

Ontologia wiedzy ukrytej dla działu serwisowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Adam Dudek*

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie,
Instytut Nauk Technicznych

Abstrakt

W artykule przedstawiono model ontologii wiedzy ukrytej w notacji UML dla działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego. W pierwszej części artykułu została przeprowadzona analiza literatury przedmiotu w zakresie ontologii stosowanych dla reprezentacji wiedzy w przedsiębiorstwie. Następnie określono dziedzinę prezentowanej ontologii w oparciu o procedury serwisowe, strukturę zdefiniowanych procedur za pomocą notacji UML oraz skończony słownik wyrazów. W rozdziale czwartym pokazano przykład implementacji przedstawionej ontologii dla wybranej procedury serwisowej oraz wskazano kierunki dalszych prac autora.

Słowa kluczowe – ontologia, wiedza ukryta, notacja UML, słownik wyrazów

1. Wstęp

Dla przedsiębiorstw, aby uzyskać przewagę konkurencyjną, koniecznym staje się pozyskiwanie i zachowanie wiedzy o działaniach podejmowanych w firmie. Wiedza może być w postaci jawnej, tj. sformalizowanej w postaci procedur, reguł, itp. oraz w postaci wiedzy ukrytej, tj. posiadanej przez pracowników firmy. To właśnie wiedza ukryta stanowi bardzo często o efektywności realizacji poszczególnych zadań

* E-mail: adam.dudek@pwsz.nysa.pl

w przedsiębiorstwie. Jednak zarówno w literaturze przedmiotu, jak i w praktyce gospodarczej zauważono lukę badawczą w postaci braku formalnego zapisu wiedzy ukrytej dla przedsiębiorstw. Trudnością jest jednak ciągle opracowanie ontologii wiedzy ukrytej, gdyż jest to zasób unikalny dla każdego przedsiębiorstwa.

Ontologia to zdefiniowany zbiór pojęć na temat określonej dziedziny. Wg Thomasa Grubera [1] „ontologia jest jawną, formalną specyfikacją współdzielonej konceptualizacji”. Autor przyjmuje, że ontologia to uproszczony model rzeczywistości, opracowany na potrzeby reprezentacji wiedzy, która to musi być możliwie jednoznacznie interpretowalna przez ludzi oraz systemy komputerowe.

W niniejszym artykule skupiono zatem uwagę na opracowaniu ontologii wiedzy ukrytej dla działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Dzięki opracowanej ontologii można zaprezentować rzeczywisty proces pozyskiwania, gromadzenia a następnie konwersji wiedzy ukrytej w przedsiębiorstwie produkcyjnym na przykładzie działu serwisowego. Pokazane rozwiązania formalnego zapisu wiedzy ukrytej mogą być jednocześnie rozwiązaniem dedykowanym dla tego typów działów w firmie, ale też stanowić koncepcję reprezentacji wiedzy ukrytej dla innych przedsiębiorstw.

W artykule w rozdziale drugim zaprezentowano analizę literatury przedmiotu w zakresie dostępnych ontologii dla reprezentacji wiedzy w przedsiębiorstwie, w szczególności standaryzacji słownika wyrazów dla wiedzy dla działu serwisowego. W rozdziale trzecim sformułowano dziedzinę i zakres projektowanej ontologii, w szczególności zdefiniowano procedury, które są wykonywane w dziale serwisowym oraz skończony słownik wyrazów (Word Taxonomy). Następnie pokazano logiczne zależności pomiędzy poszczególnymi elementami w modelu systemu informatycznego za pomocą notacji UML w postaci modelu klas, użytkowników oraz sekwencji. Zaprojektowano również istniejące ograniczenia w proponowanym modelu ontologii. W rozdziale czwartym pokazano implementację proponowanej ontologii. W podsumowaniu pokazano kierunki dalszych prac autora.

2. Ontologia wiedzy dla przedsiębiorstw

– analiza literatury przedmiotu

Na podstawie analizy literatury przedmiotu można wyróżnić ontologię formalną, opartą na programowaniu logicznym lub rachunku predykatów, ontologię nieformalną w postaci teaurusu pojęć czy też taksonomii oraz ontologię programową [2].

Daną kategorię ontologii można wskazać w zależności od zastosowania określonej grupy języków, tj.:

- Ontolingua** – język formalny wywodzący się z rachunku predykatów. Pozwala tworzyć koncepty, taksonomie, relacje, aksjomaty, instancje i procedury. Język w pierwotnej postaci został zaprezentowany w [3]. Obecnie dostępne jest narzędzie ułatwiające kolaboratywne tworzenie ontologii o nazwie Ontolingua Server.
- FLogic** – podobnie jak Ontolingua pozwala definiować koncepty i ich taksonomie, relacje, funkcje instancje i aksjomaty. Bazuje na paradygmacie programowania obiektowego i rachunku predykatów [4, 5, 6]
- OCML** – bazując na języku ontolingua, wykorzystuje logikę I rzędu. Autorzy wyposażyli go w 12 podstawowych ontologii, które definiują typy danych, relacje, prymitywy do budowy metod rozwiązywanie problemów. Ontologie bazując na systemie dowodzenia twierdzeń mogą wykorzystywać klasy, relacje, funkcje, aksjomaty oraz reguły produkcyjne [7, 8, 9].
- LOOM** – powstał jako język z założenia umożliwiający konstruowanie systemów ekspertowych oraz baz wiedzy. Jest oparty na logice opisowej, zawiera koncepty i ich taksonomie, relacje, funkcje, aksjomaty. Pozwala definiować reguły produkcyjne, wspiera programowanie proceduralne oraz obliczenia predykatów [10].
- SHOE** – celem jego utworzenia było wprowadzenie wiedzy semantycznej do dokumentów publikowanych w Internecie. Może korzystać ze składni HTML lub XML. Pozwala reprezentować koncepty, taksonomie, relacje i reguły dedukcyjne [11, 12].
- RDF** – oparty na sieciach semantycznych jest ogólnym językiem opisu danych w dokumentach Web. Został opracowany przez W3C i jest przez tę organizację rekomendowany. U jego podstaw legła potrzeba opisy metadanych takich jak: autor, tytuł, data modyfikacji czy prawa autorskie. Wyrażenia formułowane w RDF zawierają trójki: zasób, własność, obiekt. W oparciu o RDF powstał deklaratywny język pozwalający opisać ontologię za pomocą RDF - RDFS. Pozwala reprezentować koncepty i ich taksonomie oraz relacje binarne. Korzysta ze składni XML [13, 14, 15]
- OWL** – najpopularniejsze obecnie rozwiązanie przeznaczone do publikowania ontologii za pośrednictwem Internetu. Wykorzystuje składnię XML i bazuje na RDF. Wyróżnia się trzy odmiany OWL (Web Ontology Language): bazujące na logice opisowej OWL Lite i OWL DL oraz OWL Full. OWL Lite to najprostszy z nich, łatwy do zrozumienia i implementacji. Umożliwia tworzenie hierarchii i nakładanie prostych ograniczeń. OWL DL udostępnia pełen zakres języka OWL, za wyjątkiem metamodelowania, które to jest dostępne dla OWL Full. Ten ostatni jest w pełni

kompatybilny z językiem RDF. W konsekwencji rozwoju wprowadzono OWL 2, wraz z profilami OWL 2EL, OWL 2 QL i OWL 2 RL. Wprowadzono nowe konstrukcje tj. klucze, nowe typ danych, ograniczenia liczności oraz nowe właściwości.

