



Joanna Jeż-Walkowiak

WYMAGANIA STAWIANE MATERIAŁOM FILTRACYJNYM

Joanna Jeż-Walkowiak, dr inż. – Politechnika Poznańska

adres korespondencyjny:

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Instytut Inżynierii Środowiska

ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań

e-mail: joanna.jez-walkowiak@put.poznan.pl

REQUIREMENTS FOR FILTRATION MATERIALS

SUMMARY: In the paper the requirements for filtration materials used for water production are presented. The issue was described according to Polish and European standards. The physical and chemical parameters of materials are presented as well as issues related to transport and filter operation.

KEY WORDS: filtration, filter media, standards

Wstęp

W większości wysokoefektywnych systemów uzdatniania wody powierzchniowej filtracja pospieszna występuje po procesie koagulacji i sedymentacji oraz przed chemicznym utlenianiem i adsorpcją.¹ W systemach uzdatniania wody podziemnej proces filtracji pospiesznej występuje najczęściej po napowietrzeniu wody, a podstawowym celem filtracji jest wówczas odżelazianie i odmanganianie we właściwie dobranych złożach filtracyjnych, w których zachodzą procesy katalitycznego heterogenicznego utleniania tych domieszek.²

Jako złoża filtracyjne filtrów pospiesznych stosowane są:

- materiały naturalne przygotowywane do wykorzystania w filtrach na przykład przez frakcjonowanie (piasek kwarcowy) lub kruszenie i frakcjonowanie (antracyt, chalcedonit, braunsztyn, zeolity, ilmenit, granat, dolomit...);
- materiały produkowane według opatentowanych technologii na bazie naturalnych materiałów: granulowany węgiel aktywny, zielony piasek, hydrolit;
- materiały syntetyczne: wymiennicze jonowe.³

Rodzaj materiału filtracyjnego zależy od celu procesu filtracji, w zależności od którego złoża musi posiadać zdolność do efektywnego klarowania bądź adsorpcji, dekarbonizacji, zmiękczenia, adsorpcji, wymiany jonowej, katalitycznego utleniania lub koagulacji kontaktowej. Na wybór materiału filtracyjnego wpływa również jego dostępność w miejscu zastosowania oraz koszt zakupu.

Efektywna praca filtrów uzdatniających wodę do picia jest uwarunkowana właściwym doбором materiału filtracyjnego.⁴ Oprócz względów technologicznych, determinujących dobór materiału pod kątem celu procesu filtracji, materiał powinien spełniać wymagania dotyczące źródła pochodzenia materiału oraz czystości i trwałości materiału. Materiały filtracyjne powinny pochodzić ze źródeł uprawnionych odpowiednimi certyfikatami do produkcji złożów wykorzystywanych do produkcji wody do picia.⁵

¹ *Water quality and treatment*, American Water Works Association, McGraw-Hill, Inc., 1990; *Water Treatment Plant Design*, American Water Works Association, McGraw-Hill Publishing Company, New York 1990.

² J. Jeż-Walkowiak, Z. Dymaczewski, *Effectiveness of oxidative filter materials for manganese removal from groundwater*, „Journal of Water Supply: research and technology-AQUA” 2012 t. 61, nr 6, s. 364-371; idem, *Intensyfikacja odżelaziania i odmanganiania wód podziemnych w złożach osydacyjnych filtrów pospiesznych*, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2000.

³ M.M. Sozański i in., *Wodociągi i kanalizacja w Polsce – tradycja i współczesność*, Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych, Poznań-Bydgoszcz 2002; M.M. Sozański, K. Olańczuk-Neyman, *Stan i perspektywy rozwojowe technologii uzdatniania wody jako współczesnej dyscypliny nauki*, „Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN” t. 9, Lublin 2002.

⁴ M.M. Sozański, P.M. Huck, *Badania doświadczalne w rozwoju technologii uzdatniania wód*, „Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN” t. 42, Lublin 2007.

⁵ Z. Glinicki, Z. Heidrich, *Urządzenia do uzdatniania wody. Zasady projektowania i przykłady obliczeń*, Arkady, Warszawa 1987; A.L. Kowal, M. Świdorska-Bróż, *Oczyszczanie wody*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa-Wrocław 2000.

