

# MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA EKOLOGICZNEJ OCENY CYKLU ŻYCIA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH W PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA OCHRONĄ ŚRODOWISKA

Wioletta BAJDUR, Adam IDZIKOWSKI, Szymon SALAMON

**Streszczenie:** Projektowanie systemów zarządzania ochroną środowiska odgrywa istotną rolę w kształtowaniu środowiska w państwach Unii Europejskiej. Ze względu na istniejący stan środowiska oraz ograniczone zasoby naturalne konieczne wydaje się dokonywanie ekologicznej analizy cyklu życia procesów wytwórczych, co umożliwi w sposób jasny i zwięzły sterować działaniami środowiskowymi i kontrolować funkcjonowanie przedsiębiorstwa w obszarze ochrony środowiska.

W artykule przedstawiono perspektywy wykorzystania ekologicznej oceny cyklu życia (LCA) procesów wytwórczych w projektowaniu systemów zarządzania ochroną środowiska.

**Słowa kluczowe:** LCA, systemy zarządzania ochroną środowiska, projektowanie, komputerowe wspomaganie.

## 1. Wprowadzenie

System zarządzania środowiskowego zgodnie z normą PN-EN ISO 14001 - to część ogólnego systemu zarządzania, która obejmuje strukturę organizacyjną, planowanie, odpowiedzialność, zasady postępowania, procedury, procesy i środki potrzebne do opracowania, wdrażania, realizowania, przeglądu i utrzymywania polityki środowiskowej. Podstawowym celem zaprojektowania i wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego jest zastosowanie w firmie czy innej organizacji skutecznych zasad organizacji i zarządzania tą częścią działalności, która obejmuje szeroko rozumianą ochronę środowiska. Funkcjonowanie systemu zarządzania środowiskowego powinno pozwolić na wykonywanie wszelkich działań, produkowanie wyrobów czy prowadzenie usług przy minimalnym wykorzystaniu zasobów naturalnych, energii i wody z równoczesnym zachowaniem jakości i ekonomiki tych działań. Ponadto dzięki wdrożeniu SZŚ zakład dysponuje rzetelnymi informacjami na temat bieżącej sytuacji w dziedzinie ochrony środowiska. Może część tych informacji przekazać w każdej chwili instytucji, która tego wymaga np. organom władzy na szczeblu lokalnym, wojewódzkim czy krajowym, bankom, towarzystwom ubezpieczeniowym czy kooperantom. Występuje tutaj analogia do Systemu Zarządzania Jakością (SZJ) wg serii norm ISO 9000, gdzie zakład „odkrywa się” przed klientem poprzez udokumentowanie wszystkich działań mających na celu zapewnienie wysokiej jakości wyrobu [1-6].

Obecnie systemy zarządzania środowiskowego zgodne z normą PN-EN ISO 14001 są stosowane na zasadzie dobrowolności, lecz ze względu na rosnącą konkurencyjność na rynkach oraz stan środowiska naturalnego ta dobrowolność staje się tylko dobrowolnością formalną, warunkując istnienie przedsiębiorstwa.

Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego przynosi nie tylko wiele korzyści dla pracodawcy, ale i pracownikom przedsiębiorstwa. Poprzez podniesienie ich świadomości w zakresie problemów środowiskowych, szczególnie tych lokalnych, pracownicy angażują się w działania na rzecz ochrony środowiska, przez co czują się potrzebni i dowartościowani. Uczestnictwo w procesie podejmowania decyzji wpływa na podniesienie jakości i wydajności pracy. Wraz z wprowadzeniem systemu zarządzania środowiskowego następuje ścisły podział obowiązków na każdym stanowisku pracy i wzrost odpowiedzialności za wykonywaną pracę. Badania w krajach UE wykazały, że idea zarządzania środowiskowego daleko bardziej motywuje pracowników niż komercyjne aspekty związane z systemami zapewnienia jakości [1]. Wymaga to jednak od kierownictwa postawy dowodzącej, że dbałość o środowisko jest częścią strategii przedsiębiorstwa, a nie tylko chwilową zmianą praktyki działania. Jednakże system ten musi także zapewnić stałe badanie i oceny oddziaływań na środowisko w miejscu prowadzenia działalności wraz z odpowiednim dokumentowaniem tych badań. Badanie te powinny obejmować nie tylko działalność bieżącą czy planowaną, ale także działania podjęte w przeszłości, gdyż mogą one w znacznym stopniu wpłynąć na obecny i przyszły stan środowiska naturalnego. W związku z tym przeprowadzenie analizy cyklu życia procesów wytwórczych może umożliwić uzyskanie dokładnych i rzetelnych informacji na temat źródeł największych zagrożeń środowiskowych[7-9]

Uczestnictwo w SZŚ jest dużą szansą dla wielu polskich podmiotów gospodarczych. W wielu przypadkach stwarza możliwość udziału w przetargach na wykonanie określonych prac czy nawiązania nowych kontaktów handlowych.

