

GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM A BEZPIECZEŃSTWO I ZDROWIE: ROLA CYFRYZACJI W GOSPODARCE O OBIEGU ZAMKNIĘTYM A SKUTKI DLA BEZPIECZEŃSTWA W MIEJSCU PRACY DO ROKU 2040

Rola cyfryzacji w gospodarce o obiegu zamkniętym a skutki dla bezpieczeństwa w miejscu pracy do roku 2040

Gospodarka o obiegu zamkniętym (CE) ma na celu odnowienie istniejących systemów produkcji i konsumpcji. W tym celu zdolność do użytku materiałów, procesów i produktów należy zoptymalizować i utrzymywać tak długo, jak to możliwe, aby zminimalizować ilość odpadów i pozostałości. Krótko mówiąc, stworzenie gospodarki o obiegu zamkniętym wymaga fundamentalnych zmian w całym łańcuchu wartości (ECERA, 2020). W tym przypadku technologie cyfrowe – kluczowa siła napędowa kilku branż – odgrywają znaczącą rolę zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio. Z jednej strony umożliwiają **tworzenie informacji wymaganych** w złożonych łańcuchach dostaw o obiegu zamkniętym i modelach biznesowych i **zarządzanie nimi** („wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym to przede wszystkim problem informacyjny” (WI, 2017). Z drugiej strony stanowią one podstawę **modeli biznesowych typu „produkty jako usługa”**, zasadniczego elementu procesu dematerializacji, w którym klienci kupują pożądaną efekt (np. transport do miejsca docelowego), a nie urządzenie, które ten efekt zapewnia (np. samochód). Wreszcie, zwiększanie świadomości konsumentów w celu umożliwienia im dokonywania **lepszonych wyborów konsumpcyjnych i decyzji dotyczących stylu życia** jest znacznie ułatwione dzięki technologiom cyfrowym (EPC, 2020). Ogólnie rzecz biorąc, cyfrowa przejrzystość, wydajność i wygoda są niezbędne, by zwiększać produktywność zasobów i utrzymanie wartości do momentu, w którym naprawdę zaczyna się gospodarka o obiegu zamkniętym (EIT Climate-KIC, 2018).

Unia Europejska jest obecnie zaangażowana w realizację swojej **długoterminowej wizji zrównoważonego rozwoju**. Czyni to, realizując dwa główne procesy transformacji – osiągnięcie neutralności klimatycznej (do 2050 r.) ⁽¹⁾ i wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym ⁽²⁾. Jednocześnie konsekwentnie realizuje ściśle powiązany program polityczny, tworząc „Europę na miarę ery cyfrowej” (Komisja Europejska, 2021), działanie mające na celu „wspieranie gospodarki o obiegu zamkniętym”, m.in. przez wdrażanie „inicjatywy na rzecz elektroniki w obiegu zamkniętym” i wzbogacanie informacji o pochodzeniu, składzie (w tym o materiałach niebezpiecznych i rzadkich), postępowaniu z produktem po zakończeniu jego używania i jego recyklingu (Komisja Europejska, 2020c). Ponadto w nowej strategii przemysłowej dla Europy, opublikowanej w marcu 2020 r., podkreślono rolę, jaką w tym procesie musi odegrać przemysł europejski (Komisja Europejska, 2020d). Obecnie jednak tylko niewielka liczba firm aktywnie realizuje inteligentne strategie obiegu zamkniętego i spaja swoje długoterminowe plany cyfrowe i obiegu zamkniętego. Ponadto firmy te nie mają wskazówek, w jaki sposób najlepiej wykorzystać technologie cyfrowe w celu maksymalizacji wydajności zasobów (Kristoffersen i in., 2020). Tempo tego procesu jest zatem trudne do przewidzenia.

