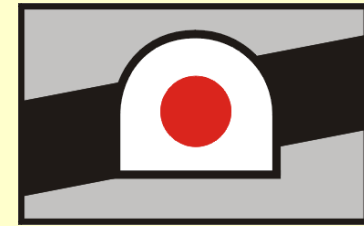


Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony środowiska



Kopalnia Węgla Brunatnego,
Bełchatów



Warsztaty Górnicze '2004

Jacek Mucha, Tadeusz Słomka, Wojciech Mastej, Tomasz Bartuś

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Waldemar Jończyk, Ryszard Frankowski

Kopalnia Węgla Brunatnego, Bełchatów

Modelowanie zmienności i dokładność oszacowania jakości węgla brunatnego w złożu Bełchatów (pole Bełchatów)

*Praca wykonana została w ramach badań statutowych Zakładu Geologii Ogólnej i Matematycznej
oraz Katedry Geologii Kopalnianej AGH.*



Przedmiot i cel badań

Przedmiot badań:

parametry złożowe opisujące jakość węgla brunatnego w stanie roboczym:

- zawartość popiołu (A^r)
- zawartość siarki (S_t^r)
- zawartość wilgoci (W_t^r)
- wartość opałowa (Q_i^r)

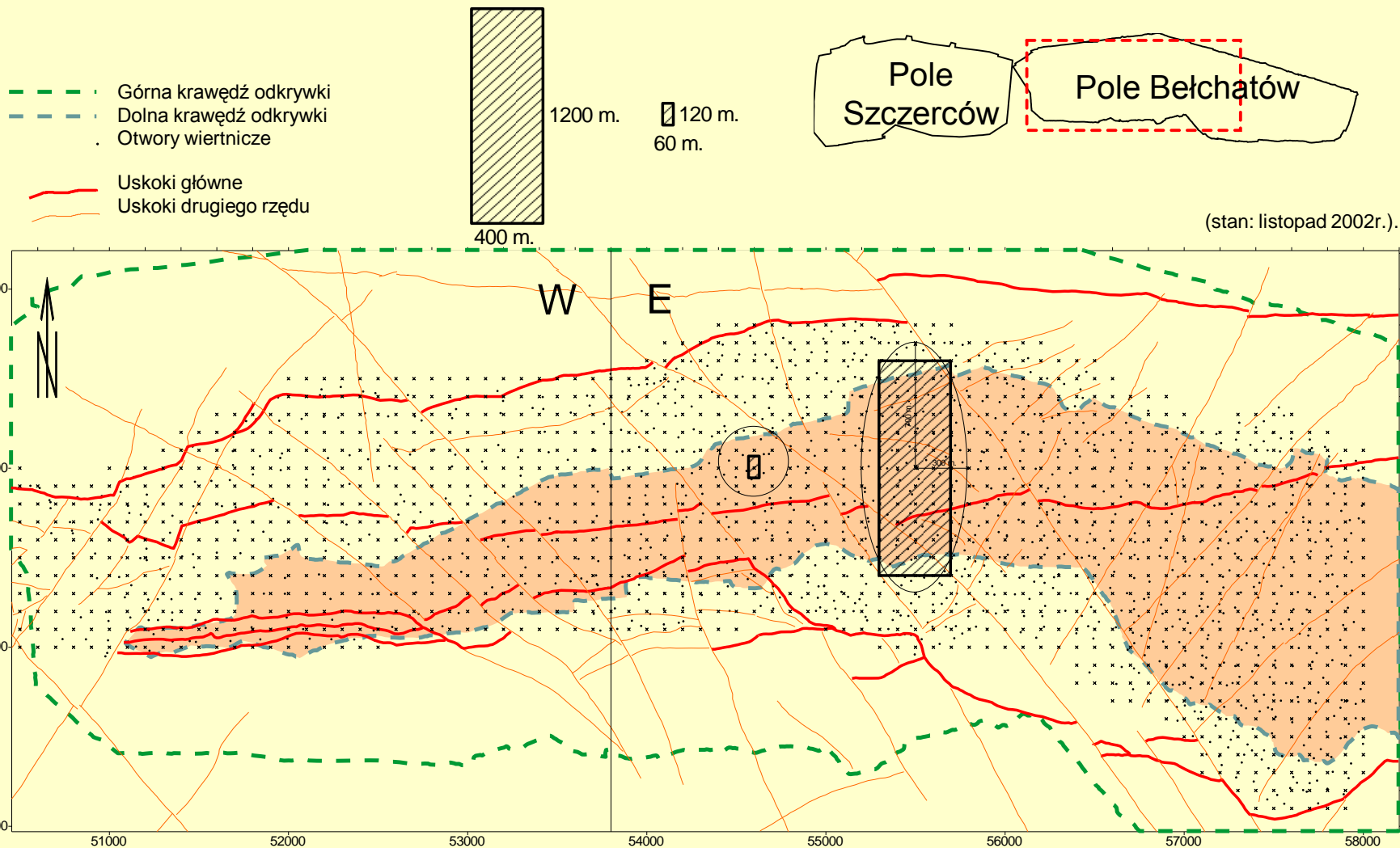
Cel badań:

