

Rysunek

Geostatystyka
Sprawozdanie pt. „Model jakościowy”

Autor:
Maciej Niemiec (xHeput)

1. Parametry ogólne sprawozdania i określenie zakresu analizy*Tabela 1 - Parametry ogólne*

Identyfikator zestawu danych (\$ID)	198
Identyfikator obwiedni (\$ON)	6
Zrealizowany wariant	podstawowy
Nazwa złoża	Kamieńsk
Współrzędne geograficzne	51.164995N, 19.553098E
Województwo	łódzkie
Narożnik	SE
Wymiary złoża	4000 x 2200 x 5000

2. Utworzenie kompozytów i ocena wpływu tej operacji na rozkład modelowanego parametru**a) Określenie standardowej długości kompozytu (CI) wraz z uzasadnieniem w poszczególnych warstwach**

Standardowa długość kompozytu (CI) została określona na podstawie histogramu dla parametru LENGTH w warstwie 1, dlatego wykorzystany plik to „holes”. Mediana to wartość na podstawie, której wybrano CI (należy zaokrąglić do liczb całkowitych) i wynosi ona 48.

Standardowa długość kompozytu została określona na podstawie histogramu dla parametru LENGTH w warstwie 4, dlatego wykorzystany plik to „holes”. Mediana to wartość na podstawie, której wybrano CI (należy zaokrąglić do liczb całkowitych) i wynosi ona 3.

Standardowa długość kompozytu została określona na podstawie histogramu dla parametru LENGTH w warstwie 5, dlatego wykorzystany plik to „holes”. Mediana to wartość na podstawie, której wybrano CI (należy zaokrąglić do liczb całkowitych) i wynosi ona 15.

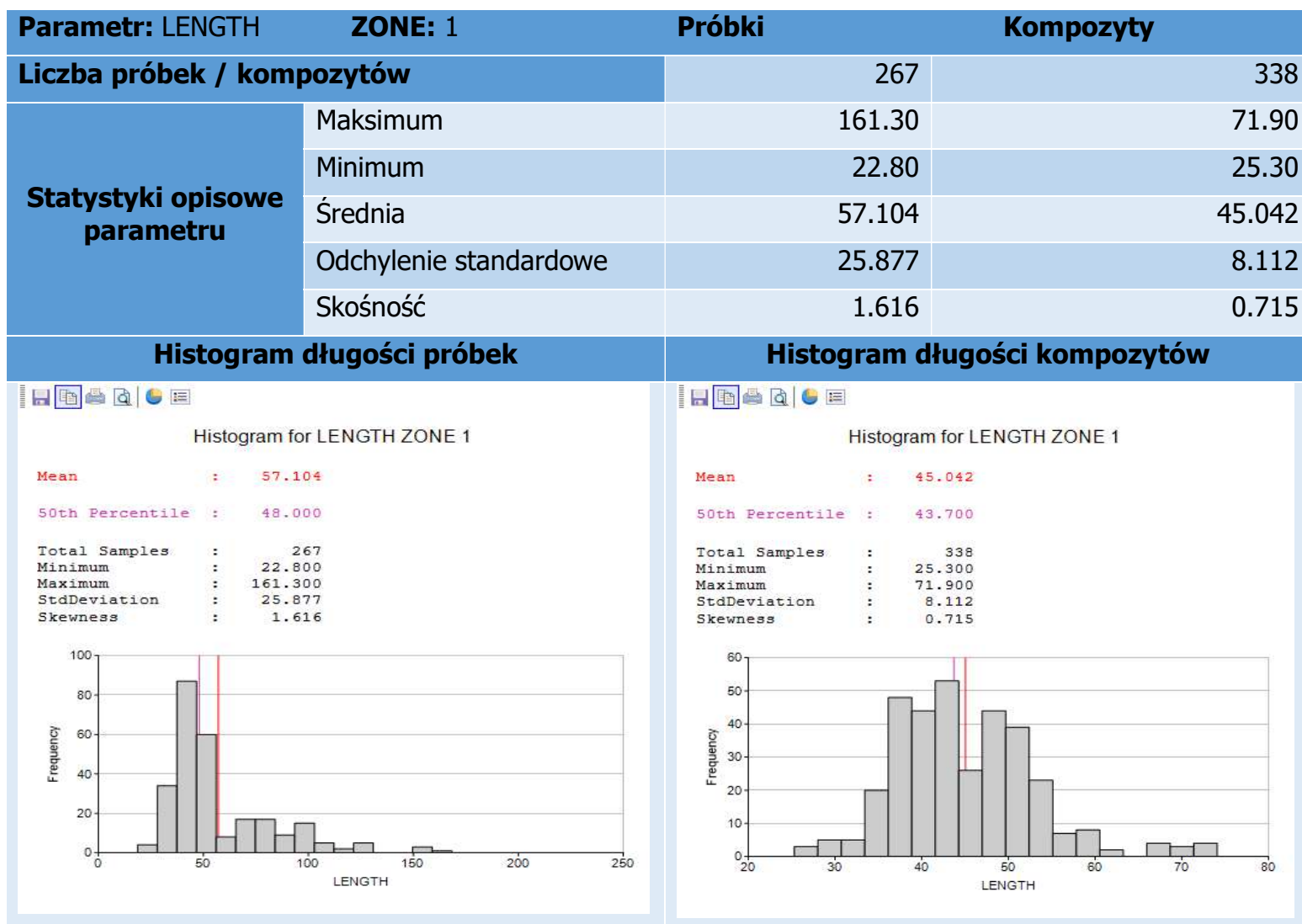
Tabela 2 - Przyjęte wartości dla standardowej długości kompozytu

Standardowa długość kompozytu	
Warstwa Nr. 1	48
Warstwa Nr. 4	3
Warstwa Nr. 5	15

Rysunek

b) Histogram i statystyki opisowe długości próbek oraz kompozytów (w jednej wybranej warstwie). Wartości statystyk zaokrąglone do 1 miejsca po przecinku, umieszczone w polach tabeli lub na wykresach histogramów.

Tabela 3 - Statystyki opisowe dla parametru LENGHT w warstwie nr 1

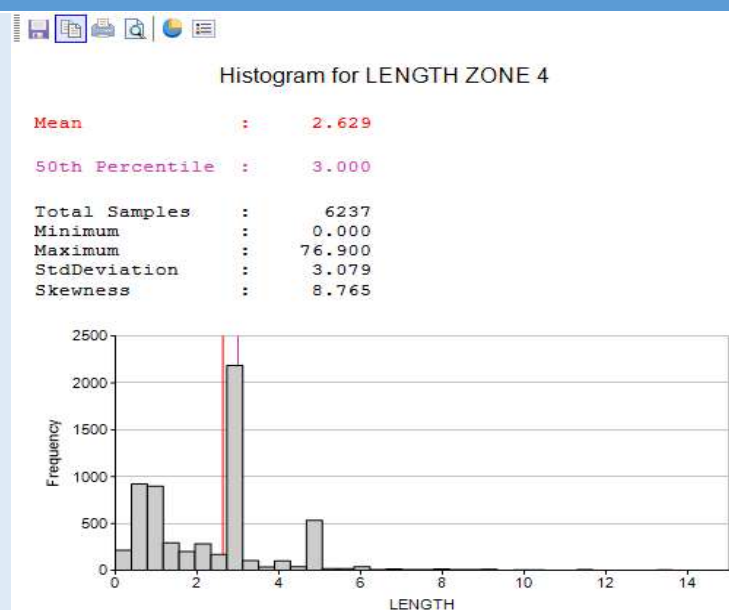


Rysunek

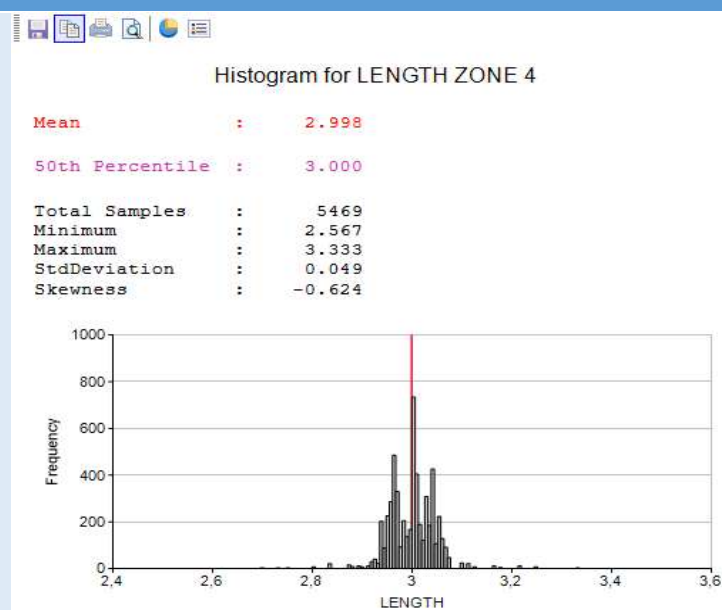
Tabela 4 - Statystyki opisowe dla parametru LENGHT w warstwie nr 4

Parametr: LENGTH ZONE: 1		Próbki	Kompozyty
Liczba próbek / kompozytów		267	338
Statystyki opisowe parametru	Maksimum	161.30	71.90
	Minimum	22.80	25.30
	Średnia	57.104	45.042
	Odchylenie standardowe	25.877	8.112
	Skośność	1.616	0.715

Histogram długości próbek



Histogram długości kompozytów



Rysunek

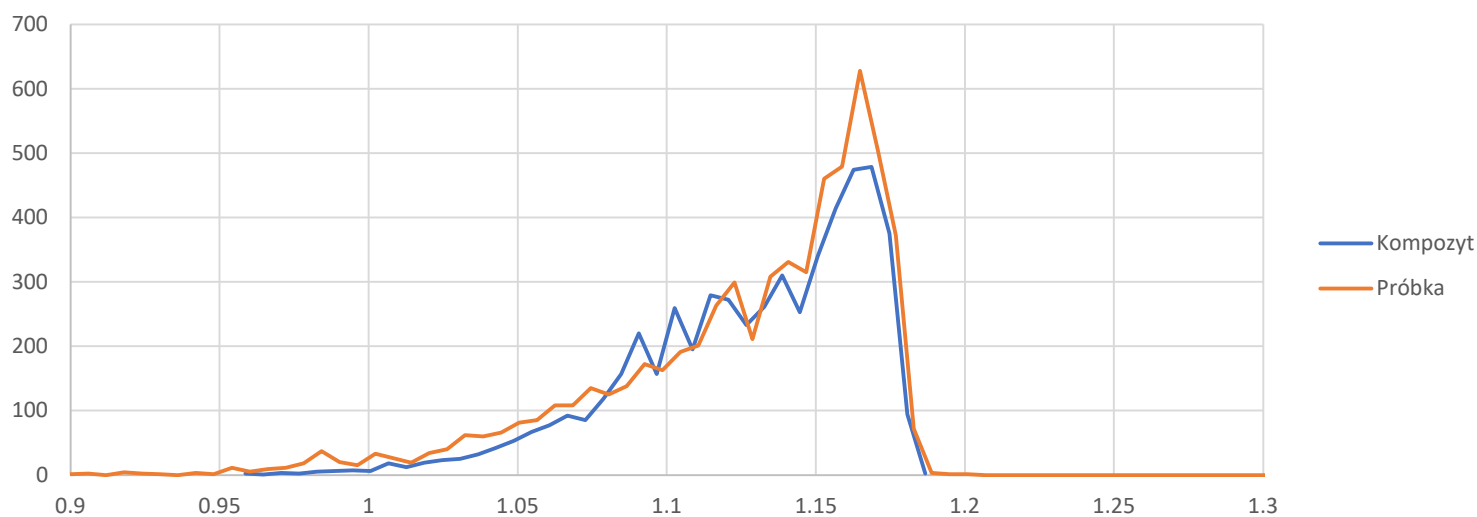
c) Charakterystyka statystyczna parametru DENSITY w zbiorze próbek holes1s i zbiorze kompozytów holes1c_Z4

Tabela 5 - Charakterystyka statystyczna parametru DENSITY dla warstwy nr 4

Parametr: DENSITY	ZONE: 4	Statystyki opisowe na podstawie:		Różnica wzgl. (a-b)/a [%]
		Próbek (a)	Kompozytów (b)	
Liczb próbka / kompozytów		6237	5466	12.36
Maksimum		1.489	1.185	20.42
Minimum		0.901	0.956	-6.10
Zakres		0.588	0.230	60.88
Średnia		1.125	1.128	-0.27
Odchylenie standardowe		0.048	0.039	18.75
Skośność		-1.047	-0.913	12.80
Eksces		2.349	0.515	78.08

Wykres liniowy określony na podstawie próbek i kompozytów przedstawione na wspólnym wykresie (wielkość przedziału: 0.9 – 1.3)

Wykres liniowy parametru DENSITY na podstawie próbek i kompozytów



d) Wnioski

Analizując rozkład parametru, można zauważyć, że zakres wartości dla próbek (0.588) jest większy niż dla kompozytów (0.230). Średnia wartość parametru dla próbek wynosi 1.125, a dla kompozytów 1.128, co wskazuje na niewielką różnicę (-0.27%). Odchylenie

Rysunek

standardowe próbek (0.048) jest większe niż dla kompozytów (0.039) o około 18.75%. Skośność dla próbek wynosi -1.047, podczas gdy dla kompozytów wynosi -0.913, co oznacza, że rozkład wartości dla próbek jest bardziej skośny w lewo. Eksces dla próbek (2.349) jest znacznie większy niż dla kompozytów (0.515), co wskazuje na większe występowanie ekstremalnych wartości w zbiorze próbek. Wykres liniowy na podstawie próbek i kompozytów przedstawia porównanie wartości w przedziale od 0.9 do 1.3. Ten wykres pozwala wizualnie ocenić podobieństwo lub różnice między próbkami a kompozytami w tym zakresie. Transformacja próbek do kompozytów wpływa na rozkład parametru poprzez zmniejszenie liczby danych, zmianę wartości maksymalnej, minimalnej, zakresu oraz rozkładu wartości. Analiza różnic między próbkami a kompozytami wskazuje na niewielkie różnice w średnich wartościach, odchyleniach standardowych i skośności. Jednakże, występuje znaczna różnica w ekscesie, co wskazuje na różnice w występowaniu ekstremalnych wartości.

