

TOMASZ TYRALSKI
MARTA TYRALSKA

Institut Papiernictwa i Poligrafii, Politechnika Łódzka, Łódź

Recykling zużytych opakowań kartonowych po płynach spożywczych

Wstęp

Wskaźnik recyklingu papieru, który wyniósł w 2007 roku 28,5% jest znacznie mniejszy niż w innych krajach. Regulacje unijne nakładają na Polskę obowiązek poprawy sytuacji w tym zakresie i osiągnięcie poziomu recyklingu 60% do roku 2014. Podstawowy problem z tym związany to stworzenie odpowiednich regulacji prawnych i wspieranie rozwoju skutecznej organizacji zbiórki makulatury, także zużytych pojemników kartonowych po płynach spożywczych. Bez zwiększenia dostaw krajowej makulatury trudno będzie bilansować potrzeby surowcowe polskich papierni [1, 2].

Ilość odpadów opakowaniowych w postaci zużytych pojemników po płynach spożywczych wzrasta intensywnie z każdym rokiem. Jednocześnie kraj nasz podlega coraz ostrzejszym dyrektywom UE w zakresie recyklingu i wykorzystania odpadów opakowaniowych. Będzie to z pewnością generowało inicjatywy gospodarcze wspierane finansowo przez UE, m.in. powstawanie przedsiębiorstw działających zarówno w zakresie selektywnej zbiórki odpadów i ich sortowania, jak i zajmujących się przerobem odpadów opakowaniowych w celu zaoferowania na rynku surowcowym nowych konkurencyjnych produktów o wysokiej jakości. Wzorcem zagranicznym w tym zakresie mogą być np. Niemcy czy Wielka Brytania. W Niemczech, gdzie dobrze funkcjonuje już system zbiórki tego surowca i odzyskano np. w roku 2003 ok. 156 000 ton zużytych pojemników kartonowych po napojach, wytworzono z nich ok. 124 000 ton wysokiej jakości włókien. W Wielkiej Brytanii przetwarza się rocznie ok. 80 000 ton kartonów po napojach [3]. Charakterystyczne jest to, że konsumpcja tego typu opakowań rośnie znacznie szybciej aniżeli ich recyrkulacja czyli zbiórka i przetwarzanie. Szacuje się, że w naszym kraju można by odzyskiwać przynajmniej ok. 10 000 ton rocznie zużytych opakowań po płynach. Najnowszy bilans ekologiczny przeprowadzony przez *Institut für Energie und Umweltforschung* (IFEU) w Heidelbergu potwierdził zalety ekologiczne pojemników kartonowych do płynów i wykazał pod tym względem ich przewagę nad butelkami z PET [4, 5].

Karton wykorzystywany do produkcji pojemników typu *Tetra Pak* jest powlekany po stronie zewnętrznej i wewnętrznej cienką warstwą (ok. 0,045 mm) polietylenu (PE-typ dopuszczalny dla żywności) dzięki czemu wykazuje hermetyczność wobec płynów. Grubość ta jest wystarczająca do pakowania świeżego mleka, które wymaga tylko krótkiego czasu użytkowania. W takim przypadku laminat składa się w 80% z kartonu oraz w 20% z polietylenu. Natomiast w przypadku produktów o długim czasie użytkowania, takich jak mleko UHT czy soki owocowe, konieczne jest zastosowanie bardzo cienkiej (ok. 0,0065 mm) warstwy z folii aluminiowej. Zabezpiecza to przed dostępem światła i tlenu, co zapewnia aseptyczność

i gwarantuje długi czas trwałości bez konieczności stosowania konserwantów. Laminat stosowany do pakowania produktów żywnościowych o długim czasie użytkowania składa się w 75% z kartonu, w 21% z polietylenu i 4% z aluminium. Karton czyni opakowanie sztywnym, polietylen oprócz nadawania ww. hermetyczności, łączy karton z folią aluminiową oraz pozwala zamknąć napełnione opakowanie zgrzewając ze sobą ścianki.

