

Analiza wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla budynków przy zasilaniu ze scentralizowanych źródeł ciepła

Dr inż. Grzegorz Misztal, dr inż. Piotr Ziembicki, dr hab. inż. Grzegorz Benysek, prof. dr hab. inż. Tadeusz Kuczyński, Uniwersytet Zielonogórski

1. Wprowadzenie

Struktura zużycia energii przez różne grupy konsumentów charakteryzuje się wysokim udziałem budownictwa mieszkaniowego i usługowego, które jest bardzo często odpowiedzialne za około 40% całkowitego zapotrzebowania energii finalnej. W sektorze mieszkaniowym UE, około 57% całkowitego końcowego zużycia energii jest wykorzystywane do ogrzewania pomieszczeń, 25% ciepłej wody i 11% energii elektrycznej. Udział ogrzewania w polskich gospodarstwach domowych jest jeszcze większy i stanowi 70%.

Niezwykle istotne jest prawidłowe dopasowanie źródeł ciepła do cech energetycznych budynku, co zapewnia optymalną ich pracę i racjonalizację zużycia energii. Określenie wytycznych technicznych dla budynków nowo budowanych lub poddawanych termomodernizacji pozwoli na optymalne projektowanie obiektów, z uwzględnieniem efektywności energetycznej.

Zadanie badawcze nr 6 pt. „Analiza wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla budynków przy zasilaniu ze scentralizowanych źródeł ciepła” jest realizowane w ramach projektu strategicznego

„Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków”. Dofinansowanie badań przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju zostało udzielone Uniwersytetowi Zielonogórskiemu na podstawie umowy SP/B/6/-90966/10.

Głównym celem realizacji projektu jest opracowanie wymagań technicznych i eksploatacyjnych, w szczególności relacji zużycia energii na potrzeby grzewcze, przygotowania c.w.u., wentylacji i technologii do zużycia energii elektrycznej dla obiektów, których zasilanie z gazowych i biogazowych układów kogeneracyjnych jest uzasadnione ze względów ekonomicznych, technologicznych oraz uwzględniających lokalne zasoby odnawialnych i nieodnawialnych nośników energii.

W ramach realizacji projektu badawczego, przewidziano również osiągnięcie celów dodatkowych, tj.:

- określenie cech energetycznych (profilu zużycia ciepła i energii elektrycznej), w skali pojedynczych budynków wielorodzinnych i użyteczności publicznej, niewielkich grup obiektów,
- sformułowanie kryteriów dla klasyfikacji budynków uwzględniającej ich profile zużycia energii,
- opracowanie klasyfikacji obiektów

wg ustalonych kryteriów i zaproponowanie wariantów rozwiązań technicznych ich zasilania w ciepło i energię elektryczną przy zastosowaniu gazowych i biogazowych układów kogeneracyjnych w powiązaniu z odnawialnymi źródłami energii dla każdej z klas,

– opracowanie bazy danych typów układów technologicznych systemów kogeneracyjnych wraz z ich wskaźnikami techniczno-ekonomicznymi, a także budowa programu komputerowego do doboru układu do pokrycia profilu zapotrzebowania na energię klas obiektów,

– opracowanie koncepcji rozwiązania technologicznego, uwzględniającego wykorzystanie nadmiaru ciepła oraz zniwelowania nierównomierności jego produkcji i zużycia w cyklu kogeneracyjnym i trigeneracyjnym oraz dopasowanie rozwiązania do wyznaczonych klas budynków,

– opracowanie katalogu dobrych praktyk w zakresie zmian zasad eksploatacji, stosowanych urządzeń i elementów instalacji grzewczych, c.w.u., energetycznych i oświetlenia i wskazania zaleceń do zmian sposobu użytkowania obiektów budowlanych,

– opracowanie wymagań i warunków zasilania budynków wielorodzinnych i niewielkich grup budyn-

ków istniejących, poddanych termomodernizacji w różnym zakresie oraz dla budynków nowych zasilanych z systemów kogeneracyjnych małej i średniej mocy, w powiązaniu ze źródłami energii odnawialnej,

- wskazanie możliwości wykorzystania lokalnych nośników energii, szczególnie dotyczących wykorzystania biogazu i biomasy,

- opracowanie zintegrowanego systemu wspomagania zasilania odbiorców indywidualnych w energię elektryczną we współpracy z układami kogeneracyjnymi małej i średniej mocy o mocy około 10 kW, przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.

