

AGH

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA**

KATEDRA ZARZĄDZANIA W ENERGETYCE

Praca dyplomowa licencjacka

*Rola IT w realizacji celów gospodarki o obiegu zamkniętym.
The role of IT in achieving the goals of the circular economy.*

Autor:
Kierunek studiów:
Opiekun pracy:

Michał Ręczak
Informatyka i Ekonometria
dr hab. Joanna Kulczycka, prof. nadzw. AGH

Kraków, 2020

Spis treści

Wstęp.....	3
Rozdział I Gospodarka o obiegu zamkniętym.	4
1.1 Czym jest gospodarka o obiegu zamkniętym?	4
1.2 Rola Fundacji Ellen MacArthur jako promotora idei GOZ	5
1.3 Zrównoważony rozwój a gospodarka o obiegu zamkniętym.....	7
1.4 Holistyczne ujęcie zasad gospodarowania (cradle-to-cradle)	12
Rozdział II Modele biznesowe gospodarki o obiegu zamkniętym	13
2.1 Fundamenty modeli biznesowych GOZ.....	13
2.2 Modele biznesowe GOZ według Accenture	13
2.3 Najważniejsze Modele biznesowe GOZ według portalu gozwpraktyce.pl.....	16
2.4. Model <i>ReSOLVE</i>	18
Rozdział III Wykorzystanie IT do realizacji celów gospodarki o obiegu zamkniętym.	21
3.1 Czwarta rewolucja przemysłowa	21
3.2 Internet Rzeczy.....	24
3.3 Technologia <i>blockchain</i>	26
3.4 Autonomiczne samochody	28
3.5 Analiza <i>Big Data</i>	31
3.6 Chmura obliczeniowa.....	32
3.7 Inne przykłady zastosowania IT na potrzeby osiągnięcia celów GOZ.	33
Wnioski	43
Rysunki.....	44
Bibliografia.....	45

Wstęp

W obecnych czasach co raz mocniej zaczynamy odczuwać skutki praktykowanego przez lata linearnego systemu gospodarczego, w którym producenci stawiali na to by produkt można było nabyć, zużyć i wyrzucić, a popularny w ostatnich latach konsumpcyjny styl życia tylko to napędzał. Jednakże gdy zaczęły się pojawiać problemy ze składowaniem odpadów, czy dostępnością do naturalnych zasobów, postanowiono coś z tym zrobić. W myśl walki z tymi problemami narodziła się idea gospodarki obiegu zamkniętego, która miałaby „zamknąć pętlę” i nakłonić producentów do opracowania nowych modeli gospodarczych bazujących na ponownym wykorzystaniu materiałów lub produktów oraz przywróceniu wartości materiałowych i energetycznych. Z biegiem lat idea ta ewoluowała, a twórcy adaptowali najnowsze nowinki techniczne, żeby ułatwić co raz to większej rzeszy osób, czy przedsiębiorstw, przejście na nowy, bardziej cyrkularny system gospodarczy. Wraz z rozwojem technologii informatycznej wdrażanie GOZ stało się prostsze i dużo bardziej przystępne dla zwykłych ludzi.

W pracy w pierwszym rozdziale opisano czym dokładnie jest GOZ, kto był jego pomysłodawcą oraz co przyczyniło się do jego powstania. Ponadto opisane zostały fundamenty na których bazuje GOZ oraz powiązania z ideą zrównoważonego rozwoju. W kolejnym rozdziale swoją uwagę skupiamy na modelach biznesowych GOZ, na czym bazują oraz czym się charakteryzują. Przytoczono dwa podziały modeli biznesowych, stworzone przez dwie różne firmy. Dodatkowo wzięty na warsztat został jeden z pierwszych i uważanych za najodpowiedniejszych do obecnych warunków życia, model ReSolve. Ostatni rozdział poświęcony został przytoczeniu zastosowań IT, które mają ułatwić realizację celów GOZ. Pierwszy podrozdział wprowadza i wyjaśnia termin Przemysłu 4.0 i wyjaśnia jego koneksje z ideą GOZ. W kolejnych podrozdziałach opisywane są najistotniejsze technologie, które wykorzystywane są do osiągnięcia celów gospodarki obiegu zamkniętego. Zaczynając od Internetu Rzeczy, poprzez technologię *blockchain*, autonomiczne pojazdy, analizę Big Data do technologii chmur obliczeniowych. Natomiast w ostatnim podrozdziale wymienione i opisane zostają konkretne przykłady aplikacji, oprogramowania, czy projektów dążących do realizacji zrównoważonych celów i celów gospodarki obiegu zamkniętego.

Rozdział I

Gospodarka o obiegu zamkniętym.

1.1 Czym jest gospodarka o obiegu zamkniętym?

W 2009 roku, a dokładniej 23 czerwca tego roku, w Wielkiej Brytanii została założona „*Ellen MacArthur Foundation*”, czyli organizacja charytatywna. Głównym jej zadaniem jest inspirowanie i nakłanianie ludzi do zmiany podejścia odnośnie tworzenia i wykorzystywania produktów, tak by zapewnić nam lepszą przyszłość. Promowanie i wspieranie takich działań stało się podwalinami do stworzenia idei gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Fundacja oficjalnie rozpoczęła pracę 2 października 2010 roku, a jej twórczynią była Dama Ellen MacArthur (w 2005 roku otrzymała tytuł Damy Komandora Orderu Imperium Brytyjskiego)¹, która wraz z grupą pięciu darczyńców/fundatorów (m.in. *Renault, Cisco*). Idea i potrzeba takich działań wynikała z przeżyć, obserwacji i doświadczeń zdobytych podczas zawodowej kariery żeglarskiej². Podczas długiego samotnego rejsu zauważyła i odczuła potrzebę wprowadzenia pewnych istotnych zmian w podejściu ludzi, firm oraz państw do zanieczyszczania planety. Dotyczyły to w szczególności zagospodarowania istniejących odpadów wynikających z konsumpcyjnego stylu życia, w którym ludzie kupują, bo mogą, a nie dlatego, że potrzebują. Postanowiła stworzyć pomysł, który zadowoli producentów, konsumentów i zadba o nasze lepsze jutro. Przy wsparciu i współpracy nauki i innych podmiotów gospodarczych udało się stopniowo wdrażać idee GOZ.

Gospodarka o obiegu zamkniętym (w skrócie GOZ, ang. *circular economy*), jest to szerokokorozumiana koncepcja gospodarcza mająca na celu wydłużenie żywotności produktów, surowców czy materiałów oraz zredukowanie ilości generowanych odpadów poprzez zagwarantowanie im drugiego życia. Koncepcja ta odnosi się do całego cyklu życia produktu, począwszy od projektu przez produkcję, konsumpcję, aż do zutylizowania odpadów i wykorzystania ich na nowo. Jest to zatem idea, która dąży do odejścia od tradycyjnej gospodarki linearnej, opierającej się na wyprodukowaniu, wykorzystaniu i wyrzuceniu, czyli założeniu, że etap odpadu jest ostatnim etapem życia produktu. GOZ mówi, że nawet jeśli powstanie jakiś odpad to zostanie on wykorzystany przy produkcji czegoś innego jako surowiec wtórny. Jeśli mamy produkt, który po zużyciu przez nas nie nadaje się do

¹ <https://www.businessoffashion.com/community/people/dame-ellen-macarthur>

² <https://www.yorkshirepost.co.uk/news/top-yachtswoman-ellen-teams-university-promote-sustainable-living-1948780>

ponownego użytku to powinniśmy poddać go odpowiedniemu recyklingowi, żeby poprzez obróbkę chemiczną/mechaniczną (tworzywa sztuczne) lub biodegradację (produkty pochodzenia naturalnego) mogły zostać ponownie wykorzystane.³

Ponadto pomysł ten zakłada usprawnienie procesów produkcyjnych oraz spedycyjnych, w taki sposób by zmniejszyć jak najbardziej emisję gazów cieplarnianych oraz poziom wykorzystywanej energii. Ma to na celu poprawę kondycji finansowej firmy jak i ochronę środowiska. Jednym z powodów szybkiego wdrażania GOZ jest pogorszenie się sytuacji na świecie, w kwestii rosnącej liczby zalegających odpadów między innymi na wielkich składowiskach, jak np. Jardim Gramacho w Rio de Janeiro, gdzie dziennie ciężarówki zwożą do 7000 ton nowych śmieci.⁴ Świadczy to o tym, że aktualnie produkujemy zdecydowanie więcej niż jesteśmy zdolni wykorzystać. Natomiast celem GOZ jest rozdzielenie i uniezależnienie rozwoju gospodarczego od konsumpcji ograniczonych zasobów. Kolejnymi problemami są malejące zasoby naturalne, niestabilność cen, oraz ryzyko niedoboru dostaw, te czynniki powodują, że problem przestał dotyczyć tylko środowiska naturalnego, ale zaczął dotyczyć światu biznesu oraz politykę gospodarczą wielu krajów.⁵

1.2 Rola Fundacji Ellen MacArthur jako promotora idei GOZ

W myśl poprawy sytuacji gospodarczej na świecie i ochrony środowiska Fundacja Ellen MacArthur stworzyła trzy główne zasady, które stały się filarami GOZ.

Po pierwsze „Zaprojektowanie odpadów i zanieczyszczeń”, twierdząc, że powstające odpady, czy zanieczyszczenia nie są skutkiem przypadku, tylko są one wynikiem tego, że dany produkt został z nieodpowiedni sposób zaprojektowany. Uważają, że podczas procesu produkcyjnego, w 80% decydujemy jak duży wpływ na środowisko będzie miał tworzony przez nas produkt. Dlatego chcą zmienić punkt widzenia ludzi, żeby zaczęli postrzegać odpad jako wadę projektu, a nie skutek uboczny.

Po drugie „Utrzymanie produktów i materiałów w użyciu”. Fundacja stara się by ludzie zmienili swoje podejście do produktów i zmienili się ze „społeczeństwa zużywającego produkty, na takie które je używa”. Generalnie chodzi o to by producenci skupili się bardziej na stworzeniu rzeczy, które po zużyciu nie będą nadawały się tylko do wyrzucenia, ale takie które po zakończonym użytkowaniu dadzą nam możliwość skorzystania z nich ponownie lub będzie się je dało przerobić w taki sposób by dalej były zdadne to użytkowania. Jednakże nie

³ <https://www.gov.pl/web/rozwoj/gospodarka-o-obiegu-zamknietym>

⁴ <http://www.wastelandmovie.com/jardim-gramacho.html>

⁵ „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: Biznesowe uzasadnienie przyspieszonej zmiany” Fundacja Ellen MacArthur, listopad 2015

chodzi też o to by stworzyć wieczne produkty, tylko takie które nawet jeśli będziemy zmuszeni wyrzucić, nie zostaną w ziemi na zawsze, a ulegną degradacji lub takie, że będzie się z nich dało pozyskać jakieś materiały i wykorzystać jako surowce wtórne.

Po trzecie „Odbudowa naturalnego systemu”, czyli zachęcenie społeczeństwa do tego, by nie skupiać się jedynie na ochronie środowiska, a zrobić też coś by je usprawnić, żeby nie zależało nam tylko na wyrządzeniu mniejszego zła, a celować w zrobienie czegoś dobrego. Twierdzą że poprzez zwracania dóbr natury do ich pierwotnych ekosystemów, możemy pomóc zwiększyć nasze naturalne zasoby.⁶

Na rysunku 1 zaprezentowano 3 zasady GOZ opracowane i promowane przez Fundację według, której „zmiana systemu obejmuje wszystkich i wszystko: firmy, rządy i osoby fizyczne; nasze miasta, nasze produkty i nasze miejsca pracy. Minimalizując odpady i zanieczyszczenia, utrzymując produkty i materiały w użyciu oraz regenerując naturalne systemy, możemy wszystko odkryć na nowo”.⁷



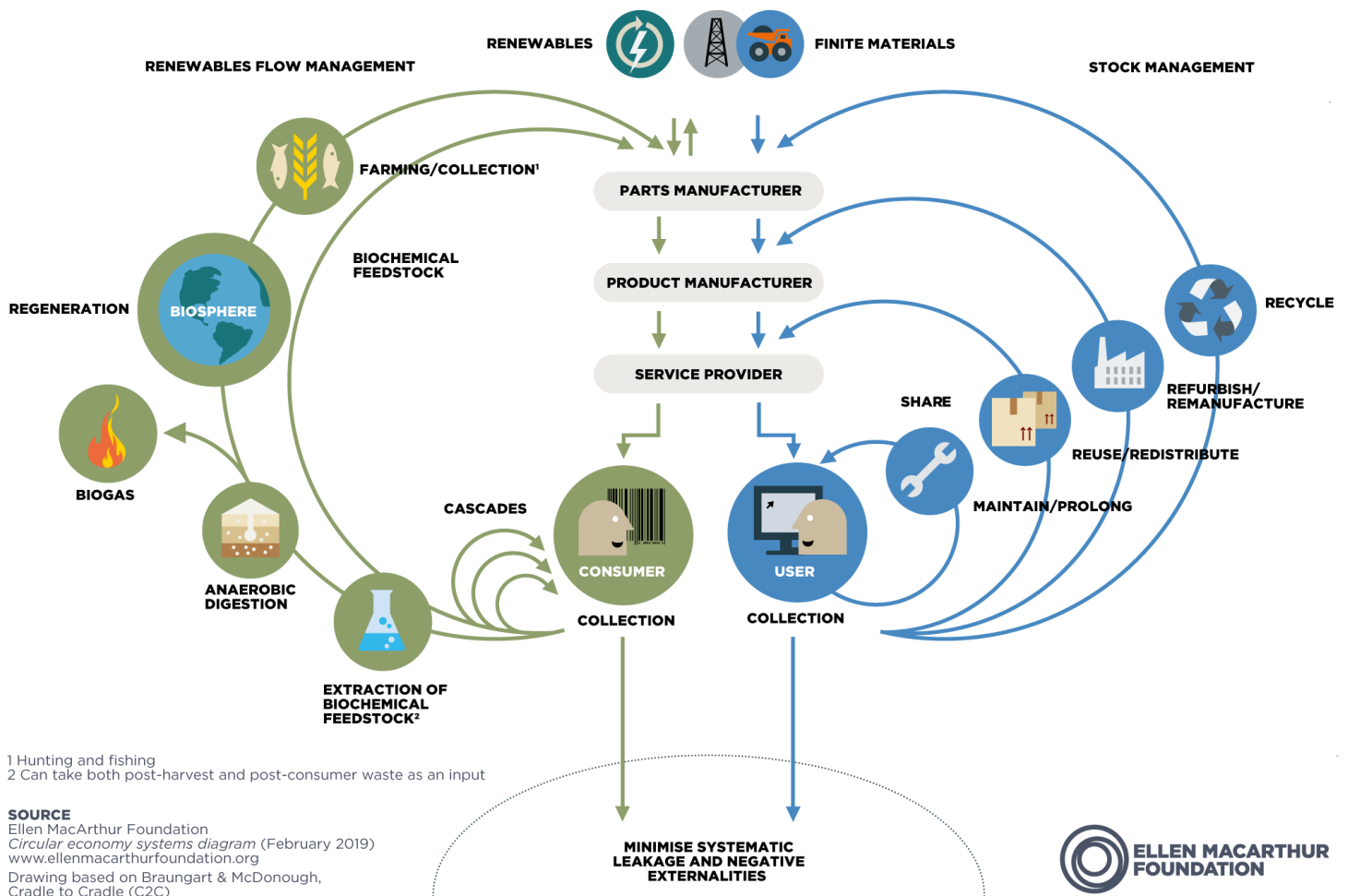
Rys 1. Idea i zadania GOZ

Źródło: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>

Natomiast na rysunku 2 zaprezentowano modelowe ujęcie tzw. Model motyla GOZ, który wyróżnia dwa cykle biologiczny i technologiczny.

