



3W • WODA • WODŃR • WĘGIEL



Idea 3W

**Woda, wodór, węgiel: zasoby,
które zbudowały i zmieniają świat**

Bank Gospodarstwa Krajowego, Warszawa 2022



**Beata
Daszyńska-Muzyczka**

Prezes Zarządu Banku
Gospodarstwa Krajowego



Stoimy u progu ogromnych przemian. Zmiany geopolityczne, transformacja energetyczna i zrównoważony rozwój to globalne wyzwania XXI wieku. Wyzwania, z którymi będziemy mierzyć się jako ludzkość, społeczeństwo i gospodarki.

To, jak wyglądać będzie nasza przyszłość, zależy w dużej mierze od tego, czy uda nam się wykorzystywać dostępne zasoby w zrównoważony sposób.

Misją Banku Gospodarstwa Krajowego jest wspieranie zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego naszego kraju. Jako pierwsi dostrzegliśmy potencjał tkwiący w trzech zasobach: wodzie, bez której nie byłoby życia na Ziemi, wodorze, który jest przyszłością energetyki oraz węgla, który jest „ojcem” nowoczesnych technologii.

W 2021 roku zainicjowaliśmy Ideę 3W, która koncentruje się na **synergii – nie tylko zasobów, ale również na synergii potencjałów** – technologii, innowacyjnych pomysłów, firm i ludzi, którzy je tworzą i tych, którzy budują przestrzeń do ich realizacji.

Woda, wodór i węgiel są fundamentem zrównoważonej przyszłości. A technologie związane z tymi zasobami tworzą nowy, bardzo perspektywiczny sektor globalnej gospodarki: sektor 3W

Człowiek to łącznie 97 procent wody, wodoru i węgla. **Idea 3W to więc troska o nas samych** i następne pokolenia. To lepsze jutro, to lepsi my.

Dziś widzimy, że Idea 3W staje się rzeczywistością 3W, a nowe technologie i rozwiązania w obszarze wody, wodoru i węgla są elementem naszej zrównoważonej codzienności. **Jak wygląda świat 3W?** O tym dowiedzie się z tego opracowania, w którym wiele uwagi poświęciliśmy synergii zastosowań przemysłowych 3W.

Spis treści

1. Zasoby życia, bez których nie mógłby powstać i rozwijać się świat	7
Wczoraj	8
Dzisiaj	12
Jutro	22
2. Woda, wodór, węgiel: zastosowania i technologie	29
Woda nie tylko w kranie	30
Wodór: pierwiastek przyszłości	40
Czy przyszłość węgla jest czarna?	50
3. Jak będzie wyglądał świat 3W?	59
Zrównoważony świat	60
Człowiek w świecie 3W	66
Jak budujemy świat 3W	70



Na zlecenie Banku Gospodarstwa Krajowego

Tymczasowy adres:

ul. Chmielna 73 (budynek VARSO 2) 00-801 Warszawa

<https://idea3w.org/>

Idea 3W w mediach społecznościowych:

<https://www.facebook.com/idea3W>

https://twitter.com/Idea_3w

https://twitter.com/Idea_3w_int

<https://www.linkedin.com/company/idea3w/>

Newsletter 3W:

<https://idea3w.org/wejdz-w-3w>



**Building a better
working world**

Autor: EY Law Tałasiewicz, Zakrzewska i Wspólnicy sp.k.,
European Green Deal Center of Excellence

https://www.ey.com/pl_pl/law/centrum-kompetencyjne-europejskiego-zielonego-ladu-ey

Zespół:

Katarzyna Kłaczyńska-Lewis, Dariusz Kryczka,
Zuzanna Staniszevska, Ewa Waślicka,
Nadzeya Viktorovich (EY Knowledge), Michał Grzybowski,
Anna Popiołek, Elwira Szczęsna, Lilianna Krawczyk

Grafika:

Grażyna Zgorzelska (VA Team, EY)



3W • WODA • WODŃR • WĘGIEL

**Zasoby życia,
bez których nie mógłby
powstać i rozwijać się świat**

1

Wczoraj

Wielki wybuch i powstanie materii

Misja kosmologiczna amerykańskiej agencji NASA z 2001 roku miała na celu zebranie danych na temat wczesnego wszechświata. Dzięki sondzie WMAP¹ udało się między innymi ustalić, że Wszechświat liczy sobie 13,8 mld lat oraz potwierdzić teorię Wielkiego Wybuchu, od którego rozpoczęło się tworzenie materii.

Gdy nastąpił Wielki Wybuch, krótko po nim zaczęła tworzyć się materia. Pomimo tego, że woda, wodór i węgiel nie pojawiły się we wszechświecie w tym samym czasie, to wszystkie powstały bezpośrednio lub pośrednio w wyniku Wielkiego Wybuchu. Są to bardzo pierwotne i podstawowe zasoby.



WODA

Obecnie uważa się, że woda mogła obficie występować w niektórych częściach wszechświata już miliard lat po Wielkim Wybuchu². To dużo wcześniej niż przypuszczali naukowcy, biorąc pod uwagę, że mamy do czynienia nie z pojedynczym elementem, jak w przypadku węgla czy wodoru, a ze związkem chemicznym.

Prawdopodobnie woda pojawiła się na Ziemi dzięki kometom, które składały się z brył lodu. W wyniku kolizji z Ziemią, przemieniły ją z gorącej kuli lawy w Niebieską Planetę. Inna teoria głosi, że woda pochodzi z wiatru słonecznego składającego się głównie z jonów wodoru, które łącząc się z tlenem utworzyły w rezultacie ten związek chemiczny.



WODÓR

Najstarszym z zasobów 3W jest wodór. To jeden z najważniejszych pierwiastków chemicznych, z którego składa się aż z 3/4 całego Wszechświata: gwiazdy, planety czy luźna materia występująca w kosmosie. Jak widać wodór jest podstawowym budulcem naszego układu planetarnego. To najprostszy pierwiastek, więc występuje praktycznie wszędzie w dużych ilościach. Wodór we Wszechświecie tworzy atmosferę gwiazd. Dlaczego dziś jednak tak często słyszymy o tym, jak kosztowne jego pozyskiwanie? Niestety na Ziemi ten cenny zasób rzadko występuje w formie gazu, który składa się z w dwuatomowych cząsteczek H₂. Taki gaz dla potrzeb przemysłu czy transportu należy dopiero wyprodukować.



WĘGIEL

Węgiel i tlen nie powstały w Wielkim Wybuchu, lecz znacznie później. Oba te pierwiastki, obecne we wszystkich żywych organizmach, zostały utworzone w reaktorach fuzji jądrowej, czyli w gwiazdach. Wczesne gwiazdy były masywne i krótkotrwałe. Większość ich życia upływała na syntezie wodoru, a kiedy to paliwo się kończyło, syntezowały hel, przekształcając go w węgiel. Kiedy gwiazdy umierają, rozpraszają po całym wszechświecie pierwiastki życia – węgiel i tlen. Węgiel nieenergetyczny znajduje się na czwartym miejscu najczęściej występujących elementów we wszechświecie oraz jest obecny we wszystkich żywych organizmach. Różnicę pomiędzy węglem jako pierwiastkiem i węglem – kopaliną powstałą okresie karbonu, dobrze obrazuje język angielski. Po angielsku słowo *carbon* oznacza pierwiastek chemiczny o symbolu C i liczbie atomowej 6, a słowo *coal* określa czarną skałę utworzoną z prehistorycznych szczątków roślinnych i spalaną jako paliwo.

¹ Wilkinson Microwave Anisotropy Probe WMAP- Life in the Universe (nasa.gov)

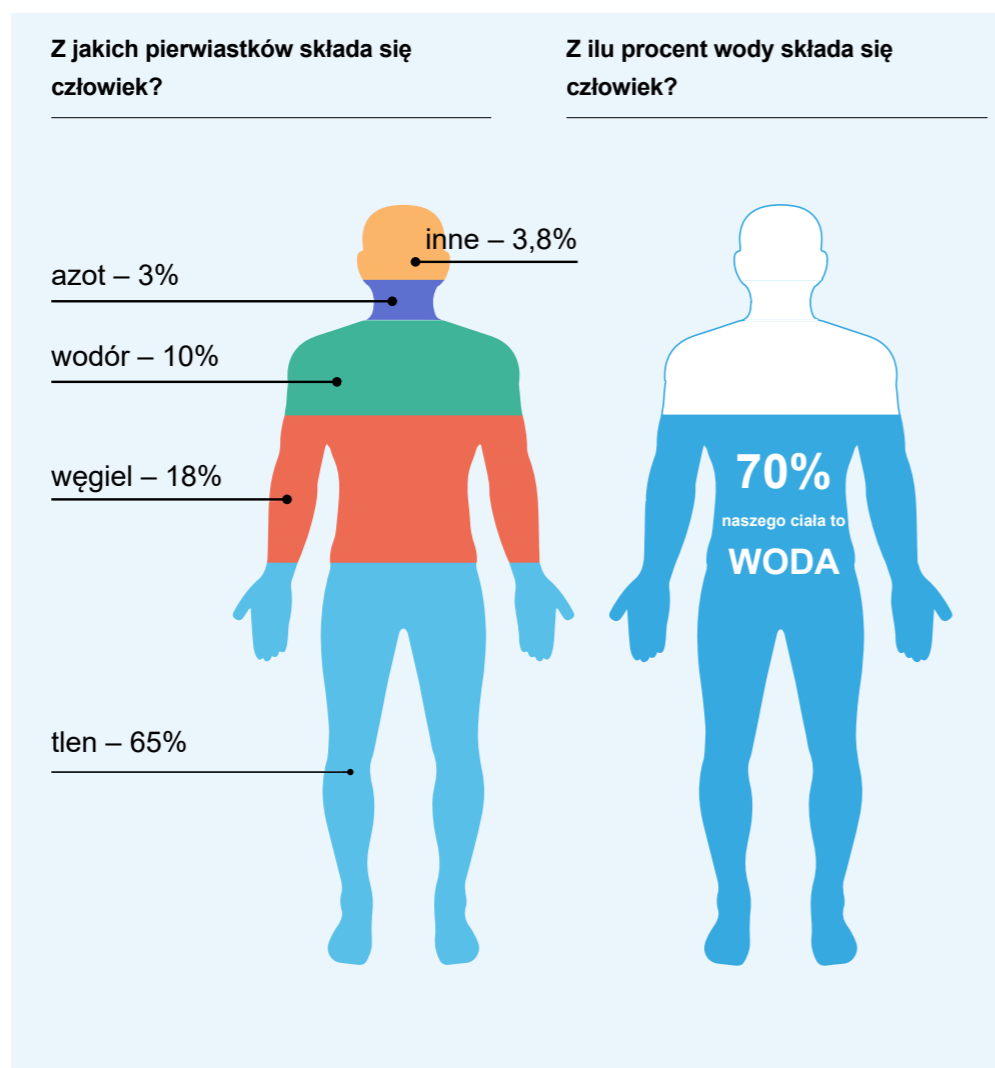
² Tibi Puiu, *Just one billion years following the Big Bang, water may had been as abundant as it is today* (zmescience.com)

Woda, wodór, węgiel.

Trzy podstawowe zasoby, z których powstał świat i żywe organizmy

Woda, wodór i węgiel to trzy zasoby, z których zbudowany jest świat oraz żywe organizmy. Z punktu widzenia biologii życie nie byłoby w stanie powstać ani funkcjonować bez wody i węgla, a węgiel i woda nie byłyby w stanie powstać bez wodoru. Dlatego te składniki nazywamy zasobami życia.

Woda to doskonały rozpuszczalnik, działa niczym pas transmisyjny, który dostarcza do komórek substancje potrzebne do funkcjonowania i usuwa zbędne. Natomiast węgiel jest pierwiastkiem posiadającym zdolność łączenia się w bardzo długie łańcuchy. Dlatego z niego zbudowane są wszystkie organizmy żywe. W ludzkim ciele to właśnie węgiel, zaraz po tlenie, jest najliczniejszym elementem. Składamy się z węgla aż w 18%. Węgiel, jako niezbędny składnik związków organicznych jest chemiczną podstawą życia. Oba te zasoby z punktu widzenia biologii są nam niezbędne.



Woda, wodór, węgiel

Wczesne zastosowania w gospodarce



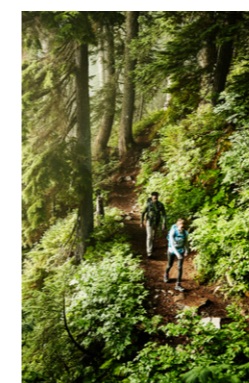
WODA

Woda jako najbardziej rozpowszechniony na Ziemi związek chemiczny ma ogromne znaczenie dla rozwoju cywilizacji, dlatego dostęp do tego zasobu warunkował lokalizację już w czasach starożytnych metropolii. Wszystkie z nich powstawały wzdłuż wybrzeży głównych rzek. Ludzkość szukała sposobu na doprowadzenie wody do oddalonych od rzek osad oraz pól uprawnych. Aby tego dokonać starożytni inżynierowie projektowali systemy irygacji i akwedukty. Tego rodzaju metody były systematycznie rozwijane od 500 r. p.n.e. Na rozwój technologii oczyszczania świat musiał poczekać znacznie dłużej. Pierwsze odkrycia w tym obszarze miały miejsce dopiero w XVII w. n.e. Wraz z rozwojem przemysłu i związanym z nim zanieczyszczeniem środowiska, potrzeba oczyszczania wody była coraz większa.



WODÓR

Wodór jest najpowszechniej występującym pierwiastkiem we Wszechświecie i jednocześnie jedną z kluczowych substancji wielu reakcji chemicznych. Nic więc dziwnego, że przemysł zainteresował się możliwością jego wykorzystania już wiele lat temu. Pierwsze badania dotyczące wodoru były prowadzone już w XVI w., kiedy człowiek uznawany za jego odkrywcę – Henry Cavendish otrzymał go w wyniku reakcji metalu z kwasem. Jego wykorzystanie na większą skalę rozpoczęło się już pod koniec XIX w. podczas drugiej rewolucji przemysłowej, związane było ze wzrostem gospodarczym i powstawaniem bardziej zaawansowanych metod produkcji m.in. paliw, chemikaliów i żywności. Dotychczas stosowane metody produkcji wodoru bazowały na przerobieniu paliw kopalnych, głównie gazu ziemnego i węgla, generując przy tym znaczne ilości gazów cieplarnianych. Pierwsze badania nad wykorzystaniem mniej emisyjnych metod wytwarzania tego zasobu (m.in. elektrolizy) rozpoczęły się już w połowie XX w., jednak dotychczas metoda ta nie zyskała dużej skali rynkowej. Jest to spowodowane w dużej mierze niską ceną gazu ziemnego i węgla, a także niewystarczająco rozwiniętym rynkiem OZE oraz infrastrukturą transportową i przesyłową dla wodoru. Niemniej należy oczekiwać, że metody produkcji i dystrybucji wodoru będą się dynamicznie zmieniać w myśl idei osiągnięcia neutralności klimatycznej UE w 2050 r.



WĘGIEL

Pierwsza wzmianka o użyciu węgla nieenergetycznego do celów leczniczych pochodzi z egipskich papirusów około 1500 r. p.n.e. W okolicach 400 r. p.n.e. starożytni Hindusi i Fenicjanie odkryli jego unikalne właściwości i zaczęli używać go do oczyszczania wody. Historia włókna węglowego rozpoczęła się znacznie później, bo w XIX w., kiedy Thomas Edison użył go w jednej z pierwszych żarówek. W 1947 r. powstał pierwszy teoretyczny opis grafenu, ale jego właściwe odkrycie i fizyczne oddzielenie od grafitu nastąpiło prawie 40 lat później. W 1991 r. firma Iijima odkryła nanorurki węglowe, otwierając nowy rozdział w nauce. Naukowcy na całym świecie każdego dnia opracowują nowe materiały wykorzystujące węgiel nieenergetyczny. Najnowsze odkrycie – cyklokarbon o właściwościach półprzewodnikowych, miało miejsce w 2019 r.

Dzisiaj

Woda dzisiaj



Polska jest jednym z państw o najmniejszych zasobach wody pitnej w Europie. W przeliczeniu na mieszkańca jest jej 1600 m³ na rok – tyle samo, co na statystycznego mieszkańca Egiptu. Znaczące wykorzystanie wód oraz ich silne zanieczyszczenie powoduje rosnącą presję oraz pogorszenie jakości tego zasobu. Zgodnie z danymi Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Polsce jedynie 10% rzek ma dobry lub bardzo dobry stan ekologiczny, 60% umiarkowany, natomiast 30% słaby lub zły.

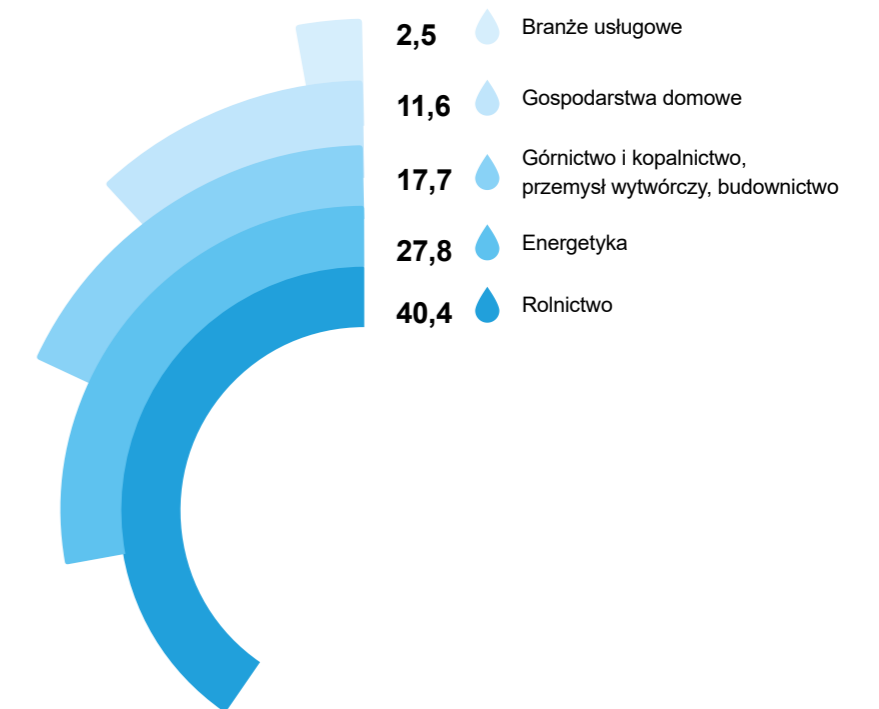
Niekorzystną sytuację pogłębiają również zmiany klimatyczne. W Polsce występują coraz częstsze susze i ulewne deszcze, które mogą powodować lokalne podtopienia. Niewystarczające stają się działania prowadzone w zakresie retencji, która w skali kraju powinna zapewniać ochronę przed powodzią oraz zabezpieczać dostawy wody na okresy suszy.

Okolo 80% wody słodkiej zużywanej w Europie pochodzi z rzek i wód podziemnych, a źródła te są szczególnie podatne na zagrożenia związane z nadmierną eksploatacją, zanieczyszczeniem i zmiennością klimatu.

W przypadku Polski największe przemysłowe zapotrzebowanie na wodę dotyczy energetyki – jest to ok. 25% jej krajowego rocznego zużycia. Woda jest wykorzystywana przede wszystkim w elektrowniach węglowych do chłodzenia bloków energetycznych.

Zużycie wody w podziale na sektory gospodarki w Europie

Rocznie [%]



Aby racjonalnie gospodarować dostępnymi zasobami, warto zastanowić się, w jakich obszarach działalności gospodarczej, oprócz wymienionej wcześniej energetyki dochodzi do największego jej zużycia.

Wodochłonność sektora energetycznego może zobrazować przykład polskiej elektrowni Kozienice, która co 3 minuty zużywa wodę potrzebną do wypełnienia jednego basenu olimpijskiego.

Sektorem, który szczególnie potrzebuje dużych zasobów dobrej jakościowo wody jest także rolnictwo. W Polsce odpowiada ono za ok. 10% jej rocznego zużycia wody. Poza najbardziej oczywistymi zastosowaniami, takimi jak nawadnianie upraw oraz gruntów rolnych (zboż, warzyw oraz sadów), woda jest niezbędna do hodowli trzody oraz drobiu. W rybołówstwie i leśnictwie duże ilości tego zasobu są z kolei potrzebne do napełniania stawów rybnych oraz nawadniania gruntów leśnych.

W przemyśle spożywczym woda wykorzystywana jest do samej produkcji artykułów żywnościowych, ale także do czyszczenia i dezynfekcji. Bardzo dużo wody pochłania produkcja mięsa, nabiału i słodczy.

BGK rozwija 8 programów modelu biznesowego, które wspierają realizację Idei 3W.

Który z programów modelu biznesowego BGK przewiduje takie finansowanie?

Rozwój przemysłu



Food4Future Technologies

Przykładem podmiotu, który wprowadza nowatorskie rozwiązania ograniczające zużycie wody w przemyśle spożywczym jest Food4Future Technologies. Jest to polsko-norweski start-up, który specjalizuje się w nowoczesnej produkcji żywności, wpisującej się w trend gospodarki o obiegu zamkniętym. Swoją działalność skupia on wokół Recykulacyjnych Systemów Akwakulturowych, to umożliwia dostarczanie zdrowych produktów wysokiej jakości, wyprodukowanych z poszanowaniem zasad ochrony środowiska. Technologia ta wpisuje się w model zrównoważonej produkcji, który jest odpowiedzią na najważniejsze globalne wyzwania, takie jak bezpieczeństwo dostaw, rosnąca rywalizacja o zasoby naturalne czy ryzyko deficytu terenów uprawnych.

SDG:



Niezwykle wodochłonny jest także przemysł odzieżowy i obuwniczy. Wodę wykorzystuje się w nim przede wszystkim do produkcji tekstyliów i barwienia tkanin.

W przemyśle elektromaszynowym woda jest stałym elementem procesów produkcyjnych, filtracji, zmiękczenia, uzdatniania chemicznego, a także czyszczenia, mycia, płukania, chłodzenia i hartowania stali.

Zużycie wody



1 kg ziaren pszenicy = 1000l



1 średniej wielkości jabłko = 125l



1 kg wołowiny = 15 000l



1 kg czekolady = 17 200l



1 para jeansów = 11 000l



1 para butów = 8500l



1 samochód = 379 000l



1 kg stali = 300l

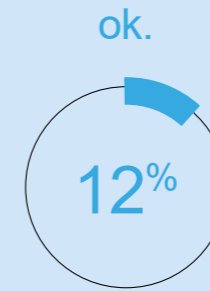
Woda jest także ważnym surowcem dla przemysłu drzewno-papierniczego. Jest w nim wykorzystywana do większości procesów produkcyjnych, w tym oczyszczania oraz wytwarzania masy celulozowej i papieru.