W swoim nowym cyklu prognoz Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA) wykorzystuje scenariusze do zbadania skutków wdrożenia gospodarki o obiegu zamkniętym (CE) dla bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP). Scenariusze te pokazują alternatywne sposoby realizacji przyszłości i obrazują, jak bogaty jest zakres dostępnych działań. Celem scenariuszy nie jest przewidywanie, co może przynieść przyszłość; ich główną rolą jest raczej zachęcanie do dialogu i refleksji na temat przyszłych możliwości. Mając za podstawę raport na temat makroscenariuszy dla gospodarki o obiegu zamkniętym i jej wpływu na BHP (EU-OSHA, 2021), niniejszy dokument orientacyjny przedstawia konsekwencje scenariuszy w odniesieniu do cyfryzacji i BHP. Szczegółowe omówienie wyników cyfryzacji w zakresie BHP można również znaleźć w poprzednim raporcie EU-OSHA (2018) ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Zob. plan działania na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu (Komisja Europejska, 2019).

⁽²⁾ Zob. plan działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym (Komisja Europejska, 2020a, b) oraz pakiet dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym (Komisja Europejska, 2015).

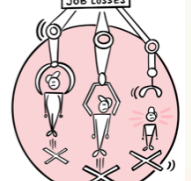
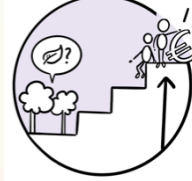
⁽³⁾ Konkretne aspekty technologii cyfrowych zostały również uwzględnione w późniejszych sprawozdaniach (duże zbiory danych w EU-OSHA (2019a) oraz sztuczna inteligencja w EU-OSHA (2019b)).

Potencjalne skutki cyfryzacji dla BHP w każdym scenariuszu

Na potrzeby tego projektu opracowano cztery różne scenariusze gospodarki o obiegu zamkniętym, a podstawą każdego z nich jest ten sam zestaw kluczowych czynników. Dla każdego kluczowego czynnika przyjęto różne realistyczne przyszłe wartości, a następnie pogrupowano je przy użyciu oprogramowania i stworzono spójne scenariusze. Uzyskany zestaw scenariuszy prezentuje szereg możliwych wyników działań i wydarzeń, które mogą mieć miejsce w niedalekiej przyszłości. Stąd poziomy cyfryzacji przyjęte dla 2040 r. są odmienne dla poszczególnych scenariuszy, czego wynikiem są różne skutki.

W tabeli poniżej przedstawiono cztery scenariusze EU-OSHA dotyczące przyszłości gospodarki o obiegu zamkniętym w horyzoncie czasowym do 2040 r. Zaprezentowano krótką charakterystykę każdego scenariusza, a następnie najważniejsze skutki dla BHP wynikające z cyfryzacji w gospodarce o obiegu zamkniętym.

