



Zastosowanie zorientowanej procesowo ontologii w analizie zadłużenia przedsiębiorstwa

BARTŁOMIEJ NITA^{*}, JERZY KORCZAK^{},
HELENA DUDYCZ^{***}, PIOTR OLEKSYK^{****}**

Streszczenie

W artykule przedstawiono podejście ukierunkowane na zintegrowanie wiedzy o procesach gospodarczych w systemach wspomagania decyzji (*Decision Support Systems*). Dotyczy to dwóch głównych aspektów systemu, tj. sformalizowania procesów predefiniowanych w modelowaniu procesów (*Business Process Modeling Notation*) oraz wykorzystania ontologii dziedzinowej w analizie informacji finansowych. Niniejszy projekt wpisuje się w program prac badawczych nad stworzeniem podstaw teoretycznych inteligentnych systemów wspomagania decyzji opartych na wiedzy statycznej (strukturalnej) i proceduralnej. Celem opracowania jest zaproponowanie możliwości zastosowania procesowej ontologii do reprezentacji wiedzy w modelach wspomagania decyzji ukierunkowanych na analizę zadłużenia przedsiębiorstwa. Wiedza systemu opisana w ontologii zawiera podstawowe pojęcia finansowe i relacje związane z procesami podejmowania decyzji finansowych. Metodyka przyjęta w artykule oparta jest na eksperymencie przeprowadzonym na podstawie rzeczywistych danych finansowych pochodzących ze sprawozdań finansowych przedsiębiorstwa budowlanego. Wyniki badań potwierdzają użyteczność ontologii procesowej we wspieraniu procesów podejmowania decyzji ukierunkowanych na wzmocnienie stabilności finansowej przedsiębiorstw.

Słowa kluczowe: analiza finansowa, procesy biznesowe, ontologia procesowa, system wspomagania decyzji.

Abstract

Application of process-oriented ontology in corporate debt analysis

The article presents an approach oriented to integration of knowledge of business processes in Decision Support Systems. It concerns two major aspects of the system, i.e. the formalization of processes predefined in Business Process Modelling Notation, and the use of a domain ontology in analysis of financial information. The research project is related to the design of smart decision support systems based on static (structural) and procedural knowledge. The purpose of this paper is to propose a process-based

^{*} Dr hab. Bartłomiej Nita, profesor nadzwyczajny Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wydział Zarządzania i Informatyki, Katedra Teorii Rachunkowości i Analizy Finansowej, bartlomiej.nita@ue.wroc.pl

^{**} Prof. dr hab. Jerzy Korczak, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Zarządzania i Informatyki, Katedra Technologii Informacyjnych, jerzy.korczak@ue.wroc.pl

^{***} Dr hab. Helena Dudycz, profesor nadzwyczajny Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wydział Zarządzania i Informatyki, Katedra Technologii Informacyjnych, helena.dudycz@ue.wroc.pl

^{****} Dr Piotr Oleksyk, adiunkt, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Zarządzania i Informatyki, Katedra Teorii Rachunkowości i Analizy Finansowej, piotr.oleksyk@ue.wroc.pl



ontological approach to knowledge representation in analytical models focused on debt analysis. The content of the knowledge is focused on essential financial concepts and relationships related to decision-making processes. Methodology adopted in the paper is based on the experiment that was carried out on real financial data extracted from the financial information system in a construction company. Research findings are included in the statement that process ontology may support decision making processes oriented towards enhancing financial stability of the companies.

Keywords: financial analysis, business process, process ontology, decision support system.

Wprowadzenie

Zarządzanie przedsiębiorstwem wymaga dostępu do właściwego systemu wspomagania decyzji (DSS – *Decision Support System*), który musi wykorzystywać metody i narzędzia analizy finansowej. Jednym z kluczowych zastosowań analizy finansowej jest rozwiązywanie różnych problemów decyzyjnych zarówno z punktu widzenia bieżącego zarządzania operacyjnego, jak i długoterminowego planowania strategicznego. Oba rodzaje podejmowanych decyzji odnoszą się m.in. do odpowiedniego poziomu zadłużenia podmiotu gospodarczego. Zobowiązania obejmują niezbędne źródła finansowania działalności gospodarczej, przy czym stanowią również ważną przyczynę ryzyka finansowego i mogą prowadzić do bankructwa (por. Beck, Dermiguc-Kunt, 2006). Głównym przejawem ryzyka związanego z zadłużeniem jest brak środków pieniężnych umożliwiających regulowanie zobowiązań zgodnie z ustaleniami umownymi.

Odpowiedni poziom zadłużenia ma istotne znaczenie z punktu widzenia zdolności podmiotu do kontynuowania działalności w przyszłości. Jednym z najczęstszych powodów zakłóceń zdolności do przetrwania jest nadmierna wysokość zobowiązań w stosunku do kapitałów własnych lub w relacji do całkowitej sumy bilansowej (por. Hołda, 2006, s. 24–27). Kapitały odgrywają istotną rolę zabezpieczającą z perspektywy struktury własności danej jednostki gospodarczej. Jedną z podstawowych cech kapitału jest bowiem możliwość absorbowania straty z bieżącej działalności, przy czym taka sytuacja jest bardzo poważnym sygnałem ostrzegającym o zachwianiu bezpieczeństwa finansowego danej jednostki. Każdy rodzaj działalności jest związany z ryzykiem i z powodów bezpieczeństwa wymaga odpowiedniej nadwyżki kapitałowej.

Biorąc pod uwagę potrzeby informacyjne menedżerów zgłaszane wobec złożonych problemów gospodarczych, potrzebne są rozwiązania, które uwzględniają wiedzę menedżerską w systemach DSS oraz wspierają inteligentną analizę i podejmowanie decyzji, w szczególności w kontekście zadłużenia (Korczak i in., 2016). Jedną z głównych przeszkód w automatyzacji procesów analitycznych w obecnych systemach klasy DSS jest brak formalnego przedstawienia wiedzy w modelowaniu procesów. W większości systemów operacje na procesach są definiowane nieformalnie, w języku naturalnym lub notacji pseudo-Pascal, co czyni tę reprezentację niejednoznaczną. W konsekwencji możliwości automatyzacji analizy informacji finansowej i wnioskowania prowadzonego na tej podstawie są bardzo ograniczone.