1 kartka papieru = 10l



Sektor komunalny =



Sektor komunalny odpowiada za ok. 12% rocznego zużycia wody w Polsce. Uwzględnia to zaopatrzenie gospodarstw domowych dla celów socjalno-bytowych, eksploatację sieci wodociągowych, oczyszczalni ścieków i ujęć wód podziemnych.



Jedno użycie spłuczki wody w starych modelach = ok. 9l

Przemysł farmaceutyczny



Przemysł chemiczny

Przemysł mineralny



Za pozostałe ok. 11% rocznego zużycia wody w Polsce odpowiada przemysł chemiczny. Woda używana jest tutaj do procesów elektrolizy i chłodzenia, produkcji chemikaliów, wyrobów chemicznych i włókiem sztucznych. Z przemysłem chemicznym ściśle powiązany jest przemysł farmaceutyczny. Woda służy w nim przede wszystkim do przygotowywania preparatów, leków, roztworów, produkcji wody oczyszczonej, używa się jej także do oczyszczania i sterylizacji. Od dobrych jakościowo zasobów wodnych zależy również przemysł mineralny, który mineralizuje, demineralizuje i oczyszcza wodę.

Człowiek wykorzystuje wodę w niemal wszystkich sektorach swojej działalności. Przez lata byliśmy przekonani, że dostęp do tego zasobu jest nieograniczony. Dzisiaj wiedza o niedoborach wody i możliwych konsekwencjach dalszego prowadzenia działalności intensywnie wodochłonnej jest już bardzo rozpowszechniona. Niestety mimo dostępności tych danych zarówno przedsiębiorcy, jak i obywatele często zapominają o podejmowaniu zdecydowanych działań w celu ograniczenia jej zużycia. Rozwój technologii, które umożliwią ograniczenie wykorzystania i ochronę tego cennego zasobu to najważniejsza kwestia, aby zapewnić zrównoważoną przyszłość naszego świata.

94 Mt*

Globalna produkcja wodoru w 2022 r.



2,5%

Udział wodoru jako paliwa w globalnym zużyciu energii w 2022 r.



1,3 Mt*

Roczna produkcja wodoru w Polsce w 2022 r.



Wodór dzisiaj



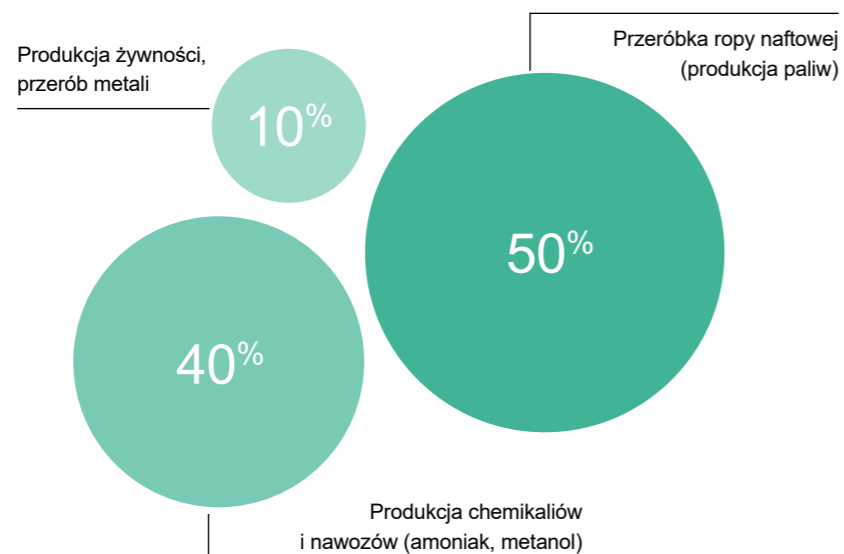
Wodór jest uniwersalnym pierwiastkiem. Jego zastosowanie zapewnia możliwość wytworzenia podstawowych produktów używanych na całym świecie. Bez wodoru nie można byłoby wyprodukować paliw napędzających nasze pojazdy, nawozów do uprawy rolniczej, a także dużej części żywności.

Wodór jest podstawowym surowcem wielu procesów produkcji przemysłowej, ale dzięki swojej wysokiej wartości energetycznej może również służyć jako paliwo do rakiet kosmicznych. Co ciekawe, podczas lotów kosmicznych na statku Apollo technologię wodorowych ogniw paliwowych wykorzystywano do produkcji energii elektrycznej, ciepła i wody.

“

Użycie wodoru umożliwia wytworzenie wielu kluczowych produktów w gospodarce. Jednak obecnie nie jest on produkowany w sposób w pełni zrównoważony i neutralny dla środowiska. Zarówno na poziomie globalnym jak i europejskim dąży się do zastąpienia wodoru emisyjnego jego bardziej ekologicznymi alternatywami.

Główne sektory zastosowania wodoru w przemyśle



Historycznie i obecnie stosowane metody produkcji wodoru na potrzeby przemysłowe bazują na przerobieniu paliw kopalnych, co powoduje emisję dużych ilości dwutlenku węgla. W konsekwencji powstaje tzw. wodór szary, którego produkcja i użycie negatywnie wpływają na środowisko. Globalnie 90% wodoru do zastosowań przemysłowych jest wytwarzana z gazu ziemnego lub węgla. Rozwój technologii, które umożliwią niskoemisyjne lub bezemisyjne wytwarzanie i wykorzystywanie wodoru, to najważniejsze kroki do zapewnienia zrównoważonej przyszłości naszego świata.

“

Globalnie 90% wodoru do zastosowań przemysłowych jest wytwarzana z gazu ziemnego lub węgla.

Dzięki zastosowaniu wodoru niskoemisyjnego w procesach produkcyjnych dojdzie do znacznej redukcji emisji dwutlenku węgla w stosunku do użycia wodoru wytwarzanego z paliw kopalnych. Jednocześnie nowe rodzaje stosowanego wodoru mogą zapewnić firmom przemysłowym zgodność z obecnymi lub planowanymi regulacjami i przepisami.

Wodór w przemyśle chemicznym

Współczesny przemysł chemiczny nie może poprawnie funkcjonować bez wodoru. Niemniej w chemii, nie jest on produktem końcowym, a niezbędnym składnikiem w produkcji dwóch związków: amoniaku i metanolu. Oba z wymienionych związków stanowią podstawę działania sektora chemicznego zarówno w Polsce jak i na świecie – służą do wytwarzania m.in. nawozów.

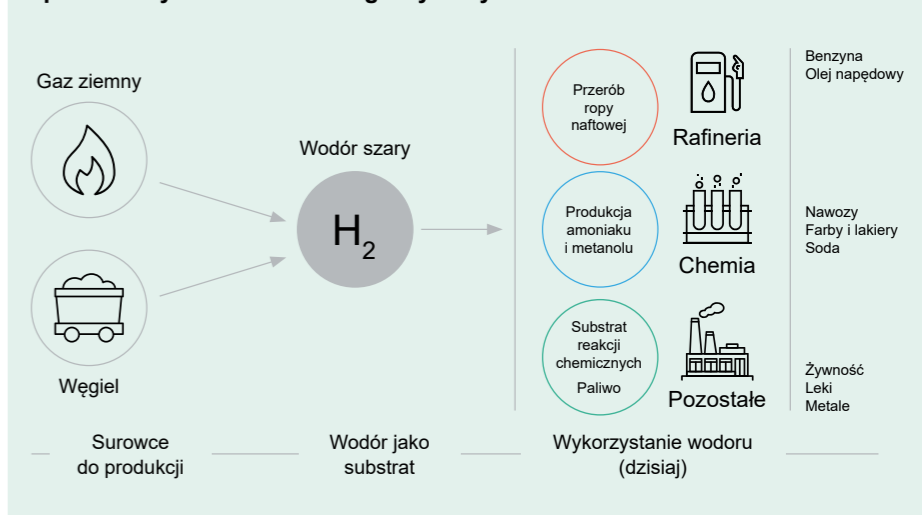
Wodór w przemyśle rafineryjnym

Wodór jest także powszechnie używany w produkcji rafineryjnej. Głównym celem jego stosowania jest przetwarzanie ciężkich frakcji ropy naftowej na lżejsze produkty rafineryjne, a także oczyszczanie ropy ze związków siarki oraz innych niepożądanych substancji. Produkcja paliw napędowych, a także artykułów petrochemicznych nie byłaby możliwa bez użycia wodoru.

Wodór w pozostałych sektorach gospodarki

Wodór ze względu na swoje uniwersalne właściwości jako nośnik energii oraz składnik wielu reakcji chemicznych jest używany także w innych sektorach, takich jak przerób metali, branża spożywcza czy medyczna. Jest on również używany jako chłodziwo. Jednak pod względem ilości stosowanego zasobu są to branże znacznie mniejsze niż wymienione wcześniej – rafineria i chemia.

Uproszczony schemat obecnego wykorzystania wodoru



Obecni liderzy produkcji wodoru w zastosowaniach przemysłowych



Lider globalny: Chiny

Chiny produkują rocznie około 30 Mt wodoru rocznie, co plasuje to państwo na pozycji globalnego lidera. Głównymi koncernami wytwarzającymi i zużywającymi wodór są m.in. Petrochina czy Sinopec.



Lider europejski: Niemcy

Niemcy produkują rocznie około 2,5 Mt wodoru rocznie, co pozycjonuje to państwo jako lidera europejskiego. Głównymi koncernami produkującymi i zużywającymi wodór są m.in. Shell, BASF, BP.



Lider Europy środkowo-wschodniej: Polska

Polska produkuje około 1,3 Mt wodoru rocznie, co przekłada się na piątą pozycję w UE. Głównymi koncernami produkującymi i zużywającymi wodór są m.in. Grupa Azoty, Grupa ORLEN, JSW³.

* milionów ton

³ Powyższe dane i porównanie odnoszą się wyłącznie do stanu obecnego i produkcji wodoru szarego.

Węgiel dzisiaj



Zarówno miękki grafit w naszym ołówku oraz twardy, idealnie przezroczysty i bardzo kosztowny diament to ten sam pierwiastek: węgiel nieenergetyczny, zwany również węglem pierwiastkowym. Dzieje się tak, gdyż niektóre pierwiastki chemiczne, głównie niemetale, potrafią występować w różnych postaciach, mających odmienne właściwości fizyczne i różną aktywność chemiczną. Postaci te, zwane odmianami alotropowymi, różnią się budową sieci krystalicznej i liczbą atomów w cząsteczce.

Diament zbudowany jest z atomów węgla tworzących regularną sieć przestrzenną o kształcie czworościanu foremego. Równomiernie rozłożone, krótkie, a zarazem mocne wiązania wpływają na bardzo dużą twardość tej odmiany alotropowej. Grafit zbudowany jest z płaskich warstw ułożonych jedna nad drugą. W obrębie

każdej warstwy atomy są połączone silnymi wiązaniami kowalencyjnymi, natomiast między warstwami występują tylko słabe oddziaływania, które łatwo zerwać. Dzięki czemu ołówek ściera się, gdy nim piszemy. To właśnie różnice w sieci przestrzennej sprawiają, że grafit niczym nie przypomina nam diamentu.

To nie jedyne formy w jakich występuje węgiel nieenergetyczny. Niezwykłą odmianą węgla jest grafen, czyli warstwa grafitu o grubości jednego atomu, który jest twardszy nawet od diamentu. Jego historia jest związana z naszym krajem, ponieważ to właśnie polskim naukowcom zawdzięczamy opracowanie technologii przemysłowego otrzymywania grafenu. Jest to materiał szczególnie wytrzymały, elastyczny oraz dobrze przewodzący ciepło i prąd. W porównaniu ze stalą ma od pięciu do sześciu razy mniejszą gęstość: jest dwukrotnie twardszy, 13-krotnie bardziej elastyczny i 100-krotnie bardziej wytrzymały na rozciąganie. Jego wiązania atomowe są tak ścisłe, że nie przepuszcza nawet bakterii. Obecnie to bardzo drogi materiał, nad którego rozwojem pracują ośrodki badawcze na całym świecie. Grafen, po zwinięciu w rurkę, wykazuje

jeszcze inne właściwości. Nanorurki, bo tak nazywamy tę formę alotropową węgla, są szczególnie odporne na rozciąganie (400 razy bardziej niż stal) i również bardzo dobrze przewodzą ciepło i prąd.

W 1985 roku eksperyment naukowców doprowadził do odkrycia kolejnej odmiany alotropowej tego pierwiastka – fulerenów. Są to cząsteczki zbudowane z parzystej liczby atomów, które tworzą zamkniętą bryłę, przypominającą wyglądem piłkę futbolową. Fulereny wykazują ogromny potencjał w transporcie leków ze względu na charakterystyczną budowę. Niedawno odkryto węgiel w kolejnej postaci, tzw. cyklokarbonu. Jest to atomowej wielkości pierścieni o właściwościach półprzewodnika. Czy to już koniec wynalazków? Zapewne z czasem zobaczymy nowe rozwiązania technologiczne.

Węgiel pierwiastkowy występuje naturalnie w różnych formach, ale potrafimy go też modyfikować, tak żeby wydobyć z niego to, co najlepsze. Węgiel aktywny to odmiana węgla poddana procesowi aktywacji.

Posiada on wyjątkowe właściwości adsorpcyjne, dzięki czemu zanieczyszczenia „przyklejają się” do jego powierzchni przez co doskonale sprawdza się w filtrach węglowych w naszych domach czy samochodach. Ten sam węgiel po podgrzaniu do bardzo wysokich temperatur i rozciągnięciu tworzy tzw. włókna węglowe, które wykorzystywane są jako materiał konstrukcyjny do budowy karoserii bolidów Formuły 1 oraz rowerów najwyższej klasy. Włókno węglowe to materiał mocniejszy i sztywniejszy niż stal, a przy tym 80% od niej lżejszy.

Materiały węglowe mają wyjątkowe właściwości, ale ich produkcja jest bardzo energochłonna. Dopóki energia pochodzi ze źródeł kopalnych, ich wytworzenie będzie drogie i wysokoemisyjne. Naukowcy na całym świecie, również w Polsce, pracują nad technologiami, które rozwiążą ten problem i pozwolą materiałom węglowym zrewolucjonizować świat.

Węgiel aktywny w walce o czyste powietrze – życie w Pekinie

Pekin jest gęsto zaludnionym miastem w Azji, które od lat walczy ze smogiem. W 2016 r. jakość oraz przejrzystość powietrza z powodu smogu była tak słaba, że podjęto decyzję o czasowym zaprzestaniu lotów. Powód: piloci nie byli w stanie dostrzec pasa startowego podczas lądowania, nawet z wysokości kilku metrów.

Pojawienie się „ciężkiego” smogu spowodowane jest jednoczesnym wystąpieniem wielu czynników, które akumulują się w aglomeracjach miejskich (spaliny aut, działalność przemysłowa oraz ciepłownictwo oparte głównie na węglu). Na niekorzyść Pekinu wpływa również położenie geograficzne, które sprzyja gromadzeniu się zanieczyszczeń.

Władze miasta podjęły walkę ze smogiem i rozpoczęły wzmoczoną kontrolę, która ma wykrywać przypadki spalania śmieci, materiałów organicznych, a nawet grillowania na otwartym powietrzu podczas alamu smogowego. Ponadto lokalne samorządy zobowiązały się do wygaszania elektrowni opalanych węglem i zmniejszenia zużycia węgla. Problem niestety nie został do tej pory w pełni rozwiązany, a mieszkańcy wciąż oddychają zanieczyszczonym powietrzem.

Smog jest rodzajem intensywnego zanieczyszczenia powietrza, a samo wyrażenie stanowi połączenie angielskich słów *smoke* (dym) oraz *fog* (mgła). Smog, zawiera szkodliwe dla zdrowia cząstki stałe (ang. *particulate matters*) PM10 o średnicy 10 mikrometrów oraz PM2.5 o średnicy 2.5 mikrometra. Ta druga cząstka uznawana jest za najgroźniejszą dla człowieka, ponieważ jest 40 razy mniejsza niż ziarnko piachu i z łatwością może przedostać się bezpośrednio do krwiobiegu i osłabić funkcje obronne organizmu. Niska jakość powietrza sprawia, że mieszkańcy Pekinu stają się coraz bardziej podatni na zachorowania.

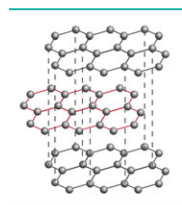
Węgiel energetyczny jest jednym z powodów występowania smogu w Pekinie, ale to również węgiel, tym razem pierwiastkowy, chroni mieszkańców przed jego negatywnymi skutkami. W azjatyckich aglomeracjach widok przechodniów w maseczkach był czymś naturalnym nawet przed wybuchem pandemii COVID-19. Maseczki te mają wszyty filtr węglowy.

Ten sam węgiel, który emituje ogromne ilości zanieczyszczeń podczas jego spalania w piecu, poddany odpowiedniej obróbce termicznej lub chemicznej świetnie się sprawdza w oczyszczaniu powietrza.

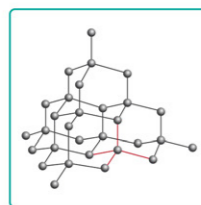
Gdzie wykorzystywany jest węgiel aktywny? We wszystkich filtrach węglowych, które znajdziemy w maseczkach, oczyszczaczach powietrza, samochodach, sprzętach AGD... Praktycznie wszędzie tam, gdzie potrzebna jest skuteczna filtracja powietrza lub wody. Filtry węglowe wychwytyają z przepływającego powietrza lub wody zanieczyszczenia. A co później? Węgiel aktywny po zapełnieniu całej swojej powierzchni może zostać oczyszczony w procesie tzw. reaktywacji i ponownie użyty.



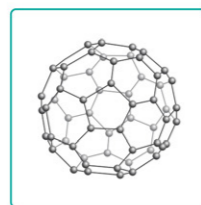
Co wspólnego ma ołówek i diament, czyli węgiel niejedno ma imię



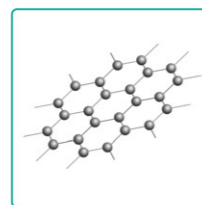
grafit



diament



fullereny



grafen



Te wyjątkowe właściwości węgiel uzyskuje, we wcześniej opisanym procesie aktywacji, który ma dwa zadania. Po pierwsze znacząco zwiększa powierzchnię materiału, a następnie sprawia, że do powierzchni mogą „przyklejać się” zanieczyszczenia. Jak? Wielkość powierzchni (tzw. powierzchnia właściwa) wzrasta w wyniku wytworzenia bardzo dużej liczby mikroporów, kanałków i połączeń w ziarnie węgla. Następnie, stosując odpowiednie procesy chemiczne sprawiamy, że materiał zyskuje właściwości adsorpcyjne i potrafi wiązać zanieczyszczenia na swojej powierzchni.

Węgiel służy również do oczyszczania spalin np. przez fabryki w Pekinie i okolicy. Wychwytuje niebezpieczne dla zdrowia lotne związki organiczne powstające w procesach przemysłowych. Minimalizuje to postępującą degradację środowiska naturalnego oraz negatywny wpływ zanieczyszczeń na układ oddechowy mieszkańców. Ze względu na możliwości ograniczania emisji w różnorodnych sektorach gospodarki, nowoczesne zastosowania węgla aktywnego wpisują się w cele zrównoważonego rozwoju.

“
Filtr z węglem aktywnym stosowany w oczyszczaczach powietrza może usunąć do 99,4% zawieszonych w powietrzu cząstek.



Włókno węglowe twardsze (i lżejsze) od stali

Włókno węglowe, mimo bardzo wysokich kosztów produkcji, jest chętnie wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym i przy wytwarzaniu sprzętu sportowego. Karbon – jak potocznie nazywamy ten kompozyt, jest powszechnie używany do produkcji sprzętu narciarskiego wysokiej klasy. Jest on składnikiem nart, w tym ich zewnętrznej powłoki, pełni funkcję tłumika niepożądanych drgań. Z włókna węglowego wykonuje się niektóre elementy skorupy butów, a także częściowo lub w pełni kijki narciarskie. Włókno węglowe znajdziemy również w ultralekkich raketach tenisowych i rowerach, np. polskiej marki Kross.

Kompozyt węglowy to materiał, który powstał z połączenia włókna węglowego z żywicą. W zależności od metody produkcji i ilości żywicy wykorzystanej do jego utwardzenia posiada różne parametry. Aby materiał był odpowiednio wytrzymały i lekki, konieczne jest dobranie optymalnej proporcji składników.



Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?



Rozwój przemysłu

Rega Yacht

Polska firma z Podkarpacia buduje jachty z włókna węglowego

W Ropczycach pod Rzeszowem polska firma Rega Yacht od lat buduje łodzie z kompozytów węglowych. Włókno węglowe świetnie się sprawdza jako materiał konstrukcyjny jachtów morskich sprawiając, że łódź jest lekka, bezpieczna i szybka. Głównym przedmiotem działalności firmy z Podkarpacia jest budowa jachtów żaglowych dla zagranicznych armatorów. Firma świadczy także usługi ich napraw i modernizacji. Jachty produkowane na Podkarpaciu najczęściej trafiają do Włoch.



Rozwój technologii, które umożliwią niskoemisyjne lub bezemisyjne wytwarzanie i użytkowanie materiałów węglowych wyprodukowanych przy pomocy węgla pierwiastkowego, to obecnie najważniejsze wyzwania.

Jutro

Jak może wyglądać świat, w zależności od tego jak będziemy wykorzystywać zasoby 3W?

Mysząc o jutrze zazwyczaj analizujemy wczoraj i dziś. Na tej podstawie zakładamy jak będzie wyglądał świat w przyszłości. W ten sposób często nawet nieświadomie stosujemy ekstrapolację, czyli wyciąganie wniosków co do kierunków rozwoju naszej cywilizacji na podstawie znanych nam technologii czy bieżących trendów.

Przyszłość naszej planety oraz istot żywych zależy od tego jak będziemy korzystać z głównych zasobów ziemi, czyli w dużej mierze od tego, w jaki sposób będziemy użytkować wodę, węgiel i wodór.

Gdy opisywaliśmy technologie używane dzisiaj, często mówiliśmy, że w przyszłości powinny być one bardziej zrównoważone. Bez wątplenia jednym z głównych kryteriów, których używamy myśląc o przyszłości, jest pojęcie zrównoważonego rozwoju. Co ono dokładnie oznacza i jakie znaczenie ma w przypadku 3W?

Obecnie ślad materialny (czyli całkowita eksploatacja zasobów), który jest w stanie wytrzymać planeta to 50 mld ton rocznie, tymczasem w 2017 r. zużyliśmy prawie 2 razy więcej – 92 mld ton⁴.

