uspostaviti i održavati procedure za prijam, dokumentiranje i ko-

munikacije (unutrašnje i vanjske) relevantnih stranaka u smislu utjecaja na okoliš i upravljanja njime. Također mora uvesti i održavati postupke provjere i prosudbe utjecaja svojih aktivnosti, proizvoda i usluga na okoliš (izravnih i neizravnih) i izraditi registar onih koje smatra bitnima. Procesi moraju uključivati učinke koji su posljedica normalnih i nenormalnih prilika te prijašnjih, sadašnjih i planiranih aktivnosti. Na slici 1 prikazano je što procesi moraju obuhvaćati.

U ekološku strategiju poduzeća među ostalim treba biti uključeno i obrazovanje uposlenih jer će samo na taj način oni moći obavljati svoj posao osviješteno i odgovorno s obzirom na okoliš. Prije početka nove djelatnosti ili novog projekta potrebno je provjeriti što ti zahvati znače za okoliš. Treba razvijati proizvode proizvodnja kojih neće imati neželjene utjecaje na okoliš. Potrebno je podupirati i obavljati istraživanja o utjecaju sirovina, proizvoda, procesa, emisija i otpada na okoliš i o mogućnostima smanjivanja tih utjecaja. I na kraju, ekološka se strategija poduzeća mora temeljiti na provjeri uspješnosti provedbe mjera za zaštitu okoliša i redovitom i korektnom upoznavanju s rezultatima svih zaposlenih, dioničara, tijela uprave i javnosti.

