

# Filtry

## - kryteria doboru do filtracji wody mineralnej

Praktycznie każdy zakład produkujący napoje czerpie wodę z własnych ujęć. Woda występująca na większości obszaru Polski zawiera na ogół nadmiar żelaza i manganu oraz zawiesiny. Aby usunąć nadmiar żelaza i manganu należy utlenić je do postaci nierozpuszczalnej i odfiltrować wraz z pozostałą zawiesiną. Najczęściej wykorzystywane są do tego filtry żwirowe. Taka filtracja jest w stanie usunąć cząstki o średnicach większych niż ok. 20 mikrometrów. Jeżeli chcemy uzyskać dokładniejsze oczyszczenie wody, należy zastosować, tzw. mikrofiltrację. Do tego celu stosuje się filtry rurowe, zwane również świecowymi. Występująca na rynku duża różnorodność tych filtrów powoduje bardzo często kłopoty z prawidłowym doбором, może więc ten artykuł wyjaśni nieco sytuację.

### Zacznijmy od sprecyzowania CO FILTRUJEMY?

Filtrujemy oczywiście wodę, zawierającą zawieszoną cząstek stałych o średnicach od 0 do ok. 20 mikrometrów (jeśli wcześniej był filtr żwirowy). Cząstki stałe to, w zależności od pochodzenia wody, głównie kwarc (w wodach górskich), wapień, żelazo, mangan, ale również cząstki organiczne oraz organizmy żywe (glony, pierwotniaki, zarodniki grzybów, bakterie itp.). Analiza rozkładu średnic takich cząstek wykonana przy pomocy laserowego analizatora cząstek może pokazać na przykład obraz przedstawiony na rys.1. Jak widać, w wodzie znajduje się ogromna ilość cząstek poniżej jednego mikrometra, a później, wraz ze wzrostem wielkości cząstek ich udział maleje. Przedstawiony rozkład zbadano analizatorem, zdolnym mierzyć cząstki większe od 0,5 mikrometra, można się domyśleć, że w przedziale 0- 0,5 mikrometra jest jeszcze więcej cząstek.

### A co chcemy i co możemy uzyskać?

Zacznijmy od skromnych wymagań: chcemy usunąć cząstki, które mogą utrudnić produkcję - zniszczyć pompy, zatrzeć zawory. Trzeba zastosować filtr, który usunie z wody cząstki większe od ok. 10 mikrometrów.

A jeżeli jesteśmy bardziej wymagający: chcemy usunąć z wody cząstki widoczne gołym okiem, których klienci, z jakichś powodów, nie lubią widzieć w butelkach. Wówczas musimy zastosować filtr, który usunie z wody cząstki większe od ok. 3 mikrometrów.

Gdybyśmy chcieli uzyskać efekt tak lubianej przez klientów głębokiej klarowności, a przez to zwiększyć również skuteczność działania lampy UV? Należy usunąć z wody cząstki o średnicach powyżej 0,5 mikrometra.

