



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

## **CONSIDERAȚII ANALITICE PRIVITOARE LA RAPORTUL DINTRE POLUAREA AERULUI CU BENZEN ȘI CANCERUL RINOFARINGIAN**

Lavinia ANDREI, Doru-Laurean BĂLDEAN, Aurel-Ioan CHERECHEȘ

### **ANALITIC CONSIDERATIONS REGARDING THE LINK BETWEEN AIR POLLUTION WITH BENZENE AND NASOPHARYNGEAL CANCER**

The analytic paper presents the important aspects and relations for reporting the benzene pollutant emissions and some carcinogenic effects. In the present work are outlined some aspects of a particular molecular mixture between 6 atoms of carbon and 6 atoms of hydrogen, namely the benzene and its influence on health state. Benzene is a carcinogen for humans, class A1 of toxicity. Cancers affecting the respiratory tract, including both nasopharyngeal cancer and lung cancer, are strongly associated with pollution from coal and other solid fuel burning. Tobacco has been viewed as the major risk for respiratory cancers and it is an important source of benzene. Preventive steps to curtail the many sources of air pollution by improving living conditions and reducing the occupational exposure hazards are markedly needed to control the incidence of respiratory cancers.

This article presents the state of the art knowledge regarding benzene and its influence. It is a carcinogenic pollutant, because it has a high level of toxicity. The negative carcinogenic effect compared with other factors is accelerated when paired with multiple pollutants. The present paper enriches the knowledge regarding benzene emission reporting by using latest technologies in environment impact control. This has to be a global effort based on multidisciplinary approaches.

Keywords: exhaust, benzene, nasopharyngeal cancer, pollution, traffic  
Cuvinte cheie: eșapament, benzen, cancer rinofaringian poluare, trafic

## 1. Introducere și considerațiile analitice

Prezența benzenului ca emisie atmosferică din reactoare sau arzătoare alimentate cu hidrocarburi contribuie la creșterea nivelului de toxicitate și afectează negativ sănătatea, prin inițierea unor tipuri de cancer [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

Benzenul a fost izolat în anul 1825 de către Michael Faraday. Benzenul ( $C_6H_6$ ) este un compus aromatic foarte ușor, volatil și solubil în apă. În figura 1 se prezintă structura legăturilor de valență ale benzenului [13].

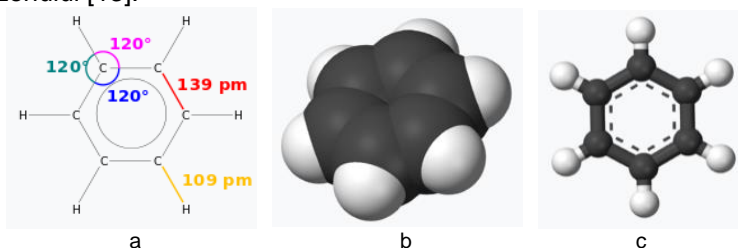


Fig. 1 Legăturile chimice [12, 13] formate de atomii de hydrogen și carbon în benzen

Este un lichid limpede, incolor, foarte inflamabil. Are un indice de refracție de 1,50 și viscozitatea mai redusă decât a apei. Benzenul se solidifică la  $5,5^\circ\text{C}$ , temperatura de fierbere fiind de  $80,1^\circ\text{C}$ . La  $20^\circ\text{C}$  are o densitate de  $0,88\text{ kg/L}$  și o presiune de vapori de  $110\text{ Pa}$ . Principalele surse de benzen din atmosferă sunt activitățile antropice. 90 % din cantitatea de benzen în aerul ambiental provine din traficul rutier iar restul de 10 % provine din evaporarea combustibilului la stocarea și distribuția acestuia. O altă sursă de benzen este fumul de tutun, apa sau alimentele contaminate. Expunerea casnică la benzen poate fi cauzată, de asemenea, de scurgerile din rezervoarele subterane de benzină. Metoda de referință pentru măsurarea benzenului este cea prevăzută în standardul SR EN 14662 pentru calitatea aerului înconjurător. În legea nr. 104 din 15 iunie 2011 valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane este de  $5\text{ }\mu\text{g/m}^3$ . În Statele Unite și în Europa, având în vedere efectul negativ asupra sănătății și riscul poluării pânzei freactice, s-a impus o limită maxim admisibilă de aproximativ 1 % benzen. Este o substanță încadrată în clasa A1 de toxicitate, cunoscută drept cancerigenă pentru om [9]. Benzenul poate fi inhalat, ingerat sau absorbit la nivelul pielii. Irită ochii, pielea, căile respiratorii, deprimă sistemul nervos central iar expunerea la un nivel ridicat duce la pierderea cunoștinței și moarte. În țările

