

Jerzy BURIAK

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki

MODELE SEMANTYCZNE WYMIANY INFORMACJI O STANIE SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Streszczenie. W artykule zaprezentowano Common Information Model CIM, opracowany w Electric Power Research Institute EPRI w USA. Model ten wypełnia brak uniwersalnego języka opisu topologii i stanu sieci elektroenergetycznej. Stworzony został na potrzeby integracji narzędzi stosowanych przez podmioty sektora elektroenergetycznego. CIM wykorzystuje RDF Schema Definition (RDFS) i RDF. Na tle tego standardu przedstawiono własny zestaw pojęć mapujący metaontologię systemu elektroenergetycznego na potrzeby integracji programów obliczeniowych. Zaproponowano także pewne modyfikacje modelu CIM.

Słowa kluczowe: model semantyczny, integracja systemów, normy międzynarodowe

SEMANTIC MODELS OF THE DATA EXCHANGE OF POWER SYSTEM STATUS

Summary. In power sector it was necessary to find a data exchange standard for addressing the operational model exchange needs. Good example of model exchange format is Common Information Model CIM from Electric Power Research Institute EPRI in USA. The CIM is UML designed model which is translated to XML schema as implementation of RDF Schema Definition (RDFS). Against a background of CIM the own model exchange format was presented as XML Schema definition. This XML definition could be used for mapping meta-ontology for integration of Polish Power System with CIM models of neighboring systems. In the paper were presented also some suggestions to CIM development.

Keywords: semantic model, integration of information systems, international standards

1. Wprowadzenie

Planowanie rozbudowy i eksploatacja systemu elektroenergetycznego wymaga złożonych obliczeń. W centrach dyspozycji mocy elektrycznej, w celu właściwej eksploatacji sieci i stacji elektroenergetycznych, obliczenia powtarzane są wielokrotnie i cyklicznie, z wykorzystaniem zmieniających się danych wejściowych. Niektóre z nich wymagają obliczeń czasu rzeczywistego, w związku z czym proces przygotowania danych musi być pewny i wydajny. Dane wejściowe do obliczeń pochodzą z różnych instytucji sektora energetycznego, które wykorzystują różnorodne, często konkurencyjne, programy obliczeniowe, posiadające bardzo ograniczone możliwości eksportu danych i wyników. Dodatkowo praca równoległa systemów energetycznych wielu krajów wymusza wymianę informacji zapisanych w językach obcych. Niejednoznaczność wymienianych informacji znoszą opracowywane standardy. Są one jednak ograniczane do specyficznego zagadnienia, przez co ich zastosowanie jest wąskie. Brak uniwersalnych języków komunikacji próbuje wypełnić Common Information Model CIM, opracowany w Electric Power Research Institute EPRI w USA. Rozwiązanie to wykorzystuje RDF Schema Definition (RDFS) i RDF. Na tle tego standardu przedstawiono własny zestaw pojęć mapujący metaontologię systemu elektroenergetycznego na potrzeby integracji programów obliczeniowych. Zaproponowano także pewne modyfikacje modelu CIM.

2. Common Information Model

2.1. Geneza modelu CIM

Common Information Model (CIM) pierwotnie został opracowany przez Electric Power Research Institute EPRI w USA. Jest to standard otwarty, stanowiący obecnie serię standardów rozwijaną pod auspicjami International Electrotechnical Commission (IEC). Rdzeniem modelu CIM zarządza Komitet Techniczny IEC nr 57, Grupa Robocza nr 13, a opracowanemu standardowi nadano nr IEC 61970-301. To w tej grupie roboczej definiuje się elementy systemu elektroenergetycznego i relacje między nimi: dziedziczenie cech i funkcji, wzajemne powiązania i grupowania elementów.

Mimo że model CIM został zapoczątkowany w Stanach Zjednoczonych, to nazewnictwo elementów bazuje na języku angielskim w wersji brytyjskiej oraz na układzie SI jednostek.

Odpowiednikiem CIM w zakresie automatyki stacji elektroenergetycznych jest standard opisany normą IEC 61850.

2.2. UML

Język UML służy do modelowania i specyfikacji rozwoju oprogramowania przez przedstawienie struktur danych, interakcji obiektów oraz przypadków użycia. Idealnie nadaje się do przedstawienia modelu CIM.

