



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
CLUJ NAPOCA, 2018

## **CONTRIBUȚII LA CERCETAREA EMISIILOR DE CO<sub>2</sub> ÎN MANAGEMENTUL POLUĂRII MEDIULUI ȘI AL VIEȚII**

Lavinia ANDREI, Doru-Laurean BĂLDEAN

### **CONTRIBUTIONS TO RESEARCH OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS IN ENVIRONMENT POLLUTION MANAGEMENT AND LIFE**

The research paper outlines significant aspects, equipment and technologies for gas analyze and pollution reporting with carbon dioxide and some of the health issues. In the present study are analyzed some trends of a particular pollutant gas emission, namely the carbon dioxide and its relation with the environment. Carbon dioxide is concentrated in great amounts in the combustion gas polluted environment, with great exhaust gas emissions. The present study outlines the high importance of knowing and comprehending each effect of the pollutant and various correlations. The main objective of the present paper is to improve upon environment by developing and defining control of pollutant emissions. This research paper presents the monitoring possibility of carbon dioxide in specific conditions. To reach a high quality environment and healthier beings, it is necessary to make some strong arguments and to define methodologies for controlling dioxide emissions. It is very risky for environment to pollute the atmosphere, because it has a great impact on future evolution trend. The present paper shows the equipment and real measurements for internal combustion engines emissions. The present study enriches the know how in carbon dioxide anthropic emission management with devices and proper methods. It is an important problem to be solved in order to control and reduce carbon dioxide at a proper level for better life conditions working with trans-disciplinary methods.

Keywords: exhaust gases, carbon dioxide, environment, pollution, traffic  
Cuvinte cheie: gaze de eșapament, dioxid de carbon, mediu, poluare, trafic

## 1. Introducere

Dioxidul de carbon ( $\text{CO}_2$ ) a fost descoperit în anul 1638 de către medicul belgian Jean Baptiste van Helmont ca anhidridă carbonică iar ulterior, în 1750 de Joseph Black, ca dioxid de carbon. O moleculă este alcătuită dintr-un atom de carbon (C) și doi atomi de oxigen (O) prin legătură covalentă dublă. Se găsește liber în atmosferă și în apele carbogazoase. Se obține din arderea cocsului în exces de aer, descompunerea termică a calcarului, reacția carbonaților cu acizi. La 20- 25 °C este un gaz incolor, inodor, insipid, mai greu decât aerul și se lichefiază ușor. În atmosfera terestră este în proporție de aproximativ 0,04 %. La -78 °C este sub formă solidă iar în apă,  $\text{CO}_2$  este sub formă lichidă. Nu arde și nu întreține arderea. Este utilizat ca gheață uscată, obținerea sifonului, stingător de incendiu, pentru creșterea plantelor în sere, în acvarii pentru creșterea durității apei, obținerea unor carbonați. Are rol esențial în fotosinteză și respirație. Când  $\text{CO}_2$  este în cantitate mai mare în emisfera sudică, în cealaltă emisferă va fi în cantitate mai mică, respectiv invers. În ultimii 150 de ani, din perioada preindustrială până în prezent, concentrația de  $\text{CO}_2$  din atmosferă, respectiv oceane, s-a dublat [15].  $\text{CO}_2$  în atmosferă a crescut de la 280  $\mu\text{mol}/\text{mol}^{-1}$  în era preindustrială la 400  $\mu\text{mol}/\text{mol}^{-1}$  în prezent și continuă să crească [4]. Se estimează că în 2100  $\text{CO}_2$  atmosferic va ajunge la 900 ppm (părți pe milion) [10]. Această creștere este explicată prin desfășurarea activităților omului: arderea combustibililor fosili (70- 75 % din totalul emisiilor  $\text{CO}_2$ ), producțiile de ciment, defrișările extensive și necontrolate, arderile de lemn, eșapament (20- 25 %) și fermele de animale. Principala consecință negativă a acestui fapt este efectul de seră, cu creșterea temperaturii la nivelul solului. "Intergovernmental Panel on Climate Change" estimează că, în următorul secol, temperatura globală va crește cu 2,3÷4,3 °C. Odată eliminat în atmosferă,  $\text{CO}_2$  rămâne până la 100 de ani [15]. S-a constatat că temperaturile atmosferice crescute duc la creșterea emisiilor de  $\text{CO}_2$  și metan ( $\text{CH}_4$ ), gaze care au cea mai importantă contribuție în determinarea efectului de seră și astfel întreținând acest cerc vicios [5]. O altă consecință este creșterea pH-ului oceanelor, cu compromiterea supraviețuirii la acest nivel. Acidifierea oceanului este definită ca o reducere a pH-ului oceanului global, cauzată de absorbția dioxidului de carbon din atmosferă. pH-ul mediu al oceanului de suprafață a scăzut cu ~0,1 unități și dacă emisiile globale de  $\text{CO}_2$  continuă să crească, pH-ul poate scădea cu 0,2- 0,3 unități până în anul 2100. Aceste modificări vor cauza schimbări extensive în ecosistemele marine [7].