2. Zintegrowany system wspomagania zasilania w energię elektryczną przy wykorzystaniu OZE

Jednym z niekorzystnych aspektów rozwoju cywilizacyjnego jest coraz większe uzależnienie człowieka od energii, głównie elektrycznej. Trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie wielu systemów, jak chociażby uzdatniania i dostarczania wody pitnej czy komunikacyjnych, bez energii elektrycznej. W każdej z tych dziedzin ciągłość dostawy energii elektrycznej oraz jej jakość są czynnikami wpływającym nie tylko na nasz komfort życia, ale niejednokrotnie na nasze bezpieczeństwo. Niestety, rozwój sieci energetycznych (przesyłowych i dystrybucyjnych) najczęściej nie nadąża za rosnącym zapotrzebowaniem na energię elektryczną.

Pewnym rozwiązaniem tej sytuacji jest rozproszenie i dywersyfikacja niekonwencjonalnych, w tym odnawialnych źródeł energii w systemie. Dzięki takim działaniom można nie tylko poprawiać bilans energii i zmniejszyć poziom generowanych zanieczyszczeń i degeneracji środowiska, ale również zwiększać niezawodność dostawy energii elektrycznej, poprawiać profil napięciowy, stabilność systemu czy też zmniejszać straty

przesyłowe. Z punktu widzenia odbiorcy indywidualnego generacja on-site przyczynia się nie tylko do obniżenia rachunków za energię elektryczną, ale również do zwiększenia niezawodności zasilania oraz do poprawy jakości energii elektrycznej. Podobnie z punktu widzenia operatora systemu, kontrolowany na poziomie odbiorcy indywidualnego pobór energii elektrycznej przyczynia się do odciążania sieci dystrybucyjnych (peak load shaving), do zmniejszania strat przesyłowych, do poprawy profilu napięciowego oraz do poprawy stabilności sieci. Niestety, dość wysokie (jak na razie, choć widoczna jest w tym segmencie wyraźna tendencja spadku cen przy jednoczesnym wzroście wydajności urządzeń) ceny systemów generacji rozproszonej małej mocy (zarówno wiatrowej jak i słonecznej) sprowadzanych głównie z zagranicy, oraz brak prostych i skutecznych rozwiązań w zakresie energoelektronicznych systemów sprzęgających i integrujących różne, zdywersyfikowane źródła energii alternatywnej, hamuje rozwój i zastosowanie tego typu rozwiązań na szeroką skalę. Ponadto, istniejące i oferowane komercyjnie rozwiązania obejmują zazwyczaj tylko pojedyncze źródła energii odnawialnej, co z uwagi na zmiany pogodowe, w szczególności w przypadku wykorzystywania wyłącznie energii słonecznej bądź tylko energii wiatru, nie gwarantuje względnie ciągłej pracy systemu generacji i jego wystarczającej skuteczności. Prowadzi to do tego, że opłacalność inwestycji użytkownika indywidualnego w taki system jest mocno problematyczna.

Biorąc pod uwagę powyższe projekt w części „elektrycznej” dotyczy możliwości i sposobów przyłączenia do sieci wewnętrznej odbiorcy układów do generacji energii elektrycznej ze źródeł własnych bazujących na źródłach odnawialnych: generatorach wiatrowych małej mocy, ogniach fotowoltaicznych (PV), układach wykorzy-

stujących ciepło odpadowe – silnikach Stirlinga.

Energia elektryczna pozyskiwana z wymienionych źródeł wykorzystywana będzie do modyfikacji bilansu energetycznego obiektów budowlanych, po pierwsze – w zakresie dotyczącym bilansu zużycia energii elektrycznej, po drugie – po przetworzeniu na energię cieplną może być uwzględniona także w bilansie energii cieplnej.

