

*Possibilities of reusing waste generated in printing production***Możliwości powtórnego zagospodarowania odpadów powstających w produkcji poligraficznej**

DOI: 10.15199/62.2024.12.1

Problems related to waste generated by the printing industry were presented. Attention was paid to the vol. of plastic prodn., from which most packaging is currently produced, that has a significant share in the prodn. of printing plants. The main principles of waste management were discussed, such as prevention, recycling, neutralization, composting and storage. The idea of ecodesign and the related LCA techn. assessing the environmental life cycle of products were presented, as well as the idea of a closed-loop economy and the Zero Waste movement.

Keywords: waste generated in printing processes, 7R rule, circular economy, ecodesign, life cycle assessment, zero-waste technologies

Przemysł poligraficzny jest branżą znacząco wpływającą na gospodarkę, a nieustający rozwój procesów poligraficznych przyczynia się do powstawania licznych odpadów z drukarni, takich jak makulatura, folia z tworzyw sztucznych, opakowania po różnych podłożach drukowych, farbach, lakierach i klejach, resztki farb, lakierów i klejów, materiały szklane, gumowe i stanowiące części zużytych maszyn oraz różnorodne środki chemiczne stosowane do czyszczenia maszyn i form drukowych. Ich różnorodność zależy od technik drukowania. Do współczesnych technik drukowania należą fleksografia, typografia, typooffset, rotograwiura, tampondruk, offset, światłodruk, sitodruk i druk cyfrowy.

Zainteresowanie środowiskiem naturalnym w ostatnich latach wzrosło. Wzrosły także wymagania dotyczące ochrony ekosystemu. Wśród zainteresowanych tym tematem wyróżnia się: inwestorów, klientów, przedsiębiorców, a także organiza-

Przedstawiono problemy dotyczące odpadów wytwarzanych przez przemysł poligraficzny. Zwrócono przy tym uwagę na wielkość produkcji tworzyw sztucznych, z których obecnie produkowana jest większość opakowań, a te stanowią przecież znaczący udział w produkcji poligraficznych zakładów. Omówiono główne zasady gospodarowania odpadami, takie jak zapobieganie, recykling, neutralizacja, kompostowanie i składowanie. Przedstawiono ideę ekoprojektowania i powiązaną z nią technikę LCA oceniającą środowiskowy cykl życia produktów, a także ideę gospodarki o obiegu zamkniętym i ruchu *zero waste*.

Słowa kluczowe: odpady wytwarzane w procesach poligraficznych, zasada 7R, gospodarka w obiegu zamkniętym, ekoprojektowanie, ocena cyklu życia, technologie bezodpadowe

cje zajmujące się ochroną środowiska. Firmy poligraficzne zmuszane są do wprowadzania systemów zarządzania dotyczących dbałości o środowisko. Uwzględniają one wpływ oddziaływania firm na gospodarkę naturalną. Następnie realizowany jest plan działań dotyczący zarządzania na rzecz środowiska. Celem wprowadzenia systemów zarządzania jest zwiększenie konkurencji na rynku. Kraje Europy Środkowo-Wschodniej, w tym także Polska, wdrażają rozwiązania normatywne oraz prawne mające wpływ na dopasowanie struktur tych krajów do obowiązujących w UE. Polska została zobowiązana do wdrożenia 250 dyrektyw oraz rozporządzeń, wśród których wiele dotyczy ochrony środowiska. Przemysł poligraficzny zobligowano do dostosowania się do nowych wymogów, ze względu na znaczące jego oddziaływanie na środowisko naturalne¹⁾.

