

**Nowoczesne metody wspierające
automatyzację procesu projektowego w dobie
transformacji cyfrowej.**

Nowoczesne metody wspierające automatyzację procesu projektowego w dobie transformacji cyfrowej.

Tomasz Klos – Eplan

Streszczenie

Referat przedstawia koncepcję standaryzacji i automatyzacji prac inżynierskich w energetyce w oparciu o Platformę Eplan oraz powiązane narzędzia inżynierskie i usługi chmurowe. W pierwszej części omówiono kontekst: równoległy rozwój sieci elektroenergetycznych i systemów zdecentralizowanych (OZE, magazyny energii, infrastruktura ładowania), co przekłada się na wzrost liczby projektów, wariantów wykonania oraz presję na skrócenie czasu dostarczenia dokumentacji. Następnie zaprezentowano elementy Platformy Eplan w ujęciu procesowym – od inżynierii podstawowej (Preplanning), przez projektowanie elektryczne (Electric P8) i 3D (Pro Panel), po wsparcie produkcji i montażu (Smart Production, Harness proD). Wskazano rolę automatyzacji (eBUILD, Eplan Engineering Configuration) i mechanizmów kontroli zmian (eVIEW, eMANAGE) w utrzymaniu spójności danych. Całość uzupełniono przykładami rozwiązań wzorcowych dla stacji transformatorowych i infrastruktury ładowania oraz zestawem rekomendacji wdrożeniowych dla operatorów sieci i prefabrykatorów.

1. Wstęp

Transformacja energetyczna skutkuje jednoczesnym wzrostem złożoności technicznej oraz wzrostem liczby projektów realizowanych w krótkich cyklach. Z jednej strony rozwijane są klasyczne sieci elektroenergetyczne (przesył i dystrybucja), z drugiej dynamicznie rosną systemy zdecentralizowane (farmy PV i wiatrowe, magazyny energii, infrastruktura ładowania, rozwiązania wodorowe). Firmy inżynierskie i wykonawcze muszą obsłużyć większą liczbę interesariuszy i wariantów wykonania, przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej jakości dokumentacji.

W praktyce największym źródłem strat czasu i jakości jest niespójność danych: ten sam obiekt bywa opisywany oddzielnie w narzędziach do schematów, w arkuszach kalkulacyjnych, w systemach zakupowych oraz w dokumentacji wykonawczej. Powoduje to trudności w śledzeniu zmian, opóźnienia w uzgodnieniach i ryzyko błędów na etapie produkcji oraz uruchomienia. Dlatego kluczowe stają się platformy zapewniające jedno źródło informacji (SSOT) dla danych projektu oraz możliwość automatycznego generowania i weryfikowania dokumentacji.

Celem referatu jest przedstawienie, jak Platforma Eplan może wspierać spójność danych, standaryzację i automatyzację w całym łańcuchu wartości – od planowania, przez projekt, zaopatrzenie i produkcję, po uruchomienie oraz eksploatację. W kolejnych rozdziałach zaprezentowano mapę procesu oraz funkcjonalności narzędzi Eplan w kontekście zastosowań energetycznych.

2. Ekosystem energetyczny i wyzwania inżynierskie

Energetyka rozwija się dziś w dwóch uzupełniających się ekosystemach. Pierwszy dotyczy sieci elektroenergetycznych: przesyłu na najwyższych poziomach napięć oraz dystrybucji na poziomach wysokiego, średniego i niskiego napięcia. Drugi obejmuje systemy zdecentralizowane, w których istotną rolę odgrywają źródła odnawialne (wiatr, słońce, woda), magazyny energii (bateryjne i szczytowo-pompowe), infrastruktura ładowania oraz projekty wodorowe. W obu ekosystemach kluczowe są powtarzalność rozwiązań, bezpieczeństwo eksploatacji oraz jakość danych przekazywanych pomiędzy etapami projektu.