dezvoltate se estimează că până în 2030, rata de cancer va crește cu 80÷100 %, comparativ cu anul 2008, în cea mai mare parte din cauza poluării și a consumului de tutun. Este de asemenea important de reținut că aproximativ 3 miliarde din populația lumii, este expusă zilnic la nivele toxice de poluare [2].

În 1920 a fost raportat primul caz de cancer la om, indus de benzen. Caracterul carcinogen al benzenului pentru animale a fost evidențiat în 1979. Există dovezi suficiente în ceea ce privește caracterul carcinogen al benzenului în leucemia mieloidă acută și leucemia nonlimfocitară acută [5].

Rinofaringele constituie partea cea mai înaltă a faringelui, situată la baza craniului. Cancerul nazofaringian sau rinofaringian sau de cavum, este un cancer mai rar în comparație cu alte tipuri de cancere și este mai frecvent întâlnit în Asia, Africa de Nord și Statele Unite. În Europa are o rată brută a incidenței anuale de 1,1 la 100 000 locuitori. Sunt 4760 cazuri noi pe an. Iar incidența este mai mare la bărbați decât la femei. Supraviețuirea la adulți este de 76 % după 1 an și de 50 % după 5 ani. Un rol important în dezvoltarea cancerului nazofaringian îl are fumul de țigară. Un fumător inhalează de 10 ori mai mult benzen decât un nefumător iar alcoolul are un efect sinergic pentru cancerul de căi respiratorii superioare. Diagnosticul de certitudine al cancerului rinofaringian este stabilit prin biopsie ghidată endoscopic și prelevată de la nivelul tumorii primare. Primul semn al bolii observat de pacienți este de regulă apariția unei adenopatii cervicale, asimptomatice [1].

Câteva studii au evidențiat că expunerea la benzen este asociată cu riscul de a dezvolta cancer. Efectul carcinogen al benzenului este determinat de câțiva factori, cum ar fi durata expunerii, nivelul de expunere, tipul de expunere (ingestie, inhalare, contact cutanat) și factori de susceptibilitate (vârstă, sex, stil de viață, comorbidități). Expunerea cronică poate modifica răspunsul sistemului imun, prin creșterea secreției de citokine care determină un status inflamator cronic, ce poate duce la dezvoltarea tumorii. S-a constatat că există variații ale expunerii chiar între indivizi care lucrează în același loc de muncă [3].

În Brazilia au fost identificate două femei care lucrau la o benzinărie, care prezentau semne și simptome de intoxicație cu benzen, asociat cu istoric de avort. S-au recoltat teste citogenetice și hematologice complexe și s-au constatat mutații cromosomiale și un număr mai mic de celule NK (natural killer). Acestea în combinație cu factorii de mediu determină creșterea riscului de malignitate. Imunotoxicitatea benzenului constă în scăderea și alterarea răspunsului

imun mediat celular și în acest mod explicându-se activitatea de carcinogen [8].

Expunerea de scurtă durată la concentrații mari de benzen determină cefalee (durere de cap), vertij (amețeli), lipsă de concentrare, pierdere temporară a memoriei, tremurături. Expunerea de lungă durată, la benzen, determină efecte imunologice, hematotoxice, anomalii cromosomiale, afectarea sistemului reproducător și diferite forme de cancer. S-a realizat chiar și un model de măsurare a expunerii și de calcul a potențialului risc de cancer [7].