## **2. Znaczenie LCA w projektowaniu systemów zarządzania ochroną środowiska**

W wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego korzyści dotyczą redukcji kosztów: energii, surowców i kosztów ponoszonych za zaistniałe sytuacje awaryjne, szybszego wykrywania i usuwania nieprawidłowości, polepszenia stosunków z władzami i grupami zainteresowanymi, racjonalnego skalkulowania kosztów ubezpieczeń, motywowania pracowników, oszczędności czasu i ludzkiego wysiłku, ułatwienia w otrzymywaniu odpowiednich zezwoleń i uprawnień, promowania działań w zakresie ochrony środowiska na własnym przykładzie, a także możliwości wprowadzenia działań zapobiegawczych, zanim wystąpią szkodliwe efekty środowiskowe itd. Zatem konieczna jest szczegółowa i dogłębna analiza każdej działalności człowieka pod względem jej środowiskowych konsekwencji przed podjęciem decyzji o tej działalności. Takiej analizie można dokonać wykorzystując środowiskową ocenę cyklu życia. LCA pozwala na uzyskanie informacji znacznie bardziej szczegółowych niż dostarczają oceny oddziaływania na środowisko i związany z nimi nowy internetowy system informacyjny INFOOS umożliwiający gromadzenie, dystrybucję i udostępnianie danych związanych z procedurami OOS, wykorzystujący najnowsze europejskie rozwiązania w zakresie zarządzania informacjami. Włączenie aspektu zdrowia do LCA oraz całości procesów decyzyjnych, projektowych i realizacyjnych jest zgodne z istotą trwałego i zrównoważonego rozwoju. Pierwsza z zasad zrównoważonego rozwoju przyjętych na konferencji Organizacji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój”, w 1992 roku, głosi, że „Istoty ludzkie stanowią centrum zainteresowania w procesie zrównoważonego rozwoju. Mają prawo do zdrowego i twórczego życia w harmonii z przyrodą”. Idea zrównoważonego rozwoju pozwala realizować cele ekonomiczne i społeczne zapewniając społeczności i poszczególnym obywatelom bezpieczeństwo ekologiczne przy

równoczesnym ograniczaniu negatywnych skutków dla środowiska. przyrodniczego. Dwa elementy: środowisko i zdrowie wiąże szereg zależności. Jedną z nich jest uwarunkowanie stanu zdrowia poszczególnych jednostek i populacji związane ze stopniem zanieczyszczenia (zdegradowania) środowiska. Aspekt zdrowotny stanowi istotny komponent jakości życia. Dlatego też środowiskowe zagrożenia stwarzające możliwość pogorszenia lub utraty zdrowia powinny być analizowane przy podejmowaniu wszystkich decyzji i działań. Ocena środowiskowego narażenia zdrowia wiąże się z określeniem ryzyka środowiskowego, które według definicji UNEP jest złożone z ryzyka ekologicznego oraz ryzyka zdrowotnego [9,10].

Ryzyko zdrowotne o środowiskowym charakterze pojawia się jako rezultat bezpośrednich oraz pośrednich relacji jednostki z otoczeniem. Obejmuje uwarunkowania środowiskowe jak np. klimat oraz uwarunkowania środowiskowe zdrowotne powodujące obniżenie naturalnej odporności, zakłócenie działania mechanizmów obronnych, które skutkuje zwiększoną podatnością na alergię, zakażenia, nowotwory oraz przyspieszeniem procesów starzenia się organizmów. Jak powszechnie wiadomo zdrowie ludzkie uzależnione jest od wielu czynników, część z nich jest związana z cechami osobniczymi (płeć, rasa, wzrost, temperament), część dotyczy uwarunkowań społeczno-kulturowych oraz indywidualnych nawyków, a część wynika z oddziaływań zewnętrznych, do których zaliczają się również zanieczyszczenia występujące we wszystkich komponentach środowiska [11]. Organizm ludzki jest wrażliwy na oddziaływanie szkodliwych czynników chemicznych, fizycznych i mikrobiologicznych obecnych w powietrzu, wodzie, glebie, żywności.

