

# Analiza porównawcza wybranych opakowań z tworzyw sztucznych

JEL: L97 DOI: 10.24136/atest.2018.527

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono analizę porównawczą wybranych opakowań z tworzyw sztucznych (PE-HD, PET) biorąc pod uwagę aspekt techniczny, promocyjny oraz ekologiczny. Aspekt techniczny opakowania został zbadany poprzez oznaczenie właściwości materiału opakowaniowego przy statycznym rozciąganiu oraz poprzez określenie odporności materiału na wysoką temperaturę w teście kurczliwości. Określenie aspektu wartości promocyjnej i ekologicznej opakowania dokonano poprzez opracowanie specjalnych kart oceny. Ostatecznie przeprowadzono analizę porównawczą wybranych opakowań w oparciu o kompleksową ocenę jakości, stanowiącą sumę ocen cząstkowych wraz z uwzględnieniem odpowiednich współczynników.

**Słowa kluczowe:** opakowania, tworzywa sztuczne, PET, PE-HD

## Wstęp

Współczesne opakowania wytwarzane są z różnych materiałów i występują w różnych formach, wynikających z przeznaczenia i funkcji jaką mają do spełnienia. Opakowania i materiały opakowaniowe stanowią integralną część danego wyrobu, spełniają rolę sprzedawcy, wpływają na wzrost zainteresowania produktem, a także zawierają niezbędne informacje dotyczące towaru. W czasie gospodarki konkurencyjnej, wolnego rynku to właśnie opakowanie zajmuje miejsce ostatniego ogniwa, jeśli chodzi o kreowanie danego produktu w drodze pomiędzy producentem, a konsumentem. Dlatego też opakowanie często decyduje o aspektach ekonomicznych. Opakowania odgrywają kluczową rolę w działalności gospodarczej każdego niemalże kraju, natomiast przemysł opakowaniowy plasuje się na czołowym miejscu wśród innych sektorów produkcji [1].

Obecnie wytwarzanych jest wiele rodzajów opakowań. Można je klasyfikować na wiele różnych sposobów, ze względu na różnorodne kryterium. Literatura wyróżnia kilkanaście głównych sposobów klasyfikacji opakowań, które przedstawiono na rysunku 1.

### Kryteria podziału opakowań:

- wg normy PN-EN 14182:2005,
- sposób wykorzystania,
- rodzaj tworzywa,
- funkcje wtórne,
- forma obrotu,
- kryterium własności,
- rodzaj konstrukcji,
- położenie względem siebie w zestawie,
- kontakt z produktem,
- oddziaływanie na środowisko,
- ochrona środowiska,
- sposób formowania,
- przemysł użytkujący.

Rys. 1. Kryteria podziału opakowań

Norma PN-EN 14182:2005 standaryzuje opakowanie w porównaniu do stopnia jego przygotowania do sprzedaży. Punktem wyjścia jest jednostka handlowa, na podstawie której wyróżnia się [2]:

- opakowania pierwszego stopnia (handlowe, jednostkowe, detaliczne), przeznaczone przede wszystkim dla indywidualnego konsumenta, chronią produkt przed ilościowymi i jakościowymi ubytkami, nie zabezpieczają przed uszkodzeniami podczas magazynowania i transportu,
- opakowania drugiego stopnia (grupowe, zbiorcze) to opakowania pośrednie między detalicznymi, a transportowymi, są zestawem konkretnej liczby produktów, mogą być sprzedawane w takiej formie (opakowanie cukierków) lub służyć zaopatrywaniu punktów handlowych, są stosowane, gdy opakowania jednostkowe są mało wytrzymałe, wymagające dodatkowego zabezpieczenia,
- opakowania trzeciego stopnia (transportowe), składają się z wielokrotności jednostek handlowych lub zbiorczych, ich zadaniem jest usprawnienie przemieszczania i transportu wyrobów, ochrona opakowania i produktu przed różnorodnymi uszkodzeniami podczas wykonywania procesów logistycznych.