Przerób zużytych pojemników kartonowych po płynach oraz także laminowanych tworzywami sztucznymi papierów pakowych, jak i zużytych pudeł z tektury falistej, może być liczącym się źródłem nie tylko wysokiej jakości włókien ligno-celulozowych ale również energii pochodzącej ze spalania odrzutów z instalacji przerobu. Przykładowo ze spalania 150 t/24 h takich odrzutów można uzyskać ok. 180 GWh rocznie, co jest równoważne oszczędności ok. 18 000 ton oleju opałowego w ciągu roku.

Problemy odzysku odpadów wielomateriałowych

Ekologiczne oraz ekonomiczne i społeczne przyczyny zainteresowania utylizacją odpadów opakowaniowych ze zużytych pojemników kartonowych po płynach i innych związane są, z jednej strony z ustawą o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, a z drugiej strony z ciągle rosnącymi cenami surowców włóknistych, które stanowią największą pozycję w kosztach wyrobów papierniczych. Bardzo istotne jest to, że nowa ustawa nakłada na przedsiębiorców obowiązek odzysku i poddania recyklingowi odpadów opakowaniowych i użytkowych oraz narzuca poziomy odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych jakie miały być uzyskane do dnia 31 grudnia 2007 roku, a więc na koniec okresu przejściowego [6–9]. Ustawy o opakowaniach i odpadach opakowaniowych wraz z drugą ustawą o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej tworzą podstawy do powstania w Polsce nowego systemu odzysku odpadów opartego na podstawach ekonomicznych, umożliwiających dofinansowanie najsłabszego ogniwa łańcucha recyklingu jakim jest odzysk obejmujący: selektywną zbiórkę i skup, transport, sortowanie, magazynowanie i przygotowanie odpadów do recyklingu.

Odpady powinny być zbierane w sposób selektywny, a posiadacz odpadów jest obowiązany w pierwszej kolejności do poddania ich odzyskowi. Stworzenie funduszy recyklingowych pochodzących z opłat wnoszonych przez przedsiębiorców wprowadzających towary opakowane na rynek i przeznaczonych na dofinansowanie najsłabszego ogniwa recyklingu, jakim jest odzysk odpadów, stworzy warunki ekonomicznej egzystencji przedsiębiorstwom zajmującym się odzyskiem

i przygotowaniu do recyklingu odpadów opakowaniowych. Przedsiębiorstwa te będą posiadały środki finansowe na pozyskanie odpadów z selektywnej zbiórki i skupu, a jednocześnie zapewnią dostawy surowców wtórnych do firm recyklingowych w cenach akceptowanych przez przemysł. Wprowadzane rozwiązania winny zachęcać inwestorów do rozwijania bazy przetwórczej dla odpadów opakowaniowych m.in. zużytych pojemników kartonowych po płynach spożywczych.

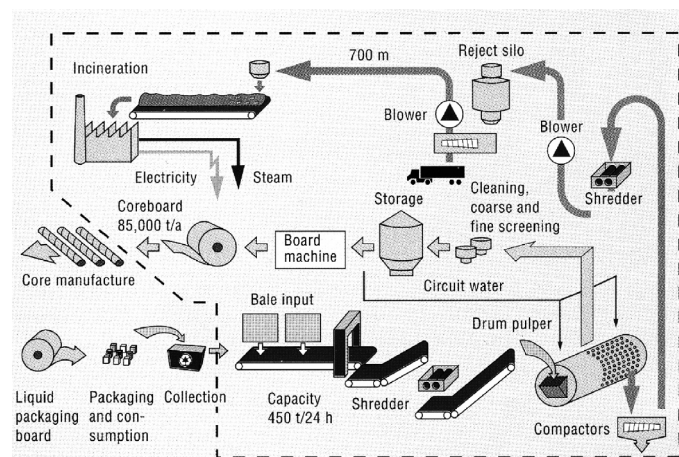
Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie recyklingu opakowań nakazuje firmom zapewnić odpowiedni poziom odzysku i przerobu wprowadzanych przez nich do obiegu opakowań. Dokładnie tego samego rodzaju, ale nie koniecznie własnych. Tzw. *tetrapaki* zaliczane są słusznie do opakowań wielomateriałowych, jednakże ze strony największych koncernów branży spożywczej (stowarzyszenie *Eko-Pak*) czynione były i są starania by z ustawy wykreślić obowiązki odzysku i recyklingu opakowań wielomateriałowych. Ich zdaniem utrzymanie obowiązku recyklingu *tetrapaków* znacząco zwiększy koszty przedsiębiorców. Nalegają więc aby były one traktowane tak, jak składnik w nich dominujący czyli karton. Taka sytuacja stwarza oczywiście możliwość poddawania recyklingowi dowolnych opakowań na przykład papierowych lub plastikowych co jest dużo tańsze i łatwiejsze. W rezultacie *tetrapaki* będą zalegać na wysypiskach i nie będą zbierane [10].

