

ВЛАДАН ДУЦИЋ
СНЕЖАНА ЂУРЂИЋ*

СТАЊЕ И ДИНАМИКА ОЗОНСКОГ ОМОТАЧА ЗЕМЉЕ СА ОСВРТОМ НА МОНТРЕАЛСКИ ПРОТОКОЛ

Садржај: У раду је приказана анализа стања и динамике озонског омотача Земље на основу најновијих резултата сателитских мерења и процењене емисије загађујућих материја. На основу тих резултата урађен је и покушај објашњења евентуалних узрока динамике озонског омотача. Истовремено, рад обухвата анализу активности и мера које су предвиђене међународним документом (Монтреалски протокол) о контроли супстанци које оштећују озонски слој.

Кључне речи: антропогени хлор, природни фактори, озонски омотач, динамика озонског омотача, Монтреалски протокол.

Abstract: The paper presents the analyses of the condition and dynamics of Earth's ozone layer on the base of the latest satellite measurements and estimated results of the pollutants emissions. On the basis of those results it presented an attempt of explanation of the ozone layer dynamics by prospective causality. Furthermore, paper work contents analyses of activities and measures that are provided by international document known as *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*.

Key words: anthropogenic chlorine, natural forcing, ozone layer, ozone layer dynamics, Montreal Protocol.

Увод

Последњих година у јавности се доста говори о озонском омотачу и његовом оштећењу. У први план се ставља емисија загађујућих материја од стране људских активности, пре свега, емисија материја које садрже хлор (CFC, HFC, HCFC). Лабораторијски експерименти су показали да набројане материје могу да оштете озон.

Озон (O₃) је гас који представља алотропску модификацију кисеоника. За разлику од кисеоника кога у атмосфери има 21%, озона има само 0,6 ppm, при чему је његова највећа концентрација у стратосфери, на висинама од 12 до 45 km изнад Земљине површине. Озон у стратосфери настаје доминантно под утицајем UV зрачења са Сунца. Као што је познато, озонски омотач апсорбује значајан део UV зрачења са Сунца, спречавајући његово продирање до нижих слојева атмосфере (осим нискоенергетске компоненте UV-A која продира до Земљине површине).¹

За разлику од стратосферског озона, озон у тропосфери представља секундарну загађујућу материју насталу као производ фотохемијских реакција између једињења азотових оксида (NOx) и испарљивих органских супстанци. Доказано је да у концентрацијама од 80 ppb тропосферски озон има штетно дејство на вегетацију и људско здравље, као и да је посебно у урбаним условима, његова концентрација у

* Др Владан Дуцић, доцент, Географски факултет, Студентски трг 3, 11000 Београд.

Мр Снежана Ђурђић, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3, 11000 Београд.

¹ UV зрачење састоји се од нискоенергетског UV-A (320-400 nm), средњеенергетског UV-B (280-320 nm) и високоенергетског UV-C (200-280 nm) дела спектра.

сталном порасту (McKendry, Lundgren, 2000). Негативно дејствог приземног озона на вегетацију манифестује се кроз инхибицију хлорофила и самим тим успорен процес фотосинтезе и раста биљака (Chang, Terwilliger, 2000).

Полазећи од значаја озонског омотача за живот на Земљи, у овом раду смо хтели да прикажемо најновије резултате сателитских мерења стања стратосферског озона на нашој планети. У раду ће бити изложени резултати усмерени на утврђивање узрока савремене динамике озонског омотача, као и могућа еволуција те динамике према актуелним трендовима.

Савремене емисије загађујућих материја и стање озонског омотача

Последњи званични извештај UNEP/WMO посвећен овој проблематици објављен је 2002. године (www.unep.ch/ozone/unepwmo-sa2002.shtml). На седмој страни извештаја стоји, између осталог, да концентрација загађујућих материја које оштећују озонски омотач, сведене на еквивалент хлора, наставља да пада. „Средином 2000. године еквивалент озонског хлора у тропосфери био је приближно 5% нижи од врха забележеног у периоду 1992-1994.” Осим тога, и процена животног века угљен-тетрахлорида је смањена за 25%.