Potrzeba poprawy efektywności energetycznej wynika ze zmniejszania się zasobów paliw kopalnych najpowszechniej wykorzystywanych do tej pory w procesach generacji energii elektrycznej oraz energii cieplnej, jak również z potrzeby redukcji gazów będących efektem ubocznym wywarzania obu rodzajów energii z tych paliw. Działania te są także w pewien sposób wymuszone przez międzynarodowe umowy jak i akty prawne, zwłaszcza Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.

Intensywne działania prowadzone w tych celach zaowocowały pojawieniem się nowych energooszczędnych technologii zarówno w dziedzinie budownictwa, jak i energetyki. W dziedzinie energetyki zwiększana jest sprawność generacji energii poprzez promowanie wysokosprawnej kogeneracji, przesyłu od miejsca wytwor-

rzenia do miejsca końcowego jej wykorzystania, jak również osiągnięto poprawę efektywności energetycznej w etapie końcowym wykorzystania energii elektrycznej. Według badań europejskich organizacji zajmujących się poszanowaniem energii w Europie największy udział bo około 40% w zużyciu energii mają obiekty budowlane. W tym zatem sektorze należy szukać największych możliwości zwiększenia efektywności jej zużycia. Chociaż działania w zakresie zmniejszania energochłonności obiektów budowlanych skupione są głównie na energii cieplnej, to nie można zapominać, że w myśl prawa budowlanego instalacje i urządzenia techniczne, w tym instalacje elektryczne (w tym oświetleniowa) i elektryczne urządzenia grzewcze i klimatyzacyjne są nieodłączną częścią tego obiektu. Dlatego w dalszej części opracowania przedstawione zostały sposoby zwiększenia efektywności budynków w zakresie urządzeń i instalacji elektrycznych.

Podniesienie efektywności energetycznej obiektów budowlanych w ostatnim etapie wykorzystania energii elektrycznej można osiągnąć w kilku podstawowych krokach:

- racjonalizacja zużycia poprzez zmianę zachowań użytkowników oraz stosowanie oprav i źródeł energooszczędnych,
- zmniejszenie strat związanych z wykorzystaniem i przetwarzaniem energii.
- wykorzystanie własnych źródeł energii.

Uwzględniając powyższe, w ramach zadania badawczego sformułowano zadanie obejmujące „Opracowania zintegrowanego systemu wspomagania zasilania odbiorców indywidualnych w energię elektryczną” o mocy około 10 kW, cechującego się:

- podwyższoną ciągłością generacji energii elektrycznej, wynikającą z mniejszego uzależnienia od zmian pogodowych, ze względu na możliwość wykorzystywania

różnych miejscowych źródeł odnawialnych;

- wysoką sprawnością, wynikającą z zastosowania nowoczesnych technologii i nowych urządzeń przetwarzających energię i dopasowujących jej parametry do wymogów odbiorcy, w tym oryginalnych rozwiązań własnych;

– możliwością jednokierunkowej współpracy z systemem energetycznym, tj. tylko na potrzeby odbiorcy, co, zgodnie z istniejącymi przepisami, nie wymusza konieczności uzyskania odpowiedniego certyfikatu (zezwoleń) i prowadzenia działalności gospodarczej;

– elastycznymi właściwościami ruchowymi i eksploatacyjnymi, wynikającymi z: a) zastosowanych odpowiednich urządzeń oraz algorytmów sterowania i nadzoru; b) możliwości rozszerzenia systemu o inne źródła alternatywne (np. małe turbiny wodne), sprzęgane z systemem w obwodzie DC energoelektronicznego kondycjonera energii; c) możliwości pracy równoległej w przypadku zapotrzebowania na instalację o większej mocy;

– dużym potencjałem wdrożeniowym dla małych i średnich przedsiębiorstw oraz użytkowników indywidualnych, wynikającym zarówno z kompleksowości proponowanego rozwiązania, relatywnie niedużych kosztów inwestycyjnych związanych z wytwarzaniem i zakupem instalacji, jak i rosnących cen systemowej energii elektrycznej oraz wymagań i dyrektyw dotyczących wprowadzania ekologicznie czystych źródeł energii.

3. Opis prac badawczych w poszczególnych etapach

Podział zadania badawczego na etapy pozwolił na określenie zakresu prac realizowanych na każdym z nich oraz precyzyjne wskazanie celów, które będą w ramach każdego z nich osiągnięte.