Celem opracowania jest zaproponowanie możliwości zastosowania procesowej ontologii¹ do reprezentacji wiedzy w modelach wspomagania decyzji ukierunkowanych na analizę zadłużenia przedsiębiorstwa. W projekcie badawczym zakłada się, że wiedza finansowa jest formalnie definiowana w postaci ontologii dziedzinowej. Modele analityczne i reguły wnioskowania gospodarczego są znane w literaturze i mogą być łatwo zakodowane w systemach informatycznych. Istotną częścią prowadzonych prac jest opracowanie systemu, który umożliwia semiautomatyczną analizę informacji dostępnych w sprawozdaniach finansowych i innych bazach danych wykorzystywanych w procesach podejmowania decyzji. Idea projektu jest częściowo zainspirowana pracami nad modelowaniem wiedzy o procesach biznesowych (Smith, Proietti 2014; De Nicola, Lezoche, Missikoff, 2003). Procesy analityczne definiujemy przy użyciu modelu BPMN (*Business Process Model and Notation*) rozszerzonego przez ontologię dziedzinową w języku OWL (*Ontology Web Language*) oraz wiedzę procesową zakodowaną w języku BPAL (*Business Process Abstraction Language*). Ontologia, reprezentująca wiedzę strukturalną i proceduralną, wydaje się być kluczowym elementem systemu DSS, który jest w stanie wspierać menedżera w podejmowaniu trafnych decyzji gospodarczych, sprzyjających umocnieniu dobrej kondycji finansowej przedsiębiorstwa.

Artykuł składa się z trzech części. W pierwszej krótko przedstawiono ekonomiczne i technologiczne tło analizy zadłużenia jednostki. Czynności analityczne są opisane z wykorzystaniem modelu BPMN, rozszerzonego o ontologię finansową. W następnej części omówiono metodykę projektowania ontologii zorientowanej na proces w ocenie zadłużenia podmiotu gospodarczego. Rozważania koncentrują się na formalnych aspektach specyfikacji wiedzy proceduralnej. W ostatniej części omówiono studium przypadku, przygotowane na podstawie eksperymentu, w którym wykorzystano dane rzeczywiste pochodzące z systemu informacji zarządczej przedsiębiorstwa budowlanego. Czynności analityczne są określone formalnie w języku zbliżonym do BPAL i ilustrują analizę danych finansowych. Cały proces analityczny jest rozkładany na podprocesy, czynności i zadania, uzupełnione wymaganymi zasobami informacyjnymi. Specyfikacje skupiają się na jednym z kluczowych zagadnień analizy finansowej związanej z wykrywaniem zagrożenia pogorszenia kondycji finansowej podmiotu. W podsumowaniu sformułowano wnioski i wskazano kierunki dalszych badań.

¹ W literaturze można znaleźć wiele definicji ontologii, jednak najczęściej cytuje się wyjaśnienie podane przez T. Grubera, który opisuje ją jako formalną specyfikację warstwy pojęciowej (Gruber, 1993). Ontologia jest zatem modelem, który definiuje formalnie pojęcia określonej dziedziny i relacje semantyczne występujące między nimi. Tworząc ją dla danego obszaru otrzymuje się wgląd w podstawy modelowanej dziedziny oraz wyznaczoną przestrzeń semantyczną pojawiających się w niej pojęć.

1. Automatyzacja procesów analitycznych w ocenie zadłużenia podmiotu

W praktyce gospodarczej bardzo często występują problemy związane z zapewnieniem zdolności podmiotu do kontynuowania działalności. Aby uniknąć problemów z trudną sytuacją finansową w przyszłości kierownicy muszą na bieżąco oceniać zdolność firmy do prowadzenia niezakłóconej działalności operacyjnej. Jednym z najczęstszych powodów problemów z wypłacalnością, i tym samym potencjalnymi kłopotami z kontynuowaniem działalności, jest nadmierna kwota zobowiązań w relacji do kapitałów własnych lub sumy aktywów. Oczywiście wśród głównych działań restrukturyzacyjnych wymienić należy dążenie do wyeliminowania nadmiernych zobowiązań finansowych. W praktyce gospodarczej wypracowano wiele sposobów na redukcję nadmiernych zobowiązań finansowych (O'Brien, Schmid, Hilliard, 2007).

Ocena najważniejszych wskaźników finansowych jest metodą powszechnie wykorzystywaną przez analityków do oceny kondycji finansowej podmiotu oraz wspierania kadr zarządzających w procesie podejmowania decyzji. Wynika to z faktu, że zestaw wskaźników pozwala na wieloaspektową ocenę zobowiązań finansowych. Przy budowaniu zestawu wskaźników finansowych można porównywać zobowiązania z różnymi wielkościami ujawnianymi w bilansie, rachunku zysków i strat oraz rachunku przepływów pieniężnych. Najczęściej stosowanym wskaźnikiem oceny kapitałów własnych spółki jest wskaźnik zadłużenia kapitału własnego rozumiany jako relacja całkowitych zobowiązań do kapitału własnego (por. szerzej: Wędzki, 2015, s. 258–260). Wskaźniki zadłużenia są często uwzględniane w budowaniu modeli dyskryminacyjnych, które służą przewidywaniu trudności finansowych podmiotów gospodarczych².

Procedurę analizy finansowej ukierunkowaną na ocenę stopnia zadłużenia można przedstawić graficznie jako sekwencję operacji, przy czym każda z sekwencji obejmuje dane finansowe oraz zachodzące między nimi relacje. W celu modelowania tych operacji wykorzystano na potrzeby badania podejście BPMN (<http://www.omg.org>). Zwyczajnie model BPMN jest definiowany za pomocą diagramu procesów biznesowych BPD (*Business Process Diagram*), który zawiera konstrukty reprezentujące sterowanie, przepływ danych, zadania przypisane uczestnikom procesu oraz obsługę tzw. sytuacji wyjątkowych. W przedstawionym projekcie, proces analizy składa się z powiązanych ze sobą podprocesów lub działań, przy czym działanie składa się z czynności lub zadań. Należy nadmienić, że czynność lub zadanie są elementami podstawowymi, nierozkładalnymi.

