

## PROBLEMI GOSPODARENJA OTPADOM U KANADI

ŽELJKA ŠILJKOVIĆ  
Filozofski fakultet u Zadru  
*Faculty of Philosophy in Zadar*

UDK/UDC: 911.37(497.5)  
Stručni članak  
*Professional paper*

Primljeno: 1996-12-20

Received

Članak obrađuje problem uklanjanja otpada (komunalnog, industrijskog, opasnog, te radioaktivnog) na području Kanade.

Naglašena je opasnost od spojeva dioksina i furana kojima vlade razvijenih industrijskih zemalja posvećuju sve veću pozornost. Problem radioaktivnog otpada postaje sve veći, i zbog postojanja velikih količina istrošenog goriva, i zbog lokacija za njihovo pohranjivanje.

**Gljučne riječi:** Kanada, otpad, opasni otpad, dioksini, radioaktivni otpad, uklanjanje

The article considers the problem of the waste (communal, industrial, dangerous, and radioactive one) removing in the territory of Canada.

The danger from dioxin and furan chemicals to which the government of the developed industrial countries pay more attention, has been stressed out. Radioactive waste problem grows up, as much because of big quantities of exhausting gasses, that much because of their storing location problems.

**Key words:** Canada, waste, dangerous waste, dioxin, radioactive waste, removing.

### Uvod

Kanada se poput mnogih razvijenih industrijskih zemalja suočava sa sve većim problemom efikasnog uklanjanja otpada, komunalnog i industrijskog. Otpad se kategorizira ovisno o nekoliko faktora (izvor ili porijeklo otpada, način obrade, utjecaj na okoliš) u tri osnovne kategorije:

1. kruti otpad koji se sakuplja u domaćinstvima i industriji te zahtijeva uklanjanje u spalionicama ili odlaganje na deponijama
2. tekući mulj je otpadna tvar iz domaćinstva i procesa industrijske proizvodnje i kao takav razlikuje se od otpadnih voda
3. opasni otpad nalazi se u sva tri agregatna stanja (krutina, tekućina, plin) i uzrokuje opasnost za zdravlje ljudi i drugih živih organizama putem svojih toksičnih, radioaktivnih, zapaljivih ili infektivnih svojstava.

Prema podacima kanadskog ureda za upravljanje otpadom (1990. g.) procjenjuje se da godišnje u zemlji nastane više od 32 milijuna tona krutog otpada. Trećina toga, ili 10 milijuna tona (10,1 mil. t./g.) odnosi se na komunalni otpad.

Najveće količine nastaju u dvije najnaseljenije i najrazvijenije provincije: Ontario - 3,4 milijuna t/g. i Quebec 2,9 milijuna t/g. (tabela 1).

Tabela 1 Količine otpada u Kanadi prema provincijama

PROVINCIJE	STANOVNIŠTVO 1990. g.	PROIZVEDENO OTPADA t/g.	% OD ukupnog	KOLIČINE OTPADA st./god./t.
NEW FOUNDLAND	537 000	269 778	2,66	0,47
PRINCE EDWARD ISL.	130 800	51 520	0,51	0,39
NOVA SCOTIA	895 400	361 889	3,56	0,40
NEW BRUNSWICK	722 900	321 889	3,17	0,45
QUEBEC	6 776 000	2 965 011	29,21	0,44
ONTARIO	9 765 100	3 438 706	33,87	0,35
MANITOBA	1 089 100	397 150	3,91	0,36
SASKATCHE- WAN	996 400	409 096	4,04	0,41
ALBERTA	2 478 400	882 697	8,70	0,36
BRITISH COLUMBIA	3 140 300	1 023 384	10,08	0,33
YUKON	26 000	8 456	0,08	0,33
NORTHWEST TERRITORIES	54 000	21 698	0,21	0,40
UKUPNO	26 647 400	10 151 221	100,00	0,38

Izvor: Statistic Canada, 1994.