Figura 1 prezintă structura legăturilor de valență ale dioxidului de carbon [16].

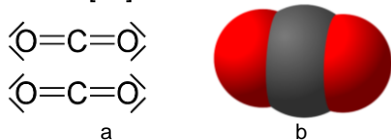


Fig. 1 Legăturile chimice [16, 17] formate de atomii de carbon și oxygen în molecula de dioxid de carbon

Consecințele importante ale creșterii nivelului  $\text{CO}_2$  la nivel global, au suscit, de-a lungul anilor, interesul cercetătorilor cu scopul de a cunoaște problema și de a găsi soluții.

Concentrații crescute de  $\text{CO}_2$  care se găsesc frecvent în ecosistemele de apă dulce, au potențialul de a acționa ca factori de stres continuu sau intermitent pentru organismele acvatice. În organismele marine concentrația crescută de  $\text{CO}_2$  determină acidoză și stres, consecințele fiind dependente de expunerea intermitentă sau continuă. S-a studiat expunerea intermitentă la  $\text{CO}_2$  a trei specii de midii și s-au constatat dereglări în echilibrul acido-bazic cu acidifierea fluidelor interne. Răspunsul la stres a fost de asemenea activat. Energia consumată de organismele marine pentru reglarea echilibrului acido-bazic și răspunsului la stres, duce la disfuncții în procesul de creștere și reproducere. De asemenea răspunsul la concentrația crescută de  $\text{CO}_2$  este diferit de la o specie la alta și dependent de durata expunerii și intervalul de timp dintre expuneri [3].

Un alt studiu a constatat că expunerea organismelor marine, la nivele  $\text{CO}_2$  crescute, afectează răspunsul olfactiv, vizual și auditiv, reduce abilitatea de învățare, alterează nivelul de activitate și induce schimbări în comportament. Au fost raportate și specii care nu au avut nici un efect la expunerea la concentrații crescute de  $\text{CO}_2$  [11].

Se estimează că, până în anul 2100, jumătate din apa mărilor și oceanelor va avea presiuni parțiale ale  $\text{CO}_2$  peste 1000 de micro-atmosfere ( $\mu\text{atm}$ ), cu implicații dăunătoare pentru acest ecosistem [2]. Creșterea expunerii la  $\text{CO}_2$  determină creșterea temperaturii la nivelul suprafeței mărilor cu mortalitate ridicată a corailor și acidifierea oceanelor [8].

Alți cercetători au ajuns la concluzia că expunerea la un nivel crescut de  $\text{CO}_2$  crește anxietatea, reduce comportamentul de evitare a prădătorilor, în cazul organismelor marine. Comportamentul alimentării și înotului nu au fost afectate. Expunerea la concentrații crescute de  $\text{CO}_2$  influențează trăsăturile comportamentale și abilitățile senzoriale necesare pentru recunoașterea socială, astfel că unele specii de pești nu vor mai putea să își recunoască familiile, în consecință fiind afectat comportamentul social, personalitatea și capacitatea de a se apăra [6].

Un studiu a evidențiat faptul că pentru unele specii de alge, pe termen scurt, nivelul ridicat al CO<sub>2</sub> îmbunătățește rata de creștere și fotosinteză [7].

