

PËRCAKTIMI I HIDROKARBUREVE DHE PCB-ve NË UJIN E PIJSHËM NË ZONAT NAFTËMBAJTËSE TË BALLSH-PATOS-MARINËZ-ZHARRËZ

***MORSINA ÇIPA., ARMELA TAFA., AUREL NURO., ELDA MARKU.**

¹Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Kimisë

e-mail: morsina.cipa@fshn.edu.al

Përmbledhje

Hidrokarburet policiklike aromatike (PAH), alifatike dhe bifenilet e polikloruara (PCB) janë klasifikuar si ndotës organikë të qëndrueshëm (POP) për shkak të qëndrueshmërisë së tyre, transportueshmërisë në distancë të largët, bioakumulimit dhe efekteve të mundshme negative ndaj organizmave të gjallë. Këto komponime në mjedis mund të kenë origjinë antropogjene ose natyrore. Qëllimi kryesor i këtij studimi ishte vlerësimi i përqendrimeve të PAH-ve, hidrokarbureve alifatike dhe PCB-ve në mostrat e ujit të pijshëm të marra në zonat naftëmbajtëse të Ballshit, Patos-Marinëz dhe Zharrës. Përcaktimi i këtyre komponimeve kërkon trajtim paraprak të mostrave përpara analizës instrumentale. Metoda ekstraktuese e përdorur ishte ekstraktimi “lëng-lëng”. Mostrat u analizuan me gaz kromatograf të lidhur me detektor të jonizuar me flakë (GC-FID) për hidrokarburet dhe të lidhur me detektor me kapje të elektroneve (GC-ECD) për PCB-të. Nivelet e ndotësve organikë të analizuar ishin më të lartë se vlerat e lejuara nga Direktiva Europiane. Ndotja ishte më e lartë në mostrat e mbledhura afër tokave bujqësore, si edhe afër puseve të naftës.

Fjalëkyçe: Hidrokarbure, PCB, ujë i pijshëm, zonat naftëmbajtëse, gaz kromatograf.

Abstract

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), aliphatic and polychlorinated biphenyls (PCBs) are classified as POPs due to their persistence, long-range transportability, bioaccumulation and potentially adverse effects on living organisms. These compounds may have anthropogenic or natural origin in the environment. The goal of the present study was the quantification of PAHs, aliphatic hydrocarbons and PCBs in drinking water samples from oilfield areas of Ballsh, Patos-Marinëz and Zharrëz. The determination of these compounds requires pre-treatment of the samples prior to instrumental analysis. Liquid-liquid extraction was used as extraction methods. The samples were analyzed by gas chromatography connected to flame ionization detector (GC-FID) for hydrocarbons and connected to electron capture detector (GC-ECD) for PCBs. Higher levels of the target pollutants were observed in the water samples from these areas, compared to the limits proposed from the European Directive. The contamination was higher in samples collected near agricultural lands and around oil wells.

Keywords: Hydrocarbons, PCBs, drinking water, oilfield areas, gas chromatography.

Hyrje

Industritë petrokimike janë identifikuar si burimi kryesor i emetimit të ndotësve organikë të qëndrueshëm në mjedis (POP-et) (Chen, Lin & Chan,

2014). POP-et përbëjnë një grup të gjerë kimikatesh lipofilike, të cilat kanë tendencën të bioakumulohen në kafshë dhe njerëz, si pasojë e ekspozimit afatgjatë (Salihovic *et al.*, 2012). Këtu përfshihen poliklor dibenzo-p-dioksinat dhe poliklor dibenzofuranet (PCDD, PCDF), PCB-të, pesticidet, PAH-të etj. (Avalos *et al.*, 2007). Bioakumulimi i tyre në inde mund të sjellë dëmtimin e sistemit endokrin dhe të shkaktojë probleme në metabolizëm (Abdel & Hamed, 2006). POP-et shfaqin rezistencë ndaj degradimit kimik, biologjik ose fotolitik (Zimmerman *et al.*, 2000; Min-Ji *et al.*, 2010) (Min-Ji *et al.*, 2012). Hidrokarburet mund të akumulohen në tokë dhe prej andej të migrojnë në ujërat nëntokësore dhe bujqësi duke vendosur në rrezik shëndetin e njeriut (Zhang *et al.*, 2012). PAH-et janë ndotës të mjedisit që gjenerohen kryesisht nga djegia jo e plotë e lëndëve organike: qymyri, nafta dhe druri. PAH-et e gjetura në mjedis mund të kenë origjinë natyrore (vullkane, zjarre), ose nga aktivitetet industriale antropogjene (proceset pirolitike si: impiante të energjisë, industrinë e naftës, emetimet e automjeteve, etj.) (Martinez *et al.* 2004; Bozlaker, Muezzinoglu & Odabasi, 2008; Kim, Oh & Chang, 2003).