⁶ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

⁷ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>



Rys.2 Modelowe ujęcie GOZ

Źródło: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

1.3 Zrównoważony rozwój a gospodarka o obiegu zamkniętym

GOZ powstała w duchu idei zrównoważonego rozwoju (z ang. *Sustainable development*). Definicję zrównoważonego rozwoju znajdziemy w treści dokumentu „Agenda 21”, który został uchwalony w 1992 roku na konferencji ONZ „Środowisko i Rozwój” w Rio de Janeiro. Według tłumaczenia Wiesława Sztumskiego zdefiniowano go tam na 2 sposoby, jako „proces rozwoju, który w sposób bezwarunkowy łączy potrzeby teraźniejszego pokolenia ze zdolnością do zaspokajania potrzeb przyszłych pokoleń, a także potrzeby jednych ludzi z potrzebami innych”. Druga definicja to „ciąg zmian, w którym korzystanie z zasobów, struktura inwestycji, ukierunkowanie postępu technicznego oraz struktury instytucjonalne mają być dokonywane w taki sposób, żeby nie było sprzeczności między przyszłymi, a teraźniejszymi potrzebami”⁸. Generalnie sprowadza się to do fragmentu z Raportu Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju z 1987 roku, że jest to „rozwój, w którym

⁸ „Idea zrównoważonego rozwoju a możliwości jej urzeczywistnienia” Wiesław Sztumski, 2006

potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”⁹.

31 stycznia 1999 roku w Davos na Światowym Forum Ekonomicznym podczas przemówienia wygłoszonego przez ówczesnego Sekretarza Generalnego Organizacji Narodów Zjednoczonych Kofi Annana, po raz pierwszy została przedstawiona inicjatywa „*United Global Compact*”.¹⁰ Inicjatywa ta opierała swoją działalność początkowo o 9, a obecnie o 10 fundamentalnych zasad według których firmy powinny:¹¹

- 1) przestrzegać i wspierać ochronę międzynarodowo uznanych praw człowieka,
- 2) eliminować wszelkie przypadki łamania praw człowieka przez firmę,
- 3) popierać wolność zrzeszania się i w praktyce uznawać prawo do zbiorowych negocjacji,
- 4) wspierać eliminację wszelkich form niewolnictwa i pracy przymusowej,
- 5) przyczyniać się do faktycznego zniesienia pracy dzieci,
- 6) przeciwdziałać dyskryminacji w sferze zatrudnienia,
- 7) wspierać zapobiegawcze podejście do problemów środowiska naturalnego,
- 8) podejmować inicjatywy propagujące większą odpowiedzialność środowiskową,
- 9) wspierać rozwój i upowszechnianie technologii przyjaznych środowisku,
- 10) przeciwdziałać korupcji we wszystkich jej formach, w tym łapówkarstwu i wymuszeniom.

W 2015 roku osiem Milenijnych Celów Rozwoju, ustanowionych podczas Projektu Milenijnego w 2000 roku (zlikwidowanie skrajnego ubóstwa i głodu, zapewnienie powszechnego nauczania na poziomie podstawowym, wspieranie zrównowżenia w prawach mężczyzn i kobiet oraz wzmocnienie pozycji kobiet, zmniejszenie wskaźnika umieralności dzieci, poprawa stanu zdrowia kobiet ciężarnych i położnic, zwalczanie AIDS, malarii i innych chorób, zapewnienie stanu równowagi ekologicznej środowiska, rozwijanie i wzmocnianie światowego partnerstwa w sprawach rozwoju)¹², które planowano wykonać właśnie do 2015 roku, zamieniono na siedemnaście Zrównoważonych Celów Rozwoju, które charakteryzują się znacznie szerszą perspektywą zaplanowanych działań oraz perspektywą wykonania do 2030 roku. Zdaniem UN Global Compact, jak i całej Organizacji Narodów Zjednoczonych, sektor prywatny odgrywa

⁹ „*Our Common Future*” Report from the UN World Commission on Environment and Development (WCED), 1987

¹⁰ <https://ungc.org.pl/o-nas/geneza-un-global-compact/>

¹¹ <https://ungc.org.pl/o-nas/obszary-dzialan/>

¹² <https://www.unic.un.org.pl/cele.php>

w ich realizacji kluczową rolę. W tym też roku ponad 100 głów państw i szefów rządów, a także przedstawiciele grup religijnych, biznesu i społeczeństwa obywatelskiego, przyjęło dokument “Przekształcanie naszego świata: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030”, który właśnie zawierał te nowe siedemnaście Celów Zrównoważonego Rozwoju.¹³ Cele te wyglądają następująco



Rys. 3 Zrównoważone Cele Rozwoju

Źródło: <https://tykn.tech/wp-content/uploads/2019/11/sdgs-sustainable-development-goals.png>

- 1) Eliminacja ubóstwa we wszystkich jego formach na całym świecie;
- 2) Eliminacja głodu, osiągnięcie bezpieczeństwa żywnościowego i lepsze odżywianie oraz promowanie zrównoważonego rolnictwa;
- 3) Zapewnienie wszystkim ludziom w każdym wieku zdrowego życia oraz promowanie dobrostanu;
- 4) Zapewnienie wszystkim edukacji wysokiej jakości oraz promowanie uczenia się przez całe życie;
- 5) Osiągnięcie równości płci oraz wzmocnienie pozycji kobiet i dziewcząt;
- 6) Zapewnienie wszystkim ludziom dostępu do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi;
- 7) Zapewnienie wszystkim dostępu do źródeł stabilnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie;
- 8) Promowanie stabilnego, zrównoważonego i inkluzywnego wzrostu gospodarczego, pełnego i produktywnego zatrudnienia oraz godnej pracy dla wszystkich ludzi;
- 9) Budowa stabilnej infrastruktury, promowanie zrównoważonego uprzemysłowienia oraz wsparcie innowacyjne;

¹³ <https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developpment-goals/>

- 10) Zmniejszenie nierówności w krajach i między krajami;
- 11) Uczynienie miast i osiedli ludzkich bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu;
- 12) Zapewnienie wzorców zrównoważonej konsumpcji i produkcji;
- 13) Podjęcie pilnych działań w celu przeciwdziałania zmianom klimatu i ich skutkom;
- 14) Ochrona oceanów, mórz i zasobów morskich oraz wykorzystywanie ich w sposób zrównoważony;
- 15) Ochrona, przywracanie oraz promowanie zrównoważonego użytkowania ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczanie pustynnienia, powstrzymywanie i odwracanie procesu degradacji gleby oraz powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej;
- 16) Promowanie pokojowego i inkluzywnego społeczeństwa, zapewnienie wszystkim ludziom dostęp do wymiaru sprawiedliwości oraz budowę na wszystkich szczeblach skuteczne i odpowiedzialne instytucje, sprzyjające włączeniu społecznemu;
- 17) Wzmocnienie środków wdrażania i ożywienie globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju.

Realizacja celów i zadań jest monitorowana na całym świecie odpowiednimi wskaźnikami.¹⁴ Przyjęto je Rezolucją Zgromadzenia Ogólnego 10 lipca 2017 r. Za ich monitorowanie w Polsce odpowiada GUS.¹⁵ Znaczna część działań pokrywa się z założeniami GOZ. Potwierdzają to między innymi badania przeprowadzone przez Josef'a-Peter'a Schöggla, który poprzez porównywanie kluczowych słów artykułach naukowych z dziedziny GOZ oraz zrównoważonego rozwoju, szukał cech wspólnych pomiędzy tymi obszarami. W przeprowadzonym badaniu otrzymał wnioski, z których wynikało, że jeśli prace dotyczą kwestii ekonomicznych i środowiskowych, tematy społeczne pozostają niedostatecznie reprezentowane lub nawet są całkowicie pomijane. Chociaż analiza semantyczna ujawniła, że był to wyraźny punkt krytyczny przez cały obserwowany okres, problem tego, w jaki sposób można osiągnąć cele społeczne i konsumpcyjne, pozostaje w dużej mierze nierozwiązany. Przejście do GOZ musi angażować wszystkie podmioty społeczne, ponieważ nie jest to tylko kwestia podniesienia ogólnego poziomu akceptacji, ale także promowania szeroko zakrojonych zmian we wzorcach produkcji i konsumpcji. W badaniu również wyszło że najczęściej

¹⁴ <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>

¹⁵ <https://sdg.gov.pl/>

wykorzystywane zwroty dotyczyły zarządzania odpadami i recyklingu oraz wskazywało na niejasne kolokacje ze zwrotami ‘zredukować’ i ‘użyć ponownie’.¹⁶

Jak podaje *UN Global*, wraz z opracowaniem Celów Zrównoważonego Rozwoju podczas konferencji w Rio de Janeiro, zaczęli również tworzyć nowe programy dla sektora prywatnego, które zostały przekazane Sekretarzowi Generalnemu ONZ celem prezentacji na zgromadzeniu ogólnym Narodów Zjednoczonych w sierpniu 2013 roku. Sformułowane ustalenia powstały na podstawie tysięcy ankiet, które UN Global Compact przeprowadziło wraz ze swoimi lokalnymi partnerami w celu stworzenia nowego planu rozwoju we współpracy z biznesem. Na rysunku 3 zaprezentowano rekomendacje dla sektora prywatnego podzieloną na cztery główne bloki: Rozwój, Potrzeby oraz zdolności Człowieka, Triada surowcowa oraz Środowisko sprzyjające rozwojowi Człowieka.¹⁷



Rys. 4 Triada surowcowa

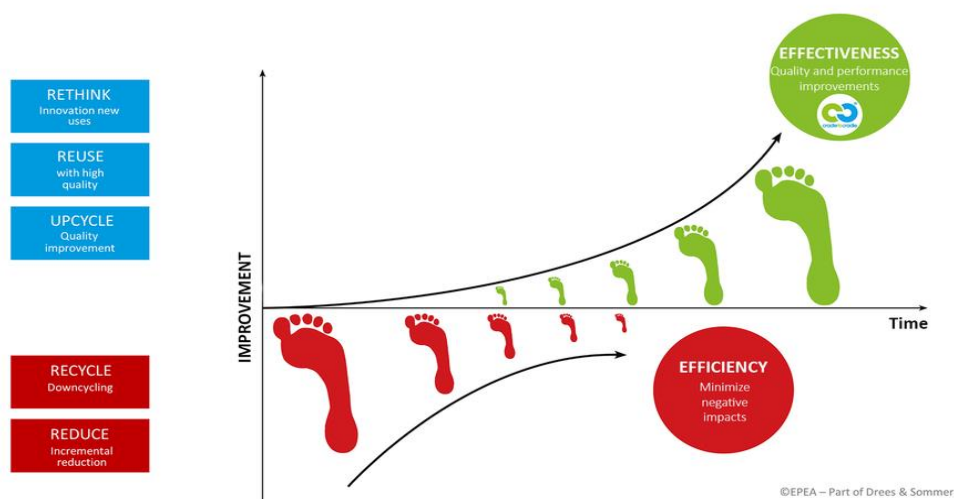
Źródło: <https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developpment-goals/>

¹⁶ „The narrative of sustainability and circular economy - A longitudinal review of two decades of research” Josef-Peter Schöggl, 2020

¹⁷ <https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developpment-goals/>

1.4 Holistyczne ujęcie zasad gospodarowania (cradle-to-cradle)

Jednym z fundamentów GOZ jest również *Cradle-to-Cradle design*, (projektowanie „od kołyski do kołyski”) jest to koncepcja inspirowana naturą, której celem jest nie tylko zminimalizowanie negatywnych wpływów, ale także poprawa stanu środowiska. W rezultacie czego miałyby powstać produkty, procesy, budynki i miasta, które są bezpiecznie dla ludzi, zdrowe dla środowiska i świetne dla biznesu.¹⁸ Właściwie *Cradle-to-Cradle* to zbiór zasad projektowania opracowany przez prof. Dr. Michaela Braungarta, Williama McDonough i EPEA Hamburg. Jest odzwierciedleniem innowacyjności, jakości i korzystnego wyglądu. Opisuje bezpieczny i potencjalnie nieskończony obieg materiałów i składników odżywczych w cyklach. Wszystkie składniki są nieszkodliwe chemicznie i nadają się do recyklingu. Odpady, jakie znamy dzisiaj i które są wytwarzane zgodnie z istniejącym wcześniej modelem „bierz-używaj-wyrzuć”, nie będą już istnieć, a jedynie użyteczne składniki odżywcze. Jednym z założeń tego projektu jest to, że „co nie może pozostać w obiegu, kończy jako odpad”. Projekt kładzie również nacisk na zmianę sposobu myślenia, żeby nie przekładać efektywności nad eko-efektywność. Oznacza to, że w kontekście środowiska zamiast skupiać się na wyrządzeniu mniejszego zła, powinniśmy skupić się na czynieniu jak największego dobra. Tak jak to przedstawiono na rysunku 4.¹⁹



Rys.5 Idea cradle-to-cradle

Źródło: <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle>

¹⁸ „Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things” William McDonough, Michael Braungart, 2002

¹⁹ <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle>

Rozdział II Modele biznesowe gospodarki o obiegu zamkniętym

2.1 Fundamenty modeli biznesowych GOZ

„Gospodarka obiegu zamkniętego stwarza ogromną szansę ulepszenia procesów biznesowych, a nawet stworzenia przedsiębiorstw o całkowicie nowym sposobie działania. Powstały dziesiątki modeli biznesowych wpisujących się w tę koncepcję gospodarczą, z powodzeniem wdrożonych na rynek. Niektóre z nich bazują na bardzo tradycyjnych modelach gospodarczych, jak naprawa czy wypożyczanie. Niektóre natomiast powstały wraz z rozwojem współczesnych technologii, jak wirtualizacja czy platformy współdzielenia, które nie rozwinęłyby się bez powszechnego dostępu do internetu. Dla powstawania modeli cyrkularnych istotny jest też rozwój technologii recyklingu i odzysku.”²⁰

Ogólna koncepcja GOZ została opracowana przez wiele szkół myśli, które w mnóstwie aspektów się nawzajem uzupełniają. Jednakże wszystkie razem zapewniają podstawy dla głównych zasad tego podejścia do ekonomii ²¹ :

1. Projektowanie odpadów/ Zaprojektowane do ponownego użycia.
2. Budowanie odporności poprzez różnorodność.
3. Poleganie na energii ze źródeł odnawialnych.
4. Myśl w systemach.
5. Odpady to również pożywienie / Myśl kaskadowo / Dzielenie wartości (symbioza)

Z powyższych zasad gospodarki o obiegu zamkniętym można wyprowadzić podstawowe konstrukcje i elementy składowe modeli biznesowych gospodarki cyrkularnej.