Przewiduje się przeprowadzenie wizji lokalnych, analizy dokumen-

tacji budowlanej i eksploatacyjnej w około 100 budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Dodatkowo dla wybranych budynków przeprowadzona zostanie również inspekcja przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej. W czasie wizji zebrane zostaną szczegółowe informacje dotyczące obudowy obiektów, cech wpływających na straty ciepła przez przenikanie, a także instalacji wewnętrznych (grzewczych, przygotowania c.w.u., wentylacji itd.) wraz z danymi dotyczącymi ich sprawności eksploatacyjnych.

Dostęp do danych dotyczących termomodernizacji wybranych obiektów (np. z Banku Gospodarstwa Krajowego), pozwoli na analizę zmiany struktury zużycia energii cieplnej i elektrycznej, wpływającej na możliwość i efektywność techniczną i ekonomiczną stosowania źródeł kogeneracyjnych.

Na obecnym etapie zbierane będą dane eksploatacyjne z wybranych funkcjonujących układów kogeneracyjnych zasilanych biogazem, które zostaną wykorzystane do weryfikacji średniego współczynnika skojarzenia i średniorocznych rzeczywistych sprawności zastosowanych układów.

Wszystkie zebrane dane będą przygotowane w postaci cyfrowej i zostaną umieszczone w elektronicznej bazie danych, która będzie jednym z elementów bazy wiedzy tworzącej system ekspercki, który powstanie w kolejnych etapach badań.

Na podstawie uzyskanych danych, zostaną stworzone komputerowe modele obliczeniowe budynków, pozwalające na symulację rocznego zużycia energii cieplnej i elektrycznej. Modele pozwolą na dowolne wariantowanie cech budynków i ich obliczeń energetycznych, co umożliwi pełną analizę składowych modelu matematycznego wpływających na profil zużycia energii, który ma kluczowe znaczenie dla możliwości zastosowania gazowych i biogazowych układów kogeneracyjnych i oceny ich efektywności technicznej i ekonomicznej.

Modele komputerowe oraz wyniki prowadzonych symulacji będą stanowiły jedną z podstaw do stworzenia kryteriów przewidywanej klasyfikacji budynków.

W tym etapie stworzona zostanie również baza danych typów układów technologicznych systemów kogeneracyjnych i trigeneracyjnych wraz z ich wskaźnikami techniczno-ekonomicznymi. Zbudowany zostanie również komputerowy program doboru układu kogeneracyjnego do pokrycia profilu zapotrzebowania dla danego typu profilu życia energii cieplnej i elektrycznej budynku/osiedla/obszaru.

Następnie zostanie opracowane i zaproponowane rozwiązania technologiczne zagospodarowania nadmiaru ciepła oraz zniwelowania nierównomierności jego produkcji i zużycia w cyklu kogeneracyjnym i trigeneracyjnym. Rozwiązanie techniczne oparte będzie na pomiarach w istniejących budynkach i instalacjach, a także obliczeniach oraz modelach symulacyjnych. Zaproponowane rozwiązania sprawdzone zostaną praktycznie na zbudowanych w kolejnych etapach układach testowych.

W celu weryfikacji założeń przyjętych w modach obliczeniowych, przewiduje się zakup, montaż, uruchomienie i monitoring systemów grzewczo-energetycznych, przy wykorzystaniu układów kogeneracyjnych w wybranych istniejących budynkach o różnej skali.

Przeprowadzona zostanie analiza typologii budynków mieszkalnych w celu opracowania klasyfikacji tych obiektów, ze względu na strukturę zużycia energii dla celów grzewczych, c.w.u i energii elektrycznej. Opracowana będzie metoda diagnostyki i oceny obiektów, która powinna umożliwiać ich klasyfikację ze wskazaniem potencjału oszczędności energetycznych.

Opracowana zostanie klasyfikacja obiektów wg ustalonych kryteriów i zaproponowane warianty rozwiązań technicznych ich zasilania

w ciepło i energię elektryczną, przy zastosowaniu gazowych i biogazowych układów kogeneracyjnych w powiązaniu z odnawialnymi źródłami energii dla każdej z klas.

