

## Film 3: „Woda w mieście”

film edukacyjny przygotowany przez Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej

wyprodukowany przy wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu w ramach Programu Regionalnego Wsparcia Edukacji Ekologicznej.

## Tom 3B: Opis treści filmu



Politechnika  
Wrocławska

Wydział Inżynierii Środowiska

[wis.pwr.edu.pl](http://wis.pwr.edu.pl)

PROJEKT PN: FILMY PROMUJĄCE POSTAWY PROEKOLOGICZNE

został zrealizowany przy wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu w ramach Programu Regionalnego Wsparcia Edukacji Ekologicznej.



Film składa się z dwóch części

# CZĘŚĆ 1

## Spis treści

1	WSTĘP.....	2
2	HISTORIA ZWIĄZKU WODY I MIASTA .....	3
3	MIEJSKI OBIEG WODY .....	4
3.1	Energia w miejskim obiegu wody .....	4
3.2	Zużycie wody wodociągowej.....	5
3.3	Ślad wodny.....	5
4	ZANIECZYSZCZENIA WODY .....	7
4.1	Zanieczyszczenia przemysłowe .....	8
4.2	Zanieczyszczenia rolnicze .....	8
4.3	Zanieczyszczenia miejskie.....	9
4.4	Zanieczyszczenia z naszych domów.....	9
4.5	Jak my możemy pomóc już dziś.....	10
5	ZRÓWNOWAŻONE ZARZĄDZANIE WODĄ .....	11
5.1	Oszczędzanie wody w naszych domach.....	12
5.2	Oszczędzanie wody w przemyśle.....	12
5.3	Zmiana klimatu.....	12
6	WODA DESZCZOWA W MIEŚCIE.....	13
7	ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA WODY .....	14
7.1	Woda deszczowa.....	14
7.2	Odnowa wody .....	15
7.3	Zamykanie obiegu wody.....	15
7.4	Drugie życie wody .....	15
7.5	Odsalanie wody.....	15
7.6	Skraplanie mgły.....	15
8	WODA W KOSMOSIE.....	15
9	PRAWO OCHRONY WODY .....	16
10	CO MOŻEMY ZROBIĆ.....	17

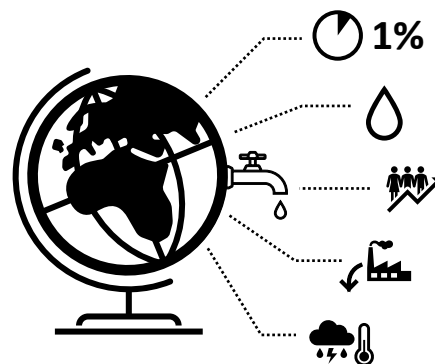
## 1 WSTĘP

Woda jest fascynującą substancją. Może przyjmować dowolne kształty i aż trzy stany skupienia. W naturze jest w ciągłym ruchu. Cyrkułuje w globalnym cyklu wodnym. Jest doskonałym rozpuszczalnikiem – usuwa brud z naszych rąk oraz drąży skały. I co najważniejsze: czysta, słodka woda jest nam niezbędna do życia.

Dla naszego życia, komfortu i zdrowia konieczny jest dostęp do wody. W odpowiedniej ilości i jakości. Na pierwszy rzut oka nasza planeta jest zasobna w wodę.

Przyjrzyjmy się sprawie bliżej:

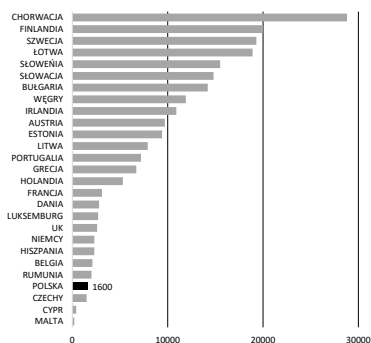
1. Po pierwsze jedynie niecały jeden procent globalnych zasobów to woda słodka zdatna do picia.
2. Po drugie ilość wody na Ziemi jest stała i skończona.
3. Po trzecie rosnące liczba ludności i rozwój cywilizacyjny sprawiają, że potrzebujemy coraz więcej słodkiej wody.
4. Po czwarte rosnąca liczba ludności i rozwój cywilizacyjny coraz silniej zanieczyszczają naturalne zasoby wody.
5. Po piąte postępujące zmiany klimatu zaostrzają problemy z dostępnością i jakością wody.



Rysunek 1

W Polsce dostępność słodkiej wody nie jest jeszcze problemem, jak na przykład w pustynnych krajach afrykańskich. Ale zasoby wodne w Polsce są relatywnie niewielkie. Klasyfikujemy się dopiero na 24 miejscu w Unii Europejskiej pod względem ilości odnawialnych zasobów słodkiej wody przypadających na jednego mieszkańca. Dodatkowo polskie zasoby słodkiej wody cechuje zmienność sezonowa i zróżnicowanie obszarowe.

Woda w naszym środowisku jest dostępna, lecz jest ona bardzo często zanieczyszczona i niskiej jakości. Wszyscy wiemy, że niestety nie można napić się wody wprost z koryta każdej rzeki w Polsce.

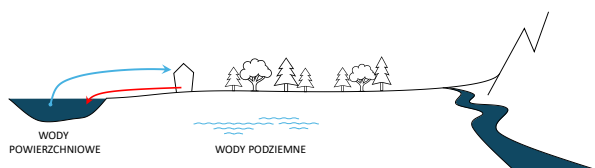


Rysunek 2

## 2 HISTORIA ZWIĄZKU WODY I MIASTA

Miasta są przykładem zmian w naturalnych zasobach słodkiej wody wywołanych działalnością człowieka, zmian w naszym podejściu do wody oraz ewolucji problemów i przeciwdziałającym im rozwiązaniom technicznym. Przyjrzyjmy się historii związku wody i miast.

Ze szkoły wicie, że pierwsze osady mieszkalne powstawały właśnie nad wodą. Korzystaliśmy z czystej wody pobierając ją wprost z najbliższych ujęć powierzchniowych, czyli z rzek lub jezior. Jednocześnie do tej samej wody trafiały produkowane przez nas zanieczyszczenia. Były to niewielkie ilości zanieczyszczeń pochodzenia naturalnego. Środowisko miało zdolność samooczyszczania wody w procesach naturalnych.



Rysunek 3

Osiedla ludzkie rosły, a wraz z nimi zapotrzebowanie na wodę oraz strumień uwalnianych antropogenicznych zanieczyszczeń. Z czasem przekroczyliśmy zdolność środowiska do samooczyszczania. Zatruliśmy dotychczasowe źródła wody i wywołaliśmy pierwszy stres wodny. Stres wodny, czyli sytuację, gdy wody brakuje lub jest niezdatna do użytku.

Sytuacja wymusiła poszukiwanie nowych źródeł czystej wody. Inżynierowie tamtych czasów zaproponowali rozwiązanie w postaci podziemnych studni dla pozyskiwania niezanieczyszczonych jeszcze

wód gruntowych. Wydawało się, że kryzys wodny został zażegnany.

Miasta nadal rosły, a wraz z nimi zapotrzebowanie na wodę. Pobieraliśmy coraz więcej wody, aż przekroczyliśmy wydajność lokalnych ujęć. Zwiększający się strumień zanieczyszczeń przenikał do gruntu i zanieczyszczał również wody podziemne. Niekorzystną presją na zasoby wodne ponownie wywołaliśmy stres wodny, a nawet kryzys wodny. Lokalne zasoby stały się jednocześnie niewystarczające i zanieczyszczone.

Źródeł czystej wody zaczęto więc poszukiwać poza miastem. Ponownie z pomocą przyszli ówcześni inżynierowie, którzy projektując odpowiednie systemy wodociągowe umożliwili sprowadzanie wody do miast nawet z odległych miejsc.

Jednocześnie zauważyliśmy szkodliwość ścieków uwalnianych w mieście. Wraz z rozwojem cywilizacji rosła ilość ścieków i pojawiały się w nich nowe substancje wytwarzane przez człowieka. Chorobotwórcze, trujące i uciążliwe zapachowo. Szkodliwe dla ludzi i środowiska.

Aby zniwelować te uciążliwości i zagrożenia inżynierowie zbudowali zamknięte systemy kanalizacji zbierające i usuwające ścieki poza miasto. Niestety do najbliższych zbiorników wodnych, najczęściej rzek. Poprawiła się jakość życia i bezpieczeństwo sanitarne w miastach, lecz środowisko i zasoby wodne były obciążane zanieczyszczeniami. Niekorzystna presja antropogeniczna rosła.

Ciągły rozwój miasta wymuszał ciągłe zwiększanie dostaw wody. Ponownie z pomocą przyszli inżynierowie tworząc maszyny pompujące. Kosztem energii do napędu pomp, przez rozbudowane sieci wodociągowe woda zaczęła docierać do mieszkań, nawet na najwyższych piętrach. Wynalazek instalacji wodociągowych w budynkach sprawił, że bieżąca woda stała się powszechnie dostępna. Podniosło to higienę i bezpieczeństwo sanitarne w miastach. Poprawiły się zdrowie i jakość życia mieszkańców.

Jednak większa dostawa wody zwiększyła strumień ścieków powstających w mieście. Rozbudowywane przez inżynierów systemy kanalizacyjne rosły odprowadzając coraz więcej nieoczyszczonych ścieków do wód powierzchniowych. Na problem patrzono jedynie lokalnie, nie zdając sobie sprawy z dalekosiężnych skutków. Uważano, że zanieczyszczenia odpływające z nurtem rzeki przestają być problemem.