2.2 Modele biznesowe GOZ według Accenture

Firma *Accenture* w swoim raporcie z 2014 roku o nazwie *Circular Advantage* zidentyfikowała pięć modeli biznesowych o obiegu zamkniętym, które przedsiębiorstwa mogą wykorzystać (pojedynczo lub w połączeniu) do generowania ulepszeń produktywności zasobów w innowacyjny sposób, co również obniża koszty, generuje

²⁰ <https://gozwpraktyce.pl/modele-biznesowe/>

²¹ „*Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework*” Mateusz Lewandowski, 2016

przychody oraz zwiększa wartość i zróżnicowanie dla klientów. Wspomniane modele prezentują się następująco²² :

1. Zaopatrzenie w obiegu zamkniętym.

Model ten jest szczególnie istotny dla przedsiębiorstw zajmujących się towarami luksusowymi lub takimi co mają duży wpływ na ślad środowiskowy, których ograniczone zasoby są zastępowane w pełni odnawialnymi, nadającymi się do recyklingu lub biodegradowalnymi nakładami. Przykładowo, *Koninklijke DSM*, czyli holenderska międzynarodowa korporacja, opracowała bioetanol celulozowy, w którym pozostałości rolne (belowane kolby kukurydzy, łuski, liście i łodygi) są przetwarzane na paliwo odnawialne. Bioetanol celulozowy stworzył nowe źródło dochodów dla *DSM*, jednocześnie redukując emisje, tworząc miejsca pracy i wzmacniając bezpieczeństwo energetyczne kraju.²³

2. Odzyskiwanie zasobów.

Wykorzystuje on innowacje technologiczne i możliwości odzyskiwania i ponownego wykorzystania zasobów, co eliminuje wycieki materiałów i maksymalizuje wartość ekonomiczną. Przykłady obejmują recykling w obiegu zamkniętym, symbiozę przemysłową i projekty *Cradle-to-Cradle*, w których odpady są ponownie przetwarzane w nowe zasoby.

Walt Disney World Resort wysyła odpady żywnościowe - w tym tłuszcze, oleje kuchenne i resztki stołowe - z wybranych restauracji w swoim kompleksie do pobliskiego obiektu fermentacji beztlenowej o mocy 5,4 MW, którego właścicielem i operatorem jest *Harvest Power*. Odpady organiczne są przekształcane w odnawialny biogaz (połączenie dwutlenku węgla i metanu) w celu wytwarzania energii elektrycznej, a pozostały materiał stały jest przetwarzany na nawóz. Wytworzona energia pomaga zasilać środkową Florydę, w tym hotele i parki rozrywki *Walt Disney Resort*.²⁴

3. Przedłużanie żywotności produktów.

Pomaga firmom przedłużyć cykl życia ich produktów i aktywów, aby zapewnić ich ekonomiczną użyteczność. Materiał, który w innym przypadku zostałby zmarnowany, jest konserwowany lub nawet ulepszany, na przykład poprzez regenerację, naprawę, unowocześnianie lub ponowne wprowadzanie do obrotu. Wydłużając żywotność produktu

²² „*Circular Advantage – Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth*” Accenture, 2014

²³ <https://www.dsm.com/corporate/about/businesses/dsm-bio-based-products-services.html>

²⁴ „*Disney Citizenship 2014 Performance Summary*”, 2014

tak długo, jak to możliwe, firmy mogą trzymać materiały z dala od wysypiska i odkrywać nowe źródła przychodów.

W ciągu ostatnich 40 lat działalność firmy *Caterpillar* w zakresie regeneracji, w ramach programu *Reman*, skupiała się na przywracaniu komponentów pod koniec okresu eksploatacji do takiego samego stanu lub jakości, jak nowe, co zmniejsza koszty, ilość odpadów, emisję gazów cieplarnianych i zapotrzebowanie na surowce.²⁵

4. Platformy udostępniania.

Model ten koncentruje się na udostępnianiu produktów i zasobów, które mają niski wskaźnik własności lub użytkowania. Firmy korzystające z tego modelu mogą zmaksymalizować wykorzystanie sprzedawanych produktów i zwiększyć produktywność.

Przykładów ekonomii współdzielenia w obecnym świecie mamy wiele, między innymi w transporcie np. firma *BlaBlaCar*. Kiedy dziesięć lat temu młody *Fred Mazzala*, trudził się by podczas przepełnionego ludźmi sezonu wakacyjnego, znaleźć wraz z siostrą pociąg z Paryża do rodzinnego *Vendée*. Zwrócił uwagę na fakt, że pomimo iż w pociągach brakowało miejsc, samochody jadące w jego stronę miały wiele pustych siedzeń. To doświadczenie zainspirował go do stworzenia platformy do współdzielenia przejazdów, dzięki której ludzie zyskują nowy sposób transportu.²⁶

5. Produkt jako usługa.

Dzięki temu modelowi klienci używają produktów na podstawie umowy leasingu lub umowy z opłatą za użytkowanie, w przeciwieństwie do tradycyjnego podejścia do zakupu na własny rachunek. Jest on atrakcyjny dla firm, które mają wysokie koszty operacyjne i możliwość zarządzania konserwacją tej usługi, i odzyskania pozostałej wartości na końcu życia produktu.

Philips sprzedaje oświetlenie jako usługę, w ramach której firma stara się dotrzeć do większej liczby klientów, zachowując własność świateł i sprzętu, aby klienci nie musieli ponosić kosztów instalacji z góry. Dbają również o prawidłowe zarządzanie środowiskiem swoich produktów, odbierając je w odpowiednim czasie w celu recyklingu lub modernizacji.²⁷

²⁵ <https://www.greenbiz.com/article/moving-mountains-earths-sake-caterpillar>

²⁶ <https://blog.blablacar.com/blog/reinventing-travel/sharing-economy>

²⁷ <https://www.lighting.philips.com/main/services>

2.3 Najważniejsze Modele biznesowe GOZ według portalu gozwpraktyce.pl

Portal GOZ w Praktyce to centrum wiedzy i praktycznych rozwiązań z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego dla biznesu. Wspiera firmy w transformacji w kierunku GOZ. Redaktorem portalu jest CSR Consulting, czyli firma doradcza specjalizująca się w strategicznym wspieraniu firm w obszarze odpowiedzialnego biznesu i zrównoważonego rozwoju.²⁸

Przedstawione poniżej modele są często komplementarne i często w procesie biznesowym stosuje się parę modeli jednocześnie. Nie są to modele stworzone przez portal, tylko te które oni uważają za najważniejsze.²⁹

1. Circle Economy

a. Organizacja Circle Economy proponuje zestawienie 9 modeli, 6 modeli dla sprzedaży produktów:

- sprzedaż produktów długotrwałych;
- sprzedaż produktów do ponownego napełnienia;
- sprzedaż części wymiennych;
- współdzielenie P2P;
- wypożyczanie, leasing i płatność za użycie oraz
- produkty sprzedawane w modelu subskrypcji

b. oraz 3 modele dla sprzedaży usług:

- subskrypcja
- płatność za użycie
- społecznościowy (crowd-based).

2. NORMA BS 8001

a. Norma BS 8001 dotycząca wdrażania GOZ w organizacji proponuje 6 cyrkularnych modeli biznesowych:

- na życzenie
- dematerializacja
- wydłużanie cyklu życia / wielokrotny użytek
- odzysk produktów ubocznych i surowców wtórnych
- produkt jako usługa
- ekonomia współdzielenia

²⁸ <https://gozwpraktyce.pl/o-nas/>

²⁹ <https://gozwpraktyce.pl/modele-biznesowe/>

3. *The Circular Economy Handbook*

a. W książce „*The Circular Economy Handbook*” opisano 5 modeli. Wpisują się one w kołowy schemat GOZ:

- cyrkularne surowce,
- produkt jako usługa,
- wydłużenie życia produktu,
- platformy współdzielenia,
- odzysk surowców.

4. IMSA

a. W modelu amsterdamskiego instytutu IMSA istnieje następujący podział modeli GOZ:

- krótki cykl (opłaty za użytkowanie, naprawa, redukcja odpadów, platformy współdzielenia),
- długi cykl (kontrakty długoterminowe, zwrot produktu do producenta, drugie życie produktu, powtórna sprzedaż),
- kaskady (ponowne użycie materiałów, upcycling, recycling, symbioza przedsiębiorstw),
- zamknięte obiegi (cradle to cradle, materiały pochodzące z obiegu zamkniętego),
- dematerializacja usług (wirtualizacja, subskrypcje),
- produkcja na zamówienie (druk 3D, produkcja jednostkowa, rzemiosło).

5. *ReSOLVE*

a. Zestawienie *ReSOLVE* stworzone przez Fundację Ellen MacArthur to jedno z pierwszych i bardziej znanych zestawień. Zawiera 6. strategii biznesowych, składających się na akronim *ReSOLVE*:

- regeneracja (*Regenerate*),
- współdzielenie (*Share*),
- optymalizacja (*Optimise*),
- zapętlenie (*Loop*),
- wirtualizacja (*Virtualise*),
- wymiana (*Exchange*).

2.4. Model *ReSOLVE*

Najbardziej uniwersalny i dopasowany do aktualnych globalnych uwarunkowań i wyzwań wydaje się model *ReSOLVE*, czyli sześć „biznesowych ścieżek działania”, zaproponowany przez fundację Ellen MacArthur. Jego istotę najlepiej oddaje akronim *ReSOLVE*, występujący w nazwie schematu: regeneracja (*Regenerate*), współdzielenie (*Share*), optymalizacja (*Optimise*), zapętlanie (*Loop*), wirtualizacja (*Virtualise*) i wymiana (*Exchange*).³⁰

- Regeneracja - odnosi się do przejścia na odnawialne źródła energii i materiały. Jest to związane ze zwracaniem wyczerpanych zasobów biologicznych z powrotem do biosfery. Ma to na celu zachowanie i zregenerowanie zdrowia ekosystemu. (np. odzysk energii, wykorzystywanie energii ze źródeł odnawialnych, budownictwo efektywne energetycznie, symbioza przemysłowa).³¹
- Współdzielenie - ma na celu maksymalne wykorzystanie produktów poprzez udostępnianie ich użytkownikom. Idea ta może być realizowana poprzez udostępnianie prywatnych zasobów na zasadzie każdy z każdym (*peer-to-peer*), bądź udostępnianie publicznej puli produktów. Współdzielenie jest to także ponowne wykorzystanie produktów, o ile są one technicznie sprawne i dopuszczone do użytku (np. zasada *second hand*) oraz przedłużanie życia produktów poprzez ich konserwację, naprawy i sposoby projektowania zwiększające ich trwałość.³²
- Optymalizacja – to działania, które koncentrują się na zwiększaniu wydajności i użyteczności produktu, i usuwaniu odpadów w procesie produkcyjnym oraz w łańcuchu dostaw. Wiąże się również z wykorzystaniem technologii w celu maksymalizacji wykorzystania zasobów. Na przykład stosowanie nawozów destabilizuje cykl azotowy, ale 70% nawozu, który jest rozsiewany na uprawach, jest wymywanych lub trafia do gleby i nigdy nie jest używany przez roślinę. Techniki rolnictwa precyzyjnego mogą dostarczać dokładne ilości nawozu bezpośrednio do korzeni dokładnie tam, gdzie rośliny go szukają, zapewniając, że marnuje się jak najmniej.³³ Optymalizacja może się odnosić także do wykorzystywania dużych zbiorów danych, automatyzacji, teledetekcji czy układów zdalnie

³⁰ „Gospodarka cyrkularna: sześć ścieżek do dłuższego życia.” Greszta, M., Osowiecka, M. 2016. „W kierunku gospodarki obiegu zamkniętego” Warszawa: Koalicja na rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego Reconomy M. Karwacka, P. Łuba (red.)

³¹ „*Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework*” Mateusz Lewandowski, 2016

³² „Model zrównoważonej gospodarki o obiegu zamkniętym” Małgorzata Rutkowska, Łukasz Popławski, 2017

³³ „The ReSOLVE framework for a Circular Economy” Jeremy Williams, 2016

sterujących. Istotne jest to, że optymalizacja nie wymaga zmiany produktu czy technologii.³⁴

- Zapełnianie - dążenie do utrzymania komponentów i materiałów w obiegu zamkniętym, w którym wyższy priorytet mają pętle wewnętrzne.³⁵ Może przejawiać się w takich działaniach, jak: ponowne wykorzystanie produktów, recykling, odzysk surowców, minimalizowanie strat materiałowych i energetycznych, *upcycling*, *downcycling* itd.³⁶
- Wirtualizacja – jest to model działania, w którym zakłada się dostarczenie konkretnej użyteczności wirtualnie zamiast materialnie. Generalnie oznacza to wykorzystanie narzędzi wirtualnych do udostępniania np. książek, muzyki czy możliwości robienia zakupów online.³⁷ Dzięki rozwojowi technologii wiele przedmiotów zostało zastąpionych aplikacjami dostępnymi na telefonach, np. podręczne latarki, budziki, papierowe mapy, czy gazety. Ponadto powstanie platform streamingowych takich jak np. Netflix, w dużym stopniu przyczyniło się do tego, że ludzie zaczęli odchodzić od kupowania filmów na płytach, tylko chętniej korzystają z tych dostępnych internetowo, ponieważ są w stanie nabyć je natychmiast i bez wychodzenia z domu. Ten model również uwzględnia tworzenie autonomicznych pojazdów, wiele OEM'ów (dosłownie „producentów oryginalnego wyposażenia” z ang. *Original Equipment Manufacturer*) ma w planach w najbliższej dekadzie wypuścić taki samochód na rynek. Apple już przynajmniej od 2015 roku pracuje nad tego typu pojazdem³⁸, a z projektu firmy Google z 2009 roku narodziła się firma Waymo, która obecnie jest potentatem na rynku autonomicznych pojazdów.³⁹
- Wymiana – polega na zastąpieniu starych materiałów zaawansowanymi nieodnawialnymi materiałami stworzonymi przy wykorzystaniu nowych technologii takich jak np. druk 3D.⁴⁰ Za pomocą takiego druku w 2014 roku chińska firma WinSun wydrukowała dziesięć domów o powierzchni 195m² w zaledwie 24 godziny.⁴¹Może to się również wiązać z koniecznością wyboru nowych produktów i usług. Na przykład silniki

³⁴ „Ellen MacArthur Foundation. Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe” Ellen MacArthur Foundation, 2015.

