

Dorota Kuchta
Ewa Ptaszyńska
Politechnika Wrocławska

ROZMYTE DRZEWA DECYZYJNE JAKO NARZĘDZIE ZARZĄDZANIA RYZYKIEM PROJEKTÓW ROLNYCH

Wprowadzenie

Ryzyko projektowe może być definiowane w różny sposób. W niniejszym artykule będziemy stosować dwie różne definicje¹ wzajemnie się uzupełniające. Po pierwsze, ryzyko będzie rozumiane jako możliwe zdarzenie, które jeśli wystąpi, to swoim wystąpieniem może spowodować, że po zrealizowaniu projektu jego data zakończenia, koszt lub produkt końcowy nie będą zgodne z planem, a odchylenia od planu w przynajmniej jednym z tych trzech aspektów będą trudne lub niemożliwe do zaakceptowania². Tak rozumiane ryzyko może mieć różne atrybuty, w niniejszym artykule uwzględniane będą dwa podstawowe: prawdopodobieństwo wystąpienia i konsekwencje danego ryzyka, w przypadku gdyby wystąpiło. Przy takiej definicji ryzyka uzasadnione jest używanie tego słowa w liczbie mnogiej.

Inne rozumienie ryzyka to ryzyko jako zbiór wszystkich możliwych rodzajów ryzyka (według wcześniejszej definicji) dla danego projektu. Tak rozumiane słowo „ryzyko” może występować tylko w liczbie pojedynczej. Tak zdefiniowane ryzyko wymaga zagregowanej oceny, by można stwierdzić, czy dla danego projektu jest ono duże, małe czy średnie, akceptowalne lub niemożliwe do zaakceptowania. Problem tej oceny będzie tutaj pominięty, szczegóły można znaleźć w literaturze³.

¹ D. Hillson: *Managing Risk in Projects*. Bower Publishing, 2009, s. 17-19.

² H. Courtot: *La gestion des risques dans les projets*. Economica, Paryż 1998; D. Hillson: *Op. cit.*

³ Y.Y. Chong, E.M. Brown: *Zarządzanie ryzykiem projektu*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2001; D. Hillson: *Managing Risk in Projects*. Bower Publishing, 2009, s. 17-19; H. Courtot: *La gestion des risques dans les projets*. Economica, Paryż 1998; C.L. Pritchard: *Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka*. WIG-Press, Warszawa 2001.

Ryzyko jest nieodłącznie związane ze wszystkimi projektami, w tym z projektami rolnymi. Ważne jest więc rozwijanie odpowiednich metod zarządzania ryzykiem projektowym. W niniejszym artykule zostanie rozważona jedna z takich metod – rozmyte drzewa decyzyjne. Naszym celem będzie sprawdzenie, jak dobrze rozmyte drzewa decyzyjne sprawdzają się w zarządzaniu ryzykiem projektów rolnych, które obarczone są dużym ryzykiem, zwłaszcza gdy są realizowane przez nowo powstałe przedsiębiorstwa rolne. Metoda ta została wykorzystana w systemie wspomagającym zarządzanie ryzykiem projektów europejskich, realizowanych przez polskie jednostki samorządu terytorialnego⁴.

Użyta metoda badawcza to adaptacja systemu na potrzeby przedsiębiorstw rolnych oraz eksperyment, polegający na próbie zastosowania zmodyfikowanego systemu w wybranym przedsiębiorstwie rolnym.

2. System oceny ryzyka projektu oparty na metodzie rozmytych drzew decyzyjnych

W literaturze⁵ opisano propozycję wykorzystania procesu uczenia się oraz rozmytych drzew decyzyjnych do zarządzania ryzykiem projektów współfinansowanych przez Unię Europejską, a realizowanych przez polskie jednostki samorządu terytorialnego. Zaproponowano tam system oceny ryzyka projektów oparty na metodzie rozmytych drzew decyzyjnych. System ten został pozytywnie zweryfikowany w praktyce w wybranej jednostce samorządowej.

Idea metody rozmytych drzew decyzyjnych i wspomnianego wyżej systemu opiera się na metodzie drzew probabilistycznych, zaproponowanej i zweryfikowanej dla projektów budowlanych⁶. Obie metody (drzew probabilistycznych i rozmytych) wychodzą z następujących założeń:

1. Między ryzykiem każdego projektu zachodzą zależności dotyczące ryzyka i atrybutów ryzyka, np. wynikające z faktu, że w danym projekcie jest wysoce prawdopodobne, iż dostawca nie dotrzyma terminu i jest średnio prawdo-

⁴ D. Kuchta, E. Ptaszyńska: The Concept of System Supporting Risk Management In European Projects. Information Systems Architecture and Technology. Eds. L. Borzemski, A. Grzech, J. Świątek, Z. Wilimowska. Politechnika Wrocławska, Wrocław 2011; D. Kuchta, E. Ptaszyńska: Zarządzanie ryzykiem poprzez uczenie się w projektach europejskich. W: Modelowanie preferencji a ryzyko '10. Red. T. Trzaskalik. Akademia Ekonomiczna, Katowice 2010.

⁵ D. Kuchta, E. Ptaszyńska: Op. cit.; Ei: Op. cit.