Można wyróżnić kilka podstawowych funkcji, jakie ma pełnić opakowanie:

- Funkcję ochronną, która jest zasadniczą i najstarszą funkcją opakowania z punktu widzenia towaroznawstwa. Opakowanie ma za zadanie chronić dany wyrób przed uszkodzeniami mechanicznymi, negatywnym wpływem różnego typu czynników zewnętrznych, zniszczeniem, a także utratą świeżości. Jest to podstawowa funkcja, która musi być spełniona bezwzględnie przez opakowanie. Dzięki niej produkty są odpowiednio chronione przed wstrząsami mechanicznymi w czasie przewozu, przeładunku czy operacji składowania, a także przed czynnikami klimatycznymi.
- Funkcję logistyczną, która ma za zadanie usprawnienie i przygotowanie wszelkich czynności transportowo-magazynowych. Jej głównym celem jest dostarczenie w docelowe miejsce produktów, w ściśle określonym czasie i ilości przy zachowaniu wysokiego poziomu jakości oraz po najniższych kosztach.
- Funkcja ekologiczna, związana jest z poziomem zanieczyszczenia środowiska wraz z zużytymi opakowaniami oraz możliwością ich powtórnego wykorzystania. Dlatego też przy projektowaniu nowych opakowań należy zwrócić szczególną uwagę na ten aspekt. Tworzywo bądź materiał, z którego dane opakowanie ma być wykonane musi być przyjazne dla otoczenia i powinno ulegać degradacji.
- Funkcja marketingowa, ma największy wpływ na decyzję potencjalnego konsumenta o zakupie, przez co ważna jest reklama, jakość danego opakowania. Każde atrakcyjne opakowanie ma większą szansę na sprzedaż produktu, gdyż uwarunkowane jest to związkiem pomiędzy opakowaniem, a produktem, ponieważ większość konsumentów opakowanie wraz z jego zawartością postrzega, jako całość.
- Funkcja informacyjna, dostarcza podstawowych informacji klientowi o produkcie, przedstawia sposób obchodzenia się z nim, a także informuje o cechach wyrobu np., jakości.
- Funkcja użytkowa obejmuje cechy opakowania związane z jego funkcjonalnością i zapewnia wygodę konsumentom [3].

Oprócz powyższych wymienionych funkcji w literaturze można spotkać także:

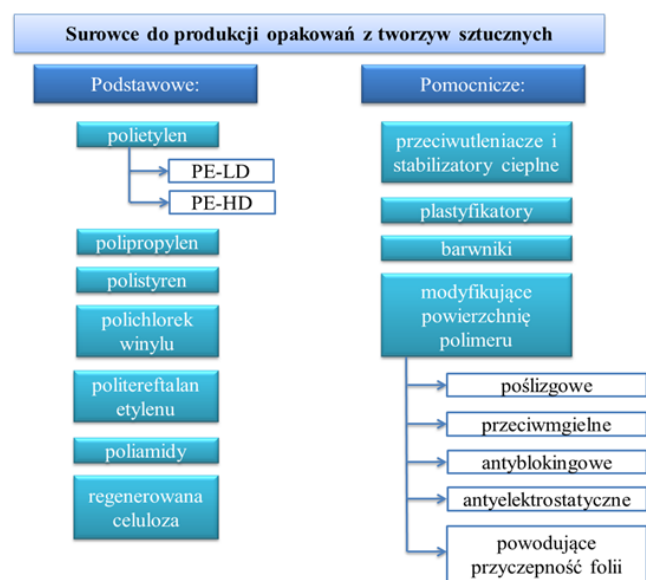
- Funkcję ekonomiczną, która odnosi się do relacji kosztów w odniesieniu do całego cyklu życia opakowania.
- Funkcję estetyczną, która jest najistotniejsza w przypadku dóbr luksusowych.
- Funkcję edukacyjną, która zwraca uwagę na te cechy danego produktu, które dotychczas były niezauważalne tj. jeśli chodzi o wyroby spożywcze, np. wpływ jaki ma cholesterol na zdrowie i życie człowieka [4].

Celem artykułu jest analiza porównawcza wybranych opakowań z tworzyw sztucznych z wykorzystaniem karty kompleksowej oceny opakowań.

