



FILTRALITE®
PRZYSZŁOŚĆ FILTRACJI DOSTĘPNA JUŻ DZIŚ

ZALECENIA PROJEKTOWE I TECHNOLOGICZNE DLA ZŁOŻA

Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 W UZDATNIANIU WODY PODZIEMNEJ

Materiał filtracyjny Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 został poddany kompleksowym badaniom technologicznym/pilotowym w procesie uzdatniania wody podziemnej o przekroczonej zawartości żelaza, manganu oraz jonu amonowego. Prace te prowadzone były w czynnym obiekcie SUW.

Celem badań było sprawdzenie własności materiału w uzdatnianiu tego typu wody oraz wskazanie wytycznych do projektowania układów, oraz ich dalszej eksploatacji.

Szczegółowe badania prowadzone były przez okres blisko 6 miesięcy. W ich trakcie:

- sprawdzono efektywność aktywacji złoża do usuwania jonu amonowego i manganu przy różnych prędkościach filtracji (6, 9, 12 m/h),
- wyznaczono strefy usuwania żelaza, określając w ten sposób minimalną wysokość złoża, niezbędną dla realizacji tego zadania technologicznego przy różnych prędkościach filtracji,
- ustalono zależność ekspansji od intensywności płukania.

Wykazano, że złożo keramzytowe Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 skutecznie usuwa z wody wszystkie wymienione wskaźniki (żelazo, mangan i jon amonowy), uzyskując bardzo korzystne (krótkie) czasy aktywacji do eliminacji z wody szczególnie jonu amonowego.

Efekty technologiczne uzyskane w trakcie badań:

- **USUWANIE ŻELAZA** – wysoka skuteczność w szerokim zakresie badanych prędkości filtracji (6,0 – 12,0 m/h) i zawartości żelaza w wodzie surowej w granicach 0,7 – 2,0 mg/L. Uzyskana efektywność procesu przewyższała 95,0 %.
- **NISKA WYSOKOŚĆ STREFY ODŻELAZIANIA** – dla najwyższych prędkości filtracji (12,0 m/h) wysokość ta nie przekraczała 0,8 m wysokości złoża filtracyjnego (przy stężeniu żelaza do 2,0 mg/L). Dla piasku kwarcowego strefa ta oscyluje w podobnych warunkach na poziomie ok. 1,25 m.
- **USUWANIE JONU AMONOWEGO** – bardzo krótki czas wpracowania złoża. Dla całego zakresu badanych prędkości filtracji czas ten wyniósł ok. 30 dni (licząc do czasu uzyskania stężenia jonu amonowego na poziomie bliskim wartości < 0,1 mg/L w wodzie uzdatnionej). Po wpracowaniu osiągnięta zostaje wysoka efektywność usuwania jonu amonowego potwierdzona przy zawartości w wodzie surowej do 1,2 mg/L (średnio 0,8 mg/L).
- **BARDZO NISKA STREFA USUWANIA JONU AMONOWEGO** z wody po wpracowaniu – wynosząca ok. 0,5 m złoża przy obniżeniu stężenia jonu amonowego do wartości ok. 0,1 mg/L.

- **USUWANIE MANGANU** – efektywne, naturalne wpracowanie – dla prędkości 6,0 m/h w czasie < 80 d, dla prędkości 9,0 m/h < 100 d (przy zachowaniu dostatecznej wysokości strefy odżelaziania wody).
- **DŁUGIE, WYSOKOPOJEMNE CYKLE FILTRACYJNE** – uzyskiwane pojemności masowe dochodziły do wartości ok. 4000 g/m². Opory hydrauliczne przy pojemności masowej liczonej względem zawartości żelaza wynoszącej 2000 g/m² osiągały poziom 1,4 mH₂O (dla v_f = 6,0 m/h) do 1,8 mH₂O (dla v_f = 12,0 m/h).