În ecosistemele terestre, CO<sub>2</sub> este absorbit sau emis prin procese primare de producție și respirație. Cantitatea de carbon (C) stocată în ecosistemele terestre este de aproximativ 2.060 gigatone (Gt), fiind de circa trei ori mai mare decât în atmosferă (735 Gt). În special, pădurile din zonele temperate care acoperă doar 8 % din suprafața terestră la nivel global, reprezintă aproximativ 40 % din totalul stocării terestre a carbonului, ele fiind importante pentru izolarea acestuia de CO<sub>2</sub> atmosferic. Concentrația de CO<sub>2</sub> din atmosferă a ajuns la 397 ppm în 2014, inducând încălzirea globală și având un impact direct asupra structurii și funcției ecosistemelor, inclusiv asupra fiziologiei și creșterii copacilor. De exemplu, biomasa vegetală crește în condiții de CO<sub>2</sub> crescute, la fel ca și productivitatea forestieră și s-au înregistrat distorsionări în echilibrul global al carbonului (C) la nivelul diferitelor ecosisteme în aceste condiții. Excesul de CO<sub>2</sub> stimulează fotosinteza și mărește producția primară netă, care determină creșterea cantității de carbon stocată în copaci și sol. Schimbările de la nivelul țesuturilor plantelor afectează procesele descompunerii și mineralizării. S-a constatat că este modificat raportul tulpină/rădăcină a arborilor, în favoarea celei de-a doua. Grosimea frunzelor a fost mai mare iar suprafața lor a fost mai mică, compoziția chimică fiind de asemenea alterată. Consecințele diferă în funcție de specie. Ecosistemele forestiere, mai ales din zona temperată, stochează carbonul sub formă de humus. În condițiile creșterii continue ale CO<sub>2</sub>, cantitatea de humus va crește considerabil. Sunt necesare cercetări suplimentare pentru a înțelege efectele altor factori în combinație cu concentrațiile crescute de CO<sub>2</sub> [1]. S-a constatat că lipsa umidității reduce absorbția CO<sub>2</sub> de către plante, prin închiderea stomatelor iar creșterea temperaturii la nivelul frunzelor, reduce și mai mult absorbția de CO<sub>2</sub> [12].

Insectele răspund diferit la nivele crescute de CO<sub>2</sub> în funcție de specie și de capacitatea de adaptare. La nivelul sistemului nervos poate determina efecte letale iar în sistemul respirator și circulator, CO<sub>2</sub> reglează deschiderea porilor. Nivelul CO<sub>2</sub> crescut poate scădea metabolismul, poate reduce greutatea, modifica dimensiunea. De asemenea prelungeste viața și durata de creștere a larvelor. În ceea ce privește reproducerea, CO<sub>2</sub> poate întârzia sau împiedica activitatea de împerechere. S-a observat că în cazul termitelor nivelul crescut de CO<sub>2</sub> afectează pH-ul intestinal și determină modificări ale florei intestinale și ale sistemului genetic [13].

Au fost emise unele teorii conform cărora concentrația crescută a emisiilor de CO<sub>2</sub> determină asupra omului, inclusiv asupra animalelor, creșterea în greutate. Aceasta fiind consecința unor posibile disfuncții endocrine, genetice. Un alt efect asupra omului și animalelor ar fi creșterea consumului energetic, acidozei și a stresului oxidativ. Populația din zone cu CO<sub>2</sub> crescut este la risc de îmbătrânire precoce și apariția bolilor cronice la vârste tinere. În încăperi slab ventilate, cu niveluri crescute ale CO<sub>2</sub>, apare starea de disconfort cu simptome ca respirația superficială șuierătoare, ochi uscați. Scade și performanța cognitivă și capacitatea de gândire [20].

Expunerea la concentrații de 10 % sau mai mult, determină stare de inconștiență, convulsii, moarte și afectează dezvoltarea intrauterină a embrionului. Expunerea la concentrații scăzute provoacă dificultăți în respirație, creșterea tensiunii arteriale, afectarea vederii, afectarea sistemului nervos central, contracții musculare, amețeli, cefalee (durere de cap), transpirații, oboseală, amorțeală și parestezii (furnicături) ale extremităților, pierderea memoriei, greață, vărsături, depresie, confuzie, arsuri ale pielii și ochilor și acufene (sunete în urechi). Efectele sunt mai accentuate la persoane care au patologie cardiacă sau pulmonară sau hematologică [17].