⁴ Dane z Międzynarodowego Panelu Zasobów ONZ lub materialflows.net

Zrównoważony rozwój, a zielona transformacja biznesu

Na początku XVIII w. Hans Carl von Carlowitz pracował jako główny zarządca górniczy dworu we Freibergu, w Saksonii, która wówczas była największym górniczym regionem na świecie. Hans odpowiadał również za lasy należące do swojego zwierzchnika. Niestety w pobliżu miejsc wydobywania przez dziesięciolecia wycinano drzewa w niezrównoważonym tempie. Ponieważ nie podejmowano wysiłków na rzecz ich przywrócenia, spowodowało to, że stare lasy całkowicie zniknęły! Hans, który dostrzegł kryzys związany z wyczerpywaniem się zasobów leśnych, w swojej książce zatytułowanej *Sylvicultura Oeconomica* opowiedział się za następującym użytkowaniem drewna:

“ Należy wycinać tylko tyle drzew, ile może w to miejsce urosnąć, tak by las nigdy nie został zlikwidowany, by mógł się zawsze odbudować.

Chociaż pojęcie zrównoważonego rozwoju wywodzi się z leśnictwa, to w czasach współczesnych ta idea została rozszerzona na wszystkie gałęzie gospodarki i obejmuje każdy z zasobów dostępnych człowiekowi na ziemi. Pierwsze zdanie raportu Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju określa zrównoważony rozwój w następujących słowach:

“ Zrównoważony rozwój to taki, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie.

Przyszłość człowieka oraz naszej planety zależy od tego, w jaki sposób będziemy gospodarować podstawowymi zasobami na ziemi. Czy nadal będziemy prowadzić gospodarkę eksploatującą zasoby szybciej niż będą mogły się odnowić?

Z poprzedniego rozdziału wiemy, że obecnie zasoby 3W nie zawsze są produkowane i wykorzystywane w zrównoważony sposób. Zobaczmy teraz jak może wyglądać przyszłość, gdy zastąpimy niezrównoważone sposoby gospodarowania zrównoważonymi technologiami wykorzystującymi zasoby 3W.

Zrównoważone wykorzystanie wody

Aby zapewnić dostępność zasobów dla rosnącej światowej populacji, niezbędne będzie wdrożenie innowacyjnych technologii umożliwiających uzyskanie wody o odpowiedniej jakości. Jest również konieczna radykalna zmiana nawyków związanych z jej nadmiernym wykorzystaniem, szczególnie w państwach wysoko rozwiniętych. W tym kontekście warto rozróżnić dwa zasadnicze filary dbania o te zasoby.

1

Dostępność wody pitnej dla całej populacji


2

Odpowiednie zarządzanie zasobami wody

Odpowiednie oczyszczanie zasobów wody

Realizacja postulatów odpowiedniego zarządzania będzie możliwa poprzez ograniczenie zużycia i poprawę efektywności wykorzystania wody w przemyśle i rolnictwie oraz w gospodarstwach domowych. Zamiast tworzyć technologie wykorzystujące wodę w procesie produkcyjnym, powinniśmy poszukiwać takich, które poradzą sobie bez tego cennego zasobu. Postulat związany z odpowiednim oczyszczaniem może zostać zrealizowany poprzez rozwój innowacyjnych rozwiązań m.in. w zakresie uzdatniania wody oraz jej odsalania.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Mieszkalnictwo 

AQUARes

Polska spółka AQUARes jest przykładem podmiotu, który w podejmowanych przez siebie działaniach łączy postulat odpowiedniego zarządzania zasobami wody z koniecznością przystosowania społeczeństw do pogłębiających się skutków zmian klimatu. Stworzony przez nią system umożliwia efektywne gromadzenie znacznych ilości wody w przypadku deszczy nawalnych. Pozwala on zabezpieczyć aglomeracje przed występowaniem tzw. powodzi błyskawicznych, których przyczyną są szczególnie intensywne opady oraz uszczelnienie powierzchni terenu.

Wdrożenie proponowanego przez AQUARes systemu umożliwia retencjonowanie wody jeszcze przed jej dotarciem do kanalizacji deszczowej, co pozwala znacząco odciążać miejskie sieci. Woda gromadzona jest w zbiornikach pionowych na ścianach budynków, dzięki czemu możliwe jest ograniczenie terenu zajmowanego przez magazyny. Gromadzona woda może być wykorzystywana w okresach długotrwałych susz.

Specyfikacje proponowane przez system AQUARes sprawiają, że jego zastosowanie może szczególnie efektywnie odpowiadać na zagrożenia związane ze zmianami klimatycznymi właśnie w Polsce.



Zrównoważone wykorzystanie wodoru

Co zapewni nam zrównoważona gospodarka wodorowa?

Jednym z kluczowych celów rozwoju zrównoważonej gospodarki wodorowej jest ograniczenie emisji CO₂ w produkcji poprzez przejście z użycia wodoru szarego – wysoce emisyjnego, na wodór niskoemisyjny oraz wodór zeroemisyjny. Należy zaznaczyć, że różnica w poziomach emisji CO₂ przy zastosowaniu różnych metod produkcji może być nawet kilkukrotna.

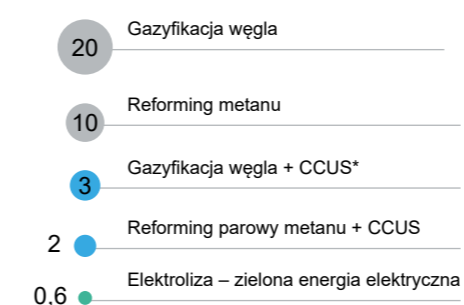
Obecnie większość sektorów będzie podlegać dekarbonizacji. W szczególności dotyczy to przemysłu rafineryjnego oraz chemicznego.

Ekologiczne rodzaje wodoru będą występować także w branżach, w których dotychczas pierwiastek ten nie był stosowany. Mowa tutaj o zeroemisyjnym transporcie przyszłości, a także nowoczesnej energetyce, która stopniowo odchodzi od wykorzystania paliw kopalnych.

Jak widać wodór będzie używany w wielu sektorach gospodarki, docelowo zapewniając znaczną redukcję emisji dwutlenku węgla i prowadząc do osiągnięcia neutralności klimatycznej.

Poziom emisji CO₂ w zależności od metody produkcji wodoru.

kg CO₂e/kg H₂



“

Według wytycznych Taksonomii UE, wodór uznawany za zgodny z unijną polityką klimatyczną musi być wytwarzany w procesach produkcyjnych, których emisje wynoszą mniej niż 3 kg CO₂e/kg H₂. Do tego limitu kwalifikuje się wodór niskoemisyjny i odnawialny.

* Urządzenia do wychwytywania, składowania i dalszego użycia dwutlenku węgla.

Zielona produkcja materiałów węglowych

Zrównoważona gospodarka surowcem

Czy materiały pochodzące z węgla mogą być „zielone”?
Jak najbardziej. Naukowcy na całym świecie opracowują rozwiązania, które pozwolą nam korzystać z tych unikalnych materiałów bez nadmiernego szkodenia naszej planecie.

Węgla nie musimy szukać wyłącznie w surowcach kopalnych. Znajduje się on w roślinach, odpadach rolniczych, osadach ściekowych, a nawet skorupkach orzechów. Spójrzmy na odpad, który może stać się prekursorem do produkcji zaawansowanej elektroniki elastycznej. Brzmi abstrakcyjnie, ale to już się dzieje! W ramach finansowanego przez Unię Europejską projektu GreenLight powstała metoda pozwalająca na produkcję włókien węglowych z ligniny – odpadu z produkcji papieru. Kolejnym przykładem jest opracowywana obecnie przez naukowców na Politechnice Łódzkiej metoda wytwarzania kwantowych kropek grafenowych z... trawy.

Nie tylko opracowywanie mniej emisyjnych technologii ma znaczenie. Również wykorzystanie zielonej energii pochodzącej z odnawialnych źródeł może znacząco zmniejszyć ślad węglowy podczas produkcji.

Zrównoważone materiały to takie, które również wpisują się w założenia gospodarki cyrkularnej. Po ich wykorzystaniu nie są odpadem ale surowcem, zdolnym do ponownego wykorzystania. Według danych podanych przez firmę Decotec, emisje z produkcji nowego węgla aktywnego wynoszą od 7 do 13 t ekwiwalentu CO₂ na tonę produktu końcowego. W przypadku węgla aktywnego z odzysku jest to tylko 1,03 t ekwiwalentu CO₂ na tonę produktu.





3W • WODA • WODÓR • WĘGIEL

Woda, wodór, węgiel: zastosowania i technologie




2

Woda nie tylko w kranie

Po czym poznaje się jakość wody?

W przyrodzie nie występują zasoby wodne, które byłyby odpowiednie do wszystkich zastosowań. Dlatego konieczne są odpowiednie technologie oczyszczania. Poznanie i zrozumienie właściwości tej substancji, pozwala określić jej jakość oraz potencjalne możliwości wykorzystania. Dlatego przed zapoznaniem się z procesem koniecznym do uzyskania wody użytkowej, warto poznać jej cechy szczególne.

Jakość wody można określić poprzez weryfikację jej kluczowych wskaźników fizycznych oraz chemicznych. W zakresie wskaźników fizycznych najważniejsze będą: mętność, barwa, smak i zapach oraz temperatura.

			
<p>Mętność</p> <p>Wywołwana jest obecnością drobnych cząstek stałych lub nierozpuszczalnych substancji nieorganicznych i organicznych.</p>	<p>Smak i zapach</p> <p>Są nadawane wodzie poprzez rozpuszczone w niej związki nieorganiczne (np. sole i kwasy). Mogą one wynikać również z występowania związków organicznych pochodzenia antropogenicznego (np. benzyna, nafta, chlor).</p>	<p>Barwa</p> <p>Jest uzależniona od obecności barwnych substancji organicznych, – przede wszystkim żelaza, oraz innych metali. Woda chemicznie czysta nie ma koloru. Gdy woda jest zanieczyszczona, najczęściej przyjmuje barwę zielonkawą.</p>	<p>Temperatura</p> <p>Ten parametr będzie szczególnie istotny dla techniki cieplnej (chłodnictwo) oraz w przemyśle spożywczym.</p>

Dodatkowo warto wyszczególnić wskaźniki chemiczne:

<p>Odczyn</p> <p>Wskazuje czy woda jest kwaśna czy alkaliczna. W przypadku wód naturalnych zasadniczo waha się od 6,8 do 8,5 pH. Spożywanie wody o właściwym pH umożliwia utrzymanie prawidłowej równowagi kwasowo-zasadowej i jest szczególnie ważne dla zdrowia.</p>	<p>Utlenialność</p> <p>Wskaźnik ten służy umownie do określenia substancji organicznych zawartych w wodzie i jest wyrażany w jednostkach tlenu na objętość wody (mg O₂/l).</p>	<p>Zasadowość</p> <p>Właściwość tę nadają wodzie występujące w niej wodorowęglany oraz wodorotlenki wapnia, magnezu czy sodu. Wysoka zasadowość wody przeciwdziała korozji, a jej określenie ma duże znaczenie dla celów gospodarczych i technicznych.</p>	<p>Twardość</p> <p>Wynika ze stężeń w wodzie soli, wapnia, magnezu i innych metali. W większości ujęć w Polsce woda charakteryzuje się wysoką twardością. Woda twarda ma większe napięcie powierzchniowe, co utrudnia mycie oraz czyszczenie i zmusza do dodatkowej konsumpcji środków myjących i piorących.</p>

Określenie właściwości wody jest kluczowe, aby wybrać odpowiedni proces uzdatniania i doprowadzić ją do stanu przydatności, który odpowiada potrzebom danego odbiorcy. Umiejętność oceniania stanu zasobów wody jest niezwykle przydatna również w codziennym życiu i może pozwolić nam np. na pozbycie się obaw przed spożywaniem domowej „kranówki”.

Jak wygląda obieg wody?

Zastanawiając się nad przyszłością wykorzystania wody, należy odróżnić ją od pozostałych zasobów 3W. Poznajemy znaczenie wodoru i węgla, rozważamy dalsze innowacyjne rozwiązania, które przyczyniają się do szerszego uwzględnienia tych zasobów w gospodarce.

Natomiast w przypadku wody sytuacja jest inna, gdyż ludzkość zużyła jej wystarczająco dużo. Teraz powinniśmy zastanowić się, jak możemy ograniczyć

jej wykorzystanie oraz chronić obecne zasoby. Określenie właściwości wody jest kluczowe, aby wybrać odpowiedni proces uzdatniania i doprowadzić ją do stanu przydatności, który odpowiada potrzebom danego odbiorcy. Umiejętność oceniania stanu zasobów wody jest niezwykle przydatna również w codziennym życiu i może pozwolić nam np. na pozbycie się obaw przed spożywaniem domowej „kranówki”. (uzdatnianie, odsalanie)

lub po wykorzystaniu, ponownie zrzucić do źródeł (oczyszczanie ścieków). Te procesy uzupełniają również retencja wody, pozwalająca na gromadzenie wody opadowej oraz technologie recyklingu wody, które umożliwiają zawrót wody do ponownego obiegu oraz jej powrót do zasobów naturalnych. Wszystkie te procesy mogą być efektywniej monitorowane i zarządzane poprzez wykorzystanie nowoczesnych technologii *smart water grid*.



Wykorzystywana przez nas woda pochodzi z czterech zasadniczych źródeł: wód gruntowych, wód opadowych, rzek i jezior oraz mórz. Odbiorców wody można podzielić na trzy główne grupy: gospodarstwa domowe, przemysł oraz rolnictwo. Wykorzystanie wody w każdym z tych sektorów wymaga przeprowadzenia odmiennych

procesów, aby uzyskać odpowiednią dla każdego z nich jakość. W tym kontekście szczególnie istotny będzie rozwój nowoczesnych technologii, dzięki którym będziemy mogli dobrze gospodarować zasobami. Pozwoli to chronić obecne zasoby oraz unikać marnotrawstwa.

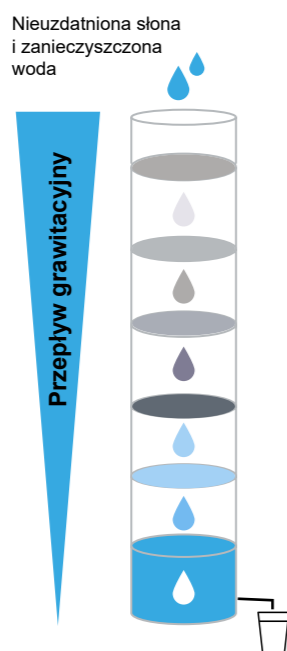
Ponieważ istnieje wiele innowacyjnych procesów pozwalających na uzyskanie wody odpowiedniej jakości, w tym opracowaniu przedstawimy te z nich, które są najważniejsze i najciekawsze.

Czy woda morska pomoże zaspokoić potrzeby ludzkości?

Odsalanie jest pierwszym, niezbędnym do przeprowadzenia procesem, aby dostosować do użycia wodę morską. Odsolona woda trafia do dystrybucji wodociągami, następnie jest dodatkowo uzdatniana i ostatecznie trafia do wykorzystania przez odbiorców finalnych.

Rozpowszechnienie technologii odsalania nad Bałtykiem może być szczególnie korzystne, ze względu na stosunkowo nieduże zasolenie tego morza. Koszty uzdatniania wody morskiej w dużej mierze są uzależnione od stopnia jej zasolenia. Dlatego potencjalne wydatki z tym związane w przypadku Bałtyku będą znacznie niższe niż chociażby w przypadku Morza Śródziemnego, które jest około trzy razy bardziej słone.

Kaskadowe oczyszczanie i odsalanie wody „krok po kroku”



Ponieważ 97% zasobów wody na Ziemi stanowi woda słona, a ludzkość wykorzystuje obecnie jedynie 1% dostępnych zasobów, to mogłoby się wydawać, że inwestycje w takie technologie zapewnią nam rozwiązanie problemu niedoboru wody pitnej na lata.

Niestety w rzeczywistości rozwój technologii odsalania wiąże się z wieloma problemami. Obecnie wynikają one przede wszystkim z wysokich kosztów tego rodzaju inwestycji. Ich wykorzystanie będzie opłacalne jedynie na obszarach położonych w pobliżu wody słonej. Dodatkowym problemem jest również energia. Do procesu odsalania potrzeba jej około 10 razy więcej niż w przypadku pozyskiwania wody z jakiegokolwiek innego źródła. Przemysłowe odsalanie często potrzebuje własnych elektrowni. Koszty tego procesu dobrze ilustruje przykład Hiszpanii, gdzie porzucono zakłady odsalania po tym jak rolnicy sprzeciwili się płaceniu tak wysokich cen za wodę.

Jednak mimo widocznych wad innowacje w zakresie odsalania są przyszłością technologii wodnych. Trzeba tylko pamiętać, by traktować je jako środek ostateczny lub awaryjny. Jego wykorzystanie powinno być częścią szerszego planu obejmującego zmniejszenie zużycia wody oraz ochronę obecnych zasobów. Inwestycje w odsalanie są konieczne, ale nie powinny być traktowane, jako główne rozwiązanie problemu niedoboru wody pitnej.

Krótką historia oczyszczania ścieków

Jak wskazano powyżej, technologie takie jak odsalanie pozwalają nam uzyskać wodę odpowiedniej jakości i wykorzystać ją w gospodarstwach domowych, zakładach przemysłowych czy w rolnictwie. Jednak co dzieje się z wodą, która została już zużyta i zanieczyszczona?

Po wykorzystaniu wody przez odbiorców końcowych powstają ścieki, które razem z wodą opadową z ulic miast trafiają do lokalnych oczyszczalni. Dzięki zaawansowanym procesom technologicznym obejmującym: oczyszczanie mechaniczne, biologiczne oraz chemiczne, woda może ponownie trafić do swojego źródła, przykładowo rzeki lub jeziora. Następnie cały proces jej wykorzystania będzie mógł rozpocząć się od nowa.

Naukowcy stworzyli już wiele technologii, które pozwalają na uzyskanie wody odpowiedniej jakości oraz właściwe jej oczyszczenie. W państwach wysoko rozwiniętych średnio 70% ścieków komunalnych i przemysłowych jest oczyszczanych przed odprowadzeniem do środowiska. Dlatego przeciętny Europejczyk może być przekonany, że problem nieoczyszczonych ścieków zatruwających wody świata, nie jest tak istotny.

Ocean również posiada zdolność do samooczyszczania i w pewnym zakresie natura sama sobie radzi z toksycznymi substancjami. Jednak udział ścieków oczyszczonych trafiających do środowiska z państw rozwijających się wynosi zaledwie około 33% wszystkich ścieków. W odniesieniu do państw najslabiej rozwiniętych wskaźnik ten spada drastycznie wynosi zaledwie 8%. Tym samym patrząc globalnie ponad 80% ścieków jest odprowadzanych do środowiska w stanie nieoczyszczonym⁶.



Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

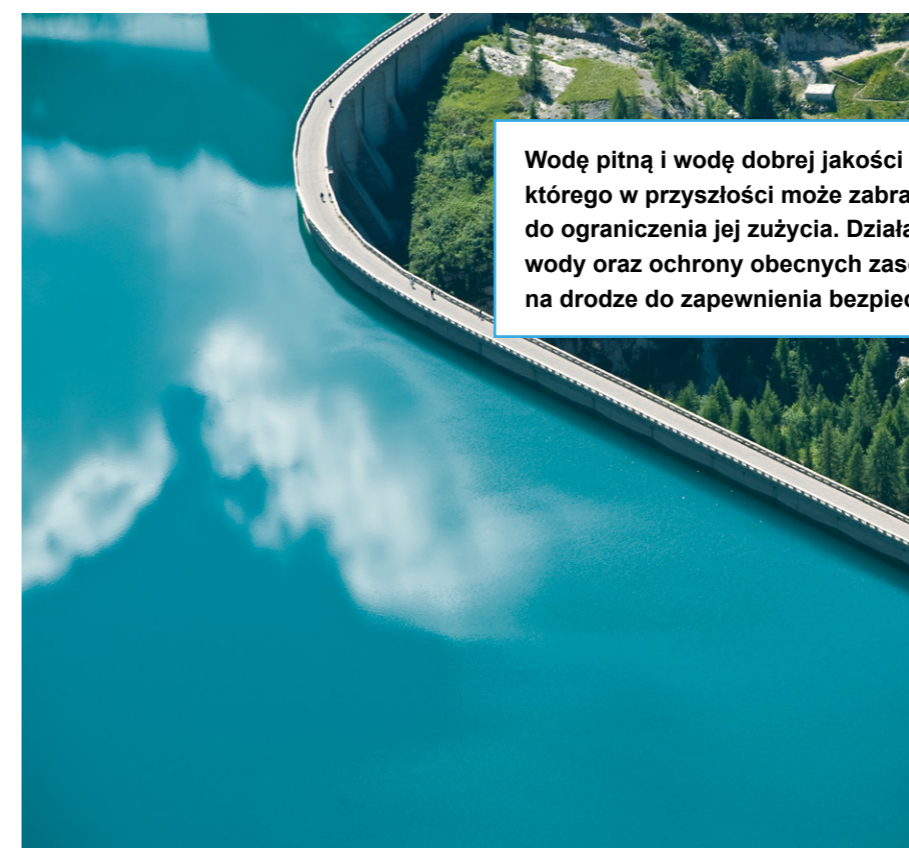
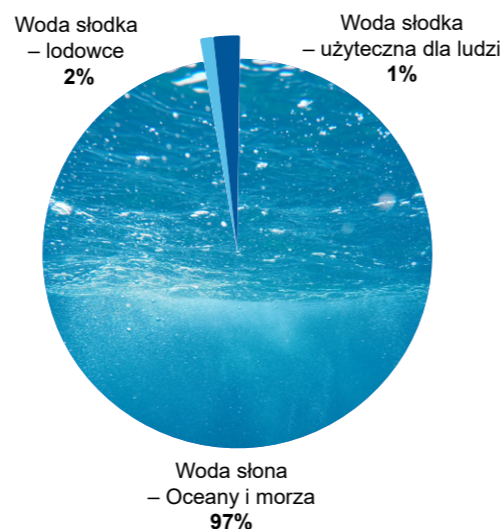
Rozwój przedsiębiorczości



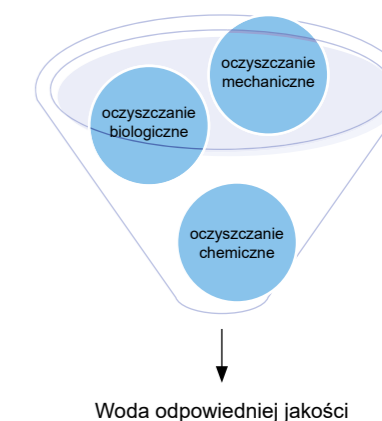
Nanoseen

Polski start-up może stać się liderem w technologii odsalania: spółka Nanoseen opracowała pierwszą na świecie technologię uzdatniania wody morskiej bez zasilania energią. Dzięki zastosowaniu technologii filtracji, woda nadaje się do picia w przeciągu 2 do 5 minut. Natomiast średni koszt przystosowania do konsumpcji 10 tys. litrów wody wynosi 1 USD⁵.

SDG:



Wodę pitną i wodę dobrej jakości musimy traktować jako zasób ograniczony, którego w przyszłości może zabraknąć, jeżeli wszyscy nie dołożymy starań do ograniczenia jej zużycia. Działania na rzecz zmniejszenia wykorzystania wody oraz ochrony obecnych zasobów powinny być pierwszym krokiem na drodze do zapewnienia bezpieczeństwa wodnego.