- charakterystyka zmienności i określenie modelu (struktury) zróżnicowania wymienionych parametrów złożowych
- ocena dokładności oszacowania średnich wartości parametrów złożowych w blokach złoża o różnej wielkości

Materiał podstawowy badań

- Dane z otworów wiertniczych : otwory złożowe dokumentacyjne i zagęszczające sieć rozpoznawczą, a podrzędnie – otwory hydrogeologiczne i otwory typu „pilot” z bariery, łącznie 1157 otworów
- Badaniom poddano pokład główny (D) we fragmencie wschodniej części pola złożowego Bełchatów i cały kompleks węglowy w części zachodniej (B+C+D)
- Otwory są rozmieszczone nieregularnie, jako rezultat dwóch nakładających się faz rozpoznania pola
- Przeciętna odległość między otworami w części wschodniej obszaru badań wynosi około 90 m, a w części zachodniej około 140 m.

Rozmieszczenie otworów w polu Bełchatów



Metodyka badań

- Zgromadzone zbiory danych opracowano w pierwszej kolejności za pomocą klasycznych metod statystycznych wyznaczając - rozkłady empiryczne przedstawione w formie histogramów i niektóre charakterystyki liczbowe opisujące liczbowo te rozkłady
- Strukturę zmienności wartości badanych parametrów przeanalizowano metodą geostatystyczną *Matherona* (1962-1963) za pomocą tzw. *semiwariogramów*, które ujmują zależność między zróżnicowaniem badanego parametru geologicznego (wyrażonym średnim kwadratem różnic) i średnią odległością między punktami jego pomiaru (np. otworów wiertniczych).
- Podsumowanie najważniejszych informacji o strukturze zmienności parametrów geologicznych zawierają geostatystyczne modele zmienności będące przybliżeniem semiwariogramów za pomocą ciągłych funkcji analitycznych.