Powyższe obserwacje pozwalają potwierdzić wysoką przydatność złoża w uzdatnianiu wód podziemnych. Materiał wykazuje wielorakie zalety, spośród których najistotniejsze to:

- bardzo krótkie wpracowanie do usuwania jonu amonowego i wysoka efektywność usuwania tego wskaźnika z wody,
- bardzo pojemne upakowanie zawiesin w złożu filtracyjnym, co przekłada się na wysoką ekonomikę procesu filtracji (rzadkie płukanie filtrów),
- wysoka efektywność usuwania żelaza,
- stosunkowo krótkie czasy naturalnej aktywacji do usuwania manganu z wody (w tym również dla wyższych prędkości filtracji).

Tym samym materiał ten jest szczególnie przydatny w układach uzdatniania wody podziemnej z zawartością jonu amonowego. Podobnie w przypadku wody ze znaczną zawartością żelaza generującą wysokie opory hydrauliczne można korzystnie kompensować ten efekt przez zastosowanie złoża keramzytowego.

USUWANIE ŻELAZA NA ZŁOŻU FILTRALITE®

Czas do uzyskania pełnej efektywności procesu

Zasadniczo materiał filtracyjny będzie usuwał efektywnie żelazo od razu po zasypaniu, pod warunkiem spełnienia wymagań technologicznych takich jak:

- odpowiednia wysokość złoża (opisane poniżej),
- ciągłe i odpowiednio intensywne natlenienie wody (wymagane natlenienie (przyjęte z nadstatkiem) wynosi ok 0,5 mg/L na każdy 1,0 mg_{Fe}/L w wodzie surowej),
- odpowiedni odczyn wody (optymalnie w granicach pH 7,0 – 7,5).

Każda rozbieżność od tych założeń wymaga konsultacji technologicznej, celem ustalenia przyczyn potencjalnego braku efektywności złoża w usuwaniu tego wskaźnika z wody.

Niezbędna wysokość złoża dla realizacji procesu

W usuwaniu żelaza z wykorzystaniem Filtralite® Pure, należy dobierać odpowiednią wysokość złoża do prędkości filtracji oraz zawartości żelaza w wodzie surowej.