Wymagania stawiane materiałom filtracyjnym dotyczą ich parametrów fizycznych i chemicznych.

Do podstawowych parametrów fizycznych materiału filtracyjnego zaliczyć należy gęstość właściwą, parametry granulometryczne i twardość.⁶ Gęstość właściwa materiału filtracyjnego musi być większa od gęstości wody. Dodatkowe wymagania stosuje się do złóż wielowarstwowych, których poszczególne warstwy muszą posiadać określoną gęstość właściwą i parametry granulometryczne.⁷

Podstawowym parametrem chemicznym stosowanym do oceny czystości materiałów filtracyjnych jest ich rozpuszczalność w kwasie.⁸ Zachowanie dopuszczalnych wartości rozpuszczalności w kwasie złóż pozwala uniknąć niebezpieczeństw związanych z wymywaniem ze złóż substancji szkodliwych oraz zapobiega rozpuszczaniu złoża przez wody o kwaśnym odczynie. Najczęściej rozpuszczaną w kwasie domieszką złóż kwarcowych jest węgiel wapnia.

Czynnikiem ułatwiającym eksploatację i kontrolę pracy filtrów jest dokładna informacja i inwentaryzacja stosowanych materiałów filtracyjnych. Technolog odpowiedzialny za efekty procesu filtracji winien dysponować informacjami na temat rodzajów zastosowanych złóż, łącznie z ich charakterystyką fizyczną i chemiczną.

Ewolucja systemu normalizacyjnego w Polsce

W Polsce organizacją i prowadzeniem prac normalizacyjnych zajmuje się Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), którego działania są prowadzone zgodnie z potrzebami kraju, z uwzględnieniem normalizacji europejskiej i międzynarodowej. Biorą w nich udział środowiska zainteresowane normalizacją, przedstawiciele podmiotów gospodarczych, administracji rządowej, instytucji, stowarzyszeń, jednostek badawczych, organizacji zawodowych i konsumenckich. Przedstawiciele tych środowisk zasiadają w Komitetach Technicznych i Komitetach Zadaniowych, wpływając na program prac i treść powstających krajowych, międzynarodowych i europejskich dokumentów normalizacyjnych. Działalność Komitetów Technicznych wynika z podstawowej zasady normalizacji dobrowolnej – normy tworzą zainteresowani na własne potrzeby i z własnych środków; PKN nadzoruje zgodność procesów opracowywania norm z przepisami wewnętrznymi PKN i nie ma wpływu na treść norm.

Polska Norma (PN) jest normą krajową, przyjętą w drodze konsensu i zatwierdzoną przez krajową jednostkę normalizacyjną; jest powszechnie dostępna i stosowana dobrowolnie. Polska Norma może być także wprowadzeniem normy europejskiej lub międzynarodowej. W takim przypadku norma może być opublikowana w języku oryginału.

⁶ A.L. Kowal, M. Świdorska-Bróź, *Oczyszczanie wody ...*, op. cit.

⁷ Z. Glinicki, Z. Heidrich, *Urządzenia do uzdatniania ...*, op. cit.

⁸ Ibidem; A.L. Kowal, M. Świdorska-Bróź, *Oczyszczanie wody ...*, op. cit.

Zmiany zachodzące w polskiej polityce i gospodarce wraz z postępem technicznym wpływają na ewolucję polskiego systemu normalizacyjnego. Do 31 grudnia 1993 roku stosowanie Polskich Norm było obowiązkowe, a normy pełniły rolę przepisów i ich nieprzestrzeganie było naruszeniem prawa. Od 1 stycznia 1994 roku stosowanie PN jest dobrowolne, przy czym do 31 grudnia 2002 roku istniała możliwość nakładania obowiązku stosowania PN przez właściwych ministrów i w pewnych przypadkach. Od 1 stycznia 2003 roku stosowanie PN jest całkowicie dobrowolne.