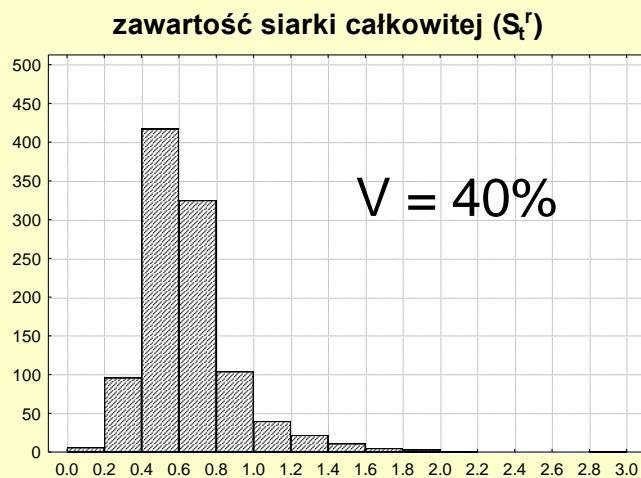
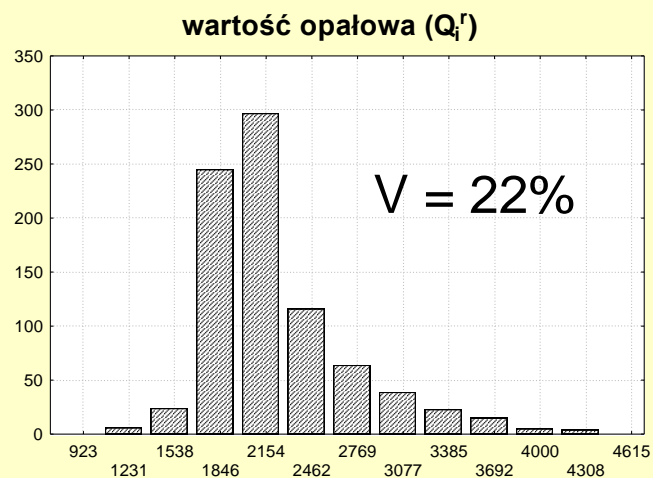
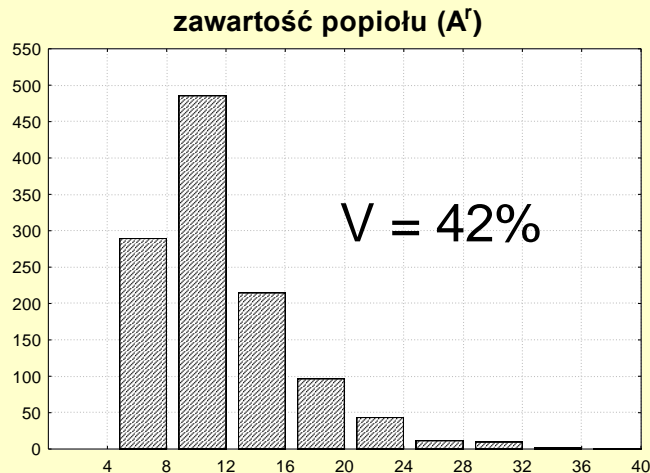
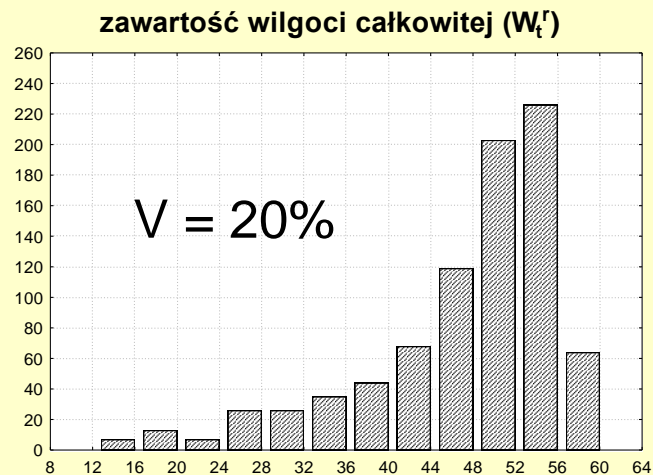
Metodyka badań (c.d.)

- Dobrane odpowiednio modele zmienności stanowią podstawę geostatystycznej procedury krigingu, prowadzącej do najdokładniejszego, na tle innych metod, oszacowania wartości parametrów geologicznych w blokach obliczeniowych i w punktach złoża. W procedurze krigingu, oszacowanie wartości parametrów dokonuje się za pomocą średniej ważonej. Specyfika tej procedury polega na sposobie określania współczynników wagowych, których wartości zależą od modelu zmienności ocenianych parametrów złożowych, wzajemnego położenia punktów opróbowań i lokalizacji tych punktów względem bloku obliczeniowego.