## 1 Opakowania z tworzyw sztucznych

Największy udział w wytwarzaniu opakowań posiadają tworzywa sztuczne, głównie dzięki możliwości nadawania im różnorodnych kształtów, wprowadzania nowych, innowacyjnych metod pakowania przy użyciu znanych już polimerów. W ciągu ostatnich 25 lat zużycie tworzyw sztucznych do produkcji opakowań wzrosło dwukrotnie. 70% opakowań z tworzyw sztucznych dotyczy pakowania żywności i napojów, pozostałe 30% to głównie opakowania na kosmetyki, środki czystości oraz wyroby farmaceutyczne. Zalety polimerowych opakowań to m.in.: bardzo niska masa, termoplastyczność, odporność chemiczna, odporność na przenikanie gazów i pary wodnej, możliwość formowania w różnorodne kształty oraz barwienia na dowolne kolory. W zależności od metody produkcji, można je stosować niemal w każdym segmencie przemysłu. Jedynym ograniczeniem jest możliwość migracji do opakowanego wyrobu szkodliwych związków lub interakcji opakowania z produktem [5].

Ze względu na wiele zalet, jakimi dysponują tworzywa sztuczne, a przede wszystkim możliwość dostosowania ich właściwości do konkretnych potrzeb obserwuje się ciągle wzrost udziału tworzyw sztucznych w wytwarzaniu opakowań. Najczęściej stosowanymi polimerami są polietylen, polipropylen, politereftalan etylenu, polistyren, polichlorek winylu. Stanowią one 85% ogółu tworzyw sztucznych używanych do produkcji opakowań. Oprócz surowców podstawowych stosuje się również substancje pomocnicze. Wykaz najczęściej stosowanych polimerów i substancji pomocniczych pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Surowce do produkcji opakowań z tworzyw sztucznych [6]

### 1.1 Charakterystyka PE

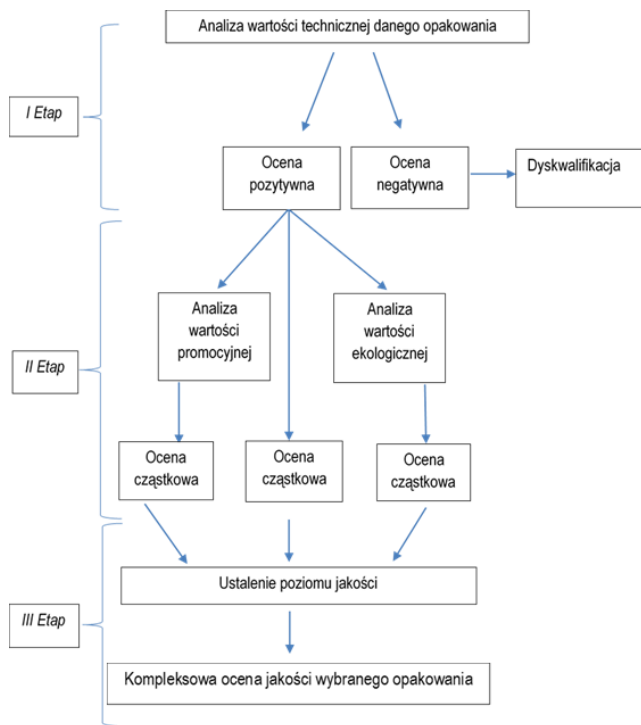
Polietylen (PE) jest tworzywem otrzymywanym z węglowodorów długołańcuchowych podczas przeróbki ropy naftowej w celu uzyskania paliwa. Rozróżnia się dwie odmiany polietylenu w zależności od jego gęstości, masy cząsteczkowej oraz stopnia krystaliczności. Polietylen miękki, małej gęstości (PE-LD) otrzymuje się metodą wysokociśnieniową. Charakteryzuje się półprzezroczystością, obojętnością fizjologiczną, elastycznością nawet w niskich temperaturach, odpornością na działanie kwasów i zasad, niską przepuszczalnością pary wodnej, zaś dużą co do tlenu i substancji zapachowych. W temperaturach powyżej 85°C mięknie, co czyni go łatwym w przetwórstwie, ale nieodpowiednim do przechowywania w nim żywności poddawanej gotowaniu. Jego odmianą jest liniowy polietylen o niskiej gęstości PE-LLD, który wykazuje lepsze właściwości barierowe, jest twardszy. Główne zastosowanie PE-LD i PE-LLD to opakowania transportowe, zbiorcze jak np. folie do owijania palet. Polietylen twardy, dużej gęstości (PE-HD) wytwarza się metodą niskociśnieniową. Jest on mniej przezroczysty niż PE-LD ze względu na wyższy stopień krystaliczności. Do jego zalet należą większa sztywność oraz wytrzymałość na rozciąganie, dobra barierowość zarówno w stosunku do pary wodnej jak i tlenu. Topnieje w temperaturach powyżej 135°C, można go więc stosować w opakowaniach wymagających sterylizacji oraz do żywności poddawanej obróbce cieplnej. Używany głównie do opakowań sztywnych np. opakowań na mleko, płynów do prania [5].

