

---

***PRACE***

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Construction Materials

---

**Nr 6**

ISSN 1899-3230

**Rok III**

**Warszawa–Opole 2010**

---

## Recykling szkła

Szkło – jedno z najważniejszych tworzyw znajdujących zastosowanie w życiu codziennym człowieka. Artykuł porusza zagadnienie zagospodarowania szklanych odpadów w Polsce. Przybliża temat jak cennym surowcem może być stłuczka i jakie działania należy podjąć w celu jak najlepszego jej zagospodarowania z punktu widzenia ekonomicznego i ekologicznego. Wskazuje, że pomimo, iż recykling stłuczki jest poważnym i złożonym przedsięwzięciem, zasługuje na uwagę dla dobra nas wszystkich.

Szkło to jedno z najważniejszych tworzyw znajdujących zastosowanie w życiu codziennym człowieka, wytwarzane jest przez niego od kilku tysięcy lat. Dziś trudno wyobrazić sobie bez szkła domu, środków komunikacji, laboratorium, telewizji czy innych nowoczesnych rozwiązań technicznych. Szkło, mimo silnej konkurencji, zwłaszcza tworzyw sztucznych, jest i będzie niezastąpionym elementem w życiu każdego człowieka. Ze względu na unikatowe cechy, jak np. nietracenie swych właściwości pomimo wielokrotnego przetwarzania, szkło ma zdolność do wielu rodzajów recyklingu, co z punktu widzenia ekonomicznego i ekologicznego jest bardzo korzystne.

Szkło, będąc materiałem obojętnym, używane jest powszechnie na opakowania. Dlatego w przeważającej masie odpadów, natrafić można na szkło nadające się do recyklingu. W Europie recykling szkła zalicza się do najbardziej zaawansowanych – z pożytkiem dla naturalnych zasobów i środowiska. W niektórych europejskich krajach blisko 85% opakowań szklanych – butelek i słoików – produkuje się z recyklatu. Korzystają na tym wszyscy: konsumenci, producenci i oczywiście środowisko naturalne. Produkowane z wszechobecnego surowca, jakim jest piasek, może być wielokrotnie przetwarzane, nie tracąc swej wartości. Niestety te korzystne cechy opakowań szklanych, zwłaszcza w odniesieniu do opakowań zużytych i powstałej z nich stłuczki szklanej, nie są w Polsce racjonalnie wykorzystywane. Zarówno zużyte opakowania, jak i powstała z nich stłuczka

---

\* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

trafiają w dużej części na wysypiska komunalne lub dzikie. Zagospodarowanie stłuczki szklanej powstałej poza procesem produkcji szkła, tzn. stłuczki z recyklingu, mimo wielu prób i przedsięwzięć nie zostało do dziś zadowalająco rozwiązane.

Przykłady racjonalnego wykorzystania stłuczki w innych krajach, w tym w szczególnie bogatych, oraz racje ekologiczne i ekonomiczne nakazują, by zainteresować się zagadnieniem zagospodarowania szkła z recyklingu i rozwiązać tę kwestię do końca.

## 1. Korzyści ekonomiczne stosowania stłuczki szklanej

Stosowanie stłuczki w procesie topienia szkła ma duże znaczenie ekonomiczne, wynikające głównie ze zmniejszenia zużycia surowców i energii. Każdy Mg\* stłuczki wprowadzony do zestawu to oszczędność w przypadku szkła sodowo-wapniowego około: 800 kg piasku, 250 kg sody, 180 kg mączki wapiennej. Ponieważ do wyprodukowania 1 Mg sody zużywa się ok. 1000 kg wapienia i 1150 kg soli kuchennej, zatem oszczędności surowcowe mają jeszcze większy wymiar.

