

*Jana Kotovicová, Magdalena Vaverková*

## **MOŻLIWOŚCI ZAPOBIEGANIA POWSTAWANIA ODPADÓW PRZY OBRÓBCE DREWNA**

---

### ***WASTE PREVENTION POSSIBILITIES FOR TREATMENT OF WOOD***

#### **Streszczenie**

Prewencja w gospodarce odpadami oznacza zapobieganie powstawaniu odpadów – minimalizację lub eliminację – bezpośrednio w miejscu ich powstawania, w procesie produkcyjnym. Przemysł przetwórczy drewna jest w zakresie realizacji strategii prewencyjnych postrzegany jako mniej problematyczny jak przemysł spożywczy. Odpady z przetwarzania drewna, o ile nie zawierają substancji niebezpiecznych są postrzegane jako produkty uboczne nadające się do recykklacji zarówno wewnątrz zakładowej jak i poza zakładem. Przykładowe projekty czystszej produkcji zostały przeprowadzone w dwóch kolejnych latach w przedsiębiorstwie obróbki drewna. Jednoznacznie potwierdzono korzyści stosowania praktyk w zakresie prewencji, w szczególności metod czystszej produkcji.

**Słowa kluczowe:** zapobieganie powstawaniu odpadów, czystsza produkcja, obróbka drewna

#### ***Summary***

*Prevention of waste management is prevention of waste - minimize or eliminate - directly at source, in the production process. The processing industry of wood is in the implementation of preventive strategies viewed as less problematic as the food industry. Wastes from wood processing, unless they contain hazardous substances are seen as by-products suitable for recycling both inside and outside the factory plant. Examples of cleaner production projects have been carried out in two consecutive years in the woodworking company. Unambiguously confirmed the benefits of prevention practices, in particular, cleaner production methods.*

**Key words:** *prevention of waste, cleaner production, treatment of wood*

## WSTĘP

**Strategia prewencji.** Prewencja w gospodarce odpadami oznacza zapobieganie powstawaniu odpadów – minimalizację lub eliminację – bezpośrednio w miejscu ich powstawania w procesie produkcyjnym. Zastosowanie metod prewencyjnych rozpoczęto już w ubiegłym stuleciu w reakcji na ograniczone możliwości i trudności ekonomiczne strategii kontroli i zarządzania. Prewencyjne metody zaczęto wykorzystywać w latach 70-tych XX wieku w USA. W latach 80-tych nowe podejście rozszerzyło się na wszystkie kraje przemysłowo rozwinięte. Definicja koncepcji czystszej technologii łączy się z szeregiem technologii środowiskowych, znanych pod różnymi nazwami, np.: minimalizacja odpadów, zapobieganie zanieczyszczeniu, czystsza produkcja, technologie małodopadowe. Wiąże się to z tym, że w krajach przemysłowo rozwiniętych współczesne problemy ochrony środowiska są przeważnie związane z produkcją odpadów i emisji.

**Definicja czystszej produkcji.** „Czystsza produkcja jest prewencyjną strategią ochrony środowiska polegającą na zapobieganiu u źródła powstawaniu odpadów stałych, ścieków, gazów i pyłów oraz oszczędności energii, wody, paliw i innych zasobów naturalnych w procesach produkcyjnych, usługach oraz w każdej innej działalności. Czystsza produkcja stosowana w sposób systemowy, za pomocą odpowiedniej procedury, staje się dobrowolnym, niesformalizowanym systemem zarządzania środowiskowego, pozwalającym każdej organizacji, niezależnie od wielkości i profilu działalności, osiągać w krótkim czasie wymierne korzyści ekologiczne i ekonomiczne oraz umacniać swoją pozycję na rynku”.

**Recykling.** Recykling jest dziedziną, w której granica między czystszą produkcją a technologiami końcowymi jest mniej wyraźna. Recykling w zasadzie nie redukuje ilości wyprodukowanych odpadów, ale może redukować popyt na surowce i energię w ciągu produkcji i dzięki temu można ją zaklasyfikować do definicji czystszej produkcji.