### 1.2 Charakterystyka PET

Często stosowanym poliestrem w opakownictwie jest politereftalan etylenu (PET), który uzyskuje się w reakcji kwasów dikarboksylovych. Do jego zalet zalicza się przezroczystość, dużą gęstość, obojętność fizjologiczną, wytrzymałość mechaniczną, odporność chemiczną, odporność na ścieranie i temperatury, nieprzenikalność gazów, pary wodnej, promieni UV, zapachów oraz tłuszczów. Główną wadą jest trudność zgrzewania. Politereftalan etylenu stosuje się przede wszystkim do produkcji butelek, opakowań kosmetycznych, folii opakowaniowych. Proces produkcji butelki PET oparty jest na użyciu maszyn rodmuchowych. Materiał PET zostaje rozgrzany do temperatury w granicach 80 stopni Celsjusza, kolejno umieszczony zostaje w przeznaczony do tego celu formie i rodmuchiwany przez strumień powietrza o odpowiednio wysokim ciśnieniu. W następnym etapie chłodzi się butelki w celu uzyskania odpowiednich właściwości. Podczas procesu wytwarzania butelek PET nie dochodzi do emisji żadnych produktów ubocznych do środowiska. Kształt wyprodukowanej butelki może być bardzo różny, w zależności od gustu i upodobań producenta [7].

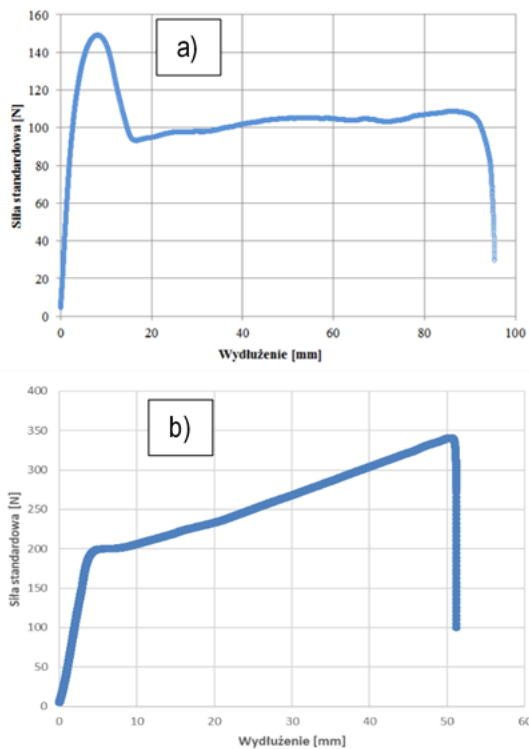
## 2 Badanie i ocena opakowań z tworzyw sztucznych

Do badań wybrano dwa opakowania z tworzyw sztucznych, z polietylenu o dużej gęstości (PE-HD) oraz z politereftalanu etylenu (PET) o jednakowej objętości (1,5 dm<sup>3</sup>) w postaci butelek. Ocenę jakości badanego opakowania oparto o trzy istotne aspekty, techniczny, promocyjny oraz ekologiczny. Aspekt techniczny opakowania został zbadany poprzez oznaczenie właściwości materiału opakowaniowego przy statycznym rozciąganiu oraz poprzez określenie odporności materiału na wysoką temperaturę w teście kurczliwości. Określenie aspektu wartości promocyjnej i ekologicznej opakowania dokonano poprzez opracowanie specjalnych kart oceny. Ostatecznie przeprowadzono analizę porównawczą wybranych opakowań w oparciu o kompleksową ocenę jakości, stanowiącą sumę ocen cząstkowych wraz z uwzględnieniem odpowiednich współczynników. Schemat kompleksowej oceny jakości opakowań jednostkowych przedstawiono na rysunku 3.