Recykling zużytych pojemników kartonowych po płynach spożywczych

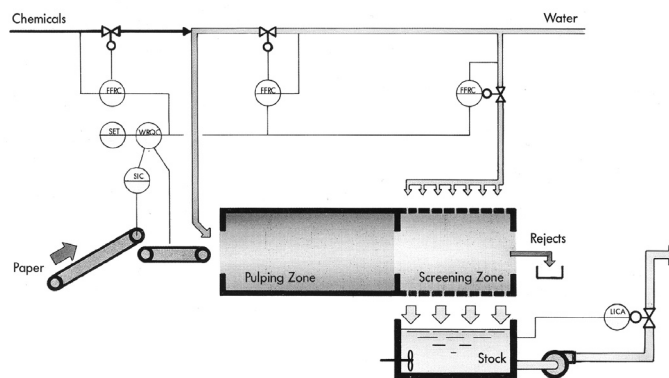
Na rys. 1 przedstawiono ogólny schemat systemu recyrkulacji zużytych pojemników kartonowych po płynach spożywczych o wydajności do 450 t/24 h [11].

Bele makulatury z zużytymi pojemnikami kartonowymi, po usunięciu drutów na automatycznym urządzeniu usytuowanym w obrębie podajnika, są cięte na rozdrabniacz (shredder) na kawałki o wielkości zbliżonej do kartek pocztowych. Pocięcie na kawałki umożliwia szybsze nawilżenie, co akceleroje proces selektywnego rozdrabniania w rozczygniaku bębnowym (*drum pulper*), a ponadto pozwala na bardziej równomierne wprowadzanie rozdrobnionych pojemników do bębna przez podajnik taśmowy. Schemat rozczygniaka bębnowego przedstawiono na rys. 2.

Rozczynianie w bębnie zachodzi przy stężeniu 14–18% i temperaturze ok. 50°C. W części sortującej bębna stężenie



Rys. 1. System recykulacji zużytych pojemników kartonowych po płynach w papierni Corenso United Oy Ltd. w Varkaus, Finlandia [11]