W celu ochrony życia i zdrowia przed szkodliwymi czynnikami podejmuje się określone działania zaradcze. Ich skuteczność zależy również od prawidłowej oceny narażenia. Do metod oceny narażenia zdrowia ludzkiego na środowiskowe czynniki szkodliwe zalicza się również analizę cyklu życia produktów **LCA (Life Cycle Assessment)**, będącą procesem oceny oddziaływania produktów na środowisko, a także procedury oceny ryzyka zdrowotnego. Metody te charakteryzują się określonym stopniem złożoności i posiłkują się również wynikami pochodzącymi z systemów monitoringu.

### **3. Perspektywy wykorzystania ekologicznej oceny cyklu życia procesów wytwórczych w projektowaniu SZŚ**

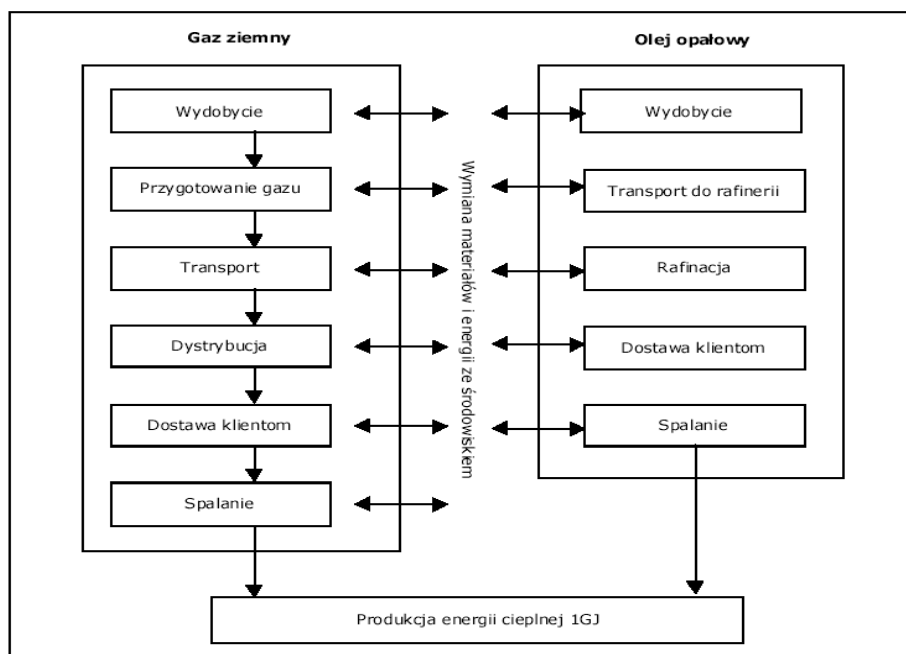
Środowiskowa Ocena Cyklu Życia, której pewnych korzeni można dopatrywać się już w latach 60-tych dwudziestego wieku, niewątpliwie usystematyzowane prace nad stworzeniem jej struktury datuje się na początek lat 90-tych dwudziestego wieku. Każdy następny rok przynosił rozwój działań w różnych obszarach oceny cyklu życia, dając z czasem wyższy stopień jej harmonizacji i powszechnej akceptacji. Od początku zaangażowana w proces tworzenia LCA była organizacja SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry). W Polsce od kilku lat dokonuje się wdrażania norm dotyczących LCA. Zakres merytoryczny niektórych etapów LCA jest wciąż udoskonalany, mimo to na rynku dostępne są już modele w postaci programów komputerowych, które są na bieżąco aktualizowane. Najbardziej rozpowszechniony to program SimaPro opracowany przez holenderską firmę PRÉ Consultants [7-8].

