

Identyfikacja i szacunkowa ocena ryzyka w projekcie inwestycyjnym dotyczącym budowy i eksploatacji biogazowni rolniczej.

Mgr Piotr Chrobak

22.10.2008 Węgliniec

Wprowadzenie

Inwestycje rzeczowe w sektorze energetyki są szczególnie narażone na ryzyko. Inwestycje te wiążą się z poniesieniem znacznych nakładów inwestycyjnych, a oczekiwane korzyści z ich przeprowadzenia znacznie rozłożone są w czasie. Zrealizowanie projektu inwestycyjnego w zakresie energetyki związane jest ze złożonym procesem projektowania a także przejściem wielu długotrwałych procedur, takich jak np. uzyskanie pozwolenia na budowę, pozytywna ocena projektu w zakresie oddziaływania na środowisko, czy też uzyskanie koncesji na wytwarzanie, obrót, czy też przesył energii.

Inwestycje rzeczowe są instrumentem wiernie oddającym dążenie podmiotów gospodarczych do maksymalizacji swojej wartości. Efektywność inwestycji zależy m.in. od prawidłowego oszacowania ryzyka związanego z realizacją inwestycji. We współczesnej ekonomii pojęcie ryzyka mylone jest z pojęciem niepewności. Istotnym aspektem jest właściwe określenie pojęcia ryzyko, które traktowane jest jako część niepewności, którą można zmierzyć za pomocą rachunku prawdopodobieństwa¹. W przypadku niepewności można zatem mówić w przypadkach, gdy brak jest możliwości zmierzenia prawdopodobieństwa jego wystąpienia nawet wtedy, gdy możliwe jest precyzyjne określenie jego skutków. W dobie dynamicznie rozwijającej się konkurencyjności makro-gospodarki pojęcie ryzyka pozwala inwestorowi na trafniejsze podejmowanie decyzji.

Faza eksploatacji również jest narażona na szereg czynników, których ryzyko wystąpienia może zniwelować efektywność inwestycji lub też spowodować jej niepowodzenie. Do najpoważniejszych zidentyfikowanych ryzyk należy uznać ryzyko cen energii oraz nośników energii. Również koszty odtworzenia mocy wytwórczych mogą nieprzewidywalnie wzrosnąć.

Sektor energetyki jest sektorem gospodarki o specyficznych cechach. Dlatego też identyfikacja ryzyk związanych z inwestycjami rzeczowymi w tym sektorze musi opierać się na rzetelnym scharakteryzowaniu branży. Dotyczy to w szczególności warunków panujących w polskim sektorze energetycznym, którego sytuacja staje się coraz bardziej skomplikowana.

W przypadku inwestycji rzeczowych elementy ryzyka rozpatrywane są w budowanych modelach efektywności inwestycji. Należy przy tym zwrócić uwagę, iż inwestorzy preferują niższy poziom ryzyka w przypadku inwestycji rzeczowych niż

¹ Dudycz T., Wrzosek S., "Analiza finansowa. Problemy metodyczne w ujęciu praktycznym", Akademia Ekonomiczna im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2000, str. 92

w przypadku inwestycji innego rodzaju, np. finansowych². Wśród metod oceny efektywności inwestycji można wyróżnić grupę metod statycznych jak i dynamicznych. Do grupy metod statycznych, tzw. prostych zalicza się m.in. księgową stopę zwrotu oraz prosty okres zwrotu. Jednakże w przypadku inwestycji rzeczowych, które rozpatrywane są zwykle w długim terminie, o wiele wydajniejsze jest stosowanie metod dynamicznych, czyli dyskontowych, które uwzględniają zmienną wartość pieniądza w czasie. Wśród metod dyskontowych wyróżnia się m.in. zdyskontowany okres zwrotu, wartość zaktualizowaną netto (Net Present Value - NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (Internal Rate of Return - IRR), zmodyfikowaną wewnętrzną stopę zwrotu (Modified Internal Rate of Return - MIRR), czy też indeks zyskowności (Profitable Index - PI). Na potrzeby niniejszego opracowania do badania efektywności projektu inwestycyjnego wybrano metodę wartości zaktualizowanej netto, która jest sumą wartości bieżących przepływów środków pieniężnych netto pomniejszoną o nakłady początkowe³. Oprócz metody NPV zbadano efektywność inwestycji przy pomocy metody IRR. Obie metody są szeroko rozpowszechnione i często stosowane w projektach inwestycyjnych, np. w przypadku projektów inwestycyjnych wspieranych środkami unijnymi.

