

Bajomaba



MIP Wik

filtry

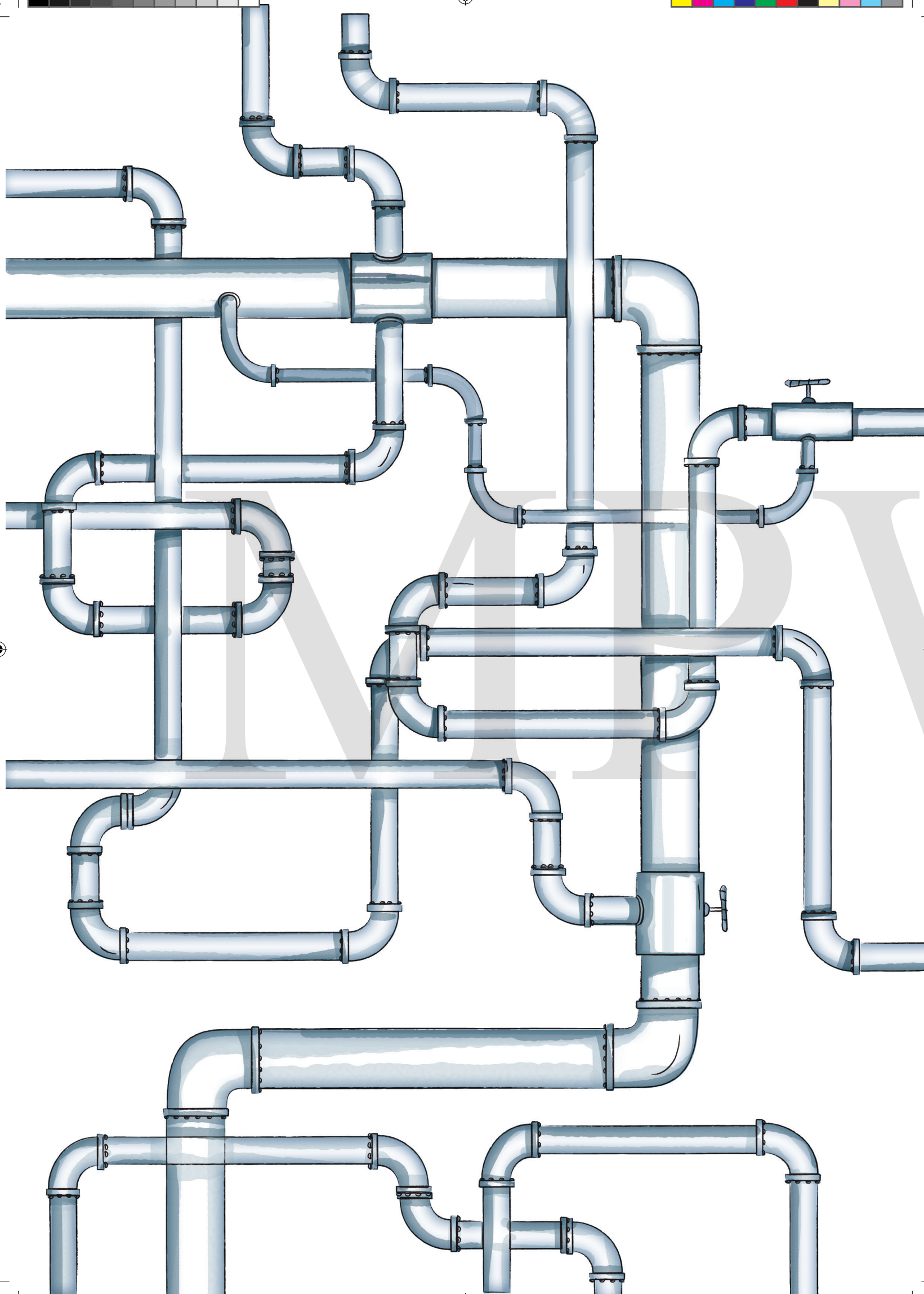
jak to działa?

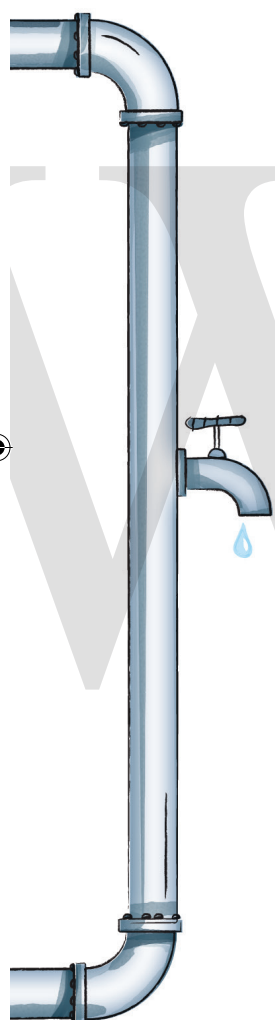


SH L6M-2
Z N 684

Grundiss.

Schmitt g.f





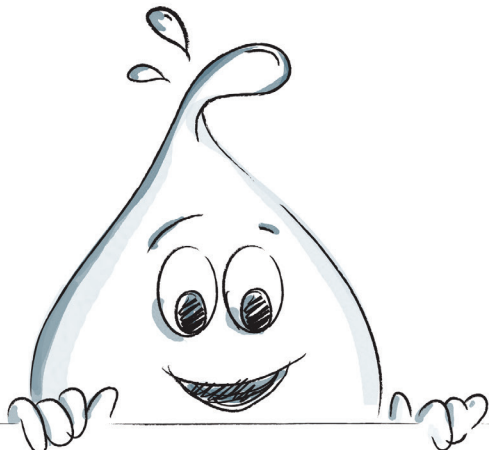
Drodzy Gimnazjaliści! Przekazujemy Wam broszurę informacyjną na temat działalności najstarszego zakładu wodociągowego w Warszawie.

Warszawskie wodociągi rozpoczęły swoją działalność ponad 125 lat temu. W 1886 r., dzięki projektowi Williama Lindleya stolica dołączyła do grona niewielu miast europejskich posiadających nowoczesną sieć wodociągową i kanalizacyjną.

Dzisiaj Stacja Filtrów to unikatowy zespół zabytków architektury przemysłowej, gdzie historia łączy się z nowoczesnością. Uruchomione w XIX wieku piaskowe filtry powolne nadal pracują i wzbudzają zachwyt wśród zwiedzających. Od 2010 roku woda jest tu uzdatniana w jedynej działającej w Polsce supernowoczesnej Stacji Ozonowania i Filtracji na Węglu Aktywnym.

Zapraszamy do wzięcia udziału w zajęciach, podczas których poznacie nie tylko historię Stacji Filtrów, ale i współczesną technologię uzdatniania wody, dzięki której dostarczamy dobrą wodę mieszkańcom Warszawy.





SOKRATES STARYNKIEWICZ	3
LINDLEY I SYNOWIE	4
TROCĘ HISTORII	5
WIEŻA CIŚNIENÍ	6
ZBIORNIK WODY SUROWEJ	7
PULSATORY	8
ZAKŁAD FILTRÓW POSPIESZNYCH	9
MAPA	10, 11
OZON...	12
FILTRY POWOLNE	13
ZBIORNIK WODY CZYSTEJ	14
TECHNOLOGIA	15, 16
CIEKAWOSTKI	17
KRZYŻÓWKA	18
QUIZ	19
SŁOWNICZEK	20



Sokrates Starynkiewicz

Urodził się 18 grudnia 1820 roku w Taganrogu w Rosji. Od 1836 r. służył w rosyjskiej armii, gdzie zdobył wojskowe wykształcenie artyleryjskie i inżynierskie.

Odszedł w stan spoczynku w 1863 r. w stopniu pułkownika – został wówczas przeniesiony do Ministerstwa Spraw Wewnętrznych. W latach 1868–1871 pełnił funkcję gubernatora w Chersoniu, a następnie zarządzał majątkami księcia Demidow San Donato w guberni kijowskiej i podolskiej.