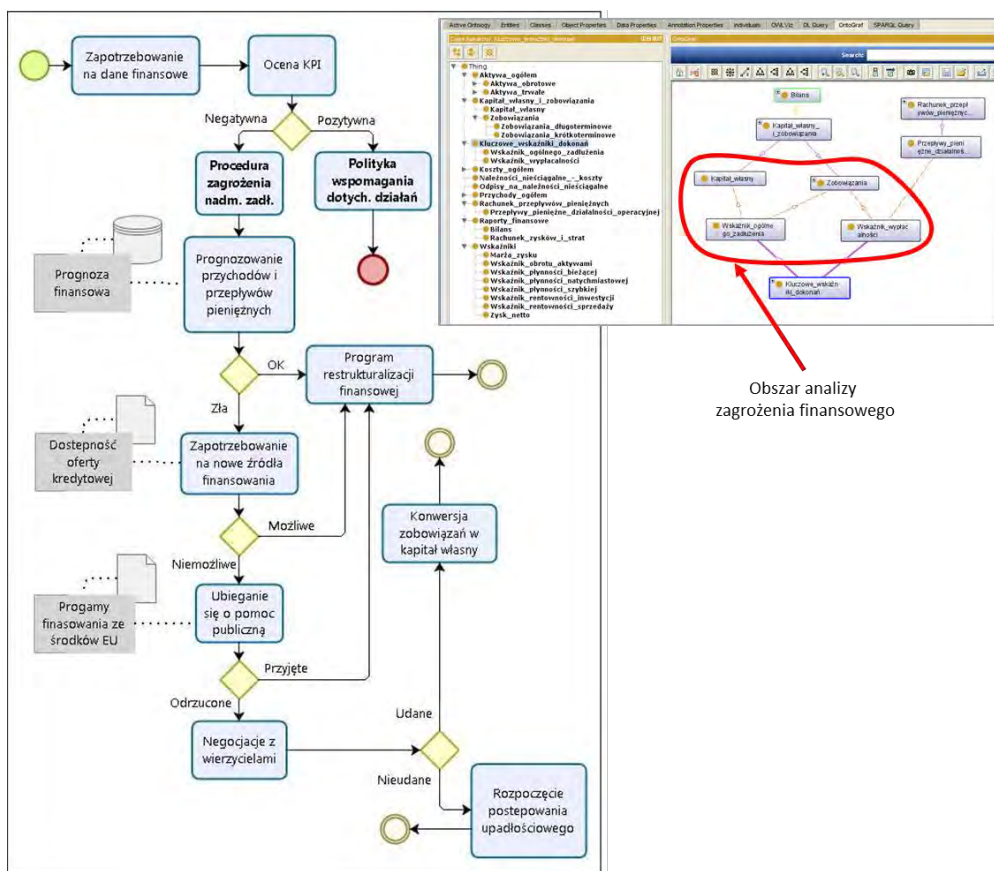
Na rys. 1 zilustrowano, w postaci diagramu, przykład procesów biznesowych BPD, odnoszący się do analizy sytuacji finansowej przedsiębiorstwa pod względem zadłużenia. Przedstawiono tam kolejność procesów analitycznych i związanych z nimi pojęć finansowych. Proces rozpoczyna się od zgłoszenia zapotrzebowania na dane finansowe.

² Por. przegląd tych modeli w (Antonowicz, 2007). Przykładowo wskaźnik ogólnego zadłużenia jest uwzględniany w modelu Hołdy oraz modelu Gajdki i Stosa.

Szczegółowe informacje na temat źródeł informacji oraz sygnałów rynkowych zostaną wyjaśnione w punkcie trzecim opracowania. Po otrzymaniu niezbędnych danych rozpoczyna się m.in. ocena wskaźnika zadłużenia kapitału własnego. Prezentowana ontologia koncentruje się jedynie na procesach, które mają być wykonywane po wykryciu zagrożenia finansowego, co pokazano po lewej stronie rys. 1. Po prawej stronie rysunku trzy kluczowe podprocesy kończą cały proces analityczny, a mianowicie:

- program restrukturyzacji finansowej ukierunkowany na zwiększenie przychodów i ograniczanie wskaźnika zadłużenia,
- konwersja zobowiązań na kapitały własne,
- rozpoczęcie postępowania upadłościowego.

Rys. 1. Diagram procesów w analizie danych finansowych



Źródło: opracowanie własne.

Specyfikacje wszystkich podprocesów zostaną szczegółowo opisane w części trzeciej artykułu. Każdy z tych kluczowych podprocesów oparty jest na informacjach pochodzących ze sprawozdań finansowych, prognozach przyszłych wyników dotyczących

zadłużenia oraz skali działalności gospodarczej w przyszłości. Pełne wyjaśnienie tych skomplikowanych problemów finansowych nie mieści się w ramach. Model analizy finansowej opisuje sekwencję procesów analitycznych, ale nie zawiera informacji na temat wiedzy w analizowanej dziedzinie. Dlatego w projekcie badawczym uwzględniono opracowanie ontologii finansowej, która zapewnia semantyczne wyjaśnienia obiektów zaangażowanych w dany podproces.

W celu zdefiniowania semantyki użyto języka OWL (*Ontology Web Language*). Część ontologii związanej z zagrożeniem wypłacalności jest zilustrowana w lewym górnym rogu rysunku 1. Logika deskrypcyjna użyta w OWL reprezentuje pojęcia domeny w formie TBoxes i twierdzeń jako ABoxes³. Przykładowo, TBox może opisywać pojęcie hierarchii, (np. $\text{Bilans} \subseteq \text{Sprawozdanie_Finansowe} \wedge \exists \text{Złożone_przez_Przedsiębiorstwo_}$). Przykładem ABox jest twierdzenie, które może być zapisane w następujący sposób: *Bilans2016. Przedsiębiorstwo: Bilans*.