2. Identyfikacja domen estymacyjnych

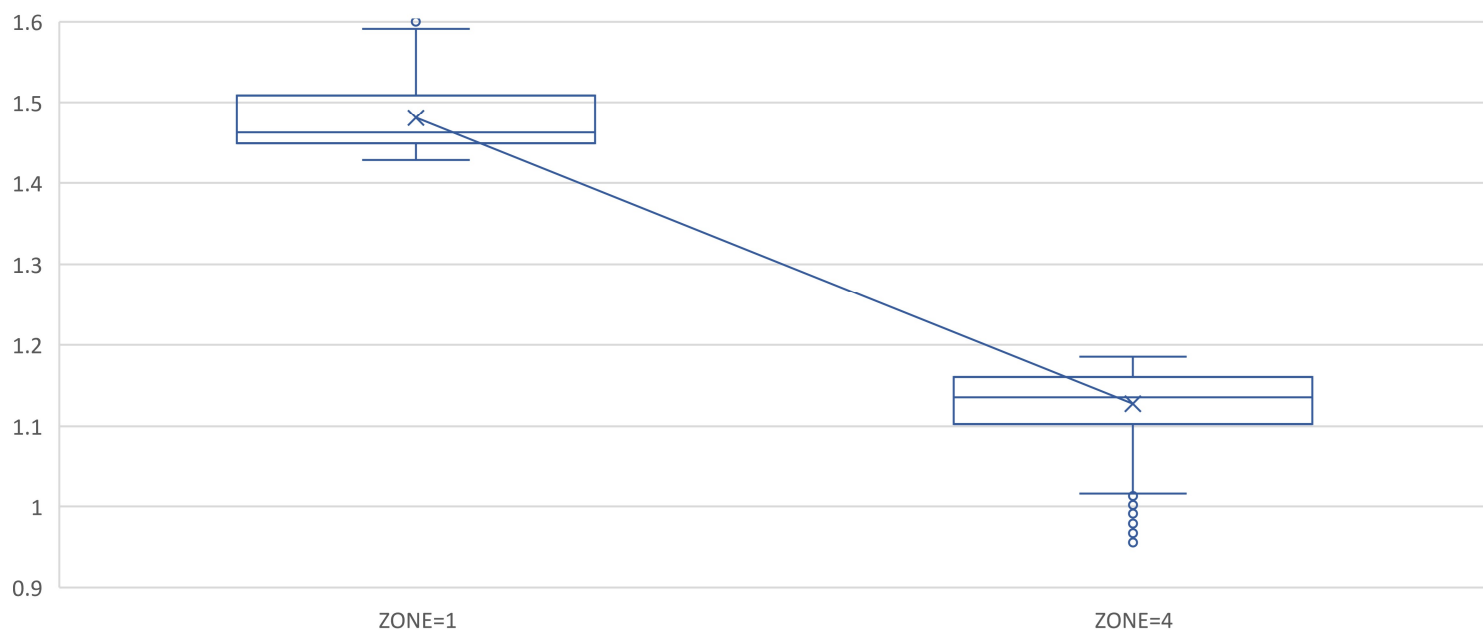
a) Analiza porównawcza rozkładów parametru DENSITY w poszczególnych warstwach (w zbiorach kompozytów).

Tabela 6 - Porównanie rozkładów parametru DENSITY

Parametr: DENSITY		ZONE: 1	ZONE: 4	ZONE: 5
Liczba odwiertów z oznaczoną wartością parametru		267	267	267
Średnia odległość między odwiertami, m		160	160	160
Liczba kompozytów z oznaczoną wartością parametru		338	5469	513
Statystyki opisowe parametru	Maksimum	1.6	1.185	1.761
	Kwantyl Q3	1.509	1.160	1.680
	Kwantyl Q2	1.462	1.136	1.652
	Kwantyl Q1	1.449	1.103	1.626
	Minimum	1.428	0.956	1.606
	Zakres	0.172	0.230	0.155
	Średnia	1.481	1.128	1.656
	Odchylenie standardowe	0.040	0.039	0.034
	Skośność	1.052	-0.920	0.681
	Eksces	0.398	0.537	0.104

Rysunek

Wykres pudełkowy porównujący parametr DENSITY dla ZONE 1 oraz ZONE 4



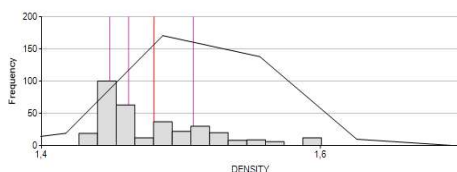
$$\text{ZONE}=1: f(x; 1.481; 0.04) =$$

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{0.04\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1.481)^2}{2 \times 0.04^2}} = \frac{25}{\sqrt{2\pi} e} \frac{(1000x-1481)^2}{3200x}$$

Histogram for DENSITY ZONE 1

Total Samples : 338
Minimum : 1.428
Maximum : 1.600
Range : 0.172
StdDeviation : 0.040
Skewness : 1.052
Kurtosis : 0.398

Mean : 1.481
25th Percentile : 1.449
50th Percentile : 1.462
75th Percentile : 1.509



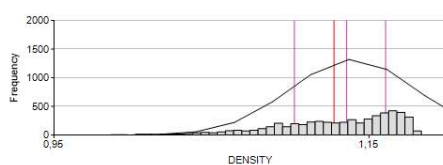
$$\text{ZONE} = 4: f(x; 1.128; 0.039) =$$

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{0.039\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1.128)^2}{2 \times 0.039^2}} = \frac{1000}{39\sqrt{2\pi} e} \frac{(1000x-1128)^2}{3042x}$$

Histogram for DENSITY ZONE 4

Total Samples : 5469
Minimum : 0.956
Maximum : 1.185
Range : 0.230
StdDeviation : 0.039
Skewness : -0.920
Kurtosis : 0.537

Mean : 1.128
25th Percentile : 1.103
50th Percentile : 1.136
75th Percentile : 1.160



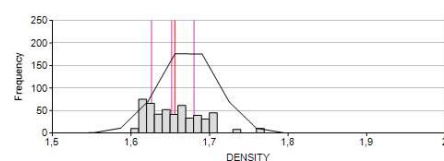
$$\text{ZONE} = 5: f(x; 1.656; 0.034) =$$

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{0.034\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1.656)^2}{2 \times 0.034^2}} = \frac{500}{17\sqrt{2\pi} e} \frac{125000(x-\frac{207}{125})^2}{289}$$

Histogram for DENSITY ZONE 5

Total Samples : 513
Minimum : 1.606
Maximum : 1.761
Range : 0.155
StdDeviation : 0.034
Skewness : 0.681
Kurtosis : 0.104

Mean : 1.656
25th Percentile : 1.626
50th Percentile : 1.652
75th Percentile : 1.680



Rysunek

b) Identyfikacja domen estymacyjnych i weryfikacja normalności rozkładu analizowanego prawdopodobieństwa w każdej z domen

Tabela 7 - Wnioski z analizy statystycznej

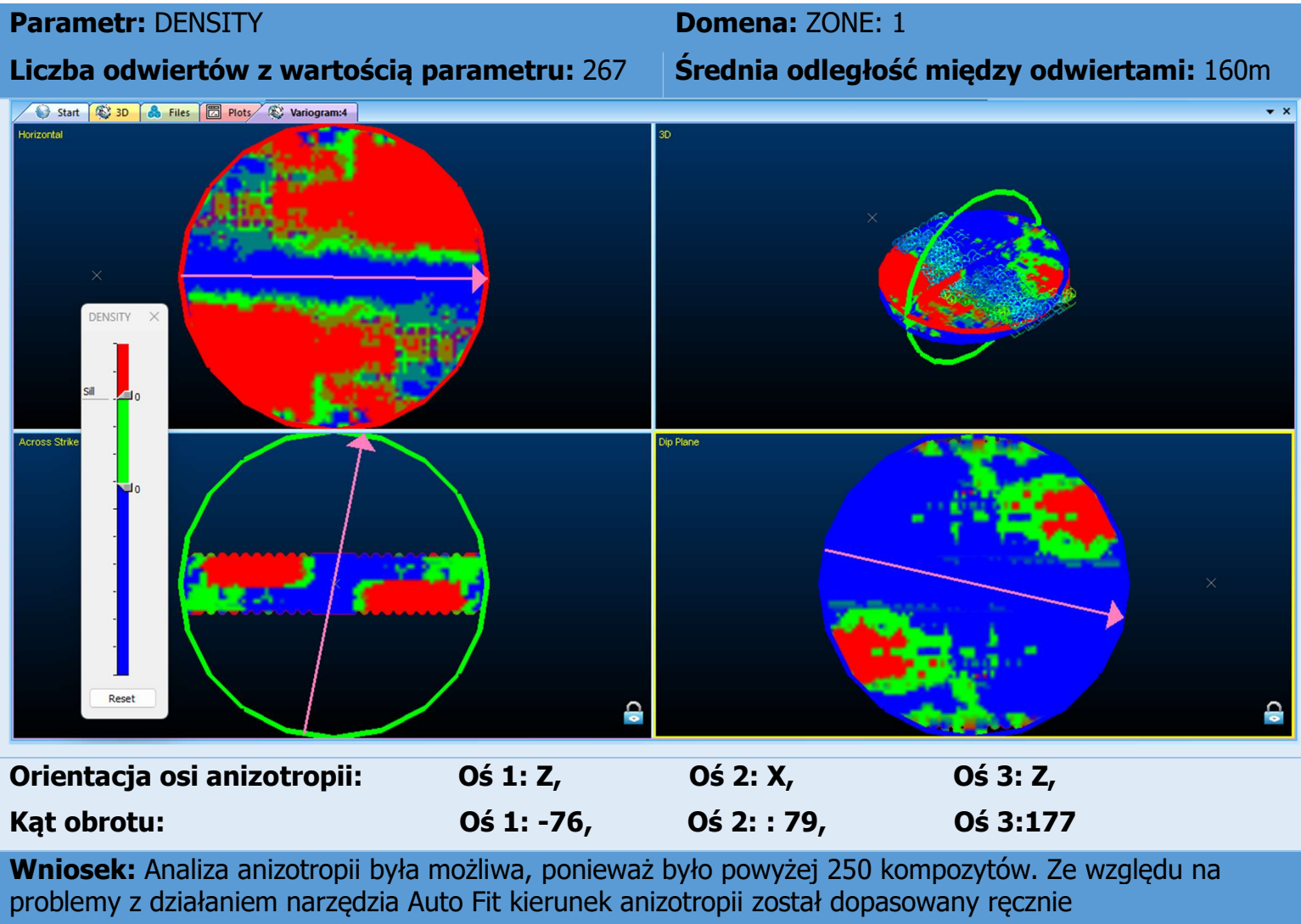
ZONE	Parametr	Liczba kompozytów	Wartość średnia	Potwierdzony roz. normalnych (T/N)	Możliwa analiza	Planowana analiza geostatystyczna
1	DENSITY	338	1.481	N	z anizotropią	obligatoryjna
2	DENSITY	-		-	-	bez analizy
3	DENSITY	-		-	-	bez analizy
4	DENSITY	5469	1.128	N	z anizotropią	obligatoryjna
5	DENSITY	513	1.656	N	z anizotropią	dodatkowa