Vehicle Sales Ontology – ontologia stanowiąca słownik pozwalający precyzyjnie opisywać samochody, łodzie, motocykle i innego rodzaju pojazdy na potrzeby e-commerce. Jest dedykowana szczególnie dla zastosowań w dziedzinie sprzedaży lub wynajmu pojazdów [16].

Used Cars Ontology – ontologia dostarcza słownik pozwalający opisywać używany pojazd oraz jego historię tj. poprzednich właścicieli, uszkodzenia oraz wprowadzone modyfikacje [17].

Volkswagen Vehicles Ontology – rozszerzający m.in. VSO słownik opisujący specyficzne cechy pojazdów tej firmy [18].

Tabela 1. Kategorie wiedzy w dziale serwisowym przedsiębiorstwa produkcyjnego

Wiedza w dziale serwisowym przedsiębiorstwa produkcyjnego	Źródło wiedzy jawnej	Źródło wiedzy ukrytej
W ₁ o kosztach realizacji zadań serwisowych	produkt, dokumentacja	serwisant
W ₂ o historii serwisowej urządzenia lub podzespołu	karty serwisowe	serwisant
W ₃ o wykonywanej przez serwisantów pracy oraz jej jakości	produkt	serwisant
W ₄ o zasobach (urządzenie, ludzie, czas)	serwis, kadry	kierownik
W ₅ o preferencjach klientów / użytkowników	produkt, CRM	serwisant, klient
W ₆ o historii wymiany informacji z klientami	dział serwisowy	serwisant
W ₇ o instrukcjach i procedurach serwisowych	dokumentacja	serwisant, konstruktor, prac. poddostawcy
W ₈ o wartościach regulacyjnych, kontrolnych i danych technicznych	dokumentacja	serwisant, konstruktor, prac. poddostawcy
W ₉ o efektach przeglądów okresowych	karty przeglądów	serwisant
W ₁₀ o powtarzalnych usterkach	analiza danych	serwisant
W ₁₁ o przebiegu przeglądu / naprawy serwisowej	karta przeglądu	serwisant
W ₁₂ o poziomie wyeksploatowania i warunkach eksploatacji	produkt, dokumentacja	serwisant
W ₁₃ o jakości wykonania	analizy/kontrola	serwisant

Na podstawie przedstawionej analizy literatury przedmiotu oraz własnych obserwacji rzeczywistości gospodarczej wykonywania napraw przeglądów serwisowych w samochodach typu naczepy w przedsiębiorstwie produkcyjnym, zbudowano ontologię wiedzy ukrytej dla działu serwisowego.

Zdefiniowano następujące obszary wiedzy ukrytej (pp. tabela nr 1). Wiedza ta może być w przedsiębiorstwie w postaci jawnej (w tabeli oznaczono pozyskiwanie tej wiedzy od źródła wiedzy jawnej) lub w postaci ukrytej (wskazano uzyskiwanie jej ze źródła wiedzy ukrytej).

Dla tak określonych kategorii wiedzy ukrytej sformułowano ontologię wiedzy dla działu serwisowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym

3. Ontologia wiedzy ukrytej dla działu serwisowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Dla zdefiniowanych kategorii wiedzy ukrytej (pp. rozdz. 2) zdefiniowano następujące elementy modelu [19]:

- **Dziedzina ontologii**

Model ten jest zawężony do dziedziny napraw i przeprowadzania działań serwisowych dla samochodów typu naczepy.

- **Leksykon**

Zdefiniowano procedury, które są wykonywane w dziale serwisowym oraz skończony słownik wyrazów (Word Taxonomy).

- **Struktura ontologii**

Pokazano logiczne zależności pomiędzy poszczególnymi elementami w modelu systemu informatycznego za pomocą notacji UML w postaci modelu klas, użytkowników oraz sekwencji. Zaprojektowano również istniejące ograniczenia w proponowanym modelu ontologii.

Leksykon:

Zdefiniowano następujące procedury:

3.1 Procedury realizacji przeglądów okresowych serwisowanych produktów:

3.1.1. Oględziny zewnętrzne.

3.1.2. Kontrola punktów smarowania:

- kontrola ilości środka smarnego wszystkich punktów przewidzianych w procedurze,
- uzupełnienie środka smarnego we wszystkich punktach, gdzie stwierdzono jego niewystarczającą ilość.

- 3.1.3. Kontrola połączeń śrubowych:
 - kontrola dokręcenia połączeń wszystkich punktów przewidzianych w procedurze,
 - dokręcenie połączeń we wszystkich punktach tego wymagających.
- 3.1.4. Kontrola szczelności instalacji pneumatycznej:
 - kontrola uszczelki, łączki pneumatycznych, zaworów i złączek,
 - konserwacja zbiorników powietrza, kontrola osuszacza i odolejacza.
- 3.1.5. Kontrola ogumienia:
 - kontrola stanu opon wszystkich kół pojazdu.
- 3.1.6. Kontrola komponentów:
 - sprawdzenie oświetlenia,
 - kontrola osi podnoszonej,
 - weryfikacja sprawności mechanizmu ruchomego dachu, kurtyny oraz jej napinaczy,
 - weryfikacja sprawności mechanizmu podnoszonego lub ruchomego dachu w przypadku naczepy skrzyniowej,
 - kontrola stanu kłonic w przypadku naczepy kłonicowej,
 - kontrola mechanizmów zabezpieczających klapę, klapon drzwi, drzwi lub półdrzwi, jeśli takie występują,
 - kontrola przesuwu w przypadku naczepy niskopodłogowej.
- 3.1.7. Kontrola układu hamulcowego:
 - kontrola grubości i stanu tarcz i klocków hamulcowych wszystkich osi pojazdu w przypadku hamulców tarczowych,
 - kontrola grubości i stanu bębnow oraz okładzin ciernych wszystkich osi pojazdu w przypadku hamulców bębnowych.
- 3.1.8. Diagnostyka układu EBS.

Jak łatwo zauważyć na podstawie ilości różnorodnych procedur kontrolnych, nawet w przypadku stosunkowo nieskomplikowanego pojazdu jakim jest naczepa samochodowa koniecznym jest ograniczenie zakresu analizowanych na potrzeby budowanego modelu procedur serwisowych ze względu na ich bardzo dużą ilość.