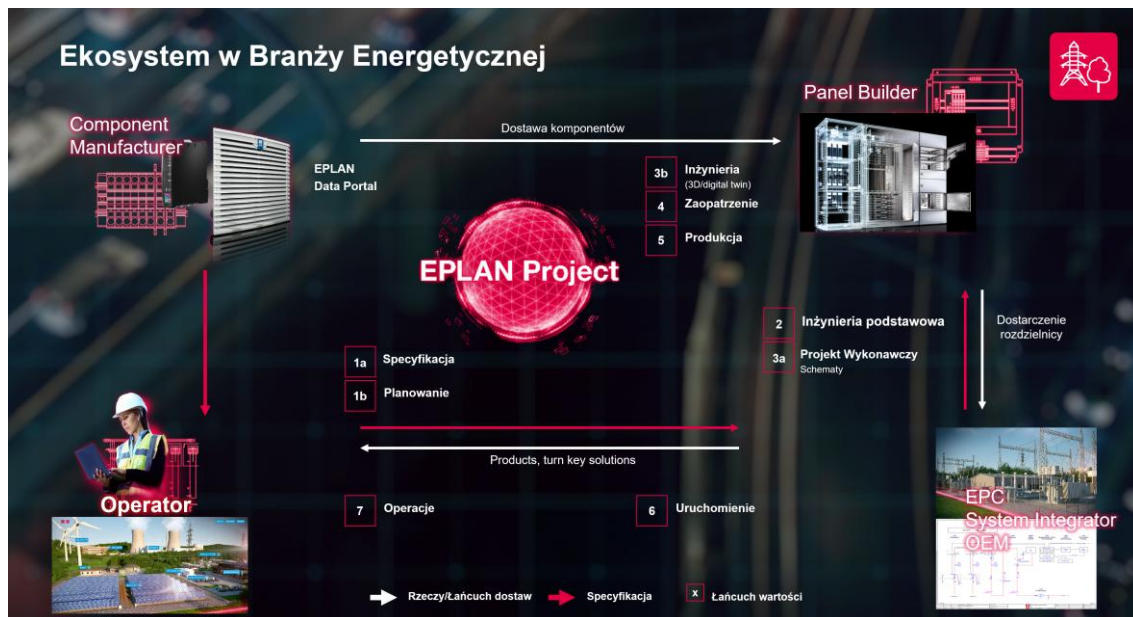
Wyzwania inżynierskie w energetyce można sprowadzić do czterech obszarów: (1) spójność danych, (2) szybkość dostarczenia dokumentacji, (3) redukcja błędów w produkcji i montażu, (4) transparentna współpraca wielu stron. W praktyce oznacza to potrzebę:

- modelowania funkcji i wariantów obiektu już na etapie koncepcji,
- kontroli zmian i uzgodnień w projektach wielopodmiotowych,
- powiązania dokumentacji 2D z modelem 3D (digital twin) rozdzielnic,
- automatycznego generowania raportów i zestawień (BOM, listy kablowe, zaciski),
- przekazywania danych do produkcji i montażu bez przepisywania informacji.

2.1. Łańcuch wartości i „przekazania danych” pomiędzy etapami

W projektach energetycznych kluczowe znaczenie ma łańcuch wartości obejmujący specyfikację, planowanie, inżynierię wstępną, projekt wykonawczy, zaopatrzenie, produkcję, uruchomienie oraz operacje. Każdy z tych etapów zużywa i wytwarza dane. Jeżeli dane są rozproszone, każde „przekazanie”

informacji (np. od projektanta do zakupów lub z biura projektowego do prefabrykatora) jest podatne na błędy. W efekcie powstają równoległe, niespójne wersje tej samej informacji. Platforma Eplan adresuje to ryzyko poprzez wspólną bazę danych projektu oraz powtarzalne mechanizmy raportowania. Dane wprowadzone na etapie koncepcji mogą być rozwijane w projekt wykonawczy, a następnie wykorzystywane przez produkcję i montaż. Oznacza to, że inwestycja w jakość danych na początku projektu „zwraca się” wielokrotnie w kolejnych etapach – mniejszą liczbą poprawek, krótszym uruchomieniem i łatwiejszym serwisem.



Rys. 1. Przykładowy łańcuch wartości w branży energetycznej oraz miejsca wykorzystania danych Eplan.

3. Platforma Eplan jako fundament spójnej inżynierii

Platforma Eplan integruje narzędzia do projektowania, dokumentowania oraz zarządzania danymi. Jest podstawą dla rozwiązań eksperckich i konfiguratorów, które pozwalają uprzemysłowić tworzenie dokumentacji. Kluczowe są: wspólna baza danych, standaryzacja (reguły, biblioteki makr), kontrola jakości oraz możliwość współpracy z wykorzystaniem chmury. Dzięki temu projekt może być rozwijany etapowo – bez utraty spójności między schematami, raportami i modelem 3D.

