



Politechnika Wroclawska

**Centrum Informatyczne TASK
Politechnika Gdańska
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk (IO PAN)**

**INFOBAZY 2014
VII KRAJOWA KONFERENCJA NAUKOWA
INSPIRACJA - INTEGRACJA - IMPLEMENTACJA**

Gdańsk – Sopot, 8 – 10 września 2014



Politechnika Wroclawska

FILTROWANIE SKŁADOWYCH MODELI WARIOGRAMÓW MOCY ELEKTRYCZNEJ W KRAJOWEJ SIECI 110KV Z ZASTOSOWANIEM KRIGINGU

Barbara Namysłowska-Wilczyńska, Artur Wilczyński

Politechnika Wroclawska



Wprowadzenie

Modele przestrzenno-czasowego rozkładu zmienności poboru mocy, opracowane dla określonego obszaru i poszczególnych godzin doby, są przydatne w procesie planowania rozwoju i eksploatacji infrastruktury sieci elektroenergetycznych, w tzw. zarządzaniu energią, tj. kształtowaniu, strony podażowej (Supply Side Management - SSM), jak też strony popytowej (Demand Side Management - DSM).

Ma to szczególne znaczenie w sytuacji zwiększającego się udziału małych, w tym niekonwencjonalnych źródeł energii, cechujących się dużym poziomem niepewności pracy.



Cel i zakres pracy

Celem pracy było scharakteryzowanie i rozpoznanie struktury zmienności obciążeń elektrycznych w węzłach sieci 110 kV na obszarze całego kraju, stosując:

- funkcję wariogramu i estymacyjne techniki krigingowe,
- dokonując filtrowania poszczególnych składowych badanego procesu.



Metodyka badawcza

Zaproponowano metodykę badawczą, wykorzystującą 2 techniki szacowania średnich Z^* mocy elektrycznych:

- kriging zwyczajny i kriging lognormalny do estymacji wartości Z^* , z uwzględnieniem 2-ch sąsiedztw - podobszarów wyszukiwania próbek: ustalonego i ruchomego,
- stosując kriging zwyczajny do filtrowania poszczególnych składowych badanego procesu, tj. modeli teoretycznych wariogramów empirycznych mocy.



Przedmiot analiz przestrzennych

Przedmiotem badań było różnicowanie powierzchniowe i czasowe mocy elektrycznych w węzłach sieciowych 110 kV, pokrywających obszar całego kraju - Polski.

W analizach przestrzennych wykorzystano zawartości opracowanych baz danych, zawierających:

- współrzędne lokalizacji punktów pomiarowych X, Y, Z (t) (liczebności próbki $N = 1123$ (lato) i $N = 1132$ (zima)),
- wartości mocy elektrycznych P.



Metodyka modelowania rozkładu powierzchniowego obciążeń elektrycznych

Dla opisu zmienności powierzchniowej mocy elektrycznych wykorzystano:

- podstawowe parametry statystyczne dla danych oryginalnych i zlogarytmowanych mocy;
- funkcję wariogramu, obliczenie semiwariogramów empirycznych i ich modelowanie;
- dwie techniki estymacyjne - kriging zwyczajny i lognormalny (blokowy, punktowy). Obliczenia krigingowe wykonano dla „sąsiedztw”- ustalonego i ruchomego,



Metodyka modelowania rozkładu powierzchniowego obciążeń elektrycznych

- kriging zwyczajny do zbadania struktury zmienności mocy, wyrażonej, za pomocą złożonych modeli teoretycznych, opisujących przebiegi semiwariogramów (do odfiltrowania składowych modeli).
- filtrowanie procesu zmienności mocy w celu rozdzielania przyjętych modeli teoretycznych na poszczególne składowe, przedstawionych oddzielnie na mapach rastrowych.