Odpady najogólniej określane są jako substancje lub przedmioty, których posiadacz pozbywa się lub jest zobowiązany do ich pozbycia. Pojęcie to nie wyklucza przedmiotów i substancji, których dalsze wykorzystanie jest możliwe. Wśród odpadów obowiązuje podział ze względu na toksyczność oraz stopień zagrożenia dla środowiska. Obejmuje on odpady obojętne, niebezpieczne, ulegające biodegradacji, bioodpady, odpady zielone i mineralne²⁾. Na rys. 1 przedstawiono wielkość produkcji tworzyw sztucznych, gdyż stanowią one poważny problem dla ekosystemu. Największym ich producentem w Europie są Niemcy. Dostarczają one 7,5% produkcji światowej, za nimi plasują się kraje Beneluksu (4,5%), Francja (3%), Włochy (2%) oraz Wielka Brytania i Hiszpania (po 1,5%). Zapotrzebowanie przetwórców w 27 krajach UE



Prof. dr hab. inż. Halina PODSIADŁO (ORCID: 0000-0002-2202-6215) w roku 1974 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, po których podjęła pracę na Wydziale Inżynierjno-Ekonomicznym Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), gdzie w 1980 r. uzyskała stopień doktora nauk technicznych. W 1991 r. uzyskała stopień doktora habilitowanego na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej i rozpoczęła pracę w Instytucie Poligrafii Politechniki Warszawskiej. W 2015 r. otrzymała tytuł profesora nauk technicznych. Obecnie pracuje w Zakładzie Technologii Poligraficznych w Instytucie Mechaniki i Poligrafii na Wydziale Mechanicznym Technologicznym PW. Specjalność – inżynieria mechaniczna, inżynieria materiałowa.

*** Adres do korespondencji:**

Zakład Technologii Poligraficznych, Instytut Mechaniki i Poligrafii, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Warszawska, ul. Konwiktorska 2, 00-217 Warszawa, tel.: (22) 234-33-56, +48 662-069-394, e-mail: halina.podsiadlo@pw.edu.pl, h.podsiadlo5@onet.pl



Fig. 1. The volume of plastic production in the world³⁾

Rys. 1. Wielkość produkcji tworzyw sztucznych na świecie³⁾

wraz z Norwegią i Szwajcarią wyniosło w 2008 r. 52,5 mln t. Jak widać produkcja ta jest na świecie wciąż rosnąca i proporcjonalna do liczby ludności, chociaż w Europie ten przyrost nie ma takiej zależności. Celowo przytoczono dane z przeszłości, by ukazać tendencję wzrostu tych zależności. W 2021 r. produkcja tworzyw sztucznych wynosiła już ponad 390 mln t i była o 4% wyższa niż rok wcześniej. Globalnym liderem tego rynku są Chiny, z udziałem w produkcji światowej na poziomie prawie 1/3.

Zgodnie z zarządzeniem Ministra Klimatu⁴⁾ odpady klasyfikowane są ze względu na źródło ich powstawania. Wyróżnia się 20 grup, zaś 13 z nich dotyczy przemysłu poligraficznego. Działania z odpadami produkcyjnymi w zakładach poligraficznych dokonywane są wg następującego schematu: klasyfikacja jakościowa (segregacja), klasyfikacja ilościowa, obowiązek uzyskania decyzji lub zgody co do wytwarzanych odpadów, ich ewidencja, a także przekazanie odpadów do unieszkodliwienia lub odzysku. W zakładach poligraficznych powstają odpady, których ilość i różnorodność zależą od materiałów stosowanych w danych procesach poligraficznych. Różnorodność technik poligraficznych sprawia, że ilość oraz rodzaj powstających odpadów różni się pomiędzy zakładami poligraficznymi i zależy od sposobu zorganizowania pracy, wielkości produkcji, wielkości zakładu poligraficznego, automatyzacji procesów, technik drukowania, materiałów produkcyjnych i nowoczesności urządzeń poligraficznych⁵⁾.