³⁵ „*Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework*” Mateusz Lewandowski, 2016

³⁶ „Gospodarka cyrkularna: sześć ścieżek do dłuższego życia.” Greszta, M., Osowiecka, M. 2016. „W kierunku gospodarki obiegu zamkniętego” Warszawa: Koalicja na rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego Reconomy M. Karwacka, P. Łuba (red.)

³⁷ „The circular economy: Moving from theory to practice” McKinsey Center for Business and Environment Special edition, 2016

³⁸ <https://www.telegraph.co.uk/technology/apple/11410507/Is-Apple-building-a-driverless-car.html>

³⁹ <https://www.wallpaper.com/transport/waymo-division-autonomous-car>

⁴⁰ „Ellen MacArthur Foundation. Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe” Ellen MacArthur Foundation, 2015.

⁴¹ <https://www.designboom.com/technology/3d-printed-houses-in-24-hours-04-24-2014/>

elektryczne zastąpią silniki spalinowe. Możemy też zmienić sposoby działania - być może zamieniając prywatny silnik, elektryczny lub inny, na rzecz transportu publicznego i autonomicznego współdzielenia samochodów.⁴²

Przytoczone powyżej biznesowe ścieżki działania stanowią model uniwersalny i najbardziej dopasowany do aktualnych wyzwań, i uwarunkowań globalnych. Powoli przedsiębiorstwa zaczynają przykuwać co raz to większą uwagę do zrównoważonego rozwoju i starają się przysposabiać metody umożliwiające efektywne przejście na zarządzanie odpadami w sposób sprzyjający środowisku naturalnemu. Tu właśnie pojawia się *ReSOLVE*, który stanowi drogowskaz dla przedsiębiorstw, które pragną pożegnać się z modelem gospodarki linearnej, na rzecz modelu gospodarki o obiegu zamkniętym.

⁴² „The ReSOLVE framework for a Circular Economy” Jeremy Williams, 2016

Rozdział III Wykorzystanie IT do realizacji celów gospodarki o obiegu zamkniętym.

3.1 Czwarta rewolucja przemysłowa

Czwarta rewolucja przemysłowa określana również jako Gospodarka 4.0 (Przemysł 4.0), to uogólniająca koncepcja rozwoju odnosząca się do „rewolucji przemysłowej” wprowadzona w związku ze znacznym rozwojem nowoczesnych inteligentnych technologii. Jest to urzeczywistnienie wizji inteligentnych fabryk, czyli takich w których procesy są w pełni zautomatyzowane i sterowane przez odpowiednie systemy cyber-fizyczne. Koncepcja ta opiera się w głównej mierze na wspólnym wykorzystywaniu Internetu Rzeczy, komunikacji maszyna-maszyna (M2M) i przetwarzaniu chmurowym.⁴³ Zakłada stworzenie fabryk opartych w samowystarczalne maszyny, które będą mogły analizować i diagnozować problemy bez interwencji człowieka.⁴⁴

Nazwa „czwarta rewolucja przemysłowa” wzięła się stąd, że w dotychczasowej historii przemysłu nowe technologie już 4 razy diametralnie zmieniały całkowicie jego oblicze. Po raz pierwszy miało to miejsce w XVII wieku, kiedy wynaleziona została maszyna parowa, a także pierwszy napęd wodny. Było to tak przełomowe wydarzenie, ponieważ dzięki wykorzystaniu stworzonych maszyn można było odciążyć pracowników. Niemniej jednak dalej musieli oni wykonywać wiele pracy przy obsłudze tych maszyn. Kolejnym wielkim krokiem było na początku XX wieku stworzenie napędu elektrycznego, a zaraz potem wprowadzenie taśm produkcyjnych. Dzięki tym wynalazkom można było zacząć już mówić o optymalizacji procesów produkcyjnych, ponieważ umożliwiły one wprowadzenie produkcji masowej. Trzecim krokiem w dążeniu do osiągnięcia najbardziej wydanej produkcji, było w latach 60/70 XX wieku, stworzenie pierwszych technologii informatycznych, które zapoczątkowały wstępną automatyzację przemysłu.⁴⁵ Kolejnym i na ten moment ostatnim krokiem było wprowadzenie przez rząd Niemiec terminu przemysłu 4.0. Nastąpiło to w 2011 roku podczas targów w Hanowerze.⁴⁶ Spowodowane to było co raz większą wszechobecną

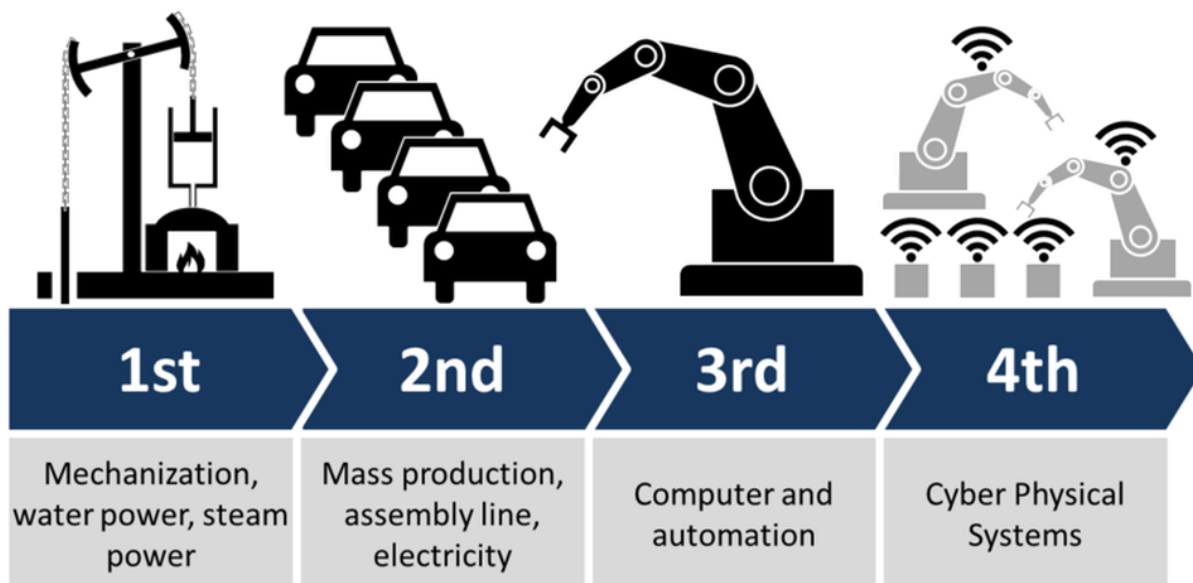
⁴³ „Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios” M. Hermann, T. Pentek, B. Otto, 2015

⁴⁴ „What is Industry 4.0? Everything you need to know” M. Moore, 2019

⁴⁵ <https://innovatingautomation.pl/przemysl-4-0/>

⁴⁶ „Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution”, VDI-Nachrichten, 2011

cyfryzacją, która poza dużym wpływem na przemysł miała też olbrzymi wpływ na codzienne życie wielu milionów ludzi. Natomiast sam termin „czwarta rewolucja przemysłowa” został po raz pierwszy przytoczony przez Klause Schwaba, prezesa światowego forum ekonomicznego w 2015 roku.⁴⁷ Rok później na kolejnym światowym forum ekonomicznym stało się to już tematem przewodnim całego spotkania, który brzmiał „opanować czwartą rewolucję przemysłową”.⁴⁸ Na rysunku 6 mamy wyszczególnione odkrycia, które zapoczątkowały kolejne rewolucje przemysłowe.



Rys.6 Oś odkryć, które zapoczątkowały kolejne rewolucje przemysłowe

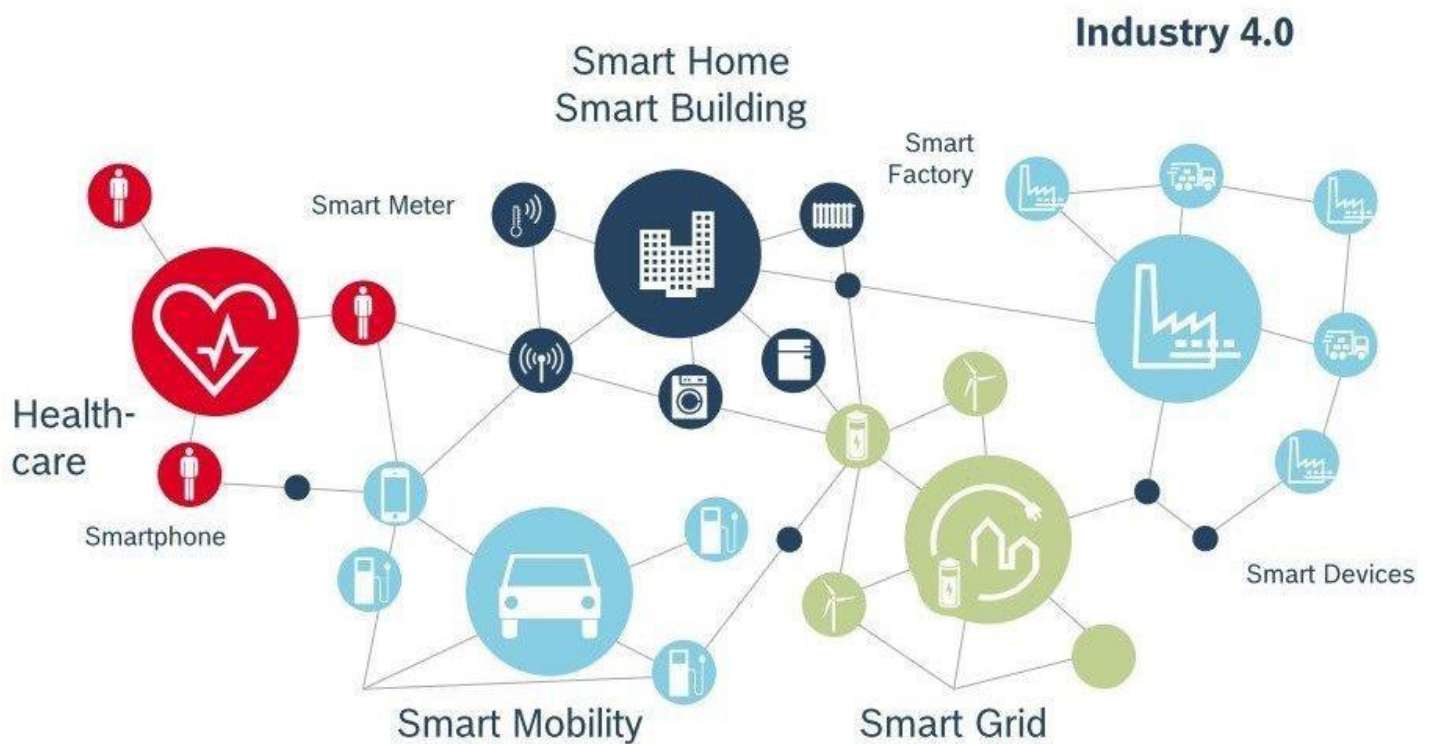
Źródło: https://thumbor.forbes.com/thumbor/960x0/https%3A%2F%2Fblogs-images.forbes.com%2Fbernardmarr%2Ffiles%2F2016%2F03%2FIndustry_4.0.jpg

Pojęcie Przemysłu 4.0 oznacza zatem integrację cyfrowo sterowanych maszyn z Internetem, technologiami informacyjnymi i człowiekiem. Materiały wykorzystywane w produkcji mają możliwość komunikowania się między sobą ,a dzięki wykorzystaniu Internetu Rzeczy można je także zawsze zidentyfikować. Istotny jest także rozwój komunikacji pomiędzy człowiekiem i urządzeniem oraz pomiędzy samymi maszynami.

⁴⁷ „The Fourth Industrial Revolution” K. Schwab , 2015

⁴⁸ <https://tvn24.pl/biznes/ze-swiata/forum-ekonomiczne-w-davos-2016-ra612201-4464454>

Przemysł 4.0 jest to zjawisko, które wciąż jest wdrażane, nie jest to coś co już się dokonało, dlatego dokładnie scharakteryzowanie go jest na ten moment dość trudne, ponieważ nie mamy jeszcze pełnego zarysu tego co dzięki niemu uda się osiągnąć i w jak dużym stopniu uda się zoptymalizować procesy produkcyjne poprzez ich cyfryzację. Natomiast jesteśmy w stanie wyszczególnić najbardziej istotne rzeczy w tym procesie, czyli wcześniej już wspomniane: Internet Rzeczy, przetwarzanie chmurowe i tworzenie „inteligentnych” fabryk. Na rysunku 7 mamy ukazany przykładowy schemat połączeń poszczególnych technologii w Przemysle 4.0.