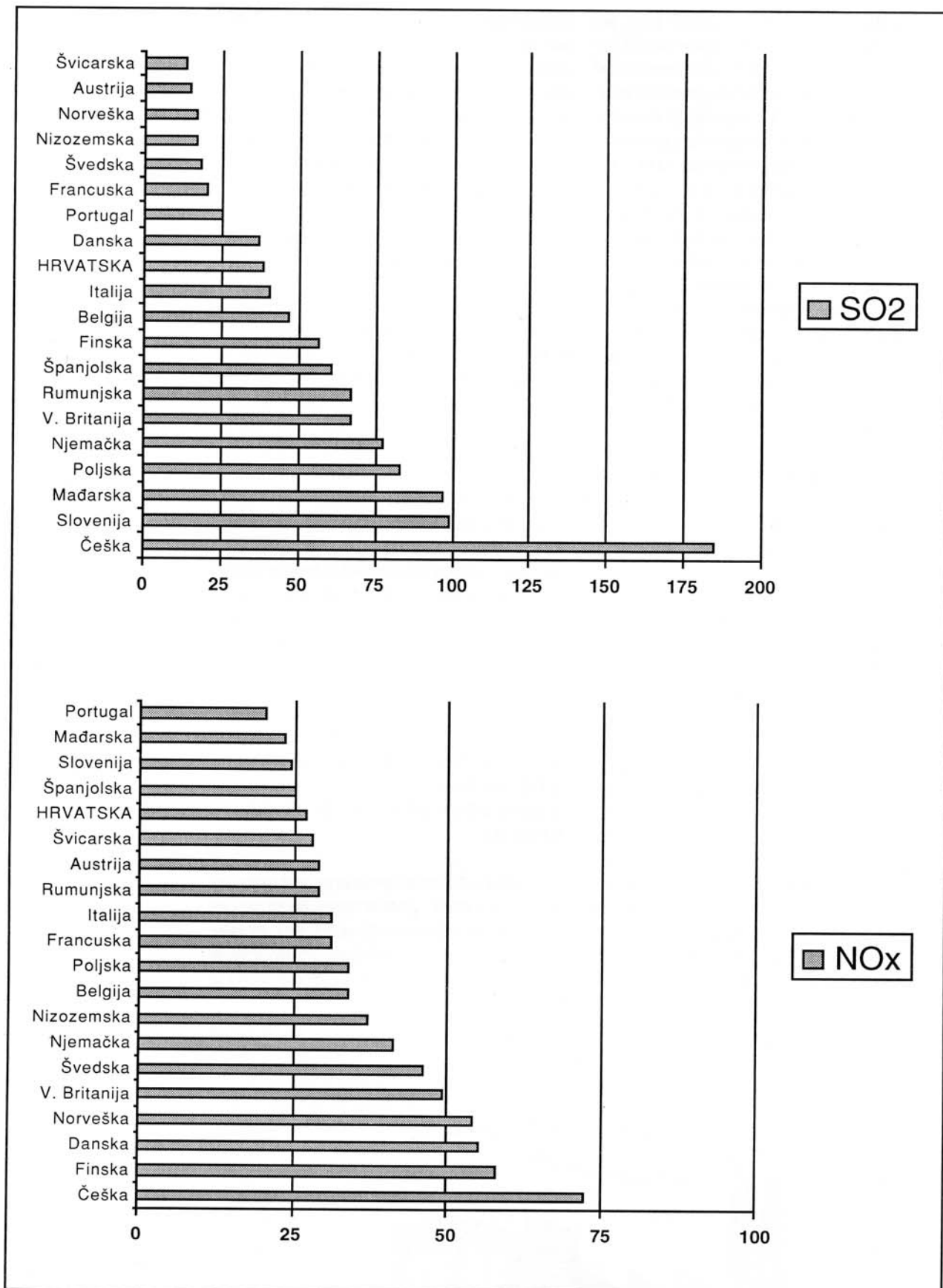
### 3. NEGATIVNI UTJECAJI NA ATMOSFERU 3. NEGATIVE IMPACT ON ATMOSPHERE

Kakvoća zraka počela se u Hrvatskoj pratiti još 1964. godine mjerenjem općih onečišćenja (dima i sedimentacije). Pratila se kakvoća zraka u velikim gradovima, a danas se provodi u svim većim mjestima u



**Slika 1.**  
Procesi utjecaja aktivnosti, proizvoda i usluga na okoliš (Velić-Cvitaš, 1995)

**Figure 1.**  
Procedures of impact of activities, products and services to environment (Velić-Cvitaš, 1995)



**Slika 2.**

*Emisija SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> u europskim zemljama (u kg po stanovniku) (Jelavić i sur. 1995)*

**Figure 2.**

*Emission of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> in European countries (in kg per capita) (Jelavić, et al. 1995.)*



Hrvatskoj. Ta je kakvoća u posljednjih desetak godina poboljšana, uglavnom zahvaljujući plinifikaciji i centraliziranom toplinskom sustavu, a u posljednje vrijeme i zamjeni ugljena drugim vrstama goriva.

Međutim, vrlo je malo podataka o onečišćenju atmosfere toksičnim tvarima organskoga i anorganskog podrijetla. No sudeći prema tehnologiji koja se primjenjuje u industriji, onečišćenje zraka još je veliko. Na cijelom području Hrvatske relativno su velika taloženja sulfata iz atmosfere i učestale su pojave kiselih kiša, posebice u najosjetljivijem području Gorskog kotara, gdje su oštećenja šuma poprimila alarmantne razmjere (Kos, 2002).

Trenutačno je u izradi cjelovit katastar onečišćivača. Naime, krajem 1993. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske započelo je realizaciju CORINAIR projekta (međunarodni informacijski sustav onečišćivača zraka) koji obuhvaća proračun emisija osam polutanata: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NMVOC, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> i N<sub>2</sub>O. Kompletiranje katastra onečišćivača privodi se kraju.

Početkom 90-ih godina proteklog stoljeća počela je usporedba pokazatelja onečišćenja zraka Hrvatske i Europe, pri čemu se najveća pozornost pridavala emisijama SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. Primjerice, 1990. godine u ukupnoj emisiji SO<sub>2</sub> u Europi Hrvatska je sudjelovala sa samo 0,5 %, a u emisiji NO<sub>x</sub> s 0,4 %. Usporedni prikaz emisije u kilogramima po stanovniku godišnje u Hrvatskoj i u drugim europskim zemljama dan je na slici 2. Podaci se odnose na 1998. godinu.

Usporede li se vrijednosti prikazane na slici 2, može se zaključiti da se prema emisiji SO<sub>2</sub>, odnosno NO<sub>x</sub>, promatrano po stanovniku godišnje, Hrvatska svrstala u zemlje s manjom količinom emisije, što je vrlo povoljno. Vrlo je slična slika uzme li se u obzir emisija promatranih štetnih plinova po jedinici površine pojedine europ-

ske zemlje. Prema prikazanim pokazateljima, neke zemlje Europske unije (Velika Britanija, primjerice) imaju i dva do tri puta veću specifičnu emisiju promatranih štetnih plinova. Uzme li se u obzir da je većina zapadnih zemalja u posljednjih deset godina smanjila emisiju promatranih štetnih plinova, dobiveni rezultati imaju veću težinu.