Od momentu wejścia Polski do Unii Europejskiej obowiązują w naszym kraju normy unijne, które są ich polską wersją. Są opracowywane i sukcesywnie tłumaczone na język polski w odpowiedniej Normalizacyjnej Komisji Problemowej, wchodzącej w skład Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Do momentu ukazania się tłumaczenia odpowiedniej normy europejskiej obowiązują w naszym kraju wydane przez PKN normy w języku oryginalnym. Normy krajowe są oficjalnym tłumaczeniem, bez żadnych zmian, angielskiej wersji norm europejskich. Normy przetłumaczone poprzedza się przedmową krajową. W Unii Europejskiej obowiązują normy przyjęte przez CEN (*Comite Europeen de Normalisation*). Zgodnie z przepisami wewnętrznymi CEN/CENELEC członkowie CEN są zobowiązani do nadania normie europejskiej statusu normy krajowej bez wprowadzania jakichkolwiek zmian.

Wymagania dotyczące materiałów filtracyjnych – polskie normy

Materiały filtracyjne są produktem wykorzystywanym do produkcji wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi i powinny spełniać wymagania związane:

- z jakością i składem chemicznym materiału, który ma kontakt z wodą do picia i dlatego nie może być źródłem zanieczyszczenia uzdatnianej wody; do oceny jakości materiału pod względem jego jednorodności i trwałości służą analizy składu chemicznego, twardości (skala Mohsa), rozpuszczalności w kwasie i wodzie;
- z podstawowymi parametrami technologicznymi źródeł filtracyjnych, których wartości są określone przez obszar zastosowań w procesie filtracji, której efekty gwarantują osiągnięcie oczekiwanych celów uzdatniania; określenie wartości zalecanych parametrów granulometrycznych i fizycznych jest efektem zebranych doświadczeń naukowych i eksploatacyjnych procesu filtracji. Do oceny jakości źródeł filtracyjnych pod względem parametrów granulometrycznych służy analiza sitowa. Twardość jest oceniana według skali Mohsa.

Obowiązujące w Polsce normy dotyczące materiałów filtracyjnych można podzielić na 3 grupy:

- Grupa I: normy dotyczące terminologii i metod badań parametrów fizycznych i chemicznych materiałów filtracyjnych.
- Grupa II: normy dotyczące analizy granulometrycznej materiału filtracyjnego: terminologii, metod wykonania i przedstawiania wyników analizy sitowej.

Tabela 1
Wykaz norm dotyczących materiałów filtracyjnych

Lp.	Numer normy	Tytuł
Grupa I: terminologia i metody badań parametrów fizycznych i chemicznych		
1	PN-EN 12901	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Nieorganiczne materiały nośne i filtracyjne. Terminologia.
2	PN-EN 12902	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Nieorganiczne materiały nośne i filtracyjne. Metody badań.
Grupa II: Analiza granulometryczna materiałów filtracyjnych		
3	PN-ISO 2395:2000	Sita kontrolne i analiza sitowa. Terminologia
4	PN-ISO 9276-1:2001	Przedstawianie wyników analizy granulometrycznej – Część 1: Przedstawianie graficzne
5	PN-ISO 2591-1:2000	Analiza sitowa. Metody z zastosowaniem sit kontrolnych z tkaniny, z drutu i z blachy perforowanej
6	PN-C-97555-01:1988	Węgle aktywne. Metody badań. Analiza sitowa
Grupa III: Rodzaje materiałów filtracyjnych stosowanych w technologii uzdatniania wód		
10	PN-EN 12909	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Antracyt
11	PN-EN 12904	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Piasek i żwir
12	PN-EN12910:2006	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Granat
13	PN-EN12911:2006	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Zeolit manganowy
14	PN-EN12915-1:2009	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Granulowany węgiel aktywny – Część 1: Pierwotny granulowany węgiel aktywny
15	PN-EN12915-2:2009	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Granulowany węgiel aktywny – Część 2: Reaktywowany granulowany węgiel aktywny
16	PN-EN 14369:2005	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Tlenek glinu aktywowany granulowany pokryty żelazem
17	PN-EN13753:2009	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Tlenek glinu aktywowany granulowany
18	PN-EN 14368:2005	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Wapień pokryty ditlenkiem manganu
19	PN-EN15795:2010	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Naturalne glinokrzemiany nieekspandowane
20	PN-EN12905:2006	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Glinokrzemiany ekspandowane
21	PN-EN12906:2006	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Pumeks
22	PN-EN12907:2009	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Karbonizat
23	PN-EN 12912:2006	Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Baryt

Źródło: opracowanie własne.