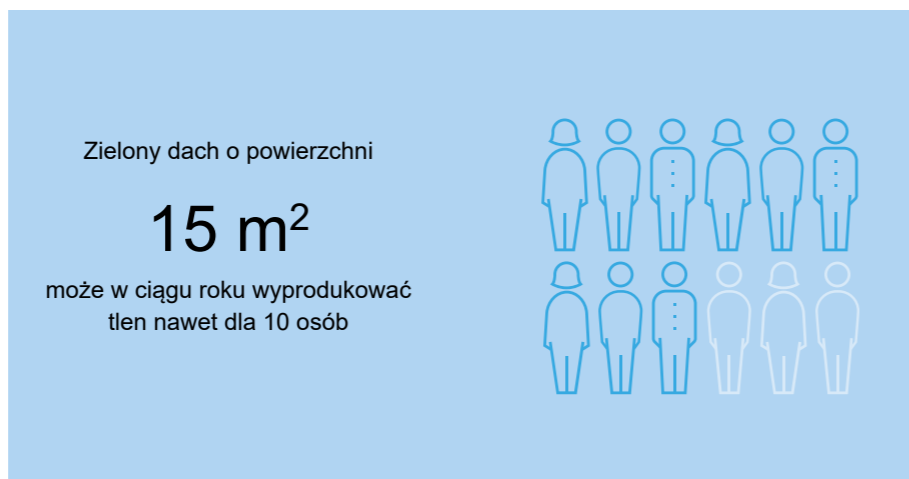
⁵ Nanoseen, NanoseenX, <https://nanoseen.com/en/nanoseenx/> (dostęp: 06.09.2022).

⁶ United Nations World Water Assessment Programme, The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource, UNESCO, Paryż, 2017, s. 2.

Retencja i zwrócenie wody do ponownego obiegu

Warstwy zieleni pokrywające dachy budynków umożliwiają poprawę naturalnej gospodarki wodami opadowymi. Zielony dach pochłania wody opadowe, a następnie odparowuje je, zwiększając wilgotność powietrza. Dzięki tej naturalnej retencji odciążona zostaje miejska kanalizacja, co dodatkowo zapobiega powodziom. Co więcej, miejskie oazy produkują również tlen oraz pochłaniają dwutlenek węgla. Dach pokryty roślinnością o powierzchni 15 m² może w ciągu roku wyprodukować tlen nawet dla 10 osób!

Zielone dachy to technologia, którą prawdopodobnie każdy z czytelników chciałby zobaczyć na własnym budynku mieszkalnym czy w miejscu pracy. Ogrody tworzone na dachach budynków mogą stać się odpowiedzią na wyzwania związane z postępującym procesem urbanizacji oraz brakiem terenów zielonych. Tworzone oazy są wartościowym miejscem odpoczynku dla lokalnej społeczności. Jednak oprócz zalet wypoczynkowych, ich zastosowanie przyniesie również istotne korzyści środowisku.



Tworzenie tego rodzaju terenów zielonych przeciwdziała powstawaniu powszechnych w miastach „wysp ciepła”. „Wyspy ciepła” powstają w aglomeracjach na skutek akumulowania wysokich temperatur w murach oraz na dachach budynków. W konsekwencji w centrach miast temperatura podwyższa się, a wilgotność spada. Zielony dach tworzy barierę poprzez odparowywanie wody oraz odbijanie promieniowania słonecznego. Jednocześnie jako dodatkowa izolacja termiczna chroni on wnętrze budynku przed nadmierną utratą ciepła. Co więcej, zielone dachy redukują uliczny hałas oraz mogą stanowić efektywne zabezpieczenie przed czynnikami zewnętrznymi.

Niestety nie wszystkie dachy obecnych miejskich budynków mogą stać się w przyszłości zielonymi oazami. Metr kwadratowy ekodachu może ważyć nawet 500 kg, czyli znacznie więcej niż tradycyjne konstrukcje. O instalacji ogrodu na dachu warto pomyśleć już na etapie projektowania budynku. Umożliwi to przystosowanie konstrukcji całej bryły do koniecznych wymagań.

Zazielenienie aglomeracji miejskich jest możliwe i z pewnością przysłuży się zarówno środowisku naturalnemu jak i lokalnym społecznościom. Dlatego warto wykorzystywać potencjał tych rozwijających się obecnie technologii.



Nowoczesne technologie a zasoby wody

Wszystkie z przedstawionych rozwiązań łączy jeden zasadniczy obszar – możliwość zastosowania nowoczesnych technologii IT w celu poprawy wydajności i efektywności zarządzania wodą.

Postępująca cyfryzacja zmienia każdy sektor gospodarki. Jej wpływ nie ominął również wykorzystania zasobów wody. Nowoczesne technologie dla sektora wodnego pozwalają precyzyjnie reagować na potrzeby odbiorców końcowych, ułatwiają zapewnienie zgodności z przepisami, poprawiają wydajność oraz zapewniają niezawodność dostarczanych usług. Kluczową technologią pozwalającą na cyfryzację sektora wodnego jest sztuczna inteligencja. Umożliwia ona monitorowanie zużycia czy jakości wody w czasie rzeczywistym, stałą kontrolę procesów oraz zapewnia lepsze wyniki prognozowania⁷.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałyby takie finansowanie?

Rozwój przedsiębiorczości



SDG:



Waterly

Innowacyjne systemy monitorowania jakości wody powstają również w Polsce. W tym kontekście warto wskazać działalność start-upu Waterly. Stworzony przez spółkę system monitorowania ma pozwolić na uzyskanie pełnych informacji o jakości wody. Dzięki jego zastosowaniu każda zainteresowana osoba będzie mogła sprawdzić, czy kąpiel w jeziorze, rzecze lub morzu jest bezpieczna dla organizmu oraz czy aktualna jakość wody pozwala na stały rozwój lokalnej fauny i flory. System Waterly będzie składał się z autonomicznych stacji pomiarowych z czujnikami analizującymi określone parametry wody takie jak: natlenienie, mętność, twardość, kwasowość, zasolenie, temperatura czy barwa. Stacje pomiarowe będą wykorzystywały najnowsze technologie zaprojektowane na potrzeby Internetu Rzeczy (IoT), dzięki czemu będą mogły stale przysyłać niezbędne dane. Połączenie systemu z internetem jest znacznie silniejsze niż w przypadku zwykłych telefonów komórkowych. Na podstawie uzyskanych danych Waterly określa indeks jakości wody, który zgodnie z założeniami spółki będzie udostępniany za darmo dla każdego zainteresowanego.



Technologii takich jak te proponowane przez Waterly jest znacznie więcej, a zakres ich zastosowania jest bardzo różnorodny. W przyszłości warto inwestować w dalszy ich rozwój na każdym etapie obiegu wody. W kolejnych latach będzie to kluczowe dla zapewnienia stałego dostępu do wody dla wszystkich odbiorców. Aby dokonać właściwych decyzji inwestycyjnych, niezbędne jest określenie opłacalności finansowej oraz środowiskowej każdego z tych działań.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałyby takie finansowanie?

Rozwój przedsiębiorczości



Ścieki Polskie

Innym interesującym przykładem jest stworzony przez spółkę Ścieki Polskie sp. z o.o. pierwszy w Polsce system cyfryzacji obiegu nieczystości płynnych. Jego wdrożenie umożliwi pozyskiwanie i przekazywanie szczegółowych informacji dotyczących obiegu ścieków, od ich wytworzenia aż do oczyszczania. System pozwala na przekazanie danych do podmiotów odpowiedzialnych za nadzór nad nieczystościami. Dzięki temu mogą one efektywnie zarządzać najważniejszymi etapami ich obiegu.

SDG:

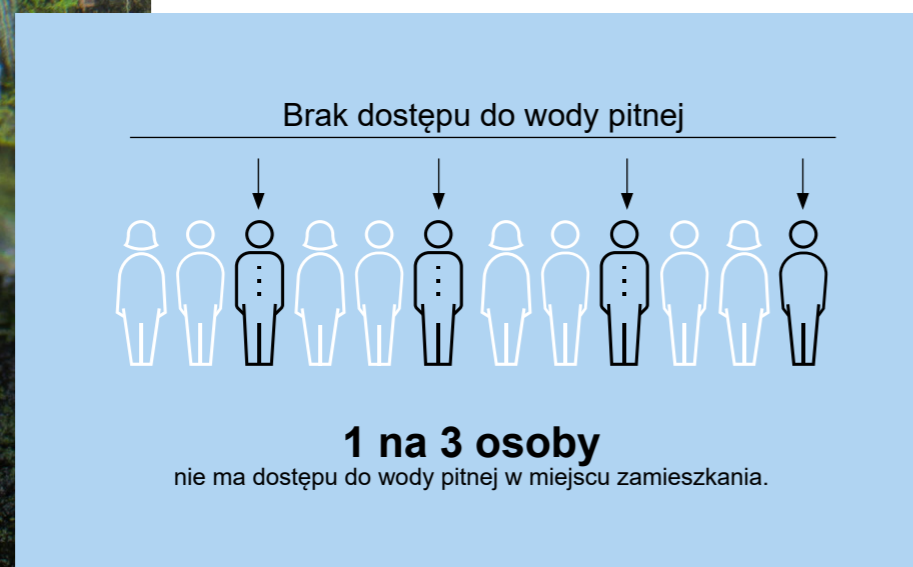


⁷ The International Water Association, *Digital Water. Artificial Intelligence solutions for the water sector*, 2020, s. 5.

Pożytki z rozwoju technologii wodnych

Rozwój innowacyjnych technologii pozwalających na uzyskanie wody o odpowiedniej jakości, jest niezbędny dla zapewnienia bezpieczeństwa wodnego w długookresowej perspektywie. Obecnie 1/4 ludzkości żyje na obszarach, gdzie woda może stać się dobrem rzadkim.

Wykorzystanie nowoczesnych technologii może znacząco zmniejszyć obszary, na których występuje niedobór wody słodkiej. Jednocześnie technologie te pozwolą na realizację wielu zamierzeń, które społeczność międzynarodowa chce wypełnić do 2030 r. Wszystkie te założenia zostały wyszczególnione przez Organizację Narodów Zjednoczonych i określone jako Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ 2030. Poprawa dostępu do zasobów wody pomoże w realizacji wielu z nich.



Woda a Cele Zrównoważonego Rozwoju

WODA...



...szczególnie pitna, może poprawić bezpieczeństwo i higienę osób z całego świata poprzez zapewnienie lepszych warunków sanitarnych, dzięki czemu przyczyni się do walki ze światowym ubóstwem.



...jako zasób niezbędny dla rolnictwa ograniczy również głód, szczególnie na terenach najbardziej potrzebujących wsparcia.



...wolna od wszelkich mikroorganizmów, pasożytów oraz substancji, które stanowią potencjalne niebezpieczeństwo dla zdrowia, poprawi jakość życia na całym świecie.



...jej powszechny dostęp został wprost wskazany, jako jeden z głównych celów ONZ.



...ma istotne znaczenie dla energetyki, w szczególności w związku z procesami chłodzenia elektrowni, ale także dla hydroenergetyki.



...jest niezbędna dla procesów produkcyjnych w niemal wszystkich sektorach gospodarki. Tym samym jej dostępność przyczynia się do rozwoju innowacyjności, przemysłu oraz infrastruktury.



...pełni szczególną rolę w zielono-błękitnej infrastrukturze. Przyczynia się do adaptacji do zmian klimatu oraz zwiększonej retencji jest istotnym elementem zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi, dzięki czemu zapewnia lepszą jakość życia w miastach.



...jest niezbędnym elementem dla prawidłowego rozwoju bioróżnorodności oraz zachowania właściwego stanu środowiska naturalnego.



...dzięki wodzie możliwy jest także bezpieczny rozwój organizmów żyjących pod wodą.



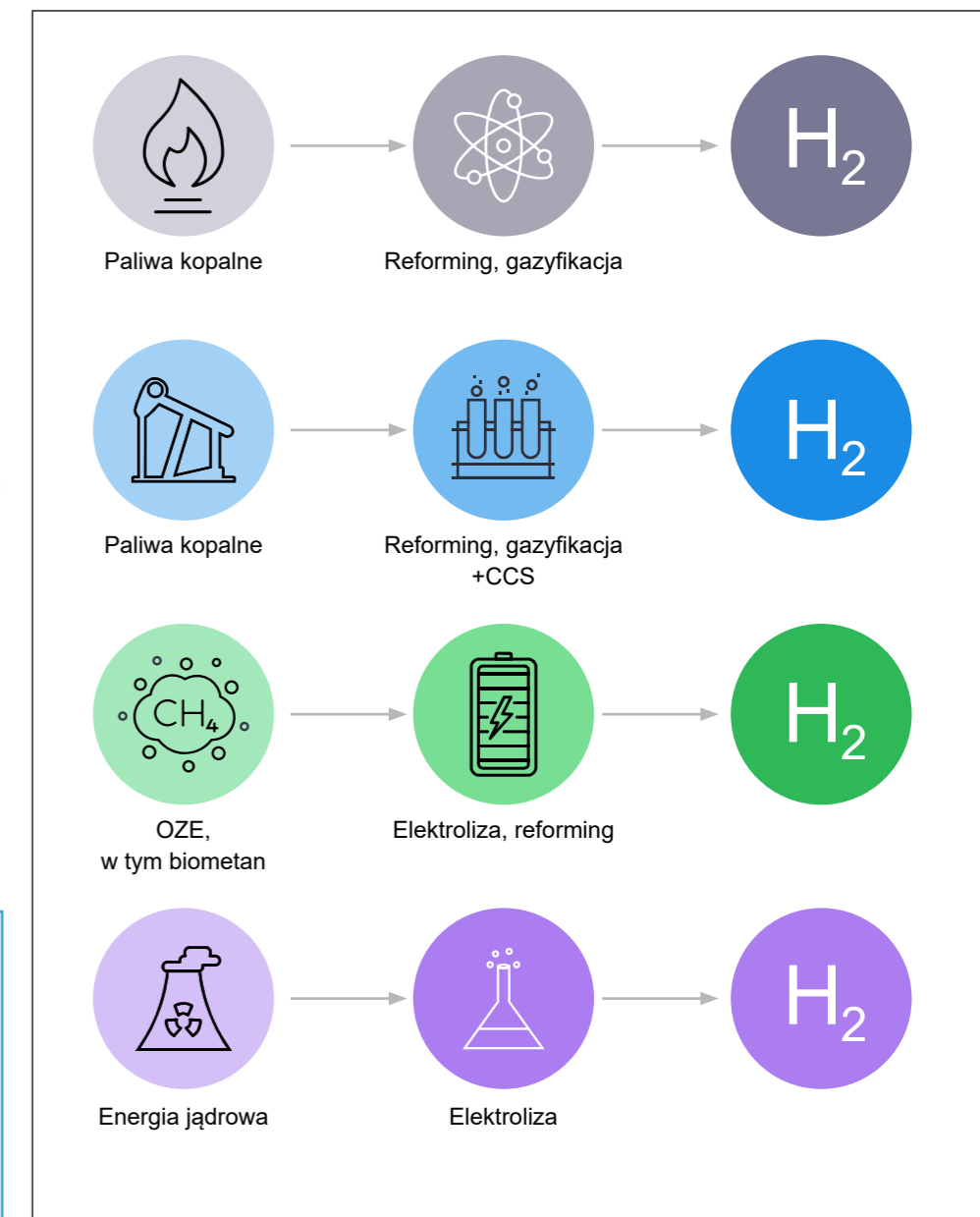
...oraz na lądzie.

Wszystkie kolory wodoru

Chociaż wodór sam w sobie jest bezwonny i bezbarwnym gazem, to często mówi się o różnych jego odcieniach. Jakie jest źródło tej kolorowej nomenklatury i czy w rzeczywistości mamy do czynienia z różnymi rodzajami tego paliwa?

Pomimo „barwnych” opisów nie ma specjalnej różnicy pomiędzy rodzajami wodoru. Natomiast ze względu na cele redukcji emisji oraz dążenie do zrównoważonej gospodarki coraz ważniejsze w produkcji wodoru stają się nie tylko jego czystość, ale i metody pozyskiwania. Dlatego obecnie jednym z głównych kryteriów przy ocenie wodoru jest możliwość jego ekologicznego wytwarzania. To oznacza, że w zależności od emisyjności i energochłonności procesu pozyskiwania tego zasobu, możemy mówić o całej paletce odcieni!

Innymi słowy kolory wodoru to „etykiety ekologiczne”, które pozwalają na określenie źródła energii użytej w procesie wytwarzania, użytego surowca oraz ogólnego wpływu na klimat danej metody. W kalejdoskopie barw najczęściej pojawia się wodór szary, niebieski, zielony i fioletowy.



Najbardziej popularne kolory wodoru uszeregowane w zależności od ich wpływu na klimat i środowisko (od najmniej ekologicznych do najbardziej neutralnych dla klimatu).

Wodór: pierwiastek przyszłości

WODÓR SZARY



Obecnie jest to najbardziej powszechny sposób pozyskiwania wodoru, niestety najbardziej emisyjny. Ten rodzaj wodoru powstaje z paliw kopalnych takich jak gaz ziemny lub węgiel w procesie zwanym reformingiem parowym. Podczas tego procesu para wodna reaguje z metanem, a produktami tego procesu są wodór i dwutlenek węgla. Ten drugi uwalniany jest bezpośrednio do atmosfery. Ponieważ z każdej tony wydobytego wodoru powstaje 10 t dwutlenku węgla, metoda ta jest skrajnie niekorzystna dla klimatu i z tego powodu ma być ograniczana.

WODÓR NIEBIESKI



Powstaje również w wyniku reformingu parowego, w którym oprócz wodoru jako produkt uboczny powstaje dwutlenek węgla. Jednak dla zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń CO₂ jest wychwytywane i składowane za pomocą technologii zwanej Sekwestracją Dwutlenku Węgla (ang. *Carbon Capture and Storage*). Ponieważ proces produkcji wodoru niebieskiego w rzeczywistości nie zapobiega wytwarzaniu „gazów cieplarnianych”, dlatego często nazywa się go „niskoemisyjnym”. Również w związku z niepewnością co do długofalowych skutków składowania CO₂ jest uważany za przejściowy sposób produkcji wodoru.

WODÓR ZIELONY



Powstaje w wyniku elektrolizy wody. Podczas elektrolizy z wody powstają wyłącznie tlen i wodór. Potrzebna do tego energia elektryczna jest wytwarzana z odnawialnych źródeł energii, na przykład energii wiatru, energii wodnej lub energii słonecznej. Ponieważ zarówno proces elektrolizy i jej produkty, jak i wykorzystana energia nie generują CO₂, zielony wodór jest neutralny dla klimatu. Jest to jeden z dwóch docelowych sposobów wytwarzania wodoru wskazywany w politykach klimatycznych.

WODÓR FIOLETOWY



Powstaje z wykorzystaniem wysokich temperatur reaktorów jądrowych, które następnie służą w procesie pirolizy metanu. Produktem takiej reakcji jest węgiel w postaci stałej oraz wodór. Metoda ta, podobnie do wskazanego wyżej zielonego wodoru, jest bezemisyjna i stanowi drugi z docelowych sposobów wytwarzania wodoru w politykach klimatycznych.



Co może działać na wodór?

Transport: wodór czy akumulatory

Wodór wskazywany wcześniej jako uniwersalny nośnik energii, może mieć także szerokie zastosowanie w transporcie jako paliwo alternatywne zapewniające redukcję emisji CO₂ w stosunku do użycia paliw kopalnych. Wodór posiada wysoką wartość opałową, wyższą od standardowych paliw takich jak benzyna, olej napędowy czy gaz ziemny, przez co zakłada się, że będzie on jedną z kluczowych opcji dekarbonizacji transportu.

“Wodór może być zeroemisyjnym paliwem przyszłości napędzającym globalny transport.

Jedną z innych wymienianych możliwości zmniejszenia emisji w transporcie jest zastosowanie napędów bateryjnych opartych o akumulatory litowo-jonowe lub nowszej generacji. W konsekwencji

często dochodzi do bezpośredniego porównywania możliwości zastosowania wodoru i baterii w transporcie przyszłości.

Obecnie trudno jednoznacznie wskazać zwycięzcę porównania: wodór czy akumulatory. Wydaje się, że oba rodzaje napędów będą występować w przyszłości. Różnice pomiędzy wodorem i akumulatorami mogą występować na poziomie zastosowania w różnych rodzajach transportu, a głównymi czynnikami wyboru będą: wymagany zasięg, zużycie energii, dopuszczalna masa całkowita oraz czas tankowania / ładowania.

Wśród kluczowych wyzwań zastosowania wodoru w transporcie wskazuje się duże straty energii w procesach konwersji wodoru oraz stosunkowo słabo rozwiniętą infrastrukturę. W przypadku akumulatorów długi czas ładowania oraz stosunkowo niskie zasięgi przy wysokiej masie własnej pojazdu.

Dotychczasowe badania rynkowe oraz naukowe wskazują, że wodór może być zielonym paliwem przyszłości szczególnie w transporcie ciężkim, kolejowym, morskim, lotniczym oraz autobusowym. Należy przy tym zaznaczyć, że w wielu sektorach transportu wodór nie będzie występował jako docelowe paliwo zasilające, ale jako bazowy surowiec do produkcji paliw pochodnych m.in. amoniaku, metanolu oraz paliw syntetycznych.

“Wodór może być zielonym paliwem przyszłości w szczególności w transporcie ciężkim, kolejowym, morskim, lotniczym oraz autobusowym.

Rodzaj transportu	Rodzaj paliwa	Okres komercjalizacji rynkowej
Transport morski	Paliwa pochodne dla wodoru: metanol, amoniak, paliwa syntetyczne	2030–2040 r.
Transport lotniczy	Paliwa pochodne dla wodoru: metanol, amoniak, paliwa syntetyczne	2030–2040 r.
Autobusy	Wodór: sprężony lub skroplony	2020–2025 r.
Kolej	Wodór: sprężony lub skroplony	2025–2030 r.
Ciężkie pojazdy użytkowe	Wodór: sprężony lub skroplony	2025–2030 r.