⁶ V.T. Luu, S.Y. Kim, N.V. Tuan, S.O. Ogunlana: Quantifying Schedule Risk in Construction Projects Using Bayesian Belief Network. „International Journal of Project Management” 2009, Vol. 27(1), s. 39-50.

podobne, że nie będzie innego dostawcy, który mógłby zastąpić dostawcę pierwotnie wybranego, może w niektórych projektach wynikać, iż przekroczenie czasu realizacji o istotną ilość czasu jest wysoce prawdopodobne.

2. Zależności te są podobne czy wręcz takie same dla znakomitej większości projektów należących do tej samej klasy projektów i będących w tej samej fazie realizacji.

3. Po zakończeniu projektu eksperci mogą zweryfikować i lepiej niż przed realizacją projektu ocenić ryzyko, jego atrybuty oraz zależności istniejące między ryzykiem projektu i jego atrybutami, nawet jeśli nie wszystkie rodzaje ryzyka się zmaterializowały (tzn. nawet jeśli odpowiednie zdarzenia nie wystąpiły). Na przykład ekspert może powiedzieć, na ile prawdopodobne i potencjalnie poważne dla projektu były takie, a takie zdarzenia i na jakie inne rodzaje ryzyka miały one potencjalnie wpływ i jaki, nawet jeśli zdarzenia te ostatecznie nie wystąpiły (zagrożenia się nie zmaterializowały).

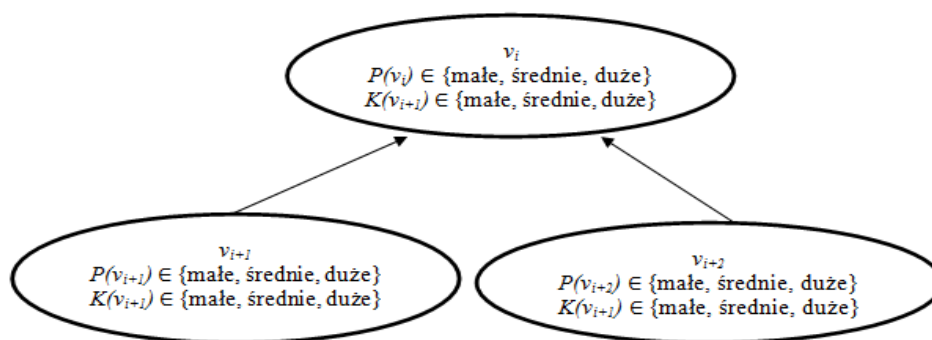
4. Informacje (zweryfikowane po zakończeniu projektów) na temat zależności między ryzykiem i jego atrybutami dla projektów już zakończonych, są bardzo przydatne do oceny ryzyka projektów z tej samej klasy projektów, rozpoczynanych czy planowanych albo wręcz dopiero rozważanych. Choć zdarza się oczywiście, że rozpatrywany projekt charakteryzuje się całkowicie innym ryzykiem niż projekty już zakończone, nawet z tej samej klasy projektów i z tej samej fazy realizacji, to jednak w znakomitej większości przypadków tak nie jest. Skorzystanie z wiedzy na temat ryzyka projektów z danej klasy i fazy realizacji, zwłaszcza na temat najczęściej występujących rodzajów ryzyka i zależności między nimi, okazało się (w omawianych przypadkach projektów budowlanych i jednostki samorządu terytorialnego) bardzo przydatne, nawet jeśli nie w każdym przypadku. Takie podejście usprawnia proces oceny ryzyka dla znakomitej większości nowych projektów, pozostawiając więcej czasu na ocenę ryzyka dla projektów nietypowych i zmniejszając liczbę projektów źle ocenionych pod względem ryzyka.

Rozmyte lub probabilistyczne drzewa są w systemie budowane dla każdego projektu (przed jego realizacją, na podstawie opinii ekspertów, a po niej są one weryfikowane) i reprezentują zależności między rodzajami ryzyka i ich atrybutami. Dla danej klasy projektów i fazy realizacji (klasy projektów i fazy realizacji są definiowane przez użytkowników systemu) powstaje w ten sposób jedno lub kilka drzew. Rozpatrując nowy projekt z danej klasy i fazy realizacji, użytkownik systemu może sięgnąć do tych drzew. Ocenia wówczas jedynie atrybuty ryzyka pierwotnego czy niezależnego (tzn. takiego, na które inne rodzaje ryzyka

nie mają wpływu, a które mają wpływ na inne), a atrybuty kolejnych rodzajów ryzyka, zależnych od innych, są wyznaczane z drzew dla projektów z danej klasy już zakończonych. Wybierane są te drzewa, które odpowiadają podanym przez ekspertów atrybutom ryzyka niezależnego. W przypadku niejednoznaczności, system proponuje drzewa, które były związane z największą liczbą projektów z danej klasy i fazy realizacji, pokazując użytkownikowi jednocześnie również pozostałe drzewa odpowiadające danej klasie projektów, fazie realizacji i kombinacji ryzyka niezależnego i jego atrybutów. W sytuacji, kiedy drzewa dla określonej kombinacji atrybutów ryzyka niezależnego w danej klasie projektów nie ma, użytkownikowi proponowane są drzewa podobne (przy określonej definicji podobieństwa). W każdym przypadku użytkownik może drzewo zmodyfikować, zmieniając atrybuty ryzyka lub dodając nowe, modyfikując jego atrybuty, zmieniając, usuwając lub dodając zależności między ryzykiem i jego atrybutami.