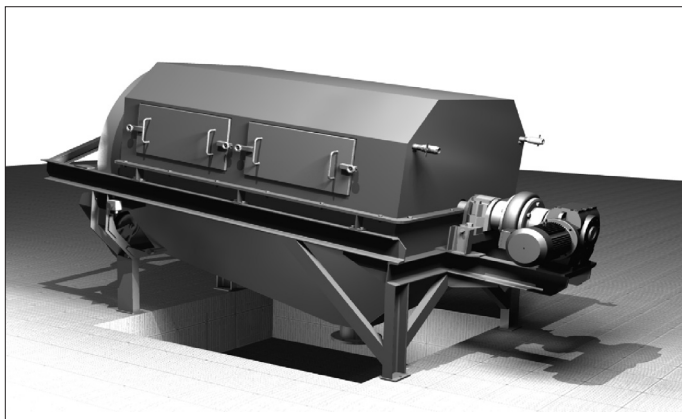
Rys. 2. Rozczygniak bębnowy

zostaje obniżone do 3–4% w rezultacie doprowadzenia wody rozcieńczającej. Średnica bębna rozczyniającego wynosi ok. 3 m, a jego długość przekracza 20 m. W małych i średnich przedsiębiorstwach do rozwłókniania tego rodzaju surowca mogą być również stosowane rozwłókniacze wirowe. Jednakże ich konstrukcja i parametry pracy powinny zapewniać selektywny przebieg rozdrabniania, w którym rozdrabnianie folii polietylenowych i aluminiowych jest maksymalnie ograniczone. Zwiększa to znakomicie efektywność ich separacji już w początkowej fazie przerobu z użyciem stosunkowo prostych urządzeń, takich jak sortowniki bębnowe czy sortowniki trzęsakowe (wibracyjne) z sitem płaskim. Umożliwia to również małym producentom (papiernie i przedsiębiorstwa recyklingowe) przerób zużytych pojemników kartonowych po płynach. Jest to istotne, gdyż w naszym kraju przyszłość należy raczej do małych producentów wytwarzających od kilkunastu do kilkudziesięciu ton papieru rocznie, zatrudniających poniżej 80 osób, którzy mogą bardzo szybko przestawiać się z jednego asortymentu na drugi i wytwarzają produkty niszowe, dla wielkich producentów nieopłacalne (przedsiębiorstwo na tyle duże by być efektywnym i na tyle małe by być elastycznym) [1].

Aby przybliżyć małym i średnim przedsiębiorstwom w kraju możliwość efektywnego technologicznie i zarazem opłacalnego (niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne) przerobu *tetrapaków* opracowano w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej projekt nowego sortownika bębnowego, który przedstawiono na rys. 3. Prototyp sortownika został wykonany w łódzkiej firmie [12] dysponującej nowoczesnym sprzętem laserowym do precyzyjnej obróbki elementów ze stali kwasoodpornej.

Odwodnione mechanicznie i pocięte odpady (*rejects*) z rozczygniaka bębnowego mogą być wykorzystane energetycznie.

Im większa jest wytrzymałość w stanie mokrym po nawilżeniu surowca włóknistego, tym większy jest udział włókien w odpadzie. Zmienia się on zwykle w zakresie od 5 do 20%. Ilość włókien w odpadzie wpływa znacząco na uzyskiwaną suchość po prasach śrubowych (*compactors*), która może się zmieniać od ok. 60 do ok. 70%. Ma to wpływ na generowaną energię w rezultacie spalania odpadów. Wzrost suchości od 60 do 70% umożliwia zwiększenie uzyskiwanej energii o ok. 3 GWh rocznie co jest równoważne ok. 300 tonom oleju opałowego. Przy zastosowaniu kotłów fluidalnych nie ma jednakże konieczności dalszego termicznego dosuszania odpadów powyżej suchości ok. 70%. W systemie przedstawionym na rys. 3 odwodnione mechanicznie odpady są rozdrabniane



Rys.3. Sortownik bębnowy wg projektu Instytutu Papiernictwa i Poligrafii

przez pocięcie na małe kawałki (*hand sized pieces*) i kierowane następnie do magnetycznego separatora. Tak przygotowane odpady są odprowadzone do zbiornika magazynowego o pojemności ok. 500 m³, z którego transportowane są pneumatycznie do kotła fluidalnego.

Zawieszina włóknista która przepłynęła przez stosunkowo duże otwory sita rozczyniacza bębnowego, zawiera jeszcze 3-6% drobnych kawałków kartonu i folii (*flakes*). Dlatego poddaje się ją obróbce w systemie wielostopniowym z wykorzystaniem piaseczników wirowych do wysokich stężeń masy włóknistej, sortowników ciśnieniowych z sitami o otworach okrągłych i szczelinowych, rozwłókniaczy pęczków i klinierów (hydrocyklonów). Na tych ostatnich wydziela się ok. 2,5 kg piasku na tonę przerabianej makulatury.