W analizowanym projekcie badawczym ontologia finansowa została zapisana za pomocą programu Protégé⁴. Należy podkreślić, że dana ontologia opisuje wyłącznie struktury statyczne, czyli koncepcje finansowe oraz zachodzące między nimi relacje. Ontologia przedstawiona na rysunku 1 ilustruje pojęcia dotyczące kluczowych mierników dokonań istotnych z punktu widzenia analizy zadłużenia. Pole określone jako „obszar analizy zagrożenia finansowego” jest oznaczone czerwoną linią. Reprezentacja wiedzy za pomocą przedstawionej ontologii zawiera dwa rodzaje linii. Linia ciągła wyraża relacje typu „podklasa”, natomiast linia przerywana reprezentuje relacje zdefiniowane przez ekspertów (na przykład: „zależy od”). Opracowaną ontologię ilustruje kod OWL w następującej postaci:

```
<!DOCTYPE Ontology [
...
<Declaration><Class IRI="#Wskaźnik_ogólnego_zadłużenia"/></Declaration>
<Declaration><Class IRI="#Wskaźnik_wypłacalności"/></Declaration>
...
<Declaration><Class IRI="#Kluczowe_wskaźniki_dokonań"/></Declaration>
<Declaration><Class IRI="#Zobowiązania"/></Declaration>
...
<Declaration><ObjectProperty IRI="#zawiera"/></Declaration>
<Declaration><ObjectProperty IRI="#zależy_od"/></Declaration>
...
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Wskaźnik_ogólnego_zadłużenia "/>
```

³ Logika deskrypcyjna służy do formalnego opisu wiedzy dziedzinowej i umożliwia zarówno jej reprezentację, jak i wnioskowanie. W logice deskrypcyjnej TBox (*Terminological Component*) jest skończonym zbiorem stwierdzeń o pojęciach, zaś ABox (*Assertion Component*) jest skończonym zbiorem faktów.

⁴ Protégé jest to program typu *open source*, który zawiera moduł do zapisywania i edycji ontologii oraz moduł pozwalający na jej wizualizację (<http://protege.stanford.edu/>).

```

    <Class IRI="#Kluczowe_wskaźniki_dokonañ"/></SubClassOf>
</SubClassOf>
    <Class IRI="#Wskaźnik_ogólnego_zadłużenia"/>
    <ObjectSomeValuesFrom>
        <ObjectProperty IRI="#zależy_od"/>
        <Class IRI="#Kapitał_własny"/>
    </ObjectSomeValuesFrom>
</SubClassOf>
</SubClassOf>
    <Class IRI="#Wskaźnik_ogólnego_zadłużenia"/>
    <ObjectSomeValuesFrom>
        <ObjectProperty IRI="#zależy_od"/>
        <Class IRI="#Zobowiązania"/>
    </ObjectSomeValuesFrom>
</SubClassOf>
....
</Ontology>

```

W tym fragmencie kodu OWL można wyróżnić trzy części: deklaracje pojęć (na przykład: *Wskaźnik_zadłużenia_kapitału_własnego*, *Zobowiązania*), deklaracje typu relacji (na przykład: *zawiera*, *zależy od*) i deklaracje zależności (na przykład: wskaźnik zadłużenia kapitału własnego zależy od zobowiązań). Definicje pojęć relacji i zależności są wykorzystywane w omówionych wcześniej procesach. Należy podkreślić, że zwykle dane gospodarcze zawierają wiele jawnych i ukrytych relacji, które utrudniają ich stosowanie. Aby prawidłowo interpretować wskaźniki finansowe, należy zbadać wiele parametrów, które determinują bezpośrednio lub pośrednio ich wartości. Wizualizacja nie tylko ułatwia interpretację wskaźników, ale również przyczynia się do identyfikacji przyczyn ich kształtowania się na określonych poziomach.

2. Projektowanie ontologii zorientowanej procesowo w analizie zadłużenia

Projektowanie ontologii zorientowanej na proces musi dostarczyć nie tylko zwięzłego, wszechstronnego opisu procesów gospodarczych, ale także wyrażania semantyki procesów w sposób formalny, zrozumiały zarówno przez ludzi, jak i przez komputery. W projekcie badawczym zastosowano metodykę tworzenia ontologii wiedzy finansowej opisaną w: Dudycz i in. (2015); Abramowicz i in. (2012). Aby uzyskać pełny obraz wiedzy finansowej, należy dodać specyfikę struktur dynamicznych i proceduralnych. Schematyczne przedstawienie za pomocą diagramu procesów biznesowych BPD jest niewystarczające z punktu widzenia implementacji w systemie, który będzie mógł automatycznie przeprowadzać wszystkie czynności i procesy analityczne.

Istnieje kilka języków opisujących procesy biznesowe, takich jak UML, BPMN, BPEL, PSL, OWL-S, WSML, WISMO itp. (zob. Abramowicz i in., 2012; Burstein i in., 2004; Born i in., 2008; Fensel i in., 2007; Calvanese i in., 2012). Biorąc pod uwagę rygorystyczną podstawę formalną, bliskie powiązania z BPMN i urządzeniami modelującymi, na potrzeby niniejszego projektu wybrano język BPAL (*Business Process Abstract Language*), aby określić wiedzę proceduralną w procesach analizy danych (Smith, Proietti, 2013; Smith, Proietti, 2014).

BPAL zawiera wiele koncepcji modelowania, symboli oraz reguł na potrzeby definiowania tak zwanych abstrakcyjnych procesów. Omówienie składni i semantyki konstruktów BPAL można znaleźć w pracach m.in. F. Smitha i M. Proiettiego (2013; 2014). Patrząc na specyfikację procesów BPAL, można powiedzieć, że istnieje wiele podobieństw do konstruktów w BPMN, przy czym BPAL nie uwzględnia notacji graficznej. Ogólnie rzecz ujmując, ontologia aplikacji BPAL to zbiór zweryfikowanych formalnie procesów BPAL w odniesieniu do aksjomatów BPAL, gdzie aksjomaty przedstawiają reguły i ograniczenia związane z procesami aplikacji. Pojęcia biznesowe w aplikacji są definiowane przy użyciu predykatów unarnych i relacyjnych, zwanych atomami BPAL.

