



# technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ

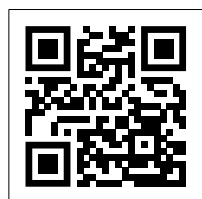
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW

BEZPIECZEŃSTWO

GOSPODARKA WODNA



WYDAWNICTWO



10 000 l

Już wkrótce  
w ofercie!

marseplast

Spotkajmy się na  
**IFAT**  
Munich

Hala B2 / 104

22 000 l

**Marseplast – bo liczy się każda kropla**



# technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ  
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW  
BEZPIECZEŃSTWO  
GOSPODARKA WODNA

ISSN 2080-1467

kwartalnik

Rok założenia 2009

Czasopismo redaguje i wydaje Wydawnictwo 2K TECHNOLOGIE s.c.

Adres redakcji:

ul. Średzka 58, 62-025 Kostrzyn

Czasopismo jest indeksowane w:

Baztech (<http://baztech.icm.edu.pl>)

POL-index (<https://pbn.nauka.gov.pl/polindex>)

Index Copernicus (<http://journals.indexcopernicus.com>)

Za publikację artykułów w czasopiśmie „Technologia Wody” (od 2009 r.)

Autorzy otrzymują 5 punktów - zgodnie z listą czasopism naukowych

Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 23 grudnia 2015 r.

## Redakcja

Izabela Kruszelnicka - redakcja, +48 608 021 656

Dobrochna Ginter-Kramarczyk - redakcja, +48 698 978 848

## Rada programowa

- prof. dr hab. inż. **Ryszard Błażejowski**, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. **Krzysztof Chmielowski**, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- prof. dr hab. inż. **Wojciech Dąbrowski**, Politechnika Krakowska
- prof. dr hab. inż. **Piotr Koszelnik**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Marian Kwietniewski**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Paweł Licznar**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Rafał Miłaszewski**, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
- prof. dr hab. inż. **Elżbieta Niemirycz**, Uniwersytet Gdański
- prof. dr hab. inż. **Marek M. Sozański**, Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. inż. **Barbara Tchórzewska-Cieślak**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Izabela Zimoch**, Politechnika Śląska w Gliwicach
- dr hab. inż. **Zbysław Dymaczewski**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Anna Głowacka**, prof. ZUT, Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie
- dr hab. inż. **Joanna Jeż-Walkowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Jadwiga Królikowska**, prof. PK, Politechnika Krakowska
- dr hab. inż. **Marek Ochowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Alina Pruss**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Monika Żubrowska-Sudoł**, prof. PW, Politechnika Warszawska
- dr hab. inż. **Joanna Zembrzuszka**, Politechnika Poznańska
- dr inż. **Adam Masłoń**, prof. PRZ, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Wiesław Gorączko**, Polskie Towarzystwo Nukleoniczne, Zarząd SIOR
- dr inż. **Krzysztof Boryczko**, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Marcin Chełkowski**, Politechnika Krakowska
- dr inż. **Wojciech Góra**, Politechnika Poznańska
- dr **Eugeniusz Klaczyński**, Envirotech Sp. z o.o.
- dr inż. **Klara Ramm**, Politechnika Warszawska
- dr inż. **Tadeusz Rzepecki**, prezes Tarnowskich Wodociągów sp. z o.o., przewodniczący Rady IGWP (ekspert)
- dr inż. **Dawid Szpak**, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Łukasz Weber**, Nentech
- mgr inż. **Iwona Lasocka-Gomuła**, Aquanet
- inż. **Ryszard Szambelańczyk**, Nentech
- mgr inż. **Barbara Mulik**, Doradztwo w zakresie bezpieczeństwa i jakości wody
- mgr inż. **Zenon Świgoń**, ekspert RPO, rzeczoznawca PZITS

Czasopismo recenzowane.

Nakład 2000 egz.

Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania artykułów.

Materiałów niezamówionych nie zwracamy.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i artykułów sponsorowanych.