Из наведених података се види да се загађење атмосфере супстанцама које оштећују озон смањује, као и да је њихово удаљавање из атмосфере брже него што се раније процењивало. Слично се наводи и у извештају ЕЕА (European Environmental Agency) (www.personal.ceu.hu/departs/envsci/soe/sh/problems/climstat.htm): „Глобална годишња производња супстанци које уништавају озон, опала је за 80-90% у односу на максималан ниво”.

Према подацима (Raven, Berg, 2001), такође се види да је емисија CFC-а од 1985. године значајно опала (за 93,9%) и да је на крају анализираних периода 1997. године била тек незнатно већа него на почетку.²

Табела 1. Процењене вредности светске годишње производње CFC-а (1950-1997).

Год.	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997
CFC (мет. т)	41,19	83,87	149,14	312,89	559,24	695,04	767,84	917,29	658,33	145,61	56,52

Извор: Alternative Fluorocarbons Environmental Acceptability Study, (Raven, Berg, 2001).

На основу података које даје UNEP (www.unep.org/ozone/faq-science.shtml) највећи део хлора у атмосфери је последица људских активности. Хлор из природних извора (океани и вулкани пре свега) бива спиран атмосферским падавинама и не задржава се дуго у атмосфери. За разлику од тога, хлор настао антропогеним емисијама загађујућих материја је у великој мери инертан и дуже време се задржава у атмосфери. Антропогене емисије хлора и знатно мањи део емисија исте супстанце из природних извора, практично су одговорни за највећи садржај хлора у стратосфери.

Међутим, на основу увида у садржај www.mitosyfradues.8k.com/INGLES-2/AmazingOzone.html види се да постоје и другачији прорачуни које даје Ferreyra E. Наиме, он тврди да Сунце произведе 100 милијарди тона озона годишње. С друге стране, емисија CFC-а износи 11 милиона тона, од чега у природи остаје око 1%, односно 110.000 тона. Садржај хлора из CFC-а који остаје у атмосфери износи 7.500 тона годишње. Даље развијајући прорачун, он тврди да је потребно око 29 милијарди тона CFC-а за разарање 10% озона годишње, односно да је потребно 3,7 милиона година за разарање поменутих 10% озона.

² CFC – хлорфлуороугљоводоници су доминантне загађујуће материје које садрже хлор и користиле су се у хемијској индустрији.

Разматрајући удео природних извора у емисији хлора Ferreuga E. (www.mitosyfradues.8k.com/INGLES/Cloro.html) наводи да океански екосистеми доприносе са 5 милиона тона хлора годишње, сагоревање биомасе 8,4 милиона тона, вулканске ерупције 36 милиона тона, испаравање са океанске површине 600 милиона тона. Дакле, укупна продукција из природних извора износи 650 милиона тона, што је значајно више од процењене антропогене емисије.

Према www.ucsusa.org у периоду од касних 1960-их година на основу сателитских и приземних мерења може се закључити да је на северној хемисфери у периоду зима – пролеће био присутан силазни тренд озона од приближно 6% по декади, док је у периоду лето – јесен (1979-1994) он износио 3% по декади. Сезонске разлике су мање изражене на јужној хемисфери, али је и тамо забележен силазни тренд од 4-5% по декади. Само у тропском појасу (20° с.г.ш. - 20° ј.г.ш.) није било статистички значајног губитка озона. У извештају UNEP/WMO се, слично претходном, наводи да нема значајног тренда промене дебљине озонског слоја између 25° с.г.ш. - 25° ј.г.ш. као и да се његове декадне варијације мењају приближно у фази са једанаестогодишњим циклусом сунчевих пега. Занимљиво је, да би на основу података које даје Ellsaesser H., (1993), екваторијална област, која је наравно део тропске области, требало да буде прво место где би очекивани губици озона под утицајем хемијског разарања могли да буду регистровани.