**Czystsza produkcja.** W Republice Czeskiej wśród metod prewencyjnych jednoznacznie przeważa metoda czystszej produkcji, która jest nastawiona w głównej mierze na:

- ustalenie przyczyny powstawania zanieczyszczenia,
- wybór metod prewencji powstawania zanieczyszczenia,
- realizację metody i optymalizację procesu,
- ocenę powstałego zanieczyszczenia – wewnętrzny recykling.

Ograniczenie ilości odpadów i emisji oznacza, przy konsekwentnym wykorzystaniu metod czystszej produkcji, zwiększenie efektywności i optymalizację procesów w organizacji.

Doświadczenia z analizy wielu projektów potwierdzają, że:

– najważniejsze, najbardziej widoczne i ekonomicznie najbardziej interesujące metody pojawiają się w zakresie starannego obchodzenia się z surowcami i substancjami pomocniczymi oraz w zakresie metod organizacyjnych (przestrzeganie procesów technologicznych).

– na drugim miejscu są zmiany technologii produkcji, które zaczynają się od prostych poprawek urządzeń i przyrządów, aż po zmiany metod produkcyjnych. Mamy tutaj do czynienia z metodami, prowadzącymi do największych oszczędności energii.

– zastąpienie toksycznych lub trudnych do odzysku surowców i substancji pomocniczych takimi, które są mniej szkodliwe, może bez większych inwestycji mieć wpływ na znaczne zmniejszenie ilości odpadów i emisji.

Kolejną możliwością jest stworzenie systemu obiegu surowców, ewentualnie wtórnego wykorzystania surowców (wewnątrz organizacyjny – wewnętrzny recykling na miejscu). Przywrócenie, tzw. zewnętrzny recykling, odpadów (surowców wtórnych jak: papier, złom, szkło a także materiały nadające się do kompostowania) do gospodarczego cyklu, ma jako metoda ograniczenia ilości odpadów i emisji w sensie czystszej technologii małe znaczenie, ponieważ w ten sposób nie można osiągnąć zmniejszenia ilości materiałów i surowców pierwotnych w procesie produkcyjnym przedsiębiorstwa.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

### **Zarządzanie odpadami przy obróbce drewna – praktyczny przykład.**

Przemysł przetwórczy drewna jest w zakresie realizacji strategii prewencyjnych postrzegany jako mniej problematyczny jak przemysł spożywczy. Przede wszystkim odpady z przetwarzania drewna (numer katalogowy 030101 oraz 030105) jak np.: trociny, wióry, ścinki, płyty wiórowe, fornir oraz kora, o ile nie zawierają substancji niebezpiecznych są postrzegane jako produkty uboczne nadające się do recykacji zarówno wewnątrz zakładowej jak i poza zakładem.

Przeprowadzone analizy udowodniły, że istnieją duże rezerwy zapobiegania powstawaniu zanieczyszczeń w tym sektorze przemysłu. Zarządy organizacji zwykle wykazują znacznie większy procent wykorzystania wyżej wymienionych odpadów niż jest tak w rzeczywistości.

**Charakterystyka procesu.** Przykładowe projekty czystszej produkcji zostały przeprowadzone w dwóch kolejnych latach w przedsiębiorstwie obróbki drewna. Organizacja była w trakcie zmiany właściciela i związanej z tym zmia-

ny produktów. Głównym asortymentem spółki były różnego rodzaju skrzynki na amunicję. Obecnie asortyment firmy jest wyraźnie bogatszy. Są to przede wszystkim drewniane opakowania oraz tzw. program klejony. Opakowania drewniane do maszyn drukarskich dostarczane są do firm czeskich oraz zagranicznych. Kolejnym znaczącym produktem są klejone belki okienne, budowlane i inne. Produkty te w większości eksportowane są do krajów Unii Europejskiej. Spółka produkuje również w mniejszych ilościach drzwi oraz łóżka.

