

CIM in Smart Grid implementation – usage scenarios

Author

Piotr Czerwonka

Keywords

Smart Grid, common information model, CIM

Abstract

The paper consists of three parts: general presentation of Common Information Model (CIM), it's application in solving selected power system problems and conclusions.

CIM is an independent data model platform described in IEC 61970/61968 recommended for Smart Grid architectures. In current version it contains about 900 classes and 2650 native attributes, describing different aspects of energy domain. In general, CIM provides basis for modeling topologies of the power grid for transmission and power grid, exchange of messages among different stakeholders and standardized interface specification between different systems.

Changing power infrastructure needs a new approach to Information and Communication Technologies. A lot of new services, utilities and use cases arrive and stakeholders within Smart Grid have to deal with interoperability and integration issues. Amount and kind of data exchanged between different systems will rise in result of increasing number of systems in Smart Grid. There is a need for international standardized semantic data model for data exchange between systems from different vendors. Such elegant solution would reduce cost of Smart Grid interoperability connected with integration efforts.

The use of CIM can be the answer for this need. As a potential international standard it has wide acceptance of energy sector and is mentioned in many national standardization roadmaps for Smart Grid. It can be used to describe and exchange data about power grid topology, which is very important in building common map of energy infrastructure provided by many small and medium power vendors and power islands. The necessity of measurement data exchange, energy scheduling and reservation as a source for decision making and forecasting system is also a factor that can be described and solved by CIM usage.

CIM Introduction

Power companies use a variety of different formats to store their data, whether it be asset and work scheduling information in a proprietary internal schema within a database, topological power system network data within a control system, or static files used by simulation software.

While much of this data is only required within a company, there is often a need to exchange the data both internally between different applications and externally with other companies. The large number of proprietary formats used by these applications requires a myriad of translators to import and export the data between multiple systems. This exponential growth in complexity when integrating increasing numbers of applications and exchanging between multiple companies has driven

the requirement for a common format that covers all the areas of data exchange in the power electrical domain.

The IEC standard 61970-301 [1] is a semantic model that describes the components of a power system at an electrical level and the relationships between each component. It defines the Common Information Model (CIM) base set of packages which provide a logical view of the physical aspects of an energy management system including SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Whilst there are multiple IEC standards dealing with different parts of the CIM, there is a single, unified normalized information model comprising the CIM behind all these individual standards documents.

The IEC 61968-11 [2] extends this model to cover the other aspects of power system software data exchange such as asset

tracking, work scheduling and customer billing. These two standards, 61970-301 and 61968-11 are collectively known as the Common Information Model (CIM) for power systems. CIM provides common agreement what data should be exchanged to facilitate the exchange of power system network data between companies and to allow the exchange of data between applications within a company.

CIM Short History and UCAIug role in CIM development

The Electric Power Research Institute’s (EPRI) CIM was developed as a platform independent model for describing power systems and, in November 2003, was adopted as an IEC standard.

Brief CIM history :

- 1992 – Unified Information turned over a data model based on the EPRI OTS to the Control Center Application Program Interface (CCAPI) task Force with the understanding it would be turned into an industry standard model
- 1993 to 1996 – The CCAPI task force expanded the data model with a primary goal of enabling use of plug compatible applications to help protect utility investment in applications
- 1996 – The CIM was turned over to IEC Technical Committee 57, Working Group 13&14, where it is advancing through the standards process. It covers both electric utility transmission and distribution business operations
- 2000 – The North American Electric Reliability Corporation (NERC) mandates CIM and first IOP test
- 2003 – ISO/RTO Council and EPRI sponsored an initiative to expand CIM into Market Operations, a.k.a. CME, followed by extensions for Planning and Dynamics
- 2005 – First edition of IEC 61970-301 CIM Base
- 2005 – CIM Users Group established under UCA Users Group
- 2008 – CIM adopted by Union for the Coordination of Transmission of Electricity UCTE
- 2009 – National Institute of Standard and Technology NIST identifies CIM as key standard for Smart Grid interoperability
- 2010 – ENTSO-E migrates to CIM and holds first Interoperability OIP test.

CIM as a standard is still evolving and adjusting to market expectations and power vendors needs. Utility users and supplier companies work closely within UCA International Users Group to enable utility integration through the deployment of open standards by providing a forum in which the various stakeholders in the utility industry can work cooperatively together as members of a common organization to:

- Influence, select, and/or endorse open and public standards appropriate to the utility market based upon the needs of the membership.
- Specify, develop and/or accredit product/system-testing programs that facilitate the field interoperability of products and systems based upon these standards.
- Implement educational and promotional activities that increase awareness and deployment of these standards in the utility industry.

There are about 170 companies and institutions from around the

world in CIMug (CIM user group) – a member group of UCAIug, focused on deployment, testing and enhancing CIM.

Building grid map and model exchange

The standard that defines the core packages of the CIM is IEC 61970-301, with a focus on the needs of electricity transmission, where related applications include energy management system, SCADA, planning and optimization. The IEC 61968 series of standards extend the CIM to meet the needs of electrical distribution, where related applications include distribution management system, outage management system, planning, metering, work management, customer, geographic information system, asset management, customer information systems and enterprise resource planning.

CIM offer object approach to describing grid topology in IEC 61970-301. Almost every equipment can be described by collection of objects and connections between them. Using classes from CIM model, for example [3]:

- Breaker
- PowerTransformer
- Fuse
- HydroPowerPlant
- BaseVoltageLevel

we are able to make consistent and based on standards network topology document.

For example, power transformer is set of components within PowerTransformer container class. Two winding power transformer becomes two TransformerWinding objects within PowerTransformer container. If transformer contain tap changer then additional TapChanger object is associated with corresponding TransformerWinding object. The PowerTransformer and TransformerWinding classes have an aggregation relationship, thus PowerTransformer can contain 1 or more TransformerWindings which in turn can be made up of 0 or more TapChangers. The connections from transformers to the network are made from TransformerWindings that inherits from ConductingEquipment class.