Rysunek

3. Wyniki analizy anizotropii zmienności parametru.

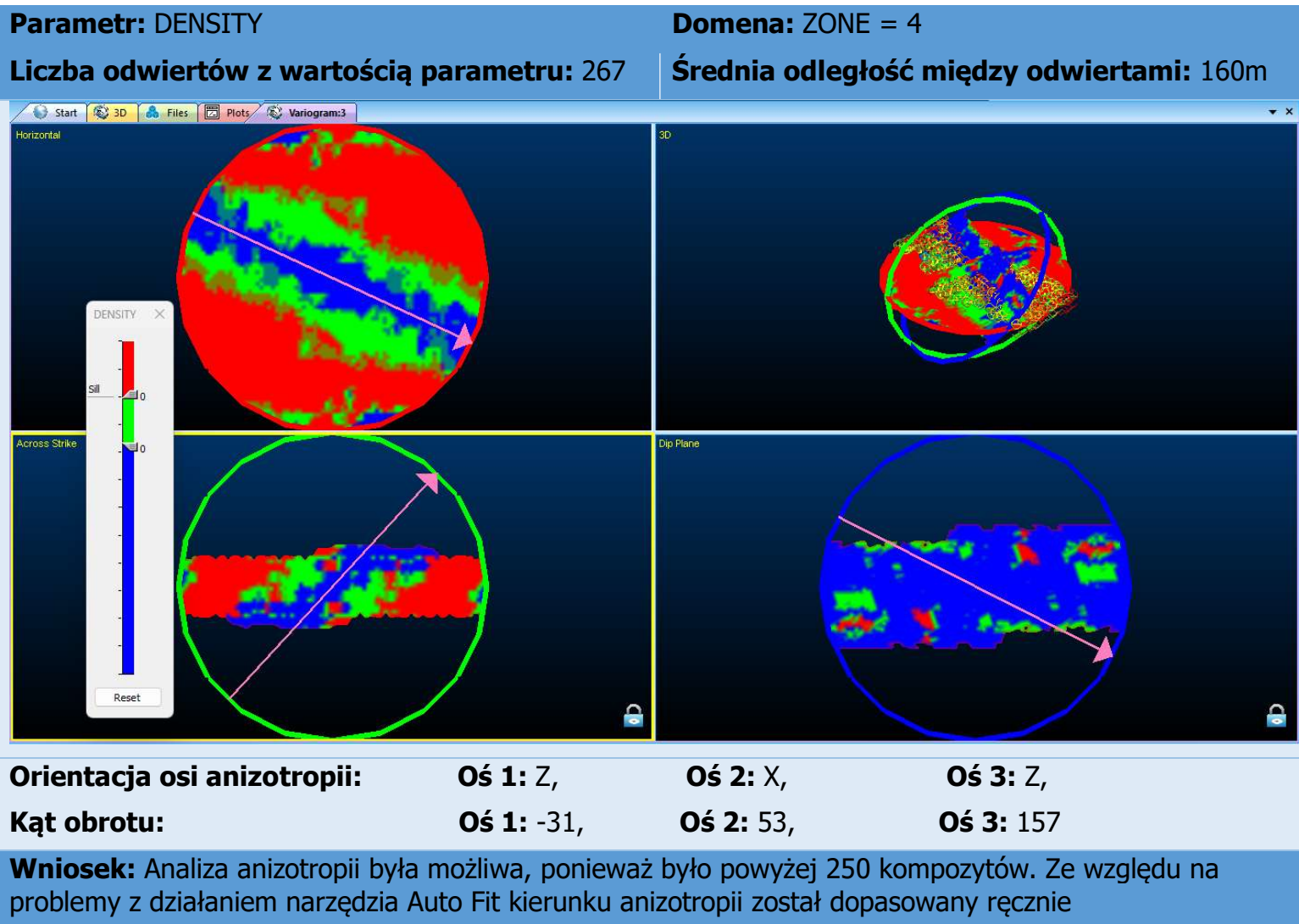
a) Tabela dla domeny warstwy nr 1

Tabela 8 - Analiza anizotropii zmienności parametru *DENSITY* w warstwie nr 1



Rysunek
b) Tabela dla domeny warstwy nr 4

Tabela 9 - Analiza anizotropii zmienności parametru DENSITY w warstwie nr 4



Rysunek

4. Wyniki dopasowania modelu wariogramu.

Tabela 10 - Model semiwariancji parametru DENSITY dla domeny nr 1

Parametr: DENSITY

Domena: ZONE = 1

Liczba odwiertów z wartością parametru: 267

Średnia odległość między odwiertami: 160 m

Modelowany zakres odległości: 2000 m

Rodzaj modelu: anizotropowy

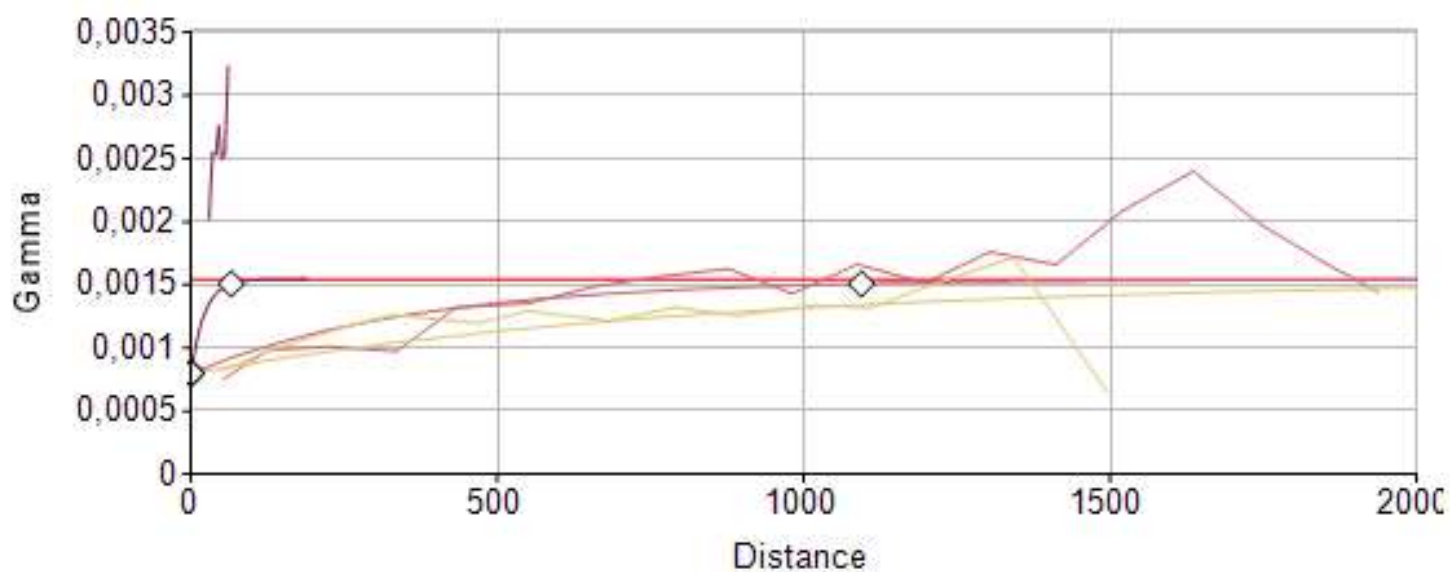
Model w jednostkach transformowanych

Wykres wariogramu anizotropowego



Variogram(s) for DENSITY

Var	Type	Sill	Range X	Range Y	Range Z
DENSITY	Nugget	0.001			
DENSITY	Exponential	0.001	365.1	842.0	22.0

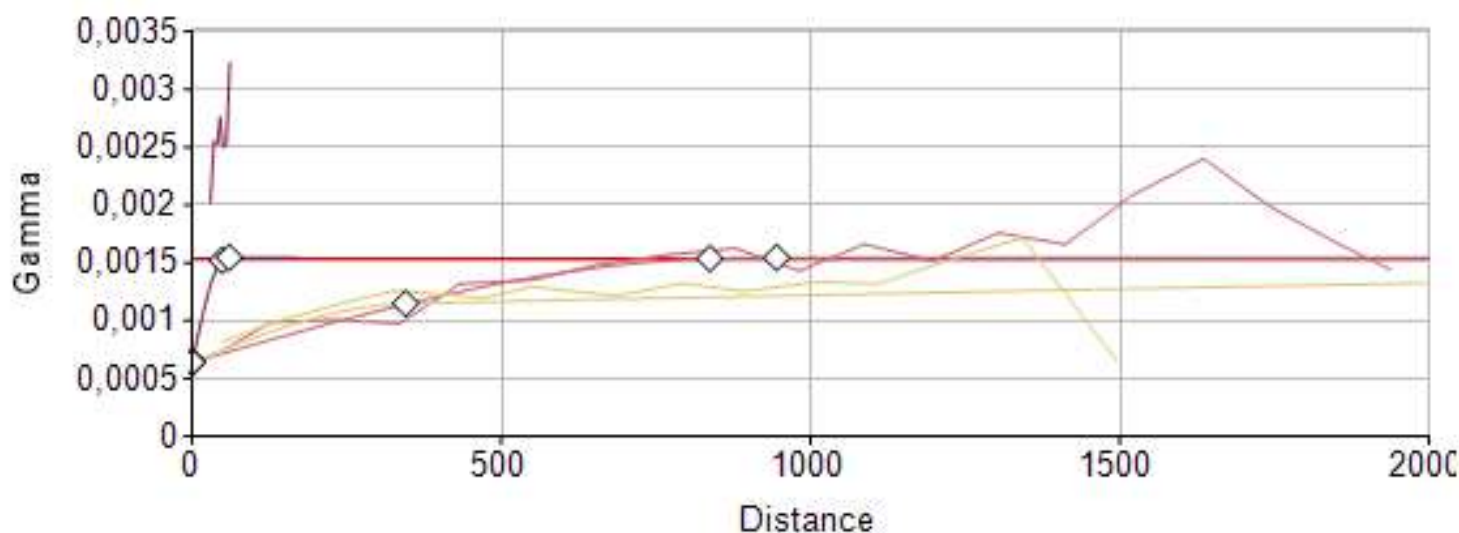


Model w jednostkach oryginalnych. Uzyskany w wyniku transformacji odwrotnej: nie
Wykres wariogramu anizotropowego



Variogram(s) for DENSITY

Var	Type	Sill	Range X	Range Y	Range Z
DENSITY	Nugget	0.001			
DENSITY	Spherical	0.000	836.6	345.1	60.1
DENSITY	Spherical	0.000	945.2	5818.7	48.6



Liczba struktur: Model 1 posiada 2 struktury, Model 2 posiada 3 struktury

Typ: Nuggetowy (ang. Nugget) **Próg:** 0.001

Typ: Wykładniczy (ang. Exponential) **Próg:** 0.001 **Zakres X:** 365.1 **Zakres Y:** 842.0 **Zakres Z:** 22.0

Typ: Nuggetowy (ang. Nugget) **Próg:** 0.001

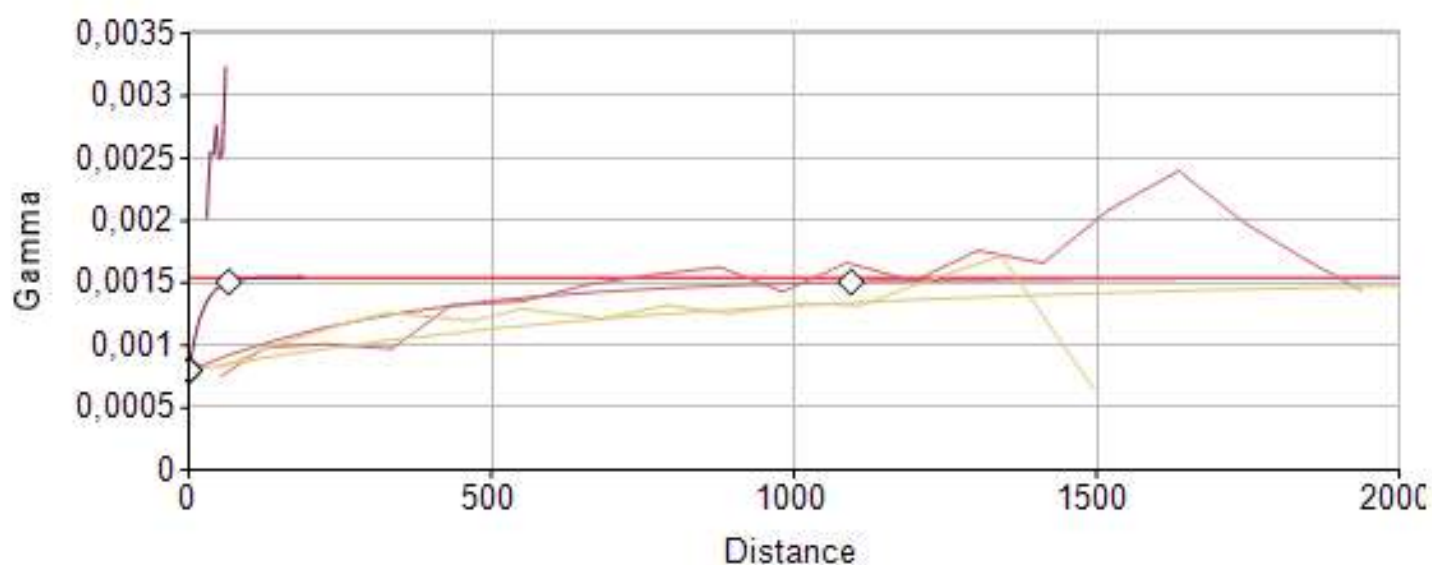
Typ: Sferyczny (ang. Spherical) **Próg:** 0.0 **Zakres X:** 836.6 **Zakres Y:** 345.1 **Zakres Z:** 60.1