18 listopada 1875 r. został mianowany na p.o. prezydenta Warszawy. Urzędowanie zakończył 6 października 1892 r. Do końca życia pozostał w Warszawie – współpracując ze swoimi następcami, kierując Wydziałem Tanich Kuchni i działając w Warszawskim Towarzystwie Dobroczynności oraz Warszawskim Komitecie Statystycznym.

Był żonaty, miał córkę i trzech synów. Zmarł 23 sierpnia 1902 r. i został pochowany na cmentarzu prawosławnym na warszawskiej Woli. W jego pogrzebie wzięło udział 100 tys. warszawiaków.



Postać kontrowersyjna

Starynkiewicz był urzędnikiem carskim, a Warszawę reformował na chwałę Imperium Rosyjskiego. W swoich pamiętnikach wielokrotnie podkreślał, że jest rosyjskim patriotą. Opowiadał się za pełnym podporządkowaniem gospodarczym, politycznym i społecznym Królestwa Polskiego Rosji, co realizował polityką pokojowego zmiękczania społeczeństwa poprzez pozytywne inicjatywy gospodarcze i społeczne.

Zarówno w prywatnych zapiskach, jak i w wypowiedziach publicznych, ostro polemizował z polskimi patriotami. Mimo to pozostał niewątpliwie jednym z najlepszych gospodarzy miasta, a prywatnie również człowiekiem o nieposzlakowanym honorze.

Najważniejsze dokonania Starynkiewicza na terenie Warszawy

- powiększenie obszaru Warszawy do pow. 32,7 km²,
- prawie dwukrotny wzrost liczby mieszkańców Warszawy w ciągu sprawowania urzędu,
- dwukrotny wzrost dochodów kasy miejskiej (bez obciążania podatkowego mieszkańców),
- zbudowanie miejskiego systemu wodno-kanalizacyjnego,
- zbudowanie sieci skanalizowanych, ogólnodostępnych szaletów miejskich,
- uruchomienie pierwszej publicznej linii tramwaju konnego,
- poszerzenie i wybrukowanie wielu ulic,
- wytyczenie nowych szlaków komunikacyjnych,
- modernizacja oświetlenia ulic i chodników,
- powołanie Towarzystwa Asenizacyjnego, zajmującego się wywozem z miasta nieczystości, błota i śniegu,
- powołanie Komitetu Plantacyjnego, dzięki któremu powstało w Warszawie wiele skwerów i pasów zieleni,
- założenie Parku Ujazdowskiego,
- założenie sieci telefonicznej,
- otwarcie wielkiego cmentarza na Bródnie,
- uporządkowanie spraw targowisk (m.in. budowa Hal Mirowskich i hali przy ul. Koszykowej),
- budowa nowej gazowni na Woli,
- regulacja 11 kilometrów lewego brzegu Wisły,
- przebicie ulicy Miodowej do Krakowskiego Przedmieścia,
- renowacja Kolumny Zygmunta i wielu starych kościołów katolickich,
- przeprowadzenie dwóch spisów ludności dla celów sanitarnych.

William Lindley

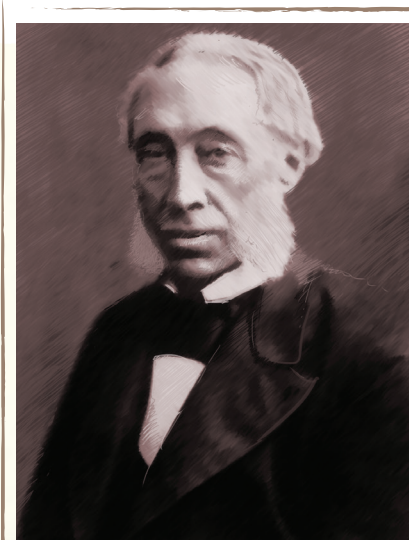
Urodził się 7 września 1808 roku w Londynie w Anglii. Był brytyjskim inżynierem – projektował i budował (razem ze swoimi synami) linie kolejowe, sieci kanalizacyjne i wodociągowe dla około 30 miast europejskich (między innymi Hamburga, Bazylei, Sankt Petersburga czy Frankfurtu nad Menem).

W młodości współpracował z Isambardem Kingdomem Brunelem i Francisem Gilesem. W 1833 r. jako asystent Gilesa przybył do Hamburga, żeby zbudować linię kolejową Hamburg – Bergedorf. Jej uroczyste otwarcie w 1842 r. zostało jednak odłożone z powodu wielkiego pożaru (zamiast ważnych gości pociągi transportowały uciekających przed ogniem mieszkańców miasta). Lindley już w czasie pożaru otrzymał kontrakt na budowę wodociągów w Hamburgu. Rozległe zniszczenia śródmieścia stwarzały możliwość gruntownej odnowy systemu wodociągów i kanalizacji.

W latach 1876 –1878 Lindley opracował projekt miejskiej sieci kanalizacyjno-wodociągowej dla Warszawy – słynne Filtry Lindleya. Projekt zakładał budowę Stacji Pomp Rzecznych oraz stacji z urządzeniami uzdatniającymi wodę do picia. Był realizowany przez dwóch z trzech synów Lindleya – Williama Heerleina i Josepha.

W maju 1878 r. Lindley przekazał na ręce urzędników miasta Warszawy projekt kanalizacji, a następnie projekt wodociągów. Koncepcja budowy nowej kanalizacji i wodociągów w Warszawie została zaakceptowana przez cara Aleksandra II, a ostateczne projekty – zatwierdzone przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Rosji. Pierwsze uruchomienie wodociągów miało miejsce latem 1886 roku.

W 1879 r. William Lindley zdecydował się odejść na zastępną emeryturę i poświęcić się funkcjom społecznym oraz podróżom (aż do śmierci w 1900 r.). Przekazał swoje obowiązki najstarszemu synowi – **Williamowi Heerleinowi Lindleyowi**, oficjalnie zrzekając się praw i obowiązków wynikających z umowy z Magistratem Warszawskim. Wiliam Heerlein kontynuował prace przy budowie sieci kanalizacyjnej w Warszawie, a następnie zajął się projektowaniem systemu kanalizacyjnego Łodzi oraz podziemnego systemu oczyszczania ścieków Pragi.



Pozostając pod wpływem angielskiego reformatora socjalnego i działacza sanitarnego Edwina Chadwicka, Lindley stworzył projekt pierwszych podziemnych kanałów ściekowych ery nowożytnej w Europie.

W ciągu 3 lat zbudował w Hamburgu 11 kilometrów kanałów, centralną stację wodociągów dla dzielnicy Rotherburgsort, publiczne łaźnie dla biedoty oraz gazownię dla oświetlenia ulicznego.

Po odbudowie Hamburga po pożarze, Lindley stworzył systemy zaopatrzenia w wodę w Kolonii, Szczecinie, Lipsku i Düsseldorfie. W 1860 r. utracił nadzór nad Hamburger Stadtwasserkunst i przeniósł się ze swoją rodziną (żoną, córką i trzema synami) do Londynu. Stamtąd koordynował prace nad projektami, między innymi w Sankt Petersburgu, Budapeszcie i Moskwie.

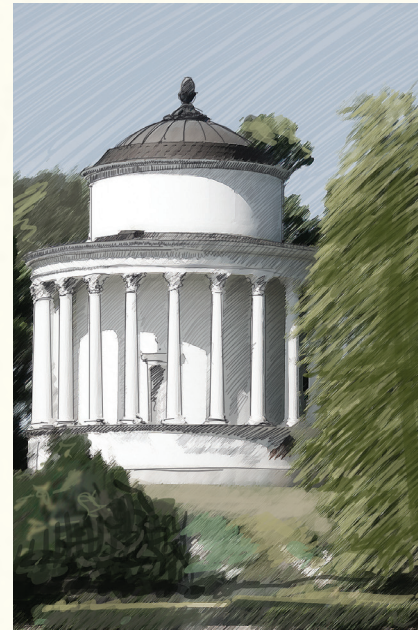


Warszawiacy od wieków pobierali wodę z Wisty, wspinając się z wiadrami po stromych zboczach brzegów rzeki. Pierwsze wzmianki o wodociągach – dla Starego i Nowego Miasta – pojawiły się w drugiej połowie XV wieku, ale dopiero w 1855 r. zbudowano pierwszą sieć wodociągową, którą zaprojektował **Henryk Marconi**.

