

# RODZAJE ZANIECZYSZCZEŃ W INSTALACJACH – ŹRÓDŁA POWSTAWANIA I SKUTKI DZIAŁANIA

opracowanie na podstawie magazynu Idraulica - Barbara Jurek

Temat zanieczyszczeń w instalacjach hydraulicznych jest szeroki i wielowątkowy, dlatego warto przyjrzeć się mu bliżej. Jako firma specjalizująca się w produkcji urządzeń do usuwania zanieczyszczeń, postanowiliśmy poświęcić ten artykuł właśnie temu zagadnieniu - wyjaśnić jego najważniejsze aspekty i pokazać, dlaczego ma ono tak duże znaczenie w praktyce.

Instalacje hydrauliczne są narażone na występowanie, różnego rodzaju zanieczyszczeń zawartych w wodzie, takich jak np. cząstki stałe, rdza, osady czy zanieczyszczenia ferromagnetyczne. Obecność tych zanieczyszczeń może wpływać na uszkodzenie m.in. pomp obiegowych, ograniczenie przepływu w zaworach czy np. spadek sprawności wymienników ciepła.

Zapewnienie czystości w instalacji grzewczej i chłodniczej to kluczowy czynnik wpływający na wydajność i niezawodność źródła ciepła, jak i całego układu.

Publikacja została podzielona na dwie części:

- pierwsza, będzie dotyczyć **zanieczyszczeń, jakie mogą znaleźć się w instalacjach, sposobu ich powstawania i szkód jakie mogą powodować**
- w drugiej części przeanalizowane zostaną najważniejsze urządzenia pozwalające na usuwanie zanieczyszczeń, ze wskazaniem ich głównych cech, a także zostaną zaprezentowane schematy mniejszych układów z urządzeniem do usuwania zanieczyszczeń.

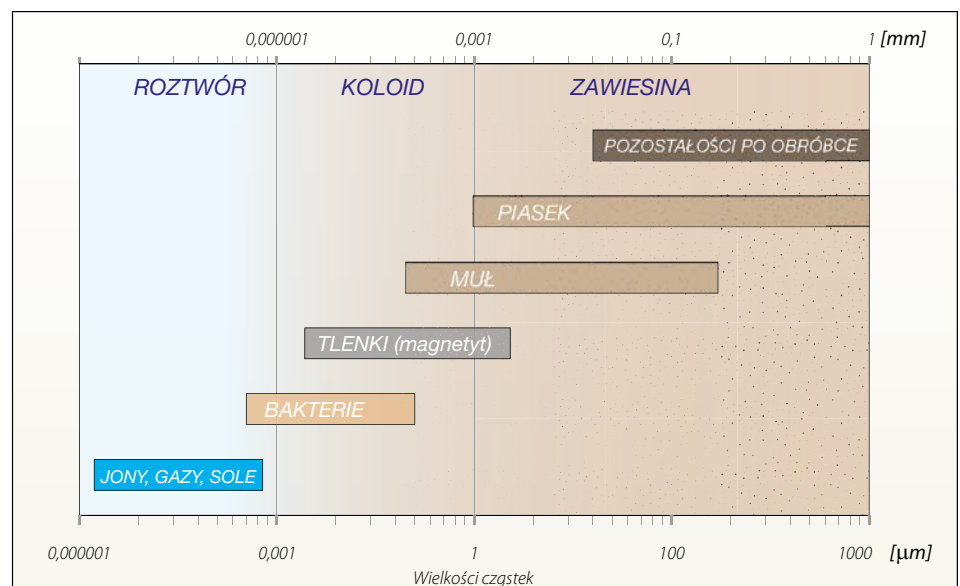
## SUBSTANCJE OBECNE W WODZIE

Zanieczyszczenia obecne w wodzie instalacyjnej mogą mieć różne pochodzenie:

- **zawarte w wodzie, którą napełniana jest instalacja**, w zależności np. czy jest to woda wodociągowa czy może z ujęcia lokalnego
- **pozostałości powstałe w wyniku montażu i serwisowania instalacji**, jak np. opiłki metalu lub resztki uszczelnień
- zanieczyszczenia **powstałe w trakcie eksploatacji instalacji**, takie jak produkty utleniania i korozji, kamień kotłowy czy rozwój bakterii.