W rozmytych drzewach decyzyjnych każdy wierzchołek v_i ($i = 1 \dots n$) poza swoją nazwą (opisującą ryzyko, czyli możliwe zdarzenie) zawiera dwie zmienne rozmyte: prawdopodobieństwo P_i^h i konsekwencje K_i^h ($i = 1 \dots n$; $h = 1, 2, 3$), które wyrażone są za pomocą wyrażen słownych, przyjmując za każdym razem jedną z trzech wartości: „małe”, „średnie”, „duże”. Wyrażenia te są reprezentowane za pomocą liczb rozmytych, definiowanych przez użytkowników systemu⁷.

Rozpatrzmy przykładowy spłot wierzchołków w drzewie składający się z wierzchołka v_i oraz jego dwóch synów v_{i+1} i v_{i+2} (rys. 1).



Rys. 1. Przykład spłotu wierzchołków w drzewie rozmytym z wygenerowanym zbiorem reguł

Źródło: E. Ptaszyńska: Metoda zarządzania ryzykiem projektów. Wrocław 2012, s. 132.

⁷ D. Kuchta, E. Ptaszyńska: Op. cit.

W przypadku wierzchołków bez synów, tzw. liści drzewa (na rys. 1 – wierzchołki v_{i+1} i v_{i+2}) ocena P_{i+1}^h i K_{i+1}^h ($i = 1 \dots n$; $h = 1, 2, 3$) dokonywana jest przez osobę wypełniającą drzewo. Natomiast atrybuty wierzchołka, który posiada synów (na rys. 1 – wierzchołek v_i) są oceniane za pomocą reguł decyzyjnych, generowanych na podstawie przeszłych projektów dla danego typu projektu i fazy projektu. Każda reguła ma określoną moc, która oznacza, ile razy dana reguła pojawiła się w przeszłości dla danej przesłanki. Przy generowaniu drzew, w przypadku większej liczby reguł dla danej przesłanki, zawsze zaproponowana zostaje reguła z największą mocą, czyli ta, która pojawiła się najczęściej w przeszłości. Jeżeli co najmniej dwie reguły mają taką samą moc, to osoba tworząca drzewo musi samodzielnie wybrać jedną z nich. Z kolei jeżeli analizowana przesłanka nie wystąpiła w przeszłości, to system szuka przesłanki najbardziej podobnej. W przypadku niezalezienia podobnej przesłanki, należy dokonać samodzielnej oceny. Ponadto, osoba wypełniająca drzewo w każdym momencie może samodzielnie dokonać oceny prawdopodobieństwa czy konsekwencji, jeżeli nie zgadza się z wartościami oszacowanymi na podstawie reguł.

Na przykład, jeśli synowie z rys. 1 reprezentują zdarzenia „dostawca nie dotrzyma terminu” i „nie ma innego dostawcy”, to użytkownik powinien określić prawdopodobieństwa i konsekwencje tych zdarzeń dla rozpatrywanego projektu. Skupmy się na samym tylko prawdopodobieństwie (rozumowanie w przypadku konsekwencji byłoby identyczne). Załóżmy, że prawdopodobieństwo pierwszego ze zdarzeń zostało uznane za wysokie, a drugiego za średnie. Uznano również, że te dwa zdarzenia (ryzyko) i jego atrybuty mają wpływ na trzecie (na rys. 1 – wierzchołek v_i), na istotne przekroczenie terminu przez projekt i na jego atrybuty. Sięgamy do podobnych projektów z tej samej fazy realizacji i sprawdzamy, czy występowała już sytuacja „zdarzenie ‘dostawca nie dotrzyma terminu’ ma wysokie prawdopodobieństwo, a zdarzenie ‘nie ma innego dostawcy’ – dość wysokie” i czy oba te zdarzenia miały wpływ na zdarzenie „istotne przekroczenie terminu przez projekt”. Jeśli taka sytuacja była, to wiemy, że mamy przynajmniej jedną regułę typu: „Jeśli prawdopodobieństwo, że dostawca nie dotrzyma terminu jest wysokie i prawdopodobieństwo, że nie ma innego dostawcy jest średnie, to prawdopodobieństwo przekroczenia terminu o istotny termin jest x”, przy czym x może oznaczać „małe”, „średnie”, „duże” – zatem w rozpatrywanym prostym przykładzie możemy mieć maksymalnie trzy reguły.

Jeśli jest tylko jedna reguła z przesłanką „prawdopodobieństwo, że dostawca nie dotrzyma terminu jest wysokie i prawdopodobieństwo, że nie ma innego dostawcy jest średnie”, to system proponuje ocenę prawdopodobieństwa

przekroczenia terminu o istotny termin zgodnie z tą regułą. Jeśli jest ich więcej, użytkownikowi systemu pokazywane są wszystkie, ale system domyślnie proponuje tę, która wystąpiła najczęściej (czyli regułę o największej mocy).

