

ZASTOSOWANIE MAP POJEC W SYSTEMACH ZARZADZANIA WIEDZA¹

PIOTR JEDRZEJOWICZ, JAKUB STRYCHOWSKI

Streszczenie: Mapy Pojec (ang. *Topic Maps*) sa stosunkowo nowa forma reprezentacji wiedzy. Ich elastycznosc stwarza szerokie mozliwosci scalenia w ramach jednej, dobrze zdefiniowanej architektury różnorodnych struktur, schematów, meta-danych, taksonomii itp. W pracy zaproponowano metode okreslenia i porzadkowania zawartosci mapy pojec poprzez definiowanie ontologii systemu. Pokazano takze w jaki sposob zdefiniowana przez uzytkownika ontologia umozliwia funkcjonowanie automatycznie generowanego interfejsu uzytkownika. Wszystkie te mechanizmy znacznie skracaja i usprawniaja proces projektowania i realizacji systemów zarzadzania wiedza. Mozliwosci zastosowania proponowanych rozwiazan przedstawiono na przykladzie systemu EWD-P (Elektroniczna Wymiana Dokumentów – Polska).

1 Wstep

Współczesne systemy informacyjne dobrze radza sobie z przetwarzaniem i przechowywaniem duzych zbiorów danych. Organizacje wkładaja wiele wysilku w pozyskiwanie wiedzy zawartej w danych i informacjach generowanych przez systemy informacyjne. Niestety wiekszosc tego wysilku bywa marnowana. Duzo pracy pochłania definiowanie i oprogramowanie struktur baz danych, meta-danych, taksonomii, schematów kategoryzacji, tezaursów, słowników, ontologii (ontologia definiuje kategorie rzeczy, które istnieja lub moga istniec w danej dziedzinie z perspektywy osoby, która uzywa pewnego jezyka w celu wypowiedzania sie na temat tej dziedziny [13]). W celu zarzadzania tego rodzaju informacja w wielu systemach tworzy sie specyficzne metody przechowywania wiedzy, odpowiednie interfejsy programistyczne oraz specjalistyczne interfejsy uzytkownika. Zajmuje to wiele czasu i stwarza problemy integracyjne. W efekcie czesto nastepuje rozproszenie wiedzy powodujace jej niespójnosc i duza redundancje. Lekarstwem na taki stan rzeczy moze okazac sie odwzorowanie wiedzy w strukturze Map Pojec (ang. *Topic Map*) nazywanej tez czasem Mapa Tematów.

Standard „Topic Map” zostal opublikowany w 2000 roku jako norma ISO13250:2000 [4]. Geneza jego powstania [2] byla chec stworzenia technologii pozwalajacej na uporzadkowanie duzej ilosci zasobów informacyjnych w ramach ich semantycznego indeksu [1]. W dzisiejszych czasach nie jest problemem brak informacji, problemem stal sie jej nadmiar. Mapy pojec staja w szranki z balaganem informacyjnym w celu ulatwienia wyszukiwania i wykorzystania wiedzy [10].

¹ Praca finansowane ze srodków projektu Intelligent Content Management System, ICONS, IST-2001-32429, www.icons.rodan.pl

Elastyczność map pojęć powoduje iż jest ona często stosowana do przechowywania różnorodnych struktur wiedzy [8]. Zdolność opisywania dość dowolnych struktur informacji ma jednak swoją zasadniczą wadę – trudność w zachowaniu porządku w mapie pojęć. Celem pracy jest przedstawienie mechanizmów, które pozwolą końcowemu odbiorcy (użytkownikowi) uzyskać dostęp do interesujących go informacji przechowywanych w mapie pojęć. Użytkownik nie musi wiedzieć w jaki sposób zachowana jest wiedza. Interesuje go tylko jej przejrzysta prezentacja i łatwość modyfikacji w ściśle określonym zakresie.

W pracy tej zaprezentowano rozwiązania pozwalające sprostać tym wymaganiom. Skrótoowo została omówiona architektura mapy pojęć. Wspomniano o metodach wizualizacji mapy pojęć w narzędziu zwanym Nawigatorem Map Pojęć. Następnie opisano metodę definiowania w mapie pojęć wiedzy o systemie (ontologii systemu). Pokazano jako Nawigator wykorzystuje tę wiedzę w celu wygenerowania interfejsów użytkownika pozwalających na edycję zawartości mapy pojęć zgodnie z wymaganiami użytkowników.

2 System EWD-P

Możliwość zastosowania koncepcji map pojęć przedstawiono na przykładzie systemu EWD-P (Elektroniczna Wymiana Dokumentów – Polska) [3].

W strukturach organizacyjnych UE codziennie powstają dziesiątki dokumentów: propozycje nowych ustaw, raportów, zaleceń itp. Dokumenty te rozsyłane są do wszystkich krajów członkowskich za pomocą systemu informatycznego U32Mail. Kraje członkowskie zobowiązane są do zajęcia w określonym terminie stanowiska odnośnie dostarczonych dokumentów. Brak stanowiska oznacza zaakceptowanie propozycji UE. Istotne jest więc szybkie i sprawne rozsyłanie dokumentów do osób będących ekspertami w określonych dziedzinach, tak aby opracowanie stanowiska rozpoczęło się możliwie szybko. Wsparciem dla Jednostki Koordynującej tego rodzaju prace w Polsce ma być system EWD-P. System ten zbudowany w oparciu o technologie J2EE™ [6] dostarcza mechanizmy zarządzania dokumentami i sprawami, zarządzania procesami pracy, automatycznej klasyfikacji dokumentów, zarządzania wiedzą. Wszystkie te mechanizmy mają na celu wspomóc prace osób koordynujących procesy opracowywania stanowisk przez ekspertów zatrudnionych w określonych jednostkach organizacyjnych RP (resortach, agencjach itp.).

System EWD-P jest aplikacją internetową i jest pierwszym komercyjnym rozwiązaniem zbudowanym w oparciu o platformę ICONS służącą do budowania portali wspomagających zarządzanie wiedzą. Platforma ta została skonstruowana w ramach projektu ICONS, IST-2001-32429.

Zasadniczą rolę jaką pełnią mapy pojęć w systemie EWD-P jest reprezentacja wiedzy. Przez wiedzę rozumiemy tu nie tylko ontologię systemu EWD-P, będącą zbiorem terminów stosowanych przez użytkowników np. „stanowisko”, „resort”, „tematyka”. Mapy pojęć przechowują również informacje na temat konkretnych jednostek organizacyjnych np. „Ministerstwo Infrastruktury”, czy też konkretnych osób korzystających z systemu. Wiedza taka

ma postać deklaratywną i charakteryzuje się małą dynamiką zmian w czasie. Ilość pojęć nie jest duża, a intensywność ich modyfikacji będzie coraz mniejsza w miarę równowazenia się wiedzy (opisanej za pomocą pojęć i relacji pomiędzy nimi) z rzeczywistością.

Mapy pojęć znakomicie nadają się do reprezentacji wiedzy. Można oczywiście zrealizować system, w którym wiedza będzie przechowywana w oparciu o inne rozwiązania jak, przykładowo, relacyjne bazy danych. Zazwyczaj wiąże się to jednak z dużo mniejszą elastycznością struktury przechowywanej wiedzy. Każda zmiana takiej struktury w przypadku modelu relacyjnego wymaga pracy wielu osób: analityka, administratora, programisty, wdrożeniowca, testera. W przypadku mapy pojęć w większości przypadków całe zadanie może wykonać jedna osoba: inżynier wiedzy.

3 Architektura map pojęć

Podstawowym czynnikiem wpływającym na znaczną elastyczność map pojęć jest ich architektura. Standard „Topic Maps” definiuje dwa formaty zapisu map pojęć: HyTM (HyTime TopicMaps) i XTM (XML Topic Maps) [12]. Oba formaty różnią się pomiędzy sobą, jeśli chodzi o pewne aspekty architektoniczne mapy pojęć [5]. Znacznie częściej stosowany jest format XTM i on właśnie stanowi bazę dla omówionej tu architektury.