UML nie jest związany z żadną praktyczną implementacją i może być wykorzystany w programowaniu na wielu platformach. Podstawowym narzędziem UML są diagramy klas. Każdy diagram modeluje klasę, której instancjami są obiekty. Klasy te posiadają atrybuty i operacje opisujące relacje zachodzące między atrybutami. Obiekty cechują się indywidualnymi wartościami atrybutów.

Wiele diagramów klas może być przedstawionych na wspólnym schemacie – diagramie hierarchii klas. Diagram ten prezentuje różne związki, jakie zachodzą między klasami:

- dziedziczenia (generalizacji),
- asocjacji, z określeniem liczności powiązanych obiektów i roli w opisywanym związku,
- agregacji – agregacja jest rodzajem asocjacji, kojarzącym pewną klasę z grupą obiektów innej klasy, przy czym obiekt klasy agregującej jest kontenerem dla obiektów zgrupowanych,
- kompozycji – kompozycja jest szczególnym rodzajem agregacji, w której usunięcie obiektu kontenera powoduje kaskadowe usunięcie instancji skojarzonych.

2.3. Klasy i zależności klas w modelu CIM

Obecnie w hierarchicznym modelu CIM nie występuje żadna superklasa, po której dziedziczą wszystkie inne. Warto jednak zauważyć, że większość klas dziedziczy po klasie IdentifiedObject. To właśnie ta klasa dostarcza uniwersalnego i unikatowego identyfikatora. Identyfikator ten w CIM nosi nazwę Master Resource Identifier (MRID). Oprócz MRID klasa IdentifiedObject dostarcza nazwy słownej. Ostatnie wersje CIM posiadają ponadto możliwość skojarzenia z obiektem klasy IdentifiedObject wielu innych nazw.

Należy podkreślić, że problem nazewnictwa składników systemu elektroenergetycznego jest jednym z głównych zagadnień niniejszego artykułu, w związku z czym warto poświęcić mu więcej uwagi.

Przyjęty kierunek rozwoju CIM, zakładający możliwość nadawania komponentom wielu nazw, jest właściwy, gdyż w rzeczywistości dla elementów systemu elektroenergetycznego stosowane są różne nazwy. Wynika to z nakładania się sieci różnych poziomów napięć elektrycznych zarówno na podział terytorialny, jak i na podział kompetencyjny. Mamy więc sieci niskiego napięcia, średniego napięcia, sieci dystrybucyjno-przesyłowe 110 kV, sieci przesyłowe najwyższych napięć. Podział terytorialny obejmuje obszary działania przedsiębiorstw dystrybucji energii elektrycznej, kraje, UE, a podział kompetencyjny to zakładowe dyspozy-



cje mocy, regionalne dyspozycje mocy, krajowa dyspozycje mocy, ENTSO-E. Struktura organizacyjno-kompetencyjna jest znacznie bardziej złożona niż wynika z przedstawionego powyżej podziału, gdyż musi ona dodatkowo uwzględniać wymagany prawem energetycznym rozdział księgowo-finansowy wytwarzania energii, jej przesyłu i rozdziału oraz obrotu energią. Wszystkie te kryteria podziału nie eliminują wzajemnego przenikania się i nakładania obszarów działalności przedsiębiorstw i instytucji sektora energetycznego. W efekcie różne podmioty stosują różne nazwy dla określenia tych samych elementów, a nawet typów elementów systemu elektroenergetycznego. Stąd obiekty zamodelowane klasami CIM mogą posiadać wiele nazw, np. oprócz nazw określających ten sam element w różnych przedsiębiorstwach czy krajach, mogą występować nazwy, na które nałożono pewne kryteria ograniczające, np. limit długości słowa, czy też nazwy będące zaszłościami historycznymi. Już z tych kilku przykładów wynika, że nazwy te mogą być różnego typu, np. typ opisu, typ kodu alfanumerycznego, typ ścieżki przedstawiającej zagnieżdżenie elementu w hierarchii modelowanej sieci.

Czasami oprócz nazwy obiektu i jej typu określa się instytucję odpowiedzialną za jej wprowadzenie lub podaje się nazwę aplikacji pozwalającej zintegrować dane identyfikowane przez nazwy aplikacji. Do określenia instytucji lub aplikacji służy klasa `NameTypeAuthority`. Na przykład, gdy element posiada dodatkową nazwę typu nazwa lokalna, a w elemencie `NameTypeAuthority` skojarzonym z typem nazwy lokalnej zapisano `ENTSO-E`¹, oznacza to, że to ta instytucja stoi za wprowadzeniem danej nazwy elementu i prawdopodobnie ją stosuje. Gdy element posiada inną, dodatkową, nazwę lokalną, wprowadzoną i stosowaną przez PSE², wówczas w skojarzonym elemencie `NameTypeAuthority` może występować identyfikator „PSE” lub inny przyjęty dla tego przedsiębiorstwa.

