

EFEKTYWNE ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ SUSZU POPRAZ WARIANTOWANIE PLANOWANYCH DECYZJI

Waldemar BOJAR, Marcin WELNITZ

Streszczenie: W pracy, na podstawie badań empirycznych wykonanych w pięciu przedsiębiorstwach rolnych zajmujących się produkcją suszu z biosurowców oraz przeglądu literatury, dokonano oceny wybranych aspektów efektywnego zarządzania tego typu przetwórstwem, przeprowadzając symulację skutków różnych wariantów decyzyjnych w zakresie realizowanego procesu. Wyniki badań wskazują, iż przy odpowiednio intensywnym wykorzystaniu urządzeń suszarniczych w ujęciu czasowym oraz ilościowym jest możliwy bardzo szybki zwrot poniesionych na ten cel nakładów w odróżnieniu od suszarń mało intensywnie wykorzystywanych.

Słowa kluczowe: suszarnictwo, biosurowce, efektywność, ceny, energia, ekologia.

1. Wprowadzenie

Rolnictwo należy do sektorów gospodarki o największym wpływie na środowisko naturalne i zdrowie, w tym także możliwość działania szkodliwego. Niemniej, jest ono bardzo ważnym sektorem nie tylko ze względu na samą produkcję rolniczą, ale wszystkie działy z nim związane, jak przetwórstwo i dystrybucja żywności, produkcja środków produkcji, oświata i doradztwo rolnicze, a po części wszystkie sektory przemysłu korzystające z surowców pochodzenia rolniczego, jak przemysł farmaceutyczny, zielarski, a także nowe sektory, jak np. mechatronika, itp. O randze tego sektora gospodarki świadczy fakt, iż w rolnictwie krajowym zatrudnionych jest około 3 milionów osób. Naturalną bazą działalności rolniczej jest gleba - jej jakość, klimat, zasoby wody naturalnej i rzeźba powierzchni, które są czynnikami naturalnymi decydującymi o możliwościach rozwoju rolnictwa.

W Polsce jest 1 milion 583 tys. gospodarstw powyżej 1 ha, czyli o ponad 19% mniej niż w 2002 r., jak wynika ze wstępnych danych Powszechnego Spisu Rolnego, opublikowanych przez GUS [1]. Średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego wynosi 9,5 ha. Następuje, zatem proces koncentracji produkcji, który z punktu widzenia producentów rolnych i efektywności ich przedsiębiorstw jest pozytywny. O kluczowym znaczeniu tego sektora gospodarki krajowej przesądza fakt, iż pod względem wielkości zbiorów i arealu uprawy Polskę aktualnie wyprzedzają tylko Niemcy i Francja, zaś pod względem wysokości plonów rzepaku Polska ustępuje tylko Wielkiej Brytanii, Danii i Czechom. Z drugiej jednak strony utrzymujący się nadal wysoki stopień rozproszenia gospodarstw rolnych oraz relatywnie niski stopień rozwoju organizacji związków branżowych zrzeszających polskich producentów rolnych i jednocześnie postępujący wzrost wymagań jakościowych na surowce pochodzenia rolniczego w łańcuchach dostaw powodują chęć uzyskania przez producentów rolnych wyższej wartości dodanej. Skłania ich to do inwestowania w środki produkcji, które mogą polepszyć jakość sprzedawanego surowca oraz uniezależnić się w pewnym stopniu od jego odbiorców w systemie dystrybucji.

W tej właśnie sytuacji przydatne okazały się suszarnie, ponieważ gospodarstwa posiadające sprzęt suszarniczy zyskały możliwość zmniejszenia wilgotności ziarna do takiego poziomu, który umożliwia jego przechowywanie w odpowiednich warunkach. Sezonowy charakter produkcji roślinnej powoduje, że ceny zbóż i innych surowców pochodzenia roślinnego są najniższe w okresie żniw. Dłuższe przechowywanie zbiorów w celu sprzedaży po wyższej cenie, jest więc prawdopodobnie opłacalne. Czynniki warunkujące tę opłacalność są złożone i dlatego w planowaniu procesu inwestowania w urządzenia suszarnicze należy zdiagnozować i przewidzieć różne warianty decyzyjne zarządzania produkcją suszu determinujące okres zwrotu inwestycji oraz wielkość uzyskiwanych nadwyżek z uwzględnieniem wybranych aspektów, m.in. ekologicznych.

2. Charakterystyka istoty technologii suszenia biomateriałów

W tabeli 1 scharakteryzowano zalecane wilgotności ziarna i nasion różnych roślin w zależności od przeznaczenia stanowiące podstawowe parametry docelowe procesu suszarniczego i wyznaczające funkcje oraz konstrukcje urządzeń do tego przeznaczonych.