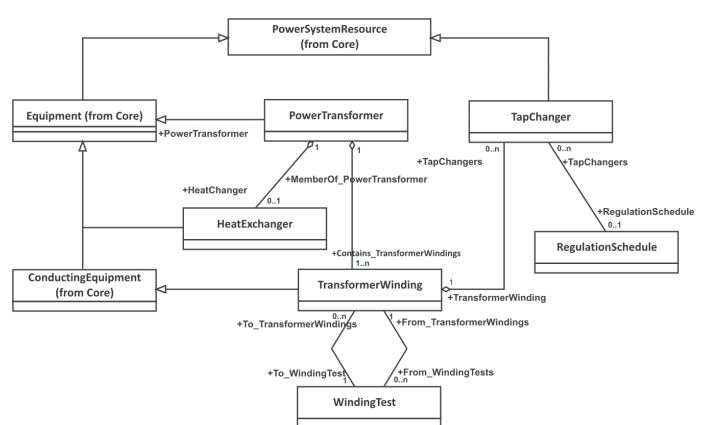


Fig. 1. UML description of classes in CIM model describing Power Transformer

Classes contain attributes, that provide additional data about state and features of object. TapChanger class is described among other things by:

- highStep Highest possible tap step position, advance from neutral
- lowStep Lowest possible tap step position, retard from neutral
- initialDelay For an LTC, the delay for initial tap changer operation (first step change)
- stepPhaseShiftIncrement Phase shift per step position. A positive value indicates a positive phase shift from the winding where the tap is located to the other winding (for a two-winding transformer)
- stepVoltageIncrement Tap step increment, in per cent of nominal voltage, per step position.

The IEC 61970-501 [4] and 61970-452 standards define an XML format for network model exchanges using RDF [5, 6, 7]. We are able to store and exchange data about network topology in XML as a platform and transport protocol independent and collect data from equipment in one, unified format.

Many equipment manufacturers like ABB, Siemens, GE took part in CIMug from early stage of CIM development, thus CIM is recognized as an accepted standard for data exchange.

ENTSO-E for example successfully established an own CIM-based profile for the exchange of system operations and system studies. The purpose of the CIM profile document is to define how members of ENTSO-E, using software from different vendors, will exchange network modeling information as required by ENTSO-E business activities. This standard is limited to describing the interface between members' software. It does not govern any activity or dictate any software design within a member's software systems. The profile defines data exchange format in sufficient detail allowing software developers to conform to the standard and thereby interoperate as ENTSO-E requires.

It is a basis to gain few essential goals:

- accurate assessment of grid reliability
- appropriate, timely response to insecure conditions
- minimize data duplication
- make data available across organizations
- increase information availability
- organize critical data
- avoid manual work-intensive integration efforts.

To achieve it, we must have:

- Accurate, up-to-date network models.
- Consistent network models (at each responsible site)

CIM is a way to complete these goals.

Service integration

As well as exchanging full power system model data as CIM RDF XML [5], the other main application of the CIM is as a common semantic model for enterprise application integration.

It's quite easy to imagine, that in company that deal with production, transmission and distribution of energy, there are dozens of applications responsible for pieces of process that makes company working and operational. In case of necessity of data exchange among different systems and hardware equipment from different vendors, we can come to the point, where a lot of

resources is spent on non-profit operations – data transformation and protocols translation. Expanding of existing infrastructure lead to adding new software components and interfaces, and makes data access infrastructure very complicated.

It's not very uncommon to meet these unwelcomed conditions in system evolution:

- isolated applications
- business and operations system separated
- lack of standards
- conflicting standards
- standards not used.

CIM give us a solution to these problems with concept of Enterprise Message Bus. Using middleware services (like web services), this provides a mechanism for applications to communicate using a pre-defined message format and requires only a single interface to be written for each application.

Basic idea is to use the generic interface definition (GID) to provide standardized interfaces and the common information model (CIM) to handle standardized data models.

CIM provides also extensions that cover not only transmission part of power system software. There are few interesting specification that extend amount of standard messages being exchanged through Message Bus and thus can help unify and integrate enterprise-wide Information system:

- IEC 61968-3 Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 3: Interface for network operations

Specifies the information content of a set of message types that can be used to support many of the business functions related to network operations. Typical uses of the message types defined in this part include data acquisition by external systems, fault isolation, fault restoration, trouble management, maintenance of the plant, and the commissioning of the plant.

- IEC 61968-4 ed1.0 Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 4: Interfaces for records and asset management

Specifies the information content of a set of message types that can be used to support many of the business functions related to records and asset management. Typical uses of the message types include network extension planning, copying feeder or other network data between systems, network or diagram edits and asset inspection.

- IEC 61968-9 Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 9: Interfaces for meter reading and control

Specifies the information content of a set of message types that can be used to support many of the business functions related to meter reading and control. Typical uses of the message types include meter reading, meter control, meter events, customer data synchronization and customer switching. Although intended primarily for electrical distribution networks, IEC 61968-9 can be used for other metering applications, including non-electrical metered quantities necessary to support gas and water networks.

The more complete list of 61986 package can be found on fig. 2. System integration with unified set of interfaces give us

opportunity to easily enhance data model with additional component. Having access to integrated network topology model, information about assets, outages, GIS, energy generation and distribution information we are given the tool that

can be used to:

- Forecast supply and demand
- Simulate power grid behavior on the basis of existing system
- Plan more precisely outages and network extensions.

