

Edyta KUDLEK¹

WPŁYW MATERII ORGANICZNEJ NA ROZKŁAD ZANIECZYSZCZEŃ SZCZEGÓLNI NIEBEZPIECZNYCH W ŚRODOWISKU WODNYM

ORGANIC MATTER INFLUENCE ON THE DECOMPOSITION OF CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN IN WATER ENVIRONMENT

Abstrakt: W pracy oceniono stopień usunięcia wybranych zanieczyszczeń szczególnie niebezpiecznych (CECs), obecnych w różnych matrycach wodnych, w trakcie zaawansowanych procesów utleniania opartych o działanie naturalnego promieniowania słonecznego. Badania prowadzono na wodzie wodociągowej, wodzie powierzchniowej, wodzie deszczowej i odpływie z komunalnej oczyszczalni ścieków zaszczerpionej mikrozanieczyszczeniami, tj. diklofenakiem, kofeiną i karbamazepiną - związki farmaceutyczne; oksadiazonem, triklosanem i triatalem - pestycydy; bisfenolem A, 4-oktylofenolem - domieszki przemysłowe oraz mestranolem i progesteronem - hormony. Roztwory wodne poddano działaniu O_2 , O_3 , H_2O_2 , O_2/O_3 , O_2/H_2O_2 , O_3/H_2O_2 oraz $O_2/O_3/H_2O_2$ wyeksponowanymi na działanie promieniowania słonecznego. Rozkład związków został oceniony na podstawie stopnia ich usunięcia wyznaczonego z użyciem analizy chromatograficznej. Wykazano, że skład fizykochemiczny roztworów miał istotny wpływ na rozkład zanieczyszczeń. Obecność wysokocząsteczkowych związków organicznych miała korzystny wpływ na rozkład zanieczyszczeń z grupy związków farmaceutycznych. Najwyższe stopienie usunięcia CECs zaobserwowano w procesach wspomaganých obecnością ozonu. Jednakże żadna konfiguracja zaawansowanych procesów utleniania nie pozwoliła na całkowity rozkład zanieczyszczeń w rozpatrywanym czasie prowadzenia eksperymentu.

Słowa kluczowe: CECs, zaawansowane procesy utleniania, promieniowanie słoneczne, toksyczność

Wprowadzenie

Zgodnie z definicją podawaną przez amerykańską agencję naukowo-badawczą United States Geological Survey, za zanieczyszczenia szczególnie niebezpieczne (ang. *contaminants of emerging concern* - CECs) uznawane są wszystkie syntetyczne lub naturalnie związki chemiczne, które nie są obserwowane w środowisku naturalnym, ale posiadające potencjał do przedostawania się do niego i powodowania niekorzystnych zmian ekologicznych i/lub negatywnie oddziałujących na zdrowie człowieka [1]. Sauvé i Desrosiers [2] wskazują, że wszystkie zanieczyszczenia, których oddziaływanie na środowisko nie zostało do końca poznane, udokumentowane i zawarte w odpowiednich regulacjach prawnych z zakresu ochrony zdrowia ludzkiego lub środowiska, zasługują na zaklasyfikowanie ich do grupy CECs [2]. Konieczne staje się poznanie rzeczywistych stężeń tych związków w środowisku, określenie ich źródeł oraz śledzenie przemian, którym podlegają. Zasadne staje się również poszukiwanie skutecznych metod pozwalających na ograniczenie stężeń CECs w środowisku.

Ciśnieniowe procesy membranowe, jak również proces adsorpcji na różnego rodzaju sorbentach należą do jednych z najskuteczniejszych metod oczyszczania strumieni

¹ Katedra Inżynierii Wody i Ścieków, Politechnika Śląska, ul. S. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, tel. 32 237 24 78, fax 32 237 10 47, email: edyta.kudlek@polsl.pl

Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole' 19, Polanica-Zdrój, 9-12.10.2019

wodnych z szerokiej gamy mikrozanieczyszczeń [3]. Procesy te mogą być realizowane jako procesy jednostkowe lub zintegrowane z innymi metodami, takimi jak działanie osadu czynnego [4]. Jednakże ich efektywność jest ściśle związana z właściwościami fizykochemicznymi poszczególnych CECs, takimi jak: masa cząsteczkowa, rozmiar i geometria mikrozanieczyszczeń, ich ładunek i hydrofobowość. Decydującą rolę odgrywa również jakość matrycy wodnej (pH, stężenie CECs, temperatura, obecność materii organicznej jak i nieorganicznej), własności membran czy sorbentów oraz parametry operacyjne procesu [5, 6]. Ponadto ciśnieniowe procesy membranowe pozwalają jedynie na skoncentrowanie zanieczyszczeń w uzyskiwanym retencie, który wymaga dalszych procesów oczyszczania. Alternatywę stanowią zaawansowane procesy utleniania, które zgodnie z definicją mają prowadzić do całkowitego rozkładu zanieczyszczeń organicznych, w efekcie przekształcając je do ditlenku węgla, wody oraz kwasów nieorganicznych [7]. Na szczególną uwagę zasługują metody wykorzystujące działanie promieniowania UV połączone z działaniem wysoko reaktywnych utleniaczy, takich jak ditlenek wodoru czy ozon [8-10]. Mogą one zostać z powodzeniem zaimplementowane na już istniejących obiektach oczyszczania wody lub ścieków [11]. Obawy budzi jednak obecność w wodach poddanych tym procesem śladowych ilości znacznej liczby ubocznych produktów rozkładu zanieczyszczeń, które mogą być potencjalnie toksyczne dla organizmów żywych [12].

Celem podjętych badań była ocena stopnia usunięcia wybranych mikrozanieczyszczeń zaliczanych do grupy zanieczyszczeń szczególnie niebezpiecznych CECs obecnych w matrycach wodnych różniących się składem fizykochemicznym, w tym obecnością związków organicznych w trakcie zaawansowanych procesów utleniania opartych o działanie naturalnego promieniowania słonecznego. Roztwory poprocesowe analizowano z użyciem chromatografii gazowej z detekcją mas poprzedzoną ekstrakcją analitów do fazy stałej SPE.

Materiały i metodyka badań

Badania prowadzono na roztworach wodnych mikrozanieczyszczeń zaliczanych do grupy zanieczyszczeń szczególnie niebezpiecznych sporządzonych na bazie wody wodociągowej, powierzchniowej, deszczowej i odpływie z komunalnej oczyszczalni ścieków (OŚ). Wskaźniki opisujące poszczególne matryce wodne zestawiono w tabeli 1.

Matryce zaszczipiono kolejno 500 ng/dm³ diklofenaku, kofeiny i karbamazepiny - związki farmaceutyczne; oksadiazonu, triklosanu i triatatu - pestycydy; bisfenolu A, 4-oktylofenolu - domieszki przemysłowe oraz mestranolu i progesteronu - hormony (tab. 2). Wzorce analityczne badanych mikrozanieczyszczeń o czystości powyżej 97,0 % pochodziły z firmy Sigma-Aldrich (Poznań, Polska). Eksperymenty dla wszystkich badanych związków przeprowadzono oddzielnie i powtórzono trzykrotnie.

Odczyn sporządzonych wodnych roztworów korygowano za pomocą 0,1 mol/dm³ roztworu NaOH firmy Avantor Performance Materials Poland S.A. (Gliwice, Polska) do pH równego 7.0.

Sporządzone roztwory wodne poddano działaniu pojedynczych procesów, tj. natleniania (O₂), ozonowania (O₃), utleniania ditlenkiem wodoru (H₂O₂), jak również procesom zintegrowanym: O₂/O₃, O₂/H₂O₂, O₃/H₂O₂ oraz O₂/O₃/H₂O₂ wspomaganym działaniem promieniowania słonecznego.

Charakterystyka badanych matryc wodnych

Tabela 1

Characteristics of the tested water matrices

Table 1

Wskaźnik	Woda wodociągowa	Woda powierzchniowa	Woda deszczowa	Odpływ z OŚ
pH [-]	7,8	6,81	6,5	7,01
Przewodność [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	644,01	743,21	569,84	930,25
Absorbancja ($\lambda = 254 \text{ nm}$) [-]	0,000	0,102	0,010	0,120
OWO [mg/dm^3]	3,74	15,12	8,32	23,15
OWN [mg/dm^3]	1,64	32,57	1,85	50,71
WC [mg/dm^3]	5,38	47,69	10,17	73,86
ChZT [$\text{mg O}_2/\text{dm}^3$]	-*	12,74	10,41	30,52
BZT ₅ [$\text{mg O}_2/\text{dm}^3$]	-	3,47	0,5	4,52
N _{og} [mg/dm^3]	0,67	3,14	1,00	5,69
N-NH ₄ [mg/dm^3]	0,06	0,78	-	1,52
N-NO ₃ [mg/dm^3]	0,50	1,56	-	3,14