Tabela. Przegląd czterech scenariuszy i skutki dla BHP wynikające z cyfryzacji

			
Szalone lata czterdzieste – gospodarka o obiegu całkowicie zamkniętym i sprzyjająca włączeniu społecznemu	Neutralność pod względem emisji dwutlenku węgla – o charakterze niebezpiecznym	Utrzymywanie się na powierzchni – pośród kryzysów gospodarczych i ekologicznych	Obieg zamknięty o charakterze regionalnym – z podziałami w Europie
W 2040 r. najlepiej sprzedają się produkty typu „od kołyski do kołyski” i „o saldzie dodatnim” pod względem zrównoważenia społecznego oraz środowiskowego. Ponowne używanie rzeczy ma pierwszeństwo przed wymianą ich na nowe, a przy podejmowaniu decyzji dominują względy środowiskowe i kwestie bezpieczeństwa.	W 2040 r. Europa osiąga neutralność pod względem emisji dwutlenku węgla. Jednak ze względu na priorytetowe traktowanie oddziaływania na środowisko często odbywa się to kosztem jakości i warunków pracy, a pracownicy są bardzo rozproszeni i często samotni.	W 2040 r. największym zmartwieniem wielu osób jest po prostu utrzymanie pracy – a nie to, co się z nią wiąże. Większość ludzi skupia się na utrzymywaniu się na powierzchni, więc niewiele uwagi poświęca się innym kwestiom – środowisku, prawom socjalnym czy jakości pracy.	W 2040 r. powszechnie wiadomo, że o pracownikach zatrudnionych na podstawie umów o pracę dba się, ale o tych z nietypowymi formami zatrudnienia już nie. Podobnie sprawa ma się ze środowiskiem, a obieg zamknięty ma charakter głównie regionalny.
Skutki dla BHP w 2040 r. wynikające z cyfryzacji w gospodarce o obiegu zamkniętym			
• Zagrożenia fizyczne są mniejsze we wszystkich branżach, ale ze względu na zwiększoną cyfryzację i automatyzację w gospodarce o obiegu zamkniętym wzrasta ryzyko psychospołeczne (np. w wyniku wykonywanej samotnie pracy lub presji na wydajność) • bazy danych dla wszystkich materiałów i produktów pozwalają zredukować zagrożenia związane z ich naprawą, ponownym użyciem i recyklingiem.	• Decentralizacja miejsc pracy znacznie utrudnia nadzór nad pracownikami i monitorowanie przestrzegania zasad BHP • praca mobilna oznacza, że pracownicy mogą częściej pracować w niebezpiecznych środowiskach • Szybkie wprowadzanie nowych materiałów powoduje, że dokumentacja jest niewystarczająca, co skutkuje narażaniem pracowników na nieznanne zagrożenia.	• Pracownikom brakuje umiejętności niezbędnych do poruszania się po rynku pracy lub znalezienia pracy, co zwiększa prawdopodobieństwo podejmowania zatrudnienia w warunkach o niskich standardach BHP • przewaga pracy w modelu platformowym oznacza, że odpowiedzialność za kwestie związane z BHP jest niejasna ⁽⁴⁾, wzrasta ryzyko dla zdrowia psychicznego oraz nie zapewnia się wystarczającej ochrony dla wolnych zawodów i pracowników tymczasowych.	• Pracownicy zastępowani przez nowe technologie są spychani do szarej strefy o bardzo niskich standardach BHP • w skali regionalnej cyfryzacja jest bardzo nierównomierna, co utrudnia wymianę informacji związanych z BHP.

⁽⁴⁾ Należy zauważyć, że w tym scenariuszu zakłada się, że obecna inicjatywa UE w sprawie pracy w modelu platformowym (wniosek ustawodawczy, którego celem jest poprawa warunków pracy pracowników w modelu platformowym, jest planowany do publikacji pod koniec 2021 r.) oraz proponowany akt o usługach cyfrowych (DSA) będą miały bardzo ograniczony wpływ, a potencjał rokowań zbiorowych pracowników i możliwa do wyegzekwowania odpowiedzialność pracodawcy pozostaną na niskim poziomie.

Europejskie gospodarki o obiegu zamkniętym w 2040 r.: szanse i wyzwania cyfryzacji dla BHP

Niektóre z określonych skutków dla sektora BHP dotyczące cyfryzacji zidentyfikowane dla gospodarki o obiegu zamkniętym i BHP w 2040 r. dotyczą wszystkich czterech scenariuszy. Opisujemy je szczegółowo poniżej.

▪ Ulepszone dostarczanie i przekazywanie informacji

Wskutek generowania większej niż kiedykolwiek ilości danych (informacje są „paliwem dla zrównoważonej gospodarki” (EPC, 2020)) usprawniona wymiana i dostarczanie informacji stają się podstawą gospodarki o obiegu zamkniętym ⁽⁵⁾: teraz przedsiębiorcy muszą znać dostawców swoich dostawców oraz klientów swoich klientów (ECERA, 2020). Dokładne i aktualne dane są niezbędne do bezpiecznego przetwarzania skoncentrowanych strumieni odpadów, bezpiecznego udostępniania i recyklingu produktów, wydłużenia żywotności produktów oraz poprawy wydajności materiałowej/zastępowania rzadkich surowców materiałami odnawialnymi. Skracanie łańcuchów dostaw i zlokalizowanie/zdecentralizowanie produkcji również są uzależnione od cyfryzacji.