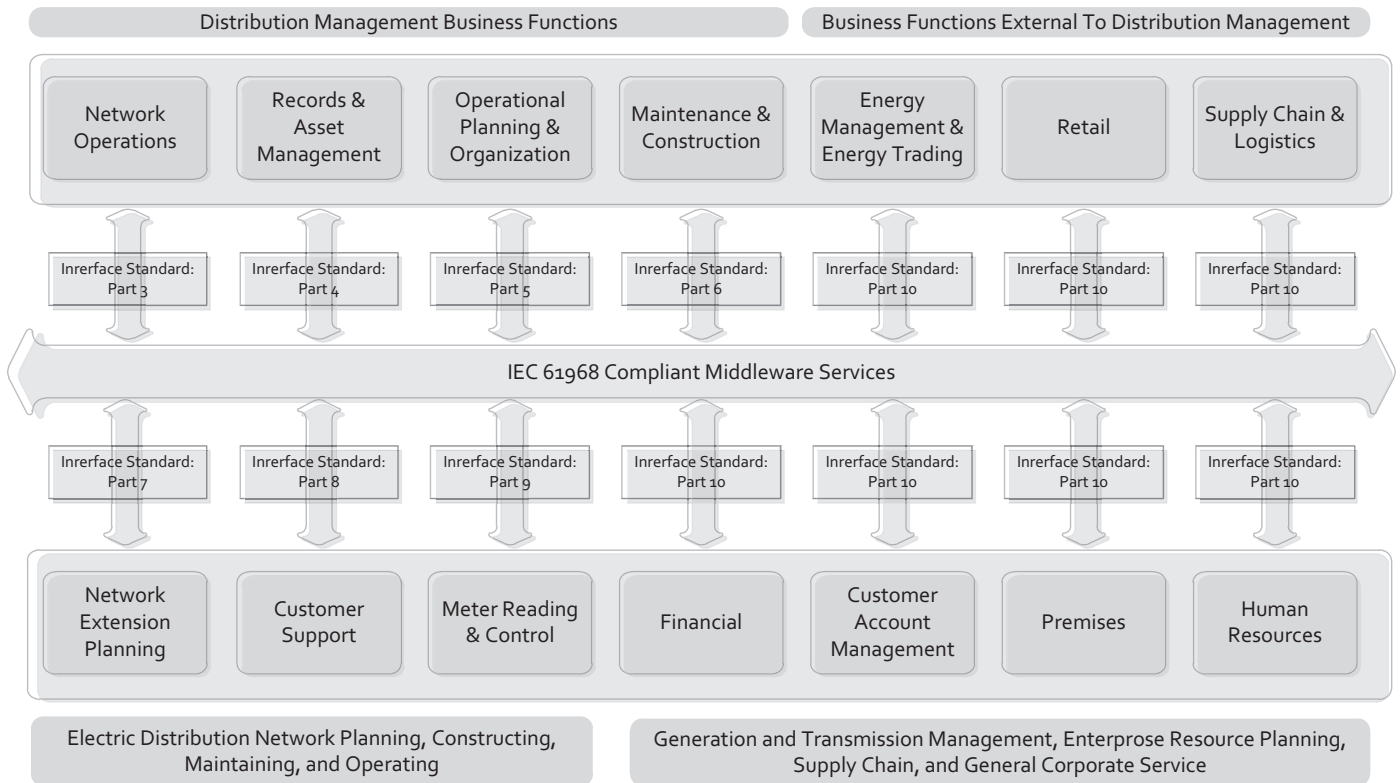


Fig. 2. IEC 61968 Packages [8]

Performing market operations

The CIM already enables the possibility to model a detailed energy network as well as to support the administration of customer, billing and other energy market operations.

These operations in domain of one TSO can be easily managed. Scale of complexity increase when we deal with open market and processes that cross boundaries of TSOs and countries. Market unbundling has distributed Business Processes across various energy stakeholders, typically:

- scheduling
- capacity allocation and nomination
- reserve management
- customer switching
- settlement Calculations.

CIM Extension IEC 61970-302 [9] contains packages that describe essential data for main business processes related to energy market operations. These topics include:

- financial (This package is responsible for Settlement and Billing. These classes represent the legal entities who participate in formal or informal agreements)
- energy scheduling (This package provides the capability to schedule and account for transactions for the exchange of electric power between companies. It includes

transactions for megawatts which are generated, consumed, lost, passed through, sold and purchased. These classes are used by Accounting and Billing for Energy, Generation Capacity, Transmission, and Ancillary Services.)

- reservations (This package includes information for Transaction Scheduling for Energy, Generation Capacity, Transmission, and Ancillary Services).

In the past, CIM was only mandatory for market communications regarding topology exchange within the US. CME (CIM Market Extensions) was mainly north American vision of the market in 2003. Currently IEC TC 57 – WG16 “Deregulated Energy Market Communications” is working[9][10] to develop standards for Electricity Market Communications for:

- Market Participants to Market Operator
- Intra Market Operator.

European sub-team of WG16 is working in formal liaison with ENTSO-E and eBIX on CIM Market Extensions for European Union. This cooperation should guide to mapping of existing ETSO electronic data exchanges:

- ENTSO-E Scheduling System – ESS
- ENTSO-E Settlement Process – ESP

- ENTSO-E Reserve Resource Process – ERRP
- ENTSO-E Capacity Allocation and Nomination – ECAN.
- to CIM data exchanges. Benefits from this work would be shown in standard 62325 make into consideration features of “European Style” energy market:
- Day Ahead Markets: Bilateral
- Intra-day Markets
- Balancing Markets
- Collaboration with ENTSO-e.

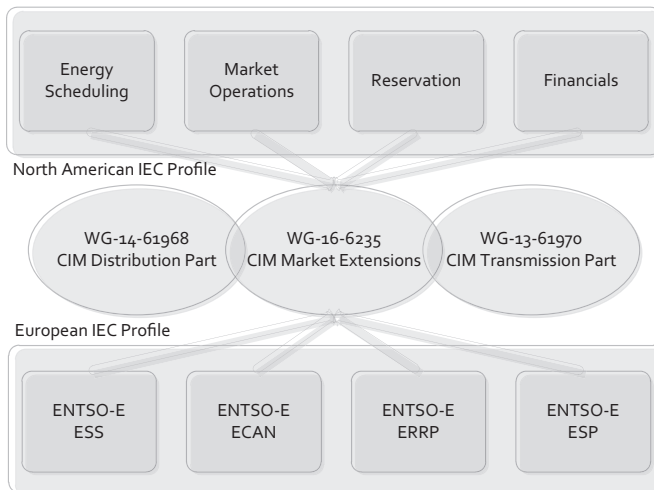


Fig. 3. Mapping 62325 CME to European and North American IEC market profile

Conclusion

The CIM has proven to be a good example on how to standardize semantics for the better exchange of data between various systems and cope with different challenges when to integrate

on application level. It has largely spread in North America, Europe and Asia and is considered to be one of the core standards of the future Smart Grid which is widely accepted by the most important standardization initiatives for the Smart Grid. All parts of IEC 61970 and IEC 61968 standard series are under continuously development and we can expect new versions of both in next two years.

REFERENCES

1. 61970-301 Ed. 2: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base, IEC Std., 2009.
2. 61968-11 Ed. 1: System Interfaces for Distribution Management – Part 11: Distribution Information Exchange Model, IEC Std., 2008.
3. McMorrان A., An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model, 2007.
4. 61970-501 Ed. 1: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 501: Common Information Model Resource Description Framework (CIM RDF) schema, IEC Std., 2006.
5. IEC 61968-13 ed1.0 Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 13: CIM RDF Model exchange format for distribution, IEC Std., 2008.
6. Schwarz K., IEC 61850, IEC 61400-25, and IEC 61970: Information models and information exchange for electric power systems, 2004.
7. deVos A., Widergren S.E., Zhu J., XML for CIM model exchange, 2001.
8. Britton J., Introduction to CIM, CIM University, San Francisco, USA, 11 October 2010.
9. Effantin C., Cim Market Extensions for EU, CIM User Group Meeting, San Francisco, October 2010.
10. ENTSO-E, “Common Information Model (CIM) model exchange profile”, 2009.