Każda mapa pojęć składa się z zestawu **pojęć** (ang. *topic*) oraz zestawu **asocjacji** pomiędzy pojęciami (ang. *association*).

Każde pojęcie może odpowiadać obiektom rzeczywistym, (np. „Amadeusz Mozart”), ich klasom (np. „osoba”), lub nawet obiektom abstrakcyjnym (np. „muzyka”). Ponadto pojęcie może w jednym kontekście odnosić się do klasy obiektów, a w innym stanowić określony obiekt.

Określone elementy rzeczywistości mogą posiadać wiele nazw – w szczególności nazwy w różnych językach. Standard „Topic map” wychodzi naprzeciw tego rodzaju wymaganiom - pozwala na przypisywanie do jednego pojęcia wielu **nazw** (ang. *topic name*). Nazwa stanowi ciąg znaków. Elementem pozwalającym odróżnić nazwy od siebie jest tzw. **zakres** (ang. *scope*). Każda z nazw może mieć przyporządkowany **zakres** określający w jakim kontekście powinna ona być używana. Zakres definiowany jest jako zbiór pojęć, dla przykładu może on składać się z pojęć: „język polski”, „widoczny”. Nazwa posiadająca tak zdefiniowany **zakres** powinna być używana jeśli osoba, korzystająca z wiedzy zawartej w mapie pojęć, posługuje się językiem polskim.

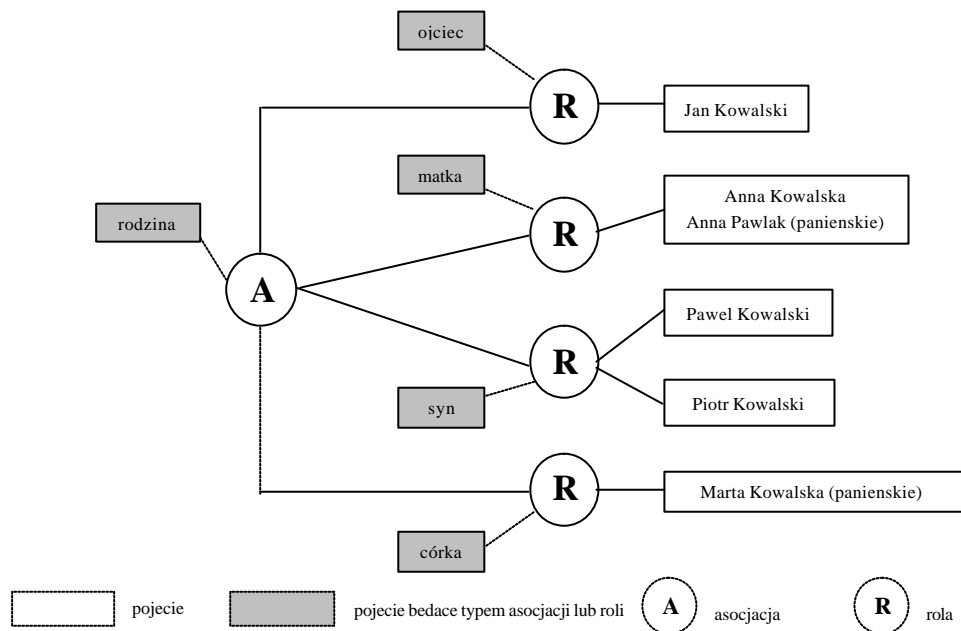
Pojęcia mogą być rozróżnialne poprzez przyporządkowanie im określonych **typów** (ang. *topic type*). Typem pojęcia może być dowolne inne pojęcie znajdujące się w mapie pojęć. Pojęcie może posiadać wiele typów. Pomiedzy pojęciem a pojęciem będącym jego typem istnieje więc swoista relacja. Relacja taka nazywana jest często relacją pomiędzy klasą a instancją. Pojęcie będące typem jest **klasa**, a pojęcie posiadające typ jest **instancja** tej klasy. Przykładowo „Amadeusz Mozart” jest pojęciem posiadającym przyporządkowany typ „kompozytor”. Pojęcie „kompozytor” jest w tym wypadku klasą, a pojęcie „Amadeusz Mozart” jest instancją tej klasy. Jednocześnie zauważmy, że pojęcie „kompozytor” mimo tego iż

samo jest klasa może być instancją innych klas np. klasa „profesja”, lub „rodzaj udziałów w tantiemach”.

Koncepcja map pojęć została stworzona dla celów indeksacji rozproszonych zasobów. Nieodzownym elementem mapy pojęć jest więc tzw. **wystąpienie** (ang. *occurrence*). Wystąpienie wskazuje na zasób związany z pojęciem. Zasób identyfikowany jest przez URI. (ang. *Uniform Resource Identifier*). Pojęcie może posiadać wiele wystąpień, które rozróżnialne są za pomocą **zakresów** (podobnie jak dla nazw) oraz **typów wystąpień**. Typ wystąpienia to dowolne pojęcie znajdujące się w mapie pojęć. Typ ten określa jakiego rodzaju zawartość dostępna jest we wskazanym zasobie np. „rysunek”, „dokumentacja” itp.

Standard dopuszcza również na stosowanie tzw. **bezpośrednich wystąpień** (ang. *inline occurrence*). Wystąpienia tego rodzaju zapisane są bezpośrednio w mapie pojęć. Mogą to być np. definicje, opisy pojęć itp. Mechanizm ten można wykorzystać do zapisu meta-danych związanych z pojęciami.

Mapa pojęć byłaby zwykłym słownikiem gdyby nie **asocjacje** (ang. *association*) pomiędzy pojęciami. Asocjacje mogą wiązać wiele pojęć. Każda asocjacja posiada typ określony za pomocą dowolnego pojęcia. Pojęcia wchodzące w skład asocjacji (ang. *association members*) pełnią określone **role** w tej asocjacji (ang. *topic plays role*). **Typ roli** to dowolne pojęcie w mapie pojęć.



Rysunek 1 Przykładowa asocjacja w mapie pojęć.

Rysunek 1 ilustruje przykładową asocjację o typie „rodzina”. Asocjacja ta posiada role o następujących typach: „matka”, „ojciec”, „córka”, „syn”. Każda z

ról może posiadać dowolną ilość graczy w tym wypadku są to pojęcia odpowiadające określonym osobom. Jeśli zajdzie potrzeba do asocjacji można w dowolnym momencie dodać kolejne role np. przez niektórych „zwierzę domowe” może być uważane za członka rodziny. Warto zwrócić uwagę iż pojęcie odnoszące się do matki posiada dwie nazwy. Druga z nazw posiada zdefiniowany **zakres** składający się z pojęcia „panienske”. Podobnie jak nazwy i wystąpienia asocjacja również może mieć przyporządkowany zakres określający jej widoczność w jakimś kontekście. Zakresy w asocjacjach mogą zostać wykorzystane między innymi do oznaczenia asocjacji, już nie aktywnych – zastąpionych przez nowsze [11].

Ostatnim istotnym elementem map pojęć jest mechanizm identyfikacji pojęć. Mechanizm taki powinien zapewniać możliwość łączenia map pojęć wdrożonych w odrębnych systemach podlegających integracji. Mechanizm ten również służy do zapewnienia niepowtarzalności pojęć. Pojęcia identyfikowane są za pomocą URI. Istnieją dwa rodzaje identyfikatorów. Pierwszym z nich jest tzw. **tożsamość obiektu** (ang. *subject identity*). Ten sposób identyfikacji używany jest w sytuacjach gdy pojęcie odnosi się do obiektu będącego zasobem sieciowym wskazywanym przez URI. Jeśli przykładowo pojęciem jest „Strona Internetowa NASA” to do identyfikacji używamy tożsamości obiektu. Jeśli natomiast pojęciem byłoby „NASA” to wtedy używamy drugiego sposobu identyfikacji za pomocą tzw. **wskaznika obiektu** (ang. *subject indicator*). W takiej sytuacji URI nie wskazuje bezpośrednio na obiekt do którego odnosi się pojęcie, lecz wskazuje jakiś zasób opisujący ten obiekt. Pojęcie może posiadać wiele wskaźników obiektu, ale co najwyżej jedna tożsamość obiektu. Niezależnie od sposobu identyfikacji dwa pojęcia identyfikowane przez to samo URI traktowane są jako to samo pojęcie i powinny być łączone przez aplikacje przetwarzające mapy pojęć [12].