Un studiu în China, a evidențiat mortalitatea crescută prin cancer rinofaringian la fumători. În China consumul de tutun este o problemă majoră de sănătate publică, unde populația prezintă un risc ridicat de cancer rinofaringian, cel mai mare fiind între 40 și 55 ani. Sunt necesare mai multe studii prospective de cohortă pentru a confirma aceste rezultate [6].

Un alt studiu, caz-control, efectuat de asemenea în China, una dintre cele mai mari zone de risc pentru cancer rinofaringian, la nivel mondial, a evaluat efectele expunerii casnice asupra riscului de cancer rinofaringian. S-a constatat că arderea lemnului este un alt potențial factor de risc pentru cancerul rinofaringian și antecedente familiale de cancer rinofaringian. Din 2004 până în 2012, numărul deceselor determinate de poluarea aerului ambiental, a crescut de la 2 milioane la 4,3 milioane. Acest studiu a observat că arderea tămâiei (utilizată la scară largă în China, în contextul religios) este nu doar un factor de risc independent pentru cancerul rinofaringian ci și un cofactor, alături de fumat crescând riscul de cancer. Acest studiu sugerează că reducând arderea tămâiei și a lemnului în locuințe, se va reduce riscul de cancer rinofaringian [4].

În ultimul cincinal (după 2012), foarte puține zone au depășit, în Europa, valoarea limită a benzenului. Cu toate acestea, 10-12 % din populația urbană a Uniunii Europene (UE) este expusă la concentrații peste nivelul estimat. Aici, 85 % din emisiile de benzen provin din trafic [10]. În 2014, s-au înregistrat valori ameliorate. În perioada 2000-2014 concentrațiile de benzen au scăzut cu peste 70 % [11].

În figura 2 și 3 se prezintă nucleeele importante pentru emisiile de benzen în 2012 și 2014 pe teritoriul UE. Informația aceasta permite optimizarea metodelor de control și reducere a poluării cu benzen și necesitatea continuării aplicării acestor strategii.

În județul Cluj benzenul este monitorizat la trei stații: CJ-1 (de tip "în trafic intens" pe str. Aurel Vlaicu, Cluj-Napoca), CJ-2 de tip urban (pe str. Constanța, din Cluj-Napoca), CJ-5 de tip urban din municipiul

Dej, fiind măsurat în  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La stația CJ-1 valoarea medie anuală a benzenului în 2017 a fost  $3,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $2,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la CJ-2 și  $2,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la CJ-5 [9]. Comparând datele din județ cu cele din figura 1 și 2, de la nivelul UE, se constată că în Cluj nu s-au depășit valorile medii limită pentru protecția sănătății umane dar sunt necesare metode de reduce a concentrației, pentru a scădea sub ( $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) valoarea de referință [11].

Legea nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător aduce specificații și definiții în privința poluării cu benzen, abrogând la intrarea în vigoare normativul anterior: Ordinul ministrului apelor și protecției mediului nr. 592/2002 pentru aprobarea Normativului privind stabilirea valorilor-limită.