По извештају UNEP/WMO глобални озонски омотач је у петогодишту 1997-2001. био за 3% тањи него што је износила његова просечна вредност у периоду 1964-1980. Међутим, на страни 12 се каже: „Од почетка систематског осматрања, најнижа годишња средња глобална вредност била је у периоду 1992-1993. (око 5% нижа него његова средња вредност пре 1980. године)”. Из овога се може наслутити да је минимална вредност дебљине озонског слоја прошла, као и да се он последњих година обнавља. То се може видети и на званичном сајту NASA (www.theozonhole.com/nasa7292003.htm), где се под насловом: „Осматрања NASA потврђују очекивани опоравак озонског омотача” износе најновији подаци сателитских мерења озона.

Добијени резултати истраживања

У покушају да сагледамо савремене трендове озона, као и евентуалне могуће узроке његове динамике, користили смо податке које даје Johnston R. (2004) (www.johnstonsarchive.net/environment). Наиме, он је сакупио податке из више званичних извора (NASA, CDIAC и др). Захваљујући његовом труду, јавности су доступни подаци о стању озонског омотача и концентрацијама антропогено продукованог хлора за континуирани низ од 1958. године.

Анализом табеле 2, може се закључити да је максимална вредност дебљине озонског омотача забележена 1970. године (303,1 DU), док је минимум забележен 1964. године (281,5 DU). То значи, да се концентрација озона мењала у широким границама и знатно пре суштинског повећања концентрације хлора. Секундарни максимум концентрације озона од 300,6 DU забележен је 1979. године, и та година се најчешће помиње као почетна у тумачењима истањивања озонског омотача. Посматрање сегмента низа података за озонски омотач од 1979. године (секундарни максимум) до 1993. године (секундарни минимум), које се помињу у извештају UNEP-а, може створити нереалну слику „брзе пропасти” озонског слоја. Интересантно је навести да је апсолутно најнижа вредност забележена још 1958. године на француској станици на Антарктику (Dumont d'Urville) од 110 DU (Rigaud, Leroy, 1990).

Табела 2. Динамика дебљине озонског омотача, Волфовог броја и антропогеног хлора.