W ramach tego przedsięwzięcia wybudowano dla warszawiaków 48 źródeł ulicznych, 10 filtrów, 111 hydrantów pożarowych oraz 7 wodotrysków. Maszyny parowe tłoczyły wodę z Wisty (w pobliżu miejsca, gdzie odprowadzane były ścieki) do osadników, a stamtąd do zbiornika wody czystej znajdującego się w Ogrodzie Saskim.

Po jakimś czasie okazało się, że wodociąg Marconiego nie jest w stanie zapewnić warszawiakom wystarczającej ilości wody, a jego funkcjonalność pozostawia dużo do życzenia – dlatego też jego urządzenia zostały wyłączone w 1889 r.

W 1868 r. **Alfons Grotowski** zaprojektował wodociąg dla praskiej strony Warszawy. Wodociąg ten transportował wodę z Wisty do kamiennego zbiornika i wieży ciśnień. Sieć uliczna wodociągu dostarczała wodę do 33 budynków i zakładów przemysłowych (w tym do szpitala praskiego). Niestety, nie była to woda filtrowana, a pobierano ją poniżej wylotu kanatu odprowadzającego ścieki z rzeźni, fabryki metalowej i targowiska bydłowego (!). Wodociąg zamknięto po 27 latach użytkowania, kiedy zaczęto transportować wodę na Pragę przewodem podwieszonym pod mostem Kierbedzia.

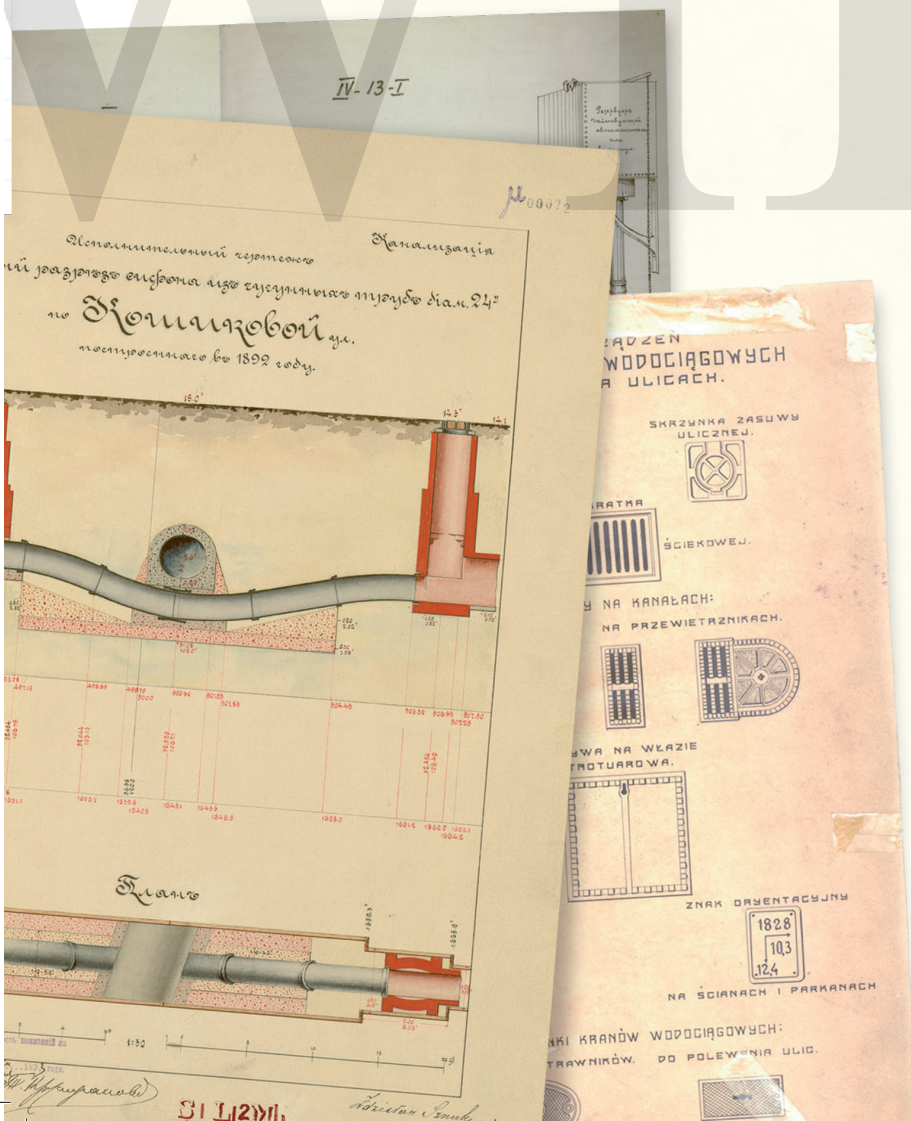


W październiku 1875 r. stanowisko pełniącego obowiązki prezydenta Warszawy objął **Sokrates Starynkiewicz**.

W tym czasie śmiertelność w mieście była bardzo wysoka. Główną jej przyczyną były zatrucia pokarmowe i choroby z nich wynikające, takie jak błonica, dur brzuszny, płońica, katar żołądka i tyfus.

W czasach, gdy budynki w miastach nie były jeszcze skanalizowane, zanieczyszczenia z domów, rowów kloacalnych, garbarni czy rzeźni trafiały prosto do rynsztoków. Ulicami płynęły śmierdzące ścieki, stanowiące doskonałe środowisko rozwoju chorób. Starynkiewicz zdawał sobie sprawę, że przyczyną wysokiej śmiertelności warszawiaków są fatalne warunki sanitarne, w jakich żyją mieszkańcy miasta.

Nawiązał więc kontakt z wybitnym angielskim inżynierem Williamem Lindleyem i w marcu 1876 r. podpisał z nim umowę na wykonanie projektu kanalizacji i wodociągów w Warszawie.



WIEŻA CIŚNIENÍ

Wieża ciśnieni została zbudowana w latach 1883 – 1886. Ma ponad 40 metrów wysokości. Zadaniem wieży było zapewnienie stałego ciśnienia wody w rurach rozbiornych oraz zabezpieczenie ich przed drganiami, które powstawały w wyniku uderzeń wody, wywołanych pracą maszyn parowych.

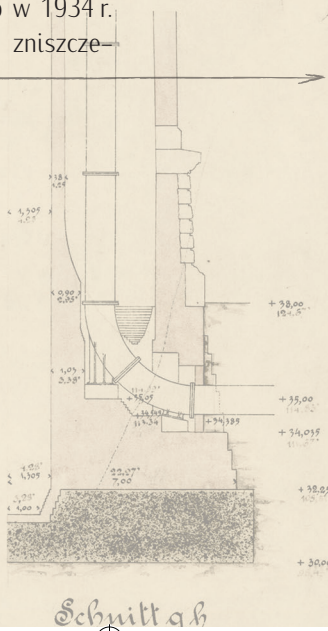
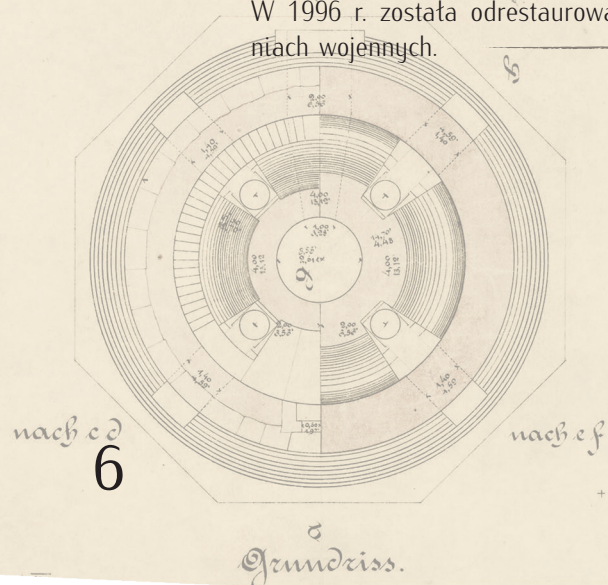
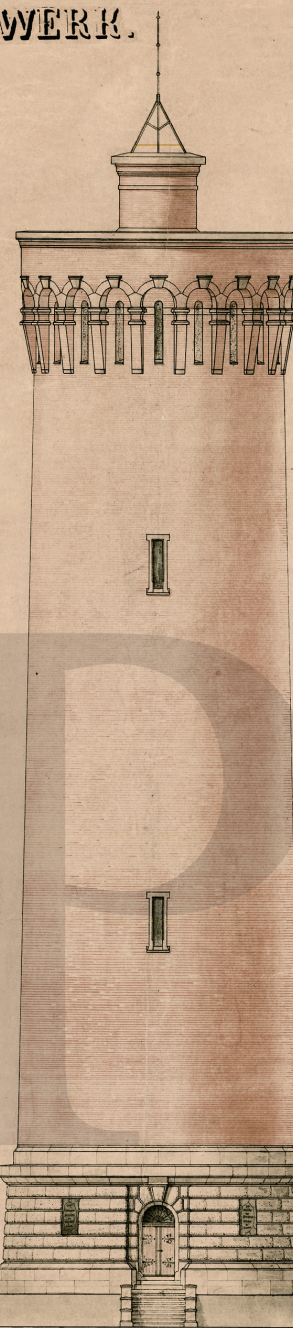
Wieża ciśnieni pełniła również funkcję komina – specjalne rury odprowadzały spaliny z maszyn parowych do centralnie położonego wylotu, jednocześnie ogrzewając całą konstrukcję i chroniąc ją przed zamarznięciem.