Agjensia e mbrojtjes së mjedisit (US EPA) ka klasifikuar 16 PAH-e si ndotës kryesorë: naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo[*a*]antracen, krizen, benzo[*b*]fluoranten, benzo[*k*]fluoranten, benzo[*a*]piren, dibenzo[*a,h*]antracen, benzo[*g,h,i*]perilen dhe indeno[1,2,3-*cd*]piren (Ramesh *et al.* 2012). PAH-et me masë molekulare të vogël janë toksikë por jo kancerogjenë, ndërsa PAH-et me masë molekulare të madhe janë përcaktuar si kancerogjenë (Karlsson & Viklander, 2008; Ramu *et al.*, 2007). Hidrokarburet alifatike përbëjnë pjesën më të madhe të naftës bruto, dhe për këtë arsye shpeshherë janë përdorur për të vlerësuar ndotjen nga nafta (Zhang *et al.* 2012). Këto komponime ndahen në disa nënklasa, ku përfshihen cikloalkanet, alkanet lineare edhe alkanet e degëzuar (Todd, Chessin & Colman, 1999). Hidrokarburet alifatike mund të bioakumulohen kryesisht në epidermë (Baynes, Brooks & Riviere, 2000) dhe të shkaktojnë inflamacione të ndryshme (Zhang *et al.* 2014; Abdel-Shafya & Mansour, 2016). Ndotja e mjedisit nga PCB-të shpeshherë vjen si pasojë e derdhjeve aksidentale të naftës dhe burimeve të ndryshme antropologjike (Denton, 2007). PCB-të janë substanca inerte, me rezistencë të lartë ndaj nxehtësisë, presion avujsh edhe konstante dielektrike të ulët (Gandhi *et al.*, 2015). Këto komponime janë klasifikuar si çrregullues hormonal dhe disa prej tyre edhe kancerogjenë për shëndetin e njeriut (Dmitrovic *et al.* 2002; Arrebola *et al.*, 2014; Council directive, 1988).

Objekti i këtij studimi ishte zona e Ballshit, Patos-Marinza dhe Zharrëza që shtrihen në jugperëndim të Shqipërisë. Këto zona zotërojnë sasi të konsiderueshme të naftës dhe gazit natyror (Haxhimihali, 2010), si rrjedhojë veprimtaria e tyre ekonomike bazohet kryesisht në proceset e nxjerrjes së naftës.

Qëllimi i këtij studimi ishte investigimi dhe përcaktimi i niveleve të hidrokarbureve dhe PCB-ve në ujin e pijshëm në një nga zonat naftëmbajtëse më problematike në Shqipëri.

2-Materiali dhe metodat

2.1. Mbledhja e mostrave

Në këtë studim u analizuan 17 mostra uji nga rrjeti i ujësjellësit dhe pusët familjare prej zonës naftëmbajtëse të Ballsh-Patos-Marinëz-Zharrëz. 5 mostra u kampionuan në Patos-Marinëz, 5 në Zharrëz dhe 7 në Ballsh. Në Figurën 1 janë paraqitur pozicionet e marrjes së mostrave, mundësuar nga GPS (Global Positioning System).

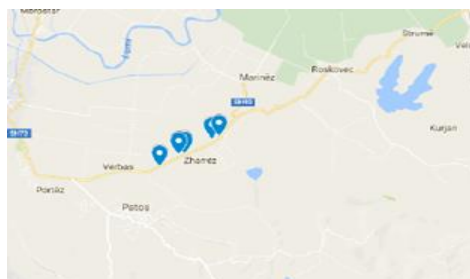
Patos-Marinëz

- Patos-Marinëz 1 : Ujë pusi.
- Patos- Marinëz 2 : Ujë ujësjellësi.
- Patos -Marinëz 3 : Ujë pusi.
- Patos- Marinëz 4 : Ujë ujësjellësi.
- Patos-Marinëz 5 : Ujë ujësjellësi



Zharrëz

- Zharrëz 1 : Ujë pusi.
- Zharrëz 2 : Ujë ujësjellësi.
- Zharrëz 3 : Ujë pusi.
- Zharrëz 4 : Ujë ujësjellësi
- Zharrëz 5 : Ujë ujësjellësi