Tab. 1. Zalecane wilgotności ziarna i nasion różnych roślin w zależności od przeznaczenia [2]

Rodzaj roślin	Ziarno na siew	Ziarno na sprzedaż	Maksymalna wilgotność podczas przechowywania dla celów własnych	
			Bez wietrzenia schładzającego	Ziarno schłodzone
Wilgotność (%)				
Pszenica, jęczmień	16	14,5	15	17
Żyto	15	15	14	16
Ziarno kukurydzy	14	14	13	16
Rzepak	9	9	8	10
Strączkowe, groch	15	14	12	15

Według danych zawartych w tabeli 1, ziarno schładzane może mieć wyższą wilgotność od ziarna, które nie jest schładzane. Ziarno i nasiona stanowią materiał wrażliwy na działanie termiczne, a zbyt wysoka temperatura może spowodować w ziarnie, takie niepożądane skutki, jak skurczenie, pęknięcie, spadek zdolności kiełkowania czy ubytek lizyny w białku [3]. W celu skutecznego wyeliminowania tego typu niekorzystnych zmian surowców pochodzenia roślinnego należy przeprowadzić proces suszenia odpowiednią metodą przy zachowaniu odpowiednich parametrów, co wpływa zarówno na jakość uzyskiwanych efektów suszenia, jak również na ekonomiczność badanego procesu.

Kukurydza po zbiorze ma bardzo wysoką wilgotność, od 30% do 40%, a nawet powyżej. Aby móc bezpiecznie przechować ziarno, należy je wysuszyć do wilgotności poniżej 15% i schłodzić do temperatury poniżej 10° C. Można wyróżnić dwie metody suszenia: jednoetapową i dwuetapową.

Pierwsza metoda wykorzystuje suszenie wysokotemperaturowe, które, jak się okazało, jest bardziej kosztowne, a odprowadzenie wilgotności z głębszych warstw ziarniaków jest bardzo powolne i dlatego duża część dostarczonego ciepła nie jest w odpowiedni sposób wykorzystana.

Z kolei w drugiej metodzie, podobnie jak w pierwszej, wykorzystywana jest wysoka temperatura, ale tylko do wysuszenia ziarna do wilgotności 20%. Aby właściwie wykorzystać zgromadzone ciepło w ziarniakach i ciepło zużywane do podgrzania powietrza suszącego, kukurydzę od wilgotności 20% suszy się metodą niskotemperaturową, na przykład w silosach typu BIN lub w magazynach płaskich.

2.1. Charakterystyka typów suszarń poddanych analizie

W suszarń porcjowej komora suszenia napełniana jest przez kosz zasypowy i ślimak załadunkowy. Po jej napełnieniu zgodnie z jej przeznaczeniem zamyka się zasilanie i ziarno krąży w komorze suszenia. Temperatura powietrza ogrzanego wewnątrz suszarń zawiera się w przedziale od 40-140 °C. W momencie osiągnięcia przez ziarno oczekiwanej wilgotności, palnik wyłącza się automatycznie a suszarń przechodzi w stan chłodzenia. Po procesie chłodzenia suszarń zostaje wyłączona. Mechanizmy w suszarń porcjowej sterowane są komputerowo. Suszarń ta stosowana jest w suszarnictwie ziarna zbóż, kukurydzy, nasion rzepaku oraz innych roślin oleistych i strączkowych [4].

Suszenie składa się z kilku etapów: załadunku ziarna, suszenia (ziarno cyrkuluje w kolumnie suszarń), chłodzenia i wyładunku. Proces przebiega przez całą dobę, a suszenie utrzymywane jest na równomiernym, optymalnym poziomie. Ten typ urządzenia wykorzystywany jest głównie w dużych gospodarstwach, w przemyśle rolno- spożywczym [5].

Suszarnie kolumnowe o zabudowie daszkowej (tzw. suszarnie termiczne) wykorzystywane są w dużych przedsiębiorstwach rolnych. W tych suszarniach podstawowymi zespołami są: kolumna susząca – chłodząca, podgrzewacz powietrza, wentylator główny, wentylator czynnika chłodzącego, urządzenia elektryczne do napędu i układy kontrolno – sterujące oraz wymiennik ciepła wbudowany w piec służący do podgrzewania powietrza tłoczonego przez wentylator. Natomiast w skład komory roboczej wchodzi: komora zasypowa, komora suszenia, zapory, komora chłodzenia, wygarniacze, wentylator i przewody doprowadzające powietrze. Kształt i usytuowanie daszków w segmentach suszarń zapewniają przepływ czynnika suszącego bądź chłodzącego przez warstwę ziarna, jak i równomierny przepływ ziarna przez kolumnę. Suszarnie kolumnowe o zabudowie daszkowej posiadają zalety, do których można zaliczyć łatwość obsługi oraz dobry dostęp do elementów regulacyjnych. Wadą natomiast jest duża wrażliwość na zanieczyszczenia, głównie słomiaste, które mają wpływ na nierównomierny przepływ ziarna. Konieczne jest wstępne czyszczenie. Przykładowe firmy produkujące tego typu suszarnie: Araj we Wrocławiu, AG- Projekt, Agremo Brzeg, Pinus Term [3].