Jednak zanieczyszczenia wody nie znają granic administracyjnych czy państwowych. Usunięte z naszego miasta ścieki rozprzestrzeniały się,

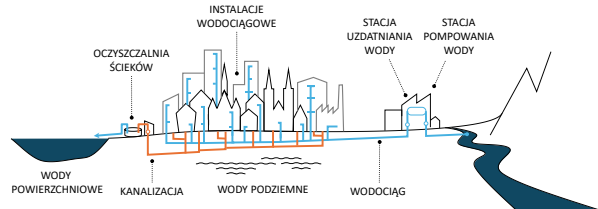
zatruwając najpierw bliższych, następnie dalszych sąsiadów z miast położonych w dole rzeki. Z kolei miasta z górnego nurtu zatrwały nasze zasoby wody i nas. Analogiczna sytuacja ma miejsce w podziemnych zasobach wody, gdzie zanieczyszczenia migrują wraz z naturalnym ruchem wody.

Rozprzestrzeniające się zanieczyszczenia z naszego i innych miast ogólnie pogorszyły jakość dostępnych źródeł wody w regionie. Zarówno tych powierzchniowych, jak i podziemnych. Pojawił się kolejny stres wodny i antropogeniczna presja na zasoby wody. Z pomocą znów przyszli inżynierowie.

Odkryto, że dla bezpieczeństwa i zdrowia odbiorców konieczne jest oczyszczanie ujmowanej ze środowiska wody. Inżynierowie stworzyli specjalne instalacje nazywane Stacjami Uzdatniania Wody, które nakładem energii i środków oczyszczają i uzdatniają każdą kroplę wody, która trafia wodociągiem do miasta. Zakłady Produkcji Wody w złożonych procesach uzdatniania usuwają z wody surowej zagrożenia i zanieczyszczenia fizyczne, chemiczne i biologiczne. Zarówno te pochodzenia naturalnego, jak i te, które zanieczyściły wodę przez działalność człowieka.

Aby poprawić i chronić jakość środowiska, z którego przecież pobieramy wodę, zaczęliśmy oczyszczać ścieki. Inżynierowie stworzyli Oczyszczalnie Ścieków, gdzie nakładem energii i kosztów neutralizuje się zanieczyszczenia z miast metodami mechanicznymi, chemicznymi i biologicznymi. Dzięki ich pomysłowości i innowacyjności w oczyszczalniach ścieków dzieje się prawdziwa magia: ścieki ponownie zmieniają się w wodę.

Technologie oczyszczania ścieków wciąż się rozwijają wraz z rosnącym katalogiem już znanych oraz nowych zanieczyszczeń w ściekach. Rozwój przemysłu, transportu, medycyny oraz rosnący komfort życia sprawiają, że w ściekach co chwilę pojawiają się nowe substancje i zagrożenia. Ich neutralizacja wymaga od inżynierów stałego doskonalenia i rozszerzania technik oczyszczania ścieków dla zapewnienia naszego bezpieczeństwa i ochrony środowiska. To bardzo ważna część gospodarki wodnej w każdym kraju na świecie.



Rysunek 4

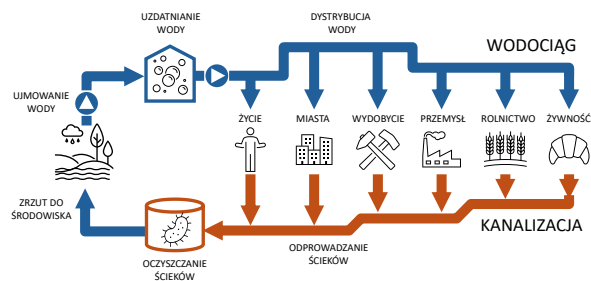
Oczyszczone ścieki odprowadzane są bez szkody dla środowiska do cieków wodnych, najczęściej do rzek. Wspomagają one odtwarzanie powierzchniowych

i podziemnych zasobów wody. Zasobów, z których ponownie pobierzemy wodę do spożycia i mycia, dla przemysłu czy rolnictwa.

### 3 MIEJSKI OBIEG WODY

Tak oto w celu zaspokojenia zapotrzebowania na wodę w mieście i w celu ochrony środowiska inżynierowie stworzyli sztuczny Miejski Obieg Wody.

Współcześnie obejmuje on urządzenia do ujmowania wody surowej ze środowiska z ujęć powierzchniowych lub podziemnych, instalacje uzdatniania wody, sieci transportu wody do odbiorców, którzy zużywając wodę zamieniają ją w ścieki. Ścieki odprowadzane są szczelnym, bezpiecznym dla środowiska systemem kanalizacyjnym do oczyszczalni ścieków. Oczyszczone ścieki oddawane są z powrotem do środowiska, z którego za chwilę ją znów pobierzemy. I tak cykl obiegu wody się zamyka.



Rysunek 5

Doprowadziliśmy do sytuacji, w której jako ludzkość musimy stawiać czoła problemowi zanieczyszczonej wody, który sami stworzyliśmy. Przez wiele lat historii zanieczyszczaliśmy cenny zasób, niezbędny nam do życia, który teraz dużym nakładem energii i środków musimy oczyszczać przed spożyciem lub wykorzystaniem.

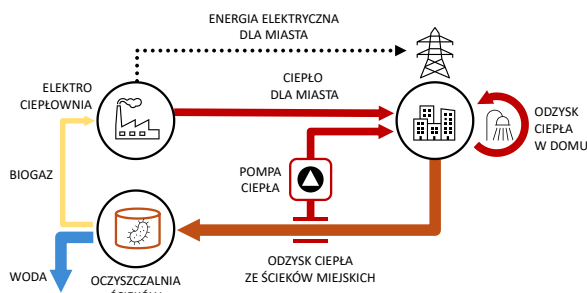
#### 3.1 Energia w miejskim obiegu wody

Nakładem energii, ponieważ do tych wszystkich procesów technologicznych potrzebna jest energia. Pompowanie, uzdatnianie czy dezynfekcja wody wymagają zasilania energią. Podobnie pompowanie ścieków i działanie oczyszczalni ścieków. W skali miasta są to ogromne ilości energii, głównie energii elektrycznej. W Polsce produkcja energii elektrycznej wciąż oparta jest głównie na paliwach kopalnych i związana jest z dużą emisją zanieczyszczeń. Oznacza to, że woda wodociągowa ma swój ślad węglowy, o którym uczyliście się w szkole. Oszczędzając wodę wodociągową oszczędzamy również energię i ograniczamy emisję zanieczyszczeń do atmosfery.

Dzięki innowacjom technologicznym Miejski Obieg Wody z konsumenta może stać się również źródłem energii. Potrafimy odzyskiwać ciepło ze ścieków

komunalnych i deszczowych. Zarówno w naszych domach jak i w skali całego miasta. Biorąc prysznic produkujemy relatywnie czyste i ciepłe ścieki. Dla inżynierów to doskonała okazja, żeby odzyskać to ciepło i wykorzystać je do podgrzania zimnej wody wodociągowej. To ekologiczne rozwiązanie obniża rachunki za ciepło i nasz ślad węglowy.

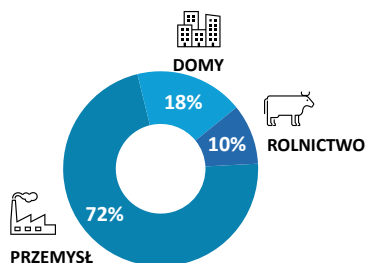
Przykładem odzysku ciepła ze ścieków na wielką skalę jest wrocławska „WROMPA”. Jest to pompa ciepła dużej mocy, która w obiegu termodynamicznym odbiera ciepło ze strumienia surowych ścieków miejskich i oddaje je od miejskiej sieci ciepłowniczej. Odzyskane ciepło ogrzewa wrocławskie mieszkania. Ścieki wykorzystywane są również jako surowiec do produkcji biogazu. Powstaje on w procesie fermentacji w oczyszczalniach ścieków. To biopaliwo wykorzystywane jest najczęściej do celów energetycznych. Działania te obniżają ilość energii konwencjonalnej zużywanej w sektorze gospodarki wodnej. Wraz z odnawialnymi źródłami energii zmniejszają jej ślad węglowy i niekorzystny wpływ na środowisko. Są też istotnym elementem nowoczesnej gospodarki o obiegu zamkniętym.



Rysunek 6

### 3.2 Zużycie wody wodociągowej

Codziennie używamy tysiące litrów słodkiej wody, na tysiące różnych sposobów. Używamy, to znaczy, że ją wypijamy, zanieczyszczamy przekształcając w ścieki lub odparowujemy. Słodką wodę w dużych ilościach zużywa się w przemyśle, w rolnictwie i w miastach, czyli w naszych domach.

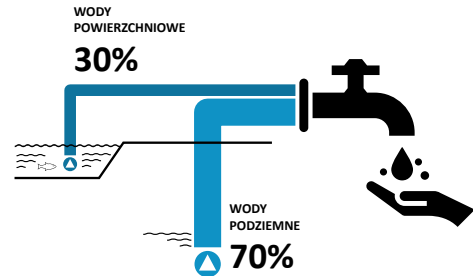


Rysunek 7

Woda jest nam potrzebna każdego dnia. Na co dzień, bezpośrednio do naszych domów, szkół, fabryk

czy gospodarstw rolnych wodę dostarczają nam systemy i instalacje wodociągowe. W Polsce poborem, uzdatnianiem i dostarczaniem wody zajmuje się obecnie około 2000 przedsiębiorstw wodociągowych.

W naszym kraju ponad 70 % wody przeznaczonej dla ludności to woda z ujęć podziemnych, a prawie 30 % pobierane jest z wód powierzchniowych.