Wytyczne dla autorów znajdują się na stronie internetowej: [2ktechnologie.pl](http://2ktechnologie.pl)

**Warunki prenumeraty:**

Prenumeratę prosimy zamawiać przez [biuro@2ktechnologie.pl](mailto:biuro@2ktechnologie.pl)

## WYDARZENIA

- 3** Dołącz do nas na Stormwater Poland 2024 – kluczowe spotkanie ekspertów w dziedzinie innowacyjnego gospodarowania wodami opadowymi

## NAUKA I TECHNIKA

- 5** Znaczenie badań jakości środowiska wodnego w skali globalnej
- 10** Wpływ globalnego ocieplenia na hydrodynamikę i biologię Wielkich Jezior Mazurskich (WJM) – homotermia wiosenna i jej skutki
- 20** Infiltracja i wody przypadkowe w systemach kanalizacyjnych
- 24** Zmiany klimatu to zmiany w gospodarce wodno-ściekowej
- 30** Usuwanie ścieków w małych społecznościach Regionu Arktycznego na przykładzie osady Itilleq (Grenlandia)
- 37** Analiza technologiczno-ekonomiczna metod poprawy własności sedymentacyjnych osadu czynnego
- 46** Odporność systemów wodociągowych na zagrożenia terrorystyczne
- 51** Czy specjacja pierwiastków w wodzie ma sens? Część V – formy chemiczne żelaza w wodzie

## ZAGADNIENIA PRAWNE

- 56** Zarządzanie systemami kryzysowymi

## PRAKTYKA I EKSPLOATACJA

- 60** Standardy oceny przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych – część 1
- 62** Wodociągi Leszczyńskie – strumień pozytywnych doświadczeń. Wywiad z Prezesem Zarządu Rafałem Zalesińskim
- 66** Serwis i konserwacja przydomowych oczyszczalni ścieków
- 70** 2023 – rok pełen wyzwań technologicznych w J.V. Technology Witold Woroszyło Sp. z o.o.
- 76** Skuteczne usuwanie mikroplastiku z zanieczyszczonych wód opadowych na przykładzie boiska z nawierzchnią ze sztucznej trawy
- 80** Przyłącza domowe – niezawodne rozwiązania z armaturą Hawle
- 82** Nowe, stare wyzwania – Oczyszczalnia Ścieków w Łasku

## Z KART HISTORII

- 87** Hormony steroidowe w wodzie. Jak to się zaczęło?

# Skuteczne usuwanie mikroplastiku z zanieczyszczonych wód opadowych na przykładzie boiska z nawierzchnią ze sztucznej trawy

Jacek Nalaskowski,  
Michał Szołtysek,  
Tobiasz Kowalak

## O mikroplastiku ogólnie

Skażenie środowiska mikroplastikiem jest coraz bardziej obecne w zbiorowej świadomości: w mediach, w rozmowach przy domowym stole, w środowiskach osób na co dzień zajmujących się ochroną środowiska. Przyczyna jest prosta – „*Dostępne analizy naukowe wskazują, że może on (mikroplastik) mieć wpływ na rozwój chorób nowotworowych np. raka żółtaka, wątroby i jelita grubego, sprzyjać otyłości, zachorowalności na cukrzycę i powstawaniu zespołu metabolicznego. Naukowcy wiążą mikroplastik z rozwojem chorób sercowo-naczyniowych i immunologicznych*” [1].

Lista tych schorzeń niestety stale jest przez świat medycyny powiększana. Mikroplastik znajdujący się wszędzie: w oceanach, lodowcach, chmurach i niestety także w ludzkich organach: w sercu, łożysku, wątrobie. Stał się również wszechobecnym składnikiem „jadłospisu” zwierząt oraz ludzi. Z uwagi na fakt, iż nie ulega on z czasem rozpadowi, będzie nam i następnym pokoleniom, w dosłownym tego słowa znaczeniu, zatrwał życie.

## Definicja

Mikroplastikiem określa się cząstki tworzyw termoplastycznych, duroplastycznych oraz elastomerów o granulacji od 1 µm do 5 mm. Z kolei cząstki mniejsze od 1 µm definiuje się jako nanoplastik.