Concentrația de CO<sub>2</sub> este mai mare în interiorul clădirilor decât în aerul atmosferic. Nivelul crește dacă încăperea nu este bine ventilată. S-a constatat că niveluri crescute de CO<sub>2</sub> de la 600 ppm (părți pe milion) la 1000 sau 2500 ppm scad semnificativ performanța decizională a omului. Cogniția a scăzut cu 21 % la o creștere a CO<sub>2</sub> cu 400 ppm. Asupra astronautilor, creșteri mai mici ale CO<sub>2</sub> sunt însoțite de scăderea cogniției. Astfel învățarea și performanțele la locul de muncă și la școală sunt diminuate. S-a observat că în multe săli de clasă din California și Texas concentrația era peste 2000 și chiar 3000 ppm. Unele studii nu au decelat consecințe ale creșterii CO<sub>2</sub>. Nu se cunoaște pragul nivelului de CO<sub>2</sub> asociat cu modificări asupra cogniției umane. S-a observat un impact negativ la 1000 ppm sau chiar sub 930 ppm însă în mod evident sunt necesare alte studii. Un alt studiu a evidențiat că satisfacția populației în interiorul unei încăperi crește la sub 600 ppm [10].

Efectul CO<sub>2</sub> asupra omului este dependent de concentrație și durata de expunere ca și de vârstă, stare de sănătate, activitate fizică, ocupație și stil de viață. Intoxicația cu dioxid de carbon, prin înlocuirea O<sub>2</sub> cu CO<sub>2</sub>, determină asfixie, tulburări cardiace, moarte. Expunerea la concentrații crescute și pe o durată mai mare determină tuse, cefalee, slăbiciune, limbă umflată, febră, senzație de lipsă de aer, vomă, diaree,

hemoptizie (sânge în spută). Expunerea de scurtă durată duce la stare de inconștiență, cianoză (nuanță mov a tegumentelor), reflexe diminuate, tulburări motorii, respirație șuierătoare. Expunerea de lungă durată la niveluri scăzute de dioxid de carbon are ca potențial efect creșterea presiunii sangvine, inclusiv la nivel cerebral, diminuarea procesului de formare a osului, crește excreția urinară a sodiului, potasiului, clorului, o ușoară creștere a numărului de globule roșii din sânge, crește volumul spațiului pulmonar care nu participă la ventilație. Aceste modificări pot fi tolerate de indivizii sănătoși dar pot exacerba patologii preexistente (pulmonar, cardiac, hipertensiv, patologii cerebrale, osteoporoză). S-a constatat că la porcușorii de Guinea și șobolanii expuși la concentrații crescute de CO<sub>2</sub> de la 0,3 la 15 %, au apărut calcifieri renale. Aceste modificări fiind interpretate în contextul adaptării organismului la valori crescute ale calciului în sânge [9].

Lucrarea de față prezintă o parte dintre instrumentele aplicative pentru o investigație practică a dioxidului de carbon din emisiile specifice ale motoarelor în vederea îmbogățirii patrimoniului de date privind poluarea pe această cale.

## **2. Metoda și materialul cercetării**

Metodologia cercetării emisiei și controlului genezei dioxidului de carbon și a raportării acestor emisii este expusă secvențial în continuare:

- studiul tuturor referințelor bibliografice cu rezultate înregistrate până la ora actuală în ceea ce privește emisia de dioxid de carbon;
- centralizarea emisiilor de dioxid de carbon (tabelul 1);
- prezentarea ponderată a emisiilor de CO<sub>2</sub> (figura 2) pe sectoare de activitate în Uniunea Europeană [14];
- prezentarea ponderii emisiilor de CO<sub>2</sub> (figura 3) pe sectoare de activitate în România [14];
- prezentarea aparatului de laborator pentru determinarea dioxidului de carbon de la Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi;
- realizarea măsurătorilor experimentale;
- prezentarea datelor din cadrul măsurătorilor în laboratorul de Testare a Motoarelor cu Ardere Internă – Testecocel;
- interpretări concluzive, observații finale și propuneri de dezvoltare.