Poniższa uproszczona gramatyka prezentuje architekturę mapy pojęć. Gramatyka ta ma charakter poglądowy, standard XTM1.0 zawiera plik DTD szczegółowo definiujący elementy mapy pojęć:

```
TOPICMAP ::= (TOPIC | ASSOCIATION)*
TOPIC ::= (NAME)*, (OCCURRENCE)*, (TYPE)*, (SUBJECT_IDENTITY)?,
(SUBJECT_INDICATOR)*
NAME ::= DATA, (SCOPE)?, (VARIANT_NAME)*
SCOPE ::= (TOPIC)*
VARIANT_NAME ::= (DATA | URI)?, PARAMETERS, (VARIANT_NAME)*
PARAMETERS ::= (TOPIC)+
OCCURRENCE ::= (DATA | URI), (OCCURRENCE_TYPE)?, SCOPE
OCCURRENCE_TYPE ::= TOPIC
ASSOCIATION ::= (ROLE)+, ASSOCIATION_TYPE, SCOPE
ASSOCIATION_TYPE ::= TOPIC
ROLE ::= ROLE_TYPE, (PLAYER)*
```

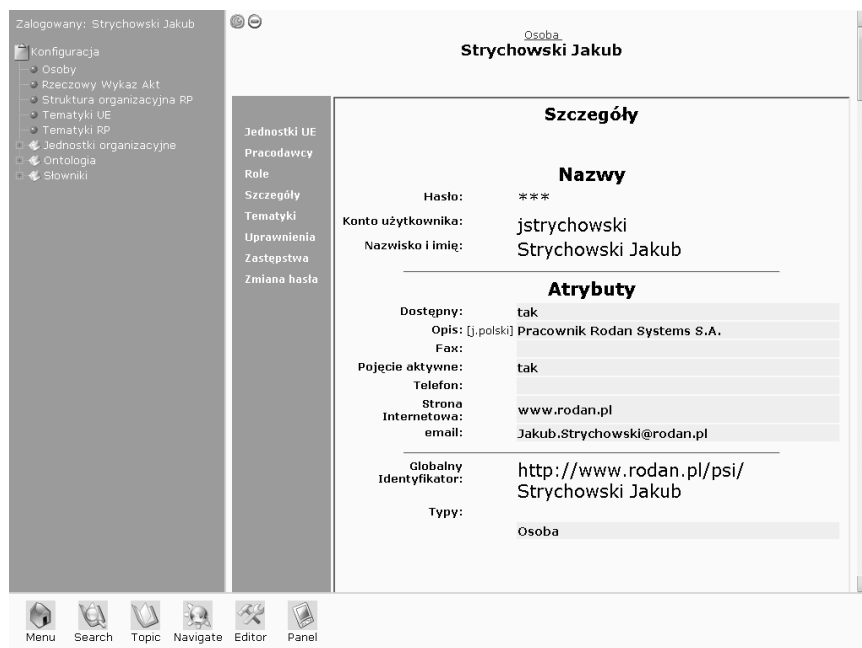
PLAYER ::= TOPIC
SUBJECT_IDENTITY ::= URI
SUBJECT_INDICATOR ::= URI

gdzie:

A - oznacza iż A musi wystąpić
(A)? - oznacza iż A może, ale nie musi wystąpić
(A)* - oznacza iż A może wystąpić dowolną ilość razy
(A)+ - oznacza iż A musi wystąpić co najmniej raz
A, B - oznacza A i B
A | B - oznacza A albo B
URI - odnosi do zewnętrznego zasobu
DATA - dowolny tekst

4 Nawigacja w gąszczu pojęć

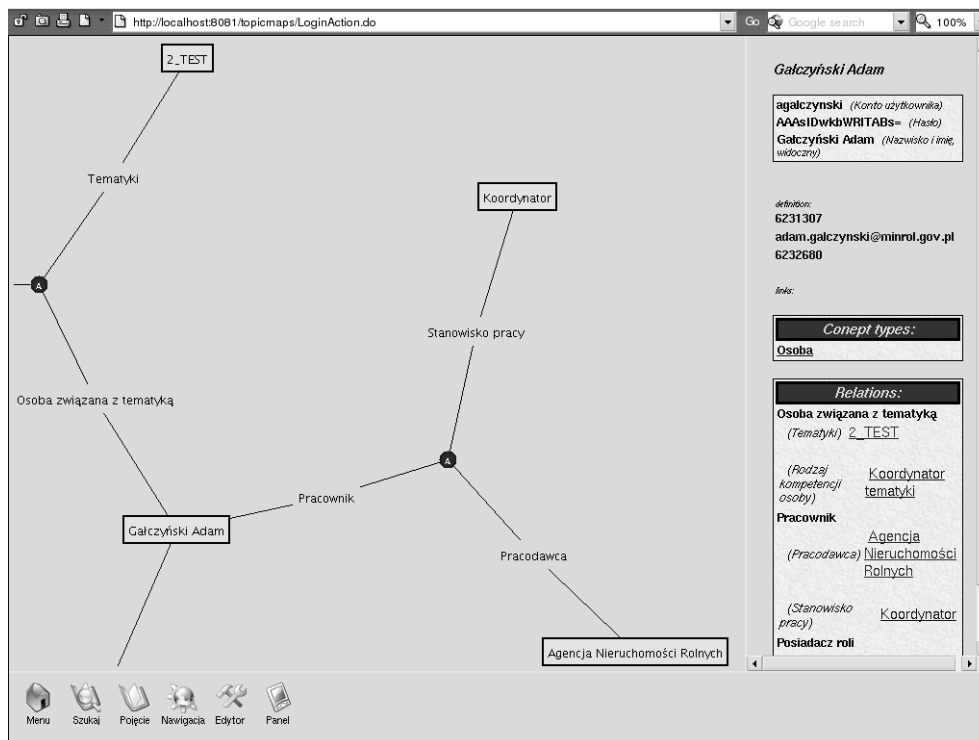
Typowa mapa pojęć może zawierać wiele tysięcy pojęć. Wszystkie one tworzą różne relacje pomiędzy sobą. Prezentacja tych informacji w sposób czytelny i łatwy w odbiorze dla użytkowników nie jest rzeczą banalną. Najczęściej stosowanym podejściem jest reprezentacja pojęć jako stron internetowych. Zbiory pojęć prezentowane są jako listy, lub drzewa. Elementem takiej listy, lub drzewa jest pojęcie widoczne jako łącze o nazwie we właściwym języku. Kliknięcie na takim łączu powoduje wyświetlenie informacji o pojęciu. Strona prezentująca pojęcie zawiera zazwyczaj nazwy, typy, definicje pojęć oraz łącza do zasobów wskazywanych przez wystąpienia. Zdarza się również, że zawartość wskazywanych zasobów prezentowana jest bezpośrednio na tej samej stronie (jeśli zasobem jest np. zdjęcie). Relacje do innych pojęć widoczne są jako łącza. Użytkownik może więc nawigować po całej mapie korzystając z relacji pomiędzy pojęciami. Na rysunku 2 zaprezentowano wygląd Nawigatora Map Pojęć pozwalającego na przeglądanie oraz edycję pojęć i asocjacji za pomocą generatywnych stron internetowych. Po lewej stronie rysunku znajduje się menu Nawigatora z prawej widoczne są informacje na temat wybranego pojęcia.



Rysunek 2 Nawigator Map Pojec jako narzędzie wizualizacji map pojec w postaci stron internetowych.

Często w celach nawigacji stosowane są bardziej zaawansowane techniki takie jak reprezentacja map pojec w postaci drzew, grafów, hiperbolicznych grafów, samoorganizujących się map, wirtualnej rzeczywistości. [8].