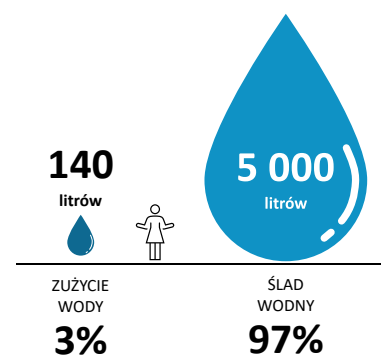


Rysunek 8

### 3.3 Ślad wodny

Wodę używamy w sposób bezpośredni, używając jej do picia, gotowania czy kąpieli oraz w sposób pośredni poprzez konsumpcję produktów, do których wytworzenia wykorzystana była woda. Produkcja żywności, wytwarzanie energii i ciepła, transport, a nawet korzystanie z internetu używają wodę, której my nie widzimy. Ilości wody zaangażowanej, użytej i zanieczyszczonej jeszcze zanim dany produkt trafił w nasze ręce to jego ślad wodny.

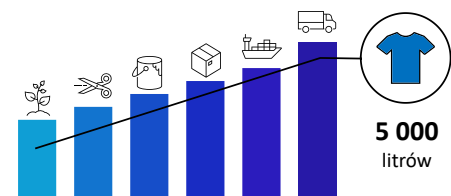
Przeciętny Europejczyk zużywa około 140 litrów wody dziennie do picia, kąpieli, prania czy spłukiwania toalety. Natomiast dzienny ślad wodny tego samego Europejczyka wynosi aż 5000 litrów. W skali całej Ziemi bezpośrednie zużycie wody stanowi tylko 3% światowego śladu wodnego. Pozostałe 97% to pośrednie zużycie słodkiej wody.



Rysunek 9

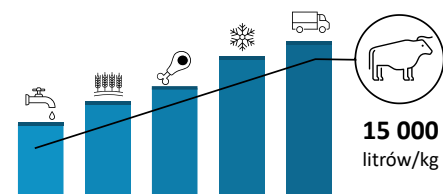
Wartości śladu wodnego produktów można znaleźć w internecie, ale trzeba je właściwie interpretować. Przykładowy ślad wodny koszulki T-shirt wynosi 5000 litrów. Nie oznacza to, że w każdej koszulce jest zawarte 5000 litrów. Ważyłaby ona wtedy 5 ton. Taka

wartość śladu wodnego oznacza, że w całym cyklu produkcji jednej koszulki bawełnianej angażuje i zanieczyszcza się 5000 litrów słodkiej wody. Składa się na to woda użyta i zanieczyszczona podczas uprawy bawełny, podczas produkcji i barwienia materiału, podczas produkcji farb i tworzyw do nadruku na koszulce, podczas produkcji kartonowej metki i foliowego opakowania oraz podczas transportowania jej do nas z odległych krańców świata.



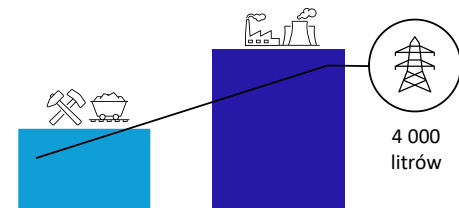
Rysunek 10

Podobnie w wypadku bardzo wysokiego śladu wodnego produkcji mięsa. Wynosi on do 15 000 litrów słodkiej wody na kilogram wołowiny. To suma wody do pojenia zwierząt, wody w paszach, wody używanej i zanieczyszczonej w procesie uboju i przetwórstwa mięsnego oraz w czasie zamrażania i transportu mięsa.



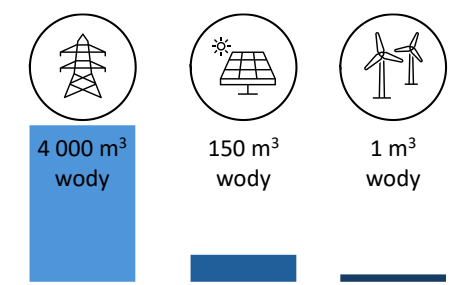
Rysunek 11

Również produkcja energii elektrycznej i ciepła odciska na środowisku ślad wodny. W wypadku elektrociepłowni węglowej ślad wodny tworzą słone wody odpompowywane z kopalni i zrzucane jako zanieczyszczenie do rzek oraz woda pobrana z rzeki do chłodzenia elektrowni i oddana jako podgrzana, czyli zanieczyszczona termicznie.



Rysunek 12

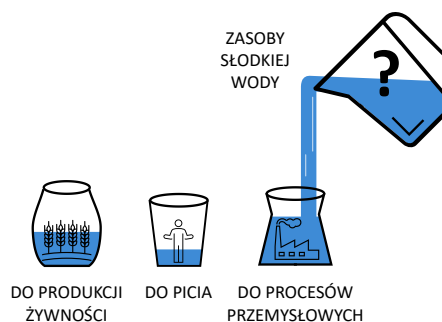
Ślad wodny produkcji energii elektrycznej z paliw kopalnych wynosi 4 000 m<sup>3</sup> wody na każdy TJ energii. W wypadku energii odnawialnej ze Słońca to tylko 150 m<sup>3</sup>/TJ, a energii z wiatru jedynie 1 m<sup>3</sup> wody na TJ energii.



Rysunek 13

Znając wartości śladu wodnego możemy porównywać produkty. Wybierać te woda oszczędne i unikać „pożeraczy wody”. Jesteśmy w stanie świadomie podejmować lepsze, bardziej przyjazne środowisku decyzje biznesowe i wybory konsumenckie. Należy wybierać i kupować produkty o niskim i lokalnym śladzie wodnym.

Wysoki ślad wodny produktu oznacza, że słodka woda zamiast trafiać do nas jest wykorzystywana i zanieczyszczana w innych procesach. Oprócz szkody dla środowiska dodatkowo powstaje swoista konkurencja i konflikt interesów w dostępie do słodkiej wody.



Rysunek 14

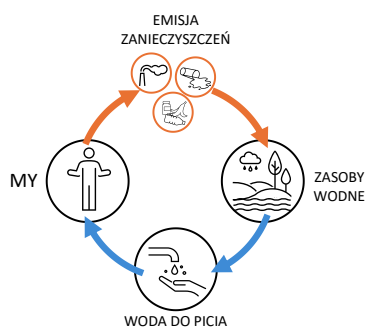
Obliczenia śladu wodnego są szeroko wykorzystywane również przez inżynierów i menadżerów wielu gałęzi gospodarki. Wspomaga ich w projektowaniu produktów i technologii o niskim zapotrzebowaniu wody. Wspiera podejmowanie decyzji i zarządzanie zasobami słodkiej wody. Pozwala porównać i wybierać wodooszczędne urządzenia i procesy przemysłowe. Jest mierzalnym wskaźnikiem i celem innowacji oraz ulepszeń w gospodarce. Pozwala obliczyć jak dużo zyskamy, również finansowo, wdrażając rozwiązania wodooszczędne.

## 4 ZANIECZYSZCZENIA WODY

Oprócz ilości wody z różnych źródeł ważna jest również jej jakość. Niestety w zdecydowanej większości woda w środowisku i w ujęciach jest zanieczyszczona.

Skąd biorą się zanieczyszczenia wody? Zewsząd!

Do zasobów wodnych trafiają wszystkie zanieczyszczenia, niezależnie czy zostały uwolnione do powietrza, wody czy gruntu. Niezależnie czy w postaci spalin, pyłów, cieczy czy odpadów stałych. W wodzie, w środowisku wodnym i w zasobach wodnych obecne są zanieczyszczenia współczesne jak i te uwolnione wiele lat temu.



Rysunek 15

Znaczącymi źródłami zanieczyszczeń wody były i są:

- produkcja rolna,
- hodowla zwierząt,
- przemysł,
- górnictwo i wydobywanie,
- produkcja energii elektrycznej,
- transport,
- urbanizacja,
- a nawet turystyka.

Duże ładunki zanieczyszczeń przedostają się do wód w czasie katastrof naturalnych, klęsk ekologicznych, w wyniku awarii, wypadków komunikacyjnych oraz katastrof morskich.

Również nasze codzienne zaniedbania jak wycieki płynów z samochodów czy nieszczelne przydomowe szamba uwalniają zanieczyszczenia do otaczającego nas środowiska wodnego.

Ze względu na swoje właściwości woda bardzo łatwo asymiluje wszelkie zanieczyszczenia, a jej powszechność i stały ruch w środowisku powodują, że zasoby wodne stają się jednocześnie transporterem i wieloletnim magazynem zanieczyszczeń. Uwolnione do środowiska zanieczyszczenia rozpuszczają się w wodzie lub są z nią unoszone, a następnie z naturalnym cyklem wodnym rozprzestrzeniają się zanieczyszczając glebę, zasoby wodne, ekosystemy oraz ujęcia wody na wiele lat. Ostatecznie wraz z wodą

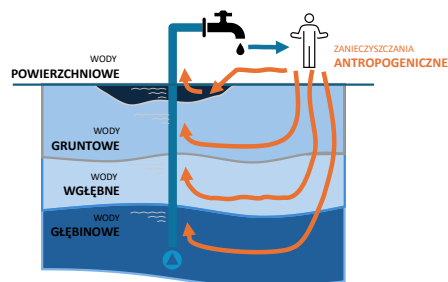
zanieczyszczenia trafiają do organizmów żywych, w tym do naszych ciał.

Badania naukowe wykazują, że zanieczyszczenia związane z działalnością człowieka są już powszechnie obecne w wodach powierzchniowych i gruntowych, a zaczynają pojawiać się nawet w głębokich wodach podziemnych, które dotychczas uznawaliśmy za czyste i bezpieczne.

W zasobach wodnych naukowcy wykrywają charakterystyczne zanieczyszczenia antropogeniczne jak:

- mikroplastik,
- bakterie kałowe,
- pestycydy,
- chemiczne utrwalacze,
- filtry UV,
- metale ciężkie,
- pierwiastki promieniotwórcze,
- hormony i antybiotyki.

