

Konrad KOTERBA*
Leszek KASPRZYK*

APLIKACJA INTERNETOWA WSPOMAGAJĄCA PROCES PROJEKTOWANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

W artykule przedstawiono koncepcję aplikacji internetowej wspomagającej proces projektowania instalacji elektrycznych. Scharakteryzowano instalacje elektryczne pod kątem ich projektowania w oparciu o aktualnie obowiązujące normy i przepisy. Opisano także technologie, w których powstała aplikacja. Przedstawiono strukturę bazodanową systemu funkcjonującą w projekcie wraz z opisem aplikacji. W końcowej części pracy zaprezentowano funkcjonalności aplikacji i opisano udogodnienia zastosowane w systemie, a następnie przedstawiono uwagi końcowe i wnioski.

SŁOWA KLUCZOWE: aplikacje internetowe, bazy danych, instalacje elektryczne

1. WPROWADZENIE

Branża IT jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi przemysłu. Obecnie większość ludzi posiada w swoim domu nie tylko komputer, ale również stały dostęp do internetu za pośrednictwem szerokopasmowego łącza o przepustowości rzędu dziesiątek lub setek megabitów na sekundę. Internet stał się nie tylko medium, ale także narzędziem o prawie nieograniczonych możliwościach. Główną zaletą korzystania z sieci jest możliwość komunikacji w czasie rzeczywistym. Inną ważną cechą, o której należy wspomnieć, jest możliwość wykonywania codziennych czynności bez opuszczania miejsca zamieszkania, np. zakupy, przelewy bankowe czy po prostu poszukiwanie odpowiedzi na nurtujące pytania.

Wraz z ewoluowaniem internetu ukształtowały się nowe miejsca pracy, co spowodowało kolejne zmiany w branży IT. Większość sektorów gospodarki otwiera się na rozwiązania jakie oferuje internet. Również branża elektryczna jest stale rozwijana w sieci, oferując coraz nowsze systemy o rozbudowanych strukturach. Jako przykład podać można narzędzia wspomagające projektowanie. Mimo tego, w sieci wciąż brakuje profesjonalnych rozwiązań, które mogłyby usprawnić codzienną pracę projektantów instalacji elektrycznych. Z tego względu w niniejszej pracy podjęto działania polegające na opracowaniu prostej i uniwersalnej platformy internetowej wspomagającej proces doboru przewodów i zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych.

* Politechnika Poznańska.

2. DOBÓR PRZEKROJU PRZEWODÓW ORAZ ZABEZPIECZEŃ

Proces projektowania instalacji elektrycznych – jak każdy proces projektowania – rozpoczyna się od uzgodnienia założeń, które wyznaczają ogólne wymagania dotyczące instalacji. Na ich podstawie projektant przeprowadza wszelkie obliczenia i analizy. Szczegółowe wytyczne związane z procesem projektowania instalacji elektrycznych są opisane w normie PN-HD 60364 [1]. Zawiera ona informacje na temat wymagań instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych, mieszkalnych oraz podstawy planowania.

W początkowej fazie projektu należy oszacować moc zainstalowaną oraz zapotrzebowaną. Zgodnie z zależnością (1), moc zapotrzebowana jest iloczynem współczynnika jednoczesności k_f i mocy zainstalowanej P_i i określa przybliżoną wartość mocy jaką będą pobierały odbiorniki w projektowanej instalacji w normalnych warunkach codziennej eksploatacji.

$$P_z = P_i k_f \quad (1)$$

W następnym kroku, na podstawie mocy zapotrzebowanej, wyznaczone zostają prądy obliczeniowe. Są one wykorzystywane przy doborze przewodów dla danego obwodu. Muszą one spełniać szereg wytycznych zawartych w normie [2]. Prądy te wyznacza się na podstawie zależności (2) oraz (3), odpowiednio dla obwodów jedno i trójfazowych.

$$I_{obl} = \frac{P_i k_f}{230 \cos \varphi} \quad (2)$$

$$I_{obl} = \frac{P_i k_f}{\sqrt{3} 400 \cos \varphi} \quad (3)$$

gdzie: I_{obl} – prąd obliczeniowy [A], P_i – moc zainstalowana [W], k_f – współczynnik jednoczesności [-].