- Grupa III: normy opracowane oddzielnie dla różnych rodzajów materiałów filtracyjnych stosowanych w technologii uzdatniania wód.
Wykaz Polskich Norm dotyczących materiałów filtracyjnych przedstawiono w tabeli 1.

Terminologia i metody badań materiałów filtracyjnych – grupa I

Norma PN-EN 12901⁹ przedstawia podstawową terminologię dotyczącą materiałów filtracyjnych (tabela 2). Zdefiniowane terminy podano w normie również w języku angielskim, francuskim i niemieckim.

Norma PN-EN 12902¹⁰ określa zalecane metody oznaczania, sposoby obliczania i przedstawiania parametrów fizycznych materiałów filtracyjnych: rozkładu wielkości ziaren, gęstości nasypowej, przepuszczalności pyłów i gęstości placzka (obie metody są stosowane do materiałów o wymiarze ziaren od 5 do 200 µm). Opisy metod oznaczania i obliczania parametrów chemicznych dotyczą: rozpuszczalności w kwasie, ilości popiołów (dotyczy materiałów węglowych, antracytu, granulowanego i pylistego węgla aktywnego), rozpuszczalności w wodzie, wskaźnika jodu (*iodine number*), zawartości wody, węgla i cynku. Norma zawiera również odniesienia do innych norm europejskich dotyczących materiałów nośnych i filtracyjnych, metod analitycznych, analizy sitowej, opracowania wyników i poboru prób.

Normy opisane powyżej zastępują poprzednią normę z 1988 roku: PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.¹¹ Jej przedmiotem było oznaczanie cech gruntów budowlanych na podstawie badań próbek pobranych z podłoża lub budowli ziemskich. Należało ją stosować przy wykonywaniu badań pobranych próbek gruntu na potrzeby budownictwa powszechnego. Nie dotyczyła ona gruntów skalistych i kamienistych. Według zasad w niej opisanych możliwe było wykonanie następujących oznaczeń parametrów materiałów filtracyjnych:

- oznaczanie całkowitej powierzchni właściwej metodą sorpcji błękitu metylowego;
- oznaczanie zawartości części organicznych oraz strat masy przy prażeniu;
- oznaczanie gęstości objętościowej;
- oznaczanie gęstości właściwej;
- oznaczanie porowatości;
- oznaczanie wytrzymałości na ścinanie.

⁹ PN-EN 12901 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Nieorganiczne materiały nośne i filtracyjne. Terminologia, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2001.

¹⁰ PN-EN 12902 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Nieorganiczne materiały nośne i filtracyjne. Metody badań, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005.

¹¹ PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1988.

Tabela 2

Terminologia dotycząca materiałów filtracyjnych według normy PN-EN 12901

Rozdział normy	Terminy
Skład ziarnowy materiałów ziarnistych	wielkość ziarna, zakres wielkości ziarna, największa i najmniejsza wielkość ziarna, nadziarno, podziarno, frakcja ziarnowa, rozkład wielkości ziarna, krzywa rozkładu wielkości ziarna, wielkość czynna, wielkość efektywna, współczynnik jednorodności, wielkość minimalna, wielkość nominalna
Gęstość	gęstość bezwzględna ziarna suchego i mokrego, nasypowa materiału luźno usypanego i upakowanego, gęstość złoża
Porowatość	pory, pęcherze (pory zamknięte), porowatość ziarna (stosunek objętości porów ziarna do całkowitej objętości ziarna – V_p/V_t), objętość wolna (objętość międzyziarnowa, objętość swobodna, porowatość zewnętrzna – stosunek pustej objętości między ziarnami złoża do całkowitej objętości złoża)
Właściwości mechaniczne	wytrzymałość mechaniczna
Właściwości hydrauliczne	spadek ciśnienia, rozszerzenie (stosunek wysokości złoża poddawanego przepływowi wstępującemu do wysokości złoża bez przepływu), przepuszczalność placka (zdolność porowatego placka materiału filtracyjnego do przepuszczania wody w ustalonych warunkach – jednostka miary – <i>darcy</i>), gęstość placka (iloraz masy placka filtracyjnego materiału proszkowego i jego objętości – dotyczy materiałów o uziarnieniu z przedziału 5-200 μm)
Właściwości chemiczne	część rozpuszczalna w kwasie i w wodzie, substancje toksyczne ekstrahowane wodą, substancje lotne, popiół, strata po prażeniu
Wygląd zewnętrzny	kształt (opis geometryczny poszczególnych ziaren, na przykład: kulisty, zaokrąglony, cylindryczny, owalny, nieregularny, kanciasty), struktura (zwarta lub porowata, bezpostaciowa lub krystaliczna), chropowatość (opis powierzchni ziarna: gładka, chropowata lub popękana)
Precyzja	warunki i granice powtarzalności, warunki i granica odtwarzalności

Źródło: opracowanie własne.