Suszarnie bębnowe mogą pracować jako suszarnie konwekcyjne lub kontaktowe. Obok suszarek komorowych i taśmowych są one najbardziej rozpowszechnione w praktyce przemysłowej. Dzięki wszechstronności, prostocie konstrukcji, dużej przepustowości i dobrej sprawności cieplnej suszarnie bębnowe nadają się do szybkiego suszenia wielu materiałów, przy niskich kosztach jednostkowych. Materiał suszony w sposób ciągły unoszony jest przez obrót bębna a następnie opada w strumieniu gorącego czynnika suszącego. Wymieszanie masy i utrzymanie stałego jej przesypu w strumieniu czynnika suszącego uzyskuje się dzięki półkom przesywowym umocowanym wewnątrz bębna.

W czasie obrotu bębna półki unoszą materiał ku górze i przesypują go w strumieniu czynnika suszącego płynącego współ- lub przeciwwprądowo w stosunku do ruchu masy.

3. Założenia do modelu obliczeniowego badania wybranych suszarni oraz oceny uzyskiwanych korzyści ekonomicznych

Dla potrzeb analizy procesu suszarniczego opartego na doświadczeniach pięciu przedsiębiorstwach rolnych zajmujących się uszlachetnianiem zebranych biomateriałów stworzono model obliczeniowy, w którym oparto się na parametrach pochodzących z dokumentacji przedsiębiorstw, jak również z innych źródłach normatywnych.

Przyjęto, że czas zwrotu inwestycji można obliczyć, dzieląc wartości inwestycji (skorygowaną o przyszłą wartość inwestycji przy założeniu stałych płatności okresowych i stałej stopy procentowej) przez całkowitą nadwyżkę finansową z suszarni średniorocznie (wynikającą z różnicy przychodów ze sprzedaży surowca „mokrego” - nie poddanego suszeniu oraz „suchego” - poddanego suszeniu) oraz poniesionych kosztów eksploatacji i obsługi urządzeń suszarniczych. Obliczony w ten sposób wskaźnik pozwala stwierdzić, po ilu latach zwróci się inwestycja w suszarnię w specyficznych warunkach danego przedsiębiorstwa. Poniżej podano zastosowane procedury (wzory) obliczeniowe.

$$CZI = W_{inw} / CP_z \quad (1)$$

gdzie: CZI- czas zwrotu inwestycji,
 W_{inw} - wartość inwestycji z uwzględnieniem okresowych, stałych płatności i stałej stopy procentowej w całym okresie eksploatacji urządzenia
 CP_z - całkowita nadwyżka użycia suszarni w roku

$$W_{inw} = FV(\text{stopa}\%; \text{liczba rat}; \text{wielkość raty}) \quad (2)$$

Funkcja FV zwraca przyszłą wartość inwestycji przy założeniu stałych płatności okresowych i stałej stopy procentowej.

Stopa %- stopa procentowa dla okresu.

Liczba rat- całkowita liczba okresów płatności w okresie spłaty.

Wielkość raty - wpłata dokonywana okresowo; nie może ona ulec zmianie w całym okresie płatności. Rata obejmuje zazwyczaj kapitał i odsetki, z wyłączeniem innych opłat i podatków.

CP_z to roczna nadwyżka finansowa, jaką uzyska się po odjęciu od nadwyżki wartości sprzedaży z wysuszonych surowców w ciągu roku w stosunku do sprzedaży niewyszuszonych surowców w ciągu roku rocznych wydatków eksploatacji suszarni (na które składa się suma wydatków na energię, kosztów napraw, wynagrodzenia dla pracowników w ciągu roku).

$$CP_z = Z_{rw} - W_r \quad (3)$$

gdzie: Z_{rw} - nadwyżka roczna ze sprzedaży wysuszonych surowców w stosunku do surowców niewyszuszonych,
 W_r - łączne wydatki roczne.

Nadwyżkę roczną ze sprzedaży wysuszonych surowców oblicza się, mnożąc ilość suszonego i sprzedanego surowca rocznie przez różnicę ceny surowca suchego i ceny surowca niewysuszonego („mokrego”).

$$Z_{rw}=(C_{ks}-C_{km})\cdot I_{skr}+(C_{ps}-C_{pm})\cdot I_{spr} \quad (4)$$

gdzie: C_{ks} - cena kukurydzy suchej,
 C_{km} - cena kukurydzy mokrej (wilgotność 35%),
 C_{ps} - cena pszenicy suchej,
 C_{pm} - cena pszenicy mokrej (20% wilgotności).