Kolejnym etapem obliczeń projektowych jest dobór zabezpieczeń dla danego obwodu. W tym celu należy posłużyć się prądem zwarcia na podstawie którego dobierane zostaje zabezpieczenie. Zgodnie z zasadami projektowymi, należy wyznaczyć prąd zwarcia według zależności (4) dla każdego obwodu projektowanej instalacji. W liczniku tego wzoru występuje wartość 0,8. Liczba ta wynika z faktu obniżenia napięcia w momencie powstania zwarcia.

$$I_K = \frac{0,8 E}{\sqrt{(X_t + 2 X_L)^2 + (R_t + 2 R_L + 2 R_{WLZ} + 2 R_{\mu i})^2}} \quad (4)$$

gdzie: E – napięcie zasilania (230 V dla polskiego systemu zasilania) [V], R_b , X_t – parametry transformatora, które uzyskać można z dokumentacji dostawcy energii [Ω], R_b , X_L – rezystancja i reaktancja linii [Ω], R_{WLZ} – rezystancja

wewnętrznej linii zasilania $[\Omega]$, $R_{\mu i}$ – rezystancja instalacji $[\Omega]$, uwzględniająca podwyższenie temperatury przewodów w chwili zwarcia.

Obliczanie rezystancji instalacji jest wykonywane na podstawie wzorów od (5) do (7). Korzystając ze wzoru (5), obliczana zostaje rezystancja dla temperatury 20°C.

$$R_{20} = \frac{l}{\gamma s} \quad (5)$$

gdzie: l – długość przewodu $[m]$, γ – konduktywność zależy od materiału z jakiego wykonany jest przewód $[m / \Omega \text{ mm}^2]$, s – przekrój przewodu $[\text{mm}^2]$.

Następnie należy obliczyć temperaturę początkową przy zwarcu (na podstawie wzoru (6)). Liczba 70 oznacza temperaturę długotrwałą przewodu dla danego materiału (dana temperatura odpowiada materiałowi PVC, natomiast dla XLPE wartość ta wynosi 90°C).

$$\mathcal{G}_p = (70 - \mathcal{G}_o) * \left(\frac{I_n}{I_{dd}}\right)^2 + 30 \quad (6)$$

gdzie: \mathcal{G}_p – temperatura początkowa $[^\circ\text{C}]$, \mathcal{G}_o – temperatura otoczenia $[^\circ\text{C}]$, I_n – prąd znamionowy $[\text{A}]$, I_{dd} – prąd dopuszczalny długotrwałe $[\text{A}]$.

Po obliczeniu temperatury początkowej otrzymane wartości, należy wstawić do wzoru (7), aby uzyskać rezystancje instalacji.

$$R_{\mu i} = R_{20} (1 + \alpha \Delta \mathcal{G}) \quad (7)$$

gdzie: α – współczynnik odpowiadający materiałowi z jakiego został wykonany przewód, $\Delta \mathcal{G}$ – różnica między temperaturą początkową a temperaturą otoczenia.

W ten sposób uzyskana zostaje wartość prądu zwarcowego, który musi spełniać pierwszy warunek doboru zabezpieczeń – zawarty we wzorze (8). Zgodnie z tą zależnością, krotność zabezpieczenia pomnożona przez znamionowy prąd zabezpieczenia musi być co do wartości mniejsza bądź równa od otrzymanego z obliczeń spodziewanego prądu zwarcowego:

$$n I_n \leq I_k \quad (8)$$

Drugim warunkiem jaki należy spełnić jest warunek zawarty we wzorze (9). Zostaje on uznany za spełniony jeśli znamionowy prąd zabezpieczenia, które zostało dobrane przez projektanta z katalogu, jest większy od prądu obliczeniowego (I_{obl}), a jednocześnie jest on mniejszy niż wartość prądu dopuszczalnego długotrwałe (I_{dd}). Ostatni parametr jest odczytywany z tabel zawartych w katalogach przewodów.