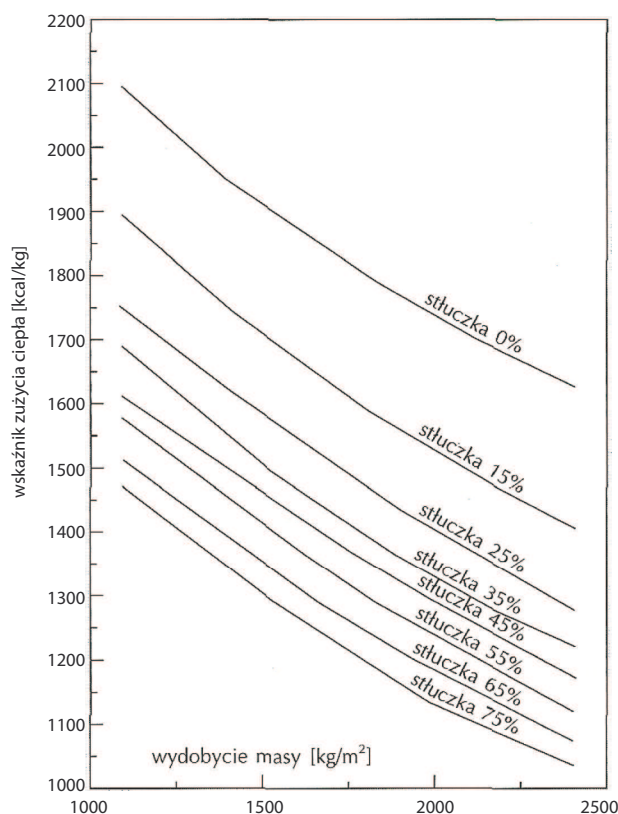
Udział stłuczki w zestawie pozwala na obniżenie zużycia ciepła potrzebnego do wytopienia szkła. Teoretyczna ilość ciepła potrzebna do wytopienia szkła ze stłuczki wynosi ok. 2/3 ilości ciepła potrzebnego do wytopienia szkła z surowców. Dodatek 1% stłuczki do zestawu zmniejsza zużycie teoretycznie potrzebnego ciepła o ok. 8 kJ/kg szkła [1]. Praktyczne wielkości podawane przez różnych autorów są dużo wyższe. Nie różnią się one zasadniczo od siebie, przy wzięciu pod uwagę różnych agregatów, składów szkła i warunków produkcyjnych.

Rycina 1 przedstawia zależność zużycia ciepła od udziału stłuczki w zestawie i wielkości jednostkowego wydobywania masy szklanej dla pieca o powierzchni 100 m<sup>2</sup>.

W miarę wzrostu udziału stłuczki w zestawie spada zużycie ciepła na jednostkę produkcji szkła. Zmniejsza się również w miarę wzrostu wydobywania masy szklanej na jednostkę powierzchni wannowego pieca szklarskiego.

---

\* Megagram – pochodna jednostka masy w układzie SI, symbol Mg, równa jednemu milionowi gramów (1 000 000 g), popularna nazwa – tona. Megagram jest standardową jednostką stosowaną w praktyce i przepisach prawnych dotyczących recyklingu do określania ilości odpadów.



Ryc. 1. Wskaźnik zużycia ciepła dla pieca o powierzchni 100 m<sup>2</sup> w zależności od wydobywania masy szklanej i udziału stłuczki w zestawie [1]

Przy topieniu szkła z udziałem stłuczki występują oszczędności energii, gdyż nie jest wówczas potrzebna dodatkowa energia do procesów chemicznych przebiegających równocześnie w przypadku topienia szkła z zestawu surowcowego. Dalszą oszczędność energii otrzymuje się przy wydobywaniu i przeróbce surowców pierwotnych. Dodatek stłuczki do zestawu wpływa korzystnie na długość kampanii pieca do topienia szkła, co ma również istotne znaczenie ekonomiczne [2].

## 2. Korzyści ekologiczne stosowania stłuczki

Oprócz korzyści ekonomicznych z udziału stłuczki w zestawie szklarskim występują również korzyści natury ekologicznej, ponieważ zmniejsza się emisja: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, pyłów, NO<sub>x</sub>.

Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> wynika z mniejszego zużycia paliwa oraz surowców, które w procesie topienia ulegają rozkładowi z wydzieleniem CO<sub>2</sub>. Odnosi się to głównie do sody, mączki wapiennej i dolomitowej.