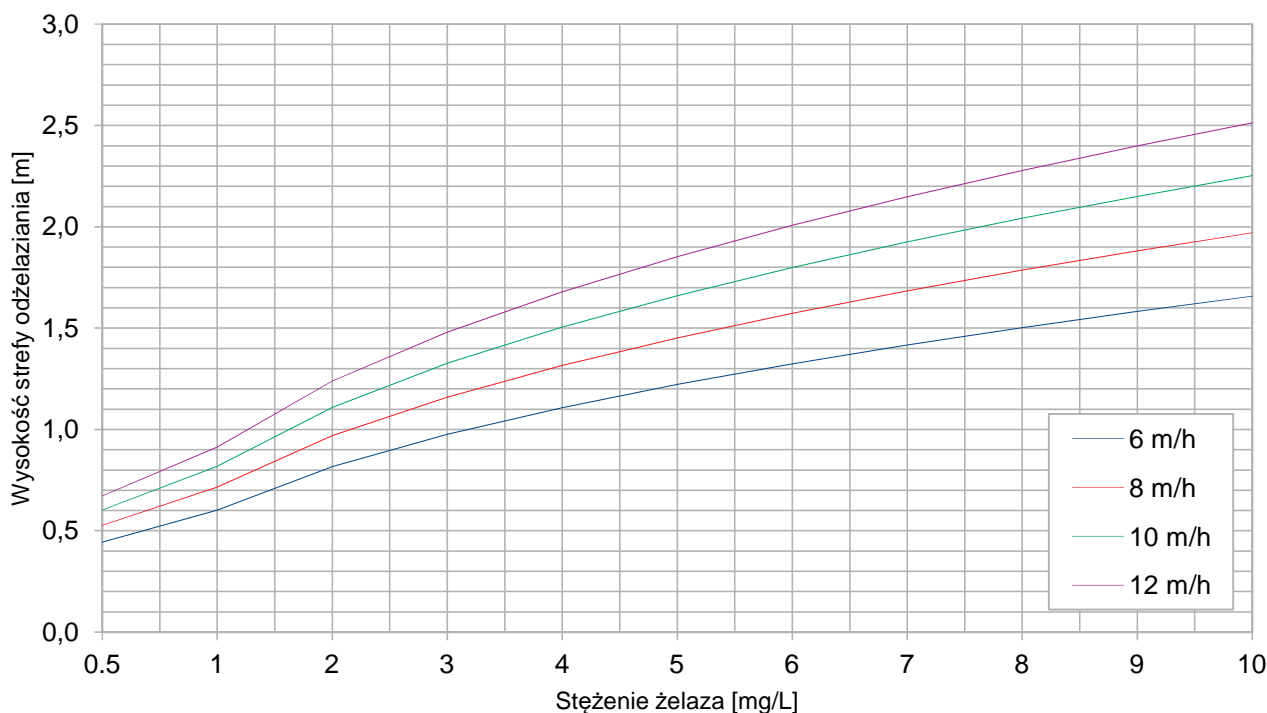


Fig. 1 Przybliżona zależność wysokości strefy odżelaziania od stężenia żelaza bazująca na badaniach technologicznych złoża Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 oraz teorii procesu usuwania żelaza, dla wybranych prędkości filtracji.

Znając projektowaną lub eksploatacyjną prędkość filtracji oraz zawartość żelaza w wodzie surowej należy dobrać potrzebną wysokość złoża, która jest niezbędna do usunięcia tego wskaźnika z wody surowej.

UWAGA! W przedstawionej zależności uwzględniono ok. 50 % utlenienie żelaza w wodzie trafiającej na filtry. W przypadku mniejszego stopnia utlenienia żelaza, wysokość strefy usuwania tego wskaźnika będzie proporcjonalnie wyższa.

Warunkiem koniecznym do usuwania żelaza z wody jest stałe natlenienie wody w stopniu umożliwiającym utlenienie tego wskaźnika.

USUWANIE JONU AMONOWEGO NA ZŁOŻU FILTRALITE®

Czas do uzyskania pełnej efektywności procesu

W usuwaniu jonu amonowego należy przyjmować czasy wpracowania w granicach 4 – 8 tygodni. W przypadku przekroczenia powyższego czasu, należy dokonać analizy czynników mogących potencjalnie przeszkadzać w przebiegu tego procesu takich jak:

- zbyt niska zawartość tlenu w wodzie poddawanej filtracji (wymagana ilość dla prawidłowego przebiegu procesu – 4,5 mgO₂/L na każdy 1,0 mg_{NH₄⁺}/L w wodzie surowej),
- nieodpowiedni odczyn (optymalnie pH 7,0 – 7,5),
- obecność substancji dezynfekującej (również w wodzie płuczającej),
- niska zawartość fosforanów w wodzie surowej.

W takim przypadku zalecana jest konsultacja technologiczna.

UWAGA! Określając czas aktywacji należy uwzględnić czas ciągłej pracy złoża. Postoje eksploatacyjne mogą potencjalnie wydłużać czas wpracowania do usuwania tego wskaźnika.

Niezbędna wysokość złoża dla realizacji procesu

Dobierając wysokość złoża do usuwania jonu amonowego z wody zaleca się:

- **USUWANIE WYŁĄCZNIE JONU AMONOWEGO** – Zalecana wysokość złoża wynosi 0,8 m złoża na każdy 1,0 mg_{NH4+}/L w wodzie napływającej na filtr.