Ballsh

- Ballsh 1: Ujë çezme
- Ballsh 2: Ujë burimi
- Ballsh 3: Ujë pusi
- Ballsh4: Ujë burimi, lagja Bylis
- Ballsh 5: Ujë pusi
- Ballsh 6: Ujë çezme, repartin e koksit
- Ballsh 7: Ujë çezme, repartin distilim

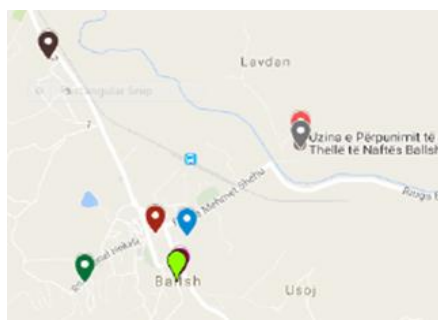


Figura 1. Pozicionet gjeografike të kampionimit të mostrave të ujit të pijshëm për 3 zonat e marra në studim.

2.2. Trajtimi i mostrave

1000 ml mostër uji u ekstraktuan me 20 mL heksan për 15 minuta. Më pas u lanë në qetësi deri në ndarjen e plotë të fazave. Ekstrakti organik u trajtua me 20 g sulfat natriumi anhidër për të larguar ujin e mbetur dhe u lanë disa orë në qetësi. Më pas, u bë kalimi në kolonë Florisili për pastrimin e matricës së mostrës. Kolona (20 cm x 5mm) u mbush me Florisil deri në lartësinë 10 cm dhe u kondicionua më 1mL heksan. Eluimi i mostrës u krye me 20 mL përzierje heksan:diklormetan në raportin 3:1 (v/v). Eluati u mblodh në Kuderna Darnish dhe u rikoncentrua në një bllok-term deri në vëllimin 1 mL për analizën e mëtejshme në gaz kromatograf. Për kalibrimin e aparatit u përdor përzierja standarde EPA525 për PAH-et dhe përzierja standard EPA 8081 e PCB-ve.

2.3. Analiza Instrumentale

Ndarja e PCB-ve u realizua në kolonën Rtx-5 (30m x 0.25mm x 0.25m) me aparatit HP 5890 GC (GC-EDC). Parametrat e aparatit ishin këto: temperatura e injektorit 280^oC, temperatura e detektorit 300^oC, temperatura fillestare e furrës 60^oC për 1 minutë, u rrit me 8^oC/min deri në 220^oC, u vazhdua me 5^oC/min deri në 280^oC, ku u mbajt konstante për 7 minuta, më tej u rrit me 10^oC/min deri në 300^oC, ku u mbajt konstante për 5 minuta.

Ndarja e PAH-ve dhe hidrokarbureve alifatike u realizua në kolonën VF-1ms (30m x 0.33mm x 0.25µm) me aparatit Varian 450 (GC-FID). Parametrat e aparatit ishin si më poshtë: temperatura e injektorit 280^oC, temperatura e detektorit 300^oC, temperatura fillestare e furrës ishte 60^oC për 2 minuta, u rrit me 10^oC/min deri në 180^oC, më pas me 5^oC/min deri në 280^oC, u mbajt konstante për 2 minuta, më tej u rrit 8^oC/min deri në 300^oC dhe u mbajt konstante për 7 minuta.

3. Rezultate dhe diskutime

3.1 Përcaktimi i hidrokarbureve policiklike aromatike dhe alifatike në mostrat e ujit të pijshëm:

Në Figurën 4 janë dhënë përqendrimet për nivelet e PAH-ve dhe hidrokarbureve alifatike të matura në 5 mostrat e ujit të pijshëm për zonën Patos-Marinzës.