Zmniejszenie emisji SO<sub>2</sub> jest uwarunkowane zużyciem surowców pierwotnych. Przy topieniu szkła z bardzo dużą ilością stłuczki (80% i powyżej) zmniejsza się ilość środków klarujących, jak siarczan sodu czy wapnia. Na przykład szkło

zielone może być topione bez środków klarujących [3]. Wskutek dwa razy większego udziału stłuczki w zestawie, uzyskuje się w rezultacie redukcje  $\text{SO}_2$  w spalinach o ok. 35%. Zmniejszenie emisji  $\text{Cl}^-$  i  $\text{F}^-$  też jest uwarunkowane zużyciem stłuczki. Przy zastosowaniu stłuczki zmniejsza się ich zawartość w zestawie, a więc zmniejsza się ich emisja.

Emisja pyłów zostaje zredukowana wskutek mniejszego udziału w zestawie surowców pierwotnych, które na ogół zawierają do 30% drobnych, pylistych frakcji poniżej 0,1 mm.

Im większa ilość stłuczki, tym może być niższa temperatura topienia, a to przyczynia się do zmniejszenia parowania składników zestawu, głównie związków sodu.

Bardzo istotne jest ograniczenie przez przemysł szklarski emisji tlenków azotu. Można to osiągnąć, stosując większe ilości stłuczki, co pozwala na obniżenie temperatury w piecu i zmniejszenie zużycia paliwa.

Nie bez znaczenia jest to, że większe zużycie szkła z recyklingu przyczynia się do zmniejszenia objętości wysypisk śmieci, w których udział szkła ocenia się na ok. 7–10%, a nawet więcej.

Mniejsze zużycie sody to zmniejszenie ilości szlamów, powstających przy jej produkcji.

### **3. Technologiczne aspekty stosowania stłuczki szklanej w procesie topienia szkła**

Stała mechanizacja i automatyzacja procesów wytwarzania opakowań szklanych skutkuje tym, że ilość stłuczki powstającej w procesie produkcyjnym stale się zmniejsza. Nie zaspokaja to potrzeb hut produkujących opakowania szklane i zmusza producentów opakowań szklanych do stosowania stłuczki z wtórnego obiegu szkła, czyli stłuczki obcej [4].

Stłuczkę szklaną ze względu na pochodzenie można podzielić na:

- własną, tj. powstającą u producentów szkła,
- obcą, dostarczoną do hut szkła z zewnątrz, np. z hut szkła innych branż, od dużych odbiorców wyrobów szkła (w rozlewniach napojów, wytwórniach sprzętu oświetleniowego, zakładach stolarki budowlanej),
- pokonsumpcyjną, powstających u indywidualnych odbiorców opakowań i wyrobów szklanych.

W Polsce dobrze rozwiązano kwestię zagospodarowania stłuczki własnej oraz pochodzącej od dużych odbiorców. Stłuczka przemysłowa związana z procesem technologicznym produkcji wyrobów szklanych stanowi ok. 28% globalnej ilości stłuczki możliwej do odzyskania [5]. Powstająca na terenie hut stłuczka

szklana ze względu na swoją czystość nadaje się do powtórnego przetopu w piecach szklarskich bez wstępnego przygotowania (oprócz skruszenia dożądanego uziarnienia). Stąd też w całości jest wykorzystana prawie we wszystkich hutach szkła [6].

Zebrana i przygotowana wstępnie stłuczka może znaleźć zastosowanie jako:

- 1) jeden ze składników wsadu do pieca szklarskiego,
- 2) surowiec do produkcji włókien szklanych oraz mat i płyt izolacyjnych,
- 3) surowiec do produkcji szkła piankowego,
- 4) surowiec do produkcji kulek szklanych,
- 5) surowiec do produkcji grysów do tynków,
- 6) dodatek do mas ceramicznych,
- 7) dodatek do past czyszczących.