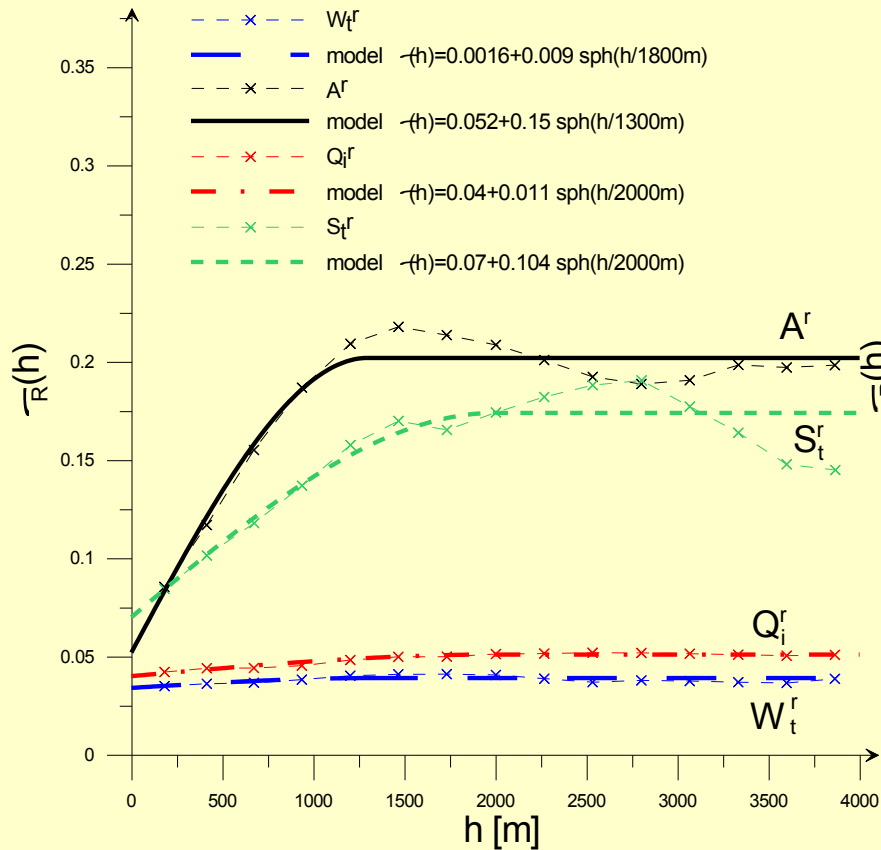
Błąd oszacowania średniej wartości parametru uwzględnia oprócz wymienionych czynników również wielkość i kształt bloku.

Wyniki badań

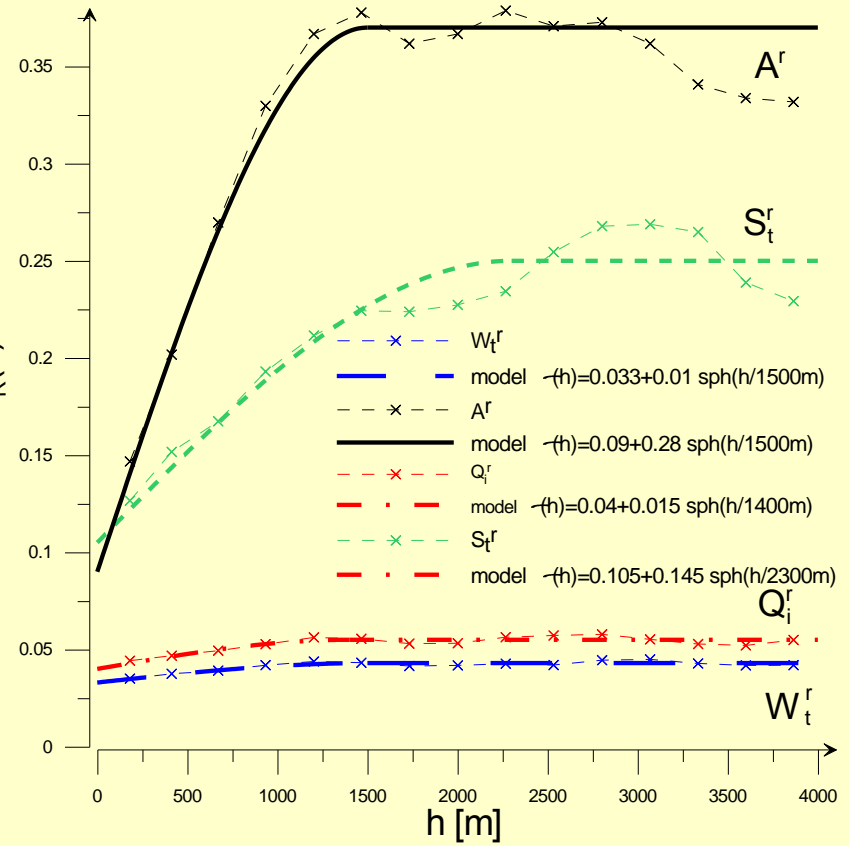
Histogramy oraz współczynniki zmienności badanych parametrów jakości węgla brunatnego



Semiwariogramy relatywne izotropowe zmienności poziomej parametrów jakości węgla wraz z modelami