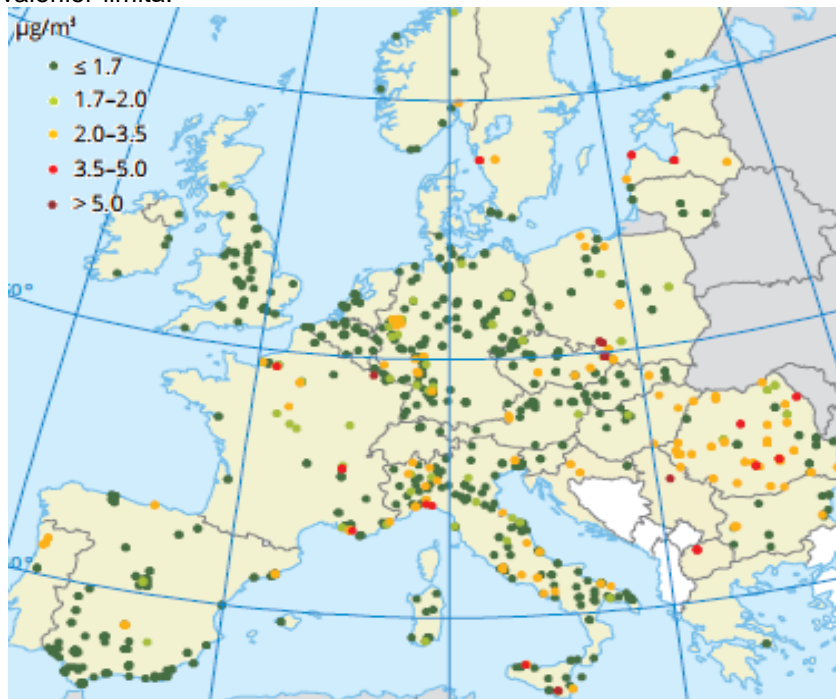


Fig. 2 Zonele cu emisii importante de benzen în EU din 2012 [10]

Cercetarea de față prezintă valori practice dintr-o investigație aplicată în vederea definirii accesibilității la datele privind poluarea. Faptul că valorile medii anuale nu atrag atenția asupra unor riscuri, asta nu înseamnă că viața și sănătatea sunt totalmente lipsite de probleme

și pericole, ci se constată anumite depășiri aparent aleatorii, dar cu semnificații de profunzime.

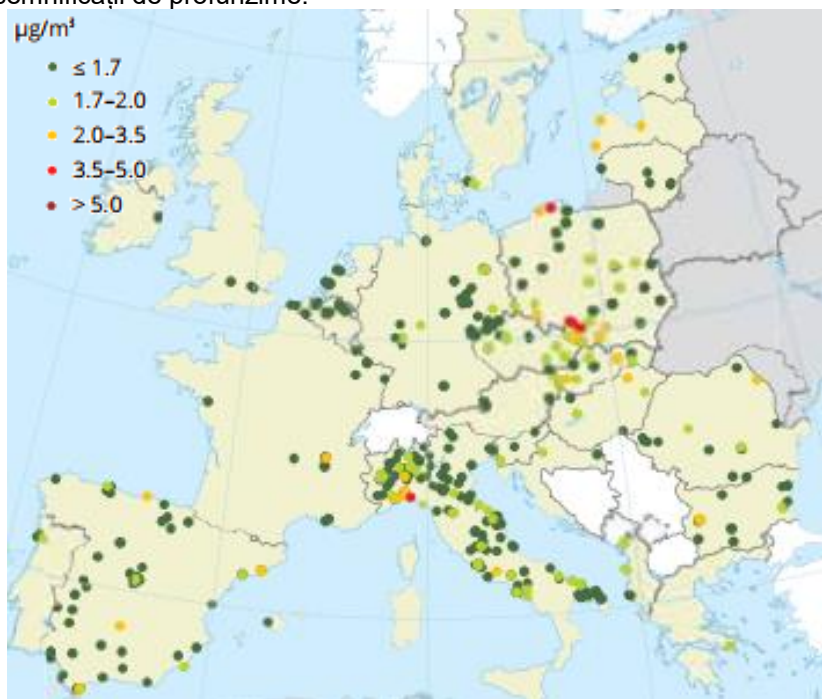


Fig. 3 Zonele cu emisii importante de benzen în EU din 2014 [11]

## 2. Metoda și materialul cercetării

Metoda de studiu și analiză a efectelor benzenului expusă pe etape, constă în: • studiul bibliografic al cercetărilor realizate până la ora actuală; • centralizarea riscului estimativ (tabelul 1 - Centralizatorul estimativ expunerii la benzen conform OMS [14]) și prezentarea datelor (figura 4); • prezentare sinteză date (figura 5); • discuții, interpretări, observații și sugestii.