Proces przedstawiony wcześniej w BPMN może być zdefiniowany jako abstrakcyjna specyfikacja BPAL w następujący sposób:

act (zgłoszenie_zapotrzebowania_na_dane_finansowe),
act (analiza_KPI),
act (ocena_KPI),
act (polityka_wspomagania_dotychczasowych_działañ),
act (procedura_zagrozenia_nadmiernym_zadluzeniem)
prec (zgłoszenie_zapotrzebowania_na_dane_finansowe, analiza_KPI),
prec (analiza_KPI),
assert: *adec* (ocena_KPI),
prec (ocena_KPI, polityka_wspomagania_dotychczasowych_działañ),
prec (ocena_KPI, procedura_zagrozenia_nadmiernym_zadluzeniem),
msg (raportowanie_KPI)
msg (rekomendacja_procedury)
part_of (bilans, aktywa),
part_of (bilans, kapitały_własne)
isa (KPI, wskaźnik_zadluzenia_kapitału_własnego)

Ta specyfikacja służy opisaniu również elementów fizycznych i zasobów informacyjnych, które są wytwarzane i konsumowane przez różne czynności w trakcie wykonywania procesu. Formalnie tworzony model procesów biznesowych musi zawierać nie tylko zestaw faktów, predykatów, ale także zestaw reguł. Reguły określają m.in. zależności hierarchiczne między predykatami BPAL, relacjami pomiędzy elementami BPAL, właściwościami i relacjami przepływu elementów. Model procesu powinien uwzględniać szereg ograniczeń związanych z reprezentacją działań, zdarzeń, warunków i obsługi sytuacji wyjątkowych (Smith, Proietti, 2014).

3. Studium przypadku

Nie ulega wątpliwości, że poprawa sytuacji finansowej jednostki gospodarczej odznaczającej się niestabilną kondycją finansową powinna stanowić przedmiot zainteresowania menedżerów. Wsparcie dla kadry kierowniczej powinno w takiej sytuacji być udzielane, w miarę możliwości, również przez właścicieli. Przedstawiony przypadek opiera się na ogólnym schemacie procesów związanych z analizą danych finansowych (jak prezentowano na rys. 1).

Na potrzeby opracowania proces podejmowania decyzji wspierany przez system informatyczny został podzielony na sześć podprocesów (por. rys. 1). W dalszej części omówiono poszczególne podprocesy, w tym dane wejściowe, warunki wstępne, wykonywane czynności, obsługę wyjątków, warunki końcowe i dane wyjściowe. Ze względu na ograniczenia długości artykułu zostaną opisane tylko wybrane aspekty modelowania procesów. Pierwszy podproces dotyczy zgłoszenia zapotrzebowania na dane finansowe, w szczególności dane dostępne w sprawozdaniu finansowym. Aby zilustrować zagadnienie, podstawowe informacje opisujące sytuację finansową przedsiębiorstwa budowlanego w ciągu trzech lat (dane zostały uproszczone w celu jednoznacznego wyjaśnienia zaobserwowanych zależności) przedstawiono w tabeli 1.

Ponadto znane są dodatkowe informacje i objaśnienia:

- dominujący właściciel posiada 85% udziałów;
- zobowiązania długoterminowe to 10-letni kredyt inwestycyjny (termin całkowitej spłaty przypada za 8 lat);
- 90% zobowiązań krótkoterminowych to zobowiązania wobec jednego dostawcy;
- jednostka świadczy długoterminowe roboty budowlane, z których płatności realizowane są po całkowitym wykonaniu robót.

Tabela 1. Wybrane informacje finansowe (w tys. zł)

Wyszczególnienie	2014	2015	2016
Kapitał podstawowy	600	600	600
Kapitał zapasowy	600	430	30
Wynik finansowy	-170	-400	-90
Zobowiązania długoterminowe	400	360	320
Zobowiązania krótkoterminowe	500	900	1 300
Aktywa trwałe netto	1 300	1 200	1 100
Należności krótkoterminowe	400	600	800
Inwestycje krótkoterminowe i środki pieniężne	600	200	80

Źródło: opracowanie własne.

Po otrzymaniu żądanych informacji drugi podproces jest związany z oceną najważniejszych mierników, które można określić jako kluczowe wskaźniki dokonań (KPI).

Przyjęto, że najważniejszym wskaźnikiem stosowanym w tej analizie jest wskaźnik zadłużenia kapitału własnego. Można ponadto zastosować wskaźniki płynności i inne mierniki charakteryzujące stabilność finansową przedsiębiorstwa.

Wstępna analiza dostarcza informacji, że sytuacja finansowa podmiotu nie jest bardzo zła i nie ma przesłanek pozwalających na domniemanie braku zdolności do kontynuowania działalności. Wskaźnik zadłużenia kapitałów własnych obliczany jako relacja zobowiązań ogółem do kapitału własnego kształtuje się, jak zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2. Wartości wskaźnika zadłużenia kapitałów własnych (w %)

Wskaźnik zadłużenia kapitałów własnych	2014	2015	2016
	87	200	300

Źródło: opracowanie własne.

System informatyczny wygenerował wewnętrzny raport, który służy jako wkład do procesu „Ocena KPI”. Dane zawarte w raporcie odnoszą się do najważniejszych miar stabilności finansowej. Każdy menedżer może indywidualnie określić treść raportu lub skorzystać z zalet rozwiązania domyślnego. Ocena wybranych mierników jest bardzo ważnym elementem procesu podejmowania decyzji, ale można również zastosować różne analizy dynamiki i struktury wielkości ujawnianych w sprawozdaniu finansowym. Podproces „Ocena KPI” może być wyspecyfikowany w następujący sposób:

input: Dane Finansowe (*Kapitał podstawowy, Kapitał zapasowy, Wynik finansowy, Zobowiązania długoterminowe, Zobowiązania krótkoterminowe, Aktywa trwale netto, Należności krótkoterminowe, Inwestycje krótkoterminowe i środki pieniężne*)

preconditions:

*wskaźnik ogólnego zadłużenia*⁵ > 70%

*wskaźnik szybkiej płynności finansowej*⁶ < 1

activities:

Ocena bieżącej sytuacji finansowej przedsiębiorstwa na podstawie struktury zadłużenia, wskaźnika zadłużenia kapitału własnego, wskaźników płynności

exception handling: brak danych

postconditions: negatywna lub pozytywna ocena wskaźnika zadłużenia kapitału własnego

output: Procedura zagrożenia nadmiernym zadłużeniem lub Polityka wspomagania dotychczasowych działań

Najważniejszym rezultatem tego procesu jest rekomendacja dotycząca sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. W analizowanej spółce wskaźnik zadłużenia kapitału własnego na poziomie 200% wskazuje na bardzo wysoki poziom dźwigni finansowej. Sytuacja przedsiębiorstwa powinna być zatem postrzegana jako wysoce ryzykowna, ponieważ podmiot może mieć poważne problemy z obsługą zobowiązań finansowych w przyszłości. Mając na uwadze konieczność zakończenia procesu, menedżer ma dwie

⁵ Zobowiązania ogółem/Suma aktywów.