### **Stłuczka jako składnik zestawu surowcowego w hucie szkła**

Przez hutę szkła może być przyjmowana stłuczka odpowiadająca wymaganiom normy PN-80/B-13010. Zwykle żąda się też, aby stłuczka była segregowana kolorami. W krajach zachodnich udział stłuczki szklanej w hutach dochodzi do 80% w przypadku szkła zielonego, 50% brunatnego oraz 20% bezbarwnego. Poza wspomnianymi już korzyściami wynikającymi z zastosowania stłuczki szklanej, uzyskuje się ograniczenie emisji szkodliwych gazów (CO, SO, Cl, F, NO) oraz pyłów [7].

### **Stłuczka jako grys do budownictwa**

Budownictwo wykorzystuje i może wykorzystywać znaczne ilości barwnych grysów. Ze stłuczki szklanej można uzyskiwać grys o następujących barwach: zielonej, brązowej, białej [8].

### **Stłuczka jako składnik mas ceramicznych**

Ogólnie znane jest bardzo korzystne oddziaływanie stłuczki szklanej jako składnika mas ceramicznych: obniża ona temperaturę wypalania oraz polepsza techniczne parametry wyrobów. Dodanie stłuczki np. do cegieł byłoby technologicznie trudne i zbyt kosztowne. Natomiast celowe jest jej stosowanie w innych działach ceramiki, gdzie koszt niektórych surowców zastępowanych przez stłuczkę jest wyższy, np. zastąpienie mączki ceglanej mączką szklaną o zbliżonym uziarnieniu polepszyło mrozoodporność dachówek i zmniejszyło ich przesiąkliwość [6].

### **Materiały porowate na bazie stłuczki**

Stłuczka szkła gospodarczego i szkła laboratoryjnego znajduje zastosowanie w produkcji porowatych materiałów szklanych i szkłopochodnych. Materiały

te otrzymuje się metodą wykorzystywaną w ceramice specjalnej, polegającą na spiekaniu proszków szklanych ze środkami porotwórczymi w postaci substancji organicznych (sacharoza, gąbka polimerowa) oraz solami nieorganicznymi (np.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), które usuwane są na drodze spalania bądź ekstrakcji. Materiały otrzymane tą metodą stosuje się jako membrany filtracyjne dla potrzeb przemysłu spożywczego, ceramicznego, biotechnologii, oczyszczania ścieków [9].

### **Wyroby klinkierowe, topniki do wyrobów kwasoodpornych**

Odpady włókien szklanych mogą być stosowane do produkcji włókien klinkierowych, kitu kwasoodpornego, topnika do wyrobów kwasoodpornych. Z odpadów tych można również produkować płyty izolacyjne bazujące na wiązaniach nieorganicznych. Udział odpadów włókien szklanych w zestawie waha się od 5 do 25%. Włókna te mogą stanowić również dodatek do mas ceramicznych [10].

Stłuczka szklana wprowadzona do zestawu pełni rolę składnika ułatwiającego i przyśpieszającego topienie surowców pierwotnych. Mięknie i roztapia się w stosunkowo niskiej temperaturze, dostarczając fazę ciekłą w temperaturach niższych niż jakiegokolwiek inne eutektyki, które powstają z reakcji surowców pierwotnych.

Wprowadzenie stłuczki do zestawu, zwłaszcza tej z recyklingu, powoduje również pewne ujemne zjawiska. Jej dodatek utrudnia proces homogenizacji masy szklanej i wydłuża proces klarowania. Obszary stopionej stłuczki mają relatywnie duże napięcie powierzchniowe, upodabniając się do kropli, otoczonej błonką usianą pęcherzykami pary wodnej, powstałej z wody zaadsorbowanej przez stłuczkę. Im dłużej stłuczka jest składowana, tym więcej ma wilgoci w warstwach powierzchniowych, co prowadzi do wyługowania z nich alkali i wzbogacenia jej w krzemionkę. Sprawia ona, że utworzona błonka ma większą lepkość niż otaczające szkło. Zjawisko to przyczynia się do tzw. mozaikowej budowy masy szklanej, utrudniając jej homogenizację. Stłuczka z recyklingu wprowadza jednak do zestawu zanieczyszczenia, które mogą być przyczyną wad szkła i zaburzeń procesu jego topienia.