Poprzednie wersje CIM zamiast konstrukcji trzech skojarzonych klas: `Name/NameType/NameTypeAuthority` stosowały ograniczoną listę dodatkowych atrybutów i były to: wspomniana ścieżka, alias nazwy, nazwa lokalna i opis. Ograniczenie do jednego aliasu i jednej nazwy lokalnej okazało się niewystarczające.

2.4. Rozbudowa CIM

W celu rozbudowy CIM o nowe klasy przedstawiające bardziej uszczegółowione opisy elementów systemu elektroenergetycznego należy opierać się na istniejących definicjach klas, dziedzicząc po nich własności i funkcjonalności. Budowanie opisu elementu od podstaw jest błędem, gdyż zdezaktualizuje oprogramowanie przetwarzające dane. Nowy element nie będzie znany i konieczne będzie rozszerzenie oprogramowania o możliwość rozpoznawania nowych elementów i właściwego ich przetwarzania. Natomiast, gdy nowa klasa zostanie

¹ European Network of Transmission System Operators for Electricity.

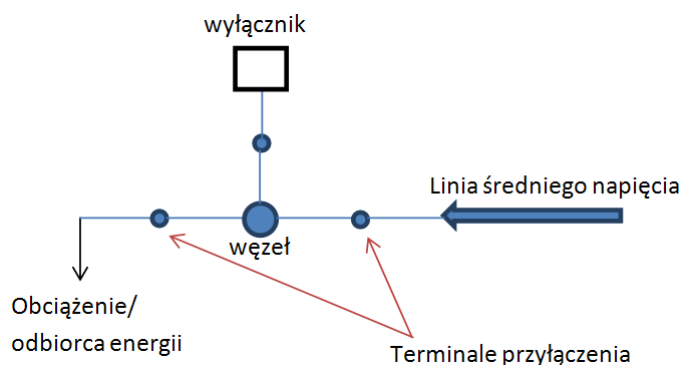
² Polskie Sieci Elektroenergetyczne.



utworzona na drodze jak najszerszego dziedziczenia po już istniejących klasach, a jedynie nowe unikatowe atrybuty będą związane z tą klasą, prawdopodobnie nie będzie potrzeby aktualizacji oprogramowania przetwarzającego CIM. Na przykład, klasa opisująca wyłącznik (Breaker) dziedziczy atrybuty po klasie łącznika sterowanego (ProtectionSwitch), a ta po klasie ogólnej łączników (Switch). Każda z tych klas dodaje kolejne, unikalne dla niej atrybuty, przy czym najważniejszą informację dla oprogramowania ustalającą topologię połączeń sieci zawiera klasa stosunkowo ogólna, czyli Switch. Kiedy wprowadzamy nowy typ wyłącznika, to w nowotworzonej klasie wyłącznika większość atrybutów będzie zdefiniowana dzięki dziedziczeniu po klasach ogólniejszych, a jedynie zupełnie nowe atrybuty pojawią się w opisie nowej klasy. Programy przetwarzające prawdopodobnie nie będą korzystać z tych nowych atrybutów, a wszystkie stare będą znane, gdyż definiują je klasy ogólniejsze. Na tej podstawie możemy stwierdzić, że w CIM zachodzi raczej podtypowanie niż dziedziczenie, co nazywamy polimorfizmem.

2.5. Topologia sieci na podstawie CIM

CIM nie modeluje połączeń między komponentami sieci elektroenergetycznej w sposób bezpośredni, tj. kojarząc je między sobą. Używa do tego klas pośrednich – zamiast bezpośrednich połączeń wprowadza się węzły połączeń (ConnectivityNode) i przyłącza (Terminals). Modelowane elementy przewodzące sieci mogą mieć jeden lub więcej punktów przyłączenia, które możemy nazwać końcówkami czy zaciskami. Końcówki elementów kojarzy się z węzłami połączeń. Do węzła może być przyłączonych wiele końcówek pochodzących od różnych elementów, ale dana końcówka może być skojarzona tylko z jednym węzłem (rys. 1).