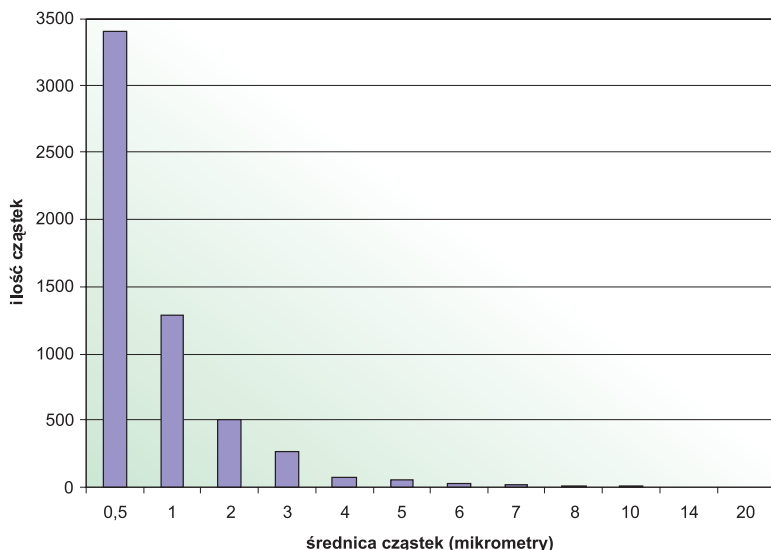
Gdybyśmy chcieli się zabezpieczyć przed glonami, zarodnikami grzybów i pleśnią i większością bakterii? Generalnie - wystarczy również filtr o skuteczności 0,5 mikrometra, należy jednak bardzo starannie pilnować częstych wymian filtrów, zanim zgromadzone na nich organizmy nie zaczną czuć się jak u siebie w domu. Jeśli mamy częstsze kłopoty tego rodzaju - musimy rozważyć zastosowanie filtra membranowego o skuteczności 0,45 lub 0,2 mikrometra.

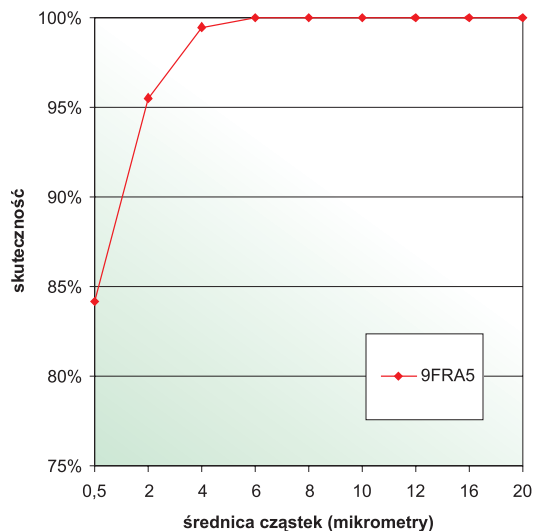
### Jak definiujemy skuteczność filtra?

Najczęściej jako procent usuwanych cząstek. Warto zwrócić uwagę na rys.2.

Przedstawiono na nim wynik badania filtra FRA 5. Jak widać, skuteczność jest funkcją wielkości cząstek, aby więc jednoznacznie określić skuteczność w procentach, trzeba równocześnie powiedzieć dla jakiej wielkości cząstek. Przedstawiony filtr jest filtrem 84% dla cząstek 0,5 mikrometra, ale 96% dla cząstek 2 mikrometry i 99,98% dla cząstek o wielkości 5 mikrometrów. Przyjmując próg skuteczności 99,98%, oznaczamy ten filtr jako Filtr Rurowy Absolutny

