

opracowanie na podstawie magazynu Idraulica - Barbara Jurek

Zanieczyszczenia obecne w instalacjach hydraulicznych mogą prowadzić do pogorszenia parametrów pracy układu, awarii urządzeń oraz skrócenia trwałości całej instalacji. Dlatego tak istotny jest odpowiedni dobór rozwiązań umożliwiających ich skuteczne usuwanie.

W drugiej części artykułu przedstawimy najważniejsze urządzenia stosowane do separacji zanieczyszczeń, omówimy ich charakterystyczne cechy oraz zaprezentujemy przykładowe schematy instalacji z ich zastosowaniem.

FILTRY I SEPARATORY ZANIECZYSZCZEŃ

Zacznijmy od rozróżnienia dwóch podstawowych sposobów oczyszczania instalacji.

FILTRACJA

Filtracja to proces fizyczny, w którym cząsteczki zanieczyszczeń oddzielane są od wody poprzez zatrzymywanie ich na porowatym materiale filtrującym, lub inaczej siatce filtracyjnej.

Tradycyjnie w instalacjach grzewczych o obiegu zamkniętym stosowane są:

- filtry skośne
- filtry koszowe
- złoża filtracyjne

SEPARACJA

Separacja zanieczyszczeń jest obróbką fizyczną, która wykorzystuje różny ciężar właściwy cząsteczek zanieczyszczeń w stosunku do wody: cząsteczki są oddzielone od wody dzięki działaniu siły odśrodkowej lub siły grawitacji i wytrącane do komory zbiorczej. Jest to obróbka, która skuteczniej niż filtracja oddziela drobne cząstki brudu i zanieczyszczeń, jednak wymaga większej ilości cykli przepuszczania wody przez urządzenie.

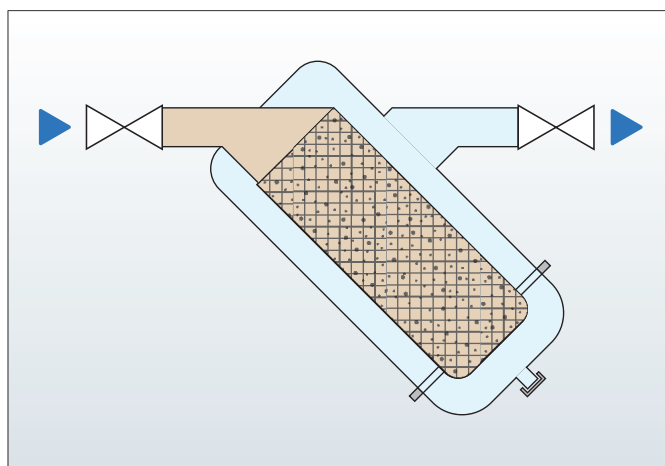
Mówiąc więc o separatorach możemy wyróżnić dwa podstawowe typy:

- separator grawitacyjny
- separator cyklonowy

JAK DZIAŁAJĄ FILTRY SKOŚNE?

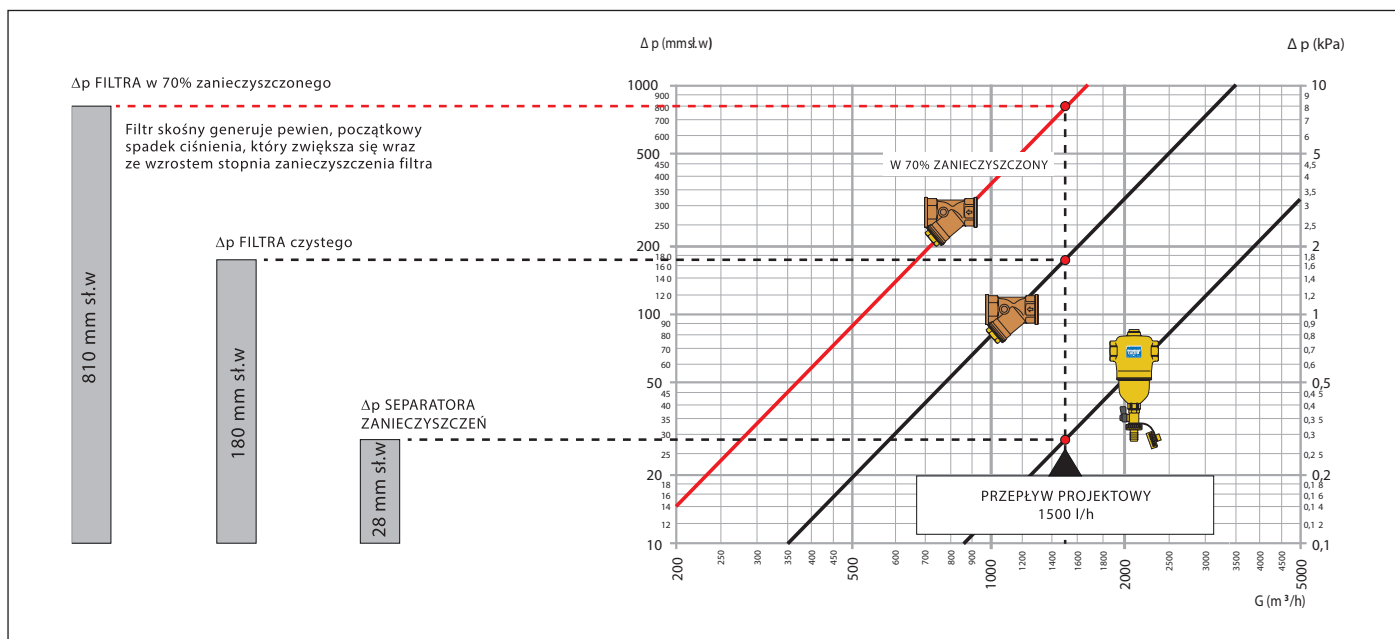
Filtry skośne składają się z metalowego lub polimerowego wkładu siatkowego, który pełni zarówno funkcję elementu filtrującego, jak i zbiornika zanieczyszczeń.

