



# technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ

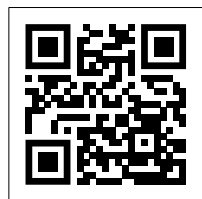
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW

BEZPIECZEŃSTWO

GOSPODARKA WODNA



WYDAWNICTWO



ZŁOTY  
MEDAL  
2022

[www.marseplast.com](http://www.marseplast.com)

**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** Stormwater Poland – adaptacja do zmian klimatu oczami generalnego wykonawcy
- 4** EKES wzywa UE do wdrożenia Niebieskiego Ładu!
- 6** Stormwater Poland 2023 Konferencja na najwyższym poziomie
- 8** Jubileusz 90-lecia Wodociągów Chrzanowskich
- 10** Trzecia Polska Konferencja IWA dla Młodych Specjalistów z Branży Wod-Kan – Excellent Science and Industrial Development, Politechnika Poznańska, 15-17 listopada 2023 r.
- 12** Biznes chce nowej strategii wodnej dla Europy
- 14** III Kongres 3W – wyrusz z nami w przyszłość
- 17** POLECO 2023 – moc biznesowych relacji i innowacji dla ochrony klimatu
- 20** Polska ma szansę być liderem Niebieskiego Ładu w UE

## NAUKA I TECHNIKA

- 22** Wpływ jakości wody basenowej na zawartość chloroamin w powietrzu – doświadczenia z badań pilotażowych w Polsce i USA
- 28** Wpływ stężenia azotanów w strefie anoksydacyjnej na dynamikę usuwania fosforu w reaktorach biologicznych – badania w skali laboratoryjnej
- 36** Czy należy się obawiać obecności farmaceutyków w wodzie?
- 44** Sektor wodny w Gospodarce o Obiegu Zamkniętym (GOZ) – perspektywa historyczna, zasady i potrzeby
- 49** Stan wód powierzchniowych – ciągły niedobór informacyjny
- 52** Czy specjacja pierwiastków w wodzie ma sens? Część IV – formy chemiczne manganu w wodzie

## ZAGADNIENIA PRAWNE

- 57** Dywagacje o istotności wartości parametrycznych w ocenie jakości wody

## PRAKTYKA I EKSPLOATACJA

- 64** Cyfrowe rozwiązania z elementami sztucznej inteligencji dla każdej oczyszczalni ścieków
- 66** Gospodarka wodna dla małych społeczności Regionu Arktycznego na przykładzie osady Itilleq (Grenlandia)
- 74** Pilotażowa instalacja systemów do pomiaru odorów on-line NOOS-e™ w Miejskim Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawie S.A.
- 76** Wpływ solanki z regeneracji zmiękczacza wody na działanie przydomowej oczyszczalni ścieków oraz przewodność hydrauliczną gruntu
- 82** Praktyczne aspekty stosowania procesów membranowych w uzdatnianiu wody do picia – od koncepcji do eksploatacji
- 88** Nowoczesne czujniki Memosens do kontroli procesów dezynfekcji wody
- 90** Wykorzystanie procesu pogłębionego utleniania do usuwania związków azotu ze ścieków
- 94** Przebudowa systemu wstępnego ozonowania wody w ZUW Raba Wydajność instalacji: 31,5 kg O<sub>3</sub> / h Wykonawca Generalny: PROBIKO-AQUA Sp. z o.o.
- 98** Spójność pomiarowa wyników pomiarów – jeden z najważniejszych elementów działalności w akredytowanych laboratoriach
- 100** Najważniejsze normy i standardy techniczne związane z technologią renowacji bezwykopowej natryskiwanyymi materiałami polimerowymi SIPP (ang. Spray in Place Pipe) na przykładzie technologii COVERLAN
- 105** Projektowanie systemów oczyszczania wód opadowych w świetle wytycznej DWA-A 102
- 108** Colifagi somatyczne – nowy parametr w ocenie jakości wody do spożycia
- 111** Ellen Swallow Richards – kobieta, dla której nauka znaczyła coś więcej

## Z KART HISTORII

# Projektowanie systemów oczyszczania wód opadowych w świetle wytycznej DWA-A 102

Jacek Nałaskowski,  
Tobiasz Kowalak

## 1. Wytyczna DWA-A 102 – wstęp

Obowiązująca w Niemczech od 2020 roku wytyczna DWA-A 102 [1] w sposób kompleksowy nakreśla strategię postępowania w zakresie traktowania wód opadowych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Jej praktyczny status to ogólnie uzanana reguła techniki. Oznacza to, między innymi, że podmioty komunalne muszą w oparciu o te zasady projektować i realizować zamierzenia inwestycyjne.