W zależności od liczby suszonych surowców w modelu dla danego przedsiębiorstwa wykorzystuje się jeden, lub dwa składniki.

Wydatki roczne eksploatacji urządzeń obliczane są ze wzoru:

$$W_r= W_e+ K_{np}+ W_{kp} \quad (5)$$

gdzie: W_e - wydatki roczne na energię,
 K_{np} - koszty napraw przeciętnie w roku,
 W_{kp} - wynagrodzenie za koszt pracy ludzkiej średnio w roku.

Wydatki roczne na energię są sumą iloczynu zużycia energii rocznie i ceny za 1 kWh (cena stała 0,5 zł/kWh) oraz zużycia paliwa rocznie i ceny paliw (cena stała 3,50 zł/l za olej opałowy, 2,17 zł/l1 za ciekły gaz i 0,15 zł/1 kg za słomę) w zależności od typu suszarni wg poniższego wzoru:

$$W_e= Z_{er}\cdot C_{kWh}+ Z_{pr}\cdot C_p \quad (6)$$

gdzie: Z_{er} - zużycie energii elektrycznej rocznie,
 C_{kWh} - cena za 1 kWh,
 Z_{pr} - zużycie paliwa rocznie,
 C_p - cena paliwa.

Iloczyn zapotrzebowania mocy i godzin przepracowanych suszarni w ciągu roku wyznacza zużycie energii elektrycznej wg wzoru:

$$Z_{er}= Z_{me}\cdot H_{pr} \quad (7)$$

gdzie: Z_{me} - zapotrzebowanie mocy elektrycznej,
 H_{pr} - liczba godzin pracy suszarni rocznie.

Na zużycie paliwa rocznie składa się suma iloczynów tj., ilość suszonego surowca pomnożona przez zużycie paliwa potrzebnego do wysuszenia 1 tony surowca.

$$Z_{pr}= I_{skr}\cdot Z_{pk}+ I_{spr}\cdot Z_{pp} \quad (8)$$

gdzie: I_{skr} - ilość suszonej kukurydzy rocznie,
 Z_{pk} - zużycie paliwa na wysuszenie 1 tony kukurydzy,

I_{spr} - ilość suszonej pszenicy rocznie,
 Z_{pp} - zużycie paliwa na wysuszenie 1 tony pszenicy.

Koszt napraw otrzymuje się przez przemnożenie kosztów ceny zakupu suszarni przez stały współczynnik napraw w stosunku rocznym tj., 5% (w modelu obliczeniowym przyjęto stały współczynnik napraw na poziomie 5% jak standardowy, bo nie ma danych bilansowych z badań, a dane z miarodajnych źródeł wskazują, że łączny koszt napraw w cyklu życia obiektu technicznego wynosi ok. 50% ceny nabycia (przyjęty w modelu poziom 10 lat użytkowania wskazuje na wartość na poziomie 5% rocznego udziału) [6] oblicza wg wzoru:

$$K_{np} = C_s \cdot 5\% \quad (9)$$

gdzie: C_s - cena zakupu suszarni,
5%- współczynnik napraw w stosunku rocznym.

Wynagrodzenie roczne dla pracowników oblicza się jako iloczyn liczby zatrudnionych osób, ich stawek wynagrodzenia (stała 10 zł/h), oraz liczby godzin pracy suszarni rocznie jako ekwiwalentu nakładów pracy na obsługę urządzenia wg wzoru:

$$W_{kp} = L_{zo} \cdot W_w \cdot H_{pr} \quad (10)$$

gdzie: L_{zo} - liczba zatrudnionych osób,
 W_w - wysokość stawki wynagrodzenia (zł/h),
 H_{pr} – liczba godzin pracy obsługi suszarni.

Należy podkreślić, że kukurydza w trakcie omlotu ma średnią wilgotność 30- 35%, a do obliczeń w modelu przyjęto wartość 35%, ziarno kukurydzy uzyskuje zdolność do przechowywania przy wilgotności nie większej niż 14%, zatem należy wysuszyć ziarno kukurydzy, czyli zmniejszyć wilgotność o 21% (35- 14= 21%). 21% przyjęto jako wartość tego parametru w modelu.

Zalecana wilgotność pszenicy do przechowywania wynosi 14%, ale zdarza się tak, że ma ono od 16 do 18% wilgotności w czasie omlotu. Do obliczeń przyjęto 18% wilgotności przed wysuszeniem, zatem należy obniżyć wilgotność o 4% (18- 14= 4%).