Piotr Czerwonka

Łódź University

e-mail: P.Czerwonka@synergyplus.uni.lodz.pl

A student at the Faculty of Management, Łódź University, where he is employed in the management and development of the faculty's server infrastructure.

His scientific interests are focused on advanced telecommunication technologies and large data volume processing, especially in intelligent networks.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 4–8. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Wspólny model informacyjny CIM w realizacji sieci inteligentnych – scenariusze zastosowań

Autor

Piotr Czerwonka

Słowa kluczowe

Smart Grid, sieci inteligentne, CIM

Streszczenie

Artykuł ten składa się z trzech części: z ogólnej prezentacji wspólnego modelu informacyjnego (CIM, Common Information Model), jego zastosowania w rozwiązywaniu wybranych problemów systemu elektroenergetycznego i z wniosków. CIM jest niezależną platformą modelu danych opisaną w normach PN-EN (IEC) 61970/61968 i zalecaną dla architektury sieci inteligentnych (Smart Grid). W obecnej wersji zawiera ok. 900 klas i 2650 rodzimych atrybutów opisujących różne aspekty dziedziny energetyki. CIM stanowi podstawę do modelowania topologii elektroenergetycznej sieci przesyłowej oraz systemu elektroenergetycznego, wymiany wiadomości między różnymi zainteresowanymi stronami oraz znormalizowanej specyfikacji interfejsu pomiędzy różnymi systemami.

Zmieniająca się infrastruktura elektroenergetyczna wymaga nowego podejścia do technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Pojawia się wiele nowych usług, przedsiębiorstw energetycznych i sposobów użytkowania, a zainteresowane strony mają do czynienia z zagadnieniami interoperacyjności i integracji w ramach sieci inteligentnych. Ilość i rodzaj danych wymienianych między różnymi systemami będzie rosła w wyniku wzrostu liczby systemów w sieci inteligentnej. Istnieje potrzeba międzynarodowego, znormalizowanego semantycznego modelu danych w celu wymiany danych między systemami pochodzącymi od różnych dostawców. Takie rozwiązanie obniżyłoby koszty interoperacyjności sieci inteligentnych związane ze staraniami na rzecz integracji. Zastosowanie modelu CIM może stanowić odpowiedź na tę potrzebę. Jako potencjalna norma międzynarodowa jest on powszechnie akceptowany w sektorze energetycznym i uwzględniany w wielu krajach w planach normalizacyjnych dla sieci inteligentnych. Można go stosować do opisu i wymiany danych o topologii sieci elektroenergetycznej, co jest bardzo ważne w budowaniu wspólnej mapy infrastruktury energetycznej dostarczanej przez wielu małych i średnich dostawców branżowych i wysp elektroenergetycznych. Konieczność wymiany danych pomiarowych, harmonogramów energetycznych oraz zastrzeżeń i rezerwacji jako źródło dla systemu podejmowania decyzji i prognozowania to także czynnik, który można opisać i rozwiązać, stosując CIM.

1. Wprowadzenie do wspólnego modelu informacyjnego CIM

Przedsiębiorstwa elektroenergetyczne stosują wiele różnych formatów do przechowywania swych danych, zarówno informacji dotyczących planowania aktywów i pracy w wewnętrznych firmowych systemach baz danych, danych topologii sieci

systemu elektroenergetycznego w systemach sterowania, jak i plików statycznych używanych przez oprogramowanie symulacyjne.

Chociaż wiele z tych danych wykorzystuje się jedynie w ramach jednej firmy, często zachodzi potrzeba ich wymiany, zarówno wewnątrz niej, pomiędzy różnymi aplikacjami, jak i na zewnątrz, z innymi firmami. Tak znaczna liczba wykorzystywanych przez te aplikacje formatów firmowych wymaga mnóstwa translacji przy imporcie i eksporcie danych między wieloma systemami. Ten wykładniczo rosnący, przy integracji coraz większej liczby aplikacji i wymianie pomiędzy wieloma firmami, stopień komplikacji doprowadził do potrzeby stworzenia wspólnego formatu, który objąłby wszystkie obszary wymiany danych w dziedzinie elektroenergetyki.

Norma PN-EN (IEC) 61970–301 [1] to model semantyczny, który opisuje elementy systemu elektroenergetycznego na poziomie elektrycznym i relacje pomiędzy nimi. Definiuje wspólny model informacyjny (CIM, Common Information Model) jako podstawowy zestaw pakietów zapewniający logiczny obraz fizycznych aspektów systemu zarządzania energią, kontroli nadzorczej i zbierania danych (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition). Chociaż istnieje wiele norm PN-EN/IEC odnoszących się do różnych części CIM, jest tylko jeden wspólny znormalizowany model informacyjny CIM, którego dotyczą wszystkie te dokumenty normalizacyjne.

Norma PN-EN (IEC) 61968–11 [2] rozszerza ten model, tak aby obejmował inne aspekty wymiany danych oprogramowania systemu elektroenergetycznego, takie jak śledzenie aktywów, planowanie prac i rozliczenia z klientami. Obie te normy, 61970–301 oraz 61968–11, łącznie określa się jako Wspólny Model Informacyjny CIM dla systemów

elektroenergetycznych. CIM umożliwia uzgodnienie, które dane należy wymieniać, aby ułatwić wymianę danych sieci i systemu elektroenergetycznego pomiędzy firmami oraz umożliwić wymianę danych między aplikacjami w ramach firmy.

2. Krótka historia modelu CIM i rola UCA International User Group w jego opracowaniu

Model CIM powstał w Instytucie Badawczym Elektroenergetyki (EPRI, Electric Power Research Institute) jako niezależny od platformy model do opisu systemów elektroenergetycznych i w listopadzie 2003 r. został przyjęty jako norma IEC.