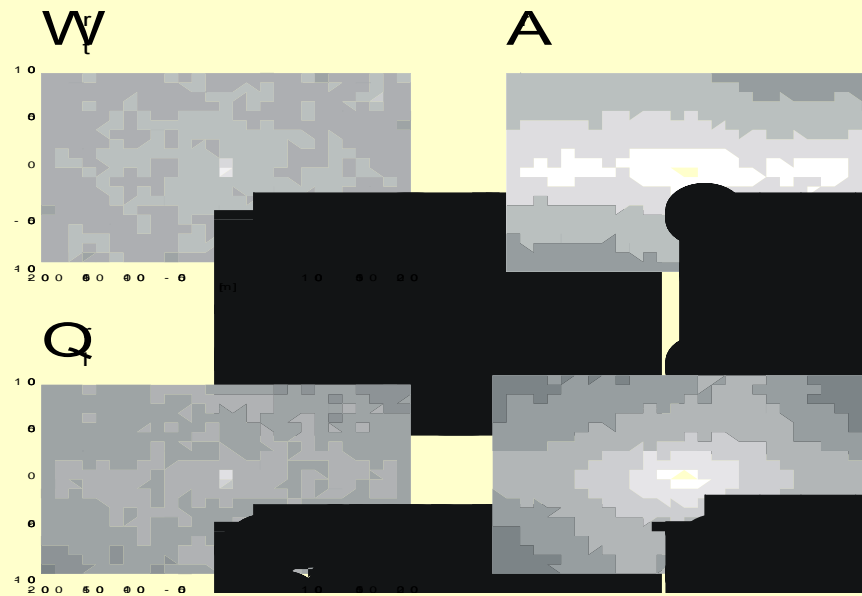


(wariant A)

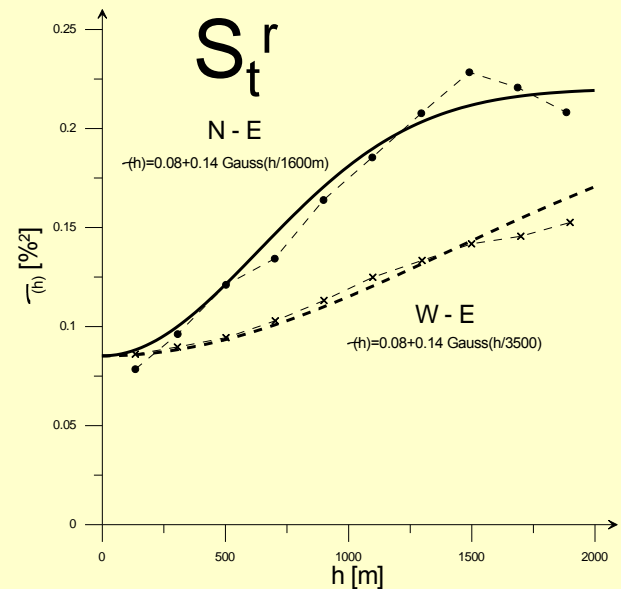
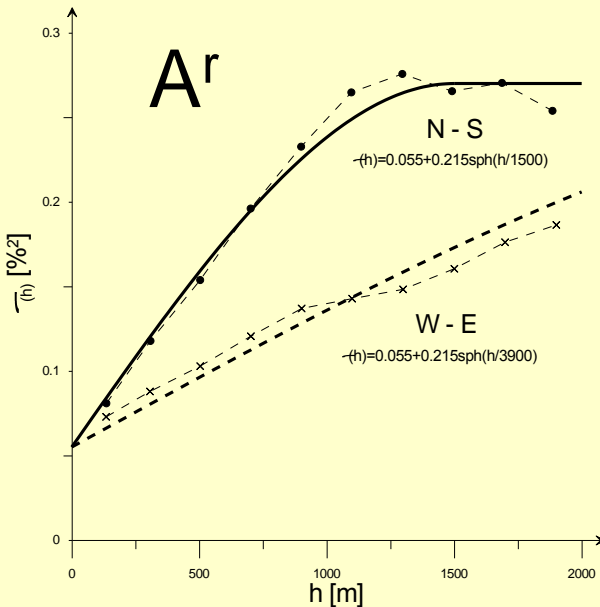


(wariant B)