W kolejnym etapie analizy efektywności procesu suszarniczego skupiono uwagę na skutkach podwyższonych opłat za zanieczyszczanie środowiska wskutek emisji dwutlenku węgla podczas spalania odpowiednio: oleju opałowego, gazu skroplonego oraz słomy. W przypadku słomy przyjęto założenie potwierdzone badaniami, iż ilość emitowanego do atmosfery dwutlenku węgla stanowi równowartość tego gazu absorbowanego w procesie asymilacji przez rośliny [7].

W przypadku oleju i gazu skroplonego w trzech badanych suszarniach przyjęto na podstawie wiarygodnych źródeł iż, do spalania 1 dm³ oleju opałowego lekkiego lub 1 m³ gazu ziemnego należy dostarczyć 11 m³ powietrza. Przy temperaturze 200° C uzyskuje się około 20 m³ spalin. Zawartość CO₂ w gazie wynosi średnio 10%, a w oleju opałowym 15% [8].

Stawki jednostkowe kar według przepisów opublikowanych w Monitorze Polskim wynoszą dla emisji dwutlenku węgla 0,26 zł/Mg [9].

4. Charakterystyka obiektów i wyniki badań

1. Suszarnia firmy Pedrotti Super Farmer TC 35 z roku 2001 – krótka charakterystyka (przedsiębiorstwo X1):
 - Typ- dyfuzyjna.
 - Rodzaj naprawy, ewentualny koszt- brak.
 - Rodzaj opału- olej opałowy.
 - Zużycie opału na wysuszenie 1t płodów rolnych, od czego to zależy:
 - Zboże- 7- 10 l., w zależności od wilgotności ziarna
 - Zapotrzebowanie mocy elektrycznej- 80 kW
 - Liczba godz. pracy suszarni w ciągu roku- 266 godz.
 - Wydajność- 1501- 2000 kg/ godz.
 - Pszenica-2000 kg
 - Koszt obniżenia 1% wilgotności:
 - Pszenica - powyżej 8,00 zł.

2. Suszarnia firmy Drzewicz SP 102 z roku 2006 stosowana w przedsiębiorstwie X2.
 - Typ- porcjowa.
 - Rodzaj opału- olej opałowy.
 - Zużycie opału na wysuszenie 1t płodów rolnych w zależności od rodzaju surowca:
 - Pszenica - 4,4 l.
 - Kukurydza-23,1 l.
 - Zapotrzebowanie mocy- 16,5 kW/1h.
 - Liczba godz. pracy suszarni w ciągu roku- 1500.
 - Wydajność- powyżej 2000 kg/ godz.
 - Pszenica - 6000kg
 - Kukurydza- 1500kg
 - Dokonane modernizacje- brak
 - Koszt obniżenia o 1% wilgotności:
 - Kukurydza - 5,01- 6,00 zł
 - Pszenica - poniżej 5,00 zł.

3. Suszarnia firmy Pedrotti Super Farmer TC 90 z roku 2003 stosowana w przedsiębiorstwie X3.
 - Typ- porcjowa.
 - Rodzaj opału- olej opałowy.
 - Zużycie opału na wysuszenie 1t płodów rolnych:
 - Kukurydza- 11- 16 l w zależności od wilgotności ziarna.
 - Zapotrzebowanie mocy- 25,75 kW/1h.
 - Liczba godz. pracy suszarni w ciągu roku- 910.

4. Suszarnia firmy Pinus- Term z roku 1999 – krótka charakterystyka w przedsiębiorstwie X4.
 - Typ- daszkowa.
 - Rodzaj opału- gaz skroplony.
 - Zużycie opału na wysuszenie 1t płodów rolnych:

- Kukurydza- 15- 20 l., w zależności od wilgotności ziarna, oraz odmiany ziarna flint, czy dent.
 - Zapotrzebowanie mocy- 22 kW/1h.
 - Liczba godz. pracy suszarni w ciągu roku- 1200.
 - Wydajność- 1001- 1500 kg/ godz.
 - Kukurydza- 1250 kg/ godz.
 - Koszt obniżenia 1% wilgotności:
 - Kukurydza- 6,01- 7,00 zł.
5. Suszarnia firmy POM Rogoźno z roku 1983, krótka charakterystyka w przedsiębiorstwie X5.
- Typ- bębnowa.
 - Rodzaj opału- słoma.
 - Zużycie opału na wysuszenie 1t płodów rolnych w zależności od rodzaju surowca:
 - Kukurydza- 200- 300 kg., w zależności od wilgotności ziarna, oraz odmiany ziarna, np flint, czy dent,
 - D.D.G.S(odwirowany wywar po gorzelniany)- 350 kg,
 - Zapotrzebowanie mocy- 15kW/1h.
 - Liczba godz. pracy suszarni w ciągu roku- 1500.
 - Wydajność- 500- 1000 kg/1h.
 - Kukurydza- 1000 kg/ godz.
 - Koszt obniżenia 1% wilgotności:
 - Kukurydza- 5,01- 6,00 zł.