Należy wskazać, że w wymienionych sektorach transportu realizowane są obecnie projekty w zakresie zastosowania wodoru lub jego pochodnych jako paliw zeroemisyjnych zapewniających redukcję emisji CO₂.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Infrastruktura, transport, logistyka



SDG:

7 CZYSTA I DOSTĘPNA ENERGIA

11 ZRÓWNOWAŻONE MIASTA I SPOŁECZNOŚCI

13 DZIAŁAŁA W DZIEDZINIE KLIMATU

Rodzaj transportu	Firma	Opis
 Transport morski	New Times Shipbuilding Chiny	Chińska stocznia New Times Shipbuilding skonstruowała i zaprezentowała w 2022 r. jednostkę napędzaną skroplonym gazem ziemnym (LNG), która jest w pełni przystosowana do zasilania amoniakiem.
 Transport lotniczy	Airbus Francja	Francuski producent samolotów do 2026 r. chce rozpocząć testy flagowej jednostki A380 o zmodyfikowanym układzie napędowym zdolnym do pracy na paliwie syntetycznym. Celem koncernu jest produkcja w pełni zeroemisyjnego modelu samolotu w 2035 r.
 Autobusy	Solaris Hiszpania	Producent autobusów Solaris zaprezentował we wrześniu 2022 r. nowy model autobusu miejskiego Urbino 18, który jest napędzany ogniwem paliwowym zasilanym wodorem. Proces zatankowania autobusu do pełna będzie trwał 15 min, a zasięg wyniesie około 350 km.
 Kolej	PESA Polska	Polski producent pojazdów szynowych z Bydgoszczy – PESA, zaprezentował w 2021 r. pierwszą lokomotywę wodorową o nazwie Trako. Potencjalnymi pierwszymi odbiorcami nowej jednostki będą spółki PKN ORLEN oraz PKP.
 Ciężkie pojazdy użytkowe	Volvo Szwecja	W 2022 r. szwedzki koncern rozpoczął testy nowej linii pojazdów ciężarowych napędzanych wodorem, których deklarowany zasięg ma wynosić ponad 1000 km, a czas tankowania poniżej 15 minut. Ciężarówki wodorowe mają mieć także zdolność produkcji energii elektrycznej na potrzeby kierowcy lub obsługi przewożonego towaru.

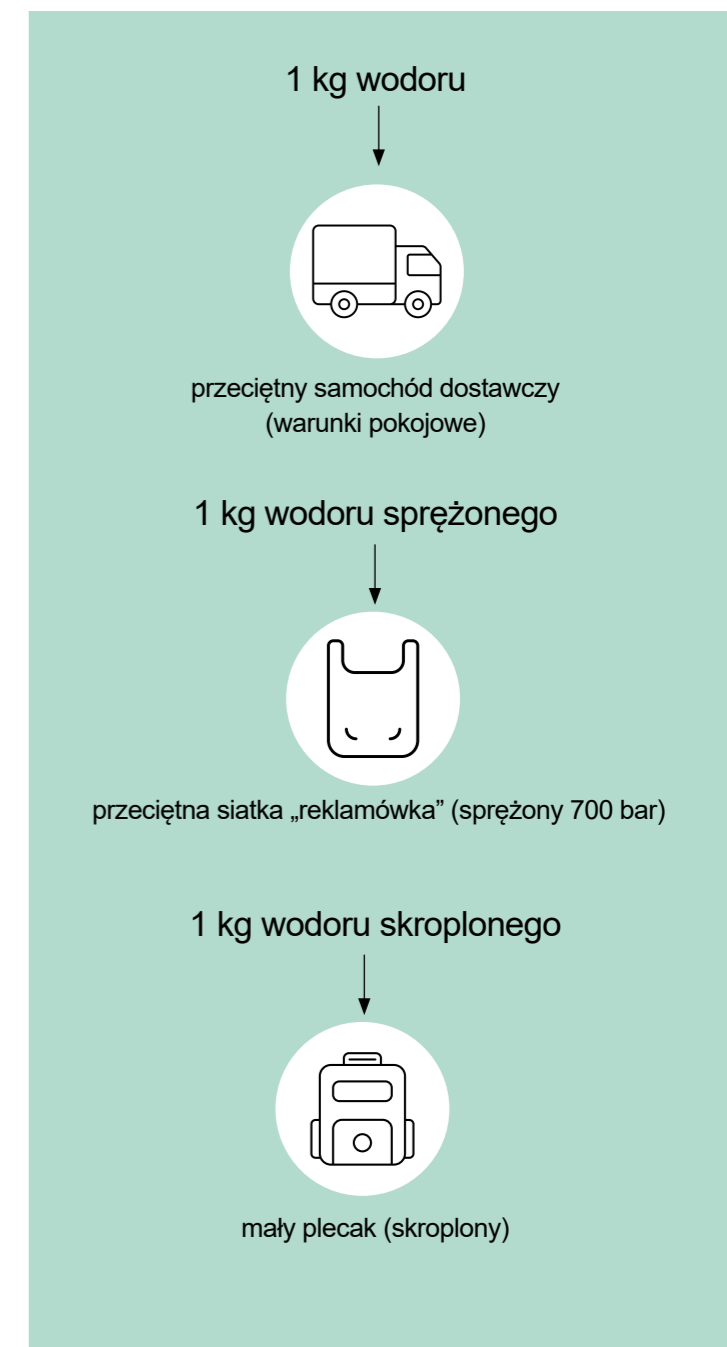
Wodór jako magazyn energii: ile energii elektrycznej zmieści się w kilogramie wodoru?

Wymieniana wcześniej wysoka wartość energetyczna wodoru może zostać także wykorzystana w sektorze magazynowania energii, którego znaczenie będzie kluczowe dla realizacji transformacji energetycznej w sposób bezpieczny dla całej gospodarki.

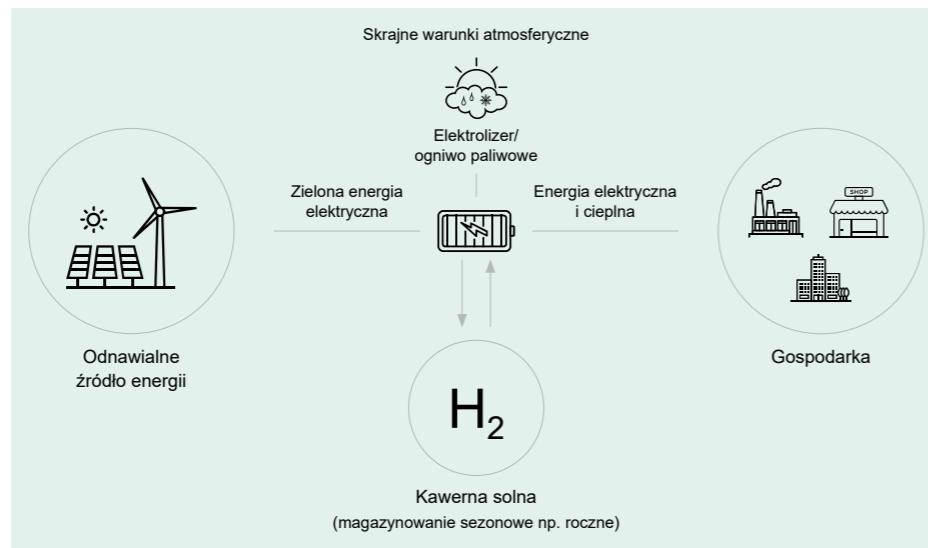
W jednym kilogramie wodoru można zgromadzić ponad 33 kWh energii, co jest stosunkowo dużą wartością w porównaniu do innych nośników energii, m.in. gazu ziemnego. Możliwość gromadzenia większej ilości energii w wodorze pozwala na użytkowanie go do bilansowania sezonowego systemu energetycznego kraju. W praktyce może to polegać na stabilizowaniu wielu odnawialnych źródeł energii poprzez produkowanie wodoru, który zostanie zatłoczony do podziemnych struktur geologicznych np. kawern solnych.

W takim systemie wodór pełniłby rolę ogromnego magazynu energii, zapewniał jej awaryjne źródło szczególnie w tych porach roku, gdy zapotrzebowanie energetyczne przewyższa podaż. Mogą to być okresy bardzo gorącego lata lub w czasie ujemnych temperatur zimą.

W okresach skrajnych warunków atmosferycznych, gdy krajowy system energetyczny jest przeciążony, wodór mógłby być powrotnie zamieniany na energię elektryczną lub ciepłą.



Z uwagi na wysokie straty energii w procesach zatłaczania wodoru pod ziemię przy jego konwersji na energię elektryczną lub ciepłą, magazynowanie wodoru powinno odbywać się raczej w perspektywie długo, a nie krótkoterminowej. Godzinowe lub dzienne stabilizowanie źródeł OZE z użyciem wodoru może w wielu przypadkach okazać się nieopłacalne. Natomiast sezonowe bilansowanie systemu elektroenergetycznego z użyciem wodoru może być najskuteczniejsze w przypadku wielkoskalowych źródeł OZE takich jak morskie farmy wiatrowe budowane obecnie na Morzu Bałtyckim. Korzystne jest również to, że jedne z większych podziemnych struktur geologicznych zdolnych do magazynowania wodoru w Polsce znajdują się również wzdłuż wybrzeża polskiej części Bałtyku m.in. w Kosakowie.



“ Dla zapewnienia produkcji i magazynowania dużych ilości wodoru niezbędne mogą być wielkoskalowe źródła OZE takie jak morskie farmy wiatrowe budowane obecnie na Morzu Bałtyckim.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?



Rozwój przemysłu



Infrastruktura, transport, logistyka



Bezpieczeństwo strategiczne

Grupa Lotos (obecnie Grupa ORLEN)

Hestor



W 2015 r. Grupa Lotos realizowała projekt Hestor mający na celu zbadanie możliwości magazynowania wodoru w kawernach solnych znajdujących się na terenie Polski.

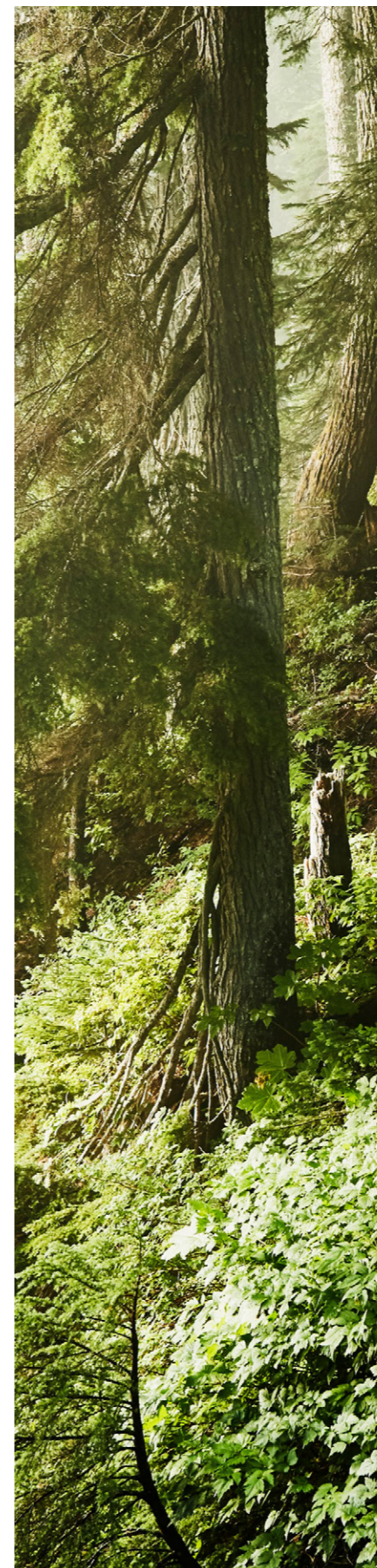
WTT

Power 2 Gas



WTT opracowuje innowacyjne rozwiązania dotyczące gospodarki odpadami i energetyki. Autorska technologia ZEWE umożliwia całkowitą eliminację odpadów z równoczesnym pozyskaniem wodoru o wysokiej czystości.

SDG:

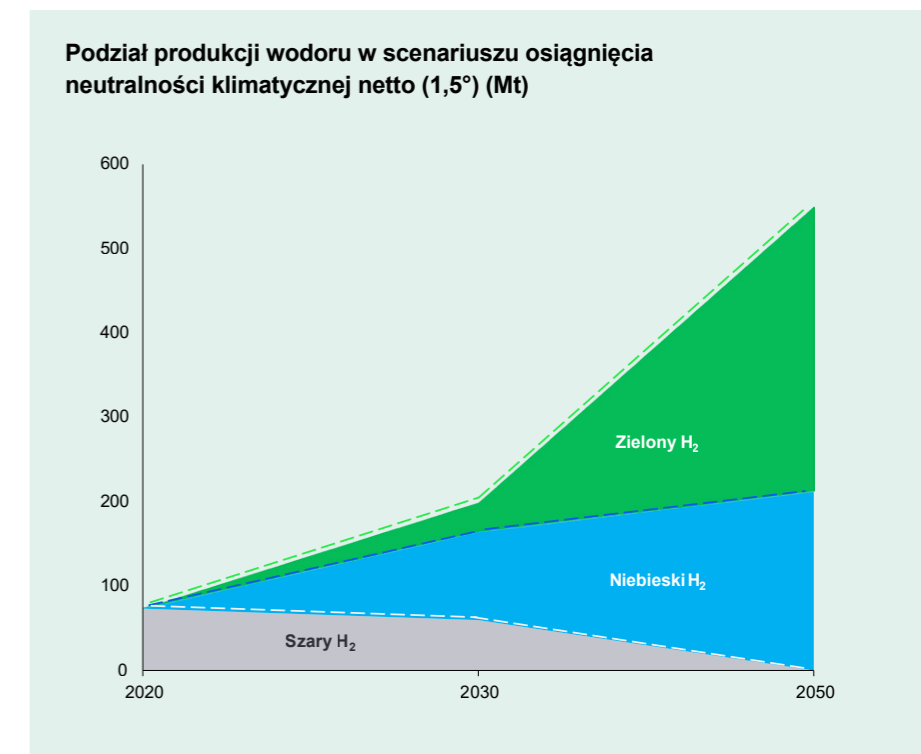


Przemysł będzie coraz bardziej zielony

Globalnie 90% wodoru do zastosowań przemysłowych jest wytwarzana z gazu ziemnego lub węgla¹.

Jednak coraz więcej firm przemysłowych na całym świecie dąży do przejścia na wykorzystanie mniej emisyjnych rodzajów wodoru, takich jak wodór niebieski i zielony. Niezbędnymi czynnikami rozwoju bardziej ekologicznej produkcji tego zasobu będzie równoległa budowa nowych źródeł OZE, a także popularyzacja urządzeń CCS służących do wyłapywania i składowania dwutlenku węgla.

Dzięki zastosowaniu wodoru niebieskiego i zielonego w procesach produkcyjnych dojdzie do znacznej redukcji emisji dwutlenku węgla w stosunku do użycia wodoru szarego. Jednocześnie nowe rodzaje stosowanego wodoru mogą zapewnić firmom przemysłowym zgodność z obecnymi i planowanymi przepisami, a także większą odporność na rosnące koszty energii.



Źródło: IEA, 2021

Energetyka: czy wodór to ropa i gaz XXI w.?

Wodór może stać się paliwem przyszłości. Przede wszystkim ma on potencjał dostarczania energii do wszystkich gałęzi gospodarki, m.in. przemysłu, mieszkań i transportu. Użycie zielonego lub fioletowego wodoru pozwoli na kompleksową dekarbonizację wybranych sektorów zgodnie z polityką klimatyczną UE.

Wodór ma przewagę nad ropą czy gazem, ponieważ jego gęstość energii jest prawie trzy razy większa. Z 1 kg wodoru ogniwo paliwowe jest w stanie wyprodukować około 16 kWh energii elektrycznej. Właściwości wodoru mogą być kształtowane poprzez zmianę jego temperatury, ciśnienia lub stanu skupienia. Wodór posiada większą wydajność energetyczną pod ciśnieniem lub w stanie ciekłym niż w standardowej temperaturze i ciśnieniu atmosferycznym.

Rodzaj paliwa	MJ/kg
Wodór	141.8
Metan	55.5
Etan	51.9
Propan	50.35
Butan	49.5
Benzyna	47.3
Olej napędowy	44.8
Węgiel	15 – 27



Zastosowanie wodoru w transporcie wymaga szczególnego podejścia. Wodór posiada bardzo dobre właściwości jako paliwo, gdyż ma wysoką gęstość energetyczną (w 1 kg wodoru znajduje się około trzy razy więcej energii niż w 1 kg oleju napędowego). Jednocześnie wodór charakteryzuje się bardzo niską gęstością objętościową (w pokojowym ciśnieniu i temperaturze 1 kg wodoru zajmuje około 11 m³, czyli objętość przeciętnego pojazdu dostawczego). Standardowy pojazd osobowy potrzebuje około 1 kg wodoru na przejechanie 100 km. Oznacza to, że użycie wodoru jako paliwa w warunkach otoczenia wymagałoby, aby każdy samochód osobowy ciągnął za sobą cysternę jako bak paliwa. Z tego powodu dla zastosowania w transporcie wodór wymaga zmiany stanu skupienia. Najczęściej stosuje się sprężanie do poziomu 350-700 bar lub skraplanie wodoru, które następuje w temperaturze -253 stopni Celsjusza. Oba te procesy pozwalają wielokrotnie zmniejszyć gęstość objętościową wodoru, powodując, że może być on przechowywany w baku paliwa o standardowych wymiarach.

Wodór ma również duży potencjał w ciepłownictwie. Wymieszany z gazem ziemnym może być transportowany siecią gazową i znacząco ograniczać emisje związane z ogrzewaniem mieszkań i budynków. Wiąże się to jednak z koniecznością podjęcia wcześniejszych działań takich jak wymiana instalacji i zastosowanie odpowiednich technologii w mieszkaniach.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Rozwój przemysłu



Infrastruktura, transport, logistyka



Bezpieczeństwo strategiczne



H21 Leeds

Wielka Brytania – Northern Gas Networks

Hydrogen gas | Leeds | Can-do Cities

Studium wykonalności H21 Leeds City Gate wykazało, że dekarbonizacja gazu z użyciem wodoru jest technicznie możliwa i opłacalna. Dzieje się tak, bo spalony wodór, w przeciwieństwie do gazu ziemnego, nie wytwarza CO₂ – tylko ciepło i wodę. Zastosowanie wodoru w ciepłownictwie będzie wymagać rozwoju infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej.

Enea Ciepło i NCBiR

Polska – Zielone Ciepłownictwo

Enea Ciepło podpisała umowę z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju na prace badawczo-rozwojowe dotyczące możliwości wykorzystania zielonego wodoru w ciepłownictwie. Zadaniem konsorcjum, w którego skład wchodzi spółka z Grupy Enea, jest stworzenie koncepcji zasilania silnika gazowego zielonym wodorem wyprodukowanym w elektrolizerze z użyciem energii elektrycznej pochodzącej w 100% z OZE. Powstała w ten sposób energia ma być wykorzystywana w ciepłownictwie.

SDG:



Czy przyszłość węgla jest czarna?

Jak węgiel może zrewolucjonizować świat?

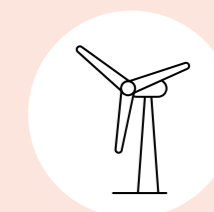
Energetyka: czy miejsce węgla faktycznie jest w piecu?

Ze względu na różnorodność i parametry techniczne materiały na bazie węgla pierwiastkowego mogą przyczynić się do walki z globalnym ociepleniem. Szczególnie nanotechnologia może mieć dużą rolę w zatrzymaniu wzrostu globalnych temperatur.

Nanomateriały węglowe posiadają unikalne właściwości, które sprawiają, że ich wykorzystanie jest szczególnie korzystne w technologiach produkcji czystej energii. Nanotechnologia może obniżyć koszt katalizatorów oraz membran stosowanych w ogniwach paliwowych używanych do produkcji wodoru. Ponadto zastosowanie lekkich, bardziej wytrzymałych nanomateriałów do łopatek wirnika może zwiększyć wydajność energii wiatrowej. Ich użycie może przyczynić się również do obniżenia ceny ogniw fotowoltaicznych, a w przypadku rolnictwa precyzyjnego, zoptymalizować uprawy wykorzystywane do produkcji biogazu i biopaliw. To nie wszystko – nanorurki węglowe z powodzeniem są stosowane w akumulatorach i superkondensatorach, odpowiadając

na rosnącą potrzebę magazynowania energii. Użycie nanotechnologii pozwala na znacznie lepszy transport jonowy i przewodnictwo elektroniczne w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami do baterii, co znacznie przyspiesza ich czas ładowania i może zrewolucjonizować branżę elektromobilności. Nowym rozwiązaniem w infrastrukturze przesyłu prądu jest również wykorzystanie nanorurek węglowych w kablach elektrycznych, liniach wysokiego napięcia czy inteligentnych sieciach, dzięki którym można znacząco obniżyć straty prądu.

Użycie nanomateriałów pozwoli nam wydajniej produkować prąd, efektywniej go magazynować i przesyłać oraz, co ważne, unikać strat energetycznych.



Wykorzystanie włókna węglowego do produkcji wiatraków pozwala obniżyć ich podstawową wagę o 20%. Te oszczędzone 20% masy pozwala na zwiększenie długości łopatek bez ryzyka przeciążenia i w rezultacie zwiększa ilość energii produkowanej przez wiatrak.



Bateria li-ion wykorzystująca ultraszybką elektrodę węglową może podwoić ilość zmagazynowanej energii, co pozwoli zwiększyć zasięg samochodu elektrycznego nawet do 1000 km.

Elektronika: czy węgiel może zastąpić krzem?

Współczesna elektronika oparta jest głównie na krzemie, którego znaczenia w rozwoju technologicznym ludzkości trudno przecenić. Jednak, żeby zrobić przełomowy krok naprzód, potrzebne są nowe materiały.

Obecnie dążymy do miniaturyzacji w branży informatycznej czy telekomunikacyjnej. Projektanci sprzętu elektronicznego poruszają się dziś w świecie tranzystorów, których wielkość liczy się już... w atomach. Jeśli przyjrzeć się właściwościom krzemu, to prędko stanie się jasne, że dochodzimy do ostatecznej granicy rozwoju tradycyjnych układów scalonych projektowanych z użyciem tego pierwiastka. W takich okolicznościach wielu naukowców bardzo liczy na rozwój nanomateriałów, a przede wszystkim grafenu.

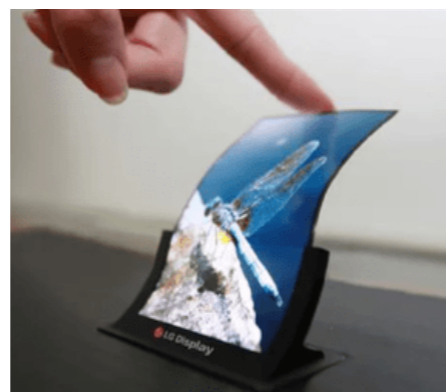
Materiały oparte na węglu mogą być alternatywą dla technologii krzemowej, ponieważ mają ogromny potencjał do wykorzystania w budowie urządzeń elektronicznych przyszłej generacji. Ich właściwości fizyczne, chemiczne i elektryczne, takie jak wysoka przewodność, stabilność termiczna i elektrochemiczna oraz duża powierzchnia właściwa, pozwalają im spełniać wymagania nowoczesnego

przemysłu informatycznego. Nowe nanomateriały są również odpowiedzią na rosnące potrzeby rynku przy malejących zasobach czy nawet deficytach. Uświadomił nam to chociażby kryzys na rynku półprzewodników – niezbędnych elementów do budowy wszelkiej elektroniki.