Przepływ odbywa się zazwyczaj od środka na zewnątrz wkładu filtrującego. W ten sposób cząsteczki są uwięzione w części wewnętrznej.



Rys.1 Filtr skośny

W instalacjach grzewczych z obiegiem zamkniętym stosuje się zazwyczaj wkłady o wydajności filtracji wynoszącej **400-500 μm** . Wartość Kv, zwykle podawana w karcie technicznej, jest obliczana przy założeniu całkowicie czystego filtra i obszarów przelotowych wolnych od zanieczyszczeń. Gdy filtr jest zatkany, spadki ciśnienia są coraz większe, powodując problemy (wysokość podnoszenia pompy cyrkulacyjnej może być niewystarczająca), a nawet zablokowanie obiegu, dlatego niezwykle istotne jest zapewnienie okresowego czyszczenia tego urządzenia.



Rys. 2 Spadki ciśnienia na urządzeniach do usuwania zanieczyszczeń

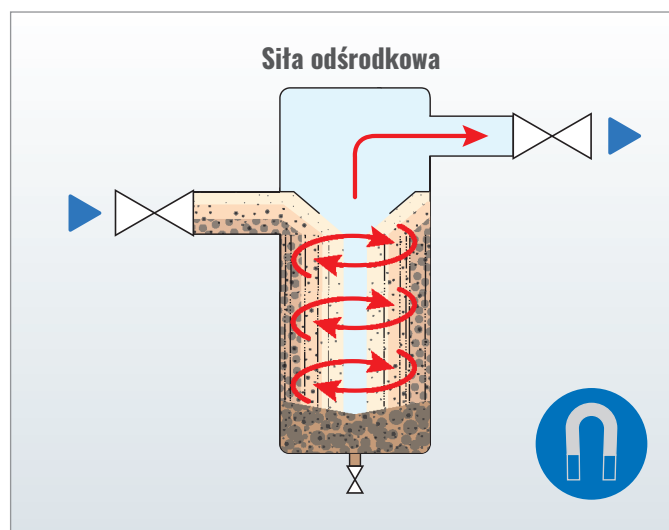
SEPARATORY ZANIECZYSZCZEŃ - RODZAJE I DZIAŁANIE

SEPARATOR ODŚRODKOWY/CYKLONOWY

Konfiguracja urządzenia wymusza przepływ wody ruchem spiralnym, lub inaczej cyklonowym.

Najcięższe zanieczyszczenia są wypychane przez **siłę odśrodkową** na ścianki urządzenia i **wytrącają się z wykorzystaniem siły grawitacji**.

Woda, po odcinku opadania, wypływa ponownie w górę bez pozostałości, które osadziły się na dnie urządzenia. Aby urządzenie to było skuteczne, niezbędne jest utrzymanie stałej prędkości przepływu.



Rys. 3 Separator cyklonowy

SEPARATOR GRAWITACYJNY

Zanieczyszczenia wytrącają się w komorze zbiorczej na skutek **zmniejszenia prędkości przepływu** w wyniku powiększenia przekroju urządzenia w stosunku do przewodów, na którym zostało zamontowane. Ponadto element wewnętrzny, złożony z ułożonej promieniście siatki, ułatwia wytrącanie się cząstek wskutek ich zderzenia się z nią.

Aby grawitacyjny separator zanieczyszczeń był skuteczny w zakresie usuwania cząstek zanieczyszczeń, maksymalna zalecana prędkość cieczy na przyłączach urządzenia musi utrzymywać się w okolicach 1-1,5 m/s.