UWAGA! Nie zaleca się filtracji z prędkością przekraczającą 12,0 m/h

- **JEDNOCZESNE USUWANIE ŻELAZA I JONU AMONOWEGO** – Należy przyjąć większą niż podano powyżej wysokość złoża. Należy określić to albo względem zawartości jonu amonowego w wodzie surowej, albo zawartości żelaza (w zależności od tego, która wartość będzie większa).
- **JEDNOCZESNE USUWANIE ŻELAZA, JONU AMONOWEGO I MANGANU** – Należy przyjąć wysokość złoża liczoną jak dla jednostopniowego usuwania manganu, chyba że wysokość liczona względem zawartości jonu amonowego będzie wyższa (co jest bardzo rzadkim przypadkiem).

UWAGA! Kryterium istotnym dla usuwania jonu amonowego z wody jest zawartość tlenu. W każdym z wymienionych przypadków skuteczne usuwanie wskaźników będzie zależało od odpowiedniego natlenienia wody.

USUWANIE MANGANU NA ZŁOŻU FILTRALITE®

Czas do uzyskania pełnej efektywności procesu

W usuwaniu manganu z wody pełna efektywność uzyskiwana jest po wpracowaniu złoża, polegającym na pokryciu ziaren materiału filtracyjnego tlenkami manganu. Czas ten zależy od:

- zawartości Mn w wodzie surowej (im więcej manganu, tym krótszy czas wpracowania),
- zawartości żelaza w wodzie surowej i wysokości strefy odżelaziania,
- natlenienia wody surowej (wymagane natlenienie (przyjęte z naddatkiem) wynosi 0,75 mg/L na 1,0 mg_{Mn}/L w wodzie surowej).

W przypadku zawartości manganu > 0,25 mg/L w wodzie surowej i prędkości filtracji < 10,0 m/h, spodziewany czas wpracowania nie powinien przekroczyć 100 dni (ciągłej filtracji).

UWAGA! Nie zaleca się prowadzenia naturalnego wpracowania przy prędkościach > 10,0 m/h.

Niezbędna wysokość złoża dla realizacji procesu

Przyjmując wysokość złoża do usuwania manganu z wody należy zakładać:

- **JEDNOCZESNE USUWANIE ŻELAZA I MANGANU** – wysokość niezbędną do usunięcia żelaza powiększyć o min. 0,5 m,
- **USUWANIE WYŁĄCZNIE MANGANU** (np. filtracja dwustopniowa) – należy przyjmować wysokość złoża min. 0,5 m. Zaleca się zastosowanie wysokości 1,0 m w celu uwzględnienia warstwy zabezpieczającej proces odmanganiania).

UWAGA! Złoże Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 można łączyć z materiałami do katalitycznego usuwania manganu z wody (tworzącymi dolne warstwy filtra).

PŁUKANIE ZŁOŻA FILTRALITE®

Złoże Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 może być płukane wodą oraz powietrzem zgodnie z klasycznymi zaleceniami procesowymi, które stosuje się przy eksploatacji ziół w uzdatnianiu wód podziemnych o przekroczonej zawartości żelaza, manganu i jonu amonowego.

Złoże keramzytowe wykazuje bardzo korzystną zależność ekspansji od intensywności płukania, decydującą o szybkim odpłukaniu zatrzymanych zanieczyszczeń ze złoża filtracyjnego przy niskim zużyciu wody.