## **4. Wymagania jakościowe stawiane stłuczce szklanej z recyklingu**

Im wyższe są wymagania jakościowe stawiane opakowaniom szklanym i im wyższy jest udział stłuczki z recyklingu w procesie ich wytwarzania, tym wyższe są wymagania stawiane tej stłuczce.

Stłuczka szklana jest postrzegana jako surowiec, a mówiąc o surowcu myśli się automatycznie o jego gatunku. Stłuczka szklana uzyskana w wyniku zbiórki publicznej do kontenerów jest przeważnie zanieczyszczona. Aby mogła być ponownie użyteczna w procesie wytopu szkła, niezbędne jest otrzymanie takiej jej czystości, aby nadawała się do topienia. Ogólnie rzecz biorąc, procesy uzdatnia-

nia podnoszą jakość stłuczki tak, że jest ona w pełni wartościowym surowcem do produkcji nowego szkła.

O tym jak duże ma to znaczenie, przekonuje fakt, że 90% opakowań szklanych wytwarza się obecnie ze stłuczki szklanej pochodzącej z odzysku, nie naruszając przy tym w niczym wysokich wymagań co do jakości. W dużym stopniu zależy to jednak od jednorodności wsadu, bo pozyskiwana z odpadów stłuczka zanieczyszczona bywa wieloma wtrąceniami: metalem, ceramiką, a nawet naturalnymi kamieniami, których trzeba się pozbyć. Po pierwsze, ich obecność podnosi temperaturę topienia, czyli zwiększa wydatek energetyczny, a po wtóre, narusza strukturę szkła. Za dopuszczalny więc uważa się udział ceramiki w granicach do 25 g/t z tendencją spadkową do 10 g/t. Surowym ograniczeniom podlega natomiast obecność wtrąceń metalicznych, np. kapsli i folii aluminiowej – pozostających na szyjkach butelek – akceptowany w wysokości do 5 g/t [11]. Równie niebezpieczne dla produkcji szkła są różnego rodzaju zanieczyszczenia piaskiem. Ziarenka piasku o średnicy 0,1 mm mogą sprawić, że w wyniku naprężeń szklana butelka pęknie [12].

W procesie recyklingu stłuczki szklanej dla osiągnięcia efektu jakościowego – zwłaszcza przejrzystości i barwy – konieczne jest usunięcie wszelkich ciał obcych, co jest procesem technicznie złożonym. Do produkcji np. szkła optycznego czy krzemowo-ołowiowego wymaga się stłuczki o czystości ponad 99,7%. W tej sytuacji przedsiębiorstwa recyklingu starają się poddawać specjalnym zabiegom zasoby wcześniej już wyselekcjonowanej stłuczki.

Ażeby uszlachetnić posiadaną stłuczkę i przetworzyć ją w surowiec przydatny do produkcji najwyższej klasy wyrobów szklanych, aparatura klasyfikatorów musi spełnić kilka zadań:

- 1) uwolnić ją od wszelkich ciał obcych – ceramiki, stali i metali kolorowych (aluminium, miedzi i ołowiu), to znaczy fizycznie je oddzielić;
- 2) posortować – w zależności od właściwości – na odrębne produkty, z których każdy może stanowić pełnowartościowy wsad dla określonego gatunku szkła i jego przeznaczenia, czyli na stłuczkę białą, bursztynową i zieloną;
- 3) mając na uwadze, że strumień stłuczki odrzucanej w trakcie segregacji zawiera nadal znaczny udział pełnowartościowego szkła, choć o większym zagęszczeniu wtrąceń trudnych do wyselekcjonowania (bardzo ciemnego szkła, grubych denek butelek i ich szyjek, płytek szklanych i płatków z ceramiki), należy przetworzyć go na produkt sprzedażny, a odpady ograniczyć do minimum.