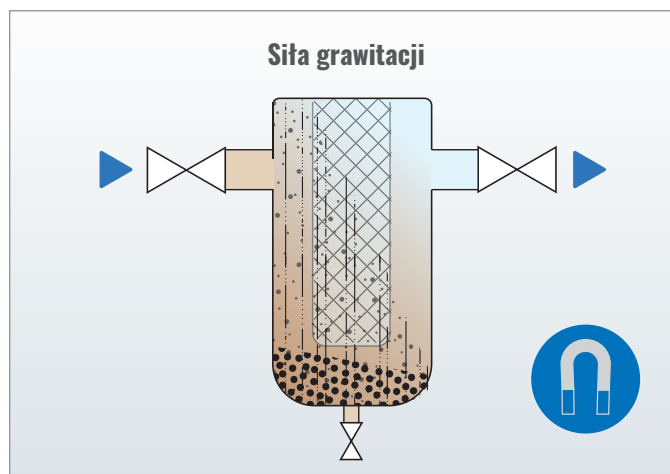
Separator grawitacyjny wyłapie zanieczyszczenia o wielkości cząstki do **5 µm**.

Dlatego właśnie przy doborze separatora zanieczyszczeń ważne jest, by brać pod uwagę **maksymalny zalecany przepływ podawany przez producenta** ponieważ jego przekroczenie równa się ze zwiększeniem prędkości przepływu przez separator, a co za tym idzie - zmniejszenie sprawności separacji.

Zanieczyszczenia w separatorze gromadzą się w dolnej komorze, dzięki czemu w przeciwieństwie do filtrów, wraz ze stopniem zanieczyszczenia nie generują większych spadków ciśnienia.

Separatory zanieczyszczeń zawsze wyposażone są w element magnetyczny, który zbiera zanieczyszczenia ferromagnetyczne czyli, wcześniej opisywany, magnetyt. Możemy spotkać się z różną wartością mocy magnesu podawaną przez producentów. Warto jednak wiedzieć, że magnes tzw. centralny w postaci sztycy, umieszczony na przepływie strumienia wody powinien posiadać dużą moc aby zanieczyszczenia "przytrzymać" przy sobie, i aby nie zostały one z powrotem porwane do instalacji. Inaczej sytuacja wygląda kiedy magnes nie jest umieszczony na przepływie, wówczas jego moc nie musi być aż tak duża, ponieważ zanieczyszczenia które przyciągnie, będą przylegać do niego nie narażone na przepływające medium.

Podsumowując, zarówno filtry, jak i separatory zanieczyszczeń mają swoje mocne oraz słabsze strony. Wybór odpowiedniego rozwiązania powinien być uzależniony od **specyfiki instalacji, rodzaju zanieczyszczeń oraz oczekiwanej skuteczności ochrony instalacji**. Separatory wyróżniają się wysoką efektywnością w wychwytywaniu drobnych cząstek, natomiast filtry skutecznie eliminują większe zanieczyszczenia i wspierają prawidłową pracę instalacji. **W praktyce coraz częściej stosuje się oba rozwiązania jednocześnie, co pozwala zwiększyć trwałość urządzeń i poprawić efektywność całej instalacji.**



Rys. 4 Separator grawitacyjny



ZALETY FILTRA

- filtracja przy pierwszym przepływie
- możliwość czyszczenia i wymiany siatki filtracyjnej
- kompaktowy i ekonomiczny

ZALETY SEPARATORA ZANIECZYSZCZEŃ

- wysoka sprawność separacji
- łatwa konserwacja
- wraz ze stopniem zanieczyszczenia nie rośnie spadek ciśnienia



WADY FILTRA

- niewysoki stopień filtracji
- częste czyszczenie
- zwiększone spadki ciśnienia wraz ze stopniem zanieczyszczenia

WADY SEPARATORA ZANIECZYSZCZEŃ

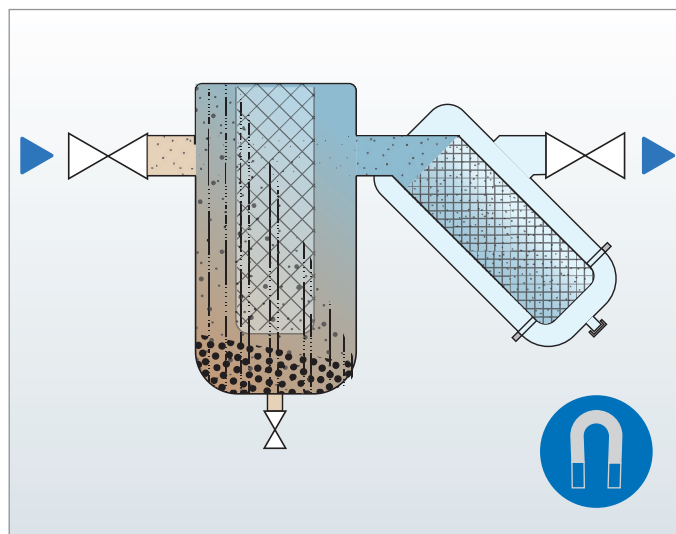
- wymaga kilku cykli pracy instalacji aby usunąć zanieczyszczenia ze swoją największą sprawnością
- określona maksymalna prędkość przepływu

