

D. OPIS PROJEKTU ROZWOJOWEGO

1. Cel projektu:

1) planowany efekt końcowy realizacji badań przemysłowych i prac rozwojowych objętych projektem;

Celem projektu jest opracowanie komputerowego układu regulacyjnego, który dla farm wiatrowych zlokalizowanych na obszarze objętym zdalną kontrolą (najczęściej byłby to obszar działania jednego z operatorów sieci rozdzielczej) określa cyklicznie taką dopuszczalną wartość chwilową mocy generowanej dla każdej z farm, która odpowiada aktualnym możliwościom przesyłowym sieci danego obszaru. W przypadku korzystnych warunków wiatrowych, moc uzyskiwana z farm, może przewyższać możliwości przesyłowe lokalnych sieci elektroenergetycznych – dotyczy to przede wszystkim sieci o napięciu 110 kV. W przypadku zgrupowania wielu farm, których powstanie jest realnie możliwe, między innymi na Pomorzu, Suwalszczyźnie, Podbeskidziu, Górach Świętokrzyskich, Wyżynie Lubelskiej, Opolszczyźnie itd. konieczne może być okresowe ograniczanie generowanej w nich mocy, w celu dopasowania jej wartości do możliwości przesyłowych sieci. Celem projektu jest stworzenie takiego układu regulacyjnego, który po zidentyfikowaniu stanu systemu określi dla każdej z nadzorowanych farm (realnie będzie to kilka lub kilkanaście obiektów dla jednego operatora) zadany poziom mocy generowanej. Sumaryczny efekt ograniczenia mocy zostanie zminimalizowany, a możliwości przesyłowe sieci wykorzystane w sposób pełny. Układ będący przedmiotem projektu będzie układem gotowym do zintegrowania z pracującymi w polskiej energetyce systemami sterowania i nadzoru sieci elektroenergetycznych 110 kV. Układ regulacyjny będzie mógł potencjalnie być wykorzystany u każdego z 33 krajowych operatorów sieci 110 kV oraz u operatora sieci przesyłowej PSE-Operator S.A. Metoda optymalnej redukcji generacji może być wykorzystana w innych krajach o słabo rozwiniętej infrastrukturze sieciowej i rozwijającej się obecnie generacji wiatrowej. Efektem końcowym wynikającym z realizacji projektu będzie układ regulacyjny, który po zastosowaniu we wskazanych jednostkach energetyki ułatwi budowę farm wiatrowych w Polsce i ich integrację z systemem elektroenergetycznym oraz złagodzi i zrationalizuje związane z tymi inwestycjami zadania modernizacyjne dotyczące sieci 110 kV.

2) charakterystyka formy wyniku końcowego
(dokumentacja techniczna, prototyp wyrobu, dokumentacja konstrukcyjna, inna forma - podać jaka)

Podstawowym elementem projektu jest układ regulacyjny będący w istocie dedykowanym komputerem ze specjalistycznym oprogramowaniem oraz układami wejścia i wyjścia. Na wejście wprowadzane będą sygnały, które w rzeczywistych systemach elektroenergetycznych dostarczane są przez urządzenia telemechaniki transmitujące wielkości mierzone w obiektach systemu do centrów dyspozytorskich (prądy, napięcia, moce czynne i bierne). W projekcie zostanie wykorzystane rzeczywiste urządzenie telemechaniki (zwane w opisie urządzeniem A) wprowadzające cyklicznie do układu regulacyjnego wielkości odpowiadające jakościowo i ilościowo centrum dyspozytorskiemu typowej spółki będącej obszarowym operatorem sieci 110 kV (w dawnym nazewnictwie odpowiada to zakładowi energetycznemu). Zakłada się, że na obszarze danego operatora będzie się znajdowało kilka, kilkanaście lub więcej farm wiatrowych, każda o mocy od kilku do ponad stu megawatów, przyłączonych do sieci 110 kV. Jest to całkowicie realne założenie dla większości spółek w Polsce dla lat 2010-2015.