Ukupne količine emisije štetnih plinova u Hrvatskoj tek su mali dio ukupnih količina emisije štetnih plinova koje ispuštaju onečišćivači diljem Europe. Ta ukupna količina zbroj je emisija štetnih plinova iz pokretnih i nepokretnih objekata u kojima izgara određena vrsta goriva ili dolazi do neke druge vrste emisije. Naime, gledajući pokazatelje emisije CO<sub>2</sub>, čak 85 % ukupnih količina potječe od izgaranja goriva, u emisiji SO<sub>x</sub> udio od izgaranja goriva gotovo je 99 %, a u emisiji NO<sub>x</sub> gotovo 97 %.

Ta tri štetna plina glavni su onečišćivači atmosfere i prouzrokuju najveće štete za okoliš. Talozenje SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> pridonosi tzv. kiselim kišama koje izravno utječu na oštećenje šuma (u Hrvatskoj primjer Gorskog kotara), dok je CO<sub>2</sub> jedan od glavnih uzroka tzv. efekta staklenika, koji utječe na klimatske poremećaje cijelih regija.

#### 4. USPOREDNE VRIJEDNOSTI ZA NEKE SREDNJOEUROPSKE ZEMLJE 4. COMPARISON VALUES FOR SOME CENTRAL EUROPEAN COUNTRIES

Kako bismo mogli uspoređivati vrijednosti štetnih plinova ispuštenih u atmosferu u Hrvatskoj i nekim srednjoeuropskim zemljama, potrebno je usporediti i količinu proizvodnje i zaposlenost u području prerade drva i proizvodnje namještaja.

Zaposlenost u pojedinim djelatnostima prerade drva i proizvodnje namještaja prikazana je u sljedećoj tablici.

	Hrvatska Croatia	Slovačka Slovakia	Slovenija Slovenia
Stanovništvo / Population	4 570 000	5 390 000	1 980 000
Ukupno zaposleni / Total employment	943 535	2 132 100	886 047
Prerađivačka industrija / Manufacturing	263 922	460 361	143 070
DD	13 800	11 588	7 021
DE	5 682	18 971	7 773
DN	12 556	15 147	8 243

DD - prerada drva bez namještaja (wood processing without furniture)  
DE - proizvodnja celuloze i papira (manufacturing of pulp and paper)  
DN - proizvodnja namještaja (furniture manufacturing)

\* Tablice 1-5: Podaci iz Statističkih zavoda Hrvatske, Slovačke i Slovenije  
Tables 1-5: Data from Institutes for statistic analysis of Croatia, Slovakia and Slovenia

**Tablica 1.**  
Zaposlenost u nekim srednjoeuropskim zemljama (1999)\*

**Table 1.**  
Employment in some Central European countries (1999)\*

**Tablica 2.**

Obujam proizvodnje  
odabranih proizvoda  
(1999)

**Table 2.**

Production quantities of  
some products (1999)

	Hrvatska Croatia	Slovačka Slovakia	Slovenija Slovenia
Piljena građa (m <sup>3</sup> ) Sawnwood (m <sup>3</sup> )	415.000	744.000	506.000
Papir i karton (t) Paper and paperboard (t)	180.800	646.500	529.000
Namještaj za sjedenje (kom) Sitting furniture (pcs)	1.175.000	---	2.266.000
Kuhinjski namještaj (kom) Kitchen furniture (pcs)	122.000	421.500	453.000

Kao što je iz tablice vidljivo, u prerađivačkoj je industriji u Hrvatskoj zaposleno 5,78 % ukupnog broja stanovnika, u Slovačkoj 8,54 %, a u Sloveniji 4,31 %. Od ukupnog broja zaposlenih u prerađivačkoj industriji u Hrvatskoj 5,23 % radi u preradi drva, 2,15 % u proizvodnji celuloze i papira, a 4,76 % u proizvodnji namještaja. Ukupno je 12,14 % zaposlenika prerađivačkih industrija zaposleno u drvoprerađivačkim industrijskim granama. U Slovačkoj je taj postotak 9,93 %, dok on u Sloveniji iznosi 16,10 %.