FILTR-SEPARATOR ZANIECZYSZCZEŃ

W celu wyeliminowania zanieczyszczeń zawartych w wodzie obiegowej, najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie połączenia filtra i separatora zanieczyszczeń, **wykorzystując** w ten sposób **zalety obu komponentów**.

Ze względu na kierunek przepływu, prawidłowym rozwiązaniem jest zainstalowanie najpierw separatora zanieczyszczeń, a następnie filtra. W ten sposób **separator** zatrzymuje część zanieczyszczeń i chroni filtr przed zatkanie. Filtr jest odpowiedzialny za zatrzymanie pozostałych cząstek.

W takim układzie istnieje możliwość zastosowania filtra z mniejszym oczkiem siatki, niż wcześniej opisane **400-500 µm**, ponieważ jest on już za separatorem na którym będzie wyłapywane część zanieczyszczenia.



Rys. 5 Podłączenie filtra i separatora

ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

Na zakończenie warto przyrzeć się praktycznym rozwiązaniom, które pokazują, jak teoria filtracji i separacji przekłada się na codzienne funkcjonowanie instalacji. Doskonałym przykładem są produkty marki Caleffi, cenione za nowoczesne podejście do ochrony i optymalizacji instalacji grzewczych oraz sanitarnych.

SEPARATOR I FILTR DIRTMAGPLUS®

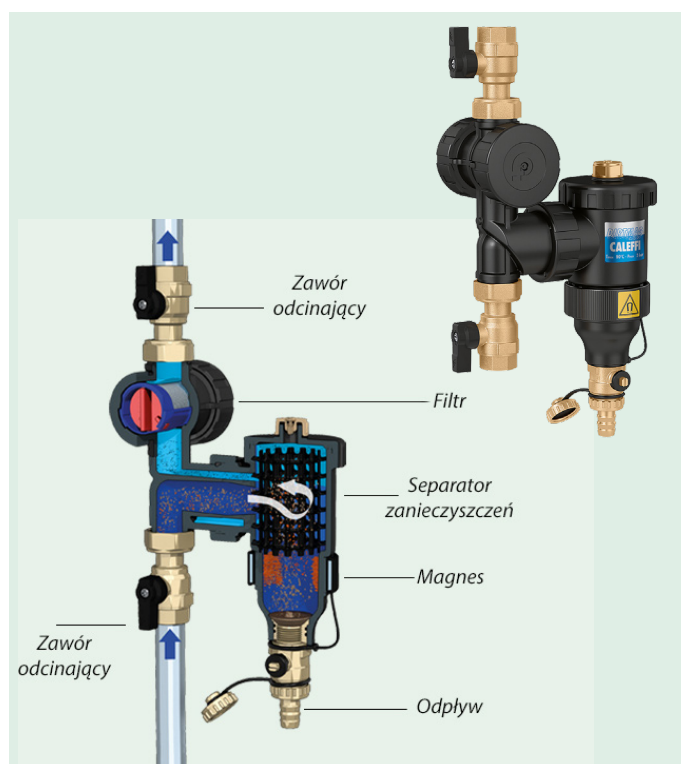
Urządzenie wielofunkcyjne DIRTMAGPLUS® składa się z dwóch niezależnych elementów: **separatora zanieczyszczeń** i **filtra z wymiennymi wkładami** oraz **zaworów odcinających**.

Zastosowanie tych dwóch elementów zapewnia ciągłą ochronę źródła ciepła i innych elementów instalacji przed zanieczyszczeniami, w czasie normalnej pracy, jak również podczas pierwszego uruchomienia.

Zanieczyszczenia w pierwszej kolejności wyłapywane są przez separator zanieczyszczeń, gdzie są gromadzone w komorze o dużej pojemności. Cząsteczki ferromagnetyczne wyłapywane są i gromadzone wewnątrz korpusu urządzenia dzięki zastosowaniu zdejmowanego pierścienia zewnętrznego z magnesami.

Urządzenie dodatkowo wyposażone jest w filtr z wymiennymi wkładami w celu dokładniejszej separacji zanieczyszczeń już od pierwszego uruchomienia.

Urządzenie może być zamontowane na rurę pionową i poziomą.