Jeśli sytuacja „zdarzenie ‘dostawca nie dotrzyma terminu’ ma wysokie prawdopodobieństwo, a zdarzenie ‘nie ma innego dostawcy’ – dość wysokie” nie wystąpiła, nie mamy żadnej reguły dla rozpatrywanego projektu. W takiej sytuacji użytkownik może sam ocenić prawdopodobieństwo przekroczenia terminu o istotny termin lub skorzystać z proponowanych przez system reguł podobnych, jeśli takie wystąpiły. Nie wchodząc tu w definicje podobieństwa reguł⁸, regułą podobną (o podobnej przesłance) może być np. reguła „Jeśli prawdopodobieństwo, że dostawca nie dotrzyma terminu jest wysokie i prawdopodobieństwo, że nie ma innego dostawcy jest wysokie, to prawdopodobieństwo przekroczenia terminu o istotny termin jest wysokie” (przesłanka tej reguły różni się tylko w jednym atrybucie od przesłanek występujących na rys. 1). W przypadku przyjęcia tej reguły użytkownik oceniłby prawdopodobieństwo przekroczenia terminu o istotny termin jako wysokie.

Opisany proces tworzenia reguł jest powtarzany dla każdej konfiguracji wierzchołków w analizowanym drzewie (wierzchołek v_i z rys. 1 byłby jednym z synów kolejnych wierzchołków itd. i tak powstałoby drzewo⁹). Szczegóły dotyczące rozmytych reguł decyzyjnych, ich generowania i oceny podobieństwa można znaleźć w literaturze¹⁰.

Po zakończeniu rozpatrywanego projektu stosowane reguły, a także ryzyko i jego atrybuty zostałyby zweryfikowane. Zadano by m.in. pytanie, jakie faktycznie było w rozpatrywanym projekcie prawdopodobieństwo, że dostawca nie dotrzyma terminu, że nie ma innego dostawcy i że projekt skończy się z istotnym opóźnieniem. Dopiero zweryfikowane drzewo, a tym samym zweryfikowane reguły decyzyjne stałyby się częścią systemu i mogłoby być używane przy kolejnych projektach.

W opisywanym systemie rozpatrywano trzy podstawowe rodzaje drzew: drzewa ryzyka opóźnienia projektu, przekroczenia budżetu i niespełnienia wymagań jakościowych. W drzewach pierwszego typu wierzchołkiem szczytowym, tzn. tym, który nie wpływa na żaden inny wierzchołek, jest zdarzenie „projekt

⁸ L. de la Ossa, J.A. Gámez, J.M. Puerta: Learning Weighted Linguistic Fuzzy Rules by Using Specifically-tailored Hybrid Estimation of Distribution Algorithms. „International Journal of Approximate Reasoning” 2009, Vol. 50(3).

⁹ E. Ptaszyńska: Metoda zarządzania ryzykiem projektów. Wrocław 2012.

¹⁰ L. de la Ossa, J.A. Gámez, J.M. Puerta: Op. cit.

się istotnie opóźni”. Analogicznie definiowane są pozostałe dwa typy drzew. Jednak użytkownik może wprowadzić inne typy drzew, rozpatrując inne wierzchołki szczytowe.

Główne korzyści wynikające z zastosowania zaproponowanego systemu, zidentyfikowane przez pracowników wybranej jednostki samorządowej, to pomoc w identyfikowaniu, ograniczaniu bądź eliminowaniu poszczególnych rodzajów ryzyka; eliminowanie błędów związanych z zarządzaniem, w tym zarządzaniem ryzykiem i projektem, łatwy dostęp do wiedzy o potencjalnych zagrożeniach projektu, intuicyjność metody, większa świadomość ryzyka wśród osób zaangażowanych w projekty, archiwizacja wiedzy.

W artykule postanowiono przeprowadzić próbę zastosowania systemu opartego na rozmytych drzewach decyzyjnych do zarządzania ryzykiem projektów rolnych. Osoby zarządzające przedsiębiorstwami rolnymi, mimo doskonałej wiedzy w zakresie rolnictwa, rzadko są przygotowane do zarządzania ryzykiem projektów. Z przeprowadzonych wywiadów wynika, że osoby te szukają prostych, intuicyjnych metod, systemów, które by systematyzowały ich wiedzę i doświadczenie i podpowiadały pewne rozwiązania, które mogłyby one zweryfikować i ewentualnie zmodyfikować. Do tego dochodzi fakt, że wiele osób pracujących w przedsiębiorstwach rolnych posiada doświadczenie w prowadzeniu działalności rolnej i wiedzę na temat niepożądanych problemów, które mogą pojawić się w trakcie realizacji różnego rodzaju projektów, ale nie jest ona archiwizowana, przez co zanika, gdy doświadczeni pracownicy odchodząc „zabierają” ze sobą.

3. Wykorzystanie rozmytych drzew decyzyjnych do zarządzania ryzykiem projektów rolnych

Na wstępie należy podkreślić, że pod pojęciem projektów rolnych rozumiane są projekty realizowane przez wielkoobszarowe przedsiębiorstwa rolne. Wielkoobszarowe przedsiębiorstwa rolne to takie, w których wielkość powierzchni gruntów rolnych wynosi co najmniej 500 ha. W mniejszych przedsiębiorstwach rolnych wykorzystanie rozmytych drzew decyzyjnych nie miałoby sensu.