Typ: Sferyczny (ang. Spherical) **Próg:** 0.0 **Zakres X:** 945.2 **Zakres Y:** 5818.7 **Zakres Z:** 48.6

Parametr: DENSITY**Domena:** ZONE = 4**Liczba odwiertów z wartością parametru:** 267**Średnia odległość między odwiertami:** 160 m**Modelowany zakres odległości:** 2000 m**Rodzaj modelu:** anizotropowy**Model w jednostkach transformowanych.****Wykres wariogramu anizotropowego**

Variogram(s) for DENSITY

Var	Type	Sill	Range X	Range Y	Range Z
DENSITY	Nugget	0.001			
DENSITY	Exponential	0.001	365.1	842.0	22.0



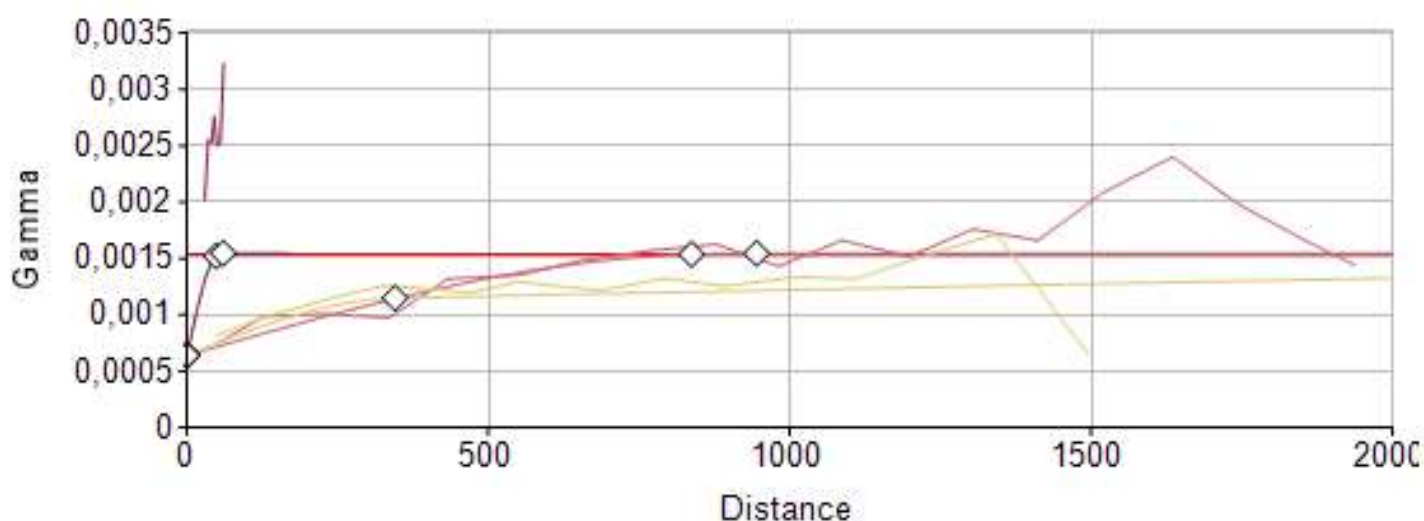
Uzyskany w wyniku transformacji odwrotnej: tak

Wykres wariogramu anizotropowego



Variogram(s) for DENSITY

Var	Type	Sill	Range X	Range Y	Range Z
DENSITY	Nugget	0.001			
DENSITY	Spherical	0.000	836.6	345.1	60.1
DENSITY	Spherical	0.000	945.2	5818.7	48.6



Liczba struktur: Model 1 posiada 2 struktury, Model 2 posiada 3 struktury

Typ: Nuggetowy (ang. Nugget) **Próg:** 0.001

Typ: Wykładniczy (ang. Exponential) **Próg:** 0.001 **Zakres X:** 365.1 **Zakres Y:** 842.0 **Zakres Z:** 22.0

Typ: Nuggetowy (ang. Nugget) **Próg:** 0.001

Typ: Sferyczny (ang. Spherical) **Próg:** 0.0 **Zakres X:** 836.6 **Zakres Y:** 345.1 **Zakres Z:** 60.1

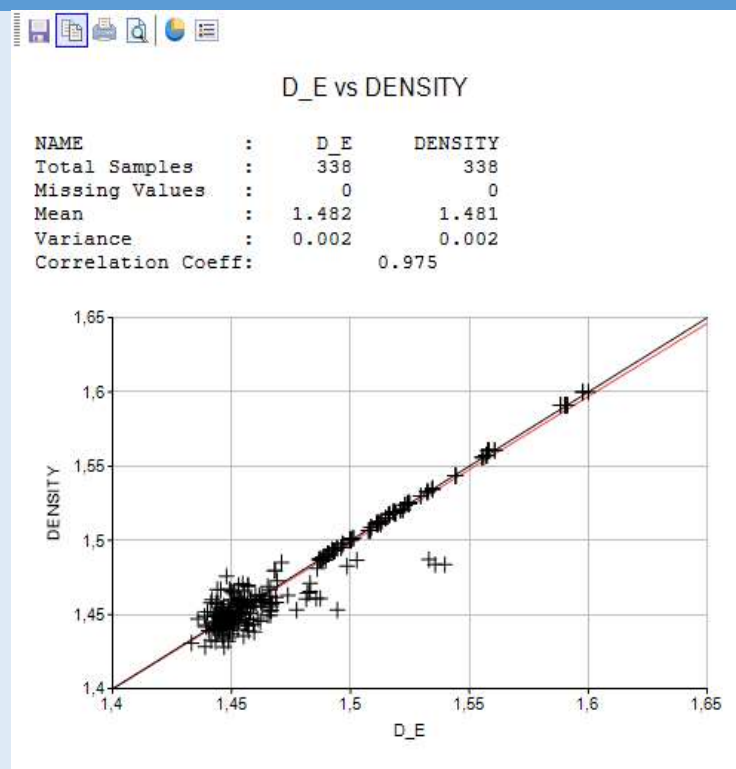
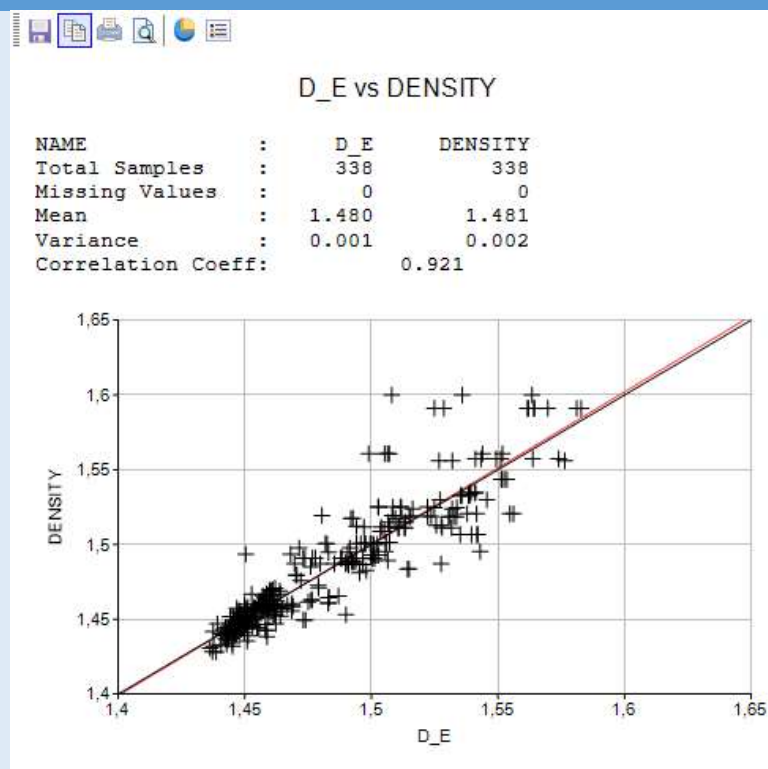
Typ: Sferyczny (ang. Spherical) **Próg:** 0.0 **Zakres X:** 945.2 **Zakres Y:** 5818.7 **Zakres Z:** 48.6

Rysunek

5. Weryfikacja modelu teoretycznego wariogramu analizowanego parametru metodą *cross-validation*.

Tabela 12 – Weryfikacja modeli wariogramu metodą *cross-validation* parametru DENSITY dla domeny nr 1

Parametr: DENSITY	Domena: ZONE 1
Liczba odwiertów z wartością parametru: 267	Średnia odległość między odwiertami: 160 m
Zastosowana transformacja wartości parametru: Transformacja logarytmiczna	
Uzasadnienie: Stosowana, gdy dane mają skośny rozkład. Transformacja logarytmiczna pomaga przekształcić takie dane w sposób zbliżony do rozkładu normalnego.	
Metoda estymacji: Kriging zwyczajny punktowy	
Uzasadnienie: Nieobciążony estymator liniowy wartości średniej jest używany do estymacji parametru. Wyznaczone wagi i wartości prób determinują głównie estymowaną wartość. W przeciwieństwie do tego same wagi nie zależą od wartości pomiarów, więc niepewność estymacji zależy przede wszystkim od konfiguracji prób i wyznaczonego modelu semiwariancji.	
Strategia selekcji próbek:	
a) orientacja układu odniesienia (U,V,W), ewentualnie parametry rotacji: $Z = -76$, $X = 79$, $Z = 177$	
b) maksymalne zasięgi wyszukiwania w kierunkach zgodnych z układem odniesienia: $X = 3510$, $Y = 21362$, $Z = 924$	
c) wymagana minimalna liczba próbek do przeprowadzenia estymacji: 5	
d) maksymalna liczba próbek w sektorze: 30	

Model I**Model II****Statystyki opisowe:**

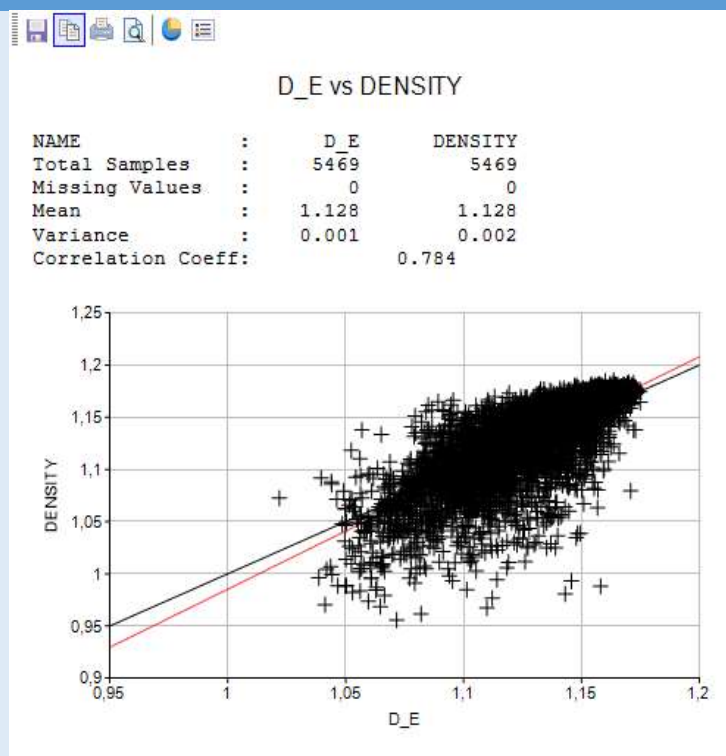
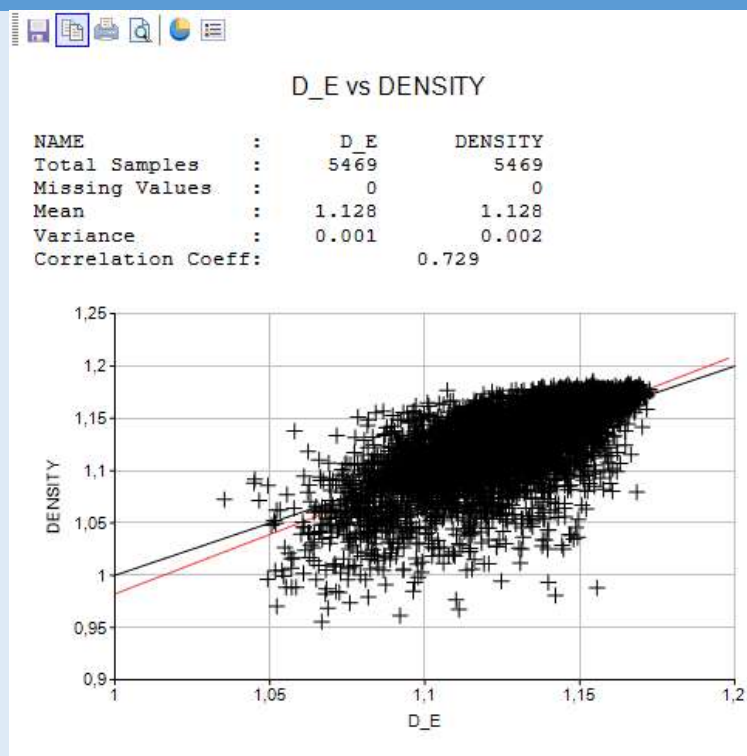
Liczba punktów estymowanych	338	Liczba punktów estymowanych	338
Liczba punktów nieestymowanych	0	Liczba punktów nieestymowanych	0
Wsp. korelacji (Z*, Z)	0.975	Wsp. korelacji (Z*, Z)	0.921
Względna różnica średnich (PC_DIFF)	- 0.001	Względna różnica średnich (PC_DIFF)	0.001
Średnia wariancja krigingu (KV_VMOD)	0.002	Średnia wariancja krigingu (KV_VMOD)	0.001