Rys. 6 Budowa i działanie - DIRTMAGPLUS®

Przykład doboru

Dobierając urządzenie DIRTMAGPLUS® bierzemy pod uwagę parametry separatora zanieczyszczeń. Jak już wcześniej wspomniano dobiera się go na wartość maksymalnego zalecanego przepływu (przy maksymalnej zalecanej prędkości przepływu przez separator) - jaki podaje producent.

Dla urządzenia DIRTMAGPLUS® wartość ta podawana jest przy spadku ciśnienia 4 kPa i dla średnic DN 20 i DN 25 jest to - 1,13 m³/h, a dla średnicy DN 32 - 1,8 m³/h. **Ważne jest aby podkreślić, że maksymalny zalecany przepływ, a wartość Kv separatora to dwie różne wartości.** Wartość Kv to przepływ przy spadku ciśnienia 100 kPa i może ona służyć np. do porównania ze sobą dwóch urządzeń, ale nie do doboru urządzenia.

Jest to niezwykle istotna kwestia ponieważ często wartość Kv jest mylona z wartością przepływu na jakim może pracować urządzenie w instalacji, co może prowadzić do dużych błędów doborowych i w efekcie niepoprawnej pracy separatora.

Nowa instalacja z kotłem gazowym

Aby poprawnie dobrać urządzenie musimy znać moc urządzenia grzewczego. Nie należy dobierać urządzenia znając jedynie średnicę rury, jest to niepoprawne i może prowadzić do błędów doborowych, a tym samym do obniżenia sprawności urządzenia czyszczącego:

- moc kotła gazowego: $P = 30 \text{ kW}$,

drugim parametrem jest różnica między temperaturą zasilania, a powrotu.

- dla kotła gazowego przyjmujemy: $\Delta T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Znając powyższe wartości, możemy obliczyć natężenie przepływu posługując się wzorem:

$$\dot{V} = \frac{P}{1,16 \cdot \Delta T}$$

gdzie:

\dot{V} - natężenie przepływu (l/h)

P - moc grzewcza (W)

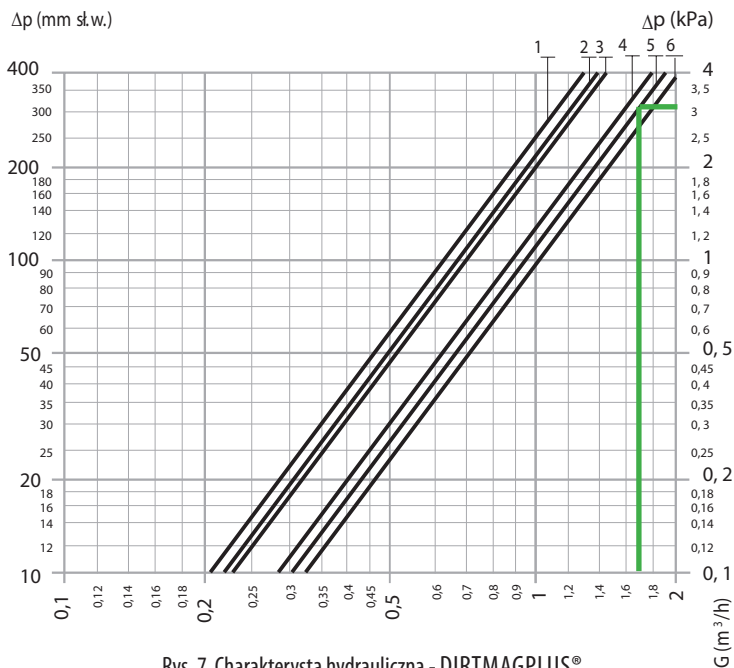
ΔT - różnica temperatur między zasilaniem a powrotem ($^\circ\text{C}$)

1,16 - współczynnik dla wody (Wh/(l * K)), uwzględniający ciepło właściwe i gęstość wody

$$V = 30000 / 1,16 * 15 = 1724 \text{ l/h} = 1,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zatem mamy już natężenie przepływu $V = 1,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Następnie spójrzmy na schemat charakterystyki hydraulicznej urządzenia, zawartą w karcie technicznej (Rys. 7)



Rys. 7 Charakterystyka hydrauliczna - DIRTMAGPLUS®

Na schemacie, cyframi 1,2 i 3 oznaczono średnicę DN 20 i DN 25, natomiast numery 4, 5 i 6 oznaczają średnicę DN 32, rozróżnione czy urządzenie jest bez siatki filtracyjnej, z siatką z mniejszym oczkiem czy też z większym.

Zatem dla naszego wyliczonego przepływu właściwe będzie urządzenie o średnicy **DN 32**, przy spadku ciśnienia nieco ponad **3 kPa**, czyli bardzo niewielkim.

SEPARATOR I FILTR W JEDNYM URZĄDZENIU CALEFFI XF

Urządzenie usuwa zanieczyszczenia z instalacji już **przy pierwszym uruchomieniu**.

