

Gabriela ZAKRZEWSKA, Jędrzej KASPRZAK

e-mail: gabriela.zakrzewska@doctorate.put.poznan.pl

Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska

## Analiza środowiskowa procesów eksploatacyjnych koagulatora

### Wstęp

Wprowadzane do codziennej praktyki innowacyjne udogodnienia, wynikające z postępującego rozwoju techniki, wpływają na stan środowiska naturalnego. Optymalizacja produkcji oraz kosztów wytwarzania stwarza potrzebę integracji z zasadami zrównoważonego rozwoju. Co raz szerzej stosuje się metody szacowania oddziaływań na środowisko.

Głównym celem niniejszej pracy jest przedstawienie oddziaływań środowiskowych powstających w wyniku eksploatacji koagulatora stanowiącego element linii produkcyjnej w przemyśle spożywczym.

Analizie poddano dane związane z zużyciem energii elektrycznej, zużyciem wody, środków chemicznych oraz ilości ścieków wytwarzanych podczas eksploatacji zbiornika koagulacyjnego.

Przedstawione badania wchodzą w skład szerszego opracowania dotyczącego oddziaływań środowiskowych powstających w całym cyklu życia koagulatora.

### Przemysł spożywczy i jego oddziaływanie na środowisko

W przemyśle spożywczym problematyka ochrony środowiska obejmuje przede wszystkim gospodarkę odpadami, ze szczególnym uwzględnieniem odpadów organicznych, gospodarkę wodno-ściekową, ochronę gleby, ochronę przed hałasem, a także ochronę powietrza przed zanieczyszczeniami. Porównując przemysł spożywczy z innymi gałęziami produkcji pod względem korzystania ze środowiska oraz stopnia oddziaływania na nie, można wymienić następujące wyróżniające go cechy: znaczne zużycie wody na jednostkę produktu, duże ilości uciążliwych ścieków, dużą ilość wytwarzanych odpadów, hałas emitowany przez urządzenia oraz przestarzałość technologii i urządzeń ochronnych [1]. Należy je zatem wziąć pod uwagę podczas tworzenia ekobilansów (raportów).

Ekobilansowaniem nazywa się procesy oceny środowiskowych obciążeń związanych z systemem cyklu życia obiektu, bądź działalność polegającą na identyfikacji i ilościowym opisanu użytej energii, materiałów, powstałych odpadów oraz na ocenie oddziaływania tych czynników na środowisko [2].

Do najczęstszych zanieczyszczeń wody można zaliczyć substancje powierzchniowo czynne, aniony aromatyczne, fenole, pestycydy, detergenty, barwniki, węglowodory ropopochodne typu alifatyczne i aromatyczne, chloropochodne bifenyli, sole pierwiastków np. chlorki, azotany, fosforany, siarczany, jony metali ciężkich np. ołowiu, miedzi, rtęci, kadmu, arsenu, radioizotopy.

### Metodyka

Do przeprowadzenia analizy środowiskowej procesów eksploatacyjnych koagulatora posłużono się metodą oceny cyklu życia LCA (*Life Cycle Assessment*) produktu, czyli od momentu pobrania surowców do produkcji, aż do chwili końcowego zagospodarowania produktu. Procedura obejmuje cztery etapy:

1. definicję celu i zakresu analizy,
2. inwentaryzację,
3. ocenę oddziaływania na środowisko,
4. interpretację.

Efektom pierwszego etapu jest możliwie kompletny opis obiektu badań w ujęciu cyklu życia, tzn. dokładny opis produktu będącego przedmiotem badań, podanie jego właściwości, kryteriów, według których

dany produkt będzie porównywany z innymi produktami, określenie czasu i miejsca realizacji badań.

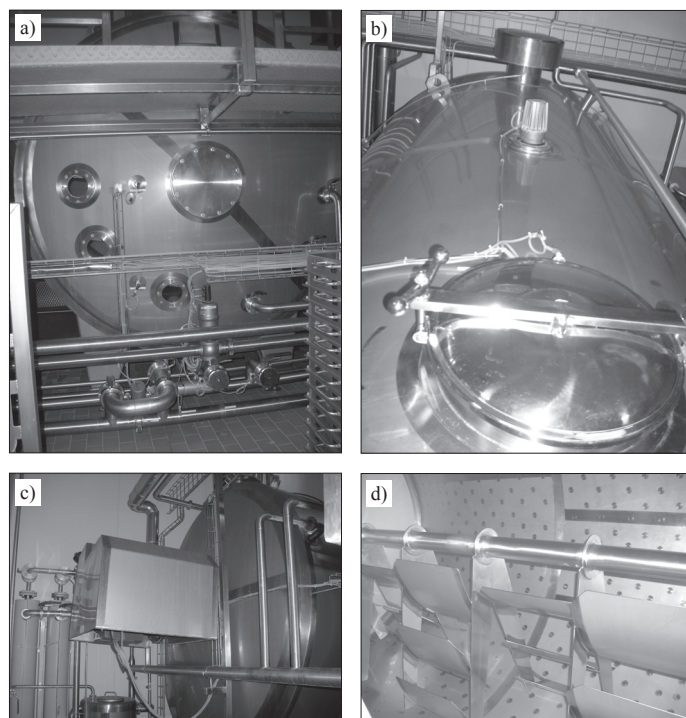
Etap drugi poświęcony jest zbieraniu danych o wszystkich oddziaływaniach obiektu na środowisko w ciągu całego cyklu życia, a także naskicowaniu drzewa procesu, które jest graficznym odwzorowaniem zachodzących w środowisku procesów oraz utworzeniu tablicy oddziaływań na podstawie drzewa procesu.