Aby można było dostać się na szczyt wieży, zaprojektowano wewnątrz niej spiralne, żeliwne schody, ustawione pomiędzy ścianami wieży a rurami.

Po obu stronach wieży zbudowano dwa budynki techniczne. Ich konstrukcja przewidywała możliwość dobudowywania kolejnych segmentów bez konieczności burzenia poprzednich. Otwory okienne zaprojektowano tak, by mogły służyć jako otwory wejściowe.

W latach 30. ubiegłego wieku, kiedy wprowadzono pompy wirowe nie dające efektu pulsowania, wieża została odłączona od systemu. Jej eksploatacji ostatecznie zaprzestano w 1934 r. W 1996 r. została odrestaurowana po zniszczeniach wojennych.

WASSERWERK.



ZBIORNIK WODY SUROWEJ



Wnętrze zbiornika wody surowej. Fot. W. Bliźniak



Osadniki stanowią labirynt zbiorników o łącznej długości 700 m, złożony z 8 oddzielnych korytarzy o szerokości 5 metrów oraz ogólnej pojemności 72 000 m³.

Konstrukcja opiera się na symetrycznym połączeniu ceglanych sklepień cylindrycznych z cylindrycznym dnem korytarzy. Zadaniem osadników było zbieranie mętów z powierzchni wody wiślanej. Woda w osadnikach przebywała od 24 do 30 godzin (w zależności od prędkości przepływu wody). W ich wnętrzach pozostawało od 60 do 90% mętów – reszta była zatrzymywana w filtrach powolnym.

Zbiorniki wody surowej zwane też osadnikami wody surowej, nie znalazły się w projekcie Williama Lindleya – pierwotnie ich funkcje pełniły filtry powolne wyłączone z użytku. Po podjęciu decyzji o budowie osadników wody surowej przez władze rosyjskie, miasto otrzymało dodatkowy teren pod ich budowę, co spowodowało włączenie w obszar Filtrów ulicy Nowowiejskiej i powstanie zupełnie nowej ulicy Filtrowej, położonej na południe od Filtrów.

Osadniki wody surowej nr I i III oddano do eksploatacji w czerwcu 1894 r. (z rocznym opóźnieniem wynikającym z problemów z dostawą cegieł). Budowę osadników nr II i IV zakończono w 1896 r., co umożliwiło włączenie do pracy filtrów powolnych II grupy, które dotychczas pełniły funkcję osadników wody surowej.



Osadnik wody surowej. Fot. W. Bliźniak

Zdjęcie powyżej – osadnik wody surowej. Fot. W. Bliźniak

Prosto z osadników wody surowej woda jest przepompowywana (za pomocą pompowni II stopnia) do pulsatorów.

Pulsatory to urządzenia do koagulacji z warstwą zawieszono osadu. Zbudowane są z żelbetonu i mają głębokość ok. 5,3 m. W ich wnętrzu do wody dodawane są substancje chemiczne takie jak siarczan glinu (koagulant) i krzemionka aktywowana (flokulant). Zadaniem koagulantu i flokulantu jest łączenie „kłaczków” w większe cząsteczki, które sedymentują. Głównym celem całego procesu jest usunięcie z wody zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, głównie kolidów i drobnych zawiesin, powodujących przebarwienie i zmętnienie wody.

Powstały osad gromadzony jest w koncentratorach, z których – po zagęszczeniu – osad usuwany jest do kanalizacji.



Budynek pulsatorów. Fot. archiwum MPWiK

W celu chemicznej stabilizacji wody dodawane jest do niej także wapno hydratyzowane, które łączy się z powstającym w procesie koagulacji dwutlenkiem węgla.

Wapno wiąże powstały agresywny CO_2 . Produktem tego procesu jest woda stabilna chemicznie, czyli taka, która nie rozpuszcza i nie wytrąca osadu węglanu wapnia CaCO_2 . Podczyszczona i ustabilizowana woda trafia następnie do filtrów pospieszonych (część do filtrów pospieszonych znajdujących się w budynku pulsatorów, pozostała część do filtrów na terenie Zakładu Filtrów Pospieszonych).

Koagulacja

Proces oczyszczania wody zawierającej koloidy oraz zawiesiny trudno opadające.

Flokulacja

Powstawanie „kłaczków”, które mogą być usuwane z wody w dalszych procesach oczyszczania wody

Sedymentacja

Proces opadania zawiesiny w cieczy.
więcej w słowniczku na stronie 20



Dyspozytornia. Fot. K. Mitnerowicz



Pulsatory. Fot. K. Mitnerowicz



Zakład Filtrów Pospiesznych został zaprojektowany przez inż. Zygmunta Wendrowskiego.

Budynek zbudowała amerykańska firma Jewell. Oddano go do użytku 21 marca 1933 r. Koszt budowy Zakładu zamknął się w kwocie 11,5 mln ówczesnych złotych, co stanowiło niebagatelną sumę jak na tamte czasy.

Nic dziwnego – budynek uzyskał m.in. elewacje z czerwonego ceglanki i piaskowca, ceramiczne posadzki, konsole z białego marmuru, kryształowe szyby w drzwiach z drewna orzechowego, czy mosiężne kinkiety.



Zakład Filtrów Pospiesznych. Fot. ze zbiorów NAC



Hala Filtrów Zakładu Filtrów Pospiesznych. Fot. M. Cieszewski



Uroczystość otwarcia Zakładu Filtrów Pospiesznych. Fot. ze zbiorów NAC

Celem budowy filtrów było zwiększenie wydajności uzdatniania wody do prawie 300 000 m³.

Ponadto, dzięki filtrowaniu pospiesznemu udało się wyraźnie zmniejszyć ilość bakterii oraz zawartość żelaza w wodzie (do poziomu niemierzalnego ówczesnymi metodami badawczymi).