W systemie EWD-P możliwa jest nawigacja z poziomu stron Internetowych jak i animowanego grafu pojec (ang. *Touchgraph*), którego przykład widoczny jest na rysunku 3. Takie podejście pozwala na dość sprawne wyszukiwanie informacji. Dostarczone również mechanizm wyszukiwania pełno-tekstowego co często jest wykorzystywane przez użytkowników przyzwyczajonych do korzystania z wyszukiwarek internetowych.



Rysunek 3 Nawigacja w mapie pojec z wykorzystaniem dynamicznego grafu (po kliknieciu na pojecie rozwijaja sie dalsze relacje, komponent sam dba o wlasciwe rozmieszczenie wezłów i krawedzi).

O ile proste narzędzia służące do nawigacji po mapie pojęć nie są trudne do wytworzenia o tyle dostarczenie mechanizmów sprawnej edycji tego rodzaju struktury jest już dość złożonym problemem. Zazwyczaj tworzenie mapy pojęć powierza się wyspecjalizowanym pracownikom (inżynierom wiedzy, analitykom). Dużym problemem jest jednak wykonywanie modyfikacji przez zwykłych użytkowników na co dzień zajmujących się zupełnie innymi zadaniami. Z problemem takim można było się zetknąć podczas realizacji systemu EWD-P. Rozwiązaniem okazał się mechanizm generatywnych (ang. *generative*) interfejsów użytkownika. Generatywny interfejs ma tę własność, że zestaw elementów interfejsu użytkownika generowany jest przez komputer – nie ma potrzeby przygotowywania specjalistycznych formularzy przez programistów. W systemie EWD-P rolę generatywnego interfejsu użytkownika pełni **Nawigatora Map Pojęć**. Nawigator odczytuje z mapy pojęć informacje potrzebne do wytworzenia odpowiednich formularzy. Wygenerowane formularze pozwalają użytkownikom modyfikować mapę pojęć w zakresie ściśle określonym przez **ontologie systemu**.

5 Ontologia systemu

Postać formularzy pozwalających na edycję pojęć uzależniona jest od klas, do których pojęcia te należą. Inżynier wiedzy określa jakie klasy powinna zawierać

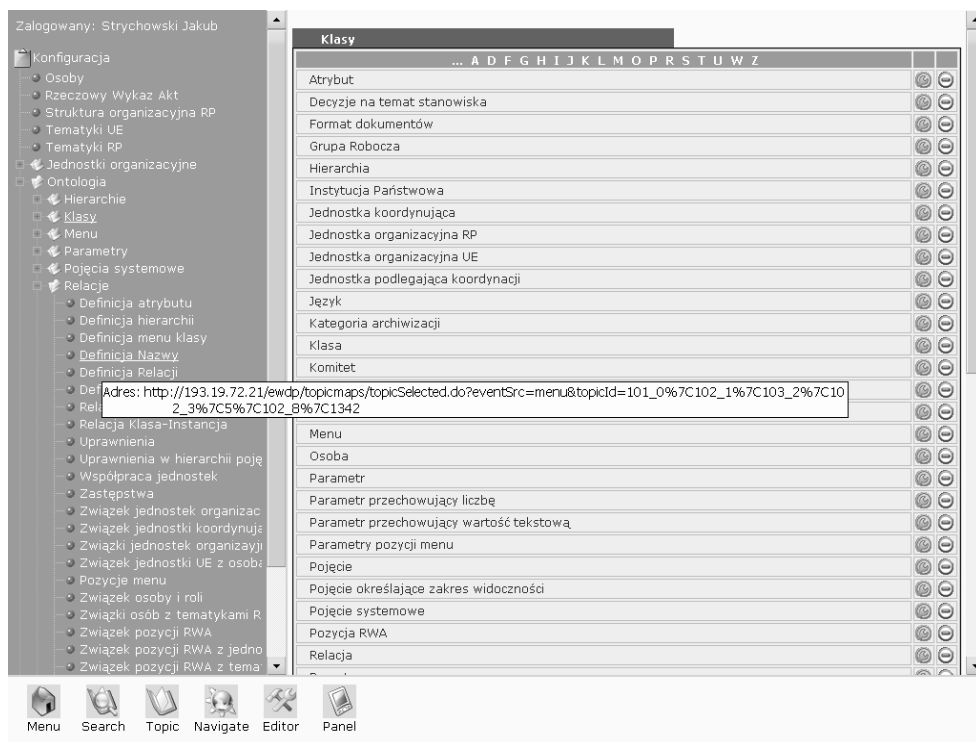
mapa pojec, jakie nazwy i atrybuty moga posiadac pojecia nalezace do tych klas. Ponadto ustala on typy asocjacji oraz role pojec wchodzace w sklad asocjacji. Zbiór tych definicji mozemy nazywac ontologia systemu. Ontologia jest wiec przede wszystkim zbiorem klas pojec oraz typów relacji. Definiuje ona ponadto pewne wspólne cechy pojec nalezacych do okreslonych klas.

Przykładowo w systemie EWD-P okreslono takie klasy pojec jak: „kategoria tematyczna spraw”, „osoba”, „jednostka organizacyjna RP”, „jednostka tematyczna UE”, „kategoria dokumentu UE” itp. Dla kazdej z tych klas zdefiniowane zostaly nazwy i atrybuty, np. dla klasy „kategoria dokumentu UE” zdefiniowano takie nazwy jak: „nazwa w jezyku angielskim”, „nazwa w jezyku polskim”, „skrót”; oraz takie atrybuty jak: „opis w jezyku polskim”. Inzynier wiedzy zdefiniowal w systemie EWD-P miedzy innymi takie relacje jak: „związek kategorii dokumentu UE i kategorii tematycznej spraw”, „związek pracownika i pracodawcy”, „związek jednostek organizacyjnych RP” itp.

Po zdefiniowaniu klas, ich nazw, atrybutów i odpowiednich relacji uzytkownicy systemu moga za pomoca generatywnego interfejsu uzytkownika tworzyć, modyfikowac oraz usuwac pojecia. Mozliwe jest nadawanie pojeciom nazw i wprowadzanie atrybutów zgodnie ze schematem okreslonym w ontologii. Również tworzenie asocjacji ograniczone jest do zakresu zdefiniowanego w ontologii.

Inzynier wiedzy ma również mozliwosc okreslenia w trakcie tworzenia ontologii innych elementów generatywnego interfejsu uzytkownika wykorzystywanych przez Nawigator Map Pojec. Naleza do nich omówione w dalszej czesci menu nawigacji, hierarchie oraz odwołania do innych modułów systemu.

Istotnym elementem ontologii systemu jest definicja uprawnień dla okreslonych uzytkowników. Uprawnienia scisle okreslaja w jakim zakresie dany uzytkownik moze tworzyć, modyfikowac, usuwac pojecia i relacje w mapie pojec. Mozliwe jest tu dosc elastyczne definiowanie uprawnień z wykorzystaniem miedzy innymi hierarchii pojec.



Rysunek 4 Edycja ontologii systemu EWDP w Nawigatorze Map Pojec (widoczna jest lista klas - z prawej, oraz fragment menu sluzacy do definicji ontologii – z lewej).

Ontologia systemu przechowywana jest w mapie pojec jako zbiór pojec i relacji. Jest to sytuacja, w której mapa pojec opisuje sama siebie. Można wiec wykorzystac mechanizm generatywnych interfejsów uzytkownika do tworzenia samej ontologii systemu. Fragment ontologii definiujacy jej strukture w mapie pojec mozemy wydzielic i uznac jako baze do budowy ontologii innych systemów. Zestaw pojec i relacji wchodzacych w sklad takiej bazy nazywany jest mianem **ontologii mapy pojec**.

6 Ontologia mapy pojec

Elementy ontologii mapy pojec zawieraja informacje pozwalajace na wygenerowanie w nawigatorze odpowiednich formularzy sluzacych do edycji ontologii systemu. W sklad ontologii mapy pojec wchodzi nastepujace elementy:

6.1 Definicja klasy pojec

Jak juz wczesniej wspomniano zgodnie ze standardem “TopicMap” pojecia posiadaja okreslone typy – naleza do okreslonych klas pojec. Kazde pojecie moze nalezec do wielu klas pojec. Jedna z podstawowych operacji wykonywanych przez

inżyniera wiedzy jest zdefiniowanie zbioru klas pojec wykorzystywanych w systemie.