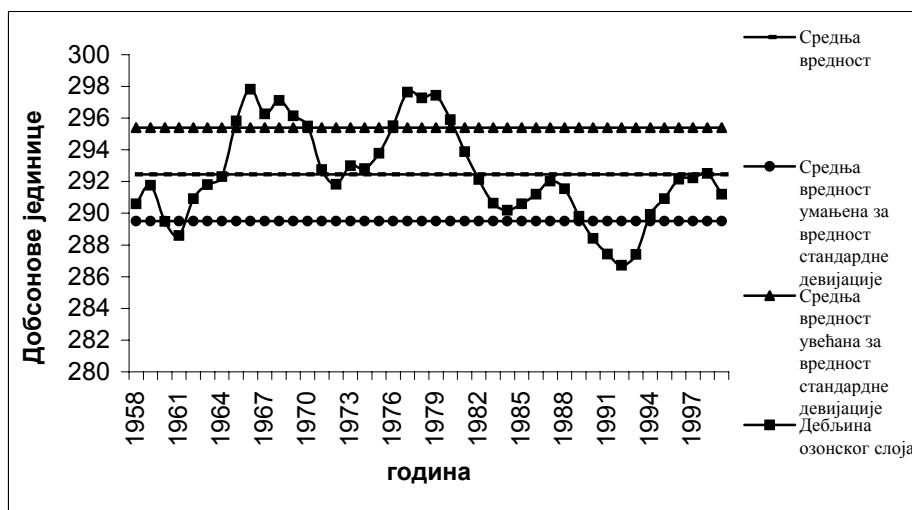
Година	О ₃ (Добсонове јединице - DU) ³	Волфов број	Антропогени Сl (ppt)	Покретна петогодишња		
				DU	Волфов број	Сl
1958	289.4	184.8	260	290.60	109.5	304
1959	292.9	159.0	280	291.76	78.12	328
1960	297.5	112.3	300	289.48	48.36	356
1961	288.5	53.9	320	288.60	28.92	388
1962	284.7	37.5	360	290.92	27.54	426
1963	295.2	27.9	380	291.80	38.80	468
1964	281.5	10.2	420	292.32	54.40	516
1965	293.1	15.1	460	295.82	73.46	570
1966	300.1	47.0	510	297.82	91.34	630
1967	289.1	93.8	570	296.26	95.26	698
1968	297.8	105.9	620	297.12	90.28	772
1969	299.0	105.5	690	296.14	76.70	856
1970	303.1	104.5	760	295.50	62.50	946
1971	292.3	66.6	850	292.76	44.70	1044
1972	293.4	68.9	940	291.82	33.90	1140
1973	292.9	38.0	1040	293.00	25.62	1236
1974	295.8	34.5	1140	292.82	36.50	1332
1975	289.4	15.5	1250	293.78	60.68	1424
1976	287.6	12.6	1330	295.52	88.50	1516
1977	299.3	27.5	1420	297.64	114.06	1600
1978	292.0	92.4	1520	297.28	131.74	1690
1979	300.6	155.4	1600	297.44	126.58	1778
1980	298.1	154.6	1710	295.90	104.68	1864
1981	298.2	140.4	1750	293.88	77.34	1950
1982	297.5	115.9	1870	292.12	51.94	2046
1983	292.8	66.6	1960	290.64	34.64	2134
1984	292.9	45.9	2030	290.20	41.36	2232
1985	288.0	17.9	2140	290.60	63.70	2336
1986	289.4	13.4	2230	291.20	88.64	2430
1987	290.1	29.4	2310	292.02	115.1	2526
1988	290.6	100.2	2450	291.54	128.08	2618
1989	294.9	157.6	2550	289.80	118.96	2686
1990	291.0	142.6	2610	288.42	93.42	2734
1991	293.5	145.7	2710	287.42	68.40	2766
1992	287.7	94.3	2770	286.72	40.98	2774
1993	281.9	54.6	2790	287.40	26.42	2762
1994	288.0	29.9	2790	289.92	28.36	2740
1995	286.0	17.5	2770	290.92	41.04	2712
1996	290.0	8.6	2750	292.14	61.46	2680
1997	291.1	21.5	2710	292.22	81.94	2646
1998	294.5	64.3	2680	292.52	98.98	2616
1999	293.0	93.3	2650	291.20	98.84	2588
2000	292.1	119.6	2610			
2001	290.4	111.0	2580			
2002	292.6	106.7	2560			
2003	287.9	63.6	2540			
просек	292.3	75.7		292.45	72.02	
ст. дев.	4.7 (1,6%)	49.7 (66%)		2.94	31.75	
кумулятивни пад	-1.20%	-4.75%				
прос. пад/ лин. тренда/ декада	-0.27%	-1.10%				

Извор: Johnston R. (2004)

³ Подаци се односе на појас 65° ј.г.ш. - 65° с.г.ш.

Мада праве линеарне везе нема, чињеница је да се година минималне дебљине озонског омотача 1964., када је забележена вредност од 281,5 DU, поклапа са секундарним минимумом Волфовог броја од 10,2. Ово одговара утврђеној, управо пропорционалној вези између Волфовог броја и дебљине озонског омотача, јер је сунчево UV зрачење у највећој мери одговорно за стварање озона. „Сунчево зрачење варира по добро познатим једанаестогодишњим циклусима. Осматрања у току више сунчевих периода (након 1960.) показују да глобални ниво озона варира за 1-2% од максимума до минимума у типичном циклусу” (www.unep.org/ozone/faq-science/).

Steinbrecht W. и др. (2003) су покушали да на основу глобалног распореда озона и температуре доње стратосфере дефинишу утицај појединих природних фактора на динамику озона, у периоду 1979-2001. Од спољних климатских фактора у стварању озона, најзначајнији је Волфов број, односно сунчева активност, код које при промени 2,5 К долази до пораста од 25 DU. Од спољних климатских фактора који разарају озон, највећи значај имају вулкани. Ерупција вулкана Монт Пинатубо (1991) је условила пораст температуре доње стратосфере за 3 К у нижим ширинама и пад концентрације озона од 40 DU у вишим географским ширинама. И према поменутом званичном извештају UNEP/WMO за 2002. годину (www.unep.ch/ozone/unepwmo-sa2002.shtml) на страни 14 се као секундарни фактор оштећења озонског омотача помињу јаке вулканске ерупције, као што је била ерупција вулкана М. Пинатубо 1991. године. Аутори извештаја изричито тврде да се: „период повратка концентрације вулканског хлорног аеросола на ниво пре ове вулканске ерупције наставио у најмању руку до 1999. године”! То је по свој прилици могао да буде доминантан узрок пада концентрације озона у првој половини и средином 1990-их година.