Krótką historią Modelu CIM:

- 1992 – firma Unified Information przekazała grupie zadaniowej ds. interfejsu programowego aplikacji centrum sterowania (CCAPI, Control Center Application Program Interface) model danych oparty na modelu EPRI OTS, oczekując, że stanie się on standardem branżowym
- 1993–1996 – grupa zadaniowa CCAPI rozszerzyła ten model danych, przede wszystkim w celu umożliwienia wykorzystania zgodnych sprzętowo aplikacji, aby pomóc przedsiębiorstwom energetycznym w ochronie ich inwestycji w aplikacje
- 1996 – model CIM przekazano do Komitetu Technicznego 57 IEC, grup roboczych 13 i 14, gdzie przeszedł proces przekształcania go w normę. Obejmuje on zarówno działalność przesyłową, jak i dystrybucyjną przedsiębiorstw elektroenergetycznych
- 2000 – Północnoamerykańska Korporacja Niezawodności w Elektroenergetyce (NERC, The North American Electric Reliability Corporation) oficjalnie uznała CIM i pierwszy test interoperacyjności IOP

- 2003 – Rada ISO/RTO oraz EPRI sponzorowały inicjatywę na rzecz rozszerzenia CIM na operacje rynkowe, tzw. CME, a następnie na dziedziny planowania i dynamiki
- 2005 – pierwsze wydanie podstawowej normy CIM, IEC 61970-301
- 2005 – utworzono grupę użytkowników CIM w ramach grupy użytkowników UCA
- 2008 – CIM zostaje przyjęty przez Unię dla Koordynacji Przesyłu Energii Elektrycznej (UCTE, Union for the Coordination of Transmission of Electricity)
- 2009 – Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii (NIST, National Institute of Standard and Technology) wskazuje CIM jako główną normę interoperacyjności sieci inteligentnych
- 2010 – Stowarzyszenie Europejskich Operatorów Systemów Przesyłowych ENTSO-E przechodzi CIM i przeprowadza pierwszy test interoperacyjności OIP.

CIM jako norma nadal ewoluuje i dostosowuje się do oczekiwań rynku i potrzeb dostawców w branży elektroenergetycznej. Użytkownicy energii i firmy dostawcze ściśle współpracują w ramach Międzynarodowej Grupy Użytkowników UCA, aby umożliwić integrację tej branży poprzez wdrażanie otwartych standardów, tworząc forum, na którym różni jej uczestnicy mogą współpracować jako członkowie wspólnej organizacji w celu:

- wpływania na tworzenie, wyboru oraz popierania otwartych i publicznych standardów odpowiednich dla branży energetycznej i odpowiadających ich potrzebom
- określania specyfikacji, opracowania i akredytacji programów testujących wyroby/systemy, które ułatwiają ich interoperacyjność na podstawie tych standardów
- podejmowania działań edukacyjnych i promocyjnych, które zwiększają świadomość tych standardów i ich zastosowanie w branży energetycznej.

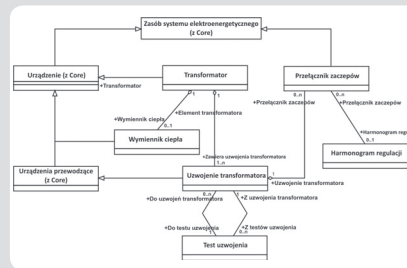
CIMug (grupa użytkowników CIM), grupa członkowska forum użytkowników UCA, ukierunkowana na wdrażanie, testowanie i doskonalenie modelu CIM, skupia około 170 firm i instytucji z całego świata.

3. Odzworowanie sieci i wymiana modeli

Podstawowe pakiety CIM definiuje norma PN-EN (IEC) 61970-301, która koncentruje się na potrzebach przesyłu energii elektrycznej, gdzie odnośnie zastosowania to system zarządzania energią, SCADA oraz planowanie i optymalizacja. Seria norm PN-EN (IEC) 61968 rozszerza model CIM, tak aby odpowiadał potrzebom dystrybucji energii elektrycznej, gdzie odnośnie zastosowania to system zarządzania dystrybucją, system zarządzania wyłączeniami, planowanie, pomiar, organizacja pracy, system informacji geograficznej, zarządzanie aktywami, systemy informacji o klientach oraz planowanie zasobów przedsiębiorstwa.

CIM oferuje podejście obiektowe do opisu topologii sieci w normie PN-EN (IEC) 61970-301. Prawie wszystkie urządzenia można opisać jako zbiory obiektów i połączenia pomiędzy nimi. Używając klas z modelu CIM, na przykład [3]:

- wyłącznik
 - transformator mocy
 - bezpiecznik
 - elektrownia wodna
 - podstawowy poziom napięcia
- można sporządzać spójne i oparte na standardach dokumenty topologii sieci. Na przykład transformator mocy to zbiór elementów w klasie zbiorczej transformator mocy. Dwuuzwojeniowy transformator mocy staje się dwoma obiektami typu uzwojenie transformatora w kontenerze transformator mocy. Jeśli transformator wyposażony jest w przełącznik zacze- pów, wówczas z odpowiadającym mu obiektem uzwojenie transformatora kojarzy się dodatkowy obiekt: przełącznik zacze- pów. Pomiędzy klasami transformator mocy oraz uzwojenie transformatora zachodzi stosunek agregacji, czyli transformator mocy może zawierać jedno lub więcej uzwojenie transformatora, które z kolei może się składać z zera lub więcej przełączników zacze- pów. Transformator łączy się z siecią z uzwojenia transformatora i połączenie to pochodzi z klasy urządzenia przewodzące.



Rys. 1. Opis klas UML w modelu CIM transformatora mocy

Klasy zawierają atrybuty, które dostarczają dodatkowych informacji o stanie i cechach obiektu. Klasę przełącznik zacze- pów opisują m.in. następujące atrybuty:

- highStep: najwyższa możliwa pozycja przełącznika zacze- pów, ponad punkt neutralny
- lowStep: najniższa możliwa pozycja przełącznika zacze- pów, poniżej punktu neutralnego
- initialDelay: dla przełącznika zacze- pów pod obciążeniem, zwłoka czasowa przed pierwszą czynnością zmiany zacze- pów (pierwszą zmianą zacze- pów)
- stepPhaseShiftIncrement: przesunięcie fazowe na jedną zmianę pozycji zacze- pów. Wartość dodatnia oznacza dodatnie przesunięcie fazowe od uzwojenia, na którym umieszczony jest zacze- pów, do innego uzwojenia (dla transformatorów dwuuzwojeniowych)
- stepVoltageIncrement: przyrost napięcia przy zmianie zacze- pów o jedną pozycję, w procentach napięcia znamionowego.