## **5. Stan równowagi redukcyjno-utleniającej masy szklanej**

Duży udział stłuczki szklanej w zestawie może zmienić warunki utleniające w masie szklanej. Dzieje się tak na skutek zmiennej zawartości części orga-



nicznych, jakie znajdują się w stłuczce. Działanie redukujące zanieczyszczenia organiczne zmniejsza zdolności utleniające masy szklanej, a przez to ma wpływ na barwę szkła. Wskazane jest w związku z tym wprowadzenie wówczas do zestawu odpowiednich utleniaczy, które kompensowałyby negatywne działanie zanieczyszczeń stłuczki. Dla stworzenia w szkłe barwnym odpowiedniego stanu redukcyjno-oksydacyjnego wystarczy niekiedy dodatek stłuczki bezbarwnej, która z racji samego składu jest zwykle bogatsza w tlen niż szkło barwne.

Użycie stłuczki stanowiącej mieszaninę szkieł kolorowych o różnej barwie może być przyczyną uwolnienia się gazowego  $\text{SO}_2$  i powstawania zjawiska pienienia się masy szklanej. Problemy te nie zostały jeszcze rozwiązane i stanowią swego rodzaju wyzwanie dla produkujących szkło ze stłuczki. Z tych względów dużego znaczenia nabiera kontrola potencjału utleniającego masy szklanej, która powinna być prowadzona w sposób ciągły [2].

## 6. Zanieczyszczenia stłuczki

W odróżnieniu od tradycyjnych surowców szklarskich mających określony skład chemiczny, który może ulegać zmianie jedynie w dopuszczalnych technologicznie granicach, skład chemiczny stłuczki obcej ulega znacznym wahaniom. Stłuczka ta zawiera zanieczyszczenia żelazem, aluminium, a niekiedy również innymi metalami kolorowymi, ma w swym składzie zanieczyszczenia ceramiczne (zwykle jest to porcelana, materiały budowlane, niekiedy kamienie itp.), a także substancje organiczne, do których zalicza się tworzywa sztuczne, papier, resztki żywności, szmaty i inne, np. zawartość wody w stłuczce z recyklingu wpływa na topienie szkła, w tym na zużycie energii, stan redox szkła, a przez to na stabilność barwy, szczególnie w przypadku szkła brunatnego. Tworzenie piany i problemy klarowania są dalszym następstwem wynikającym z wysokiej zawartości wody.

Wymagania stawiane opakowaniom szklanym z punktu widzenia barwy generują wymagania dla stłuczki szklanej z recyklingu. Dotyczą one szczególnie butelek do piwa, wina, wód mineralnych. Z tego względu stłuczka obca powinna być poddana procesom oczyszczania i przeróbki. Zostały dla tych celów opracowane specjalne procesy technologiczne, które osiągnęły obecnie wysoki stopień automatyzacji.

## 7. Technologia oczyszczania i uzdatniania stłuczki z recyklingu

W krajach rozwiniętych znajdują się obecnie w obrocie duże ilości stłuczki z opakowań szklanych; jest ona oczyszczana i przetwarzana do postaci nadającej się do wprowadzania wprost w skład zestawu. Opracowano dla tego celu odpowiednie linie technologiczne o różnym stopniu złożoności procesu przerób-

czego i różnym stopniu jego automatyzacji. Wytwarza je i proponuje kilka firm. Oferujący te linie zastrzegają się jednak, że efekt końcowy procesu przerobczego zależy w dużym stopniu od sposobu, w jaki stłuczka jest gromadzona i przechowywana. Najlepsze efekty uzyskuje się, jeżeli do przerobu trafiają zużyte wyroby ze szkła w całości, w stanie posortowanym i umyte.

Stłuczkę jednobarwną najbardziej ekonomicznie otrzymuje się, sortując ją na etapie gromadzenia opakowań szklanych oraz w początkowych stadiach procesu uzdatniania stłuczki.

## 8. Gospodarka odpadami w Polsce

W roku 2000 wytworzono w Polsce ogółem 139 340 000 Mg (139 mln ton) odpadów, w tym:

- w sektorze komunalnym 10% (13 860 000 Mg),
- w sektorze gospodarczym 90% (125 480 000 Mg),
- odpady niebezpieczne stanowiły 1% ogółu odpadów [12].