W zastosowaniach energetycznych platforma obejmuje obszary takie jak: inżynieria elektryczna, projektowanie i konfiguracja instalacji, cyfrowa dokumentacja, modelowanie rozdzielnic 3D, prowadzenie okablowania wraz z pomiarem długości, automatyczna kontrola dokumentacji oraz zarządzanie projektami. Ujęcie to pozwala traktować dokumentację nie jako statyczny plik, lecz jako „produkt danych”, utrzymywany i aktualizowany przez cały cykl życia obiektu.

Etap	Narzędzia Eplan (przykłady)	Rezultat / wartość
Specyfikacja i planowanie	Eplan Preplanning	Ustrukturyzowane dane koncepcyjne, wczesna standaryzacja
Inżynieria podstawowa	Preplanning + biblioteki/standardy	Szybkie tworzenie wariantów, redukcja pracy ręcznej
Projekt wykonawczy	Eplan Electric P8,	Spójna dokumentacja 2D, zestawienia, listy połączeń
Projekt 3D i digital twin	Eplan Pro Panel, Eplan Harness proD	Model 3D, weryfikacja przestrzenna, trasy kablowe
Zaopatrzenie	Raporty BOM, integracje	Jedno źródło danych dla zakupów i logistyki
Produkcja i montaż	Eplan Smart Production	Cyfrowe instrukcje okablowania, redukcja pomyłek
Uruchomienie i serwis	Dokumentacja + model 3D	Szybsze uruchomienie, wsparcie utrzymania ruchu
Współpraca i zmiany	Eplan eVIEW, eMANAGE	Redlining, kontrola wersji, zarządzanie projektem
Biblioteki danych	Eplan Data Portal	Szybki dobór komponentów, dane producentów w standardzie

Tabela 1. Mapowanie etapów łańcucha wartości na moduły i usługi platformy Eplan (przykład).

3.1. Inżynieria podstawowa – Eplan Preplanning

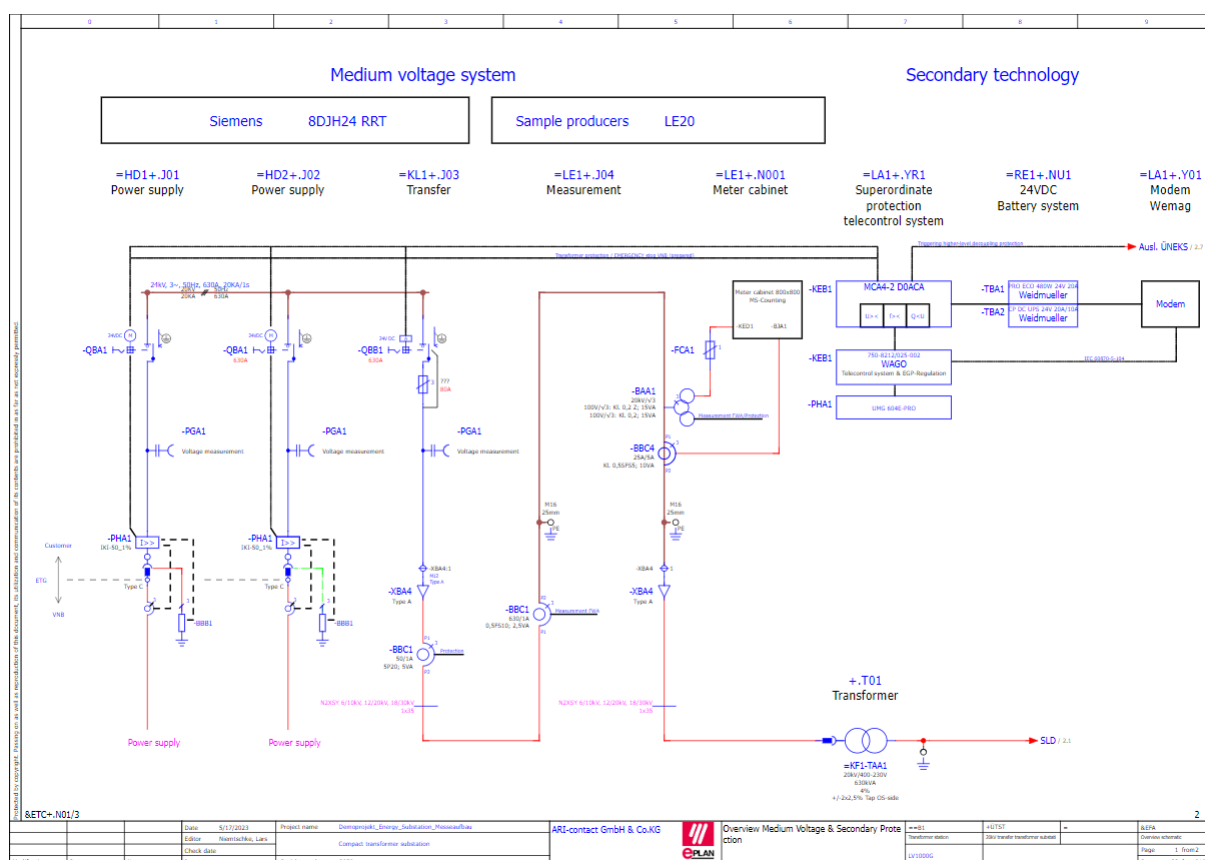
Eplan Preplanning umożliwia wprowadzanie danych inżynierskich w fazie planowania wstępnego. W energetyce pozwala to tworzyć uporządkowany model koncepcyjny dla farm PV i wiatrowych, lokalnych sieci energetycznych, infrastruktury ładowania oraz stacji transformatorowych. Metodyka polega na tym, że najpierw definiuje się funkcje i strukturę obiektu, a dopiero potem przypisuje się urządzenia i komponenty. Taki model ułatwia tworzenie wariantów i jest dobrym punktem wyjścia do automatyzacji kolejnych etapów.