Biogazownia rolnicza - identyfikacja ryzyka

W ujęciu cybernetycznym instalację biogazowni rolniczej traktować można jako zamknięty układ technologiczny, do którego doprowadzane są tzw. elementy wejścia, a wynikiem wewnętrznego procesu transformacji są elementy wyjścia.

Identyfikując aspekty ryzyka w kontekście tak funkcjonującego systemu należy w pierwszej kolejności określić przedmiot wejścia i wyjścia, a także czynniki odpowiedzialne za prawidłowy przebieg procesów wewnątrz systemu.

Z technologicznego punktu widzenia biogazownia rolnicza jest instalacją, w której zachodzą procesy fermentacji organicznej biomasy przetwarzające ją w tzw. biogaz. Najistotniejszym warunkiem pozwalającym na realizację tego procesu jest dostęp do surowca. W nawiązaniu do przedstawionej globalnej sytuacji energetycznej należy zwrócić uwagę na gwałtowny wzrost popytu na ekologiczne surowce. Jednym z efektów wzrostu popytu jest obserwowany od kilkadziesiąt miesięcy wzrost cen żywności, a także surowców kopalnych.

Surowcem energetycznym zapewniającym funkcjonowanie biogazowni rolniczej są odpady organiczne z rolnictwa oraz odpady przemysłu rolno-spożywczego. Głównym jednakże celem powstania biogazowni rolniczej jest utylizacja gnojowicy zwierzęcej. Utylizacja gnojowicy zwierzęcej jest zgodna z polityką proekologiczną UE, w myśl której niedozwolona jest niekontrolowana emisja metanu do atmosfery. Przewiduje się, iż w wyniku dostosowania polskiego prawa do wymogów unijnych pojawi się zapotrzebowanie na instalacje utylizujące gnojowicę zwierzęcą.

² Iwin J., Nleziński Z., "Rzeczowy majątek trwały. Amortyzacja i inwestycje rzeczowe w finansach przedsiębiorstw", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, str. 223

³ Nogalski B., Piwecki M., "Projektowanie przedsięwzięć kapitałowych. Inwestycje Rzeczowe.", Bydgoszcz 1999, str. 38

Z punktu widzenia inwestora, gnojowica zwierzęca nie jest optymalnym surowcem dla funkcjonowania biogazowni, ale bez niej niemożliwym jest przeprowadzenie fermentacji. Mimo to, jej parametry techniczne, tj. przede wszystkim kaloryczność nie pozwalają na osiągnięcie pożądanej ilości biogazu. Dlatego też bardzo rozpowszechnionym surowcem stosowanym wraz z gnojowicą jest specjalna odmiana kukurydzy energetycznej, której kiszonka traktowana jest jako komplementarna do innych surowców, ale posiadająca znacznie efektywniejsze parametry od odpadów.

Produktami biogazowni rolniczej są biogaz oraz odpady pofermentacyjne. Biogaz jest produktem, który może być spalany w silniku CHP (Combined Heat & Power), który przetwarza energię chemiczną biogazu w energię elektryczną oraz ciepłą. Natomiast odpady pofermentacyjne zawierają głównie sole mineralne i mogą być stosowane przez rolników do nawożenia pól uprawnych.

O ile jednak gnojowicę można pozyskać w transakcjach barterowych w zamian za odpady pofermentacyjne, o tyle pozyskanie kiszonki nie jest relatywnie tanie. W efekcie omówionego wzrostu popytu na surowce ekoenergetyczne oraz stale znikomej podaży kiszonki kukurydzy energetycznej koszt pozyskania kiszonki jako surowca może gwałtownie rosnać.