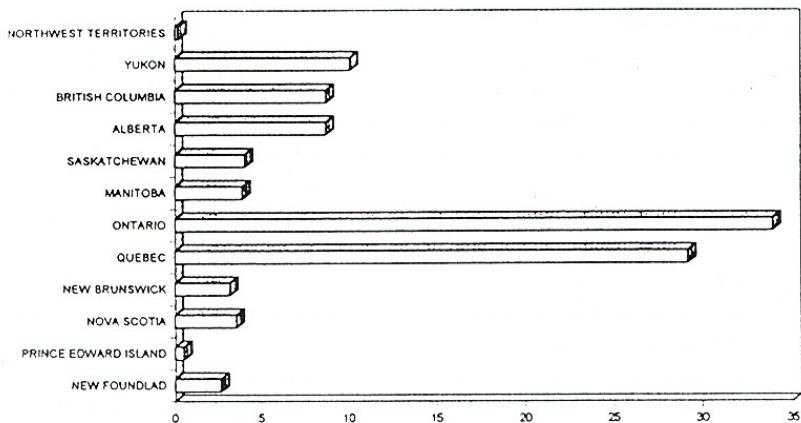
U prosjeku svaki stanovnik Kanade godišnje proizvede 0,38 tona komunalnog otpada. Najveće količine produciraju stanovnici istočnih provincija: New Foundland (0,47 t/g.), New Brunswick (0,45 t/g.) i Quebec (0,44 t/g.). Veće količine otpada nastaju u manjim gradskim naseljima (manje od 10 000 stanovnika), dok su količine otpada u naseljima sa više od 50 000 stanovnika manje od kanadskog prosjeka.

Ovisno o fizikalnim i kemijskim svojstvima otpada kanadski je Statistički ured predložio klasifikaciju otpada u četiri osnovne kategorije:

1. organski otpad čine nehlapljive organske tekućine, hlapljive organske tekućine, plastika, guma, sintetička vlakna, masti, ulja i organski otpad, tvari biološkog porijekla, drvo i sličan otpad - kore i piljevina, otpad iz tvornice - hrana i poljoprivredni otpad, papir, životinjske tvari, prirodna vlakna, kanalizacijski mulj, i ostali organski otpad;
2. anorganski otpad uključuje metale, radioaktivni otpad, neradioaktivni otpad, plinoviti anorganski otpad, spojeve dušika, fosfora, sumpora, minerale i mineralne tvari, radioaktivni i neradioaktivni pepeo, čađu, te ostali anorganski otpad.;
3. miješani otpad ubraja otpad iz transportnog voznog parka, otpad strojeva i alata, te namještaja;
4. otpadnu energiju čine buka, toplina, te elektromagnetska radijacija.

Ontario je industrijski najrazvijenija i najnaseljenija kanadska provincija u kojoj je tijekom 1989. godine nastalo više od 4 milijuna tona komunalnog i 5,4 milijuna tona otpada iz industrije i III. sektora. Glavnina tog otpada rješava se

odlaganjem na 1 400 odlagališta, no stanje je poprilično ozbiljno obzirom da je više od 40 % kapaciteta odlagališta popunjeno.



Sl. 1 Udio kanadskih provincija u godišnjoj produkciji otpada (u %)

Fig. 1 The Canadian provinces share in annual waste production (%)

Recikliranje otpada odvija se još uvijek u skromnim mjerilima, te se samo 206 000 tona komunalnog i 280 000 tona industrijskog otpada obrađuje procesima recikliranja, obnove, odnosno regeneracije. Najveći proizvođači otpada u Ontariu su građevinska industrija s 29,9 % od ukupne količine otpada, ili 1,6 milijuna tona, uslužne djelatnosti s 21,5% odnosno s 1,1 milijun tona. U prerađivačkoj industriji na prvom je mjestu prehrambena s 8,7 % (468 000) tona, metalna s 5,8% (310 000), te strojarska s 4,8 % (255 000), v. tab. 2.