Klasa dowolnego pojecia moze byc kazde inne pojecie. Taka elastycznosc jest w rzeczywistosci utrudnieniem dla uzytkownikow, ktorzy tworzac nowe pojecie musieliby okreslac jego klase wybieraja pojecie z posrod wszystkich pojec znajdujacych sie aktualnie w systemie. Dlatego tez inzynier wiedzy powinien w jakis sposob oznaczyc pojecia, ktore moga byc klasami dla innych pojec. Uzynic to moze w prosty sposob – wszystkim pojeciom, ktore moga byc klasami dla innych pojec przyporzadkowuje typ “Klasa”. “Klasa” jest oczywiscie pojeciem zdefiniowanym w ontologii mapy pojec.

W rzeczywistosci tworzenie nowych pojec w Nawigatorze Map Pojec odbywa sie nie poprzez utworzenie pojecia i okreslenie jego typow, lecz poprzez wskazanie klasy tworzonego pojecia np. uzytkownik wybiera klase “Osoba” i wydaje polecenie utworzenie nowego pojecia bedacego instancja tej klasy. W ten sam sposob inzynier wiedzy tworzy nowe klasy pojec - wskazujac pojecie “Klasa” i wydajac polecenie tworzenia nowej instancji tej klasy.

6.2 Definicja nazwy pojecia

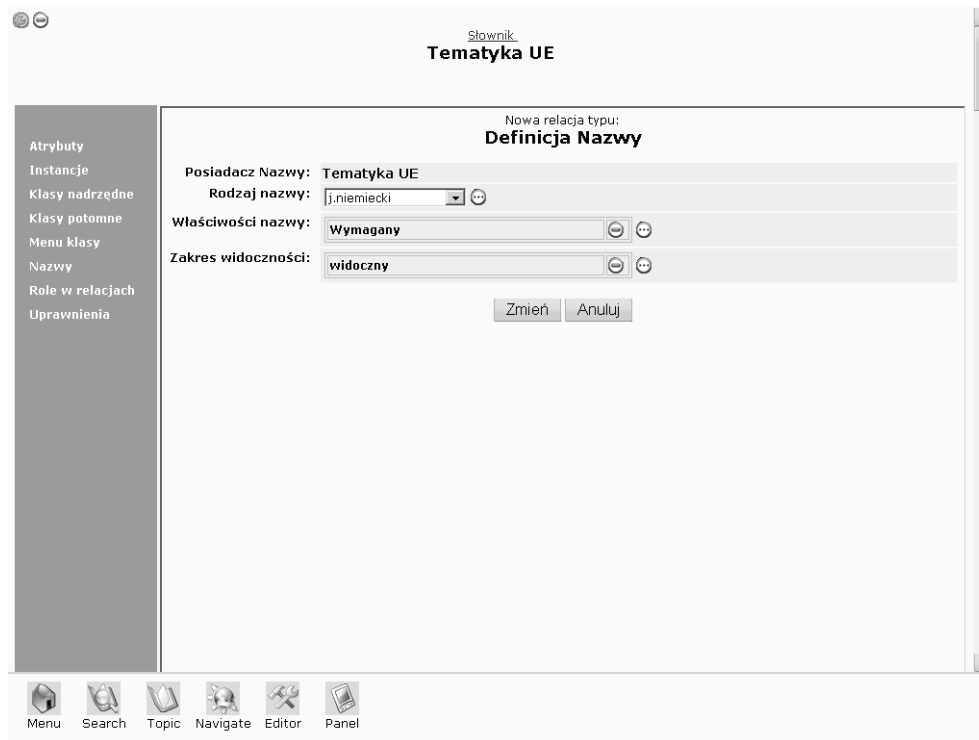
Pojecia moga posiadac dowolnie wiele nazw. Pozwalajac uzytkownikom na taka dowolnosc mozemy wprowadzic spore zamieszanie w naszej mapie wiedzy. Nie trudno sobie wyobrazic sytuacje gdy pojecia nalezace do tej samej klasy zawieralyby nazwy o zupelnie odmiennych zakresach. Dla tego tez nawigator pozwala nadawac pojeciom nazwy wylacznie zgodnie ze zdefiniowanym schematem. Schemat ten tworzy inzynier wiedzy wiazac kilka pojec w asocjacji o typie **‘Definicja nazwy’**. Zasadnicze pojecia wchodzace w sklad tej asocjacji to pojecie bedace dowolna klasa oraz pojecie okreslajace typ nazwy. Zwiazanie klasy z typem nazwy spowoduje, ze nawigator bedzie generowal dla pojec nalezacych do tej klasy formularze zawierajace pole pozwalajace na edycje nazwy tego rodzaju. Przykladowo w systemie EWDP pomiedzy pojeciem „kategoria UE”, a pojeciem „Skrót” utworzono asocjacje o typie „Definicja nazwy”. Dzieki temu formularze sluzace do edycji instancji klasy „kategoria UE” zawieraja pole z etykieta „Skrót”, w ktore uzytkownik moze wprowadzic odpowiednia wartosc.

Asocjacja “Definicja nazwy” moze zawierac rowniez inne pojecia definiujace wlasciwosci nazwy oraz zakres nazwy. Zasadniczo asocjacja ta sklada sie z rol o nastepujacych typach:

- ? **Klasa pojec posiadajaca nazwe** – pojecie pelniace ta role to klasa pojec, ktorych instancje posiadaja zdefiniowana nazwe
- ? **Typ nazwy** – typ nazwy to pojecie pozwalajace na odróżnienie wielu nazw od siebie.
- ? **Wlasciwosci nazwy** – pojecia pelniace ta role w asocjacji okreslaja dodatkowe parametry nazw. Parametry te wykorzystywane sa przez Nawigatora do podejmowania okreslonych akcji np. parametr **“wymagana”** nie pozwala utworzyc pojecia jesli nie podano nazwy oznaczonej ta wlasciowoscia. Innymi

właścivosciami sa miedzy innymi: „szyfrowanie” – przed zapisem do mapy pojec nazwa jest kodowana, „unikalna” – nie mozna utworzyc dwóch pojec o takiej samej nazwie, „przyrostek identyfikatora” – nazwa wykorzystywane jest przy automatycznym tworzeniu identyfikatora pojecia.

- ? **Zakres** – pojecia grajace ta role okreslaja kontekst (np. jezykowy) w jakim nazwa powinna byc uzywana



Rysunek 5 Definiowanie nazwy dla klasy "Tematyka UE".

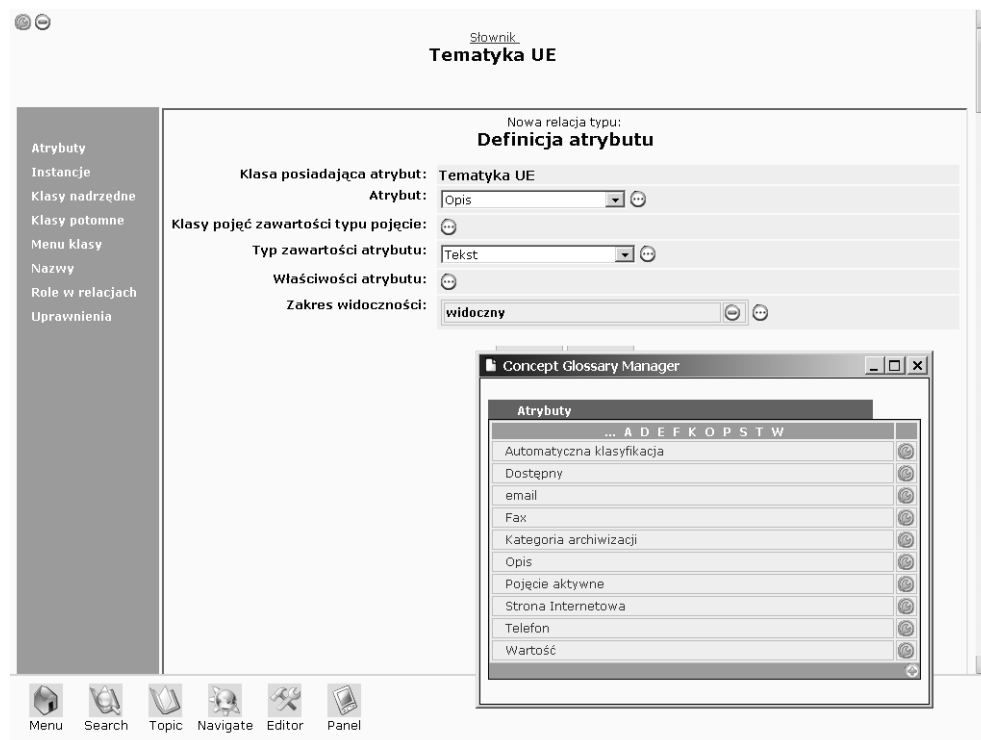
Uwaga: Obecna wersja standardu ISO13250 nie definiuje typów nazw. Wprowadzenie typów dla nazw jest dopiero rozważane jako potencjalny składnik przyszłej wersji standardu. Dlatego też nawigator zapisuje typ nazwy jako jedno z pojec definiujących zakres nazwy.