Stale zwiększające się obszary składowisk odpadów przyczyniają się do zmian sposobów zarządzania odpadami. Problem ten zmusza do poszukiwania coraz nowszych metod ich zagospodarowania. Głównym aspektem zarządzania odpadami jest zapobieganie ich powstawaniu. Coraz częściej stosuje się metody mające na celu odzysk lub ponowne

zastosowanie odpadów. W przypadku gdy obydwie z tych metod zawiodą, odpady poddaje się procesom unieszkodliwiania. Metody obejmujące powtórne zagospodarowanie odpadów dotyczą każdego, kto należy do grupy producentów odpadów. Poziomy recykling oraz ponownego użycia odpadów opakowaniowych w polskich województwach przedstawiono na rys. 2. Największy recykling odpadów odnotowano w woj. małopolskim, podczas gdy ponowne zużycie odpadów było najbardziej znaczące w woj. świętokrzyskim.

Ruch zero waste

Promowany od pewnego czasu ruch *zero waste* (RZW) obejmuje ochronę zasobów poprzez odpowiedzialną konsumpcję i produkcję, a także ponowne wykorzystanie oraz odzyskiwanie produktów, opakowań i materiałów, bez ich zrzucania do ziemi, wody, powietrza i spalania, gdyż zagraża to naturalnemu środowisku i zdrowiu wszelkich żywych organizmów. *Zero waste* to także styl życia polegający na jak najmniejszym generowaniu odpadów oraz nie zanieczyszczaniu środowiska. Podejście *zero waste* polega na tworzeniu gospodarki o obiegu zamkniętym, czyli używaniu zasobów zamiast tworzeniu kolejnych odpadów. Idea RZW polega na stosowaniu zasady 7R: *refuse, reduce, reuse, recycle, rot, repair i remember*. Przedstawiono ją na rys. 3.

RZW w Polsce działa w ramach Polskiego Stowarzyszenia Zero Waste zarejestrowanego w marcu 2017 r. Stowarzyszenie to ma na celu m.in.: działania na rzecz ochrony środowiska, ochrony zdrowia i życia przed niekorzystnym oddziaływaniem odpadów, eliminacji substancji chemicznych, zapobiegania powstawaniu odpadów, marnotrawienia surowców oraz niewłaściwej gospodarki odpadami, a także wdrażania zasad gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zasad gospodarki bezodpadowej⁶⁾. Tak zwani zerowasterzy sformułowali kilka zasad będących podstawą ruchu jako 5R,

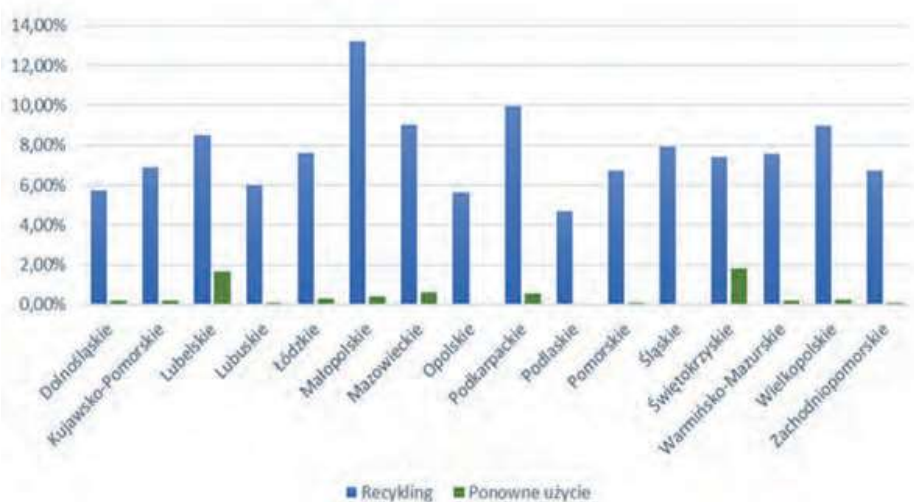


Fig. 2. Recycling and preparation levels for reuse of packaging waste in Poland in individual voivodeships in 2013⁶⁾