Aby móc zastosować system oparty na rozmytych drzewach decyzyjnych do zarządzania ryzykiem projektów rolnych, należało dokonać pewnych jego modyfikacji w stosunku do zaproponowanego systemu¹¹ przygotowanego pod kątem jednostek samorządowych, realizujących projekty europejskie. Na wstępie należało ustalić typy projektów rolnych, dla których będzie można analizować ryzyka. Na podstawie listy typów projektów zdecydowano, że osoba korzystająca z systemu zarządzania ryzykiem projektów rolnych będzie miała możliwość wyboru spośród następujących typów projektu:

- uprawa buraka cukrowego,
- uprawa zbóż (pszenica, jęczmień, owies, żyto lub pszenżyto),
- uprawa kukurydzy,
- uprawa rzepaku,
- uprawa słonecznika.

Niemniej jednak użytkownicy systemu mają również możliwość dodawania nowych typów projektów rolnych, które chcieliby przeanalizować, ale w takim przypadku muszą samodzielnie zdefiniować fazy projektu i utworzyć rozmyte drzewa decyzyjne.

Następnie należało zdefiniować fazy projektu rolnego, w ramach których będzie można identyfikować i oceniać ryzyko. Na podstawie analizy literatury i wywiadów z osobami zarządzającymi przedsiębiorstwami rolnymi wyróżniono następujące fazy cyklu życia projektu rolnego:

- planowanie projektu – faza obejmująca takie czynności, jak opracowanie płodozmianu, zakup nasion, nawozów, środków ochrony roślin, ustalenie harmonogramu zabiegów agrotechnicznych, przygotowanie sprzętu rolniczego,
- realizowanie projektu – faza obejmująca takie czynności, jak wykonanie podorywki i orki, nawożenie przedsiewne, uprawa przedsiewna, siew nasion, oprysk na chwasty – czynności wykonywane jesienią; nawożenie pogłównie (I dawka), oprysk na szkodniki, nawożenie pogłównie (II dawka), oprysk na choroby grzybowe i szkodniki – czynności wykonywane wiosną; zbiór uprawy, ewentualne suszenie, magazynowanie – czynności wykonywane latem,
- rozliczenie i zakończenie projektu – faza obejmująca takie czynności, jak sprzedaż uprawy oraz obliczenie zysków ze sprzedaży na podstawie poniesionych kosztów.

¹¹ D. Kuchta, E. Ptaszyńska: *The Concept...*, op. cit.; Eadem: *Zarządzanie ryzykiem...*, op. cit.

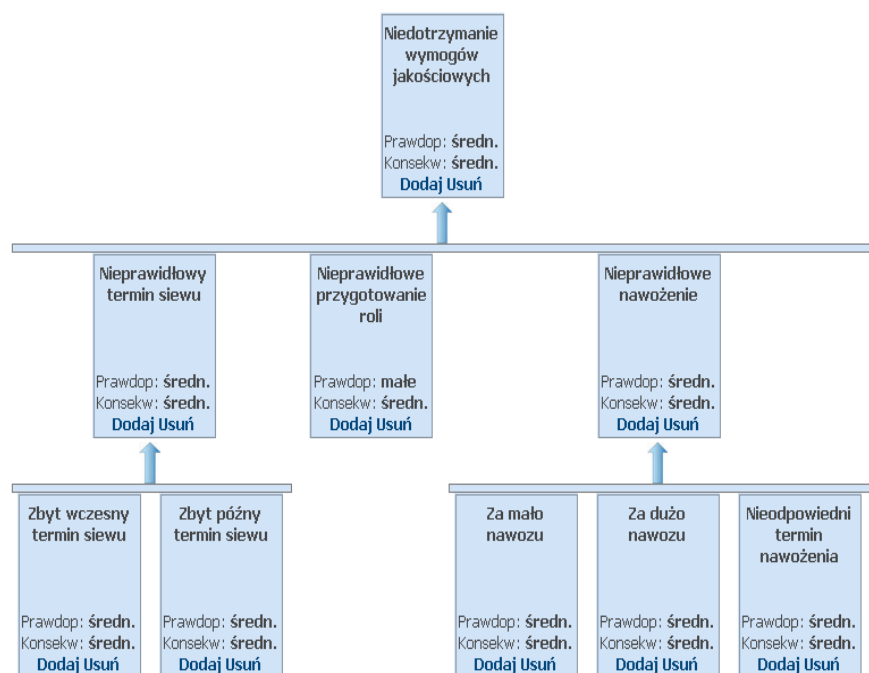
Po wyborze typu i fazy projektu użytkownik przechodzi do wyboru konkretnego projektu, który chce analizować. Są tu również dwie możliwości: można wybrać do analizy istniejący już projekt lub dodać nowy. Dla wybranego projektu rolnego użytkownik decyduje, który rodzaj ryzyka chce analizować: opóźnienie projektu, wzrost kosztów projektu czy niedotrzymanie wymagań jakościowych.