Zakład Filtrów Pospiesznych ucierpiał podczas II Wojny Światowej. We wrześniu 1939 r. został trafiony trzema bombami. Usunięcie powstałych wówczas zniszczeń trwało kilka lat.



ul. Ludwika Krzywickiego

filtry pośpieszne

filtry powolne

filtry powolne

zbiornik wody czystej

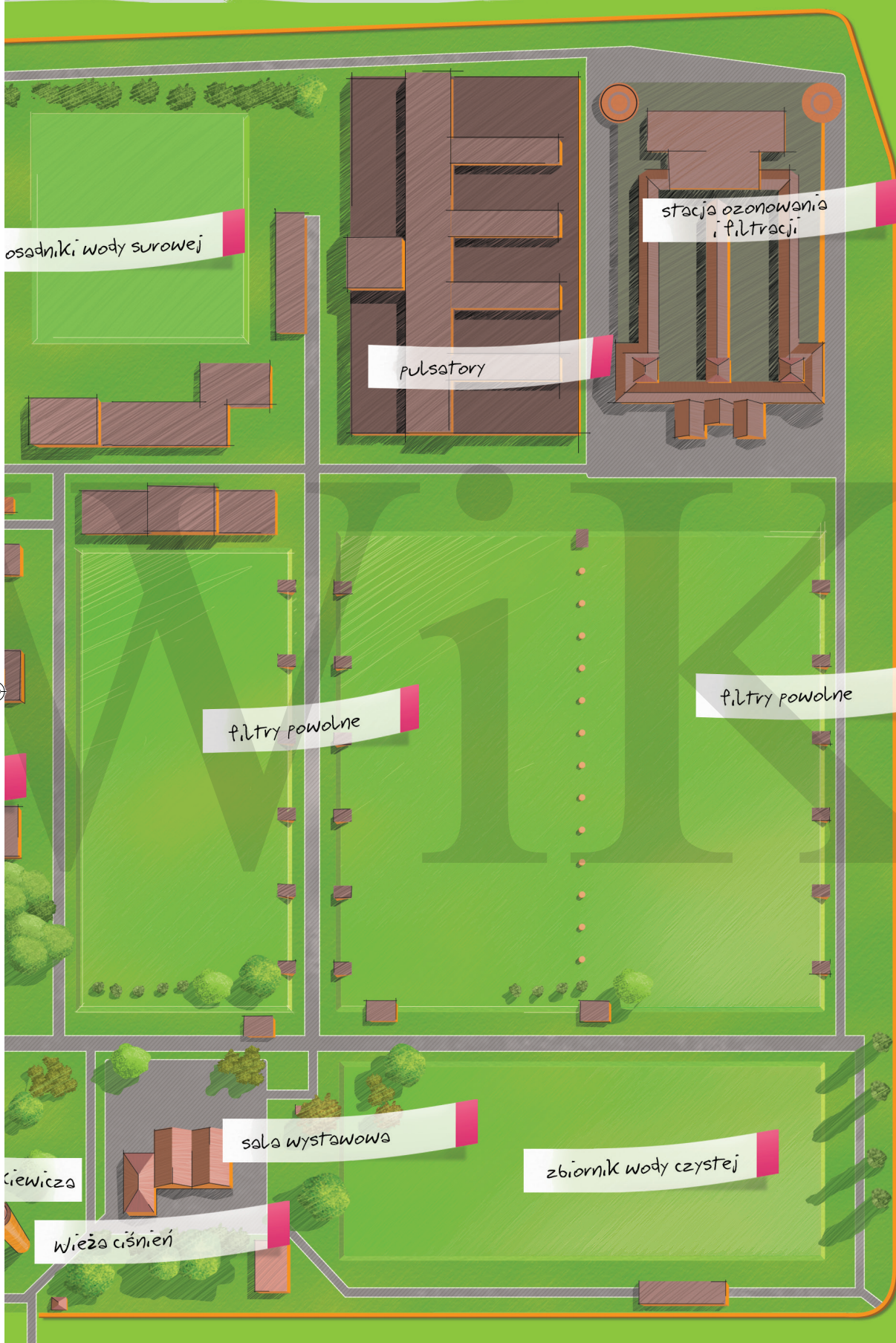
Pomnik Starynkiew

Zakład
Wodociągu Centralnego





ul. Filtrów



ul. Raszyńska

ul. Koszykowa



OZON...

Stacja Ozonowania Pośredniego i Filtracji na Węglu Aktywnym została ukończona i oddana do użytku w październiku 2010 r.

Z zewnątrz obiekt nawiązuje do architektury filtrów stylu lindleyowskiego, m.in. dzięki użyciu do budowy cegły klinkierowej, a także stylizowanym oknom i latarniom.



Stacja Ozonowania Pośredniego i Filtracji na Węglu Aktywnym. Fot. M. Cieszewski

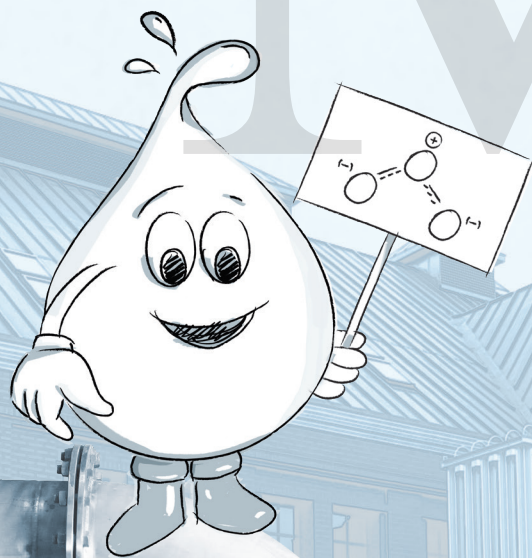
Wnętrze jest z kolei nowoczesne i utrzymane w stylistyce przemysłowej. Całość wieńczy zielony ogród, stworzony na dachu budynku.

Procesy ozonowania pośredniego i sorpcji na węglu aktywnym zachodzące na terenie tej Stacji w znacznym stopniu poprawiają walory smakowo-zapachowe wody oraz spowodowały zmniejszenie dawki dodawanego dezynfektanta.

Ozonowanie pośrednie
Utlenienie substancji organicznych występujących w wodzie.

Sorpcja
Pochłanianie jednej substancji przez inną.

Filtracja
Oddzielenie fazy stałej od ciekłej podczas przepływu przez ośrodki porowate (złoże piaskowe, węglowe)
więcej w słowniczku na stronie 20



Wnętrze komory ozonowania. Fot. K. Kobus

FILTRY POWOLNE

Każda z sześciu grup filtrów powolnych (zwanymi niekiedy „piaskowymi” lub „angielskimi”) składa się z sześciu zbiorników podziemnych, pokrytych żaglowymi sklepieniami opartymi na granitowych i ceglanych słupach wspartych na cokółtach z piaskowca.



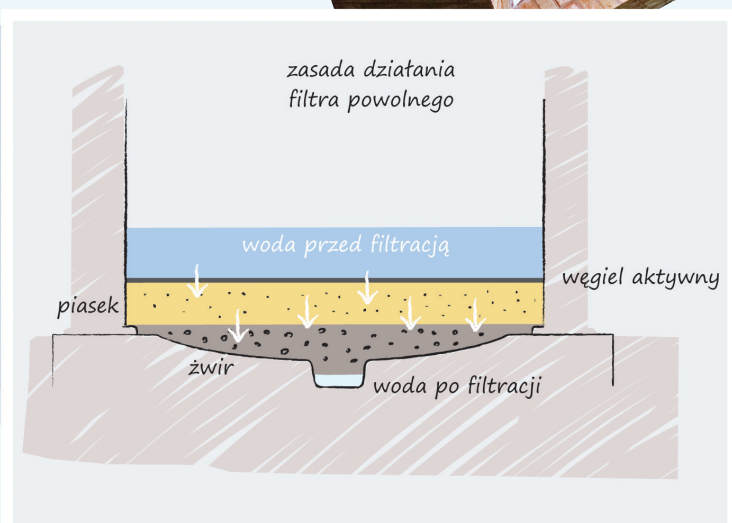
Węście do wnętrza filtra powolnego. Fot. Studio Awokado



Wymiana złożeń w filtrze powolnym. Fot. K. Kobus, Travelphoto

W dnie zbiorników znajdują się kanaty o przekroju kwadratu, szerokie na około 23 cm, odprowadzające wodę przefiltrowaną w procesie filtracji przez złoża żwiru, piasku i węgla aktywnego.

Pośrodku każdego sklepienia znajduje się okrągły, zwężający się ku górze kominik, który oświetla i napowietrza filtr.