## Emisja do środowiska

Interesujące dane dotyczące źródeł emisji mikroplastiku do środowiska znaleźć można w opracowaniu Fraunhofer-Institut z roku 2018 [2]. Klasyfikuje ono mikroplastik na:

- pierwotny typu A - wykorzystywany jest w branży kosmetycznej do produkcji kosmetyków oraz granulaty wykorzystywane do produkcji wyrobów z tworzyw,
- pierwotny typu B - uwalniany się do środowiska w wyniku użytkowania określonych produktów lub materiałów,
- wtórny powstający w wyniku zwiertzenia lub rozdrobnienia makroplastiku (śmieci pozostawione w lesie lub wrzucane do rowów, stawów itp., „fantazja” śmiejących niestety nie zna granic).

Wyniki przeprowadzonych badań oraz analiz identyfikują i klasyfikują głównych „winowajców” obciążających środowisko mikroplastikiem pierwotnym. Szacunkowo emisja mikroplastiku dla warunków niemieckich wynosi rocznie około 330 000 ton (tj. 4 kg/osoba/rok). Odnosząc wyniki tych analiz

dla Polski, emisję mikroplastiku można szacować na ponad 100 000 ton w ciągu roku.

Wykazano, że mikroplastik pierwotny dostaje się do środowiska:

- w wyniku ścierania się opon, warstw bitumicznych i polimerów nawierzchni asfaltowych,
- z instalacji do utylizacji śmieci i odpadów,
- jako straty w procesie produkcji wyrobów z tworzyw,
- z pokrytych sztuczną nawierzchnią boisk sportowych.

Wymienione wyżej źródła stanowią około 50% całkowitej emisji mikroplastiku pierwotnego do środowiska.

## Profilaktyka

Logiczną metodą eliminacji emisji do środowiska mikroplastiku jest zaniechanie jego stosowania, tam gdzie jest to możliwe, np. w przemyśle kosmetycznym czy odzieżowym. Odpowiednio dobrane procesy technologiczne branży chemicznej, minimalizacja opakowań z tworzyw (system kaucyjny) także mogą przyczynić się znacząco do zmniejszenia emisji. Administracyjne restrykcje – zakazy wytwarzania określonych produktów bądź stosowania nieefektywnych technologii również mogą stanowić skuteczne instrumenty chroniące przed emisją mikroplastiku do środowiska (łańcucha troficznego!). Nie bez znaczenia jest także uczulenie społeczeństwa na zagrożenia dla zdrowia, jakie niesie z sobą „konsumpcja” mikroplastiku i jak codzienne zachowania mogą ją ograniczyć.

## Mikroplastik, a lokalne środowisko wodne – ścieki

Jedną z dróg mikroplastiku do lokalnego środowiska (pomiędzy tu wielkie akweny jak morza czy oceany) jest system kanalizacyjny. Spora część mikro- i makroplastiku (np. korki od butelek, woreczki foliowe itp.) zostaje zatrzymana w części mechanicznej oczyszczalni. Jednak spora jego część opuszcza oczyszczalnię w formie osadu. Jeśli jest on stosowany do nawożenia pól (co jest jednak mało prawdopodobne) – to mikroplastik w towarzystwie metali ciężkich „zasila” łańcuch troficzny zwierząt i ludzi ze skutkiem opisanym powyżej. Obróbka termiczna osadów jest jednak w stanie skutecznie ten łańcuch przerwać i mikroplastik zneutralizować. Zrzuty z przelewów kanalizacji ogólnospławnej mogą dodatkowo obciążając odbiorniki do których ścieki komunalne są odprowadzane. Te jednak, z uwagi na ich znaczne rozcieńczenie, nie wydają się być tak niebezpieczne.

## Mikroplastik relacja EU–PL

Parlament Europejski w roku 2022 uruchomił działania aktualizujące dyrektywę 91/271/EWG zalecając dodatkowe obowiązki w zakresie oczyszczania ścieków z mikroplastiku w celu wyeliminowania maksymalnie szerokiego spektrum mikrozanieczyszczeń.