Wzrasta również zasolenie oraz zanieczyszczenie termiczne zasobów słodkiej wody.



Rysunek 16

Zgodnie z definicją zanieczyszczeniem wody jest każda niekorzystna zmiana w jej właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych, która ogranicza lub uniemożliwia wykorzystywanie wody do picia i do celów gospodarczych.

Zanieczyszczeń wody jest niepoliczalna ilość i istnieje wiele klasyfikacji zanieczyszczeń wody. Organiczne i nieorganiczne. Naturalne i sztuczne. Rozkładalne i trwałe. Znacze je z lekcji w szkole.

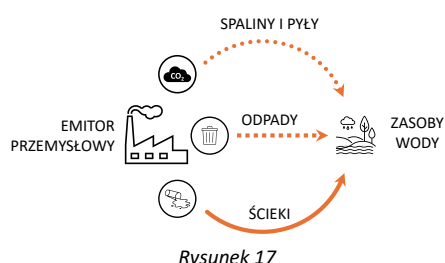
Aby skutecznie chronić zasoby wodne przed zanieczyszczeniami należy poznać rodzaje zanieczyszczeń, ich źródła oraz drogi, którymi przedostają się one do środowiska.

Ważne jest zrozumienie, że prawie każde wyemitowane zanieczyszczenie prędzej czy później trafi do zasobów wodnych – nieważne czy wyemitowane w postaci stałej, płynnej i gazowej. Wodę zatrująają odpady stałe wrzucone do rzek czy jezior, splukane z deszczem czy przyniesione przez wiatr. Płynne ścieki i inne cieczki zlewane do zbiorników wodnych,

wsiąkające w grunt czy spłukiwane deszczem. Spaliny i pyły trafiają do zbiorników wodnych wraz z deszczem, opadają samoczynnie lub poderwane z ziemi podmuchami wiatru. Zasoby wodne atakowane są z każdej strony. Prześledźmy kilka przykładów.

#### 4.1 Zanieczyszczenia przemysłowe

W Polsce sektor przemysłowy jest największym konsumentem wody. Zakłady przemysłowe jednocześnie generują najgroźniejsze dla środowiska zanieczyszczenia. Są źródłem emisji gazów i pyłów, ścieków płynnych oraz odpadów stałych. Ze względu na duże zagrożenia środowiskowe w przemyśle podejmuje się szereg działań prawnych i technologicznych zabezpieczających środowisko. Fabryki podlegają monitoringowi i sprawozdawczości środowiskowej. Posiadają własne instalacje unieszkodliwiania zanieczyszczeń oraz oczyszczalnie ścieków. Specjalne służby kontrolują skuteczność zabezpieczeń i instalacji oczyszczających.



Rysunek 17

Wśród zanieczyszczeń przemysłowych znajdziemy detergenty, surfaktanty, toksyczne fenole, substancje ropopochodne, oleje i smary, barwniki węglowodory, substancje promieniotwórcze, zawiesiny, sole metali ciężkich, kwasy i zasady, żywice, kleje, rozpuszczalniki, cyjanki, zanieczyszczenia organiczne, a także wody zasolone i o podwyższonej temperaturze.

Słone wody poprzemysłowe oraz wody z kopalni zrzucane do rzek podnoszą ich zasolenie. Nadmierne zasolenie było jednym z czynników, które wywołały katastrofę ekologiczną w Odrze.

Zanieczyszczenie termiczne to zrzut wody o podwyższonej temperaturze w porównaniu do naturalnego otoczenia. Jest to na przykład zrzut do rzeki wody z układów chłodzenia elektrowni i elektrociepłowni. Podobnie wprowadzana do rzek ciepła woda z odwadniania kopalni jest zanieczyszczeniem termicznym. Zmienia ono warunki termiczne w rzekach.

Wpływ zasolenia i zanieczyszczenia termicznego nasila się przy niskim stanie wody w rzekach. W połączeniu z innymi źródłami zanieczyszczeń oraz zanieczyszczeniami od wielu lat obecnymi w korytarz rzek prowadzi to do niekorzystnych zmian w warunkach słodkowodnych ekosystemów, masowego wymierania

ryb i katastrof ekologicznych. Utrudnia również pobieranie i oczyszczanie wody na cele wodociągowe.

#### 4.2 Zanieczyszczenia rolnicze

Gospodarka rolnicza jest drugim co do wielkości konsumentem wody w Polsce. Uważane jest za największe zagrożenie i źródło zanieczyszczeń wód powierzchniowych i podziemnych. Związki pochodzące z rolnictwa powodujące zanieczyszczenie wody to związki azotu i fosforu, pestycydy oraz substancje ropopochodne.

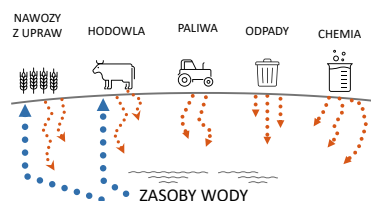
Źródła zanieczyszczeń wody w rolnictwie mają charakter punktowy i obszarowy. Punktowe to odcieki i wycieki z niezabezpieczonych lub nieszczelnych:

- składów nawozów i środków ochrony roślin,
- zbiorników gnojowicy i obornika,
- magazynów paliw, smarów,
- stanowisk mycia pojazdów rolniczych
- i innych.

Zanieczyszczenia obszarowe powstają, gdy wody opadowe spłukują z pól i unoszą ze sobą:

- nawozy,
- herbicydy,
- pestycydy,
- fungicydy
- substancje ropopochodne
- i inne

Wraz z płynącą z pól wodą trafiają one do cieków wodnych, rzek, jezior i wód podziemnych.



Rysunek 18

Równie poważnym źródłem zanieczyszczeń wody z rolnictwa jest niewłaściwa gospodarka odpadami rolniczymi. Chemizacja rolnictwa generuje duże ilości zanieczyszczonych opakowań, a powszechne stosowanie tworzyw sztucznych jest źródłem mikroplastiku. Pozostawione w środowisku pojemniki, sznurki, folie, worki czy agrowłókniny w wyniku działania promieni UV ulegają fotodegradacji i defragmentacji, rozpadają się na mikrocząstki plastiku trafiające bezpośrednio do wody i środowiska. Następnie do roślin, zwierząt i nas.

Dane statystyczne pokazują, że w Polsce to właśnie rolnictwo najpoważniej zagraża jakości wód podziemnych oraz powierzchniowych. Nie miasta i przemysł.

### 4.3 Zanieczyszczenia miejskie

Intensywny wpływ miast na środowisko i zasoby wodne koncentruje się na małym obszarze. Miasto generuje duże ilości różnych zanieczyszczeń, z wielu różnych źródeł. Zagroženiami dla czystości wód są zarówno ścieki bytowe i przemysłowe, jak i wody opadowe asymilujące zanieczyszczenia z powietrza oraz spłukujące je z powierzchni ulic.

W mieście źródłem zanieczyszczeń wód gruntowych i podziemnych są na przykład:

- olej silnikowy kapiący z naszego niesprawnego samochodu,
- wyrzucony na ziemię niedopałek papierosa czy foliowe opakowanie,
- nasze źle przechowywane odpady,
- nielegalne wysypiska śmieci,
- pozostawione odchody zwierząt domowych i ludzi,
- fragmenty plastiku i degradujące się tworzywa sztuczne,
- rozlane farby, lakiery, benzyny, detergenty, kosmetyki, lekarstwa czy środki ochrony roślin
- i inne.

Ogromnym zagrożeniem są nieszczelne szamba oraz instalacje kanalizacyjne nielegalnie podłączone do rowów melioracyjnych, strumieni czy kanalizacji burzowej. Niestety w miastach wciąż występują przypadki świadomych przestępstw ekologicznych, polegających na pozbywaniu się niebezpiecznych zanieczyszczeń ciekłych lub stałych w niewłaściwy sposób, najczęściej pod osłoną nocy.

Nie jesteśmy w stanie wymienić wszystkich miejskich źródeł i rodzajów zanieczyszczeń wody, ale wszystkie one trafiają do zasobów wodnych. Zasobów, z których miasta korzystają do zasilania wodociągów miejskich.

### 4.4 Zanieczyszczenia z naszych domów

Musimy zrozumieć, że zagrożeniem są nie tylko duże zakłady przemysłowe czy uprawy rolnicze. Zdarza się, że my szkodzimy środowisku nie zdając sobie z tego sprawy. Nasze codzienne czynności i wybory konsumenckie również odciskają ślad wodny i węglowy bezpośrednio lub pośrednio. Znajomość potencjalnych źródeł zanieczyszczeń pozwala unikać niepotrzebnego zanieczyszczenia i marnowania wody oraz wdrażać działania prewencyjne w naszym życiu.