Normy PN-EN (IEC) 61970-501 [4] oraz 61970-452 definiują format XML do wymiany modeli sieciowych przy użyciu RDF [5, 6, 7]. Można przechowywać i wymieniać dane topologii sieci w formacie XML niezależnie od platformy i protokołu oraz zbierać dane z urządzeń w jednym, ujednoliconym formacie.

Wielu producentów urządzeń, np. ABB,

Siemens i GE, brało udział w CIMug od wczesnego etapu tworzenia CIM, a więc model CIM jest uznawany i akceptowany jako standard wymiany danych.

Stowarzyszenie ENTSO-E ustanowiło własny, oparty na CIM, profil dla wymiany operacji i studiów systemowych. Celem tego profilu CIM jest zdefiniowanie sposobu, w jaki członkowie ENTSO-E, używający oprogramowania różnych producentów, będą wymieniać informacje dotyczące modelowania sieci, jakich wymaga działalność ENTSO-E. Standard ten ogranicza się do opisu interfejsu między oprogramowaniem członków. Nie reguluje żadnej działalności ani nie narzuca żadnego wzoru oprogramowania do stosowania w systemach oprogramowania członków. Profil ten definiuje format wymiany wystarczająco szczegółowo, aby twórcy oprogramowania mogli dostosować się do tego standardu, a tym samym współdziałać tak, jak tego wymaga ENTSO-E.

Jest to podstawa do osiągnięcia kilku podstawowych celów:

- dokładnej oceny niezawodności sieci
- odpowiedniej i terminowej reakcji na warunki niepewne
- zminimalizowania powielania danych
- udostępniania danych w całym instytucjach
- zwiększenia dostępności informacji
- uporządkowania danych o znaczeniu krytycznym
- uniknięcia pracochłonnych działań integracyjnych.

Aby to osiągnąć, potrzebne są:

- dokładne i aktualne modele sieci
- spójne modele sieci (w każdej placówce odpowiedzialnej).

Wspólny Model Informacyjny CIM to sposób, aby osiągnąć te cele.

4. Integracja usług

Innym, obok wymiany pełnych danych modelu systemu elektroenergetycznego jako CIM RDF XML [5], podstawowym zastosowaniem modelu CIM jest wspólny model semantyczny w celu integracji aplikacji w przedsiębiorstwach.

Dość łatwo sobie wyobrazić, że w przedsiębiorstwie zajmującym się wytwarzaniem, przesyłem i dystrybucją energii są dziesiątki aplikacji odpowiedzialnych za fragmenty procesu, który sprawia, że przedsiębiorstwo to działa i funkcjonuje. W przypadku konieczności wymiany danych pomiędzy różnymi systemami i urządzeniami różnych producentów można dojść do punktu, w którym wiele środków przyczynia się do działania nieprzynoszące zysku – transformacja danych i translacja protokołów. Rozbudowa istniejącej infrastruktury prowadzi do dodawania nowych komponentów oprogramowania i interfejsów i bardzo komplikuje infrastrukturę dostępową.

Często ewolucja systemu napotyka na następujące niepożądane zjawiska:

- izolowane aplikacje
- odrębne systemy biznesowe i operacyjne
- brak standardów
- niezgodność standardów
- niestosowane standardy.

Model CIM dostarcza rozwiązania tych problemów dzięki koncepcji magistrali komunikacyjnej przedsiębiorstwa (ESB, Enterprise Message Bus). Wykorzystując usługi warstwy pośredniej (np. usługi sieci www), zapewnia ona mechanizm komunikacji aplikacji przy użyciu uprzednio zdefiniowanego formatu wiadomości i wymaga napisania tylko jednego interfejsu dla każdej aplikacji.

Podstawowe założenie polega na wykorzystaniu ogólnej definicji interfejsu (GID) do zapewnienia znormalizowanych interfejsów oraz wspólnego modelu informacyjnego (CIM) do obsługi znormalizowanych modeli danych.

CIM zapewnia także rozszerzenia, które pokrywają nie tylko część przesyłową oprogramowania systemu elektroenergetycznego. Jest kilka interesujących specyfikacji, które rozszerzają liczbę znormalizowanych komunikatów wymienianych poprzez magistralę komunikacyjną, a tym samym mogą przyczynić się do ujednoczenia i integracji systemu informacyjnego w całym przedsiębiorstwie:

- PN-EN 61968-3 Integracja aplikacji w przedsiębiorstwach elektroenergetycznych – Interfejsy systemowe do zarządzania dystrybucją – Część 3: Interfejs do prowadzenia ruchu sieci. Określa treść informacyjną zestawu