Decyzja: przyjętym modelem semiwariancji jest model (I): Ze względu na identyczne wartości dla parametrów średnich i wariancji modeli. Decyzja została podjęta na podstawie Wsp. Korelacji który jest większy dla modelu 1

Rysunek

Tabela 13 – Weryfikacja modeli wariogramu metodą cross-validation parametru DENSITY dla domeny nr 4

Parametr: DENSITY	Domena: ZONE 4
Liczba odwiertów z wartością parametru: 267	Średnia odległość między odwiertami: 160 m
Zastosowana transformacja wartości parametru: Transformacja logarytmiczna	
Uzasadnienie: Stosowana, gdy dane mają skośny rozkład. Transformacja logarytmiczna pomaga przekształcić takie dane w sposób zbliżony do rozkładu normalnego.	
Metoda estymacji: Krigging zwyczajny punktowy	
Uzasadnienie: Nieobciążony estymator liniowy wartości średniej jest używany do estymacji parametru. Wyznaczone wagi i wartości prób determinują głównie estymowaną wartość. W przeciwieństwie do tego same wagi nie zależą od wartości pomiarów, więc niepewność estymacji zależy przede wszystkim od konfiguracji prób i wyznaczonego modelu semiwariancji.	
Strategia selekcji próbek:	
a) orientacja układu odniesienia (U,V,W), ewentualnie parametry rotacji: $Z = -76$, $X = 79$, $Z = 177$	
b) maksymalne zasięgi wyszukiwania w kierunkach zgodnych z układem odniesienia: $X = 3510$, $Y = 21362$, $Z = 924$	
c) wymagana minimalna liczba próbek do przeprowadzenia estymacji: 5	
d) maksymalna liczba próbek w sektorze: 30	

Model I**Model II****Statystyki opisowe:**

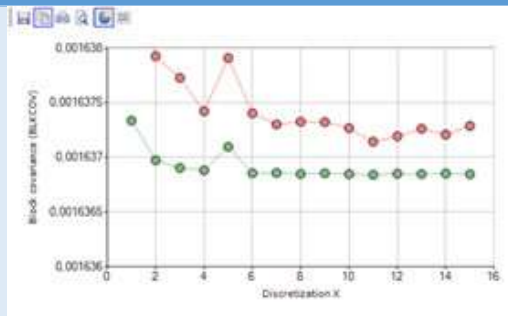
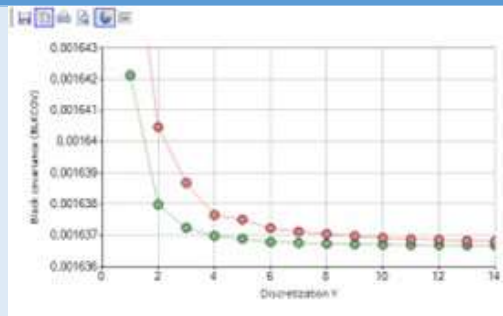
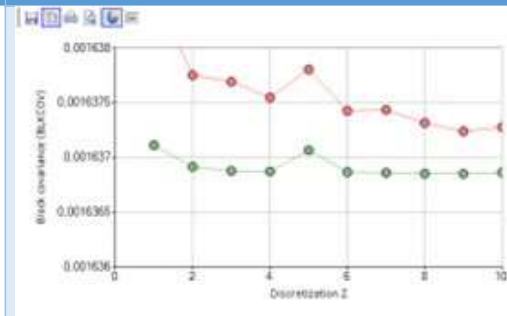
Liczba punktów estymowanych	5469	Liczba punktów estymowanych	5469
Liczba punktów nieestymowanych	0	Liczba punktów nieestymowanych	0
Wsp. korelacji (Z*, Z)	0.784	Wsp. korelacji (Z*, Z)	0.729
Względna różnica średnich (PC_DIFF)	0.0	Względna różnica średnich (PC_DIFF)	0.0
Średnia wariancja krigingu (KV_VMOD)	0.001	Średnia wariancja krigingu (KV_VMOD)	0.001

Decyzja: przyjętym modelem semiwariancji jest model (I): Ze względu na identyczne wartości dla parametrów średnich i wariancji modeli. Decyzja została podjęta na podstawie Wsp. Korelacji który jest większy dla modelu 1

Rysunek

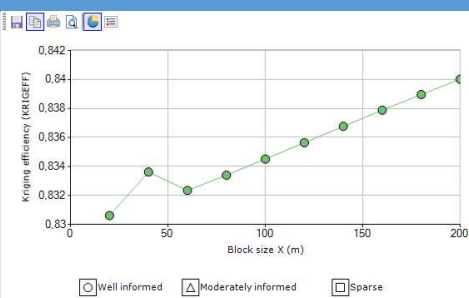
6. Analiza otoczenia krigingu modelowanego parametru. a) Model semiwariancji uzyskany dla domeny nr. 1

Tabela 14 - Wynik przeprowadzonej analizy otoczenia krigingu parametru DENSITY dla domeny nr 1

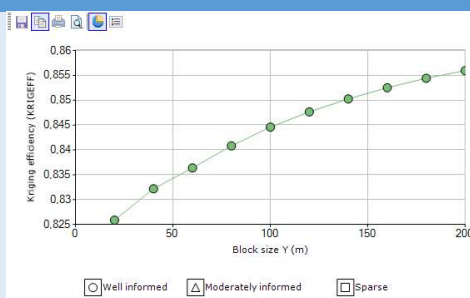
Parametr: DENSITY			Domena: ZONE = 1		
Liczba odwiertów z wartością parametru: 267			Średnia odległość między odwiertami: 160m		
Orientacja układu odniesienia zgodnego z kierunkami anizotropii (U,V,W)					
Oś 1 = Z	Kąt 1 = -76	Oś 2 = X	Kąt 2 = 79	Oś 3 = Z	Kąt 3 = 177
Lokalizacja punktów testowych			Współ. X	Współ. Y	Współ. Z
W obszarze gęstego opróbowania:			536443	367460	209
w obszarze średniej gęstości opróbowania:			537912	367774	199
w obszarze rzadkiego opróbowania:			535961	368459	189
Liczba testowych bloków w jednej lokalizacji w kierunkach: X = 7 , Y = 7 , Z = 5					
Optymalizacja liczby punktów dyskretyzacji					
Wymiar testowanych bloków w kierunkach: X = 40 , Y = 40 , Z = 48					
Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. X		Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. Y		Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. Z	
					
Przyjęta optymalna liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: X = 6, Y = 6, Z = 6					
Optymalizacja wymiarów bloku					
a) Przyjęta liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: X = 6, Y = 6, Z = 6					
b) Przyjęte wymiary elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: X = 3510, Y = 21362, Z = 924					
c) Liczba sektorów, na które dzielona jest elipsoida wyszukiwania: 1					
d) Minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 3					
e) Optymalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 4					

Rysunek

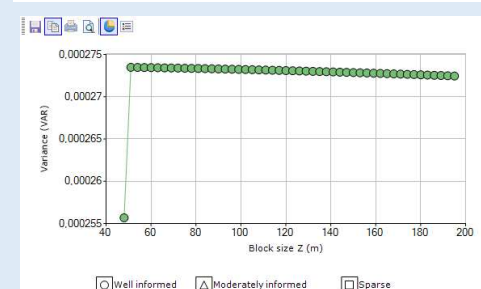
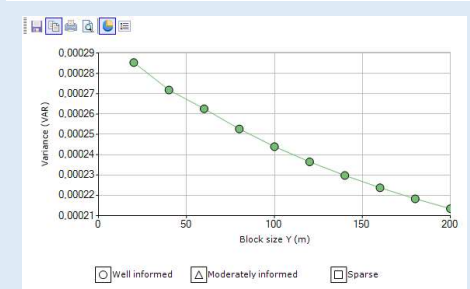
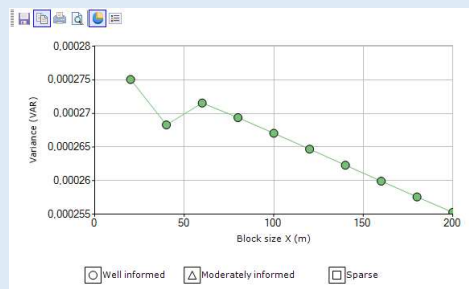
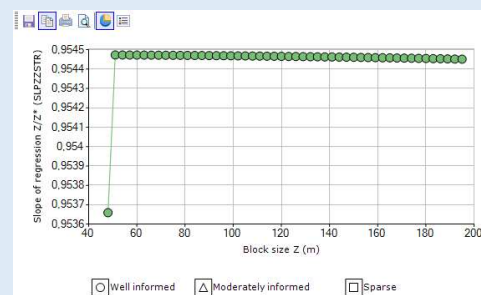
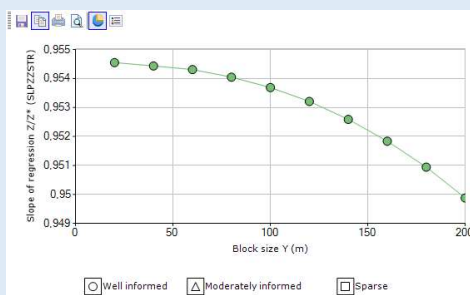
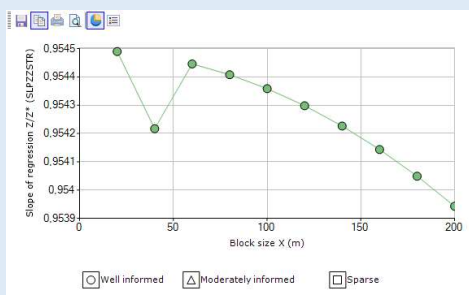
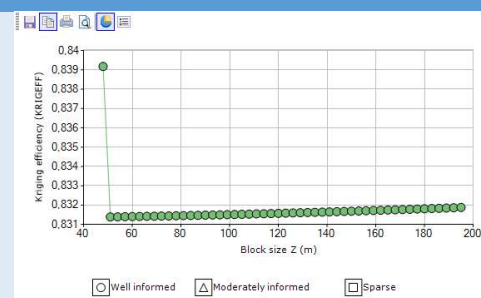
Zależność efektywności krzygu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku X



Zależność efektywności krzygu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku Y



Zależność efektywności krzygu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku Z



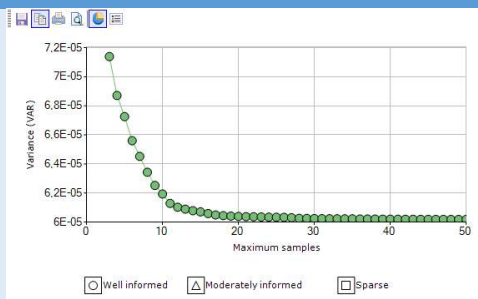
Przyjęty optymalny wymiar bloku w kierunkach: X = 40, Y = 40, Z = 55