Pomijając oczywiste przestępstwa ekologiczne polegające na wylewaniu nieczystości bezpośrednio do zbiorników czy cieków wodnych, istnieje wiele innych, nieoczywistych dróg przenikania zanieczyszczeń do zasobów wodnych związanych z nami. Oto kilka

przykładów z naszego najbliższego otoczenia – znając je, możemy je łatwo wyeliminować lub ograniczyć:

- Blaknące w praniu kolory ubrań i spierające się nadruki to nic innego, jak uwalniane w każdym praniu mikrołókna tworzyw sztucznych, cząsteczki chemicznych barwników oraz mikroplastik z nadruków i ozdób. Obciążają one oczyszczalnie ścieków i częściowo trafiają do środowiska. Wybierajmy ubrania z naturalnych materiałów, bez nadruków czy przyprasowywanek.
- Racjonalnie dozujmy środki piorące i myjące. Nadużywane trafiają w dużych ilościach do ścieków. Nie stosujmy ich również na dworze, szczególnie w pobliżu zbiorników wody. Fosforany i środki powierzchniowo czynne (surfaktanty) są szczególnie uciążliwe dla środowiska. Wybierajmy środki bazujące na naturalnych, biodegradowalnych substancjach.
- Brokat, sztuczny śnieg i inne drobnocząsteczkowe tworzywa sztuczne używane przez nas dla zabawy bardzo łatwo przenikają do środowiska. Porywane przez wiatr i wodę deszczową, rozdrabniane w środowisku, trafiają ostatecznie do zasobów wodnych jako mikroplastik.
- Produkty spalania paliw kopalnych oraz nielegalnie spalanych odpadów to źródła groźnych zanieczyszczeń emitowanych do powietrza, które asymilowane przez padający deszcz oraz spłukiwane trafiają do gleby, a następnie do zasobów wodnych zatruwając je głównie metalami ciężkimi i związkami rakotwórczymi.
- Nielegalne wysypiska śmieci są źródłem szczególnie niebezpiecznych zanieczyszczeń wody. Wyciekające lub wypłukiwane substancje nieznanego pochodzenia trafiają do obiegu wodnego, gdzie tworzą również nowe konglomeraty o toksycznych właściwościach. Pozostawione na słońcu opakowania z tworzyw sztucznych podlegają fotodegradacji uwalniając toksyczną zawartość oraz rozpadają się na mikroplastik.
- Transport samochodowy jest również znaczącym źródłem zanieczyszczeń wody. Nie tylko spaliny czy cząstki sadzy, ale również drobiny ścierających się opon, tarcz sprzęgłowych, okładzin hamulcowych oraz wyciekające płyny eksploatacyjne są rozpuszczane i unoszone przez wodę deszczową i spływają z dróg do środowiska wodnego.

- Nadmiar nadużywanych leków i używek, wydalane z naszych organizmów, są powszechnym antropogenicznym zanieczyszczeniem w komunalnych ściekach miejskich. Są one trudne do usunięcia w oczyszczalniach ścieków. Szczególnie groźne są antybiotyki, hormony i środki antykoncepcyjne uwolnione do środowiska.
- Traktowanie toalety jako śmietnika jest również szkodliwe i niebezpieczne dla środowiska. Spuszczone w toalecie niezużyte lekarstwa, stare chemikalia, farby, rozpuszczalniki czy substancje ropopochodne zagrażają skuteczności oczyszczania ścieków. Nieusunięte w oczyszczalni ścieków zatruwają środowisko wodne.
- Niewłaściwe obchodzenie się i wycieki ze źle przechowywanych substancji i związków chemicznych używanych w naszych domach czy na podwórkach – paliw, rozpuszczalników, farb, smarów, odmrażaczy i tak dalej. Źle użyte, celowo wylane lub wyciekające z opakowań trafiają bezpośrednio do środowiska i zasobów wodnych.
- Nadużywanie oraz źle przechowywanie nawozów i środków ochrony roślin to również zagrożenie. W mieście są one stosowane na terenach zielonych, w ogrodach, na działkach oraz na naszych balkonach i tarasach. Ich nadmiar spłukiwany jest z deszczem do zasobów wodnych, gdzie przyczyniają się do eutrofizacji, czyli szkodliwej dla środowiska żywności wód.
- Przedmioty ze słabej jakości tworzyw sztucznych, które szybko się degradują, zniszczone mrozem lub słońcem łuszczą się lub rozpadają na mniejsze kawałki. Uwalniają wtedy drobiny mikroplastiku. Każdy niepoddany selektywnej zbiórce odpadów plastik staje się z czasem mikroplastikiem. Wyrzucajmy tworzywa sztuczne do żółtego kubła.
- Kremy i kosmetyki, którymi smarujemy się latem, a następnie uwalniamy do wody podczas kąpieli w rzece, w jeziorze czy w morzu, to również obciążenie dla środowiska. Szczególnie trwałymi zanieczyszczeniami wody są kosmetyki z filtrami UV, które są niepodatne na rozkład w środowisku.
- Środki konserwujące oraz antykorozyjne zawierają bardzo trwałe substancje – taki jest ich cel. Uwolnione do środowiska wodnego, bezpośrednio czy z degradacją zabezpieczonych powierzchni, pozostają w nim na długie lata i wrócą do nas w wodzie.

#### 4.5 Jak my możemy pomóc już dziś

Mając świadomość emisji potencjalnych zanieczyszczeń wody w naszych domach, możemy nieznacznie zmieniając nasz styl życia, przyzwyczajenia konsumenckie czy rodzaj kupowanych produktów mocno odciążyć środowisko i zmniejszyć presję na zasoby wodne.

Gdy wszyscy połączymy nasze wysiłki, to zadziała efekt skali i wyniki będą naprawdę znaczące i zauważalne.

Ciąg dalszy w części drugiej filmu „Woda w mieście”.

Film składa się z dwóch części

## CZĘŚĆ 2

### 5 ZRÓWNOWAŻONE ZARZĄDZANIE WODĄ

Współczesna gospodarka wodna, czyli dostarczanie wody i oczyszczanie ścieków, pełni bardzo ważną rolę w gospodarce i ma duży wpływ na środowisko naturalne:

- eksploatuje naturalne zasoby wody,
- zużywa energię,
- generuje ścieki i inne zanieczyszczenia.

Aby ograniczyć ten negatywny wpływ dąży się do zrównoważonej gospodarki wodnej. Pozwala ona na zaspokajanie potrzeby trzech filarów zrównoważonego rozwoju: gospodarki, społeczeństwa i środowiska, bez szkody dla żadnego z nich, gwarantując im równy dostęp do czystej wody dziś i w przyszłości.

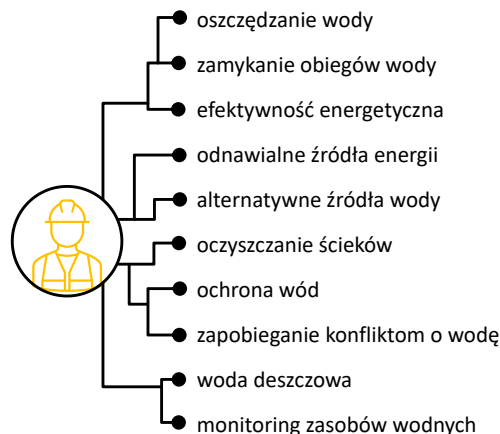


Rysunek 19

Aby zapewnić wszystkim stały dostęp do czystej wody, dziś i w przyszłości, realizuje się szereg działań w ramach Zrównoważonego Zarządzania Wodą. W uproszczeniu obejmuje ono:

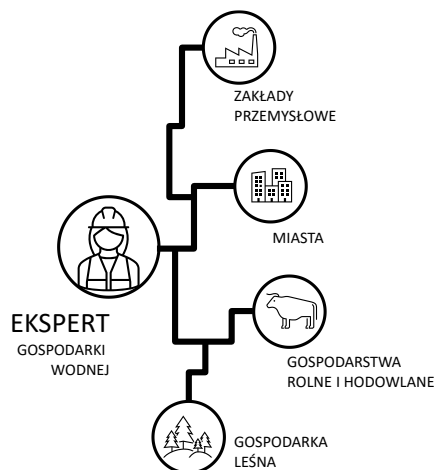
- oszczędzanie wody, ponieważ za każdym litrem zużytej, a co gorsza zmarnowanej wody wodociągowej stoi zużycie energii i emisja,
- przeciwdziałanie ubytkom i stratom wody, np. w nieszczelnych wodociągach,
- zamykanie obiegów wody i recykling wody,
- zwiększanie efektywności energetycznej procesów i urządzeń wodociagowych, aby ograniczyć energochłonność produkcji i dystrybucji wody oraz oczyszczania ścieków,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, które dostarczają energię elektryczną bez emisji zanieczyszczeń,
- poszukiwanie alternatywnych źródeł wody, źródeł bardziej opłacalnych energetycznie,
- ograniczenie ilości ścieków,

- skuteczne oczyszczanie ścieków,
- ochronę wód przed zanieczyszczeniem i nadmierną eksploatacją,
- zapobieganie konfliktom o wodę np. między przemysłem, rolnictwem a społeczeństwem,
- zarządzanie wodą deszczową,
- monitorowanie stanu zasobów wodnych,



Rysunek 20

Zrównoważonym zarządzaniem wodą zajmują się krajowi i międzynarodowi eksperci, inżynierowie, analitycy i menadżerowie. Realizowane jest ono w zakładach przemysłowych, gospodarstwach rolnych, obszarach leśnych i w miastach. Wykorzystują zaawansowane systemy komputerowe monitorowania, sterowania i modelowania systemów wodnych, często opartych o narzędzia sztucznej inteligencji.



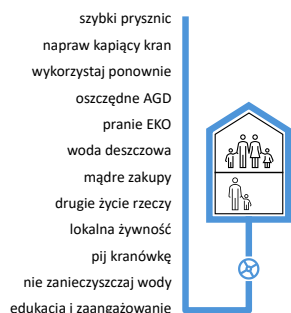
Rysunek 21

Również My wszyscy możemy i powinniśmy wdrażać zasady zrównoważonego zarządzania wodą w naszych domach, w naszym codziennym życiu. Niektóre są proste, inne wymagają zmiany naszych przyzwyczajeń i stylu życia.