Proces fermentacji biomasy organicznej jest procesem technologicznie opanowanym. Choć w Polsce nie powstała jak do tej pory żadna biogazownia rolnicza, to w innych krajach taki rodzaj instalacji jest powszechny. W Indiach i Chinach przydomowe biogazownie rolnicze funkcjonują od setek lat, jednakże ich skala produkcji energii jest stosunkowo bardzo mała. O wiele bardziej rozwiniętymi w tym sektorze energetycznym krajami są np. Niemcy, czy Dania. W Niemczech z powodzeniem od lat funkcjonują biogazownie rolnicze o mocy rzędu od kilkudziesięciu kilowatów do 1 megawata. Obecnie ich ilość w Niemczech szacuje się na ponad 4 tysiące. Stopień zaawansowania technologiczne pozwala na prowadzenie procesu fermentacji niemalże całkowicie bez udziału czynnika ludzkiego. Z tego też powodu w niniejszej pracy przyjęto założenie, iż ryzyko operacyjne na poziomie wewnętrznych procesów instalacji nie jest rozpatrywane. Innym aspektem pozostaje trudność w szacowaniu tegoż ryzyka.

Biogaz jako produkt biogazowni rolniczej jest zużywany w wewnętrznym procesie technologicznym. Jednakże biogaz może być również z powodzeniem sprzedawany na zewnątrz w postaci samoistnego gazu. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto jednak, iż biogaz jest wykorzystywany w biogazowni, a produktem zewnętrznym jest energia elektryczna oraz ciepło. Identyfikując wybrane aspekty ryzyka w eksploatacji biogazowni należy wskazać ryzyko związane z przyszłymi zmianami cen energii elektrycznej.

Kolejnym czynnikiem ryzyka jaki należy uwzględnić jest możliwy koszt pozyskania technologii, tj. koszt zakupu instalacji biogazowni. Polski rynek energetyczny jest rynkiem nowym dla rozwoju biogazowni i należy liczyć się dwoma aspektami mającymi wpływ na koszty pozyskania technologii z innych krajów. Z jednej strony jest to naturalne dążenie do podniesienia cen technologii przez dysponentów związane z barierą wejścia na nowy rynek. Z drugiej strony konkurencja wolnorynkowa wymusza regulowanie polityki cenowej, w myśl zasady

„kto pierwszy ten lepszy”. Oba argumenty, które stoją wobec siebie w opozycji nie dają pełnej odpowiedzi w zakresie szacowania ryzyka. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto jednak, iż koszt pozyskania technologii przez podmiot gospodarczy w Polsce może być większy niż pozyskanie technologii w Niemczech przez podmiot niemiecki⁴.

Podsumowując identyfikację wybranych aspektów ryzyka związanego z budową i eksploatacją biogazowni rolniczej w Polsce, należy wyróżnić:

- Ryzyko cen surowca - kiszonki kukurydzy energetycznej,
- Ryzyko cen pozyskania technologii - biogazowni rolniczej,
- Ryzyko cen energii elektrycznej.

Założenia projekcji finansowej

Przygotowana na potrzeby niniejszego opracowania projekcja finansowa obejmowała podstawowe, standardowe aspekty finansowe, w tym:

- wielkość nakładów inwestycyjnych,
- planowane przychody,
- koszty eksploatacji,
- roczny poziom obsługi zadłużenia,
- zapotrzebowanie na kapitał obrotowy,
- źródła finansowania inwestycji,
- plan nakładów odtworzeniowych,
- prognozowane rachunki zysków i strat,
- prognozowane bilanse i rachunki przepływów pieniężnych,
- analizę wyników finansowych przedsięwzięcia (NPV, IRR), wyliczoną na podstawie zdyskontowanych przepływów pieniężnych,

Dla zachowania spójności opracowanej prognozy, przyjęto następujące, podstawowe założenia dla całego okresu objętego projekcją:

- Prognoza obejmuje okres od roku 2008 do 2020, obejmujące pełny okres obsługi finansowej zobowiązań wynikających z planowanych inwestycji,
- Przy określaniu głównych wskaźników makroekonomicznych, zgodnie z wytycznymi, korzystano z opracowania pt.: „Prognoza makroekonomiczna na lata 2005 - 2020 (DAE, MGIP.)”
- W prognozach uwzględniono wartości nominalne tj. uwzględniające wzrost cen wynikający z inflacji,
- Tempo wzrostu cen energii elektrycznej, wynikające z coraz trudniejszej sytuacji na rynkach surowcowych oraz ciężącej perspektywie kryzysu paliwowego, a także braku środków na nakłady odtworzeniowe krajowej infrastruktury elektroenergetycznej, przyjęte zostało na poziomie dwukrotności przewidywanej inflacji,
- Przyjęto stopę dyskonta na cały okres projekcji równą 12%,
- Prognoza sporządzona została w okresach rocznych (za rok obrotowy przyjęto rok kalendarzowy),
- Prognoza finansowa została sporządzona w PLN,
- W przypadku czerpania informacji ze źródeł operujących kwotami w €, przyjęto kurs walutowy 1 € = 3,36 PLN,