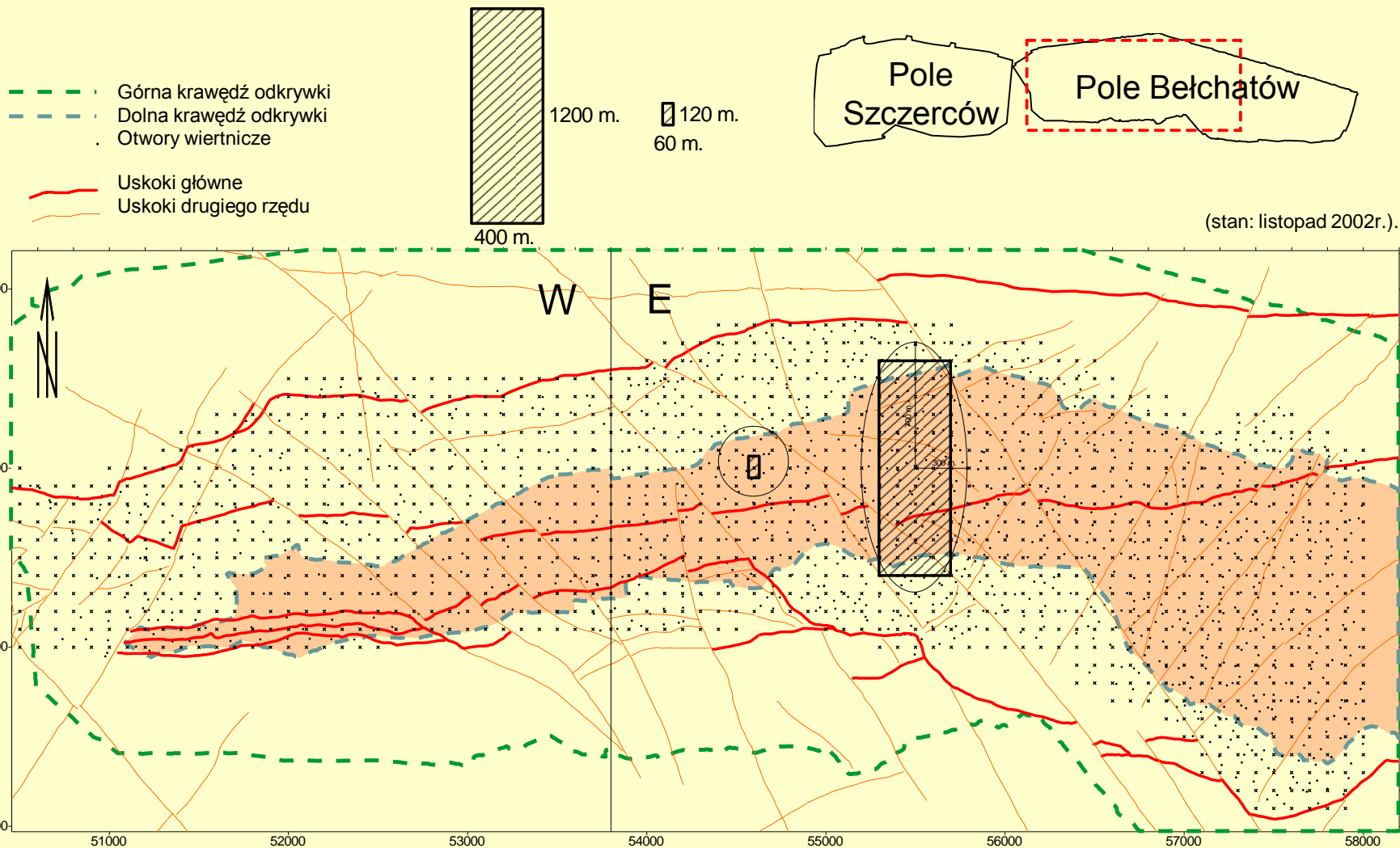
Mapy izoliniowe wartości
semiwariogramów kierunkowych
badanych parametrów



Semiwariogramy kierunkowe poziomej zmienności A^r i S_t^r wzdłuż kierunku maksymalnej (N – S) i minimalnej (W – E) zmienności