Poprawa łączności i wymiany informacji zgodnie z wymaganiami gospodarki o obiegu zamkniętym daje znaczące korzyści w zakresie BHP, m.in. przez wykorzystanie łańcucha bloków do bezpiecznego śledzenia produktów i materiałów w całym ich cyklu życia i we wszystkich środowiskach użytkowania. Zasada „naprawy, ponownego użycia i recyklingu” może być bezpiecznie realizowana tylko wtedy, gdy pracownicy zawsze mają dostęp do wszystkich potrzebnych im informacji, zwłaszcza jeśli istnieją zautomatyzowane systemy, które ostrzegają pracowników o potencjalnych zagrożeniach.

▪ Wzmocnienie roli obywateli i konsumentów

Pomyślne wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym będzie w dużym stopniu zależeć od wkładu i współpracy konsumentów i obywateli, od sposobu, w jaki ludzie żyją i konsumują materiały i produkty. Im lepiej ludzie są poinformowani, tym bardziej są świadomi wpływu swoich wyborów i tym łatwiejszy jest ten proces. Ponadto zachęcanie ludzi do gromadzenia danych i udostępnianie im narzędzi umożliwiających wysłuchanie ich życzeń i obaw może poprawić monitorowanie cykli życia produktów i innych zmiennych (EPC, 2020).

Wzmocnienie roli konsumentów i pracowników wzmocniłoby BHP, zwłaszcza w odniesieniu do wczesnych ostrzeżeń o nowych zagrożeniach związanych z produktami o dłuższym cyklu życia. Ludzie byłiby również bardziej skłonni do bezpiecznego usuwania produktów wycofanych z eksploatacji, co zmniejszałoby zagrożenia w sferze BHP podczas przetwarzania i recyklingu odpadów. Ponadto może to również prowadzić do większej chęci zgłaszania naruszeń BHP we wszystkich sektorach i do poprawy ogólnych standardów BHP.

▪ Zwiększona elastyczność w organizacji pracy

W cyfrowej gospodarce o obiegu zamkniętym elastyczność organizacji pracy (w odniesieniu do godzin pracy i miejsc pracy) prawdopodobnie będzie stopniowo zwiększać się, praca zdalna zatrze granice między pracą a czasem wolnym, a nowe narzędzia organizacyjne jeszcze bardziej spłaszczą hierarchiczne struktury. W związku z tym wzrośnie autonomia pracowników, do czego przyczyni się praca w modelu platformowym/praca dorywcza, a w rezultacie powstanie środowisko pracy, w którym pracownicy coraz bardziej będą musieli polegać na sobie samych.

Wraz ze wzrostem elastyczności krajobraz BHP będzie coraz bardziej rozproszony. Mobilność miejsc pracy zmniejsza konieczność dojazdów do pracy, ale może też oznaczać, że ludzie będą pracować w niebezpiecznych miejscach lub używać narzędzi niezgodnych z przepisami BHP. W spłaszczonych hierarchiach odpowiedzialność za kwestie bezpieczeństwa jest mniej jasna. Ponadto praca nieformalna zwiększa prawdopodobieństwo podejmowania przez pracowników zajęć, w których nie są świadomi najlepszych praktyk i wytycznych BHP. Mogą oni także doświadczać wyższego poziomu stresu psychospołecznego w wyniku wykonywanej samotnie pracy i większej presji na wydajność.

⁽⁵⁾ „Wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym to przede wszystkim problem informacyjny” (zob. WI (2017)).

▪ Cyberbezpieczeństwo, monitoring i nadzór

Wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym wymaga wysokiego poziomu cyfryzacji. Jednak z jednej strony wraz z przenikaniem technologii cyfrowych do miejsc pracy wzrośnie powaga zagrożeń związanych z cyberbezpieczeństwem. Z drugiej strony powszechne stosowanie czujników i oprogramowania sztucznej inteligencji (AI) umożliwia inteligentne monitorowanie działań pracowników. Zdalny lub zautomatyzowany (AI) nadzór i zarządzanie procesami pracy pozwala odsunąć pracowników od niebezpiecznych lub brudnych miejsc pracy (zwłaszcza np. w sektorach transportu i odpadów).