Podstawowym zadaniem układu regulacyjnego będzie wyznaczenie (w wyniku procesu obliczeniowego realizowanego na podstawie oryginalnych metod opracowanych przez wnioskodawców) wartości mocy zadanej dla każdej z farm wiatrowych, która może być danej chwili produkowana, bez zagrożenia przeciążeniem sieci 110 kV. Wobec ogromnego zainteresowania inwestorów budową farm wiatrowych, okresowe ograniczenia możliwości przesyłowych sieci 110 kV wydają się nieuniknione. Z uwagi na losowy charakter generacji mocy w farmach wiatrowych nie warto wydatkować ogromnych kwot na modernizację sieci, w takim zakresie jaki odpowiada mocy mogącej wystąpić tylko w szczególnie korzystnych warunkach wiatrowych (na przykład przez kilkadziesiąt godzin w roku). Proponowane w projekcie rozwiązanie pozwala na wyznaczenie dla każdej z farm takiej wartości mocy, która w minimalnym stopniu ogranicza poziom sumarycznej generacji w źródłach wiatrowych, przy istniejących ograniczeniach przesyłowych, które także mogą być traktowane w sposób dynamiczny, w zależności od istniejących warunków atmosferycznych (wiatru, temperatury). Bardzo istotnym elementem procesu przetwarzania danych wejściowych jest estymacja stanu systemu elektroenergetycznego, której efektywne opanowanie jest jednym z trudniejszych problemów z zakresu numerycznej analizy systemu elektroenergetycznego, a który wnioskodawcy w ramach pracy nad projektem zamierzają rozwiązać. Wyznaczone w prowadzonym cyklicznie procesie obliczeniowym moce zadane dla każdej z farm wiatrowych przekazywane będą na wyjście układu regulacyjnego, a stamtąd do rzeczywistego urządzenia telemechaniki, określanego w projekcie jako urządzenie telemechaniki B. Urządzenie to w warunkach rzeczywistych będzie wysyłało do farm sygnały dotyczące aktualnych wartości mocy generowanych. W warunkach laboratoryjnych przesłanie tych sygnałów nastąpi do komputerowego symulatora systemu. W sensie fizycznym będzie to drugi komputer, w którym w sposób cykliczny prowadzone będą obliczenia pozwalające na wyznaczanie kolejnych stanów systemu elektroenergetycznego. Dzięki zastosowaniu modułu sterowania tym komputerem możliwe będzie modelowanie w nim zmian warunków pogodowych, wprowadzających nowe wartości mocy farm wiatrowych, zmian w wielkości obciążenia systemu oraz zmian w jego strukturze. W symulatorze tym zostaną wyznaczone wielkości, które poprzez opisany już system telemechaniki A podane zostaną na wejście układu regulacyjnego. W ramach projektu przewiduje się powstanie prototypowej wersji laboratoryjnej układu regulacyjnego, a po wykonaniu testów przeprowadzenie prób w rzeczywistej sieci elektroenergetycznej.

2. Opis badań przemysłowych (stosowanych) i prac rozwojowych objętych projektem:

1) krótka charakterystyka niezbędnych do wykonania zadań, z uwzględnieniem przyjętej metodyki i stanu wiedzy w tematyce objętej projektem;

Zadania przewidziane do wykonania w ramach projektu obejmują

1. Opracowanie komputerowego modelu systemu elektroenergetycznego, w którym na podstawie zadanych wielkości wejściowych (aktualnych wartości mocy generowanych w farmach wiatrowych) wykonywana jest cykliczna symulacja stanu systemu; uzyskany efekt odpowiada zmianom stanu w cyklu o długości rzędu jednej minuty. Będzie on realizowany w czasie rzeczywistym. Wyniki obliczeń symulacyjnych będą cyklicznie przekazywane do urządzenia telemechaniki A. Moduł obliczeniowy symulatora pozwoli na szybkie rozwiązywanie układu równań nieliniowych opisujących system elektroenergetyczny.

2. Opracowanie układu sterowania urządzeniem telemechaniki A pobierającym informacje o stanie systemu z komputera – symulatora (w praktycznej aplikacji będą to dane z systemu rzeczywistego) i udostępniającym je komputerowemu układowi regulacyjnemu, stanowiącemu jądro i główny przedmiot projektu. W projekcie zostanie wykorzystane