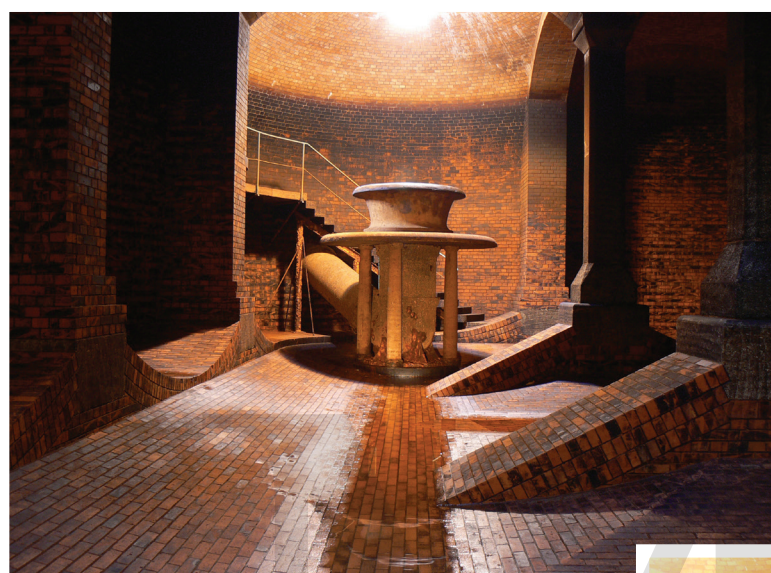
Fragment konstrukcji sklepienia żaglowego (bez kopuły tworzącej sklepienie).



Fot. ze zbiorów NAC

ZBIORNIK WODY CZYSTEJ

Zbiorniki wody czystej pełnią funkcję zabezpieczenia równomiernej pracy filtrów powolnych wobec zmieniającego się dobowego zapotrzebowania na wodę.



Wnętrze zbiornika wody czystej. Fot. Ł. Mielcarz



Po uzdatnieniu woda gromadzona jest w dziewięciu podziemnych zbiornikach. Każdy z nich ma ponad 80 metrów długości, 30 metrów szerokości i 20 000 metrów sześciennych pojemności.

Pierwsze trzy zbiorniki powstały na przełomie XIX i XX wieku, pozostałe dobudowywano sukcesywnie. Zbiorniki przypominają wyglądem filtry powolne, ze względu na sklepienia żagłowe, którymi zostały przykryte. Woda w nich zgromadzona wędruje rurami rozbiorowymi prosto do sieci miejskiej.



Wnętrze zbiornika wody czystej. Fot. Ł. Mielcarz

„Gruba Kaśka”

Największa studnia infiltracyjna w Europie.

Woda infiltracyjna

Oczyszczona przez złoża piaskowo-żwirowe woda z rzeki.

Filtracja pospieszna

Filtracja na złożu piaskowym.
więcej w słowniczku na stronie 20



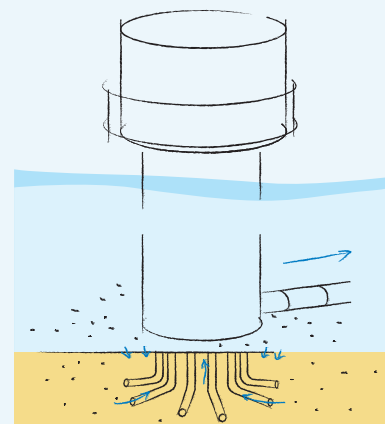
„Gruba Kaśka”. Fot. K. Kobus, Travelphoto

Zakład Wodociągu Centralnego jest jednym z trzech (obok Zakładu Wodociągu Praskiego i Zakładu Wodociągu Północnego) źródeł zaopatrzenia w wodę mieszkańców Warszawy.

W skład Zakładu wchodzi: Stacja Pomp Rzecznych (przy ul. Czerniakowskiej 124) oraz Stacja Filtrów (przy ul. Koszykowej 81).

Stacja Filtrów pobiera wodę z „Grubej Kaśki” (studni infiltracyjnej) oraz z czterech niepozornie wyglądających ujęć infiltracyjnych. Ujęcia są wyposażone w dreny ułożone promieniście na głębokości 4 m ze spadkiem umożliwiającym grawitacyjny spływ wody.

Woda infiltracyjna tłoczona jest przez pompy ze Stacji Pomp Rzecznych na Stację Filtrów. Woda infiltracyjna wprowadzana jest pięcioma



zasada działania „Grubej Kaśki”

podziemnymi przewodami od ul. Krzywickiego do Komory A.

Komora A jest komorą rozprężną – woda surowa ulega w niej procesowi napowietrzania, w celu utlenienia rozpuszczonych form żelaza i manganu do nierozpuszczalnych w wodzie tlenków.

Po napowietrzaniu woda wędruje do zbiorników wody surowej. Tam zanieczyszczenia stałe i zawiesiny znajdujące się w wodzie opadają na dno. Proces ten nazywamy **sedymencją**. Następnie woda trafia do budynku pulsatorów (patrz strona 8), a potem do filtrów pospiesznych.

Każdy filtr pospieszny ma postać prostokątnej skrzyni. Woda dopływa do niego grawitacyjnie. Na dnie komory filtru ułożony jest drenaż z przewodów żeliwnych i PCV, posiadający dwa rzędy otworów. Na drenażu znajduje się warstwa filtracyjna, składająca się z różnych frakcji żwiru i piasku filtracyjnego, przez którą przepływa woda z prędkością 6 m/h.

Praca filtrów pospiesznych sterowana jest automatycznie. Pod każdym szeregiem filtrów znajduje się zbiornik wody przefiltrowanej.

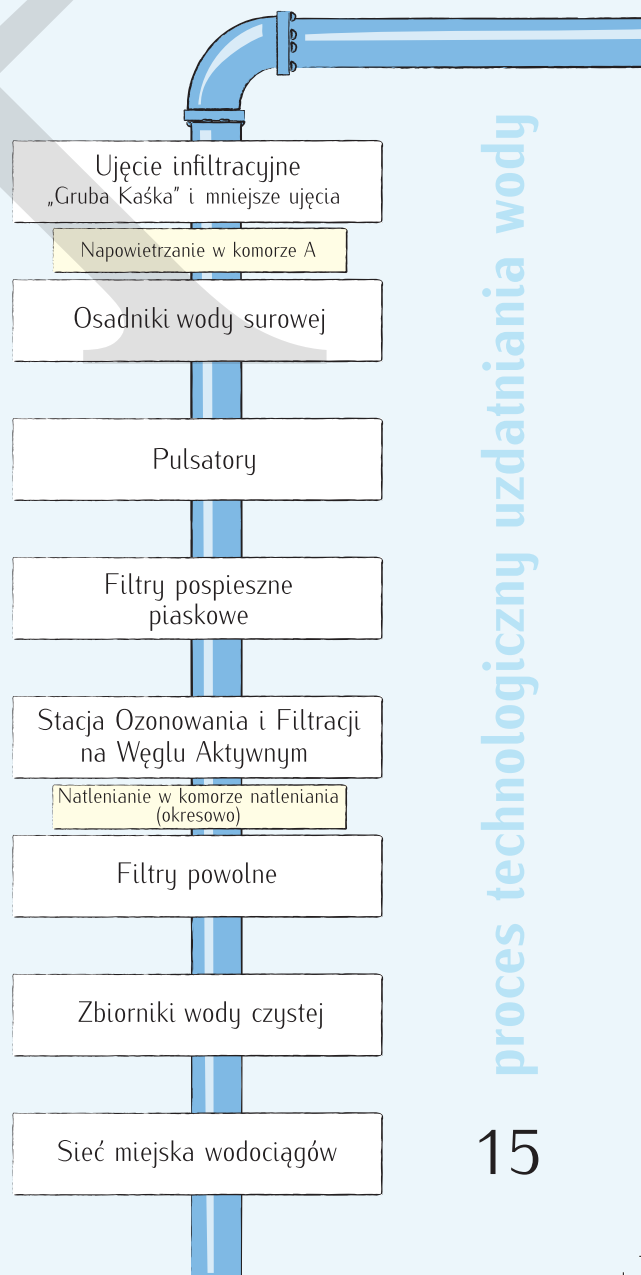


Filtry pospieszne w budynku pulsatorów. Fot. archiwum MPWiK

Proces filtracji pospiesznej ma na celu usunięcie resztek zanieczyszczeń („kłaczków”) z wody po procesie koagulacji.