W czasie obowiązywania normy z 1988 roku nie istniały w Polsce oddzielne normy poświęcone materiałom filtracyjnym stosowanym do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Wprowadzenie do polskiego systemu normalizacyjnego norm opisanych powyżej jest wynikiem wejścia Polski w strukturę Unii Europejskiej i przyjęcie przez nią norm europejskich.

Analiza granulometryczna materiałów filtracyjnych – grupa II

Normy przedstawione w grupie II omawiają terminologię i metodykę analizy sitowej. W normie PN-ISO 2395¹² określono definicje dotyczące:

- przesiewanego materiału (ziarno, aglomerat, próbka ...) – 7 definicji;
- sit kontrolnych, ich rodzajów, wymiarów, elementów składowych sit, podziałki (sito, sito kontrolne, sito kontrolne z certyfikatem, zestaw sit kontrolnych, tkanina z drutu, blacha perforowana, ...) – 28 definicji;

¹² PN - ISO2395 Sita kontrolne i analiza sitowa. Terminologia, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2000.

- analizy sitowej (przesiewanie, analiza sitowa, frakcja ziarnowa, ...) – 12 definicji;
- przedstawiania wyników (wielkość ziarna, wielkość cząstki, ziarno bliskowymiarowe, podziarno, nadziarno, krzywa składu ziarnowego, krzywa skumulowanego rozkładu nadziarna, krzywa skumulowanego rozkładu podziarna) – 7 definicji;

W normie zamieszczono numery norm powołanych w treści i ich odpowiedniki krajowe. W załączniku zamieszczono indeks alfabetyczny terminów polskich, angielskich i francuskich.

W normie PN-ISO 9276¹³ przedstawiono zasady graficznego przedstawiania wyników analizy granulometrycznej w postaci histogramów rozkładu skumulowanego. Ustalono też terminologię stosowaną w odniesieniu do wymienionych rozkładów uzyskiwanych na podstawie wyników pomiarów. Zawarte w normie zasady graficznego prezentowania wyników analizy granulometrycznej obejmują sporządzanie histogramów, rozkładów skumulowanych i rozkładów gęstości na liniowej i logarytmicznej osi odciętych. W załączniku przedstawiono przykład graficznego przedstawienia wyników analizy granulometrycznej.

W Polsce do 2011 roku obowiązywała norma PN-71/C-04501.¹⁴ Jej przedmiotem były ogólne wytyczne wykonywania analizy sitowej materiałów ziarnistych metodami na sucho i na mokro. Zawierała:

- terminologię;
- odwołanie do norm przedmiotowych w sprawie sposobu pobierania próbek;
- opis przygotowania próbek;
- spis przyrządów i przyborów pomocniczych;
- opis metody analizy i obliczenia wyników.

Nie przedstawiała natomiast sposobów analizy sitowej. Szczegóły konstrukcyjne sit omawiane były w normach przedmiotowych. Obecnie wymagania techniczne i badania stosowanych sit opisują oddzielne normy (tabela 3).

Tabela 3
Normy dotyczące sit stosowanych w analizie sitowej materiałów filtracyjnych

Lp.	Numer normy	Tytuł
1	PN-ISO 565:2000	Sita kontrolna – Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie – Wymiary nominalne oczek
2	PN-ISO 3310-1:2000	Sita kontrolne – Wymagania techniczne i badania – sita kontrolne z tkaniny z drutu
3	PN-ISO 3310-2:2000	Sita kontrolne – Wymagania techniczne i badania – sita kontrolne z blachy perforowanej

Źródło: opracowanie własne.