Rys. 2. Poziomy recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów opakowaniowych w Polsce w poszczególnych województwach w 2013 r.⁶⁾



Fig. 3. The 7R rule⁶⁾

Rys. 3. Zasada 7R⁶⁾

wyrażonych następującymi hasłami: *refuse*, czyli odmawiać, a więc nie godzić się na zbędne zanieczyszczenia, odmawiać rozpowszechniania papierowych ulotek reklamowych, opakowań jednorazowych, produktów produkowanych ze szkodą dla środowiska i generujących zanieczyszczenia; *reduce*, czyli ograniczać, co dotyczy ograniczenia liczby posiadanych przedmiotów, a otaczać się jedynie niezbędnymi przedmiotami; *reuse* oznacza używać ponownie, poprzez niestosowanie jednorazowych rozwiązań, stosowanie opakowań wielokrotnego użytku i takich przedmiotów, jak np. termosy; *recycle* oznacza segregować i przetwarzać, a więc dbać o to, by rzeczy zbędne zostały ponownie przerobione, a odpady odpowiednio posegregowane; *rot*, inaczej kompostować, czyli dzięki kompostowaniu organicznych odpadów otrzymywać naturalny nawóz. Z czasem dodano dwie kolejne zasady: *repair*, co znaczy naprawiać, a dotyczy łatania ubrań, naprawiania butów oraz sprzętów, i *remember*, czyli pamiętać o codziennych wyborach, które mają wpływ na środowisko naturalne oraz o uprzednio sformułowanych zasadach⁷⁾. Są one nadal rozwijane, toteż pewnie niebawem przybędą kolejne.

Gospodarka o obiegu zamkniętym

Pojęcie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) jest obecne w świadomości od końca lat 60. XX w. Idea ta to przede wszystkim nowy model gospodarczy o charakterze globalnym, a także efektywna gospodarka zasobami. Ten model gospodarczy ma na celu poszukiwanie nowych rozwiązań, będących ekonomicznymi, ekologicznymi oraz efektywnymi⁷⁾. Schemat GOZ przedstawiono na rys. 4.

GOZ to model produkcji i konsumpcji, który polega na dzieleniu się, pożyczaniu, ponownym użyciu, naprawianiu, odnawianiu i recyklingu istniejących materiałów i produktów tak długo, jak to możliwe. W ten sposób wydłuża się cykl życia produktów.

GOZ, zwana też gospodarką cyrkularną (*circular economy*), to model gospodarczy mający na celu minimalizowanie zużycia surowców i powstawania odpadów. GOZ przyczynia się do zmniejszenia zużycia energii oraz emisji gazów cieplarnianych. Odpady traktowane są jako surowce podczas kolejnych faz produkcyjnych.

GOZ przyczynia się do tworzenia zrównoważonej niskoemisyjnej gospodarki⁹⁾. Idea GOZ polega, *sensu stricto*, na minimalizacji zużycia surowców oraz powstawania odpadów, a także prawidłowym gospodarowaniu nimi. Spełnia założenia, do których należą: minimalizowanie wytwarzania odpadów, poddawanie powstających odpadów zagospodarowaniu zgodnie z ich hierarchią oraz maksymalizowanie wartości surowców oraz materiałów¹⁰⁾.

W Polsce GOZ jest koordynowana przez Ministerstwo Rozwoju. Dnia 10 września 2019 r. podjęto uchwałę *Mapa drogowej transformacji w kierunku gospodarki w obiegu zamkniętym*. Z inicjatywy Ministerstwa Środowiska w ramach wdrażania GOZ powstał w 2017 r. program „Gospodarka w obiegu zamkniętym w gminie”. Był on finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, a jego realizacja jako programu pilotażowego trwała do 2020 r.¹¹⁾

Ekoprojektowanie

Ekoprojektowanie (także *design for environment*, *ecodesign*, *ecological design*) wiąże się z takimi zagadnieniami, jak zrównoważony rozwój, zarządzanie cyklem życia danego wyrobu, ochrona dotycząca środowiska naturalnego, środowiskowa ocena cyklu życia i zintegrowana polityka produktów.

