

Film 1: „Zrównoważony Rozwój”

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 1B: Opis treści filmu



Politechnika
Wrocławska

Wydział Inżynierii Środowiska

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.

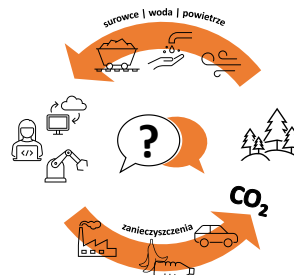


Spis treści

1 WSTĘP.....	2
2 GOSPODARKA SUROWCAMI	3
2.1 Zamknięty obieg surowców	3
2.2 Ograniczanie zapotrzebowania na surowce.....	4
2.3 Zastępowanie lepszymi produktami	4
2.4 Gospodarka o Obiegu Zamkniętym	4
2.4.1 Elektroodpady	4
2.4.2 Biodpady	4
3 GOSPODARKA WODNA	5
3.1 Liniowy (otwarty) obieg wody	5
3.2 Działania w kierunku Zrównoważonego Rozwoju.....	5
3.3 Oszczędzanie wody.....	5
3.4 Oszczędzanie przez zastępowanie	5
3.5 Odzysk wody szarej.....	6
3.6 Zamknięty obieg wody	6
3.7 Zamknięty obieg wody w myjni samochodowej	6
3.8 Obieg wody w basenach	7
3.9 Podsumowanie	7
4 GOSPODARKA ENERGETYCZNA.....	7
4.1 Emisja i model liniowy	7
4.2 Cztery drogi do efektywności	7
4.3 Ograniczanie zapotrzebowania	8
4.4 Ciepło z OZE.....	8
4.5 Pompy Ciepła	8
4.6 Budynki plus energetyczne	8
4.7 Ciepło odpadowe	8
4.8 Systemy hybrydowe	8
4.9 Wodór.....	9
4.10 Międzysektorowe przesyłanie energii	9
4.11 Konsument i digital twin	9
4.12 Podsumowanie	9
5 ZAKOŃCZENIE	9

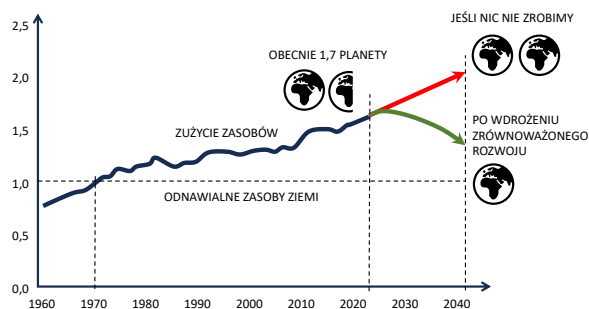
1 WSTĘP

Świat nie stoi w miejscu, rozwija się i zmienia na naszych oczach, a my wszyscy doświadczamy jednocześnie osiągnięć i kosztów tego rozwoju. Doświadczą ich również przyszłe pokolenia. Od początków naszej cywilizacji czerpaliśmy ze środowiska cenne surowce, czystą wodę i energię, a w zamian emitowaliśmy spaliny, ścieki i odpady. To nie jest uczciwy i zrównoważony układ. Dziś zdajemy sobie sprawę ze szkód wywołanych eksploatacją zasobów środowiska ponad jego możliwości.



Rysunek 1

Rozpoczęliśmy działania zaradcze, aby monitorować, zatrzymać, a nawet cofnąć te niekorzystne zmiany. Dane historyczne pokazują, że w latach 70-tych XX wieku przekroczyliśmy krytyczny próg, kiedy to system naturalny Ziemi był w stanie zaspokajać nasze potrzeby i absorbować emitowane zanieczyszczenia. Wciąż rosnące wydobycie, konsumpcja i emisje przewyższyły to, co planeta może odtwarzać. Obecnie w ciągu roku zużywamy zasoby naturalne odpowiadające 1,7 naszej planety. Oznacza to, że zużywamy o 70% zasobów więcej niż Ziemia jest w stanie zregenerować. To tak jakbyśmy w domu mieli więcej wydatków niż dochodów.

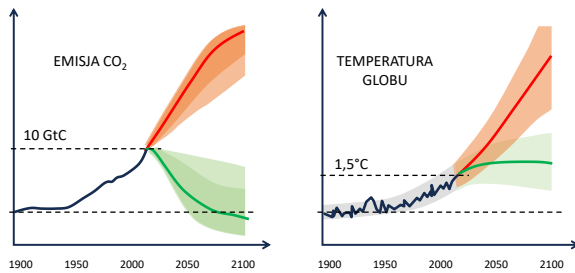


Rysunek 2

Opracowane przez ekspertów zajmujących się środowiskiem i rozwojem gospodarczym dane historyczne już na pierwszy rzut oka ukazują związek antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych i wzrostu średniej temperatury naszego globu wskutek zmian klimatu. Jesteśmy na niekorzystnej krzywej wznoszącej.



Potrąfimy także modelować scenariusze przyszłości i wiemy co się stanie, jeśli niczego nie zmienimy. Symulacje wskazują, że przy obecnym rozwoju technologii jesteśmy w stanie zatrzymać, a nawet cofnąć niekorzystne zmiany w środowisku.