Otvorenost državnog teritorija Pacifiku, Arktiku i Atlantiku omogućila je Kanadi da u što većoj mjeri počinje koristiti metodu uklanjanja otpada deponiranjem na dna oceana. Za ovakav tip uklanjanja potrebne su posebne dozvole, kojih je Kanada tijekom 1991/92. g. izdala ukupno 225 i tako je uklonjeno ukupno 5,8 milijuna tona otpada, v. tab. 3.

Glavninu takvog načina uklanjanja čini otpad muljevitog sadržaja (4,8 milijuna tona). Otpad se uklanja odlaganjem u čelične kontejnere koji se polažu na dno oceana. Najveći dio otpada polaže se na područje Atlantika (30,3%), te Pacifika-Yukona (62,0%), što je i razumljivo obzirom na koncentraciju industrije, ribarstva i brodogradnje u provincijama Ontario, Quebeca, te British Columbie.

Tabela 2 Količine otpada nastale u industriji Ontaria 1987-1989. g.

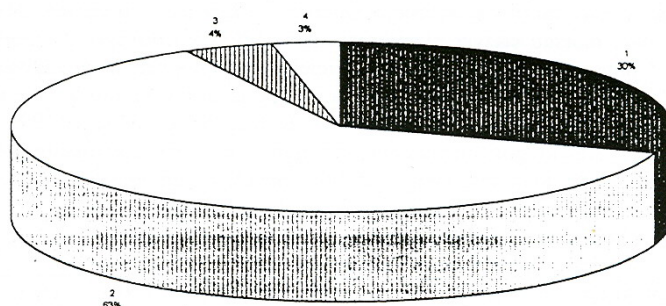
INDUSTRIJA	1987.		1989.	
	u tis. tona	%	u tis. tona	%
Poljpriv. šumarstv. ribarstvo	62	1,2	75	1,4
Rudarstvo	-	-	-	-
Prehramb. industrija	440	8,5	468	8,7
kožna, gumarska	135	2,6	135	2,5
tekstilna	35	0,7	38	0,7
drvena	27	0,5	25	0,5
ind. namještaja	73	1,4	74	1,4
ind. papira	80	1,5	80	1,5
grafička	38	0,7	42	0,8
metalna	278	5,36	310	5,8
strojarska	50	1,0	49	0,9
prometna	250	4,8	255	4,8
proizvodnja energije	82	1,6	81	1,5
proizv. nemetalnih minerala	60	1,2	59	1,1
kemijska	66	1,3	61	1,1
ostala potrošačka industr.	30	0,6	34	0,6
duhanska	-	-	-	-
građevinska	1487	28,7	1601	29,9
uslužne djelatnosti	1140	22,0	1155	21,5
el. energija i plin	33	0,6	28	0,5
ostali izvori	822	15,8	791	14,8
UKUPNO	5188	100,0	5361	100,0

Izvor: Ontario Ministry of Environment, Toronto 1991.

Tabela 3 Regionalni udio uklanjanja otpada postupkom deponiranja na oceanska dna 1991-92.

VRSTA otpada	ATLANTIK		PACIFIK YUKON		QUEBEC		SJEVERO- ZAPAD		KANADA UKUPNO	
	broj dozvola	količine u tonama	1	2	1	2	1	2	1	2
muljeviti	34	1632410	19	2749500	29	252200	4	196300	86	4830410
ribarski	124	137177	-	-	1	70	-	-	125	137247
rudarski	-	-	4	864500	-	-	-	-	4	864500
brodski	4	686	3	659	-	-	-	-	7	1345
gipsani	-	-	1	6500	-	-	-	-	1	6500
kruti	2	2100	-	-	-	-	-	-	2	2100
UKUPNO	164	1772373	27	3621159	30	252270	4	196300	225	5842102
% od ukupnog		30,3		62,0		4,3		3,4		100,0

Izvor: Environment Canada, Ottawa, 1992.