W praktyce Preplanning wspiera standaryzowaną konfigurację pól i modułów stacji transformatorowej. Zespół może zbudować bibliotekę „modułów” (np. pole zasilające, pole transformatorowe, układy pomiarowe), a następnie parametryzować je pod kątem konkretnych wymagań obiektu. Dzięki temu uzyskuje się powtarzalność i skraca czas przygotowania dokumentacji wykonawczej.

3.2. Projektowanie elektryczne – Eplan Electric P8

Eplan Electric P8 służy do tworzenia spójnej dokumentacji elektrycznej dla rozdzielnic, stacji transformatorowych i instalacji wytwórczych. Istotną cechą jest automatyczne generowanie raportów: zestawień zacisków, list kabli, planów połączeń urządzeń i wykazów materiałowych. W energetyce – gdzie dokumentacja jest często wymagana zarówno do produkcji, jak i do odbiorów formalnych – automatyzacja raportowania zmniejsza ryzyko błędów i przyspiesza cykl uzgodnień.

Powiązanie schematów jedno- i wielokreskowych z tą samą bazą danych pozwala tworzyć różne widoki tej samej instalacji bez dublowania informacji. Z kolei wykorzystanie bibliotek danych komponentów przyspiesza dobór aparatury i zapewnia poprawne atrybuty (oznaczenia przyłączy, parametry techniczne, prezentacja graficzna). To fundament do budowy standardów projektowych operatora sieci lub prefabrykatora – i do ich konsekwentnego stosowania.

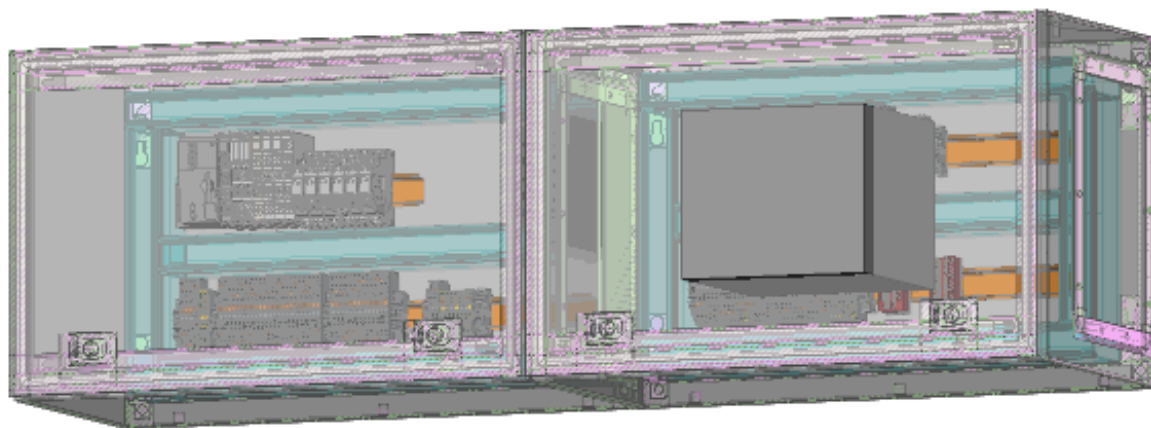


Rys. 2. Przykładowy widok dokumentacji stacji transformatorowej (schemat) opracowanej w Eplan Electric P8.