Idea ekoprojektowania polega na uwzględnieniu aspektów środowiska naturalnego związanych z produktami już w procesie ich projektowania. Ekoprojektowanie zostało także uwzględnione w normie¹²⁾ dotyczącej włączania aspektów środowiskowych do projektowania wyrobów. Uwzględniono w niej takie czynniki, jak: niższe koszty produkcji dzięki optymalizacji zużycia energii i materiałów, ograniczenie ilości odpadów przeznaczonych do unieszkodliwiania, identyfikowanie nowych wyrobów i ich innowacyjność, spełnianie oczekiwań klientów, zwiększanie wiedzy o wyrobie, poprawa ogólnego wizerunku marki i zmniejszanie wpływu na środowisko.

Opakowania uznawane za ekologiczne, tak samo jak i tradycyjne, spełniają swoje podstawowe cechy, do których należą: jakość, funkcja, bezpieczeństwo oraz koszty. Opakowania, ze względu na krótki czas ich użytkowania, w bardzo szybkim tempie stają się odpadami. Istotną wytyczną co do projektowania ekologicznych opakowań jest tworzenie takich wyrobów, które nadają się do wielokrotnego użytku. Umożliwia to wydłużenie życia opakowań z wykorzystaniem ich do pakowania kolejnych produktów. Projektowanie z myślą o środowisku polega na poszukiwaniu coraz to nowszych rozwiązań, ograniczających ślad węglowy, zawierających materiały biopochodne oraz papierowe i tekturowe. Projektowanie ma na

Podsumowanie

Zarówno w przemyśle poligraficznym, jak i w innych gałęziach przemysłu do najkorzystniejszych sposobów gospodarowania odpadami należą: odzysk energetyczny lub/i materiałowy. W procesie utylizacji obowiązują takie zasady, jak: minimalizacja powstawania odpadów, ich recykling, unieszkodliwianie, kompostowanie lub składowanie.

Selekcja opadów w miejscu ich powstawania należy do podstawowych sposobów ich zagospodarowania. Dzięki temu minimalizowane jest zanieczyszczanie odpadów podczas gromadzenia ich w pojemnikach zbiorowych. Unieszkodliwianie odpadów polega na poddawaniu opakowań procesom adaptacji fizycznej, biologicznej lub chemicznej. Celem ich przekształcania jest doprowadzenie odpadów do stanu niezagrażającego życiu i zdrowiu ludzi oraz środowisku. Spalanie odpadów w temp. 850–1050°C wpływa na ich zmniejszenie oraz odzyskanie w postaci energii. Proces spalania powinien być prowadzony w taki sposób, aby nie przyczyniał się do powstawania toksycznych substancji. Spalaniu powinny być poddawane odpady segregowane, ze względu na ryzyko powstawania toksycznych związków chemicznych, takich jak dioksyny. Piroliza jest alternatywą procesów spalania. To proces polegający na rozkładzie chemicznych substancji organicznych w temp. 400–800°C, bez dostępu powietrza. Do metod unieszkodliwiania odpadów należy także chemiczne związanie szkodliwych pierwiastków. Brak możliwości unieszkodliwiania opadów rodzi konieczność ich składowania, zgodnie ze sposobem określonym odpowiednimi przepisami⁴⁾.