Sl. 1 Odlaganje otpada u moru, prema regijama: 1 Pacifik-Yukon, 2 Atlantik, 3 Quebec, 4 Sjeverozapad

Fig. 1 The waste removing inside the sea: 1 Pacific-Yukon, 2 Atlantic, 3 Quebec, 4 Northwest Territories

### Opasni otpad

Danas se u Kanadi koristi više od 35 000 različitih kemikalija, od industrije do domaćinstava. Neke od njih su posebno opasne, te u dodiru s ljudima mogu uzrokovati ozbiljna oštećenja organizma. Kao posebno opasna izdvojena je grupa organoklorida: DDT, PCBs, dioksini i furani. Razlog tomu je njihova dugotrajna prisutnost u okolišu, te sposobnost akumulacije u tkivima živih organizama, što je uzrokom trajnih deformacija i bolesti. Dioksini su ocijenjeni kao potencijalno najtoksičnije antropogene supstance. Uzrokuju promjene u određenim hormonima - testosteronima, promjene tolerancije glukoze i promjene u stanicama imunološkog sistema. Izloženost 2, 3, 7, 8 - T C D D-u (tetraklorinatni dibenzo-p-dioksin) najtoksičnijem od svih dioksina povećava rizik od sarkoma kostiju, raka dišnih puteva, te non Hodgkinsova limfoma. U svijetu se proizvodi više od 11 000 različitih organoklorida. Većina hlapljivih spojeva - klorofluorokarbonati (CFC s) i neka otapala prodiru u više slojeve atmosfere gdje razaraju ozonski sloj.

Manje hlapljivi spojevi evaporiraju sporije. Imaju sposobnost cirkulacije zrakom tisuće kilometara prije nego se deponiraju u rijeke, jezera, mora, biljke ili tlo. U velikoj se mjeri i često deponiraju u hladnim područjima. Taj fenomen "globalne destilacije" faktor je neočekivano visoke koncentracije organoklorida u zraku, morskoj vodi, planktonima, životinjama i ljudima arktičkog područja.

Kanadski Inuiti na području Quebeca koriste se u prehrani najvećim dijelom ribe i morske sisavce. Izmjerene razine PCB-a i dioksina u mlijeku za dojenje 3,5 puta veće su kod Inuita nego u cjelokupnoj populaciji žena Quebeca. Od 1988. g., kada je iz proizvodnje papira i pulpe izbačeno klorno bjelilo, razina dioksina (2, 3, 7, 8 - T C D D) smanjila se sa 361,0 (1988. g.) na 12,3 (1992. g.) T E Q gr./god. U Kanadi godišnje nastane 6 milijuna tona opasnog otpada, a u to je uključeno i 138 000 tona izvezenog i 144 000 tona uvezenog otpada.