Dla uproszczenia budowanej ontologii proponuje się ograniczenie jej do procedur związanych z układem jezdnym, zawieszeniem oraz układem hamulcowym. Poniżej przedstawiono przykładowe procedury w tym zakresie:

3.2 Procedura realizowana w sytuacji niesprawności lub niewłaściwego działania produktu, gdzie wskazać można:

3.1.9. Przypadek 1 – przyczyna niesprawności jest jednoznacznie ustalona przed podjęciem realizacji procedury i planowany przebieg jej realizacji jest znany:

- wymiana klocków hamulcowych w przypadku hamulca tarczowego,
- wymiana tarczy hamulcowej w przypadku hamulca tarczowego,
- wymiana okładzin hamulcowych w przypadku hamulca bębnowego,
- wymiana bębna hamulcowego w przypadku hamulca bębnowego,
- wymiana opony,
- wymiana miecha zawieszenia,
- obsługa osi podnoszonej:
- naprawa w przypadku gdy oś nie opada do wysokości roboczej,
- naprawa w przypadku gdy oś nie podnosi się na odpowiednią wysokość.

3.1.10. Przypadek 2 – niemożliwym jest jednoznaczne ustalenie przyczyny niesprawności, a co za tym idzie, przebieg realizacji procedury będzie modyfikowany w oparciu o ustalenia poczynione w dotychczas zrealizowanych krokach:

- ustalenie i usunięcia przyczyny nierównomiernego zużycia ogumienia na poszczególnych osiach,
- ustalenie i usunięcia przyczyny drgań koła przy hamowaniu,
- ustalenie i usunięcia przyczyny blokowania koła przy hamowaniu,
- ustalenie i usunięcia przyczyny zwiększonego oporu obrotu koła.

Słownik wyrazów i pojęć

Omawiany przypadek dotyczy działu serwisowego przedsiębiorstwa produkującego pojazdy. Ze względu na ogromną różnorodność zagadnień, wynikających ze złożoności konstrukcji pojazdu i licznych jego układów oraz elementów, słownik terminów ograniczono do tych, które są związane z układem jezdnym, zawieszeniem oraz układem hamulcowym.

3.3.1 Słownik narzędzi:

- Złożone i wyspecjalizowane
 - zestaw do ściągania tarcz hamulcowych (n_{z1})
 - zestaw do tłoczków hamulcowych (n_{z2})
 - ściągacz piasty (n_{z3})
 - ściągacz tulei sprężystej (n_{z4})
 - siłownik hydrauliczny (n_{z5})
 - pompa nożna pneumatyczno - hydrauliczna (n_{z6})
 - zestaw do wymiany sworzni kulowych (n_{z7})
 - zestaw do montażu łożysk kompaktowych w piaście (n_{z8})
 - ściągacz do łożysk kół - uniwersalny (n_{z9})
 - ściągacz sprężyn zawieszenia McPerson (n_{z10})
 - zestaw do wymiany silentbłoków (n_{z11})
 - ściągacz przegubu kulowego (n_{z12})
 - ściągacz przegubów (n_{z13})
 - zestaw do wymiany drążków kierowniczych (n_{z14})
 - podnośnik pneumatyczny - bałwanek (n_{z15})
 - podnośnik mechaniczny (n_{z16})
 - podnośnik kolumnowy (warsztatowy) (n_{z17})
 - grzechotka pneumatyczna (n_{z18})
 - klucz pneumatyczny (n_{z19})
- Proste
 - uniwersalne
 - tuleja do wyprasowywania (n_{p1})
 - prowadnica gwintowane (n_{p2})
 - nasadka do nakrętki wieńcowej (n_{p3})
 - dźwignia warsztatowa (n_{p4})
 - klucz dynamometryczny (n_{p5})
 - nakładka nasadowa długie/krótkie (n_{p6})
 - sześciokątne (n_{p6a})
 - dwunastokątne (n_{p6b})
 - typu torx (n_{p6c})
 - nakładka nasadowa uniwersalna (n_{p7})
 - nakładka odgięta (n_{p8})
 - klucz dynamometryczny (n_{p9})
 - klucz typu grzechotka (n_{p10})
 - standardowa (n_{p10a})
 - z głowicą obrotową (n_{p10b})

- nakładki nasadowe dwunastokątne (n_{p11})
- przegub (n_{p12})
- przedłużka z magnezem (n_{p13})
- pokrętło (n_{p14})
 - proste (n_{p14a})
 - przegubowe (n_{p14b})
 - łamane (n_{p14c})
 - zgięte (n_{p14d})
- końcówka bit (n_{p15})
 - płaska (n_{p15a})
 - krzyżowa (typ philips) (n_{p15b})
 - krzyżowa (n_{p15c})
 - imbusowa (n_{p15d})
 - torx (n_{p15e})
- klucz prosty/gięty/łamany (n_{p16})
 - płaski (n_{p16a})
 - płasko-oczkowy (n_{p16b})
 - płasko-oczkowy z grzechotką (n_{p16c})
 - oczkowy (n_{p16d})
- klucz typu S (n_{p17})
- szczotka druciana (n_{p18})
 - ręczna (n_{p18a})
- tarczowa montowana do elektronarzędzia (n_{p18b})kombi-
nerki uniwersalne (n_{p19})
- śrubokręt płaski (n_{p20})
- śrubokręt krzyżakowy (n_{p21})
- klucz imbusowy (n_{p22})
- specjalizowane
 - klucz do regulacji drążków kierowniczych (n_{ps1})
- Przyrządy
 - przyrząd do odpowietrzania układu hamulcowego (n_{pr1})
 - zestaw do wymiany płynu hamulcowego (n_{pr2})
 - przyrząd do pomiaru i ustawiania zbieżności (n_{pr3})

3.3.2 Słownik podzespołów

W układzie jeźdnym pojazdu bez względu na szczegóły jego konstrukcji wskazać można następujące elementy:

- amortyzator (p₁)
- mocowanie amortyzatora (p₂)

- piasta (p₃)
- uszczelniacz (p₄)
- zwrotnica (p₅)
- łożysko (p₆)
- stabilizator (p₇)
 - łącznik stabilizatora (p_{7a})
 - gumy stabilizatora (p_{7b})
 - drążek (p_{7c})
- wahacz (p₈)
 - dolny/górny (p_{8a})
 - sworzeń (p_{8b})
 - tuleja (p_{8c})
- akumulator ciśnienia (p₉)
- cylinderek hamulcowy (p₁₀)
- bęben hamulcowy (p₁₁)
- hamulec postojowy (p₁₂)
- szczęka hamulcowa (p₁₃)
- sprężyna (p₁₄)
 - górna (p_{14a})
 - dolna (p_{15b})
 - zabezpieczająca (p_{15c})
- dźwignia regulacji luzu (p₁₆)
- klocek hamulcowy (p₁₇)
- tarcza hamulcowa (p₁₈)
- zacisk hamulcowy (p₁₉)
- jarzmo zacisku (p₂₀)
- element hydrauliczny (p₂₁)
 - cylinderek (p_{21a})
 - tłoczek (p_{21b})
- korektor siły hamowania (p₂₂)
- przewód hamulcowy (p₂₃)
 - elastyczny (p_{23a})
 - sztywny (p_{23b})
- koło (p₂₄)
- opona (p₂₅)
- felga (p₂₆)