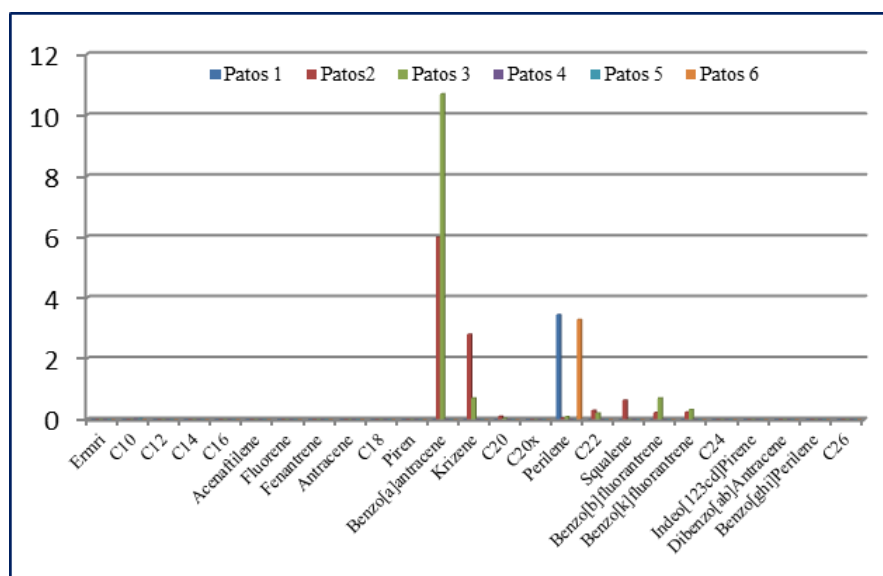


Figura 2. Përqëndrimi ($\mu\text{g L}^{-1}$) i hidrokarbureve policiklike aromatike dhe alifatike në zonën e Patos-Marinzës

Nga grafiku i mësipërm duket qartë se mostrat më të ndotura ishin mostrat Patos 2 edhe Patos 3, përkatësisht ujë ujësjellësi dhe ujë pusi. Në nivele më të larta u identifikua benzo[a]antraceni, benzo[b]fluorantreni, benzo[k]fluorantreni, C20 dhe C22. Mostra e marrë në stacionin Patos 3 ishte ujë pusi, që tregon se ndotja nga hidrokarburet për shkak të derdhjeve industriale ka arritur deri në ujërat nëntokësorë.

Fatkeqësisht uji i puseve konsumohet nga banorët e zonës, si edhe përdoret për vaditjen e të mbjellave. Fakti që ndotja e ujit ka ardhur nga toka konfirmohet gjithashtu nga identifikimi i PAH-ve dhe hidrokarbureve alifatike me masë molekulare të madhe, të cilat në përgjithësi kanë tendencë të akumulohen në matricën e tokave bujqësore që kanë përmbajtje të lartë të lëndës organike. Përqëndrimet më të larta u gjetën për benzo[a]antracenin $5.99 \mu\text{g L}^{-1}$ (Patos 2) dhe $10.69 \mu\text{g L}^{-1}$ (Patos 3). Ndërsa perileni u gjet në nivele më të larta për stacionet Patos 1 ($3.44 \mu\text{g L}^{-1}$) dhe Patos 6 ($3.28 \mu\text{g L}^{-1}$). Vlerat e përcaktuara në këtë studim për disa stacione rezultuan më të larta sesa normat e lejuara për ujin e pijshëm sipas Direktivës Europiane ($0.10 \mu\text{g L}^{-1}$).

Në Figurën 3 dhe në Figurën 4 janë paraqitur respektivisht përqëndrimet e PAH-ve dhe hidrokarbureve alifatike të matura në 5 stacionet e zonës së Zharrëzës dhe 7 stacionet e Ballshit.

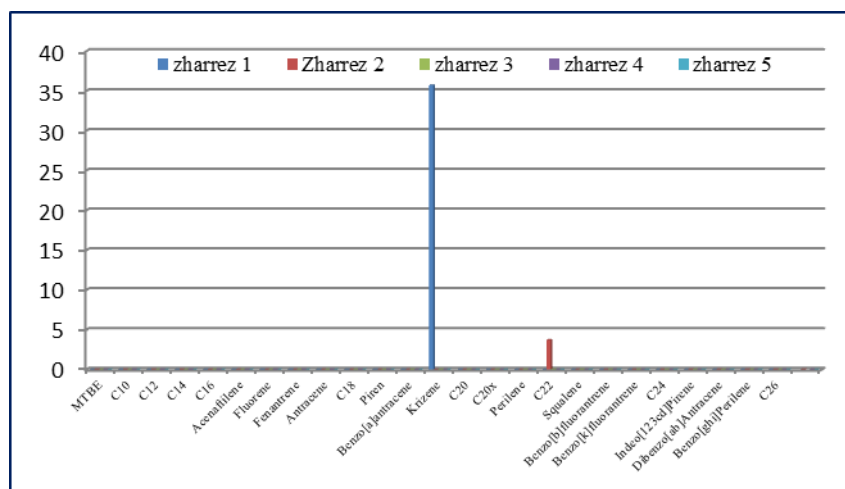


Figura 3. Përqëndrimi ($\mu\text{g L}^{-1}$) i hidrokarbureve policiklike aromatike dhe alifatike në zonën e Zharrëzës

Sikurse shihet tek Figura 3, zona e Zharrëzës në përgjithësi rezultoi e pastër nga hidrokarburet, përveç stacionit 1 (ujë pusi). Për këtë stacion për krizenin u gjet përqëndrimi relativisht i lartë ($35.7 \mu\text{g L}^{-1}$). Krizeni klasifikohet si komponim me masë molekulare të madhe, rrjedhimisht ekziston mundësia që ndotja e ujit ta ketë origjinën nga migrimi i hidrokarbureve në nëntokë.