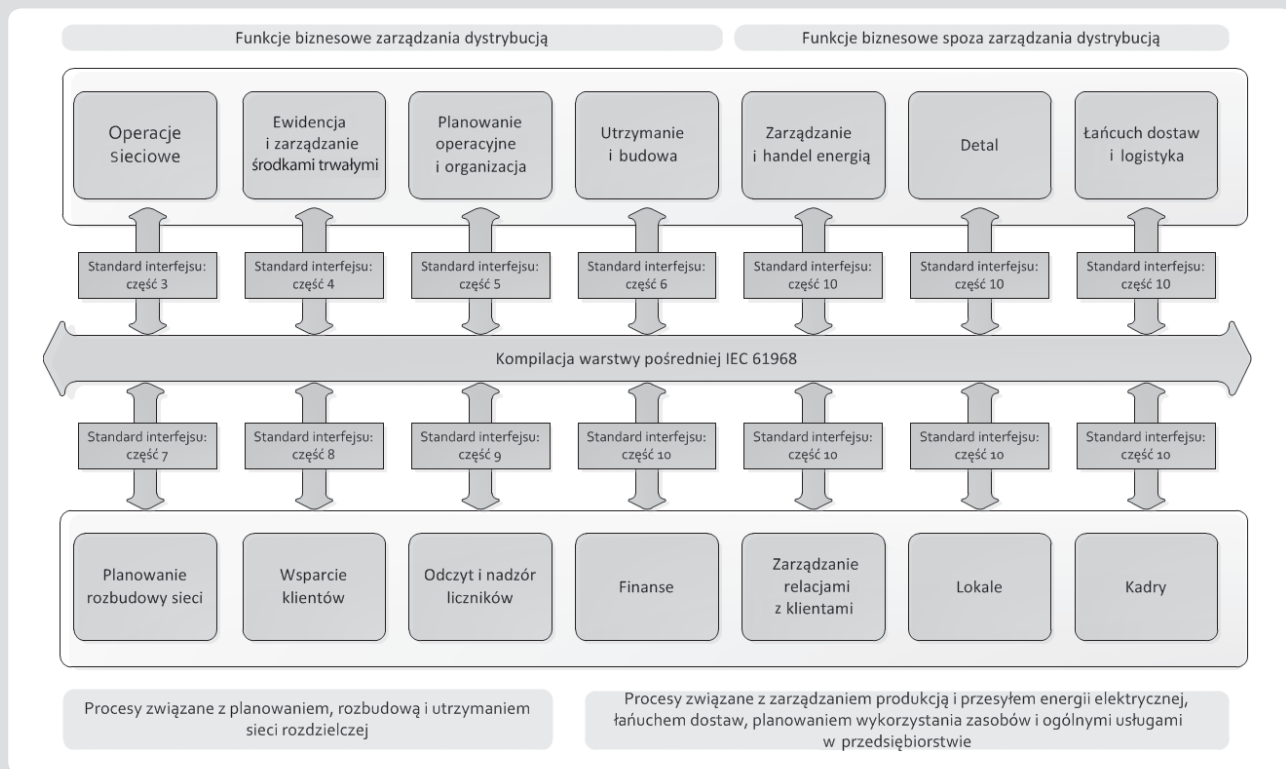
typów komunikatów, które można wykorzystać do wsparcia wielu funkcji biznesowych odnoszących się do operacji sieciowych. Do typowych zastosowań typów komunikatów zdefiniowanych w tej części należy zbieranie danych przez systemy zewnętrzne, wyodrębnianie awarii, przywracanie stanu sprzed awarii, zarządzanie w razie problemów, utrzymanie obiektów oraz ich uruchamianie.

- PN-EN 61968-4: 2008 Integracja aplikacji w przedsiębiorstwach elektroenergetycznych – Interfejsy systemu dla zarządzania dystrybucją – Część 4: Interfejsy dla ewidencji środków trwałych i zarządzania nimi. Określa treść informacyjną zestawu typów komunikatów, które można wykorzystać do wsparcia wielu funkcji biznesowych odnoszących się do ewidencji środków trwałych i zarządzania nimi. Do typowych zastosowań typów komunikatów zdefiniowanych w tej części należy planowanie rozwoju sieci, powielanie pomiędzy systemami danych sieciowych i danych o wyposażeniu pól, edycja schematów sieci i przegląd środków trwałych.
- PN-EN 61968-9 Integracja aplikacji w przedsiębiorstwach elektroenergetycznych – Interfejsy systemowe do zarządzania dystrybucją – Część 9: Interfejsy do odczytu liczników i ich nadzoru. Określa treść informacyjną zestawu

typów komunikatów, które można wykorzystać do wsparcia wielu funkcji biznesowych odnoszących się do odczytu liczników i ich nadzoru. Do typowych zastosowań typów komunikatów zdefiniowanych w tej części należy odczyt liczników, ich nadzór, zdarzenia licznikowe, synchronizacja danych odbiorców i przełączenie odbiorców. Chociaż norma PN-EN 61968-9 była przeznaczona przede wszystkim dla elektroenergetycznych sieci rozdzielczych, można z niej korzystać w innych zastosowaniach pomiarowych, w tym również pomiarach wielkości nieelektrycznych niezbędnych do obsługi sieci gazowych i wodnych.

Bardziej wyczerpujący wykaz zawartości pakietu 61986 można znaleźć na rys. 2. Integracja systemu z ujednoczonym zestawem interfejsów umożliwia łatwe wzbogacenie modelu danych o dodatkowe składniki. Dysponując zintegrowanym modelem topologii sieci, danymi środków trwałych, wyłączeń, GIS, wytwarzania i dystrybucji energii, uzyskujemy narzędzie, które można wykorzystać do:

- prognozowania podaży i popytu
- symulacji zachowania sieci elektroenergetycznej na podstawie obecnego systemu
- bardziej precyzyjnego planowania wyłączeń i rozbudowy sieci.



Rys. 2. Pakiety norm PN-EN (IEC) 61968 [8]

5. Wykonywanie operacji rynkowych

Model CIM już teraz umożliwia szczegółowe modelowanie sieci elektroenergetycznej, a także wsparcie administrowania klientami, rozliczeń z nimi oraz innych operacji na rynku energii.

W ramach systemu jednego OSP tymi operacjami można łatwo zarządzać. Skala złożoności wzrasta, gdy mamy do czynienia z rynkiem otwartym i procesami, które przekraczają granice systemu jednego OSP i kraju. Uwolnienie rynku polega na rozłożeniu procesów biznesowych pomiędzy

różnych interesariuszy w sektorze energetycznym, zazwyczaj dotyczy to:

- planowania
- alokacji i nominacji zdolności produkcyjnych
- zarządzania rezerwami
- przełączania odbiorców

- obliczeń w celu rozliczeń z odbiorcami. Rozszerzenie modelu CIM wg normy PN-EN (IEC) 61970-302[9] zawiera pakiety, które opisują podstawowe dane dla głównych procesów biznesowych związanych z operacjami na rynku energii. Do tematów tych należą:
- finanse (pakiet ten odpowiada za rozliczenia i fakturowanie; klasy te reprezentują podmioty prawne uczestniczące w porozumieniach formalnych lub nieformalnych)
- planowanie energetyczne (pakiet ten umożliwia planowanie i rozliczanie transakcji dotyczących wymiany energii elektrycznej pomiędzy przedsiębiorstwami; obejmuje transakcje na mocach generowanych, zużywanych, traconych, przepuszczanych, sprzedawanych i kupowanych; klasy te wykorzystywane są przez rachunkowość i fakturowanie energii, zdolności wytwórcze, przesyły oraz usługi pomocnicze)
- zastrzeżenia (pakiet ten zawiera dane do planowania transakcji energetycznych, zdolności wytwórczych, przesyły oraz usług pomocniczych).