3.3.3 Słownik elementów łączących i mocujących

- wkręt (e₁)

- śruba (e₂)
 - uniwersalna (e_{2a})
 - do kół (e_{2b})
- nakrętka (e₃)
 - uniwersalna (e_{3a})
 - przeciwoodkręcaniowa (e_{3b})
 - do kół (e_{3c})
- podkładka (e₄)
 - uniwersalna (e_{4a})
 - przeciwoodkręcaniowa (e_{4b})
- zabezpieczenie (zawlecza) (e₅)
- zaślepka (e₆)
- zatyczka (e₇)
- korek (e₈)
- uszczelka (e₉)
- tuleja (e₁₀)
- osłona (e₁₁)
- opaska (e₁₂)

3.3.4 Słownik nazw czynności oraz ich synonimy w kontekście dziedziny ontologii

- wkręcać (c₁) – przykręcać, przyśrubować, skręcać, złapać
- wykręcać (c₂) – odkręcać
- luzować (c₃) – poluzować, zluźnić, zruszyć
- dokręcać (c₄) – docisnąć, dociągnąć
- wsunąć (c₅) – włożyć, wsadzić, umieścić, wetknąć, wprowadzić, władować, wprowadzić
- wysunąć (c₆) – wyciągnąć, wydobyć, wyjąć
- usunąć (c₇) – zabrać, wyjąć
- wcisnąć (c₈) – wepchnąć, wtłoczyć, upchnąć
- wycisnąć (c₉) – wypchnąć, wypchnąć, wygnieść, wydusić
- nałożyć (c₁₀) – nakłaść, naładować
- zdjąć (c₁₁) – ściągnąć, zsunąć, zestawić
- wyczyścić (c₁₂) – odczyścić, doczyścić, wymyć, domyć, wyszorować, wypucować
- zabezpieczyć (c₁₃) - zablokować, osłonić, ochronić, ustrzec, zakonserwować
- zacisnąć (c₁₄) – ścisnąć, zaciągnąć, zacieśnić
- umieścić (c₁₅) – umiejscowić, posadowić, postawić, ułożyć, osadzić
- zaklinować (c₁₆) – zablokować, unieruchomić

- zakręcać (c₁₇) – kręcić, obracać
- podważać (c₁₈) – podnosić, wznosić, odpychać, odsuwać
- nasunąć (c₁₉) – naciągnąć, założyć
- podnosić (c₂₀) – unosić, wznosić, dźwigać, windować
- opuszczać (c₂₁) – spuszczać, zniżać, obniżać

Dla poszczególnych elementów łączących i mocujących można wskazać dopuszczalne czynności, które mogą być na nich wykonywane. Zestawienie takie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Elementy łączące i mocujące oraz dopuszczalne dla nich czynności

Element łączący	Dopuszczalne czynności
wkręt (e ₁)	wkręcać (c ₁), wykręcać (c ₂), dokręcać (c ₄)
śruba (e ₂)	wkręcać (c ₁), wykręcać (c ₂), dokręcać (c ₄), luzować (c ₃)
nakrętka (e ₃)	dokręcać (c ₄), zakręcać (c ₁₇)
podkładka (e ₄)	usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁), umieścić (c ₁₅)
zabezpieczenie (zawlecze) (e ₅)	wsunąć (c ₅), wysunąć (c ₆), usunąć (c ₇), zabezpieczyć (c ₁₃), umieścić (c ₁₅), zaklinować (c ₁₆)
zaślepka (e ₆)	usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁), umieścić (c ₁₅)
zatyczka (e ₇)	usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁), umieścić (c ₁₅)
korek (e ₈)	usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁), umieścić (c ₁₅)
uszczelka (e ₉)	wsunąć (c ₅), wysunąć (c ₆), usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁), umieścić (c ₁₅)
tuleja (e ₁₀)	wsunąć (c ₅), wysunąć (c ₆), wcisnąć (c ₈), wycisnąć (c ₉), umieścić (c ₁₅)
osłona (e ₁₁)	usunąć (c ₇), nałożyć (c ₁₀), zdjąć (c ₁₁)
opaska (e ₁₂)	nałożyć (c ₁₀), usunąć (c ₇), zdjąć (c ₁₁), nasunąć (c ₁₉), zacisnąć (c ₁₄)

Na potrzeby proponowanej ontologii wybrano procedury usuwania niesprawności lub niewłaściwego działania pojazdu w przypadku, gdzie ich przyczyna jest jednoznacznie ustalona przed podjęciem realizacji procedury i planowany przebieg jej realizacji jest znany.

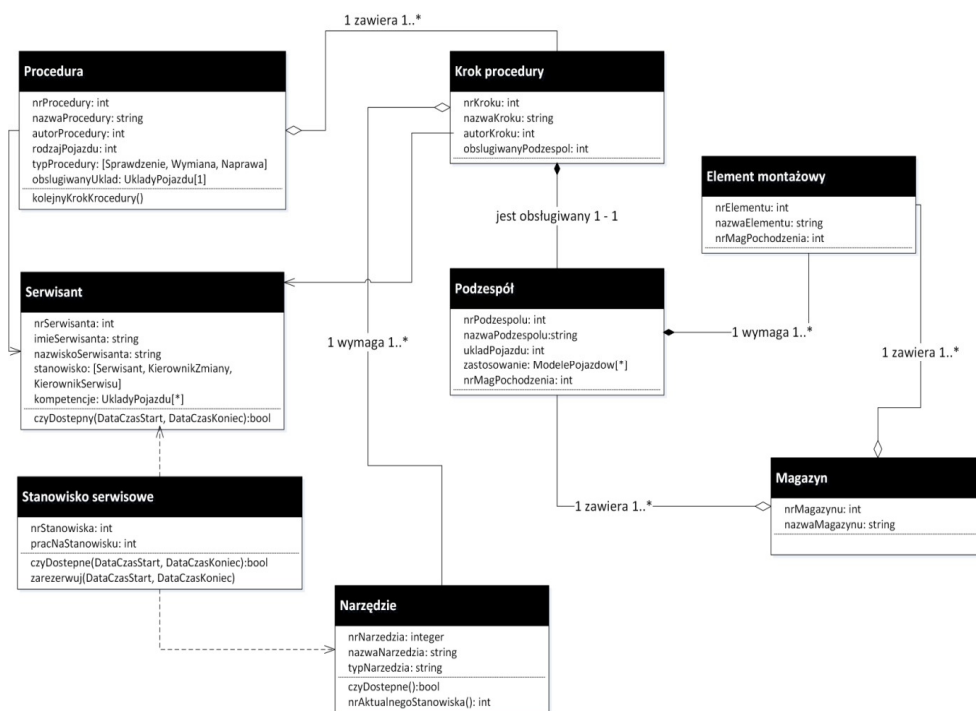
Bez względu na szczegóły realizacji, w każdej procedurze serwisowej tego typu wyróżnić można następujące etapy:

1. Przygotowanie stanowiska serwisowego
2. Przygotowanie narzędzi niezbędnych do realizacji wszystkich kroków przewidzianych w procedurze

3. Realizacja wszystkich kroków procedury, które są niezbędne do uzyskani dostępu do niesprawnego podzespołu
4. Demontaż niesprawnego podzespołu
5. Naprawa lub wymiana niesprawnego podzespołu
6. Montaż naprawionego lub wymienionego podzespołu
7. Realizacja wszystkich kroków procedury, które są niezbędne do uzyskania dostępu do niesprawnego podzespołu w kolejności odwrotnej - celem przywrócenia stanu pojazdu, jaki był przed rozpoczęciem procedury.