Na podstawie danych porównawczych uzyskanych z modeli i z danych rzeczywistych na monitorowanych obiektach testowych, wskazane zostaną istotne parametry budynków i instalacji stanowiących kryteria zastosowania kogeneracji lub innych źródeł (wytyczne, wskaźniki, parametry itd.).

Na tym etapie zostaną również realizowane prace badawcze związane z OZE elektrycznej, które będą się koncentrowały głównie na wyborze typu oraz mocy elektrowni wiatrowej umożliwiającej osiągnięcie zakładanych założeń, a następnie na uruchomieniu i badaniach systemu w laboratorium, a po przeniesieniu instalacji – w warunkach naturalnych.

W celu wyboru rozwiązania systemu „wiatrowego” i wykonania projektu instalacji doświadczalnej, cechującej się zadanymi parametrami i możliwie najniższą ceną, zostanie przeprowadzona wielowariantowa analiza techniczno-ekonomiczna różnych konfiguracji systemu, w szczególności uwzględniająca sposoby dołączania dodatkowych zasobników buforowych, oraz możliwości wytypowanych przekształtników energoelektronicznych.

W ramach kolejnego zadania, szczegółowej analizie poddane zostaną wszystkie trzy typy silnika Stirlinga. Wyniki, uwzględniające bilans energetyczny i ocenę właściwości eksploatacyjnych (w tym sposobu przeniesienia ruchu posuwistego na ruch obrotowy wymagany dla generatora neodymowego), a także technologiczność każdego typu silnika oraz jego cenę (z uwzględnieniem przewidzianego do wykorzystania specjalnego czynnika – gazu roboczego), zostaną wykorzystane przy opracowywaniu projektu wstępnego badanego systemu zasilania.

Na podstawie rezultatów przepro-

wadzonej analizy i obliczeń, oraz z uwzględnieniem wypracowanych przy tym wytycznych, dotyczących zarówno maksymalizacji sprawności, jak i minimalizacji kosztów materiałowych i technologicznych, zostanie opracowany projekt, a następnie wykonany model laboratoryjny systemu zasilania. Badania eksperymentalne, weryfikujące na poziomie laboratorium wyniki analizy i obliczeń, obejmą również charakterystyki sprawnościowe w różnych, sztucznie wywołanych warunkach pracy.

Prace badawcze w ramach następnego etapu będą głównie ukierunkowane na wybór topologii przekształtników z wymaganymi właściwościami funkcjonalnymi (łącznie z syntezą odpowiednich algorytmów sterowania), umożliwiających osiągnięcie zakładanych założeń (w tym zakładanej minimalnej sprawności) i pozwalających na względnie łatwe ich łączenie w układzie kondycjonera.

W celu wyboru rozwiązania systemu fotowoltaicznego (PV) i wykonania projektu instalacji doświadczalnej, cechującej się zadanymi parametrami i możliwie najniższą ceną, zostanie przeprowadzona wielowariantowa analiza techniczno-ekonomiczna różnych konfiguracji systemu, w szczególności uwzględniająca sposoby łączenia baterii PV i dołączania dodatkowych zasobników buforowych, oraz możliwości wytypowanych przekształtników DC/DC. Tą analizą objęte będą także różne algorytmy MPPT (Maximum Power Point Tracking). Wybrany algorytm MPPT ma być implementowany w prostym sterowniku mikroprocesorowym oraz ma umożliwiać osiągnięcie punktu maksymalnej mocy w ujęciu całego systemu, a nie tylko dla poszczególnych baterii PV, co jest najczęściej stosowane.

Na podstawie projektu instalacji doświadczalnej, uwzględniającego wyniki przeprowadzonej analizy, zostaną zakupione odpowiednie ogniwa PV oraz inne konieczne podzespoły i aparatura. Po kom-

pletacji wymaganych części, podjęte zostaną prace związane wykonaniem, i kolejno uruchomieniem i badaniami instalacji PV w warunkach laboratorium. Na tym etapie będą możliwe nieznaczne modyfikacje systemu, w szczególności algorytmu i przekształtnika.

Następnie instalacja zostanie przeniesiona i poddana badaniom w warunkach naturalnych PV. Rejestracja parametrów, w tym bilansu energetycznego, oraz obserwacja stanu technicznego działającej instalacji, pozwolą ocenić jej rzeczywistą efektywność.