W związku z powyższym LCA może już dziś służyć wyznaczaniu standardów, które w dobie globalizacji będą decydować o międzynarodowej ekologicznej konkurencyjności danej technologii lub danego wyrobu. Uważa się nadal, że metodologia prowadzenia badań techniką LCA jest ciągle w fazie rozwoju, a zatem należy wykonać jeszcze wiele prac

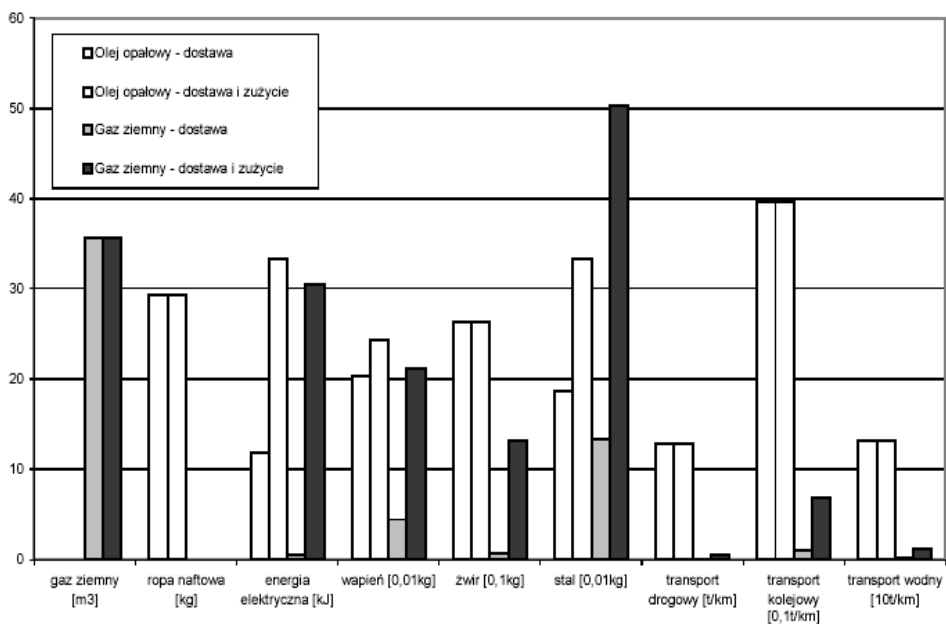
i zebrać doświadczenia z praktycznego stosowania tej techniki. Producenci czy odbiorcy poszczególnych wyrobów mogą korzystać z istniejącego oprogramowania głównie do prowadzenia wstępnej oceny oddziaływania danego wyrobu na środowisko, do określenia sposobu zmniejszania zagrożenia środowiska naturalnego, jak i do porównania dwóch konkurencyjnych produktów [7]. Wdrożenie LCA może przynosić wymierne korzyści i może być wykorzystana do: identyfikacji możliwości poprawy aspektów środowiskowych wyrobów w różnych etapach ich cyklu życia; podejmowania decyzji w przemyśle, organizacjach rządowych lub pozarządowych, wyboru istotnych wskaźników oceny efektów działalności środowiskowej, włączając techniki pomiarowe; marketingu [8]. W Polsce niewielkie doświadczenia praktyczne wynikające min. z braku instytucji mogących się podjąć przeprowadzenia tego typu badań. Obecnie LCA zajmuje się kilka ośrodków akademickich w kraju, co jest spowodowane brakiem informacji i niewiedzą oraz sceptycyzmem przedsiębiorstw.

W literaturze jest wiele przykładów zastosowań LCA. Jednym z ciekawszych jest możliwość analizy wpływu na środowisko procesu wytwarzania energii cieplnej (1 GJ). Ponieważ energia jest podstawowym elementem w każdym aspekcie życia, w związku z tym pojawia się zagadnienie efektywnego gospodarowania dostępnymi zasobami oraz minimalizowania wpływu na środowisko wywołanego przez konsumpcję tych zasobów.