Rys. 1. Zasada odwzorowywania topologii sieci elektroenergetycznej z użyciem terminali i węzłów modelu CIM

Fig. 1. Mapping of power grid topology with use of CIM terminals and nodes

2.6. Ewolucja modelu CIM

Model CIM ciągle ulega modyfikacjom. Niektóre z nich są bardzo istotne i głębokie, prowadząc do przeobrażenia modelu, choć twórcy starają się zachować ciągłość rozwiązań

w poszczególnych wersjach CIM i uniknąć wrażenia rewolucyjnych zmian. Przykładem może być model transformatora.

Do wersji 15 CIM klasa `PowerTransformer` dziedziczy po klasie ogólnej sprzętu (`Equipment`). Klasa uzwojenia transformatora dziedziczy natomiast po klasie sprzętu przewodzącego prąd (`ConductingEquipment`). Transformator i uzwojenia są jedynie powiązane przez asocjację.

Od 15 wersji CIM klasa `PowerTransformer` dziedziczy po klasie sprzętu przewodzącego prąd (`ConductingEquipment`), a instancje `PowerTransformer` są kontenerami na obiekty modelujące uzwojenia i przełączniki zaczeów. Na przykład, transformator trójuzwojeniowy w modelu CIM przedstawia obiekt klasy `PowerTransformer` z trzema instancjami klasy uzwojeń (nazwa klasy uzwojenia została zmieniona z `TransformerWinding` na `TransformerEnd`). Każde z tych uzwojeń ma jeden terminal przyłączeniowy.

Powyższy opis sugeruje, że mamy do czynienia z kompozycją, jednak w rzeczywistości w CIM kompozycje nie są dostępne, a zastępują je agregacje. Twórcy CIM założyli, że aplikacje korzystające z tego standardu nie będą potrzebowały zawężania przez trwałe wiązanie i uzależnianie istnienia obiektów od istnienia obiektu kontenera.

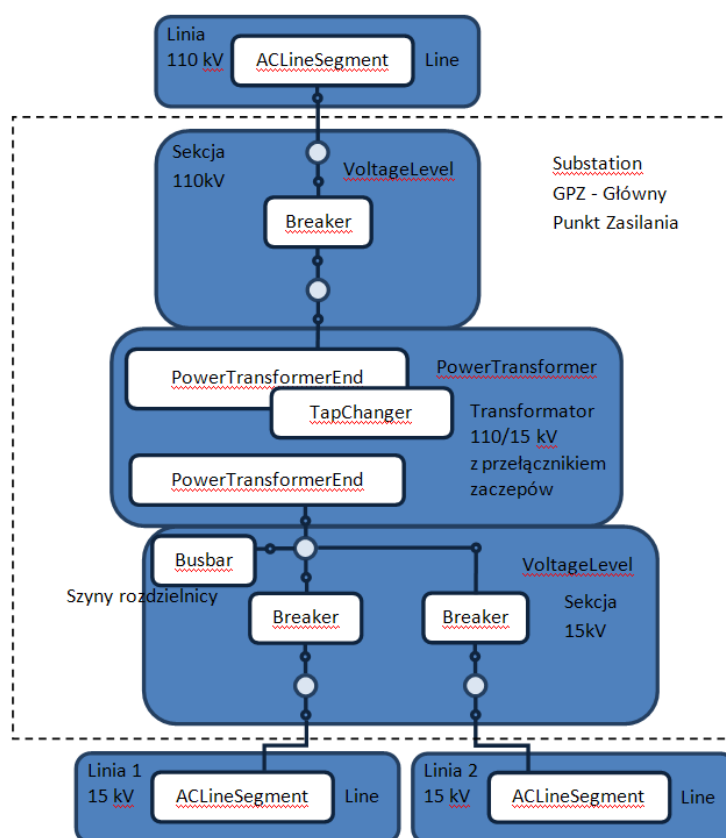
Innym przykładem rozwoju modelowania z wykorzystaniem kontenerów na obiekty są klasy `Substation` i `Line`. Instancja klasy `Substation`, czyli stacja energetyczna, może gromadzić obiekty `VoltageLevel` oznaczające podsekcje stacji o różnym napięciu oraz łączące je transformatory. `Line`, czyli linia elektroenergetyczna, może z kolei składać się z wielu segmentów typu `ACLineSegment` połączonych węzłami (`ConnectivityNode`).