Rys.1.  
Zawartość cząstek w 1 ml wody głębinowej

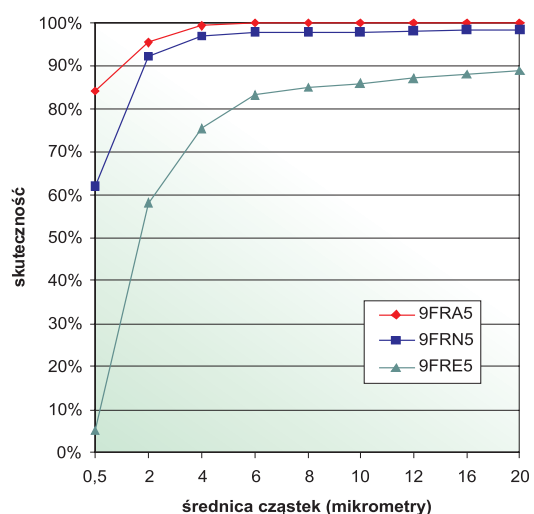




**Rys. 2.** Skuteczność filtracji filtra 9FRA5 w funkcji wielkości cząstek

5 mikronowy (FRA5). W firmie SECURA B.C. przyjęliśmy trzy progi, do których dopasowujemy filtry: próg 80% i wtedy nazywamy filtr FRE (Ekonomiczny), próg 95% dla filtrów FRN (Nominalnych) i wspomniany próg 99,98% dla FRA. Ten sam filtr mógłby, jak widać, uzyskać oznaczenie FRE1, FRN2 i FRA5, ale nie pozwala na to ekonomia- filtry FRN należy produkować tak, aby były tańsze od FRA, a FRE muszą być tańsze od FRN. Można spotkać się również z inną definicją skuteczności: liczbą  $\beta$ . Jest ona definiowana jako stosunek stężenia cząstek przed filtrem do stężenia cząstek za filtrem. Jak łatwo przeliczyć, filtr o skuteczności 99,98% będzie miał wartość  $\beta=5000$ , filtr o skuteczności 95% będzie miał  $\beta=20$ , a filtr o skuteczności 80% będzie miał  $\beta=5$ . Ta skala jest bardziej wymagająca i pokazuje, jaka przepaść dzieli filtry absolutne od nominalnych.

Zastosowanie innych technologii w produkcji tych filtrów powoduje, że całe charakterystyki skuteczności w funkcji wielkości cząstek przebiegają inaczej. Porównanie charakterystyk dla filtrów FRA5, FRN5 i FRE5 pokazano na rys.3. Należy zwrócić uwagę na fakt, że skuteczność filtra nominalnego stabilizuje się na poziomie 97-98% nawet dla dużych cząstek, nie da się więc nigdy zastępować nim absolutnego.



**Rys. 3.** Porównanie skuteczności filtracji filtrów absolutnych, nominalnych i ekonomicznych

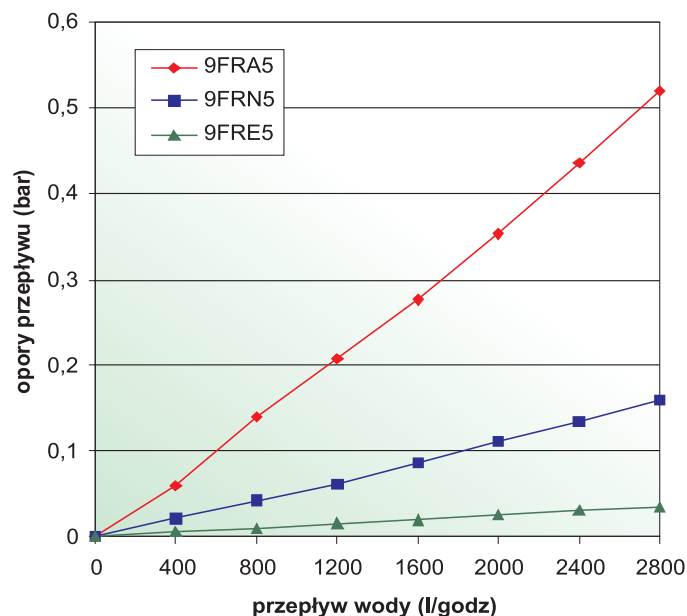
### Definicja oporów przepływu, czyli: czym się płaci za wysoką skuteczność?

Skuteczność filtra reguluje się głównie średnicą włókien, z których jest robiony i gęstością ich upakowania. Filtry ab-

solutne mają oczywiście największe upakowanie i dlatego stawiają największy opór przepływającej wodzie, filtry nominalne produkują się z mniejszej ilości materiału, upakowanie jest więc mniejsze, mniejsze są również opory przepływu. Najmniej materiału zużywa się na filtry ekonomiczne i one mają najmniejsze opory przepływu. Porównanie oporów przepływu dla filtrów FRA5, FRN5 i FRE5 przedstawiono na rys. 4. Patrząc na ten wykres z drugiej strony, możemy powiedzieć, że przy określonym nadciśnieniu w sieci największą przepustowość ma filtr FRE. Należy jednak zwrócić uwagę, że:

- ze wzrostem wielkości przepływu pogarsza się skuteczność filtracji,
- filtry „oszczędne” w materiał załamują się przy mniejszych różnicach ciśnień niż filtry zawierające większą ilość materiału.