Problemy wynikające z obecności tych substancji są nie tylko mechaniczne, ale również chemiczne i elektrochemiczne. Najbardziej niebezpiecznymi dla instalacji, są substancje powstałe w trakcie pracy instalacji i to one mogą poważnie ograniczyć ich wydajność.

W dalszej części artykułu, omówione będą typowe i najczęstsze rodzaje zanieczyszczeń, oraz związane z nimi problemy występujące w instalacji.



Rys.1 Substancje zawarte w wodzie

## KAMIEŃ KOTŁOWY

Kamień kotłowy, czyli inaczej osad wapienny, jest wynikiem odkładania się wapnia i magnezu (soli decydujących o twardości) na ściankach rur, powierzchniach wymiany oraz elementach regulacyjnych i sterujących. Ilość osadu zależy od:

- temperatury
- twardości wody
- objętości zużytej wody.

W przeciwieństwie do innych soli, sole wapnia i magnezu stają się mniej rozpuszczalne wraz ze wzrostem temperatury. Z tego powodu wszystkie instalacje, w których woda jest podgrzewana, są narażone na ryzyko powstawania kamienia.

Kamień kotłowy tworzy się m.in. w kotłach, w obiegu ciepłej wody użytkowej, w wymiennikach, w rurach oraz na punktach czerpalnych. W instalacjach grzewczych powstanie osadu wapiennego odbywa się tylko w fazie początkowej: wapien zawarty w wodzie instalacyjnej odkłada się w najgorętszych strefach instalacji - z reguły w kotle.

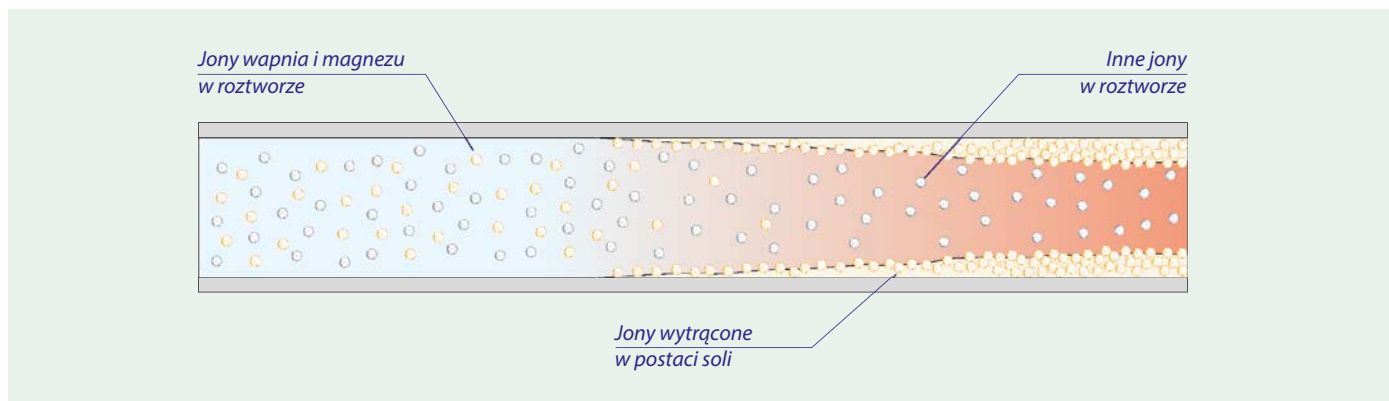
Zaraz po utworzeniu się kamienia nie można się go pozbyć poprzez zrzucenie wody z instalacji. Dlatego też, jeśli woda zostanie częściowo spuszczone, a następnie uzupełniona, do instalacji przedostają się dodatkowe sole wapnia, co powoduje dalsze gromadzenie się kamienia.

Finalnie może to prowadzić do:

- stopniowego zmniejszania przekroju rur, aż do całkowitej niedrożności
- zmniejszania wymiany ciepła na powierzchni wymiennika
- hałasu w kotle na skutek miejscowego przegrzania wody w obiegu, które prowadzi do powstania pary

Aby zapobiec osadzaniu się kamienia, woda może być uzdatniana:

- wewnątrz przez dodanie specjalnych środków chemicznych;
- zewnątrz przez zmiękczenie lub demineralizację wody instalacyjnej.