## 5.1 Oszczędzanie wody w naszych domach

Wszyscy musimy oszczędzać wodę. Działania pojedynczych osób połączone w skali dzielnicy, miasta czy regionu dadzą naprawdę dużą zmianę. Wody wystarczy wtedy dla większej liczby osób i będzie ona dostępna w przyszłości. Już dziś możemy:

- ograniczyć zużycie wody do celów higienicznych wybierając szybki prysznic zamiast kąpieli w pełnej wannie oraz zakręcając wodę podczas mycia zębów,
- eliminować starty wody w instalacji wodociągowej naprawiając nieszczelne rury, ciekące spłuczki i kapiące krany,
- wykorzystywać ponownie raz pobraną wodę np. po myciu warzyw do podlewania kwiatów,
- stosować wodoszczędne baterie, słuchawki prysznicowe, spłuczki i urządzenia AGD,
- uruchamiać pralkę czy zmywarkę dopiero gdy się zapełni i to w trybie EKO,
- zbierać wodę deszczową do podlewania ogrodu zamiast wykorzystywać wodę wodociągową oraz stosować oszczędne nawadnianie kropelkowe,
- kupować tylko potrzebne rzeczy i wybierać produkty o niskim śladzie wodnym i węglowym, dawać drugie życie rzeczom używanym, eliminując ślad wodny konieczny do wytwarzania nowych,
- wybierać żywność produkowaną lokalnie i sezonowo oraz unikać marnowania jedzenia.
- zrezygnować z wody butelkowanej i pić wodę z kranu,
- unikać zanieczyszczania wody i środowiska przez złe przechowywanie środków chemicznych i substancji szkodliwych, złe składowanie odpadów i dzikie wysypiska,
- edukować się, nie wierzyć w eko-mity i eko-ściemy związane z wodą i środowiskiem, być wrażliwym i reagować na wszelkie zdarzenia zanieczyszczające wodę – zgłaszać każdą nieprawidłowość, wpadek lub przestępstwo ekologiczne.



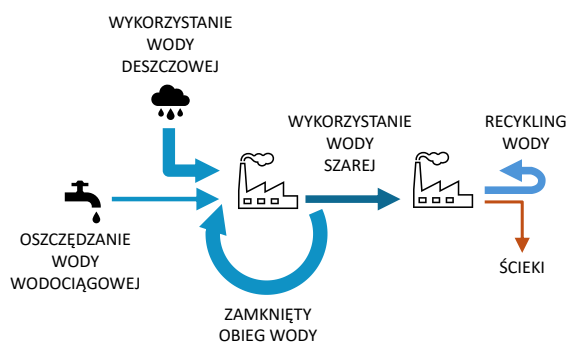
Rysunek 22

## 5.2 Oszczędzanie wody w przemyśle

Nie tylko my jesteśmy zobligowani do oszczędzania wody. Przemysł już od dawna oszczędza wodę. Ze względów prawnych, finansowych i technologicznych. To się po prostu opłaca.

- stosowane są procesy i urządzenia wodoszczędne,
- wykorzystuje się wodę deszczową zamiast wodociągowej,
- zamyka się obiegi wody w zakładzie,
- wykorzystuje się wodę szarą,
- odzyskuje się wodę w systemach recyklingu i odnowy wody,
- wodę z oczyszczonych ścieków poprocesowych wykorzystuje się w kolejnych procesach.

Stały monitoring i automatyzacja procesów umożliwiają szybkie wykrywanie i usuwanie start wody oraz zapewniają wysoką efektywność wykorzystania wody. Specjaliści przeprowadzają audyty wodne, podczas których oceniane jest gospodarowanie wodą w przedsiębiorstwie.



Rysunek 23

Żaden zakład nie pracuje dziś na tak zwanym otwartym obiegu wody – nie pobiera wciąż nowej wody i nie zrzuca ogromnych ilości ścieków. Dzięki zaawansowanej technologii potrafimy zamykać obieg wody w procesach czy zakładach przemysłowych. Raz pobrana woda krąży w obiegu zamkniętym. Wszystkie zanieczyszczenia usuwane są w lokalnej oczyszczalni, a woda ponownie wraca do obiegu. Możliwe jest również wykorzystanie tzw. wody szarej. Nie każdy proces przemysłowy wymaga wody najwyższej jakości. Możemy ścieki z pierwszego procesu, wodę szarą, wykorzystać w kolejnym procesie. Dajemy wodzie drugie życie.

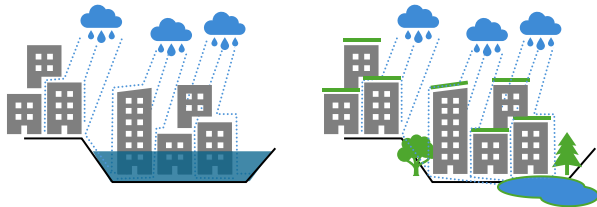
## 5.3 Zmiana klimatu

Postępująca zmiana klimatu dodała jeszcze jeden obszar zadań związanych z zarządzaniem wodami obejmujący adaptację do obecnych i przewidywanych warunków klimatycznych. Celem jest zwiększenie odporności miast na zmiany w zasobach wodnych.

Miasta muszą przygotować się na długie, bezdeszczowe okresy suszy, wysokie temperatury oraz intensywne, ulewne deszcze przewidywane scenariuszami klimatycznej przyszłości.

Przykładowo brak przygotowania na długotrwałe występujące susze i upały doprowadzi do obniżenia poziomu wody w ujęciach. Zmalaże ilość dostępnej dla miasta wody i pogorszy się jej jakość, ponieważ wzrośnie stężenie zanieczyszczeń. Konsekwencją tego będzie kryzys wodny.

Intensywne opady deszczu są dla miast zarówno zagrożeniem jak i szansą. W przypadku aglomeracji „nieprzygotowanych” wywołują one podtopienia i powodzie zagrażające życiu i powodujące wymierne straty w infrastrukturze i gospodarce oraz zagrożenie zdrowia i życia ludzi. W aglomeracjach „przygotowanych” woda deszczowa będzie dodatkowym źródłem wody. Specjalnie przygotowane rozwiązania w infrastrukturze miejskiej będą w stanie zatrzymać, przechować i wykorzystać ją w okresie suszy, odciążając konwencjonalne źródła wody.



Rysunek 24

Służą temu rozwiązania błękitnej i zielonej infrastruktury, a celem jest tzw. „miasto gąbka”. Promowane są rozwiązania wzorowane na naturze, np. naturalna i mała retencja. Pozwala ona przejść i zatrzymać wodę deszczową blisko tego miejsca. Umożliwić jej efektywną infiltrację, czyli wsiąkanie, zwiększając zasoby wód podziemnych.

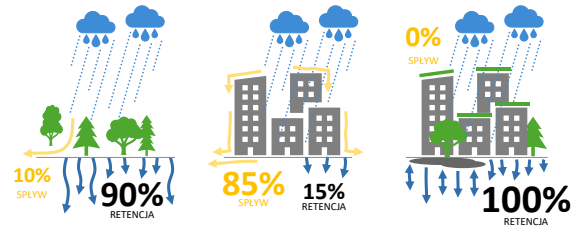
## 6 WODA DESZCZOWA W MIEŚCIE

Woda deszczowa to ważny element zrównoważonej gospodarki wodnej, również w miastach. Wraz z rozwojem miast, wywołaliśmy zmianę w naturalnym obiegu wody na terenie miast. Zmieniało się również nasze podejście do wód deszczowych w miastach. Ponownie przyjrzyjmy się historii naszego podejścia do wody deszczowej w mieście. Jak z przykryj uciążliwości zamieniła się w cenny skarb.

Przed powstaniem osad ludzkich woda z padającego deszczu i topniejącego śniegu w znacznej mierze wsiąkała do gruntu, zasilając lokalne zasoby wodne, a częściowo spływała powierzchniowo do rzek, jezior i mórz. Następnie odparowywała, skraplała się

w atmosferze i ponownie spadała jako deszcz. Ten naturalny cykl wodny znacząco z geografii.

Postępująca urbanizacja, czyli zabudowanie budynkami oraz uszczelnienie powierzchni chodników, ulic i placów, zakłóciła naturalny przepływ wody deszczowej. Woda deszczowa w miastach trafiała na nieprzepuszczalne dla niej powierzchnie dachów, ulic i chodników. Również naga, ubita ziemia w mieście, utwardzona suszą i kołami samochodów, jest nieprzepuszczalna dla wody. Nie mogąc wsiąkać w grunt woda deszczowa zalewała posesje i domy, wymywając i rozprzestrzeniając zanieczyszczenia.



Rysunek 25

Dawni inżynierowie zaczęli więc budować systemy kanałów, za pomocą których chcieli jak najszybciej zebrać i pozbyć się deszczówki z miasta. Tak oto odcięliśmy drogę uzupełniania i regeneracji podziemnych zasobów wody na obszarze miasta. Szybko pojawiła się susza miejska doskwierająca roślinności i mieszkańcom. Potęgowała ona również efekt miejskiej wyspy ciepła, czyli przegrzewania się miasta latem.

Raz na jakiś czas nad miastem pojawiał się ulewny deszcz, który przekraczał możliwości systemu odprowadzania wody. Deszcz ponownie zalewał miasta, wymywając i roznosząc zanieczyszczenia, niosąc zagrożenie dla życia i mienia oraz zakłócając działanie miasta. Mimo starań inżynierów, takie sytuacje widzimy również dziś.

Betonowanie miast, urbanizacja kolejnych terenów oraz zmiana klimatu niosąca ekstremalne zjawiska pogodowe zaostrzają ryzyko powodzi miejskich, susz i problemów z dostępem do czystej wody. Sztab specjalistów przeanalizował dane i określił powiązania między miastem, a wodą. Na tej podstawie inżynierowie wraz z naukowcami zaproponowali zupełnie inne rozwiązanie gospodarowania wodą w mieście.

Obecnie jako inżynierowie patrzymy na wodę deszczową inaczej. Szerzej. Postrzegamy ją jako ogromny zasób wody, który lokalnie zagospodarowany pomoże w redukcji niedoborów wody. To alternatywne źródło wody, które można wykorzystywać zamiast wody z wodociągów.