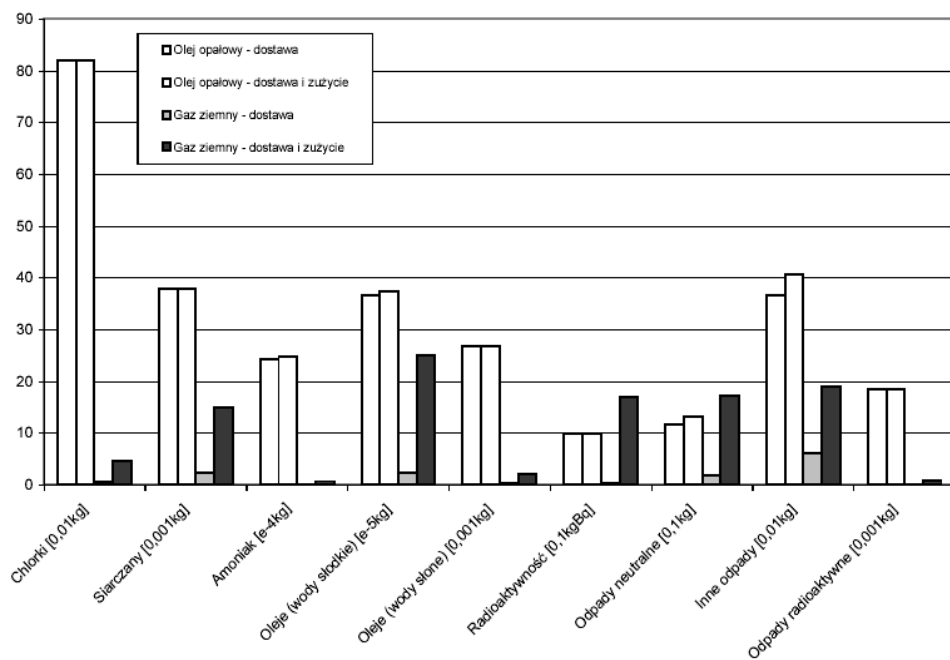
Metoda LCA obejmuje wybrane kategorie wpływu, niemniej jednak istnieją pewne ważne czynniki wpływu na środowisko, które nie mogą być przez nią uchwycone. Analiza porównawcza dotyczy ekologicznych cykli życia paliw otrzymywanych z ropy naftowej i gazu ziemnego. Użyta jednostka funkcjonalna to dostarczenie 1 GJ energii cieplnej gospodarstwu domowemu. Porównanie dotyczy zarówno dostawy obu typów paliwa, jak i pełnego cyklu życia, to jest dostawy i zamiany na energię cieplną [Rys. 1-4].



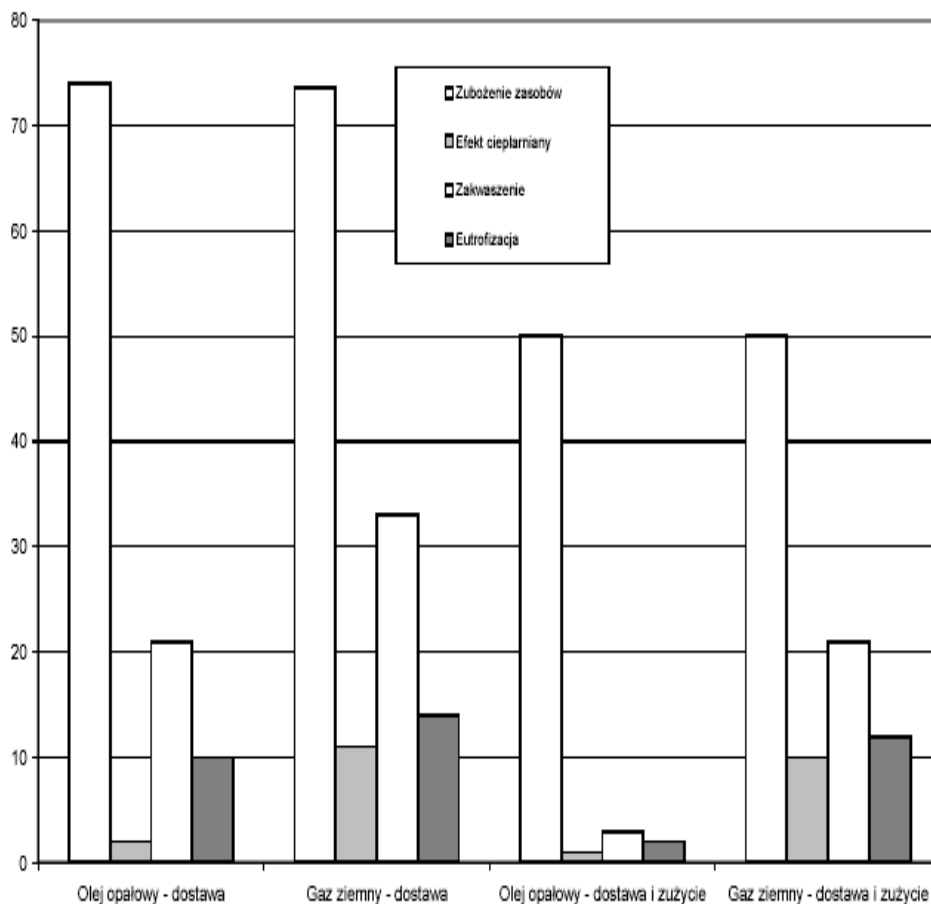
Rys. 1. Proces produkcji energii cieplnej z gazu ziemnego i oleju opałowego