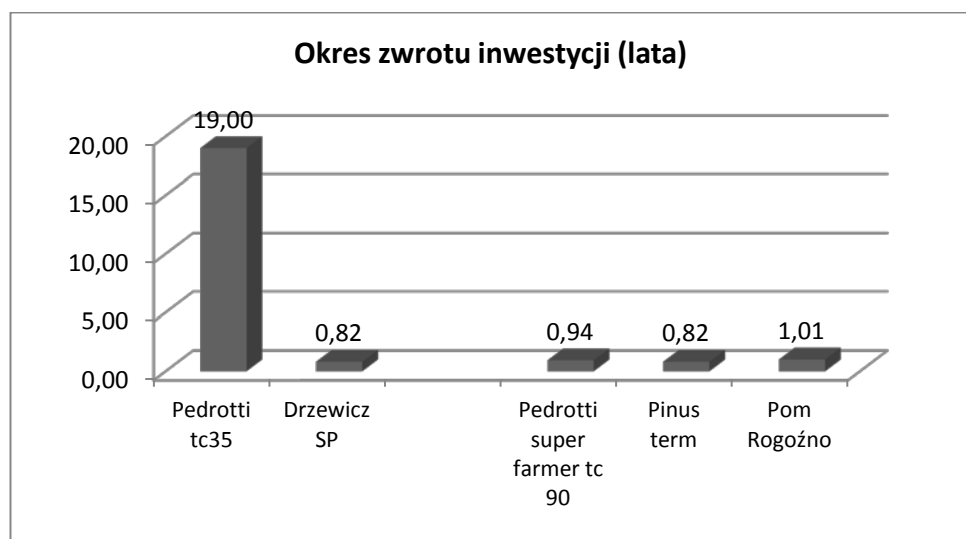
W tabeli 2 przedstawiono podstawowe parametry wykorzystane w ocenie procesu suszarniczego w pięciu badanych przedsiębiorstwach w symulacyjnych obliczeniach modelowych ilustrujących skutki podjętych w przeszłości lub planowanych decyzji.

Zaprezentowane na rysunku 1 okresy zwrotu inwestycji z poszczególnych badanych suszarni wskazują, że w przypadku czterech obiektów intensywnie wykorzystywanych w ciągu roku (od 900 do 1500 godzin) i przerabiających znaczną ilość biomasy (od 1000 do 2700 ton rocznie) czasy zwrotu są bardzo krótkie (poniżej 1 roku), a w przypadku suszarni najmniej wykorzystanej (266 h rocznie) i przerabiającej zaledwie 400 ton czasy zwrotu sięgają kilkunastu lat.

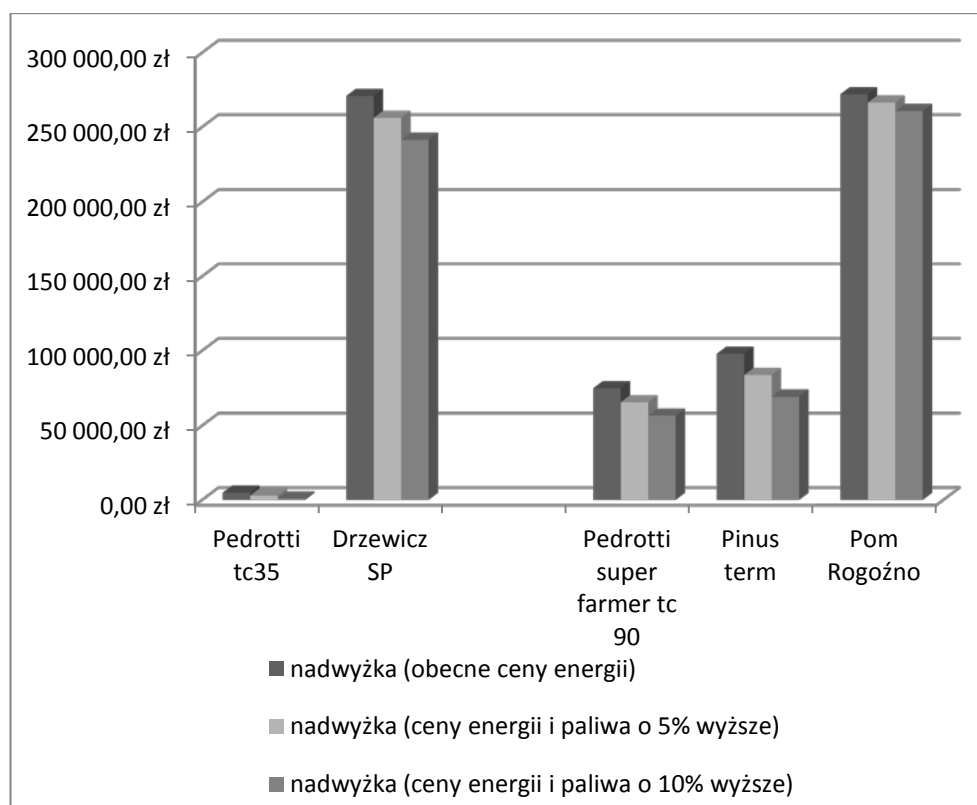
Wyniki badań zaprezentowane na rysunku 2 przedstawiają znaczący wpływ podwyżek cen paliw konwencjonalnych i energii na osiągnięte nadwyżki finansowe badanych przedsiębiorstw w procesie suszu przy pomocy różnych urządzeń. Relatywnie najmniejsze niekorzystne zmiany występują w suszarni POM Rogoźno wykorzystującej w procesie suszenia słomę, której cena jest kilkunastokrotnie niższa od ceny oleju czy gazu, a wydajność wysoka. Suszarnia Pedrotti tc35 wykorzystywana jest kilkakrotnie mniej intensywnie od pozostałych badanych urządzeń, stąd wykazane różnice są mniej istotne (tab. 2).