### ANALIZA PROCESU

Proces produkcji składa się z dwóch etapów – tartak i stolarnia.

Tartak umieszczony jest niedaleko dworca. Dostawa kłód odbywa się na dwa sposoby: ciężarówkami oraz pociągami.auta ciężarowe dowożą drewno bezpośrednio do składu, gdzie kłody rozdzielane są pod względem grubości. Kłody dowożone pociągami przeladowywane są na dworcu na ciężarówkę, przy pomocy podnośnika a następnie dostarczane są do tartaku. Następnie kłody transportowane są przenośnikami łańcuchowymi. W tartaku znajdują się dwa trak pionowe, które wykonują cięcie podwójne lub bezpośrednie. Technologia ta jest przestarzała. Wyposażenie tartaku nowymi pilarkami taśmowymi wyniosłoby 6-7 milionów CZK (1 milion PLN). Za trakami znajdują się przenośniki rolkowe, które transportują drewno do pił skracających, gdzie drewno jest ucinane do odpowiedniej długości. Powstałe wióry spadają pod piłę na przenośnik i gromadzone są w silosie o pojemności 250 m<sup>3</sup> w północnej części tartaku. Resztki powstające podczas cięcia kłód pakowane są w pakiety o długości 4 m. Mniejsze ścinki są mielone a powstały produkt umieszczany jest w silosie.

W piwnicy tartaku znajduje się kotłownia wyposażona w piec S40 (730 kW). Wyprodukowane ciepło wykorzystywane jest do ogrzewania szatni dla pracowników, pomieszczeń socialnych oraz wody. W południowej części tartaku znajduje się pomieszczenie gospodarcze połączone z garażami. Przed obiektami znajduje się otwarty skład drewna. Na zachodniej stronie tartaku znajduje się biuro szefa oraz strażnica. Pocięte drewno, wióry oraz resztki powstające podczas cięcia kłód transportowane są ciężarówkami w celu dalszej przeróbki do procesu 2.

Resztki powstające podczas cięcia kłód są umieszczane na tymczasowym składowisku, a wióry wysypywane są do betonowego bunkra skąd są pneumatycznie transportowane do dwóch magazynowych silosów lub są składowane na otwartym składowisku. Użytkowa objętość zbiornika wynosi 282 m<sup>3</sup>. Pocięte drewno jest składowane w północno-zachodniej części tartaku przed suszarnią.

Suszarnia składa się z trzech komór typu KBV 322 oraz dwóch komór typu KBV 222. Każda komora może pomieścić aż 20 m<sup>3</sup> pociętego drewna. Po wysuszeniu drewno dojrzewa w hali klimatyzacyjnej. W hali do obróbki drewno przechodzi pierwszą linią optymalizacyjną, gdzie następuje odcięcie sęków oraz

uszkodzonych części drewna. Następnie drewno obrabiane jest na frezarkach do wymaganego kształtu, z których sklejjane są belki. Do klejenia belek wykorzystuje się klej dwuskładnikowy MITOPUR. Pneumatyczna prasa prasuje belki a następnie pozostawiane są one do stwardnienia. W ten sposób przygotowane belki są frezowane, heblowane lub fornirowane. W hali do obróbki produkowane są również opakowania drewniane mniejszych rozmiarów, które są łączone przy pomocy gwoździ oraz drzwi, które należy fornirować.

Z uwagi na rozmieszczenie poszczególnych maszyn w hali zainstalowane są dwa systemy odsysające. Odpady powstające przy poszczególnych maszynach są odsysane i dostarczane systemem rur do stanowiska oddzielającego (próżni), która znajduje się poza halą. Tutaj następuje rozdzielanie wiór oraz heblowin (separator DSA 1600/1 oraz DSA 1600/2) a następnie pneumatycznie transportowane rurociągami o średnicy 250 mm do dwóch magazynowych silosów znajdujących się w kotłowni. Na silosach znajdują się separatory typu DSA 630 T3/1.