Rys. 2 Jony wapnia i magnezu w wodzie

## KOROZJA

Korozja jest niewątpliwie zjawiskiem, którego należy się najbardziej obawiać w instalacji grzewczej.

Ma ona także największy wpływ na powstawanie osadów w instalacji m.in. magnetytu i rdzy. Jest to bardzo złożone zjawisko, które na ogół ma tendencję do oddziaływania na całą instalację, a nie tylko na jej poszczególne części.

Korozja jest wynikiem działania wielu czynników, takich jak rodzaj obecnych metali, właściwości fizyko-chemiczne wody oraz dynamika płynu (temperatura, prędkość i ciśnienie).

Najbardziej sprzyjającym warunkiem powstawania korozji jest jednoczesne występowanie osadów na **metalowych powierzchniach**.

Korozję można podzielić na dwie główne kategorie:

- **ogólna**, która zachodzi równomiernie na całej metalowej powierzchni
- **miejscowa**, która zachodzi w pobliżu określonych obszarów metali.

Przyczyny korozji są różne:

- prądy błędzące
- tlen rozpuszczony w wodzie
- elektroliza
- erozja
- kawitacja
- osady
- pęknięcia w materiałach.

W instalacjach grzewczych korozja podosadowa stanowi spory odsetek zjawisk korozyjnych, które mogą wystąpić w obiegu zamkniętym. W obecności wody, warstwa zanieczyszczeń na metalowej powierzchni (np. osady tlenku żelaza) prowadzi do powstania dwóch stref (woda/zanieczyszczenia i zanieczyszczenia/metal) o różnej zawartości tlenu.

Strefa woda/zanieczyszczenia, czyli strefa katodowa jest znacznie bogatsza w tlen niż strefa zanieczyszczenia/metal, czyli strefa anodowa. W ten sposób powstaje miejscowy efekt „ogniwa” z przepływem prądu, który prowadzi do korozji powierzchni metalowych. Występuje w miejscach, gdzie prędkości przepływu cieczy są bardzo małe, a więc tam, gdzie z łatwością tworzą się osady.

Korozja ma różny wpływ na materiały najczęściej stosowane w instalacjach, tj. materiały żelazne, miedź, aluminium stal nierdzewna.

## Materiały żelazne

Materiały żelazne **w obecności tlenu i osadów są bardziej narażone na korozję ogólną.**

W wyniku korozji ogólnej powstaje **magnetyt**, typowy ciemnoszary szlam, często spotykany w instalacjach grzewczych oraz w starych żeliwnych i żelaznych grzejnikach. Powstawanie magnetytu jest samonapędzającym się procesem: **osady magnetytu** mogą powodować dodatkową korozję podosadową.

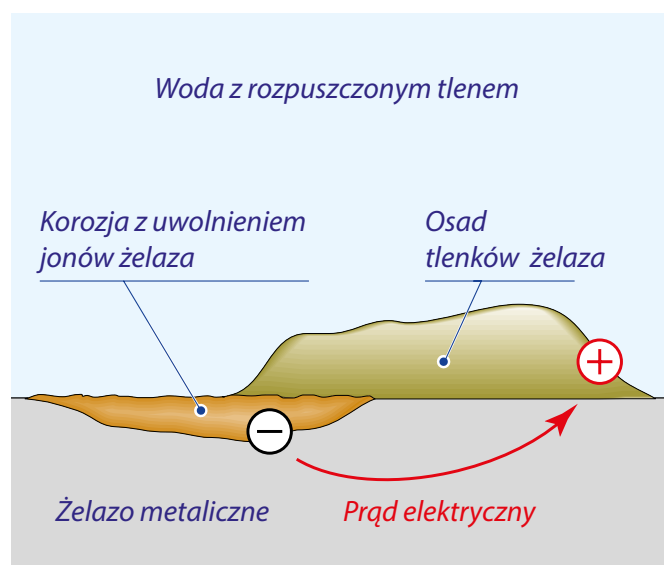
Magnetyt jest tlenkiem żelaza o istotnych właściwościach magnetycznych. Z tego powodu można go usunąć za pomocą urządzeń wyposażonych w magnes. Jeśli w instalacji nadal występuje tlen, magnetyt kontynuuje swoją reakcję chemiczną i przekształca się w hematyt, co powoduje korozję wżerową w obrębie instalacji.