Optymalizacja strategii selekcji próbek/kompozytów

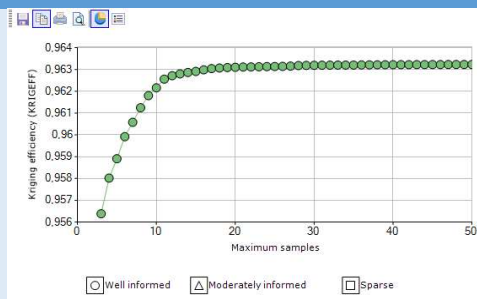
- Przyjęta liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: X = 6, Y = 6, Z = 6
- Przyjęty wymiar bloku w kierunkach: X = 40, Y = 40, Z = 55
- Przyjęte wymiary elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: X = 3510, Y = 21362, Z = 924
- Przyjęta minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 3
- Liczba sektorów, na które dzielona jest elipsoida wyszukiwania: 1

Rysunek

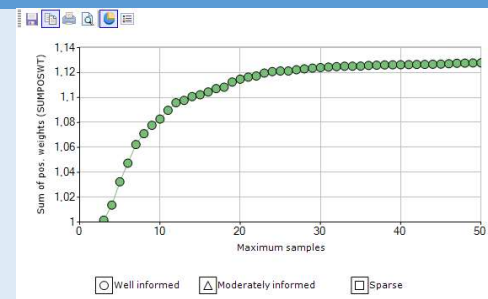
Zależność wariancji krigingu
VAR od liczby kompozytów



Zależność efektywności
krigingu
KRIGEFF od liczby
kompozytów



Zależność sumy dodatnich
wag
SUMPOSWT od liczby
kompozytów



Przyjęta optymalna liczba kompozytów w sektorze: 4

Tabela 15 - Wynik przeprowadzonej analizy otoczenia krigingu parametru DENSITY dla domeny nr 4

Parametr: DENSITY

Domena: ZONE = 4

Liczba odwiertów z wartością parametru: 267

**Średnia odległość między
odwiertami: 160 m**

Orientacja układu odniesienia zgodnego z kierunkami anizotropii (U,V,W)

Oś 1 = Z	Kąt 1 = -76	Oś 2 = X	Kąt 2 = 79	Oś 3 = Z	Kąt 3 = 177
----------	-------------	----------	------------	----------	-------------

Lokalizacja punktów testowych

Współ. X

Współ. Y

Współ. Z

W obszarze gęstego opróbowania:

536443

367460

209

w obszarze średniej gęstości opróbowania:

537912

367774

199

w obszarze rzadkiego opróbowania:

535961

368459

189

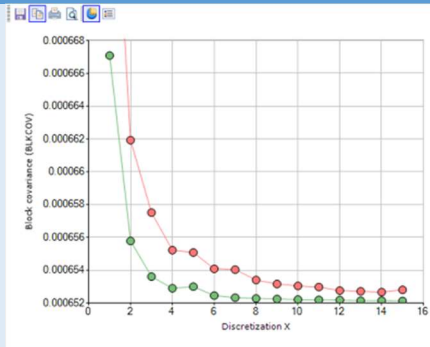
Liczba testowych bloków w jednej lokalizacji w kierunkach: X = 7 , Y = 7 , Z = 5

Optymalizacja liczby punktów dyskretyzacji

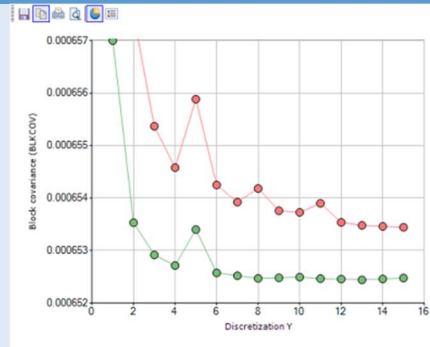
Wymiar testowanych bloków w kierunkach: X = 40 , Y = 40 , Z = 48

Rysunek

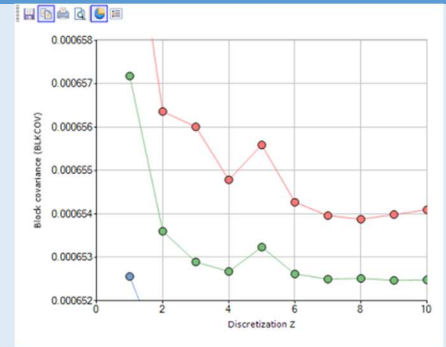
Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. X



Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. Y



Zależność BLKCOV od liczby punktów w kier. Z



Przyjęta optymalna liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: $X = 10$, $Y = 12$, $Z = 7$

Optymalizacja wymiarów bloku

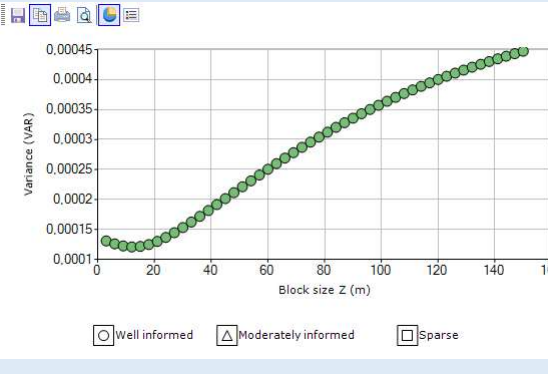
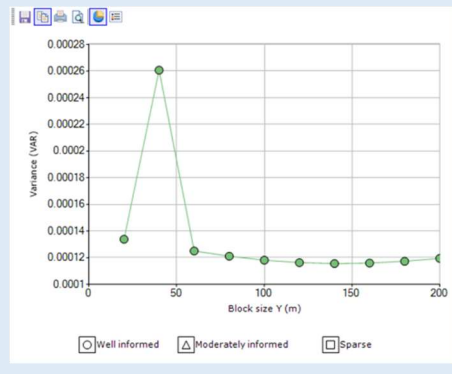
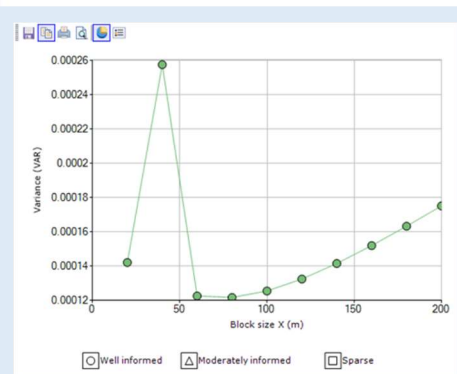
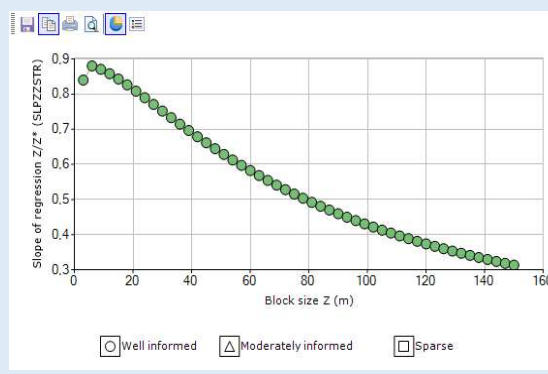
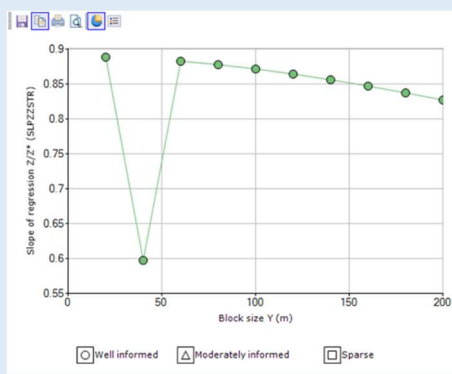
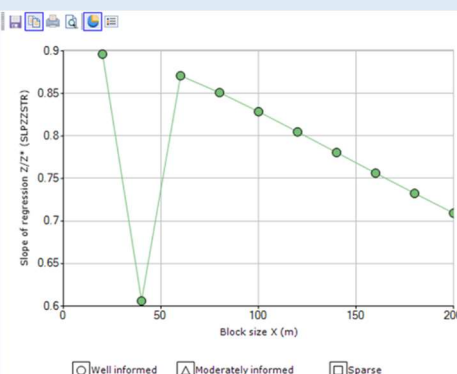
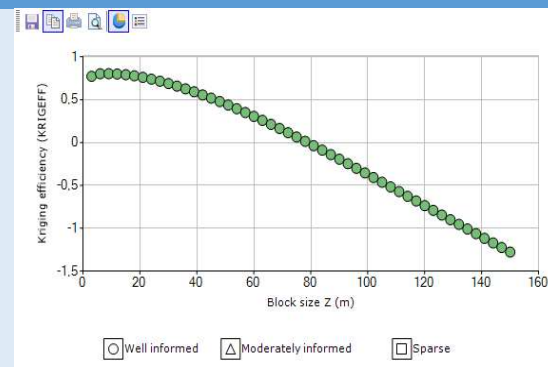
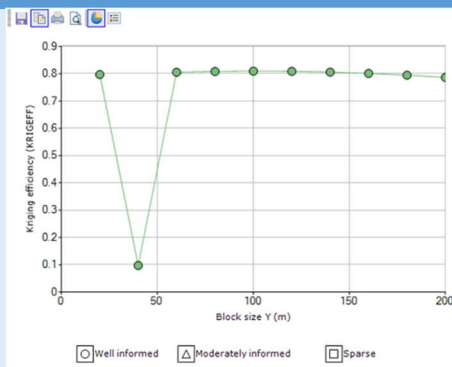
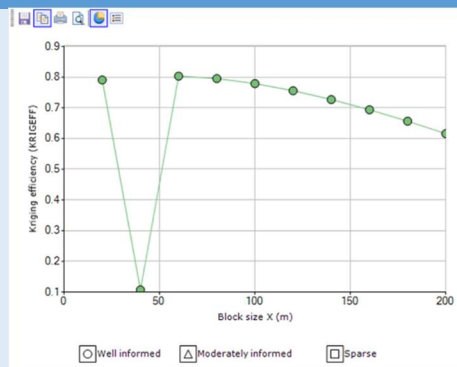
- Przyjęta liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: $X = 10$, $Y = 12$, $Z = 7$
- Przyjęte wymiary elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: $X = 365$, $Y = 842$, $Z = 22$
- Liczba sektorów, na które dzielona jest elipsoida wyszukiwania: 1
- Minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 5
- Optymalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 31

Rysunek

Zależność efektywności kriginu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku X

Zależność efektywności kriginu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku Y

Zależność efektywności kriginu KRIGEFF*) od wymiaru bloku w kierunku Z



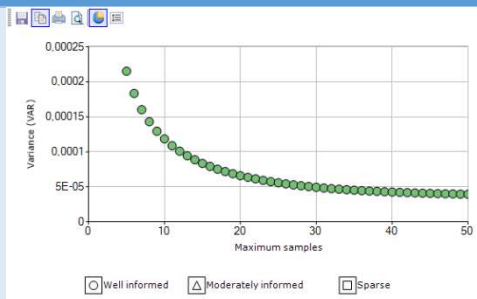
Przyjęty optymalny wymiar bloku w kierunkach: X = 60, Y = 60, Z = 10

Rysunek

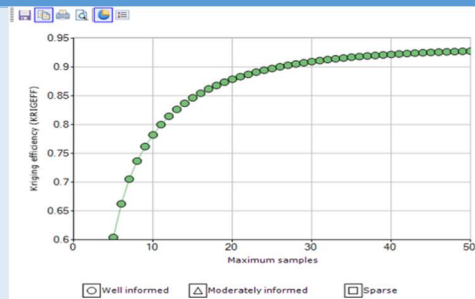
Optimalizacja strategii selekcji próbek/kompozytów

- a) Przyjęta liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: $X = 10, Y = 12, Z = 7$
- b) Przyjęty wymiar bloku w kierunkach: $X = 20, Y = 25, Z = 55$
- c) Przyjęte wymiary elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: $X = 3510, Y = 21362, Z = 924$
- d) Przyjęta minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 5
- e) Liczba sektorów, na które dzielona jest elipsoida wyszukiwania: 1

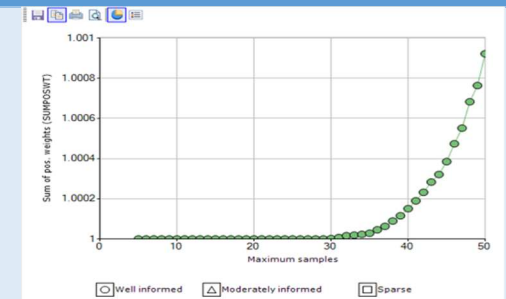
Zależność wariacji krigingu
VAR od liczby kompozytów



Zależność efektywności krigingu
KRIGEFF od liczby kompozytów



Zależność sumy dodatnich wag
SUMPOSWT od liczby kompozytów



Przyjęta optymalna liczba kompozytów w sektorze: 5

7. Metoda budowy modelu strukturalno-jakościowego warstw

a) metoda budowy

Utworzenie blokowego modelu strukturalnego, który odwzoruje warstwy stratygraficzne na potrzeby estymacji, wymaga posiadania protomodelu, który przedstawia geometrię złoża surowca mineralnego w trzech wymiarach. Początkowo należało stworzyć nowy protomodel, który określał miąższości komórek na podstawie ich długości. W rezultacie komórki modelu blokowego dla określonej domeny, na przykład ZONE 1, zostaną wybrane. W następnym kroku wymiary komórek protomodelu zostaną zmienione na te, które są idealne w kierunkach XYZ. Proces KNA służył do określenia idealnych rozmiarów. Ostatecznie model blokowy, który jest zoptymalizowany pod względem rozmiaru komórek, jest wykorzystywany do obliczania parametrów złożowych.