¹³ PN-ISO 9276-1 Przedstawianie wyników analizy granulometrycznej, cz. 1, Przedstawianie graficzne, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2001.

¹⁴ PN-71/C-04501 Analiza sitowa. Wytyczne wykonywania, Polski Komitet Normalizacji, Warszawa 1971.

Rodzaje materiałów filtracyjnych – grupa III

Każda z norm przedstawionych w grupie III (tabela 1) jest poświęcona innemu materiałowi stosowanemu jako wypełnienie filtrów przeznaczonych do uzdatniania wody. W zestawie są normy dotyczące najczęściej stosowanych materiałów filtracyjnych, takich jak kwarc, antracyt, granulowany węgiel aktywny oraz materiałów, które są stosowane w krajach Europy Zachodniej, a wcale lub rzadko stosowane w Polsce (przykładowo: pumeks, granat, ilmenit).

Norma PN-EN 12909¹⁵ określa właściwości oraz wymagania dotyczące antracytu oraz stosowane metody badań, a także zawiera informacje dotyczące stosowania tego materiału. Norma odwołuje się również do norm EU przedstawionych powyżej.

Właściwości fizyczne antracytu według normy określają następujące czynniki i parametry:

- postać – antracyt to ziarnisty materiał, czarny, błyszczący, o ziarnistym lub graniastym kształcie, strukturze amorficznej, gładkiej teksturze, powinien być jednorodny i w sposób widoczny wolny od obcych wtrąceń;
- rozkład uziarnienia – w normie zwrócono uwagę, że w czasie transportu wielkość ziaren może ulec zmianie, rozkład uziarnienia powinien być opisany średnim rozmiarem ziaren d_{10} z maksymalnymi odchyłkami $\pm 5\%$, współczynnikiem jednorodności U , który powinien być niższy od 1,5, minimalnym rozmiarem ziaren d_r z maksymalnymi odchyłkami $\pm 5\%$; innym sposobem przedstawienia rozkładu uziarnienia jest jego określenie za pomocą podania zakresu uziarnienia i ułamka masowego nadziarna i podziarna; maksymalne zawartości masy frakcji nadziarna i podziarna powinny wynosić do 5% w przypadku stosowania antracytu jako jednej z warstw złoża wielowarstwowego lub do 10% dla złoża antracytowego jednowarstwowego, do 15% dla warstwy podtrzymującej z antracytu;
- gęstość nasypowa luzem antracytu powinna być w zakresie 650-800 kg/m³, gęstość nasypowa utrząsana powinna być w zakresie 670-820 kg/m³.

W normie podano minimalne wymagania dotyczące czystości antracytu stosowanego do uzdatniania wody do picia. Zwrócono uwagę, że w materiale mogą być obecne inne zanieczyszczenia, które powinny być zidentyfikowane, a przydatność materiału powinna być oceniona również w oparciu o obowiązujące normy krajowe. Produkt handlowy powinien zawierać minimum 90% węgla, popiołu do 7%, części lotnych do 10%. Oznaczenie substancji ekstrahowanych wodą może być użyte do oszacowania wymywania związków chemicznych wyspecyfikowanych w EN 12902¹⁶. Analizy parametrów fizycznych i chemicznych opisanych w normie powinno prowadzić się zgodnie z normą EN 12902.

Norma odnosi się również do zagadnień dotyczących etykietowania, transportu i magazynowania antracytu.

¹⁵ PN-EN 12909 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Antracyt, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2006.

¹⁶ PN-EN 12902 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Nieorganiczne materiały nośne i filtracyjne. Metody badań, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005.

W normie PN-EN 12904¹⁷ przedstawiono ogólne wymagania dotyczące właściwości fizycznych, a także zawartości składnika głównego, zanieczyszczeń i substancji toksycznych w piasku kwarcowym i żwirze. W dokumencie znajduje się odwołanie do norm dotyczących sposobu pobierania próbek oraz metod oznaczania rozkładu wielkości cząstek i gęstości, a także zawartości krzemionki, materiału rozpuszczalnego w kwasie i substancji toksycznych. Określono zasady etykietowania, transportu i przechowywania produktu. W załączniku A podano ogólne informacje o produkcie i wskazówki dotyczące bezpieczeństwa pracy. Norma jest opublikowana przez PKN w języku angielskim i jest identyczna z EN 12904.