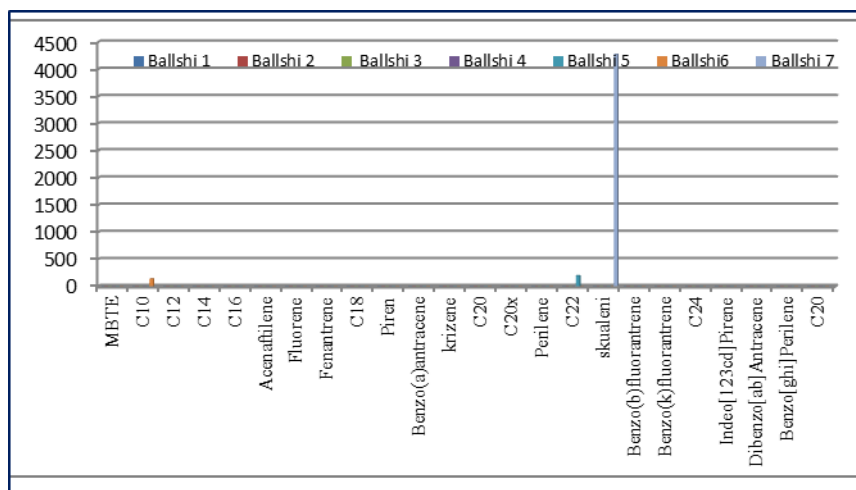


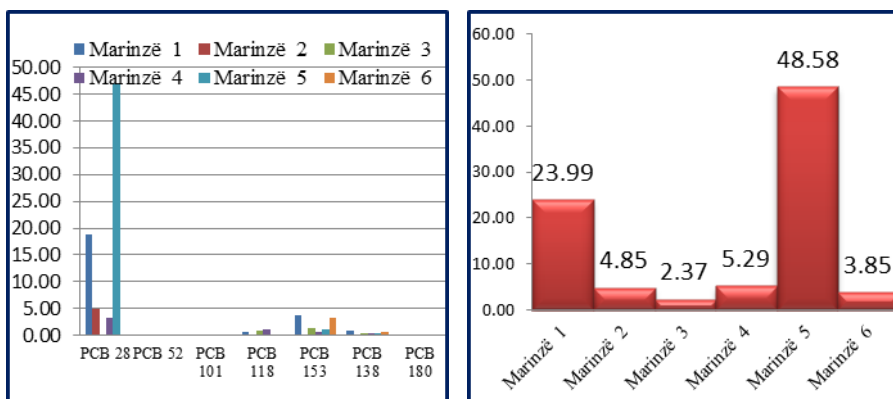
Figura 4. Përqëndrimi ($\mu\text{g L}^{-1}$) i hidrokarbureve policiklike aromatike dhe alifatike në zonën e Ballshit

Për zonën e Ballshit (Figura 4) është evidentuar se në stacionin 7 (ujë i marrë nga reparti i distilimit të rafinerisë së naftës), skualeni (C30) ka nivele tepër

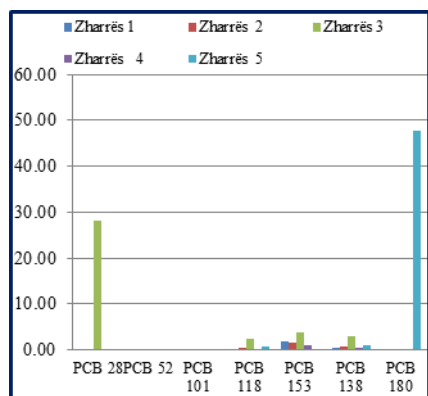
të larta 4270.6 $\mu\text{g L}^{-1}$. Këto nivele të larta të tij lidhen pikërisht me procesin industrial të fraksionizmit të naftës në nënprodukte më të lehta. Skualeni, si nënprodukt i naftës ka depërtuar nëpërmjet rrugëve të ndryshme (derdhjeve në tokë, ujë ose emetimet në ajër) në sistemin hidrik të këtij reparti, duke vendosur në rrezik jetën e punëtorëve që e konsumojnë. Ndërsa në stacionin 6 të Ballshit (reparti i koksifikimit) është gjetur C10 me përqendrim 29.1 $\mu\text{g L}^{-1}$, i cili mendohet se ka prejardhje nga procesi pirolitik i koksifikimit të naftës.