Usporedimo li vrijednosti obujma proizvodnje nekih industrijskih proizvoda u promatranim zemljama, možemo vidjeti da je proizvodnja mnogo veća u Slovačkoj i Sloveniji nego u Hrvatskoj. Količina izrađenih komada namještaja za sjedenje za Slovačku nije posebno izražena jer je ta količina uključena u neke druge grupacije namještaja izrađenoga od drva.

U tablicama 1. i 2. prikazani su samo neki osnovni pokazatelji usporedbe industrijske proizvodnje u preradi drva i proizvodnji namještaja u Slovačkoj, Sloveniji i Hrvatskoj za 1999. godinu. Slični su pokazatelji i za 2000. i 2001. godinu, ali, do određenih podataka nije bilo moguće doći, pa su stoga prikazani usporedni podaci za 1999. godinu.

## 5. ONEČIŠĆIVANJE ZRAKA

### 5. AIR POLLUTION

U tablici 3. predočene su količine sumporova dioksida (SO<sub>2</sub>) ispuštenoga u zrak iz industrijskih pogona promatranih zemalja.

Dok količina SO<sub>2</sub> ispuštenog u zrak iz industrijskih pogona u Hrvatskoj poprima gotovo stalne vrijednosti tijekom promatranih godina, vidljivo je da ta vrijednost pada s 8.000 na 6.000 tona godišnje u Sloveniji, dok je pad mnogo uočljiviji u Slovačkoj, gdje vrijednosti padaju s gotovo 90.000 na oko 65.000 tona u godini.

Uzme li se u obzir obujam industrijske proizvodnje u promatranim zemljama, posebice taj obujam u preradi drva i proizvodnji namještaja, sasvim je jasno da se najviše pozornosti zaštiti zraka od emisije sumporova dioksida pridaje u Sloveniji, a mnogo manje u Slovačkoj i Hrvatskoj. Najveći dio emisije tog štetnog plina u industrijskoj proizvodnji potječe od izgaranja goriva, gotovo 99 %. Kada bi se ispuštanje SO<sub>2</sub> promatralo zasebno u preradi drva i proizvodnji namještaja, gdje većinu goriva u proizvodnji čini drvni otpad odnosno biomasa, tada bi i količine sumporova dioksida ispuštene u zrak bile mnogo manje i bilo bi jasnije koliko je prerada drva i proizvodnja namještaja čistija industrijska grana od mnogih drugih.

**Tablica 3.**

Količine SO<sub>2</sub> ispuštenog iz  
industrijskih pogona (t/  
godišnje)

**Table 3.**

Quantities of SO<sub>2</sub> discharged  
from industrial plants (t/year)

Godina Year	Hrvatska Croatia	Slovačka Slovakia	Slovenija Slovenia
1995.	30.000	88.200	8.000
1996.	29.000	99.300	6.000
1997.	29.000	85.700	6.000
1998.	29.000	68.600	4.000
1999.	15.800	65.000	6.000

**Tablica 4.**

Količine NO<sub>x</sub> ispuštenog iz  
industrijskih pogona (t/  
godišnje)

**Table 4.**

Quantities of NO<sub>x</sub> discharged  
from industrial plants (t/year)

Godina Year	Hrvatska Croatia	Slovačka Slovakia
1995.	15.300	59.600
1996.	14.000	42.600
1997.	12.800	37.400
1998.	13.600	39.900
1999.	10.100	31.100

Godina Year	Hrvatska Croatia	Slovačka Slovakia
1995.	10.600	154.900
1996.	49.500	117.400
1997.	51.200	130.600
1998.	53.200	110.400
1999.	51.100	115.200

**Tablica 5.**  
Količine CO ispuštenog iz industrijskih pogona (t/ godišnje)

**Table 5.**  
Quantities of CO discharged from industrial plants (t/year)

Isto se može reći i za ispuštanje NO<sub>x</sub> štetnih plinova u atmosferu. Od izgaranja goriva nastaje gotovo 97 % cjelokupne emisije tih štetnih plinova.