Rys.7. Przykładowy schemat połączeń nowoczesnych technologii w Przemysle 4.0

Źródło: <https://przemysl-40.pl/wp-content/uploads/2017/03/Bosch-6-e1490184042467.jpg>

W dzisiejszych czasach przemysł wytwórczy jest w trakcie odchodzenia od gospodarki liniowej i przechodzenia w GOZ. Przemysł 4.0 jest uważany za jedną z najbardziej kluczowych innowacji. Wspiera on odzyskiwanie usług przy jednoczesnym zmniejszeniu ryzyka awarii systemu. Ponadto przejście z gospodarki liniowej na cyrkularną w ujęciu łańcucha dostaw zintegrowanie wartości sieci, zapewnia przejrzystość, co jest możliwe dzięki wsparciu technologii Przemysłu 4.0. Jedną za najbardziej istotną w tym ujęciu technologie uważa się technologie *blockchain*, która jest bezpośrednio wykorzystywana do stworzenia zrównoważonego łańcucha dostaw. Yulia Kalmykova, Madumita Sadagopan

i Leonardo Rosado przedstawili konkretne strategie zrównoważonego łańcucha dostaw, takie jak system obsługi produktu lub produkt jako usługa, odzysk energii, odzysk odpadów, budowa infrastruktury / logistyka, rozwój energetycznego Internetu Rzeczy, które są kluczowymi komponentami dla Przemysłu 4.0 do projektowania łańcucha dostaw.⁴⁹ W 2018 roku Ferrari i Blundo w swojej pracy skupili się na integracji systemów przemysłowych w celu umożliwienia minimalnego wykorzystania zasobów i ponownego wykorzystanie odpadów, tak aby otrzymać korzyści ekonomiczne i środowiskowe.⁵⁰ Generalnie wielu autorów przeprowadziło badania, w których określili i ocenili czynniki, wymagania i cechy Przemysłu 4.0 umożliwiające sukcesywne przejście do bardziej zrównoważonych działań. Ponadto jednym z najistotniejszych aspektów Przemysłu 4.0 jest przejście na kompletną cyfryzację, co jest bardzo kompatybilne z jednym z zamysłów GOZ, w którym chcemy odejść od produkowania towarów, które możemy zamienić na ich cyfrowe odpowiedniki.

3.2 Internet Rzeczy

Internet Rzeczy (IoT z ang. *Internet of Things*) jest to system polegający na powiązaniu ze sobą urządzeń komputerowych, maszyn mechanicznych i cyfrowych, obiektów, zwierząt lub ludzi, którym przypisuje się unikalne numeryczne identyfikatory (UID z ang. *User ID*) oraz możliwość przesyłania danych przez sieć bez konieczności interakcji człowieka z człowiekiem lub człowieka z komputerem.⁵¹ W skrócie, jest to koncepcja zakładająca zebranie wszystkich rzeczy na świecie i połączenie ich z Internetem.

Internet rzeczy oferuje organizacjom kilka korzyści. Niektóre korzyści są specyficzne dla branży, a niektóre mają zastosowanie w wielu branżach. Niektóre z typowych korzyści IoT umożliwiają firmom:

- monitorować ich ogólne procesy biznesowe;
- poprawić obsługę klienta (CX);
- oszczędzają czas i pieniądze;
- zwiększyć produktywność pracowników;
- integrować i dostosowywać modele biznesowe;
- podejmować lepsze decyzje biznesowe; i

⁴⁹ „Circular economy- From review of theories and practices to development of implementation tools, Resources, Conservation &, and Recycling” Y. Kalmykova, M. Sadagopan, I. Rosado , 2018

⁵⁰ „The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company” F.E.G. Muina, R.G. Sanchez, A.M. Ferrari, D.S. Blundo, 2018

⁵¹ <https://www.iotforall.com/what-is-iot-simple-explanation/>

- generować większe przychody.

IoT zachęca firmy do ponownego przemyślenia sposobu, w jaki podchodzą do swoich firm i daje im narzędzia do ulepszania ich strategii biznesowych.⁵²

Jak więc w praktyce IoT miałyby pomóc w wdrażaniu GOZ? Jednym ze sposobów jest ułatwienie konserwacji i naprawy produktów. Dodając sztuczną inteligencję do urządzenia, produktu, IoT mógłby stworzyć kanał komunikacyjny, który sygnalizowałby jego problemy, informował o konieczności naprawy, czy planowałby własną konserwację. Takie działania pomogłyby zapewnić dłuższe życie produktu. Innym sposobem w jaki IoT, by mógł pomóc, jest utworzenie modelu wspólnego użytkowania. W ostatnich latach zdecydowanie wzrosła popularność takich firm jak *Traficar*, *Uber*, czy *Airbnb*, ponieważ możliwość tymczasowego, jednorazowego skorzystania z czyjegoś samochodu, czy mieszkania bywa w wielu przypadkach zdecydowanie korzystniejsza od wynajmu, czy kupna. Dlatego gdyby do wszystkich rzeczy był dostęp z poziomu aplikacji na smartfonie, można by na tej samej zasadzie udostępniać osobom trzecim np. narzędzia, czy inne przedmioty rzadko przez siebie używane, praktycznie bez ryzyka kradzieży, gdyż przy użyciu obecnej technologii można bez problemu namierzyć urządzenie podłączone do Internetu.

W Europie ruszył już nawet projekt finansowany przez Unię Europejską o nazwie CE-IOT. Instytucje akademickie i badawcze podjęły współpracę z firmami *Cablenet Communication Systems* z Cypru, *Deloitte* z Belgii oraz *BlueSoft* z Polski. 40 studentów ze szkoły biznesowej Uniwersytetu w Cambridge zostali oddelegowani do wyżej wymienionych partnerów biznesowych. W poszczególnych firmach studenci musieli zmierzyć się z różnymi wyzwaniami i zaproponować użyteczne i efektywne kosztowo rozwiązania zgodne z zasadami GOZ i IoT. Przykładowo przedsiębiorstwu z Cypru zaproponowali stworzenie „aplikacji, którą klienci tej firmy mogliby uruchomić na sprzęcie już przez siebie posiadanym, żeby ułatwić technikom korzystanie z wbudowanych urządzeń monitorujących, w celu umożliwienia zdalnego znajdowania przerw w światłowodzie, a także zamontowanie paneli słonecznych na wzmacniaczach *Cablenet* w celu wytwarzania energii magazynowanej w akumulatorach.”⁵³

Trwający projekt CE-IOT („*A Framework for Pairing Circular Economy and IoT: IoT as an enabler of the Circular Economy circularity-by-design as an enabler for IoT*”) został zapoczątkowany w celu przeanalizowania nowych sposobów interakcji pomiędzy gospodarką

⁵² <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>

⁵³ „*A Framework for Pairing Circular Economy and IoT: IoT as an enabler of the Circular Economy & circularity-by-design as an enabler for IoT*” CE-IOT, Horizon 2020 Program

o obiegu zamkniętym a internetem rzeczy. Interakcje te „mogą diametralnie zmienić charakter produktów, usług, modeli biznesowych i ekosystemów”, jak podano na stronie internetowej projektu. „Twórcy projektu CE-IoT przeprowadzą złożoną ocenę systemu CE-IoT obejmującą aspekty biznesowe, techniczne i prawne, posiłkując się dwoma prototypami z dziedziny telekomunikacji i usług w chmurze. Dodatkowo stworzą oni warunki dla wprowadzenia zasad gospodarki o obiegu zamkniętym poprzez sprawną integrację z technologią IoT, a także dla poszerzenia zakresu zastosowań systemu CE-IoT”.⁵⁴

3.3 Technologia *blockchain*.

Technologia *blockchain* to rozproszona baza danych rekordów lub wspólnych publicznych/prywatnych rejestrów wszystkich zdarzeń cyfrowych, które zostały wykonane i udostępnione agentom uczestniczącym w łańcuchu bloków. Każda transakcja w publicznym rejestrze jest weryfikowana w drodze konsensusu większości uczestników systemu. Wprowadzonych informacji nie można nigdy usunąć. Plik *blockchain* zawiera pewny i możliwy do zweryfikowania zapis każdej transakcji, jaka kiedykolwiek została dokonana. *Bitcoin*, zdecentralizowana cyfrowa waluta *peer-to-peer*, jest najpopularniejszym przykładem wykorzystania technologii *blockchain*. Cyfrowa waluta *bitcoin* sama w sobie jest bardzo kontrowersyjna, ale wykorzystana w niej technologia *blockchain* działa bezbłędnie, dzięki czemu znalazła szerokie zastosowanie zarówno w świecie finansowym jak i nie finansowym.⁵⁵

Blockchain to potencjalnie przełomowa technologia w projektowaniu, organizacji, operacjach i ogólnym zarządzaniu łańcuchami dostaw. Zdolność *blockchain* do zagwarantowania niezawodności, identyfikowalności i autentyczności informacji. Sposób funkcjonowania *blockchain* w kontekście łańcucha dostaw jest nadal otwarty na interpretację i rozwój. W przeciwieństwie do *bitcoina* i innych finansowych aplikacji *blockchain*, które mogą być publiczne, sieci łańcucha dostaw oparte na *blockchain* mogą wymagać zamkniętego, prywatnego, zabezpieczonego łańcucha bloków z wieloma ograniczonymi graczami.⁵⁶

Blockchain jako rozproszone, niezmiennie, przejrzyste i godne zaufania bazy danych, udostępniane przez społeczność, mogą również wpływać na zrównoważone sieci łańcucha dostaw. Śledzenie potencjalnych warunków społecznych i środowiskowych, które mogą

⁵⁴ <https://cordis.europa.eu/article/id/413173-where-the-circular-economy-and-the-internet-of-things-meet/pl>

⁵⁵ „*Blockchain Technology: Beyond Bitcoin*” M. Crosby, P. Pattanayak, S. Verma i V. Kalyanaraman, 2016

⁵⁶ „*Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management*” Sara Saberi, Mahtab Kouhizadeh, Joseph Sarkis & Lejia Shen, 2018

powodować obawy dotyczące środowiska, zdrowia i bezpieczeństwa. Technologia blockchain może wspierać gromadzenie i przechowywanie danych oraz zarządzanie nimi, wspierając istotne informacje o produkcji i łańcuchu dostaw. W tym kontekście technologicznym może istnieć otwartość, przejrzystość, neutralność, niezawodność i bezpieczeństwo dla wszystkich agentów łańcucha dostaw i interesariuszy.⁵⁷

W ostatnich latach w przemyśle spożywczym kładzie się duży nacisk na rozwój zrównoważonego łańcucha dostaw. Ciekawym zastosowaniem w tym kontekście jest połączenie technologii *blockchain* z technologią identyfikacji radiowej (RFID) w celu wyposażenia łańcucha dostaw żywności w system umożliwiający śledzenie żywności w czasie rzeczywistym w oparciu o zasady analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli (HACCP).⁵⁸ Gdybyśmy na przykład śledzili żywność, umożliwiłoby to klientom kupowanie lokalnych produktów, bez wątpliwości, że są one rzeczywiście uprawiane lokalnie. Zmniejszyłoby to również emisje dwutlenku węgla, ponieważ żywność nie musiałaby podróżować na duże odległości. Dzięki *Blockchain* mielibyśmy pewność, że ryba sprzedawana na targu rybnym faktycznie pochodzi od ekologicznego rybaka lub moglibyśmy zweryfikować, czy torebka kawy naprawdę pochodzi od uczciwego producenta. *Blockchain* może pomóc łańcuchom dostaw w wykrywaniu nieetycznych dostawców i podrabianych produktów, ponieważ wszystkie informacje mogą być rejestrowane tylko przez upoważnione podmioty. Stworzono już nawet zdecentralizowaną aplikację (dApp), czyli taką co działa w sieci komputerów typu *peer-to-peer* zapewniającą bezpośrednią interakcję między użytkownikami, a producentami⁵⁹, o nazwie *Foodtrax*. Stworzona została przez *Blockchain Development Company*, a jej celem jest właśnie śledzenie żywności od pochodzenia do półki sklepowej.⁶⁰

Obecnie technologię *blockchain* również próbuje się wykorzystać, by zachęcić ludzi do segregowania odpadów. Powstały już automaty, do których ludzie mogą przynosić zużyty plastik. Niestety nie wiele osób z tego korzysta, dlatego ruszyły projekty, które mają na celu przy wykorzystaniu technologii *blockchain*, nagradzać ludzi za segregowanie. Jednym z takich projektów jest *Social Plastic (Plastic Bank)*, który zamienia plastik w walutę poprzez utworzenie punktów zbiórki w krajach trzeciego świata, gdzie ludzie mogą zdeponować zużyty plastik w zamian za walutę lub usługi takie jak ładowanie telefonów. Ma to na celu

⁵⁷ „*Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger.*” S. A. Abeyratne, R. P. Monfared, 2016

⁵⁸ „*A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things*” Feng Tian, 2017

⁵⁹ <https://bithub.pl/kryptowaluty/rankingi/zdecentralizowane-aplikacje-dapps-statystyki-i-ranking/>

⁶⁰ <http://foodtrax.pk/>

oczyszczenie świata z plastikowych odpadów, jednocześnie zmniejszając ubóstwo. Obecnie pracują nad aplikacją opartą na *blockchain*, która pozwoli ludziom wymieniać plastik na tokeny kryptograficzne.⁶¹

Kolejną dziedziną w jakiej można by wykorzystać technologię *blockchain*, jest energetyka. Obecnie sieci energetyczne są scentralizowane, co może powodować nieefektywność dystrybucji energii, na przykład niewykorzystaną nadwyżkę. W uboższych częściach świata lub takich, które sporadycznie nawiedzają klęski żywiołowe, często występują przerwy w dostawie prądu. Gdyby oprzeć system energetyczny na *blockchain* typu *peer-to-peer* to moglibyśmy odejść od przesyłania energii elektrycznej na duże odległości, co powoduje straty w dostarczanej energii. Ponadto dzięki takiemu rozwiązaniu użytkownicy, którzy zmagazynowali nadmiar energii mogliby go przesyłać/sprzedawać do miejsc, które tego potrzebują. Między innymi oparta na *blockchain* platforma *SunContract* wychodzi naprzeciw tym problemom tworząc projekt, w ramach którego użytkownicy energii słonecznej i z innych odnawialnych źródeł energii mogli by między sobą handlować nadmiarami energii na zasadzie *peer-to-peer*.⁶² Platforma oparta na technologii *blockchain* mogłaby również umożliwić instytucjom, firmom i osobom fizycznym uzyskanie zwrotu z bezpośredniego inwestowania w instalacje energii odnawialnej na ich terenie, i na całym świecie. *EcoChain* to rozwijana aplikacja typu *blockchain*, której celem jest właśnie to - stworzenie platformy dla ludzi do inwestowania w odnawialne źródła energii i uzyskiwania zwrotu z inwestycji.⁶³

3.4 Autonomiczne samochody

Z definicji pojazdu autonomicznego znajdującej się w „Prawie o ruchu drogowym” w Art. 65k. możemy wyczytać, że za pojazd autonomiczny możemy uważać „pojazd samochodowy, wyposażony w systemy sprawujące kontrolę nad ruchem tego pojazdu i umożliwiające jego ruch bez ingerencji kierującego, który w każdej chwili może przejąć kontrolę nad tym pojazdem.”⁶⁴ W skrócie autonomiczny samochód, to taki do obsługi którego nie potrzeba kierowcy. Obecnie stworzenie takiego pojazdu to jedno z większych wyzwań z jakimi mierzą się producenci samochodów, ale i nie tylko, bo przykładowo do tej pory liderami na rynku autonomicznych pojazdów były między innymi niemiecka firma

⁶¹ <https://plasticbank.com/about/>

⁶² <https://suncontract.org/tokensale/index.html>

⁶³ <https://ecoc.io/wp-content/uploads/docs/white-paper.pdf>

⁶⁴ Art. 65k. - [Definicja pojazdu autonomicznego] - Prawo o ruchu drogowym.