Na rysunku 2 przedstawiono wykorzystanie kontenerów linii, poziomu napięcia (`VoltageLevel`) i transformatora do zamodelowania Głównego Punktu Zasilania, czyli stacji transformatorowej 110/15 kV. Model może uzupełniać wiele dodatkowych obiektów, w szczególności instancje klasy aparatury pomiarowej, przekładniki prądowe i napięciowe, admitancje rdzenia transformatora, impedancje uzwojeń.

Na rysunku przedstawiony został także obiekt modelujący szynę rozdzielnicę średniego napięcia (`BusbarSection`). Obiekt ten przez własny terminal łączy się z węzłem. Taki sposób modelowania może wydawać się nienaturalny, gdyż w układzie fizycznym właśnie sekcja szyn rozdzielnicy jest miejscem przyłączeń urządzeń.

Przyczyn wyboru takiego rozwiązania jest kilka. Po pierwsze, nie każdy węzeł połączeń to element przypominający sekcję szyn rozdzielnicy. Po drugie, wyodrębnianie szyn jako osobnej klasy pozwala na przypisanie jej wielu unikatowych atrybutów, którymi nie cechują się inne węzły połączeń.





Rys. 2. Reprezentacja w modelu CIM stacji transformatorowej 110/15 kV
 Fig. 2. Imaging of trafa station 110/15 kV in CIM model

2.7. CIM Resource Description Framework

Semantyczny model sektora elektroenergetyki, zbudowany za pomocą UML i przedstawiony w postaci diagramu klas, może zostać przełożony na odpowiedni schemat RDF, czyli schemat zgodny z Resource Description Framework. Natomiast obiekty danych mogą zostać odzwierciedlone w instancji pliku danych zgodnych z tym schematem. RDF Schema Definition (RDFS) jest implementacją zasad XML i jako standard zapisu metadanych jest zarządzany przez World Wide Web Consortium. W efekcie najbardziej popularny sposób zapisu CIM oparty jest na definicji schematu XML, wykorzystującego przestrzeń znaczników „rdfs” i „rdf”. Stworzoną w ten sposób przestrzeń nazw identyfikuje się przez ciąg znaków „cim”, choć w rzeczywistości poszczególni dostawcy oprogramowania nazywają ją w różnorodny sposób. Nadrzędną ideą jest jednak prezentacja danych CIM z wykorzystaniem utworzonego schematu RDF.

Implementacja RDF dla CIM wykorzystuje tylko pewien podzbiór znaczników z przestrzeni „rdfs” i „rdf”, dlatego narzędzia parsujące dokumenty RDF będą odpowiednie dla danych CIM, ale narzędzia stworzone dla CIM nie rozpoznają gramatyki innych dokumentów RDF, wykorzystujących pełniejszą specyfikację RDF.

Cechą formatów pochodnych XML jest ich rozwlekłość. Wynika ona m.in. z tego, że znaczniki elementów przedstawiających własności obiektów lub nazwy atrybutów tych obiektów zajmują więcej miejsca niż aktualne wartości. Tradycyjne formaty są pod tym względem znacznie bardziej wydajne, np. stosowany w Polsce format KDM przedstawia dane oddzielane przecinkami i spacjami z odpowiednimi nagłówkami sekcji pliku danych (rys. 3).

```
WEZLY
Bay0 1,118,7.68183351382223,3.42110507774854,0.8,0.4
Boy0 1,118,8.28243520906319,3.63048446092208,0,0
Cey0 1,118,4.05667878941873,1.51229649398666,0,0
Chy0 1,118,22.7985468856569,7.4677281891941,0,0
Chx1 1,119,.....
```

Rys. 3. Fragment pliku w formacie KDM – sekcja przedstawiająca węzły systemu elektroenergetycznego
Fig. 3. Part of KDM file – section with description of power system nodes