**Rys. 4.** Porównanie oporów przepływu filtrów absolutnych, nominalnych i ekonomicznych



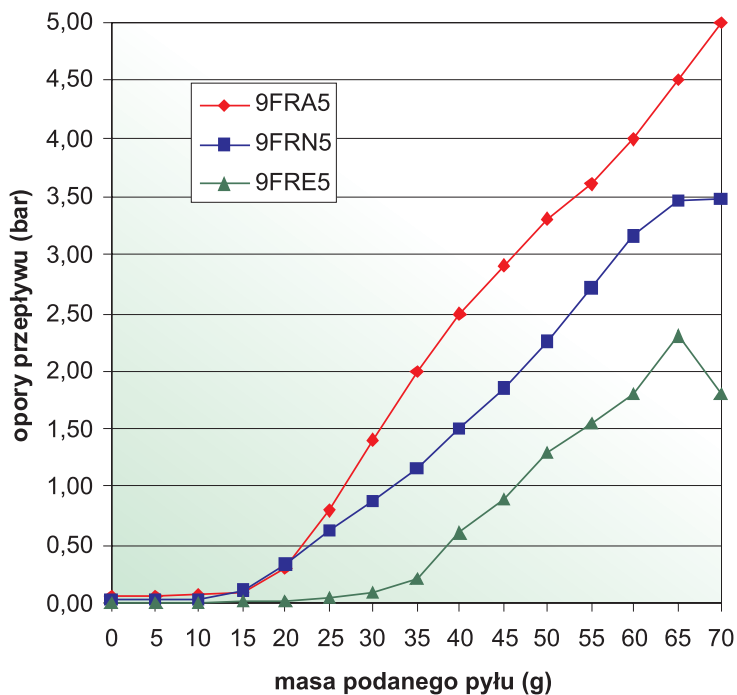
### Definicja pyłochłonności, czyli: czym się płaci za oszczędności materiałowe?

Rys. 5. pokazuje jak zachowują się filtry FRA5, FRN5 i FRE5 podczas obładowywania ich pyłem na stanowisku badawczym.

Pomimo istotnych różnic w wyglądzie krzywych, mają one wspólne cechy: każdy filtr na początku wchłania pył, nie wykazując istotnego wzrostu oporów, później opory rosną, a później krzywa się urywa (oprócz FRA5, dla którego nasza pompa dająca 5 barów nadciśnienia była za słaba). Krzywa urywa się na ogół z powodu fizycznego zniszczenia filtra i pojawienia się nieszczelności, które dają paradoksalny efekt spadku ciśnienia. Towarzyszy temu oczywiście zarejestrowanie dużego stężenia pyłu na wylocie (tzw. „przebicie”). Czasami występuje jedynie przebicie, bez wyraźnych uszkodzeń. Filtr FRA5 wchłonił co najmniej 70 g pyłu, FRN5 załamał się przy różnicy ciśnień 3,5 bara i po wchłonięciu 65 g pyłu, a filtr FRE5 załamał się przy 2,3 bara po wchłonięciu 65 g pyłu. Ponieważ nie da się łatwo mierzyć ilości rzeczywiście wchłoniętej, podane wartości odnoszą się tak naprawdę do ilości podanej do strumienia, purysci uwzględniwszy oczywiście fakt, że filtr FRA wchłonił praktycznie cały podany pył, FRN nieco przepuścił, a FRE przepuścił jeszcze więcej.

### Po co się produkuje różne filtry?

Aby zaspokoić różne potrzeby.



