



Opakowania

*Jak projektować
żeby recyklingować?*

ORGANIZACJA ODZYSKU OPAKOWAŃ SA
REKOPOL
20 lat na rynku

Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań SA
ul. Mangalia 4, 02-758 Warszawa

Opracowanie graficzne, skład: Design Partners s.c.

Redakcja: Marta Krawczyk

Autorzy tekstów:

- **Piotr Kardaś**
- **Michał Gawrych**
- **dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska**
- **dr inż. Karolina Wiszumirska**
- **Jacek Wodzistawski**
- **dr hab. inż. prof. COBRO Hanna Żakowska**
- **Marta Krawczyk**

Warszawa, listopad 2017r.

Skrypt został stworzony w ramach umowy o powierzenie grantu **34/GRSIn/ZGD/2017** (zawartej w ramach projektu „Skrzydła dla innowacji przyszłością dojrzałej edukacji” [numer umowy: POWR.04.01.00-00-I030/15] realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Oś priorytetowa: Innowacje społeczne i współpraca ponadnarodowa), zawartej pomiędzy Zachodniopomorską Grupą Doradczą Sp. z o.o. a Rekopol Organizacją Odzysku Opakowań S.A. na rzecz realizacji projektu o nazwie: **„Kształcenie przez doświadczenie - ecodesign w praktyce dla projektantów i promotorów opakowań przyjaznych dla środowiska”**.



Wzór oznakowania opakowania wskazującego na przydatność opakowania do recyklingu z Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 września 2014 r. w sprawie wzorów oznakowania opakowań (Dz.U. 2014 poz. 1298)

WSTĘP

**Marta
KRAWCZYK**

Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań SA

**dr hab. inż. Dorota
CZARNECKA-KOMOROWSKA**

Politechnika Poznańska

Ekoprojektowanie opakowań jest nową, bardzo rozległą dziedziną. Jest to proces, w którym uczestniczyć powinni specjaliści z różnych branż – od marketingu, po finanse, przez jakość, bezpieczeństwo, wymagania prawne i środowisko.

Mamy świadomość, iż przedstawiona w skrypcie wiedza jest rozpoczęciem tematu ekoprojektowania opakowań, w szczególności pod kątem recyklingu i nie stanowi wyczerpanego zestawu wiedzy i faktów.

Przed nami wyzwania związane z wdrożeniem w Polsce założeń Komisji Europejskiej – Circular Economy Package (pakiet gospodarki o obiegu zamkniętym), a w tym ważnej dziedziny, jaką jest projektowanie opakowań, będące jednym z kluczowych etapów, mających wpływ na cyrkularność materiałów opakowaniowych.

Projektowanie pod kątem recyklingu ma jeden główny cel – umożliwienie poddania recyklingowi jak największej części materiału opakowaniowego. Nakłada się na to bardzo ważną

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

cechę opakowań – czyli ich bezpieczeństwo. W tym miejscu warto podkreślić, iż zawsze priorytetem w decyzjach dotyczących opakowań musi być zachowanie kluczowych funkcji opakowań, którymi są ochrona produktu i jego bezpieczeństwo dla konsumenta (szczególnie przy żywności), oraz spełnienie wymagań prawnych, ale także nie mniej ważnych funkcji komunikacyjnych, logistycznych, czy marketingowych.

W celu ograniczenia negatywnego wpływu opakowań na środowisko w całym cyklu życia wprowadzono pojęcie zrównoważonego opakowania, spełniającego odpowiednie wymagania (ang. *sustainability packaging*), materiałowo-energetyczne (ang. *recyrecyclable or energy efficient*), środowiskowe i ekonomiczne¹. Według danych około 80% wpływu na środowisko w cyklu życia produktu kształtuje się na etapie projektowania wyrobu. Sytuacja jest taka sama, jeżeli chodzi o koszty związane z cyklem życia. Dlatego rozważenie aspektów środowiskowych i ekonomicznych na samym początku, jako integralnej części projektu wyrobu, jest sprawą najwyższej wagi^{2,3}.

Ekoprojektowanie, czyli projektowanie środowiskowe (ang. *design for environment (DfE)*, *ecodesign*, *ecological design*, *environmental design*, *sustainable product design*, *green design*, *life cycle design*), oznacza włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu.

Polega na identyfikowaniu aspektów środowiskowych związanych z produktem oraz włączaniu tych aspektów do procesu projektowania na wczesnym etapie rozwoju produktu⁴.

Cykl życia wyrobu definiuje się jako „kolejne i powiązane ze sobą etapy systemu wyrobu, od pozyskania lub wytworzenia surowca z zasobów naturalnych do ostatecznej likwidacji” (PN-EN ISO 14040:2009). System wyrobu to „zbiór procesów jednostkowych wraz ze strumieniami ele-

Ekoprojektowanie opakowania w całym cyklu życia dotyczy:

- **wydobycia surowców** – do produkcji materiałów opakowaniowych, surowce nieodnawialne vs. odnawialne,
- **produkcji** – produkcja z wykorzystaniem minimum materiału oraz eliminowanie odpadów produkcyjnych, stosowanie przyjaznych środowisku materiałów opakowaniowych, znakowanie materiałów opakowaniowych, informowanie konsumentów o możliwości recyklingu opakowania,
- **dystrybucji** – minimalizacja transportu pustych opakowań, transport realizowany przyjaznymi środowisku środkami transportu⁵, lżejsze opakowanie to mniejsze zużycie paliwa, mniejsza emisja CO₂,
- **użytkowania** – minimalizowanie powstawania odpadów opakowaniowych lub ponownie wykorzystywanie,
- **zbierania** – całe opakowanie przydatne do recyklingu,
- **recyklingu** – wykorzystywanie tworzyw wtórnych, preferowanie opakowań zwrotnych⁶.

mentarnymi i strumieniami wyrobu, które spełniają jedną lub więcej określonych funkcji i które modelują cykl życia wyrobu” (PN-EN ISO 14040:2009).

Dzięki wprowadzaniu rozwiązań idei zrównoważonego rozwoju nadaje się produktom wyższej jakości, docenianej przez świadomych ekologicznie konsumentów. Zrównoważone projektowanie produktu pozwala na zaspokajanie potrzeb użytkownika przy jednoczesnym ograniczeniu wykorzystywania zasobów naturalnych⁸. Projektowanie wyrobów z uwzględnieniem recyklingu zakłada dobór materiału, który można poddać odzyskowi na jak najwyższym poziomie (poziom odzysku 100% oznacza całkowite przetworzenie odpadu). Z punktu widzenia ekonomii poprzez ekoprojektowanie możemy zyskać⁹:

- bardziej efektywne wykorzystanie zasobów (materiały, energia, praca),
- zmniejszone oddziaływanie na środowisko podczas użytkowania, zagospodarowania i unieszkodliwiania,
- możliwość innowacji (nowa forma produktu).

¹ Żakowska H., Opakowania a środowisko, Opakowanie 9/2017

² Wprowadzenie do strategii ekoprojektowania. Dlaczego, co i jak? Karsten Schischke, Marcel Hagelüken, Gregor Steffenhagen, Fraunhofer IZM, Berlin, Niemcy

³ E. Chiellini, Environmentally Compatible Food Packaging, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge Eng. CRC Press

⁴ http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en

⁵ Joachimiak-Lechamnn K., Ekoprojektownie wyrobów, Ekoinnowacje w opakowaniach, 2015

⁶ Ecodesign packaging eco, Henkel, 2017

⁷ Eco-design and successful packaging, By Robert Holdway, David Walker, and Mark Hilton You have full text access to this content Design Management Journal (Former Series) Volume 13, Issue 4, Version of Record online: 10 JUN 2010

⁸ Projektowanie produktu z myślą o recyklingu, portalspozywczy.pl, wrzesień 2017

⁹ Wprowadzenie do strategii ekoprojektowania. Dlaczego, co i jak? Karsten Schischke, Marcel Hagelüken, Gregor Steffenhagen, Fraunhofer IZM, Berlin, Niemcy

GŁÓWNE ZASADY, którymi należy kierować się przy ekoprojektowaniu⁷:

- opakowania muszą być projektowane tak, aby maksymalizować w nich ilość materiałów przydatnych do recyklingu oraz pochodzących z recyklingu (recyklatów),
- należy kierować się zasadą ograniczania ilości i różnorodności stosowanych materiałów,
- unikanie materiałów kompozytowych i wielowarstwowych oraz utrudniających recykling, np. poprzez użycie materiałów niekompatybilnych, których jeden ze składników (np. etykieta) może stanowić zanieczyszczenie surowca z recyklingu lub wręcz utrudniać recykling,
- konieczność uwzględnienia warunków końcowego zagospodarowania opakowań w miejscu użytkowania i likwidacji wyrobów, np. przy eksportowaniu wyrobów należy uwzględnić, że odpady z nich będą zagospodarowywane,
- jeśli dla danego materiału istnieją teoretyczne możliwości recyklingu (opracowana technologia), ale w miejscu wytworzenia odpadu nie ma stworzonej do tego odpowiedniej infrastruktury (ani perspektywy jej stworzenia), to taki materiał nie powinien być uznany za zdolny do recyklingu i winien być odrzucony przy wyborze materiałów.

1 SZKŁO

Autor: **Piotr Kardaś**
Związek Pracodawców Polskie Szkło



Opakowania szklane – z piasku lub z recyklingu

Opakowania szklane są produkowane z naturalnych surowców, takich jak np. piasek, wapień, czy dolomit przy użyciu jednego istotnego surowca chemicznego węgla sodu (tzw. sody). Surowce te nie zawierają w praktyce znaczących zanieczyszczeń. Ich bardzo istotne właściwości takie jak barierowość, brak interakcji z zapakowanym produktem i bezpieczeństwo dla konsumentów, pozostają bez zmian niezależnie od stopnia wykorzystania surowca recyklingowego, zastępującego surowce naturalne. Wielokrotny, potencjalnie nieskończony recykling nie obniża więc w żadnym stopniu ich jakości. Szkło zachowuje wszystkie swoje właściwości niezależnie od tego ile razy przeprowadzono proces recyklingu.

Recykling opakowań szklanych w Polsce jest w chwili obecnej znacząco niższy niż wartości osiągnięte w wielu krajach europejskich. Z punktu widzenia projektowania opakowań szklanych należy podkreślić, że istnieją duże rezerwy w tym zakresie. Teoretycznie możliwe jest produkowanie słoików i butelek w całości z surowca wtórnego – stłuczki szklanej. W praktyce w Europie część butelek ze szkła kolorowego powstaje w ponad 90 procentach ze stłuczki. Trzeba podkreślić, że możliwości wykorzystania stłuczki szkła opakowaniowego są duże, ponieważ roczna produkcja w Polsce to ok. 1,69 mln ton opakowań (dane GUS), wielkość rynku wynosi ok. 1,20 mln ton (różnica wynika m.in. z dużego eksportu opakowań i towarów w nie zapakowanych), natomiast recykling szkła w Polsce wynosi ok. 400 tys. ton szkła opakowaniowego.

Ecodesign opakowań szklanych

Opakowania szklane bardzo dobrze nadają się do nieskończonego recyklingu stąd warto uznać nacisk na zachowanie tego stanu za podstawowy kierunek w ecodesignie. Drugim istotnym obszarem jest zmniejszanie ich wagi co pozwala znacząco obniżyć ich wpływ na środowisko. Jest to jednakże proces prowadzony głównie przez własnych specjalistów branży. Opakowania szklane są z reguły atrakcyjne wizualnie i nie ma potrzeby dodawania dodatkowych materiałów innych niż szkło, także w opakowaniach produktów luksusowych.

Zwiększanie recyklingu i przetwarzanie zebranych selektywnie opakowań na nowe ma też dodatkowe znaczenie

prośrodowiskowe. Przyczynia się do znaczącego zmniejszenia zużycia energii, surowców naturalnych, ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń. W branży szklarskiej przyjmuje się, że zastąpienie 10% surowców naturalnych i chemicznych stłuczka szklaną skutkuje obniżeniem zużycia energii o 3%.

Czystość koloru opakowania

Szkło sprzedawane w Polsce cechuje z reguły bardzo wysoki stopień bezbarwności. W strumieniu stłuczki odpadowej ponad 70% stanowi szkło bezbarwne. W przypadku produktów na eksport potencjalnie możliwe mogłoby być użycie opakowań przejrzystych, ale o delikatnym zabarwieniu. Umożliwia to wykorzystanie większej ilości stłuczki mniej jednorodnej kolorystycznie, łatwo dostępnej na rynku. W produkcji opakowań kolorowych łatwiej wykorzystać dużą domieszkę stłuczki kolorystycznie zmieszanej niż przy produkcji opakowań bezbarwnych. Także krajowy producent, który zaakceptuje obniżenie bezbarwności opakowań, w które pakuje swoje produkty, może oczekiwać zwiększenia użycia surowca recyklingowego do ich produkcji w przyszłości. Z różną dostępnością stłuczki szklanej w różnych kolorach wiąże się jedna ciekawa prawidłowość – zazwyczaj do produkcji butelek ze szkła zielonego wykorzystu-

je się jej więcej niż w przypadku butelek brązowych/oranżowych. Stłuczka szkła zielonego, lub z jego dużą zawartością, jest lepiej dostępna głównie ze względu na duży import wina do Polski.

Opakowania zwrotne a opakowania przeznaczone do nieskończonego recyklingu

Opakowania szklane są produkowane zarówno jako opakowania przeznaczone do użytku jednorazowego, jak i opakowania zwrotne (głównie butelki). Te drugie mają niezaprzeczone zalety środowiskowe, ale trzeba tu wspomnieć, że ich stosowanie jest uzasadnione tylko w niewielu przypadkach. W praktyce dużo łatwiej zorganizować lokalne, czy regionalne, a nie ogólnokrajowe systemy obsługujące ich zwrot (znaczącą barierą są także koszty organizacji).

Przykładem innego istotnego czynnika rzadko rozważanego w kontekście zalet środowiskowych, jest np. czas życia produktu (na półce), czyli przydatność do spożycia. Relatywnie długie zachowywanie własności produktu jest charakterystyczne dla opakowań ze szkła i także ma wpływ na ich faktyczny bilans środowiskowy.

Umiejscowienie zdobień i barierowość szkła

Wszelkie zdobienia i etykiety są nanoszone na zewnętrznej powierzchni opakowania. Niezależnie od ich składu chemicznego szkło całkowicie izoluje od nich zawartość opakowania – posiada wysoką barierowość.

Zmniejszanie wagi opakowań a wpływ środowiskowy

Opakowania szklane stają się coraz lżejsze. Europejska federacja producentów szklanych słoików i butelek, FEVE, podaje, że w ciągu ostatnich 20 lat butelki zostały średnio „odchudzone” o 30%. Dodatkowo potencjalnie może wiązać się to np. ze zwiększeniem ich ilości na palecie, a więc podwójnym zmniejszeniem wpływu na środowisko – zarówno w produkcji, jak i transporcie. Niestety dla Polski nikt nie sporządził analogicznych szacunków. Należy zakładać, że zmiany są jeszcze większe ze względu na większy postęp technologiczny w polskich zakładach w tym okresie. Z wewnętrznych badań FEVE wynika, że w kilku ostatnich latach w europejskich hutach szkła, włączając polskie, dalej ma miejsce zmniejszanie wagi opakowań poszczególnych rodzajów. Ta sama organizacja podaje, że w ciągu ostatnich

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

40 lat zużycie energii niezbędnej do produkcji tony szkła zmalało o 80%, a emisje dwutlenku węgla o 70%.