Tab. 2. Podstawowe dane zastosowane do dokonania obliczeń badanych suszarniach (opracowanie własne)

Nazwa suszarni	Przebieg roczny surowiczy	liczba zaprzęgniętych przodków	Cena zakupu (zł)	Rodzaj nasion	Rodzaj opał	Zużycie opał	Wydajność suszenia [t/h]	Roczny czas pracy [h]	Ilość wysuszonego ziarna-rocznie [t]
Pedrotti-Super-Farmer-TC-35	400	1	200-000	pszenica	olej	7-1/t	1,5	266	400
Drzewicz-SP-102	2700	2	155-0000	kukurydza	olej	23,1-1/t	1,5	1400,00	2100
				pszenica		4,4-1/t	6	100,00	600
Pedrotti-Super-Farmer-TC-90	1000	1	130-000	kukurydza	olej	16-1/t	1,1	910,00	1000
PINUS-TERM	1500	3	170-000	kukurydza	ciekły gaz	28-1/t	1,25	1200,00	1500
POM-Rogoźno	1500	2	110-000	kukurydza	sloma	150-kg/t	1	1500,00	1500

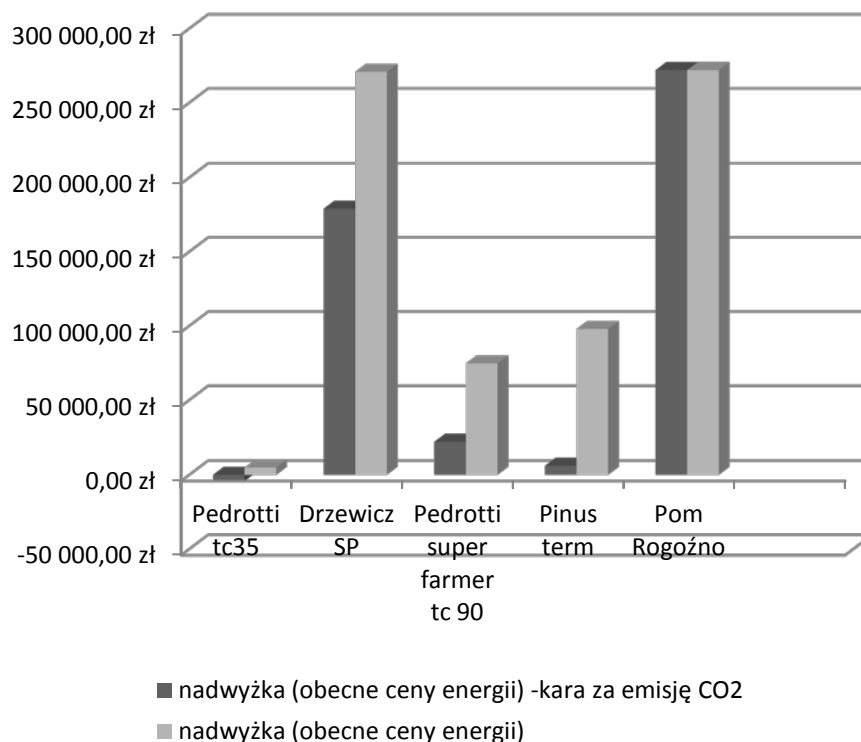


Rys. 1. Rzeczywisty i planowany okres zwrotu inwestycji w urządzenia suszarnicze w badanych przedsiębiorstwach w zależności od poziomu przerobu surowca (opracowanie własne)



Rys. 2. Wpływ zmian cen źródeł energii na osiągnięte korzyści finansowe w badanych obiektach (opracowanie własne)