Po wykonaniu wyżej opisanych kroków następuje wyświetlenie drzew dla wybranego ryzyka i fazy projektu, które zostały utworzone na podstawie przeszłych projektów rolnych należących do tego samego typu projektu, co projekt analizowany przez użytkownika. Jeżeli w przedsiębiorstwie rolnym w przeszłości nie było tego typu projektów, to zostaje wyświetlone tylko jedno drzewo domyślne, zaproponowane przez system. Należy podkreślić, że drzewa domyślne w systemie są tylko propozycją stworzoną na podstawie analizy dokumentacji dotyczącej projektów rolnych oraz wywiadów z pracownikami i zarządem. Użytkownicy mogą je modyfikować. Natomiast jeżeli w przedsiębiorstwie rolnym w przeszłości były już tworzone i wypełniane drzewa dla danego ryzyka szczytowego, typu i fazy projektu, to zostają one wyświetlone. Zaproponowane drzewa można – tak jak w przypadku drzew domyślnych – dowolnie modyfikować.

4. Przebieg eksperymentu

Propozycja wykorzystania rozmytych drzew decyzyjnych do zarządzania ryzykiem projektów rolnych została przetestowana w wybranym wielkoobszarowym przedsiębiorstwie rolnym (powierzchnia gruntów rolnych równa 700 ha) na kilku projektach tego samego typu „uprawa rzepaku”. Niżej zostaną przedstawione przykłady, które ukazują, jak zdobywane doświadczenia usprawniają ocenę ryzyka i zarządzanie ryzykiem projektów w przedsiębiorstwach rolnych. Analizy dokonano na przykładzie kilku projektów typu „uprawa rzepaku”, ponieważ analizowane przedsiębiorstwo rolne dopiero od pewnego czasu zdecydowało się na uprawę akurat tej rośliny.

Na rys. 2 przedstawiono drzewo dla ryzyka szczytowego „niedotrzymanie wymagań jakościowych”, wypełnione dla projektu typu „uprawa rzepaku”, która w 2010 roku była realizowana po raz pierwszy w wybranym przedsiębiorstwie rolnym.



Rys. 2. Drzewo ryzyka „niedotrzymanie wymagań jakościowych” dla 1 projektu typu „uprawa rzepaku” w fazie jego planowania w 2010 roku

W drzewie przedstawionym na rys. 2 wierzchołki, zależności między nimi oraz atrybuty ustalili eksperci, ponieważ nie było jeszcze żadnej bazy wiedzy na temat projektów tego typu. Uznano, iż ryzyko niezależne (pierwotne), to:

- zbyt wczesny termin siewu,
- zbyt późny termin siewu,
- za mało nawozu,
- za dużo nawozu,
- nieodpowiedni termin nawożenia,
- nieprawidłowe przygotowanie roli.

Zaczęto od oceny atrybutów tych właśnie rodzajów ryzyka. Jeśli chodzi o prawdopodobieństwo, to najniżej zostało ocenione prawdopodobieństwo nieprawidłowego przygotowania roli pod zasiew. Wynikało to z faktu, że analizowane przedsiębiorstwo rolne miało już doświadczenie w uprawianiu innych roślin, więc nie było problemów z przygotowaniem roli. Natomiast większym ryzykiem były obciążone takie zdarzenia, jak nieprawidłowy termin siewu i nieprawidłowe nawożenie, które muszą być już odpowiednio dostosowane do danego typu uprawy.

Następnie uznano, że w przypadku rozpatrywanego projektu poprawne będzie wnioskowanie na podstawie następujących reguł:

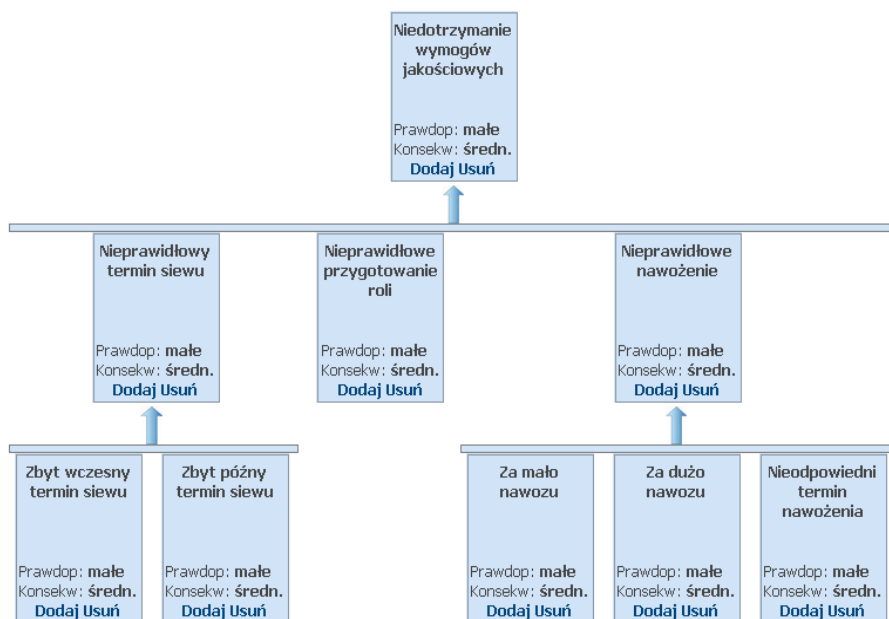
R1. JEŻELI „prawdopodobieństwo zbyt wczesnego terminu siewu” jest „średnie” I „prawdopodobieństwo zbyt późnego terminu siewu” jest „średnie” TO „prawdopodobieństwo nieprawidłowego terminu siewu” jest „średnie”.