Otrzymano: 30-09-2024

Zrecenzowano: 17-10-2024

Zaakceptowano: 18-11-2024

Opublikowano: 20-12-2024

LITERATURA

- [1] M. Strojny i in., *Rynek poligraficzny i opakowań z nadrukiem w Polsce*, Ed. VIII/IX, 2020-22, Polskie Bractwo Kawalerów Gutenberga, Warszawa 2022.
- [2] J. Krystek, *Ochrona środowiska dla inżynierów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- [3] <https://www.plastech.pl/wiadomosci/Raport-o-tworzywach-swiatowa-produkcja-i-zapotrzebowanie-2023>, dostęp 12.11.2024 r.
- [4] Zarządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów, *Dz.U.* 2020 r. poz. 10.
- [5] I. Kwiatkowska, B. Stankiewicz, *Gospodarka odpadami w zakładach poligraficznych*, Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Poligraficznego, Warszawa 2001.
- [6] E. Puzio, *Probl. Transp. Logist.* 2018, nr 3(43), 111.
- [7] <https://www.green-projects.pl/czy-zycie-zero-waste-jest-latwe/>, dostęp 12.11.2024 r.
- [8] N. Chojnik, H. Podsiadło, *Aura* 2024, nr 8, 16.
- [9] www.europarl.europa.eu, Gospodarka o obiegu zamkniętym. Definicja, znaczenie i korzyści (video), dostęp 12.11.2024 r.
- [10] <https://gozwpraktyce.pl/wp-content/uploads/2020/05/Mapa-drogowa-GOZ.pdf>, dostęp 14.11.2024 r.
- [11] https://www.ekologus.pl/czym-jest-goz-i-jakie-sa-jego-zalozenia/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAxea5BhBeEiwAh4t5K5j3FDTP3wLzSrN_tK9fHZfYNztLN3jzMwkCG9lGwadFKYwu9DJJEwBoC-csQAvD_BwE, dostęp 12.11.2024 r.
- [12] ISO/TR 14062:2004, *Zarządzanie środowiskowe. Włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobów*.
- [13] A. Korzeniowski, *Innowacje w opakowalnictwie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2011.
- [14] D. Dobies, H. Podsiadło, *Świat Druku* 2017, nr 2, 64.
- [15] C. Rosik-Dulewska, *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.



Fig. 4. Circular economy diagram⁹⁾

Rys. 4. Schemat gospodarki w obiegu zamkniętym⁹⁾

celu zmniejszenie oddziaływania produktów na ekosystem za pomocą minimalizowania wykorzystania energii w całym cyklu życia¹³⁾.

Ocena cyklu życia

Ocena cyklu życia (LCA) jest techniką oceniającą środowiskowy cykl życia w ekoprojektowaniu. Polega ona na przeanalizowaniu cyklu życia usług i opakowań oraz ocenie ich oddziaływania na środowisko. Analiza ta dotyczy takich dziedzin, jak: produkcja wyrobów pomocniczych, wydobywanie surowców i ich transport, produkcja, dystrybucja, konsumpcja, użytkowanie i zagospodarowanie. Wynikiem tych badań jest tzw. ekowskaźnik, który może być rozpatrywany pod kątem różnych kategorii wpływu. Badania te są wspomagane przez bazy danych dostępne w programach komputerowych. Zawierają informacje dotyczące środowiska oraz produkcji wyrobów¹⁴⁾.

Technologie bezodpadowe

Technologie bezodpadowe (TBO) polegają na wykorzystaniu danego surowca uzyskanego z recyklingu odpadów, a tym samym na ograniczeniu do minimum powstawania odpadów. Obejmują one procesy związane z przekształcaniem surowca na wyrób, przy jednoczesnym eliminowaniu odpadów lub odpowiednim zagospodarowaniu ich w celu ochrony środowiska naturalnego. Procesy eliminowania odpadów obecne są tylko wtedy, kiedy jest to możliwe i mają konkretny cel. TBO polegają na całkowitym wykorzystaniu materiałów oraz eliminowaniu zanieczyszczania środowiska naturalnego. TBO wymagają zastosowania różnorodnych procesów chemicznych, fizycznych oraz biologicznych, które są opracowywane w placówkach naukowych¹⁵⁾.