Rysunek 3

Jak to osiągnąć? Zmiana klimatu jest zjawiskiem globalnym, a zanieczyszczenia nie respektują granic państwowych. Wspólnota międzynarodowa opracowała Globalny Plan Naprawczy, którego cele są realizowane poprzez Zrównoważony Rozwój.

Plan stawia cele poprawy w wielu aspektach, które możemy umownie przyporządkować do trzech obszarów:

1. Rozwój gospodarczy.
2. Stan środowiska.
3. Jakość życia społeczeństwa.



Rysunek 4

Te trzy obszary łączą wzajemne zależności:

1. Sposób rozwoju gospodarczego wpływa na stan środowiska i jakość naszego życia – np. rosnąca emisja zanieczyszczeń z przemysłu, w zamian za dostęp do dóbr konsumpcyjnych.
2. Stan środowiska wpływa na rozwój gospodarczy i jakość naszego życia – np. dostęp do czystej wody wpływa na koszty produkcji w fabrykach oraz na warunki życia mieszkańców miast.
3. Jakość i styl naszego życia kształtują potrzeby gospodarcze i wpływają na środowisko – np. nadmierny konsumpcjonizm napędza produkcję, ale jednocześnie strumień odpadów.

W myśl idei Zrównoważonego Rozwoju wszystkie obszary mają rozwijać się jednocześnie, bez szkody czy kosztem któregośkolwiek z nich.

Aby przybliżyć ideę i sposoby realizacji celów Zrównoważonego Rozwoju przybliżyć wybraliśmy po kilka przykładów zrównoważonej gospodarki związane z surowcami, wodą i energią.

2 GOSPODARKA SUROWCAMI

Dostęp do surowców kształtował kolejne epoki wynalazków i technologii naszej cywilizacji. Do dziś wykorzystujemy nieodnawialne zasoby surowców mineralnych pozyskiwanych ze środowiska. Intensywnie eksploatowane zasoby nie odnowią się w krótkim czasie.

Nieodnawialność zasobów i antropogeniczna presja na środowisko charakteryzują gospodarkę surowcami modelu liniowego. Wydobuty surowiec jest transportowany do fabryk, gdzie wytwarzane są produkty, które użytkujemy, aż do momentu ich wyrzucenia jako odpadu. Aby je zastąpić nowymi znów wydobywamy, transportujemy, wytwarzamy, użytkujemy i wyrzucamy. Cierpi środowisko, rozwój gospodarczy oraz społeczeństwo.



Rysunek 5

Rozwiązaniem jest Zrównoważony Rozwój. Możemy wskazać trzy podstawowe drogi osiągnięcia Zrównoważonego Rozwoju w gospodarce surowcami:

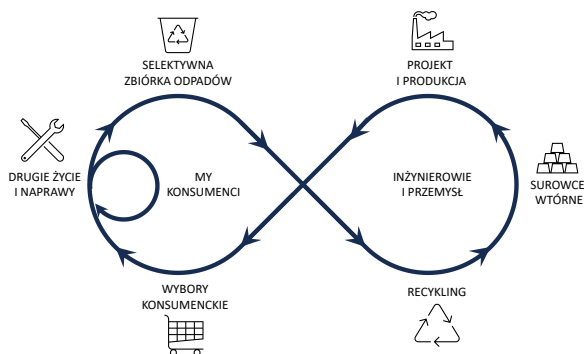
1. Zamykanie obiegu surowców przez wdrażanie Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.
2. Ograniczanie zapotrzebowania na surowce.
3. Zastępowanie obecnie wykorzystywanych surowców lepszymi produktami.

2.1 Zamknięty obieg surowców

W zamkniętym obiegu surowców zamiast wydobywać wciąż nowe, wykorzystujemy surowce, które już kiedyś pozyskałimy. W obiegu zamkniętym fabryki wytwarzają produkty, które następnie my kupujemy i użytkujemy, a po pewnym czasie rezygnujemy z ich użytkowania i je wyrzucamy. W zrównoważonej gospodarce są one źródłem cennych surowców wtórnych. Są one odzyskiwane w procesie recyklingu. Następnie kierowane są do fabryk jako surowce wtórne. Obieg został zamknięty.

Zamknięty obieg zawiera dwa obszary działań i odpowiedzialności: konsumenta, czyli Was i mnie, oraz producenta. Nasze wybory konsumenckie kształtują strumień wytwarzanych produktów

i generowanych odpadów. To przecież my decydujemy czy potrzebujemy nowej rzeczy. Czy kupić coś jednorazowego czy trwałego, do wielokrotnego użytku. Czy kupić nową rzecz czy oddać starą do naprawy. Czy dać rzeczom drugie życie sprzedając lub przekazując dalej.



Rysunek 6

W obszarze producenta, dzięki innowacjom inżynierów środowiska i specjalistów od wdrażania modelu gospodarki o obiegu zamkniętym, technologie przemysłowego odzysku surowców ze strumienia odpadów dostarczają fabrykom cennych surowców wtórnych, w tym krytycznych.