⁴ Na podstawie negocjacji gospodarczych przeprowadzonych z przedstawicielami niemieckich firm technologicznych, kwiecień – czerwiec 2008

- Koszt inwestycji uzależniony był głównie od jednostkowej ceny instalowanej mocy i zgodnie z cenami rynkowymi został przyjęty na poziomie 3 000 € / kW_{el},
- Założono, iż inwestor planuje zbudować biogazownię o mocy 526 kW_{el},
- W całym okresie objętym analizą przyjęto 19% stawkę podatku dochodowego od osób prawnych,
- Koszty transportu surowca wliczone są w koszty pozyskania surowca,
- W prognozie przyjęto założenie, że podatek VAT naliczony i należny, związany z prowadzeniem działalności wodno-ściekowej (VAT na usługi i ujęty w kosztach działalności), będzie się wzajemnie równoważył,
- Zakłada się, że inwestor oprócz wkładu własnego do inwestycji, posiada środki pieniężne w wysokości 300 tys. PLN m.in. na obsługę zobowiązań finansowych w okresie kredytowania,
- Zakłada się, że inwestor dysponuje gruntem własnym pod budowę biogazowni w wybranej lokalizacji o powierzchni ok. 0,5 [ha] w odległości 500 metrów od Głównego Punktu Zasilania,
- Inwestor do czasu otrzymania kredytów finansuje inwestycję ze środków własnych,
- Biogazownia rolnicza zużywa energię elektryczną na własny użytek rzędu 6% wytworzonej przez siebie, przy czym całość wytworzonej energii sprzedaje do sieci, a następnie ją odkupuje.

Inwestycja polegała na przeprowadzeniu szeregu prac planistycznych i budowlanych, których efektem jest uruchomienie pracy biogazowni rolniczej. Przyjęto, że po zakończeniu inwestycji nastąpi komercyjne uruchomienie pracy biogazowni.

W opracowaniu założono, iż inwestor przeprowadza inwestycję w 2009 roku, a biogazownia rozpoczyna swoją pracę z początkiem stycznia 2010 roku. Stosunkowo krótki termin inwestycji możliwy jest dzięki zaawansowanej technologii budowy biogazowni opierającej się na modułowej konstrukcji. Pierwszy miesiąc pracy biogazowni jest miesiącem przeznaczonym na rozruch, w trakcie którego zaszczepiane jest podłoże do fermentacji.

Całkowity nakład inwestycyjny, jaki musi zostać poniesiony przez inwestora zależy od kosztu przyłączenia biogazowni do sieci elektroenergetycznej. Koszt na podstawie szacunków operatora sieci dystrybucyjnej działającego na terenie Dolnego Śląska został przyjęty na poziomie 212 500 PLN, przy czym założono, iż instalacja biogazowni oddalona jest od Głównego Punktu Zasilania o 500 metrów.

W prognozie przyjęto, iż nakłady inwestycyjne oprócz kosztów przyłączenia wyniosą 5 302 080 PLN w związku z kosztem instalacji biogazowni.

W prognozie założono, iż inwestor zapewnia środki własne w wysokości 20% wartości inwestycji, przy czym dysponuje dodatkowymi środkami w kwocie 300 tys. PLN na obsługę zadłużenia. Jako, że projekt zakłada inwestycję w zakresie energetyki na terenie województwa dolnośląskiego, przewiduje się możliwość uzyskania dofinansowania z funduszy UE na poziomie 50% wartości nakładów inwestycyjnych, co wynika z możliwości finansowania tego typu projektów inwestycyjnych w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego 2007-2013 w ramach Działania 5.1 *Odnawialne źródła energii*. Brak możliwości zaliczkowania tego typu projektów powoduje, iż inwestor zmuszony jest zaciągnąć kredyt

pomostowy na realizację przedsięwzięcia. Pozostałe 30% nakładów inwestycyjnych inwestor pokryje zaciągając kredyt komercyjny.

Założono, iż kredyt komercyjny zaciągnięty został na 5 lat w kwocie 1 654 374 PLN oprocentowany rocznie na poziomie 8%. Prowizja od zaciągnięcia kredytu wynosi 1% wartości kredytu. Założono roczną karencję w spłacie kredytu.