Rys. 2. Dostawa i zużycie paliw / zasoby, materiały i transport / 1GJ energii cieplnej



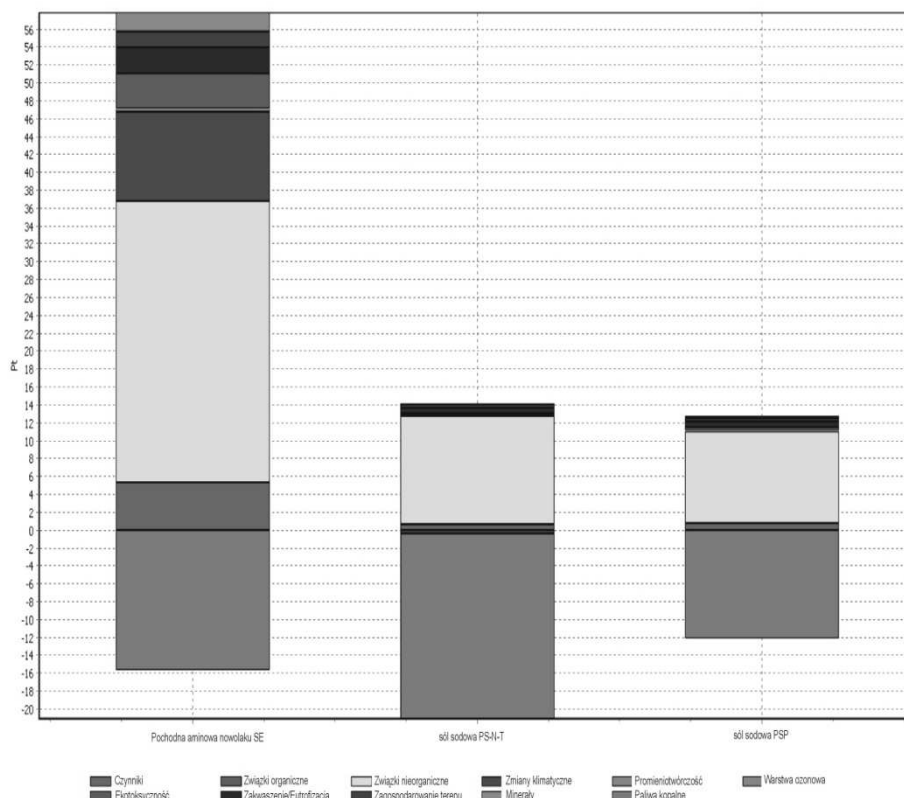
Rys. 3. Dostawa i zużycie paliw /emisje do wody i odpady / 1GJ energii cieplnej



Rys. 4. Całkowity wpływ na środowisko dostaw i zużycia paliw

Badania dowodzą, że LCA może być również wykorzystywana z dobrym efektem w projektowaniu i modelowaniu nowych technologii produkcji np. flokulantów –środków stosowanych w oczyszczaniu ścieków. Produkcja została założona na poziomie 100 kg/dzień nowego typu flokulanta [12]. Założenia technologiczne do produkcji nowej generacji polielektrolitów stały się podstawą do stworzenia tablic inwentarzowych dla procesów produkcji dla trzech proponowanych technologii otrzymywania flokulantów na bazie materiałów odpadowych (spienionego polistyrenu - PSP oraz żywic fenolowo-formaldehydowych - PS-N-T i PA-N-SE).

Jak wynika z porównawczej analizy procesów produkcji, najbardziej korzystną dla środowiska okazała się produkcja soli sodowej pochodnej sulfonowej żywicy fenolowo-formaldehydowej (Rys. 5), ze względu na mniejsze zużycie energii podczas tej produkcji (min. mniejsze zużycie energii do rozdrabniania odpadów nowolaku- wartość ekopunktów wynosi -20).