Bosh, Uber oraz Google. Przykładowo firma Bosh między 2010 a 2017 rokiem złożyła aż 958 międzynarodowych wniosków patentowych, to aż o 442 więcej niż drugie w tamtym czasie Audi.⁶⁵

Firma Uber jako jedna z pierwszych zaczęła przeprowadzać testy swoich pojazdów na drogach. Niestety w marcu 2018 doszło do wypadku z udziałem ich auta, które potrąciło pieszą na drodze, po tym zdarzeniu Uber zawiesił swoją działalność na prawie rok i dopiero w grudniu 2018 powtórnie przystąpił do prac. Był to duży cios nie tylko dla Ubera, ale i dla całej branży, ponieważ ogromna rzesza osób zaczęła podważać słusność tego przedsięwzięcia, a w szczególności aspekt dotyczący bezpieczeństwa. Było to tak istotne, ponieważ jednym z głównych założeń producentów było zmniejszenie liczby wypadków na drogach, poprzez właśnie wyeliminowanie czynnika ludzkiego i uzależnienie go odpowiednio zaprogramowanych czujników. Jednakże ta sytuacja nie zniechęciła ich do dalszych prac i obecnie już co raz częściej słyszy się o testach drogowych autonomicznych pojazdów właśnie firmy Uber, Tesla, czy Waymo. Ponadto jak wynika ze statystyk, które możemy znaleźć na stronie Waymo, w samym 2015 roku w USA, było 2,4 miliona rannych w wypadkach samochodowych, a w 2016 roku liczba śmiertelnych wypadków osiągnęła rekordową ilość. Ponadto ze wskazanych przez nich danych wynika, że 94% wypadków było spowodowanych przez błąd bądź nieuwagę kierowcy, a dodatkowo jest podana informacja, że aż 3 miliony Amerykanów po 40 roku życia ma problemy ze wzrokiem, a i tak 79% osób powyżej 65 roku życia żyje w miejscach uzależnionych od komunikacji samochodowej.⁶⁶

Kolejnym celem z jakim miałyby sobie radzić autonomiczne pojazdy są korki uliczne. Według statystyk przeciętna osoba spędza w korku średnio 42 godziny rocznie. Wiadomo nie jest to spowodowane tylko tym jak ludzie jeżdżą, ale głównie tym że mamy teraz olbrzymie ilości samochodów na drogach. Jednakże gdyby cały ten system udało się zautomatyzować i upłynnić, mogłoby to zdecydowanie skrócić czas stania w korku, co nie tylko przyczyniłoby się do większego komfortu na drogach, ale również miałyby pozytywne oddziaływanie na środowisko naturalne. Samochód w korku pali średnio 2 razy więcej paliwa niż cały czas jadąc⁶⁷, a większe spalanie powoduje większą emisję spalin.

⁶⁵ <https://antyweb.pl/samochody-autonomiczne-patenty/>

⁶⁶ <https://waymo.com/>

⁶⁷ <http://oszczednymilioner.pl/2017/10/13/ile-pali-samochod-jadacy-w-korku/>

Chęć stworzenia pojazdów autonomicznych nie jest bezpośrednio związana z GOZ, ale jest między nimi bardzo klarowne połączenie. Jedno i drugie dąży do tego by stworzyć nam lepszą przyszłość poprzez zadbanie o środowisko naturalne i znalezienie nowych lepszych rozwiązań. Dodatkowo jak do tej pory testowane pojazdy autonomiczne były hybrydowe bądź elektryczne. Jest to w głównej mierze spowodowane, że obecnie produkowane samochody spalinowe nie są w stanie wytworzyć takiej ilości prądu, by umożliwić działanie wszystkim urządzeniom, które są wymagane do tego by taki pojazd mógł się poruszać.⁶⁸ Producenci mimo wszystko nie wykluczają możliwości opracowywania systemów autonomicznych na samochodach spalinowych, jednakże na te moment wymagają modyfikacji układu elektrycznego. Niemniej jednak część firm jak Tesla skupia się na produkowaniu pojazdów elektrycznych, które otrzymają cały sprzęt potrzebny w przyszłości do pełnej autonomii samochodu. Oznacza to, że będzie wystarczyło wgranie odpowiedniej aktualizacji oprogramowania, by samochód stał się w pełni autonomiczny.

Jednakże pojawiają się też głosy sprzeciwu, europejska organizacja *Transport & Environment* twierdzi, że spopularyzowanie spalinowych pojazdów autonomicznych może do 2050 roku zwiększyć emisję CO₂ o 40%, a ruch w europejskich miastach od 50 do 150 procent. Aby uniknąć takiej sytuacji sugerują oni, żeby wprowadzić zakaz wjazdu spalinowych pojazdów autonomicznych do miast, co przyczyniłoby się do zmniejszenia emisji spalin o ok. 23%. Niestety według ich wyliczeń taki zabieg nie jest rozwiązaniem problemu korków w europejskich miastach, żeby sobie poradzić również z tym problemem, proponują oni wprowadzenie współdzielenia elektrycznych samochodów autonomicznych. Takie rozwiązanie miałyby według nich zmniejszyć aktualny ruch drogowy aż o 60%, a emisję, szkodliwych substancji do atmosfery aż o 32% (do roku 2050). Tego typu rozwiązanie silnie łączy się z ideami gospodarki obiegu zamkniętego, model w którym współdzielimy elektryczne autonomiczne pojazdy to nic innego, jak wykorzystanie modelu ReSOLVE w dziedzinie motoryzacji.

Yoann Le Petit, ekspert ds. Mobilności w T&E, powiedział: „Automatyzacja, elektryfikacja i współdzielenie to trzy rewolucje, które mogą zmienić sposób, w jaki się poruszamy. Ale to, czy będą to zmiany dobre dla środowiska, czy życia naszych miast zależy wyłącznie od wyborów dokonywanych przez rządy. Jeśli chcemy zrównoważonej mobilności, musimy zakazać samochodów bez kierowcy z silnikami spalinowymi i stopniowo ograniczać

⁶⁸ <https://autokult.pl/29585,dlaczego-samochody-autonomiczne-to-hybrydy-lub-auta-elektryczne>

wstęp dla samochodów w naszych miastach. Potrzebujemy przychylnych władz w całej Europie, aby kontynuować czwartą rewolucję i odzyskać ulice dla swoich obywateli ”. ⁶⁹

3.5 Analiza *Big Data*

Według Andrea De Mauro *Big Data* (z ang. duże dane) to: „zasoby informacyjne charakteryzujące się wysokim poziomem objętości, prędkości i różnorodności, które wymagają określonej technologii, i metod analitycznych, aby przemienić je na wartość”.⁷⁰ Big Data charakteryzuje się skonsolidowanymi i kompleksowymi danymi wynikającymi z wielu źródeł pochodzenia, i dostępnymi w czasie rzeczywistym.⁷¹ Wraz z rozwojem techniki, w szczególności rozwojem Internetu i technologii mobilnej przyspieszył się rozwój BigData, ponieważ dzięki tym narzędziom dużo łatwiej było kompletować wszelkiego rodzaju dane. Według Martina Hilberta analiza Big Data różni się na dwa sposoby:⁷²

- po pierwsze, różni się od klasycznej analizy statystycznej tym, że wybór metody analitycznej uzależniony jest od ilości danych poddawanych analizie,
- po drugie, eksploracyjne metody takie jak, eksploracja danych(Data Mining) i uczenie maszynowe(Machine Learning), które nie są zależne od żadnej teorii, generują same wzorce i korelacje, bez żadnej konkretnej interpretacji wyników.

Świadczy to o tym, że analiza Big Data prezentuje drastycznie inne podejście do analizowania i pozyskiwania danych, dając tym samym ogromne spektrum tworzenia unikatowych spostrzeżeń. Taka analiza na wielką skalę, bez wątplenia będzie mieć wielkie znaczenie przy podejmowaniu decyzji w dzisiejszych złożonych działach gospodarczych, w tym działalność GOZ. ⁷³

W ujęciu GOZ Big Data gwarantuje olbrzymie spektrum możliwości. Można nawet stwierdzić, że jest kluczowy dla wielu sfer podczas opracowywania strategii adaptacji GOZ.

⁶⁹ <https://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/aktualnosci/samochody-autonomiczne-moga-totalnie-zakorkowac-miasta-i-zniszczyc-srodowisko/ykjwkfl>

⁷⁰ „What is Big Data? A Consensual Definition and a Review of Key Research Topics” A. De Mauro, M. Greco, M. Grimaldi, 2014

⁷¹ „What is Big Data? A Consensual Definition and a Review of Key Research Topics” A. De Mauro, M. Greco, M. Grimaldi, 2014

⁷² „Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges” M. Hilbert, 2016

⁷³ „Technological Forecasting & Social Change” S. Gupta, 2018

Dzięki temu, że pliki danych w Big Data są bardzo obszerne, prognozy otrzymywane poprzez ich analizę wychodzą bardziej dokładne co sprawia, że ryzyko konkretnych przedsięwzięć drastycznie maleje. Ponadto dzięki wiedzy, którą uzyskamy z analizy tak obszernych danych możemy zoptymalizować i tym samym uprosić wiele złożonych procesów i tym samym polepszyć trwałość operacji biznesowych w dłuższym okresie czasu. Analizę Big Data również można wykorzystywać przy podejmowaniu decyzji, przykładowo wykorzystując do wygenerowania spostrzeżeń dotyczących udostępniania zasobów.⁷⁴ Ponadto GOZ zakłada, że wiele firm będzie osiągało swoje przychody na tym, że klienci będą używali ich produktów, a nie kupowali je od nich. Żeby takie firmy miały rację bytu, muszą dokładnie przeanalizować rynek pod kątem preferencji i zainteresowań swoich klientów, a im większa próbka danych, tym otrzymane wyniki będą bardziej dokładne co przyczyni się do lepszego rozwoju tego typu przedsięwzięć. Dlatego analiza Big Data w procesie adaptacji GOZ ma bardzo duże znaczenie i pomaga lepiej wpasować się w cyrkularne modele biznesowe.

3.6 Chmura obliczeniowa

Według amerykańskiego Narodowego Instytutu Standaryzacji i Technologii (NIST) model przetwarzania w chmurze to włączany na żądanie i wygodny dostęp sieciowy do wspólnej puli skonfigurowanych zasobów obliczeniowych, w tym pamięci masowej, różnych serwerów, sieci danych, usług i innych aplikacji, do których dostęp można szybko zapewnić przy minimalnej interakcji dostawców usług.⁷⁵ Generalnie pojęcie chmury obliczeniowej odnosi się do oprogramowania (aplikacji) z którego w jednym czasie może korzystać wielu użytkowników. Zdecydowano się na symbol chmury, aby pokazać ogólnosiątkową dostępność do tego typu zasobów obliczeniowych.⁷⁶

W literaturze wymieniane są trzy główne poziomy świadczenia usług przy wykorzystaniu chmury:

- Infrastruktura jako usługa (IaaS).
- Platforma jako usługa (PaaS).
- Oprogramowanie jako usługa (SaaS).

⁷⁴ „*Technological Forecasting & Social Change*” S. Gupta, 2018

⁷⁵ „*The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*” P. Mell, T. Grance, 2011

⁷⁶ „*Cloud computing as an innovation: Perception, attitude, and adoption*” A. Lin, N.C. Chen, 2012

Najbardziej podstawowy poziom usług w chmurze to IaaS, gdzie klienci otrzymują wirtualne usługi sprzętowe np. dostęp do serwerów w chmurze, czy dostęp do pamięci masowej. Kolejną warstwą przetwarzania w chmurze jest PaaS, zapewnia on dostęp do platform umożliwiających klientom tworzenie własnych aplikacji. Ostatni jest SaaS, czyli najwyższy poziom, na którym użytkownik otrzymuje oprogramowanie bezpośrednio od twórcy oprogramowania poprzez sieć internetową.⁷⁷

Chmura obliczeniowa jest uważana za kluczowy element czwartej rewolucji przemysłowej. Wykorzystując chmury obliczeniowe możemy doprowadzić do jeszcze większej cyfryzacji. Technologia ta ma potencjał do tego by zrewolucjonizować całkowicie niektóre gałęzie rynku, przy czym już w dużym stopniu zaczęło się to wcielać w życie. Przykładowo zaczynają znikać sklepy muzyczne, gdyż przegrywają one z platformami opartymi na chmurze typu Spotify, na których za nie wielką opłatą możemy słuchać muzyki z każdego miejsca i nie potrzebujemy do tego płyty, czy kasety.

Z punktu widzenia GOZ jest to bardzo korzystne zjawisko, ponieważ jest to jedna z odnóg modelu ReSOLVE(Wirtualizacja), fizyczne płyty są wymieniane na cyfrowy przekaz dźwięku za pomocą Internetu. Takie działania zmniejszają ryzyko powstania nowych odpadów, ponieważ po przesłuchaniu piosenki za pomocą aplikacji jak Spotify, nie generuje się żadna pozostałość. Technologia ta ma olbrzymi potencjał i mimo, że aktualnie jest już stosowana na dość dużą skalę, za pewne nie poznaliśmy jeszcze pełni jej możliwości.