Nadmierne poleganie na technologii sztucznej inteligencji może prowadzić do obniżania oczekiwanych od pracowników kwalifikacji, głównie w sytuacjach nadzwyczajnych, ponieważ różnorodność zadań jest mniejsza (np. w wysoce zautomatyzowanych obszarach, takich jak przetwarzanie odpadów). Jeśli pracownicy pracują w pozycji siedzącej i nie uprawiają aktywności fizycznej, zwiększa się długoterminowe zagrożenie dla zdrowia. Lepsze monitorowanie pracowników ograniczyłoby zagrożenia dla BHP, zwłaszcza w zakresie wypadków spowodowanych wyczerpaniem lub brakiem uwagi, ale również zwiększyłoby ryzyko dla zdrowia psychicznego (ze względu na stres związany z nadzorem).

▪ Zmiana kwalifikacji

Mechanizm sprawiedliwej transformacji (zob. DGIP UE (2020)) zapewni wsparcie finansowe regionom, aby pomóc im lepiej zarządzać wdrożeniem gospodarki bardziej neutralnej dla klimatu. Wymaga on przekwalifikowywania na dużą skalę osób zatrudnionych w celu wypełnienia luki kompetencyjnej między likwidowanymi a nowotworzonymi miejscami pracy oraz przygotowania pracowników do wykonywania nowych zadań wynikających z gospodarki cyfrowej. Jednak przesunięcia pracowników na dużą skalę powodują utratę wiedzy instytucjonalnej.

Ciągłe przekwalifikowywanie ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia pracownikom lepszego poruszania się w bardziej złożonych środowiskach cyfrowych właściwych dla gospodarki o obiegu zamkniętym, a to zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń BHP. Ponadto niewystarczająco wyszkoleni pracownicy są bardziej narażeni na urazy w miejscu pracy i średnio mają gorsze wyniki w zakresie BHP.

Wnioski

Technologie cyfrowe będą odgrywać kluczową rolę w przejściu Europy na gospodarkę o bardziej zamkniętym obiegu. Bez nich nowoczesna gospodarka nie może stać się naprawdę zrównoważona. Wysokie standardy BHP w gospodarce o obiegu zamkniętym da się utrzymać tylko wtedy, gdy proces ten będzie dobrze zarządzany: kluczowe będzie przekwalifikowanie siły roboczej i zbudowanie uniwersalnego ekosystemu informacyjnego (bezpiecznej przestrzeni danych, która minimalizuje ryzyko manipulacji (ECERA, 2020)), a także wdrożenie systemu monitorowania w celu zapobiegania nielegalnemu importowi produktów, które mogą być potencjalnie niebezpieczne podczas recyklingu. Coraz powszechniejsza cyfryzacja oraz wprowadzanie gospodarki o obiegu zamkniętym oznaczają dla BHP konieczność nadążania za szybkimi zmianami oraz wczesnego rozpoznawania potencjalnych niedociągnięć.