Dyrektywa ta jednak nie przystaje do aktualnego stanu prawnego w Polsce (Rozporządzenie z dnia 12.07.2019 [3] oraz Ustawa Prawo wodne z dnia 20.07.2017 [4]) - wody opadowe to nie ścieki. Zatem w przypadku kanalizacji deszczowej w systemie rozdzielczym oraz systemów rozsączających, spływ z ulic i dróg, najbardziej mikroplastikiem obciążone, regulacji Dyrektywy ściekowej na dzień dzisiejszy *expressis verbis* nie podlegają. Należy mieć jednak nadzieję, że Rozporządzenie [3] i inne przepisy regulujące zasady odprowadzania i traktowania wód opadowych wkrótce zostaną dopasowane do aktualnego stanu techniki.

## Emisja mikroplastiku z boisk o nawierzchni ze sztucznej trawy – zaskakująco poważny i już dostrzegany problem

Z analiz Fraunhofer-Institut [2] wynika, że w globalnym bilansie, emisja mikroplastiku z boisk o nawierzchni z tworzyw sztucznych do środowiska w Niemczech stanowi około 10% emisji generowanej przez ruch samochodowy (ścieranie asfaltu, opon itp.) Problem boisk wydaje się być niszowy i niegroźny. Czy tak rzeczywiście jest?

Do budowy boisk piłkarskich stosowany jest zasyp z granulatu gumowych (SBR lub EPDM) odpowiadający za tzw. „grywalność” sztucznej trawy. Dla regulaminowego boiska piłkarskiego o wymiarach 105 m x 68 m konieczne jest użycie ponad 100 ton granulatu. Badania niemieckie [2] wykazały roczny jego ubytek na ok. 1 tonę, badania duńskie nawet 3-5 ton [5].

Należałoby też zwrócić uwagę na fakt, że do produkcji granulatu SBR stosuje się gumę pochodzącą z recyklingu opon samochodowych. Biorąc pod uwagę, że w procesie produkcji opon stosowane są substancje zawierające między innymi metale ciężkie na przykład cynk (11 g/kg), glin, kadm [6], jest oczywiste, że i te substancje dostają się do systemu odwadniającego w wyniku opadów lub zraszania boisk. Zatem nie tylko mikroplastik, choć on oczywiście przeważa, ale także metale i inne związki organiczne i nieorganiczne spływające z boiska przyczyniają się do zanieczyszczenia środowiska wodnego. W aktualnie budowanych boiskach odchodzi się od zasypu z SBR i zastępuje go znacznie droższym zasypem z EPDM zmniejszając emisję metali do środowiska. Nie zmienia to jednak sytuacji obiektów już istniejących, gdzie użyto granulatu SBR.

Według danych Norweskiego Instytutu Badań Wody NIVA dodatkowo sztuczna trawa ulegając ścieraniu lub wietrzejąc uwalnia rocznie około 5-10% swojej masy [5]. Wartość ta jest oczywiście zależna od kalendarza rozgrywek lub treningów, zaangażowania sportowców, pogody i wielu innych czynników. Dla typowego boiska piłkarskiego emisję mikroplastiku z tego źródła szacować można na poziomie ok. 0,3-0,6 tony rocznie (masa nawierzchni  $0,8 \text{ kg/m}^2 \times \text{pow. } 7140 \text{ m}^2 \times \text{ok. } 5-10\%$ ). Materiał ten trafia do środowiska. Danych jaka jego część

zwiewana jest na okolicę, jaka osiada na ubraniach i butach sportowców, a jaka jest transportowana przez system odwodnieniowy do wód powierzchniowych lub pośrednio podziemnych (rozsączanie) niestety nie posiadamy. Badania jednak w tej materii zapewne są prowadzone.