$$I_{obl} < I_z < I_{dd} \quad (9)$$

Kolejnym istotnym etapem procesu projektowania instalacji elektrycznych jest wyznaczenie spadków napięć, które oblicza się stosując wzór (10) – w

przypadku obliczania spadku napięcia w danym obwodzie, oraz (11) – w przypadku obliczeń spadków napięć dla wewnętrznej linii zasilania.

$$\Delta U_{o\%} = \frac{200 I_n l}{\gamma s U_f} \quad (10)$$

$$\Delta U_{wLZ\%} = \frac{100 I_n l}{\gamma s U_f} \quad (11)$$

Po wyznaczeniu parametrów określonych we wzorach od (1) do (11) należy sprawdzić, czy spełniają one określone w normie ograniczenia. W tym celu należy zsumować obwodowe spadki napięć oraz spadek wewnętrznej linii zasilania (zależność (12)) – zgodnie z normą suma tych spadków napięć nie może być większa niż 4% [2].

$$\Delta U_c = \Delta U_{wLZ} + \Delta U_o \leq 4\% \quad (12)$$

3. APLIKACJA INTERNETOWA WSPOMAGAJĄCA PROCES PROJEKTOWANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

3.1. Technologie użyte do stworzenia aplikacji

Aplikację internetową stworzono w oparciu o najnowsze dostępne na rynku technologie i języki stosowane do tworzenia platform internetowych. Cały system został zrealizowany z wykorzystaniem języka PHP w wersji 5.5.10, który odpowiada za tzw. część backend'ową aplikacji [3], natomiast część wizualną stworzono wykorzystując HTML 5 wraz z kaskadowymi arkuszami stylów CSS3 wspartymi bibliotekami Bootstrap 3.0, które wspomagają budowanie prostych, a zarazem funkcjonalnych serwisów internetowych [3,4]. Bazę danych zamodelowano w środowisku MySQL, które jest najczęściej stosowanym rozwiązaniem w przypadku aplikacji internetowych i co ważne jest zgodne z językiem PHP.

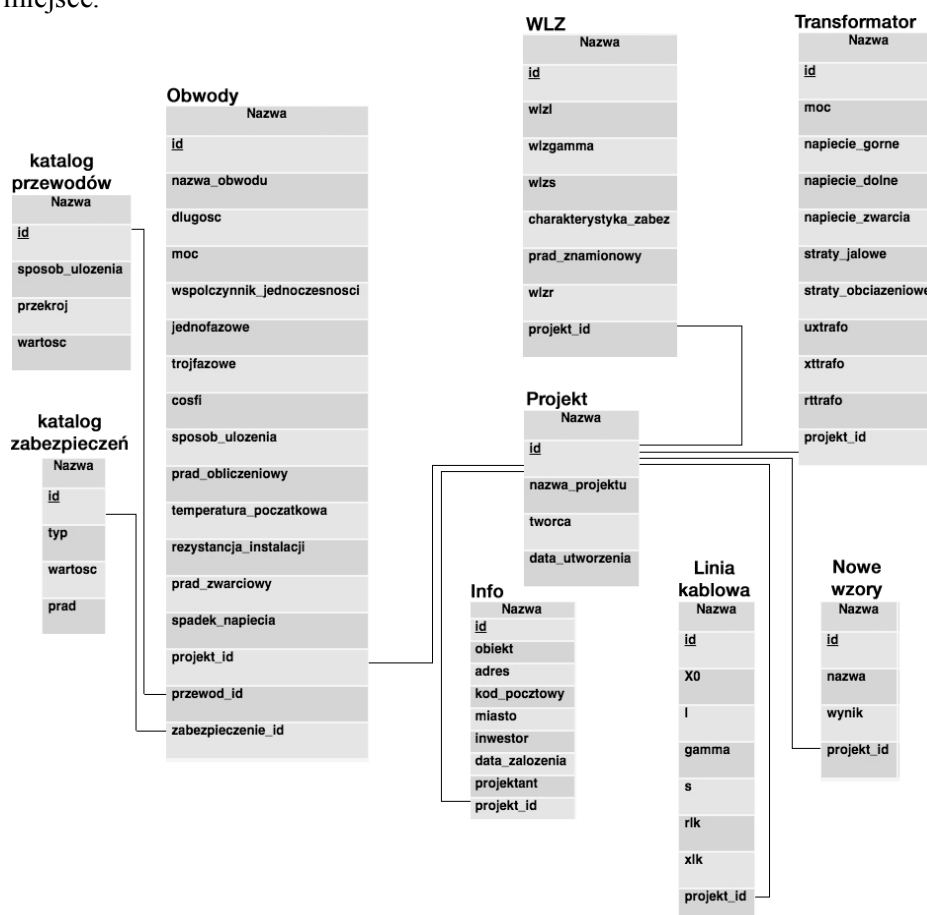
Przedstawiona na rysunku 1 struktura pokazuje poglądowy widok bazy danych z uwzględnieniem wszystkich tabel oraz powiązań między nimi. Nazwy tabel są adekwatne z przechowywanymi przez nie wartościami.