**Rys. 5.** Porównanie obciążenia filtrów absolutnych, nominalnych i ekonomicznych

**Fot.1.** Laboracyjne stanowisko do badania skuteczności i oporów filtrów w firmie SECURA B.C.



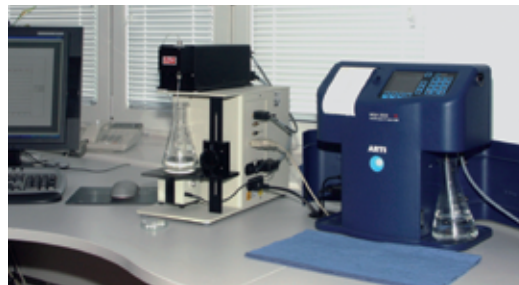
**Tab.1.** Skuteczność najczęściej spotykanych na rynku filtrów do wód mineralnych

Producent wody mineralnej ma potrzebę przefiltrowania wody ze skutecznością „absolutną”, nie może sobie bowiem pozwolić na ryzyko pozostawienia w wodzie śladów mętności, glonów, zarodników grzybów czy bakterii. Co gorsza, producent wody mineralnej ma tylko jedną szansę na filtrację: woda przechodzi tylko raz przez filtry. Strumienie wody nie są duże, oszczędności na oporach przepływu nie są więc istotne.

Producent energii elektrycznej w elektrowni ciepłej ma inną potrzebę: musi przefiltrować ogromne ilości kondensatu. Każdy bar oporów pomnożony przez tysiące metrów sześciennych wody daje duże koszty energii, warto więc poszukać filtrów nominalnych o mniejszych oporach. Tym bardziej, że kondensat krąży w obiegu zamkniętym i po



**Fot. 2.** Stanowisko do badania obciążania filtrów



**Fot.3.** Laserowe analizatory cząstek do badania skuteczności filtrów

trzykrotnym przejściu przez filtr o skuteczności 95%, mamy efekt filtra absolutnego.

W niektórych technologiach przemysłowych efekt filtracji „zgrubnej” jest wystarczający i wtedy szuka się filtrów ekonomicznych.

### Jakie filtry mamy na rynku?

Jeśli wierzyć deklaracjom producentów, co do skuteczności filtrów, to spośród najczęściej spotykanych na rynku wód mineralnych filtrów mamy następujące - tab. 1.

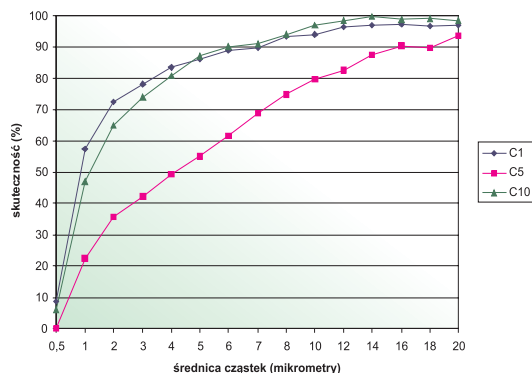
Są również na rynku inne filtry, które dystrybutorzy nazywają dowolnymi nazwami (najchętniej używają słowa „absolutne”), ale jeśli producent nie posiada laboratorium badawczego to wszelkie takie deklaracje są niewiele warte.

Na rys.6 przedstawione są wyniki badania filtrów „ekonomicznych”, jednego z uznanych producentów, o mikronażach: 1, 5 i 10 mikrometrów. Co z niego wynika? Że producent nie utrzymuje parametrów produkcji- filtr 1 mikronowy ma tę samą charakterystykę co 10 mikronowy, a najgorszy jest 5 mikronowy. Skuteczność filtra 1 mikronowego dla cząstek 1 mikronowych wynosi 58%, 5 mikronowy ma skuteczność 55%, a 10 mikronowy- 97%.