3.2 Përcaktimi i PCB-ve në mostrat e ujit të pijshëm:

Në Figurën 5 janë ilustruar grafikisht përqendrimet e PCB si edhe shumat e tyre për 17 mostrat e ujit të pijshëm të mbledhura në tre zonat naftëmbajtëse të marra në studim.

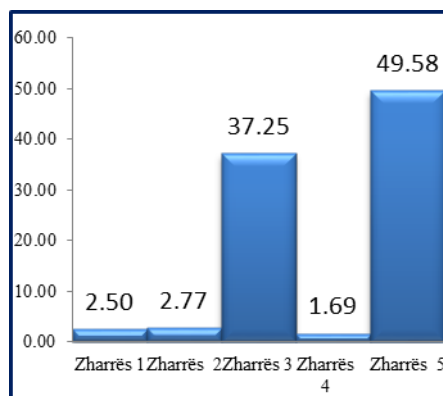


a.

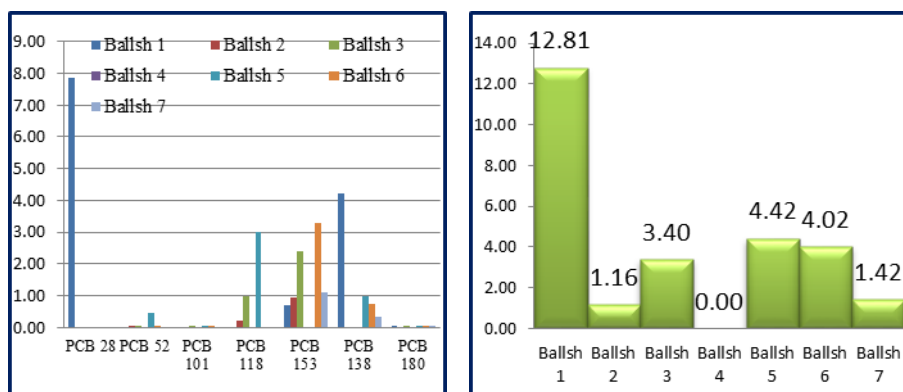


b.

a'.



b'.



c.

c'.

Figura 5. Përqendrimet ($\mu\text{g L}^{-1}$) PCB-ve dhe shuma e tyre për tre zonat e marra në studim

Nga Figura 5.a duket qartë se për zonën e Marinzës kongjeineri me shpërndarje më të madhe ishte PCB 28 (Marinza 1= $18.76 \mu\text{g L}^{-1}$; Marinza 2= $4.85 \mu\text{g L}^{-1}$, Marinza 4= $4.20 \mu\text{g L}^{-1}$; Marinza 5= $47.16 \mu\text{g L}^{-1}$). Nga Figura 5.a' ku jepet shuma e PCB-ve për çdo stacion, Marinza 5 është rezultuar më i ndotur me PCB ($48.58 \mu\text{g L}^{-1}$) krahasuar me stacionet e tjera të po kësaj zone.

Siç mund të shihet te Figura 5.b, për zonën e Zharrëzës janë identifikuar më shumë kongjeinerë të PCB-ve dhe me nivele më të larta. PCB-të e identifikuar për këtë zonë janë si më poshtë: PCB118 (Zharrëz 1 = $0.29 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz2 = $0.45 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 3 = $2.32 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz = $0.69 \mu\text{g L}^{-1}$), PCB153 (Zharrëz 1 = $1.80 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz = $1.69 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 3 = $3.83 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 4 = $1.12 \mu\text{g}/\mu\text{g L}^{-1}$), PCB 138 (Zharrëz 1 = $\mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 2 = $0.63 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 3 = $3.07 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 4 = $0.56 \mu\text{g L}^{-1}$; Zharrëz 5 = $1.04 \mu\text{g L}^{-1}$). PCB138 ishte kongjeineri me shpërndarje më të madhe për këtë zonë, ndërsa PCB180 u gjet me përqëndrim më të lartë nga të gjithë kongjeinerët (Zharës 5= $47.84 \mu\text{g L}^{-1}$). Nga Figura 5.b' del qartë se PCB-të me nivele më të larta janë detektuar në mostrën ujore Zharrës 5.