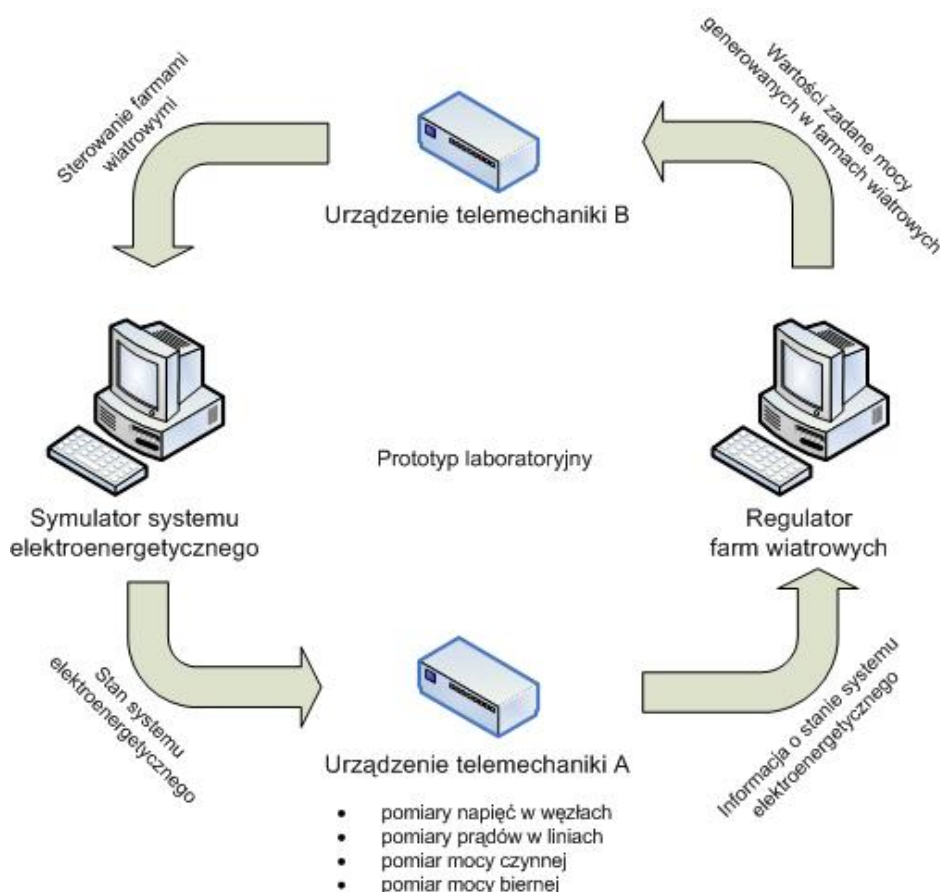
profesjonalne urządzenie telemechaniki stosowane w energetyce krajowej.

3. Wykonanie komputerowego układu grupowej regulacji mocy farm wiatrowych, w którym realizowane będą następujące funkcje, opracowane w ramach zadań cząstkowych:

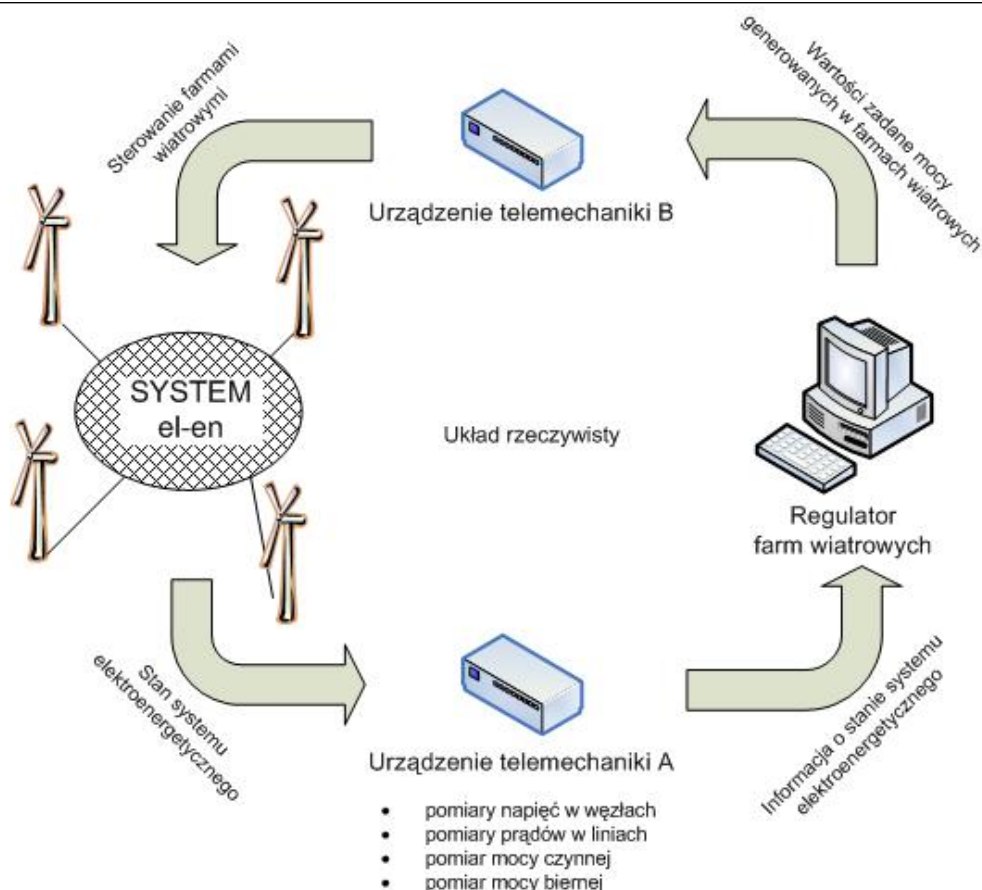
- odczyt danych pomiarowych opisujących stan systemu elektroenergetycznego z urządzenia telemechaniki A,
- proces estymacji stanu systemu uwzględniający możliwe błędy transmisji,
- procedura kontroli stanu obciążenia linii przesyłowych, generowanie komunikatów o alarmach i zagrożeniach,
- procedura wyznaczenia wektora mocy zadanych farm wiatrowych zapewniających utrzymanie dopuszczalnego poziomu obciążenia linii, likwidację stanów zagrożeń i alarmów,
- przekazanie wartości mocy zadanych farm wiatrowych do urządzenia telemechaniki B.