W hali opakowaniowej drewno jest wykorzystywane do produkcji dużych opakowań drewnianych. Pocięte drewno dostarczane jest w wymaganych rozmiarach a poszczególne części są łączone przy pomocy gwoździ (pneumatycznie). W hali znajdują się tylko cztery maszyny przy których umieszczone są pochłaniacze.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

**Przyczyny powstawania odpadów.** Przeprowadzono analizę procesu i zidentyfikowano główne problemy - niedostateczne wykorzystanie surowca. Główną przyczyną niedostatecznego wykorzystania materiału jest technologia produkcji, przede wszystkim technologia klejenia belek. Biorąc pod uwagę wymagania dotyczące produktu końcowego powstający odpad należy traktować jako konieczny technologiczny produkt uboczny. Dlatego też w dalszej części pracy skoncentrowano się na sposobach przetwarzania powstającego odpadu. W analizowanej organizacji odpad drewniany wykorzystywany jest do ogrzewania budynków własnych. Drewno jako materiał grzewczy jest przyjazne dla środowiska, piec spełnia wymagania dotyczące emisji, nie ma jednak wymaganej wydajności. Pod względem hierarchii zarządzania odpadami, jeżeli nie da się zapobiec powstawaniu odpadów, należy szukać możliwości ich materiałowego wykorzystania, a dopiero potem wykorzystać do celów energetycznych. Właśnie odpady z obróbki drewna mogą być wykorzystywane materiałowo, co może oznaczać dla spółki korzyści ekonomiczne.

**Odpady z obróbki drewna – kora.** Najbardziej wydajnym sposobem wykorzystania grubej kory wydaje się zastosowanie jej jako materiału do pokrywania alejek parkowych oraz okolic drzew, w ogrodach, na osiedlach, ogrodach na

dachach domów. Powstająca w tartaku kora transportowana jest przy pomocy przenośnika taśmowego do podstawionych wagonów. Jest to przede wszystkim kora większych rozmiarów, która może być wykorzystywana w parkach.

**Analiza ekonomiczna:**

Łączna produkcja kory wynosi 120 m<sup>3</sup>/rok.

Biorąc szacunkową cenę kory 350,-Kč (57 PLN) za m<sup>3</sup> roczna oszczędność wynosi 42 000,-Kč (7000 PLN).

Kora może być wykorzystywana w mieście, w którym firma działa, do utrzymania parków oraz zieleni miejskiej. Ze względu na to, że obecnie kora jest spalana, przy powyższym wykorzystaniu dojdzie w niewielkim stopniu do ograniczenia emisji gazów i pyłów.

Drobne odpady drewna (resztki powstające podczas cięcia kłód) powstające w tartaku są pakowane w paczki o długości 4 m, a następnie transportowane do zakładu, gdzie są przygotowywane w taki sposób aby mogły być wykorzystane jako paliwo. Średnia ilość tego odpadu wynosi 2550 m<sup>3</sup> za rok.

Kolejnym odpadem są wióry i trociny powstające podczas wyrównywania desek do pożądanej długości w stolarni, średnio 2530 m<sup>3</sup> rocznie.

**Analiza ekonomiczna:**

Ilość produkowanych odpadów:

- resztki powstające podczas cięcia kłód - 2550 m<sup>3</sup>/rok

- odpad powstający podczas wyrównywania desek 2530 m<sup>3</sup>/rok.

Biopracę pod uwagę cenę paliwa 260 Kč/m<sup>3</sup> (43 PLN) dochód ze sprzedaży wynosi 1320 800 Kč/rok (217200 PLN).