⁶ (Należności krótkoterminowe + Środki pieniężne)/Zobowiązania krótkoterminowe.

możliwości. Jeśli wskaźnik zadłużenia do kapitału jest na zadowalającym poziomie, przedsiębiorstwo może nadal angażować się w standardowe czynności gospodarcze. Jeśli wskaźnik przekroczy 200%, należy zainicjować procedurę zmniejszania ryzyka finansowego. Tak wysoki poziom wskaźnika zadłużenia do kapitału własnego jest wyraźną oznaką niekorzystnej sytuacji finansowej firmy. System oparty na analizie zadłużenia do kapitału własnego generuje sygnał wskazujący na nadmierne zadłużenie. Ten sygnał inicjuje kolejny podproces zwany „Prognozowanie przychodów i przepływów pieniężnych”. Prognozowanie sprzedaży oraz zdolność przedsiębiorstwa do generowania nadwyżek środków pieniężnych są istotnymi elementami ogólnego zarządzania podmiotem. Przedsiębiorstwo, w którym prognozuje się nadmierne zadłużenie, będzie zmuszone poszukiwać działań naprawczych. Podstawą tego podprocesu jest raport zawierający dane finansowe oraz wybrane wskaźniki. Podproces „Prognozowanie przychodów i przepływów pieniężnych” można wyspecyfikować następująco:

input: dane ze sprawozdania finansowego, wartości KPI

preconditions:

wskaźnik zadłużenia kapitału własnego >200%

activities:

- przygotowanie prognoz informacji ze sprawozdań finansowych: wartość przyszłych zobowiązań, potencjalny minimalny stan środków pieniężnych (liniowy model prognozowania)
- oszacowanie wskaźnika zadłużenia kapitału własnego na podstawie prognozowanych sprawozdań finansowych
- ocena prognozowanych wskaźników

exception handling: rejestracja nowych kontraktów ukierunkowanych na wzrost sprzedaży

postconditions: prognoza wskaźnika zadłużenia kapitału własnego <200%

output: Program restrukturyzacji finansowej lub zapotrzebowanie na nowe źródła finansowania

Rosnący poziom wskaźnika zadłużenia kapitałów własnych oraz negatywne tendencje dotyczące kształtowania się pozostałych mierników mogą stanowić podstawę decyzji o konwersji zobowiązań na kapitały własne. Osiągnięte przez jednostkę wyniki nie pozwalają na pozyskanie finansowania zewnętrznego w postaci kredytów. Ostateczne podjęcie decyzji powinno nastąpić po analizie prognozy wybranych wartości bilansowych. W tabeli 3 zaprezentowano prognozę wybranych wartości niezbędnych do właściwej analizy decyzyjnej.

Przygotowanie prognozy dla przedsiębiorstwa budowlanego nastąpiło na podstawie następujących założeń:

- odbiorcy w niewielkim stopniu zaczną spłacać należności z tytułu robót budowlanych,
- w znikomym stopniu pozyskani zostaną nowi odbiorcy,
- wysokość zobowiązań krótkoterminowych powiększy się o opłaty o charakterze sankcyjnym,
- nie nastąpi zwiększenie stanu środków pieniężnych.

Tabela 3. Prognoza wybranych informacji finansowych
w wariancie pesymistycznym (tys. zł)

Wyszczególnienie	2017	2018	2019
Kapitał podstawowy	600	600	600
Kapitał zapasowy	0	0	0
Wynik finansowy	-260	-370	-470
Zobowiązania długoterminowe	280	240	200
Zobowiązania krótkoterminowe	1 380	1 500	1 700
Aktywa trwałe netto	1 000	900	800
Należności krótkoterminowe	800	700	640
Inwestycje krótkoterminowe i środki pieniężne	80	20	10

Źródło: opracowanie własne.

Analizując prognozę wybranych wielkości należy zauważyć, że w przypadku zaistnienia zdarzeń będących podstawą przygotowania prognozy w wariancie pesymistycznym wskaźnik zadłużenia kapitałów własnych może osiągnąć skrajnie niekorzystne wartości. W ostatnim roku prognozy wskaźnik ten może osiągnąć poziom prawie 1500%, co stanowi wyjątkowo niepokojący sygnał dla wszystkich interesariuszy. Informacje wynikające z projekcji finansowej nie pozwalają na proste uzdrowienie sytuacji finansowej i kontynuowanie działalności w standardowym trybie. Należy poszukiwać nowych rozwiązań opisanych w podprocesie „Żądanie nowych źródeł finansowania”. Ten podproces wymaga jednoznacznej reakcji ze strony menedżera. W związku z tym konieczne jest uzyskanie informacji o ofertach bankowych dotyczących finansowania zewnętrznego. Kluczowe informacje odnoszą się do warunków udzielania kredytów bankowych. Podproces „Żądanie nowych źródeł finansowania” można opisać następująco:

input

*lista ofert banków i instytucji kredytowych oraz warunki finansowania
raport dotyczący wiarygodności kredytowej przedsiębiorstwa*

preconditions: *niesatysfakcjonująca prognoza finansowa*

activities:

- analiza ofert i warunków finansowania
- zbadanie sytuacji finansowej przedsiębiorstwa
- wybór najlepszych ofert kredytowych
- żądanie podjęcia decyzji przez menedżera (akceptacja lub odrzucenie)

exception handling: *uzyskanie krótkoterminowej linii kredytowej (trzymiesięcznej)*

postconditions: *akceptacja lub odrzucenie oferty kredytowej*

output: *program restrukturyzacji finansowej lub sugestia konieczności aplikowania o fundusze pomocowe*