U tablici 5 prikazane su količine u zrak ispuštenog ugljikova monoksida iz industrijskih pogona.

Iz tablice 4. vidljivo je da se količina u zrak ispuštenih dušičnih oksida iz industrijskih pogona iz godine u godinu smanjuje, što je dobar pokazatelj. Isti je trend zabilježen za Hrvatsku i za Slovačku (za Sloveniju nije bilo dostupnih podataka). Međutim, podaci iz tablice 5. pokazuju znatan porast ugljikova monoksida ispuštenog u atmosferu u Hrvatskoj (porast za više od pet puta u razdoblju 1995-1998), dok te vrijednosti u Slovačkoj industriji padaju.

Prema istraživanjima koja se provode pri Ministarstvu graditeljstva i zaštite okoliša Republike Hrvatske, precizni ukupni podaci za drvenu djelatnost mogu se naći samo za preradu celuloze i papira. Podaci o preradi drva i proizvodnji namještaja mogu se naći parcijalno jer se zakonska odredba o obveznom prikazivanju emisije štetnih plinova i onečišćivanja otpadnim vodama iz pogona primjenjuje tek od 2000. godine, pa ih je potrebno zbrajanjem uključivati u ukupne vrijednosti.

Ugljikov dioksid iz pogona za preradu celuloze i papira sudjeluje u ukupnoj emisiji CO<sub>2</sub> sa 0,05 % 1997. godine do 0,07 % 1996. godine. U ukupnoj emisiji SO<sub>x</sub> prerada celuloze i papira sudjeluje s 0,07 % 1997. godine do najviše 0,11 % 1995. godine, a u ukupnoj emisiji NO<sub>x</sub> sa 0,02 % 1997. godine do 0,03 % 1998. godine.

Podaci iz prethodnih tablica navedeni kao podaci o emisiji štetnih plinova pri izgaranju goriva u industriji odnose se ponajprije na fosilna goriva (ugljen, mazut). Iako pogoni za preradu drva i proizvodnju namještaja svoju emisiju štetnih plinova mogu prikazati upravo kao posljedicu izgaranja goriva u industriji, te su količine praktično zanemarive jer se u preradi drva i proizvodnji namještaja kao gorivo iskorištava drvo, odnosno biomasa (Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Ministry of environmental protection and physical planning, 2001).

Prema pokazateljima CORINAIR-a, ako se kao gorivo u kotlovnica koristi

drvo (kao biomasa) smatra se da ne postoji emisija CO<sub>2</sub>, odnosno emisija CO<sub>2</sub> tada je jednaka 0 zbog ciklusa u prirodi, vezanja CO<sub>2</sub> iz zraka i proizvodnje kisika. Stoga pogoni za preradu drva i proizvodnju namještaja prikazuju samo emisiju štetnih plinova NO<sub>x</sub> i drvene prašine.

Ovisno o procesu proizvodnje i njezinu opsegu te o sustavu kotlovnice što ga pojedini pogon za preradu drva i proizvodnju namještaja posjeduje, određuje se i količina emisije štetnih plinova. Najveći broj pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja emitira vrlo malu količinu štetnih plinova i drvene prašine u okoliš. Najčešće je riječ o količinama manjima od 0,5 tona godišnje.

Emisije štetnih plinova u zrak prikazuju se na formularima PI-1 i PI-Z-2, odnosno PI-Z-3 što ih svaki gospodarski subjekt za prethodnu godinu dostavlja Ministarstvu zaštite okoliša i prostornog uređenja na obradu. Za 1999. godinu te je formulare s izmjeranim i izračunanim količinama emisije štetnih plinova popunio samo manji broj pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja, dok se za 2000. godinu očekuju mnogo potpuniji podaci.

Formular PI-1 sadrži osnovne podatke o poduzeću onečišćivaču zraka, popis glavnih proizvoda i nusproizvoda te osnovne materijale koji se rabe u proizvodnom procesu, broj zaposlenika, ukupnu površinu poslovnog kruga onečišćivača te broj i vrstu ispusta što ih onečišćivač ima u svojem sastavu.

Formular PI-Z-2 sadrži podatke vezane za izravno izgaranje u procesnoj tehnologiji. Osim osnovnih podataka o ispustu u zrak, formular sadrži podatke o postrojenju, vrsti i potrošnji goriva te podatke o vrsti i količini ukupne emisije.

Formular PI-Z-3 sadrži podatke vezane za izgaranje potrebno za grijanje prostorija i vode, za dobivanje pare, tehnološke pare i sl. Taj formular, osim osnovnih podataka o ispustu u zrak i o postrojenju, sadrži i podatke o vrsti i utrošku goriva te o vrsti i količini onečišćivača ispuštenih u zrak. U sljedećim tablicama dani su podaci preuzeti iz formulara nekih naših poduzeća za preradu drva i proizvodnju namještaja.



**Tablica 6.**

Podaci iz formulara PI-Z-2 (2001. godina) (Ministarstvo zaštite okoliša i prost. uređenja)

Šifra Code	Vrsta emisije Emission type	mg/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	t/god t/year	Određivanje Determination
1005	CO <sub>2</sub>	42,70	0,69	izmjereno measured
1003	NO <sub>x</sub>	114,70	1,85	izmjereno measured
3107	prašina / dust	5,00	0,08	izmjereno measured

**Table 6.**

Data from form PI-Z-2 (Year 2001) (Ministry of environmental protection and physical planning)

Šifra Code	Vrsta emisije Emission type	mg/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	t/god t/year	Određivanje Determination
1005	CO <sub>2</sub>	234,00	2,53	izmjereno measured
1001	SO <sub>2</sub>	1,00	0,01	izmjereno measured
1003	NO <sub>x</sub>	160,00	1,73	izmjereno measured
3106	prašina / dust	83,00	0,98	izmjereno measured

**Tablica 7.**

Podaci iz formulara PI-Z-3 (2001. godina) (Ministarstvo zaštite okoliša i prost. uređenja)

**Table 7.**

Data from form PI-Z-3 (Year 2001) (Ministry of environmental protection and physical planning)

Prema prikazanim podacima za 2001. godinu, uočljivo je da je najveći problem pri izgaranju u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja ispuštanje ugljikova dioksida i dušičnih oksida u zrak. I dok je ugljikov dioksid nastao izgaranjem drveta u procesima proizvodnje zbog ciklusa u prirodi i njegova vezanja iz zraka te proizvodnje kisika u biljkama moguće zanemariti, NO<sub>x</sub> je mnogo veći problem.

S tim se problemom potrebno posebice oštro uhvatiti u koštac. Naime, problem onečišćivača zraka moguće je riješiti posebno konstruiranim filtrima za zrak, odnosno kvalitetnije i modernije konstruiranim postrojenjima u kotlovnica gdje se pripremaju para i topla voda za potrebe proizvodnih pogona. Takva su postrojenja već u uporabi u većem broju poduzeća za preradu drva i proizvodnju namještaja razvijenijih europskih zemalja.

Drugi je veliki problem drvna prašina, kako u ispuštima u zrak pri izgaranju goriva u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja, tako i u pogonima pri radu strojeva. Osim onečišćenja zraka, drvna prašina može prouzročiti probleme disanja zaposlenika u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja. Međutim, drvna prašina može prouzročiti i različite probleme i alergije kože i sluznice. U drvoprerađivačkim se pogonima danas premla pozornost pridaje samom materijalu koji se obrađuje. Naime, osim različitih kemijskih spojeva koji se rabe za oplemenjivanje površine drvnih proizvoda (lakovi, ljepila, otapala i sl.), a čija djelovanja relativno dobro poznajemo, i samo drvo može biti uzročnikom fizioloških poremećaja u

zaposlenika. Istraživanjem obavljenim u Parizu, Londonu i Olomoucu, kao i u još nekim europskim, te u nekolicini američkih gradova (Sannes, Lein, Strodel, 1997) zaključeno je da su za biološko djelovanje u dodiru s ljudskim organizmom odlučujuća kemijska svojstva drvne prašine.

Toksično djelovanje drvne prašine nekih vrsta drveta vidi se u sljedećoj tablici.

Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu provedeno je istraživanje utjecaja režima rada strojeva i kakvoće odsisa na radno okruženje u pogonima za finalnu obradu drva<sup>(Kos, 2002)</sup>. Prema tom istraživanju, provedenome metodom osobnih skupljača respirabilnih čestica i ukupne drvne prašine, utvrđena je dnevna doza štetnih utjecaja iz okolnog zraka. Prekoračenja dopuštenih vrijednosti respirabilnih čestica (do 1mg/m<sup>3</sup>) u tvornicama iznosila je oko 16 %, dok je u stolarijama iznosila 37,5 %. Utvrđeno je također da najveći utjecaj na zaprašenost imaju radni strojevi, vrsta alata i režim rada. Velik utjecaj ima i odgovarajuća kvaliteta odsisa i odsisnih uređaja u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja.

## 6. ZAKLJUČAK 6. CONCLUSION

Prema istraživanjima i postavkama CORINAIR-a vidljivo je da su za pogone poduzeća za preradu drva i proizvodnju namještaja najvažnija mjerenja emisije malog broja štetnih plinova. Stoga je i u našim istraživanjima veća pozornost pridana mjerenjima sumporova dioksida (SO<sub>2</sub>),



dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>), ugljikova dioksida (CO<sub>2</sub>) i drvene prašine.

Na temelju provedenih istraživanja moguće je zaključiti da je prema ukupnoj proizvodnji na području prerade drva i proizvodnje namještaja u nekim zemljama središnje Europe emisija sumporova dioksida najmanja u Sloveniji, dok su podaci za Hrvatsku pokazali stabilnost na razini prosjeka za Europu, uz nagli pad 1999. godine. Najveći dio emisije SO<sub>2</sub> u industrijskoj proizvodnji posljedica je izgaranja goriva (gotovo 99 %). Budući da se u preradi drva i proizvodnji namještaja kao gorivo rabi biomasa, odnosno drveni otpad, te su vrijednosti mnogo manje nego za druge industrijske grane.

Količine emisije dušikovih oksida pokazuju stalni pad tijekom promatranog razdoblja, kako u Hrvatskoj, tako i u drugim srednjoeuropskim zemljama. I u tom je segmentu Hrvatska na razini prosjeka europskih zemalja. Budući da i za dušikove okside vrijedi ista postavka kao i za sumporov dioksid, odnosno da je gotovo 97 % emisije rezultat izgaranja goriva, jasno je da hrvatska prerada drva i proizvodnja namještaja nosi epitet ekološki prihvatljivije industrijske grane s obzirom na upotrebu drvnog otpada kao goriva.

Emisija ugljikova dioksida u Hrvatskoj pokazuje porast tijekom promatranog razdoblja, te pad u nekim europskim zemljama, posebice u srednjoj Europi. Međutim, prema CORINAIR-u, zbog ciklusa u prirodi, vezanja CO<sub>2</sub> iz zraka i proizvodnje kisika u biljkama, emisija ugljikova dioksida iz pogona za preradu drva i proizvodnju namještaja smatra se nepostojećom, odnosno poprima vrijednost 0.

Istraživanjima i mjerenjima ustanovljeno je da je drvena prašina jedan od znatnijih onečišćivača u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja. Djelovanje pojedinih vrsta drva i drvene prašine na ljudski organizam razmatrano je u nekoliko istraživanja i moguće je ustanoviti povezanost drvene prašine s nekim profesionalnim bolestima, posebice dišnih organa i kože.

I dok vrsta goriva ima iznimno važnu ulogu za emisiju štetnih plinova u atmosferu, za prašinu u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja važnu ulogu ima režim njezine obrade, vrsta radnog stroja, vrsta alata te kvaliteta odsisa i odsisnog uređaja. Tom će problemu u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja biti potrebno pridati veću pozornost kako bi se smanjio rizik od profesionalnih bolesti zaposlenika.