R2. JEŻELI „prawdopodobieństwo zbyt małego nawożenia” jest „średnie” I „prawdopodobieństwo zbyt dużego nawożenia” jest „średnie” I „prawdopodobieństwo nieodpowiedniego terminu nawożenia” jest „średnie” TO „prawdopodobieństwo nieprawidłowego nawożenia” jest „średnie”.

R3. JEŻELI „prawdopodobieństwo nieprawidłowego terminu siewu” jest „średnie” I „prawdopodobieństwo nieprawidłowego przygotowania uprawy” jest „małe” I „prawdopodobieństwo nieprawidłowego nawożenia” jest „średnie” TO „prawdopodobieństwo niedotrzymania wymagań jakościowych” jest „średnie”.

Po zakończeniu projektu zweryfikowano drzewo z rys. 2: wierzchołki, powiązania, atrybuty poszczególnych zdarzeń, reguły decyzyjne i włączono je jako drzewo reprezentujące nabytą wiedzę na temat ryzyka niedotrzymania wymogów jakościowych w projektach typu „uprawa rzepaku”. Z tego drzewa skorzystano przy tworzeniu drzewa dotyczącego niedotrzymania warunków jakościowych dla następnego projektu typu „uprawa rzepaku”. Jednak ocena prawdopodobieństw ryzyka pierwotnego dokonana przez eksperta była już nieco inna, bo był to kolejny projekt tego samego typu. Wszystkie prawdopodobieństwa tych rodzajów ryzyka uznano za małe. Konsekwencje oceniono jednak tak samo, jak w pierwszym projekcie: jako średnie. Stąd konsekwencje ryzyka mającego synów, czyli: nieprawidłowego terminu siewu, nieprawidłowego nawożenia i ostatecznie niedotrzymania terminów jakościowych mogły być dla drugiego projektu wyznaczone automatycznie, na podstawie reguł z drzewa z rys. 1. Natomiast prawdopodobieństwa wszystkich zdarzeń dla nowego projektu, również tych mających synów, musiały być ocenione przez eksperta, bo nie było reguł z tymi samymi ani podobnymi przesłankami.

Na rys. 3 przedstawiono drzewo wypełnione (częściowo automatycznie, częściowo na podstawie wiedzy eksperckiej) dla drugiego realizowanego projektu w analizowanym przedsiębiorstwie rolnym, należącego do typu projektu „uprawa rzepaku”. Po zakończeniu drugiego projektu drzewo to zostało pozytywnie zweryfikowane przez ekspertów i włączone do bazy wiedzy dla projektów typu „uprawa rzepaku”, wraz z odpowiednimi regułami.



Rys. 3. Drzewo ryzyka „niedotrzymanie wymagań jakościowych” dla 2 projektu typu „uprawa rzepaku” w fazie jego planowania w 2011 roku

Jak widać na rys. 3, prawdopodobieństwo niespełnienia wymagań jakościowych projektu zostało zmniejszone do „małe”. Nastąpiło to dzięki wykorzystaniu doświadczeń z poprzedniego roku. Agronom wiedząc, że w poprzednim roku termin siewu był zbyt późny, tym razem lepiej dobrał jego termin. Ponadto wyeliminował błędy dotyczące nawożenia uprawy rzepaku. Dzięki powziętym działaniom ryzyko niedotrzymania wymagań jakościowych uległo zmniejszeniu.

Po zrealizowaniu drugiego projektu do bazy reguł zostały dodane nowe reguły:

R1. JEŻELI „prawdopodobieństwo zbyt wczesnego terminu siewu” jest „małe” I „prawdopodobieństwo zbyt późnego terminu siewu” jest „małe” TO „prawdopodobieństwo nieprawidłowego terminu siewu” jest „małe”.

R2. JEŻELI „prawdopodobieństwo zbyt małego nawożenia” jest „małe” I „prawdopodobieństwo zbyt dużego nawożenia” jest „małe” I „prawdopodobieństwo nieodpowiedniego terminu nawożenia” jest „małe” TO „prawdopodobieństwo nieprawidłowego nawożenia” jest „małe”.

R3. JEŻELI „prawdopodobieństwo nieprawidłowego terminu siewu” jest „małe” I „prawdopodobieństwo nieprawidłowego przygotowania uprawy” jest „małe” I „prawdopodobieństwo nieprawidłowego nawożenia” jest „małe” TO „prawdopodobieństwo niedotrzymania wymagań jakościowych” jest „małe”.