Efektom etapu oceny oddziaływań na środowisko jest utworzenie profilu środowiskowego obiektu badań oraz podanie tzw. współczynnika środowiskowego – odwzorowanie oddziaływań środowiskowych w postaci jednej liczby, wyrażonej w punktach środowiskowych (Pkt).

Etap czwarty – to interpretacja bazująca na profilu środowiskowym. Daje ona odpowiedzi na pytania o źródła dominujących oddziaływań środowiskowych.

### Obiekt badawczy

Analizie ekobilansowej poddany został aparat zwany koagulatorem, wchodzący w skład linii do produkcji sera twarogowego. Budowę koagulatora przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Budowa koagulatora: a) widok od frontu, b) widok z góry, c) widok z tyłu, d) mieszadło wewnątrz koagulatora [4]

Koagulator twarogowy jest trójpłaszczyznowym poziomym walczykiem ustawionym z pochyleniem  $3^\circ$  w kierunku króćca K1 spustowego. Walcowy płaszcz wewnętrzny zamknięty jest obustronnie dennicami. Aparat stoi na czterech nogach zaopatrzonych w regulowane nóżki kuliste. W górnej części płaszczu zainstalowano odpowietrznik, wziernik, właz inspekcyjny i rurociąg doprowadzenia środka myjącego K8 wraz z głowicami natryskowymi. Wewnątrz koagulatora znajduje się poziome mieszadło łopatkowe, po jednej stronie podparte na panewce z tworzywa, a z drugiej strony podwieszony w motoreduktorze NORD. Miejsce

przejęcia wału napędowego mieszadła przez dennicę jest uszczelnione. Odpowiedni czujnik chroni aparat przed otwarciem władu podczas ruchu mieszadła.

Zgodnie z zaleceniami producenta zbiornik należy myć w systemie CIP (*Cleaning In Place*) za pomocą profesjonalnej stacji mycia. Wymiana i montaż uszczelnienia opisane są w instrukcji aparatu.

Podstawowe wymiary i parametry koagulatora podano w tab. 1.

Tab. 1. Podstawowe wymiary i parametry koagulatora [4]

Parametr/element	Jednostka	Wartość
Pojemność robocza	l	10 000
Średnica wewnętrzna	mm	2 100
Średnica zewnętrzna	mm	2 228
Długość × wysokość całkowita	mm	4 250 × 2 300
Grubość izolacji z wełny mineralnej	mm	50
Moc silnika mieszadła	kW	2,2
Nominalne obroty mieszadła	obr/min	4,1
Motoreduktor NORD-SK-9052-AZD-100L/4BRE40RG EF TF 2,2 kW 2=4,9	szt.	1
Uszczelnienie mieszadła: typu ANGA-80BE1/-VEGF	szt.	1

### Założenia badawcze

W przeprowadzonych badaniach przyjęto, że koagulator jest zbudowany ze stali kwasoodpornej X5CrNi189 oraz wzięto pod uwagę:

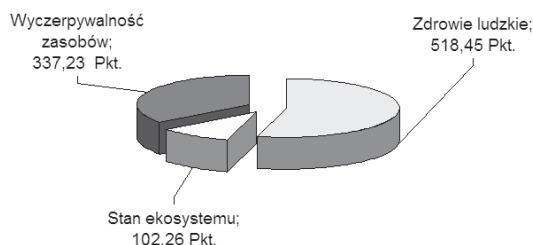
- zużycie energii elektrycznej podczas pracy koagulatora,
- procesy technologiczne wraz z operacjami i zabiegami, przeprowadzane w czasie pracy koagulatora,
- zużycie wody oraz środków chemicznych w czasie pracy koagulatora,
- ilości ścieków wytwarzanych w czasie eksploatacji koagulatora.

W badaniach nie uwzględniono:

- procesów biologicznych zachodzących podczas produkcji pulpy sera twarogowego,
- emisji hałasu, z uwagi na brak możliwości pomiaru w czasie pracy,
- kosztów związanych z utrzymaniem maszyny w dobrym stanie technicznym,
- zużycia środków smarowych do konserwacji.