* - poniżej zakresu pomiaru testu (OWO - ogólny węgiel organiczny, OWN - ogólny węgiel nieorganiczny, WC - węgiel całkowity, ChZT - chemiczne zapotrzebowanie tlenu, BZT₅ - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w ciągu 5 dób, N_{og} - azot ogólny, N-NH₄ - azot amonowy, N-NO₃ - azot azotanowy)

Badania realizowano w szklanych porcjowych reaktorach o objętości 1 dm³ umieszczonych na mieszkadle magnetycznym, wyekspozowanych na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego.

Proces natleniania prowadzono z użyciem koncentratora tlenu TOKYO 5F-WY firmy Elmar (Sycynów, Poland) o regulowanym przepływie gazu. Stężenie tlenu w natlenianych matrycach wodnych ustalono na poziomie 8,0 ± 0,1 mg/dm³. Ozon wytwarzany był przy użyciu generatora ozonu typu Ozoner FM500 firmy WRC Multiozon (Sopot, Polska). Zarówno tlen, jak i ozon wprowadzane były do mieszaniny reakcyjnej za pomocą dyfuzora ceramicznego umieszczonego na dnie reaktora. Dytlenek wodoru wprowadzany był do mieszaniny jako roztwór 30 % i pochodził z firmy Avantor Performance Materials Poland S.A. (Gliwice, Polska). Dawkę O₃ oraz H₂O₂ wyznaczono w badaniach wstępnych i ustalono na poziomie 3,0 mg/dm³. Temperatura badanych matryc wodnych w trakcie prowadzenia procesów mieściła się w przedziale od 24 do 26 °C.

Czas naświetlania ustalono na 60 min. Przebiegające w matrycach wodnych reakcje utleniania mikrozanieczyszczeń zatrzymywano po zakończeniu ekspozycji na promieniowanie słoneczne poprzez dodatek siarczynu sodu (Na₂SO₃) w dawce 24 mmol/dm³ firmy Sigma-Aldrich (Poznań, Polska).

Efektywność procesów oceniono na podstawie procentowego stopnia usunięcia R_r [%] badanych CECs obliczonego zgodnie z równaniem:

$$R_r = \frac{C_i - C_p}{C_i} \cdot 100 \quad (1)$$

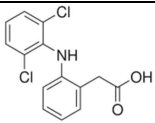
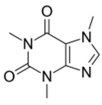
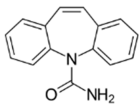
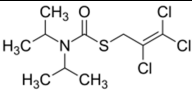
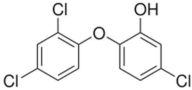
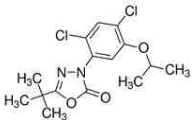
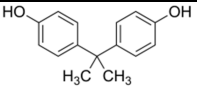
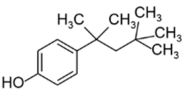
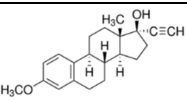
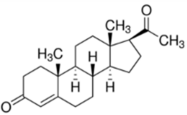
gdzie: C_i - stężenie początkowe mikrozanieczyszczenia w roztworze [mg/dm^3]; C_p - stężenie mikrozanieczyszczenia w roztworze po procesie oczyszczania [mg/dm^3].

Tabela 2

Charakterystyka badanych CECs [13]

Table 2

Characteristics of the tested CECs [13]

Nazwa	Zastosowanie	Wzór strukturalny	Masa cząsteczkowa [g/mol]	Rozpuszczalność w H ₂ O [mg/dm ³]	log <i>K_{ow}</i> [*] [-]
Diklofenak, DCF	farmaceutyk		296,10	2,37	4,51
Kofeina, CAF	farmaceutyk		194,19	21600	-0,07
Karbamazepina, CBZ	farmaceutyk		236,30	17,00	2,45
Trialat, TRI	herbicyd		304,65	2,00	4,60
Triklosan, TCS	fungicyd, bakteriostatyk		289,54	10,00	4,76
Oksadiazon, ODZ	herbicyd		345,22	0,70	4,80
Bisfenol A, BPA	domieszka przemysłowa		228,29	120,00	3,32
4-Oktylofenol, OP	domieszka przemysłowa		206,32	brak	5,30
Mestranol, EEME	hormon		310,43	1,13	4,61
Progesteron, P4	hormon		314,46	8,81	3,87