W trakcie realizacji trzeciego projektu (w 2012 roku) tego samego typu ekspert ocenił ryzyko niezależne na podstawie najnowszego drzewa (czyli tego z rys. 3), zaakceptował występujące tam reguły wnioskowania, w związku z tym zostało utworzone, a potem zweryfikowane, takie samo drzewo jak na rys. 3. Stąd też przed kolejnym projektem lista reguł będzie następująca: R1 (moc = 1), R2 (moc = 1), R3 (moc = 1), R4 (moc = 2), R5 (moc = 2) i R6 (moc = 2). Z tej bazy wiedzy można będzie korzystać (i ją ewentualnie uzupełniać) przy kolejnych projektach typu „uprawa rzepaku”. Baza złożona z dwóch drzew i sześciu reguł jest oczywiście bardzo uboga, jednak już ona pozwoliła przy drugim i trzecim projekcie zaoszczędzić czas poświęcony na analizę ryzyka i skorzystać z zebranych doświadczeń. Przy drugim projekcie prawdopodobieństwo ryzyka uległo zmniejszeniu w stosunku do projektu pierwszego, w dużej mierze właśnie dzięki zaproponowanemu systemowi, wymuszającemu uwzględnienie ryzyka i jego atrybutów z poprzednich, podobnych projektów.

W eksperymencie tworzone również drzewa dla ryzyka szczytowego „opóźnienie projektu”. Uczestnicy eksperymentu byli zadowoleni z testowanego systemu. Wiedzę na temat struktury drzew i poszczególnych atrybutów w zasadzie posiadali, jednak nie umieli jej formalizować i archiwizować. Zaproponowany system im to umożliwił. Właściciel gospodarstwa był zadowolony dlatego, że wiedział, iż wiedza na temat ryzyka w poszczególnych typach projektów będzie dostępna również dla ewentualnych przyszłych, niedoświadczonych pracowników. Zyskają oni w prosty sposób świadomość ryzyka w rozpatrywanych projektach, bo zobaczą, co się działo w projektach już zrealizowanych, zyskają również wsparcie w ocenie ryzyka w nowych projektach.

Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono wykorzystanie systemu opartego na rozmytych drzewach decyzyjnych, zaproponowanego wcześniej polskim jednostkom samorządu terytorialnego do zarządzania ryzykiem projektów rolnych realizowanych przez wielkoobszarowe przedsiębiorstwa rolne. Zaproponowane podejście w analizowanym przedsiębiorstwie rolnym okazało się trafne. Na podstawie analizy kolejnych projektów można było zaobserwować, jak następował proces uczenia się i jak korzystanie z doświadczeń wpływało na ograniczanie ryzyka projektów rolnych. Dzięki temu prawdopodobieństwo i konsekwencje wybranych rodzajów ryzyka uległy zmniejszeniu. Celem artykułu była odpowiedź na pytanie, czy rozmyte drzewa decyzyjne to dobra metoda do zarzą-

dzania ryzykiem projektów rolnych. Po przeprowadzonych analizach i wywiadach z pracownikami wybranego przedsiębiorstwa rolnego odpowiedź jest twierdząca. Oczywiście jest to jedynie wstępna weryfikacja, przeprowadzona na podstawie jednego przedsiębiorstwa rolnego i tylko na podstawie kilkunastu projektów. W dalszym etapie prac należałoby więc przetestować proponowane podejście na większej liczbie projektów i przedsiębiorstw rolnych.

Literatura

- Chong Y.Y., Brown E.M.: Zarządzanie ryzykiem projektu. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2001.
- Courtot H.: La gestion des risques dans les projets. Economica, Paryż 1998.
- Hillson D.: Managing Risk in Projects. Bower Publishing, 2009.
- Kuchta D., Ptaszyńska E.: The Concept of System Supporting Risk Management In European Projects. Information Systems Architecture and Technology. Eds. L. Borzemeski, A. Grzech, J. Świątek, Z. Wilimowska. Politechnika Wrocławska, Wrocław 2011.
- Kuchta D., Ptaszyńska E.: Zarządzanie ryzykiem poprzez uczenie się w projektach europejskich. W: Modelowanie preferencji a ryzyko '10. Red. T. Trzaskalik. Akademia Ekonomiczna, Katowice 2010.
- Luu V.T., Kim S.Y., Tuan N.V., Ogunlana S.O.: Quantifying Schedule Risk in Construction Projects Using Bayesian Belief Network. „International Journal of Project Management” 2009, Vol. 27(1).
- Ossa de la L., Gámez J.A., Puerta J.M.: Learning Weighted Linguistic Fuzzy Rules by Using Specifically-tailored Hybrid Estimation of Distribution Algorithms. „International Journal of Approximate Reasoning” 2009, Vol. 50(3).
- Pritchard C.L.: Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka. WIG-Press, Warszawa 2001.
- Ptaszyńska E.: Metoda zarządzania ryzykiem projektów. Wrocław 2012.
- Ptaszyńska E., Kuchta D.: Wykorzystanie procesu uczenia się w zarządzaniu ryzykiem projektów rolnych. przyjęte do druku w Wyższa Szkoła Oficerska, Wrocław 2013.

FUZZY DECISION TREES AS A TOOL OF AGRICULTURAL PROJECTS RISK MANAGEMENT

Summary

On the basis of interviews with persons managing Polish agricultural companies it was found out that, in spite of the fact that risk is often taken into account in the agri-

cultural activity, no risk management methods are used in agricultural projects (i.e. projects realized by agricultural companies). Thus in the paper a proposal is presented of using in agricultural project risk management a system based on fuzzy decision trees, put forward earlier by the authors for Polish self government units. In the paper the main traits of the system as well as selected steps of an experiment of the system application conducted in one of Polish agricultural companies are described.