3.3. Projektowanie 3D i cyfrowy bliźniak – Eplan Pro Panel

Eplan Pro Panel umożliwia projektowanie rozdzielnic i szaf w 3D, tworząc cyfrowego bliźniaka obiektu. Model 3D pozwala zweryfikować zabudowę, wykrywać kolizje montażowe, optymalizować rozmieszczenie aparatury i tras kablowych oraz generować dane produkcyjne. W przypadku rozdzielnic i systemów dystrybucji energii możliwość „sprawdzenia” projektu przed produkcją znacząco redukuje ryzyko kosztownych poprawek.

Model 3D jest też wartościowy w eksploatacji. Może wspierać szkolenia, planowanie prac serwisowych i bezpieczeństwo – szczególnie w miejscach, gdzie dostęp do urządzeń jest ograniczony lub okna serwisowe są krótkie. Rozwiązania oparte o rozszerzoną rzeczywistość mogą dodatkowo zwiększać czytelność informacji dla technika w terenie.



Rys. 3. Przykład modelu 3D rozdzielnic (dystrybucja energii) przygotowanego w Eplan Pro Panel.

3.4. Okablowanie i wiązki – Eplan Smart Production oraz Eplan Harness proD

Eplan Smart Production wspiera ręczne okablowanie w produkcji, dostarczając monterom cyfrowych instrukcji połączeń i prowadząc przez kolejne kroki montażu. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie błędów, szybsze wdrożenie nowych pracowników oraz lepsza kontrola jakości. Jest to szczególnie przydatne w produkcji rozdzielnic, gdzie liczba połączeń jest duża, a czas realizacji jest krytyczny.

Eplan Harness proD koncentruje się na trasowaniu kabli i projektowaniu wiązek w 3D i 2D. W zastosowaniach energetycznych narzędzie sprawdza się w turbinach wiatrowych, kontenerowych magazynach energii oraz stacjach ładowania – wszędzie tam, gdzie przestrzeń jest ograniczona, a poprawne poprowadzenie wiązek ma znaczenie dla bezpieczeństwa i niezawodności.

3.5. Spójność danych, kontrola dokumentacji i zarządzanie projektami

Uprzemysłowienie projektowania nie kończy się na samych narzędziach CAE. W energetyce równie ważne są: kontrola kompletności dokumentacji, zarządzanie wersjami i zmianami oraz współpraca wielu firm. Platforma Eplan umożliwia budowę spójnego przepływu danych, w którym te same informacje zasilają schematy, raporty, model 3D oraz dokumenty produkcyjne. W rezultacie łatwiej jest wykrywać różnice i utrzymać spójność danych projektowych.

W praktyce oznacza to m.in. automatyczną kontrolę dokumentacji (weryfikacja brakujących atrybutów, zgodności oznaczeń, kompletności raportów) oraz możliwość prowadzenia projektu w trybie iteracyjnym, gdzie zmiany są rejestrowane, komentowane i zatwierdzane. Takie podejście jest szczególnie ważne w projektach dla operatorów sieci, gdzie wymagana jest ścisła zgodność z wewnętrznymi standardami i procedurami odbiorowymi.

4. Automatyzacja inżynierii – Eplan Automated Engineering i Eplan eBUILD

Automatyzacja inżynierii obejmuje rozwiązania umożliwiające generowanie dokumentacji na podstawie konfiguracji i reguł. Narzędzia takie jak Eplan eBUILD pozwalają budować konfiguratorów, które na podstawie parametrów projektu tworzą schematy i raporty. W energetyce, gdzie wiele obiektów ma charakter powtarzalny (pola SN, typowe rozdzielnice nN, moduły EV), automatyzacja pozwala osiągnąć dużą skalę oszczędności czasu oraz poprawę jakości.