Właściwości fizyczne piasku kwarcowego według normy określają następujące czynniki i parametry:

- postać – piasek kwarcowy to ziarnisty materiał, ziarna koloru białego, szarego, żółtego o kształcie ziarnistym lub graniastym zależnie od sposobu przygotowania (wydobycie, kruszenie); materiał powinien być jednorodny i w sposób widoczny wolny od obcych wtrąceń;
- rozkład uziarnienia – rozkład uziarnienia powinien być opisany średnim rozmiarem ziaren d_{10} z maksymalnymi odchyłkami $\pm 5\%$, współczynnikiem jednorodności U , który powinien być niższy od 1,5, minimalnym rozmiarem ziaren d_1 z maksymalnymi odchyłkami $\pm 5\%$; innym sposobem przedstawienia rozkładu uziarnienia jest jego określenie za pomocą podania zakresu uziarnienia i ułamka masowego nadziarna i podziarna; maksymalne zawartości masy frakcji nadziarna i podziarna powinny wynosić do 5% w przypadku stosowania produktu jako jednej z warstw złoża wielowarstwowego lub do 10% dla złoża jednowarstwowego, do 15% dla warstwy podtrzymującej ze żwiru kwarcowego;
- gęstość nasypowa luzem powinna być w zakresie 1400-1700 kg/m³, gęstość nasypowa utrząsana powinna być w zakresie 1500-1900 kg/m³.

W normie podano minimalne wymagania dotyczące czystości piasku kwarcowego stosowanego do uzdatniania wody do picia. Zwrócono uwagę, że w materiale mogą być obecne inne zanieczyszczenia, które powinny być zidentyfikowane, a przydatność materiału powinna być oceniana również w oparciu o obowiązujące normy krajowe. Produkt handlowy powinien odpowiadać składem wartościami przedstawionym w tabeli 4.

Oznaczenie substancji ekstrahowanych wodą może być użyte do oszacowania wmywania związków chemicznych wyspecyfikowanych w EN 12902. Analizy parametrów fizycznych i chemicznych opisanych w normie powinno prowadzić się zgodnie z normą EN 12902.

Z przedstawionej w tabeli 1 listy norm obejmujących różne rodzaje materiałów filtracyjnych wynika, że nie ma obecnie norm poświęconych braunsztynowi i chalcedonitowi, czyli materiałom, które są często stosowane w Polsce. Brak normy poświęconej braunsztynowi i chalcedonitowi nie wyklucza stosowania tych

¹⁷ PN-EN 12904 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Piasek i żwir, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005.

Tabela 4
Skład chemiczny piasku i żwiru kwarcowego

Wyszczególnienie	Limit w procentach masy			
	TYP 1	TYP 2	TYP 3	
			$d_{10} < 2 \text{ mm}$	$d_{10} \geq 2 \text{ mm}$
SiO ₂ min.	96	80	80	80
Rozpuszczalność w kwasie max.	2	2	5	10

Źródło: opracowanie własne.

materiałów w filtrach uzdatniających wodę do picia. Materiały, których nie obejmuje system normalizacyjny, muszą być dopuszczone przez odpowiednie instytucje (PZH) do stosowania w systemach uzdatniania wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi.

W przypadku stosowania złóż filtracyjnych, którym nie poświęcono odrębnej normy, zastosowanie mają normy dotyczące terminologii i metod badań parametrów granulometrycznych, chemicznych i fizycznych złóż.

Podsumowanie

Materiały filtracyjne ziarniste, o dyspersji piaskowej, stosowane w technologii uzdatniania wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi powinny spełniać następujące podstawowe kryteria:

- nie mogą zawierać zanieczyszczeń i domieszek toksycznych, pogarszających jakość filtratu;
- muszą charakteryzować się odpowiednią odpornością na kruszenie i ścieranie;
- gęstość materiału winna być większa od gęstości wody.

Te powszechnie znane wymagania są uszczegóławiane w ciągle trwającym procesie kształtowania norm, rozumianym jako system wymagań i kontroli jakości materiałów i usług, któremu podlegają również materiały filtracyjne. System normalizacji podlega ewolucji, a na jego zmiany wpływają transformacje dokonujące się w nauce i technice.