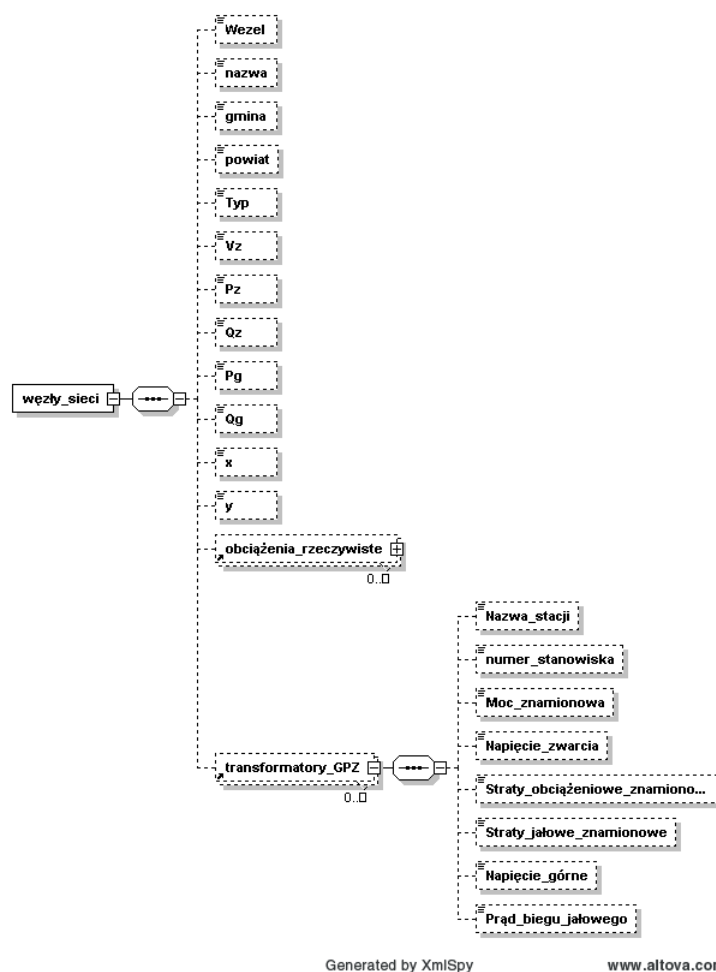
Pliki danych systemu elektroenergetycznego w formacie CIM RDF XML mogą mieć bardzo duży rozmiar (GB). Na szczęście pliki o strukturze XML doskonale poddają się kompresji. Użycie kompresji ZIP zapewnia zmniejszenie rozmiaru pliku o parędziesiąt razy. Należy przy tym wskazać, że czas potrzebny na dekompresję rekompensuje skrócenie czasu odczytu i zapisu na dysk.

Chcąc dodatkowo zoptymalizować procesy zapisu i odczytu danych, opracowuje się „przyrostowe” schematy CIM RDF. Zapewniają one możliwość wskazywania, między którymi znacznikami nastąpiły zmiany, tzn. które elementy są nowe, które należy usunąć, a które zaktualizować, zmieniając, dodając lub usuwając atrybuty.

3. Model semantyczny krajowego systemu elektroenergetycznego

Opracowano własny zestaw pojęć mapujący metaontologię krajowego systemu elektroenergetycznego. Poniżej przedstawiono fragment modelu związany z odwzorowaniem topologii sieci elektroenergetycznej. Na podstawie modelu utworzono definicję dokumentu danych w standardzie XML Schema.

Stworzona definicja dokumentu pozwala na walidację dokumentu danych pod względem: sprawdzenia typów danych, zakresu wartości liczbowych, krotności wystąpienia elementów oraz oczywiście miejsca i poziomu zagnieżdżenia elementów. Zdefiniowano budowę szeregu elementów systemu elektroenergetycznego, w tym węzłów i gałęzi, gdzie wśród gałęzi zdefiniowano: linie, generatory i transformatory. Elementy te posiadają zawartość podelementową oraz atrybuty pozwalające na zapisanie wszystkich parametrów niezbędnych do obliczeń. Model pozwala także na zapisanie charakterystyk obciążeń rzeczywistych w poszczególnych węzłach sieci.