Графикон 1. Динамика дебљине озонског слоја на Земљи (по покретним петогодишњима).

На основу података из табеле 2, види се да је просечан пад концентрације озона у стратосфери по линији тренда у периоду 1958-2003. износио 0,27% по декади. Укупни „губитак”, односно кумулативни пад концентрације озона у поменутом периоду износи 1,2%. С обзиром да стандардна девијација низа износи приближно 1,6% јасно је да је тај пад још увек у границама уобичајених колебања. Није без значаја поменути да је и пад Волфовог броја у поменутом периоду приближно 1,1% по декади, односно 4,8% кумулативно, с обзиром на већ утврђену директну везу између сунчеве активности и стварања озона.

У табели 2 су такође дати подаци за покретне петогодишње периоде за дебљину озонског омотача, Волфов број и концентрацију антропогеног хлора. Из њих се види да је последњих пет година осматрања (1999-2003) дебљина озонског омотача чак нешто већа него на почетку осматрања (1958-1962) и то за 0,2%! Међутим, концентрација антропогеног хлора, који је практично најбољи показатељ антропогене деструкције озонског омотача је у истом периоду енормно увећана за 851,3%. Овај податак нас упућује на закључак да је улога антропогеног фактора у оштећењу озонског омотача, по свој прилици, пренаглашена.

Еволуција идеје о регулисању смањења антропогених емисија које могу да оштете озонски омотач и Монреалски протокол

Еволуција идеје о увођењу и спровођењу мера ограничења производње и коришћења супстанци за које је лабораторијски утврђено да разарају атмосферски озон датира од 1978. године, када је у САД као водећем светском кориснику CFC једињења забрањена њихова употреба (нпр. у антиперспирантима и осталим распршивачима).

Као последица интензивне кампање подстакнуте научним упозорењима о могућим антропогеним узроцима оштећења озонског слоја, 1985. године под покровитељством Уједињених нација, усвојен је документ познат као Бечка конвенција. Окосницу Конвенције чини забринутост да оштећење озонског омотача може проузроковати потенцијалне негативне биолошке ефекте услед промена у UV-B спектру, које се могу одразити на здравље становништва, али и промене у квалитету раста културних биљака, шумских екосистема, као и могуће поремећаје у производњи кисеоника у моринским екосистемима. Такође, овим документом је констатовано да је дошло и до модификације вертикалне расподеле озона, што може проузроковати ланчане поремећаје у хемији и физици атмосфере.

Две године касније, међународни званичници су постигли договор о усвајању документа познатог као Монреалски протокол о супстанцама које истањују озонски слој. До 2002. године чак 183 државе чланице Уједињених нација ратификовале су овај документ, а међу њима и наша држава. У првобитној верзији Протокола предвиђено је смањење CFC-а за 50% до 1998. године, да би се каснијим амандманима на овај документ (Лондон 1990, Копенхаген 1992, Монреал 1997. и Пекинг 1999. године) предвиделе стриктне мере ограничења производње CFC-а, које су, као што се из табеле 1 види, довеле до значајног пада његове производње. Протокол обавезује државе потписнице и на поштовање забране увоза и извоза контролисаних супстанци, чак и преко сарадње са државама које нису његове потписнице.

Имплементација Протокола довела је у привредно и економски развијеним државама до нове технолошке револуције у хемијској индустрији. Као замена за CFC једињења развијена је нова технологија производње и примене HFC (хидрофлуороугљеника) и HCFC (хидрохлорофлуороугљеника) једињења која не могу да оставе драматичне последице по стање озонског слоја. Међутим, њихово коришћење није у потпуности безопасно по стање атмосфере, јер је лабораторијски доказано да би HFC једињења могла утицати на пораст ефекта стаклене баште.