6.3 Definicja atrybutu pojecia (wystapienia)

Zestaw atrybutów (wystapien) jakie moga posiadac instancje okreslonych klas jest definiowany podobnie jak zestaw dopuszczalnych nazw – za pomoca asocjacji. Asocjacja okreslajaca atrybuty oznaczona jest typem “**Definicja atrybutu**”. Sklada sie ona z ról o nastepujacych typach:

- ? **Klasa pojec posiadajaca atrybut**
- ? **Typ atrybutu** - pojecie okreslajace typ atrybutu – (dopuszczalne typy atrybutów to dowolne instancje klasy “Typ atrybutu”)

- ? **Zakres** – zestaw graczy tej roli określa zakres np. językowy definiowanego atrybutu
- ? **Właściwości** – podobnie jak dla nazw atrybut może posiadać określone właściwości
- ? **Typ zawartości atrybutu** – gracz tej roli określa jakiego rodzaju dane zawiera atrybut. Dopuszczalne są tu takie typy jak tekst, liczba, data, łącze itp.



Rysunek 6 Definiowanie atrybutu dla klasy "Tematyka UE".

6.4 Definicja relacji

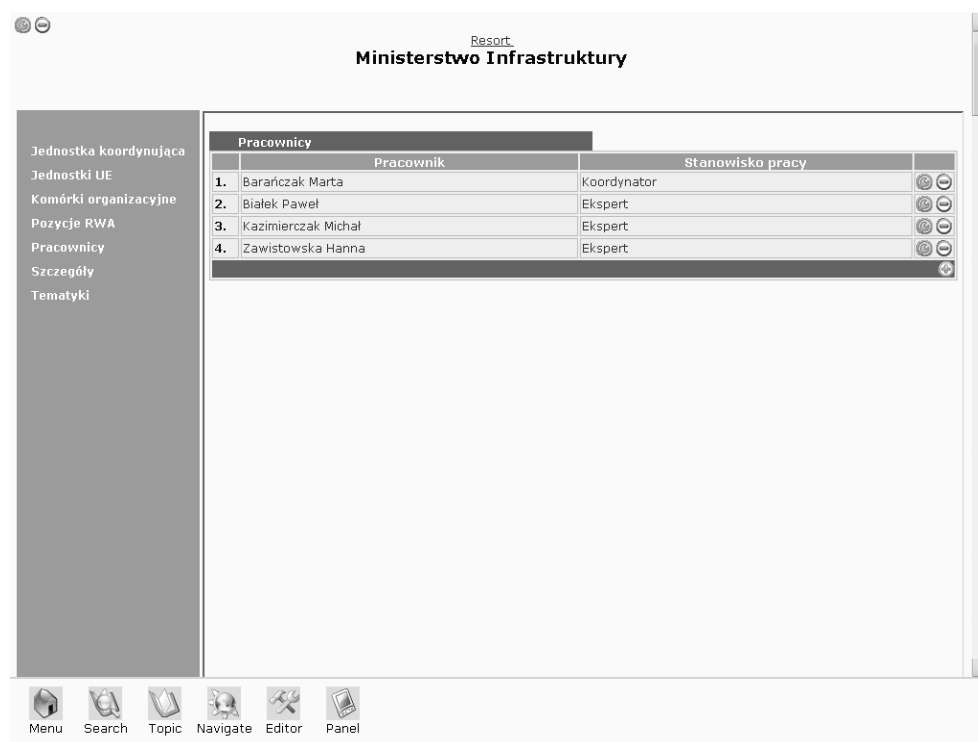
Równie istotną czynnością jak określanie klas pojęć jest definiowanie relacji pomiędzy pojęciami. Zgodnie ze standardem mapa pojęć może zawierać relacje dowolnego typu pomiędzy dowolnymi pojęciami pełniącymi dowolne role w tych relacjach. Tworzenie poprawnych powiązań przy takiej elastyczności jest niezwykle skomplikowane dla przeciętnego użytkownika. Dlatego konieczne jest zawarcie w ontologii systemu definicji typów asocjacji tworzonych przez pojęcia. Nawigator odczytując te definicje generuje odpowiednie interfejsy pozwalające na tworzenie relacji zgodnych ze schematem wynikającym z ontologii systemu.

Schemat asocjacji tworzony jest przez inżyniera wiedzy poprzez utworzenie instancji klasy **“Relacja”**. Utworzone pojęcie stanie się typem wszystkich asocjacji zgodnych z definiowanym schematem. Dodatkowo inżynier wiedzy określa typy ról jakie mogą wchodzić w skład asocjacji. Realizuje to poprzez tworzenie

powiazan pomiedzy pojeciem oznaczajacym relacje, a pojeciami oznaczajacymi typy ról. Typy ról to po prostu instancje klasy **“Rola pojecia”**.

Okreslenie typu asocjacji oraz zbioru ról wchodzacych w sklad asocjacji to zbyt malo aby Nawigator byl w stanie wygenerowac ergonomiczny interfejs uzytkownika. Nalezy jeszcze okreslic jakie pojecia moga pelnic poszczególne role w asocjacji oraz ile graczy kazda z ról moze posiadac. Inzynier wiedzy czyni to tworzac relacje pomiedzy pojeciami oznaczajacymi typy ról, a pojeciami oznaczajacymi klasy pojec. Powiazanie takie (asocjacja o typie **„Definicja roli”**) sklada sie z 3 ról:

- ? **Klasa pojec grajacych role** – graczami moga byc dowolne klasy pojec
- ? **Typ roli** – graczem jest instancja klasy „Typ roli”
- ? **Liczba graczy** – gracz to dowolne pojecie okreslajace przedzial liczbowy (np. “co najmniej 1”), lub konkretna liczbe (np. „dokladnie 1”).



Rysunek 7 Lista relacji pomiedzy "Ministerstwem Infrastruktury" a pracownikami.

Przyporzadkowanie klas pojec do ról znacznie ulatwia tworzenie relacji – uzytkownik wybierajac graczy dla okreslonych ról nie musi wybierac sposcrod wszystkich pojec, lecz tylko z posrod pojec nalezacych do klas zwiazanych z rola. Co wiecej zwiazanie klas pojec z rolami pozwala na generowanie odpowiednich komend w interfejsie uzytkownika Nawigatora. Przykladowo podczas wyswietlania w systemie EWD-P pojecia o typie „jednostka organizacyjna RP”,

system automatycznie generuje przycisk "Pracownicy" ponieważ w ontologii systemu określono, że "jednostki organizacyjne RP" wiąza się z "Osobami" w relacji "Zatrudnienie" składającej się z ról "Pracownik", "Pracodawca", „Stanowisko”. Klikając na wygenerowany przycisk użytkownik ujrzy listę relacji w postaci tabeli: wiersze to asocjacje, a kolumny odpowiadają określonym rolom (rysunek 7). Będzie on miał również możliwość usunięcia, dodania, zmieniania, relacji (rysunek 8).