**Ocena oddziaływania na środowisko:**

Sprzedany odpad będzie wykorzystany jako paliwo, nie można więc oczekiwać redukcji emisji pyłów i zanieczyszczeń. Punktowe źródło zanieczyszczeń (proces 2) zredukuje emisje o 3,8 ton / rok.

**Inne możliwości wykorzystania odpadów drzewnych:**

Firma rozważa zmiany programu produkcyjnego, w szczególności produkcji prefabrykowanych domków drewnianych oraz regałów. Zakładając oczekiwane oszczędności energetyczne możliwe byłoby wykorzystanie pozostałych nie spalonych odpadów jako surowca dla nowych technologii.

Propozycja ich ewentualnego wykorzystania to produkcja płyt pilśniowych, brykietów, drewnobetonowych bloków i cegieł

Produkcja płyt pilśniowych - są to trociny, włókno oraz płyty wiórowe łączone za pomocą kleju prasowane na gorąco. Jednym z artykułów z tej serii są płyty z ukierunkowanymi wiórami (płyty OSB). Podstawowym materiałem (96,3%) są wióry sosnowe, które zawierają duże ilości żywicy. Wióry łączone są

przy pomocy żywicy fenolowej oraz parafiny prasowaniem na gorąco. Płyty te dzięki wytrzymałości na rozciąganie, zginanie i wyboczenie, są dobrym materiałem konstrukcyjnym.

Produkcja brykietów - jedna z możliwości szerszego wykorzystania odpadów drzewnych. Brykiety są wykorzystywane przede wszystkim w gospodarstwach domowych, które normalnie spalają węgiel. Ich wartość opałowa wynosi  $12,5 \div 20 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  w zależności od wilgotności. Odpady drzewne są prasowane pod ciśnieniem  $200 \div 300 \text{ Mpa}$  bez dodatku spoiwa. Brykiety z odpadów drzewnych muszą być przechowywane w suchym miejscu w przeciwnym razie rozpadają się.

Drewnobetonowe bloki – charakteryzują się w porównaniu z innymi materiałami budowlanymi wysoką izolacją cieplną. Kawałki drewna stosowane jako wypełniacz i wzmocnienie zwiększają wytrzymałość na zginanie, rozciąganie i wstrząsy.

Produkcja cegieł – poprzez dodanie substancji palnych do ceglarskiego materiału (trociny, wióry) skraca się czas suszenia. Podczas wypalania cegieł domieszki drzewne ulegają spaleni (przekazują ciepło) równocześnie zwiększając porowatość cegły. Pory podwyższają własności izolacyjne cegieł, co umożliwia oszczędności energetyczne budynków wykonanych z tych cegieł.

## **WNIOSKI I OCENA PROJEKTU**

Na przykładzie technologii przetwarzania drewna jednoznacznie potwierdzono korzyści stosowania praktyk w zakresie prewencji, w szczególności metod czystszej produkcji w przemyśle drzewnym. Na podstawie analizy input-output stwierdzono uchybienia w produkcji i zaproponowano działania prewencyjne.

Głównym źródłem odpadów w analizowanej technologii są odpady drzewne. Przede wszystkim są to resztki powstające podczas cięcia kłód. Średnia ilość tych odpadów wynosi  $2550 \text{ m}^3$  rocznie. Kolejnym odpadem są kawałki drewna (starty liniowe) powstające w procesie strugania o średniej ilości  $2530 \text{ m}^3$  za rok. Przy cenie paliwa  $260 \text{ CZK/m}^3$  ( $43 \text{ PLN}$ ) roczny zysk wynosi  $1\,320\,800 \text{ CZK}$  ( $217\,200 \text{ PLN}$ ).

Biorąc pod uwagę, że odpady drzewne będą wykorzystane jako paliwo w innym miejscu, nie można brać pod uwagę znacznej redukcji emisji pyłów i zanieczyszczeń. W punktowym źródle zanieczyszczeń (proces 2) dojdzie do zmniejszenia zanieczyszczeń o  $3,8 \text{ t/rok}$ .