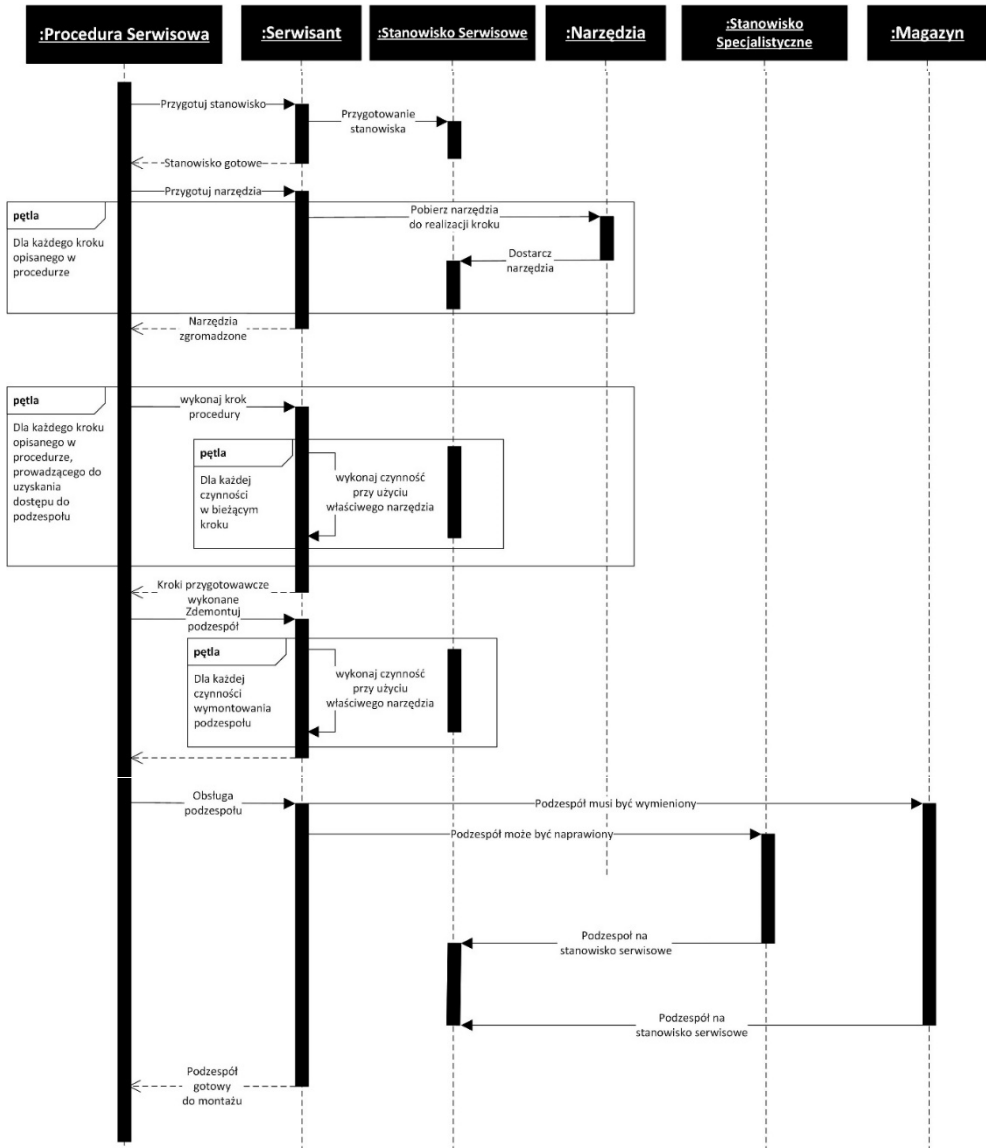
Struktura ontologii:

Prezentowana ontologię przedstawiono za pomocą notacji UML. Na rysunku 1 zaprezentowano diagram klas, jakie zostały zidentyfikowane w omawianej dziedzinie.



Rysunek 1. Diagram klas w dziedzinie ontologii

W oparciu przedstawiony na rysunku 1 diagram klas, na rysunku 2 zaprezentowano ogólny diagram sekwencji, dla procedury serwisowej omawianego typu.