Branża szklarska nie należy do szczególnie mocno wpływających niekorzystnie na środowisko. Huty szkła są wprawdzie zakładami energochłonnymi, ale ze względu na ze względu na użycie w nich gazu ziemnego zamiast węgla, wpływ na środowisko z tym związany jest ograniczony. Proces produkcji jest mocno zoptymalizowany pod tym kątem, np. większość niepotrzebnego (odpadowego) ciepła generowanego w hutach szkła jest w nim wykorzystywana. Branża nie wytwarza także znaczących ścieków i odpadów.

Podkreślić trzeba, że przemysł szklarski jest jedną z pierwszych branż, dla których wprowadzono nowe wymagania ochrony środowiska – tzw. Konkluzje BAT. Polskie huty szkła kończą obecnie proces dostosowywania do przepisów UE, stąd ich wpływ na środowisko będzie wkrótce jeszcze mniejszy niż dotychczas. Niezależnie od wysiłków podejmowanych w branży wpływ środowiskowy można ograniczać:

- Zwiększając zużycie surowca recyklingowego – stłuczki szklanej do produkcji nowych opakowań,
- Ograniczając wagę i optymalizując kształt opakowań danego typu, co pozwala na zmniejszenie tego wpływu na etapach produkcji i transportu.

W przypadku, gdy klientowi huty szkła zależy na tym, by oferowane mu opakowania były możliwie lekkie i podążały za zasadami ecodesignu, musi on zdać sobie sprawę, że najlepsze będą opakowania o relatywnie PROSTYCH KSZTAŁTACH.

Zmniejszanie wagi zostało osiągnięte m.in. dzięki zmianom technologii produkcji i wprowadzeniu nowych dodatków uszlachetniających zewnętrzne ścianki opakowania. Projektanci opakowań powinni brać pod uwagę, że huty szkła mają żywy interes w dalszym zmniejszaniu wagi produkowanych opakowań. Trudno jednakże podać proste wytyczne o ile można „odchudzić” konkretną butelkę lub słoik.

Należy pamiętać, że szklane opakowania zwrotne zawsze będą mieć większą wagę, niż opakowania przeznaczone do użytku jednorazowego. Opakowania zwrotne są wykonane z tego samego szkła, co opakowania jednorazowego użytku. Jeśli więc trafią do recyklingu nie są w żadnym stopniu problematyczne.

Dodatkowy nacisk na zmniejszanie wagi tej grupy opakowań, poza działaniami prowadzonymi przez huty szkła, wydaje się niecelowy. Grubość ścianek i waga opakowań ze szkła nie mają żadnego znaczenia w kontekście ich przydatności do recyklingu.

Autor nie zachęca do porównywania opakowań z różnych materiałów tylko pod kątem wagi – mniejsza waga nie musi oznaczać mniejszego wpływu na środowisko.

Wieloetapowy recykling

Huty szkła mają wysokie wymagania odnośnie używanych surowców, a jakość selektywnie zebranych odpadów jest dużo gorsza. Dlatego stłuczka szklana przed ostatecznym recyklingiem musi zostać odpowiednio oczyszczona.

Firmy komunalne zbierają stłuczkę szklaną od mieszkańców i przekazują ją do wyspecjalizowanych zakładów przetwarzania, w których zaczyna się proces recyklingu. Obejmuje on przetwarzanie mechaniczne w celu usunięcia zanieczyszczeń stłuczki szklanej (np. metale, ceramika, tworzywa sztuczne), kruszenie i automatyczną segregację, służącą uzyskaniu materiału o dużej czystości i pożądanej kolorystyce.

ETAPY przetwarzania to:

- Ręczne usuwanie większych zanieczyszczeń: tworzywa sztuczne (butelki i folie plastikowe), kamienie, ceramika
- Usuwanie lekkich zanieczyszczeń w ciągu powietrza (papier i tworzywa sztuczne w tym nakrętki)
- Separacja metali
- Rozdrabnianie
- Suszenie
- Usuwanie etykiet
- Przesiewanie
- Podział kolorystyczny – sortowanie optyczne
- Separacja pozostałych zanieczyszczeń: kamienie, kawałki ceramiki, szkło nieopakowaniowe (np. ołowiowe) – sortowanie optyczne
- Przetopienie czystego surowca – stłuczki szklanej – w hucie szkła.

Bariery w recyklingu szkła

Podstawą recyklingu szkła z gospodarstw domowych są zużyte opakowania szklane. Głównymi barierami dla recyklingu są jakość zbiórki i jej wciąż zbyt mały zakres. Szkła opakowaniowe (stojów i butelek) nie należy mieszać z innymi surowcami wtórnymi, ale przede wszystkim ze szkłem innych rodzajów. Szkła różnią się składem chemicznym co skutkuje także różną temperaturą topienia, często wyższą niż ta utrzymywana w instalacjach do produkcji opakowań. Szczególnie talerze, filiżanki i inne naczynia ze szkła żaroodpornego i odpornego na stłuczenie (hartowanego) są równie kłopotliwe co podobna do szkła – ceramika.

- Duża zawartość ceramiki i porcelany w stłuczce zebranej selektywnie generuje zwiększoną ilość odpadów z jej uzdatniania, nienadających się do produkcji nowych opakowań.
- Szkła żaroodporne i hartowane – topią się w o wiele wyższej temperaturze niż opakowania, mogą powodować wtrącenia w nowych opakowaniach szklanych, a nawet blokować urządzenia do ich produkcji.
- Metale (kapsle, nakrętki, zamknięcia, dozowniki) powodują różnorodne problemy przy oczyszczaniu stłuczki i produkcji nowych opakowań – w większej ilości mogą uszkadzać piec do produkcji szkła.
- Zamknięcia i etykiety z tworzyw sztucznych oraz gumowe uszczelki jeśli występują w dużych ilościach, powodują

blokowanie instalacji oczyszczania stłuczki, wpływają na zwiększenie ilości odpadu z oczyszczania – nieoczyszczonego szkła nieprzydatnego do recyklingu. Mogą wywołać pojawianie się bąbelków powietrza w szkłe.

Jeśli zanieczyszczenia stłuczki szklanej z selektywnej zbiórki odpadów są tak liczne, że pozostają w niej także po oczyszczeniu – uniemożliwiają recykling (dana partia surowca jest odrzucana).

Dodatki i elementy opakowań utrudniające recykling

Najbardziej powszechne zamknięcia opakowań szklanych to zakrętki i kapsle metalowe lub z tworzyw sztucznych. Najczęściej nie stanowią one wyzwania dla procesu recyklingu, ponieważ znane są proste i skuteczne metody ich odseparowania. Jednak można spotkać także o wiele bardziej skomplikowane rodzaje zamknięć.

Spośród nich najbardziej problematyczne są:

- Tradycyjne zamknięcia kabłąkowe, pałąkowe, z porcelanowym korkiem – spotykane np. przy napojach (połączenie elementu metalowego - kabłąka, ceramicznego korka

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

i gumowej uszczelki). Skuteczne i pewne rozdzielanie tych elementów od siebie jak i od samego opakowania z uwagi na rozmiar i odporność mechaniczną, nie jest możliwe. W szczególności sposób mocowania wręcz uniemożliwia oddzielenie zamknięcia przez konsumenta, przez co niemal 100% tego typu zamknięć trafia wraz z opakowaniami do stłuczki szklanej. Ponadto korek wykonany jest z ceramiki – materiału destrukcyjnego dla procesu recyklingu i produkcji szkła. Należy unikać tego typu zamknięć.

- **Dozowniki wtapiane**, w przypadku których połączenie dozownika z opakowaniem jest na tyle ściste, że wręcz niemożliwe jest pełne odseparowanie szkła od elementów metalowych lub plastikowych. Dobrą alternatywą są dozowniki wciskane.
- **Nie zerwane zabezpieczenia na zamknięciach** (np. z nieotwartych opakowań). Zamknięcia dodatkowo foliowane, banderolowane lub w inny sposób łączone ze szklaną częścią opakowania powodują, że mimo kruszenia i dalszej obróbki mechanicznej bardzo trudno jest oddzielić od szkła. Na finalnym etapie separacji sortery odrzucają szkło z zamknięciem jako odpad. Warto unikać dodatkowego łączenia zamknięcia z opakowaniem szklanym.
- **Zamknięcia ze szklaną kulką**. Zamknięcie może posiadać szklaną kulkę, która uniemożliwia ponowne napełnienie opakowania przez osoby nieuprawnione. Z uwagi na swój kształt i trudność w separacji szklane kulki często trafiają

do odpadów, które nie mogą być wykorzystane do produkcji nowych opakowań. Z punktu widzenia recyklingu stosowanie zamknięć z kulką nie jest wskazane.

- **Zamknięcia wieloczęściowe** np. aluminiowe zamknięcia alkoholi z cienką obrączką. Po ich otwarciu i rozdzielaniu na opakowaniu szklanym pozostaje cienka obrączka, która jeśli zostanie oddzielona, najczęściej trafia do frakcji lekkiej odpadów wraz z tworzywami sztucznymi, powodując dalsze problemy przy ich zagospodarowaniu. Gdy pozostaje przy-mocowana do opakowania, z uwagi na mały rozmiar, może trafić do oczyszczonego surowca szklanego, wpływając na ocenę jakościową. Nierzadko jedna aluminiowa obrączka może spowodować odrzucenie partii kilkudziesięciu ton surowca. Sugerujemy unikanie zamknięć wieloczęściowych.

Kolorystyka opakowań a recykling

Typowe ze stosowanych kolorów opakowań szklanych produkowanych powszechnie w Polsce nie zaburzają recyklingu. Są to: bezbarwne, brązowe (oranżowe) i zielone, oraz ich odcienie. Inne kolory szkła mogą być problematyczne, gdyby miały pojawić się na rynku w znaczących ilościach – np. szkło niebieskie lub o intensywnej kolorystyce – np. mleczne czy bardzo ciemne. Należy podkreślić też, że butelki ceramiczne nie mogą być poddawane recyklingowi wraz ze szkłem, a ich strumień w stłuczce szklanej stanowi niemały problem w recyklingu.

Czasami firmy sektora spożywczego zamawiają opakowania będące szklankami lub kubkami.

Cześć hut szkła opakowaniowego jest w stanie je produkować i wtedy co do zasady są one równie przydatne do recyklingu, co opakowania standardowe. W przypadku gdyby firma chciała zamówić je w hucie szkła produkującej nie słoje i butelki, tylko np. szklanki i kieliszki, warto sprawdzić czy będą one przydatne do recyklingu. Znacząca część tzw. szkła gospodarczego, czy inaczej stołowego, jest produkowana z szkła sodowo-wapniowego. Pod względem składu chemicznego jest ono bardzo zbliżone do typowych słoików i butelek. Jeśli przedmioty te są bezbarwne, nie są hartowane lub specjalnie dekorowane, powinny być zdadne do recyklingu. O ile takie specjalne i z reguły droższe opakowania mają być przydatne do recyklingu, trzeba sprawdzić czy będą wykonane ze szkła sodowo-wapniowego (a nie np. szkła boro – krzemowego).

PAPIER I TEKSTURA



Autor: **Michał Gawrych,**

ekspert w dziedzinie recyklingu papieru, obecnie zarządzający Siecią Zakładów Odzysku Surowców Wtórnych Stora Enso w Polsce.

Opakowania papierowe mogą przybierać wiele form. Mogą to być torebki, worki (jedno- lub wielowarstwowe), pudełka (z tektur litych lub falistych), tuby, owinięcia itp. Ich wspólnymi cechami są: stosunkowo niewielka waga, możliwość produkcji i pakowania maszynowego, możliwość łatwego naniesienia informacji (np. nadruku), konkurencyjna cena i, co staje się coraz bardziej istotne, przydatność do recyklingu. W tym materiale rozwinięte będą zagadnienia dotyczące wpływu opakowań papierowych na środowisko naturalne, a w szczególności przydatności tych opakowań do recyklingu.

To, czy dane opakowanie posiada walory „eko” decyduje nie tylko materiał, z którego powstanie opakowanie (jego rodzaj i ilość), ale także odpad jaki powstanie podczas produkcji, energochłonność samego procesu produkcji,

pakowania oraz procesów logistycznych (transport, magazynowanie), a także w jakim stopniu opakowanie wypełnia swoją funkcję ochrony zawartości przed utratą własności (zniszczeniem, wpływem wilgoci, powietrza itp.).

W Europie¹⁰ rocznie zbiera się około 56,4 mln ton¹¹ makulatury co odpowiada 72,5% odzysku zużywanego papieru. Tymczasem europejskie roczne zużycie makulatury do produkcji papieru to 47,8 mln ton. Różnica, czyli 8,6 mln ton jest eksportowana poza Europę (najwięcej do Azji). Oznacza to, że mamy w Europie dostateczne ilości makulatury, aby produkować z niej więcej papieru makulaturowego i tym samym mniej sięgać po surowiec pierwotny.

W Polsce zbieramy rocznie ok 2,3 mln ton¹² makulatury, i możemy pochwalić się odzyskiem na poziomie

43,5%, co – w porównaniu z najlepszymi krajami (powyżej 80%), a nawet z przytoczoną wyżej średnią europejską – nie jest powodem do dumy. Niemniej jednak Polska również jest netto eksporterem makulatury (ok 230 tys. ton/rok), co wskazuje, że mamy jeszcze potencjał do produkcji i używania papierów opartych na tym surowcu.

Proces recyklingu papieru polega na przygotowaniu włókien celulozowych zawartych w wyrobach papierniczych do ponownego wykorzystania, w celu wyprodukowania kolejnych, pełnowartościowych wyrobów. W tym celu stosuje się wielostopniowe procesy oddzielania włókien celulozowych od innych materiałów (które mogą występować w połączeniu z papierem), a następnie od zanieczyszczeń i substancji niepożądanych.

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

Makulatura może stanowić nawet do 100% surowca potrzebnego do wyprodukowania nowych, pełnowartościowych produktów. Przykładem są różnego rodzaju papiery opakowaniowe (np. przeznaczone do produkcji tektury falistej), tektury lite lub papiery gazetowe.

Ilość

Im więcej materiału potrzebne jest aby wyprodukować opakowanie posiadające wymagane własności użytkowe, tym większe jest obciążenie dla środowiska naturalnego.

Więcej materiału to:

- więcej wyciętych drzew
- więcej odpadu z procesu produkcji i pakowania
- więcej paliwa zużytego w procesach transportu
- więcej CO₂ wyemitowanego do atmosfery.

Dlatego też dobierając materiały do wyprodukowania opakowania należy bardzo uważnie dobierać gramaturę papieru lub tektury, która – w połączeniu ze składem surowcowym i konstrukcją – stanowi o wytrzymałości opakowania.

Oprócz ilości materiału o wytrzymałości opakowania stanowią:

- rodzaj użytego papieru
 - z włókien pierwotnych czy wtórnych
 - gramatura
 - bielony czy też nie
- konstrukcja opakowania
 - wytrzymałość opakowania papierowego w znacznym stopniu zależy od kształtu
- sposób produkcji/formowania opakowania i proces pakowania

TYPOWE PROCESY WYSTĘPUJĄCE W PROCESIE RECYKLINGU TO:

- Jeszcze przed trafieniem do instalacji papierniczej może wystąpić sortowanie: mechaniczne oddzielenie suchych frakcji makulatury od innych surowców lub rozdzielanie od siebie różnych typów makulatur, np. niebielonych od bielonych
- Rozwłóknianie: roztworzenie makulatury w wodzie do postaci masy makulaturowej połączone z oddzieleniem największych zanieczyszczeń

- Oczyszczanie (sortowniki, piaseczniki, hydrocyklony, wirówki poziome) z różnego typu drobniejszych zanieczyszczeń z tworzyw sztucznych, minerałów oraz metali
- Frakcjonowanie: oddzielenie włókien celulozowych o różnej długości tak, żeby można było optymalnie wykorzystać je do produkcji papieru
- Niektóre frakcje mogą być dodatkowo dyspergowane (ujednolicane poprzez

- rodzaj mielenia w celu rozpuszczenia najdrobniejszych, nie usuniętych mechanicznie drobin zanieczyszczeń)
- Do wybranych rodzajów produktów (i makulatur) może być stosowany proces wybielania włókien
- Ostatnim etapem jest wykorzystanie tak przygotowanej masy makulaturowej do produkcji papieru.