## Miedź

Miedź jest metalem szlachetnym, więc charakteryzuje się **dobrą odpornością na korozję**. Pomimo tego jednak może ulegać lekkiej korozji:

- równomiernej w obecności tlenu
- miejscowej w przypadku występowania osadów na powierzchniach.

Kiedy miedź jest skorodowana, ulega rozpuszczeniu w wodzie, co może z kolei dać początek korozji w połączeniu z innymi metalami w instalacji, takimi jak stal miękka lub aluminium. Niektóre **stopy miedzi** zawierające cynk - czyli mosiądz, jeśli są złej jakości, są narażone na taką reakcję, jak **odcynkowanie**, tj. rozpuszczanie mosiądzu z utworzeniem jonów cynku i jonów miedzi.



Rys. 3 Korozja podosadowa



Rys. 4 Korozja ogólna

Odcynkowanie to specyficzny rodzaj korozji którą wywołują głównie następujące czynniki:

- kwaśne pH wody
- obecność chlorków i siarczków w wodzie
- wysoka zawartość tlenu w wodzie
- wysoka temperatura wody - przyspiesza ten proces
- skład mosiądzu o niższej zawartości miedzi jest bardziej podatny na odcynkowanie.

Proces ten, oprócz tego, że powoduje tworzenie ewentualnych osadów, to również bardzo pogarsza właściwości mechaniczne mosiądzu. Mosiądz staje się kruchy, porowaty i traci wytrzymałość mechaniczną, co może prowadzić do nieszczelności instalacji, pęknięcia kształtek i zanieczyszczenia wody pitnej.

## Aluminium

Aluminium może samodzielnie obronić się przed korozją, tworząc warstwę ochronną, kiedy pH wody wynosi od 7 do 8,5.

Warstwa ta jednak może zostać uszkodzona w pewnych warunkach, na skutek:



- zmian pH
- wysokiego stężenia chlorków
- obecności miedzi w obiegu, która może powodować korozję miejscową.


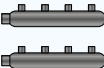



Ponieważ aluminium jest **wrażliwe na zmiany pH**, należy zachować szczególną ostrożność przy stosowaniu wody zmiękczonej lub demineralizowanej, która jest uboga w sól.

Sole rozpuszczone w wodzie mają działanie „buforowe”, tzn. ograniczają zmiany wartości pH.

## Stal nierdzewna

Stal nierdzewna **generalnie jest odporna na korozję**. W niektórych przypadkach jednak może wystąpić korozja miejscowa w obecności jonów chlorkowych.

Zagrożenia w zależności od rodzaju instalacji					
	Osady kamienia	Korozje	Tworzenie się mułu	Osady	Namnażanie się bakterii
 <b>Instalacje wysokotemperaturowe</b>					
 <b>Instalacje niskotemperaturowe</b>					

Zagrożenia w zależności od rodzaju materiału					
	Osady kamienia	Korozje	Tworzenie się mułu	Osady	Namnażanie się bakterii
 <b>Miedź</b>					
 <b>Żelazo</b>					
 <b>Stal nierdzewna</b>					
 <b>Aluminium</b>					
 <b>Tworzywo sztuczne</b>					

Rys. 5 Zagrożenia spowodowane zanieczyszczeniami w zależności od rodzaju instalacji

## ZANIECZYSZCZENIE MIKROBIOLOGICZNE

W skład tego rodzaju zanieczyszczenia wchodzi wszystkie formy życia takie jak **bakterie, grzyby, glony i drożdże**, którym sprzyja światło, ciepło, obecność tlenu i osadów, różne inne zanieczyszczenia oraz niekorzystne warunki panujące w instalacji. Mikroorganizmy te żyją w resztkach pozostawionych w instalacji po montażu lub są obecne w wodzie którą napelniany jest układ.