Kredyt pomostowy został zaciągnięty na okres finansowania inwestycji i jest spłacany kolejnymi refundacjami z środków unijnych. Inwestor jednakże spłaca odsetki od zaciągniętego kredytu pomostowego na poziomie 8% rocznie. Kredyt pomostowy został zaciągnięty na kwotę 2 757 290 PLN. Prowizja od zaciągnięcia kredytu wynosi 1% wartości kredytu. Kredyt pomostowy zostanie spłacony z środków uzyskanych z funduszy unijnych w 2010 roku, tj. po pozytywnej weryfikacji zakończenia realizacji inwestycji.

Na podstawie ww. parametrów dokonano projekcji finansowej, która jest podstawą do przeprowadzenia analizy wrażliwości i ryzyka i którą nazwano scenariuszem bazowym.

Analiza wrażliwości i ryzyka

Analiza wrażliwości i ryzyka dla opisywanej inwestycji została wykonana w odniesieniu do zidentyfikowanych wybranych aspektów ryzyka w kontekście projektu inwestycyjnego dotyczącego budowy i eksploatacji biogazowni rolniczej. Wykorzystano następujące narzędzia analizy:

- a) Analiza wrażliwości - zbadała zmiany w saldach środków pieniężnych spowodowane zmiennością istotnych parametrów,
- b) Analiza ryzyka z kolei miała charakter jakościowy, gdzie oceniono prawdopodobieństwo faktycznego wystąpienia danego ryzyka i omówiono okoliczności, które uprawdopodobniają (bądź nie) wystąpienie określonej sytuacji.

W ramach analizy wrażliwości zidentyfikowano a następnie sprawdzono 3 scenariusze alternatywne względem scenariusza bazowego. Ich wybór przedstawia poniższa tabela.

Tabela 1. Analiza wrażliwości - badane scenariusze.

Scenariusz	Zmiana warunków
Scenariusz II	Wzrost cen surowca do 110 PLN / Mg w roku odniesienia
Scenariusz III	Wzrost cen energii elektrycznej o trzykrotność inflacji
Scenariusz IV	Wzrost ceny za instalowaną jednostkę mocy elektrycznej do 3500 € / kWel

Źródło: opracowanie własne

Dla wybranych scenariuszów alternatywnych obliczono przepływy środków pieniężnych, NPV oraz wewnętrzną stopę zwrotu z inwestycji, aby sprawdzić jak bardzo inwestycja wrażliwa jest na zmianę zadanych parametrów. Scenariusze alternatywne odnoszą się do wybranych wariantów. Poniższa tabela przedstawia ryzyko jakościowe związane z inwestycją oraz wyjaśnia przestanki do zaistnienia scenariusza.

Tabela 2. Analiza ryzyka projektu.

Scenariusz	Prawdopodobieństwo	Komentarz
Scenariusz II	Wysokie	Scenariusz ten przewiduje wzrost cen surowca do poziomu cen, jakie oferowane są polskim rolnikom przez podmioty gospodarcze z Niemiec ⁵ . Biorąc pod uwagę, iż jest to obecna sytuacja rynkowa, należy uwzględnić scenariusz, w którym biogazownia położona w niekorzystnym rejonie Borów Tucholskich, będzie konkurować z podmiotami niemieckimi o surowiec, w efekcie czego, będzie musiała ściągać surowiec z coraz dalej położonych terenów albo kupować go drożej niż inne podmioty.
Scenariusz III	Średnie	Eksperci zgodnie potwierdzają, iż sytuacja na globalnym rynku surowcowym, a także bezpieczeństwo energetyczne Polski są zagrożone. Przewiduje się, iż ceny nośników energii będą ulegać co raz większym wahaniam, a biorąc pod uwagę ww. problemy i możliwe sytuacje kryzysowe, ceny nośników mogą osiągać ceny nieporównywalne z dzisiejszymi.
Scenariusz IV	Niskie	Ze względu na rozwijającą się konkurencję wśród producentów instalacji biogazowniczych na zachodnich rynkach, należy uznać iż prawdopodobieństwo zwiększenia cen mocy zainstalowanej jest niskie. Popyt na biogazownie w Europie Środkowo-Wschodniej zaczyna się rodzić, a firmy zagraniczne będą niewątpliwie chciały zyskać jak największy udział na rynku m.in. polskim.