Duża powierzchnia filtracyjna w połączeniu z komorą separacyjną na wlocie, ograniczają problem zatykania się oczek filtra.

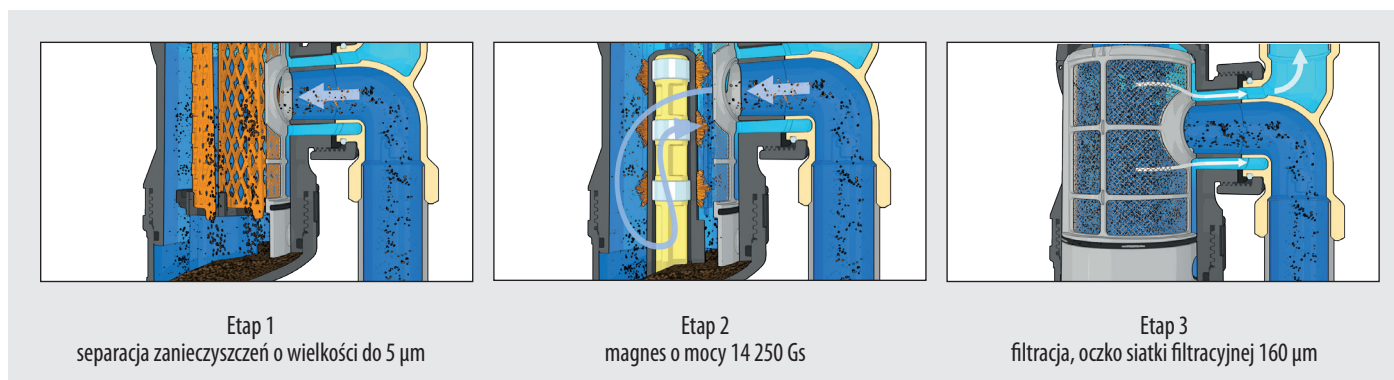
Usuwanie zanieczyszczeń odbywa się w trzech różnych etapach:

- **separacja zanieczyszczeń** na wlocie do urządzenia
- **usuwanie zanieczyszczeń magnetycznych** za pomocą centralnego magnesu
- **filtracja** na wylocie z urządzenia.



Rys. 8 CALEFFI XF, Filtr z wkładem magnetycznym z cechami separatora

CALEFFI XF w sposób ciągły zabezpiecza źródło ciepła przed zanieczyszczeniami pochodzącymi z instalacji, w której został zamontowany. Dzięki obrotowemu elementowi przyłączeniowemu istnieje możliwość zastosowania go na przewodach poziomych oraz pionowych. Zastosowane wewnątrz szczotki pozwalają na wykonanie czyszczenia bez wyłączenia układu.



Rys. 9 CALEFFI XF - trzy etapy usuwania zanieczyszczeń z instalacji

Przykład doboru

Nowa instalacja niskotemperaturowa, której źródłem ciepła jest pompa ciepła. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, musimy znać moc urządzenia grzewczego. Nie należy dobrać urządzenia na średnicę rury. Załóżmy, że:

- moc pompy ciepła wynosi $P = 15 \text{ kW}$

drugim parametrem jest różnica między temperaturą zasilania, a powrotu. Pompa ciepła pracuje z małą różnicą, w przeciwieństwie do instalacji z kotłem gazowym, gdzie ta różnica jest większa, dlatego przyjmujemy, że:

- różnica temperatur między zasilaniem a powrotem wynosi $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Znając powyższe wartości, możemy obliczyć natężenie przepływu posługując się wzorem:

$$\dot{V} = \frac{P}{1,16 \cdot \Delta T}$$

gdzie:

\dot{V} - natężenie przepływu (l/h)

P - moc grzewcza (W)

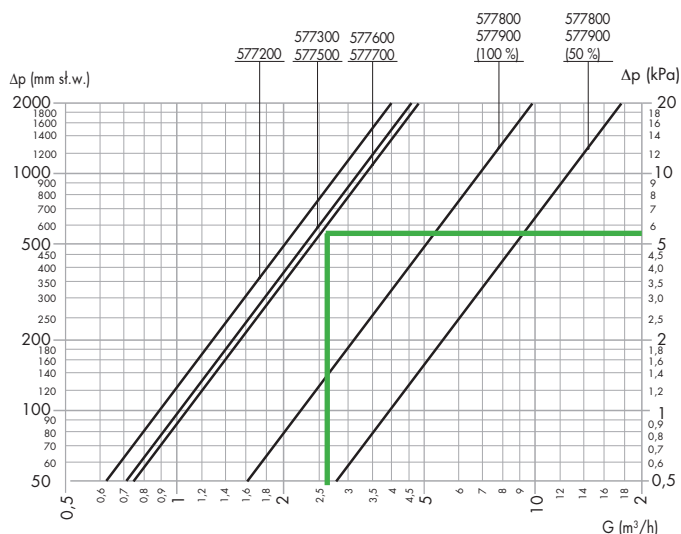
ΔT - różnica temperatur między zasilaniem a powrotem (°C)