Z faktów zaprezentowanych na rysunku 3 wynika, że implikacje wdrożenia kar za emisję dwutlenku węgla w Polsce nawet w przypadku urządzeń, które nie wymagają specjalnych zezwoleń z tytułu ochrony środowiska, są z ekonomicznego punktu widzenia bardzo dotkliwe również w przypadku analizowanych urządzeń suszarniczych. Najmniej obciążające są suszarnie opalane słomą (POM Rogoźno), gdzie praktycznie kary za emitowany CO₂ powinny nie wystąpić lub wystąpić w minimalnym zakresie. W przypadku suszarni ogrzewanej gazem skroplonym (Pinus term) oraz olejem opałowym (Pedrotti tc35, Drzewicz SP) obciążenia te są zróżnicowane, ale straty finansowe z tytułu kar w stosunku do uzyskiwanych nadwyżek finansowych są wysokie. Stosunkowo niskie straty występują w firmie stosującej typ urządzenia Drzewicz SP, gdzie roczny czas wykorzystania jest najwyższy spośród analizowanych (1400 h), a przerób surowca także najbardziej intensywny (łącznie 2700 t rocznie) (tabela 2).



Rys. 3. Uzyskiwana nadwyżka z procesu suszenia w sytuacji braku kar i płatności kar za emisję dwutlenku węgla jako tzw. kosztów zewnętrznych w badanych przedsiębiorstwach (opracowanie własne)

5. Wnioski

Stworzone modele diagnozy i oceny efektywności wykorzystywanych w pięciu badanych przedsiębiorstwach urządzeń suszarniczych oraz przeprowadzone symulacje obliczeniowe wariantów decyzyjnych pozwoliły przeanalizować wybrane aspekty efektywnego zarządzania tego typu przetwórstwem w zakresie realizowanych procesów. Wyniki badań wskazują, iż przy odpowiednio intensywnym wykorzystaniu urządzeń suszarniczych w ujęciu czasowym oraz ilościowym jest możliwy bardzo szybki zwrot poniesionych na ten cel nakładów inwestycyjnych w odróżnieniu od obiektów mało intensywnie wykorzystywanych. Po drugie rosnące ceny nieodnawialnych surowców energetycznych wskazują na znaczący ich ujemny wpływ na osiągnięte korzyści finansowe przy zakładanym przeciętnie malejącym lub niezmiennym poziomie cen pozyskiwanych w wyniku suszenia surowców w warunkach ostrej konkurencji. Po trzecie koszty zewnętrzne związane

z emisją dwutlenku węgla jako produktu ubocznego procesu spalania w suszarniach stanowią poważny czynnik rzutujący na wzrost kosztów produkcji i obniżenie uzyskiwanych nadwyżek finansowych z tej działalności. Spalanie produktów

ekologicznych, takich jak słoma, może ograniczyć takie niepożądane dla przedsiębiorców niekorzystne efekty wzrostu cen surowców konwencjonalnych, takich jak olej lub gaz.

Literatura

1. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010, GUS, Warszawa.
2. Szyszło J., Techniki i technologie w przechowywalnictwie zbóż, Warszawa, 2002.
3. Lisowski A.: Suszenie ziarna po zbiorach. [w]: http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh_01ac/0901b803801aca89.pdf?filepath=pl/pdfs/noreg/011-07196.pdf&fromPage=GetDoc, źródła rozproszone: 15/ 12/ 2011 r. 9.30.
4. Marks N.: Folder Araj. Podstawy suszenia płodów rolnych, Kraków, 2007.
5. Matczuk M.: Dobre przechowywanie. www.farmer.pl, źródła rozproszone: 03/05/2010r. 9:40.
6. Muzalewski A.: Koszty eksploatacji maszyn 17 (Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach rolniczych). IBMER Warszawa, 2002.
7. http://www.kape.gov.pl/EN/Achievements/Programmes/ProgrammesInternational/1996_2000_a/pliki/sloma/sloma_2.htm#2.10
8. [http://ir.ptir.org/artykuly/pl/64/IR\(64\)_752_pl.pdf](http://ir.ptir.org/artykuly/pl/64/IR(64)_752_pl.pdf) źródła rozproszone: 02/02/ 2012 r. 9.30].
9. Monitor Polski Nr 74 — 4406 — Poz. 945 Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2010 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2011 (<http://dokumenty.rcl.gov.pl/M2010074094501.pdf>, źródła rozproszone: 15/ 12/ 2011 r. 9.30].

Dr hab. inż. Waldemar BOJAR, prof. UTP
Katedra Inżynierii Zarządzania
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz
tel./fax.: (52) 340 81 92
e-mail: wald@utp.edu.pl

Inż. Marcin WEŁNITZ
Gozdanin 35, 88-330 Gębice