Tabela 4. "Vruće točke" opasnog otpada

LOKACIJA	VRSTA ONEČIŠĆENJA
Hodgewater Line, Nfd	kontaminirano tlo PCBs-om i teškim metalima
Five Island Lake, N. S.	kontaminirana pitka voda PCBs-om
Rogersville, N. B.	kontaminirana pitka voda industrijskim otpadnim uljima
Drummond, N. B.	tlo i podzemna voda kontaminirana naftnim proizvodima
Harvey Station, N. B.	tlo i podzemna voda kontaminirana naftnim proizvodima
Trois Ruisseaux, N. B.	komunalni izljevi kontaminirani prolivenim mazutom
Weldon, N. B.	kontaminirano tlo usljed istjecanja ulja iz cisterni
Upper Aboujagne, N. B.	zagađena pitka voda zbog gorenja cisterni benzina
Baie St. Anne, N. B.	zagađeni komunalni otvori hidrokarbonatima
Welsdorf, N. B.	zagađeno tlo i podzemna voda - stara benzinska crpka
St. Jean-sur Richelieu, Que	zagađeno tlo olovnim baterijama
Montreal, Que	zagađeno tlo industrijskim otpadom
Dorval, Que	zagađeno tlo teškim metalima
Mercier, Que	otpasni otpad – odlagalište
Fontainebleu, Que	sanirani rudnik
St.-Amable, Que	spalionica guma - sanirano
Ste.-Marie-Salomee, Que	kontaminirana voda odlagalištem industrijskog otpada
Ste.-Julie, Que	kontaminirana podzemna voda industrijskim otpadom
St.-Gedeon de Beauce, Que	zagađena pitka voda otpadnim bojama
St.-Constant, Que	čišćenje zagađenog tla
Hagersville, Ont	spalionica guma u sanaciji
Smithville, Ont.	tlo i podzemne vode kontaminirani su PCBs-om
Rednersville, Ont.	odloženo je 170 bačava sa otpadnim otapalima
Deloro, Ont.	kontaminirana podzemna voda arsenom iz rudnika
Calgary, Alta	kontaminirano tlo
Cayley, Alta	kontaminirano tlo sredstvima za zaštitu drva
Hartell, Alta	kontaminirano tlo i podzemna voda hidrokarbonatima
Yukon	kontaminirano tlo PCBs-om

Izvor: Environment Canada, Ottawa 1993.

Za 78% izvezenog otpada primjenjuje se postupak konačnog uklanjanja na odlagalištima ili u spalionicama, dok se samo manji dio 22% podvrgava procesu recikliranja. Deponiranje opasnog otpada uzrokuje brojna onečišćenja tla, voda i zraka teškim metalima, otpadnim uljima i PCBs-om. Analiza stanja na 28 najkritičnija odlagališta koji su određeni kao "vruće točke" opasnog otpada pokazala je kontaminaciju tokova podzemne vode, tla, te pitke vode upravo ovim otpadom. Najveći dio vrućih točaka lociran je u istočnom dijelu države u provincijama New Brunswick, Quebec i Ontario, v. tab. 4.

## Radioaktivni otpad

Jedan od najakutnijih problema tiče se sigurnog uklanjanja i pohranjivanja radioaktivnog otpada. Što je radijacija?

Većina atoma je stabilna, no oni koji nisu stabilni konstantno emitiraju energiju. Ta energija je radijacija i ima oblik alfa, beta ili gama zraka. Alfa zrake ne mogu prodirati daleko pa ih se može zaustaviti komadom papira ili sa nekoliko milimetara zraka. Beta zrake mogu se zaustaviti s nekoliko centimetara drva, dok gama zrake prodiru daleko i jedino ih zaustavlja sigurna gustoća posebnih materijala (armirani beton) ili voda. Uranijum je prirodni radioaktivni element sa trajanjem više od milijardu godina. Ima brojne različite izotope od kojih su neki sposobni za fisiju, proces u kojem teški nukleusi atoma urana apsorbiraju neutron i cijepaju se u brojne manje dijelove oslobađajući energiju. Cijepanjem atoma uranija nastaju brojni radioaktivni dijelovi podijeljeni u dvije grupe: actinidi i produkti fisije. S početkom nuklearne reakcije broj i količina fisijskih produkata se povećava. CANDU (CANada's Deuterium Uranium) punjen je uranijevim dioksidom ( $UO_2$ ) koji se dobiva rafiniranjem iz prirodne uranove rude.

Istrošeno gorivo uklanja se nakon 18 mjeseci, no još je uvijek intenzivno radioaktivno. Sat vremena po uklanjanju ono gubi više od 60% svoje radioaktivnosti, ali preostali produkti fisije imaju visoku probojnost. I nakon godine dana čovjek može primiti letalnu dozu radijacije u roku od 10 minuta.

Radioaktivni otpad dijeli se u dvije kategorije:

1. niskoradioaktivni otpad koji nastaje tijekom procesa izgaranja, nuklearnih istraživanja, te radioizotopi nastali u tijeku komercijalne proizvodnje.
2. visokoradioaktivni otpad, odnosno istrošeno nuklearno gorivo.