2.2 Ograniczanie zapotrzebowania na surowce

Sposobem ograniczania zapotrzebowania surowców jest opracowywanie coraz lepszych wersji produktów, które w stosunku do swoich poprzedników są zasobooszczędne w produkcji, energooszczędne w użytkowaniu i łatwiejsze w recyklingu, mają mniejszy wpływ na środowisko i wspierają innowacyjną gospodarkę. Są to ulepszenia, które wpisują się w Zrównoważony Rozwój i co ważne ułatwiają nam życie, a nie utrudniają. Przykładem mogą być ogniwa akumulatorowe zamiast baterii jednorazowych.

2.3 Zastępowanie lepszymi produktami

Zastępowanie lepszymi produktami zilustrujemy również przykładem akumulatorów samochodowych. Wcześniej powszechnie wykorzystywane akumulatory kwasowo-ołowiowe zastąpiono ogniwami litowo-jonowymi. Zmiana ta wydłużyła żywotność akumulatorów, co przełożyło się jednocześnie na mniejszą toksyczność dla środowiska, ograniczenie strumienia odpadów i dłuższy czas użytkowania produktu.

2.4 Gospodarka o Obiegu Zamkniętym

Tak powstaje innowacyjna gospodarka o obiegu zamkniętym, w której konsumenci i producenci współtworzą z inżynierami system wspierający wszystkie trzy filary Zrównoważonego Rozwoju. Dostęp

do odzyskanych surowców krytycznych napędza rozwój gospodarczy, chroni środowisko ograniczając wydobycie i strumień odpadów, jednocześnie zapewniając dobrobyt i wysoką jakość życia ludzi.

Prześledźmy przykłady realizacji celów Zrównoważonego Rozwoju w gospodarce surowcami.

2.4.1 Elektroodpady

Weźmy pod lupę elektroodpady. Laptop to przykład produktu, który towarzyszy nam w życiu codziennym. Zajrzyjmy do środka, aby sprawdzić z jakich surowców powstał i jakie surowce możemy odzyskać z jego komponentów. Skoncentrujemy się na płycie głównej i baterii. W płycie obwodów elektronicznych widzę źródło cennych surowców – wbudowane są tu metale szlachetne – złoto, srebro, platyna, ale też miedź. W baterii jest lit, kobalt i grafit. Czyli surowce krytyczne. Wszystkie zostały wydobyte ze środowiska, z negatywnym wpływem na jego stan i dużym nakładem energii. Ich odzysk i ponowne użycie przy produkcji kolejnych urządzeń wpisują się w postulaty Zrównoważonego Rozwoju.

Na skalę przemysłową odzysk metali z elektroodpadów realizuje się za pomocą metod pirometalurgicznych – termicznych lub hydrometalurgicznych – chemicznych. Nazwijmy je metodami konwencjonalnymi. Jako naukowcy opracowujemy także nowe sposoby, opierające się na biologicznych metodach odzyskiwania metali. Do tego celu wykorzystujemy naturalne zdolności np. mikroglonów wulkanicznych do bioakumulacji lub biotransformacji metali np. miedzi, kobaltu czy litu. To ekonomiczne, efektywne i bezpieczniejsze dla środowiska metody wspierające wdrażanie zrównoważonego rozwoju w gospodarce surowcami i odpadami.

2.4.2 Bioodpady

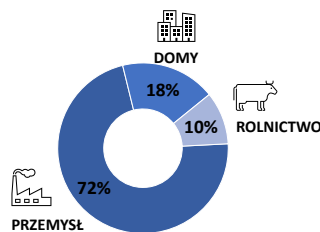
Kolejnym przykładem wdrażania Gospodarki o Obiegu Zamkniętym są bioodpady. Powstające codziennie w naszych domach, w czasie prac pielęgnacyjnych w ogrodach, w rolnictwie czy w przemyśle spożywczym bioodpady stanowią cenny surowiec w myśl idei Zrównoważonego Rozwoju. Wykorzystując naturalne procesy rozkładu, kompostowania czy fermentacji w kontrolowanych warunkach inżynierowie opracowali technologie przemysłowego przetwarzania bioodpadów w surowce dla innych procesów, w glebę i nawóz czy w komponenty bioenergetyczne i biopaliwowe. Zwróćcie uwagę, że w rozwiązaniach gospodarki liniowej bioodpady stanowiłyby odpad uciążliwy lub nawet niebezpieczny dla środowiska, gospodarki i naszego zdrowia.

To nie są wszystkie przykłady wdrażania Zrównoważonego Rozwoju w gospodarce surowcami. Jest ich zdecydowanie więcej, również wokół Was. W podobny sposób realizuje się gospodarkę o obiegu zamkniętym dla szkła, tekstyliów czy papieru.

Za chwilę z konsumentów zostaniecie producentami i Wasze decyzje będą kształtowały ekoprojektowanie, ekoprodukcję i recykling. Może właśnie Wy, będąc już inżynierami czy wynalzcami znajdziecie innowacyjne rozwiązanie, atrakcyjne ekonomicznie i ekologicznie?