Rysunek 2. Diagram sekwencji ogólnej procedury serwisowej

4. Studium przypadku implementacji ontologii wiedzy ukrytej

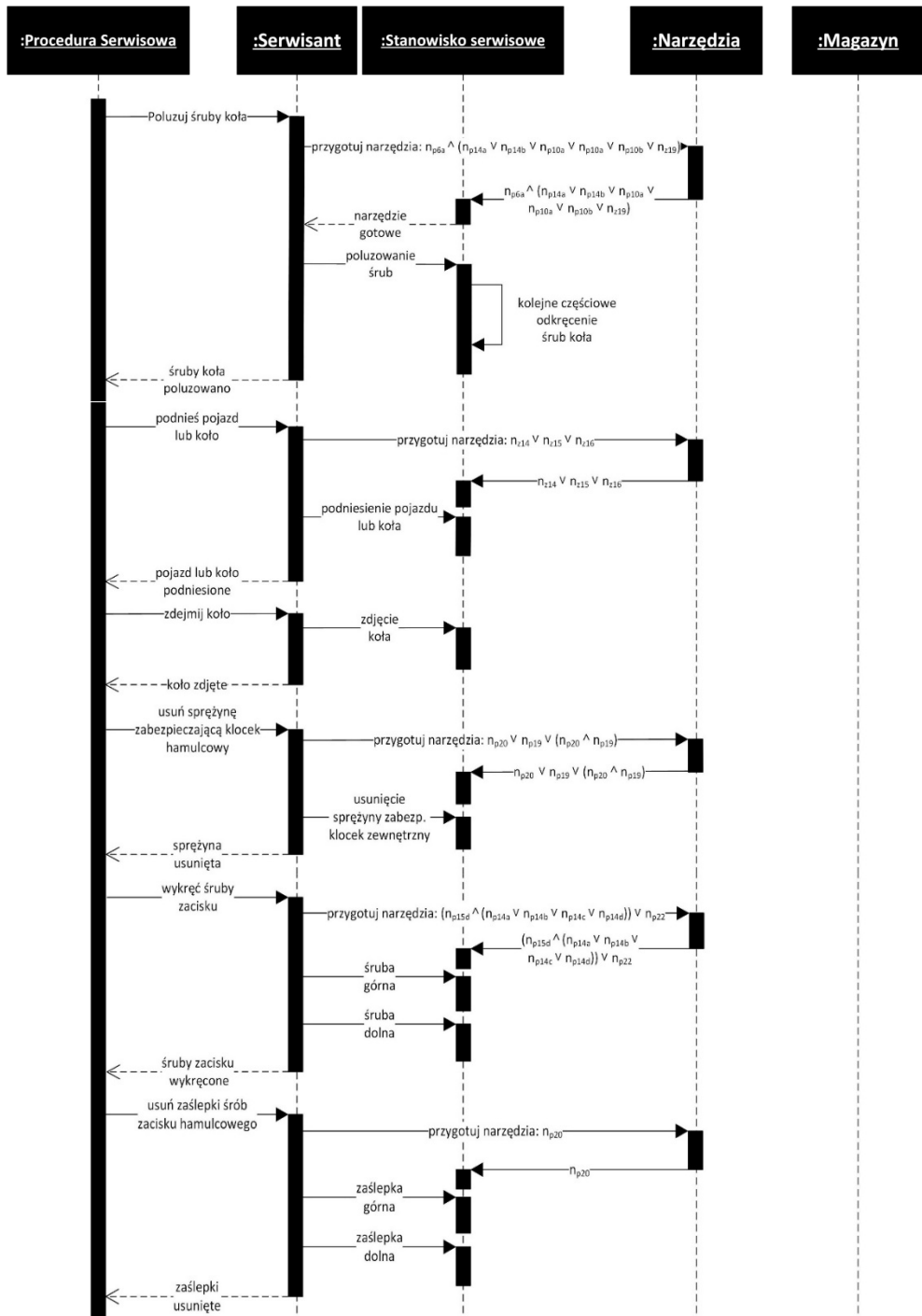
W tabeli 3 zaprezentowano szczegółowy opis realizacji jednej z procedur serwisowych – procedury wymiany klocków hamulcowych w przypadku hamulca tarczowego. W tabeli zastosowano oznaczenia zgodne ze słownikiem wyrazów i pojęć przedstawionym w rozdziale 3. Symbolem „ \vee ” oznaczono alternatywę wyboru narzędzia, symbolem „ \wedge ” – połączenie narzędzi, symbolem „+/-” oznaczono opcjonalne wykorzystanie narzędzia.

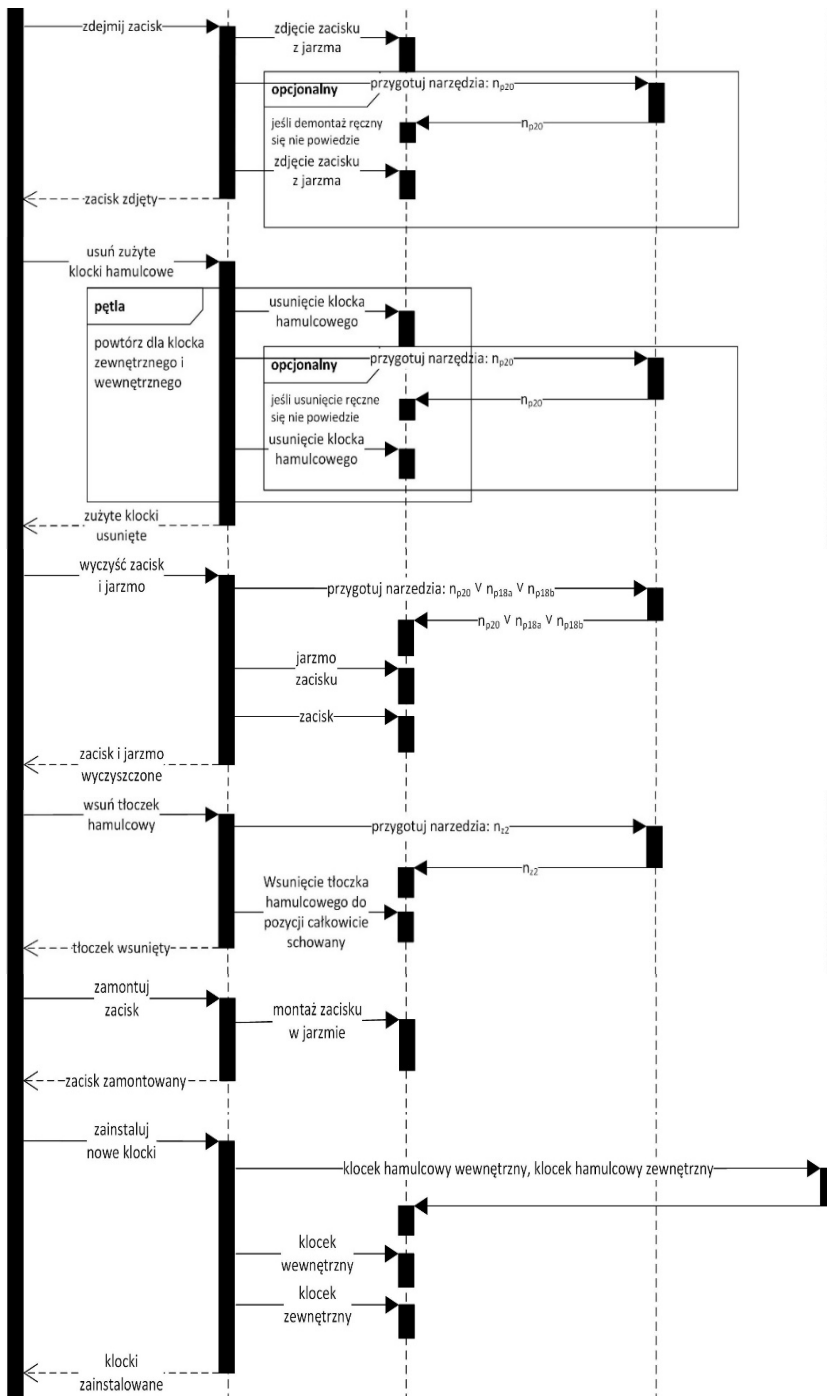
Tabela 3. Przykładowa realizacja procedury serwisowej