Po wejściu Polski w struktury Zjednoczonej Europy wprowadzono u nas europejski system normalizacji. Wprowadzone Normy Europejskie zastąpiły istniejące Normy Polskie, jak i znormalizowały nowe obszary, nieobjęte wcześniej normami. Wprowadzone przez UE normy nie obejmują jednak wszystkich zagadnień poprzednio znormalizowanych w Polsce. Normy dotyczące tych zagadnień pozostają zatem aktualne.

Dotyczy to w szczególności materiałów filtracyjnych, których normy uległy zmianie pod względem celu, zakresu i obszaru obowiązywania. W nowym obowiązującym w Polsce systemie normalizacji wyodrębniono materiały filtracyjne

jako oddzielny przedmiot norm. Wcześniej podlegały one normom opracowanym dla gruntów budowlanych. W normach tych określono metody badań gruntów, a opisana tam metodyka była również stosowana do badania materiałów filtracyjnych.

System europejski wprowadził oddzielne normy poświęcone terminologii związanej z materiałami filtracyjnymi. W starych Polskich Normach terminologia była częścią normy poświęconej metodom badań. Obowiązująca norma poświęcona terminologii jest tłumaczeniem normy europejskiej i wprowadza pojęcia stosowane w UE. Terminy wprowadzone w większości pokrywają się z dotychczas stosowanymi w starych normach, ale są również nowe terminy.

W oddzielnej normie przedstawiono metody badań materiałów filtracyjnych.

W europejskim systemie normalizacyjnym istnieje tendencja do tworzenia odrębnych norm dla wprowadzanych nowych materiałów filtracyjnych. Stosunkowo liczna grupa odrębnych norm poświęconych materiałom filtracyjnym jest wynikiem postępu dokonującego się w technologii uzdatniania wody. Wynikiem rozwoju dziedziny jest wprowadzenie na rynek nowych materiałów filtracyjnych, często o selektywnym działaniu. Materiały te posiadają różną charakterystykę chemiczną, granulometryczną i fizyczną i są stosowane w określonym celu i różnych miejscach ciągu technologicznego. Normy te systematyzują wiedzę na temat właściwości i wymagań dotyczących stosowanych, jak i nowych materiałów filtracyjnych, określają także odpowiednie metody badań oraz podają informacje dotyczące ich stosowania w uzdatnianiu wody.

Po wejściu Polski do UE stosowanie norm stało się dobrowolne. System oparty na obowiązku stosowania PN, obowiązujący w Polsce do 1993 roku, wydłużał i/lub ograniczał wdrożenia innowacji w technologii i technice. Założenie dobrowolności stosowania norm z jednej strony nie hamuje postępu, a z drugiej umożliwia zachowanie jakości gwarantującej oczekiwane – wysokie efekty technologiczne.

Należy zaznaczyć, że europejski system norm dla materiałów filtracyjnych stosowanych w uzdatnianiu wody przeznaczonej do spożycia nie uwzględnia materiałów powszechnie stosowanych w Polsce. Do takich złóż należy braunsztyn, często stosowany w technologii uzdatniania wód podziemnych. Do złóż nieujętych w systemie europejskiej normalizacji należy również chalcedonit, który ze względu na wykazaną wysoką efektywność usuwania żelaza i manganu z wód podziemnych staje się złożem coraz częściej stosowanym w polskich zakładach uzdatniania wody. Chalcedonit jako materiał będący w około 90% krzemionką mieści się w obszarze stosowania normy PN-EN 12904 Produkty do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia. Piasek i żwir. Jednakże chalcedonit ze względu na porowatą strukturę ziarna wykazuje niższą gęstość nasypową niż piasek kwarcowy. Norma określa, że gęstość nasypowa „luzem” powinna wynosić 1400-1700 kg/m³, gęstość nasypowa utrząsana powinna mieścić się w zakresie 1500-1900 kg/m³, gdy tymczasem gęstość nasypowa chalcedonitu waha się w zakresie 850-1000 kg/m³. Z faktu tego wynika konieczność uzupełnienia systemu normalizacji materiałów filtracyjnych o normy odrębne, poświęcone także innym materiałom stosowanym w Polsce, na przykład chalcedonitowi i braunsztynowi.