Konsekwencją wprowadzenia w życie wytycznej DWA-A 102 jest poszerzenie optyki planistycznej, także w zakresie planowania przestrzennego, o proekologiczne działania w dziedzinie gospodarki wodnej.

Podstawą ekologicznie zorientowanego projektowania jest takie kształtowanie ładu przestrzennego, aby planowana zabudowa wpływała minimalnie na istniejącą sytuację hydrologiczną (stan sprzed zabudowy). Celem systemu odwodnieniowego zaś jest maksymalne utrzymanie dotychczasowego bilansu wodnego opisanego przez proporcję wsiąkania (odbudowa zasobów wód gruntowych), parowania (klimat) i spływu powierzchniowego.

Wytyczna reguluje także szczegółowo problematykę traktowania wód opadowych dla systemów kanalizacji ogólnospławnej (zbiorniki retencyjno-przelewowe) oraz rozdzielczej – w kontekście jakościowym. Obowiązujące dotychczas zalecenia DWA-M 153 [2] w zakresie traktowania wód opadowych zostały zastąpione wytyczną DWA-A 102.

Wprowadzenie wód opadowych do ziemi regulują w Niemczech odrębne zasady (DWA-A 138). W tym zakresie wymagana jest bowiem większa niż w przypadku wód powierzchniowych, troska o ochronę ich jakości.

## 2. Wymogi stawiane urządzeniom do oczyszczania wód opadowych – stan prawny w Polsce

W Polsce wymagania dotyczące jakości spływów wód deszczowych do wód powierzchniowych reguluje „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 [3].

Cytowany poniżej przepis dotyczący jakości wód opadowych wprowadzanych do wód jest powszechnie znany, a jego brzmienie od 2006 roku praktycznie nie uległo zmianie. Dla przypomnienia jednak:

„§ 17. 1. Wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej:

- 1) terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich lub powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej 15 l na sekundę na 1 ha,
- 2) obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, w ilości, jaka powstaje z opadów o częstotliwości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz w ilości nie mniejszej niż powstająca z opadów o natężeniu 77 l na sekundę na 1 ha – mogą być wprowadzane do wód lub do urządzeń wodnych, z wyjątkiem przypadków, o których mowa w art. 75a ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne, o ile nie zawierają substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesiny ogólnej oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

2. Wody opadowe lub roztopowe pochodzące z powierzchni innych niż powierzchnie, o których mowa w ust. 1, mogą być wprowadzane do wód lub do urządzeń wodnych, z wyjątkiem przypadków, o których mowa w art. 75a ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne, bez oczyszczania [4].”

Prawo budowlane [5] stanowi zaś, że:

„Art. 5. 1. Obiekt budowlany jako całość oraz jego poszczególne części, wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, ...”

Na marginesie tej kwestii, problemem dla ambitnego projektanta lub organizatora przetargu, może być sytuacja, kiedy zasady wiedzy technicznej znacznie wyprzedzają obowiązujące przepisy (np. rozporządzenie). Jak się wtedy zachować? Tę kwestię pozostawmy jednak prawnikom.

## 3. Oczyszczanie wód opadowych w systemie rozdzielczym – podstawa metody DWA-A 102

Części 1. i 2. wytycznej DWA-A 102 odnoszą się do doboru i wymiarowania urządzeń do oczyszczania spływów deszczowych kanalizacji rozdzielczej do odbiornika.

Procedura doboru i wymiarowania urządzeń bazuje na poniższych założeniach i parametrach.