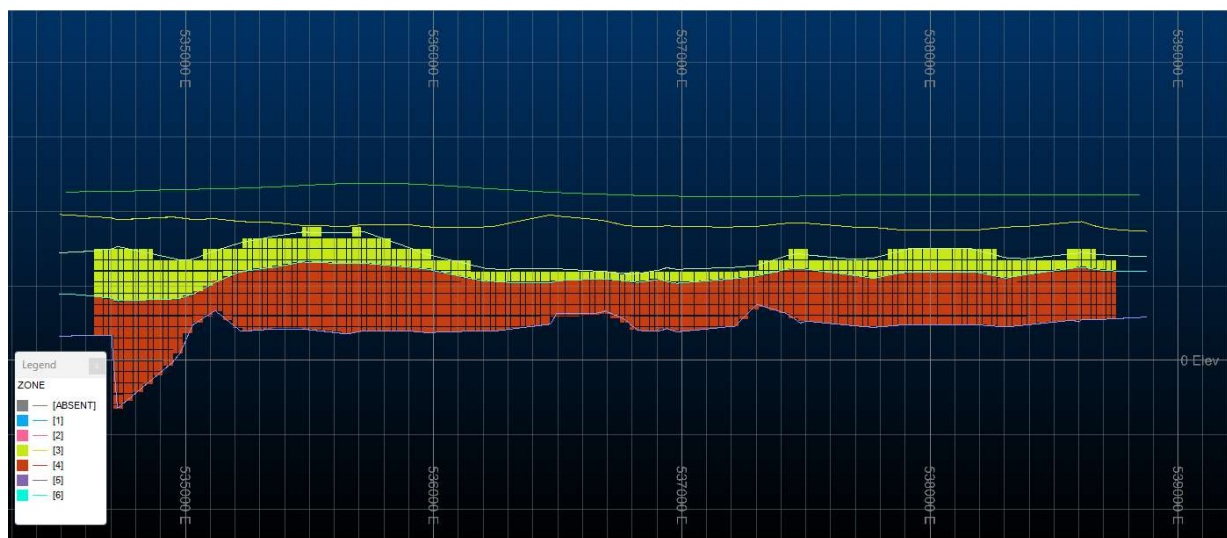
Rysunek

b) Definicja protomodelu tworzonego na potrzeby estymacji danej warstwy

Tabela 16 - Definicja protomodelu dla poszczególnych warstw

ZONE	Kierunek	Wymiar komórek (cell size)	Współrzędne punktu początkowego modelu (ORIGIN)	Współrzędne punktu końcowego modelu (Maximum)	Rozmiar modelu (Maximum minus ORIGIN)	Liczba komórek (Cell count)
1	X	40	534390	539030	4640.00	116
	Y	40	366390	369150	2760.00	69
	Z	55	-300	300	600.00	11
	Razem	-	-	-	-	196
4	X	60	534390	539030	4640.00	78
	Y	60	366390	369150	2760.00	46
	Z	10	-300	300	600.00	60
	Razem	-	-	-	-	184

c) Widok z okna 3D prezentujący przekrój pionowy W-E

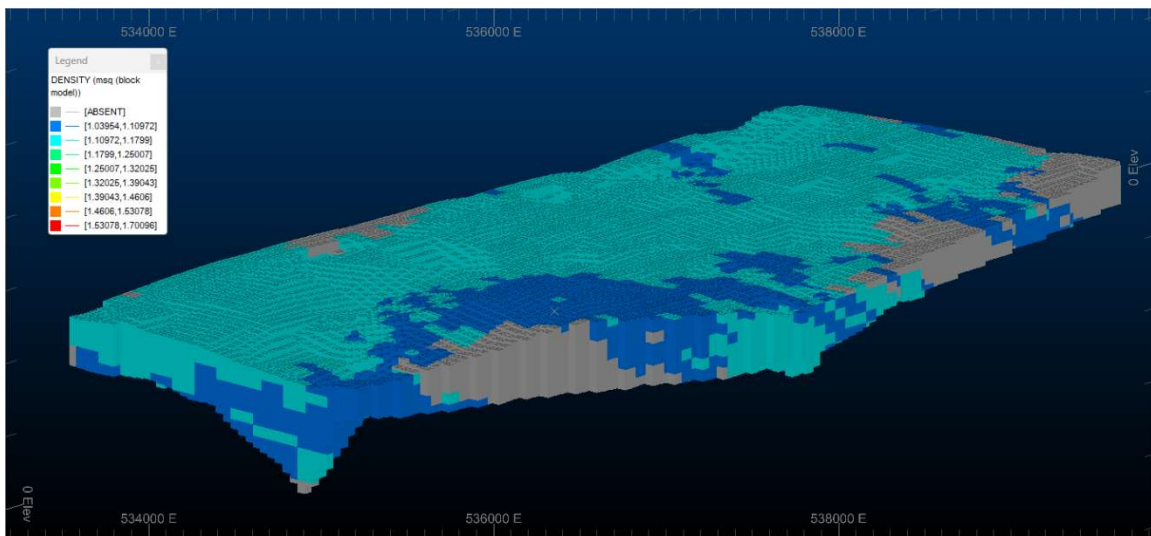


d) metoda budowy modelu strukturalno-jakościowo analizowanego obszaru

Wcześniejszy model strukturalny należy wykorzystać do stworzenia modelu strukturalno-jakościowego dla analizowanego obszaru. Po pierwsze, należy określić zbiory, które będą umożliwiać proces estymacji zarówno metodą krigingu tradycyjnego, jak i metodą wag odwrotnie proporcjonalnych do odległości (IPD). Z tego powodu należy ustalić wartości, które określą metodę wyszukiwania prób dla wcześniej wybranego modelu semiwariancji, a także parametry estymacji odpowiadające temu modelowi. W celu uzyskania modelu strukturalno-jakościowego należy przeprowadzić proces estymacji parametrów złożowych dla komórek modelu blokowego odpowiedniej domeny za pomocą wcześniej ustalonych zbiorów. W trakcie procesów estymacyjnych należy określić idealną liczbę punktów siatki dyskretyzacji dla kierunków XYZ. W ten sposób każdej strukturalnej komórce modelu blokowego zostają przypisane wartości parametrów, takich jak DENSITY.

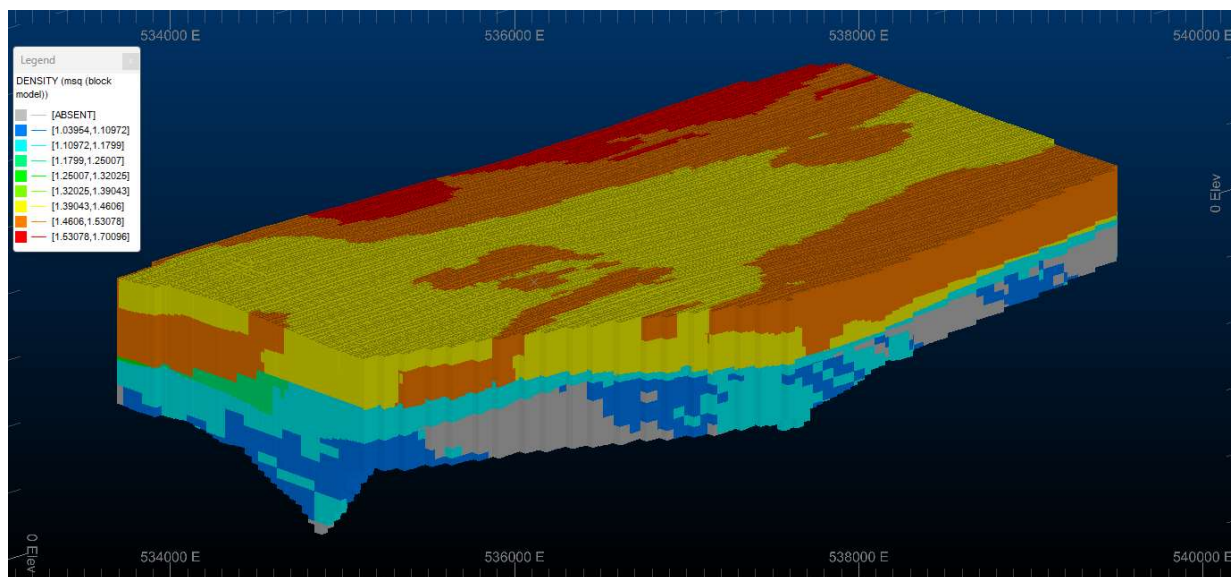
e) Ilustracje (na podstawie msq):

- widok z okna 3D, przedstawiający zbiór komórek tylko warstw 4

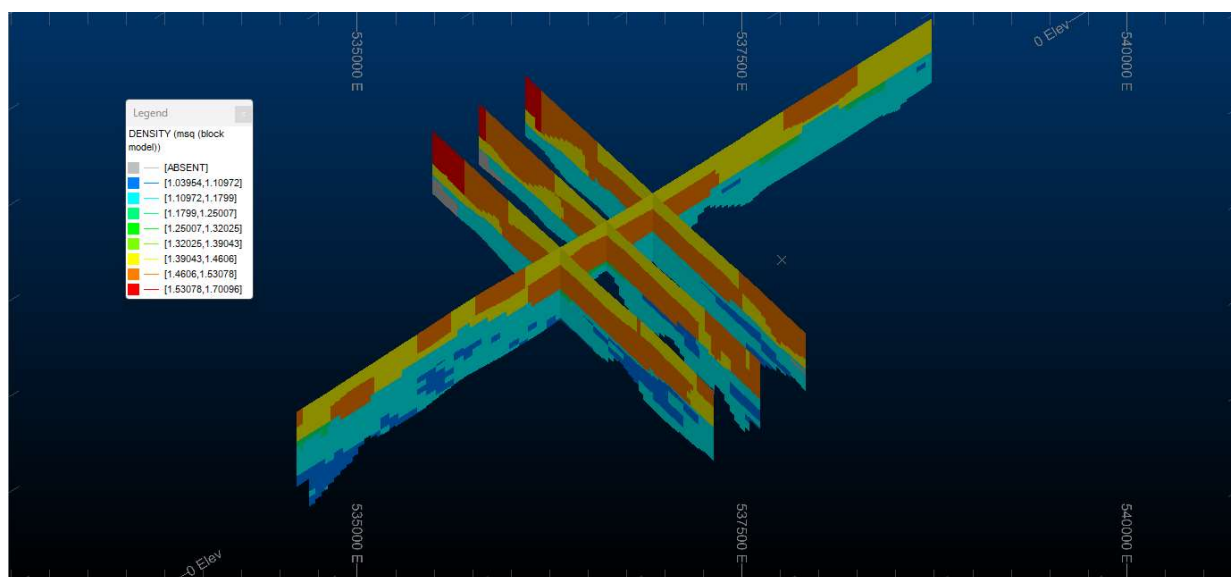


Rysunek

- fragment widoku z okna 3D, przedstawiający komórki modelu blokowego warstw 1-4

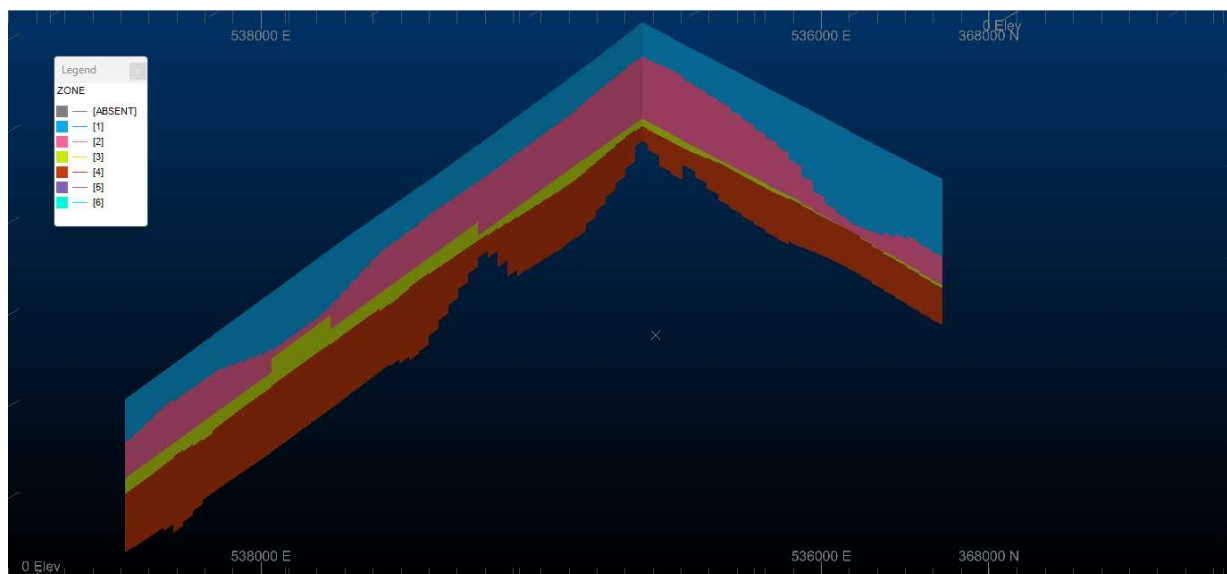


- widok z okna 3D ze zbiorem przekrojów pionowych, przez model blokowy warstw 1-4