**Rys. 3.** Graficznie przedstawiony sposób kompleksowej oceny jakości opakowań jednostkowych [8]

Celem określenia właściwości mechanicznych badanych materiałów opakowaniowych przeprowadzono statyczną próbę rozciągania polietylenu oraz politereftalanu etylenu. Z opakowań wycięto kształtki zgodnie z normą. Po przeprowadzeniu prób wygenerowano wykres zależności siły od wydłużenia (rys. 4.)

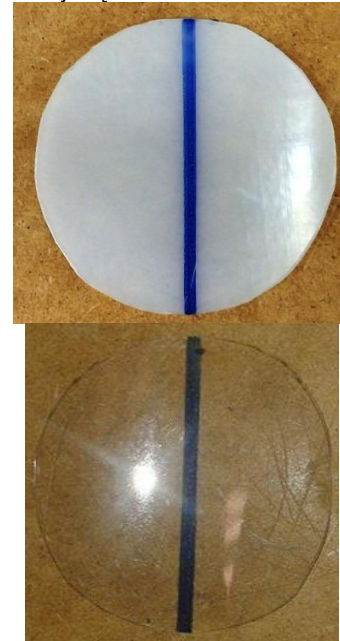


**Rys. 4.** Zależność wielkości siły od wydłużenia podczas badania materiału pobranego z opakowania: a) PE-HD, b) PET

Maksymalna siła rozciągania dla materiału PE-HD wyniosła około 150 N. Próbkę wydłużyła się o prawie 64%. Badany materiał nie uległ natychmiastowemu rozerwaniu pod wpływem działania siły

rozciągającej, ale wydłużył się, a następnie zerwał. W przypadku próbki z PET po przekroczeniu wartości siły około 350 N próbka została zerwana.

Do oceny właściwości technicznych badanych materiałów wykonano także testy termokurczliwości materiałów opakowaniowych. Badanie przeprowadzono na maszynie Hanatek Film Shrink Tester model 2010. Do badania przygotowano próbki w kształcie kół o średnicy 5 cm, które zostały wycięte z opakowań (rys. 5). Na każdej z próbek narysowano pionową kreskę, aby łatwiej było po wykonaniu badania dokładnie ustawić próbkę na skali i odczytać z niej wartość o jaką skurczył się materiał.



**Rys. 5.** Widok próbek wyciętych z opakowania z a) PE-HD, b) PET do wykonania badania termokurczliwości

Badania kurczliwości materiału opakowaniowego przeprowadzono dla trzech czasów ogrzewania próbki. Temperatura była stała dla wszystkich badanych próbek. W tabeli 1 przedstawiono parametry przeprowadzonego pomiaru kurczliwości materiału opakowaniowego.

**Tab. 1.** Parametry pomiaru kurczliwości materiału opakowaniowego

Badany materiał	Czas Badania	Temperatura procesu
PET	15s	150°C
PE-HD PET	30s	150°C
PEHD	360s	150°C

Po przeprowadzonych badaniach wizualnie sprawdzano kurczliwość próbki (rys. 6) oraz dokonano obliczeń stopnia skurczenia próbki z wykorzystaniem zależności (1):

$$k_{\%} = (L_0 - L_f) \times 100 \quad (1)$$

gdzie:

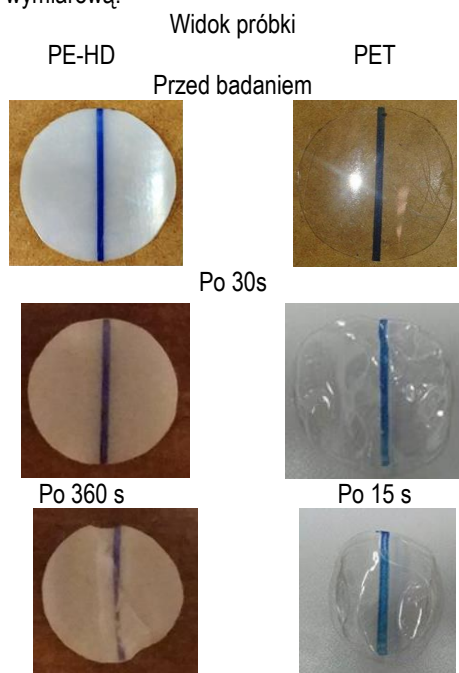
$k_{\%}$  - stopień skurczenia materiału