Ovisno o vremenu nastanka niskoradioaktivni otpad (N R O) obuhvaća tri glavna izvora nastanka:

1. sadašnji izvori odnose se na generatore koji produciraju otpad
2. historijski otpad uključuje otpad nastao u periodu 1930-1950. g. u procesu prerade uranija i radija
3. budući izvor otpada

U Kanadi je pohranjeno (do 1993. g.) 1,3 milijuna  $m^3$  N R O od čega se 90% odnosi na historijski otpad. Ovakvim se otpadom do sada postupalo uglavnom na neprimjeren način, bilo odlaganjem na gradska smetlišta, ili na slobodne površine (Port Hope, Ontario).

Sadašnji izvori N R O-a sadrže radionuklide iz procesa nuklearne fisije, te im je razina radioaktivnosti viša nego kod historijskog otpada. Za adekvatno uklanjanje tog otpada koriste se materijali poput armiranog betona. N R O nastaje u 20 NE i istraživačkih laboratorija A E C L-a. Sav je otpad pohranjen na lokaciji Ontario Hydro Bruce Nuclear Power Development, ili u AECL-ovu laboratoriju u Chalk Riveru.

Ontario Hydro je tijekom 20 godina uskladištio NRO iz svoje tri elektrane na lokaciji Bruce, 200 kilometara sjeverozapadno od Toronto. Objekti su građeni s rokom trajnosti 50 godina. AECL je izradila nekoliko studija kako na najadekvatniji način odložiti otpad. Jedan od tih projekata je IRUS (Intrusion Resistant Underground Structure) koji predviđa mogućnost pohranjivanja otpada i do 500 godina. Objekt će biti postavljen u podzemlje, te nadsvođen armiranobetonskim pokrovom u slojevima pijeska.

### Visokoradioaktivni otpad (V R O)

Istrošeno nuklearno gorivo određuje se u Kanadi kao VRO. Ovakvo je gorivo intenzivno radioaktivno i mora biti pohranjeno ispod najmanje 3 metra vode kako bi se spriječila radijacija. Vodeno pohranjivanje glavna je metoda skladištenja istrošenog goriva. Znanstvenici su istražili i druge mogućnosti uklanjanja otpada, poput pretvaranja radioaktivnog otpada u svjetlosilikatno staklo koje se zatrpava u zemlju. 1975. g. pronađena je suha metoda pohranjivanja po kojoj se istrošeno gorivo odlaže u zaštićene košare obložene čeličnim oklopom. Obje metode, i vodeno i suho pohranjivanje, samo su privremeno rješenje.

Program upravljanja nuklearnim otpadnim gorivom temelji se na istraživanju geoloških, geotehničkih i geofizičkih aspekata odlaganja u Kanadskom štitu. To je stabilna tektonska masa kojoj se glavna orogeneza nije dogodila već 2,5 milijarde godina. Mogućnost mobilnosti podzemne vode bitno je smanjena uslijed slabe poroznosti i permeabilnosti. Uzrok tome je veliki volumen stijena plutonija za koje se vjeruje da se nalaze u štitu. Štit zaprema veliki dio zemlje i samim tim daje mogućnost za odabir velikog broja lokacija. Procjenjuje se da je za pohranjivanje 190 000 tona otpada na dubini 500-1 000 metara potrebno 4 km<sup>2</sup> površine sa 480 prostorija za odlaganje.