Rozmieszczenie otworów w polu Bełchatów



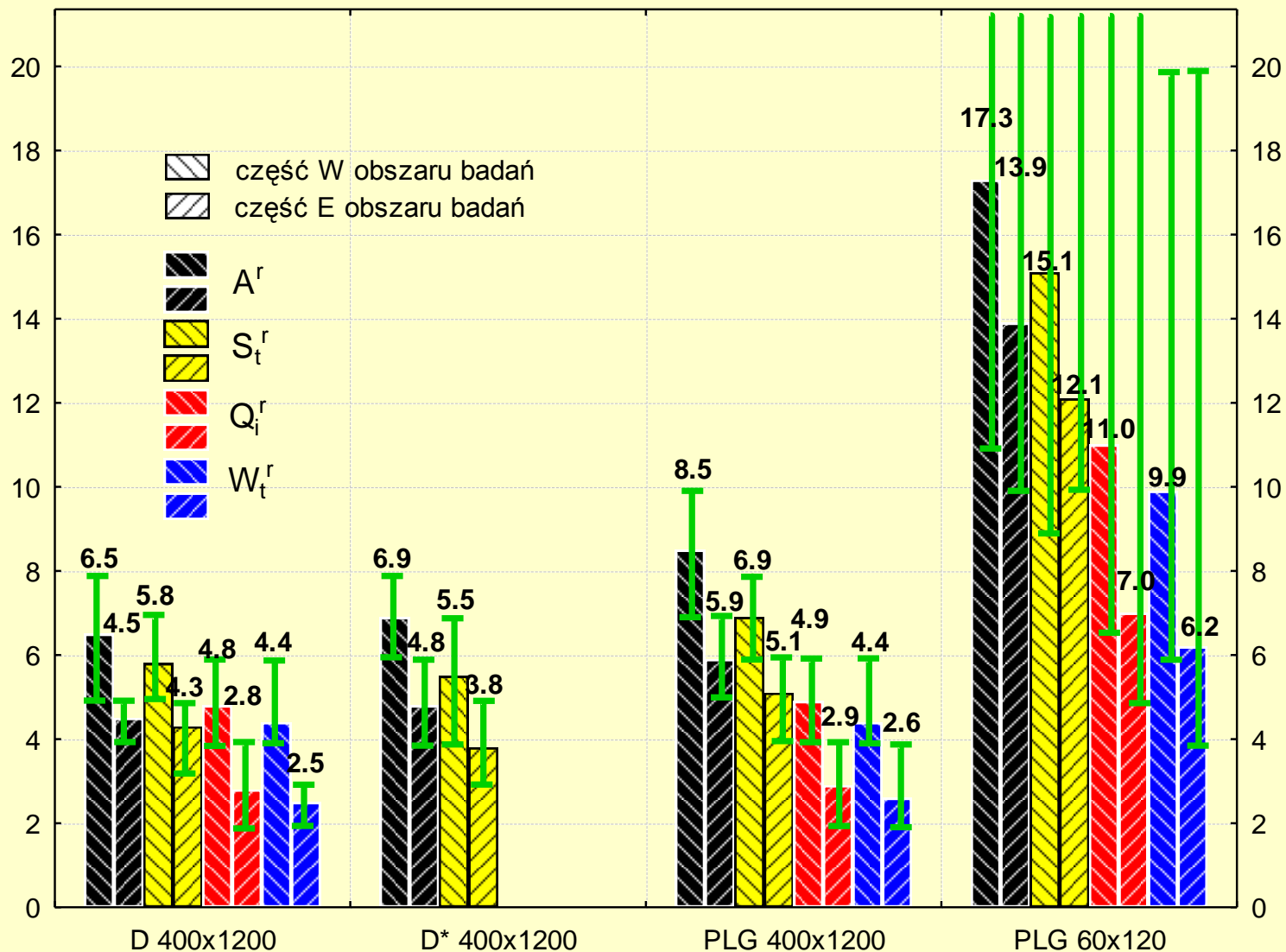
Ocena dokładności szacowania parametrów jakości węgla brunatnego w blokach metodą krigingu

- Obliczenia wykonano oddzielnie dla części wschodniej i zachodniej obszaru badań w polu Bełchatów, różniących się wyraźnie gęstością rozpoznania wiertniczego złoża.
- Dokładność szacowania średnich wartości parametrów w dużych blokach (400x1200m) jest wysoka z błędami 2–10% (dla poziomego prawdopodobieństwa $P=68\%$) i z formalnego punktu widzenia odpowiada w zależności od rozpatrywanego parametru kategorii B lub A rozpoznania.
- Nie stwierdzono znaczących różnic w ocenie dokładności szacowania dla całego złoża (w profilu pionowym) i wycinka złoża o miąższości 20m jak również dla modeli zróżnicowania: izotropowego i anizotropowego.