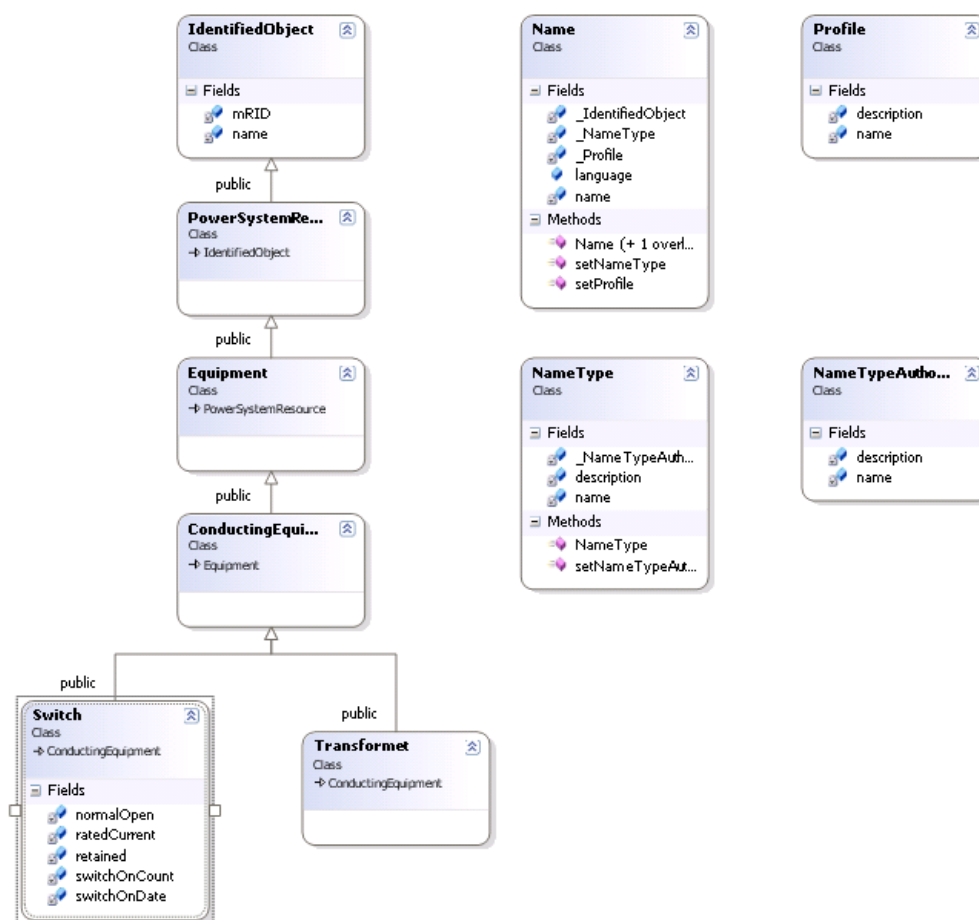


Rys. 4. Odwzorowanie wybranych elementów systemu elektroenergetycznego na model obiektowy
 Fig. 4. Part of mapping of power grid ontology to object-oriented model

Przy budowie modelu, którego fragment przedstawiono powyżej, oparto się na zwyczajowych nazwach elementów i ich parametrów stosowanych w krajowym środowisku energetyków. W efekcie zbudowany model istotnie różni się od modelu CIM. Najbardziej widoczne, choć najmniej znaczące, są różnice związane z polską pisownią. Istotniejsze są różnice związane z przyjętymi jednostkami dla liczbowych zawartości elementowych i atrybutów. Jeszcze istotniejsze są te związane z liczbą i sposobem agregacji parametrów charakteryzujących obiekty. O zupełnej nieprzystawalności obiektów decyduje jednak brak podejścia zapisu topologii sieci z użyciem terminali obiektów.

4. Propozycja rozwoju modelu CIM

Zaproponowano zmianę w odwzorowaniu ontologii systemu elektroenergetycznego. Skupiono się przy tym na klasie identyfikowania obiektów oraz na klasach z nią powiązanych, tj. na klasach nadawania dodatkowych nazw obiektom.



Rys. 5. Propozycja rozszerzenia sposobu nazywania opisywanych obiektów
 Fig. 5. The proposal of extension of the naming method in CIM

Zaproponowano wprowadzenie dodatkowej asocjacji między klasą Name a nową klasą Profile (rys. 5). Klasa ta zezwoli na szybsze wybieranie elementów opisujących obiekty pasujące do profilu obliczeń. Jeżeli, na przykład, zadaniem będzie jedynie graficzne odwzorowanie modelu systemu elektroenergetycznego, wówczas zostaną wyselekcjonowane odpowiednie nazwy i te elementy, które są konieczne, a pozostałe będą przetwarzane jedynie w celu odrzucenia.

Inne przykłady profilowanego wyboru elementów to:

- przygotowanie danych do obliczeń rozptywu mocy,
- odzwierciedlenie stanu łączników, np. międzysystemowych,
- zestawienie informacji o majątku trwałym (bez informacji o parametrach elektrycznych) itp.