Przed udzieleniem kredytu każdy bank określa warunki kredytu dotyczące stopy procentowej, okresu kredytowania, dodatkowych opłat i zabezpieczenia. W przedsiębiorstwie prowadzona jest analiza ofert bankowych na tle obecnej kondycji finansowej podmiotu. Konieczne jest zweryfikowanie warunków kredytu w kontekście wiarygodności przedsiębiorstwa. Jeśli pojawi się więcej niż jedna odpowiednia oferta, menedżer musi wybrać najkorzystniejszy kredyt i wysłać wniosek do wybranego banku. W przypadku negatywnej decyzji banku system inicjuje następny proces „Ubieganie się o pomoc publiczną”. Podobnie jak w poprzednim podprocesie, należy sprawdzić wszystkie dostępne fundusze pomocowe. Specyfikacja tego podprocesu jest następująca:

input:

*lista programów unijnych, lista rządowych programów pomocowych, lista samorządowych programów pomocowych
kryteria aplikacyjne do spełnienia
raport z danymi finansowymi*

preconditions: *dostępne źródła finansowania z banków i instytucji finansowych*
activities:

- *analiza dostępności pomocy publicznej*
- *weryfikacja kryteriów aplikacyjnych*
- *żądanie od menedżera podjęcia decyzji co do wyboru programu pomocowego*
- *przygotowanie i złożenie wniosku aplikacyjnego o dofinansowanie*

exception handling: *pomoc finansowa na potrzeby dostosowania przedsiębiorstwa do potrzeb osób niepełnosprawnych*

postconditions: *akceptacja lub odrzucenie złożonego wniosku o dofinansowanie*

output: *sugestia programu restrukturyzacji finansowej lub konieczności negocjowania z wierzycielami*

Pomoc finansowa to rozwiązanie kierowane tylko dla wybranych przedsiębiorstw. Instytucje zewnętrzne oferują dodatkowe fundusze pomocowe na podstawie bardzo surowych kryteriów. Menedżer musi przeanalizować dostępne możliwości po dostarczeniu do systemu wymaganych danych dotyczących pomocy publicznej. Jeśli system generuje program wsparcia dostosowany do potrzeb przedsiębiorstwa, menedżer zostanie poproszony o przygotowanie i złożenie zgłoszeń. Jeśli aplikacja zostanie odrzucona, system powinien wymusić wykonanie następnego podprocesu.

Niestety, ze względu na złą sytuację finansową, podmiot może nie otrzymać zewnętrznej pomocy finansowej. Tym samym ostatni krok będzie koncentrować się na negocjacjach z wierzycielami w celu poprawy sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Negocjacje z wierzycielami są ostatnią szansą przetrwania firmy. Podproces „Negocjacje z wierzycielami” można określić w następujący sposób:

input:

*lista wierzycieli
lista wymagań wierzycieli
propozycja restrukturyzacji finansowej*

preconditions: not available aid funds

activities:

- analiza wymagań wierzycieli
- przygotowanie i przedstawienie program restrukturyzacyjnego
- negocjacje z wierzycielami
- przygotowanie umowy konwersji zobowiązań na kapitały własne

exception handling: zmiany struktury własnościowej wierzycieli

postconditions: akceptacja lub odrzucenie

output: sugestia konieczności konwersji zobowiązań na kapitały własne lub rozpoczęcie postępowania upadłościowego

Punktem wyjścia w procesie negocjacji jest uznanie wymagań wierzycieli. Wierzyciele mogą spodziewać się uzyskania określonej liczby akcji lub udziałów w zamian za redukcję zadłużenia. Wierzyciele generalnie oczekują, że menedżerowie będą prowadzić program restrukturyzacji przedsiębiorstwa. Te dwa elementy stanowią podstawę do rozpoczęcia procesu przekształcania zobowiązań w kapitał własny. Kapitały własne mogą osiągnąć wartość wielokrotnie mniejszą od wysokości zobowiązań. Jeśli obie strony zaakceptują warunki konwersji, należy przygotować odpowiednią umowę. Negocjacje z wierzycielami są ostatnią szansą uniknięcia bankructwa. Zgoda wierzycieli na konwersję zobowiązań na akcje może być jedyną możliwością przetrwania podmiotu. Jeśli nie ma możliwości zmniejszenia nadmiernego zadłużenia, przedsiębiorstwo prawdopodobnie zbankrutuje w sensie prawnym. Jak pokazano w przykładzie, konwersja zobowiązań na akcje powinna być natychmiast wynegocjowana, nawet jeśli jest to niekorzystne dla obecnych właścicieli.

Menedżer dysponujący inteligentnym systemem wspomagania decyzji sprawdzając wyniki potrafi właściwie ocenić zasadność wdrożonych rozwiązań. Wykonując omówione sekwencje, zilustrowane w postaci ontologii na rysunku 1, menedżer zwiększa prawdopodobieństwo podjęcia działań korzystnych dla przedsiębiorstwa. Dogłębna analiza wskaźników zadłużenia oraz zmian w kapitałach własnych jest konieczna dla właściwej interpretacji pozycji finansowej przedsiębiorstwa. Byłoby to bardzo trudne bez wykorzystania inteligentnego systemu wspomagania decyzji opartego na ontologiach finansowych. Ontologie są więc niezbędnym elementem systemu podejmowania właściwych decyzji pozwalających na uniknięcie bankructwa przez przedsiębiorstwo.

Prezentowany przykład ilustruje podejście do automatyzacji procesu podejmowania decyzji. Integracja zewnętrznych źródeł informacji z wewnętrznymi kontekstowymi raportami jest sposobem na zmniejszenie niepewności w procesie podejmowania decyzji. Identyfikacja działań analitycznych oraz określenie minimalnego zestawu informacji w procesie decyzyjnym jest stosunkowo nowym podejściem do analitycznej automatyzacji pracy. Przeprowadzone badanie wstępne może stanowić podstawę do zastosowania metodyki ontologii zorientowanej procesowo w podejmowaniu decyzji. Wykorzystanie ukierunkowanych na proces systemów opartych na wiedzy pozwala stwarzać menedżerom możliwości do podejmowania lepszych decyzji gospodarczych.

Podsumowanie

W opracowaniu przedstawiono formalnie określone procesy gospodarcze wspomagane analizą danych finansowych w podejmowaniu decyzji. Podejście badawcze uwzględniało odpowiednio przekształcone dane finansowe (przy zachowaniu proporcji w sensie matematycznym) z rzeczywistego przedsiębiorstwa budowlanego.