Ocena dokładności szacowania parametrów jakości węgla brunatnego w blokach metodą krigingu (c.d.)

- W przypadku bloków 60x120 m stwierdza się znaczące obniżenie dokładności oszacowań średnich wartości parametrów jakości węgla. W porównaniu z blokami 400x1200 m, następuje blisko trzykrotny wzrost przeciętnych błędów. Dokładność oszacowania najbardziej zmiennego parametru jakim jest A^r , z błędami skrajnymi od 11 do 28% (dla poziomu prawdopodobieństwa $P=68\%$), odpowiada zaledwie wymaganiom stawianym co najwyżej w kategoriach: C_1 . Dowodzi to niedostatecznej dokładności prognozowania średnich wartości parametrów jakościowych w parcelach przewidzianych bezpośrednio do eksploatacji wyłącznie na podstawie rozpoznania otworowego.

Błędy względne standardowe (%) oceny średnich wartości parametrów jakości węgla brunatnego w blokach obliczeniowych o różnej wielkości w polu Bełchatów



Wnioski

1. O globalnym rozpoznaniu jakości kopaliny winna decydować dokładność szacowania najbardziej zmiennych parametrów - zawartości popiołu i siarki.
2. Z punktu widzenia zmienności horyzontalnej w pokładzie głównym, badane parametry można uszeregować zgodnie z malejącym udziałem składnika nielosowego w całkowitej zmienności w następującej kolejności:
 - zawartość popiołu (74%)
 - zawartość siarki (60%)
 - wartość opałowa (20%)
 - zawartość wilgoci (13%)

Zestawienie powyższe pozwala stwierdzić, że efektywność geostatystycznej procedury krigingu jest najwyższa przy szacowaniu średnich zawartości popiołu i siarki, natomiast szacowanie średnich wartości opałowych i zawartości wilgoci może być równie efektywnie wykonywane przy wykorzystaniu prostszej, klasycznej metody statystycznej.

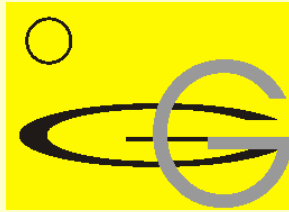
Wnioski (c.d.)

3. Szacowanie średnich wartości parametrów jakościowych w dużych blokach obliczeniowych odpowiadających partiom złoża o wielkości porównywalnej z obszarem rocznej eksploatacji złoża (o powierzchni około 0.5 km^2), oparte wyłącznie na wynikach rozpoznania wiertniczego, cechuje się wysoką dokładnością ze średnimi błędami względnymi najbardziej zmiennych parametrów (zawartości popiołu i siarki) rzędu 5% (dla poziomu prawdopodobieństwa $P=68\%$).
4. Dostatecznej dokładności nie zapewnia natomiast podobne szacowanie, wykonane dla przygotowywanych do bieżącej eksploatacji małych partii złoża (o powierzchni około 0.7 ha), dla których średnie błędy względne oszacowania średniej zawartości popiołu i siarki wynoszą około 15%.

Dowodzi to niedostatecznej dokładności prognozowania średnich wartości parametrów jakościowych w parcelach przewidzianych bezpośrednio do eksploatacji wyłącznie na podstawie rozpoznania otworowego.

Wnioski (c.d.)

5. Dla uzyskania zadowalającej dokładności oszacowania konieczne jest uwzględnienie wyników opróbowania bruzdowego ścian eksploatacyjnych zlokalizowanych wewnątrz lub w pobliżu obszaru szacowania. Celowe byłoby również przebadanie wielkości błędów szeroko pojętego opróbowania obejmującego pobranie próbek z rdzeni wiertniczych, ich przygotowanie do analizy i sama analizę. Zwiększenie dokładności opróbowania może przyczynić się do obniżenia obserwowanej zmienności parametrów i w konsekwencji do podwyższenia dokładności oszacowania wartości parametrów w złożu.



Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony środowiska



Kopalnia Węgla Brunatnego,
Bełchatów

Dziękujemy za uwagę

*Praca wykonana została w ramach badań statutowych
Zakładu Geologii Ogólnej i Matematycznej oraz Katedry Geologii Kopalnianej AGH.
Kraków' 2004*