4. Opracowanie układu sterowania urządzeniem telemechaniki B pobierającym dane dotyczące zadanych wartości mocy generowanych farm wiatrowych z komputera – regulatora i udostępniające je pierwszemu komputerowi, w którym symulowany jest stan systemu elektroenergetycznego.

Wzajemne powiązanie zadań i koncepcje układu regulacyjnego farm wiatrowych pokazano na rysunku poniżej, gdzie zaprezentowany został schemat prototypu laboratoryjnego.



Realizacja układu rzeczywistego, współpracującego z systemem elektroenergetycznym i pracującymi farmami wiatrowymi, przedstawiono na rysunku poniżej.



2) określenie udziału prac badawczych z obszaru zaawansowanych technologii;

Już same siłownie wiatrowe można zaliczyć do technologii zaawansowanych. W większości siłowni wiatrowych jako generatory stosowane są dwustronnie zasilane maszyny indukcyjne wraz z nowoczesnymi falownikami. Daje to farmom istotne możliwości regulacyjne w systemie elektroenergetycznym. Wspomniane w opisie projektu urządzenia telemechaniki są nowoczesnymi i profesjonalnymi układami. Niniejszy projekt zakłada integrację tych układów z komputerowymi systemami sterowania i optymalizacji. Funkcje optymalizatora pełni tutaj komputer z odpowiednim oprogramowaniem będącym zastosowaniem zaawansowanych technik optymalizacyjnych przeznaczonych dla układów nieliniowych (min. ISOPE, PMO), które stosowane były dotychczas głównie w przemyśle chemicznym. Planowane jest zastosowanie zintegrowanych technologii estymacji parametrów obiektu i optymalizacji, które posiadają cechę osiągania punktu ściśle optymalnego, nawet przy dysponowaniu jedynie przybliżonym modelem obiektu (systemu elektroenergetycznego) oraz pomiarami obciążonymi błędami.

3) ocena szans na osiągnięcie założonego celu, ocena istniejącego ryzyka.

Doświadczenie kierownika projektu i zespołu zdobyte podczas wykonywania różnego rodzaju projektów, ekspertyz, prac naukowo-badawczych przemawia niewątpliwie na korzyść oraz zwiększa szanse na osiągnięcie założonego celu. Do swego rodzaju ryzyka należy zaliczyć szybkość pracy oprogramowania optymalizacyjnego (założono okres cyklicznego wyznaczania wartości optymalnych co 1 minutę), co związane jest ze złożonością zaawansowanych algorytmów estymacji parametrów i optymalizacji. Jednakże systematyczny wzrost mocy obliczeniowych komputerów pozwala na stwierdzić, że jest to ryzyko raczej małe. Jeżeli komputerowa moc obliczeniowa okaże się niewystarczająca, autorzy przewidują zastosowanie odpowiednich uproszczeń algorytmu optymalizacyjnego, co na chwilę obecną wydaje się bardzo mało prawdopodobne. Innym problemem może okazać się ostrożność i nieufność firm energetycznych do wprowadzania nowych i nieznanych systemów sterowania. Przyjęto jednak, że proponowany układ będzie współpracował z istniejącymi systemami, a wdrożenie będzie następowało we współpracy, z firmami, które te systemy od lat wykonują i wdrażają.