Wytwarzanie odpadów w Polsce jest nierównomierne przestrzennie. Ponad 70% odpadów powstaje w trzech województwach: śląskim, dolnośląskim, małopolskim. Również w tych województwach na składowiskach nagromadzono najwięcej odpadów. Województwa śląskie i dolnośląskie „przodują” nie tylko pod względem wytwarzania odpadów gospodarczych, lecz także komunalnych (województwo mazowieckie zajmowało w 2000 r. dopiero trzecie miejsce pod względem ilości odpadów komunalnych stałych wywiezionych).

Za wielkością produkowanych odpadów nie idą efekty w selektywnej ich zbiórce – województwo dolnośląskie pod tym względem zajmowało dopiero 4. miejsce, z 4-krotnie gorszym wynikiem od małopolskiego (8. miejsce w zbiórce metali, 6. w zbiórce makulatury i tworzyw sztucznych, 2. w zbiórce szkła).

Selektywną zbiórkę odpadów w 2000 r. prowadziło w Polsce tylko 30% gmin. W kraju funkcjonują 52 sortownie śmieci, 54 kompostownie śmieci i jedna spalarnia odpadów komunalnych zlokalizowana w Warszawie (rocznie spala się w niej prawie 60 tys. Mg [t] śmieci).

Statystyczne jednostkowe koszty zagospodarowania odpadów w 2006 r. wynosiły ok. 60 zł rocznie na mieszkańca, a wzrosną do 80 zł w 2014 r. Ocenia się, że aktualne koszty ponoszone z tytułu wywozu odpadów nie odzwierciedlają kosztów rzeczywistych ich zagospodarowania, ponieważ są to głównie ceny negocjowane z przewoźnikami.

Strumień odpadów komunalnych w Polsce znacznie odbiega od struktury strumienia odpadów w UE. Jest dodatkowo zróżnicowany w przekroju miasto-wieś. Według danych opracowanych przez Instytut Ekologii Terenów

Uprzemysłowionych ilość odpadów przypadających na mieszkańca wsi jest dwukrotnie mniejsza niż ilość przypadająca na mieszkańca miasta.

## **9. Regulacje prawne Unii Europejskiej w obszarze gospodarki odpadami**

Regulacją o charakterze ramowym w gospodarce odpadami jest dyrektywa Rady Europy 75/442/EWG zmieniona w roku 1991 (91/156/EWG). Zobowiązuje ona kraje członkowskie do zapobiegania powstawaniu odpadów, ograniczania ich ilości i zmniejszania szkodliwości. Zgodnie z dyrektywą gospodarowanie odpadami musi odbywać się w sposób bezpieczny dla zdrowia ludzkiego i środowiska. Jednym z kluczowych elementów strategii gospodarowania odpadami jest hierarchia postępowania z odpadami i zasada „zanieczyszczający płaci”. Z dyrektywy wynikają obowiązki w zakresie przygotowania przez samorzędy planów gospodarki odpadami.

Dyrektywa Rady 91/689/EWG dotyczy odpadów niebezpiecznych.

Dyrektywa 2000/76/WE dotyczy spalania odpadów.

Dyrektywa 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów służyć ma zmniejszeniu wpływu na środowisko składowisk.

Dyrektywa Rady 91/157/EWG reguluje kwestie odzysku i unieszkodliwiania zużytych baterii i akumulatorów.

Dyrektywa 94/62/We określa strategię UE w zakresie odpadów opakowaniowych.

Celem dyrektywy 2000/53/WE jest ochrona przed wrakami pojazdów i promowanie zbiórki i recyklingu odpadów.

Dyrektywa PE i RU nr 2002/96/WE z 27 stycznia 2003 r. nakłada obowiązek sprawowania ścisłego nadzoru nad postępowaniem z odpadami zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego.

Zbiórka surowców wtórnych od 1 stycznia 2002 r. prowadzona jest na odmiennych zasadach niż przez ostatnie 10 lat. Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych – Dz.U. z 2001 r. nr 63, poz. 638 – nałożyła obowiązek prowadzenia skupu opakowań przez sklepy detaliczne (w dużym skrócie obowiązek dotyczy wszystkich sieci detalicznych i pojedynczych sklepów o powierzchni ponad 500 m<sup>2</sup>).