## **3. Sinteza cercetării aplicative**

Obiectivul lucrării este definirea corespunzătoare a condițiilor de apariție și control la geneză a poluării cu dioxid de carbon, prin fazele:

1. prezentarea situației precedente și a capacității actuale de monitorizare și control;

2. elaborarea procedurii aplicative de control utilizând aparatura existentă.

Cantitatea de CO<sub>2</sub> atmosferic (în ppm), la nivel mondial, lunar din 2010 până în noiembrie 2017 [19] Tabelul 1

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2017	406.13	406.42	407.18	409.00	409.65	408.84	407.07	405.07	403.38	403.64	405.14	
2016	402.52	404.04	404.83	407.42	407.70	406.81	404.39	402.25	401.03	401.57	403.53	404.42
2015	399.98	400.28	401.54	403.28	403.96	402.80	401.31	398.93	397.63	398.29	400.16	401.85
2014	397.85	398.01	399.77	401.38	401.78	401.25	399.10	397.03	395.38	396.03	397.28	398.91
2013	395.55	396.80	397.43	398.41	399.78	398.61	397.32	395.20	393.45	393.70	395.16	396.84
2012	393.12	393.86	394.40	396.18	396.74	395.71	394.36	392.39	391.11	391.05	392.98	394.34
2011	391.33	391.86	392.60	393.25	394.19	393.73	392.51	390.13	389.08	389.00	390.28	391.86
2010	388.71	390.20	391.17	392.46	393.00	392.15	390.20	388.35	386.85	387.24	388.67	389.79

Figura 2 prezintă ponderea emisiilor de CO<sub>2</sub> pe sectoare de activitate în spațiul UE.

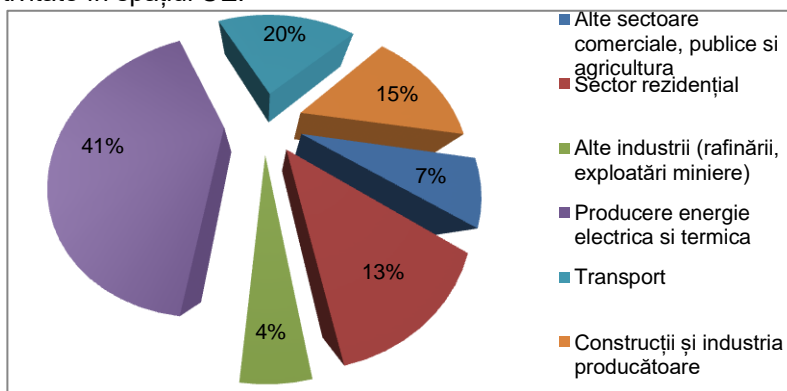


Fig. 2 Pondere emisii CO<sub>2</sub> pe sectoare de activitate în statele UE

În figura 3 sunt indicate valorile înregistrate ca emisii de CO<sub>2</sub> pe sectoare de activitate în România, iar figura 4 prezintă aparatura de măsură și control a CO<sub>2</sub> cu citire continuă pe stand la motoare termice.

#### 4. Concluzii și interpretări

Cercetările legate de emisia dioxidului de carbon au permis elaborarea unor discuții, după cum urmează:

- ventilarea interiorului încăperilor scade concentrația CO<sub>2</sub> și crește performanța la muncă și la școală, pragul estimat fiind de 600 ppm, o valoare mai mare având efecte nefaste asupra cogniției.

- la nivel global emisiile totale de CO<sub>2</sub> sunt staționare în ultimii 3 ani dar CO<sub>2</sub> atmosferic este în ușoară creștere de la an la an. Aceste rezultate demonstrează necesitatea monitorizării și dezvoltării unor politici de sănătate publică eficiente și continuarea cercetărilor.
- se estimează că în 2100 CO<sub>2</sub> atmosferic va ajunge la 900 ppm, omul fiind responsabil prin activitățile sale intempestive

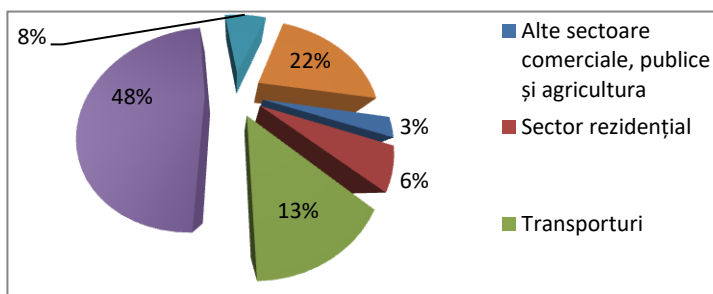


Fig. 3 Pondere emisiile CO<sub>2</sub> pe sectoare de activitate în statele UE [14]