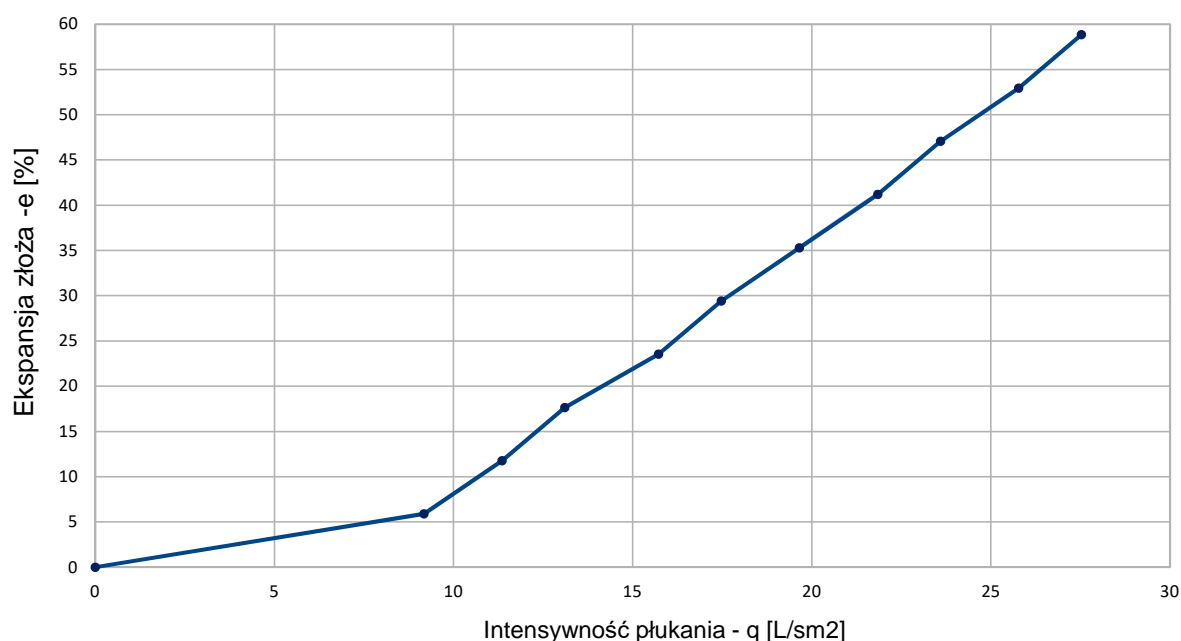


Fig. 2 Zależność ekspansji złoża od intensywności płukania (wykres dla wody o temperaturze ok. 10 °C).

Przykładowy przebieg procesu płukania:

1. Spust wody znad złoża filtracyjnego (do poziomu złoża filtracyjnego).
2. Płukanie powietrzem przez czas nie dłuższy niż 5 min.
3. Płukanie wodą przez czas zależny od stopnia zanieczyszczenia i szybkości klarowania popłuczyn z intensywnością dopasowaną do dostępnej przestrzeni pomiędzy złożem, a lejem przelewowym popłuczyn. Zalecana intensywność płukania wodą 12,5 – 17,5 L/sm² (45,0 – 63,0 m³/m²h).

UWAGA! Nie zaleca się płukania złoża z intensywnością mniejszą niż 7,5 L/sm² (27 m³/m²h). Zmniejszanie intensywności płukania złoża znacząco wydłuża czas płukania wodą.