## 3. Sinteza cercetării aplicative

Obiectivul principal al articolului de cercetare este să definească suplimentar condițiile de apariție, măsurare și control a poluării cu benzen, îndeplinind țelurile specifice:

1. Definirea condițiilor de testare;

## 2. Dezvoltarea cercetărilor datelor prelevate experimental (CJ1).

Tabelul 1

Durată	Expunere	Supresia măduvii osoase	Anemie aplastică
1 an	320 mg/m <sup>3</sup> (100 ppm)	90	10
	160 mg/m <sup>3</sup> (50 ppm)	50	5
	32 mg/m <sup>3</sup> (10 ppm)	1	0*
	3.2 mg/m <sup>3</sup> (1 ppm)	0*	0*
10 ani	320 mg/m <sup>3</sup> (100 ppm)	99	50
	160 mg/m <sup>3</sup> (50 ppm)	75	10
	32 mg/m <sup>3</sup> (10 ppm)	5	0*
	3.2 mg/m <sup>3</sup> (1 ppm)	<1	0*

\*Cazuri ocazionale pot să apară.

Figura 4 prezintă variația concentrației de benzen în Piața Mărăști (intersecția străzilor Aurel Vlaicu și Fabricii) pe parcursul zilei de 15 februarie și în prima jumătate a zilei de 16.02.'18, iar figura 5 prezintă variația comparativ-suprapusă a benzenului pe trei zile.

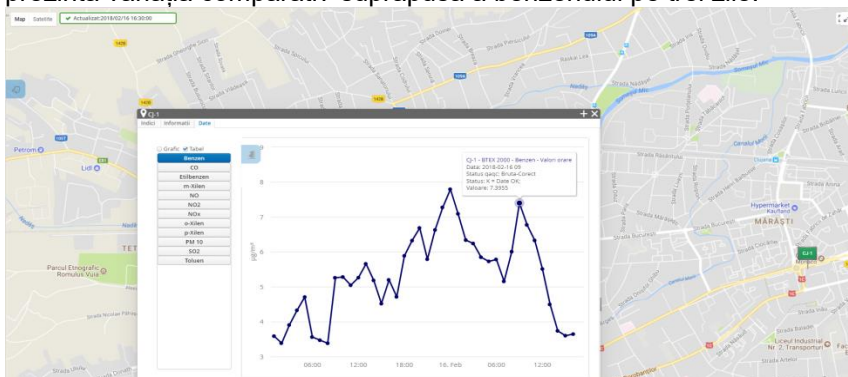


Fig. 4 Variația emisiei de benzen în Piața Mărăști din municipiul Cluj-Napoca

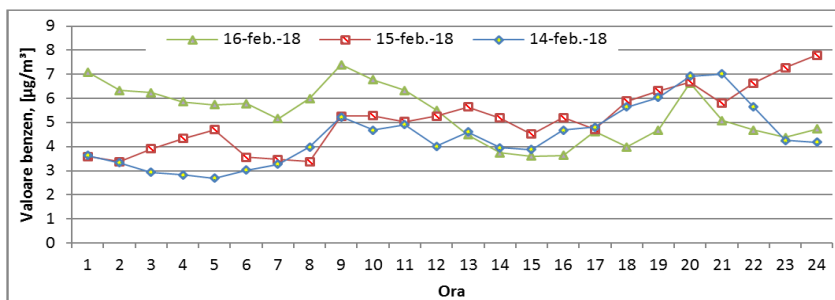


Fig. 5 Variația emisiilor de benzen pe trei zile 14, 15 și 16 februarie 2018

În figura 6 este reprezentată grafic în cod cromatic emisia cumulativă medie a poluantului benzen în cele trei stații de monitorizare din Cluj.