3.2. Charakterystyka opracowanej aplikacji

Platforma wyposażona została w system CMS (ang. Content Management System), czyli system zarządzania treścią, który stworzony został specjalnie na potrzeby działania aplikacji.

Użytkownik, aby dostać się na stronę główną aplikacji podaje w pasku adresu podstawową ścieżkę dostępu do serwisu. Żądanie trafia do pliku

.htaccess, który jest plikiem konfiguracyjnym serwera Apache. Za pomocą odpowiedniej dyrektywy możliwe jest skierowanie użytkownika w odpowiednie miejsce.



Rys. 1. Struktura bazy danych – tabele wraz z powiązaniem między nimi

Kolejnym ważnym elementem funkcjonowania aplikacji jest plik `index.php` zlokalizowany w katalogu głównym. Plik ten jest nadrzędnym kontrolerem systemu, w którym główną funkcją jest `execute()`, której zadaniem jest wykonywanie pobocznych funkcji. Jedną z nich jest funkcja `getUrlParameters()` odpowiedzialna za pobieranie parametrów z adresu URL, rozpoznaje ona trzy wartości, które są zwracane przez funkcję. Następnie wywoływana jest `templateSelect()`, która porównuje parametry otrzymane z paska adresu w poprzednim kroku i na ich podstawie tworzy nowe obiekty klas zawierające przekierowania do odpowiednich szablonów.

Ostatnim elementem generowania widoku w aplikacji jest wyświetlanie szablonów za pomocą wbudowanej funkcji języka PHP jaką jest *include()*. Pozwala ona na załączanie konkretnych widoków, które zawierają kod HTML. W tym miejscu występują również odwołania do modelu, na podstawie którego można pobierać dane z bazy, a następnie przydzielać je poszczególnym widokom w postaci zmiennych wyświetlanych użytkownikowi.

Każda tabela posiada dwa indywidualne pliki modelu. W jednym z nich stworzone zostały zapytania służące do komunikacji z bazą. Odpowiadają one za tworzenie, uaktualnianie oraz usuwanie rekordów w poszczególnych tabelach. Drugi z plików modelu ułatwia pobieranie wartości otrzymanych z zapytania. Zawiera on funkcje *get()* do pobierania zawartości oraz *set()*, która ustawia odpowiednie zadeklarowane wartości. Jest to bardzo wygodne rozwiązanie, które daje możliwość szybkiego przekazywania zmiennych do szablonów, a następnie pozwala na wyświetlanie ich użytkownikowi.

3.3 Widoki

Aplikacja składa się z kilku widoków, które generowane są niezależnie dla danego adresu. Pierwszym z nich jest widok główny aplikacji, w którym tworzony jest nowy projekt. Wypełniane pola po zatwierdzeniu przyciskiem *Rozpocznij nowy projekt* są dodawane jako nowy rekord w tabeli *projekt*. Jest to moment, w którym projekt uzyskuje unikalny adres internetowy, dzięki któremu po wejściu w dany link wielu użytkowników może dokonywać jednoczesne modyfikacje w tym samym projekcie.