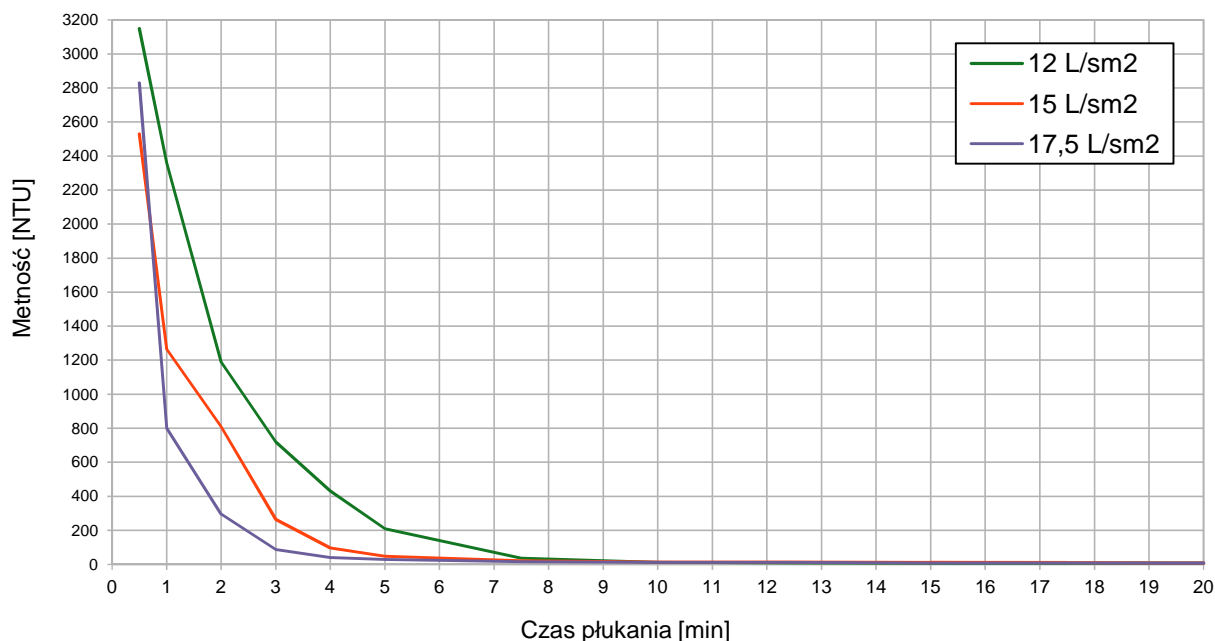


Fig. 3 Zależność skrócenia czasu płukania wraz ze wzrostem intensywności płukania wyrażona w mętności chwilowej popłuczyn.

Należy zatem dążyć do możliwie wysokiej intensywności płukania (zwracając uwagę na ryzyko związane z wynoszeniem złoża z filtra). Niemniej jednak w każdym z analizowanych na wykresie przypadków czas płukania nie przekracza 10 min, co stanowi istotny technologicznie wyznacznik skuteczności tego procesu.

DŁUGOŚĆ CYKLU FILTRACYJNEGO

Zaleca się przyjmowanie długości cyklu filtracyjnego odpowiadającej pojemności zatrzymanych zawiesin nie większej niż:

- 2500 g/m² w przypadku jednoczesnego usuwania żelaza i manganu,
- 3000 g/m² w przypadku usuwania tylko żelaza z wody lub innych zawiesin.

Każdorazowo wartość ta powinna być przedmiotem analizy technologicznej. W ustalaniu optymalnej długości cyklu filtracyjnego należy brać również pod uwagę efektywność złoża w odniesieniu do parametrów jakości wody przefiltrowanej.

W zależności od prędkości filtracji, wraz z odfiltrowaniem zawiesin złoże generuje wzrost oporów hydraulicznych. Zaleca się, by nie przekraczać oporów równych:

- 3,0 mH₂O – w procesie filtracji grawitacyjnej (przy uwzględnieniu wysokości słupa wody nad złożem filtracyjnym),
- 5,0 mH₂O – w procesie filtracji ciśnieniowej.