Piśmiennictwo

- ECERA – European Circular Economy Research Alliance (2020). *Cyfrowa gospodarka o obiegu zamkniętym. Podstawa zrównoważonej transformacji europejskiego przemysłu*. <https://ss-usa.s3.amazonaws.com/c/308476495/media/19365f987b483ce0e33946231383231/201023%20ECERA%20White%20Paper%20on%20Digital%20circular%20economy.pdf> [dostęp: 7.04.2021].
- Eionet – Europejskie Centrum Tematyczne ds. odpadów i materiałów w zielonej gospodarce (2021). *Cyfrowa gospodarka odpadami*. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-reports/digital-waste-management/@@download/file/Digital%20waste%20management.pdf> [dostęp: 7.04.2021].
- EIT Climate-KIC (2018). *Cyfryzacja – uwolnienie potencjału gospodarki o obiegu zamkniętym*. https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2018/08/ClimateKICWhitepaperFinalDigital_compressed.pdf [dostęp: 31.03.2021].
- EPC – European Policy Centre (2020). *Gospodarka o obiegu zamkniętym: cyfryzacja*. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/drce_final.pdf [dostęp: 31.03.2021].
- DGIP UE – Dyrekcja Generalna ds. Polityki Wewnętrznej (2020). *Szanse europejskich funduszy odbudowy po COVID-19 w przechodzeniu na gospodarkę o obiegu zamkniętym i neutralną dla klimatu*. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/658186/IPOL_BRI\(2020\)658186_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/658186/IPOL_BRI(2020)658186_EN.pdf) [dostęp: 27.02.2021].
- EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (2018). *Prognozy dotyczące nowych i pojawiających się rodzajów ryzyka dla zdrowia i bezpieczeństwa pracy związanych z cyfryzacją do 2025 r.* https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/Foresight_new_OSH_risks_2025_report.pdf [dostęp: 2.12.2020].
- EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (2019a). *Przyszła rola dużych zbiorów danych i uczenia się maszyn dla skuteczności inspekcji z zakresu zdrowia i bezpieczeństwa*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/Future_role_of_big_data_in_OSH.pdf [1.12.2020].
- EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (2019b). *Bezpieczeństwo i zdrowie w miejscu pracy oraz przyszłość pracy: korzyści i ryzyko związane z narzędziami sztucznej inteligencji w miejscach pracy*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/OSH_future_of_work_artificial_intelligence_0.pdf [1.12.2019].
- EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (2021). *Badanie prognozujące dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym i jej wpływu na bezpieczeństwo i higienę pracy – Faza 1: Makroscenariusze*. <https://osha.europa.eu/en/publications/what-will-circular-economy-ce-mean-occupational-safety-and-health-osh/view> [dostęp: 1.10].
- Komisja Europejska (2015). *Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym*. Dok. COM(2015)0614 final z dnia 2 grudnia 2015 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614> [dostęp: 15.03.2021].
- Komisja Europejska (2019 r.). *Europejski Zielony Ład*. Dok. COM(2019)640 final z dnia 11 grudnia 2019 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52019DC0640> [dostęp: 16.02.2021].
- Komisja Europejska (2020a). *Nowy plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy*. Dok. COM(2020)98 final z dnia 11 marca 2020 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN> [dostęp: 2.12.2020].
- Komisja Europejska (2020b). *Plan działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym. Na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy*. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf [15.03.2021].
- Komisja Europejska (2020c). *Wspieranie zielonej transformacji. Kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_281 [31.03.2021].
- Komisja Europejska (2020d). *Nowa strategia przemysłowa dla Europy*. Dok. COM(2020)102 final z dnia 10 marca 2020 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0102> [2.12.2020].

- Komisja Europejska (2021). Europa na miarę ery cyfrowej. Wspieranie ludzi dzięki nowej generacji technologii. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age_en [31.03.2021].
- Kristoffersen, Eivind; Blomsma, Fenna; Mikalef, Patrick i Li, Jingyue (2020). *Inteligentna gospodarka o obiegu zamkniętym: cyfrowe ramy strategii obiegu zamkniętego dla firm produkcyjnych*. Journal of Business Research 120, s. 241-261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>
- WI – Wuppertal Institut (2017). *Cyfrowa gospodarka o obiegu zamkniętym: czy transformacja cyfrowa utoruje drogę dla zasobooszczędnych cykli materiałowych?* https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6978/file/6978_Wilts.pdf [dostęp: 21.03.2021].

Autorzy: Cornelia Daheim, Jessica Prendergast i Jörg Rampacher (Future Impacts)
Wizualizacje: Michelle Winkelsdorf

Zarządzanie projektem: Annick Starren, Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA)

Opis polityki przygotowano na zlecenie Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA). Za jego treść, w tym za wszelkie wyrażone w nim opinie lub wnioski odpowiadają wyłącznie autorzy i niekoniecznie odzwierciedlają one poglądy EU-OSHA.