### Polityka cenowa producentów

U każdego producenta najdroższe są oczywiście filtry absolutne. Ich cena w niewielkim stopniu oddaje zużycie

Firma	Filtry absolutne	Filtry nominalne	Filtry ekonomiczne
SECURA B.C.	FRA, BHA, CLA, FOA	FRN, BHN, CLN, FON	FRE, BSE
PALL	Profile II, Nexis A (NXA), Coreless	Nexis T (NXT) Coreless	Claris (CLR)
OSMONIX	Selex (SX), Z.Plex (Za)	Hytrex (GX) Z.Plex (Zp)	Purtrex (PX) Z.Plex (Zw)
CUNO	PolyNet Betapure	Micro-Klean III Betapure	Micro-Wynd II



Rys. 6. Skuteczność filtrów ekonomicznych (producent B)

materiału i energii przy produkcji, w dużym natomiast koszt prac badawczych, laboratoriów i systemów jakości. W efekcie filtr 40 calowy o skuteczności 1 mikrometra zagranicznego producenta kosztuje ok. 120 euro (cena tzw. „katalogowa”- trzeba wywalczyć upust).

Polityka w stosunku do filtrów nominalnych jest inna. Ponieważ głównym odbiorcą jest przemysł, który kupuje i zużywa duże ilości- cenę 40 calowego filtra nominalnego kalkuluje się na poziomie 20-40 euro.

Filtry ekonomiczne kalkuluje się najniżej jak to tylko możliwe, ze względu m.in. na rosnącą konkurencję ze strony filtrów chińskich. Kontrola jakości w tym asortymencie nie jest zwykle przesadnie wymagająca. Filtr 1 mikronowy, 40 calowy sprzedaje się w cenie 7-14 euro.

Dla porównania: ceny katalogowe firmy SECURA B.C. są następujące: 40FRA1- 148 zł, 40FRN1-72 zł a 40FRE1- 42 zł.

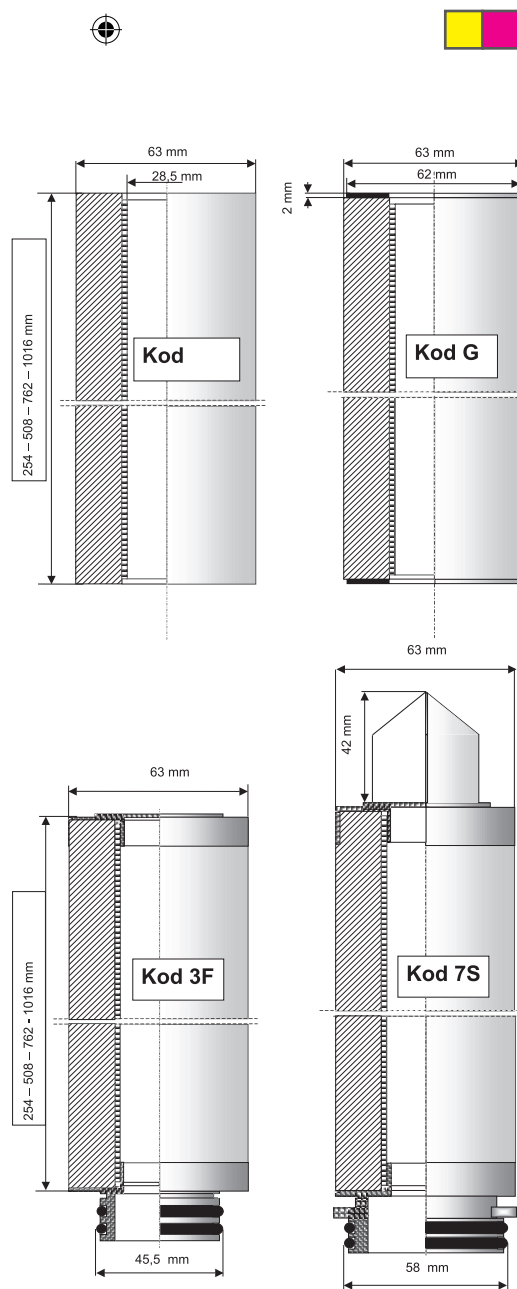
### Czym się kierować w doborze filtrów?