Źródło: opracowanie własne

Po oszacowaniu prawdopodobieństwa wystąpienia danych zmian warunków, obliczono omówione wcześniej wskaźniki dla poszczególnych scenariuszów. Wyniki przedstawiają poniższe tabele.

Tabela 3. Wyniki dla scenariuszów II, III i IV.

	Scenariusz II	Scenariusz III	Scenariusz IV
NPV	- 1 015 822	10 176 729	4 518 184
IRR	-2,78%	18,37%	8,69%

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione tabele wykazują, iż wzrost ceny surowca do 110 PLN / Mg w roku odniesienia powoduje, że efektywność inwestycji staje się bardzo niska. Biorąc pod uwagę, że prawdopodobieństwo zajścia takiego scenariusza zostało oszacowane jako wysokie, należy liczyć się z wysokim prawdopodobieństwem niepowodzenia przedsięwzięcia. Stopa IRR spadła do poziomu -2,78%, a saldo zdyskontowanych strumieni pieniężnych wyniosło - 1,015 mln PLN.

Wzrost cen energii elektrycznej w tempie trzykrotności inflacji powoduje poprawę efektywności inwestycji - spowoduje wzrost wewnętrznej stopy zwrotu do poziomu 18,37%.

Natomiast wzrost ceny za jednostka zainstalowanej mocy elektrycznej do 3500 € / kW powoduje zmniejszenie się efektywności inwestycji i sprowadza wewnętrzną stopę zwrotu do poziomu 8,69% tj. ok. 3,4% poniżej stopy dyskontowej. Badając analizę wrażliwości projektu dokonano również próby oszacowania wartości granicznych dla powyższych scenariuszy. Wyniki przedstawiono w podsumowaniu.

⁵ Informacje uzyskane od rolnika z rejonu Rawicza oferującego kiszonkę, grudzień 2007

Dla potencjalnego inwestora intuicyjne oszacowanie prawdopodobieństwa może być niewystarczająco satysfakcjonujące, jednakże przyjmując pewne akceptowalne założenia można zinterpretować jakościową analizę ryzyka w ciekawszy sposób. Powyżej przedstawiono trzy scenariusze alternatywne do scenariusza bazowego, przy czym podjęto próbę określenia prawdopodobieństwa (p) ich wystąpienia. Niech każda miara jakościowa może być przełożona na wartość liczbowa, co jest intuicyjnie poprawne dla określania prawdopodobieństwa, jednak brak jest jednoznacznej metodologii. Poniżej nie przedstawiono propozycji metodyki, a podjęto próbę oszacowania ryzyka wychodząc z warunków niepewności. Przyjmuje się graniczne wartości, tj. $p=0$ dla zdarzenia niemożliwego oraz $p=1$ dla zdarzenia pewnego. Zatem dla zdarzenia o średnim, przeciętnym prawdopodobieństwie wystąpienia można przyjąć wartość $p=0,5$. Natomiast przełożenie na wartość liczbowa takich jakościowych epitetów jak „wysokie” i „niskie” prawdopodobieństwo jest kwestią dyskusyjną, jednakże dyskusja ta jest zwykle bezcelowa, ponieważ sam fakt szacowania jakościowego wynika z braku możliwości precyzyjnego szacunku. Próbując pozostać w konwencji przyjęto, iż „wysokim” prawdopodobieństwem jest prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia rzędu 85%, a „niskim” 15%.

Biorąc pod uwagę, iż scenariusze alternatywne (p_{ai}) odnoszone są do scenariusza bazowego (p_b), prawdopodobieństwo wystąpienia scenariusza bazowego jest różnicą $p_b = 1 - p_{ai}$. Potencjalny inwestor dysponując rozkładem prawdopodobieństwa opisywanej zmiennej losowej obliczy wartość oczekiwaną dla poszczególnych alternatyw. W ten sposób otrzymano trzy wartości oczekiwane NPV oraz trzy wartości oczekiwane IRR.

Tabela 4. Wartości oczekiwane dla poszczególnych przypadków.