W projekcie badawczym możliwe było scalenie perspektyw proceduralnych i ontologicznych przy użyciu standardowych języków modelowania, takich jak BPMN, OWL, a także na potrzeby wnioskowania i realizacji BPAL i BPEL. Zastosowanie formalnych zapisów zapewniało rygor w opisach procesów i precyzyjną definicję pojęć i relacji w obszarze wiedzy dziedzinowej. Dzięki formalnemu zapisowi ontologii, powody niejednoznaczności w interpretacji zostały znacząco zredukowane. Obecnie istnieje wiele notacji modelowania procesów, np. BPMN, EPC, XPDŁ oraz Petri. Z funkcjonalnego punktu widzenia powinny charakteryzować się interoperacyjnością, aby przezwyciężyć niejednorodności różnych formalizmów i mapować je do jednej, interpretowanej komputerowo, ontologii procesowej. Ponadto rozwiązania powinny zapewniać wzajemne powiązania z istniejącymi ontologiami w domenie, a także umożliwiać wyszukiwanie danych.

Biorąc pod uwagę formalny zapis, BPMN i BPAL wydają się trafnym wyborem na potrzeby zautomatyzowania wykorzystania wiedzy o procesach gospodarczych. BPAL pozostaje na poziomie abstrakcyjnym, ponieważ polega na konkretnej reprezentacji graficznej. Natomiast BPEL pozwala na rzeczywiste wykonanie. Formalnie napisane specyfikacje BPAL mogą być automatycznie tłumaczone na programy BPEL oraz wspomagać wnioskowanie i właściwą interpretację informacji finansowych.

Jesteśmy przekonani, że abstrakcyjny język specyfikacji procesu zapewnia deklaratywną i proceduralną semantykę, którą można interpretować, przetwarzać i wykonywać jako BPEL. Przeprowadzone studium jest zachęcające i ujawnia praktyczną użyteczność i akceptację przez ekspertów gospodarczych.

Z punktu widzenia analizy finansowej przedstawiony przypadek prowadzi do wniosku, że przekształcenie zobowiązań w akcje powinno być przeprowadzane, gdy istnieje dominujący właściciel posiadający duży potencjał pozyskiwania kapitału. Obniżenie zobowiązań finansowych jest wysoce pożądane w celu poprawy sytuacji finansowej, ale nie można tego dokonać za wszelką cenę. W rozważaniach zawartych w niniejszym artykule podkreślono potrzebę dogłębnej analizy konwersji zobowiązań finansowych na kapitał własny.

Dalsze prace powinny koncentrować się na kompleksowym podejściu do procesu rozwiązywania problemów w przedsiębiorstwach. Każdy problem decyzyjny powinien być rozkładany na podprocesy i działania oraz skojarzony z istotnymi informacjami. Nie byłoby to możliwe bez użycia wiedzy posiadanej przez doświadczonych menedżerów i analityków finansowych. Zorientowane procesowo ontologie w systemie wspomagania decyzji mogą przyczynić się do zwiększenia stabilności finansowej przedsiębiorstw.

Literatura

- Abramowicz W, Filipowska A., Kaczmarek M., Kaczmarek T. (2012), *Semantically Enhanced Business Process Modelling Notation*, [w:] S. Smolnik et al. (eds.), *Semantic Technologies for Business and Information Systems Engineering: Concepts and Applications*, Business Science Reference, Hershey, PA, s. 259–275.
- Antonowicz P. (2007), *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, ODDK, Gdańsk.
- Beck, T., Dermirguc-Kunt, A. (2006), *Small and medium-size enterprises: Access to finance as a growth constraint*, „Journal of Banking and Finance”, 30 (11), s. 2931–2943.
- Born M., Filipowska A., Kaczmarek M., Markovic I., Starzecka M. (2008), *Business Functions Ontology and its Application in Semantic Business Process Modelling*, [w:] *ACIS Proceedings*, Christchurch, s. 136–145.
- Burstein, M., et al. (2004), *OWL-S: Semantic Markup for Web Services*. W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>.
- Calvanese, D., De Giacomo, G., Lembo, D., Montali M., Santoso, A. (2012), *Ontology-Based Governance of Data-Aware Processes*, [w:] *Web Reasoning and Rule Systems*. Proceedings of the 6th International Conference, Springer, Heidelberg, s. 25–41.
- De Nicola, A., Lezoche, M., Missikoff, M. (2003), *An Ontological Approach to Business Process Modeling*, 3th Indian International Conference on Artificial Intelligence, India.
- Dudycz, H., Korczak, J. (2015), *Conceptual design of financial ontology*, „Annals of Computer Science and Information Systems”, 5, s. 1505–1511.
- Dudycz, H., Korczak, J. (2016), *Process of Ontology Design for Business Intelligence System*, [w:] E. Ziemia (ed.), *Information Technology for Management*, LNBIP Springer, Heidelberg, s.17–28.
- Fensel, D., Lausen, H., Polleres, A., de Bruijn, J., Stollberg, M., Roman, D., Domingue, J. (2007), *Enabling Semantic Web Services: The Web Service Modelling Ontology*, Springer, Heidelberg.
- Gruber T.R. (1993), *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Technical Report KSL, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, <http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>.
- Hołda A. (2006), *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków.
- Korczak, J., Dudycz, H., Nita, B., Oleksyk, P., Kaźmierczak, A. (2016), *Attempt to extend knowledge of Decision Support Systems for small and medium-sized enterprises*, „Annals of Computer Science and Information Systems”, 8, s. 1263–1271
- O'Brien, T. J., Schmid, K. L., Hilliard, J. (2007), *Capital Structure Swaps and Shareholder Wealth*, „European Financial Management”, 13 (5).
- Smith, F., Proietti, M. (2014), *BPAL: A Platform for Managing Semantically Enriched Conceptual Process Models*, [w:] P. Cunningham, M.. Cunningham (eds.), *eChallenges e-2014*. Conference Proceedings IIMC International Information Management Corporation.
- Smith, F., Proietti, M. (2014), *Ontology-based Representation and Reasoning on Process Models: A Logic Programming Approach*, <https://arxiv.org/abs/1410.1776>
- Smith, F., Proietti, M. (2013), *Rule-based Behavioral Reasoning on Semantic Business Processes*, Proceedings of the 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Barcelona, Spain.
- Wędzki D. (2015), *Analiza wskaźnikowa sprawozdania finansowego*, Wolters Kluwer, Warszawa.