Woda po filtracji pospiesznej trafia do budynku ozonowania pośredniego i filtrów węglowych. Zadaniem

procesu ozonowania pośredniego jest transformacja zawartych w wodzie rozpuszczonych związków organicznych do postaci biodegradowalnej. Proces zachodzi w czterech równocześnie pracujących komorach ozonowania.



proces technologiczny uzdatniania wody



Wnętrze komory ozonowania. Fot. K. Kobus

zony jest system drenażowy, pod drenażem znajduje się kanał zbierający wodę już przefiltrowaną. Długość cyklu filtrowania zależy od temperatury wody i trwa od 1 do 3 tygodni (zimną jest najdłuższy).

Przefiltrowana woda jest transportowana do filtrów powolnych. Do zapewnienia optymalnych warunków pracy filtrów powolnych przewidziano okresowe natlenianie wody, które stosuje się przy temperaturach wody wyższych niż 15 stopni C° – wtedy na filtrach węglowych zachodzą intensywne procesy biologiczne zużywające tlen.

Natlenianie ma miejsce w czterech komorach natleniania, gdzie przy pomocy dyfuzorów drobnobąbelkowych wprowadzany jest tlen. W dalszej części procesu woda kierowana jest do sześciu grup filtrów powolnych.

Ozonowanie

Utlenianie substancji organicznych rozpuszczonych w wodzie.

Filtracja powolna

Filtracja na złożu składającym się ze żwiru, piasku i węgla aktywnego.

więcej w słowniczku na stronie 20

wolnych i utrzymania zapasu wody przy zmieniającym się dobowym zapotrzebowaniu. Stanowią jednocześnie komory dezynfekcji wody.

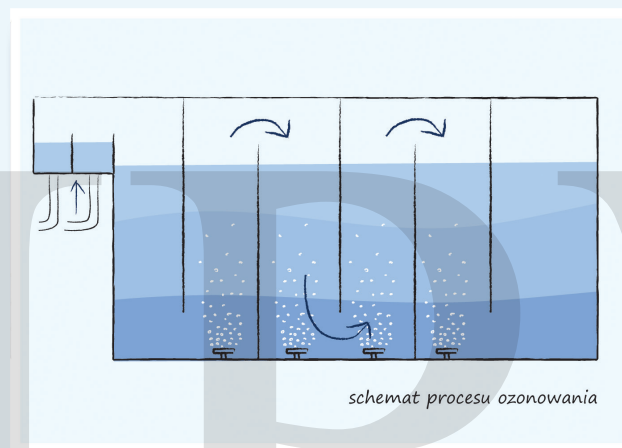
Jakość wody na każdym etapie uzdatniania jest monitorowana i badana przez laboratoria wodociągów.

Osiem przewodów tłocznych automatycznie doprowadza wodę do komór ozonowania. Odptyw wody ma specjalne zabezpieczenia, uniemożliwiające wydostawanie się z komory cząsteczek ozonu.

Każda komora stanowi zamknięty zbiornik żelbetowy, podzielony na sześć kolejnych segmentów. Cztery segmenty stanowią część reakcyjną komór ozonowania. Pozostałe są segmentami odptywowymi.

Pozostałości ozonu znad lustra wody, tzw. odgazy, odprowadzane są do destruktorów. Cały proces jest monitorowany przez szereg czujników. Woda z komór ozonowania odptywa grawitacyjnie do 18 filtrów węglowych.

Podstawowym zadaniem filtrów węglowych jest usuwanie z wody rozpuszczonych substancji organicznych w procesach sorpcji i biodegradacji, zachodzących w złożu granulowanego węgla aktywnego. Złoże filtracyjne stanowi ponad dwupółmetrowa warstwa węgla aktywnego. Na dnie fil-



schemat procesu ozonowania

W filtrze powolnym woda przepływa przez złożo filtracyjne bardzo powoli (10 cm/h) i trafia do przewodu zbiorczego. Na dnie filtra ułożone są kanały zbiorcze wody przefiltrowanej, połączone z kanałem zbiorczym doprowadzającym przefiltrowaną wodę do zbiornika wody czystej.

Nad kanałami znajdują się warstwy podtrzymujące złożo, składające się ze żwiru, piasku wiślanego i węgla aktywnego. Po przefiltrowaniu woda doptywa do komory wody czystej. Po drodze dodawany jest do niej dwutlenek chloru, który ma właściwości dezynfekcyjne.

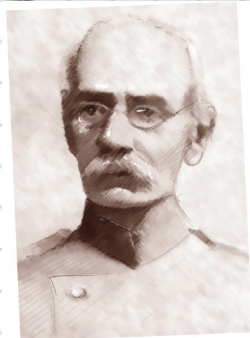
Zbiorniki wody czystej to podziemne budowle, wykonane z cegły lub żelbetu oraz warstwy ziemi przykrywającej strop. Służą do zabezpieczenia równomiernej pracy filtrów po-



Wnętrze filtrów powolnych. Fot. M. Cieszewski

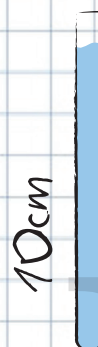


Gieka w ośtki

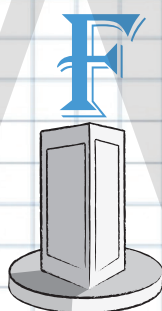


Sokrates Starynkiewicz nigdy nie nauczył się dobrze mówić po polsku. Rozmawiając z Polakami pozwalał im używać ojczystego języka, sam jednak mówił po rosyjsku lub francusku.

Prędkość przepływu wody surowej przez złożę filtrów powolnych wynosi 10 cm/h.



Trwają starania o wpisanie zespołu Stacji Filtrów na listę światowego dziedzictwa UNESCO.



W 2012 r. Stacja Filtrów została wpisana na listę pomników historii.



W pierwszej połowie dziewiętnastego wieku przeciętna długość życia w Warszawie wynosiła 33 lata.



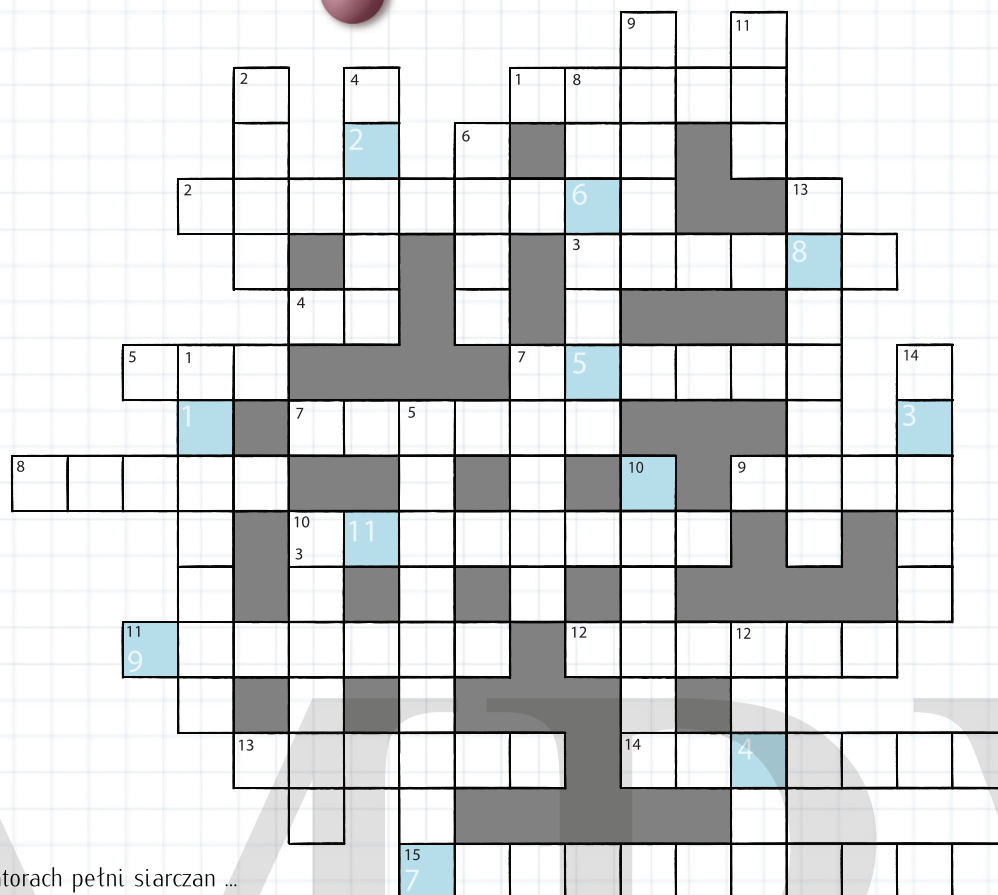
Zbiorniki wody czystej są niekiedy – ze względu na swoją architekturę – nazywane „podziemnymi katedrami”.