Podstawowe parametry statystyczne mocy elektrycznych na podstawie danych oryginalnych i zlogarytmowanych

Dane oryginalne:

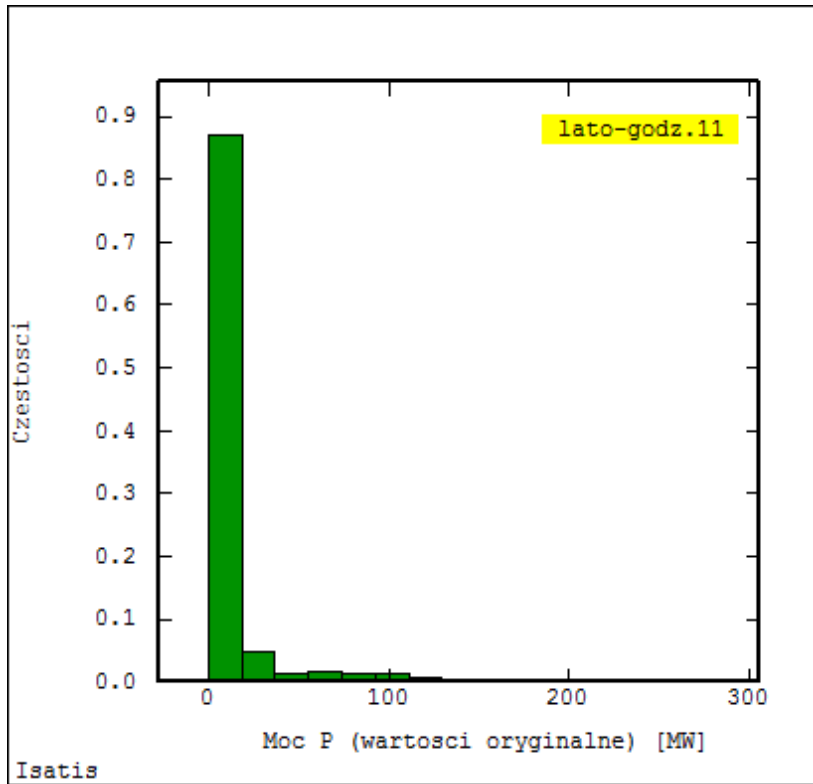
Analizowany parametr	Liczebność próbek N	Wartość X_{\max} [MW]	Wartość średnia [MW]	Odchylenie standardowe S [MW]	Współczynnik zmienności V [%]
moc elektryczna (lato: godz. 11:00)	1123	277.54	16.02	31.34	195.58
moc elektryczna (zima: godz. 11:00)	1132	356.18	21.13	40.57	191.99

Dane zlogarytmowane (ln):

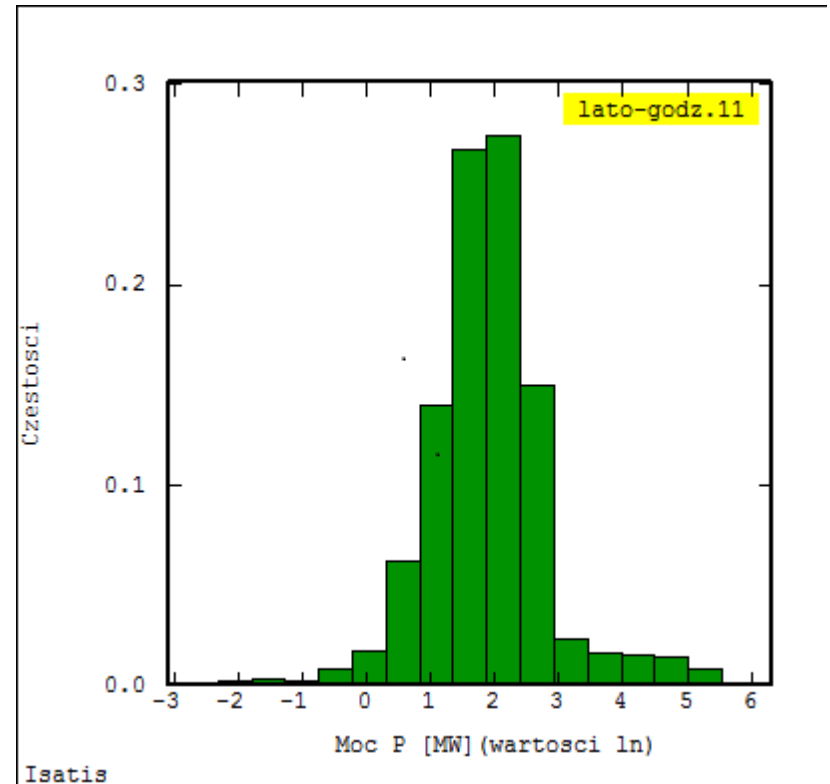
Analizowany parametr	Liczebność próbek N	Wartość X_{\min} [MW]	Wartość X_{\max} [MW]	Wartość średnia [MW]	Odchylenie standardowe S [MW]	Współczynnik zmienności V [%]
moc elektryczna (lato: godz. 11:00)	1022	0.00	5.53	1.90	0.93	48.83
moc elektryczna (zima: godz. 11:00)	1029	0.00	5.67	2.19	0.95	43.24



Histogramy rozkładów mocy elektrycznych w sieci elektroenergetycznej 110 kV - okres letni, godz. 11.00



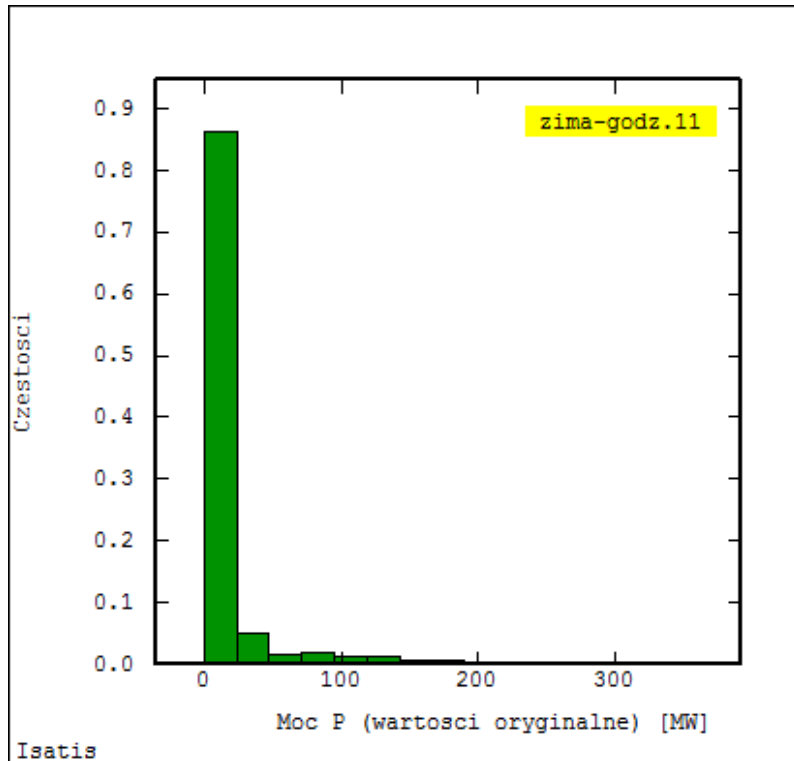
dane oryginalne



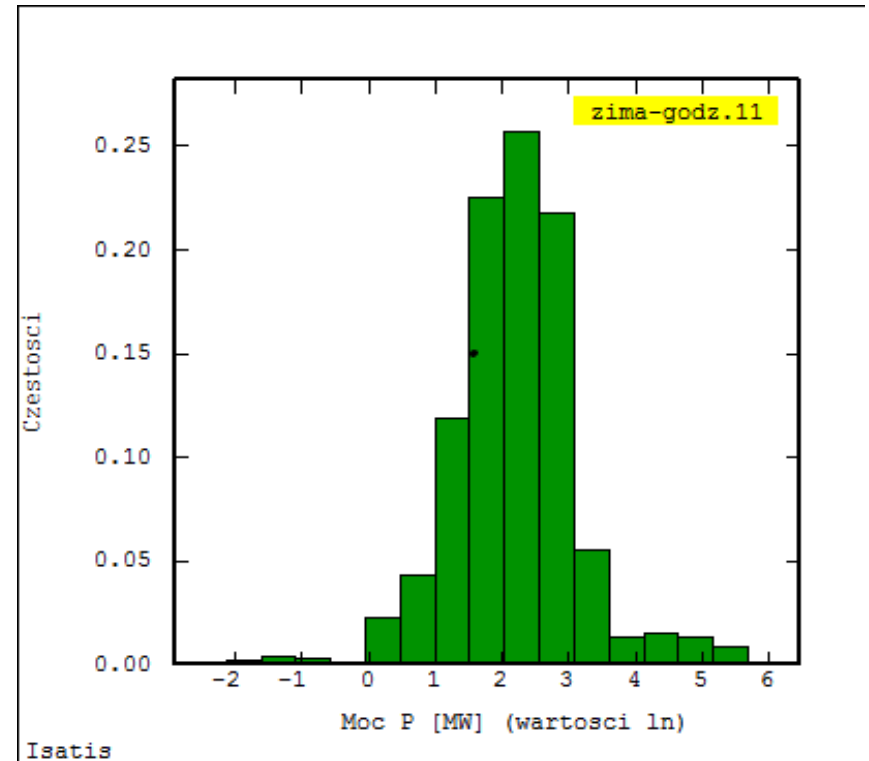
dane zlogarytmowane



Histogramy rozkładów mocy elektrycznych w sieci elektroenergetycznej 110 kV - okres zimowy, godz. 11.00



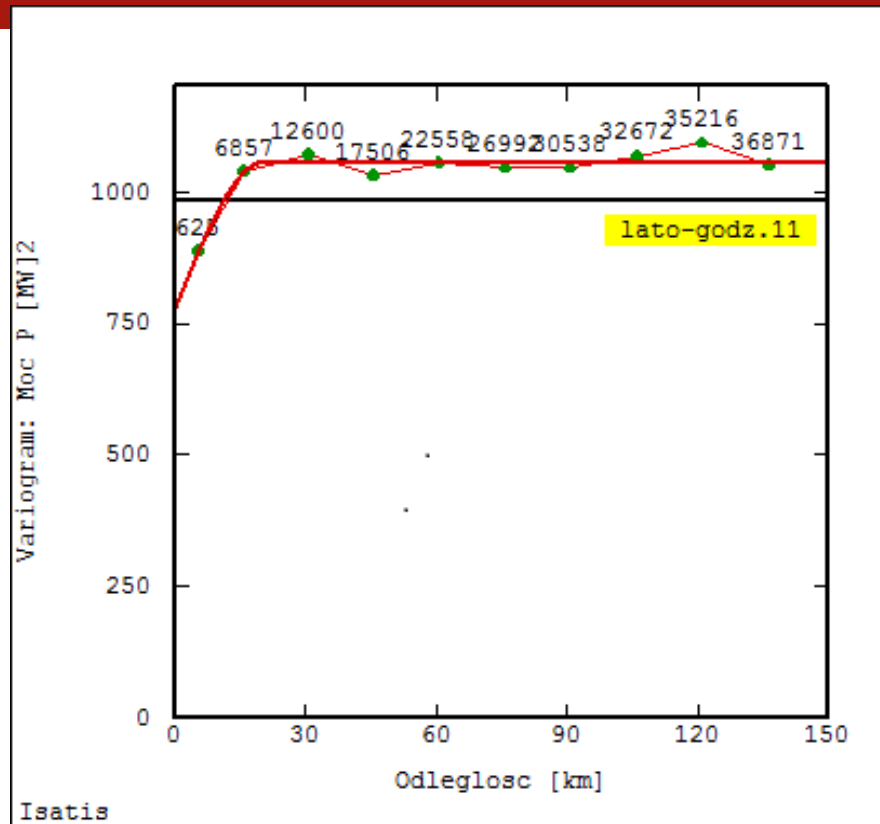
dane oryginalne



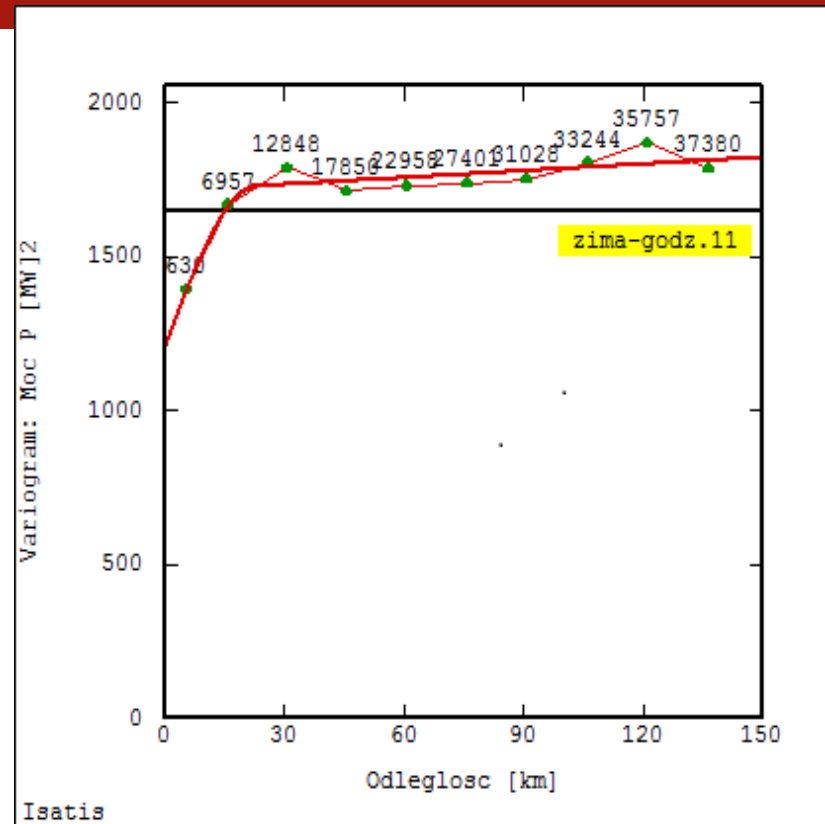
dane zlogarytmowane



Modelowanie wariogramów mocy elektrycznych - dane oryginalne



Semiwariogram wartości oryginalnych mocy elektrycznych [MW] w węzłach sieci 110 kV, aproksymowany modelem teoretycznym - okres letni, godz. 11.00



Semiwariogram wartości oryginalnych mocy elektrycznych [MW] w węzłach sieci 110 kV, aproksymowany modelem teoretycznym - okres zimowy, godz. 11.00



Modelowanie wariogramów mocy elektrycznych - dane zlogarytmowane

Semiwariogram wartości \ln mocy elektrycznych [MW] w węzłach sieci 110 kV, aproksymowany modelem teoretycznym - okres letni, godz. 11.00

Semiwariogram wartości \ln mocy elektrycznych [MW] w węzłach sieci 110 kV, aproksymowany modelem teoretycznym - okres zimowy, godz. 11.00



Zestawienie wartości parametrów geostatystycznych modeli wariogramów dla obciążeń w węzłach sieci 110 kV (na podstawie danych ln)

Analizowany okres	Efekt samorodków C_0 [MW] ²	Wariancja progowa C' [MW] ²	Wariancja progowa C [MW] ²	Zasięg oddziaływania A [km]	Typ modelu
Lato godz. 11	0.6104	0.1949 0.0824	0.8877	33 70	efekt samorodków, sferyczny, sferyczny
Zima godz. 11	0.6482	0.2753	0.9235	32	efekt samorodków, sferyczny



Powierzchniowe rozkłady mocy elektrycznych z zastosowaniem technik krigingowych

Obliczenia wykonano z użyciem krigingu zwyczajnego i lognormalnego w 3 wariantach sąsiedztwa ruchomego, z przyjęciem różnych parametrów dotyczących obszaru wyszukiwania próbek i sąsiedztwa ustalonego.

Mapy rastrowe rozkładów średnich estymowanych Z^* mocy elektrycznych dla okresów: letniego i zimowego, godz.11; rezultaty krigingu zwyczajnego blokowego (sąsiedztwo ruchome - 4x8x3)



Filtrowanie składowych modeli wariogramów obciążeń elektrycznych z zastosowaniem kriginu zwyczajnego

Parametry statystyczne wielkości filtrowanych - składowych modeli wariogramów mocy elektrycznych w sieci elektroenergetycznej 110 kV, z użyciem kriginu zwyczajnego (lato, godz. 11.00)

Filtrowany parametr	Liczebność próbek N	Wartość X_{\min} [MW]	Wartość X_{\max} [MW]	Wartość średnia [MW]	Odchylenie standardowe S [MW]	Współczynnik zmienności V [%]
Średnia estymowana Z^* (v1)	4995	2.6856	122.1101	11.1403	10.3270	92.70
Model złożony sferyczny+sferyczny (v2)	4995	3.3480	91.5816	11.1389	6.4261	57.69
$v3=v1-v2$	4995	0.0000	97.8747	4.6040	7.5227	163.39
Efekt samorodków C_0	4995	2.8130	117.2879	11.1107	9.5952	86.36



Filtrowanie składowych modeli wariogramów obciążeń elektrycznych z zastosowaniem kriginu zwyczajnego

Parametry statystyczne wielkości filtrowanych - składowych modeli wariogramów mocy elektrycznych w sieci elektroenergetycznej 110 kV, z użyciem kriginu zwyczajnego (zima, godz. 11.00)

Filtrowany parametr	Liczebność próbek N	Wartość X_{\min} [MW]	Wartość X_{\max} [MW]	Wartość średnia [MW]	Odchylenie standardowe S [MW]	Współczynnik zmienności V [%]
Średnia estymowana Z^* (v1)	4995	4.1435	146.4984	14.7485	11.5229	78.1291
Model złożony sferyczny+sferyczny (v2)	4995	4.1418	106.7878	14.7857	7.6475	51.7218
$v3=v1-v2$	4995	0.0002	115.3166	4.4652	8.0815	180.9871
Efekt samorodków C_0	4995	4.1435	146.4984	14.7485	11.5229	78.1291



Rezultaty filtrowania

W efekcie filtrowania sporządzono następujące mapy rastrowe rozkładu mocy elektrycznej P dla okresów - letniego i zimowego:

- średnich Z^* (v_1),
- średnich Z^* (v_2) po aktywowaniu filtrowania składowej - modelu sferycznego wariogramu o krótszym zasięgu oddziaływania a ,
- średnich Z^* (v_2) po aktywowaniu filtrowania składowej - modelu sferycznego wariogramu o dłuższym zasięgu oddziaływania a ,
- różnic średnich Z^* $v_3=v_1-v_2$,
- średnich Z^* po aktywowaniu filtrowania składowej - efektu samorodków C_0 .



Rezultaty filtrowania

Zestawienie średnich estymowanych Z^* (bez filtrowania) ze średnimi uzyskanymi przy uwzględnieniu drugiej składowej modelu (sferycznego z efektem samorodków) pokazuje najsilniejszą współzależność. Współczynnik korelacji r wynosi:

- lato - 0.959,
- zima - 0.99.

Świadczy to o tym, że model ten dobrze opisuje wielkoskalowe zmiany. Wskazują na to także wykresy rozrzutów.



Rezultaty filtrowania

Wykres rozrzutu średnich Z^* i średnich Z^* po odfiltrowaniu 2 składowej - modelu sferycznego z efektem samorodków - lato, godz.11; kriging zwyczajny punktowy

Wykres rozrzutu średnich Z^* i średnich Z^* po odfiltrowaniu 2 składowej - modelu sferycznego z efektem samorodków - zima, godz.11; kriging zwyczajny punktowy



Podsumowanie

Przedstawiono metodykę analizy i modelowania powierzchniowej zmienności mocy elektrycznych, z wykorzystaniem dwóch technik estymacyjnych - krigingu zwyczajnego i krigingu lognormalnego.

Za optymalną metodę szacowania średnich mocy elektrycznych w sieci 110 kV należy uznać kriging zwyczajny, przeprowadzany z uwzględnieniem filtrowania poszczególnych składowych przyjętych modeli wariogramów empirycznych mocy.



Podsumowanie

Proponowane podejście badawcze w analizie zmienności przestrzenno-czasowej, tj. filtrowanie składowych modeli wariogramów obciążeń, z zastosowaniem kriginu zwyczajnego, jest metodyką badawczą dotychczas nie stosowaną w modelowaniu powierzchniowej zmienności mocy elektrycznych.



Podsumowanie

Rezultaty filtrowania procesu zmienności obciążeń elektrycznych, pozwoliły na zorientowanie się w zakresach i charakterze zmian wartości mocy na obszarze całego kraju, a także w czasie, w sezonach - letnim i zimowym oraz określenie wpływu dominującej składowej w ogólnej zmienności mocy.



Dziękuję za uwagę