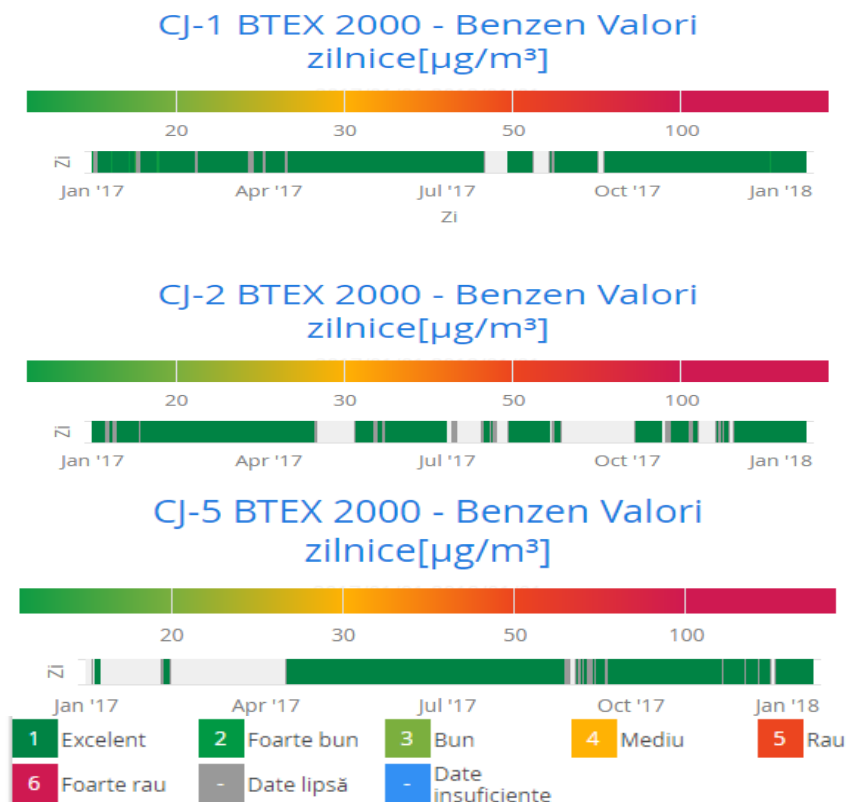


Fig. 6 Valori zilnice benzen în 2017 la stațiile CJ-1, CJ-2, CJ-5 [9]

În figura 7 este reprezentată grafic variația emisie de benzen în stația de monitorizare CJ-1, pentru analiza unor valori orare semnificative din două zile consecutive vineri 16.02.'18 și sâmbătă (17).

#### 4. Concluzii și observații

Considerațiile analitice privitoare la emisiile de benzen au permis elaborarea concluziilor, după cum urmează: • scopul central al cercetării este atins prin definirea condițiilor de determinare; • cea mai mare cantitate de benzen provine din traficul rutier iar alte surse sunt evaporarea combustibilului la stocarea și distribuția sa, fumul de tutun,



apa sau alimentele contaminate, scurgeri din rezervoarele subterane de benzină.

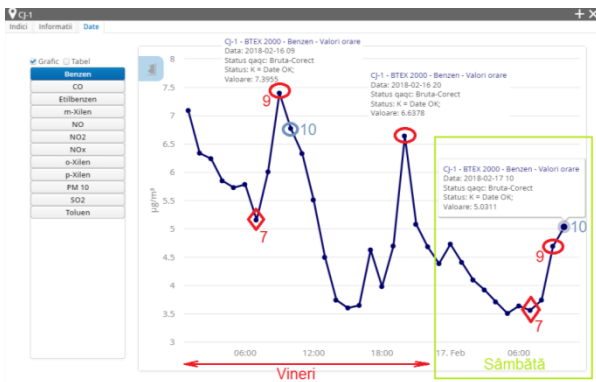


Fig. 7 Variația valorilor zilnice de benzen la stația CJ-1 (Vineri și Sâmbătă)