- czy opakowanie będzie narażone na zginanie lub zagniecenie
- czy pakowanie będzie ręczne czy maszynowe
- warunki magazynowania i transportowania do jakich opakowanie jest przeznaczone
 - przewidywana wysokość składowania
 - warunki atmosferyczne (wilgotność, temperatura) i ich zmienność
 - jednostkowe czy zbiorcze.

Ilość zużytego materiału decyduje zatem o wpływie opakowania na środowisko naturalne. Jasne wydaje się zatem, że tzw. „overpacking”, czyli nadmierne opakowanie, które może być skutkiem wadliwego zaprojektowania samego opakowania, jest zjawiskiem negatywnym. Pytanie zatem brzmi, czy mniej zużytego materiału to zawsze „lepiej” dla środowiska?

Oczywiście tak... pod warunkiem, że opakowanie nadal spełnia wszystkie wymagania zapewniające właściwą ochronę produktu na każdym etapie pakowania i dystrybucji. Jeśli na skutek użycia zbyt niskiej gramatury papieru worki papierowe będą pękać podczas napełniania, albo w efekcie użycia zbyt słabej receptury tektury falistej, pudła zgniotą się podczas składowania, dopuszczając do zniszczenia ich zawartości (zwykle wielokrotnie prze-

Gilzy i kątowniki klejone w masie przy użyciu różnego rodzaju żywic – nie nadają się do recyklingu.

wyższającej wartością samo opakowanie), korzyść dla środowiska płynąca z ograniczenia ilości zużytego surowca może być z nawiązką „skonsumowana” przez powstałe w ten sposób straty.

Poszukiwanie optimum w tym zakresie to wyzwanie i ważne zadanie dla projektującego opakowanie.

Rodzaj materiału

Do produkcji opakowań papierowych używa się papieru, innych niż papier materiałów (np. tworzyw sztucznych, metali) oraz różnego rodzaju kompozytów łączących papier z innymi materiałami, jak też klejów, farb, zszywek, nici itp. Potrzeba używania innych niż papier materiałów wynika z chęci nadania opakowaniom pożądanych własności użytkowych zapewniających:

- ochronę pakowanego produktu (np. opakowania do mleka z wielowarstwowego laminatu papieru, polietylenu i aluminium),

- właściwości logistycznych (np. druciki mocujące produkt do opakowania, plastikowe haczyki do ekspozycji opakowań w sklepie),
- funkcji komunikacyjnych (okienka plastikowe, powierzchnie umożliwiające wysokiej jakości nadruki).

Każde zastosowanie innych niż papier materiałów ma negatywny wpływ na proces ich odzysku. Projektant powinien brać pod uwagę, że te pomocnicze elementy opakowań mają także zostać poddane recyklingowi.

Inne niż papier materiały używane do produkcji opakowań papierowych można podzielić na dwie kategorie:

- **niepożądane** (t.j. takie, które utrudniają recykling papieru ale branża papiernicza znalazła sposoby skutecznego radzenia sobie z nimi)
- **zabronione** (z perspektywy procesu recyklingu papieru, t.j. papiernicy nie potrafią skutecznie poradzić sobie z odzyskiem papieru połączanego z takimi materiałami).

Do kategorii materiałów zabronionych zaliczają się przede wszystkim takie, które mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie lub bezpieczeństwo ludzi lub są groźne dla środowiska naturalnego. Są to wszelkiego rodzaju substancje toksyczne, bitumiczne ale również organiczne. Projektując

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

opakowanie do konkretnych zastosowań np. do żywności lub wykorzystania w branży medycznej należy pamiętać, że opakowania, które miały bezpośredni kontakt z odpadami medycznymi, zużytymi środkami higieny osobistej albo substancjami organicznymi (np. spożywczymi), całkowicie nie nadają się do recyklingu.

Z praktycznego punktu widzenia za materiały zabronione branża papiernicza uważa również takie, które głęboko wnikają w strukturę papieru i nie dają się usunąć w standardowym procesie recyklingu (rozwłókniania, przygotowania masy papierniczej i produkcji papieru). Są to na przykład bituminy (papiery bitumowane stosuje się do zapewnienia odporności na wilgoć w budownictwie), papiery parafinowane (zapewniające barierę dla migracji wody, tłuszczów i smarów), papiery gumowane, natłuszczane, tapety, mapy i okleiny meblowe.

Innymi materiałami, zaliczanymi do kategorii niepożądanych (przemysł papierniczy nauczył się je usuwać w skuteczny sposób) są:

- ▶ metale
- ▶ tworzywa sztuczne
- ▶ szkło
- ▶ materiały włókiennicze
- ▶ drewno

- ▶ piasek i materiały budowlane
- ▶ kompozyty
- ▶ materiały szkodliwe dla procesu technologicznego.

Szczegółowo o wymaganiach dla makulatury, w tym o rodzajach zanieczyszczeń traktuje europejska norma EN 643.

Użycie każdego z wymienionych wyżej materiałów niepożądanych zmniejsza przydatność opakowania do recyklingu. Dlatego też, przewidując zastosowanie innych niż papier materiałów warto mieć na uwadze potrzebę ich minimalizacji oraz zaprojektowanie opakowania w taki sposób, aby możliwe było jak najłatwiejsze rozdzielanie materiałów papierniczych i nie papierniczych na etapie rozpakowania produktu lub przed wrzuceniem zużytego opakowania przez konsumenta do odpowiedniego pojemnika do selektywnej zbiórki. Warto rozważyć umieszczenie na opakowaniu informacji/instrukcji rozdzielania poszczególnych części

Papier wyprodukowany z **włókien wtórnych** w większości przypadków nie powinien być stosowany do produkcji opakowań przeznaczanych do bezpośredniego kontaktu z żywnością.

opakowania tak, żeby zwiększyć szanse na prawidłowe selektywne odzyskanie różnych materiałów. Zadbanie o to, aby opakowanie po wykorzystaniu dało się wygodnie złożyć lub podzielić, z pewnością byłoby również zachętą do prawidłowego ich sortowania.

Zamknięcia

Również zaprojektowany sposób zamknięcia opakowania ma znaczenie. Opakowanie wyposażone w rodzaj zamka wykonanego z papieru (np. pudełko z tektury) jest przyjazniejsze dla środowiska od opakowania, które do zamknięcia wymaga innych materiałów (np. taśm plastikowych).

W przypadku, kiedy elementy niepapierowe nie zostaną rozdzielone na etapie pokonsumenckim prawdopodobieństwo ich odzysku znacząco maleje. Późniejsze procesy przygotowania do recyklingu (np. sortowania) i samego recyklingu, umożliwiając odzyskanie zaledwie części tych materiałów (jeśli trafią one do niebieskiego pojemnika wraz z opakowaniem papierowym). Tylko niektóre z materiałów odzyskanych na tym etapie trafić mogą do recyklingu (np. metale). Pozostałe będą w najlepszym razie poddane spalaniu i odzyskowi energetycznemu (plastiki, drewno), a w najgorszym trafią na składowiska (np. minerały).

Rodzaj papieru

Z punktu widzenia przydatności do recyklingu możemy posłużyć się uproszczoną kategoryzacją rodzajów papieru sprowadzającą się do podziału papierów ze względu na ich bezpośrednie pochodzenie (pierwotne/wtórne) oraz kolor (a właściwie sposób nadania papierowi koloru): naturalne/bielone/barwione „w masie”.

Papiery wytwarzane z włókien pierwotnych lub wtórnych dobrze nadają się do powtórnego wykorzystania. Włókno celulozowe, z którego wykonany jest papier może być odzyskiwane i wykorzystywane do powtórnej produkcji papieru wielokrotnie (teoretycznie mówi się o ok. 5-7 razach). Po jakimś czasie jednak traci ono swoje własności „papierotwórcze”, staje się mniej elastyczne (rogowacieje), podlega kruszeniu i skracaniu, aż ostatecznie przy kolejnym powrocie do układu maszyny papierniczej jest zbyt małe i zbyt mało elastyczne by pozostać w produkowanym papierze. Wówczas, wraz z wodą używaną do produkcji, trafia do oczyszczalni, gdzie wraz z innymi drobnymi zanieczyszczeniami jest oddzielane, osuszane i przekazywane do spalarni w celu odzyskania energii.

O przydatności papieru do recyklingu, jak wspomniano wyżej, decyduje również sposób, w jaki nadano papierowi jego barwę.

1. Papier w kolorze naturalnym

Papier wykonany z naturalnych włókien pierwotnych jeśli nie jest poddany żadnym dodatkowym zabiegom zmierzającym do nadania mu innego koloru, ma barwę jasno-brązową (używa się określenia „kolor naturalny”). Taki papier jest najbardziej pożądanym surowcem do produkcji kolejnych papierów opakowaniowych. Tutaj warto zaznaczyć, że z perspektywy produkcji papierów drukowych (np. gazetowych) jest on niepożądanym zanieczyszczeniem przeszkadzającym w procesie odbarwiania, które jest koniecznym etapem produkcji bielonych papierów przeznaczonych do druku.

2. Papier bielony

Z kolei papiery bielone przedstawiają mniejszą wartość jako surowiec do produkcji papieru opakowaniowego. Wynika to z faktu, że do ich produkcji używa się surowców (włókien) przygotowanych w taki sposób aby zapewnić równomierność wizualną, wymagany poziom jasności oraz jednolity, biały kolor, a nie wysokie parametry wytrzymałościowe. W tym celu włókna poddaje się procesom bielenia, które obniżają jego wytrzymałość. Ponadto niektóre papiery drukowe pokrywane są w procesie produkcji substancjami poprawiającymi wygląd i połysk papieru (np. gliną kaolinową), które wprawdzie bardzo nie szkodzą, ale są zupełnie

Do recyklingu w instalacjach papierniczych nie nadają się **wytłaczanki na jajka**.

nieprzydatne jako składnik papieru opakowaniowego.

Jak widać obydwie powyższe kategorie nadają się do recyklingu. Zwraca jednak uwagę fakt, że każda z nich nadaje się lepiej do INNEGO rodzaju zastosowania. Trzeba to mieć na uwadze projektując opakowania z wykorzystaniem połączenia tych dwóch rodzajów papierów. Wówczas zużyte opakowanie trafi tylko do jednego procesu (najprawdopodobniej do produkcji papieru opakowaniowego) jako surowiec o obniżonej przydatności.

3. Papier barwiony w masie

Trzecią kategorią papierów są tzw. papiery „barwione w masie”. Pożyczony kolor takiego papieru uzyskuje się poprzez dodanie barwnika do masy papierniczej jeszcze w procesie produkcji papieru na maszynie papierniczej. W efekcie uzyskuje się papier zabarwiony nie tylko na powierzchni, ale w całej swojej objętości. Zastosowanie takiego papieru do produkcji opakowań może dać niezwykle efektowne rezultaty. Łatwo sobie jednak wyobrazić jaki wpływ na pro-

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

dukację niebarwionego papieru opakowaniowego może mieć użycie domieszki papieru barwionego „w masie”. Barwnik, którego nie można w żaden sposób oddzielić przed podaniem makulatury do produkcji, przeniknie do wody używanej w procesie i równomiernie przeniesie się na całą pozostałą masę makulaturową skutecznie zanieczyszczając cały wyrób papierniczy.

Takie papiery są w zasadzie bezużyteczne dla branży papierniczej i większość papierni traktuje je jako zanieczyszczenie zabronione. Trwałe połączenie takiego papieru z innymi papierami eliminuje z potencjalnego recyklingu cały produkt.

Każdy z wyżej wymienionych rodzajów (kolorów) papieru może być wykorzystany jako podłoże do nadruku. Żaden nadruk nie podnosi wartości makulatury jako surowca do recyklingu. Dobór technologii oraz rodzaju wykorzystywanych tuszy lub lakierów to szerokie zagadnienie. Należy jednak pamiętać, że w tej materii również istnieje szereg rozwiązań zarówno przyjaznych dla środowiska i zdrowia, jak i potencjalnie groźnych dla życia ludzkiego.

Etykiety

W celu przekazania informacji Klientowi lub/i zapewnienia identyfikacji produktu w łańcuchu logistycznym oprócz

nadruków stosowane są również różnego rodzaju etykiety. Etykieta, aby mogła spełnić swoje zadanie musi być odporna na czynniki zewnętrzne, stąd często wykonywana jest z materiałów zapewniających jej zwiększoną trwałość i odporność na kontakt z wodą. Ponieważ w procesie recyklingu włókno papiernicze odzyskiwane jest właśnie poprzez roztworzenie makulatury w wodzie, etykiety często nie zostają rozwłóknione i podążają ścieżką innych zanieczyszczeń końcowo do spalarni. Również klej używany do przymocowania etykiet do opakowania stanowić może mniejsze lub większe (w zależności od rodzaju) utrudnienie w recyklingu.

W tym miejscu warto również wspomnieć o papierach powlekanych. W celu nadania papierom (i produkowanym z nich opakowaniom) różnego rodzaju własności (takich jak bariery dla migracji różnych czynników, czy też względy estetyczne) stosuje się różnego rodzaju powłoki. Najczęściej stosowane są pokrycia polietylenem, polipropylenem, aluminium lub ich różne kombinacje. W niektórych opakowaniach do napojów może być 7 i więcej różnych warstw.

Recykling takich papierów wymaga specjalistycznych instalacji i może pozwolić na odzyskanie zarówno włókien celulozowych jak i cenniejszych materiałów (np. aluminium). Tworzywa sztuczne (PE, PP) w najlepszym razie używane

Utrudnieniem w recyklingu jest stosowanie **taśmy klejącej** z tworzywa, a także klejów nierozpuszczalnych w wodzie.

są do spalania w celu odzysku energetycznego. Jednak ogromna większość instalacji recyklingowych (papierni) nie jest w stanie w ogóle używać takich papierów, bądź też może używać ich w bardzo niewielkim procencie swojego wsadu surowcowego, przy czym recyklingowi poddawane są wyłącznie włókna celulozowe, a pozostałe składniki są spalane bądź przekazywane na składowiska, a w najlepszym razie wysyłane do specjalistycznych instalacji w celu odzysku aluminium i energii.

Nie wszystko papier co ... wygląda jak papier. W praktyce projektowania opakowań spotyka się wyroby, które właściwościami, w tym wyglądem, przypominają papier, ale papierem nie są. Mogą to być np. „papiery” polimerowe, tekstylne lub mineralne (z kamienia). Produkty te nie mogą podlegać procesom recyklingu w instalacjach papierniczych.