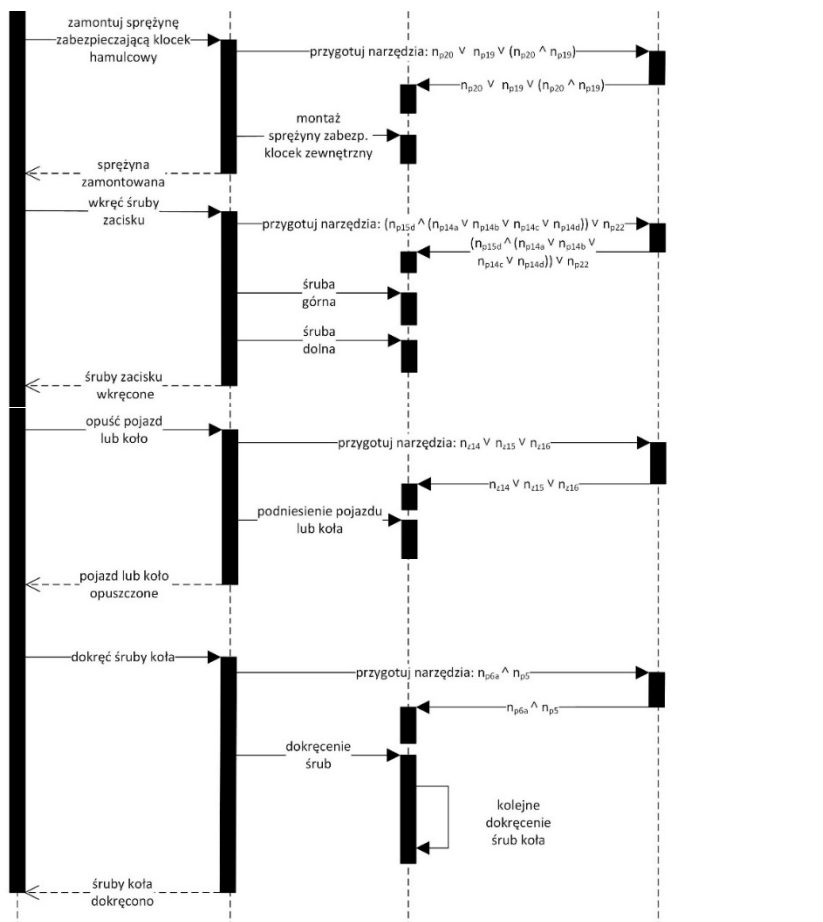
Nr kroku	Słowny opis czynności	Podzespól / element łączący / element mocujący	Nazwa czynności	Narzędzia
1	Poluzowanie śrub koła	śruba do kół (e _{2b})	luzować (c ₃)	$n_{p6a} \wedge (n_{p14a} \vee n_{p14b} \vee n_{p10a} \vee n_{p10a} \vee n_{p10b} \vee n_{z19})$
2	Podniesienie pojazdu		podnosić (c ₂₀)	$n_{z14} \vee n_{z15} \vee n_{z16}$
3	Odkręcenie wszystkich śrub koła	śruba do kół (e _{2b})	wykręcać (c ₂)	$n_{p6a} \wedge (n_{p14a} \vee n_{p14b} \vee n_{p10a} \vee n_{p10a} \vee n_{p10b} \vee n_{z19})$
4	Zdjęcie koła z tarczy	koło (p ₂₄)	zdyć (c ₁₁)	ręcznie
5	Demontaż sprężyny zabezpieczającej klocek zewnętrzny	sprężyna zabezpieczająca klocek (p _{15c})	podwahać (c ₁₈), wysunąć (c ₆)	$n_{p20} \vee n_{p19} \vee (n_{p20} \wedge n_{p19})$
6	Odstłonięcie gumowej zaślepki górnej śruby zacisku hamulcowego	zaślepka (e ₆)	zdyć (c ₁₁)	n_{p20}
7	Odstłonięcie gumowej zaślepki górnej śruby zacisku hamulcowego	zaślepka (e ₆)	zdyć (c ₁₁)	n_{p20}
8	Wykręcenie górnej śruby zacisku hamulcowego od jarzma	śruba uniwersalna (e _{2a})	wykręcać (c ₂)	$(n_{p15d} \wedge (n_{p14a} \vee n_{p14b} \vee n_{p14c} \vee n_{p14d})) \vee n_{p22}$
9	Wykręcenie dolnej śruby zacisku hamulcowego od jarzma	śruba uniwersalna (e _{2a})	wykręcać (c ₂)	$(n_{p15d} \wedge (n_{p14a} \vee n_{p14b} \vee n_{p14c} \vee n_{p14d})) \vee n_{p22}$
10	Zdjęcie zacisku hamulcowego z jarzma	zacisk hamulcowy (p ₁₉)	zdyć (c ₁₁)	ręcznie +/- n_{p20}
11	Zdjęcie zużytego wewnętrznego klocka hamulcowego	klocek hamulcowy (p ₁₇)	usunąć (c ₇)	ręcznie +/- n_{p20}

12	Zdjęcie zużytego zewnętrznego klocka hamulcowego	klocek hamulcowy (p ₁₇)	usunąć (c ₇)	ręcznie +/- n _{p20}
13	Oczyszczenie zacisku hamulcowego	zacisk hamulcowy (p ₁₉)	wyczyścić (c ₁₂)	n _{p20} ∨ n _{p18a} ∨ n _{p18b}
14	Oczyszczenie jarzma zacisku hamulcowego	jarzmo zacisku (p ₂₀)	wyczyścić (c ₁₂)	n _{p20} ∨ n _{p18a} ∨ n _{p18b}
15	Wsunięcie tłoczka hamulcowego do pozycji całkowicie schowany	zacisk hamulcowy (p ₁₉) / tłoczek hamulca (p _{21b})	wcisnąć (c ₈)	n _{z2}
16	Ułożenie nowego wewnętrznego klocka hamulcowego w jarzmie	klocek hamulcowy (p ₁₇)	umieścić (c ₁₅)	ręcznie
17	Ułożenie nowego zewnętrznego klocka hamulcowego w jarzmie	klocek hamulcowy (p ₁₇)	umieścić (c ₁₅)	ręcznie
18	Montaż zacisku hamulcowego na nowych klockach	zacisk hamulcowy (p ₁₉)	nasunąć (c ₁₉)	ręcznie
19	Montaż sprężyny zabezpieczającej klocek zewnętrzny	sprężyna zabezpieczająca klocek (p _{15c})	wsunąć (c ₅)	n _{p20} / n _{p19} / (n _{p20} ∧ n _{p19})
20	Wkręcenie górnej śruby zacisku hamulcowego do jarzma	śruba uniwersalna (e _{2a})	wkręcać (c ₁)	n _{p15d} ∧ (n _{p14a} / n _{p14b} / n _{p14c} / n _{p14d}) / n _{p22}
21	Wkręcenie dolnej śruby zacisku hamulcowego do jarzma	śruba uniwersalna (e _{2a})	wkręcać (c ₁)	n _{p15d} ∧ (n _{p14a} / n _{p14b} / n _{p14c} / n _{p14d}) / n _{p22}
22	Założenie koła	koło (p ₂₄)	nasunąć (c ₁₉)	ręcznie
23	Wstępne dokręcenie śrub mocujących koło	śruba do kół (e _{2b})	wkręcać (c ₁)	n _{p6a} ∧ (n _{p14a} ∨ n _{p14b} ∨ n _{p10a} ∨ n _{p10b} ∨ n _{z19})
24	Opuszczenie pojazdu na podłoże		opuszczać (c ₂₁)	n _{z14} ∨ n _{z15} ∨ n _{z16}
25	Dokręcenie śrub mocujących koło	śruba do kół (e _{2b})	dokręcać (c ₄)	n _{p6a} ∧ n _{p5}

Na rysunku 3 zaprezentowano diagram sekwencji dla procedury serwisowej opisanej w tabeli 3.