Prawidłową decyzję należy podjąć już na etapie budowy stacji mikrofiltracji. Trzeba żądać od projektanta, aby obudowy filtracyjne mogły pracować z typowymi filtrami. Za typowe- dostępne u większości producentów można uznać filtry o średnicy zewnętrznej 64mm i długościach 10, 20, 30 i 40 cali. Jeśli chcemy filtrować na poziomie 0,5- 3 mikrometry, obudowy muszą umożliwiać stosowanie filtrów z typowymi końcówkami- tzw. Kod 3F (z jednej strony plastikowy, płaski kapsel, a z drugiej końcówka z dwoma o-ringami), czasami stosuje się tzw. „obudowy sanitarne” i wtedy końcówki „z bagnetem” – tzw Kod 7S. Jeśli będziemy stosować filtry o wyższych mikronażach - obudowa powinna mieć wyposażenie do tzw. filtrów „DOE” (obustronnie otwartych). Filtry z końcówkami typu „DOE” przedstawiono na rys. 7a, a filtry z końcówkami typu Kod 3F i Kod 7S na rys. 7b. Jeśli damy sobie zamontować obudowy do nietypowych filtrów- będziemy skazani na jedyne go producenta nietypowych filtrów.

Coraz częściej spotyka się również filtry typu „Coreless”, o średnicy zewnętrznej 152mm i długości 20 lub 40 cali.

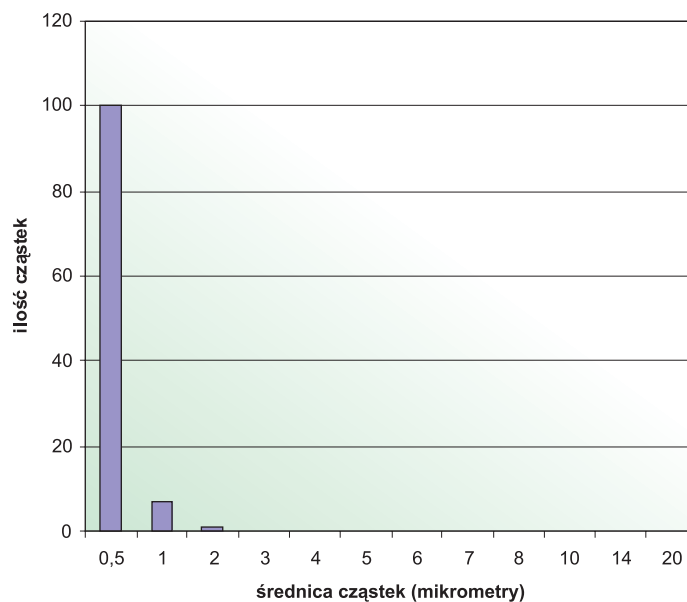
Drugą decyzję należy podjąć po wybudowaniu stacji- od kogo kupować? Najlepiej kupować od producenta, żądać przeprowadzenia audytu i sporządzania protokołu kontroli jakości każdej dostawy. Jeśli kupujecie od dystrybutora, nawet filtry renomowanej firmy, sprawdźcie ich charakterystyki w jakimś dobrym laboratorium (rys.6).

Trzecia decyzja to: ile stopni filtracji zastosować i jak rozłożyć mikronaż filtrów na poszczególnych stopniach. Zostało to opisane w artykule „System monitorowania poboru i filtracji wody...” w „Źródle” w 2000 r.



Rys. 7a. Typowe konfiguracje końcówek filtrów. Filtry typu obustronnie otwartego (Double Open End)

Rys. 7b. Typowe konfiguracje końcówek filtrów. Filtry typu jednostronnie otwartego (Single Open End)



Rys. 8. Zawartość cząstek w 1 ml źródłanej wody butelkowanej. Na zakończenie wykres rozkładu średnic cząstek w butelkowanej wodzie źródlanej przefiltrowanej na naszych filtrach. (por. rys. 8. z rys.1., zwracając uwagę na skalę wykresu).