^{*} log *K_{ow}* - współczynnik podziału oktanol/woda

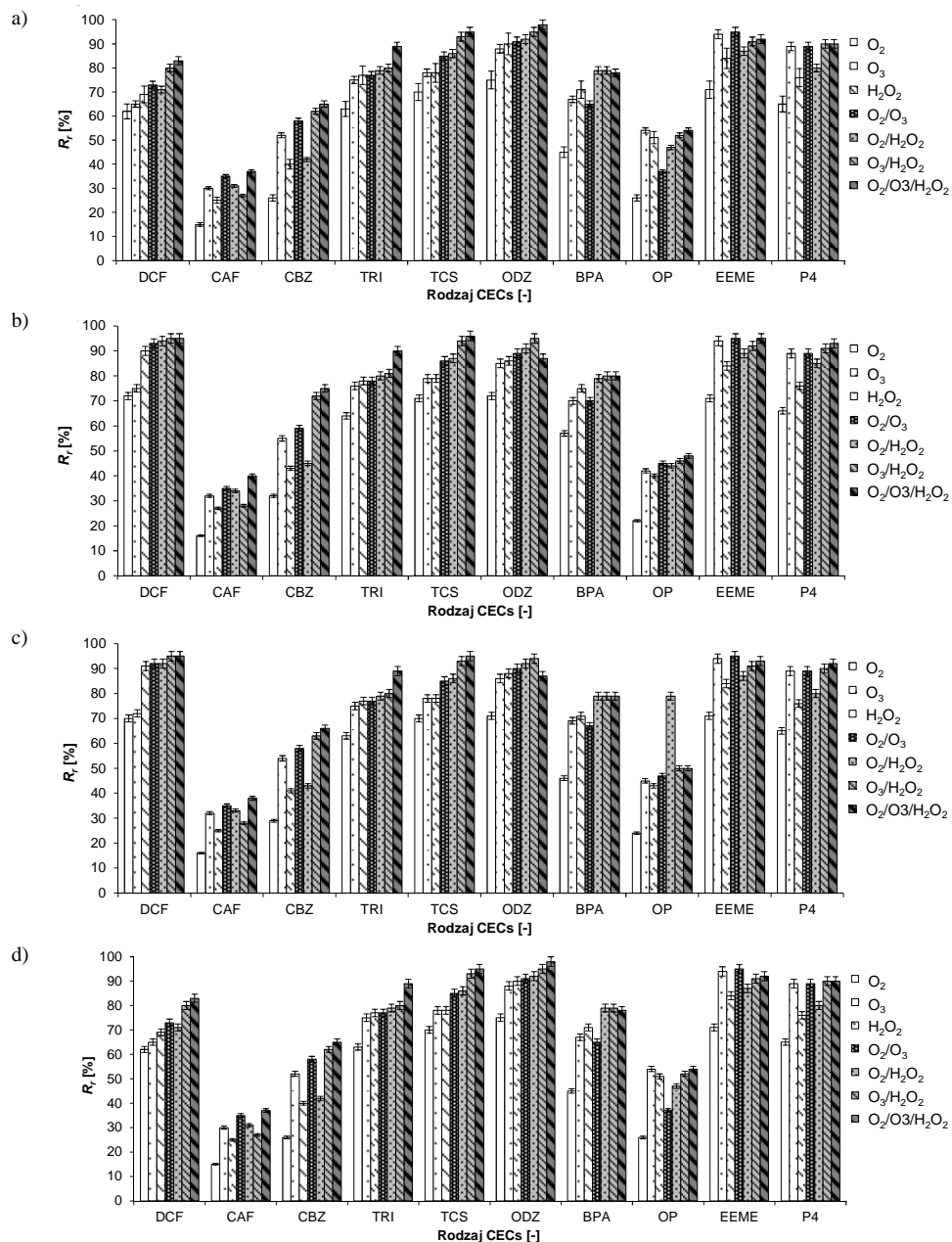
Oznaczenia stężeń badanych CECs na poszczególnych etapach oczyszczania zostały wykonane przy użyciu chromatografii gazowej sprzężonej z detekcją mas (GC-MS) pracującej w trybie jonizacji elektronowej z zastosowaniem chromatografu GC-MS model 7890B firmy Perlan Technologies (Warszawa, Polska). Analizy prowadzono na kapilarnej kolumnie SLBTM - 5 ms 30 m × 0,25 mm, 0,25 μm firmy Sigma-Aldrich (Poznań, Polska) podgrzewanej w następującym programie temperaturowym pieca: 80 °C (6 min), 5 °C/min do 260 °C, 20 °C/min do 300 °C (2 min). Hel o przepływie 1,1 cm³/min pełnił rolę gazu nośnego. Temperaturę pułapki jonowej i źródła jonów ustalono kolejno na 150 i 230 °C, natomiast temperatura injektora była równa 250 °C. Anality z roztworów wodnych przed analizą chromatograficzną wydzielano z użyciem ekstrakcji do fazy stałej SPE. Szczegóły metody podano w pracy [12].