Przedstawiony tu sposób ma jednak pewną wadę: dopasowanie danego elementu do kilku profili nie oznacza, że w każdym z profili element ma inną nazwę. Nazwy więc prawdopodobnie będą się powtarzać, niepotrzebnie zwiększając rozmiar dokumentu danych. Problem ten nie jest jednak bardzo istotny, gdyż liczba profili jest zazwyczaj ograniczona do kilku, a praktyka przedsiębiorstw energetycznych uczy, że w celach obliczeniowych stosowane są

inne nazwy obiektów niż w przypadku inwentaryzacji majątku trwałego – podobnie w przypadku wydruku nazw na mapach lub schematach poglądowych. Niewątpliwą zaletą jest natomiast posiadanie jednego bazowego modelu CIM, w którym prowadzone są modyfikacje i używane są narzędzia wydajnie przetwarzające model bazowy względem powiązań nazw elementów z profilem. Ponadto, zaproponowane rozwiązanie nie jest w sprzeczności z dotychczasowymi rozwiązaniami tworzenia profili, czyli z nazywaniem profili w nagłówku dokumentu danych oraz z grupowaniem elementów w kontenerach Profile Group.

5. Podsumowanie

Standard CIM i inne z nim powiązane, np. wspomniany już IEC 61850, były długo oczekiwany rozwiązaniem, mającym usprawnić, a czasami wręcz umożliwić, integrację systemów informatycznych przedsiębiorstw i instytucji działających w sektorze elektroenergetyki.

CIM podlega ciągłym modyfikacjom, czego przykładem może być jego kolejna wersja o nazwie CIM Primer, opracowywana przez instytut EPRI, czy też próba integracji CIM z IEC 61850. Zintegrowanie tych dwóch wiodących standardów ułatwiłoby rozwój inteligentnych systemów zaopatrzenia w energię, tzw. Smart Grid.

Obecnie, oprócz silnego rozwoju tych standardów, obserwujemy ich upowszechnianie się. Stąd pojawia się szansa przed krajowymi dostawcami oprogramowania dla sektora energetyki na efektywną konkurencję na rynkach krajowym i zagranicznym przez szybkie i właściwe wdrożenie nowoczesnych modeli danych.

BIBLIOGRAFIA

1. de Vos A., Widergren S. E., Zhu J.: Langdale Consultants, Narrabeen, NSW: XML for CIM model exchange. Power Industry Computer Applications. Innovative Computing for Power – Electric Energy Meets the Market. 22nd IEEE International Conference on Power Engineering Society, 2001.
2. Shahidehpour M., Wang Y.: Communication and control in electric power systems: applications of parallel and distributed processing. IEEE Press, John Wiley&Sons, Hoboken, New Jersey 2003.
3. Coad P., Yourdon E.: Projektowanie obiektowe. Oficyna Wydawnicza READ ME, Warszawa 1994.
4. Coad P., Yourdon E.: Analiza obiektowa. Oficyna Wydawnicza READ ME, Warszawa 1994.
5. <http://www.ase-systems.com/iec-61850/visual-scl.asp> (styczeń 2012).



6. Preview of the standard IEC 61850. http://www.nettedautomation.com/news/n_66.html (styczeń 2012).
7. Becker D.: Harmonizing the International Electrotechnical Commission Common Information Model (CIM) and 61850 – Key to Achieve Smart Grid Interoperability Objectives. Electric Power Research Institute EPRI, Final Report, May 2010.
8. Common Information Model Primer: First Edition. Electric Power Research Institute EPRI, Final Report, November 2011.

Wpłynęło do Redakcji 23 stycznia 2012 r.

Abstract

Development and operation of electrical power system is complex task. In power distribution centers the calculations are repeated many times. Repeating of calculations is necessary because of liability of input data. Some of calculations run in real-time and in this situation the processing of input data should be efficient and safe. In some cases – particularly in planning of power system development – data are collected by a few energy companies. Usually they are using different calculation tools and these computer programs are not compatible, e.g. cannot export data and results in compatible format or implemented operational system models are basically different. It was necessary to find data exchange standard for addressing the operational model exchange needs. Good example of model exchange format is Common Information Model CIM from Electric Power Research Institute EPRI in USA. The CIM is UML designed model which is translated to XML schema as implementation of RDF Schema Definition (RDFS). Against a background of CIM the own model exchange format was presented as XML Schema definition. This XML definition could be used for mapping meta-ontology for integration of Polish Power System with CIM models of neighboring systems. In the paper were presented also some suggestions to CIM development.

Adres

Jerzy BURIK: Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki,
ul. G. Narutowicza 11/12 80-952 Gdańsk, Polska, j.buriak@ely.pg.gda.pl.