$1,16$ - współczynnik dla wody (Wh/(l * K)), uwzględniający ciepło właściwe i gęstość wody

$$V = 15000/1,16*5 = 2586 \text{ l/h} = 2,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zatem znamy już natężenie przepływu $V = 2,58 \text{ m}^3/\text{h}$

Dla urządzeń czyszczących w instalacji zawsze należy założyć niewielki spadek ciśnienia, zwłaszcza jeśli mamy urządzenie posiadające siatkę filtracyjną, tak jak jest to w przypadku urządzenia CALEFFI XF. Musimy wówczas mieć na uwadze, że te **opory będą rosły wraz ze stopniem zanieczyszczenia się siatki**.



Rys. 10 Charakterystyka hydrauliczna - CALEFFI XF

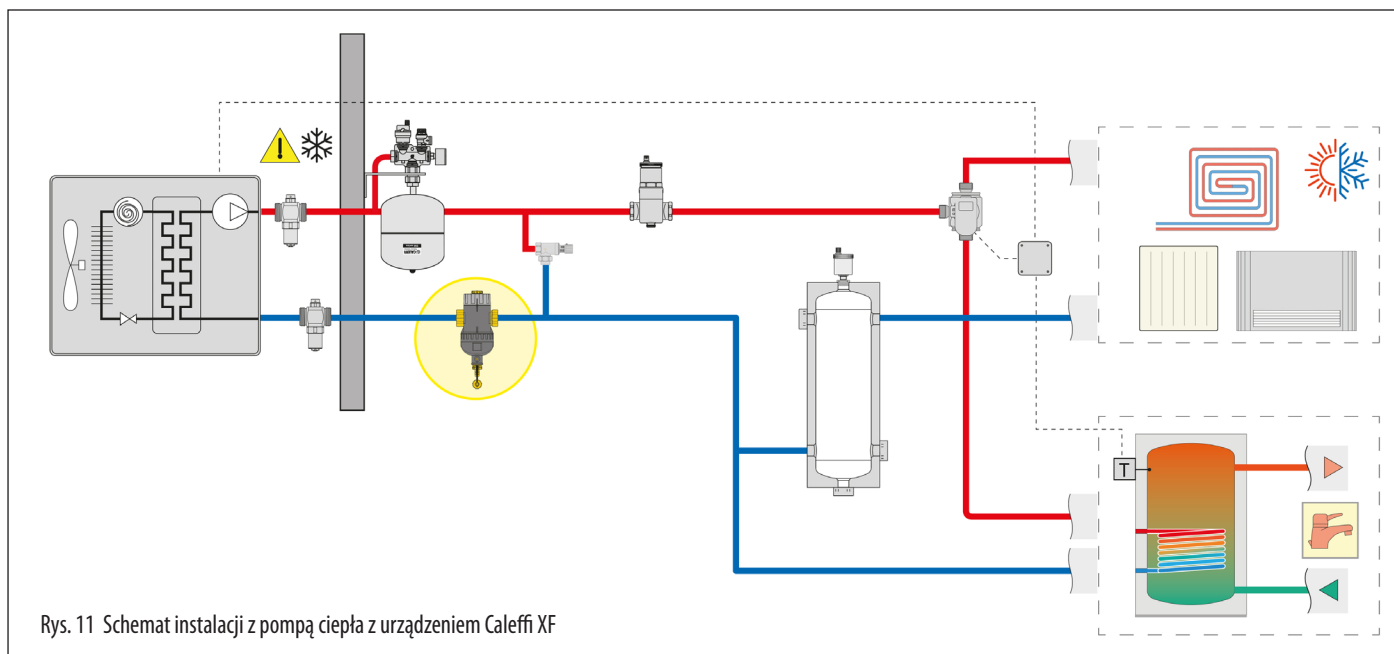
Przyjmijmy że spadek ciśnienia nie może przekroczyć 6 kPa, tzn. spadek ciśnienia dopuszczalny na urządzeniu Caleffi XF $\Delta p = 6,0 \text{ kPa}$

Następnie spójrzmy na charakterystykę hydrauliczną urządzenia zawartą w karcie technicznej (Rys. 10).