Problem nawierzchni mikroplastikowych dostrzegają już ich użytkownicy. Przykładem mogą tu być wytyczne FIFA [6] lub World Rugby [7]. Zalecenia tych organizacji koncentrują się na tym, aby uniknąć przenoszenia granulatu poza boisko poprzez wydzielenie stref buforowych wyposażonych w urządzenia do zatrzymania granulatu, czyli np. podmurówek przy ogrodzeniu boisk, instalacji zbierającej granulatu przy wejściach itp. [8]. Można przyjąć, że działania te realizowane są na obiektach dużych, na których odbywają się zawody ligowe lub inne wydarzenia wysokiej sportowej rangi. Trudno sobie wyobrazić jednak, aby boiska treningowe czy małych klubów sportowych były zgodnie z zaleceniami FIFA budowane, utrzymywane bądź certyfikowane. Otoczenie boisk miejscami dla widzów lub innymi barierami położonymi powyżej ich płyty skutkuje ograniczeniem zwiewania mikroplastiku na okoliczne tereny, ale zwiększa jego emisję do systemu odwadniającego, powodując rosnącą z czasem lokalną koncentrację zanieczyszczenia.

Ponieważ boiska są najczęściej budowane w terenach zielonych lub na peryferiach miejscowości, można zatem założyć, że ich odwodnienia nie są przyłączane do systemów kanalizacyjnych. Wody z nich i ich drenaży są odprowadzane bezpośrednio do odbiorników, jeśli takowe znajdują się w pobliżu lub są rozsączane. Nikogo nie strasząc, oznacza to, że w przypadku zastosowania tuneli czy skrzynek rozsączających lub studni chłonnej, do gruntu, a pośrednio do wód podziemnych w ciągu 10 lat (optymistycznie zakładamy, że tyle lat boiska w dotychczas stosowanej technologii będą realizowane) z jednego tylko boiska zostanie wprowadzone punktowo od ponad 3 do ponad 15 ton mikroplastiku. Obrazowo to ładunek skrzyni średniej wielkości wywrotki! Zatem nie można w tym przypadku lekceważyć problemu, bądź traktować go jako niszowy. Wręcz przeciwnie. Za „uderzeniem” w tym kierunku przemawia jednoznaczność lokalizacji źródła emisji i łatwość usuwania mikroplastiku oraz innych zanieczyszczeń.



Rys. 1. Ładunek mikroplastiku wprowadzony do środowiska w okresie 10 lat to od 3 do 15 ton

## Projekt instalacji eliminacji mikroplastiku z odwodnienia boiska o nawierzchni z tworzywa sztucznego

Do problematyki emisji i eliminacji mikroplastiku z wód deszczowych postanowiliśmy podejść od strony praktycznej, odwołując się do własnych doświadczeń projektowych, a także dostępnej literatury. Aby wykazać, że wobec mikroplastiku nie jesteśmy bezbronni, wybraliśmy analizę konkretnego obiektu - renowację boiska o nawierzchni ze sztucznej trawy. Uznaliśmy, że analiza skuteczności działania systemu oczyszczającego nie jest dla badanego przypadku „zakłócona” z wnętrza zarówno w zakresie ilości jak i pochodzenia zanieczyszczenia (źródła inne niż badany obiekt). Wyniki obserwacji efektywności pracy systemu mogą napawać optymizmem.

Miasto Kolonia (Niemcy) zleciło przebudowę i dostosowanie do aktualnych standardów ekologicznych boiska klubu SC Koeln-Weiler-Volkhoven. Istniejąca nawierzchnia mineralna zastąpiona została nawierzchnią z tworzyw sztucznych. Do stabilizacji nawierzchni nie użyto granulatu gumowego. Zastąpiono go warstwą piasku i granulatu korkowego. Tak dobrana warstwa stabilizująca, nie zawsze lubiana przez sportowców, a także dużo droższa od gumowej, nie emituje jednak mikroplastiku do otoczenia. Inwestycję realizowano w latach 2021 - 2022.