Mniej znaczącym źródłem odpadów jest kora przede wszystkim dlatego, że w opisywanej technologii wykorzystywane jest przeważnie drewno już pozabawione kory.

Najefektywniejszym sposobem wykorzystania grubej kory (do 12 cm), jest zastosowanie jej do mulczowania, pokrywania ścieżek oraz wokół krzewów i drzew w parkach, ogrodach na osiedlach. Suma wyprodukowanej kory wynosi 120 m<sup>3</sup> za rok. Szacunkowa cena zakupu kory wynosi 350,-CZK (57 PLN) za m<sup>3</sup>, roczna oszczędność 42 000,-CZK (7000 PLN).

Kora może być wykorzystywana bezpośrednio w mieście, w którym znajduje się firma do utrzymania zieleni miejskiej. Ponieważ dotychczas kora była spalana takie jej wykorzystanie miałoby korzystny wpływ na zmniejszenie produkcji emisji.

Głównym celem niniejszej pracy było sprawdzenie możliwości zastosowania metodyki czystszej produkcji oraz wykorzystania najlepszych dostępnych technologii w procesie przetwarzania drzewa. Podczas prac nad projektem jednoznacznie potwierdzono środowiskowe i ekonomiczne korzyści wpływające z metod prewencyjnych.

#### BIBLIOGRAFIA

- Fresner J. *Cleaner production as a means for effective environmental management*. Journal of Cleaner Production 6, 171-179. 1998.
- Galka, A. *Cleaner production preventive strategy for reduction of the negative environmental impact of agricultural production*, Journal of Cleaner Production, Vol.12, Iss.5, June 2004, p.513-516, University of Tennessee, USA, ISSN 0959-6526
- Kjaerheim, G. *Cleaner production and sustainability*. Journal of Cleaner Production 13, 329-339 2005.
- Kotovicová, J. a kol.: *Čistší produkce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně*, 2003, ISBN 80-7157-675-1
- Kotovicová, J., Božek, F. *Opportunities of Multi - kriteria Metod to improve Environmental Investment Efficiency*. Kvalita Inovácia Prosperita VIII/2 - 2004, s.44 - 54. TU FEI Košice 2004. ISSN 1335-1745.
- Rusko, M., Piatrik, M., Kotovicová, J. *Environmentálne manažerstvo*. II. vydání. Strix n.f. Žilina 2007, ISBN 80-969257-0-9
- Rusko, M., Kuracina, R., Kotovicova-Krečmerová T. *Kapitoly z bezpečnostného a environmentálneho manažerstva*. - Žilina: Strix et VeV, Edícia EV-20, Prvé slovenské vydanie, ISBN 978-80-89281-17-6. 2007.
- Centrum čistší produkce Brno. *Možnosti využití dřevního odpadu s pomocí metodiky čistší produkce*. GMW a.s. Moravská Třebová. Závěrečná zpráva demonstračního projektu čistší produkce. CPC Brno.1998 . 43 s.
- Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. *Stimulating Technologies for Sustainable Development: An Environmental Technologies Action Plan for the European Union*
- Kurs PLN: <http://www.mesec.cz/> [online]. 1998 – 2011 [cit. 2011-03-09]. Měšec.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.mesec.cz/kurzy/prevod-men/>>.



Doc. RNDr. Jana Kotovicová, Ph.D.  
Mendelova univerzita v Brně  
Agronomická fakulta  
Ústav aplikované a krajinné ekologie  
Zemědělská 1  
613 00 Brno, Česká republika  
kotovicj@mendelu.cz

Mgr. Ing. Magdalena Vaverková, Ph.D.  
Mendelova univerzita v Brně  
Agronomická fakulta  
Ústav aplikované a krajinné ekologie  
Zemědělská 1  
613 00 Brno, Česká republika  
magda.vaverkova@uake.cz

**Recenzent:** *Prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki*