



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

KSZTAŁTOWANIE INSTALACJI OZE W NOWOCZESNYCH BUDYNKACH ZEROEMISYJNYCH I ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH

RAPORT KOŃCOWY
Z PROJEKTU
PROJECT BASED LEARNING

Struktura organizacyjna PBL

- I. Wprowadzenie
- II. Charakterystyka źródeł
- III. Dobowe modele referencyjne obciążenia i generacji
- IV. Idea cable pooling
- V. Wymagania dla instalacji przyłączeniowych GR
- VI. Wypracowanie rekomendacji w zakresie doboru składników instalacji i ich parametrów.
- VII. Sformułowanie wniosków końcowych



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Założenia

W ramach projektu przeprowadzono wieloaspektowe analizy zasad projektowania instalacji w nowoczesnych budynkach zeroemisyjnych i zakładach przemysłowych. Dobór instalacji był realizowany m.in. na podstawie badań symulacyjnych z wykorzystaniem referencyjnych modeli dynamicznych obciążeń i generacji wypracowanych m.in. w oparciu o dane klimatyczne ENTSO-E. W rozważaniach uwzględniono również m.in. *cable pooling*, co stanowi nowość na rynku polskim i jest nowym wyzwaniem dla interesariuszy rynku energii.



Cel główny

Celem projektu PBL jest nabycie unikalnej wiedzy i umiejętności niezbędnych w realizacji projektów nowoczesnych instalacji OZE w nowoczesnych budynkach zeroemisyjnych i zakładach przemysłowych, co powinno zapewnić projektowe przygotowanie przydatne do praktycznego wykorzystania w trwającej przebudowie systemu elektroenergetycznego z tradycyjnej wielkoskalowej energetyki monopolistycznej opartej na wykorzystaniu paliw kopalnych do przyszłej rozproszonej energetyki zrównoważonej, która będzie wykazywała wyższą efektywność energetyczną, będzie oparta na różnych źródłach energii odnawialnej (w tym pozyskiwanej w procesach utylizacji odpadów).



Cele dodatkowe

- Nabycie Wiedzy: efektywne zdobywanie i dokumentowanie nowej wiedzy, co obejmuje analizę literatury, przeprowadzanie badań oraz dokumentowanie doświadczeń i wyników.
- Edukacja i Świadomość: zwiększenie świadomości społecznej na temat zasad kształtowania struktur odnawialnych źródeł energii oraz zasad ich integracji z systemem elektroenergetycznym.
- Integracja Zasobów: opracowanie zasad doboru poszczególnych elementów instalacji wykorzystywanej do integracji odnawialnych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną.
- Analizowanie przebiegów dobowych generacji dla następujących źródeł takich jak fotowoltaika, wiatr, biogaz, w jednolite i efektywne systemy.



Źródło: <https://pl.freepik.com>

Metody realizacji

- Studia literaturowe
- Charakterystyka pracy źródeł od strony elektrycznej: źródła fotowoltaicznego, wiatrowego, biogazowego, wodnego
- Dobór narzędzi badawczych i metodyk do analiz.
- Budowa dobowych modeli referencyjnych obciążenia i generacji
- Obliczenia parametrów prądu zwarciovego
- Wypracowanie rekomendacji w zakresie doboru składników instalacji i ich parametrów w tym: kabla zasilającego, licznika energii, terminala zabezpieczającego, amperomierza, przekładników prądowych, wyłącznika mocy, rozłącznika, falownika
- Opracowanie wyników cząstkowych
- Sformułowanie wniosków końcowych i określenie dalszych kierunków prac
- Przygotowanie i obrona raportu końcowego

PROJECT BASED LEARNING

III. Dobowe modele referencyjne obciążenia i generacji



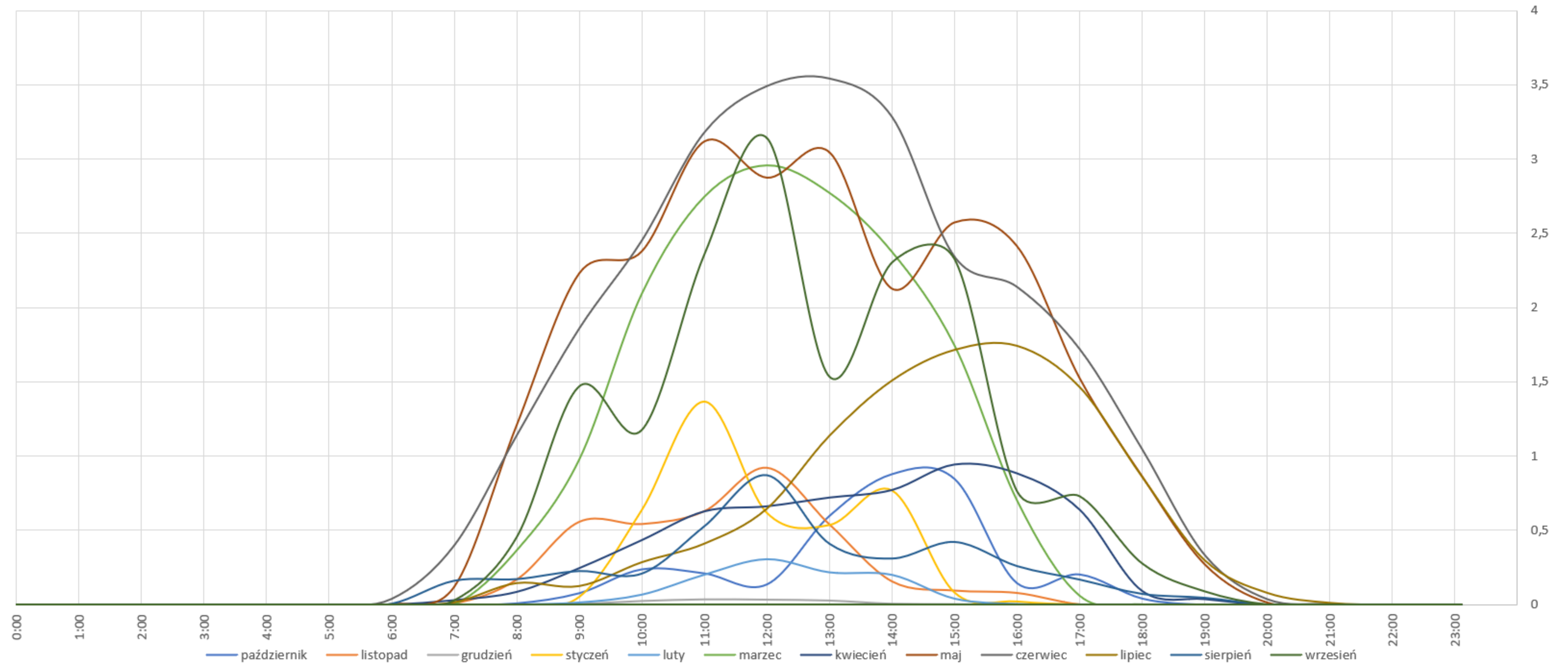
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Generacja paneli fotowoltaicznych

Wykres generacji źródła fotowoltaicznego



Narzędzie do prognozowania generacji mocy

Elementy narzędzia do wyboru generacji poszczególnych elementów układu

Źródło fotowoltaiczne

Aby wybrać odpowiednie warunki należy w żółtym polu zaznaczyć odpowiednio
0 = nie wybrano 1= wybrano

w przypadku opadów śniegu
należy nie zaznaczać żadnej opcji

	Lato				Zima				generacja
	Słoneczny dzień		zachmurzenie		Słoneczny dzień		zachmurzenie		
Godzina	0		0		0		0		
00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0,0847826	0	0	0	0	0
06:00	0	0,084783	0	0,8652174	0	0	0	0	0
07:00	0	0,865217	0	2,476087	0	0,004348	0	0	0
08:00	0	2,476087	0	4,0413043	0	0,795652	0	0	0
09:00	0	4,041304	0	5,3282609	0	2,123913	0	0,013043	0
10:00	0	5,328261	0	6,9108696	0	4,547826	0	0,056522	0
11:00	0	6,91087	0	7,5891304	0	5,967391	0	0,080435	0
12:00	0	7,58913	0	7,7	0	6,426087	0	0,076087	0
13:00	0	7,7	0	7,1391304	0	6,023913	0	0,063043	0
14:00	0	7,13913	0	5,0913043	0	5,16087	0	0,015217	0
15:00	0	5,091304	0	4,65	0	3,791304	0	0,008696	0
16:00	0	4,65	0	3,7413043	0	1,523913	0	0	0
17:00	0	3,741304	0	2,273913	0	0,132609	0	0	0
18:00	0	2,273913	0	0,726087	0	0,006522	0	0	0
19:00	0	0,726087	0	0,0804348	0	0	0	0	0
20:00	0	0,080435	0	0,0108696	0	0	0	0	0
21:00	0	0,01087	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Źródło wiatrowe

Aby wybrać odpowiednie warunki należy w żółtym polu zaznaczyć odpowiednio
0 = nie wybrano 1= wybrano

	Siła wiatru								generacja
	Silny		umiarkowany		łagodny		minimalny		
Godzina	0		0		0		0		
00:00	0	9	0	2	0	0	0	0,12	0
01:00	0	8,5	0	4	0	0,2	0	0,08	0
02:00	0	7	0	5,7	0	0,4	0	0,018	0
03:00	0	10	0	6	0	0,57	0	0,058	0
04:00	0	8,475	0	0,5	0	0,6	0	0,04	0
05:00	0	8,385	0	2	0	0	0	0,04	0
06:00	0	4	0	4	0	0,2	0	0,06	0
07:00	0	6,6	0	6	0	0,4	0	0,02	0
08:00	0	8,5	0	2	0	0,6	0	0,06	0
09:00	0	9,8	0	8	0	0,2	0	0,06	0
10:00	0	10	0	7,59	0	0,8	0	0,057	0
11:00	0	10	0	5,65	0	1	0	0,06	0
12:00	0	7,5	0	5,59	0	1,2	0	0	0
13:00	0	6,4	0	2,2	0	0,8	0	0,02	0
14:00	0	5,1	0	4,4	0	0,18	0	0	0
15:00	0	8,4	0	6,6	0	0,58	0	0	0
16:00	0	9,6	0	2,2	0	0,4	0	0	0
17:00	0	10	0	8,8	0	0,4	0	0,04	0
18:00	0	10	0	11	0	0,6	0	0,06	0
19:00	0	10	0	4,6	0	0,2	0	0,02	0
20:00	0	10	0	8,8	0	0,6	0	0,06	0
21:00	0	9,8	0	1,98	0	0,6	0	0	0
22:00	0	8,2	0	6,38	0	0,6	0	0	0
23:00	0	10	0	4,4	0	0,4	0	0	0



Elementy narzędzia do wyboru generacji poszczególnych elementów układu

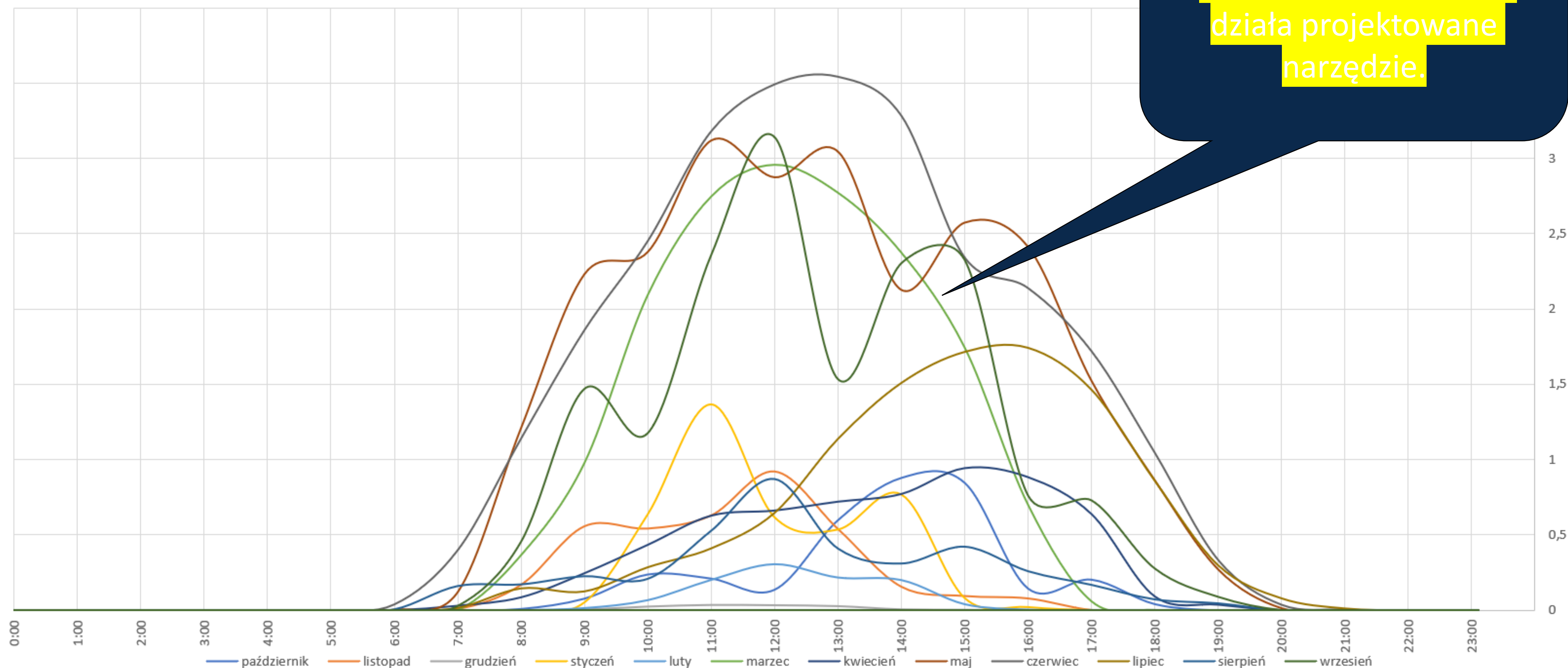
Biogazownia									
Biogazownia używana jest do zbilansowania generowanej energii									
Przy odpowiednich godzinach należy wpisać wartość procentową (w postaci części jedności)ysterowania sterownika biogazowni									
Zwróć uwagę w jakiej porze roku będzie odbywać się generacja									
Pora roku									
Wiosna		Lato		Jesień		Zima			
8,1 kW		9,8 kW		7,9 kW		7,3 kW			
Godzina	% mocy	P chwil.	% mocy	P chwil.	% mocy	P chwil.	% mocy	P chwil.	generacja
00:00		0		0		0		0	0
01:00		0		0		0		0	0
02:00		0		0		0		0	0
03:00		0		0		0		0	0
04:00		0		0		0		0	0
05:00		0		0		0		0	0
06:00		0		0		0		0	0
07:00		0		0		0		0	0
08:00		0		0		0		0	0
09:00		0		0		0		0	0
10:00		0		0		0		0	0
11:00		0		0		0		0	0
12:00		0		0		0		0	0
13:00		0		0		0		0	0
14:00		0		0		0		0	0
15:00		0		0		0		0	0
16:00		0		0		0		0	0
17:00		0		0		0		0	0
18:00		0		0		0		0	0
19:00		0		0		0		0	0
20:00		0		0		0		0	0
21:00		0		0		0		0	0
22:00		0		0		0		0	0
23:00		0		0		0		0	0