### 3.1. Kategoryzacja powierzchni, z których odprowadzane są wody opadowe i przyporządkowanie im obliczeniowego ładunku zanieczyszczeń

Wytyczna dzieli powierzchnie na trzy kategorie. Powierzchnie kategorii I generują spływ niewymagający oczyszczenia, powierzchnie kategorii II powodują umiarkowane zanieczyszczenie spływającej wody, a powierzchnie kategorii III powodują spływ silnie zanieczyszczonej wody.

Wody spływające z powierzchni kategorii II i III muszą być przed wprowadzeniem do odbiornika oczyszczone.

### 3.2. Parametr referencyjny AFS63

Określona w wytycznej skuteczność urządzenia oczyszczającego mierzona jest sprawnością usunięcia ze spływającej wody frakcji zawiesiny o granulacji mniejszej niż 63  $\mu\text{m}$  (AFS63 – ang. *PM63*).

Wieloletnie badania wykazały, że cząstki o tym rozmiarze (< 63  $\mu\text{m}$ ) odpowiedzialne są szczególnie za transport uciążliwych dla wód zanieczyszczeń, głównie metali ciężkich (Pb, Cd, Zn, Cu) oraz mikroplastiku do środowiska wodnego. Szczegółowe wyjaśnienie tej kwestii, jak również opis metodologii badań urządzeń oczyszczających można znaleźć w kwartalniku Technologia Wody nr 3/2023 (81) [6].

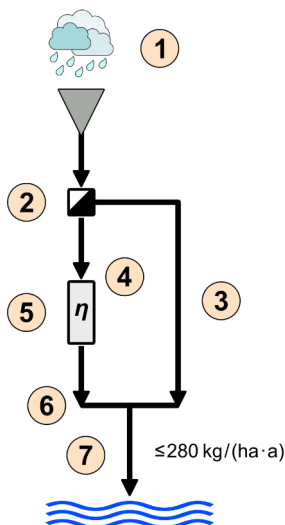
Odwadnianym powierzchniom przyporządkowane są odpowiednie jednostkowe ładunki AFS63 (tabela 1).

Tab. 1. Jednostkowe ładunki AFS63 w zależności od kategorii powierzchni [6]

Kategoria powierzchni	Średnie stężenie AFS63 [mg/l]	Średni roczny ładunek AFS63 [kg/(ha·a)]
Kategoria I	50	280
Kategoria II	95	530
Kategoria III	136	760

Założono, że urządzenia powinny być tak dobrane, aby jakość wody po oczyszczeniu odpowiadała parametrom spływu jednostkowego z powierzchni kategorii I (w odniesieniu rocznym i dla przyjętego generującego spływ opadu 560 mm/a).

Czyli  $F_{\text{out}} \leq 280 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ , gdzie  $F_{\text{out}}$  oznacza ładunek AFS63 wyrażony w  $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  na wypływie po oczyszczeniu (rysunek 1).



Rys. 1. Ilustracja algorytmu doboru urządzenia oczyszczającego według metody DWA-A

Do przeprowadzenia obliczeń w załączniku A tabeli A.1 wytyczna kategoryzuje powierzchnie zlewni w następujący sposób (wybrane przykłady):

#### Kategoria I

- dachy o powierzchni mniejszej niż 50  $\text{m}^2$  lub większej, jeśli nie są one wykonane z materiału niebezpiecznego dla środowiska wodnego,
- chodniki i osiedlowe drogi rowerowe,
- wjazdy do garaży domów jednorodzinnych, place przydomowe (jeśli zabronione jest mycie pojazdów),
- mało uczęszczane parkingi (np. prywatne),
- drogi osiedlowe o ruchu średniodobowym do 300 dziennie,
- torowiska o podbudowie z tłucznia w określonych sytuacjach.