$L_0$  - długość początkowa

$L_f$  - długość końcowa

Przy działaniu wysokiej temperatury przez okres 30 sekund próbki z PE-HD skurczyły się średnio o 1 %, natomiast z PET o

20%. Wygląd próbek z PE-HD oraz stopień ich skurczenia świadczy o dość dobrej odporności tworzywa na działanie wysokiej temperatury. Jest to bardzo istotna cecha, gdyż dzięki temu można tego typu polimery stosować do pakowania produktów, które muszą być przechowywane w wysokich temperaturach. Można takie opakowania sterylizować, a nawet opakowywać nimi produkty, które podczas użytkowania mają zostać poddane obróbce termicznej. Będzie chroniło produkt przed czynnikami zewnętrznymi. Z kolei próbki z PET pod wpływem wysokiej temperatury wykazują dużo gorszą stabilność wymiarową.



Rys. 6. Widok próbek przed i po badaniu kurczliwości

W drugim etapie badań wzięto pod uwagę aspekty promocyjne i ekologiczne opakowań. W tym przypadku oceny dokonano przy pomocy karty oceny, która umożliwiła ocenę punktową opakowania na podstawie oględzin w oparciu o trzy podstawowe cechy jakie opakowanie musi spełnić czyli funkcjonalność, informacyjność oraz estetyczność. Każdej cesze przypisano współczynniki ważkości. Wyniki oceny przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Karta oceny wartości promocyjnej opakowań

Cechy	Współczynnik ważkości		Ocena (pkt.)		Ocena cząstkowa (pkt.)	
	1	2	3	4	5	6
	PE-HD	PET	PE-HD	PET	PE-HD	PET
Funkcjonalność	0,40		3	2	1,2	0,80
Informacyjność	0,30		3	3	0,9	0,90
Estetyczność	0,30		3	1	0,9	0,30
Ocena wartości promocyjnej			-	-	<b>3,0</b>	<b>2,00</b>

Po dokonaniu oceny wartości promocyjnej opakowania uzyskały ocenę odpowiednio 2 dla PET oraz 3 punkty dla PE-HD.

Ostatnim etapem kompleksowej oceny opakowania z polietylenu o dużej gęstości oraz politereftalanu etylenu była analiza ich jakości ze względu na ekologiczność. Analiza ta składała się z określenia pięciu aspektów, dotyczących:

- materiału opakowania,
- funkcji ochronnej opakowania,
- przydatności do powtórnego użytku i przetworzenia,
- przydatności do spalania z odzyskiem energii.

Wyniki oceny wartości ekologicznej przedstawiono w tabeli 3. Zarówno opakowanie z PE-HD jak i z PET posiadały odpowiednie oznakowanie, oraz zapewniały ochronę otoczenia przed działaniem produktu, wyrób przed środowiskiem zewnętrznym. Opakowanie z PE-HD nie jest przezroczyste, dlatego też chroni przed działaniem promieni słonecznych. Polietylen o dużej gęstości wyróżnia się także dużą barierowością na przenikanie kwasów i zasad oraz niską przepuszczalnością pary wodnej i tlenu. Również opakowanie z PET spełnia wymagania odnośnie funkcji ochronnej. Stąd obu opakowaniom przyznano w tym zakresie po 3 punkty.