Na uroczystości otwarcia Zakładu Filtrów Pospiesznych w 1933 r., gościem honorowym był ówczesny Prezydent RP Ignacy Mościcki.



William Lindley odrzucił w 1876 r. kontrakt w Sydney, ponieważ miał już zapewniony kontrakt w Warszawie.



Poziomo:

1. Rolę koagulanta w pulsatorach pełni siarczan ...
2. Łączy zanieczyszczenia w „kłaczkę” osadu
3. System przewodów żeliwnych i PCV na dnie komory filtru pospiesznego
4. Skrótowe oznaczenie hektara
5. Chemiczny zapis dwutlenku węgla
6. Firma, która zbudowała Zakład Filtrów Pospiesznych
7. Miasto, w którym kontrakt odrzucił William Lindley
8. Pozostałość ozonu znad lustra wody
9. Jeden ze składników warstwy filtracyjnej
10. Miejsce urodzenia Starynkiewicza
11. 40-metrowa budowla na terenie Stacji Filtrów to wieża...
12. Jeden z materiałów do budowy zbiorników wody czystej
13. Wewnątrz wieży ciśnień znajdują się żeliwne ...
14. Miasto, w którym Lindley budował linię kolejową
15. Instytucja, w której Starynkiewicz udzielał się będąc na emeryturze, to Warszawskie ... Dobroczynności

Pionowo:

1. Inna nazwa zbiornika wody surowej
2. Dodawany do wody w jednym z ostatnich etapów filtracji
3. Starynkiewicz kierował m.in. Wydziałem ... Kuchni
4. Surowiec do budowy słupów w filtrach powolnych
5. Nazwa budynku, w którym znajdują się pulsatory
6. Dodaje się go okresowo do wody w filtrach powolnych
7. Liczba wież ciśnień znajdujących się na terenie Stacji Filtrów
8. Zaprojektował miejską sieć kanalizacyjno-wodociągową Warszawy
9. Może być pospieszny, powolny lub węglowy
10. Imię jednego z synów Lindleya
11. Jedna z najczęstszych chorób pokarmowych w XIX-wiecznej Warszawie
12. Zniszczyły część Zakładu Filtrów Pospiesznych w 1939 r.
13. Rodzaj sklepień znajdujących się w zbiornikach wody czystej
14. Na dachu budynku Stacji Ozonowania i Filtracji



Quiz

1. **Sokrates Starynkiewicz był...**

- A Rosjaninem
- B Francuzem
- C Polakiem
- D Belgiem

2. **William Lindley był...**

- A Holendrem
- B Anglikiem
- C Rosjaninem
- D Duńczykiem

3. **Pierwszy zbiornik wody czystej, zaprojektowany przez Marconiego, znajdował się w ...**

- A Łazienkach Królewskich
- B Parku Sowińskiego
- C Centralnym Parku Kultury
- D Ogrodzie Saskim

4. **Ile metrów wysokości ma wieża ciśnień?**

- A 32 m
- B 40 m
- C 52 m
- D 62 m

5. **Jaka ulica powstała po wybudowaniu osadników wody surowej?**

- A Filtrowa
- B Nowowiejska
- C Koszykowa
- D Mirowska

6. **Kłaczek pływający w pulsatorze to...**

- A zanieczyszczenie
- B środek dezynfekujący
- C koagulant
- D katalizator

7. **Jeden z surowców użytych do budowy elewacji Zakładu Filtrów Pospiesznych to...**

- A marmur biały
- B terakota ceramiczna
- C klinkier czerwony
- D drewno orzechowe

8. **W którym roku została oddana do użytku Stacja Ozonowania Pośredniego i Filtracji na Węglu Aktywnym?**

- A 1975
- B 1996
- C 2004
- D 2010

9. **Filtry powolne zwane są także filtrami...**

- A Marconiego
- B barokowymi
- C pospieszonymi
- D angielskimi

10. **Sedymentacja to proces...**

- A mieszania
- B usuwania
- C zabezpieczania
- D ozonowania

11. **Ile jest grup filtrów powolnych?**

- A 16
- B 2
- C 6
- D 28

12. **Kiedy cykl filtrowania wody w filtrach węglowych jest najdłuższy?**

- A Zimą
- B Wiosną
- C Latem
- D Jesienią

Słowniczek

- **Woda infiltracyjna** – woda powierzchniowa z rzeki, czerpana przez ujęcia poddenne, oczyszczona przez naturalne złoża piaskowo-żwirowe zalegające pod dnem rzeki.
- **Woda powierzchniowa** – woda ujmowana z rzeki.
- **Ujęcie poddenne** – studnia z promienistym drenażem poddennym.
- **Sedymentacja** – usuwanie zawiesin mających ciężar właściwy większy niż woda (cząstek opadających).
- **Koagulacja** – metoda oczyszczania wód zawierających koloidy oraz zawiesiny trudno opadające. Koagulacja zachodzi w dwóch fazach:
 - pierwszej, występującej bezpośrednio po dodaniu koagulantu (destabilizacja cząstek koloidalnych trwa sekundy);
 - drugiej, trwającej znacznie dłużej, zwanej flokulacją.
- **Flokulacja** – powstawanie kłaczków, które mogą być usuwane z wody w procesach sedymentacji, flotacji i filtracji.
- **Filtracja** – oddzielenie fazy stałej od ciekłej podczas przepływu przez ośrodek porowaty (złoża piaskowe, węglowe).
- **Dezynfekcja wody** – głównym jej zadaniem jest zapewnienie dobrej jakości sanitarnej wody w sieci wodociągowej. W Zakładzie Wodociągu Centralnego do dezynfekcji stosuje się dwutlenek chloru.
- **Ozonowanie pośrednie** – utlenienie substancji organicznych rozpuszczonych w wodzie, które następnie są usuwane poprzez procesy biodegradacji i sorpcji na złożu granulowanego węgla aktywnego. Ozon utlenia również substancje nieorganiczne.
- **Natlenianie wody** – zwiększanie stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie poprzez wprowadzenie do wody zdyspergowanego strumienia gazowego tlenu.
- **Osadnik Czerniakowski** – zbiornik wodny o pow. 17,8 ha pełniący funkcję osadnika oraz magazynu wody w razie konieczności odcięcia dopływu wody, np. w przypadku płynących rzeką zanieczyszczeń ropopochodnych.
- **„Gruba Kaśka”** – największa studnia infiltracyjna w Europie, stojąca w nurcie Wisły w Warszawie
- **Biodegradacja** – rozkład substancji „sztucznych” pod wpływem czynników naturalnych, takich jak: światło słoneczne, tlen z powietrza, woda, działalność organizmów żywych (np. bakterii).



wiki

Redakcja i korekta:

MPWiK
Studio Awokado

Konsultacje metodyczne:

Małgorzata Górka

**Opracowanie graficzne
i projekt okładki:**

Studio Awokado

Autorzy zdjęć:

M. Cieszewski
K. Kobus
Ł. Mielcarz
K. Milnerowicz
MPWiK
Narodowe Archiwum Cyfrowe
Studio Awokado
M. Widyński

Warszawa 2012





woda jest
cennym darem natury
i należy ją
rozsądnie wykorzystywać!



MIEJSKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI
W M.ST. WARSZAWIE SPÓŁKA AKCYJNA

Plac Szarynkiewicza 5, 02-015 Warszawa
www.mpwik.com.pl