3 GOSPODARKA WODNA

Racjonalne gospodarowanie zasobami wody to jeden z głównych celów Zrównoważonego Rozwoju. Woda potrzebna jest we wszystkich gałęziach gospodarki: w przemyśle, w rolnictwie, w sektorze komunalnym, czyli między innymi w naszych domach czy szkołach.



Rysunek 7

Dostęp do czystej wody, niezbędny do rozwoju gospodarki i wysokiej jakości naszego życia zależy od stanu środowiska. Nadmierna eksploatacja źródeł, marnowanie wody i jej zanieczyszczanie to skutki antropogenicznej presji, ilościowo i jakościowo ograniczające łatwo dostępne zasoby czystej wody.

3.1 Liniowy (otwarty) obieg wody

Niezrównoważone gospodarowanie zasobami wody działa według modelu liniowego, w którym woda ujmowana jest ze środowiska, uzdatniana, transportowana wodociągiem, zużywana i zmieniana w ścieki, które zrzucane są do środowiska. Jest to niekorzystny ekologicznie i ekonomicznie układ, energochłonny i destrukcyjny dla zasobów wody, a przez to szkodliwy dla środowiska, jakości życia oraz rozwoju gospodarki.



Rysunek 8

3.2 Działania w kierunku Zrównoważonego Rozwoju

Wdrożenie zrównoważonego gospodarowania zasobami wody obejmuje głównie następujące działania ulepszające:

- oszczędzanie, czyli zmniejszanie zużycia czystej wody,
- odzysk i ponowne wykorzystanie wody już raz pobranej ze środowiska - czyli jej drugie życie,
- zamykanie obiegów, czyli przejście z liniowej gospodarki wodą do gospodarki cyrkularnej.

Realizacji tych celów służą instalacje inżynierskie i technologie, o których Wam opowiem.

3.3 Oszczędzanie wody

Wszyscy wiemy, że należy oszczędzać wodę. Każdy litr niezużytej wody wodociągowej zmniejsza presję na źródła czystej wody, ogranicza zapotrzebowanie na energię do jej ujmowania, uzdatniania i dystrybucji wodociągami oraz redukuje ilość powstających ścieków.

Oszczędzanie wody możemy realizować na wielu poziomach, poczynając od edukowania i zmiany przyzwyczajzeń użytkowników wody, przez stosowanie wodooszczędnych urządzeń AGD oraz przyborów sanitarnych, aż po technologiczne innowacje i ulepszenia wodochłonnych procesów przemysłowych jak produkcja papieru, żywności czy betonu.

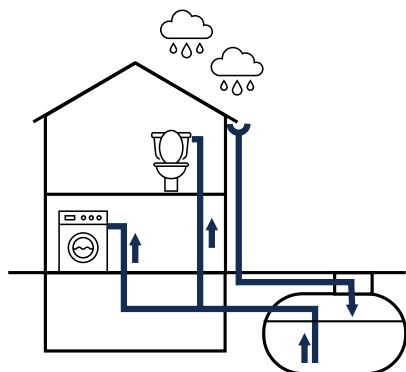
3.4 Oszczędzanie przez zastępowanie

Korzystne dla ochrony i odnowy naturalnych zasobów czystej wody jest również zastępowanie, gdzie tylko jest to możliwe, uzdatnionej wody wodociągowej wodą z innych źródeł, np. wodą z opadów atmosferycznych jak deszcz lub śnieg.

Aby zapewnić stały dostęp do wody deszczowej, pozyskiwanej przecież z okresowo występujących opadów, inżynierowie opracowali systemy jej zbierania i magazynowania w zbiornikach do wykorzystania w okresach suchych.

Takie systemy w małej skali możecie spotkać w domach jednorodzinnych. Rozwiązanie wielkoskalowe występuje np. na wrocławskim stadionie, gromadzona deszczówka służy tam do nawadniania murawy boiska oraz spłukiwania licznych toalet.

W przemyśle woda deszczowa jest stosowana jako woda technologiczna, do chłodzenia maszyn czy do niespożywczej produkcji.



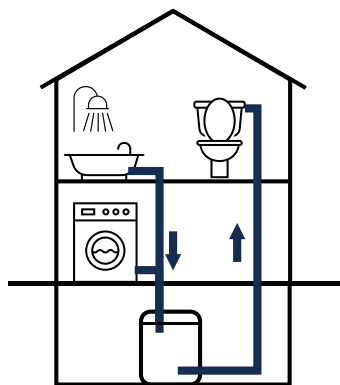
Rysunek 9

3.5 Odzysk wody szarej

Kolejnym rozwiązaniem służącym wdrażaniu Zrównoważonego Rozwoju w gospodarowaniu wodą są systemy odzysku i ponownego wykorzystania tej zużytej. W myśl idei, że zamiast ujmować nową wodę ze środowiska wykorzystajmy ponownie już raz z niego pobraną. "Dajmy jej drugie życie".