10 Kraje zrzeszone w CEPI: www.cepi.org
11 CEPI 2016
12 Stowarzyszenie Papierników Polskich, 2015

TWORZYWA SZTUCZNE

Autorki: **Dorota Czarnecka-Komorowska**,
dr hab. inż., Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Materiałów, Zakład Tworzyw Sztucznych

Karolina Wiszumirska,
dr inż., Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Towaroznawstwa, Katedra Towaroznawstwa i Ekologii Produktów Przemysłowych



W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost zużycia tworzyw sztucznych do produkcji opakowań¹³. Według danych Plastics Europe z 2015 r. w państwach UE ok. 39,9% (z 49 mln ton) odpadów pochodziło z opakowań. Opakowania charakteryzują się krótkim cyklem życia na rynku i szybko stają się odpadem. Duża różnorodność materiałowa spotykana w opakowaniach produktów konsumpcyjnych powoduje, że powstające odpady opakowaniowe stają się problematyczne na etapie recyklingu lub końcowego zagospodarowania. Zarówno opakowania jedno-, jak i wielomateriałowe stanowią wyzwanie dla istniejących systemów odzysku i recyklingu. Idea projektowania opakowań zorientowanego na recykling lub ponowne wykorzystanie

nadal nie jest standardem rynkowym, a opakowanie oceniane jest przede wszystkim przez pryzmat funkcji ochronnej wobec zapakowanego produktu. Niestety brakuje także dobrych praktyk w tym zakresie czy wprost ustawodawstwa europejskiego.

Do produkcji opakowań stosownych jest kilka rodzajów tworzyw sztucznych, a do najważniejszych z nich zaliczamy:

- **PE-HD (polietylen wysokiej gęstości)** – przykład: butelki, zakrętki do butelek PET,
- **PE-LD (polietylen o małej gęstości)** – przykład: woreczki i torby foliowe, opakowania do lekarstw,
- **PE-LLD (polietylen liniowy małej gęstości)** – przykład: folia stretch,

- **PP (polipropylen)** – przykład: pudełka, folie, etykiety,
- **PET (poli (tereftalan etylenu))** – przykład: butelki do napojów, tuby, blistry, jednorazowe tacki,
- **PS (polistyren)** – przykład: kubki do napojów, kubki do jogurtu, margaryn, kubki i pudełka termoizolacyjne (EPS-polistyren ekspandowany),
- **PVC (poli (chlorek winylu))** – przykład: opakowania cienkościennie, tacki, folie, butelki do kosmetyków i szampnów, woreczki do płynów infuzyjnych.

Największą grupę materiałów polimerowych stosowanych do produkcji opakowań stanowią poliolefiny. Poliolefiny to polimery termoplastyczne wytworzone przez polimeryza-

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

cję olefin¹⁴ (tj. organicznych związków chemicznych z grupy węglowodorów nienasyconych, w których występuje jedno lub więcej podwójnych wiązań chemicznych między atomami węgla). Do grupy poliolefin należą polipropylen (PP) o gęstości 0,89-0,90 g/cm³ i polietylen (PE), występujący jako polietylen niskiej gęstości (LDPE), liniowy niskiej gęstości (LLDPE), polietylen wysokiej gęstości (HDPE) oraz kopolimery etylenowo-polipropylenowe. Polietylen możemy podzielić w zależności od jego gęstości: 0,910-0,940 g/cm³ dla LDPE; 0,915-0,94 g/cm³ dla LLDPE i 0,941-0,97 g/cm³ dla HDPE¹⁵ oraz budowy makrocząsteczki na HDPE-liniowe, nie-liczne krótkie łańcuchy boczne; LDPE: na długich łańcuchów po rozgałęzione grupy boczne; LLDPE-liniowe, liczne krótkie łańcuchy boczne¹⁶. Stopień i rodzaj rozgałęzienia wpływają na właściwości tworzyw (zdolność do krystalizacji, twardość).

Poliolefiny stanowią bardzo ważną przemysłowo grupę polimerów. Produkcja polietylenu, polipropylenu stanowi ok. 80% masy wszystkich produkowanych polimerów syntetycznych. Polimery te posiadają bardzo dobre cechy użytkowe, tj. wysoką odporność chemiczną, są bezzapachowe i obojętne fizjologicznie¹⁷.

Monomery do produkcji poliolefin wytwarzane są z ropy naftowej lub gazu ziemnego. Po reakcji polimeryzacji (w procesie wysokociśnieniowym, bądź w obecności katalizatorów) otrzy-

muje się tworzywo termoplastyczne, które można formować metodą wytłaczania, wtryskiwania, wytłaczania z rozdmuchiwaniem, prasowania, termoformowania lub innymi.

Opakowania z regranulatów

Opakowania możemy również wytwarzać z tworzyw wtórnych zwanych regranulatami (z ang. *recycled polymer*), np. poli(tereftalan etylenu) – rPET, gdzie r – oznacza regranulat. Duże możliwości stosowania regranulatów zapewniają współczesne technologie wytwarzania, np. wtryskiwania z rozdmuchem, wtryskiwania wielokomponentowego lub współwytłaczania do produkcji opakowań wielowarstwowych, gdzie środkową warstwę może stanowić surowiec wtórny.

Stosowanie regranulatów nie wyklucza także dopuszczenia opakowań do kontaktu z żywnością, jednakże muszą one spełniać określone normy dotyczące bezpieczeństwa w kontakcie z żywnością w zakresie braku wzajemnego oddziaływania między materiałem opakowaniowym a żywnością, obojętności sensorycznej oraz testów migracji globalnej i specyficznej. Szczegółowe wymagania określa Rozporządzenie Komisji (WE) nr 282/2008 z dnia 27 marca 2008 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu przeznaczonych do kontaktu z żywnością oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2023/2006.

Materiał z recyklingu jako cenny surowiec do produkcji nowych opakowań powinien wykazywać:

- podatność do recyklingu materiału; preferowane są tworzywa z grupy termoplastów, które są podatne do wielokrotnego przetwarzania na drodze recyklingu materiałowego,
- bezpieczeństwo materiału w kontekście recyklingu (surowiec spełniający wymagania jakościowe i technologiczne np. czystość i lepkość istotna),
- opłacalność recyklingu odpadów opakowaniowych (niższa cena regranulatu/recyklatu w stosunku do materiału pierwotnego, możliwość wytwarzania mieszanin z udziałem recyklatów, dostępność surowca odpadowego),
- dostępność systemów zbiórki odpadów na danym obszarze,
- dostępność technologii recyklingu i odzysku w danym regionie.

Ekoprojektowanie opakowań w praktyce

Z punktu widzenia logistyki opakowanie powinno być efektywne ekonomicznie, tzn. spełniać wszystkie funkcje opakowań przy minimalnym koszcie jego wytworzenia oraz wydajności i efektywności wszystkich trzech poziomów opakowania.

Opakowanie efektywne ekonomicznie powinno:

- być łatwe i bezpieczne do napełniania/przenoszenia/stosowania,
- odpowiadać produktowi i maszynom pakującym,
- zwiększać wydajność linii pakującej i ograniczać ilość powstających odpadów oraz koszty ich unieszkodliwiania,
- oszczędzać środki finansowe i zasoby surowców.

Proces recyklingu może być realizowany, jeśli jest ekonomicznie uzasadniony, tzn. odzyskiwana jest odpowiednia ilość materiału opakowaniowego (w procentach masowych), który nosi znamiona surowca do ponownego przetworzenia. Analiza recyklingu materiałów opakowaniowych zawiera zatem oddziaływanie procesu recyklingu na środowisko, opłacalność sortowania i przygotowania odpadów do dalszych etapów przeróbki, zapotrzebowanie rynku na regranulaty danego rodzaju i o odpowiedniej czystości.

Ekoprojektowanie to:

- projektowanie poprzez zmniejszanie wielkości opakowania (optymalizacja kształtu oraz wymiarów), np. zastąpienie sztywnego pudełka elastyczną saszetką,
- projektowanie opakowania poprzez udoskonalenie procesu wytwarzania, np. poprzez optymalizację procesu wytłaczania z rozdmuchem można obniżyć grubość ścianki butelki i masę opakowania jednostkowego,
- projektowanie z uwzględnieniem wielokrotnego wykorzystania opakowania przez konsumenta (Re-use) lub przystosowanie opakowania do funkcjonowania w systemie opakowań zwrotnych,
- projektowanie pod kątem recyklingu i kompostowania, kompostowaniu

Tworzywa polimerowe najczęściej wytwarzane są z surowców nieodnawialnych, petrochemicznych i uzyskiwane są tworzywa niebiodegradowalne, choć można już dziś wyprodukować także tworzywa biodegradowalne, takie jak PCL. Innym surowcem do produkcji mogą być surowce odnawialne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, tu znów możemy uzyskać polimery

poddawane mogą być materiały polimerowe, najczęściej wytwarzane ze źródeł odnawialnych, zdatne do biodegradacji w przydomowym kompostowniku, w warunkach kompostowania przemysłowego,

- projektowanie opakowań z regranulatów, które z reguły są tańsze niż tworzywo pierwotne, z punktu widzenia technologii regranulaty zwykle mają właściwości podobne do tworzywa pierwotnego. Pozwala na obniżenie zużycia tworzyw pierwotnych,
- wykorzystanie materiałów pochodzących ze źródeł odnawialnych, tzw. biotworzywa, „zielone polimery”, np. bio-PET, bio-PE oraz tworzyw biodegradowalnych pochodzących z surowców odnawialnych, np. PLA, PHA, materiały celulozowe, skrobiowe, chitozanowe itp.

biodegradowalne (np. PLA, PHA) oraz tworzywa niebiodegradowalne. Tworzywa sztuczne otrzymane z monomerów pochodzenia biologicznego (odnawialnych) są pod względem chemicznym identyczne z opartymi na ropie naftowej i z tego powodu mogą być łącznie poddawane recyklingowi (np. zielony polietylen, polipropylen, poliamid oraz polichlorek winylu).

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

Tworzywa degradujące

Termin degradacja oznacza niszczący wpływ różnych czynników na tworzywa polimerowe. Ulegające degradacji, biodegradacji i kompostowaniu tworzywa sztuczne wymagają odpowiedniego systemu zbiórki odpadów, ale przede wszystkim wymagającej infrastruktury, zapewniającej ich sortowanie, identyfikację i przetwarzanie. I na tym etapie dochodzić może do zanieczyszczenia strumienia odpadów, przez co uzyskiwany materiał wtórny może posiadać niestabilne właściwości w trakcie przetwarzania i użytkowania. Przykładem mogą być biodegradowalne butelki do wody z PLA (poli (kwas mlekowy)), które mogą mieć wpływ na przezroczystość recyklatu. Podobne kontrowersje istnieją wokół opakowań oksy-degradowalnych. Są to materiały opakowaniowe wytwarzane z tradycyjnych poliolefin (np. PE, PP), do których dodawane są specjalne dodatki, tzw. prodegradanty (w ilości ok. 1-5% wagowych). Prodegradanty, czyli promotory rozkładu, takie jak jony metali przejściowych (Co, Mn, Fe) czy kompleksy metali przyspieszają procesy degradacji inicjowanej czynnikami środowiskowymi, takimi jak temperatura, promieniowanie UV czy czynniki mechaniczne. W efekcie oksodegradacji poliolefin powstają kwasy, aldehydy i ketony, co wg niektórych autorów stwarza podatność na atak mikroorganizmów, a więc do biodegradacji. Przeciwnicy tego rodzaju modyfikowanych poliolefin wskazują, że te materiały nie są zgodne z wymaganiami normy EN 13432:2000

Etapy do przeprowadzenia procesu produkcyjnego folii polietylenowej z regranulatu:

- dostarczenie surowca (folii) z odpadów poużytkowych,
- cięcie folii przy użyciu gilotyny,
- rozdrabnianie folii na młynach,
- przesiewanie uzyskanych surowców,
- separowanie metali żelaznych i/lub nieżelaznych, etykiet z przemiału,
- sortowanie tworzyw sztucznych techniką spektroskopową,
- rozdrabnianie tworzyw na drobniejsze frakcje, np. około Φ 150 mm,
- mycie surowca w wannie flotacyjnej,
- suszenie surowca w postaci płatków w suszarkach lub wirówkach,
- wytwarzanie regranulatu PE na linii wyciągowej, z odpowiednią konstrukcją głowicy granulującej i systemem filtracji zanieczyszczeń,
- wyciąganie folii z regranulatu rPE.

„Opakowania – Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez kompostowanie i biodegradację – Program badań i kryteria oceny do ostatecznej akceptacji opakowań”. Materiały tego rodzaju są jedynie oksyfragmentowalne, tzn. rozpadają się na drobne elementy lub proszek akumulując się w środowisku, ponieważ nie są asymilowane przez mikroorganizmy. Rzeczywisty proces rozpadu tych opakowań jest dłuższy niż opakowań uznanych za kompostowalne, których biorozkład powinien nastąpić w ciągu sześciu miesięcy.

Zatem poliolefiny oksybiodegradowalne trafiając do strumienia poliolefin są nośnikiem prodegradantów, które mogą obniżyć jakość i odporność na degradację wytwarzanych recyklatów. Należy pamiętać, że opakowania nie powinny hamować ani negatywnie wpływać na proces przetwarzania odpadów, a w przypadku krzyżowania strumieni odpadów może dochodzić do tego rodzaju zjawisk.

Recykling materiałowy opakowań z tworzyw sztucznych

Do najważniejszych aktów prawnych ustanowionych przez Unię Europejską w sprawie postępowania z odpadami opakowaniowymi należy wymienić dyrektywę o opakowaniach

i odpadach opakowaniowych, ang. Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste (P&PW)¹⁸. W dyrektywie o odpadach opakowaniowych [94/62/EC] określono zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zasady zapobiegania powstawaniu odpadów lub ograniczania ilości odpadów i ich negatywnego oddziaływania na środowisko, a także odzysku lub unieszkodliwiania odpadów.

Przetwarzanie tworzyw sztucznych na drodze recyklingu mechanicznego ma na celu wytwarzanie wyrobów z materiałów wtórnych zwanych recyklatami lub regranulatami o ściśle zdefiniowanych i powtarzalnych właściwościach porównywalnych z polimerem pierwotnych. Stosowanie technologii opartej na powtórным wykorzystaniu tworzyw sztucznych, jak również innych materiałów, pozwolą nie tylko ograniczyć ilość odpadów, ale także zaoszczędzić surowce naturalne i energię potrzebną do ich wytworzenia. Z punktu widzenia ochrony środowiska, ale także ze względów ekonomicznych odpady z tworzyw sztucznych należy postrzegać jako potencjalnie wartościowy materiał wtórny do wytwarzania nowych wyrobów lub dodawany jako surowiec uzupełniający do tworzyw pierwotnych.

Należy również pamiętać, że przetwórstwo recyklatów, ze względu na ich niższe parametry technologiczne jest

na ogół trudniejsze niż surowców pierwotnych, gorsze niektóre cechy technologiczne prowadzą czasami do obniżenia wskaźników użytkowych i jakościowych produkowanych z tych surowców wyrobów. Powoduje także większe zużycie eksploatacyjne maszyn do przetwórstwa typu wtryskarki lub wyciarki.

Wybór odpowiedniej techniki recyklingu zależy od jakości surowca, głównie od jego czystości wynikającej z zawartości piasku, ziemi, metali, zanieczyszczeń organicznych. Odpady wymagają odpowiedniego przygotowania poprzez segregację, rozdrobnienie i mycie. Mycie tworzyw sztucznych to proces polegający na oczyszczaniu surowców z zanieczyszczeń za pomocą różnych środków. Procesom mycia poddawane są folie ogrodnicze i wielowarstwowe, butelki, torby na zakupy i inne wyroby. Do najczęstszych zabrudzeń tworzyw należą papier, który powoduje wykwit i pęcherze na wyrobach cienkościennych. Zanieczyszczenia metaliczne tworzyw mogą spowodować uszkodzenie elementów maszyn przetwórczych oraz przyspieszają procesy utleniania polimerów. Obecność wody w tworzywach sztucznych powoduje degradację hydrolityczną poli (teftalanu etyleny) i poliamidu oraz pogarsza wygląd powierzchni wyrobów polimerowych. Odpady z tworzyw sztucznych bardzo często są silnie zanieczyszczone ziemią, olejami,

mlekiem lub nawozami sztucznymi czy też antypirenami i hydrotlenkami. Te ostatnie inicjują reakcje degradacji termicznej i fotokosydacyjnej, co wpływa na obniżenie właściwości wytrzymałościowych tworzyw¹⁹.