Każdy kolejny widok zawiera formularz, w którym na podstawie wprowadzonych danych aplikacja wykonuje obliczenia zgodne z normami dotyczącymi projektowania instalacji elektrycznych, a następnie otrzymane wartości zapisuje w bazie danych.

Zgodnie z tym co przedstawiono na rysunku 2, w aplikacji wyróżnić można pięć widoków odpowiedzialnych za wprowadzanie danych i wyświetlanie wyników obliczeń oraz dwa widoki przedstawiające katalogi przewodów i zabezpieczeń.

Pierwsza z zakładek *Informacje ogólne* zawiera podstawowe informacje projektowe, na które składa się nazwa obiektu, dokładny adres, data z dziennika budowy oraz dane projektanta. Kolejna pozycja w menu *Dostawca energii* odnosi się do parametrów dotyczących transformatora oraz linii kablowej, które uzyskać można od dostawcy energii elektrycznej. Wykorzystuje się je podczas doboru zabezpieczeń. Następny widok *Parametry WLZ* – jak sama nazwa wskazuje – zawiera charakterystykę wewnętrznej linii zasilającej. Został on podzielony na pięć mniejszych widoków, dzięki czemu zachowano przejrzystość w aplikacji.

Projekt Instalacji Elektrycznej

Katalog zabezpieczeń Katalog przewodów i kabli

Szukaj...

Dane od dostawcy energii

WLZ

Dane wejściowe Wewnętrzna linia zasilania

l [m]	γ [1/Ω]	S [mm ²]	Charakterystyka zabezpieczenia	I _n , zabezpieczenia	Rwlz [mΩ]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Wymaż Zapisz

Informacje podstawowe

- Prądy obliczeniowe
- Dobierz przekrój
- Prądy zwarciowe
- Dobierz zabezpieczenia
- Spadek napięcia

Rys. 2. Widok aplikacji

Jedną z ostatnich pozycji jest widok *Dodaj obwód*. Po przejściu do niego użytkownik tworzy nowy obwód poprzez wypełnienie formularza zawierającego podstawowe dane. Po zapisaniu wprowadzonych wartości w menu głównym strony pojawia się nowa zakładka, której nazwa jest adekwatna do tej wprowadzonej przez użytkownika podczas dodawania nowego obwodu. Dodany zostaje również szereg możliwości dla każdego utworzonego rekordu w tabeli *Obwody*. Projektant może pracować nad danym obwodem poprzez wprowadzanie danych na podstawie, których aplikacja oblicza prądy oraz spadki napięć. Jest to część aplikacji, w której wykorzystywany został system doboru przewodów oraz zabezpieczeń z wbudowanego katalogu. Odbywa on się zgodnie z wytycznymi zawartymi w normach.

Ostatnią zakładką w menu głównym jest kreator wzorców. Jest to najbardziej uniwersalna i rozbudowana funkcjonalność aplikacji. Umożliwia ona dodawanie do projektu własnych wzorów, które tworzone są w bardzo prosty i intuicyjny sposób. Projektant tworzy wzór korzystając z gotowych szablonów dostępnych w systemie, które następnie wypełnia danymi. Aplikacja umożliwia wykonywanie obliczenia na podstawie nowododanego wzoru, a następnie otrzymany wynik zapisuje w bazie danych. Daje w ten sposób możliwość tworzenia wzorów, które nie należą do zbioru podstawowych zależności zawartych w aplikacji.

3.4 Funkcjonalność oraz udogodnienia zastosowane w systemie

Podstawową zaletą platformy jest jej estetyczny oraz przejrzysty wygląd, który zawdzięczyć można bibliotece bootstrap 3.0. Rozwiązanie to, wprowadzone na rynek kilka lat temu, jest narzędziem o dużych możliwościach,

które pozwala programiście w prosty sposób stworzyć witrynę spełniającą nowoczesne standardy obowiązujące w internecie.

Kolejnym aspektem przekładającym się na funkcjonalność jest responsywność. Oznacza to, że strona działa na każdym urządzeniu z dostępem do internetu, zachowując przejrzysty, czytelny wygląd oraz pełną funkcjonalność. Jest to istotne w świetle szybkości, z jaką rozwijają się mobilne urządzenia na rynku oraz ich zastosowania pod kątem aplikacji internetowych.