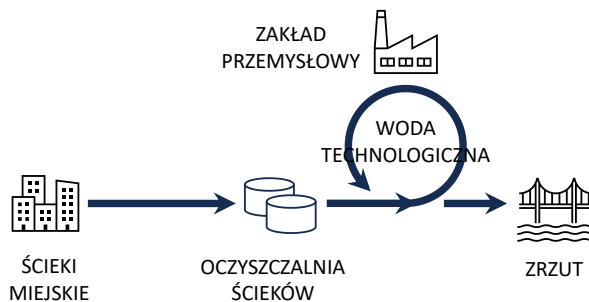
Przykładem takiego rozwiązania jest recykling wody szarej. Woda szara to taka, która już raz została wykorzystana, ale pozbawiona jest fekaliiów, powstaje np. w czasie mycia rąk, kąpieli, prania czy w nietoksycznych procesach przemysłowych.

Systemy recyklingu wody szarej wykorzystuje się wszędzie tam, gdzie występuje duża produkcja ścieków szarych i wysokie zapotrzebowanie na wodę np. w hotelach, osiedlach wielorodzinnych czy kompleksach biurowych. Odzyskana i podczyszczona woda szara magazynowana jest w zbiornikach dla zastąpienia tej pobranej z systemów wodociągowych wszędzie tam, gdzie nie wymaga się „jakości zdanej do spożycia” np. w procesach produkcji niespożywczej.



Rysunek 10

Wielkoskalowym przykładem „dawaniem drugiego życia wodzie” jest projekt przemysłowego wykorzystania oczyszczonych ścieków miejskich jako wody technologicznej w rafinerii ropy naftowej w Płocku zastępując wodę pobieraną z rzeki.



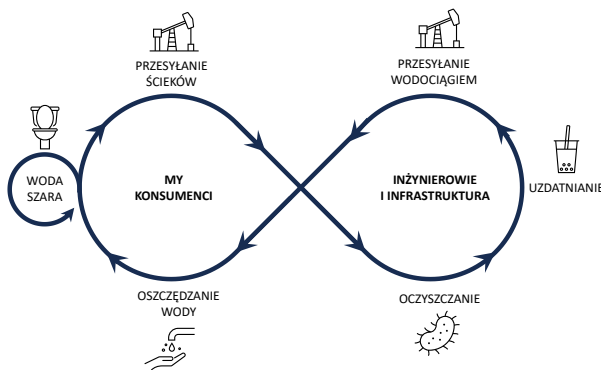
Rysunek 11

3.6 Zamknięty obieg wody

Dzięki innowacjom specjalistów gospodarowania zasobami wody i inżynierów środowiska zapotrzebowanie wody, dotychczas ujmowanej ze środowiska, jest zaspokajane wodą odzyskaną. W ten sposób model linowy przekształcający jest w zamknięty obieg wody, zgodny z celami Zrównoważonego Rozwoju.

Podobnie jak w wypadku obiegu surowców zamknięty obieg wody zawiera dwa obszary działań i odpowiedzialności: konsumenta oraz producenta wody. Działania i wybory konsumentów wpływają na zużycie wody wodociągowej i ilość powstających ścieków oraz wykorzystanie wody deszczowej i wody szarej. W obszarze producenta technologie przemysłowego oczyszczania i dystrybucji zapewniają dostawę czystej wody miastom, fabrykom i rolnictwu.

Idealne zamknięcie obiegów wydaje się niemożliwe ze względu na występujące straty i ubytki wody. Najwyższy stopień zamknięcia obiegów uzyskuje się obecnie w instalacjach technologicznych i zakładach przemysłowych.

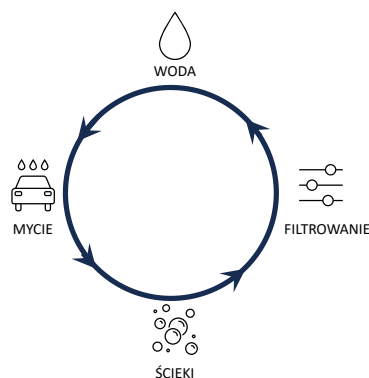


Rysunek 12

3.7 Zamknięty obieg wody w myjni samochodowej

Przykładowym obiektem wykorzystującym zamknięty obieg wody są automatyczne myjnie samochodowe. Woda użyta do mycia samochodu przepływa przez zestaw odstożników, separatorów

i filtrów, gdzie jest oczyszczana, a następnie trafia do ponownego użycia przy myciu kolejnego auta.

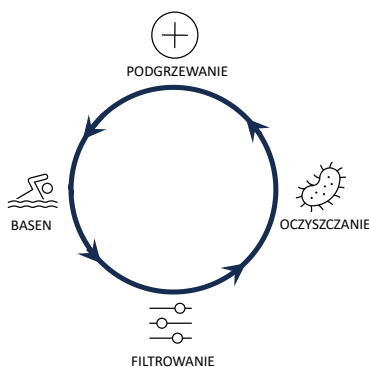


Rysunek 13

3.8 Obieg wody w basenach

Przykładem połączenia wielu rozwiązań dla osiągnięcia zrównoważonego gospodarowania wodą są baseny. Bezpieczeństwo sanitarne i komfort użytkowników wymagają stałego utrzymywania odpowiedniej czystości i temperatury wody w basenach. Najprościej byłoby często wymieniać i podgrzewać wodę, ale jest to rozwiązanie nieekologiczne i nieekonomiczne. Wodę basenową stale tłoczy się w obiegu zamkniętym przez systemy filtrujące, dezynfekujące i podgrzewające.