Utrudnienia w recyklingu

Recykling opakowań może zaburzać brak surowca, jakość wyselekcjonowanych odpadów, jak również ich struktura materiałowa. Problem stanowią opakowania wielomateriałowe, ale także opakowania barierowe. Barierowość opakowań wobec gazów i pary wodnej jest parametrem krytycznym dla zachowania wysokiej jakości zapakowanej żywności, kosmetyków czy środków chemicznych, dlatego stosuje się różne metody ograniczenia przenikania przez ścianki opakowania. Podstawowymi metodami są:

➤ **metalizacja próżniowa aluminium** – najczęściej metalizowaniu poddawane są giętkie i cienkie folie opakowaniowe, metalizacja próżniowa pierwotnie była stosowana w celach dekoracyjnych, ale obecnie jest sposobem modyfikacji elastycznych opakowań w celu zwiększenia ich właściwości barierowych w stosunku do gazów i wilgoci, wytrzymałości cieplnej, współczynnika odbicia światła oraz przewodności elektrycznej, metalizowane folie są także często warstwą w laminatach;

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

- **powłoki międzywarstwowe z PVDC, EVOH, SiO_x** – powłoki oparte na PVDC są tanie i stosowane do opakowań z PP czy PET; EVOH stosowany jest na warstwę środkową materiałów, otrzymywanych na drodze współwytłaczania;
- **współwytłaczanie** – otrzymuje się folie oparte na kopolimerach PVDC i poliolefin, które mogą być stosowane do pakowania mięsa i serów; PET/E/VAL/PET wykorzystuje się między innymi do produkcji butelek do sosów i majonezu, a materiał PET/E/VAL/EVA do pakowania mięsa w atmosferze modyfikowanej;
- **laminaty wielomateriałowe.**

Inną metodą zwiększania barierowości opakowań z tworzyw polimerowych jest wykorzystanie technologii wtryskiwania wielowarstwowego butelek i stoików z PET. Uzyskuje się opakowania o podwyższonej barierowości w stosunku do O₂ i CO₂, co jest szczególnie istotne w przypadku pakowania napojów gazowanych. W metodzie tej wykorzystuje się materiały barierowe oparte na alkoholu etylowinylowym (EVOH) oraz poliamidy i poliestry. W niektórych zastosowaniach, do poprawy barierowości PET w stosunku do promieniowania UV i poprawy właściwości przetwórczych, stosuje się poli (naftalenian etylenu) (PEN). W metodzie wtryskiwania wielowarstwowego zastosowane materiały nie są trwale spojone, co umożliwia ich łatwiejszy recykling. Po odcięciu szyjki z wielokomponentowej butelki PET i rozdrobnieniu

jej na płatki (ang. flakes), rozdział polimerów jest możliwy na przykład za pomocą metody flotacyjnej w wodzie.

W sektorze opakowań jednostkowych obserwuje się zwiększenie wykorzystania PET z recyklingu (RPET). Butelki zawierające 30% PET z recyklingu (PCR, ang. post consumer recycle) mogą być stosowane do pakowania kosmetyków (oliwki dla dzieci, żele pod prysznic, szampony). Stosowanie większej ilości PCRPET może powodować spadek przezroczystości opakowań i tym samym wpłynąć na ograniczenie ich stosowania.

Opakowania wielomateriałowe oraz laminaty (np. folie wielowarstwowe typu OPP/PE, OPP/metalizowany PET/PET, PET/PE, APET/PE/EVOH/PE, PET/ALOX/PP, itp.) stanowią utrudnienie dla recyklingu ze względu na konieczność stworzenia i zastosowania dodatkowych procesów rozdzielających poszczególne frakcje materiałowe w opakowaniu, np. rozpuszczanie kleju, suszenie, generowanie ścieków. W praktyce opakowania tego typu rzadko są poddawane recyklingowi i nie w każdym przypadku.

W projektowaniu należy minimalizować lub eliminować wykończenia dekoracyjne, lakiery itp., a jeżeli nadruk lub dekoracja są niezbędne, jako nośnik należy stosować materiały kompatybilne (np. naklejki lub rękawy obkurczające z LDPE lub orientowanego PP (OPP) zamiast z PVC lub papieru).

Zaleca się też unikanie trudnych do usunięcia wkładek metalowych, wtapianych wzmocnień lub usztywnień z metalu oraz stosowanie bezbarwnych tworzyw zamiast barwionych (natomiast bezpośrednio na niebarwionych opakowaniach nie powinno się stosować nadruków, poza datą przydatności do spożycia lub produkcji).

Trzeba także stosować rozwiązania ułatwiające segregację odpadów (oznaczenia rodzaju materiału, kody recyklingu, kody kreskowe) zamiast dodatków śladowych i oznaczeń w postaci kolorowych chipów, natomiast przy niezbędnym użyciu kilku materiałów należy zaplanować łatwe ich rozmontowanie (perforacja).

W projektowaniu dla recyklingu ważny jest sposób łączenia poszczególnych materiałów. Pozwala ono dobrać różne techniki spajania najbardziej odpowiednie dla wybranych tworzyw np. zgrzewanie.

Należy unikać łączenia materiałów w taki sposób, który nie pozwala na ich łatwe rozdzielanie (popularne stosowanie kleju lub śrub metalowych w połączeniu z tworzywami sztucznymi). Współcześnie do rozdzielania tworzyw od metalu najczęściej korzysta się ze specjalistycznych maszyn, bowiem niewiele części demontuje się ręcznie. Kiedy produkty kruszone są w rozdrabniarkach, wokół śruby, która trafia do frakcji metalowej, zawsze pozostaje tworzywo sztuczne²⁰.

Opakowania, takie jak pudełka do margaryny i sztywne pojemniki na artykuły spożywcze są często wykonane z wielu polimerów lub ich mieszanin. Dużym problemem jest poli(chlorek winylu) pochodzący np. z etykiet w odpadach, który musi być dokładnie odseparowany od pozostałych frakcji. Podobnie recykling utrudniają tworzywa z nadrukiem typu IML (ang. in-mould labelling), zawartość frakcji aluminiowej pochodząca od zamknięć lub pokryć oraz papier z etykiet. Należy unikać łączenia poliolefin z tworzywami niekompatybilnymi (PVC, PET, PS), które stwarzają trudności w separacji gęstościowej.

Kolory

Czystość koloru opakowania ma istotne znaczenie z punktu widzenia sortowania mechanicznego. Korzystne są kolory białe i transparentne opakowań, a różnobarwność wymaga segregacji wg koloru, np. PET (dzielimy na biały, niebieski i zielony). Najbardziej uciążliwe są kolory intensywnie ciemne (w tym czarne), które są problemem w identyfikacji przy zużyciu kamer optycznych (nierozpoznawalne kolory), ze względu na fakt, że większość sortujących maszyn wykorzystuje techniki sortowania

optycznego, aby zidentyfikować różne typy polimerów. Systemy optyczne nie są w stanie zidentyfikować czarnych i ciemnych opakowań, stąd zaleca się unikanie stosowania takich barw.

13 Source: PlasticsEurope (PEMRG)/Consulting/ myCeppi, 2016 PlasticsEurope
14 <http://www.materials-talks.com/blog/2017/03/26/what-are-polyolefins>
15 Introduction to Polyolefins , https://www.wiley-vch.de/books/sample/3527317104_c01.pdf
16 Saechtling H., Poradnik Tworzywa Sztuczne, WNT W-wa 2000
17 Kelar K., Ciesielska D., Fizykochemia polimerów, Wyd. Politechniki Poznańskiej 1997
18 Dyrektywa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, ang. Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste (P&PW), http://www.lop.org.pl/_files/fck2/File/PTTK/ustawa_o_opakowaniach_i_odpadach_opakowaniowych_73880.pdf
19 „Zero emisji” pod red. J. Jabłońskiego, rozdz. 8. Wyd. Politechniki Poznańskiej 2010
20 Małinowska J., 2010, Rola opakowań w realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Wybrane zagadnienia logistyczne w zapewnieniu jakości towarów, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom.

Projektowanie dotyczy zbioru procesów przekształcających wymogi prawne, techniczne, dotyczące bezpieczeństwa, funkcjonalne, rynkowe i inne, które mają być spełniane przez dany produkt, w specyfikację techniczną tego produktu.

W EKOPROJEKTOWANIU NALEŻY:

- unikać opakowań w kolorze szarym, granatowym, czarnym
- dążyć do jak najczystszych opakowań (kształt, dzięki któremu pozostaje jak najmniej żywności w opakowaniu), redukuje to czas i koszt mycia,
- unikać łączenia poliolefin z tworzywami niekompatybilnymi (PVC, PET, PS)
- np. w opakowaniach ponadwymiarowych, które stwarzają trudności w separacji gęstościowej w systemie RDF-stream,
- unikać łączenia w opakowaniach tworzyw sztucznych z papierem (włókna w wodzie i problem w wytłaczaniu)
- ostrożnie minimalizować – minimalizacja opakowań ma swoje bariery –
- mniejsze opakowania są trudniejsze do wychwycenia w procesach sortowania; korzystnym jest poszukiwanie rozwiązań w zakresie zmniejszenia grubości ścianek opakowania przy zachowaniu wymagań wytrzymałościowych wyrobu
- jeśli to możliwe – unikać opakowań barierowych, wielomateriałowych.

Poziomy pakowania

Często poza opakowaniem mającym bezpośredni kontakt z produktem (worek na płatki śniadaniowe), konsument otrzymuje dodatkowe opakowanie „pośrednie” (kartonik, w którym jest worek z płatkami). Opakowaniem trzeciorzędowym jest natomiast system opakowań transportowych, które ułatwiają dystrybucję towarów w łańcuchu dystrybucyjnym. W przypadku zwiększenia stopni pakowania dochodzi do zwiększenia objętości i masy transportowanych opakowań. W przypadku redukcji wielkości opakowań i zmniejszania stopni pakowania należy przewidzieć nie tylko aspekty związane z użytkowaniem przez konsumenta, ale także szereg czynności, jakie mają miejsce zanim produkt trafi do jego rąk. Przykładem może być domowy środek czyszczący w butelkach PE-HD pakowany po 12 sztuk na tacę z tektury falistej zabezpieczoną folią PE-LD. Opakowania zbiorcze następnie są sztaplowane do 10 warstw i dalej transportowane w systemie dystrybucyjnym. Zmniejszono masę tej butelki np. o 20%, przy założeniu niezmienności funkcjonalności i komfortu użytkowania, zrezygnowano także z tac z folią, a butelki układano w tekturowe pudła zbiorcze po 10 sztuk. Ograniczyło to jednak wysokość sztaplowania do 7 warstw, ponieważ pod ciężarem stosu wysokiego na 10 warstw dochodziło do zapadnięć i utraty stabilności ładunku. W celu zwiększenia sztywności ładunku na palecie zastosowano dodatkowe przekładki z tektury falistej, co skutkowało konsekwencjami w postaci zwiększenia nakładu pracy w supermarkecie, który zamiast umieszczać butelki na tacach po 12 sztuk, wykladał je pojedynczo z pudeł zbiorczych. Tace z tektury wraz z folią zastąpiono pudłami i przekładkami z tektury, co generowało powstawanie większej ilości odpadu na etapie przygotowania do sprzedaży. W tej sytuacji warto poddać dyskusji czy zmiany na jednym etapie pakowania, nie generują większych problemów na etapie zabezpieczania czy dystrybucji.

Stwierdzenia środowiskowe

Chcąc stosować stwierdzenia środowiskowe na opakowaniach, należy przeprowadzić ocenę ich zgodności ze stanem faktycznym, wykorzystując np. normę PN-EN ISO 14021 „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Własne stwierdzenia środowiskowe” (przyp. red.). Organizacja Defra w 2001 r. opublikowała Poradnik Kodeksu Zielonych Stwierżeń (ang. Green Claims Code Guidance). „Zielone” stwierdzenie winno być:

- prawdziwe, dokładne i możliwe do uzasadnienia;
- odpowiednie dla danego produktu oraz związanych z nim zagadnień ekologicznych;
- przejrzyste w określeniu rodzaju danego zagadnienia środowiskowego lub pewnych aspektów produktu;
- wyraźne w przedstawieniu znaczenia każdego symbolu użytego w deklaracji, chyba że jest on wymagany przez prawo lub poparty przepisami albo normami, lub też stanowi część niezależnego schematu certyfikacji;
- wyrażone prostym językiem i zgodne ze standardowymi definicjami.

„Zielone” stwierdzenia nie powinny:

- być niejasne lub wieloznaczne;
- sugerować akceptację, jeżeli występują określone wątpliwości lub rozbieżności opinii naukowych odnośnie do danego sformułowania;
- sugerować, że oznacza ono więcej, niż odpowiada to rzeczywistości,
- dokonywać porównań, chyba że są one istotne, jasne i konkretne;
- sugerować, że produkt jest wyjątkowy, jeżeli stwierdzenie oparte jest na czymś, co jest normalną praktyką gdzie indziej;
- używać języka, który wyolbrzymia korzyści wynikające z cech, do których deklaracja się odnosi;
- wskazywać, że produkt lub usługa są wspierane lub certyfikowane przez inną organizację, gdy nie znajduje to potwierdzenia w faktach.*

* Korzeniowski A., Ankiel-Homa M., Czaja-Jagielska N., 2011, Innowacje w opakownictwie, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu

4 METALE

Autor: **Jacek Wodzisławski**,
Fundacja na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych RECAL



W procesie produkcji opakowań, w tym opakowań przeznaczonych do kontaktu z żywnością, mamy do czynienia z dwoma powszechnie wykorzystywanymi metalami. Są to aluminium (metaliczny glin) oraz stop żelaza z węglem (występujące w różnych proporcjach, zazwyczaj niskowęglowe) czyli stal.

Unikalną cechą wyróżniającą oba materiały i co za tym idzie opakowania z nich wykonane, jest możliwość przetwarzania w nieskończoność bez utraty jakości. Około 70% wyprodukowanego dotychczas przez człowieka aluminium nadal pozostaje w obiegu, w różnych zastosowaniach. Oczywiście mowa jest nie tylko o opakowaniach wykonanych z metalicznego glinu, ale również o zastosowaniu lekkiego metalu w budownictwie,

transporcie, przemyśle etc. W przypadku stali, w obiegu może być nawet 80% dotychczas wyprodukowanego materiału. Warto podkreślić, że glin i żelazo są odpowiednio 3 i 4 najczęściej występującym pierwiastkiem litosfery, czyli skorupy ziemskiej, z udziałem ok. 8% w przypadku glinu i 5% żelaza.

Materiały permanentne można poddawać recyklingowi w nieskończoność. W naturalny sposób wpisują się w model gospodarki o obiegu zamkniętym (Circular Economy) wdrażany obecnie przez Unię Europejską. W ramach „starego” podziału na surowce odnawialne i nieodnawialne, to właśnie materiały permanentne w oczywisty sposób redefiniują dotychczasową klasyfikację. Warto pamiętać o możliwości utrzymania

materiałów permanentnych w zamkniętym obiegu gospodarczym również pomimo ich powszechnego występowania w litosferze.