- valoarea limită anuală a benzenului pentru protecția sănătății umane este de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- benzenul este

cancerigen pentru om fiind încadrat în clasa A1 de toxicitate

- cancerul nasofaringian este în mod deosebit asociat cu poluarea aerului și consumul de tutun respectiv benzen
- ingestia de alcool potențează efectul carcinogen asupra căilor respiratorii superioare
- femeile și copiii sunt mai expuși poluării aerului din gospodării iar bărbații poluării din traficul rutier
- benzenul are efect carcinogen dependent de durată, concentrație, tip de expunere și factori asociați, cel mai mare risc fiind între 40- 55 de ani
- la nivelul județului Cluj nu s-a atins valoarea limită anuală dar este necesar a se implementa măsuri de scădere a valorilor sub  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , printr-o colaborare transdisciplinară
- este necesară cercetarea și monitorizarea cantității de benzen și a efectelor sale asupra populației, faunei și florei
- cancerul căilor respiratorii reprezintă o importantă problemă de sănătate publică și este necesară continuarea încercărilor de a controla sursele de poluare ale aerului pentru a reduce incidența acestuia
- definirea contextului tematic în care are loc poluarea cu benzen și efectele acestor emisii încurajează dezvoltarea și continuarea studiului, precum și optimizarea bazelor de date.

## BIBLIOGRAFIE

[1] Chan A.T.C., et al, *Cancerul rinofaringelui: Ghidul EHNS-ESMO-ESTRO de practică clinică pentru diagnostic, tratament și urmărire*. Journal of radiotherapy and medical oncology, Vol. 20, supliment 1 2014 ISSN 1844-0770,

[http://www.srrom.ro/Ghiuri\\_ESMO/01.0\\_Nasoph\\_Ann%20Oncol-2012-Chan-vii83-5\\_RO\\_07\\_08.pdf](http://www.srrom.ro/Ghiuri_ESMO/01.0_Nasoph_Ann%20Oncol-2012-Chan-vii83-5_RO_07_08.pdf)

[2] Ding N., et al, *Respiratory cancers and pollution*, European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 2015; 19: 31-37, <http://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/31-37.pdf>

[3] Falzone L., et al, *Occupational exposure to carcinogens: Benzene, pesticides and fibers*, Mol. Med. Rep. 2016, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5101963/>

[4] He Yong-Qiao, et al, *Household inhalants exposure and nasopharyngeal carcinoma risk: a large-scale case-control study in Guangdong, China*, BMC Cancer 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4696254/>

[5] Huff J., et al, *Benzene-induced Cancers: Abridged History and Occupational Health Impact*, International Journal of Occupational and Environmental Health, Volume 13, 2007 - Issue 2, <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1179/oeht.2007.13.2.213?needAccess=true>

[6] Lin Jia-Huang. et al, *Smoking and nasopharyngeal carcinoma mortality: a cohort study of 101,823 adults in Guangzhou, China*, BMC Cancer 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4647498/>

[7] Novin V., et al, *Systemic Approach for Health Risk Assessment of Ambient Air Concentrations of Benzene in Petrochemical Environments: Integration of Fuzzy Logic, Artificial Neural Network, and IRIS Toxicity Method*, Iran J Public Health. 2016, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5149473/>

[8] Santiago F., et al, *Benzene poisoning, clinical and blood abnormalities in two Brazilian female gas station attendants: two case reports*, BMC Res Notes. 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5241924/>

[9] \* \* \* *Agenția națională pentru protecția mediului, poluanți atmosferici, benzen*, <http://www.calitateaer.ro/parametri.php>

[10] \* \* \* *Air quality in Europe* — 2014 report, report EEA Rep. No. 5/2014, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014/>, 27.05.2017.

[11] \* \* \* *Air quality in Europe* — 2016 report, EEA Report No 28/2016, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>, 27.05.2017.

[12] \* \* \* *Benzen*, <https://ro.wikipedia.org/wiki/Benzen>, 15.02.2018.

[13] \* \* \* *Benzene*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Benzene>, 15.02.2018.

[14] \* \* \* *International Programme on Chemical Safety*, [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/benzene/en/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/benzene/en/), 15.02.2018.

Lavinia ANDREI

Spitalul Clinic de Boli Infecțioase Cluj-Napoca

Aurel-Ioan CHERECHEȘ, Doru-Laurean BĂLDEAN

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,

Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

e-mail: doru.baldean@auto.utcluj.ro