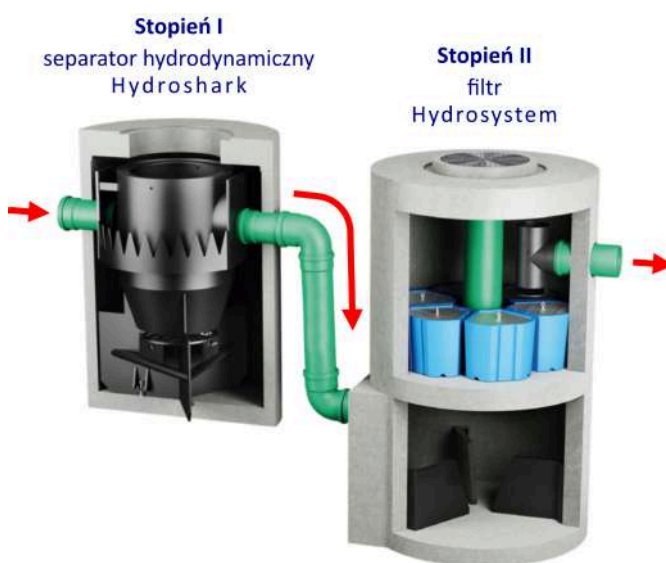
Istotą modernizacji była instalacja do oczyszczania wód opadowych minimalizująca emisję zanieczyszczeń do środowiska. Wody spływające z płyty boiska, a także okalających ją chodników transportowane są przez system otwartych (rysunek 2), betonowych rynien do dwustopniowego układu oczyszczającego. Także drenaż boiska jest przyłączony do tego układu. Dopływająca do systemu woda oczyszczana jest dwustopniowo i następnie odprowadzana do skrzynek rozsączających. Stopień I to separator hydrodynamiczny, usuwający gruboziarnisty mikroplastik i zawiesinę, stopień II to filtr usuwający mikroplastik i zawiesinę drobnoziarnistą o cząstkach wielkości do 50 µm wraz z adsorbowanymi na nich zanieczyszczeniami (rysunek 3). Filtr usuwa także z dopływającej do niego deszczówki inne zanieczyszczenia np. węglowodory, rozpuszczone sole metali ciężkich itp.

Skuteczność działania instalacji oczyszczającej była w okresie od września 2022 r. do marca 2023 r. badana przez laboratorium miasta Kolonia. Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 1.

Efektywność działania systemu oczyszczającego dokumentuje też plastycznie zdjęcie z 14.09.2022 roku. Próbka nr 1 to woda deszczowa przed procesem oczyszczania, próbka nr 2 to woda po pierwszym stopniu oczyszczania, a próbka nr 3 to efekt końcowy procesu oczyszczania po obu stopniach instalacji (rysunek 4).



Rys. 2. Betonowe rynny zbierające i transportujące wody opadowe



Rys. 3. Elementy dwustopniowego systemu oczyszczającego: stopień I separator hydrodynamiczny Hydroshark, stopień II filtr Hydrosystem



Rys. 4. Próbkę wód opadowych pobrane do badań

Tab. 1. Wyniki badań skuteczności dwuetapowego systemu oczyszczającego wody opadowe [9]

Nr próbki / data pobrania	Stężenie zawiesiny			Sprawność systemu Stopień I + II [%]
	na dopływie [mg/l]	na wypływie Stopień I Hydroshark (separator hydrodynamiczny) [mg/l]	na wypływie Stopień II Hydrosystem (filtr) [mg/l]	
nr 1 / 14.09.2022	386	< 100	40	89,7
nr 2 / 17.10.2022	100	< 50	< 20	> 80
nr 3 / 25.11.2022	2 144	< 200	< 100	95,4
nr 4 / 27.03.2023	415	< 100	56	87

Przedstawiony powyżej rezultat działania układu separator + filtr nie wymaga chyba komentarza i dowodzi jak skutecznie można chronić środowisko wodne przed zanieczyszczeniami, których źródłem są nawierzchnie boisk z tworzyw (oczywiście nie tylko!). Nawet w przypadkach bardzo silnego zanieczyszczenia na dopływie (próbka z 25.11.2022 r.) efektywność systemu przekracza 90% i redukuje zawiesinę do poziomu poniżej 100 mg/l, czyli do wartości wymaganej przez Rozporządzenie [3].

### Aspekt ekonomiczny w warunkach polskich

Przyglądając się zamieszczonym powyżej liczbom oraz fotografii trudno jest rozważać pytanie, czy stać nas na tak sprawny układ oczyszczający. Pytania powinny raczej brzmieć czy stać nas na to, by takich układów nie budować oraz kogo później obarczać kosztami dekontaminacji gruntu skażonego tonami mikroplastiku? Jakich kosztów można uniknąć w procesie uzdatniania wody pitnej eliminując z wody surowej mikroplastik? Nie są to z pewnością małe wydatki.