Warunki jakie sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów to:

- **obecność tlenu**
- **niskie temperatury około 37-38 °C**
- **obecność substancji organicznych**
- **produkty biobójcze do uzdatniania wody**, które po utracie

swojego działania ochronnego mogą stać się pożywką dla rozwoju bakterii

- **stagnacja wody**
- **osady wapienne**

Najbardziej narażone na tego typu zanieczyszczenia są oczywiście instalacje niskotemperaturowe, gdzie m.in. znajdują się okresowo nie używane odcinki wodne. Rozwój bakterii prowadzi do osadzania się na ściankach rur szlamu organicznego (**biofilmu**). Jeżeli nie jest odpowiednio zwalczany, ogranicza wymianę ciepła i przepływ wody. Biofilm jest słabo przepuszczalny i można go usunąć tylko przy użyciu specjalnych produktów (biobójczych) lub środków czyszczących.

Należałoby jeszcze wspomnieć, że **wszelkie pozostałości po wykonywaniu instalacji** jak np. smary, oleje, resztki uszczelnień również są niepożądanymi zanieczyszczeniami w układzie.

## JAKIE SZKODY W INSTALACJI MOGĄ POWODOWAĆ ZANIECZYSZCZENIA?

### Nieprawidłowa praca zaworów

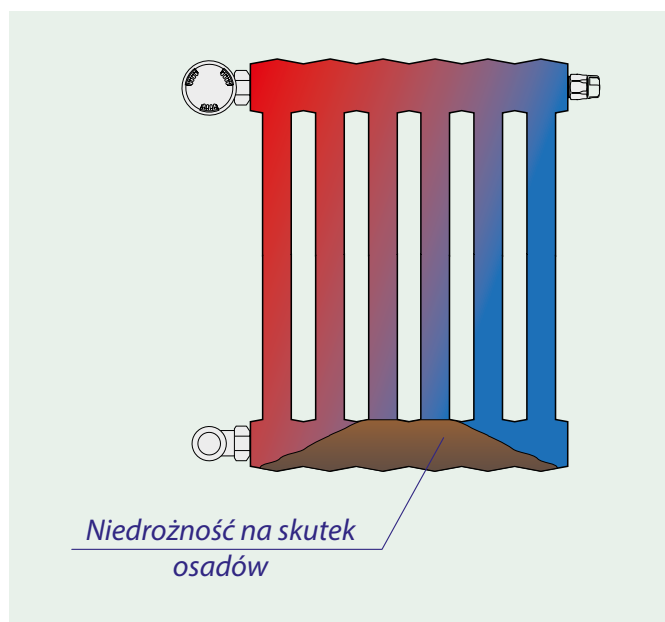
Zanieczyszczenia przyklejone do gniazd zaworów mogą powodować ich niedomykanie się, sklejenie lub trudności z regulacją.

### Zablokowanie pomp obiegowych

Najczęściej pompy generują pole magnetyczne przez co przyciągają zanieczyszczenia ferromagnetyczne.

### Spadek mocy elementów grzewczych

Nagromadzenie osadów i magnetytu w dolnej części grzejników powoduje zaburzenia równowagi cieplnej, niewystarczający poziom komfortu cieplnego i tym samym wyższe koszty eksploatacji.



Rys. 6 Wpływ zanieczyszczeń na elementy grzewcze

Ewentualna niedrożność może uniemożliwić cyrkulację gorącej wody. W związku z powyższym, powstają zimne strefy. /Rys. 6/

## Obniżenie sprawności wymienników ciepła

Obecność cząstek zawieszonych i pozostałości korozji, wytrącające się na wymienniku powodują **zmniejszenie przekroju przepływu** i stanowią **izolację termiczną** przez co wydajność wymiennika znacznie spada. Ponadto kamień i osady mogą powodować miejscowe **przegrzanie metalu wymienników**, co może powodować miejscowe odparowanie wody i gwałtowny hałas, a nawet pęknięcie wymienników.