Vrsta drva Wood type	Toksičnost Toxicity	Aktivne tvari Active substance	Podrijetlo drva Origin
smrekovina Spruce	uzročnici astme	<i>stilboestrol</i>	Europa Amerika
jelovina Fir	dermatiti		Europa Amerika
borovina Pine	dermatiti, iritansi	$\Delta$ -3- <i>carenen</i> <i>karpentin</i>	Europa Amerika
topolovina Poplar		<i>terpentin</i>	Europa
orahovina Walnut		<i>xantogeni nont</i>	Europa
bukovina Beech	dermatiti, uzročnici astme	<i>sesquiterper</i> <i>lactones</i>	Europa
hrastovina Oak		<i>sesquiterper</i> <i>lactones</i>	Europa
iroko Iroko	uzročnici astme, iritansi	<i>oxistilben</i> , <i>maklurin</i>	Afrika
sandalovina Sandalwood	dermatiti, iritansi, vrlo toksično	<i>amaris ulje</i> <i>sandalin</i>	Afrika Azija
drvo platane Plane-tree	iritansi		Europa, Amerika
istočnoindijski palisander Ebanovina Kingwood	dermatiti iritansi astma	<i>R-4-</i> <i>metoxidalbergin</i> <i>glikozidi</i> <i>saponini</i>	Azija Afrika Amerika
makore Mahogany	uzročnici astme, dermatiti	<i>anthothecol</i>	Afrika
javorovina Maple	iritansi		Europa

**Tablica 8.**  
Neke komercijalne vrste drva i njihova kemijska i toksična svojstva (Jelačić, 1995)

**Table 8.**  
Commercial wood types and their chemical characteristics (Jelačić, 1995)

**LITERATURA  
REFERENCE**

1. Block, M.R., Marash, I.R. (1999): INTEGRATING ISO 14001 INTO A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM, American society for quality, Milwaukee, USA.
2. Glavač, V. (1999): UVOD U GLOBALNU EKOLOGIJU, Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb.
3. Heinsohn, R.J., Kabel, R.L. (1999): SOURCES AND CONTROL OF AIR POLLUTION, Prentice Hall, Upper Saddle River, USA.
4. Hinrichs, R.A., Kleinbach, M. (2002): ENERGY ITS USE AND THE ENVIRONMENT, Harcourt college publishers, Philadelphia, USA.
5. Jelačić, D. (1995): OSNOVE SIGURNOSTI NA RADU U PRERADI DRVA I PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA, Šumarski fakultet, Zagreb.
6. Jelačić, D., Posavec, S., Greger, K. (1999): WOOD PROCESSING - ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MANUFACTURING, Development trends in production management for forestry and wood processing, International Association for Technology Management - Wood, Zagreb, str. 193-198.
7. Jelačić, D., Motik, D., Jazbec, A., Drabek, J. (2001): WATER POLLUTION IN CROATIAN WOOD PROCESSING, Drevarsky Vyskum, vol. 46, No. 3, ŠDVU, Bratislava, str. 1-10.
8. Jelavić, V., Šolić, M., Nećak, J. (1995): UZ PRIPREMU ODREDBE O OGRANIČAVANJU EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK IZ STACIONARNIH IZVORA, Gospodarstvo i okoliš, vol. III., broj 6, Zagreb, str. 472-477.
9. Kos, A. (2002): ISTRAŽIVANJE UTJECAJA REŽIMA RADA RADNIH STROJEVA I KAKVOĆE ODSISA NA RADNO OKRUŽENJE U POGONIMA FINALNE OBRADBE DRVA, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
10. Motik, D., Oblak, L. (1998): EKONOMSKI INSTRUMENTI EKOLOŠKE POLITIKE I STANDARD ISO 14001 U FUNKCIJI EKOLOŠKOG MANAGEMENTA PODUZEĆA, Ekonomija 2/98, Rifin, Zagreb: 165-176.
11. Sannes, B., Lein, K., Stordal, S. (1997): THE ENVIRONMENTAL PROMOTION OF WOOD SUBSTITUTE INDUSTRIES, PLASTIC, ALUMINIUM, STEEL AND CONCRETE, Draft Report I, FAO/ECE Team of Public Relation Specialists in Forestry and Forest Industries Sector, UN, Geneva
12. Tibor, T., Feldman, I. (1996): ISO 14000, A GUIDE TO THE NEW ENVIRONMENTAL MANAGEMENT STANDARDS, Irwin, Chicago, USA.
13. Velić-Cvitaš, S. (1995): ZAHTJEVI SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE OKOLIŠEM, Infomart, Sisak.
14. \*\*\* (2001): Podaci Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske.
15. \*\*\* (2002): Statistički ljetopis Hrvatske, Državni statistički zavod
16. \*\*\* (2002): Statistički ljetopis Slovenije, Državni statistički zavod
17. \*\*\* (2002): Statistički ljetopis Slovačke, Državni statistički zavod