The screenshot shows a web application window titled "Resort Ministerstwo Infrastruktury". On the left is a sidebar with a menu containing: "Jednostka koordynująca", "Jednostki UE", "Komórki organizacyjne", "Pozycje RWA", "Pracownicy", "Szczegóły", and "Tematyki". The main content area is titled "Nowa relacja typu: Związek pracownika i pracodawcy". It contains three input fields: "Pracodawca: Ministerstwo Infrastruktury", "Pracownik: osoba110", and "Stanowisko pracy: Minister". Below these fields are two buttons: "Utwórz" and "Anuluj". At the bottom of the window is a toolbar with icons for "Menu", "Search", "Topic", "Navigate", "Editor", and "Panel".

Rysunek 8 Tworzenie nowej asocjacji pomiędzy "Ministerstwem Infrastruktury a jej pracownikiem.

Zdefiniowanie nowych relacji w ontologii, zmiana definicji ich ról nie wymaga jakiegokolwiek interwencji programisty, wszystkie zmiany od razu widoczne są w interfejsie użytkownika. Znacznie skraca to czas konstruowania systemu. Wszystkie operacje wykonuje inżynier wiedzy a Nawigator Map Pojęć dba o właściwe wyświetlanie odpowiednich elementów interfejsu użytkownika.

Zaprezentowany tu model schematów relacji nie spełnia wymagań wszystkich systemów – zawsze może pojawić się potrzeba definiowania asocjacji w specyficzny sposób. Przykładowo może istnieć potrzeba filtrowania potencjalnych graczy pojęć nie tylko ze względu na ich przynależność do określonych klasy. Wtedy z pomocą może przyjść tylko programista choć możliwe są pewne rozwiązania w oparciu o języki zapytań mapy pojęć (TMQL, tolog [8]). Pewnej filtracji dokonuje również omówiony niżej system uprawnień, który nie pozwala tworzyć relacji z pojęciami jeśli użytkownik nie ma do tego prawa.

6.5 Dziedziczenie

Standard XTM1.0 definiuje podstawowy zestaw pojec wchodzacych w sklad kazdej mapy pojec (core.xtm). W sklad tego zbioru wchodzi pojecia pozwalajace na tworzenie relacji typu klasa bazowa – podklasa. Mechanizm dziedziczenia jest wiec rdzennym elementem mapy pojec. Oczywiscie relacje dziedziczenia moga miec charakter czysto informacyjny (w sytuacji gdy np. uzytkownicy traktuja mape pojec jako zrodlo informacji), ale w przyjetym rozwiazaniu zostal on w pelni wykorzystany (niejasne). Inzynier wiedzy ma mozliwosc wskazania klasy nadrzecznej dla dowolnej klasy. Taka deklaracja pociaga za soba nastepujace zachowania (uwzgledniane przy generacji interfejsow uzytkownika):

- ? klasa potomna przejmujecie wszystkie definicje nazw z klas bazowych
- ? klasa potomna przejmujecie wszystkie definicje atrybutow z klas bazowych
- ? instancje klasy potomnej moga tworzye te same asocjacje co instancje klasy bazowej
- ? instancja klasy potomnej jest posrednia instancja klasy bazowej

Mechanizm dziedziczenia zostal wykorzystany w systemie EWD-P miedzy innymi przy okreslaniu rodzajow jednostek RP. Zdefiniowano nastepujaca hierarchie dziedziczenia:

- ☞ jednostka organizacyjna rp
 - jednostka podlegajaca koordynacji
 - ☞ resort
 - ☞ urzadz panstwowy
 - ☞ instytucja panstwowa
 - komorka organizacyjna
 - jednostka koordynujaca

Hierarchie dziedziczenia pozwala na zebranie wspólnych cech wszystkich powyzzszych klas w ramach jednej klasy bazowej “jednostka organizacyjna”. Poszczegolne klasy maja jednak swoje specyficzne cechy, ktorzych zdefiniowanie pozwala na generowanie interfejsu uzytkownika dla aktualnie wyswietlanej jednostki zgodnie z ich rodzajem. Przykladowo, wylacznie jednostka typu “komorka organizacyjna” moze posiadac jednostke nadrzedna.

6.6 Hierarchie pojec

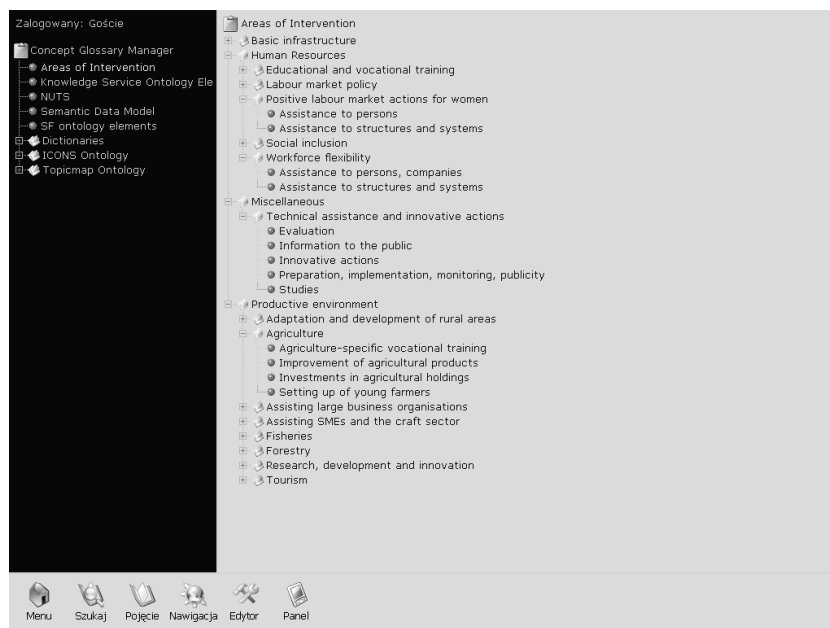
Zasadniczo uzytkownik wyswietla pojecia nalezace do okreslonej klasy jako listy. W wielu przypadkach mapa pojec przechowuje pojecia, ktorzych relacje tworza strukture drzewa. Ze wzgledu na to, ze strukture drzewiasta jest spotykana bardzo czesto zasadne jest wprowadzenie odpowiednich mechanizmow pozwalajacych na wyswietlanie w Nawigatorze Map Pojec hierarchie pojec. Aby

Nawigator potrafił wygenerować drzewo musi zostać określony sposób jego ekstrakcji z mapy pojęć. Zadanie to może wykonać inżynier wiedzy definiując hierarchie w ontologii.

Definicja hierarchii jest stosunkowo prosta: tworzymy pojęcie o typie “Hierarchia”, definiujemy hierarchie tworząc relacje o typie “**Definicja hierarchii**” zawierająca następujące role:

- ? **Nazwa hierarchii** – graczem tej roli jest utworzona instancja klasy “Hierarchia”
- ? **Korzeń hierarchii** – graczem jest dowolne pojęcie będące najwyższym elementem w hierarchii
- ? **Role nadrzędne w hierarchii** – graczami są pojęcia będące typami ról pojęć w relacjach
- ? **Role podrzędne w hierarchii** – graczami są pojęcia będące typami ról pojęć w relacjach

Znając role nadrzędne i podrzędne nawigator potrafi iść od korzenia znaleźć wszystkie krawędzie i węzły drzewa. Krawędź to po prostu relacja wiążąca pojęcia (węzły). Pojęcia pełnią w tej relacji role zgodne z rolami zdefiniowanymi w hierarchii.



Rysunek 9 Taksonomia obszarów interwencji w UE jako hierarchia w mapie pojęć. Rysunek pochodzi z aplikacji „Structural Funds” powstałej w ramach projektu ICONS.

6.7 Uprawnienia

Edycja mapy pojec bez uwzględnienia uprawnień użytkowników z pewnością w dłuższej perspektywie spowodowałaby zniszczenie całej wiedzy w niej zawartej. Gdyby każdy użytkownik miał prawo do modyfikacji mapy pojec z pełnym zakresem spowodowałoby to chaos. Nietrudno wyobrazić sobie sytuację, w której jeden z 12 tys. użytkowników systemu EWD-P niszczy ontologię systemu uniemożliwiając wykonywanie pracy przez pozostałe osoby. Większość z tych użytkowników powinna mieć w rzeczywistości jedynie prawo do przeglądania wiedzy zawartej w mapie pojec. Mechanizm uprawnień wydaje się niezbędny.