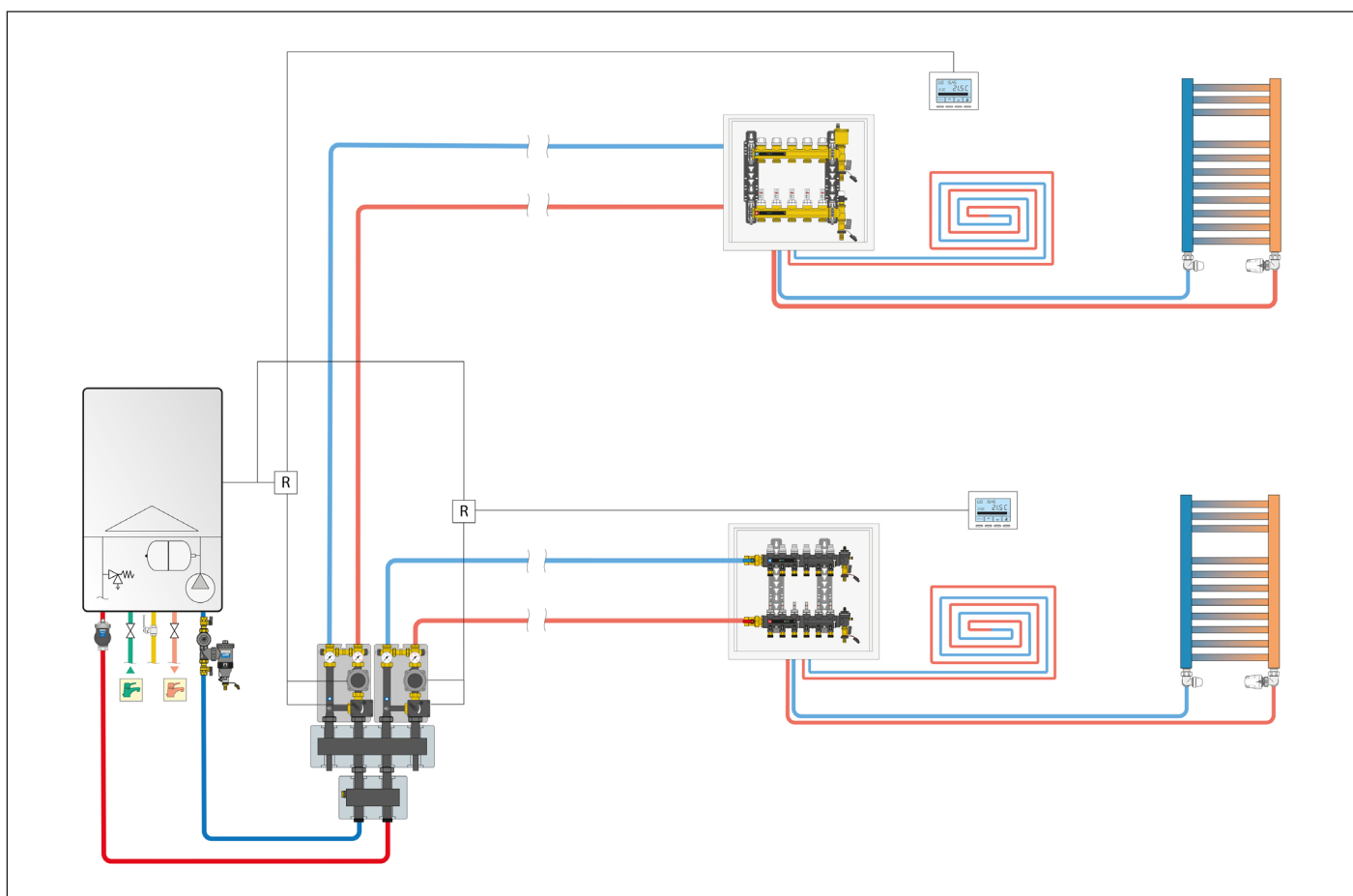
Widzimy, że dla naszego przepływu możemy dobrać urządzenie o kodzie **577600 czyli DN 25** lub **o kodzie 577700 czyli DN 32**, otrzymując spadek ciśnienia nieco poniżej 6 kPa.

PRZYKŁADOWE SCHEMATY DLA MNIEJSZYCH UKŁADÓW - ZASADY MONTAŻU, A MIEJSCE W UKŁADZIE

Należy podkreślić w tym miejscu podstawową zasadę montażu urządzeń do czyszczenia instalacji, a mianowicie ich miejscem w układzie jest **powrót tuż przed źródłem ciepła**. Podstawową funkcją jaką ma spełniać urządzenie czyszczące jest ochrona wymiennika źródła ciepła przed zanieczyszczeniami, a w drugiej kolejności ochrona pozostałej instalacji.



Rys. 11 Schemat instalacji z pompą ciepła z urządzeniem Caleffi XF



Rys. 8 Schemat instalacji z kotłem gazowym z urządzeniem DIRTMAGPLUS®

Zachęcamy również do lektury pierwszej części artykułu pt. **Rodzaje zanieczyszczeń w instalacjach – źródła powstawania i skutki działania**, stanowiącej uzupełnienie powyższego tekstu.