Протоколом је предвиђена етапна динамика престанка (смањења) производње загађујућих материја, при чему је као референтна јединица производње CFC-а одређена она из 1986. године. САД и остале високо развијене државе су закључно са 1996. годином скоро у потпуности престале са производњом и употребом CFC-а, угљеник-тетрахлорида и метил-хлороформа. Земљама у развоју допуштена је дугорочнија динамика у рестрикцији ових једињења (до 2005. године). Производња метил-бромида, који се још увек интензивно користи као сировина за пестициде и

фумиганте, ограничена је за развијене државе нивоом из 1995. године, при чему је потпуни престанак његове производње предвиђен за 2010. годину. Ово је посебно значајно јер економски најразвијеније државе учествују са 80% у укупној светској производњи овог једињења.

Монтреалским протоколом предвиђено је да државе потписнице документа могу трговати било којим делом прорачунатог нивоа дозвољених емисија са другим државама потписницама, уколико тај износ не прелази 0,25 kg *per capita* у односу на 1989. годину. Наведене чињенице, као и увођење посебног система опорезивања за производе који садрже материје које могу да оштете озонски омотач, пре свега CFC, довели су средином 1990-их година до постојања специфичног „црног” тржишта на простору САД. Према подацима које наводе Raven и Berg (2001), CFC једињења су представљала, после кокаина, највећи илегално увезени производ (из Русије, Кине и Индије) на територији Мајамија!

У научним круговима све присутнији су критички ставови о оправданости захтева постављених Монтреалским протоколом. Радикални став заузима Ferguа E. (www.mitosyfradues.8k.com/INGLES/Clogo.html) тако што сматра да је Нобелова награда за хемију 1995. године додељена Роуланду, Молини и Круцену за објашњење повезаности између истањивања озонског слоја и хемијских једињења као што су CFC мотивисана не научним, већ екополитичким интересима. Да би то можда могло бити тако, види се и из званичног образложења Нобеловог комитета у којем је између осталог истакнуто да је она додељена због: „Залагања за решење проблема животне средине који могу имати катастрофалне последице по човечанство”, што је представљало политички притисак без преседана на многе државе које до тада још нису ратификовале Протокол. Сличне ставове заступа и Фред Сингер који тврди: „Научна основа Монтреалског протокола који се базира на искључивању из употребе CFC-а је тешко одржива: подаци су сумњиви; статистичке анализе су погрешне; и сама теорија још увек није поуздано доказана” (www.sepp.org/ozone/holettruth.html). Осим научних и политичких притисака за имплементацију Протокола, подједнако значајни су и они економски мотивисани. Тако Benedick R. (1991) наводи да: „Протоколом нису прописана ограничења за она хемијска једињења чија технологија производње је најпогоднија за усклађивање циљева за очување животног окружења и економских интереса. Прописани су циљеви супституције производа који представљају синониме савременог начина живота, и поред тога што још увек нису развијене технологије за њихову производњу. То ће проузроковати милијарде долара нових улагања у међународну хемијску индустрију, као и промене на тржишту одговарајуће радне снаге.” Сингер Ф. даје процену објављену у мартовском броју часописа *Chemistry and Industry* (1994) (www.sepp.org/ozone/holettruth.html) да ће трошкови преласка на нове технологије свет коштати преко 250 милијарди \$!

Закључак

У раду је дат преглед стања савремене концентрације антропогеног хлора као водећег фактора који може да оштети озонски омотач, као и стање самог озонског омотача Земље на основу најновијих сателитских осматрања.