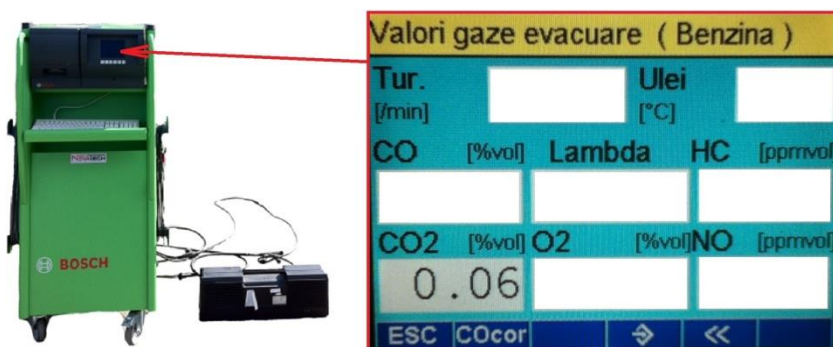


Fig. 4 Aparatul de analiză a compoziției gazelor și valoarea măsurată la sarcină mică

În figura 5 este redată înregistrarea de la sarcini mari a CO<sub>2</sub>.

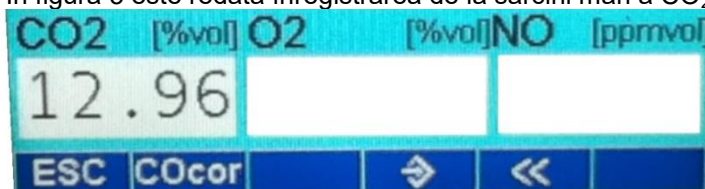


Fig. 5 Valoarea experimentală de CO<sub>2</sub> determinată la sarcini ridicate pe un motor cu ardere internă în laboratorul de testare



- cea mai importantă cauză a creșterii CO<sub>2</sub> este producția de energie electrică și termică. Este necesară implementarea unor măsuri care să echilibreze dezvoltarea economică și cerințele de calitate a aerului.
- principala sursă de poluare în Cluj este traficul rutier, astfel că este necesară reducerea noxelor emise de autovehicule.
- cea mai importantă consecință negativă este efectul de seră
- efectele asupra ecosistemelor sunt dependente de concentrație, timp de expunere, durata între expuneri, asocierea cu alți factori.
- nivelul crescut al concentrației emisiilor de CO<sub>2</sub> determină și este determinat de temperatura atmosferică ridicată.
- definirea cadrului fenomenologic al poluării cu dioxid de carbon și efectele ulterioare susțin continuarea cercetărilor, precum și analiza datelor.

## BIBLIOGRAFIE

- [1]. Cha S., et al, Effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on growth and leaf litter decomposition of *Quercus acutissima* and *Fraxinus rhynchophylla*, PLoS One. 2017; 12(2): e0171197., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5300125/>, 27.05.2017.
- [2]. Duteil M. et al, European sea bass show behavioural resilience to near-future ocean acidification, R Soc Open Sci. 2016 Nov 2;3(11):160656., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5180154/>, 27.05.2017.
- [3]. Hannan Kelly D. et al, Physiological responses of three species of unionid mussels to intermittent exposure to elevated carbon dioxide, Conserv Physiol. 2016, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5196031/>, 27.05.2017.
- [4]. Leakey A.D.B. et al, Genomic basis for stimulated respiration by plants growing under elevated carbon dioxide, <http://www.pnas.org/content/106/9/3597.full.pdf>, 27.05.2017.
- [5]. Lund M. et al, Larval outbreaks in West Greenland: Instant and subsequent effects on tundra ecosystem productivity and CO<sub>2</sub> exchange, Ambio. 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5258657/>, 27.05.2017.
- [6]. Nadler LE et al, Effect of elevated carbon dioxide on shoal familiarity and metabolism in a coral reef fish., Conserv Physiol. 2016; 4(1): cow052., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5142050/>, 27.05.2017.
- [7]. Pajusalu L. et al, The effect of CO<sub>2</sub> enrichment on net photosynthesis of the red alga *Furcellaria lumbricalis* in a brackish water environment, PeerJ. 2016, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5068446/>, 27.05.2017.
- [8]. Pendleton Linwood et al, Coral Reefs and People in a High-CO<sub>2</sub> World: Where Can Science Make a Difference to People?, PLoS One. 2016; 11(11): e0164699, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5102364/>, 27.05.2017.
- [9]. Rice Susan A. et al, Human health risk assessment of CO<sub>2</sub>: survivors of acute high-level exposure and populations sensitive to prolonged low-level