Oczywiście baseny uzupełnia się świeżą wodą, ponieważ ta odparowuje, a dodatkowo każda osoba wychodząca z basenu zabiera jej trochę na sobie.



Rysunek 14

3.9 Podsumowanie

Transformacja gospodarowania wodą w kierunku Zrównoważonego Rozwoju jest korzystna dla gospodarki, stanu środowiska i jakości naszego życia. Ta transformacja trwa i nawet jeśli tego nie zauważamy na co dzień, to korzystamy z jej dobrodziejstw na każdym kroku.

Każdy z nas ma wpływ na poprawę sytuacji i zwalczanie kryzysu wodnego. Jako konsumenci

świadomie ograniczamy zużycie wody, wykorzystujemy wodę deszczową i technologie jej odzysku, wspomagając tym zamykanie obiegów wodnych.

W przyszłym, dorosłym życiu, pracując jako producent wody, wdrażajcie na wielką skalę rozwiązania zgodne z celami Zrównoważonego Rozwoju i zmieniajcie świat na lepsze. Ochrona i odnowa zasobów wody zapewni dostęp do niej również w przyszłości, co umożliwi dalszy rozwój gospodarki, utrzymanie dobrego stanu środowiska oraz zapewnienie wysokiej jakości życia.

4 GOSPODARKA ENERGETYCZNA

4.1 Emisja i model liniowy

Energia jest ważnym ogniwem realizacji celów Zrównoważonego Rozwoju. Napędza ona gospodarkę i jej rozwój, produkcja energii wpływa na stan środowiska, a dostęp do energii kształtuje jakość naszego życia.

Obecnie sektor energetyczny pracuje w modelu liniowym. Wydobywane ze środowiska nieodnawialne paliwa kopalne spalane są w elektrowniach lub ciepłowniach, czemu towarzyszy emisja zanieczyszczeń i odpadów. Wytworzona energia sieciami przesyłowymi trafia do odbiorców, gdzie jest zużywana i bezpowrotnie rozpraszana. Nie wygląda to na zrównoważone rozwiązanie.



Rysunek 15

4.2 Cztery drogi do efektywności

W złożonym sektorze energetycznym wdrażanie postulatów Zrównoważonego Rozwoju prześledzimy na przykładzie systemów ogrzewania budynków. Celem jest podnoszenie efektywności energetycznej, czyli zdolności do zapewnienia komfortu użytkownika budynków przy możliwie niskim zużyciu energii. Cel ten może być osiągnięty przez wdrażanie ulepszeń obejmujących:

- 1) Ograniczenie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania.
- 2) Wykorzystanie zasobów odnawialnych do produkcji ciepła.
- 3) Wykorzystanie ciepła odpadowego w systemach grzewczych.
- 4) Integrację i zarządzanie energią w celu lepszego wykorzystania dostępnej energii.

4.3 Ograniczanie zapotrzebowania

Zimą niezbędne jest korzystanie z systemów ogrzewania, które kompensują tzw. straty ciepła budynku.

Strat ciepła nie da się całkowicie wyeliminować, ale można je minimalizować przez zwiększenie izolacyjności cieplnej budynku warstwami izolacji termicznej i rekuperacją ciepła w systemie wentylacji mechanicznej - zarówno w budynkach nowoprojektowanych jak i istniejących jako element ich termomodernizacji.

Mniejsze zapotrzebowanie na ciepło, to mniejsza produkcja energii z obecnie wykorzystywanych konwencjonalnych źródeł ciepła oraz lepsze warunki dla wykorzystania odnawialnych źródeł energii i ciepła odpadowego.

4.4 Ciepło z OZE

Środowisko oferuje wiele OZE (Odnawialnych Źródeł Energii) do produkcji ciepła. Przykładowo promieniowanie słoneczne potrafimy przetwarzać w ciepło i energię elektryczną. Okresowa dostępność w cyklu dobowym i niekorzystna nierównomierność w skali roku ogranicza jego bezpośrednie wykorzystanie w sektorze grzewczym. Rozwiązaniem są magazyny ciepła do krótko- i długoterminowego przechowywania energii w celu łagodzenia niekoherencji OZE, czyli niedopasowania dostępności i zapotrzebowania ciepła.

4.5 Pompy Ciepła

Pompy ciepła potrafią efektywnie pobierać ciepło odnawialne z powietrza, gruntu lub wody. W obiegu termodynamicznym z wysoką sprawnością przenoszą ciepło ze środowiska, czyli źródła o niższej temperaturze, do budynkowych systemów grzewczych o temperaturze wyższej, wykorzystując dostarczaną z zewnątrz energię napędową, najczęściej elektryczną. Najbardziej zrównoważona i przyjazna dla środowiska jest praca pomp ciepła zasilanych „zieloną” energią elektryczną wyprodukowaną z OZE.