Gospodarowanie wodami deszczowymi obejmuje dwa podstawowe kierunki:

- lokalną retencję, czyli zatrzymanie i wsiąkanie wody w grunt,
- oraz wykorzystanie wód opadowych na nasze potrzeby.

W miastach bardzo dobre rezultaty w lokalnej retencji osiąga się stosując rozwiązania oparte na naturze (*ang. Nature Based Solutions – NBS*). Wykorzystują one występujące w przyrodzie procesy:

- infiltracji,
- zatrzymywania wody i jej retencji,
- opóźnienia odpływu wody,
- chwilowego przechwytywania wody,
- ewapotranspiracji
- oraz oczyszczania wód.

Zbiorczo rozwiązania inżynierskie realizujące te zadania nazywane są błękitno-zieloną infrastrukturą. Są to elementy krajobrazu miejskiego jak:

- rowy infiltracyjne,
- zielone przystanki,
- zielone dachy i ściany budynków,
- ogrody deszczowe,
- zbiorniki otwarte,
- stawy retencyjne
- czy nawierzchnie przepuszczalne.

Wszystkie te rozwiązania zatrzymują wodę opadową na miejscu, odciążając tradycyjny system odprowadzania wód deszczowych w mieście. Błękitno-zielona infrastruktura obniża ryzyko podtopień czy powodzi miejskich. Wspomaga odnowienie gruntowych zasobów wody w mieście.

Rozwiązania zagospodarowania wody deszczowej, oparte o błękitną i zieloną infrastrukturę, są już wdrażane w naszych miastach. We Wrocławiu widoczne są już w ponad 200 miejscach w przestrzeni publicznej. Odgrody deszczowe zobaczycie przy Urzędzie Miejskim, na placach w centrum miasta, na miejskich podwórkach oraz wzdłuż wrocławskich rzek jak np. na Promenadzie Oławskiej.

Miasto, które potrafi zatrzymać i wykorzystać całą wodę deszczową to tak zwane „miasto gąbka”. W takim mieście ryzyko powodzi i przelewów burzowych zredukowane jest do minimum. Zapewnione jest nawadnianie wodą opadową w gorące lata.

Rozwiązania inżynierskie błękitnej i zielonej infrastruktury wspomagają zachowanie i regenerację zasobów miejscowych wody. Jest to miasto odporne na

zmianę klimatu. Pełne zieleni i otwartych zbiorników wodnych, co niweluje efekt miejskiej wyspy ciepła. Jest to miasto komfortowe dla jego mieszkańców. Ludzi, roślin i zwierząt.

## 7 ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA WODY

Kolejnym sposobem walki z kryzysem wodnym jest pozyskiwanie wody z alternatywnych źródeł. Innych niż wykorzystywane obecnie wody podziemne i powierzchniowe. Alternatywnymi źródłami wody dla przemysłu, rolnictwa i miast mogą być:

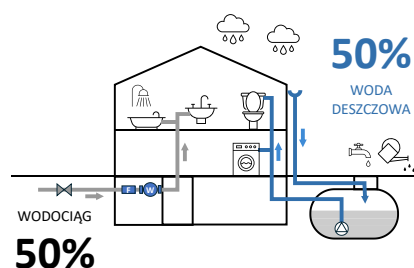
- woda z opadów atmosferycznych – woda deszczowa,
- ponowne wykorzystanie wody – recykling lub odnowa wody i zamykanie obiegów wody,
- odsalanie wody – wody morskiej lub słonawej.

### 7.1 Woda deszczowa

Woda deszczowa to ogólnodostępne źródło wody zarówno w miastach jak i poza nimi. Dla racjonalnego wykorzystania wody deszczowej konieczne są specjalne instalacje do jej zbierania w okresach opadów i jej magazynowania dla wykorzystania w okresach suchych. Deszczówkę zbiera się z dachów i innych utwardzonych powierzchni, oczyszcza wstępnie w filtrach i przechowuje w zamkniętych zbiornikach chroniących ją przed wtórnym zanieczyszczeniem.

Sama woda deszczowa nie jest wolna od zanieczyszczeń i zależnie od celu w jakim ma być wykorzystana wymaga oczyszczania lub nie. Nieoczyszczona woda deszczowa nadaje się na przykład do:

- podlewania małych i dużych upraw roślinnych,
- pojenia zwierząt,
- niespożywczych procesów przemysłowych,
- do sprzątania
- do spłukiwania toalet itp.



Rysunek 26

W naszych domach jednorodzinnych wodą deszczową możemy zastąpić ponad połowę normalnie

zużywanej wody wodociągowej. To duża korzyść ekonomiczna i ekologiczna.

W miastach budowane są systemy wykorzystania wody deszczowej dla wielu odbiorców, często łączone z układami retencji wody deszczowej.

W przemyśle woda deszczowa może nawet całkowicie zastąpić wodę pobieraną z miejskiego wodociągu.

## 7.2 Odnowa wody

Drugim alternatywnym źródłem wody jest odnowa wody. Odnowiona woda to woda odzyskana z oczyszczonych ścieków, gdzie wieloetapowe procesy oczyszczania i dezynfekcji przywracają jej cechy i właściwości wody użytkowej. Dzięki innowacjom i zaawansowanej technologii potrafimy produkować wodę z odpadów produkcji spożywczej czy pozostałości po procesach przemysłowych. Na razie są to jednak procesy bardzo energochłonne.

## 7.3 Zamykanie obiegu wody

Kolejnym rozwiązaniem jest zamykanie obiegu wody. Zamiast pobierać wciąż nową wodę, zużywać ją i rzucać ścieki możemy wielokrotnie wykorzystywać raz pobraną wodę zamykając jej obieg. To bardzo ekologiczne i ekonomiczne rozwiązanie. Rozwiązanie to jest już szeroko stosowane w niespożywczych zakładach przemysłowych, gdzie woda zanieczyszczona w procesie produkcji jest oczyszczana i ponownie wraca do użytku w procesie.

Technologie zamykania obiegu wody wkraczają też do miejskiej gospodarki wodą, szczególnie w regionach borykających się z deficytem słodkiej wody. Modelowe rozwiązanie działa w Singapurze, gdzie efektywnie oczyszczone ścieki, po procesie odnowy wody, zwracane są do sieci wodociągowej.

## 7.4 Drugie życie wody

Aby oszczędzać wodę możemy też dać jej drugie życie. Polega on na szeregowym używaniu tej samej wody w kolejnych procesach. Niezanieczyszczone fekaliami ścieki z wody zużytej w pierwszym procesie, nazywane wodą szarą, są zdadne do użytku w kolejnym, mniej wymagającym procesie, a po nim w kolejnym i kolejnym. W porównaniu do pobierania za każdym razem czystej wody wodociągowej jest to rozwiązanie oszczędzające wodę, energię i pieniądze.

W naszych domach drugie życie wodzie możemy na przykład dać wodzie po myciu rąk czy prysznicu, którą możemy wykorzystać drugi raz do spłukania toalety zamiast czystej wody z wodociągu. Podobnie woda po myciu warzyw nadaje się do podlewania roślin.

Analogiczne rozwiązania stosuje się w przemyśle, w rolnictwie i wielu innych gałęziach gospodarki. W Polsce pracuje już wiele systemów, w których zakład przemysłowy wykorzystuje oczyszczone ścieki miejskie zamiast wody wodociągowej.

## 7.5 Odsalanie wody

Technologia umożliwi nam również produkcję słodkiej wody przez odsalanie wody morskiej i wody słonawej, powierzchniowej lub gruntowej. Odsalanie wody wymaga znacznych nakładów energetycznych, lecz jest procesem wydajnym, mogącym zaspokajać potrzeby całych miast i regionów. Odsalarnie wody pracują już w wielu krajach, dostarczając wodę nawet do miast oddalonych od morza. Odsalanie jest również metodą uzyskiwania słodkiej wody na statkach dalekomorskich.

## 7.6 Skraplanie mgły

Kolejnym przykładem alternatywnych źródeł słodkiej wody są skraplanie wilgoci powietrza i mgły oraz gromadzenie rosy. Może to być pasywny, naturalny proces lub maszynowo wymuszona kondensacja wilgoci przez schłodzenie powietrza do temperatury, w której zachodzi kondensacja. Proces naturalny wymagana dużych powierzchni zbierania wilgoci, aby zaspokoić potrzeby wielu odbiorców wody. W ten sposób w słodką wodę zaopatrywani są na przykład mieszkańcy wyspy Madera, gdzie woda zbierana jest z wielkich obszarów chronionych.

Pozyskiwana alternatywnie woda nie musi zawsze być jakości wody do picia. Woda niższej jakości służy do mniej wymagających procesów przemysłowych, do nawadniania upraw rolniczych czy utrzymania czystości obiektów i powierzchni różnego przeznaczenia. Z powodzeniem zastępuje czystą, uzdatnioną wodę wodociągową.

# 8 WODA W KOSMOSIE

Zrównoważone zarządzanie wodą potrzebne jest również poza naszą planetą. Przebywanie na stacjach kosmicznych, długie podróże międzyplanetarne czy kolonizacja innych planet wymagają tworzenia zamkniętych mikro obiegu wody, ścieków i substancji odżywczych w odizolowanych warunkach pozaziemskich. Jak w soczewce skupiają się tam wszystkie wyzwania, zagrożenia i zależności złożonego systemu wodnego.

Stajemy również przed nowymi wyzwaniami. Z uwagi na brak grawitacji lub mikrogravitację nie możemy wprost wykorzystać rozwiązań oczyszczania wody czy ścieków stosowanych na Ziemi.