Obok sklepów w dalszym ciągu funkcjonują punkty skupu surowców wtórnych. Na szczęście na osiedlach takie punkty nie zostały zlikwidowane.

W Polsce zaledwie 30% opakowań szklanych trafia ponownie do hut szkła jako stłuczka. Na świecie w ten sposób odzyskuje się 80–90% butelek i słoików [13]. Szacuje się, że w Polsce na jednego mieszkańca przypada ok. 18 kg odpadów szklanych w okresie jednego roku. W odpadach komunalnych szkło występuje w ilości

ok. 7%. W związku z przewidywanym rozwojem gospodarczym, naciskiem konsumentów oraz powrotem do opakowań nieszkodliwych dla środowiska przewiduje się, że w roku 2010 szkło będzie stanowiło 14% odpadów komunalnych.

## 10. Uwagi końcowe

Stosowanie w produkcji opakowań możliwie jak największych ilości stłuczki niesie duże korzyści ekonomiczne. Skłaniają też do tego wymogi ochrony środowiska, wsparte odpowiednimi ustawami, a także sankcjami karnymi, które stale ulegają zaostrzeniu. Szeroki recykling stłuczki jest poważnym i złożonym przedsięwzięciem. Wymaga też dostosowania technologii produkcji szkła do specyfiki tego surowca, który bywa surowcem trudniejszym z wielu względów od tych tradycyjnych. Stłuczka musi przejść proces uszlachetniania i oczyszczania, zanim stanie się pełnowartościowym składnikiem zestawu. Doświadczenia innych krajów dowodzą, że są to trudności możliwe do pokonania i proces pełnego zagospodarowania odpadów opakowań szklanych zasługuje na jak najpilniejsze podjęcie. Nieodzowne jest również dalsze podnoszenie świadomości ekologicznej naszego społeczeństwa, gdyż na tym polu mamy jeszcze dużo do zrobienia.

## Literatura

- [1] Określenie kryteriów zmniejszania zużycia ciepła w przemyśle szklarskim, oprac. ISiC Oddział w Krakowie, 1992.
- [2] *Recykling szkła*. Pod red. W. Pawłowskiego, L. Stoch, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 1995.
- [3] „Glastechnische Berichte” 1995, Nr. 4, s. 51–58.
- [4] K o r c z e w s k i B., *Zarys problemu zagospodarowania szkła opakowaniowego w Polsce*, „Przegląd Komunalny” 1997, nr 6.
- [5] G r o d z i ń s k a - J u r c z a k M., T o m a l M., N i e s z p o r e k K., T a r a b u l a - F i e r t a k P., *Effect of an educational camping on public environment attitudes and behaviour in Poland*, „Resources, Conservation & Recycling” 2006, Vol. 46, issue 2, s. 182–197.
- [6] S o r d o ń - K u l i b a b a B., *Zagospodarowanie odpadów szkła i opakowań szklanych*, „Recykling” 2008, nr 3.
- [7] <http://ekofundusz.org.pl/kom43.htm> (10.06.2010).
- [8] <http://www.scierniwa.pl/product/33> (10.06.2010).
- [9] C i e c i ń s k a M., *Szkło odpadowe do produkcji specjalnych materiałów porowatych*, „Szkło i Ceramika” 2007, nr 1.
- [10] „Biuletyn Instytutu Gospodarki Odpadami” 2002, nr 2.
- [11] [http://www.powderandbulk.pl/arttykul\\_715.html](http://www.powderandbulk.pl/arttykul_715.html) (10.06.2010).
- [12] [http://huby.seo.pl/13\\_recykling/131\\_kpgo.htm](http://huby.seo.pl/13_recykling/131_kpgo.htm) (10.06.2010).
- [13] „Dziennik Polski” 2009, z 27.07.

---

*ANNA KUŚNIERZ*

## GLASS RECYCLING

Glass is one of the most important materials which finds application in our everyday life. The paper brings up issue of glass waste recycling in Poland. It was evidenced that broken glass is a valuable raw material and there were specified actions to be taken for its best recycling from economical and ecological point of view. There was indicated that recycling of glass wastes is important and complex undertaking which deserves our efforts.