Automatyzacja pomaga też w zarządzaniu zmianami: zamiast modyfikować wiele stron dokumentacji ręcznie, zmiana parametru może zostać propagowana do powiązanych raportów. W efekcie łatwiej utrzymać spójność i ograniczyć ryzyko, że jakaś część dokumentacji pozostanie nieaktualna.

5. Współpraca i zarządzanie danymi – Eplan Cloud

Warstwa chmurowa Eplan wspiera współpracę, udostępnianie i kontrolę zmian w projektach. Eplan Data Portal zapewnia dostęp do katalogów danych producentów, co przyspiesza dobór komponentów. Eplan eVIEW umożliwia przegląd i dodawanie komentarzy do projektu w przeglądarce, a eMANAGE wspiera zarządzanie dokumentacją i wersjonowanie. W praktyce oznacza to możliwość włączenia do procesu osób, które nie pracują bezpośrednio w Eplanie (np. inwestor, UR, zakupy), bez utraty kontroli nad zmianami.

W projektach energetycznych częstym problemem jest komunikacja zmian pomiędzy projektantem a wykonawcą. Chmurowe narzędzie do wprowadzania komentarzy i kontrola wersji redukują ryzyko wykonywania prac na nieaktualnych rysunkach i ułatwiają zamykanie uwag w usystematyzowany sposób. Jest to szczególnie istotne przy krótkich terminach i przy równoległej pracy wielu branż.

6. Rozwiązania wzorcowe i przykłady branżowe

Rozwiązania wzorcowe (przykłady branżowe) są praktycznym sposobem na rozpoczęcie standaryzacji. Zamiast tworzyć projekt od zera, organizacja może bazować na projekcie referencyjnym i dostosowywać go do własnych standardów. Jest to szczególnie efektywne w energetyce dystrybucyjnej oraz w projektach EV, gdzie skala powtarzalnych obiektów jest bardzo duża.

6.1. Projekt standardowy – stacja transformatorowa

Projekt standardowy stacji transformatorowej może obejmować schematy jedno- i wielokreskowe dla nN i SN oraz model 3D w Pro Panel. Dla operatorów sieci i prefabrykatorów istotne jest to, że taki projekt stanowi bazę do parametryzacji i automatyzacji: raz przygotowany „rdzeń” można rozwijać w warianty dla konkretnych lokalizacji i wymagań.

Standaryzacja polega na zdefiniowaniu typowych modułów i wariantów oraz na powiązaniu ich z raportami. Dzięki temu kolejne projekty stają się przewidywalne i łatwiejsze w odbiorze, a w organizacji rośnie spójność oznaczeń i danych.

6.2. Przykład branżowy – infrastruktura ładowania

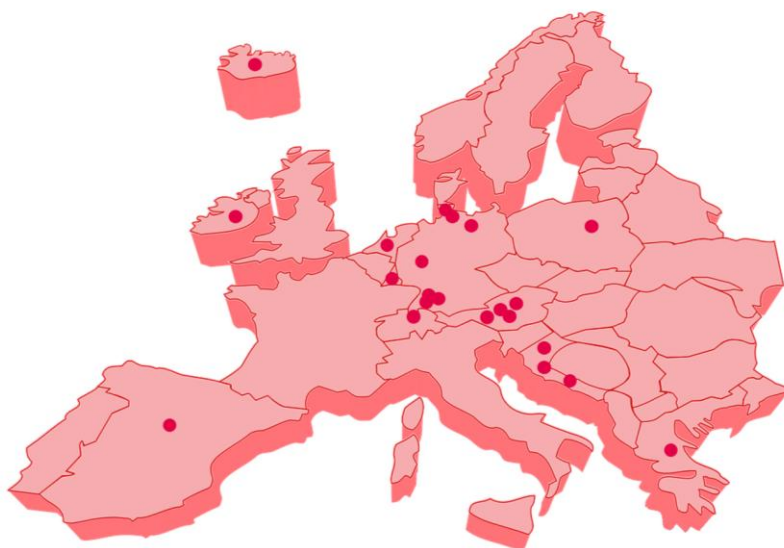
W projektach infrastruktury ładowania EV kluczowe są: szybkie dopasowanie układu do mocy przyłącza, powtarzalność modułów oraz integracja dystrybucji energii z automatyką i komunikacją. Modele 3D ułatwiają dobór obudów i komponentów, a powiązanie z dokumentacją 2D oraz raportami pozwala szybko przygotować komplet dokumentów dla wykonawstwa i montażu.