System został stworzony z myślą o jednoczesnej pracy kilku użytkowników nad jednym projektem oraz możliwości przechowywania danych wprowadzonych do aplikacji. Jest to możliwe dzięki generowaniu unikalnych adresów dla każdego projektu. Po podaniu adresu innej osobie, otrzymuje ona dostęp do wszystkiego, co zostało zapisane pod zadaniem adresem oraz możliwość edycji zawartości.

Każdy utworzony projekt można w prosty sposób zapisać na dysku komputera bądź innego urządzenia w postaci pliku PDF lub arkusza Excel. Dodatkowo przycisk *Drukuj* pozwala wydrukować całość operacji wykonanych w projekcie, co daje możliwość dołączenia pliku do dokumentacji projektowej.

Wbudowany system doboru przewodów oraz zabezpieczeń jest nowoczesnym rozwiązaniem, które skraca czas pracy projektanta, dobierając przekrój przewodów oraz zabezpieczenie, zgodnie z obowiązującymi normami.

4. WNIOSKI

Opracowana aplikacja wspomagająca proces projektowania instalacji elektrycznych jest rozwiązaniem umożliwiającym dobór przewodów oraz zabezpieczeń elektrycznych, przy jednoczesnej możliwości zdalnego tworzenia prostej dokumentacji technicznej. Umożliwia jednoczesną pracę wielu osób nad jednym dokumentem, co przekłada się na poprawę wydajności pracy.

W opracowanej aplikacji zastosowano model bazodanowy stworzony w środowisku MySQL. W systemie wykorzystane zostały powiązania między poszczególnymi tabelami, dzięki czemu możliwe jest dynamiczne pobieranie jej zawartości. Dodatkową zaletą jest fakt, iż użyte do budowy narzędzia oraz języki należą do grupy aktualnie najnowocześniejszych technologii internetowych, używanych do tworzenia aplikacji internetowych.

Platforma posiada indywidualny system kontroli treści. Został on stworzony na potrzeby systemu, z zachowaniem zasad modelu wzorca projektowego (Model View Controller). Wpływa to w pozytywny sposób na organizację struktury katalogów oraz wyselekcjonowanie odrębnych części programu.

Ze względów wizualnych i estetycznych, w aplikacji zaimplementowano nowoczesny i przejrzysty szablon, który dostosowuje się do rozdzielczości każdego urządzenia, na którym storna jest wyświetlana. Zawarto w nim liczne

formularze, dzięki którym użytkownik może w prosty sposób dodawać, edytować oraz usuwać wartości zapisane w bazie danych.

Opracowany system został stworzony z myślą o projektowaniu instalacji elektrycznych. Dzięki niemu firmy projektowe mogą usprawnić proces obliczeniowy, niezbędny podczas wykonywania projektu. Należy także podkreślić, że sposób tworzenia systemu daje duże możliwości rozbudowy o nowe moduły, które w przyszłości mogą zastąpić obecne na rynku programy służące do projektowania instalacji elektrycznych.

LITERATURA

- [1] PN-HD 60364, Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Wymagania podstawowe.
- [2] Markiewicz H., *Podstawy projektowania instalacji elektrycznych*, Biblioteka polskiego centrum promocji miedzi S.A., WNT, Warszawa 2005.
- [3] Converse T., Park J., Morgan C., *PHP5 i MySQL. Biblia*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
- [4] Bootstrap 3.0 Documentation, Podręcznik bootstrap 3.0, <http://getbootstrap.com/> (26-02-2015)

APPLICATION TO SUPPORT THE DESIGN PROCESS OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

The paper presents the concept of a web application supporting the process of electrical installations designing. Electrical installations was characterized in terms of their design, based on the current standards and regulations. Also internet technologies where application was created was described. It showed the structure of a database system functioning in the project along with a description of the application. In the final part of the paper authors presented the application functionality and described facilities used in the system, and the final remarks and conclusions.