Rysunek 3. Diagram sekwencji procedury wymiany klocków hamulcowych

Przedstawiony model zapisu wiedzy ukrytej działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego, jak i przykład implementacji tego modelu, opiera się na założeniu, iż głównym elementem każdego kroku danej procedury serwisowej jest obiekt klasy „podzespół”. Podzespół ten jest mocowany z innym podzespółem lub elementem konstrukcyjnym serwisowanego produktu za pomocą obiektu klasy „element łączący”. Dla każdego elementu łączącego zdefiniowano zbiór dopuszczalnych czynności /operacji jakie mogą być na nim wykonywane. Następnym elementem prac będzie opracowanie zbioru dopuszczalnych operacji / czynności, jakie mogą być wykonywane w dziale serwisowym przy użyciu poszczególnych narzędzi. Dla obiektów wszystkich wskazanych w ontologii za pomocą modelu klas w notacji UML

opracowany zostanie również słownik form fleksyjnych, tak aby dalszą analizę znaczeniową wypowiedzi ograniczyć do form podstawowych poszczególnych wyrażień.

5. Podsumowanie i wnioski

Zaprezentowane podejście modelowania ontologii wiedzy ukrytej pozwala na dokonanie formalnego zapisu wiedzy ukrytej i możliwość implementacji ontologii w postaci systemu informatycznego wspomagającego konwersję wiedzy ukrytej do postaci wiedzy jawnej. Sformułowany model został zawężony do wiedzy działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego. W proponowanym modelu ontologii zdefiniowano dziedzinę, leksykon oraz zaprojektowano szczegółowo strukturę formalnego zapisu wiedzy ukrytej. Pokazano również możliwość wdrożenia ontologii w przedsiębiorstwie. Jednak, aby taki model mógł zostać wdrożony w praktyce gospodarczej konieczne jest wykonanie testów weryfikacyjnych jakości pozyskanej wiedzy ukrytej. Takie działania zostaną wykonane w dalszych pracach autora.

Bibliografia

- [1] Gruber T., *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*, "Knowledge Acquisition" Vol. 5, No. 2, 1993
- [2] Roussey C., Pinet F., Kang M.A., Corcho O., *An introduction to ontologies and ontology engineering*, w: *Ontologies in Urban Development Projects*, (eds) Falquet G., Metral C., Teller J. Tweed C., Springer, London, 2011
- [3] Gruber R.T., *Ontolingua: A Mechanism to Support Portable Ontologies*, Stanford University Press, Stanford, 1992
- [4] Neumayr B., Schuetz C.G., Jeusfeld M.A., Schrefl M., *Dual deep modeling: multi-level modeling with dual potencies and its formalization in F-Logic*, "Software & Systems Modeling" 2016
- [5] Slimani T., *Ontology development: A comparing study on tools, languages and formalisms*, "Indian Journal of Science and Technology" Vol. 8, No. 24, 2015
- [6] Ontoprise, *How to write F-Logic-Programs*, *Ontoprise tutorial series*, 2007, Semafora Systems, GmbH, http://www.semafora-systems.com/documents/tutorial_flogic.pdf [15.10.2016]
- [7] Negri E., Fumagalli L., Garetti M., Tanca L., *A review of semantic languages for the conceptual modelling of the manufacturing domain*, XIX Summer School "Francesco Turco" Industrial Mechanical Plants, Italy, 2014

- [8] Motta E., *An overview of the OCML modelling language*, 8th Workshop on Methods and Languages, 1998, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.43.9652&rep=rep1&type=pdf> [13.10.2016]
- [9] Su X., Ilebrikke L., *A comparative study of ontology languages and tools*, International Conference on Advanced Information Systems Engineering, Springer, Berlin–Heidelberg, 2002
- [10] Gómez-Pérez A., *Asunción. Ontological engineering: A state of the art*, “Expert Update: Knowledge Based Systems and Applied Artificial Intelligence” Vol. 2, No. 3, 1999
- [11] Heflin J., Hendler J., Luke S., *SHOE: A knowledge representation language for internet applications*, 1999, Institute for Advanced Computer Studies, University of Maryland, http://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/1044/C_S-TR-4078.pdf?sequence=4&isAllowed=y [15.10.2016]
- [12] Horrocks I., Patel-Schneider P.F., Harmelen Van F., *From SHIQ and RDF to OWL: The making of a web ontology language*, “Web semantics: science, services and agents on the World Wide Web” Vol. 1, No. 1, 2003, <http://www.ElsevierComputerScience.com> [16.10.2016]
- [13] Czarnecki A., *Technologie informatyczne wykorzystywane w projektowaniu i implementacji ontologii*, w: *Zarządzanie technologiami informatycznymi : stan i perspektywy rozwoju*, (red.) Orłowski C., Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Gdańsk, 2006
- [14] Czajkowski K., Trela T., *Semantic Web–standard, tools, implementations*, “Studia Informatica” Vol. 33, No. 2A, 2012, <http://studiainformatica.polsl.pl/index.php/SI/article/view/154/151> [16.10.2016]
- [15] Mach-Król M., *Wiedza i ontologie w temporalnych systemach inteligentnych*, „Informatyka Ekonomiczna” nr 1, tom 35, 2015
- [16] Hepp M., *Vehicle Sales Ontology*, <http://www.heppnetz.de/ontologies/vso/ns.html> [17.10.2016]
- [17] Makolab, *Used Used Cars Ontology Language Reference*, <http://ontologies.makolab.com/uco/ns.html> [17.10.2016]
- [18] Volkswagen UK, *Volkswagen Vehicles Ontology*, <http://www.volkswagen.co.uk/vocabularies/vvo/ns#oprops> [17.10.2016]
- [19] Maedche A., Staab S., *Ontology Learning for The Semantic Web*, “Springer Science & Business Media” Vol. 665, 2012, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.26.1474&rep=rep1&type=pdf> [17.10.2016]

**An ontology of tacit knowledge for the service department
in a manufacturing company**

Abstract

In this article an ontology model of tacit knowledge based on UML approach for the service department in a manufacturing company is presented. The first part of the article presents the literature research in the field of an ontology construction model for the knowledge representation in the company. Then, the ontology-field based on service procedures, the ontology-structure using UML approach and the ontology-word taxonomy are formulated. Section four is an example of the implementation of the proposed ontology for the selected service procedure and indicates potential directions for further work.

Keywords – an ontology, tacit knowledge, UML approach, word taxonomy