Opakowania z metali

Wśród podstawowych materiałów stosowanych do wytwarzania opakowań mamy dwa metale – stal i aluminium. W przypadku stali mamy do czynienia z dodatkowym podziałem na:

- blachy stalowe białe, pokryte warstwą cyny,
- blachy stalowe bezcynowe z powłoką chromową,
- blachy stalowe galwanizowane cynkiem lub nikiem,
- blachy stalowe czarne, bez warstwy ochronnej innego metalu.

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

Wprowadzenie na rynek nowoczesnego opakowania z materiału permanentnego powinno uwzględniać „jego nieśmiertelność” już na poziomie projektowania. Ważne jest, aby wprowadzając nowe opakowanie na rynek uwzględnić sposób postępowania z późniejszym odpadem opakowaniowym. Dzięki temu możemy uniknąć barier w recyklingu, zapewniając wszystkie niezbędne funkcje opakowania.

Najważniejszym zadaniem opakowania jest zabezpieczenie produktu (zawartości). Opakowania wykonane z metali oferują cechę niedostępną dla pozostałych podstawowych materiałów opakowaniowych. To bariera świetlna gwarantująca 100% zabezpieczenie przed negatywnym wpływem np. promieni słonecznych, w tym UV. Jest to szczególnie

istotne w przypadku żywności. Inną formą barierowości oferowanej przez opakowania metalowe jest całkowita zapora zapachowa, objawiająca się zachowaniem aromatu produktu. Brak kontaktu zawartości z powietrzem dodatkowo eliminuje problem utleniania, który jest jednym z powodów starzenia się produktów.

Opakowania z metali, a szczególnie z aluminium, cechuje stosunkowo mała masa materiału wykorzystywanego do zabezpieczenia relatywnie dużej objętości. W połączeniu z wysokim przewodnictwem termicznym oferowanym przez metale, umożliwia istotne oszczędności energii. Wartości nakładów energetycznych ponoszonych na transport żywności w opakowaniach oraz schładzanie zazwyczaj są wiele razy wyższe niż energia

potrzebna do produkcji samego opakowania. Obrazowym przykładem jest „foot print” (ślad środowiskowy) filiżanki kawy, gdzie opakowanie z aluminium, w którym dostarczane są ziarna kawy, odpowiada jedynie za 2% całości energii wykorzystanej od początku do końca dostawy gotowego produktu. Mówiąc inaczej, produkcja opakowania wymaga niewielkich nakładów energii względem pozostałej energii wydatkowanej podczas uprawy, przetwarzania produktu, transportu na daleki dystans, a nawet energii potrzebnej do podgrzania wody do zaparzenia kawy.

Logistyka opakowania

Efektywna logistyka to w praktyce możliwie najwyższy stopień wypełnienia przestrzeni wykorzystywanej zarówno w transporcie jak i magazynowaniu. Prawidłowo zaprojektowane opakowanie w przemyślny sposób uwzględni kwestie dystrybucji produktów w opakowaniach oraz owocuje niskim kosztem logistyki. Dzieje się to poprzez niską wagę opakowania jednostkowego oraz wagę towarzyszących mu opakowań zbiorczych i transportowych. Drugim elementem jest wysoki stopień wypełnienia przestrzeni przez opakowaną zawartość. W przypadku puszek do napojów współczynnik wypełnienia przestrzeni stanowi aż 90%.

	OPAKOWANIA JEDNOSTKOWE	OPAKOWANIA TRANSPORTOWE I ZBIORCZE
ALUMINIUM	Puszki do napojów, żywności, aerozole, tacki, tuby, kapsułki, folie	Brak
STAL	Puszki do napojów oraz żywności	Beczki, tanki, skrzynki, klatki ochronne do paletopojemników

Nowe opakowania powinny się jednak wpisać w już istniejące systemy logistyki. Dlatego wiele firm przed decyzją o wprowadzeniu nowego typu opakowań, przesyła przez całość swojego systemu logistycznego (produkcja, magazyny, transport, sprzedaż etc.) próbną partię towaru w nowych opakowaniach. Ma to na celu sprawdzenie opakowania w realnych warunkach. Problemy, których nie da się rozwiązać na tym etapie mogą skutkować wyeliminowaniem nowego opakowania.

Logistyka odzysku

Wśród podstawowych materiałów opakowaniowych to właśnie stal i aluminium są najczęściej poddawane recyklingowi na świecie. Przy czym infrastruktura służąca do zbierania i dalszego zagospodarowania metali jest powszechna i obok pojemników do zbiórki selektywnej, funkcjonują punkty skupu metali. Skupy w oparciu o wysoką wartość surowców (szczególnie aluminium) chętnie przyjmują jednolite materiałowo, puste opakowania metalowe. W zamian za dostarczone opakowania wypłacają środki finansowe adekwatne do dostarczonej masy. Tutaj warto podkreślić, że w przypadku zbiórki selektywnej metali, w tym opakowań metalowych, na terenie całej Polski obowiązuje jednolity standard gromadzenia metali wraz z tworzywami sztucznymi

i opakowaniami wielomateriałowymi do pojemników/worków w kolorze żółtym.

Recykling jednolitych materiałowo opakowań z metali jest stosunkowo prosty. Wymaga oczywiście kosztownej infrastruktury hutniczej, a sam proces przetopu poprzedzony jest dokładną weryfikacją jakości dostarczonej do recyklingu partii materiału. W przypadku opakowań sprawdzany jest poziom zanieczyszczeń organicznych oraz towarzyszące im wtrącenia w postaci innych materiałów. Dostarczany do hut złom opakowań z metali poddawany jest prasowaniu w brykiety poprawiające efektywność transportu. Część dostawców brykietów weryfikuje ich jakość prześwietlając je promieniami Roentgena, co pozwala „zajrzeć” do środka kostki wykonanej niekiedy z kilku tysięcy solidnie zgniecionych opakowań. Eliminują w ten sposób zanieczyszczone kostki złomu zawierające niepożądane wtrącenia.

Połączenie stali z aluminium, co zdarza się niekiedy w przypadku puszek do napojów (stalowy korpus i aluminiowe wieczko) nie eliminuje ich z dalszego zagospodarowania. W przypadku puszek do napojów mamy do czynienia wyłącznie z wieczkami wykonanymi z aluminium. Nie ma łatwo otwieralnych wieczek stalowych. Opakowania metalowe produkowane z wy-

korzystaniem trwałego połączenia stali i aluminium mogą być przetwarzane w hutach stali. Odzyskowi poddawana jest stal, a aluminiowe wieczko zastępuje granulata aluminium nazywany odtleniaczem, który jest niezbędny w hutnictwie stali.

Termiczna obróbka w przypadku obu metali w spalarniach odpadów, nie powoduje ich całkowitej eliminacji. Przejście metali przez proces spalania odbywa się jednak kosztem utraty jakości oraz brakiem możliwości zastosowania metali wydzielonych z popiołów pozostałych po termicznej obróbce do produkcji nowych opakowań, tym bardziej przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Spowodowane jest to bardzo niestabilnym składem morfologicznym metali wydzielanych z popiołów pozostałych ze spalania odpadów komunalnych. Metale ferromagnetyczne, czyli związki żelaza, w tym stal, wydzielane są z wykorzystaniem magnesów, w tym elektromagnesów. W przypadku aluminium, które nie jest ferromagnetykiem, do separacji wykorzystywane są bardzo skuteczne separatory wiroprądowe.

Wśród pozostałych technologii warta wspomnienia jest piroliza odpadów z udziałem aluminium w tym opakowań z metalicznego glinu. Proces ten jest rozwiązaniem dużo bardziej atrakcyjnym bo oferuje wyż-

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

szą jakość surowca, w porównaniu do metali odseparowanych z popiołów pozostałych po termicznej obróbce w spalarniach. Piroliza (gr. pyro, ogień, i lysis, rozpad) to proces, który polega na termicznym unieszkodliwieniu materii organicznej towarzyszącej metalom. Uzyskujemy w ten sposób metale, które nie zostały utlenione. Sama piroliza budzi ogromne nadzieje branży opakowań wielomateriałowych dając możliwość odzysku w skali przemysłowej zwłaszcza aluminium,

Z aluminium

produkuje się tylko opakowania jednostkowe.

Oznacza to brak form zbiorczych i transportowych.

W przypadku stali możliwa jest produkcja zarówno opakowań jednostkowych jak i transportowych oraz zbiorczych.

wykorzystanego w trwałym połączeniu z innymi materiałami jak np. tworzywa sztuczne i papier.

Projektowanie

Na etapie przygotowania koncepcji dla wszystkich rodzajów opakowań metalowych należy uwzględnić możliwość ponownego wykorzystania materiału. W praktyce najłatwiej jest poddać recyklingowi opakowania monomateriałowe, czyli wykonane z jednego z materiałów podstawowych.

Filozofia zalecająca stosowanie opakowań monomateriałowych (czyli możliwie najbardziej jednorodnych pod względem zastosowanego materiału) lub takich połączeń materiałów, które można rozdzielić ręcznie lub za pomocą prostych metod mechanicznych – zakłada ograniczenie stosowania trwałych połączeń metali z innymi materiałami do absolutnego minimum lub całkowitej rezygnacji z ich wykorzystania. Interesującym przypadkiem są farby powszechnie wykorzystywane do nanoszenia nadruku dekoracyjnego bezpośrednio na opakowaniach metalowych. Oznacza to eliminację stosowania etykiet, kontretykiet czy krawatek oraz towarzyszących im substancji klejących.

W przypadku praktycznie wszystkich opakowań metalowych mamy do dyspozycji szeroką paletę zamknięć. Wieczka łączone są z korpusem poprzez specjalne, trwałe zawinięcie. Na rynku dostępne są wieczka łatwootwieralne o różnych wielkościach otworu, w tym wieczka otwieralne w pełni. W tym przypadku dochodzi jednak do niepotrzebnego rozdzielania wieczka od pozostałej części opakowania. Do recyklingu trafiają wtedy nieco lżejsze puszkę bez wieczek i w efekcie mniej materiału podlega ponownemu zagospodarowaniu. Prosty zabieg stosowany przez producentów puszek do napojów, a polegający na trwałym połączeniu kluczyka (zwanego niepoprawnie „zawleczką”) z wieczkiem powoduje, że nie dochodzi do rozdzielania kluczyka od samego opakowania.

Przygotowanie graficzne przed wykonaniem nadruku bezpośrednio na metalowych puszkach wymaga zastosowania tzw. szparowania kolorów, czyli stworzenia pomiędzy wszystkimi kolorami podziału w postaci przerw o grubości wynoszącej 0,1 mm. Nieumiejętne wprowadzenie szparowania do istniejącego już projektu dekoracji może skutkować ograniczeniem czytelności i problemami z odwzorowaniem szczególnie cienkich i drobnych elementów. Naniesiona w sposób sztuczny dodatkowa przerwa, wydawałoby się niewielkiej wartości 0,1 mm,

powoduje „odchudzenie” zastosowanego fontu, co jest ważne w przypadku małych znaków oraz szczególnie towarzyszących im znaków dialektycznych. Przepisy europejskie regulują minimalną wielkość napisów stosowanych na opakowaniach i w przypadku np. małej litery „z” jest to wysokość 1,2 mm. W kwestii dekoracji nanoszonych bezpośrednio farbami na opakowanie metalowe istnieją ograniczenia w ilości stosowanych kolorów. Dla puszek napojowych jest to wartość 7 kolorów, ale niekiedy wymagane jest podwójne krycie powierzchni tym samym kolorem. Ogranicza to ilość zastosowanych barw do 5-6, ale ponieważ każda farba ma unikalną barwę uzyskujemy „nieograniczony” dostęp do zakresu wykorzystywanych kolorów. Rozwiązaniem stosunkowo rzadko stosowanym jest wykorzystanie koloru podłoża w przygotowywanym projekcie. Efekt ten uzyskujemy pozostawiając fragmenty całkowicie niezadrukowane. Można pokusić się o stwierdzenie, że w ten sposób uzyskujemy dodatkowy kolor w przygotowywanym projekcie. Efekt w postaci połysku aluminium można zestawić np. z matowymi farbami. Przy okazji ograniczamy zużycie farb, co oczywiście nie pozostaje bez wpływu na „ślad ekologiczny” opakowania.

Ciekawym przykładem nietypowych projektów są dekoracje puszek do napojów z nadrukiem naniesionym odwrotnie tj. „nogami do góry”. Rozwiązanie to znalazło

uznanie kilku producentów napojów. W przypadku piwa pszenicznego puszki posiadają niekiedy dekorację nadrukowaną celowo odwrotnie. Ma to za zadanie zachęcić konsumentów do przechowywania piwa w sposób ułatwiający jego nalewanie w rekomendowany przez producenta sposób, czyli razem z warstwą drożdży. Innym przykładem są soki zawierające fragmenty owoców. Odwrócony nadruk sugeruje sposób przechowania napoju denkiem do góry, co w momencie serowania powoduje konieczność odwrócenia puszki i mimowolnego wymieszania piwa z drożdżami lub soku z cząstkami owoców.

W przypadku zdecydowanej większości opakowań metalowych możliwe jest wzbogacenie tekstury powierzchni opakowania m.in. o system wytłoczeń. W tym przypadku branża producentów opakowań metalowych postępuje się sformułowaniami Embossing (wytłoczenia na zewnątrz)/Inbossing (przetłoczenia do wewnątrz). Możliwość odzworowania stosunkowo bogatych form przestrzennych czy wprowadzenie nowych funkcji opakowania np. możliwości nietypowej ekspozycji lub poprawienie niektórych parametrów np. zwiększenie chwytności to tylko pierwsze z brzegu możliwe zastosowania systemu skomplikowanych przetłoczeń. W efekcie otrzymujemy całkowicie unikalne opakowanie, które w połączeniu z dodatkowymi „wzbogaceniami” decyduje o zaliczeniu opakowania do segmentu premium.

Innym rozwiązaniem pozwalającym na skuteczne podniesienie atrakcyjności projektowanego opakowania są farby dekoracyjne, które pozwalają na uzyskanie oddziaływania na wzrok i dotyk. Podobnie jak w systemie przetłoczeń możliwe jest wprowadzenie zmian w strukturze powierzchni opakowania. Poprawiamy w ten sposób nie tylko stronę wizualną ale np. wspomnianą już chwytność opakowania oraz dostarczamy konsumentowi bodźce dotykowe. Obok farb strukturalnych, matowych czy połyskliwych, możliwe do wykorzystania jest lakier UV. Jest on widoczny po odpowiednim oświetleniu opakowania, co może dać interesujący efekt w połączeniu z dedykowanym systemem ekspozycji. Nietypowym rodzajem funkcji uzyskiwanej z wykorzystaniem nadruku są farby termowrażliwe. Ze względu na dużą przewodność cieplną obu metali opakowaniowych pozwalają one na pokazanie aktualnej temperatury zawartości w szerokim zakresie.