3.7 Inne przykłady zastosowania IT na potrzeby osiągnięcia celów GOZ.

3.7.1 Upmade

Jest to estońska firma, która umożliwia markom i producentom upcykling tekstyliów, unikają w ten sposób wykorzystania nadmiaru nowego materiału i redukują ilość odpadów. Firma stworzyła oprogramowanie pomagające markom w przeprowadzaniu analiz produktów na podstawie materiału i projektu. Korzystając z ich oprogramowania producenci mogą tworzyć certyfikowaną odzież i łączyć się z innymi producentami. Jak sami twierdzą średnio podczas tradycyjnej produkcji odzieży, 18% użytego materiału kończy jako odpad, który dzięki ich oprogramowaniu można ponownie wykorzystać i zamienić z kosztu na wartość.⁷⁸

⁷⁷ „A Circular Business Model for Cloud Computing Services Providers” S. Norsratabadi, T. Atobishi, H. Motaghi, 2018

⁷⁸ <https://upmade.org/>

3.7.2 FoodCloud

Jest to aplikacja i platforma online, która ułatwia przekazywanie nadwyżek żywności od sprzedawców detalicznych do lokalnych organizacji charytatywnych w Irlandii. Organizacje są automatycznie powiadamiane o niesprzedanych nadwyżkach żywności, dzięki temu mogą zebrać nadwyżki żywności od sprzedawców detalicznych i rozdać je potrzebującym. Aplikacja jest obecnie używana w Wielkiej Brytanii i Irlandii i współpracuje z głównymi sieciami handlowymi. Obecnie sieć obejmuje 3200 supermarketów i 9500 partnerów charytatywnych. Swoją działalność rozpoczęli przez rosnącą liczbę marnującego się jedzenia przy jednoczesnym wzroście liczby ludzi głodujących, według FAO (Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa) w 2017 liczba osób głodujących na świecie wynosiła 821 milionów, czyli 1 na 9 osób głodowała.⁷⁹ Ponadto na ich stronie możemy znaleźć informację, że 33% produkowanej żywności kończy jako odpad i przyczynia się to do emisji dwutlenku węgla, która stanowi 8% całkowitej emisji na świecie, licząc ze wszystkich źródeł.⁸⁰

3.7.3 Michelin Evolution3

Wyprodukowany w 2015 roku zaawansowany system czujników dla opon. Czujniki przekazują temperaturę i poziom ciśnienia w oponach w czasie rzeczywistym za pośrednictwem poczty elektronicznej lub poprzez wysłanie wiadomości tekstowej do właściciela. Służy do zapobiegania uszkodzeniom opon i przedłużeniu ich żywotności. Istnieją dwa modele czujników: konwencjonalne czujniki i czujniki do opon balastowanych wodą z dodatkami, odizolowanymi w kapsule wypełnionej obojętną cieczą.⁸¹

3.7.4 Atlas biomasy

To otwarta usługa, która gromadzi dane lokalizacyjne dotyczące biomasy w ramach jednego interfejsu użytkownika. Opracowana przez Fiński Instytut Zasobów Naturalnych wraz z Fińskim Instytutem Środowiska *Tapio*, Uniwersytetem Wschodniej Finlandii i Uniwersytetem Vaasa, przy dofinansowaniu z fińskiego Ministerstwa Rolnictwa i Leśnictwa, usługa umożliwia użytkownikom obliczanie ilości biomasy z danego obszaru geograficznego, a także zbadanie możliwości wykorzystania biomasy i ograniczeń w jej

⁷⁹ „The State of Food Security and Nutrition” FAO , 2018

⁸⁰ <https://food.cloud/>

⁸¹ <https://www.michelin.com/en/press-releases/michelin-earthmover-michelin-launches-the-mems-evolution3/>

wykorzystaniu. Plik zbiera informacje o użytkowaniu gruntów, zasobach leśnych, produkcji roślin uprawnych, oborniku, odpadach ulegających biodegradacji oraz szlamie przemysłowym na danym obszarze. W interfejsie użytkownika atlasu znajduje się około 300 warstw map różnych typów biomasy lub kategorii użytkowania gruntów. Tego typu informacje można wykorzystać między innymi do planowania nowych inwestycji, zakupu surowych materiałów, czy wsparciu symbiozy przemysłowej.⁸²

3.7.5 GrainSense

Analizator *GrainSense* to przenośne urządzenie działające w bliskiej podczerwieni z opatentowaną technologią, która analizuje zawartość białka, wilgoci, węglowodanów i oleju w uprawach. Potrzebnych jest tylko kilka jąder, a wyniki są uzyskiwane w ciągu kilku sekund. Zmierzone dane są przesyłane za pośrednictwem *smartfona* podłączonego przez *Bluetooth* do usługi *GrainSense Cloud*. Użytkownicy posiadający konto *GrainSense* otrzymują dostęp do usługi *GrainSense Cloud*. Mają oni dostępą nieograniczoną ilości danych, lokalizacji pomiarów GPS, udostępniania wyników i dostępu do różnych gatunków roślin uprawnych. Takie podejście przyspiesza zdecydowanie proces zbierania cennych informacji odnośnie upraw oraz optymalizuje praktyki rolnicze, co skutkuje w efektywniejszym wykorzystaniu zasobów i zmniejszeniu ich zanieczyszczeń.⁸³

3.7.6 Europejska baza danych *Urban Mine*

Platforma ta wyświetla wszystkie łatwo dostępne dane dotyczące produktów wprowadzanych na rynek, zapasów, składu i przepływu odpadów w zakresie sprzętu elektrycznego i elektronicznego (EEE), pojazdów i akumulatorów dla wszystkich 28 państw członkowskich UE oraz Szwajcarii i Norwegii. W przypadku pojazdów uwzględniono również Islandię. Baza danych zawiera dane o ilości i składzie produktów (np. rodzaj produktu, materiały, komponenty, elementy) wprowadzanych na rynek i przepływie odpadów wytwarzanych rocznie. Zebrane dane generalnie dotyczą metali nieszlachetnych, metali szlachetnych oraz materiałów wymienionych jako surowce krytyczne. Również rejestrowane i dostarczane są niektóre dane dotyczące szkła i tworzyw sztucznych, chociaż nie było to głównym celem projektu. Baza danych ma na celu usprawnić proces identyfikowalności

⁸² <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/en/>

⁸³ <https://www.grainsense.com/>

i odzyskiwania materiałów wtórnych poprzez stworzenie zharmonizowanego wykazu produktów, materiałów i odpadów.⁸⁴

3.7.7 OLIO

Brytyjska aplikacja internetowa, dzięki której ludzie mogą dzielić się między sobą nadwyżkami żywności oraz różnymi innymi nie żywnościowymi artykułami gospodarstwa domowego. W odróżnieniu od Irlandzkiego *FoodCloud*, stawiają w głównej mierze na transakcje między osobami prywatnymi, czy jak sami mówią ‘sąsiadami’, a nie na odbieraniu nadwyżek żywności z restauracji. Wszystko ma jednak ten sam cel, czyli zredukowanie liczby odpadów.⁸⁵

3.7.8 Platforma *Excess Materials Exchange* (EME)

Jest to cyfrowa platforma, która opracowuje specjalny plan biznesowy dla danego przedsiębiorstwa, w celu jak najefektywniejszego wykorzystania potencjału materiałów i strumieni odpadów, dostosowując je do najbardziej wartościowych zastosowań. Jak sami twierdzą ma to na celu poprawę kondycji finansowej przedsiębiorstwa, jak i zadbanie o środowisko naturalne. Twierdzą, że dzięki ich planowi przepływy materiałowe zwiększają średnio o 110% swoją wartość finansową, a ślad ekologiczny zmniejsza się średnio o 60%. Wykorzystują do tego 4 główne narzędzia:⁸⁶

- 1) Paszport zasobów - ustandaryzowany i modułowy format, dzięki któremu nadamy każdemu materiałowi tożsamość. Ten (cyfrowy) paszport daje wgląd m.in. w skład, pochodzenie, toksyczność lub zdolność do dekonstrukcji materiału lub produktu.
- 2) Śledzenie i namierzanie - dzięki identyfikatorom takim jak kody kreskowe, kody QR i chipy, skutecznie dopasowujemy materiały fizyczne do ich cyfrowego bliźniaka z paszportu zasobów. Umożliwia to śledzenie ich w całym cyklu życia.
- 3) Wycena - identyfikacja maksymalnej potencjalnej wartości, jaką można uzyskać z materiału, produktu lub strumienia odpadów. Obliczanie wpływu finansowego, środowiskowego i społecznego.

⁸⁴ <http://www.urbanmineplatform.eu/homepage>

⁸⁵ <https://olioex.com/>

⁸⁶ <https://excessmaterialsexchange.com/>

- 4) Łączenie w pary - dopasowanie materiału lub produktu do nowej opcji ponownego wykorzystania o wysokiej wartości: wartości finansowej, środowiskowej i społecznej. Połączymy z jednym z partnerów innowacyjnych w ich sieci kontaktów.

3.7.9 Circular Content Management System (CCMS)

Jest to oparta na chmurze platforma opracowana przez Improvement IT we współpracy z holenderskim producentem odzieży *Dutch aWEARness*. Wszystkie ubrania produkowane przez *Dutch aWEARness* w 100% nadają się do recyklingu i są wynajmowane konsumentowi, który zwraca je po zużyciu, aby materiały mogły zostać ponownie przetworzone w surowce. Choć firma *Dutch aWEARness* jest stosunkowo małą firmą, ma na celu promowanie gospodarki o obiegu zamkniętym i współpracę z innymi projektantami, sprzedawcami detalicznymi, producentami i innymi podmiotami związanymi z przemysłem tekstylnym. Firma *Dutch aWEARness* wykorzystwała system kodów kreskowych śledzenia i namierzania dla wszystkich swoich produktów i materiałów, a teraz udostępnia platformę CCMS innym.⁸⁷

Działa to w następujący sposób:

- 1) Wprowadzanie danych (tj. Dostawcy, procesy, energia, surowce, środki transportu itp.)
- 2) Tworzenie kodu partii dla każdego etapu łańcucha i łączenie ich ze sobą.
- 3) Wygenerowanie kodu QR dla produktu końcowego.
- 4) Skanowanie, pokazuje wszystkie materiały, partnerów, wpływ na środowisko i mapę Google z trasą produktu.

3.7.10 FiliGrade b.v.

Firma opatentowała rozwiązanie umożliwiające ponowne wykorzystanie tworzyw sztucznych na wielką skalę w Europie. Twierdzą, że plastik ma fantastyczne właściwości, często jest niezastąpiony, niestety zużyty staje się odpadem, z czym obecnie mamy duży problem. Ponadto twierdzą, że w rzeczywistości problem nie dotyczy stricte plastiku, a dotyczy sortowania, ponieważ jeśli przeprowadzilibyśmy optymalne sortowanie, każdy ze

⁸⁷ <https://makeasmartcity.com/2016/06/16/circular-content-management-system-ccms-track-and-trace-tool-for-supply-chains/>

zbiorów będzie nadawał się do ponownego wykorzystania, a co więcej ponownie zyska wartość ekonomiczną. Wymyślili, więc oni cyfrowe kody(technologia znaku wodnego) umieszczone w tworzywach sztucznych, które umożliwiają recykling wszystkich rodzajów plastików bez wykorzystania chemii i bez tworzenia nowych odpadów. Kod również może być zeskanowany za pomocą *smartfonu*, by uzyskać informację o pochodzeniu produktu.⁸⁸

3.7.11 *Upcyclea*

Jest to platforma pomagająca w zarządzaniu aktywami, w celu zmniejszenia śladu węglowego poprzez wybór odpowiednich produktów, ochrony zasobów naturalnych i zredukowania odpadów, polepszenia jakości powietrza w pomieszczeniach dzięki doborowi zdrowych produktów oraz zwiększenia do 15% wartości dodanej. Platforma jest w rzeczywistości wielką bazą danych dotyczącą materiałów budowlanych, dzięki temu może z łatwością porównywać dane produkty i dobierać je w taki sposób by było one jak najbardziej korzystne dla danego przedsiębiorstwa i środowiska naturalnego. Działania projektu bazują na trzech modułach:

- Paszporty – międzynarodowa baza zdrowych i cyrkularnych produktów
- Inwentaryzacja – automatyczne obliczanie wskaźników finansowych i środowiskowych dla konkretnych zasobów budowlanych
- Zarządzanie - inteligentne funkcje do tworzenia ekosystemów o obiegu zamkniętym do ponownego wykorzystania lub upcyklingu, pomiaru CO2 i ilości odpadów, których udało się uniknąć, a także wygenerowanych przychodów

Opracowali oni również 5 kroków, dzięki który można zarządzać swoimi nieruchomościami w myśl gospodarki o obiegu zamkniętym:⁸⁹

- Wytwarzanie produktów – produkty z przypisanym paszportem są oceniane na podstawie 5 kryteriów (nietoksyczność, cykliczność, węgiel i energia, woda, społeczność w celu zagwarantowania jakości produktów, które producenci będą chcieli odebrać po zakończeniu ich użytkowania .

⁸⁸ <https://www.filigrade.com/watermark-solutions/recycling>

⁸⁹ <https://www.upcyclea.com/en/>

- Projektowanie – po wybraniu w module paszportowym cyrkularnych produktów, dzięki którym nasze budynki zmieniają się w banki materiałów, należy korzystając z modułu inwentaryzacji zmierzyć przyszły potencjał nieruchomości w szczególności pod względem śladu węglowego i pozostałej wartości ekonomicznej.
- Konstrukcja lub renowacja – w tym kroku firma budowlana wykorzystuje moduł inwentaryzacji do wprowadzania scharakteryzowanych (paszportów) grup produktów stanowiących wraz z postępem budowy nasz bank materiałów. Dzięki temu w momencie dostawy jest wiadome, jaki jest ślad węglowy budynku, a także wartość ekonomiczna jego elementów.
- Zarządzanie zasobami- dzięki modułowi zarządzania po ukończeniu budowy można dokonać waloryzacji wykorzystanych zasobów, poprzez ponowne wykorzystanie lub *upcykling* dzięki propozycjom sugerowanym przez wbudowaną sztuczną inteligencję programu *myUpcyclea*.
- Dekonstrukcja - Jeśli budynek, który ma zostać rozebrany, nie ma jeszcze swoich banków materiałów, osoba oceniająca zasoby może skorzystać z modułu paszportów i modułu inwentaryzacji, aby lepiej scharakteryzować złoża. Dzięki bibliotekom transformatorów i potrzebie ponownego wykorzystania/recyklingu, a także dzięki algorytmom modułu zarządzania, osoba oceniająca zasoby może zaproponować najlepsze ekosystemy do waloryzacji zasobów, znaleźć możliwości ponownego wykorzystania/recyklingu oraz zmierzyć ilości unikniętego CO₂ i odpadów.

3.7.12 Circular Economy Company (CEC)

Jest to firma oferująca oprogramowanie dla właścicieli hoteli, w celu ułatwienia im zarządzania w myśl idei gospodarki o obiegu zamkniętym i zrównoważonego rozwoju. Jak sami twierdzą, dzięki ich oprogramowaniu hotelarze powinni:

- Zwiększyć przychody
- Poprawić wrażenie gości
- Zacząć być postrzegani jako lider w branży hotelarskiej

Aby zmaksymalizować te korzyści, program rozwoju musi zawierać uzgodniony plan tego, w jaki sposób zamierzasz osiągnąć swoje zrównoważone cele, aby przeprowadzić projekt od koncepcji do zakończenia.

Gwarantują oni również, że korzystając z ich oprogramowania otrzymujemy szereg korzyści, takich jak:

- Możliwość monitorowania na żywo.
- Większy wgląd w obecne trendy konsumpcyjne.
- Dostęp do odpowiednich danych we właściwym czasie.
- Możliwość zarządzania wieloma hotelami z jednej platformy.
- Dostęp do danych dotyczących energii, gazu, wody i innych danych biznesowych do analizy w wielu budynkach.
- Możliwość porównywania wydajności w wielu usługach lub ze wstępnie zdefiniowanymi wskaźnikami KPI
- Pulpit do zarządzania odpadami, który zawiera profil CO2 użytkownika.