Nanomateriały na bazie węgla mają ogromny potencjał w zastosowaniach takich jak czujniki, urządzenia półprzewodnikowe, przewodniki i inteligentne tekstylia. Cienkie warstwy nanorurek węglowych pozwalają przejść ze sztywnej architektury krzemowych układów scalonych do elastycznej deformacji materiału. Już teraz można go stosować do produkcji elastycznych ekranów w telefonach komórkowych, a w przyszłości np. w medycynie do produkcji czujników, które wyglądałyby jak naklejka. Takie czujniki przymocowane do skóry mogłyby monitorować temperaturę ciała pacjenta i inne parametry.

“

Polacy opatentowali metodę produkcji najwyższej jakości grafenu na skalę przemysłową. Jego metoda wytwarzania opracowana na Politechnice Łódzkiej uzyskała ochronę patentową w USA i Unii Europejskiej.



Lotnictwo i obronność: czy węgiel sprawi, że samoloty będą niewidzialne?

Ze względu na stale rosnącą potrzebę produkcji lżejszych, bardziej wytrzymałych i ekonomicznych systemów, istnieje duże zapotrzebowanie na zaawansowane materiały węglowe. Materiały węglowe mogą być stosowane w wielu różnych obszarach, od lżejszych, bardziej zwinnych samolotów po nowe hipersoniczne systemy.

Potencjalne zastosowania przyszłych zaawansowanych materiałów węglowych obejmują samonaprawiające się, inteligentne tekstylia, tworzywa adaptujące się i biomimetyczne (wzorowane na rozwiązaniach ze świata natury). Naukowcy z USA opracowali powłokę z nanorurek węglowych, która rozprasza fale świetlne i radiowe. Powleczone nią samoloty typu *stealth* byłyby niewykrywalne przez radary. Zaawansowane elementy bazujące na włóknie węglowym są wykorzystywane w branży ze względu na ich wysoką wytrzymałość i niską masę.

Pozwala to na uzyskanie oszczędności kosztów od 20 do 50% poprzez zmniejszenie wagi samolotu, co znacząco redukuje zużycie paliwa. Przyszłe wykorzystanie nanorurek węglowych może również obejmować magazynowanie wodoru, ochronę ogromną samolotów, łagodzenie oblodzenia samolotu czy zmniejszyć masę płatowców/satelitów, co ułatwi w przyszłości ich wystrzeliwanie w kosmos.

Jedną z dziedzin wiedzy, w której w przyszłości nanotechnologie będą mogły mieć istotne znaczenie dla gospodarki i środowiska, jest trybologia. Zajmuje się ona badaniami nad tarcieniem, zużyciem i smarowaniem zespołów ruchomych maszyn i urządzeń. Procesy tarcia powodują duże straty ekonomiczne wywołane zużyciem materiałów i energii. Dlatego od lat poszukuje się rozwiązań w dziedzinie inżynierii powierzchni i środków smarnych ograniczających te procesy. Dodanie nanomateriałów węglowych do smarów może znacznie wydłużyć żywotność komponentów samolotów.



Budownictwo: czy węgiel pozwoli nam ograniczyć wykorzystanie betonu?

Beton jest jednym z najważniejszych materiałów dla budownictwa, jednak jego produkcja stanowi duże obciążenie dla środowiska ze względu na wysoką emisję dwutlenku węgla.

Materiały węglowe są dużo bardziej trwałe i elastyczne niż te, które tradycyjnie stosuje się w budownictwie. Z tego powodu włączenie do konstrukcji wzmocnień lub cząstek z nanorurek węglowych zwiększa nawet do 30% wytrzymałość betonu, przez co można go wykorzystywać znacznie mniej, co z kolei ogranicza ilość emisji powstałych w procesie produkcji.

Wzbogacanie materiałów budowlanych takich jak asfalt czy beton grafenem zapobiega również tworzeniu się lodu. Dzieje się tak dzięki zdolności grafenu do podnoszenia swojej temperatury pod przyłożonym napięciem.

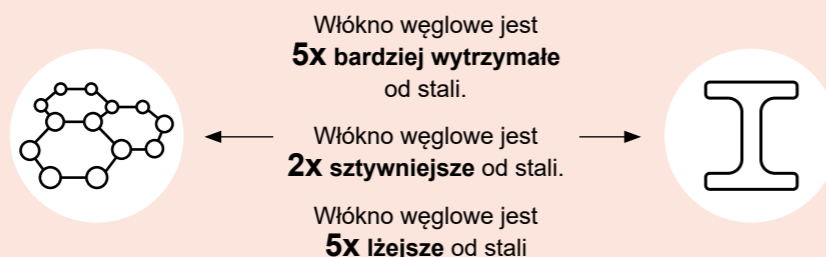
Materiały węglowe są szeroko stosowane do poprawy właściwości konstrukcyjnych stali, która również odgrywa kluczową rolę w budownictwie. Zastosowanie nanorurek węglowych zwiększa jej wytrzymałość na rozciąganie nawet 150-krotnie przy jednoczesnym 6-krotnym zmniejszeniu masy w porównaniu do konwencjonalnych konstrukcji.

Dodanie nanocząstek węglowych do powłok i farb zapewnia lepszą odporność na korozję i zużycie, zapobiega kondensacji i tworzeniu się pleśni. Dodatkowo poprawia ich właściwości chemiczne, optyczne, estetyczne i elektryczne.

Stosowanie w tej branży grafenu i nanomateriałów węglowych umożliwia tworzenie zaawansowanych, wielofunkcyjnych produktów, które reagują na różne bodźce, takie jak zmiany temperatury lub naprężenia mechaniczne. Natomiast obecność nanomateriałów węglowych w kitach i klejach ułatwia naprawy i prace konserwacyjne. Dzieje się tak dzięki ich zdolności do samoutwardzania po przyłożeniu ładunku elektrycznego, bez konieczności podgrzewania.

Beton i stal to najpopularniejsze materiały konstrukcyjne dzisiejszych czasów, jednak w najbliższej przyszłości oczekuje się w tej branży znacznego wzrostu zapotrzebowania na inteligentne nanomateriały.

Porównanie włókna węglowego i stali



Medycyna: Czy węgiel może pomóc w diagnostyce raka?

Nanomedycyna to gałąź medycyny, która wykorzystuje zdobycze nanotechnologii w celu zrewolucjonizowania leczenia, diagnostyki i terapii oraz rozwoju nowych produktów medycznych.

O zainteresowaniu medycyny nanotechnologią zdecydowało to, że wymiar cząstek jest zbliżony do wymiaru przeciwciał, receptorów membranowych, kwasów nukleinowych, protein oraz innych biomolekuł. Te cząsteczki dzięki swojemu wymiarowi mogą pokonywać barierę krwi / mózg. Wysoki stosunek powierzchni do objętości cząstek oraz możliwość modyfikacji ich właściwości sprawiają, że są one idealnym narzędziem do obrazowania, diagnostyki i terapii.

Materiały węglowe posiadają również duży potencjał jako systemy dostarczania leków. Najczęściej stosowanymi nośnikami są nanorurki węglowe modyfikowane różnego typu substancjami biologicznymi. Modyfikacja powierzchni nanorurek jest możliwa ze względu na dużą dostępność miejsc wiązania substancji aktywnej na siatce atomów węgla. Stały się one również popularnym narzędziem w diagnostyce i terapii nowotworów. Uważa się je za jeden z najbardziej obiecujących materiałów o zdolności zarówno do wykrywania komórek nowotworowych, jak i dostarczania leków lub małych cząsteczek terapeutycznych do komórek.

Inteligentne nanomateriały węglowe są biomimetyczne, co znaczy że potrafią naśladować struktury i procesy występujące w organizmach żywych. Mogą być używane jako sztuczne mięśnie, które kurczą się i powracają do pierwotnego kształtu po zwarciu.

Włókno węglowe jest również szeroko stosowane do budowy protez, co sprawia, że są one dużo bardziej wytrzymałe, lżejsze i odporne na warunki atmosferyczne. Stosowanie włókna w stopach protezowych pozwala na zachowanie bardzo dobrej, nieosiągalnej wcześniej dynamiki.



Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Ochrona zdrowia



SDG:



ENForce Medical

Polska spółka ENForce Medical Technologies stworzyła pierwszą w 100% polską, bioniczną protezę stopy. Proteza umożliwia zgięcie w stawie skokowym w zakresie odpowiadającym naturalnemu, dzięki czemu pozwala na zachowanie płynności i dynamiki ruchu podczas każdego kroku, niezależnie od terenu. Wykorzystanie do budowy kompozytu z włókna węglowego w połączeniu z lekkim rdzeniem stworzyło materiał o bardzo wysokiej wytrzymałości i niskiej masie. Jego atutem jest zapewnienie pacjentowi odpowiedniej dynamiki i swobody poruszania się. Włókna węglowe pozwalają dobrać protezę do indywidualnych oczekiwań pacjenta, zwiększając jego mobilność i umożliwiając mu pokonywanie dłuższych dystansów. Stopa z włókien węglowych idealnie symuluje pracę „normalnych” stawów, zwiększa tym samym stabilność i ułatwia utrzymanie równowagi. Jest to rozwiązanie bardzo wygodne i trwałe.

Proteza umożliwia ruch w stawie skokowym w zakresie 20-25°, dzięki czemu dla użytkownika żadna rampa nie będzie kłopotem. Innowacyjna hydraulika sterowana mikroprocesorowo czyni chód maksymalnie naturalnym. Proteza w czasie rzeczywistym dostosowuje się do nierówności terenu.

ENForce Medical w ramach dofinansowania z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego opracowuje prototyp ultralekkiej i wytrzymałej protezy kolana, która pozwoli pacjentom po amputacjach na powrót do zdrowia i pełnej aktywności życiowej. W ramach opracowywania prototypu spółka używa także sztucznej inteligencji do wykrywania faz chodu i układu odpowiedzialnego za rotację podudzia.

Wykonane na bazie grafenu czujniki powoli stają się podstawą produkcji nowoczesnych protez bionicznych.





3W • WODA • WODŃR • WĘGIEL

**Jak będzie wyglądał
świat 3W?**

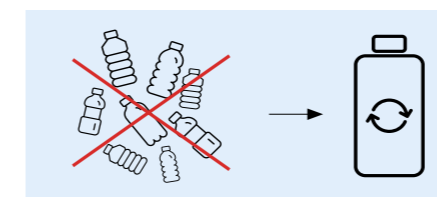
3

Zrównoważony świat

Synergia zasobów 3W

Zrównoważony świat, to taki w którym wykorzystujemy posiadane zasoby w najbardziej efektywny sposób, staramy się maksymalnie ograniczyć ich zużycie i myślimy o całkowitym koszcie ekologicznym naszych działań. Synergie wody, wodoru i węgla z pewnością będą mieć zastosowanie w technologiach przyszłości, jednak w określonych dziedzinach znajdują je już dzisiaj. Te trzy zasoby, z których każdy ma ogromne znaczenie, mogą zdziałać jeszcze więcej dla rozwoju polskiej technologii, jeśli są używane wspólnie.

Najbardziej powszechnym przykładem synergii zasobów 3W jest wykorzystanie węgla aktywnego w procesie oczyszczania "kranówki" w naszych domach. Woda z ujęć komunalnych jest dezynfekowana za pomocą chloru, co jest niezbędne, żeby oczyścić ją bakteriologicznie, ale jednocześnie powoduje specyficzny smak i zapach. Aby się go pozbyć, bardzo dobrze sprawdzają się filtry z węgla aktywnego, które usuwają chlor i inne zanieczyszczenia organiczne.



Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Rozwój przedsiębiorczości



Dafi

Istotę korzyści płynącej z tej synergii zauważyła polska firma Dafi, która od lat produkuje butelki do wody z filtrem z węgla aktywnego. Jeden filtr zastępuje nawet 100 butelek jednorazowych. Dzięki ich wykorzystaniu każdy z nas, na co dzień może budować zrównoważony świat 3W. Synergia zasobów 3W towarzyszy nam w naszych codziennych decyzjach. Warto docenić możliwości, które płyną z jej zastosowania.

SDG:



Synergia zasobów 3W jest również wykorzystywana w dużo mniej powszechnych obecnie technologiach, czego przykładem jest przywołana w rozdziale *Woda nie tylko w kranie* spółka Nanoseen. Nanoseen jako polski start-up stworzył pierwszą na świecie technologię odsalania i oczyszczania wody bez zasilania energią. W przyszłości ich wynalazek może pomóc w rozwiązaniu problemu niedoboru wody pitnej na wielu terenach, które mimo że otoczone morzami lub oceanami, cierpią z powodu braku wody zdatnej do spożycia.

Który z programów modelu biznesowego BGK zrealizowałby takie finansowanie?

Rozwój przemysłu



Grapheme

Prace nad rozwiązaniami wykorzystującymi przedstawiony przykład synergii intensywnie toczą się również poza granicami Polski i są doceniane przez organy unijne. Francuski projekt Grapheme wykorzystuje dostosowany pod względem chemicznym grafen i materiały pochodne do usuwania z wody toksycznych zanieczyszczeń oraz odfiltrowywania cząstek, mikroorganizmów i rozpuszczonych ciał stałych. Projekt ten uzyskał znaczące wsparcie finansowe programu Horizon 2020⁸.

SDG:



Unia Europejska poszukuje innowacyjnych projektów, które stworzą zrównoważony świat. W tym zakresie synergia 3W może być szczególnie często wykorzystywana.

⁸ CORDIS Wyniki badań wspieranych przez UE, *Graphene and related materials membranes for efficient removal of toxic cations from water*, <https://cordis.europa.eu/project/id/899596/pl> (dostęp: 09.09.2022).

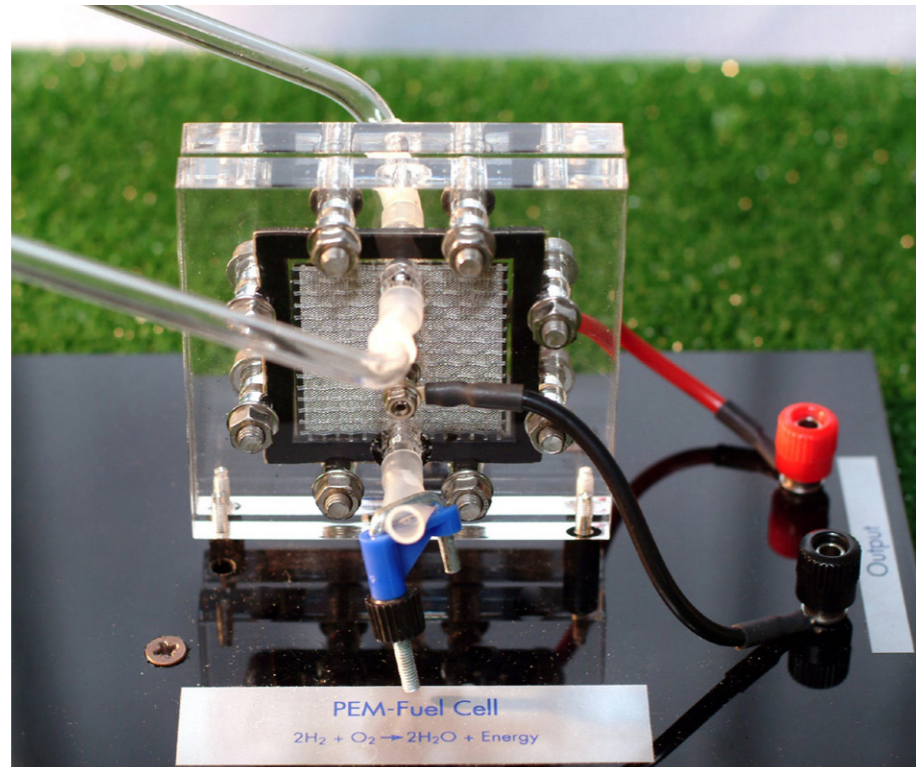
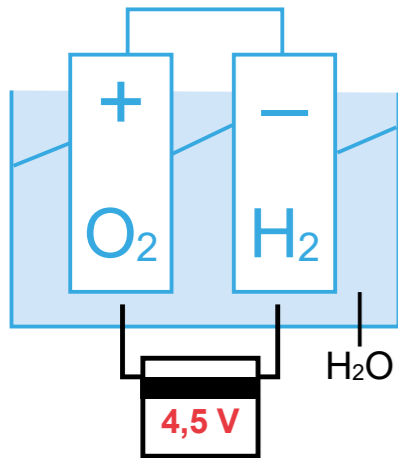
Wykorzystanie wody w produkcji wodoru

Przykładem procesu, w którym występuje jednocześnie woda, wodór i węgiel jest produkcja zielonego wodoru za pomocą elektrolizy z udziałem wody. Wodór ten może być wykorzystywany do napędu autobusu, który korzysta z ogniwa paliwowego zbudowanego częściowo z... węgla.

Zazwyczaj jest to porowaty materiał nasycony elektrolitem, przewodzący jony. Pozwala on na skuteczne dokonanie reakcji. Elektroliza wody jest nieskomplikowanym i stosunkowo tanim sposobem przemysłowego otrzymywania wodoru i tlenu o bardzo wysokiej czystości.

Możliwości produkcji wodoru z wody są wciąż rozwijane. Dotychczas problematyczne było używanie do tego procesu słonej wody. Ujemnie naładowany chlorek w soli morskiej powoduje korozję anody, która

w ogromnym stopniu skraca żywotność całego systemu. Jednak naukowcy z Uniwersytetu Centralnej Florydy (UCF) opracowali innowacyjny nanomateriał umożliwiający efektywny proces elektrolizy wody morskiej bez uwalniania żadnych szkodliwych substancji chemicznych. Wydajność elektrolizy wody morskiej ma potencjał, który może znacznie przewyższyć dotychczas uzyskiwane wyniki tego procesu. Taka technologia pozwoli również ograniczyć zużycie słodkiej wody, a więc pomoże w racjonalnej gospodarce wodnej.



Do produkcji zielonego wodoru, czyli takiego, który nie emituje CO₂ do środowiska potrzebna jest woda. To ona jest podstawą procesu elektrolizy, podczas którego jej cząsteczka pod wpływem prądu elektrycznego jest rozkładana na wodór i tlen. Aby reakcja zaszła, konieczne jest uniemożliwienie ponownego łączenia się tych pierwiastków. Służy do tego separator umieszczany pomiędzy elektrodami.

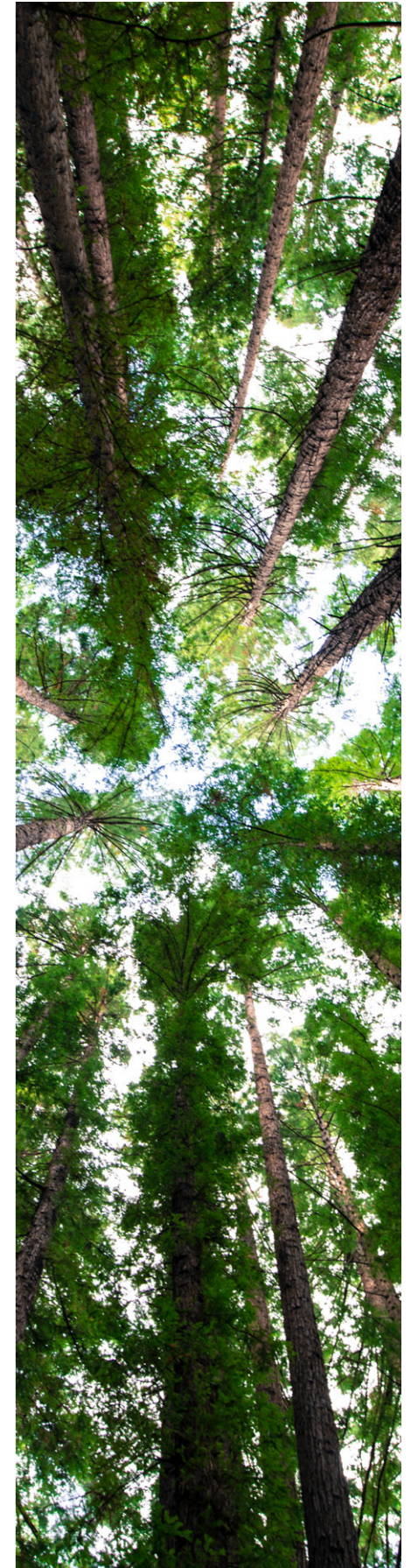
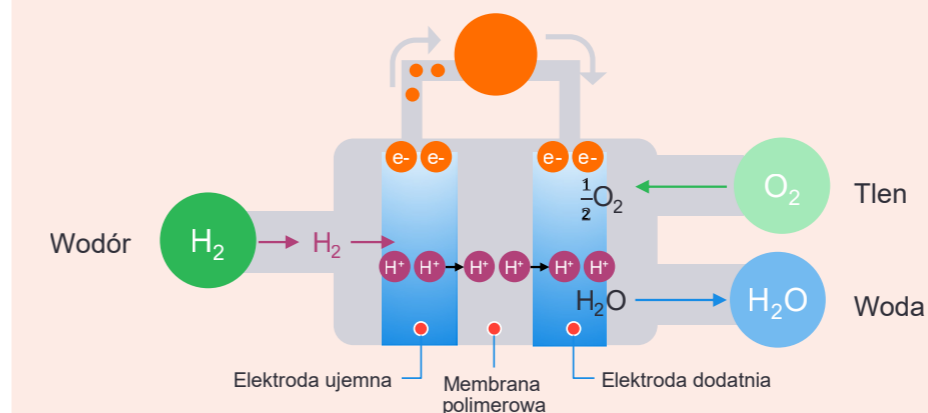
Wykorzystanie węgla w produkcji ogniw paliwowych

Co może wydawać się zaskakujące w wielu branżach, do użycia wodoru konieczne jest także równoczesne zastosowanie węgla. Dzieje się tak na przykład w procesie produkcji ogniw paliwowych, podczas której używany jest węgiel nieenergetyczny.

Ogniwo paliwowe służy do wytwarzania energii w kontrolowanych warunkach, podczas procesu, w którym wodór i tlen reagują na wodę, wytwarzając energię elektryczną i ciepło bez udziału procesu spalania.

Ogniwa paliwowe mają zblizona budowę do elektrolizerów, a jednym z ich głównych podzespołów jest membrana skonstruowana z wykorzystaniem pochodnych węgla nieenergetycznego. Z tego powodu do ich wytwarzania niezbędny jest dostęp do taniej i wielkoskalowej produkcji węgla pierwiastkowego.

Jak działają ogniwa paliwowe
Przeływ elektronów prądu elektrycznego



Magazyny wodoru z kompozytu węglowego

Bardzo ciekawym przykładem zastosowania synergii wodoru i węgla pierwiastkowego jest produkcja zbiorników ciśnieniowych i kriogenicznych, w których magazynuje się wodór. Takie zbiorniki, wzmocnione włóknem węglowym, są obecnie wytwarzane. Znajdują one zastosowanie przy stacjonarnym, jak również mobilnym magazynowaniu wodoru.