- exposure, <https://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/04/carbon-eq/169.pdf>, 27.05.2017.
- [10]. Romm J., Exclusive: Elevated CO<sub>2</sub> Levels Directly Affect Human Cognition, New Harvard Study Shows, <https://thinkprogress.org/exclusive-elevated-co2-levels-directly-affect-human-cognition-new-harvard-study-shows-2748e7378941>, 27.05.2017.
- [11]. Vossen Laura E. et al, Zebrafish (Danio rerio) behaviour is largely unaffected by elevated pCO<sub>2</sub>, *Conserv Physiol.* 2016; 4(1): cow065, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28066551>, 27.05.2017.
- [12]. Wang Bin et al, Diurnal and Seasonal Variations in the Net Ecosystem CO<sub>2</sub> Exchange of a Pasture in the Three-River Source Region of the Qinghai-Tibetan Plateau, *PLoS One.* 2017; 12(1): e0170963., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5271413/>, 27.05.2017.
- [13]. Wu W et al, Transcriptome response to elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration in the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus Shiraki* (Isoptera: Rhinotermitidae), *Peer J.* 2016; 4: e2527., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5068368/>, 27.05.2017.
- [14]. \* \* \* Analiza emisiilor de gaze cu efect de seră la nivelul regiunii centru în contextul schimbărilor climatice., pag.4-5, [http://www.adrcentru.ro/Document\\_Files/ADStudiiRegionale/00000022/pxdan\\_Analiza%20emisiilor%20de%20gaze%20cu%20efect%20de%20ser%C4%83%20la%20nivelul%20Regiunii%20Centru%20C3%AEEn%20contextul%20schimb%C4%83rilor%20climatice.pdf](http://www.adrcentru.ro/Document_Files/ADStudiiRegionale/00000022/pxdan_Analiza%20emisiilor%20de%20gaze%20cu%20efect%20de%20ser%C4%83%20la%20nivelul%20Regiunii%20Centru%20C3%AEEn%20contextul%20schimb%C4%83rilor%20climatice.pdf), 27.05.2017.
- [15]. \* \* \* Carbon dioxide, chemical compound, *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/science/carbon-dioxide>, 27.05.2017.
- [16]. \* \* \* Carbon dioxide, <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypercapnia>
- [17]. \* \* \* Carbon dioxide, [https://toxtown.nlm.nih.gov/text\\_version/chemicals.php?id=6](https://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=6)
- [18]. \* \* \* Early estimates of CO<sub>2</sub> emissions from energy use, 79/2017 - 4 May 2017, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/8010076/8-04052017-BP-EN.pdf/7b7462ca-7c53-44a5-bafb-23cc68580c03>, 27.05.2017.
- [19]. \* \* \* Global Carbon Emissions, <https://www.co2.earth/global-co2-emissions>, 27.05.2017.
- [20]. \* \* \* Monthly CO<sub>2</sub>, <https://www.co2.earth/monthly-co2>, 27.05.2017.
- [21]. \* \* \* The effects of elevated carbon dioxide on our health, 14 septembrie 2015, <https://thesenecaeffect.wordpress.com/2015/09/14/the-effects-of-elevated-carbon-dioxide-on-our-health/>, 27.05.2017.

Lavinia ANDREI  
Spitalul Clinic de Boli Infecțioase Cluj-Napoca  
Doru-Laurean BĂLDEAN  
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,  
Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
e-mail: doru.baldean@auto.utcluj.ro;