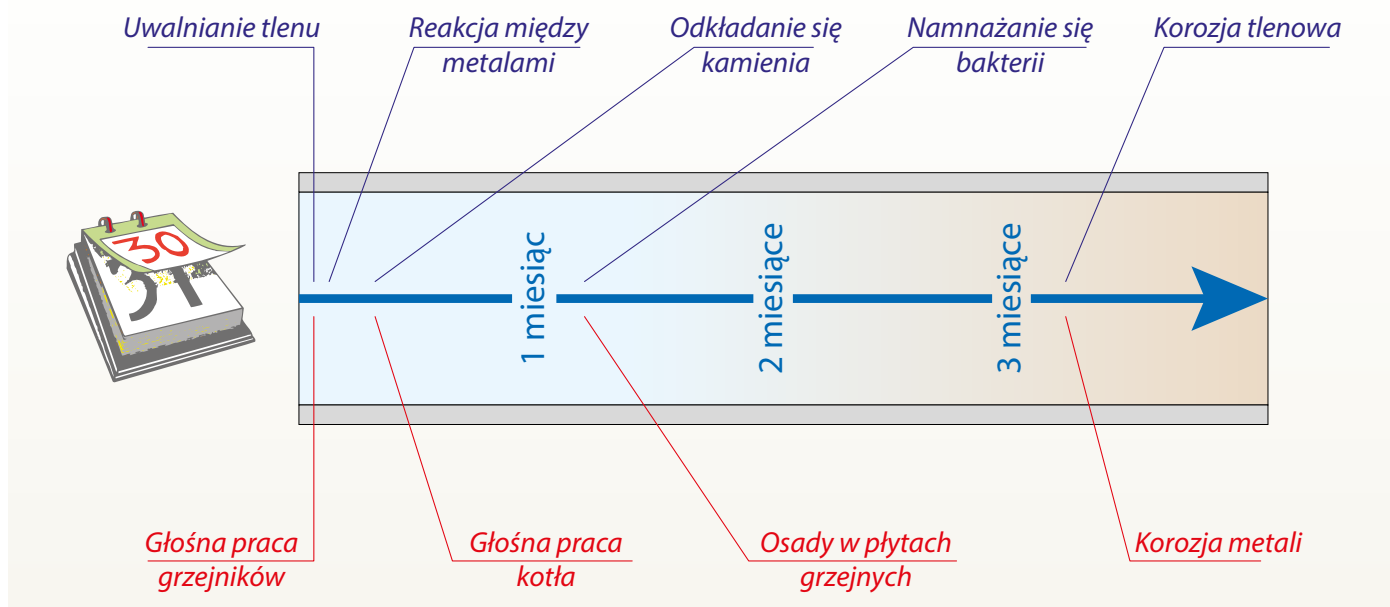
Kamień kotłowy może również zwiększyć opór cieplny wymiennika, np. jeden milimetr kamienia kotłowego może zwiększyć opór cieplny wymiennika o około 45 %.

Aby skompensować większy opór przy wymianie ciepła i utrzymać na stałym poziomie moc wymienianą (tzn. moc dostarczaną do instalacji), systemy sterowania kotłów zwiększają moc palnika.

Przekłada się to na:

- wzrost temperatury gazów spalinowych
- większą ilość ciepła odpadowego (z gazów spalinowych i ścian kotła)
- mniejszą kondensację gazów spalinowych.

Wszystko to prowadzi do obniżenia mocy kotła i wzrostu kosztów energii. W kotłach kondensacyjnych zjawisko to jest jeszcze bardziej nasilone, dlatego też na wydajność kotłów kondensacyjnych duży wpływ mają osady zanieczyszczeń.



Rys. 7 Przebieg głównych procesów i uszkodzenia instalacji następujące wraz z upływem czasu

## Ograniczenie lub całkowite zablokowanie przepływu

W rurze może powstać zator spowodowany zanieczyszczeniami, zwłaszcza w miejscu gdzie jest zagięcie rury lub kiedy mamy zmianę średnicy.

W **instalacjach wysokotemperaturowych** zablokowanie przepływu tworzy się z biegiem czasu kiedy zanieczyszczenia odkładają się na rurze w szczególności w okresie przestoju w porze letniej.

W **instalacjach niskotemperaturowych** taki zator może stworzyć się głównie przez obecność zanieczyszczenia mikrobiologicznego tzw. biofilmu.

Jak widać obecność zanieczyszczeń może powodować duże problemy w wielu punktach instalacji.

W kolejnym artykule **Sposoby usuwania zanieczyszczeń z instalacji**, stanowiącym drugą część powyższego tekstu, przedstawimy skuteczne metody usuwania zanieczyszczeń z instalacji oraz rozwiązania rekomendowane przez firmę Caleffi w tym zakresie. W dalszej części omówimy szczegółowo proces oczyszczania układu.