Иако у самој природи постоје значајни извори једињења хлора (вулкани пре свега), подаци о концентрацијама антропогеног хлора били су релевантни за приказану анализу. Показало се да се његова концентрација значајно повећала (851,3%), док је у истом анализираном периоду по покретним петогодиштима (1958-2003) дебљина озонског омотача била чак нешто већа него на почетку осматрања (0,2%). Овај податак нас упућује на закључак да је улога антропогеног фактора у оштећењу озонског омотача, по свој прилици, пренаглашена и да је улога сунчеве и

вулканске активности у динамици озонског омотача подцењена. На то указује и чињеница да је година примарног минимума дебљине озонског слоја истовремено и година секундарног минимума сунчеве активности, као и да је након великих вулканских ерупција (1982. и 1991. године) био забележен очигледан пад концентрације озона у атмосфери. На основу података који су добијени, а и на основу званичних извештаја неких институција (NASA) може се наслутити да је „озонски” минимум у стратосфери већ прошао.

Такође, имајући у виду чињеницу да је емисија CFC-а у периоду 1950-1997. опала за 93,9%, што је сигурно позитиван ефекат примене Монреалског протокола, као и да је концентрација антропогеног хлора од 1994. у паду, за очекивати је да претње по стабилност озонског омотача од стране људских активности нису реалне.

ЛИТЕРАТУРА

- Benedick R. (1991): **Ozone Diplomacy, New Directions in Safeguarding the Planet**, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Chang E., Terwilliger V. (2000): **The effects of air pollution on vegetation from a geographic perspective**, Progress in Physical Geography 24, 1, Arnold Publishers.
- Ellsaesser H., (1993): **Letter of comment to the Environmental Protection Agency**, Air Docket N°. A-92-13.
- McKendry I.G., Lundgren J. (2000): **Tropospheric layering of ozone in regions of urbanized complex and/or coastal terrain: a review**, Progress in Physical Geography 24, 3, Arnold Publishers.
- Raven P., Berg L. (2001): **Environment**, Third edition, Harcourt College Publishers, Orlando.
- Rigaud P., Leroy B. (1990): **Presumptive Evidence for a Low Value of the Total Ozone Content Above Antarctica in September, 1958**, *Annales Geophysicae*, Vol. 8, No. 11.
- Steinbrecht W. et all (2003): **Global distribution of total ozone and lower stratospheric temperature variations**, Atmospheric Chemistry and Physics, 3, 1421-1438, European Geosciences Union.
- The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer**, UNEP, 2000.
- The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer**, UNEP, 2001.
- www.johnstonsarchive.net/environment
- www.mitosyfradues.8k.com/INGLES/Cloro.html
- www.mitosyfradues.8k.com/INGLES-2/AmazingOzone.html
- www.personal.ceu.hu/departs/envsci/soe/sh/problems/climstat.htm
- www.sepp.org/ozone/holettruth.html
- www.theozonehole.com/nasa7292003.htm
- www.ucsus.org
- www.unep.ch/ozone/unepwmo-sa2002.shtml
- www.unep.org/ozone/faq-science.shtml

VLADAN DUCIĆ
SNEŽANA ĐURĐIĆ

Summary

A CONDITION AND DYNAMICS OF THE EARTH'S OZONE LAYER WITH ATTENTION ON THE MONTREAL PROTOCOL

The goal of our research is to present a condition of recent emission CFC, chlorine concentration in atmosphere, as well as condition of Earth's ozone layer and its dynamics. For those purpose is used results of official international institutions (NASA, CDIAC). It was appeared that the anthropogenic chlorine concentration has significant increase (851,3%), while in the same analyzed period by moving average values (1958-2003), a thickness of ozone layer was actually little bigger than on the beginning of observation (0,2%).

The paper presents that the year of first minimum of ozone layer thickness at the same time is a year of second minimum of solar activity, as well as after major volcanic eruptions (in 1982 and 1991) was recorded obvious decrease of ozone concentration in atmosphere. According to our results and official reports of some institutions (NASA) too, it can be portend that the ozone minimum in stratosphere was passed already.

Providing facts that the emission of CFC in 1950-1997 was decreased for 93,9%, which is certainly a positive effect of Montreal Protocol, as well as anthropogenic chlorine concentration since 1994 still decreased, it is for anticipation that threats for ozone layer stability caused by anthropogenic emissions are not realistic.