Wyniki badań i ich dyskusja

Na rysunku 1 zestawiono odnotowane stopnie usunięcia mikrozanieczyszczeń w różnych matrycach wodnych podanych 60-minutowemu naświetlaniu przez promienie słoneczne wspomaganemu działaniem O₂, O₃, H₂O₂, O₂/O₃, O₂/H₂O₂, O₃/H₂O₂ oraz O₂/O₃/H₂O₂. W odniesieniu do wcześniejszych badań poświęconych rozkładowi zanieczyszczeń pod wpływem pojedynczych procesów O₃ i H₂O₂ oraz procesu hybrydowego O₃/H₂O₂ [12, 14, 15] wykazano, że światło słoneczne korzystnie wpływa na rozkład CECs.

Stopień usunięcia poszczególnych związków jest ściśle zależny od zastosowanego utleniacza oraz od składu fizykochemicznego matrycy wodnej. Najwyższą efektywnością rozkładu wszystkich badanych CECs cechował się proces naświetlania promieniami słonecznymi w obecności O₂/O₃/H₂O₂, a najniższą efektywność obserwowano w procesie wspomaganym O₂. Dla przykładu, stopień usunięcia CBZ w procesie naświetlania w obecności O₂ w badanych matrycach wodnych mieścił się w zakresie od 26 % dla wody wodociągowej do 37 % dla odpływu z OŚ, natomiast proces łączący zarówno działanie promieniowania słonecznego, jak i O₂/O₃/H₂O₂ pozwolił na ponad 65 % obniżenie stężenia tego farmaceutyku w wodzie wodociągowej i deszczowej oraz ponad 75 % usunięcie w wodzie powierzchniowej i odpływie z OŚ. Należy podkreślić, że rozkład zanieczyszczeń w matrycach wodnych następuje nie tylko w wyniku bezpośredniej fotolizy związków czy też działania samych utleniaczy, ale również w wyniku reakcji z generowanymi wysokoreaktywnymi rodnikami, takimi jak HO[•], HO₂[•], HO₃[•] i O₂^{-•} [16]. Gunten [17] wykazał, że rodniki hydroksylowe mogą prowadzić do rozkładu O₃ do O₂ oraz H₂O i w efekcie powodować obniżenie efektywności całego procesu. Zjawisko to może tłumaczyć obniżenie stopnia usunięcia ODZ z 95 % w procesie wspomaganym działaniem O₃/H₂O₂ do 87 % w układzie promieniowanie słoneczne/O₂/O₃/H₂O₂.

Zaobserwowano, że DCF oraz związki z grupy pestycydów - TRI, TCS, ODZ, jak również hormonów - EEME oraz P4 są najbardziej podatne na rozkład fotolityczny wspomagany działaniem stosowanych utleniaczy. Dla przykładu, stopień usunięcia TCS i EEME przekraczał we wszystkich rozważanych konfiguracjach procesów utleniania 70 %.