Tab. 2. Karta oceny wartości ekologicznej opakowań

Kryteria oceny	Ocena (pkt.)	
	PE-HD	PET
Tworzywo sztuczne		
Gatunek materiału z którego wykonano opakowanie	3	2
Funkcja ochrony produktu przez opakowanie	3	3
Możliwość powtórnego użytku	3	0
Możliwość powtórnego przetworstwa	3	2
Możliwość spalania z odzyskiem energii	3	3
Ocena wartości ekologicznej	3	2

Przy rozpatrywaniu możliwości przetwarzania zużytych opakowań czyli zdolności do recyklingu należy wyróżnić tutaj recykling materiałowy oraz energetyczny. Recykling surowcowy jest jednym z najlepszych sposobów zagospodarowywania odpadów. Odpady polietylenowe poddaje się myciu, czyszczeniu, regranulacji. Dzięki temu otrzymuje się PE-HD w formie surowca i wykorzystuje ponownie do produkcji. Jedynym minusem tej metody jest częściowe zmniejszenie się właściwości polietylenu przy regranulacji, dlatego też przy produkcji nowych opakowań należy dodać do zrezyklingowanego PE-HD świeżego polietylenu. W przypadku recyklingu energetycznego odpady polietylenowe można wykorzystywać jako paliwo, gdyż mają one dużą wartość opałową. Z kolei tworzywo powstałe w procesie recyklingu butelek PET może zostać wykorzystane do produkcji, przezroczystych folii poliesterowych, folii pokryciowych i przekładkowych, włókien i przędz poliesterowych, znajdujących zastosowanie w produkcji ubrań, dywanów, tkanin obiciowych, namiotów, a także jako wypełnienie kurtek, śpiworów, wyrobów formowanych wtryskowo: części samochodowych, części konstrukcyjnych mebli, izolacyjnych materiałów budowlanych (włókien poliesterowych, warstw foliowych), żywicy poliesterowej. Po analizie poszczególnych punktów kryterium dotyczącym oceny wartości ekologicznej opakowania otrzymały 3 punkty (opakowanie z PE-HD) oraz 2 punkty (z PET).

### 3 Kompleksowa ocena jakości opakowania z PE-HD

Na podstawie oceny jakości technicznej, promocyjnej oraz ekologicznej określono kompleksową ocenę jakości badanych opakowań. Każda z wymienionych cech otrzymała odpowiednią wagę, zgodnie z jej istotnością. Ze względu na to, że techniczne aspekty opakowania są najważniejsze, współczynnik ważkości tej cechy określono jako 0,5. Wagę dla oceny jakości estetycznej przyjęto równą 0,3, natomiast dla jakości ekologicznej współczynnik ważkości wyniósł 0,2. Całościowa ocena polegała na zsumowaniu wszystkich ocen cząstkowych z odpowiednio uwzględnionymi wagami. Ostatecznie wyznaczono średnią ważoną ze wszystkich ocen. Aby ułatwić czytelne określenie oceny przygotowano kartę kompleksowej oceny jakości opakowania z PE-HD oraz PET i przedstawiono w tabeli 4.

**Tab. 4.** Karta kompleksowej oceny jakości opakowań (pierwsza liczba dotyczy opakowania z PE-HD, druga opakowania z PET; PE-HD/PET)

Kryteria oceny opakowań											
Etap oceny	Wartość techniczna		Wartość promocyjna			Wartość ekologiczna					Suma
	Rozciąganie	Termokurczliwość	Funkcjonalność	Informacyjność	Estetyczność	Rodzaj materiału	Funkcja ochronna	Możliwość powtórnego użycia	Możliwość powtórnego przetworstwa	Przydatność do procesu spalania	
Ocena	3/3	3/2	3/2	3/3	3/1	3/2	3/3	3/0	3/2	3/3	
Suma ocen	6/5		9/6			15/10					
Średnia ocen	3/2,5		3/2			3/2					
Współczynnik ważkości	0,5		0,3			0,2					
Ostateczna ocena	1,5/1,25		0,9/0,6			0,6/0,4					<b>3,00/2,25</b>

Opakowanie z polietylenu o dużej gęstości otrzymało ostateczną ocenę 2,802 punktu na możliwe do uzyskania 3 punkty. Jest to bardzo pozytywna ocena, świadczy o wysokim poziomie jakości opakowania. PE-HD jest dobrym materiałem opakowalniczym. Jego dobra odporność na rozciąganie oraz wysokie temperatury znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle opakowalniczym. Istotne są także cechy ekologiczne i promocyjne, dzięki którym producenci tym chętniej sięgają po ten surowiec. Polietylen nie tylko pełni w stopniu bardzo dobrym funkcje ochronne opakowań, ale także jest atrakcyjny dla klienta, jego walory estetyczne są dodatkowym atutem. Coraz częściej zwraca się uwagę także na ekologię opakowań. W tym przypadku istnieje wiele metod obróbki badanego opakowania, a przede wszystkim możliwość jego spalania z odzyskiem energii oraz recyklingu surowcowego. Procent wykorzystania polietylenu o dużej gęstości jako materiału opakowaniowego jest duży, pojawiają się coraz to nowsze modyfikacje tego tworzywa oraz innowacyjne opakowania produkowane właśnie z PE-HD.