### Wybrane wyniki badań

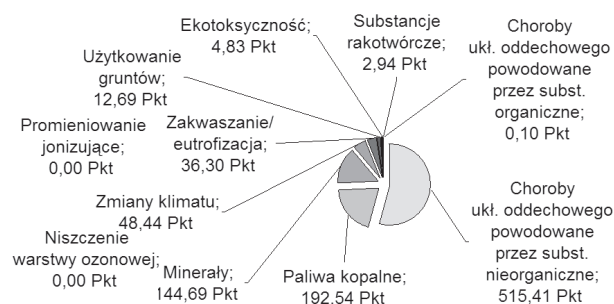
Profil oddziaływań środowiskowych procesów eksploatacyjnych badanego koagulatora przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Profil oddziaływań środowiskowych procesów eksploatacyjnych koagulatora w ujęciu 3 grup kategorii środowiskowych [4]

W wyniku przeprowadzonych obserwacji i badań stwierdzono, że całkowite oddziaływanie jednego koagulatora na środowisko wynosi 957,94 Pkt (punktów środowiskowych).

Największy udział w całkowitym profilu oddziaływań mają czynniki związane z wpływem na zdrowie człowieka (ok. 54% – 518,45 Pkt). Wiąże się to głównie z produkcją energii na potrzeby zasilania koagulatora oraz produkcją części zamiennych.



Rys. 3. Profil oddziaływań środowiskowych procesów eksploatacyjnych koagulatora w ujęciu 11 kategorii środowiskowych [4]

Należy również zauważyć, iż głównymi oddziaływaniami są te, które wpływają na choroby układu oddechowego, powodowane przez substancje nieorganiczne, co stanowi 53,8%. Substancje nieorganiczne to wszelkiego rodzaju pyły, gazy wprowadzane do atmosfery podczas wytwarzania energii elektrycznej.

Nieco ponad 10% oddziaływań jest związanych z pogarszaniem się stanu ekosystemów naturalnych (102,26 Pkt). W tej grupie oddziaływań można wyróżnić wpływ na zmiany klimatu, promieniowanie jonizujące, emisję substancji odpowiedzialnych za powiększanie się dziury ozonowej, ekotoksyczność, zakwaszenie i eutrofizację oraz zajmowanie terenu. Głównym oddziaływaniem w tej kategorii jest wpływ na zmianę klimatu – ok. 5% (48,44 Pkt). Wiąże się to z procesami pozyskania energii elektrycznej oraz procesami obróbki stali kwasoodpornej. Ważnymi oddziaływaniami w tej kategorii jest również zakwaszenie i eutrofizacja – ok. 3,79% (36,30 Pkt), która powiązana jest z degradacją wód oraz użytkowanie gruntów – ok. 1,3% (12,69 Pkt).

Oddziaływania związane z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych stanowią ok. 15% całości oddziaływań (144,69 Pkt), a z wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych ok. 20% (192,54 Pkt). Tak wysoki odsetek tych oddziaływań jest związany również z wysokim udziałem oddziaływań środowiskowych energii elektrycznej w całkowitym profilu środowiskowym procesów eksploatacyjnych koagulatora. Ponad 90% energii elektrycznej uzyskuje się ze spalania paliw stałych.

### Podsumowanie

W pracy przedstawiono wybrane wyniki analizy środowiskowej procesu eksploatacji jednego z elementów linii produkcyjnej w przemyśle spożywczym. Był to zbiornik koagulacyjny wykorzystywany do produkcji sera twarogowego. Wartość oddziaływań obiektu badań oszacowano na poziomie 957,94 Pkt.

Określono również profil środowiskowy procesów eksploatacyjnych koagulatora. Wynika z niego, że główne oddziaływania (ponad 90%) powoduje zużycie do procesów produkcyjnych znacznej ilości energii elektrycznej. Działania optymalizacyjne powinny zatem zmierzać w kierunku obniżenia energochłonności procesów eksploatacyjnych.

Istotne oddziaływania generowane są również przez ścieki, które powstają podczas prowadzenia procesów czyszczenia koagulatora oraz inne substancje, które służą do konserwacji urządzenia.

Oddziaływania związane z wymianą części, podzespołów i zespołów w poszczególnych latach kształtują się w przedziale 5–80 Pkt.

### LITERATURA

- [1] A. Deja: Przemysł Spożywczy nr 3, 54 (2001).
- [2] Z. Klos, P. Kurczewski, J. Kasprzak: Środowiskowe charakteryzowanie maszyn i urządzeń. Podstawy ekologiczne, metody i przykłady. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2005
- [3] T. Prusak: Handel Nowoczesny nr 9 (9) (2009).
- [4] G. Zakrzewska: Analiza środowiskowa procesów eksploatacyjnych wybranych elementów linii rozlewniczych, Praca magisterska, Politechnika Poznańska, Poznań 2009.