Rys. 1. Wpływ procesu utleniania na stopień usunięcia CECs obecnych w wodzie: a) wodociągowej, b) powierzchniowej i c) deszczowej oraz w d) odpływie z OS

Fig. 1. Impact of the oxidation process on the removal degree of CECs occurring in: a) tap water, b) surface water, c) rainwater and d) an effluent from WWTP

Najmniejszą podatnością na rozkład w wyniku oddziaływania promieniowania słonecznego i wprowadzanych do środowiska reakcji utleniaczy odznaczały się CAF oraz OP. Stopień usunięcia CAF plasował się dla wody wodociągowej, powierzchniowej i deszczowej wyeksponowanej na działanie promieniowania słonecznego na zbliżonym poziomie i wynosił kolejno dla procesu wspomaganego O_2 16 %, O_3 32 %, H_2O_2 27 %, O_2/O_3 35 %, O_2/H_2O_2 od 31 do 34 %, O_3/H_2O_2 28 % oraz $O_2/O_3/H_2O_2$ 38 %. Stopnie usunięcia tego farmaceutyku obserwowane dla odpływu z OŚ, cechującego się najwyższym stężeniem związków organicznych, były znacznie niższe w porównaniu do pozostałych badanych matryc i przyjmowały wartości od 13 % dla procesu naświetlania wspomaganego O_2 do 35 % dla procesu naświetlania realizowanego przy współdziałaniu $O_2/O_3/H_2O_2$. Również w przypadku TRI, TCS, BPA oraz OP odnotowano obniżenie efektywności procesu wraz ze wzrostem stężenia materii organicznej. Dla przykładu, stopień usunięcia OP w wodzie wodociągowej i deszczowej mieścił się w zakresie od 24 % dla procesu wspomaganego obecnością O_2 do 54 % w procesach naświetlania prowadzonych w obecności O_3/H_2O_2 oraz $O_2/O_3/H_2O_2$. Wzrost stężenia zarówno materii organicznej, jak i nieorganicznej obserwowany dla roztworów sporządzonych na bazie odpływu z OŚ skutkowało obniżeniem efektywności OP, a stopień jego usunięcia nie przekraczał 42 % w żadnej z rozpatrywanych konfiguracji utleniania zanieczyszczeń. Można zatem przypuszczać, że obecność wysokocząsteczkowych związków organicznych oraz innych pierwotnie występujących w matrycach mikrozanieczyszczeń obniża efektywność rozkładu CECs. Przeprowadzona analiza chromatograficzna roztworów wodnych, sporządzonych na bazie odpływu z oczyszczalni ścieków przed wprowadzeniem do nich badanych CECs, wykazała obecność śladowych ilości innych mikrozanieczyszczeń organicznych, takich jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, związki z grupy ftalanów oraz farmaceutyki i produkty do pielęgnacji ciała. Związki te mogą konkurencyjnie do badanych CECs ulegać procesom utlenienia i rozkładu. Zależności tej nie odnotowano w przypadku DCF oraz CBZ. Wzrost stężenia materii organicznej i nieorganicznej skutkowało wzrostem efektywności rozkładu farmaceutyków. Również w przypadku EEME oraz P4 odnotowano stopniowy wzrost efektywności rozkładu wraz ze wzrostem zróżnicowania fizykochemicznego matrycy wodnej. Dla przykładu, stopień usunięcia P4 z wody wodociągowej w procesie wspomaganym działaniem O_2 i H_2O_2 wynosił 80 %, natomiast dla tego samego procesu prowadzonego w matrycy sporządzonej na bazie wody powierzchniowej stopień usunięcia hormonu przekraczał 85 %. Wzrostu efektywności usunięcia obu badanych CECs z grupy hormonów nie odnotowano w przypadku testów prowadzonych na matrycach sporządzonych na bazie odpływu z OŚ.

Wnioski

- CECs cechują się różną podatnością na rozkład w procesie naświetlania ich roztworów wodnych promieniami słonecznymi w obecności utleniaczy.
- Najniższą efektywność rozkładu badanych mikrozanieczyszczeń odnotowano w trakcie prowadzenia procesu naświetlania wspomaganego działaniem O_2 . Natomiast najwyższe stopnie usunięcia wszystkich badanych CECs odnotowano dla procesu integrującego działanie O_2 , O_3 oraz H_2O_2 z promieniowaniem słonecznym.

- Wzrost stężenia materii organicznej w matrycach wodnych wpływa na obniżenie stopnia usunięcia CAF oraz związków z grupy pestycydów i domieszek przemysłowych.
- Korzystny wpływ zróżnicowanego składu matrycy wodnej na proces utleniania mikrozanieczyszczeń odnotowano jedynie w przypadku DCF oraz CBZ.