Istrošeno gorivo pečati se u kontejnere izrađene od titanijuma i otporne na koroziju. Spremnici se polažu u prostoriju koja se potom pečati armiranobetonskom nepropusnom pregradom. Znanstvenici simuliraju stanje u komori, geosferi i biosferi kako bi se predvidjele reakcije na buduće događaje u normalnim i izvanrednim operativnim okolnostima. Komora uključuje ispitivanje otpada, kontejnera, materijala za zaštitu kontejnera i oblaganja komore. Širenje kontaminacije iz komore u okolnu geosferu ispituje se simulacijom korozije kontejnera, oslobađanjem kontaminacije iz kontejnera i njihovo širenje kroz zaštitni sloj. Model geosfere simulira kretanje podzemne vode kroz stijene koje okružuju komoru, transport onečišćenja u podzemnu vodu i širenje na površinu lokacije. Biosfera se simulira modelom koji uključuje transport kontaminacije unutar ionosfere kroz površinu, tlo, zrak, biljke i životinje.

### Zaključak

Poput mnogih razvijenih industrijskih zemalja i Kanada se suočava sa sve rastućim problemom efikasnog uklanjanja otpada. Od 10,1 milijuna tona komunalnog otpada koliko godišnje proizvede stanovništvo države najveći dio nastaje na području najnaseljenijih i najrazvijenijih provincija; Ontaria i Quebeca. Ove dvije provincije nosioci su i glavnine industrijskog otpada, najvećim dijelom nastalog u građevinskoj, prehrambenoj, metalnoj, strojarskoj industriji i III. sektoru.

Kanada je značajan činilac u degradaciji i onečišćenju okolnog mora opasnim otpadom, budući da se više od 5 milijuna tona otpada iz industrije godišnje deponira polaganjem spremnika s otpadom na oceanska dna, i to na području Pacifika-Yukona i Atlantika. Poseban problem je uklanjanje, trajno i sigurno, radioaktivnog otpada. Dio tog otpada još se uvijek nalazi pohranjen u skladištima unutar NE.



Kao efikasno rješenje izdvaja se mogućnost njegova odlaganja u prekambrijske slojeve Kanadskog štita na dubinama većim od 500 metara. U posljednjih se nekoliko godina Kanada nastoji osloboditi proizvoda koji su potencijalno značajni izvori najtoksičnijih spojeva dioksina. Tako je iz sistema vodoopskrbe izbačen sistem vodovodnih cijevi izrađenih od P V C-a. Dakako da proizvodnja nije stala. Isti se proizvodi izvoze kao jeftini i trajni u zemlje u razvoju.

#### LITERATURA I IZVORI

- Environment Canada, Canadian Environmental Protection Act, Report for the Period April 1991 to March 1992, Ottawa, 1992.
- Environment Canada, Reported in the Ottawa Citizen, Pollution's Deadly Legacy, p. B4, March 28, 1993.
- Fawcett, R. (1993.): Low Level Radioactive Waste Management, Library of Parliament, Ottawa, November 1993. g.
- Ontario Ministry of Environment, The Physical and Economic Dimensions of Municipal Waste Management in Ontario, Toronto, 1991.
- Statistic Canada, Human Activity and the Environment, Ottawa 1994.

## SUMMARY

### **Željka Šiljković: The Problem of the Waste Management in Canada**

As many developed countries, Canada confronts an increasing problem of effective waste removing. Some 10,1 million tone of communal waste has been produced by the whole country population. A great deal of it comes from most inhabited and most developed provinces: Ontario and Quebec. These two provinces are main producers of industrial waste too. This one is related by building, food, metal and machine industry, as well as the tertiary sector.

Canada is among well stressed factors in degradation and pollution processes that characterise surrounding seas by the dangerous waste. More than 5 million tones of the industrial waste in a year have been laid aside in containers on the oceanic bottoms, mostly Pacific-Yukon and Atlantic ones. Secure and durable removing of radioactive waste has been a special problem. One part of it still waits in Nuclear Power Stations stores. As an effective solution appears the possibility of storing radioactive waste inside at least 500 meters deep Precambrian sediments of Canadian Shield. In last few years Canada tries to eliminate some products that are the most expressed dioxin chemical sources. The PVC water supply infrastructure has been thrown out. Of course, the PVC production didn't stop. As very cheap and lasting products, PVC materials have been exported to the Third World countries.