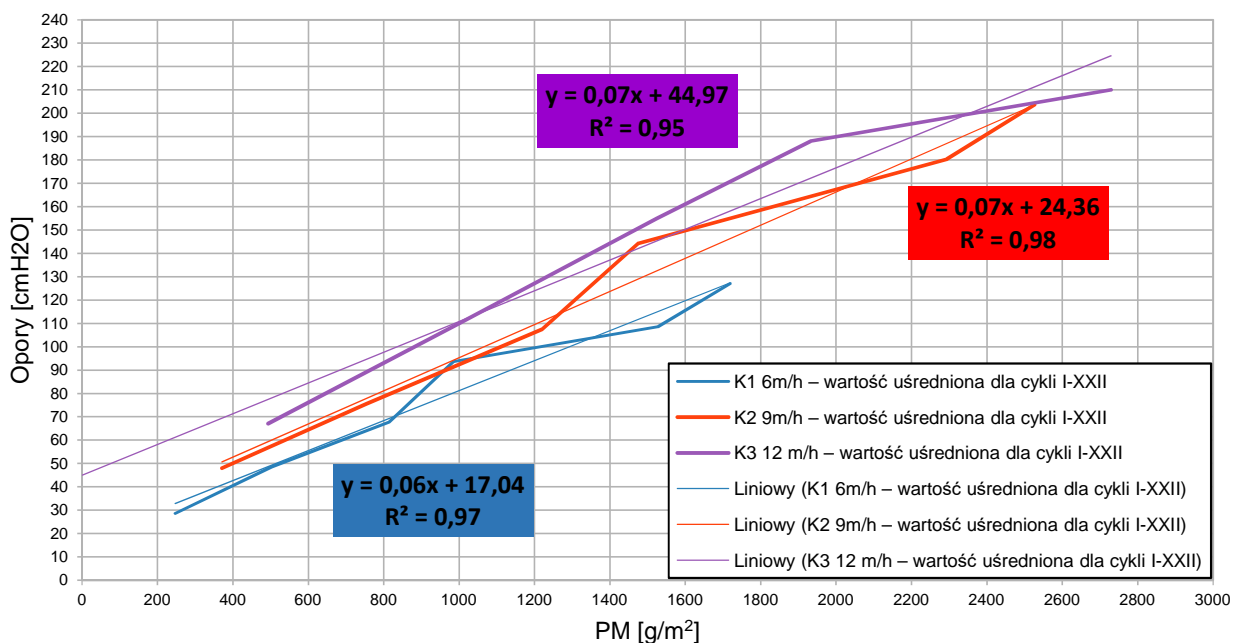


Fig. 4 Zależność oporów hydraulicznych od pojemności masowych, generowanych w procesie usuwania z wody żelaza (ok. 50 % utlenienia przed kontaktem ze złożem).

Powyższą zależność należy uwzględnić przy obliczeniach hydraulicznych układów uzdatniania wody. Powinno to każdorazowo stanowić przedmiot oddzielnej analizy.

ZALECENIA EKSPLOATACYJNE

Zasyp złoża filtracyjnego do filtrów

Przed zasypem złoża do filtrów należy:

1. Sprawdzić drożność drenażu i równomierność rozkładu powietrza płuczącego (przeprowadzić odpowiedni test płukania z wykorzystaniem powietrza, po wcześniejszym zalaniu drenażu samą wodą do wysokości ok. 10 cm ponad otwory drenażowe).
2. Rozpocząć zasyp materiałów podtrzymujących, których uziarnienie należy dobrać zależnie od wymiarów otworów drenażu.

UWAGA! Dopuszcza się zasyp złoża Filtralite® Pure HC 0,8-1,6 bezpośrednio na drenaż filtracyjny pod warunkiem, że wymiar otworów drenażu na to pozwala.

3. Złoża zasypywać wraz z malejącą gęstością oraz uziarnieniem z kierunkiem od dołu ku górze filtra.
4. Po zasypaniu całego filtra rozpocząć płukanie czyszczące płuczając wodą do czasu sklarowania popłuczyn.
5. Po wypłukaniu złoża należy dokonać dezynfekcji z wykorzystaniem podchlorynu sodu, w procedurze zgodnej z tzw. „dobrą praktyką” przy dezynfekcji złóż filtracyjnych.
6. Po dezynfekcji należy przeprowadzić odpowiednie badania zezwalające na włączenie filtra do pracy.

Kontrola złoża w trakcie eksploatacji

Zaleca się, aby w trakcie eksploatacji dokonywać kontroli złoża polegającej na:

- systematycznym sprawdzaniu wysokości złoża w filtrze i porównywaniu tej wysokości ze stanem z okresu zasypu lub poprzedniego pomiaru (przynajmniej 1 raz w roku). Zarówno przyrost wysokości jak i ubytek będzie wskazywał na konieczność korekt procesu płukania.
- systematycznej kontroli popłuczyn pod kątem obecności złoża, co mogłoby wskazywać na jego usuwanie w trakcie płukania.