#### Kategoria II

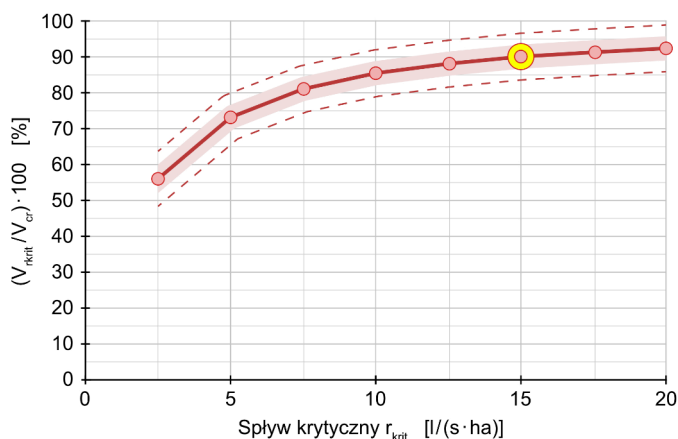
- powierzchnie targowiskowe bądź takie na których organizowane są festyny i imprezy plenerowe,
- place i ulice w zabudowie mieszkalnej o średniodobowym ruchu od 300 do 15 000 dziennie,
- place i ulice w zabudowie przemysłowej lub produkcyjno-usługowej o średniodobowym ruchu do 2 000 dziennie,
- torowiska o podbudowie z tłucznia w rejonach dworców, placów manewrowych,
- dachy z udziałem od 20 do 70% materiałów uciążliwych dla środowiska wodnego.

#### Kategoria III

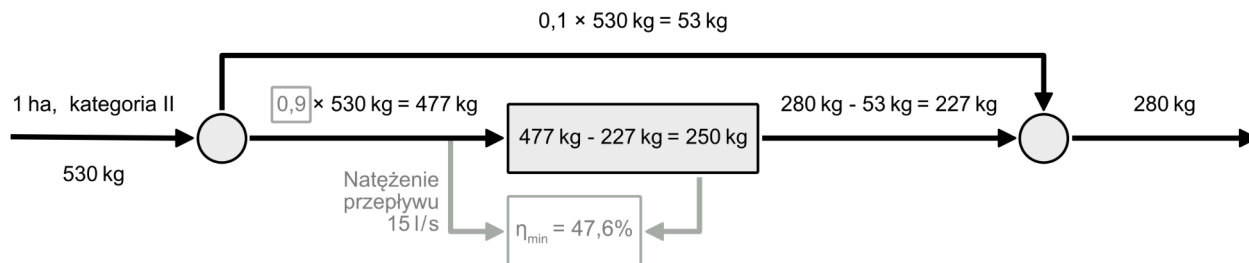
- dachy z udziałem ponad 70% materiałów uciążliwych dla środowiska wodnego,
- drogi i parkingi w terenach przemysłowych o szczególnym potencjale silnych zanieczyszczeń np. powierzchnie składowania i magazynowania,
- powierzchnie użytkowania rolniczego np. garażowania maszyn lub przeładunku zwierząt hodowlanych,
- parkingi o średnim obciążeniu ruchem np. instytucji publicznych, centrów handlowych,
- torowiska o szczególnie dużym natężeniu ruchu, górki rozrządowe (intensywne hamowanie), w przypadku stosowania herbicydów do ograniczania roślinności na torowiskach,
- powierzchnie w bezpośredniej bliskości instalacji do utylizacji śmieci i odpadów.

### 3.3. Wartość spływu krytycznego

Wytyczna DWA-A 102 zakłada spływ krytyczny o wartości  $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ . To spływ, który musi być poddany oczyszczeniu, aby uzyskać wymaganą sprawność procesu oczyszczenia – w odniesieniu rocznym 90% objętości opadu poddane jest oczyszczeniu. Stosunek  $r_{\text{krit}}$  do całorocznego opadu w zależności od spływu krytycznego ilustruje rysunek 2.



Rys. 2. Udział objętości opadu poniżej wartości krytycznej ( $V_{\text{krit}}$ ) w odniesieniu do całkowitej objętości opadu rocznego ( $V_{\text{cr}}$ ) [QUELLE: LEUTANT, 2019]



Rys. 3. Schemat do przykładu obliczeniowego - zlewnia o powierzchni 1 ha, II kategoria zanieczyszczenia

### 3.4. Algorytm projektowania systemu oczyszczania spływu powierzchniowego i doboru urządzenia oczyszczającego (separatora)

Dla lepszego zrozumienia procedury prosty przykład liczbowy.