Jak ww. w odrzucie z rozczyniacza bębnowego (Rys. 2) oprócz folii polietylenowych (70–90%) i aluminiowych (0–20%), znajduje się 5–20% włókien oraz 2–6% innych materiałów, głównie metali, szkła i kamieni. Te pozostałości nie ulegające spaleni są przyczyną postojów kotłów fluidalnych (przeciętnie 2 razy w roku). Zastosowanie separatora magnetycznego umożliwia usunięcie znacznej ilości zanieczyszczeń metalowych, ale duża część zanieczyszczeń ciężkich innego rodzaju oraz dobrych włókien nadal pozostaje w odrzucie. Problem ten można efektywnie rozwiązać przez zastosowanie odpowiedniego systemu oczyszczania odrzutu, który może zapewnić separację ok. 99% zanieczyszczeń ciężkich. System ten może jednocześnie umożliwić odzyskanie znacznej części dobrych włókien znajdujących się w odrzucie. Przy ilości odpadów wynoszącej ok. 150 t/24 h można praktycznie odzyskać każdego dnia od 7 do 23 bezwzględnie suchych ton użytecz-

nych włókien, co orientacyjnie stanowi ok. 5 000 ton b.s. włókien w ciągu roku.

Odpady z przerobu pojemników kartonowych mogą być również wykorzystywane efektywnie w cementowniach, gdzie docenia się nie tylko ich wartość energetyczną ale jednocześnie wartość aluminium jako materiału. Wiąże się to z faktem, że produkcja cementu wymaga także dodatku tlenku aluminium.

Uzyskane włókna nadają się doskonale m.in. do produkcji wysokiej jakości papieru na tuleje nawojowe (*high-grade core-board*), kartonu na pudełka składane (*folding carton*), papierów pakowych na tektury faliste (*corrugated board*) i lite, papierów graficznych, a także produktów higienicznych (*tissue products*) czy wytłaczanek na jajka (*egg cartons*) i owoce.

Temat jest realizowany w ramach projektu badawczego rozwojowego Nr R08 003 02 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

LITERATURA

1. *M. Jarczyński*: Przegląd Papierniczy. **62**, nr 12, 693 (2006).
2. *M. Jarczyński*: Przegląd Papierniczy, **64**, nr 10, 575 (2008).
3. News: Smith Anderson opens beverage carton recycling plant at Fetykil Mill. Paper Technology, **45**, No.7, Sept., (2004).
4. Neue Ökobilanz sieht Getränkekarton vor PET-Flasche. Wochenbl. f. Papierfabr., **134**, nr 21, 1262 (2006).
5. Comparative life cycle assessment of beverage cartons and disposable PET bottles. IFEU Institute (2006).
6. Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytovej. Dz. U. Nr 63, poz. 639 z dnia 22 czerwca 2001 r.
7. Ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych. Dz. U. Nr 63, poz. 638 z dnia 22 czerwca 2001 r.
8. Ustawa o odpadach. Dz. U. Nr 62, poz. 628 z 2001 r.
9. *Z. Fornalski*: Obowiązki przedsiębiorców oraz organów administracji publicznej w systemie gospodarki odpadami opakowaniowymi w Polsce. Sympozjum: Utylizacja odpadów w przemyśle papierniczym, str. XVII-1, Karpacz 15–16 listopada 2001.
10. *M. Musiat*: Tetrapaki wypadają z recyklingu (23.03.2009), <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/1,52981,2395012.html>
11. *L. Mäkipaja*: Important advances in recycling used liquid packaging board. Together-Paper Technology J. of Voith Sulzer. nr 7, 11 (1998).
12. PRECIMET H.C.E (2009), <http://www.precimet.pl>
13. *T. Tyralski, A. Biel-Tyralska*: Aspekty akceleracji wykorzystania biomasy ligno-celulozowej do produkcji energii. Materiały III Konferencji „Eco-Euro-Energia”, Bydgoszcz, 7-8 czerwca 2006.
14. *T. Tyralski, A. Biel-Tyralska*: Przegląd Papierniczy. **53**, nr 9, 531 (1997).
15. *T. Tyralski, A. Biel-Tyralska*: Capital- and energy saving technology of waste paper conversion to be used in small and medium-sized paper mills. Wschodnioeuropejskie Sympozjum Recyklingu Papieru, Warszawa 1–2 października 1997.