Opracowaniem zbiorczego projektu wykonawczego instalacji doświadczalnej na podstawie dokumentacji technicznej prototypów poszczególnych urządzeń kompletujących, zakończona zostanie faza przygotowawcza. Po opracowaniu projektu wykonawczego nastąpią etapy budowy i uruchamiania instalacji. Na etapie uruchamiania będzie również kompletowana pełna dokumentacja techniczna instalacji, uwzględniająca wszystkie modyfikacje wprowadzone w trakcie budowy, dotyczące przede wszystkim właściwości ruchowych, w tym w szczególności bezpieczeństwa obsługi. Uruchomienie instalacji zapoczątkuje długookresowy etap badań funkcjonalnych i badań bilansu energetycznego instalacji. Takie długoterminowe badania pozwolą na adekwatną, praktyczną weryfikację przyjętych rozwiązań, w aspekcie ich niezawodności oraz funkcjonalnej i ekonomicznej opłacalności.

Wyniki badań zintegrowanej instalacji pilotażowej pracującej na

pojedynczego odbiorcę oraz jej pełna dokumentacja techniczna będą stanowić integralną część wyników całego projektu oraz posłużą do opracowania rekomendacji do wdrożenia oraz sprawozdania końcowego.

W kolejnym etapie projektu zostaną opracowane wymagania techniczne i eksploatacyjne, dotyczące w szczególności relacji zużycia energii na potrzeby grzewcze, przygotowania c.w.u., wentylacji i technologii zużycia energii elektrycznej, dla obiektów, których zasilanie z gazowych i biogazowych układów kogeneracyjnych jest uzasadnione ze względów ekonomicznych, technologicznych oraz uwzględniających lokalne zasoby odnawialnych i nieodnawialnych nośników energii.

Przewiduje się stworzenie systemu eksperckiego, przy wykorzystaniu gotowych narzędzi software'owych, w oparciu o zebrane dane pomiarowe oraz charakterystyki budynków uzyskane w etapie 1 i 2, tworzące bazę wiedzy. System ekspercki, z zaimplementowanymi metodami sztucznej inteligencji, będzie pozwalał na automatyczną klasyfikację budynków do jednej ze stworzonych klas, co skutkować będzie możliwością dokonania natychmiastowej analizy zasadności jego zasilania z gazowego lub biogazowego źródła kogeneracyjnego oraz ewentualnej potrzeby i możliwości zastosowania dodatkowego odnawialnego źródła energii lub źródła szczytowego.

W końcowej fazie realizacji projektu badawczego, opracowany zostanie program kalkulacyjny do

oceny efektywności techniczno-ekonomicznej zastosowania kogeneracji na bazie aktualnie dostępnych gotowych systemów kogeneracyjnych, gazowych i biogazowych oraz odnawialnych źródeł energii.

W ramach realizacji projektu „Analiza wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla budynków przy zasilaniu ze scentralizowanych źródeł ciepła” powstanie m.in. baza danych typowych obiektów mieszkalnych, ich kategoryzacja, modele symulacyjne, a także wytyczne dotyczące ich cech wpływających na wybór scentralizowanego źródła zaopatrzonego ich w ciepło.

Wyniki badań będą stanowiły niezwykle cenne wskazówki pozwalające na racjonalizację zużycia energii, projektowanie optymalnych energetycznie budynków, dobór źródła ciepła dla budynku lub grup budynków, zapewniający ich optymalne, energooszczędne funkcjonowanie. W ramach realizacji projektu powstanie również system ekspercki wspomagający podejmowanie decyzji, a także aplikacje obliczeniowe pozwalające na wyznaczanie parametrów wpływających na wspomniane wyżej parametry.

W ramach realizacji zadań zdefiniowanych w projekcie, przewiduje się upowszechnianie wyników badań w postaci publikacji naukowych oraz opracowań i wytycznych przeznaczonych dla inżynierów, projektantów i osób czy instytucji podejmujących decyzje dotyczące gospodarki energetycznej osiedli, miast czy gmin.

www.przegladbudowlany.pl/archiwum



Archiwum od ręki
archiwalne spisy treści na stronach www