Ndërsa në zonën e Ballshit (Figura 5.c) PCB-të e evidentuara ishin PCB 28 (Ballsh 1 = $7.86 \mu\text{g L}^{-1}$), PCB 52 (Ballsh 5 = $0.46 \mu\text{g L}^{-1}$ dhe Ballsh 6 = $0.02 \mu\text{g L}^{-1}$), PCB 152 (Ballsh 1 = $0.7 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 2 = $0.92 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 3 = $2.42 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 5 = $3,3 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 6 = $1.08 \mu\text{g L}^{-1}$) si edhe PCB 138 (Ballsh 5 = $0.96 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 6 = $0.72 \mu\text{g L}^{-1}$; Ballsh 7 = $0.33 \mu\text{g L}^{-1}$). PCB-ja me shpërndarje më të madhe për këtë zonë ka rezultuar PCB 152. Nga Figura 5.c' mund të dallojmë se mostra më e ndotur nga PCB-të për Ballshin ishte ajo e stacionit 1, që ishte ujë çezme nga rrjeti hidrik.

Prania e PCB-ve kryesisht në rrjetin hidrik të ujësjellësit për të tre zonat mund të shpjegohet me faktin se rrjeti i ujësjellësit mund të jetë i amortizuar ose mund të ketë pësuar rrjedhje aksidentale nga pajisjet (gjeneratorët, bateritë etj.) të cilat ende përdorin si lëndë bazë PCB-të.

Në Figurën 6 është ilustruar grafikisht krahasimi i vlerave mesatare për përqendrimet e PCB-ve të matura në tre zonat naftëmbajtëse të marra në studim.

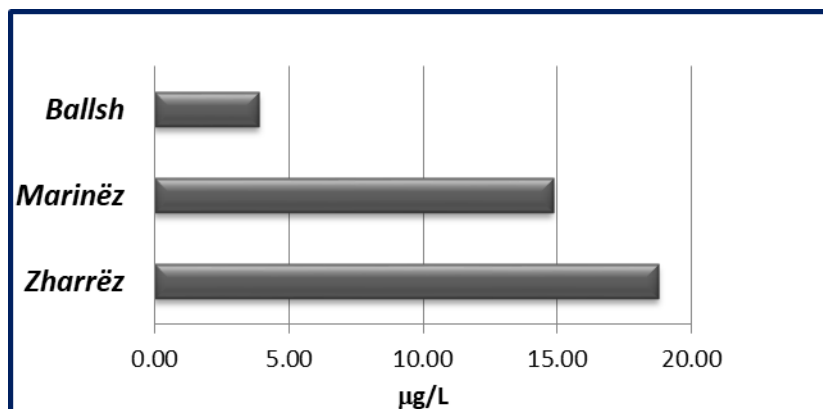


Figura 6. Krahasimi i vlerave mesatare për përqendrimin e PCB-ve në tre zonat naftëmbajtëse të studimit.

Nga grafiku mësipërm duket qartë se zona e Zharrëzës mund të konsiderohet zona me sistemin hidrik ujqor të pijshëm më të ndotur prej PCB-ve.

Përfundime

Studimi në fjalë është pjesë e një projekti më të zgjeruar në lidhje me efektin e ndotjes mjedisore nga rafineria e naftës në Ballsh. Nivelet më të larta për PAH-et me masë molekulare të madhe u gjetën në zonën e Patos-Marinëz. Përqendrimet e këtyre hidrokarbureve për disa stacione në këtë zonë ishin më të larta sesa normat e lejuara nga Bashkimi Evropian. Skualeni, u identifikua në përqendrime mjaft të larta në ujqin e pijshëm pranë repartit të distilimit në zonën e Ballshit. Ndërsa zona e Zharrëzës u identifikua si zona me ndotjen më të lartë me PCB-. Informacioni i përfutur nga ky studim mund të jetë i vlefshëm për të ndërtuar strategji menaxhimi në të ardhmen për mbrojtjen e mjedisit dhe banorëve të këtyre zonave.