Mikro elektrownia wodna					
Elektrownia wodna używana jest do zbilansowania generowanej energii					
Przy odpowiednich godzinach należy wpisać wartość procentową (w postaci części jedności)ysterowania sterownika elektrowni					
można założyć stałą generację					
Godzina	stała generacja		zmienna generacja		generacja
	% mocy	P zainstal.	10 kW	P chwil.	
		kW	% mocy	P chwil.	
00:00	0	10		0	0
01:00	0	10		0	0
02:00	0	10		0	0
03:00	0	10		0	0
04:00	0	10		0	0
05:00	0	10		0	0
06:00	0	10		0	0
07:00	0	10		0	0
08:00	0	10		0	0
09:00	0	10		0	0
10:00	0	10		0	0
11:00	0	10		0	0
12:00	0	10		0	0
13:00	0	10		0	0
14:00	0	10		0	0
15:00	0	10		0	0
16:00	0	10		0	0
17:00	0	10		0	0
18:00	0	10		0	0
19:00	0	10		0	0
20:00	0	10		0	0
21:00	0	10		0	0
22:00	0	10		0	0
23:00	0	10		0	0



Generacja paneli fotowoltaicznych

Wykres generacji źródła fotowoltaicznego



PROJECT BASED LEARNING

— IV. Narzędzie do bilansowania energetycznego podmiotu gospodarczego – na przykładzie gospodarstwa rolnego



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Co to jest cable pooling ?

Odnosi się to do praktyki współdzielenia infrastruktury kablowej pomiędzy różnymi źródłami energii odnawialnej, takimi jak farmy wiatrowe i słoneczne. Ta idea ma na celu zwiększenie niezawodności systemu dostarczającego energię odnawialną poprzez dywersyfikację źródeł.

Główne korzyści z "cable pooling" obejmują:

- Zwiększenie niezawodności: Dzięki współdzieleniu infrastruktury kablowej z różnych źródeł energii odnawialnej, można zminimalizować wpływ niestabilności w jednym źródle.
- Efektywniejsze wykorzystanie infrastruktury: Dzięki wspólnemu korzystaniu z jednej sieci kablowej można ograniczyć koszty budowy nowych linii przesyłowych, co przyczynia się do bardziej ekonomicznego wykorzystania zasobów.
- Dywersyfikacja źródeł energii: Współdzielenie kabli między farmami wiatrowymi a farmami słonecznymi umożliwia korzystanie z różnych źródeł energii, co może pomóc w równoważeniu zmienności pogodowej i dostarczaniu bardziej stabilnej energii.
- Zrównoważony rozwój: Współdzielenie infrastruktury kablowej może być bardziej zrównoważone, ponieważ eliminuje konieczność budowy wielu niezależnych linii przesyłowych, co może prowadzić do lepszego zagospodarowania terenu i zmniejszenia wpływu na środowisko.



PROJECT BASED LEARNING

V. Wymagania dla instalacji przyłączeniowych GR



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Wymaganie normy i certyfikaty

Wymagane certyfikaty oraz dyrektywy jakie powinno posiadać źródło :

- PN-EN 61000-3-3:2013-10 - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)
- PN-EN 61000-3-2:2014-10 - Poziomy dopuszczalne emisji harmoniczných prądu
- PN-EN 50438:2014-02 – Wymagania równoległego przyłączania do publicznych sieci

ww. Dotyczą źródeł o prądzie znamionowym ≤ 16 A

- PN-EN 61000-3-11:2004 - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)
- PN-EN 61000-3-12:2012 - Poziomy dopuszczalne emisji harmoniczných prądu

ww. Dotyczą źródeł o prądzie znamionowym >16 A i ≤ 75 A

2014/35/UE - Dyrektywa niskonapięciowa LDV

2014/30/UE - Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej

PROJECT BASED LEARNING

VI. Wnioski końcowe



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

W niniejszym projekcie badawczym omówiono zastosowanie odnawialnych źródeł energii w krajowym systemie elektroenergetycznym.