Podziękowania

Badania sfinansowano z dotacji MNiSW przeznaczonej na działalność statutową Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej nr BK - 08/040/BK-19/0119.

Literatura

- [1] United States Geological Survey. Water Resources - Emerging Contaminants. https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/emerging-contaminants?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
- [2] Sauv e S, Desrosiers M. Chem Cent J. 2014;8:15. DOI: 10.1186/1752-153X-8-15.
- [3] Dharupaneedi SP, Kotrappanavar Nataraj S, Nadagouda M, Raghava Reddy K, Shukla SS, Aminabhavi TM. Sep Purif Technol. 2019;210:850-66. DOI:10.1016/j.seppur.2018.09.003.
- [4] Grandcl ement C, Seyssiecq I, Piram A, Wong-Wah-Chung P, Vanot G, Tiliacos N, et al. Water Res. 2017;111:297-317. DOI: 10.1016/j.watres.2017.01.005.
- [5] Mailler R, Gasperi J, Coquet Y, Derome C, Bulet e A, Vulliet E, et al. J Environ Chem Eng. 2016;4:1102-9. DOI: 10.1016/j.jece.2016.01.018.
- [6] Kim S, Chu KH, Al-Hamadani YAJ, Park CM, Jang M, Kim D-H, et al. Chem Eng J. 2018;335:896-914. DOI: 10.1016/j.cej.2017.11.044.
- [7] Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD, Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2014. ISBN: 9780073401188.
- [8] Deng Y, Zhao R. Curr Pollution Rep. 2015;1:167. DOI: 10.1007/s40726-015-0015-z.
- [9] O'Shea KE, Dionysiou DD. J Phys Chem Lett. 2012;3:2112-13. DOI: 10.1021/jz300929x.
- [10] Fast SA, Gude VG, Truax DD, Martin J, Magbanua BS. Environ Process. 2017;4:283-302. DOI: 10.1007/s40710-017-0207-1.
- [11] Oturan MA, Aaron J-J. Crit Rev Environ Sci Technol. 2014;44(23):2577-641. DOI: 10.1080/10643389.2013.829765.
- [12] Kudlek E. Water. 2018;10:955. DOI: 10.3390/w10070955.
- [13] Kim S, Thiessen PA, Bolton EE, Chen J, Fu G, Gindulyte A, et al. Nucleic Acids Res. 2016;44:D1202-13. DOI: 10.1093/nar/gkv951.
- [14] Kudlek E. Ecol Chem Eng S. 2019;26(3):571-81. DOI: 10.1515/eces-2019-0042.
- [15] Kudlek E, Dudziak M. Desalin Water Treat. 2018;117:88-100. DOI: 10.5004/dwt.2018.22096.
- [16] Jin X, Peldszus S, Huck PM. Water Res. 2012;46:6519-30. DOI: 10.1016/j.watres.2012.09.026.
- [17] von Gunten U. Water Res. 2003;37:1443-67. DOI: 10.1016/S0043-1354(02)00457-8.

ORGANIC MATTER INFLUENCE ON THE DECOMPOSITION OF CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN IN WATER ENVIRONMENT

Department of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Abstract: The paper presents an assessment of the removal degree of selected contaminants of emerging concern (CECs) present in various water matrices subjected to advanced oxidation processes based on the action of natural sunlight radiation. The test were conducted on tap water, surface water, rainwater and an effluent from a communal wastewater treatment plant spiked with micropollutants: diclofenac, caffeine and carbamazepine - pharmaceutical compounds; oxadiazon, triclosan, triatolal - pesticides; bisphenol A, 4-octylophenol - industrial additives, and mestranol and progesterone - hormones. The water solution were exposed to O_2 , O_3 , H_2O_2 , O_2/O_3 , O_2/H_2O_2 , O_3/H_2O_2 , $O_2/O_3/H_2O_2$ and supported by sunlight. The decomposition of compounds was evaluated based on their removal degrees estimated by the use of the chromatographic analysis. It was observed that the physico-chemical composition of the water matrix had a significant impact on the decomposition of the tested compounds. The occurrence of high molecular weight organic matter had a positive influence on the removal of pharmaceutical compounds. The highest CECs removal degrees were noted during the implementation of processes assisted by O_3 . However none of the performed configuration of advanced oxidation processes allowed for a complete decomposition of CECs in the time frame of the experiment.

Keywords: CECs, advanced oxidation processes, sunlight, toxicity