Założmy zlewnię kategorii II o powierzchni 1 ha. Ładunek na dopływie do momentu podziału strugi wynosi zatem 530 kg AFS63, do odbiornika wolno odprowadzić 280 kg (co odpowiada kategorii I); (rysunek 3).

Podział strugi dzieli ją na część odprowadzaną bypassem bezpośrednio w kierunku odbiornika – tj. 10% ładunku klasyfikowanego do kategorii I. Zatem emisja ŁADUNKU przez bypass wynosi  $0,1 \cdot 530 \text{ kg} = 53 \text{ kg}$ .

Dopływ ładunku (AFS63) do separatora jest zatem różnicą dopływu całkowitego ładunku minus bypass, czyli  $530 \text{ kg} - 53 \text{ kg} = 477 \text{ kg}$ .

Dobrać zatem należy separator umożliwiający zatrzymanie 250 kg AFS63 z dopływającego ładunku  $0,9 \cdot 530 \text{ kg} = 477 \text{ kg}$  tak aby nie przekroczył sumy 280 kg AFS63, czyli maksymalny ładunek po oczyszczeniu na separatorze wynosi  $280 \text{ kg} - 53 \text{ kg} = 227 \text{ kg}$ .

Produktom separującym przypisany jest jednak nie ładunek zatrzymany na urządzeniu, ale jego sprawność  $\eta$ .

Z przedstawionego wyliczenia wynika, że minimalna sprawność separatora powinna wynosić  $227 \text{ kg} / 477 \text{ kg} = 0,48$ . Projektując system oczyszczania należy zatem poszukiwać urządzenia o sprawności przynajmniej obliczonej. Odrobina rezerwy jednak nie zaszkodzi.

Powyższy przykład jest oczywiście znacznym uproszczeniem. W przypadku miksu powierzchni o różnym stopniu zanieczyszczenia (np. kategorie II i III) postępowanie jest jednak podobne. Oblicza się sumaryczny ładunek AFS63, a następnie określa  $\eta_{\min}$  dla urządzenia.

Specyfikacje produktów niemieckich zawierają informację o sprawności  $\eta$  wg wytycznej DWA-A 102. Na ich podstawie projektant może dla określonej wielkości i kategorii zanieczyszczeń dobrać odpowiednie urządzenia oczyszczające.

## 4. Podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było przybliżenie zasad projektowania i doboru urządzeń do oczyszczania wód opadowych w oparciu o niemiecką wytyczną DWA-A 102. Ponieważ na polskim rynku oferowane są także produkty niemieckie i producenci często się do tamtejszych regulacji odwołują [7], uznaliśmy, że warto fragment wytycznej odnoszący się do traktowania wód opadowych w zarysie opisać i skomentować.

W warunkach polskich nie ma bezpośredniego przełożenia metodyki DWA-A 102 na konkretną praktykę planistyczną. Wymagania stawiane systemom oczyszczania wód opadowych reguluje „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 [3].

Może jednak ten niemający naukowych ambicji tekst przybliżyć koleżankom i kolegom praktykom, kierunek w jakim opracowywana przez kilka ostatnich lat wytyczna DWA-A 102 podąża mając na celu ochroną środowiska wodnego.

## Literatura

- [1] Arbeitsblätter DWA-A 102/BWK-A 3, Teil 1,2,3 und Teil 4 zur Einleitung von Regenwetterabflüssen aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer.
- [2] DWA Merkblatt M153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser.
- [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] Ustawa z dnia 10 marca 2023 r. Prawo budowlane” Dz. U. 2023 poz. 682.
- [6] Oczyszczanie wód opadowych – aktualny stan techniki, Technologia Wody, 3 (81), 2023, 55-58.
- [7] 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.

Jacek Nalaskowski  
Ka-Nal consulting

Tobiasz Kowalak  
MPI s.c.