Tego typu projekty są dobrym kandydatem do automatyzacji w oparciu o konfigurator: parametry (np. liczba punktów ładowania, moc, wariant obudowy) mogą sterować generacją schematów i raportów.

6.3. Skala rozwiązania i dojrzałość wdrożenia

W kontekście ryzyka wdrożeniowego istotna jest dojrzałość rozwiązania oraz jego skala rynkowa. Eplan jest wykorzystywany globalnie, a używają go każdego dnia dziesiątki tysięcy klientów. W segmencie sieci elektroenergetycznych istotnym sygnałem jest rosnąca adopcja wśród operatorów sieci w Europie – zarówno w grupie OSP, jak i OSD. Z perspektywy użytkownika oznacza to dostęp do najlepszych praktyk oraz do ekosystemu danych komponentów.

- Przykładowe dane korporacyjne: 1 620 pracowników, 50 lokalizacji, 68 000 klientów, 274 000 licencji (wartości z materiałów prezentacyjnych).
- W Europie ok. 250 operatorów sieci jest klientami Eplan dotychczas 7 OSP wskazano jako klientów (wartości z materiałów prezentacyjnych).



Rys. 4. Rozmieszczenie klientów Eplan w segmencie operatorów sieci w Europie.

7. Rekomendowana ścieżka wdrożenia i dobre praktyki

Wdrożenie Platformy Eplan w organizacji energetycznej powinno być prowadzone etapowo, z równoczesnym budowaniem standardów danych. Największe efekty osiąga się, gdy wdrożenie jest powiązane z wybranym przypadkiem użycia o dużej powtarzalności (np. typowa stacja transformatorowa, typowa rozdzielnica nN, moduł infrastruktury ładowania EV). Następnie rozwiązanie rozszerza się na kolejne obszary i buduje konfiguratorzy oraz kompetencje załogi.

Praktyczna sekwencja działań może wyglądać następująco:

- zdefiniowanie standardu identyfikacji obiektów i struktury projektu (nazwy, oznaczenia, struktura stron i raportów),
- utworzenie bibliotek makr i bazowych projektów referencyjnych (typowe pola SN, rozdzielnice nN, moduły EV),
- włączenie danych komponentów przez Data Portal i/lub biblioteki producentów,
- rozszerzenie procesu o model 3D (Pro Panel) oraz trasy kablowe (Harness proD) dla wybranych typów obiektów,
- przeniesienie danych do produkcji i montażu (Eplan Smart Production) oraz dopracowanie raportów,
- uruchomienie współpracy i kontroli zmian (eVIEW / eMANAGE) dla projektów wielobranżowych,
- budowa konfiguratorów (eBUILD) dla najbardziej powtarzalnych przypadków.

Równolegle należy zaplanować zarządzanie standardami: wyznaczyć właściciela standardu, ustalić proces aktualizacji bibliotek i reguł, a także zasady akceptacji zmian. Tylko wtedy automatyzacja będzie skalowalna i odporna na rotację personelu.

8. Podsumowanie

Platforma Eplan, uzupełniona o narzędzia automatyzacji i usługi chmurowe, stanowi praktyczną odpowiedź na wyzwania transformacji energetycznej: rosnącą liczbę projektów, presję czasu i potrzebę spójności danych. Zapewnia „jedno źródło prawdy” dla danych projektu oraz umożliwia przeniesienie informacji do produkcji, montażu i eksploatacji bez ręcznego przepisywania.

Największe korzyści organizacje osiągają poprzez połączenie trzech elementów: (1) standaryzacji danych i bibliotek, (2) automatyzacji (konfiguratorzy, generowanie dokumentacji), (3) współpracy w chmurze z kontrolą wersji i zmian. Przykłady projektów referencyjnych dla stacji transformatorowych i infrastruktury ładowania pokazują, że podejście to można wdrażać pragmatycznie – zaczynając od konkretnego przypadku użycia i stopniowo budując skalę.

Literatura

- [1] Eplan: Materiały produktowe i dokumentacja Platformy Eplan (Preplanning, Electric P8, Pro Panel, Smart Production, Harness proD, Eplan Cloud).
- [2] Eplan Engineering Standard: Katalog rozwiązań wzorcowych dla zastosowań w energetyce (stacje transformatorowe, infrastruktura ładowania).