W statkach kosmicznych i habitatach pozaziemskich zasoby wodne są ekstremalnie ograniczone – ze względu na ograniczenie masy transportowanych obiektów, niezwykle trudne jest zabranie z Ziemi zapasu wody pozwalającego przetrwać długą podróż czy pobyt na innych planetach np. w celach badawczych. Z tych względów wraz z innymi naukowcami poszukujemy wody dla misji pozaziemskich „na miejscu” – to jest w przestrzeni kosmicznej, na innych planetach. Następnie opracowujemy technologię i urządzenia do jej pozyskiwania i uzdatniania.

## 9 PRAWO OCHRONY WODY

Jak istotnym elementem bezpieczeństwa i gospodarki kraju jest dostęp do czystej wody oraz ochrona zasobów wodnych niech świadczą zapisy w podstawowych aktach prawnych. W Polsce przepisy dotyczące wody pitnej oraz ochrony zasobów regulują:

- Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków,
- Ustawa Prawo Wodne,
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie wymagań dotyczących jakości wody,
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi
- oraz Ramowa Dyrektywa Wodna Parlamentu Europejskiego i Rady.

Za krajową gospodarkę wodną odpowiada specjalny organ administracji wodnej Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.

Polskie i europejskie prawo reguluje ponadto zasady gospodarowania wodami i ochrony zasobów wodnych, wymaga zasad zrównoważonego rozwoju. Prawo ustala również zasady ochrony ujęcia wody, na przykład strefami ochronnymi jako elementów strategicznych.

Krajowe i międzynarodowe akty prawne określają wymagania i standardy jakości wody, aby była ona bezpieczna dla użytkowników. Wskazują również działania, które muszą być podjęte, aby chronić narodowe i transgraniczne zasoby wodne, powstrzymać pogarszanie się stanu wód oraz przywrócić dobry stan wód w Unii Europejskiej, z uwzględnieniem procesów adaptacji do zmian klimatu.

Kompleksowy plan działań zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi w Unii Europejskiej zawierają postanowienia Zielonego Ładu i Błękitnego Ładu (Niebieskiego Ładu). Celem jest

powstrzymanie i rozwiązanie rosnących problemów z dostępnością i jakością wody w Europie.

Zadania i cele objęte Błękitnym Ładem to:

- walka z ubóstwem wodnym,
- rozwój zrównoważonej infrastruktury wodnej,
- ekonomia związana z gospodarką wodną,
- technologie oszczędzające wodę,
- zrównoważona gospodarka wodna,
- adaptacja i walka z kryzysem klimatycznym
- oraz efektywne wykorzystywanie wody.

Bezpieczeństwo publiczne, znaczenie wody dla gospodarki i zapisy prawa wymagają stałego monitoringu zasobów wodnych. Wykonują go specjaliści z inspektoratów ochrony środowiska. Prowadzony jest monitoring wód powierzchniowych i podziemnych. Celem jest pozyskanie informacji o stanie wód oraz wykrywanie zagrożeń. Jest to ważny element systemu ochrony wody oraz bezpieczeństwa publicznego.

Gospodarowanie wodą obejmuje również ocenę i zarządzanie ryzykiem zaopatrzenia w wodę. Uwzględni ona nie tylko aktualny stan, lecz także określa tendencje i scenariusze przyszłości, co w dobie zmian klimatu nabiera dużego znaczenia. Specjaliści inżynierowi i analitycy na podstawie wielu danych określają co może wydarzyć się w przyszłości, przyczynić się do degradacji zasobów wód naturalnych, oceniają zagrożenia wynikające z presji antropogenicznych, ognisk zanieczyszczeń oraz zubożenia zasobów wód.

W celu poprawy stanu zasobów i gospodarki wodnej w Polsce wprowadzane są:

- Miejskie Plany Adaptacji do Zmian Klimatu,
- Plany Przeciwdziałania Skutkom Suszy,
- Plany Gospodarowania Wodami,
- Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym
- oraz Plany Utrzymania Wód.

Właściwe ministerstwa opracowują i realizują również projekty dotyczące programu inwestycyjnego w zakresie poprawy jakości i ograniczenia strat wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi czy adaptacji sektora wodociągowego do zmian klimatu.

Każde działanie związane z wodą wymaga uzgodnień i pozwoleń, które zagwarantują ochronę wspólnych zasobów wody. Budowane i istniejące lub modernizowane obiekty budowlane muszą spełniać rygorystyczne wymagania prawne w zakresie oceny wpływu na środowisko, w tym oddziaływania na ilość i jakość zasobów wodnych na danym terenie. Każda inwestycja, droga, autostrada, centra logistyczne, fabryki i osiedla mieszkalne, wymaga analiz i uzgodnień wodnoprawnych.



Rysunek 27

Uprawnieni inżynierowie wykonują dla inwestycji dokumentację wodnoprawną zawierającą technologie i rozwiązania zaopatrzenia w wodę, odprowadzania ścieków i zagospodarowania wody deszczowej. Na tej podstawie organy prawne wydają zgodę wodnoprawną i wydawane jest pozwolenie na budowę. Proces wznoszenia obiektu również podlega nadzorowi pod kątem ryzyka zanieczyszczenia lub niekorzystnego przekształcenia zasobów wodnych. Już podczas funkcjonowania podmiotu jest on okresowo kontrolowany oraz podlega sprawozdawczości prowadzonej gospodarki wodnej, zanieczyszczeń i oceny ryzyka przez wykwalifikowaną kadrę inżynierów środowiska. Jeżeli spełnia postanowienia prawa, to zgoda wodnoprawna jest okresowo odnawiana.

Takie narzędzia prawne umożliwiają Państwu Polskiemu w usystematyzowany sposób zarządzać całym skomplikowanym systemem wód powierzchniowych i podziemnych, jednocześnie zapewniając każdemu konstytucyjne prawo dostępu do wody.

Każda inwestycja podlega ocenie oraz systemowi uzgodnień i pozwoleń wodnoprawnych. Sprawia to, że na rynku wzrasta zapotrzebowanie na specjalistów „wodnych”. Zarówno ze strony inwestora, jak i ze strony organów kontrolujących. Ich zadaniem jest skutecznie przygotowanie wodnej strony procesu inwestycyjnego przez właściwe rozwiązania technologiczne, systemy, instalacje czy zbiorniki. Doglądają oni realizacji przedsięwzięć budowlanych i przemysłowych pod kątem spełnienia wymagań stawianych przez prawo wodne i zasad zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi.

Wymagania prawne oraz związane z nimi obowiązki i mechanizmy tworzą obszar zatrudnienia specjalistów wielu branż i kierunków technicznych. Inżynierowie inżynierii środowiska, hydrologi, analitycy, informatycy, menadżerowie, prawnicy, specjaliści bezpieczeństwa oraz finansów publicznych i europejskich wspólnym wysiłkiem realizują odpowiedzialne zadania zrównoważonej gospodarki wodnej. Ogromne fundusze krajowe i europejskie kierowane są realizacją celów polityki klimatycznej i wodnej.

## 10 CO MOŻEMY ZROBIĆ

Obok regulacji administracyjno-prawnych oraz mechanizmów finansowych bardzo skutecznym narzędziem ochrony zasobów wód przed zanieczyszczeniem jest edukacja użytkowników, czyli nas. Warto czytać i się dokształcać, aby świadomie pomagać chronić i odtwarzać zasoby wodne. Nie ulegając mitom, modom czy eko-ściemom, czyli greenwashingowi. Można wybrać kierunek edukacji i przyszłej kariery zawodowej związany z gospodarką wodną. Woda wciąż będzie nam niezbędna. Do życia, do produkcji, do upraw rolniczych.

Zanieczyszczenia wód są jednym z największych zagrożeń ekologicznych w XXI w. Nasz codzienny dostęp do bieżącej, czystej wody pokazuje jak wiele już zostało zrobione. Jednak jest jeszcze wiele do zrobienia. Wciąż pojawiają się nowe zagrożenia oraz musimy sobie poradzić z zanieczyszczeniami już obecnymi w środowisku i wodzie. Wspólnie musimy zrobić wszystko, aby woda nie stała się dobrem deficytowym.

Jako inżynierowie wciąż tworzymy zrównoważone rozwiązania dla problemów wodnych w miastach i nie tylko. Wyzwaniem są stały rozwój miast i stale zmieniający się klimat. Pracujemy tak, aby nasze rozwiązania zaspokajały nie tylko bieżące potrzeby, ale również spełniały swoje zadania w przyszłości, uodparniając miasta na zmiany klimatu i trudności w zaopatrzeniu w wodę. Budujemy odporność miast na zmiany klimatu, gwarantujemy dostęp do czystej wody i zapewniamy bezpieczeństwo sanitarne.

W obliczu skończonych zasobów wody wdramy oszczędzanie i recykling wody. Wykorzystujemy alternatywne źródła wody. Zamiast walczyć z wodą deszczową inteligentnymi rozwiązaniami inżynierskimi zatrzymujemy ją w mieście, wykorzystujemy do różnych celów oraz zwracamy do zasobów podziemnych.

Zapraszamy do wspólnej pracy, dziś i w przyszłości, nad ochroną i odnową zasobów wody dla nas wszystkich dziś i w przyszłości.

Powyższe materiały można wykorzystywać w celach edukacyjnych bez ograniczeń, lecz ze wskazaniem źródła: nazw: Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, NFOŚiGW oraz WFOŚiGW Wrocław.

Wszystkie grafiki umieszczone w tekście są dostępne w pliku PowerPointa (pptx).

Wszystkie materiały edukacyjne są do pobrania bez opłat ze strony internetowej Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej:

[wis.pwr.edu.pl](http://wis.pwr.edu.pl)

<https://wis.pwr.edu.pl/wspolpraca/oferta-edukacyjna/filmy-edukacyjne>