W przeszłości model CIM obowiązywał tylko w komunikacji rynkowej dotyczącej wymiany topologii w USA. CME (Rozszerzenie Rynkowe Modelu CIM) odnosiło się głównie do rynku energii w Ameryce Północnej w 2003 r. Obecnie

grupa zadaniowa IEC TC 57 – WG16 „Komunikacja na zderegulowanym rynku energii” opracowuje [9, 10] standardy komunikacji na rynku energii elektrycznej dla:

- uczestników rynku z operatorem rynku
- operatora wewnątrzrynkowego.

Europejska podgrupa grupy WG16 pracuje w ramach formalnego porozumienia ze stowarzyszeniem ENTSO-E i forum eBIX nad Rozszerzeniem Rynkowym Modelem CIM dla Unii Europejskiej. Współpraca ta powinna doprowadzić do odwzorowania systemów i procesów elektronicznej wymiany danych obecnych w stowarzyszeniu ETSO:

- ENTSO-E ESS System planowania (Scheduling System)
- ENTSO-E ESP Proces rozliczeń (Settlement Process)
- ENTSO-E ERRP Proces zasobów rezerwowych (Reserve Resource Process)
- ENTSO-E ECAN Alokacja i nominacja zdolności produkcyjnych (Capacity Allocation and Nomination)

w postaci wymiany danych CIM. Korzyści z tej pracy uwidocznił w normie 62325 uwzględniają charakterystykę rynku energetycznego w „stylu europejskim”:

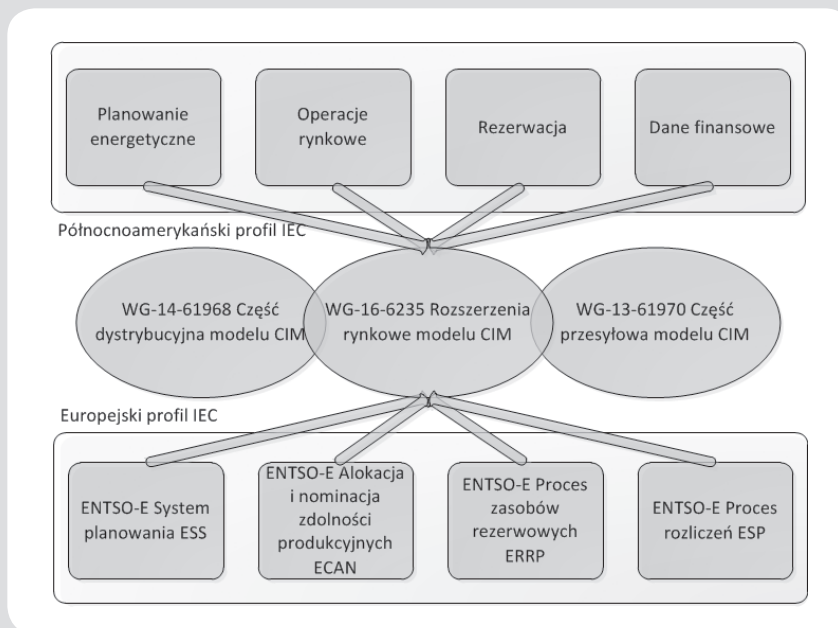
- rynki dnia następnego: dwustronne
- rynki dnia bieżącego
- rynki bilansujące
- współpraca z ENTSO-E.

Wnioski

Model CIM okazał się dobrym przykładem tego, jak normalizować semantykę w celu usprawnienia wymiany danych pomiędzy różnymi systemami i jak radzić sobie z różnymi wyzwaniami, gdy dochodzi do integracji na poziomie aplikacji. W dużej mierze upowszechnił się w Ameryce Północnej, Europie i Azji, gdzie uważany jest za jeden z podstawowych standardów przyszłej sieci inteligentnej i powszechnie uznawany przez najważniejsze inicjatywy normalizacyjne w tym zakresie. Wszystkie części serii norm PN-EN (IEC) 61970 i PN-EN (IEC) 61968 są ciągle rozwijane i oczekuje się nowych wersji ich obu w najbliższych dwóch latach.

Bibliografia

1. PN-EN 61970-301:2012, Interfejs aplikacji systemów zarządzania energią (EMS-API) – Część 301: Podstawa wspólnego modelu informacyjnego (CIM).
2. PN-EN 61968-11:2011, Interfejsy systemowe do zarządzania dystrybucją – Część 11: Rozszerzenie dla dystrybucji wspólnego modelu informacyjnego (CIM).
3. McMoran A., An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11, The Common Information Model [Wprowadzenie do norm IEC 61970-301 i 61968-11, Wspólny model informacyjny CIM], 2007.
4. PN-EN 61970-501:2006, Interfejs aplikacji systemów zarządzania energią (EMS-API) – Część 501: Struktura opisu źródeł wspólnego modelu informacyjnego (CIM RDF), IEC Std., 2006.
5. IEC 61968-13:2009, Integracja aplikacji w przedsiębiorstwach elektroenergetycznych – Interfejsy systemowe do zarządzania dystrybucją – Część 13: Model zmiany formatu dla dystrybucji CIM RDF, IEC Std., 2008.
6. Schwarz K., IEC 61850, IEC 61400-25, and IEC 61970: Information models and information exchange for electric power systems [Normy IEC 61850, IEC 61400-25, i IEC 61970, Modele informacyjne i wymiany informacji dla systemów elektroenergetycznych] 2004.
7. deVos A., Widergren S.E., Zhu J., XML for CIM model exchange [XML dla modelu wymiany CIM], 2001.
8. Britton J., Introduction to CIM [Wprowadzenie do CIM], CIM University, San Francisco, USA, 11 października 2010.
9. Effantin C., CIM Market Extensions for EU [Rynkowe rozszerzenia CIM dla UE], Spotkanie Grupy Użytkowników CIM, San Francisco, październik 2010.
10. ENTSO-E, Common Information Model (CIM) model exchange profile [Profil wymiany wspólnego modelu informacyjnego (CIM)], 2009.



Rys. 2. Pakiety norm PN-EN (IEC) 61968 [8]

Piotr Czerwonka

mgr

Uniwersytet Łódzki

e-mail: P.Czerwonka@synergyplus.uni.lodz.pl

Doktorant na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego, gdzie zajmuje się utrzymaniem i rozwojem wydziałowej infrastruktury serwerowej. Jego zainteresowania naukowe skupiają się wokół nowoczesnych technologii telekomunikacyjnych i przetwarzania dużych ilości danych, w szczególności z wykorzystaniem w sieciach inteligentnych.