4.6 Budynki plus energetyczne

Dzięki wdrażaniu między innymi takich zrównoważonych technologii budynki stają się efektywne energetycznie i energooszczędne, i zasilane OZE, a przez to nisko- lub zeroemisyjne. Dalsze ulepszenia sprawiają, że budynki z konsumentów stają się producentami zielonej energii dla innych budynków, ponieważ generują jej więcej niż same zużywają.

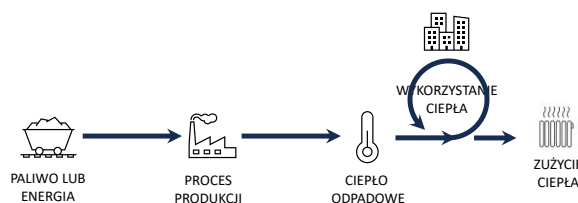
4.7 Ciepło odpadowe

Przejdźmy do wykorzystania ciepła odpadowego, czyli ciepła będącego ubocznym produktem np.

egzotermicznych procesów przemysłowych, które niewykorzystane jest rozpraszane w otoczeniu. Użyteczne ciepło odpadowe do ogrzewania powstaje praktycznie wszędzie, podczas chłodzenia serwerów w budynkach biurowych czy pracy lodówki w naszych domach.

Wykorzystanie ciepła odpadowego jest potrójnie korzystne:

- 1) korzystamy z ciepła, które byłoby stracone dając mu drugie życie,
- 2) nie zanieczyszczamy środowiska ciepłem odpadowym oraz
- 3) zastępujemy nim ciepło konwencjonalne, którego nie musimy wytwarzać.



Rysunek 16

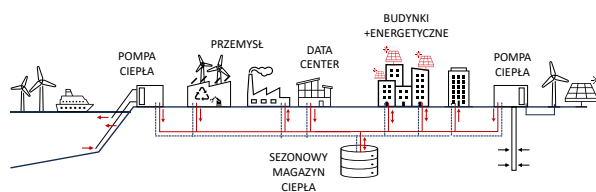
4.8 Systemy hybrydowe

W celu osiągnięcia jeszcze wyższej efektywności energetycznej, maksymalnego udziału OZE i neutralności klimatycznej tworzy się zintegrowane hybrydowe systemy grzewcze, gdzie kilka różnych technologii współpracuje ze sobą zasilając w ciepło budynki, miasta czy zakłady przemysłowe.

Oto miejski system ciepłowniczy integrujący:

- a) pompę ciepła pobierającą ciepło z gruntu,
- b) pompę ciepła pobierającą ciepło z wody morskiej,
- c) plus energetyczne budynki z kolektorami słonecznymi na dachach,
- d) ciepło odpadowe z fabryki i z komputerowych centrów danych,
- e) elektrownie fotowoltaiczne i siłownie wiatrowe,
- f) oraz sezonowy magazyn ciepła.

To bardzo zrównoważone rozwiązanie priorytetowo wykorzystujące dostępne źródła energii odnawialnej i odpadowej.

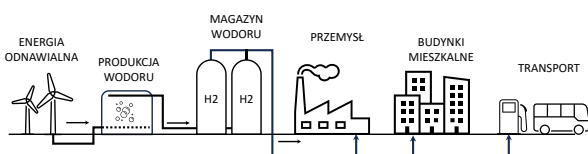


Rysunek 17

4.9 Wodór

Przykładami zrównoważonej transformacji sektora grzewczego są również technologie wodorowe oraz międzysektorowe przesyłanie energii w celu podniesienia efektywności wykorzystania i udziału energii odnawialnej.

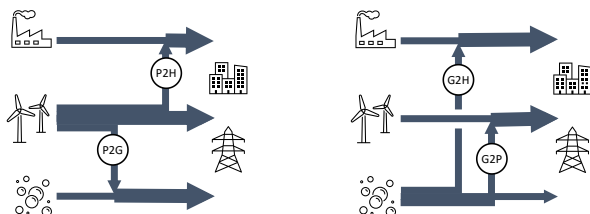
Dla wodoru planuje się specjalną rolę w zrównoważonym sektorze grzewczym przyszłości. Zielony wodór produkowany z wody w elektrolizerach zasilanych energią odnawialną jest jednocześnie bezemisyjnym paliwem, nośnikiem energii i magazynem energii. Otwiera nowe możliwości integracji systemów energetycznych i zarządzania energią.



Rysunek 18

4.10 Międzysektorowe przesyłanie energii

Przykładem są zintegrowane inteligentne, systemy energetyczne z międzysektorowym przesyłaniem energii. Przeanalizujemy pracę systemu zasilania miasta obejmującego sieć elektroenergetyczną, sieć zasilania gazem i miejską sieć ciepłowniczą. Optymalne sterowanie zapewnia wysoką efektywność energetyczną i maksymalny udział OZE przez zarządzanie produkcją, magazynowaniem i transformacją energii. Przykładowo w okresach nadmiaru energii elektrycznej z OZE zostaje ona przesłana do bezemisyjnej produkcji ciepła w systemie ciepłowniczym (P2H - power to heat) lub do elektrolitycznej produkcji zielonego wodoru w systemie gazowniczym, gdzie będzie on zużyty lub zmagazynowany (P2G - power to gas). W okresach deficytu OZE system gazowniczy „oddaje” wodór do bezemisyjnej produkcji ciepła (G2H – gas to heat) lub energii elektrycznej (G2P – gas to power). Takie inteligentne i zautomatyzowane rozwiązania to ogromny krok w stronę osiągnięcia celów Zrównoważonego Rozwoju w skali całego miasta.