Podobnie jak to było do tej pory uprawnienia w mapie pojec definiowane są również jako element ontologii systemu poprzez tworzenie relacji pomiędzy pojeciami. Każdy użytkownik posiada odpowiadające mu pojecie o typie "Osoba". Pojecie to może tworzyć z innymi pojeciami relacje o typie "**Upewnienia**". Za pomocą tych relacji możemy określić jakiego typu pojecia i relacje mogą być zmieniane, tworzone, usuwane przez dane osoby. Osoba może być przypisana do określonych ról (grup użytkowników) przyjmując uprawnienia tej roli. Rola może posiadać role nadrzędne.

Domyslnie użytkownik nie ma żadnych praw w mapie pojec. Poprzez tworzenie odpowiednich relacji nadawane są mu odpowiednie uprawnienia. Rodzaje praw to między innymi "**czytanie**", "**modyfikacja**", "**usuwanie**", "**tworzenie**", "**tworzenie relacji z udziałem pojecia**" itp. Za pomocą jednej relacji definiującej uprawnienia nadajemy prawo użytkownikom do wykonywania określonych czynności na konkretnych pojeciach, na instancjach określonych klas, lub na relacjach określonego typu.

Mechanizm deklaratywnego przydziału praw w wielu przypadkach może okazać się niewystarczający. W systemie EWD-P poradzono sobie wykorzystując wzbogacony mechanizm definicji uprawnień wykorzystujący hierarchie. Mechanizm ten pozwala na określenie uprawnień za pomocą powiązania pomiędzy użytkownikiem (grupa użytkowników), a elementem hierarchii. Możemy np. ustalić, że osoba widzi tylko te osoby, które są zatrudnione w tej samej jednostce co ona, lub w jednostkach jej podległych.

Gdy i ten mechanizm zawiedzie konieczne może się okazać wprowadzenie mechanizmu dynamicznych ról gdzie uprawnienia użytkowników wynikają z funkcji, których parametrami są dane pochodzące z systemu – nie można deklaratywnie zdefiniować posiadania przez danego użytkownika określonych uprawnień. W systemie EWD-P taka funkcja nie była jednak wymagana.

6.8 Inne elementy ontologii

Ergonomiczna praca przy użyciu Nawigatora Map Pojec możliwa jest dzięki zastosowaniu generatywnego menu. Menu Nawigatora powinno pozwalać użytkownikom na szybką nawigację w często odwiedzany obszar mapy pojec. W tym celu w ontologii systemu istnieje możliwość zdefiniowania pozycji menu Nawigatora. Pozycjami menu mogą być dowolne klasy pojec, hierarchie, lub inne menu podrzędne. Jak nietrudno się domysleć menu w rzeczywistości jest pojeciem

o typie "Menu", a pozycje menu wynikaja z relacji tego pojecia z innymi elementami mapy pojec. Menu podrzedne to po prostu inne instancje klasy "Menu".

Do innych elementów definiowanych w ontologii naleza miedzy innymi slowniki systemowe oraz parametry systemu.

7 . Mapa pojec jako aktywna ontologia systemu

Mapa pojec jest struktura pozwalajaca tworzyć semantyczne związki pomiedzy zadeklarowanymi w niej pojeciami. Istnieje wiec mozliwosc definiowanie w niej dosc zlozonych struktur informacji. Wszystkie te informacje skládaja sie na ontologie systemu. Aby ontologia systemu byla pelna, mapa pojec powinna zawierac definicje schematów wszystkich modulów wykorzystywanych w systemie. Przykladowo dla systemu EWD-P powinny to byc schemat relacyjnej bazy danych, definicja procesów pracy itp. Wykorzystanie tych schematów, zaimportowanych do mapy pojec, sprowadza sie do mozliwosci przegladania ich w Nawigatorze Mapy Pojec.

Idealne rozwiazanie powinno zmierzac do przechowywania calej ontologii systemu w jednej wspólnej strukturze jaka moze byc mapa pojec. Ontologia ta powinna byc w pelni aktywna we wszystkich plaszczynach tak jak ma to miejsce w zaprezentowanym Nawigatorze Map Pojec. Zmiana ontologii systemu powinna pociagac za soba automatyczna reakcje modulów czerpiacych wiedze z ontologii. Przykladowo zmiana struktury repozytorium powinna powodowac nie tylko zmiane schematu repozytorium, lecz zmiany te powinny byc uwzglednione automatycznie w interfejsie uzytkownika. Wszystko to powinno umozliwic szybka zmiane funkcjonalnosc systemu. Ingerencji programistów bylaby znacznie rzadsza przez co mogliby oni zaoszczedzony czas przeznaczyc na rozwiazywanie rzeczywistych problemów pojawiajacych sie w danym systemie.

8 . Zakonczenie

Mapy pojec znakomicie nadaja sie do reprezentacji wiedzy o systemie informatycznym, w którym je zastosowano. Aktywne wykorzystanie tej wiedzy przez platforme, na której zbudowany zostal system, moze przyczynic sie do znacznego skrócenia czasu jego realizacji. Celem powinna byc mozliwosc wyprodukowania zaawansowanego prototypu systemu jeszcze w czasie analizy.

Mapy pojec nie tylko dostarczaja wiedze o systemie w postaci dobrze zdefiniowanej ontologii. Przechowuja również wiedze aplikacyjna przejmujac role slowników hierarchicznych, modulu uprawnień, sieci semantycznych itp.

Głównym kierunkiem rozwoju zaprezentowanych rozwiazan powinno byc doskonalenie i rozbudowa mozliwosci definiowania ontologii systemu. W sklad ontologii powinny wchodzic schematy modelów danych, procesów pracy itp., przez co latwiejsza stanie sie integracja modulów platformy w oparciu o która powstaja systemy informatyczny.

9 . Literatura

- [1] Bonura L. S.: *The Art of Indexing*, John Wiley, New York 1994.
- [2] Walsh, N. and Muellner, L.: *DocBook: The Definitive Guide*, O'Reilly, Sebastopol 1999.
- [3] Momotko M., Nowicki B., Strychowski J.: *The EWD-P system. Polish government – European Commission interoperability achieved.*, Proc. European Conference on e-Government, 2004.
- [4] International Organization for Standardization, ISO/IEC 13250, *Information technology — SGML Applications — Topic Maps*, ISO, Geneve 2000.
- [5] International Organization for Standardization, ISO/IEC 13250, *Information technology — SGML Applications — Topic Maps*, Second Edition, ISO, Geneve 2002.
- [6] Java™ 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE™) Specification, Sun Microsystems, Inc., November 24, 2003.
- [7] Ksiezzyk, R.: *Trying not to get lost with a Topic Map*, XML Europe 99 Conference, GCA, Alexandria, VA, 1999.
- [8] Park J., Hunting S. (editors), *XML Topic Maps: creating and using topic maps for the Web*, Pearson Education, 2003.
- [9] Pepper S.: *Euler, Topic Maps, and Revolution*, XML Europe 99 Conference, GCA, Alexandria, VA, 1999.
- [10] Pepper S.: *The TAO of Topic Maps - Finding the Way in the Age of Infoglut*, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>, 2000.
- [11] Pepper S., Grønmo G.: *Towards a General Theory of Scope*, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/scope.htm>, 2002.
- [12] Pepper S., Moore G. (editors): *XML Topic Maps (XTM) 1.0 Specification*, TopicMaps.Org, March 2001.
- [13] Sowa, J.F., *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*, Brooks/Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 2000.

prof. dr hab. Piotr Jedrzejowicz
Akademia Morska w Gdyni
Katedra Systemów Informacyjnych
81-225 Gdynia, ul. Morska 83
pj@am.gdynia.pl

mgr inż. Jakub Strychowski
Rodan Systems S.A.
ul. Puławska 465 Warszawa
Jakub.Strychowski@rodan.pl