	Scenariusze alternatywne względem bazowego		
	Scenariusz II	Scenariusz III	Scenariusz IV
Prawdopodobieństwo wystąpienia scenariusza bazowego	15,00%	50,00%	85,00%
Prawdopodobieństwo wystąpienia scenariusza alternatywnego	85,00%	50,00%	15,00%
E(NPV)	209 tys. PLN	8,7 mln PLN	6,8 mln PLN
E(IRR)	-0,19%	16,45%	13,65%

Źródło: opracowanie własne

Interpretując powyższą tabelę stwierdzono, iż przy zadanych prawdopodobieństwach wystąpienia poszczególnych zdarzeń, wartość oczekiwana IRR w przypadku scenariuszów alternatywnych III i IV jest wyższa od stopy dyskontowej i przy $NPV > 0$ inwestycję należy uznać za efektywną ekonomicznie. Natomiast wartość oczekiwana NPV w przypadku scenariusza II jest dodatnia podczas, gdy wartość oczekiwana IRR ujemna. Realizacja scenariusza IV nie byłaby korzystna dla inwestora, jednakże wartość oczekiwana tego wariantu byłaby wyższa niż stopa dyskontowa. Realizacja scenariusza II przysporzyłaby największych strat, ale wartość oczekiwana NPV dla tego wariantu jest dodatnia.

Podsumowanie

W niniejszej pracy zidentyfikowano i szacunkowo oceniono ryzyka związane z inwestycją budowlaną w biogazownię rolniczą. Przedstawiono analizę wrażliwości oraz analizę ryzyka scenariusza bazowego względem scenariuszy alternatywnych. Podstawową różnicę wykazano pomiędzy wynikami uzyskiwanymi bez oraz z uwzględnieniem prawdopodobieństw zajścia zdarzeń. Początkowo oszacowano efektywność ekonomiczną inwestycji zmieniając dane wejściowe modelu - dla każdego scenariusza osobno obliczono efektywność. Natomiast przedstawiając efektywność inwestycji opierając się na możliwym prawdopodobieństwie uzyskano wartości oczekiwane, które mogą mieć wpływ na decyzje gospodarcze potencjalnego inwestora. Polemika dotycząca poruszanego zagadnienia kończy się na przejściu pomiędzy jakościową a ilościową interpretacją prawdopodobieństwa.

W przeprowadzonej analizie zidentyfikowano i oszacowano również kluczowe czynniki sukcesu. Do kluczowych czynników sukcesu inwestycji w biogazownię zaliczono:

1. cena jednostkowa surowca - oszacowano, iż w przypadku wzrostu ceny surowca do poziomu 105,65 PLN / Mg w roku odniesienia spowodowałby ujemne saldo zdyskontowanych przepływów pieniężnych w zadanym okresie,
2. cena energii elektrycznej - oszacowano, iż wzrost cen energii elektrycznej poprawia efektywność inwestycji,
3. cena jednostkowa instalowanej mocy elektrycznej - oszacowano, iż przy niezmiennych pozostałych warunkach, inwestycja zachowuje dodatnie saldo zdyskontowanych przepływów pieniężnych, gdy cena jednostkowa instalowanej mocy elektrycznej nie przekroczy ok. 4 358 € / kW_{el}, tj. ok. 14 643 PLN / kW_{el},

Dokonano również próby oceny wybranych aspektów ryzyka na powodzenie projektu inwestycyjnego polegającego na budowie i eksploatacji biogazowni rolniczej. Stwierdzono, iż:

1. istnieje wysokie prawdopodobieństwo wzrostu cen kiszonki energetycznej do poziomu 110 PLN / Mg,
2. istnieje średnie prawdopodobieństwo wzrostu cen instalacji do 3500 € / kW_{el}.

Najistotniejszą kwestią w przedstawionym zagadnieniu jest procedura oszacowania prawdopodobieństwa na podstawie szacunku jakościowego. Najczęściej w celu interpretacji informacji niepewnej stosowane jest twierdzenie Bayes'a. W praktyce gospodarczej wykorzystanie tego twierdzenia jest wielokrotnie niemożliwe ze względu na szereg założeń przyjmowanych w tej teorii, które stoją w sprzeczności z stanem faktycznym. Nic więc dziwnego, iż analizy ekonomiczno-finansowe przeprowadzane na potrzeby finansowania przedsięwzięć opierają się jedynie na jakościowej interpretacji prawdopodobieństwa zdarzeń - naukowy model byłby narzędziem zbyt skomplikowanym, aby wynikowa informacja, była więcej warta aniżeli szacunkowe podejście zaprezentowane w niniejszej pracy.