- Celem projektu badawczego było nabycie wiedzy i umiejętności w realizacji nowoczesnych instalacji OZE. Ze względu na zmienną naturę odnawialnych źródeł energii, projekt bada wpływ warunków atmosferycznych na efektywność tych instalacji. Optymalizacja pracy systemu w różnych warunkach atmosferycznych jest kluczowa dla zwiększenia wydajności.
- Źródła energii podłączone do sieci muszą spełniać określone standardy jakości energii elektrycznej a Instalacja elektryczna musi spełniać określone normy i kryteria przyłączeniowe do systemu elektroenergetycznego. Projekt skupiał się na analizie i implementacji zaawansowanych technicznie układów zabezpieczeń oraz regulacji, aby spełnić te wymagania.
- W ramach projektu szczególny nacisk położono na zagadnienia techniczne, co wymagało dogłębnego zrozumienia specyfikacji technicznych i parametrów oferowanych przez producentów aparatury używanej w instalacjach OZE. Decyzje dotyczące wyboru konkretnych produktów czy technologii musiały być podejmowane w kontekście celów projektu, uwzględniając zarówno aktualne wymagania, jak i potencjalne przyszłe rozbudowy lub modyfikacje systemu.

- Projekt ujawnił istotne niespójności określeń występujących w literaturze zawierającej informacje na temat źródeł energii odnawialnej. Bardzo duża możliwość wyboru rozwiązań technologicznych powoduje trudności w rozeznaniu się w zakresie doboru aparatury łączeniowej, pomiarowej i zabezpieczeniowej. Nowe publikacje w zakresie doboru aparatury dla instalacji prosto podchodzą do tego tematu, dlatego problemem było odnalezienie materiałów kompleksowo przedstawiające jego rozwiązanie.

BIBLIOGRAFIA

1. Kryteria przyłączania oraz wymagania techniczne dla mikroinstalacji i małych instalacji przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia TAURON DYSTRYBUCJA S.A.
2. Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnych – TAURON DYSTRYBUCJA S.A.
3. Wpływ nowej normy PN-EN 61439 na dobór wyłączników niskiego napięcia: www.elektroinstalator.com.pl
4. Instrukcja obsługi: Zintegrowany przekaźnik zabezpieczeniowo-sterujący do rozdzielnic OZE: Lumel CZIP-PV-PRO
5. Sikora J., Mruk B.: Analiza ilościowa i jakościowa biogazu wydzielanego z wsadów skomponowanych na bazie dostępnych frakcji w gospodarstwie rolnym. Uniwersytet Rolniczy w Krakowie 2016
6. Wicher R.: *Biogazownie rolnicze jako źródła pracujące w trybie semi off grid*. Biblioteka źródłowa energetyki prosumenckiej, 2015.
7. Krzysztof Garbala, Aniela Marlena Tokajuk, Kamil Kałłaur, Piotr cybulko : „Klasyfikacja i charakterystyka turbin wiatrowych”. Biblioteka Nauki
8. Mariusz Adamski, Piotr Bara : „Badanie charakterystyk turbiny wiatrowej”. Biblioteka Nauki
9. Kryteria doboru przekładników prądowych i napięciowych do pomiarów i zabezpieczeń. elektroonline.pl
10. Danepubliczne.imgw.pl - dane hydrologiczne pomiarowo-obserwacyjne natężenia przepływu w rzekach.
11. Praca „Dobór przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość mechaniczną, obciążalność prądową i dopuszczalny spadek napięcia”
12. Charakterystyka pracy wiatraka o mocy 5 kW – Portal salon24.pl
13. Praca zbiorowa: Poradnik inżyniera Elektryka. Tom I, II i III, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2001.