Koszt opisanej powyżej instalacji w relacji do całkowitych kosztów obiektu nie przekracza 5-6%, przyjmując jako punkt odniesienia koszt obiektu o powierzchni ok. 6 000 m<sup>2</sup> w wysokości ok. 3 mln PLN. Wartość ta nie uwzględnia wybudowania obiektów towarzyszących takich jak szatnie, zadaszenia, oświetlenie, parkingi czy drogi dojazdowe. Gdyby uwzględnić także koszt tej infrastruktury procentowy udział kosztów instalacji oczyszczającej byłby znacznie niższy. Dodajmy ponadto, że oczyszczone wody deszczowe można magazynować do lokalnego wykorzystania, tj. do zraszania boiska lub nawadniania terenów zielonych, których nie brakuje przy tego typu obiektach. W dłuższej perspektywie przyniesie to wymierne oszczędności dla inwestora i środowiska.

### Podsumowanie

Zamiast dyskutować oczyszczać czy „oszczędzać” przypomnijmy sobie zdjęcie próbek 1, 2 i 3. Następnie odpowiedzmy na pytanie: chcemy takiej „wody opadowej” w rzece lub gruncie, w wodzie podziemnej? Czy wybieramy jakość wody jak z próbki 3? W przypadku boisk jest to zadanie względnie proste, bo zanieczyszczenia są lokalnie ograniczone i silnie stężone, a urządzenia i technologie odpowiadające aktualnemu stanowi techniki są, co wykazaliśmy w niniejszym artykule, bardzo efektywne.

Cykl życia nawierzchni oscyluje pomiędzy 5 a 12 lat, w zależności od intensywności eksploatacji oraz jakości prowadzonej bieżącej konserwacji. Po tym okresie nawierzchnia przestaje spełniać przewidziane dla niej wymagania normowe i powinna podlegać wymianie. Z pewnością wiele zbudowanych obiektów ten wiek osiągnęło i ich nawierzchnie przewidziane są do wymiany. To szansa aby dostosować istniejące już obiekty do aktualnego stanu techniki, unowocześnić ich konstrukcję i doposażyć w skutecznie działający układ oczyszczania spływających z nich wód. W ten sposób przyczynimy się do zmniejszenia konsumpcji mikroplastiku i trochę z tego „mikroplastikowego menu” uszczkniemy. Może warto?

### Literatura

- [1] <https://www.rp.pl/zdrowie/art39039651-prof-calka-mikroplastik-moze-byc-przyczyna-nowotworow>.
- [2] <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf>.
- [3] „Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych” - Dz.U. 2019 poz. 1311.
- [4] „Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne” Dz.U. 2017 Poz. 1556.
- [5] [http://orbit.dtu.dk/files/118180844/Lassen\\_et\\_al\\_2015.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/118180844/Lassen_et_al_2015.pdf).
- [6] Schlussbericht Mikroplastik: Eintrag von Reifenabrieb in Oberflächengewässer Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) Zürich, 21. Juni 2020 v1.1 / ms.
- [7] <https://www.world.rugby/the-game/facilities-equipment/surfaces/environment>.
- [8] 2023. Code of Practice for the Design, and Construction of Football Turf Fields (2023 edition).
- [9] Materiał informacyjny firmy [www.3ptechnik.de](http://www.3ptechnik.de) reprezentowanej przez [www.mpi.com.pl](http://www.mpi.com.pl) dotyczący danych urządzeń do oczyszczania wód opadowych i omawianego projektu – czerwiec.

**Jacek Nalaskowski**  
Ka-Nal consulting

**Michał Szotłysek**  
Torakol Sp. z o.o.

**Tobiasz Kowalak**  
MPI s.c.



[www.pedrollopolska.pl](http://www.pedrollopolska.pl)

**SKUP SIĘ NA TYM, CO NAPRAWDĘ WAŻNE,  
A MY ZAJMIEMY SIĘ POMPOWANIEM WODY**