Rysunek 19

4.11 Konsument i digital twin

Osiągnięcie zrównoważonej gospodarki energią w systemach grzewczych wymaga współpracy nas jako konsumentów oszczędzających energię i wybierających efektywne energetycznie rozwiązania oraz inżynierów opracowujących innowacyjne i zielone technologie. Inżynierowie wykorzystują w tym celu np. komputerowe modele energetyczne budynków, miast i systemów ciepłych, tzw. bliźniaki cyfrowe (digital twins), odwzorowujące istotne cechy istniejących, bądź projektowanych obiektów. Praca z nimi pozwala na efektywne poszukiwanie i opracowywanie najlepszych rozwiązań energetycznych dla spełniania postulatów Zrównoważonego Rozwoju.

4.12 Podsumowanie

Wdrażanie ekologicznych rozwiązań Zrównoważonego Rozwoju nie oznacza rezygnacji z dostępu do energii czy obniżenia jakości naszego życia. Wręcz przeciwnie – możemy robić to lepiej, czystiej i bardziej innowacyjnie.

Dzięki zrównoważonym rozwiązaniom powstają inteligentne systemy grzewcze dla inteligentnych budynków w inteligentnych miastach przyszłości, w których rozwija się zrównoważona i innowacyjna gospodarka, środowisko jest zdrowe, a ludzie mają zapewnioną wysoką jakość życia.

5 ZAKOŃCZENIE

To tylko kilka wybranych przykładów innowacyjnych rozwiązań technologicznych służących wdrażaniu zrównoważonego rozwoju. Zauważcie, że jest on ze wszystkich miar korzystny:

- ekonomiczne i energetyczne korzyści oraz innowacje technologiczne napędzają ROZWÓJ GOSPODARKI,
- odciążone ŚRODOWISKO stopniowo polepsza swój stan,
- co łącznie przekłada się na podniesienie JAKOŚCI naszego życia.

Zrównoważony Rozwój to filozofia globalnego rozwoju, w którym nie musimy rezygnować z komfortu i postępu technologicznego, a robimy to lepiej i bezpieczniej dla nas i środowiska, współpracując z nim, a nie eksploatując.

Wspieranie Zrównoważonego Rozwoju stało się priorytetem państw, gospodarek i przedsiębiorstw. Jego cele zawarto w międzynarodowych umowach i aktach prawnych. W Polsce zasady zrównoważonego rozwoju zapisano nawet w Konstytucji

Art. 5 Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swojego

terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju.

W biznesie i przemyśle idee zrównoważonego rozwoju wkroczyły również do tzw. pozafinansowej działalności firm i przedsiębiorstw. Powstały nowe terminy związane ze Zrównoważonym Rozwojem np.:

- Corporate Social Responsibility (CSR) rozumiany jako odpowiedzialność społeczna przedsiębiorcy, w ramach której firmy i korporacje dobrowolnie podejmują działania dla dobra środowiska i społeczeństwa, wykraczających poza standardowe cele biznesowe.
- Environmental, Social and Corporate Governance (ESG) to pozafinansowe sprawozdania firm z dbania o środowisko, odpowiedzialności społecznej i ładu korporacyjnego.

Zrównoważony Rozwój stał się wartością rynkową. Klienci i partnerzy biznesowi wybierają produkty i usługi z przedsiębiorstw działających w oparciu o cele zrównoważonego rozwoju, sprawdzają firmowe raporty ESG i działania CSR.

Firmy powszechnie wdrażają proekologiczne rozwiązania i poszukują specjalistów kierunków technicznych związanych z inżynierią środowiska i gospodarką o obiegu zamkniętym.

Pamiętajcie, że Zrównoważony Rozwój to nie tylko działania polityków czy wielkich firm. Wy również macie wymierny wpływ na to jak szybko i w jakim zakresie cele zrównoważonego rozwoju zostaną osiągnięte.

Wybory każdego z Nas, te codzienne jak i dotyczące przyszłej ścieżki zawodowej, kształtują kierunek rozwoju gospodarki, zmian w środowisku i jakości życia społeczeństwa.

Zielona rewolucja już trwa i czas do niej dołączyć, dziś jako świadomy konsument, a jutro jako inżynier, innowator, polityk, inwestor czy przedsiębiorca. Może właśnie Wy, będąc już inżynierami wynalazcami opracujecie innowacyjne rozwiązania dla jeszcze lepszej zrównoważonej gospodarki, środowiska i społeczeństwa?

Znacie już podstawy zrównoważonego korzystania z surowców, wody i energii. Jesteście i będziecie ważnym elementem korzystnych zmian w ramach zielonej transformacji. Zrównoważona przyszłość jest w Waszych rękach!

Powyższe materiały można wykorzystywać w celach edukacyjnych bez ograniczeń, lecz ze wskazaniem źródła i: nazw instytucji: 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

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