Literatura

Abdel M., Hamed F., (2006): Determination of some persistent organic pollutants in water of new Damietta, Harbour, Egypt. Egyptian journal of aquatic research. Vol 32 (1): 235-24

Abdel-Shafya H. I., Mansour M., (2016): A review on polycyclic aromatic hydrocarbons. Source, environmental impact, effect on human health and remediation. Egyptian journal of petroleum, Vol 25(1):107-123

Arrebola J. P., Fernandez M. F., Martín-Olmedo P., Molina J. M., Sanchez-Perez M. J., Sanchez-Cantalejo E., Molina-Portillo E., Exposito J., Bondef J. P., Oleab N., (2014): Adipose tissue concentrations of persistent organic pollutants and total cancer risk in an adult cohort from Southern Spain: preliminary data from year 9 of the follow-up. *Science of the Total Environment*. Vol. 500-501:243-249

Avalos J., Jimenez H., Brodber R., Baes M., Davis S., Howd R., Raymond P., Budroe J., Kubot C., Salmon S., Parker T., Fan A., Monserrat L., Alexeeff G., Howd R., (2007): Water soluble polychlorinated biphenyls expected to be found in drinking water. California environmental protection agency: 16-33.

Baynes R.E., Brooks J.D., Riviere J.E., (2000): Membrane Transport of Naphthalene and Dodecane in Jet Fuel Mixtures. 8: 225–238

Bozlaker A., Muezzinoglu A., Odabasi M., (2008): Atmospheric Concentrations , Dry Deposition and Air – Soil Exchange of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in an Industrial Region in Turkey. 153: 1093–1102.

Chen Y.M., Lin W.Y., Chang C.C. (2014): The Impact of Petrochemical Industrialisation on Life Expectancy and per Capita Income in Taiwan: An 11-Year Longitudinal Study. *BMC Public Health* 14(1): 247

Council directive 98/83/EC of 3 November 1998

Denton J. E., (2007): Water soluble polychlorinated biphenyls expected to be found in drinking water. Pesticide and environmental toxicology branch Salihovic S., Mattioli L., Lindstrom G., Lars L., Lind M., Bavel B. V. (2012): rapid method for screening of the Stockholm Convention POPs in small amounts of human plasma using SPE and HRGC/HRMS. *Chemosphere*, vol. 86: 747-753

Dmitrovic J., Chan S. C., Chan S. H. Y., (2002): Analysis of pesticides and PCB congeners in serum by GC/MS with SPE sample cleanup. *Toxicology Letters*. 134: 253-258. Zimmerman L. R., Thurman E. M., and Bastian K. C., (2000): Detection of persistent organic pollutants in the Mississippi delta using semipermeable membrane devices. *Science of The Total Environment*, Vol.248(2): 169-179

Gandhi N., Basra S. P., Reiner E.J., Chen T., Morse D., Arhonditsis G. B., Drouillard K. G., (2015): Evaluation and interconversion of various indicator PCB schemes for ΣPCB and Dioxin-like PCB toxic equivalent levels in fish. *Environmental science and technology*. vol. 49: 123-131

Haxhimali D., (2010): Industria e zhvillimit petrokimik në Shqipëri: 114-119

Karlsson K., Viklander M., (2008): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Water and Sediment from Gully Pots. *Water, Air, and Soil Pollution* 188(1–4): 271–282

Kim E.J., Oh J.E., Chang Y.S., (2003): Effects of Forest Fire on the Level and Distribution of PCDD/Fs and PAHs in Soil. *Science of the Total Environment* 311(1–3): 177–189

Martinez E., Gros M., Lacorte S., Barceló D., (2004): Simplified Procedures for the Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water, Sediments and Mussels. *Journal of Chromatography A* 1047(2): 181–188

Min-Ji K., Marchand P., Henegar C., Antignac J., Alili R., Poitou C., Bouillot J., Basdevant A. B.Bizec, R. Barouki, Karine K., (2010): Fate and complex

pathogenic effects of dioxins and polychlorinated biphenyls in obese subjects before and after drastic weight loss. *Environ health perspect*: 377–383

Ramesh A., Archibong A.E., Hood. D.B., Guo Z., Loganathan B.G., (2012): Environmental Global Distribution and Human Health Effects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

Ramu K., Kajiwaru N., Sudaryanto A., (2007): Asian mussel watch program: contamination status of polybrominated diphenyl ethers and organochlorines in coastal waters of Asian countries. *Environmental science and technology*, Vol. 41(13): 4580–4586

Todd G. D., Chessin R. L., Colman J., (1999): Total petroleum hydrocarbons (TPH). Agency for toxic substances and disease registry: 9-11

Zhang J., et al. (2012): Petroleum Contamination in Groundwater/air and Its Effects on Farmland Soil in the Outskirt of an Industrial City in China. *Journal of Geochemical Exploration* 118: 19–29

Zhang J., et al. (2014): Petroleum Contamination of Soil and Water, and Their Effects on Vegetables by Statistically Analyzing Entire Data Set. *Science of the Total Environment* 476–477: 258–265