3. Opis spodziewanych efektów oraz informacje o przewidywanym wdrożeniu wyników badań:

1) porównanie planowanego wyniku końcowego do obecnie stosowanych rozwiązań w odniesieniu do norm międzynarodowych oraz analogicznych rozwiązań polskich i zagranicznych, dotyczy zwłaszcza państw Unii Europejskiej;

Przedstawiany w projekcie układ grupowej, optymalnej regulacji mocy farm wiatrowych, w zasadzie nie posiada odpowiednika w krajach zachodnich. Jest to projekt nowatorski pozwalający na przyłączenie do sieci większej liczby farm wiatrowych, gwarantujący przy tym bezpieczeństwo pracy systemu elektroenergetycznego. Trzeba przyznać, że idea proponowanego układu wynika ze słabości i ograniczonych możliwości przesyłowych Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, które uwidaczniają się szczególnie w sieciach 110 kV zlokalizowanych z dala od aglomeracji miejskich. W krajach UE farmy dużej mocy przyłączane są do sieci przesyłowej (220 i 400 kV), w Polsce moce farm są mniejsze (warunki wiatrowe i względy finansowe) i przyłączenia planowane są w sieci 110 kV o ograniczonych możliwościach przesyłowych. Idea układu regulacyjnego, który dopasowuje poziom mocy generowanej do aktualnych możliwości przesyłowych sieci zgodna jest z ideą Smart Power Networks rozwijana w ramach europejskich programów ramowych - 5,6 i 7-go. Nie powstały jednak w ramach tych prac komercyjne układy, które mogłyby być zastosowane w systemie krajowym.

Aktualna polityka przedsiębiorstw energetycznych polega często na opóźnianiu i blokowaniu dostępu do sieci dla farm wiatrowych, uzasadnianego ograniczonymi możliwościami przesyłowymi. Tymczasem z badań wnioskodawców wynika, że problemy przesyłowe mogą się uwidocznić w krótkotrwałych okresach i wtedy proponowany układ regulacyjny dokona optymalnego rozdziału ograniczeń w generacji farm. Poziom generacji w farmach wiatrowych Polski wynosi obecnie zaledwie 400 MW wobec realnie wykazanego i określonego wynoszącego co najmniej 10 razy więcej (4000 MW). Wnioskodawcy uważają, że z punktu widzenia ekologii i spełnienia wymagań Unii Europejskiej w zakresie produkcji czystej energii znacznie korzystniej jest budować farmy i okresowo oraz harmonijnie limitować ich poziom generacji, niż budować ich bardzo niewiele czekając latami na rozbudowę sieci.

2) informacja o powiązaniu projektu z regionalną strategią innowacyjną, krajowymi programami ramowymi lub programami rozwoju województw;

Tematyka projektu jest ściśle związana z Krajowym Programem Badań Naukowych i Prac Rozwojowych (KPBNI PR) z 30.10.2008 r. - Priorytetowy Obszar Badawczy (3) Energia i Infrastruktura. Przedmiot projektu nawiązuje wprost do tematów 3.1.1 (Opracowanie technologii wykorzystania źródeł rozproszonych i zasad zarządzania energetyką rozproszoną) oraz 3.3.3 (Nowe metody planowania rozwoju i prowadzenia ruchu systemu elektroenergetycznego). Przedmiotem projektu jest technologiczne wsparcie dla energetyki rozproszonej i odnawialnej, dla których wzrost udziału w bilansie krajowym wynika z dyrektyw Unii Europejskiej (docelowo w 2020 roku 20 %) i jest elementem strategii lizbońskiej. Tematyka niniejszego projektu także bardzo dobrze wpisuje się w regionalną strategię innowacyjną i krajowy program ramowy rozwoju. Projekt „Odnawialne Źródła Energii na Lubelszczyźnie – promocja i możliwości rozwoju” realizowany jest w ramach Działania 2.6 – Regionalna Strategia Innowacji i Transfer Wiedzy, Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego. Celem jego jest podniesienie innowacyjności województwa lubelskiego, poprzez dostarczenie informacji na temat zasobów OZE na terenie poszczególnych gmin oraz możliwości ich wykorzystania, konieczności zwiększenia udziału OZE w produkcji energii niejako „wymuszonej” przez Unię Europejską na państwach członkowskich, doświadczeń z regionów szeroko stosujących OZE, technologii i producentów urządzeń niezbędnych do wykorzystania OZE, możliwości uzyskania wsparcia finansowania projektów wykorzystujących OZE ze środków UE, korzyści wynikających ze stosowania OZE.

3) określenie, czy zrealizowanie projektu przyczyni się do powstania przedsiębiorstw innowacyjnych, firm spin-off, itp;

W wyniku realizacji projektu nie przewiduje się powstania nowych przedsiębiorstw innowacyjnych.