Samochody o napędzie wodorowym ze względu na swoją niską lub bezemisyjność stają się coraz popularniejsze. Szacuje się, że globalny rynek takich pojazdów przekroczył wartość 1 mld USD w 2019 r. i prawdopodobnie wzrośnie 14-krotnie do 2026 r. Zarówno w transporcie osobowym jak i ciężarowym coraz częściej stosuje się technologię zbiorników wzmocnianych włóknem węglowym, gdyż są one dużo lżejsze od tradycyjnych cystern ze stali lub aluminium. Dzięki temu są one istotnym elementem w rozwoju niskoemisyjnego transportu wodorowego bazującego na ogniwach paliwowych. Ponadto takie zbiorniki mogą być używane w ekstremalnych warunkach atmosferycznych, mają dłuższą żywotność oraz są dużo bezpieczniejsze od klasycznych rozwiązań. Dzięki powyższym zaletom technologia ta jest coraz szerzej stosowana.

Taka technologia ma również ogromne znaczenie dla dekarbonizacji transportu ciężkiego, który jest jednym z najtrudniejszych do „zazielenienia” ze względu na długie dystanse i wymagania dotyczące dużej ładowności. Aby zwiększyć ekonomikę operacyjną, samochody ciężarowe potrzebują dalekiego zasięgu i szybkiego tankowania. Duża waga akumulatorów elektrycznych zmniejszyłaby potencjalną ładowność i zasięg pojazdu oraz wymagałaby długich czasów ładowania. Z tego względu idealnym rozwiązaniem jest zastosowanie pojazdów na wodór, przy użyciu lżejszych niż tradycyjne zbiorników z kompozytu węglowego, które zwiększają wydajność transportową przy przewozie ładunków.

Polskie start-up’y Hydrogen First oraz Ultralight Green Cylinders zajmują się komercjalizacją koncepcji dużych zbiorników ciśnieniowych na wodór zbudowanych z materiałów kompozytowych. Jednym z kluczowych wyzwań stojących przed tą technologią jest wysoka cena włókna węglowego.



Człowiek w świecie 3W

Rzeczywistość 3W

**Jak będzie wyglądać życie człowieka w świecie 3W?
Czy idea 3W wpłynie na jakość życia naszego społeczeństwa
i czy pomoże rozwiązać problemy, z którymi obecnie się
borykamy?**

**Tak jak w animacji zatytułowanej "[Człowiek w świecie 3W](#)",
dostępnej na kanale YouTube BGK, tak i w historii państwa
Malinowskich technologie 3W sprawiają, że życie ludzkie staje się
prostsze i bardziej zrównoważone.**

Państwo Malinowscy posiadają dwójkę dzieci i pragną dla nich zostawić naszą
Planetę w jak najlepszym stanie.

Poznajmy wszystkich członków rodziny.

Córka Małgosia Malinowska, sportowiec



Gosia każdy swój dzień zaczyna od treningu biegowego ze swoją przyjaciółką Kasią – trenują do półmaratonu. Kasia na skutek wypadku samochodowego straciła nogę, ale dzięki bionicznej protezie bez problemu może przegonić Gosię. Proteza zbudowana jest z materiałów analizujących biosygnaly wywołujące

odpowiedź sensoryczną, co ogranicza ryzyko upadku. Dziewczyny na trening ubierają się w koszulki z bioczunikami, które monitorują ich parametry życia, dzięki czemu wiedzą kiedy ich organizm jest przeciążony. Gosia inteligentną koszulkę kupiła w sklepie militarnym. Od kiedy zdarzyło jej się zasłabnąć podczas treningu zawsze ma ze sobą butelkę z filtrem węglowym, tak żeby bez obaw móc pić wodę z miejskich ujęć. Bieganie to nie jedyna pasja Gosi, po szkole chodzi na treningi tenisa, które zaczęła w zeszłym roku. Rakieta, której używa zbudowana jest z nanowłókien, dzięki czemu jest ultralekka, co ułatwia manewrowanie i budowanie odpowiedniej techniki. Gosia najchętniej po treningu wraca do domu autobusem wodorowym, ponieważ jest tak cichy, że podczas jazdy bez problemu może powtarzać przed sprawdzianem z fizyki. Po tak intensywnym dniu sen jest bardzo ważny, dlatego Gosia monitoruje jego parametry za pomocą czujnika na bazie grafenu.

Syn Marek Malinowski, pasjonat zdrowego odżywiania



Marek, brat Gosi, wspiera siostrę w rozwoju kariery sportowej, jednocześnie realizując własne pasje. W domu zajmuje się przede wszystkim hodowlą owoców i warzyw. Dzięki temu może stale zapewniać siostrze najwyższej jakości składniki odżywcze. Aby rozsądnie gospodarować wodą, Marek zainstalował system domowej retencji. Dzięki temu woda deszczowa spływa bezpośrednio do zainstalowanego podziemnego zbiornika, a Marek może wykorzystać ją do podlewania przydomowego ogrodu o dowolnej porze. System retencji rodziny Malinowskich ma zainstalowane specjalistyczne filtry i czujnik, które dodatkowo oczyszczają wodę, dzięki czemu nadaje się ona do ponownego wykorzystania przy praniu lub spłukiwaniu toalet.

Marek stara się również promować w domu nowoczesne technologie, które mogą zapewnić rodzinie dostęp do owoców i warzyw nawet, gdy temperatury na dworze nie sprzyjają ogrodnictwu. W tym celu zdecydował się na instalację domowej akwaponiki. W tym systemie rośliny pobierają składniki odżywcze bezpośrednio z wody. Dodatkowo jest on połączony z hodowlą ryb i ślimaków w akwarium oraz jednoczesnym oczyszczaniem wody przez przystosowane do tego bakterie. Bakterie te przerabiają odpady z akwarium na azotany i azotyny, które sprzyjają rozwojowi roślin. Akwaponika Malinowskich pozwala rodzinie korzystać z ekologicznie uprawianych roślin przez cały rok.

Tata Jan Malinowski, lekarz onkolog



Pan Jan każdego dnia walczy o życie swoich pacjentów w Klinice Onkologii i Hematologii Szpitala Klinicznego MSWiA. Dzięki wykorzystaniu nanomateriałów w diagnostyce raka pacjenci trafiają do niego dużo wcześniej, co w wielu przypadkach pozwala pokonać chorobę. Nanocząstki, w przeciwieństwie do typowych

markerów chemicznych, dobrze i długo pokazują zmiany nowotworowe w organizmie. Ich wykorzystanie podczas obrazowania zasięgu zmian ogranicza do minimum konieczność usuwania zdrowej tkanki. Nanomateriały pełnią też istotną rolę w leczeniu pacjentów, ponieważ zwiększają wydajność transportu leków, białek i DNA do docelowych komórek. Ich rozmiar w skali nano pozwala na skuteczne przenikanie przez błony komórkowe oraz zwiększa ich stabilność, co umożliwia dłuższe pozostanie leku w krwiobiegu. Podczas przerwy Pan Jan odwiedza laboratorium, gdzie jego koledzy pracują nad wprowadzeniem do molekuł leków deuteru – „cięższego” izotopu wodoru, dzięki czemu będą one bardziej odporne na rozkład przez niektóre enzymy. Leki wytwarzane tą metodą działają dłużej, a pacjenci Pana Jana będą mogli ich zażywać mniej. Praca z pacjentami bywa bardzo obciążająca psychicznie, dlatego po powrocie do domu Pan Jan relaksuje się grając z rodziną w ulubione gry zręcznościowe na interaktywnym ekranie wielodotykowym z nanomateriałów.

Mama Anna Malinowska, dyspozytorka systemu elektroenergetycznego



Pani Anna na co dzień pracuje jako dyspozytorka w regionalnej dyspozycji mocy. Jej obowiązki zawodowe wiążą się dużą odpowiedzialnością, gdyż na bieżąco kontroluje krajową sieć elektroenergetyczną w taki sposób, by w żadnej części Polski nie zabrakło energii elektrycznej. Odkąd zakończono program transformacji polskiego sektora

elektroenergetycznego, praca Pani Anny stała się stosunkowo spokojna i przewidywalna. Dzięki tanim panelom fotowoltaicznym wykonanym z grafenu oraz wydajnym turbinom wiatrowym skonstruowanym częściowo z włókna węglowego, energii elektrycznej nie brakuje w żadnym miejscu w kraju. W przypadku niekorzystnych warunków meteorologicznych, Pani Anna uzupełnia braki mocy w systemie przy użyciu magazynów energii zbudowanych z nanomateriałów. W okresach zagrożenia energetycznego takich jak mroźne zimy czy gorące lata Pani Anna uruchamia awaryjne zasilanie z wykorzystaniem energii zgromadzonej w podziemnych magazynach wodoru. W codziennej pracy Pani Anna nie musi już mierzyć się z problemem strat energii, gdyż nadprzewodnikowe linie przesyłowe i dystrybucyjne w kraju wykonane z nanomateriałów zapewniają znacznie mniejszą utratę energii elektrycznej niż w przeszłości. Spokojną i przewidywalną pracę Pani Anny ułatwia także stabilnie pracujący blok jądrowy, który jest chłodzony wodą z odzysku, a w wybranych okresach roku może także służyć do produkcji wodoru. Praca sprawia Pani Annie satysfakcję, gdyż wie, że jej dzieci będą mogły korzystać z zeroemisyjnego systemu elektroenergetycznego, a technologie wodne, wodorowe i węglowe zapewniają jego wysoką efektywność działania. Po pracy syn Marek uczy Panią Annę jak przy pomocy nanomateriałów można stymulować wzrost roślin na dużą skalę tak, żeby w przyszłości nasz system elektroenergetyczny mógł być jeszcze wspierany przez biogaz.

Weekendowa wycieczka Państwa Malinowskich



Rodzina Malinowskich ma wszelkie potrzebne udogodnienia w ich inteligentnym, energooszczędnym i samowystarczalnym domu zasilanym z fotowoltaiki oraz wyposażonym w pompę ciepła, magazyn energii oraz piec gazowy dostosowany do spalania wodoru. Niemniej jednak w wolne dni rodzina wyjeżdża z domu i spędza aktywnie czas podczas weekendowych wycieczek. W szczególności Państwo Malinowscy lubią zwiedzać różne zakątki Polski. W ten weekend rodzina wybrała się do Białowieży obejrzeć żubry. Mogli tam łatwo dotrzeć, podobnie jak do każdego innego miejsca w kraju, autem o napędzie wodorowym. Samochód Państwa Malinowskich jest wyposażony w zbiornik na wodór wzmocniony włóknom węglowym, ma więc mniejszą masę i gwarantuje większe bezpieczeństwo. Karoseria pojazdu została wykonana z zielonej stali wyprodukowanej z użyciem wodoru. Podczas poruszania się pojazd rodziny Malinowskich nie emituje spalin, wyłącznie wytwarza wodę. Pozwala to rodzinie na podróż bez zanieczyszczania środowiska, co jest zgodne z ich stylem życia. Kiedy wracają z weekendowej wycieczki zatrzymują się na stacji paliw, by zatankować swój samochód wodorem wytworzonym z lokalnej farmy wiatrowej. Po powrocie do domu wszyscy szykują się do kolejnego tygodnia pracy i nauki, używają prysznicza zasilanego wodą z deszczówki i przygotowują posiłki z własnych warzyw i owoców.



Jak budujemy świat 3W

Idea 3W ma za zadanie wspierać realizację projektów w tematyce wody, wodoru i węgla. Została zapoczątkowana i jest wdrażana przez Bank Gospodarstwa Krajowego w oparciu o założenie, że dalszy rozwój świata, wzrost gospodarczy czy rozwój innowacyjnych rozwiązań technologicznych nie może się odbywać kosztem przyszłych pokoleń i prowadzić do wyczerpania cennych zasobów.

Dlatego nasz scenariusz przyszłości zakłada **zrównoważony rozwój**, gdzie konieczność transformacji gospodarki w kierunku zeroemisyjności jest wspierana poprzez nowe technologie wykorzystujące **trzy zasoby życia**:



Wodę,
która jest źródłem życia



Wodór,
który jest paliwem przyszłości

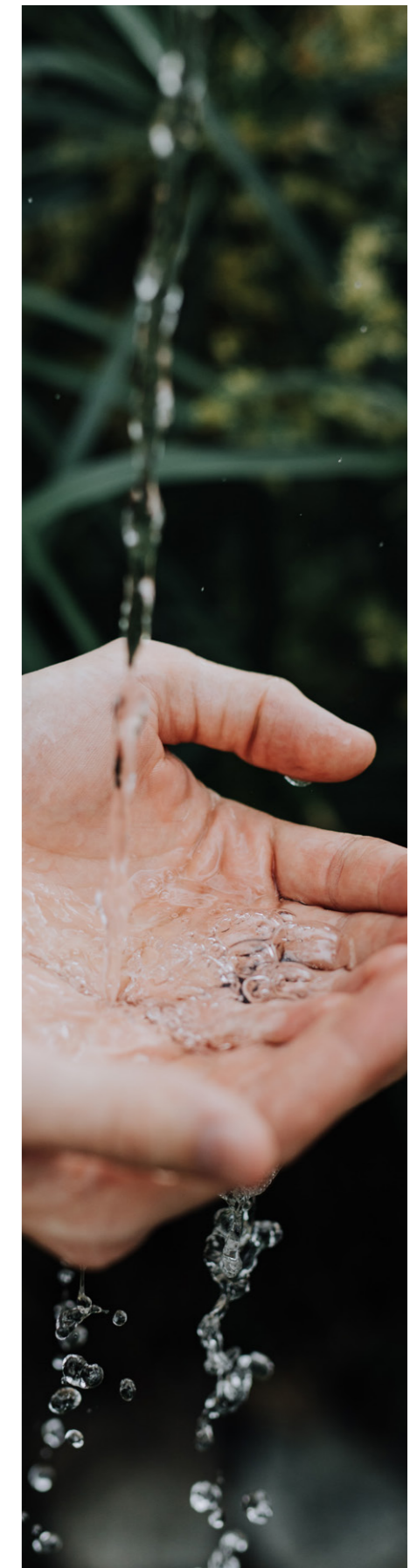


Węgiel,
który jest materiałem przyszłości

W tym celu gromadzimy i udostępniamy wiedzę, aby wspierać realizację projektów z obszaru 3W. Budujemy również społeczność **utalentowanych naukowców, odważnych przedsiębiorców, wizjonerskich organizacji pozarządowych** oraz **odpowiedzialnych przedstawicieli sektora publicznego**, które zainteresowane są utrzymywaniem i podnoszeniem jakości życia naszego społeczeństwa przy jednoczesnym mniejszym zużyciu energii oraz nieodnawialnych zasobów.

Jako polski bank rozwoju podejmujemy się roli integratora łączącego potencjalnych partnerów naukowych i biznesowych wokół tych trzech elementów i tworzymy przyjazny ekosystem, w którym mogą rozwijać się nowe technologie i rozwiązania. Wspieramy innowacyjność i rozwój badań dotyczących technologii nisko- i zeroemisyjnych pomagamy instytucjom naukowym, ośrodkom badawczym i start-up'om za pomocą specjalnych programów rozwoju bazujących na partnerstwie publiczno-prywatnym. Integracja wszystkich podmiotów w jeden spójny ekosystem organizacyjno-komunikacyjny daje ogromne możliwości przygotowania Polski na nadchodzącą erę przemian w kierunku zrównoważonego rozwoju i zeroemisyjności. Potencjał Idei 3W opiera się również na rozwoju kapitału społecznego, gdyż kształtujemy postawy konsumenckie.

Nasze przedsięwzięcie jest niepowtarzalną szansą na budowanie rzeczywistej siły i wzmocnienie rozwoju Polski. Poznajmy osiem programów, które wspierają budowę i rozwój świata 3W.



W jaki sposób budujemy świat 3W?



Ośiem programów, które mogą wspierać rozwój Idei 3W.

1 Spójność społeczna i terytorialna



W dzisiejszym świecie niektóre tereny rozwijają się szybciej, a inne pozostają w stagnacji lub, co gorsza, doświadczają regresu. Bank Gospodarstwa Krajowego za pomocą programu Spójność społeczna i terytorialna dąży do wyrównywania szans mieszkańców z obszarów defaworyzowanych. W ramach tego programu oferowane jest finansowanie (np. kredyty i pożyczki) przeznaczony na inwestycje, dzięki którym likwidowane będą różnice w rozwoju i dostępie do usług publicznych na poszczególnych obszarach.

W jaki sposób program Spójności społecznej i terytorialnej łączy się z Ideą 3W?

Lokalne bezpieczeństwo w zakresie zasobów wodnych

Racjonalne zarządzanie zasobami wodnymi na poziomie lokalnym wymaga strategicznego podejścia. Dlatego w tym zakresie niezbędna jest współpraca administracji rządowej z biznesem i nauką. Firmy i start-upy zajmują się rozwojem technologii monitorowania nieczystości płynnych oraz wykorzystywania rozwiązań technologicznych i informatycznych w sektorze wodnym. Natomiast do instytucji naukowych i badawczych należy tworzenie *know-how* w zakresie gospodarki wodnej. Administracja rządowa powinna zapewniać wsparcie, dialog i lokalną perspektywę.

Nowe miejsca pracy

Wykorzystanie alotropowych odmian węgla daje wiele możliwości i perspektyw rozwoju nowych sektorów. Jest także szansą na tworzenie nowych miejsc pracy, szczególnie na obszarach, gdzie historycznie wydobywany był węgiel. Takie tereny potrzebują wsparcia, ponieważ w związku z ograniczeniem wydobycia cechują się dużym bezrobociem.



2 Infrastruktura, transport i logistyka



Celem tego programu biznesowego jest przede wszystkim wspieranie rozbudowy zintegrowanej i zrównoważonej infrastruktury drogowej oraz kolejowej. Ponadto za jego pomocą BGK wspomaga rozwój transportu zbiorowego, przyczynia się do redukcji emisji pochodzących z eksploatacji pojazdów oraz umacnia potencjał wykonawczy firm budowlanych czy pozycję polskich portów morskich w basenie Morza Bałtyckiego.

W jaki sposób program rozwoju Infrastruktury, transportu i logistyki łączy się z Ideą 3W?

Nisko- i zeroemisyjny transport

Użycie technologii bazujących na innowacyjnych zastosowaniach zasobów 3W może znacząco przyspieszyć rozwój transportu i logistyki. Elektromobilność ma wiele ograniczeń, które hamują jej globalny i lokalny potencjał. Jest to m.in. krótki zasięg i długi czas ładowania pojazdów. Przełomem dla elektromobilności może okazać się zastosowanie nanomateriałów węglowych, które mają potencjał jednocześnie zwiększania pojemności akumulatorów, jak i jak i znaczącego skrócenia czasu ich ładowania. W kontekście rozwoju niskoemisyjnego transportu zbiorowego podstawowe znaczenie ma wodór. Pojazdy wodorowe są znakomitą alternatywą, ponieważ przy zastosowaniu zielonego wodoru

umożliwiają bezemisyjną eksploatację oraz zwiększają elastyczność tankowania pojazdów. To bardzo istotny aspekt, zwłaszcza dla komunikacji miejskiej lub transportu ciężarowego. Istnieje realna szansa, że do 2030 r. 60% taboru autobusowego w Polsce będą stanowić pojazdy wodorowe. Warto wspomnieć, że póki prąd w gniazdku do ładowania samochodów lub zasilenia elektrolizera produkującego wodór pochodzi z kopalnych źródeł energii, to ciężko mówić o zielonej transformacji. U podstaw ekologicznej infrastruktury transportowej stoi rozwój odnawialnych źródeł energii, dla których zasoby 3W są również bardzo istotne.



3 Mieszkalnictwo



Poprzez rozwój działań w ramach programu Mieszkalnictwo, BGK stara się przede wszystkim zwiększyć powszechną dostępność mieszkań dla osób o niskich oraz średnich dochodach oraz tych, którzy doświadczają wykluczenia społecznego. Stan techniczny budynków powinien ulec znaczącej poprawie, a koszty utrzymania muszą odpowiadać możliwościom finansowym mieszkańców. W związku z rosnącymi kosztami energii, szczególnie istotną będzie w tym zakresie poprawa efektywności energetycznej budynków. Zastosowanie zasobów 3W może istotnie przyczynić się do realizacji tych celów.

W jaki sposób program rozwoju Mieszkalnictwa łączy się z Ideą 3W?

Mieszkalnictwo na ratunek wodzie

Trudno wyobrazić sobie modernizowanie sektora mieszkaniowego bez zapewnienia właściwych warunków higienicznych i sanitarnych, które wiążą się z doprowadzeniem wysokiej jakości wody do mieszkań.

Budynki powinny być wyposażane w systemy umożliwiające odzyskiwanie wody deszczowej oraz retencję. Dzięki gromadzeniu wody opadowej i jej wykorzystaniu w gospodarstwach domowych możliwe jest znaczące ograniczenie krajowego zużycia. W tym zakresie warto wskazać działalność spółki AQT Water, która aktywnie działa w tym obszarze w Polsce oraz Europie.

W budownictwie mieszkaniowym przyszłościowe zastosowanie posiada wcześniej opisywana technologia zielonych dachów, która umożliwia wykorzystywanie niezagospodarowanych powierzchni w celu poprawy retencji wody na obszarach miejskich. W mieszkalnictwie niezbędne jest zapewnienie wysokiej jakości zasobów dla mieszkańców. Warto także pamiętać, że, bez właściwego poszanowania ograniczonych ilości wody pitnej, w przyszłości doprowadzenie jej dla wszystkich potrzebujących może być niemożliwe.

Czysta energia w naszych domach

Rzeczywistość technologii wodorowych, w szczególności tych związanych z zielonym wodorem, może w długoterminowej perspektywie przyczynić się do niezależnienia od zagranicznych paliw kopalnych oraz znaczącego ograniczenia emisji. Dla sektora mieszkaniowego szczególnie istotne będzie w tym zakresie zapewnienie zielonej energii dla mieszkańców, a tym samym możliwe zminimalizowanie problemu smogu w miastach.

Niskoemisyjne budownictwo

Badania dowodzą, że wykorzystanie grafenu do produkcji betonu może umożliwić stworzenie materiału nawet o 30% bardziej wytrzymałego niż obecny. Zastosowanie tego rozwiązania na szeroką skalę mogłoby również przyczynić się do istotnego ograniczenia emisji w sektorze budowlanym.

SDG:



Każdy z zasobów 3W może przyczynić się do polepszenia stanu technicznego domów na każdym etapie, od ich budowy do wykorzystania przez mieszkańców.



4 Bezpieczeństwo strategiczne



Rozróżniamy bezpieczeństwo energetyczne oraz strategiczne. Jeśli chodzi o bezpieczeństwo energetyczne to rozumiemy je jako pewność dostępu do kluczowych zasobów zarówno obecnie jak i dla przyszłych pokoleń. Odchodzenie od emisyjnych paliw kopalnych musi być rekompensowane wprowadzaniem nowych, efektywnych źródeł energii. Z kolei bezpieczeństwo strategiczne związane jest z rozwojem sektora zbrojeniowego i cyberbezpieczeństwa. Ambicją Banku Gospodarstwa Krajowego jest wspieranie działań na rzecz zwiększenia zarówno bezpieczeństwa energetycznego kraju jak i wzrostu bezpieczeństwa obronnego, a także cyberbezpieczeństwa. Wyzwania z jakimi się obecnie mierzymy, to wysokoemisyjny miks energetyczny Polski, nieefektywny system ciepłowniczy, niedostatecznie rozbudowana sieć dystrybucyjna oraz konieczność odejścia od rosyjskich surowców. Istotną barierą jest ograniczona możliwość finansowania dla podmiotów używających węgla.

W jaki sposób program rozwoju Bezpieczeństwa strategicznego łączy się z Ideą 3W?

Zrównoważona transformacja energetyczna

Wykorzystanie technologii opierających się na zasobach 3W oraz na ich synergii jest kluczowe w osiągnięciu celów Bezpieczeństwa strategicznego. Wodór, który powstaje przy pomocy elektrolizy nazywany jest paliwem przyszłości i ma szansę zazielenić nasz system energetyczny. Do jego produkcji potrzebujemy energii z odnawialnych źródeł, a do rozwoju i dywersyfikacji odnawialnych źródeł energii potrzebujemy... węgla. Nie tego, który wydobywamy jako surowiec spod ziemi, ale np. grafenu, który pozwoli zmniejszyć koszt produkcji paneli fotowoltaicznych lub wzmocni konstrukcję i wydłuży żywotność turbin wiatrowych czy nanorurek węglowych mogących ograniczyć straty na przesyłaniu energii. Nanomateriały mają również potencjał rozwiązania globalnego problemu z efektywnym magazynowaniem energii.

Sektor zbrojeniowy i cyberbezpieczeństwo

Na energetyce zastosowanie zasobów 3W się nie kończy. Włókno węglowe już teraz jest szeroko wykorzystywane w sektorze obronności ze względu na swoją wysoką wytrzymałość i niską wagę, która pozwala znacząco zmniejszyć zużycie paliwa.

Kompozyty węglowe pozwalają tworzyć nowe materiały o bardzo cennych właściwościach fizykochemicznych. Mają zastosowanie jako lekkie i bardzo wytrzymałe elementy konstrukcyjne. Wkrótce na rynek trafią materiały, które powstały dzięki wytworzeniu wiązań wodorowych pomiędzy nanowłóknami węgla i kevlaru. Posłużą one do produkcji np. kamizelek kuloodpornych i pancerzy. Kompozyty węglowe mają jeszcze jedną ciekawą właściwość: mogą być bardzo twarde, a jednocześnie niewidoczne dla promieniowania elektromagnetycznego. Ten fakt wykorzystują nie tylko przemysłowcy (diamenty są niewidzialne

dla granicznych skanerów, które prześwietlają bagaż), ale także producenci uzbrojenia. Z materiałów węglowych powstają nowe rodzaje dronów, niewykrywalnych przez radary.

Nanomateriały mają również potencjał poprawy cyberbezpieczeństwa kraju poprzez umożliwienie rozwoju bardziej złożonych schematów kryptograficznych.

Rolą Banku Gospodarstwa Krajowego jest zaproponowanie rozwiązań finansowych wspierających działania poprawiające bezpieczeństwo strategiczne Polski. Istotny jest również dialog i współpraca między instytucjami naukowymi, przemysłem oraz rządem, a także międzynarodowy transfer wiedzy, który może przyczynić się do rozwoju inteligentnych praktyk produkcyjnych i związanej z nimi wiedzy fachowej. To wszystko pozwoli na obniżenie kosztów produkcyjnych nanomateriałów i kompozytów, które na ten moment są główną przeszkodą do ich komercjalizacji.

5 Rozwój przemysłu



Bank Gospodarstwa Krajowego wspiera wzrost konkurencyjności polskiego przemysłu. Rozwój przemysłu jest szczególnie istotny pod kątem zrównoważonego rozwoju całego kraju, tworzenia lokalnych sieci inwestycyjnych, a także dla powstawania nowych miejsc pracy. W tym zakresie wsparcie kierowane jest do krajowych gigantów i małych i średnich firm o istotnym znaczeniu w świetle lokalnych strategii rozwoju. Wsparcie dotyczy także przedsiębiorstw z kapitałem zagranicznym, które inwestują w Polsce. Duży nacisk położony został na dostarczanie rozwiązań dla projektów wspierających rozwój przemysłu, szczególnie w obszarze wdrażania nowych technologii w tym programie „Przemysł 4.0” i ekspansji zagranicznej. Implementowanie nowych technologii bardzo często pozwala na ograniczenie emisji klimatycznych przedsiębiorstw.

W jaki sposób program Rozwoju przemysłu łączy się z Ideą 3W?

Dekarbonizacja

Dekarbonizacja procesów przemysłowych będzie w wielu przypadkach kluczem do możliwości dalszego funkcjonowania przedsiębiorstw. Jednym z bardziej obiecujących rozwiązań jest zastąpienie energii elektrycznej z sieci technologiami opartymi na wodorze, a w sektorach gdzie wodór jest już wykorzystywany, przejście z zastosowania wodoru szarego (emisyjnego) na wodór niebieski i zielony (nisko/zeroemisyjny). Wykorzystanie wodoru np. w takich sektorach jak produkcja ropy, nawozów czy stali, pozwoli na ograniczenie emisji CO₂ do atmosfery, a tym samym ograniczy koszty związane z rosnącymi cenami uprawnień do emisji podmiotów objętych systemem EU ETS.

Dekarbonizacja ma również kluczowe znaczenie dla osiągnięcia długoterminowych celów klimatycznych.

Technologie wodne

Przemysł ma wysokie zapotrzebowanie na wodę o różnych parametrach jakościowych w zależności od sektora. W związku z koniecznością odpowiedzialnego gospodarowania istotny jest rozwój technologii odzyskiwania wody pitnej, a także projektowania stacji uzdatniania i oczyszczania ścieków. Jest to zarówno nowy obszar biznesowy, w którym istnieje możliwość rozwoju wiedzy i technologii np. strategii zarządzania wodami opadowymi i roztopowymi dla całych miast czy wykorzystania stacji meteorologicznej do zarządzania retencją zbiornikową. Technologie wodne są również podstawą funkcjonowania sektorów przemysłowych z wysokim zapotrzebowaniem na dostępność wody o konkretnych parametrach. W Polsce istnieją firmy zajmujące się inteligentnym monitorowaniem jakości tego zasobu, jak i firmy dostarczające rozwiązania w zakresie uzdatniania i oczyszczania ścieków.

Rozwój local content

Polskie przedsiębiorstwa, w szczególności z segmentu MŚP, mogą zapewnić realizację idei 3W z uwzględnieniem stworzenia tzw. *local content*, czyli udziału polskich firm w łańcuchu dostaw dla projektów w zakresie wody, wodoru i węgla.

Już dzisiaj na polskim rynku istnieją przedsiębiorstwa, które wytwarzają komponenty, podzespoły lub całe urządzenia w sektorach 3W. Kluczowym wyzwaniem strategicznym jest włączenie tych firm w realizację przełomowych projektów w skali kraju, gdzie będą one stanowiły ważny element sieci dostawców. Jednym ze sztandarowych przykładów realizacji wizji rozwoju *local content* jest brytyjska umowa sektorowa na rynku morskiej energetyki wiatrowej – UK Offshore Wind Sector Deal.

Według danych publikowanych przez brytyjską organizację Renewable UK udział lokalnych dostawców w projektach morskiej energetyki wiatrowej w Wielkiej Brytanii wynosi obecnie 48%, a wartość eksportu brytyjskich technologii wiatrowych wyniosła w 2020 r. ponad 0,5 mld funtów. Opisane doświadczenia można przełożyć na rozwój rynku 3W w Polsce.

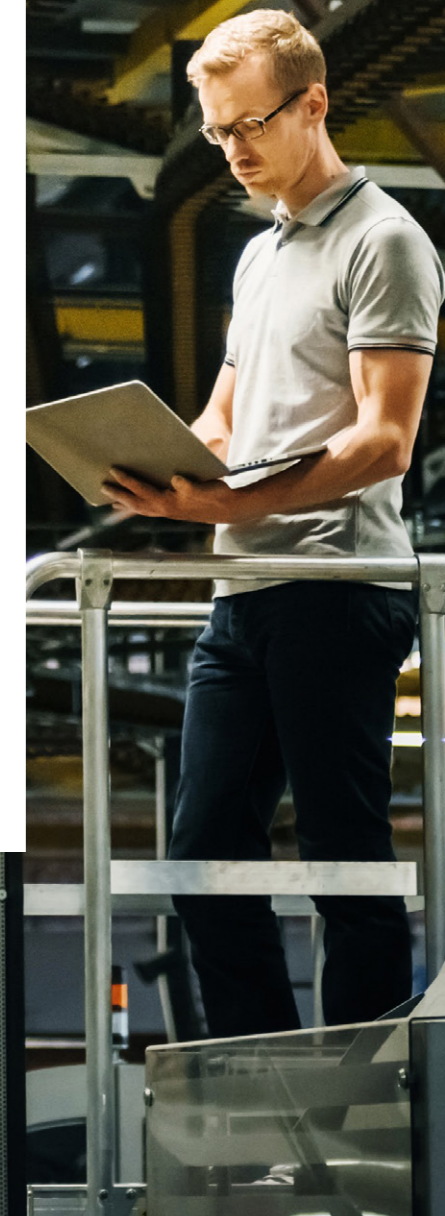


Rozwój technologii produkcji, przesyłania i magazynowania wodoru

Rozwój technologii wytwarzania zielonego wodoru wspiera dekarbonizację. Nauka i biznes wspólnie zajmują się nowymi sposobami produkcji, transportowania, magazynowania i użycia tego zasobu. W Polsce funkcjonują nowatorskie przykłady komercjalizacji dużych zbiorników ciśnieniowych na wodór zbudowanych z materiałów kompozytowych, sprzedaży ładowarek pantografowych do autobusów bateryjnych i innych rozwiązań np. w ciepłownictwie. Z międzynarodowych przykładów warto wskazać przykład brytyjski zakładający umożliwienie transportowania wodoru siecią gazową i użycia go do ogrzewania budynków.

Wykorzystanie materiałów na bazie węgla

Materiały węglowe przyczynią się do rozwoju nowych technologii – już dziś znajdują zastosowanie w bardzo wielu różnych sektorach m.in. w tworzeniu podzespołów urządzeń elektronicznych, przemyśle technologicznym, motoryzacyjnym, chemicznym, energetycznym, półprzewodnikowym (w tym LED), medycznym, budownictwie, farmacji czy ochronie środowiska. Materiały te służą m.in. zwiększaniu sztywności, trwałości i wytrzymałości produktów. Mają doskonałe zastosowanie przy wytwarzaniu elastycznych wyświetlaczy OLED na grafenie. Służą ulepszaniu dystrybucji leków poprzez nanośniki grafenowe. Przyczyniają się do rozwoju materiałów antybakteryjnych, bakteriobójczych filamentów grafenowych, a także tworzenia bionicznych protez z włókna węglowego.



6 Finanse publiczne



Zapewnienie stabilności finansów publicznych poprzez stworzenie efektywnego systemu obsługi bankowej sektora publicznego jest celem tego programu BGK. Istotne jest także zarządzanie środkami europejskimi oraz zapewnienie płynności funduszy powierzanych bankowi do obsługi. Chociaż sektor finansów publicznych nie będzie bezpośrednim beneficjentem projektów z zakresu idei 3W, to z perspektywy możliwości finansowania innowacyjnych projektów ma on niebagatelną rolę w ich rozwoju.

W jaki sposób program rozwoju Finansów publicznych łączy się z Ideą 3W?

Regulowane systemy wsparcia

Projekty w zakresie wody, wodoru i węgla będą miały duży wpływ na tworzenie zdekarbonizowanej i zrównoważonej gospodarki w Polsce. Jednak ich rozwój, w tym pełna komercjalizacja, w wielu przypadkach może wymagać interwencji państwa, w tym sektora finansów publicznych. Regulowane systemy wsparcia tworzone z myślą o projektach z sektora 3W mogą zapewnić kluczowe finansowanie pomocowe oraz zmniejszyć potencjalne ryzyko inwestorów dzięki roli państwa jako gwaranta. Przykłady z innych sektorów np. OZE wskazują, że, właśnie przy pomocy regulowanych systemów wsparcia, innowacyjne projekty stają się zdolne do pozyskania finansowania zewnętrznego, a w konsekwencji wzrasta ich skala występowania oraz spadają koszty. Sektor finansów publicznych może mieć kluczową rolę w zapewnianiu możliwości finansowania projektów 3W. W 2021 r. Niemcy otrzymały zgodę Komisji Europejskiej na uruchomienie specjalnego systemu wsparcia dla importu wodoru i jego pochodnych o nazwie H₂ Global. BGK będzie współpracować z sektorem finansów publicznych w celu wypracowania podobnych mechanizmów wsparcia dla projektów z zakresu 3W w Polsce.

Dofinansowania

Sektor finansów publicznych może także przyczynić się do rozwoju projektów z zakresu idei 3W takich jak programy preferencyjnego finansowania bezwrotnego lub granty. Obecnie tego typu programy są realizowane z udziałem takich instytucji jak Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, a także Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Niemniej wydaje się, że obecne możliwości pozyskania dofinansowań na innowacyjne projekty energetyczne i środowiskowe nie są wystarczające dla realizacji procesu transformacji klimatycznej. Dlatego też BGK będzie we własnym zakresie lub we współpracy z sektorem finansów publicznych, pracować nad dalszym tworzeniem systemów wsparcia finansowego dla projektów energetycznych i środowiskowych m.in. w sektorze 3W.

Redystrybucja środków unijnych

Ważną rolą sektora finansów publicznych będzie także zapewnienie odpowiedniej redystrybucji i alokacji środków unijnych. Projekty z obszaru 3W będą mogły być finansowane ze środków europejskich. W ostatnich latach polskie podmioty pozyskiwały znaczące środki z funduszu LIFE na oczyszczanie polskich rzek, a także z funduszu Horyzont na innowacyjne projekty w zakresie technologii węglowych. Technologie wodorowe także mogą być finansowane z programów UE m.in. funduszu CEF, Horyzont, Innowacyjnego, Modernizacyjnego lub programu IPCEI. Poziom wykorzystania środków unijnych przez polskie spółki nadal jest stosunkowo mały. Rolą sektora finansów publicznych, a także BGK, powinna być jak najszersza edukacja i wsparcie polskich podmiotów w pozyskiwaniu środków z Unii Europejskiej.

7 Ochrona zdrowia



W ramach programu Ochrona zdrowia, BGK skupia się przede wszystkim na podniesieniu jakości oraz zapewnieniu lepszej dostępności do opieki zdrowotnej. W tym zakresie podejmowane są działania związane z poprawą rentowności szpitali publicznych oraz inwestycje w modernizację podmiotów leczniczych. Szczególnie istotne są również programy systemowe i naprawcze, które mają wygenerować dodatkowe środki na niezbędne leczenie oraz projekty, które pozwolą na zapewnianie dostępności leków, nowoczesnych terapii i profilaktyki.

W jaki sposób program wspierania Ochrony zdrowia łączy się z Ideą 3W?

Jakość wody dla szpitali

Szpitala, laboratoria i zakłady farmaceutyczne wymagają wody o ściśle określonych parametrach, aby zapewnić bezpieczeństwo pacjentów oraz chronić wykorzystywany sprzęt. Szpitale, które zaopatrzone są w odpowiedniej jakości systemy uzdatniania i zarządzania wodą, mogą zaoszczędzić jej wykorzystanie. Inwestycje w takie systemy mogą zapewnić realne oszczędności oraz zabezpieczyć ciągłość najwyższej jakości dostaw.

Nanomateriały – amunicja w medycynie

Nanorurki węglowe mogą w przyszłości stać się skuteczną bronią w walce z komórkami nowotworowymi. Badania prowadzone w Unii Europejskiej wskazują, że nanorurki węglowe po zwinięciu mogą pomieścić leki, czujniki lub elementy ogrzewające⁹. Dzięki ich zastosowaniu substancje te są zamykane w ochronnej powłoce węglowej, aby uniemożliwić ich kontakt z innymi tkankami. W ten sposób zawartość może być bezpiecznie transportowana do określonych miejsc w organizmie człowieka, skutecznie docierając do komórek. Jednocześnie pozostałe tkanki są chronione przed działaniem niepotrzebnych dla nich środków.



Zastosowanie zasobów 3W może przyczynić się do efektywnej modernizacji polskiego sektora ochrony zdrowia, zwiększając innowacyjność oraz niezależność poszczególnych placówek.

⁹ Komisja Europejska, *Nanorurki węglowe – amunicja w walce z rakiem*, <https://cordis.europa.eu/article/id/36049-carbon-nanotubes-bullets-in-the-fight-against-cancer/pl> (dostęp: 27.09.2022).

8 Rozwój przedsiębiorczości



BGK, jako państwowy bank rozwoju, ma na celu wsparcie polskiej przedsiębiorczości, w szczególności małych i średnich firm, które projektują lub oferują rozwiązania poszukiwane przez konsumentów w różnych sektorach. Głównymi celami BGK w zakresie rozwoju przedsiębiorczości są: zapewnienie dostępu do finansowania jak największej liczbie MŚP, pobudzenie inwestycji, szczególnie w zakresie cyfryzacji w sektorze przedsiębiorstw, a także edukacja na rzecz rozwoju przedsiębiorczości. Poprzez realizację celów Idei 3W BGK chce prowokować działania w wielu obszarach gospodarki, aktywując świat biznesu i świat nauki. Celem jest wykorzystanie ogromnego potencjału polskich przedsiębiorców i stworzenie płaszczyzny do budowy nowoczesnej, innowacyjnej i przyjaznej środowisku gospodarki.

W jaki sposób program Rozwoju przedsiębiorczości łączy się z Ideą 3W?

Łączenie dużych koncernów z sektorem MŚP

BGK realizuje ideę 3W, rozwija krajową przedsiębiorczość. Będziemy dążyć do agregacji kluczowych MŚP w sektorach wody, wodoru i węgla. Jednocześnie będziemy pokazywać możliwość udziału w dużych projektach biznesowych po spełnieniu określonych warunków. Polskie MŚP działające w sektorach 3W mogą być dostawcami dla dużych koncernów. Łączenie polskich firm o różnych wielkościach w ramach realizacji projektów 3W może zapewnić istotny rozwój gospodarczy kraju, a także ograniczyć zjawisko odpływu kapitału.

Dotychczas BGK podpisał szereg listów intencyjnych z firmami ze świata 3W, zarówno z przedstawicielami sektora MŚP m.in. Nanoseen, WTT, Biocent, Nanonet i wiele innych, a także z dużymi koncernami m.in. Toyotą.

Transfer wiedzy, technologii i projektów

Rozwój przedsiębiorczości w ramach realizacji idei 3W nie będzie mógł się odbyć bez odpowiedniego transferu wiedzy, technologii i projektów pomiędzy różnymi podmiotami rynkowymi. Kluczowymi działaniami będzie zapewnienie współpracy pomiędzy dużymi koncernami, sektorem MŚP, instytucjami naukowymi oraz sektorem finansowym. Program ma również za zadanie aktywizować społeczeństwo. BGK chce być pierwszym podmiotem w Polsce, który zapewni optymalne zarządzanie procesem budowy polskiego *local content* oraz krajowych specjalizacji, w szczególności w sektorach wody, wodoru i węgla.

Lista przykładów ilustrujących możliwość zastosowania Programów Modelu Biznesowego BGK przy wspieraniu Idei 3W

Zasób	Przykład biznesowy	Rozdział/strona	Program modelu biznesowego BGK
woda	Systemy akwakulturowe – Food4Future Technologies	Dzisiaj / s. 14	Rozwój przemysłu
woda	System retencjonowania – AQUARes	Jutro / s. 24	Mieszkalnictwo
woda	Technologie odsalania – Nanoseen	Woda nie tylko w kranie / s. 34	Rozwój przedsiębiorczości
woda	System monitorowania jakości wody – Waterly	Woda nie tylko w kranie / s. 37	Rozwój przedsiębiorczości
woda	System cyfryzacji obiegu nieczystości płynnych – Ścieki Polskie sp. z o. o.	Woda nie tylko w kranie / s. 37	Rozwój przedsiębiorczości
woda/węgiel	Filtr z węgla aktywnego – Dafi	Zrównoważony świat 3W / s. 61	Rozwój przedsiębiorczości
woda/węgiel	Filtr węglowy – Grapheme	Zrównoważony świat / s. 61	Rozwój przemysłu
wodór	Dwupaliwowa jednostka morska zasilania LNG i amoniakiem – New Times Shipbuilding	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 44	Infrastruktura, transport i logistyka
wodór	Lokomotywa wodorowa Trako – PESA	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 44	Infrastruktura, transport i logistyka
wodór	Wodorowy autobus miejski – Solaris	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 44	Infrastruktura, transport i logistyka
wodór	Testy samolotu zasilanego paliwem syntetycznym bazującym na wodorze – Airbus	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 44	Infrastruktura, transport i logistyka
wodór	Wodorowa ciężarówka z Szwecji – Volvo	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 44	Infrastruktura, transport i logistyka
wodór	Magazynowanie wodoru w kawernach solnych – Lotos (Grupa ORLEN)	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 46	Bezpieczeństwo strategiczne, Infrastruktura, transport i logistyka, Rozwój przemysłu.
wodór	Produkcja wodoru z odpadów – WTT	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 46	Bezpieczeństwo strategiczne, Infrastruktura, transport i logistyka, Rozwój przemysłu
wodór	Wodór w ciepłownictwie – H21 Leeds	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 49	Bezpieczeństwo strategiczne, Infrastruktura, transport i logistyka, Rozwój przemysłu
wodór	Zielone ciepłownictwo – Enea i NCBiR	Wodór: pierwiastek przyszłości / s. 49	Bezpieczeństwo strategiczne, Infrastruktura, transport i logistyka, Rozwój przemysłu
węgiel	Produkcja łodzi z włókna węglowego – Rega Yachts	Węgiel dzisiaj / s.21	Rozwój przemysłu
węgiel	Produkcja bionicznych protez z włókna węglowego – ENForce Medical	Czy przyszłość węgla jest czarna? / s. 56	Ochrona zdrowia

Od Idei 3W do świata 3W prowadzi droga, która może być krótsza niż myślimy. Wspólnie podążają nią przedstawiciele biznesu, nauki, administracji oraz konsumenci. Ludzie ci potrzebują posiadać wiedzę i narzędzia, aby móc tworzyć nowe rozwiązania i technologie. Misją BGK jest stworzenie i zintegrowanie takiej społeczności, tak aby wspólnie stworzyć lepsze jutro, w którym zasoby wody, wodoru i węgla są wykorzystywane w optymalny i zrównoważony sposób.



3W