Pomoże to również w zmniejszeniu kosztów operacyjnych, ponieważ kompleksowy program zrównoważonego rozwoju obejmuje również procedury konserwacji oparte na najlepszych praktykach, które zapobiegają nadmiernym kosztom konserwacji i wydatkom na media.⁹⁰ Ponadto pozwoli zwiększyć przychody, ponieważ według badań z 2018 roku 34% podróżujących byłaby skłonna zapłacić więcej za pobyt w hotelu przyjaznym dla środowiska.⁹¹

3.7.13 SageX3

Jest to oprogramowanie dla firm, które pomaga w ich zarządzaniu. Dzięki niemu mamy możliwość korzystając z jednego systemu zarządzać finansami, łańcuchem dostaw oraz produkcją. Dzięki czemu już na wstępie mamy możliwość zaoszczędzenia poprzez zakup tylko jednego systemu ERP (ang. Enterprise Resource Planning – jest to oprogramowanie do

⁹⁰ <https://www.circulareconomy.ie/about/>

⁹¹ <https://ftnnews.com/accommodation/34098-68-of-travelers-look-for-eco-friendly-hotels>

zarządzania przedsiębiorstwem, a dosłownie do planowania zasobów przedsiębiorstwa)⁹², a nie trzech osobnych.⁹³ Według informacji na stronie producenta system można dostosować do branży w jakiej znajduje się nasze przedsiębiorstwo. Ponadto do zarządzania każdym z trzech wcześniej wspomnianych obszarów (zarządzanie finansami, łańcuchem dostaw oraz produkcją), mamy przypisane funkcjonalności:⁹⁴

- Zarządzanie finansami:
 - budżetowanie i księgowanie
 - zarządzanie aktywami trwałymi
 - możliwość wykonywania sprawozdań finansowych

- Zarządzanie łańcuchem dostaw
 - kontrola zaopatrzenia
 - zarządzanie stanem posiadania
 - zarządzanie sprzedażą
 - obsługa klienta

- Zarządzanie produkcją:
 - planowanie zestawienia materiałowego (BOM)
 - kontrolowanie wydarzeń na hali fabrycznej
 - kontrolowanie jakości
 - zarządzanie projektami

Możliwości, które gwarantuje nam SageX3 zdecydowanie mogą pomóc w przejściu przedsiębiorstwa na gospodarkę o obiegu zamkniętym, a zanim to nastąpi na sprawdzenie w jaki sposób najlepiej tego dokonać. Na stronie projektu nie ma jasno zaznaczone, że został w tym właśnie celu stworzony, ale wypowiedzi głowy projektu SageX3 Stanisława

⁹² <https://www.dynamics365bc.pl/system-erp/>

⁹³ <https://www.sage.com/pl-pl/sage-business-cloud/sage-x3/>

⁹⁴ <https://www.sage.com/pl-pl/sage-business-cloud/sage-x3/obszary-zastosowania/>

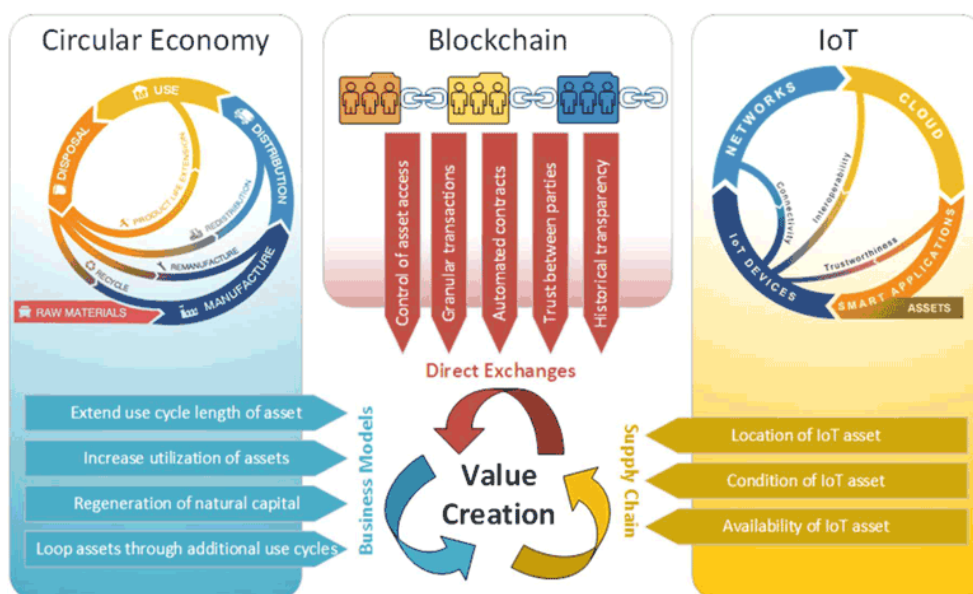
Kaczmarka, możemy wyczytać, że GOZ jest według nich szansą dla firm i poza pozytywnym aspektem moralnym, który temu towarzyszy, można również sporo zaoszczędzić na bardziej efektywnym wykorzystaniu dostępnych materiałów.⁹⁵

⁹⁵ <https://www.sage.com/pl-pl/blog/dlaczego-gospodarka-o-obiegu-zamknietym-przynosi-korzysci-firmom-i-nie-tylko/>

Wnioski

Technologia *blockchain* w ujęciu gospodarki o obiegu zamkniętym otwiera wiele nowych ścieżek. Technologia ta nie tylko ułatwia wdrażanie GOZ, ale również realizację jej celów. Jest to stosunkowo nowa technologia, której pełni możliwości dalej nie poznaliśmy, ale już teraz można z łatwością stwierdzić, że jest ona przyszłością, a wraz w połączeniu z ideą Internetu Rzeczy (Na rysunku 8 mamy bardzo dobrze pokazane jak dobrze te technologie współgrają z ideą GOZ), ułatwi nam kontrolowanie produktów od samego procesu produkcyjnego, aż po półki sklepowe, a potem dalej gdy będziemy nasze produkty udostępniać między sobą. Dzięki temu nie tylko przybliżymy się do wykonania celów zrównoważonego rozwoju, ale otworzymy sobie nowe sposoby na poprawienie swojego statusu materialnego oraz dołożymy swoją cegiełkę do walki o lepsze jutro. Więcej rozwiązań cyfrowych przyczyni się również do poprawy sytuacji na świecie w kwestii zalegających odpadów. Ponadto najprawdopodobniej gdy zaczniemy odchodzić od kupowania rzeczy potrzebnych nam tylko na raz, zmniejszając tym samym podaż na te produkty, producenci przestaną produkować nadmiarowe ilości i skupią się bardziej na tym by zaspokajać potrzeby konsumentów w inny sposób, chociażby poprzez uruchamianie platform *sharingowych*, żeby w myśl projektu *ReSolve*, pożyczać nie kupować.

Reasumując IT może mieć w przyszłości kluczowy wpływ na realizację przynajmniej niektórych celów GOZ. Można to stwierdzić na podstawie tego, że już teraz ma duży wpływ, a aktualnie korzystamy zaledwie z niewielkiej części tego co ma nam do zaoferowania.



Rys.8 Przykładowa sekwencja działań dla inteligentnego łańcucha zasobów.

Źródło: <https://ercim-news.ercim.eu/images/stories/EN110/askoxylakis1.png>

Rysunki

Rys.1 <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>

Rys.2 <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

Rys.3 <https://tykn.tech/wp-content/uploads/2019/11/sdgs-sustainable-development-goals.png>

Rys.4 <https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developoment-goals/>

Rys.5 <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle>

Rys.6 <https://thumbor.forbes.com/thumbor/960x0/https%3A%2F%2Fblogs->

images.forbes.com%2Fbernardmarr%2Ffiles%2F2016%2F03%2FIndustry_4.0.jpg

Rys.7 <https://przemysl-40.pl/wp-content/uploads/2017/03/Bosch-6-e1490184042467.jpg>

Rys.8 <https://ercim-news.ercim.eu/images/stories/EN110/askoxylakis1.png>

Bibliografia

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

<https://circlesolutions.com>

<https://sozosfera.pl/odpady/gospodarka-o-obiegu-zamkniety-m-szansa-i-wyzwanie>

<https://www.gov.pl/web/rozwoj/gospodarka-o-obiegu-zamkniety-m>

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

<https://www.gov.pl/web/rozwoj/zrownowazony-rozwoj>

<https://ungc.org.pl/o-nas/geneza-un-global-compact/>

<https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developoment-goals/>

<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>

<https://www.yorkshirepost.co.uk/news/top-yachtswoman-ellen-teams-university-promote-sustainable-living-1948780>

<https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle>

<https://www.businessoffashion.com/community/people/dame-ellen-macarthur>

<http://www.wastelandmovie.com/jardim-gramacho.html>

<https://gozwpraktyce.pl/modele-biznesowe/>

<https://www.dsm.com/corporate/about/businesses/dsm-bio-based-products-services.html>

<https://www.greenbiz.com/article/moving-mountains-earths-sake-caterpillar>

<https://blog.blablacar.com/blog/reinventing-travel/sharing-economy>

<https://www.lighting.philips.com/main/services>

<https://gozwpraktyce.pl/o-nas/>

<https://www.telegraph.co.uk/technology/apple/11410507/Is-Apple-building-a-driverless-car.html>

<https://www.wallpaper.com/transport/waymo-division-autonomous-car>

<https://www.designboom.com/technology/3d-printed-houses-in-24-hours-04-24-2014/>

<https://innovatingautomation.pl/przemysl-4-0/>

<https://tvn24.pl/biznes/ze-swiata/forum-ekonomiczne-w-davos-2016-ra612201-4464454>

<https://www.iotforall.com/what-is-iot-simple-explanation/>

<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>

<https://cordis.europa.eu/article/id/413173-where-the-circular-economy-and-the-internet-of-things-meet/pl>

<https://bithub.pl/kryptowaluty/rankingi/zdecentralizowane-aplikacje-dapps-statystyki-i-ranking/>

<http://foodtrax.pk/>

<https://plasticbank.com/about/>

<https://suncontract.org/tokensale/index.html>

<https://ecoc.io/wp-content/uploads/docs/white-paper.pdf>

<https://antyweb.pl/samochody-autonomiczne-patenty/>

<https://waymo.com/>

<http://oszczednymilioner.pl/2017/10/13/ile-pali-samochod-jadacy-w-korku/>

<https://upmade.org/>

<https://food.cloud/>

<https://www.michelin.com/en/press-releases/michelin-earthmover-michelin-launches-the-mems-evolution3/>

<https://www.luke.fi/biomassa-atlas/en/>

<https://www.grainsense.com/>

<http://www.urbanmineplatform.eu/homepage>

<https://olioex.com/>

<https://excessmaterialsexchange.com/>

<https://makeasmartcity.com/2016/06/16/circular-content-management-system-ccms-track-and-trace-tool-for-supply-chains/>

<https://www.filigrade.com/watermark-solutions/recycling>

<https://www.upcyclea.com/en/>

<https://ftnnews.com/accommodation/34098-68-of-travelers-seek-eco-friendly-hotels>

<https://www.circulareconomy.ie/about/>

<https://www.dynamics365bc.pl/system-erp/>

<https://www.sage.com/pl-pl/sage-business-cloud/sage-x3/>

<https://www.sage.com/pl-pl/sage-business-cloud/sage-x3/obszary-zastosowania/>

<https://www.sage.com/pl-pl/blog/dlaczego-gospodarka-o-obiegu-zamkniety-m-przynosi-korzysci-firmom-i-nie-tylko/>

„Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things" - Autorzy William McDonough, Michael Braungart, 2002

„Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: Biznesowe uzasadnienie przyspieszonej zmiany” Fundacja Ellen MacArthur, listopad 2015

„Idea zrównoważonego rozwoju a możliwości jej urzeczywistnienia” Wiesław Sztumski, 2006

„Our Common Future” Report from the UN World Commission on Environment and Development (WCED), 1987

„Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework” Mateusz Lewandowski, 2016

„Circular Advantage – Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth” Accenture, 2014

„Disney Citizenship 2014 Performance Summary”, 2014

„Gospodarka cyrkularna: sześć ścieżek do dłuższego życia.” Greszta, M., Osowiecka, M. 2016. „W kierunku gospodarki obiegu zamkniętego” Warszawa: Koalicja na rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego Reconomy M. Karwacka, P. Łuba (red.)

„Model zrównoważonej gospodarki o obiegu zamkniętym” Małgorzata Rutkowska, Łukasz Popławski, 2017

„The ReSOLVE framework for a Circular Economy” Jeremy Williams, 2016

„Ellen MacArthur Foundation. Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe” Ellen MacArthur Foundation , 2015.

„The circular economy: Moving from theory to practice” McKinsey Center for Business and Environment Special edition, 2016

„Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios” M. Hermann, T. Pentek, B. Otto, 2015

„What is Industry 4.0? Everything you need to know” M. Moore , 2019

„Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution”, VDI-Nachrichten, 2011

„The Fourth Industrial Revolution” K. Schwab, 2015

„Circular economy- From review of theories and practices to development of implementation tools, Resources, Conservation &, and Recycling” Y. Kalmykova, M. Sadagopan, I. Rosado, 2018

„The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company” F.E.G. Muina, R.G. Sanchez, A.M. Ferrari, D.S. Blundo, 2018

„A Framework for Pairing Circular Economy and IoT: IoT as an enabler of the Circular Economy & circularity-by-design as an enabler for IoT” CE-IOT, Horizon 2020 Program

„Blockchain Technology: Beyond Bitcoin” M. Crosby, P. Pattanayak, S. Verma i V. Kalyanaraman, 2016

„Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management” Sara Saberi, Mahtab Kouhizadeh, Joseph Sarkis & Lejia Shen, 2018

„Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger.” S. A. Abeyratne, R. P. Monfared, 2016

„A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things” Feng Tian, 2017

Art. 65k. - [Definicja pojazdu autonomicznego] - Prawo o ruchu drogowym.

„What is Big Data? A Consensual Definition and a Review of Key Research Topics” A. De Mauro, M. Greco, M. Grimaldi, 2014

„Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges” M. Hilbert, 2016

„Technological Forecasting & Social Change” S. Gupta, 2018

„The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology” P. Mell, T. Grance, 2011

„Cloud computing as an innovation: Perception, attitude, and adoption” A. Lin, N.C. Chen, 2012

„A Circular Business Model for Cloud Computing Services Providers” S. Norsratabadi, T. Atobishi, H. Motaghi, 2018

„The State of Food Security and Nutrition” FAO , 2018