Opakowanie z PET uzyskało także wysoką ocenę ostateczną 2,25. Posiada dobre właściwości mechaniczne zapewniające odpowiednią giętkość. Ma niską odporność na wysokie temperatury stąd jego główne zastosowanie na butelki na wodę, soki, torebki na słodczyce. Opakowania po PET z punktu widzenia ekologii można poddawać recyklingowi z wykorzystaniem metod mechanicznych, chemicznych oraz poprzez spalanie.

**Podsumowanie**

Kompleksowa ocena jakości opakowania z polietylenu o dużej gęstości oraz politereftaletylenu wykazała, że opakowania spełniają wymagania, jakie mogą być stawiane zarówno przez producentów, dystrybutorów jak i użytkowników opakowań. PE-HD jest materiałem wszechstronnym, który można wykorzystywać w przemyśle opakowalniczym do pakowania różnych produktów ze świadomością, że jest on bezpieczny zarówno dla środowiska jak i dla konsumentów, dzięki jego wysokiej odporności co jest bardzo istotnym elementem przy wyborze surowca do wytwarzania opakowań. Z kolei opakowania z PET cechują się dobrymi właściwościami mechanicznymi zapewniającymi odpowiednią giętkość, nieco mniejszą odpornością na wysokie temperatury oraz możliwością recyklingu.

**Bibliografia:**

1. Lisińska- Kuśnierz M., Wybrane zagadnienia z przechowalnicwa towarów, Wyd. Akad. Ekonom. w Krakowie, Kraków, 1992.

2. Dudziński D., Opakowania w gospodarce magazynowej z dokumentacją i wzorcową instrukcją gospodarowania opakowaniami, ODDKr, Gdańsk 2014.  
 3. Cholewa- Wójcik A., Badanie opakowań transportowych, Wyd. Akad. Ekonom. w Krakowie, Kraków 2006.  
 4. [http://ue.poznan.pl/data/upload/articles\\_download/22771/20140918/opakowania-gotowe.pdf](http://ue.poznan.pl/data/upload/articles_download/22771/20140918/opakowania-gotowe.pdf) (2.11.2015r.)  
 5. Emblem A., Emblem H. (pod red.) Technika opakowań: podstawy, materiały, procesy wytwarzania, Wyd. Nauk. PWN, 2014.  
 6. Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M., Podstawy opakownictwa towarów, Wyd. Akad. Ekonom., Kraków 2004.  
 7. Emblem A., Emblem H., Technika opakowań, Wyd. Nauk. PWN, 2014.  
 8. Lisińska –Kuśnierz M. (red), Badanie i ocena jakości materiałów opakowaniowych i opakowań jednostkowych Wyd. Akad. Ekonom. w Krakowie, Kraków 2005.

**Comparative analysis of selected plastic packaging**

The article presents comparative analyses of selected plastic packaging (PE-HD, PET) taking into account the technical, promotional and ecological aspects. The technical aspect of the package has been examined by marking the properties of the packaging material during static stretching and by determining the material's resistance to high temperature in the shrink test. The determination of the aspect of the promotional and ecological value of the packaging was made by developing special evaluation cards. Finally, a comparative analysis of selected packages was carried out based on a comprehensive quality assessment, constituting the sum of partial grades together with the relevant coefficients.

**Keywords:** packaging, plastics, PET, PE-HD.

**Autorzy:**

dr inż. **Irena Nowotyńska** – Politechnika Rzeszowska w Rzeszowie, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu, e-mail: i\_nowot@prz.edu.pl

mgr inż. **Gabriela Grabowska** – studentka, Wydział Zarządzania, Politechnika Rzeszowska

mgr inż. **Małgorzata Zdeb** – studentka, Wydział Zarządzania, Politechnika Rzeszowska