Rys. 5. Histogram ważenia porównawczy dla procesów produkcji PSP, PS-N-T i PA-N-SE (Badania własne)

#### 4. Zakończenie

Metoda LCA ma kompleksowy charakter, dzięki czemu pozwala na określenie sposobu efektywnego gospodarowania zasobami zarówno pod względem ekologicznym jak i ekonomicznym. W związku z tym stanowi narzędzie w opracowywaniu sposobów redukcji konsumpcji surowców naturalnych i energii przy zachowaniu wystarczającej podaży dóbr i usług. Analiza metodą LCA dostarcza również informacji pozwalających określić, czy dana technologia jest naprawdę bardziej czystsza ekologicznie niż alternatywne. Dostępność i zakres informacji, które mogą być analizowane w LCA cały czas powiększa się, co daje możliwość rozszerzenia LCA na nowe produkty czy obszary zastosowań. Rozwijanie się SZŚ oraz jednocześnie metody LCA pozwoli w przyszłości na to, iż będzie mogła być przeprowadzana bardzo precyzyjnie. Analiza z wykorzystaniem metody LCA powinna być częścią rozwijania się koncepcji rozszerzonej odpowiedzialności producenta. Koncepcja ta może być wykorzystywana przez rządy państw jako strategia umożliwiająca przeniesienie kosztów zarządzania np.: odpadami miejskimi z gestii samorządów lokalnych do tych, którzy mają największy wpływ na charakterystykę produktu [9]. Zastosowanie metody LCA we wspomaganiu zarządzania środowiskiem powinno

powodować wprowadzenie optymalnych rozwiązań ochrony środowiska w przedsiębiorstwie.

## Literatura

1. Gierzyńska - Dolna M., Konodyba - Szymański B.: Wybrane problemy ochrony środowiska w powiększonej UE, II Ogólnopolska Konferencja Quality-2004, Doświadczenia i efekty funkcjonowania systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach, Częstochowa 2004.
2. Kramer M., Brauweiler J., Nowak Z. (pod redakcją): Międzynarodowe zarządzanie środowiskiem. Tom II: Instrumenty i systemy zarządzania, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2005.
3. Łunarski J.: Systemy zarządzania środowiskowego, Wyd. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2006.
4. Matuszak-Flejszman A.: System zarządzania środowiskowego w organizacji, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznań 2007.
5. Urbaniak M.: Zarządzanie Jakością, Środowiskiem oraz Bezpieczeństwem w Praktyce Gospodarczej, Wyd. Difin, Warszawa 2007.
6. Borys T., Rogala P., Brzozowski T., Skowron P, Piekielek M.: Systemy zarządzania jakością i środowiskiem, Wyd. Akademia Ekonomiczna, Wrocław 2007.
7. Adamczyk W.: Ekologia Wyrobów. Jakość. Cykl życia. Projektowanie, PWE, Warszawa 2004.
8. Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M.: Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA), Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
9. Kulczycka J.: Ekonomiczna ocena cyklu życia (LCA) nową techniką zarządzania środowiskowego, Wyd. Akademia Ekonomiczna, Kraków 2004.
10. Bajdur W.M., Miedzińska M.: Ocena cyklu życia (LCA)-technika wspomagająca zarządzanie ryzykiem środowiskowym, w: Sitek E (red.): Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006.
11. Słowikowski D., Korcz M.: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych Katowice Przestrzenny rozkład ryzyka zdrowotnego wynikającego z emisji zanieczyszczeń z zakładów przemysłowych na terenie województwa łódzkiego Inżynieria i Ochrona Środowiska 2001.
12. Bajdur W. M., Henclik A., Life cycle assessment of sulphonic derivative of phenolic-formaldehyde resin applied in industrial wastes treatment, Polish Journal of Environmental Studies, 2008.

Dr inż. Wioletta BAJDUR

Mgr inż Adam IDZIKOWSKI

Dr hab. inż. Szymon SALAMON, prof. PCz.

Katedra Systemów Technicznych i Bezpieczeństwa Pracy

Politechnika Częstochowska

42-200 Częstochowa, ul. Armii Krajowej 19 B

tel. 034 3250 395, tel./fax 034 3613 876

e-mail: wiolawb@poczta.onet.pl

adam.idzikowski@poczta.fm

salamon@zim.pcz.pl