Farby nanoszone bezpośrednio na opakowanie mogą zostać zastąpione przez etykiety. Nie tylko wybór materiału, z którego wykonana jest etykieta, ale również dobór systemu mocowania etykiety czy owijki, nie pozostaje bez wpływu na ślad ekologiczny opakowania. Podczas masowej produkcji zużywa się niewielkie ilości kleju na przymocowanie systemu etykiet na pojedyncze opakowanie, ale wartości te przeliczone na milio-

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

ny sztuk dają razem znaczącą wartość. Niektóre firmy wprowadzające produkty w opakowaniach metalowych stosują np. łatwe do usunięcia owijki przyklejane tylko w jednym miejscu, co nie tylko zmniejsza zapotrzebowanie na klej ale również umożliwia łatwe usunięcie i oddzielenie od metalowej puszki owijki z papieru lub tworzywa sztucznego. W przypadku plastiku można uzyskać dodatkowo całkowitą lub częściową przeźroczystość co pozwala na wyeksponowanie materiału, z którego wykonane jest opakowanie. Warte podkreślenia jest istnienie etykiet akceptowanych oraz generujących istotne problemy w systemach zagospodarowania zużytych opakowań. Niektórzy producenci folii oferują rozwiązania w formie owinięć do puszek akceptowane przez huty aluminium. Warto sprawdzić ten wątek decydując o doborze stosowanej etykiety oraz sposobie jej mocowania.

Barierzy

W przypadku opakowań z metali stosowanych do kontaktu z żywnością, wewnątrz opakowania wykonywana jest szczelna powłoka z bezpiecznego lakieru. Kwestia stosowania powłok jest uregulowana przez wymagania stawiane przepisami unijnymi. Szczelność wykonania powłoki badana jest z wykorzystaniem metody elektrochemicznej. Polega ona na zbadaniu oporu jaki stawia bariera wewnętrzna w trakcie przepływu prądu elektrycznego. Metoda ta pozwala na wykrycie nawet niewielkich braków lub uszkodzeń powłoki. Z kolei badania migracji lakieru do żywności prowadzone są w oparciu o specjalne płyny, które odpowiadają różnym rodzajom żywności. Badania te mają na celu eliminację ewentualnych zagrożeń płynących ze stosowania niewłaściwych powłok wewnętrznych.

Problemowe w procesie recyklingu są stalowe puszki do żywności pokryte warstwą cynku. Z jednej strony cynk bardzo skutecznie zabezpiecza powierzchnię stali przed korozją, z drugiej powoduje utrudnienia w hutnictwie gwałtownie parując w pierwszych minutach powodując duże zadymienie. To z kolei może prowadzić do „zatkania się” filtrów wyłapujących zanieczyszczenia. Dlatego stalowe blachy ocynkowane należy uprzednio pozbawić warstwy cynku. Uzyskany w ten sposób cynk nie różni się niczym od cynku pozyskanego ze źródeł pierwotnych. Powłoki chromowe, cynowe oraz niklowe wykorzystywane do zabezpieczenia stali opakowaniowej nie generują istotnych utrudnień w procesie przerobu tego typu opakowań. Choć w przypadku powłok cynowych również należy zadbać o ich usunięcie przed recyklingiem.

Opakowania warto poddać weryfikacji pod kątem możliwości ich zagospodarowania w Instytucie Badawczym Opakowań COBRO www.cobro.org.pl. Dla opakowań aluminiowych rolę organizacji sektorowej, z którą warto zweryfikować przydatność do ponownego wykorzystania jest Fundacja na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych RECAL www.recal.pl. Na dzień powstania niniejszego opracowania w Polsce nie działa żadna organizacja zrzeszająca interesy recyklingowe wyłącznie producentów opakowań ze stali. Na poziomie europejskim rolę taką pełni organizacja APEAL www.apeal.org.



Opakowania wielomateriałowe w kontekście metali

Opakowanie wielomateriałowe (patrz też następny rozdział) wykonane są z co najmniej z dwóch różnych materiałów. Papierowa lub plastikowa etykieta, metalowy kapsel, czy nawet aluminiowe zamknięcie np. szklanej butelki nie powodują, że opakowanie szklane staje się opakowaniem wielomateriałowym. Wszystkie z wymienionych powyżej przykładowych kombinacji można rozdzielić z wykorzystaniem prostych metod mechanicznych. Cechą, która decyduje o wielomateriałowości nie jest wyłącznie złożoność, ale właśnie trwałość wykonanych połączeń materiałów.

Wśród opakowań wielomateriałowych materiałami, które pojawiają się w bardzo różnych kombinacjach są najczęściej aluminium, papier i różne rodzaje tworzyw sztucznych. Trwałe połączenie różnych rodzajów tworzyw sztucznych nie powoduje, że opakowanie z nich wykonane jest zaliczane do grupy wielomateriałowych. W praktyce rzadko spotykane są stalowe i szklane opakowania wielomateriałowe, jednak ich ewentualne zastosowanie w trwałym połączeniu z innymi materiałami jest jak najbardziej możliwe. Należy mieć jednak na względzie, iż z reguły tego typu opakowania nie nadają się do recyklingu. Branża producentów i użytkowników opakowań „flexible” (elastycznych) przywołuje jednak

zalety tych opakowań: skuteczność w zabezpieczeniu zawartości i inne parametry porównując ultralekkie opakowania z nowoczesnych laminatów ze „starymi”, ciężkimi opakowaniami z grupy „ridget” (sztywnych). Nawet przy całkowitym braku recyklingu bardzo lekkich opakowań z laminatów ich przewaga ekologiczna ujawnia się przy poziomach recyklingu, wynoszących np. 50% a osiąganym wyłącznie przez „ciężkie” opakowania wielomateriałowe. Strata materiałów z laminatów jest i tak mniejsza niż recykling połowy opakowań, które są jednak kilka razy cięższe niż ich wielomateriałowe odpowiedniki. W praktyce jednak każdy materiał opakowaniowy ma swoich zwolenników.

Najczęstszym rodzajem opakowań wielomateriałowych są kartony do płynnej żywności, które w ujęciu wagowym stanowią około połowę wszystkich opakowań wielomateriałowych, wprowadzanych aktualnie na krajowy rynek. Kartony do płynnej żywności są powszechnie stosowane w przemyśle mleczarskim oraz przez producentów soków i koncentratów. Inne przykłady opakowań wielomateriałowych to butelki lub torebki z metalizowanych tworzyw sztucznych, laminowane torebki np. na przyprawę oraz liczne opakowania do kosmetyków czy medykamentów np. blistry na suplementy diety.

Należy jednak podkreślić, że w grupie opakowań wielomateriałowych mamy niekiedy do czynienia z wieloma interesują-

cymi innowacjami jak np. funkcje ułatwiające ich ekspozycję, niezwykle wysoki, przekraczający 90%, stopień wypełnienia przestrzeni przez opakowaną zawartość czy wieloma różnymi rodzajami rozwiązań typu „otwórz – zamknij”.

Interesującym przypadkiem „innowacji” jest tzw. puszka PET, którą stanowi korpus wykonany z PET połączony zawijającym szwem aluminiowego wieczka (łatwo otwieralnego). W efekcie uzyskano opakowanie o wadze większej niż w przypadku tradycyjnych aluminiowych puszek do napojów, które dodatkowo utraciło jakże ważną w przypadku napojów barierowość przed światłem. Takie opakowanie ma niestety bardzo ograniczone możliwości poddania recyklingowi.

Z kolei o wyborze warstwy aluminium w opakowaniach wielowarstwowych decydują trzy unikalne cechy – lekkość i elastyczność oraz absolutna barierowość zarówno zapachowa jak i świetlna. Projektanci opakowań bardzo świadomie wprowadzają aluminium do opakowań wielomateriałowych poprawiając funkcję zabezpieczenia najczęściej żywności przed czynnikami zewnętrznymi. W przypadku opakowań wielomateriałowych wykorzystujących metaliczny glin jest możliwy odzysk aluminium w procesie pirolizy. Niestety tego typu technologia nie jest dostępna na dzień dzisiejszy w Polsce.

OPAKOWANIA WIELOMATERIAŁOWE



Autor: dr hab. inż. Hanna Żakowska,
prof. COBRO, p.o. Dyrektora COBRO – Instytut Badawczy Opakowań

Definicja opakowań wielomateriałowych

Podstawowe materiały opakowaniowe to materiały uwzględnione w aneksach 1–6 Decyzji Komisji Europejskiej 97/129/WE [1] wydanej do Dyrektywy 94/62/WE [2]:

- tworzywa sztuczne, z podziałem na poszczególne grupy polimerowe,
- papier i tektura,
- szkło,
- metal z podziałem na stal i aluminium,
- drewno i materiały drewnopochodne,
- materiały tekstylne pochodzenia naturalnego (bawełna, juta).

Aneks 7 wymienionej powyżej decyzji uwzględnia opakowania wielomateriałowe, jako opakowania wykonane z udziałem różnych materiałów opakowaniowych. Zgodnie z Decyzją Komisji Europejskiej 2005/270/WE [3] przez opakowania wielomateriałowe rozumie się opakowania wykonane co najmniej z dwóch różnych materiałów, których nie można rozdzielić ręcznie lub za pomocą prostych metod mechanicznych. Definicja ta została wprowadzona do krajowego systemu prawnego ustawą o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi [4].

Do opakowań wielomateriałowych należy zaliczyć opakowania z laminatów²¹:

- owinięcia (np. Al/papier),

- pudełka do płynnych produktów spożywczych (tektura/Al/PE, lub tektura/PE),
 - tuby laminatowe,
 - torebki z laminatów (np. PET/Al/PE, OPPmet/PE itd.),
 - worki (np. papier/PE),
- a także opakowania typu blister pack i skin pack (np. folie z tworzyw sztucznych w połączeniu z tekturą lub folią Al).

Przykłady opakowań wielomateriałowych typu blister pack i skin pack zamieszczona na fot. 1-2.

Opakowania wielomateriałowe po zużyciu, zgodnie z katalogiem odpadów [5], należy zakwalifikować do odpadów o kodzie 15 01 05.



Fot. 1.
Opakowanie typu blister pack po próbie rozdzielenia materiałów (na folii widoczne są liczne włókna celulozowe)

Źródło: zbiory własne.



Fot. 2.
Opakowanie typu skin pack po próbie rozdzielenia materiałów (na folii widoczne są liczne włókna celulozowe)

Źródło: zbiory własne.

System identyfikacji opakowań wielomateriałowych

W Unii Europejskiej dobrowolny system identyfikacji materiałów opakowaniowych wprowadziła Decyzja Komisji Europejskiej 97/129/WE. W celu ułatwienia zbiórki, ponownego użycia i odzysku, w tym także recyklingu, wprowadzono system obejmujący skrót (symbol) materiału opakowaniowego oraz odpowiadający mu kod numeryczny. Znaki identyfikujące materiał należy umieszczać na opakowaniu lub etykiecie. Powinny być dobrze widoczne i czytelne (nawet po otwarciu opakowania), naniesione w sposób trwały. Dla opakowań wielomateriałowych jako symbol materiału przewidziana jest litera C oraz symbol materiału dominującego z uwagi na masę.

W Polsce znaki dla opakowań wielomateriałowych są określone rozporządzeniem w sprawie wzorów oznakowania opakowań [6].

Recykling opakowań wielomateriałowych

Odpady wielomateriałowe można z punktu widzenia przydatności do wtórnego przetwórstwa podzielić na dwa

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

rodzaje. Pierwsza grupa to opakowania potencjalnie przydatne do recyklingu, obejmująca pudełka do płynnych produktów spożywczych takich jak: soki, nektary, napoje owocowe, mleko i jego przetwory. Laminat, z którego wykonane są opakowania zawiera ponad 70% tektury wytwarzanej z masy drzewnej bez udziału makulatury tj. zawierającej pierwotne włókna celulozowe. Z tego względu ekonomicznie uzasadnione są technologie odzyskiwania masy celulozowej.

W Europie pracuje kilka instalacji różnego typu, które odzyskują włókna celulozowe zawarte w pudełkach po-użytkowych, a następnie z uzyskanej masy produkują nowe wyroby papiernicze takie jak: papier na worki i torby, papier na warstwy pofalowane w tekturze falistej, ręczniki papierowe, papier toaletowy, kształtki do pakowania jaj itd., a także papier do wytwarzania tub zwijanych (Niemcy, Finlandia, Szwecja, Finlandia). Pozostały po usunięciu masy celulozowej polietylen i aluminium mogą być wykorzystywane do wyrobu brykietów opałowych w celu odzyskania energii cieplnej i elektrycznej. Ciekawa instalacja pracuje w Hiszpanii. Proces jest całkowicie opłacalny. Dzięki wykorzystaniu energii cieplnej powstałej przy spalaniu polietylenu zawartego w pudełkach, jest on korzystniejszy ekonomicznie niż w przypadku przerobu samej makulatury. Uzyskana energia jest wykorzystana

do suszenia papieru wyprodukowanego z odzyskanej masy celulozowej. Odzyskuje się również aluminium w postaci tlenku glinu, który jest sprzedawany do huty produkującej wyroby z aluminium.

W Niemczech stosowna jest technologia przetwarzania pudełek w celu pozyskania masy celulozowej, natomiast pozostałość z tego procesu (aluminium i polietylen) wykorzystuje się w cementowniach (PE jako nośnik energii, Al jako substytut boksytu dodatku przy wypalaniu cementu).

W przypadku odzyskiwania masy celulozowej, najwartościowszy surowiec wtórny otrzymuje się z pudełek po-użytkowych oczyszczonych z pozostałości produktu, w których w warstwie tektury nie zaszły jeszcze procesy degradacji. W sprzyjającej temperaturze i wilgotności rozkład celulozy pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroorganizmy. Dlatego pojemniki do zbiórki powinny posiadać konstrukcję, która zabezpiecza przed opadami atmosferycznymi i umożliwia cyrkulację powietrza. Powinny być stosunkowo często opróżniane i szybko trafiać do zakładu przetwórczego (najkorzystniej w ciągu 2 miesięcy od daty sortowania i uformowania pakietu w sortowni). Aspekty te należy uwzględnić podczas organizowania prac logistycznych przy tworzeniu systemu

zbiórki pudełek, gdyż od nich może zależeć uzyskanie surowca wtórnego dobrej jakości.

Ze stosowanych za granicą na większą skalę technologii recyklingu pudełek z laminatu można wymienić produkcję płyty o nazwie handlowej Tectan [7]. Jest to płyta o gęstości 1,07 kg/cm³, przypominająca wyglądem płytę wiórową, ale charakteryzująca się wyższą wytrzymałością na rozciąganie (18 ÷ 19 N/mm²) oraz odpornością na wysoką wilgotność otoczenia. Płytę uzyskuje się z rozdrobnionych i sprasowanych pudełek. Rolę spoiwa w tym układzie pełni polietylen, który stopiony w odpowiedniej temperaturze zastępuje klej, a jednocześnie nadaje płycie właściwości hydrofobowe. Produkcja płyty Tectan, obejmuje następujące etapy:

- rozdrobnienie pudełek po-użytkowych na ścinki o średnicy około 5mm,
- formowanie płyty, ogrzewanie i prasowanie ścinków (170°C, ciśnienie 20-30 KG/cm²),
- chłodzenie uformowanej płyty,
- przycinanie płyty na odpowiednie formaty.

W zależności od przeznaczenia powierzchnia płyt może być uszlachetniana przez laminowanie, polerowanie lub lakierowanie. Przez odpowiednie formowanie płyt można uzyskać kształty przestrzenne wykorzystywane np. jako siedziska krzeseł. Płyty Tectan produkowane są w szerokim

zakresie grubości: od 4 do 25 mm i znajdują różnorodne zastosowanie:

- Wykorzystanie w budownictwie jako materiał konstrukcyjny, boazeryjny, izolacyjny, szalunkowy;
- Produkcja mebli biurowych i wyposażenia stoisk wystawowych;
- Wytwarzanie galanterii biurowej (twarde podkładki do pisanie, pojemniki na długopisy, linijki, sztywne aktówki, walizki itp.).

Technologia produkcji takich płyt jest stosowana w Diez (Niemcy) przez firmę EVD. Podobna technologia prasowania rozdrobionych pudełek, stosująca wyższe ciśnienia, znajduje zastosowanie przy wytwarzaniu materiału konstrukcyjnego o nazwie handlowej Taco (Fatec SA, Hiszpania). Z tego materiału wytwarzane są klocki zastępujące wsporniki drewniane w paletach transportowych.

W Polsce pudełka z laminatów są zbierane jeszcze na niewielką skalę i w małym zakresie wykorzystuje się je w recyklingu. Według danych przedstawionych przez Program REKARTON [8] w 2012 roku zebrano i poddano recyklingowi około 7 tys. ton pudełek użytkowych (przerobione na papier i tekturę oraz płyty wykorzystywane w budownictwie), co stanowiło około 10% masy pudełek wprowadzonych na rynek. W Czechach recykling pudełek wynosił 26%, a na Wę-

grzech 20%. Dla przykładu w 2011 roku w Europie 37% wszystkich pudełek zostało poddanych recyklingowi. W Niemczech i Belgii odsetek ten był ponad dwukrotnie wyższy.

Druga grupa opakowań wielomateriałowych, to opakowania wykonane z giętkich i sztywnych materiałów wielowarstwowych lub laminatów z udziałem tworzyw sztucznych, aluminium czy papieru. Do tej grupy zalicza się opakowania takie, jak: owinięcia i torebki (np. PE/PA, PET/PE, Al/papier, papier/PE itp.), tuby laminatowe (PE/AL/PE), torebki z laminatów (np. PET/AL/PE, BOPPmet/PE itd.). Recykling odpadów powstałych z takich opakowań nie jest uzasadniony ekonomicznie, technicznie i ekologicznie. Obecnie są one deponowane na składowiskach lub spalane. W przyszłości powinny być pozostawione w odpadach komunalnych (podniosą ich wartość opałową) i razem z nimi spalane z odzyskiem energii lub wykorzystywane do produkcji paliwa alternatywnego.

Podsumowanie

Technologie recyklingu dla odpadów opakowaniowych powstałych z opakowań wielomateriałowych są różne w zależności od składu materiałowego [9].

- Dla większości opakowań z laminatów, w których dominujący udział stanowią tworzywa sztuczne, recykling odpadów użytkowych nie jest uzasadniony ekonomicz-

nie, technicznie i ekologicznie. Lepszym rozwiązaniem są termiczne metody odzysku, prowadzące do odzyskania energii i tlenku glinu, który może być wykorzystany do produkcji wtórnego aluminium (metoda nie jest stosowana w Polsce).

- Pudełka z laminatów po mleku i napojach mogą być wykorzystane do produkcji płyt wykorzystywanych w meblarstwie lub budownictwie, a także mogą być użyte w odpowiednio przystosowanych papierniach do pozyskania masy celulozowej do wytworzenia papieru, natomiast pozostałość z tego procesu (aluminium i polietylen) wykorzystuje się w cementowniach (PE jako nośnik energii, Al jako substytut boksytu dodatku przy wypalaniu cementu).

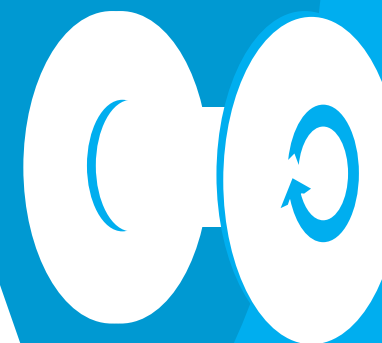
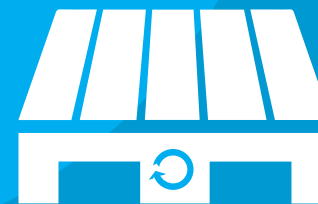
21 Laminat – wielowarstwowy materiał opakowaniowy uzyskany przez połączenie, zwykle sklejenie, uprzednio wykonanych folii z tworzyw sztucznych (w tym metalizowanych, t.j. folii z naniesioną warstwą aluminium – Al) lub innych materiałów, takich jak papier, tektura, folia aluminiowa itp.

Bibliografia

- [1] Decyzja Komisji 97/129/WE z dnia 28 stycznia 1997 r. ustanawiająca system identyfikacji materiałów opakowaniowych zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (Dz.U. L 50, 20.2.1997).
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 94/62/WE z dnia 20 grudnia 1994 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (Dz.U. WE L 365/10, 31.12.1994 ze zm.).
- [3] Decyzja Komisji 2005/270/WE z dnia 22 marca 2005 r. ustanawiająca formaty w odniesieniu do systemu baz danych zgodnie z dyrektywą 94/62/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (Dz. U. L 86/6, 5.4.2005).
- [4] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz. U. 2013 poz. 888 ze zm.).
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923).
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 września 2014 r. w sprawie wzorów oznakowania opakowań (Dz.U. 2014 poz. 1298).
- [7] Żakowska H.: Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2008.
- [8] Dane ze strony internetowej [http://www.rekarton.pl/].
- [9] Żakowska H.: Opakowania a środowisko. Wymagania, standardy, projektowanie, znakowanie, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2017.

DREWNO

Autor: **Marta Krawczyk,**
Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań SA



Opakowania drewniane są specyficzną grupą opakowaniową ponieważ zawierają się w niej głównie opakowania zbiorcze i transportowe.

Wśród jednostkowych opakowań z drewna możemy znaleźć: patyczki drewniane, mieszadła, skrzynki i pudełka, w tym ozdobne, głównie przeznaczone na produkty ekskluzywne i prezentowe typu alkohol, galanteria, zegarki, biżuteria, cygara, słodycze, materiały piśmiennicze i malarskie, sztuczki, zabawki.

Wśród opakowań drewnianych zbiorczych i transportowych można wymienić: skrzynki i komplety skrzynkowe (np. z tarcicy, płyt pilśniowych, sklejk, forniuru), beczki i komplety beczkowe (np. na wyroby bednarskie), baryłki, faski i skopki drewniane, opakowania i kosze tubowe,

w tym łubianki, bębny ze sklejk (np. do kabli), wyroby z wikliny w tym kosze i koszyki, palety drewniane (palety EURO, EPAL, palety jednorazowe), skrzyniopalety, a także wypełnienia do opakowań zbiorczych i dodatki jak wełna drzewna, wolina dekoracyjna, czy liny z wełny drzewnej.

Opakowania drewniane produkowane są z surowca odnawialnego jakim jest drewno (liściaste i iglaste), stąd ich trwałość jest ograniczona, jednakże jako opakowania są najczęściej rotującą grupą opakowaniową. Jest to także grupa opakowań najmniej uciążliwych dla środowiska. Opakowania drewniane nie są już tak popularnie jak dawniej, jednak istnieją branże, które niezmiennie stosują skrzynie do transportu, jak branża militarna, górnicza, a także produkcyjna (np. maszyn i urządzeń), sadowni-

cza i ogrodnicza. Pozostałe branże stosują powszechnie do transportu palety drewniane.

Głównymi zaletami opakowań drewnianych jest dobra wytrzymałość mechaniczna, stąd nadają się do transportu dużych ładunków, maszyn i urządzeń, słabe przewodzenie ciepła i prądu elektrycznego oraz słaba aktywność i przenikalność powietrza.

Wśród wad można wymienić łatwopalność, higroskopijność, w tym brak odporności na wodę oraz zapach (np. z żywicy).

O przeznaczeniu drewna do jednej z form zagospodarowania będzie decydować pochodzenie, jakość (wynikająca z samego opakowania jak i sposobu zbiórki), ilość.

Opakowania drewniane nadają się zagospodarowania poprzez:

- 1. Recykling materiałowy** – stanowiąc surowiec do wytworzenia nowych produktów, w tym elementów opakowań, jak np. wsporniki do palet
- 2. Recykling organiczny** – do kompostowania
- 3. Odzysk energetyczny** (bezpośrednio ze zrębki lub poprzez surowiec do produkcji peletu)

Opakowania drewniane nie są zbierane odrębnie z gospodarstw domowych w systemach zbiórki selektywnej. Jedynie w strumieniu odpadów wielkogabarytowych mogą się znaleźć pojedyncze większe opakowania. Natomiast drobne opakowania drewniane mogą być wrzucane do bioodpadów (jak patyczki od lodów) jednak z reguły trafiają do odpadów komunalnych nie nadając się do ponownego przetworzenia w recyklingu materiałowym.

Zatem główne źródło pochodzenia odpadów drewnianych do recyklingu stanowi handel i przemysł z opakowań zbior-

czych i transportowych. Palety dobrze się do tego nadają ponieważ nie są z reguły powlekane dodatkowymi warstwami (EURO, EPAL) i recykling polegać będzie na:

1. Demontażu i wymianie uszkodzonych elementów (naprawie) oraz ponownym wprowadzaniu na rynek.
2. Zrębkowaniu w rozdrabniaczach, usuwaniu zanieczyszczeń, w tym elementów metalowych i wytwarzaniu nowych elementów opakowań, jak wsporniki do palet.
3. Zrębkowaniu w rozdrabniaczach, usuwaniu elementów metalowych (przez separatory magnetyczne) i wytwarzaniu płyt, np. wiórowych, płyt MDF.

Problemem w recyklingu opakowań z drewna są małe elementy (bardzo małe zamknięcia, okucia), których nie da się wyłapać w procesie usuwania zanieczyszczeń na separatorach magnetycznych. Jednak nawet małe elementy metalowe niewyłapane przez elektromagnesy, są dużo lepszym rozwiązaniem niż gdyby miały zostać zastąpione przez elementy z tworzyw sztucznych.

Aby określić czy opakowanie nadaje się do recyklingu należałoby je poddać ocenie zgodności z wymaganiami normy PN-EN 13430:2007 Opakowania – Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez recykling materiałowy. Uzupełnieniem do normy jest raport PKN-CEN/CR 13688 Opakowania – Recykling materiałowy

– Raport dotyczący wymagań dla substancji i materiałów w celu zapobiegania trwałym utrudnieniom w recyklingu. Wynika z niego, iż podczas oceny przydatności do recyklingu drewna należy wziąć pod uwagę kryteria projektowe, takie jak:

1. Łatwość oddzielania elementów opakowań
2. Kompatybilność składu materiałowego lub kombinacji materiałów do procesu recyklingu
3. Dopuszczalne tolerancje dla elementów lub substancji niezgodnych z procesem recyklingu
4. Informacje dotyczące dodatkowych wymagań przy eksporcie opakowań (np. impregnowanie CCA palet i skrzyń).

Najważniejsze wytyczne, które należałoby uwzględnić to korzystanie z takich elementów konstrukcyjnych stanowiących integralny element opakowania, które łatwo da się oddzielić na separatorach magnetycznych, zatem zaleca się, aby elementy pomocnicze jak zszywki, gwoździe były stalowe. Drewno powinno być niemalowane, nieimpregnowane i nielakierowane. Farby drukarskie, jeśli już muszą być zastosowane (np. do celów oznakowania producenta i jako nośnik informacji) – nie mogą zawierać metali ciężkich. Etykiety papierowe o niedużej powierzchni są dopuszczalne. Niedopuszczalne są natomiast inne materiały opakowaniowe poza drewnem i stalą. Zatem niekorzystnym z punktu widzenia recyklin-

OPAKOWANIA. JAK PROJEKTOWAĆ ŻEBY RECYKLINGOWAĆ?

gu będzie zastosowanie w opakowaniach drewnianych elementów wielomateriałowych, także z tworzyw sztucznych, tektury, laminatów. Takie elementy muszą dać się oddzielić na etapie wstępnego sortowania. Zazwyczaj nie nadaje się już do recyklingu drewno zanieczyszczone substancjami organicznymi. Innym materiałem drewnopochodnym nieoczekiwanym w recyklingu są płyty MDF (rzadko spotykane w opakowalnictwie).

Produkując europalety, palety EPAL, należy stosować się standardów wynikających z normy EN-13698-1, a także Kodeksu UIC 435 i posiadać stosowne licencje. Polski Komitet Narodowy EPAL podaje na stronie internetowej, określone cechy palet EPAL i są to m.in. ściśle określone wymiary zewnętrzne oraz poszczególnych elementów, oznaczenie alfanumeryczne na środkowym wsporniku, posiadanie klamry kontrolnej, równe ścięcia czterech narożników. Palety EPAL przechodzą również obowiązkową obróbkę fitosanitarną. Palety ze znakiem EPAL są prawnie chronione przez Prawo własności przemysłowej.

Stosowanie ujednoliconych światowych standardów dotyczących europalet w zakresie produkcji, naprawy oraz wymiany, umożliwia ich wielokrotne użycie wraz z zapewnieniem bezpieczeństwa użytkownika dzięki określonym parametrom jakościowym.

Poza paletami EPAL wśród palet na rynku możemy wyróżnić także palety jednorazowe (drewniane, kartonowe), czy wielorazowe z tworzyw sztucznych (HDPE, PP).

Produkując czy korzystając z palet EPAL nie mamy możliwości zmiany parametrów technicznych tego opakowania. Natomiast projektując innego typu opakowania drewniane, możemy zastosować różnego typu modyfikacje, służące polepszeniu parametrów ekologicznych, bez uszczerbku na bezpieczeństwie. Jak podaje S. Jakowski w poradniku „Opakowania transportowe” np. w produkcji skrzyń drewnianych często występuje nieuzasadnione i zbyt duże użycie materiałów np. przez użycie zbyt dużych współczynników bezpieczeństwa wynikających z nieaktualizowanych modeli obliczeniowych. Jak wspomina dalej autor, przy doborze konstrukcji opakowania to wymagany dla towaru stopień zabezpieczenia powinien być głównym kryterium przy doborze konstrukcji opakowania. Dla przykładu podaje się, iż w transporcie maszyn jeśli to możliwe, należy stosować klatki lub opakowania częściowe, zamiast stosowania poszyc. Redukcja masy i kubatury opakowania przyczynia się większej efektywności ekonomicznej transportu. Zatem w czasie projektowania opakowań drewnianych pod kątem efektywności materiałowej i logistycznej należy (S. Jakowski, Opakowania transportowe):

➤ jeśli to możliwe i uzasadnione ekonomicznie, dążyć do produkowania i stosowania opakowań wielorazowych

- biorąc pod uwagę warunki przechowywania racjonalnie dobierać wymiary przekroju elementów konstrukcyjnych
- tam gdzie to możliwe stosować opakowania częściowe
- stosować klatki zamiast sztywnego poszycia skrzyń.

W opakowaniach drewnianych z punktu widzenia recyklingu najkorzystniejszą metodą etykietowania jest nadruk bezpośredni na opakowaniu. Korzystnym jest stosowanie farb dyspersyjnych, nieszkodliwych dla środowiska, a także nie zawierających metali ciężkich. Niekorzystne przy opakowaniach będą farby, które tworzą na powierzchni twardą powłokę, gdyż np. w procesie produkcji wsporników do palet – żywica nie scali wszystkich elementów zębki i forma będzie się rozpadać. Jeżeli opakowania drewniane będą zanieczyszczone smarami, olejami, czy innymi substancjami chemicznymi – nie będą się niestety nadawały do recyklingu.

Stosowanie drewnianych elementów ozdobnych w opakowaniach np. szklanych, ogranicza ich recykling (na wczesnych etapach sortowania) poprzez stosowanie konstrukcji „zamykającej” opakowanie szklane. Takie opakowania powodują, że całość jest traktowana jako zanieczyszczenie. Drobne opakowania drewniane, stanowiące zanieczyszczenie w innych grupach materiałowych, najprawdopodobniej nie trafią już do recyklingu w swojej grupie materiałowej (nie jest to opłacalne).