Rysunek

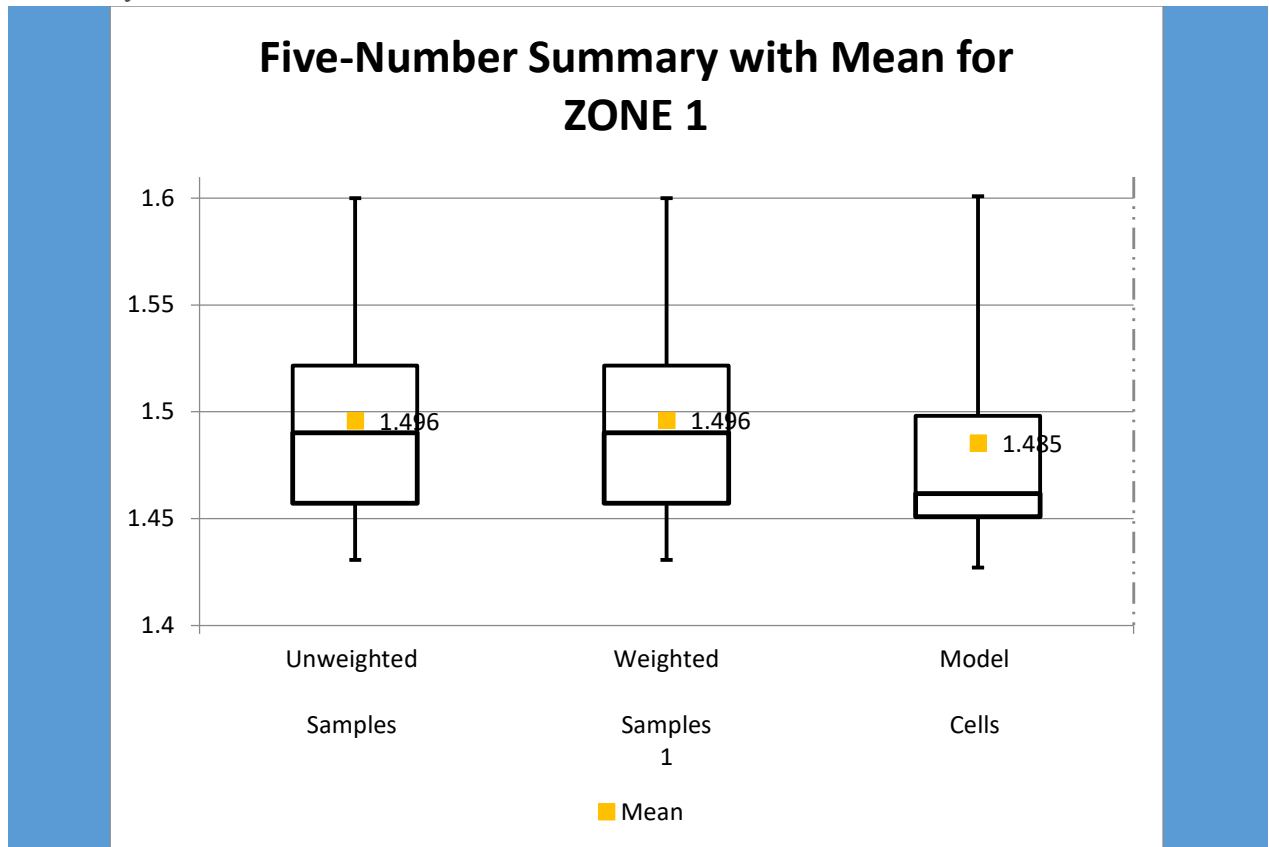
- wybrane 2 ortogonalne przekroje N-S i W-E z komórkami widocznymi za płaszczyznami przekrojów



8. Ocena prognozy rozkładu wartości parametrów w modelu strukturalno-jakościowego

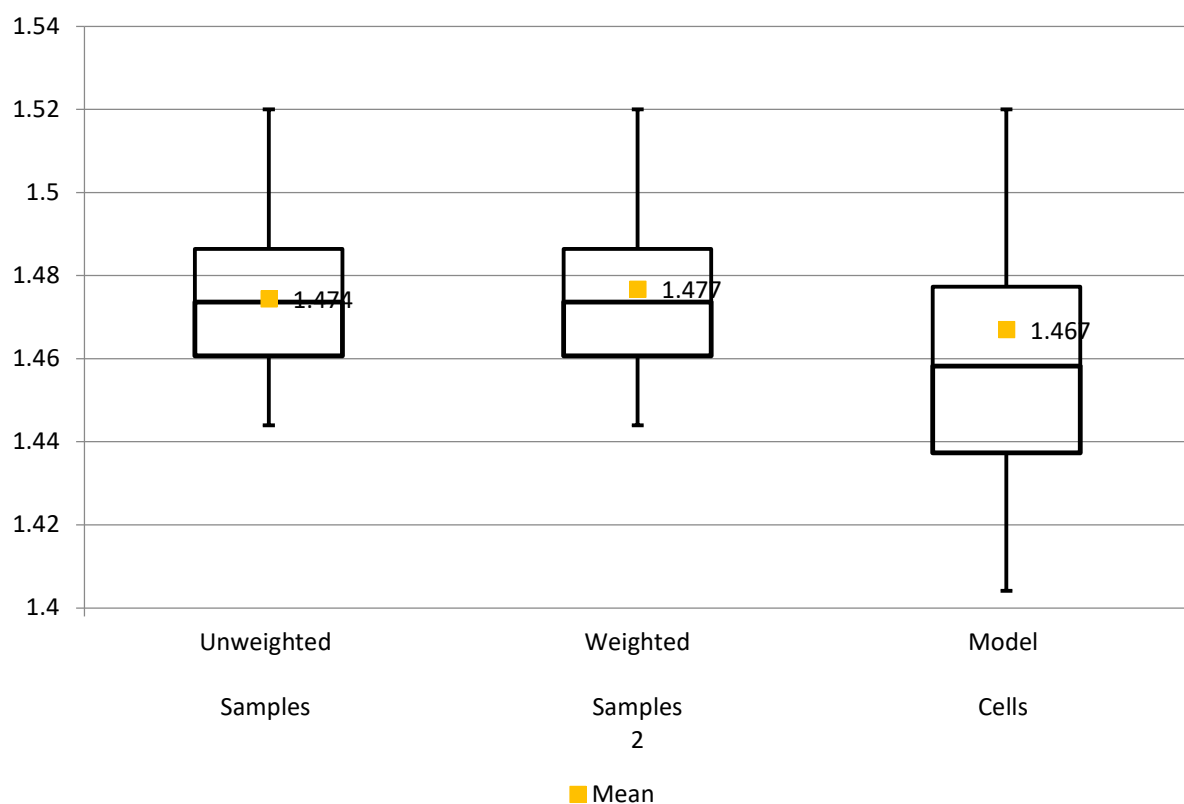
Tabela 17 - Rezultat weryfikacji prognozy parametru DENSITY w poszczególnych warstwach

ZONE	1/OK		
	Unweighted Samples	Weighted Samples	Model Cells
No. of Records	299,00	299,00	50786,00
No. of Samples	299,00	299,00	50786,00
Minimum	1,43	1,43	1,43
Q1	1,46	1,46	1,45
Median	1,49	1,49	1,46
Q3	1,52	1,52	1,50
Maximum	1,60	1,60	1,60
Mean	1,50	1,50	1,49
Mean Diff v Model	0,01	0,01	-
%Mean Diff v Model	0,69	0,71	-
Std. Dev	0,05	0,05	0,04
Variance	0,00	0,00	0,00
%Coeff. Variation	3,15	3,04	2,59
MAD	0,04	0,04	0,03
Model Tonnes	-	-	480757600,00



ZONE	2/IPD		
	Unweighted Samples	Weighted Samples	Model Cells
No. of Records	132,00	132,00	4483,00
No. of Samples	132,00	132,00	4483,00
Minimum	1,44	1,44	1,40
Q1	1,46	1,46	1,44
Median	1,47	1,47	1,46
Q3	1,49	1,49	1,48
Maximum	1,52	1,52	1,52
Mean	1,47	1,48	1,47
Mean Diff v Model	0,01	0,01	-
%Mean Diff v Model	0,50	0,66	-
Std. Dev	0,02	0,02	0,02
Variance	0,00	0,00	0,00
%Coeff. Variation	1,11	1,14	1,53
MAD	0,01	0,01	0,02
Model Tonnes	-	-	327944000,00

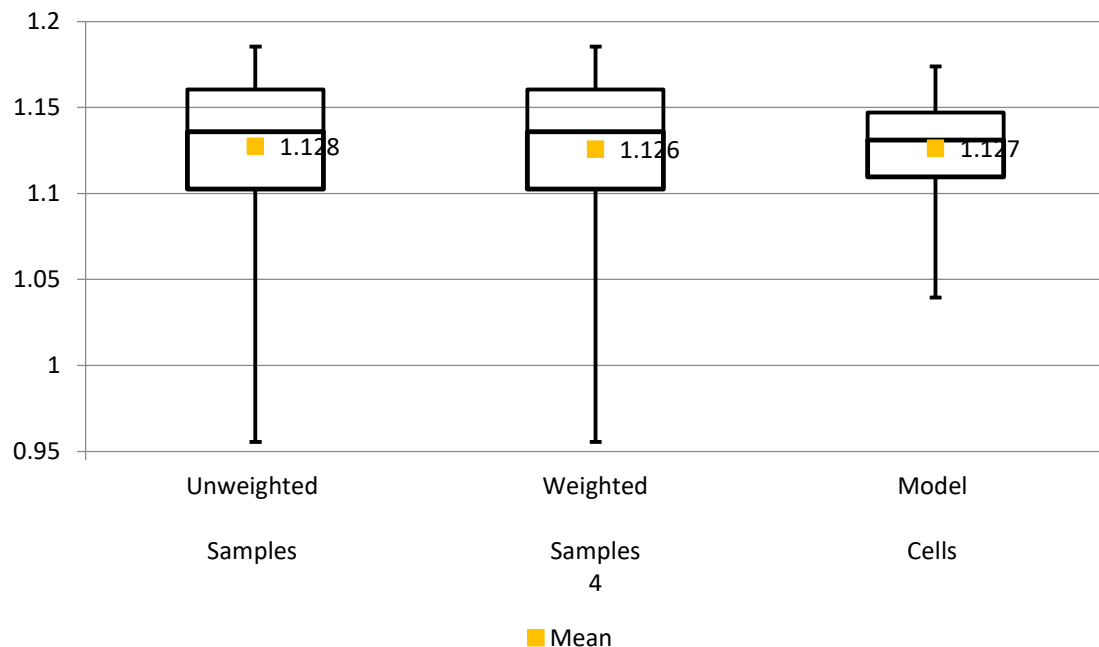
Five-Number Summary with Mean for ZONE 2



ZONE	4/OK		
	Unweighted Samples	Weighted Samples	Model Cells
No. of Records	5469	5469	20855
No. of Samples	5469	5469	19409
Minimum	0.96	0.96	1.04
Q1	1.1	1.1	1.11
Median	1.14	1.14	1.13
Q3	1.16	1.16	1.15
Maximum	1.19	1.19	1.17
Mean	1.13	1.13	1.13
Mean Diff v Model	0	0	-
%Mean Diff v Model	0.1	-0.06	-
Std. Dev	0.04	0.04	0.02
Variance	0	0	0
%Coeff. Variation	3.48	3.44	2.18
MAD	0.03	0.03	0.02
Model Tonnes	-	-	507163200

Five-Number Summary with Mean for ZONE

4



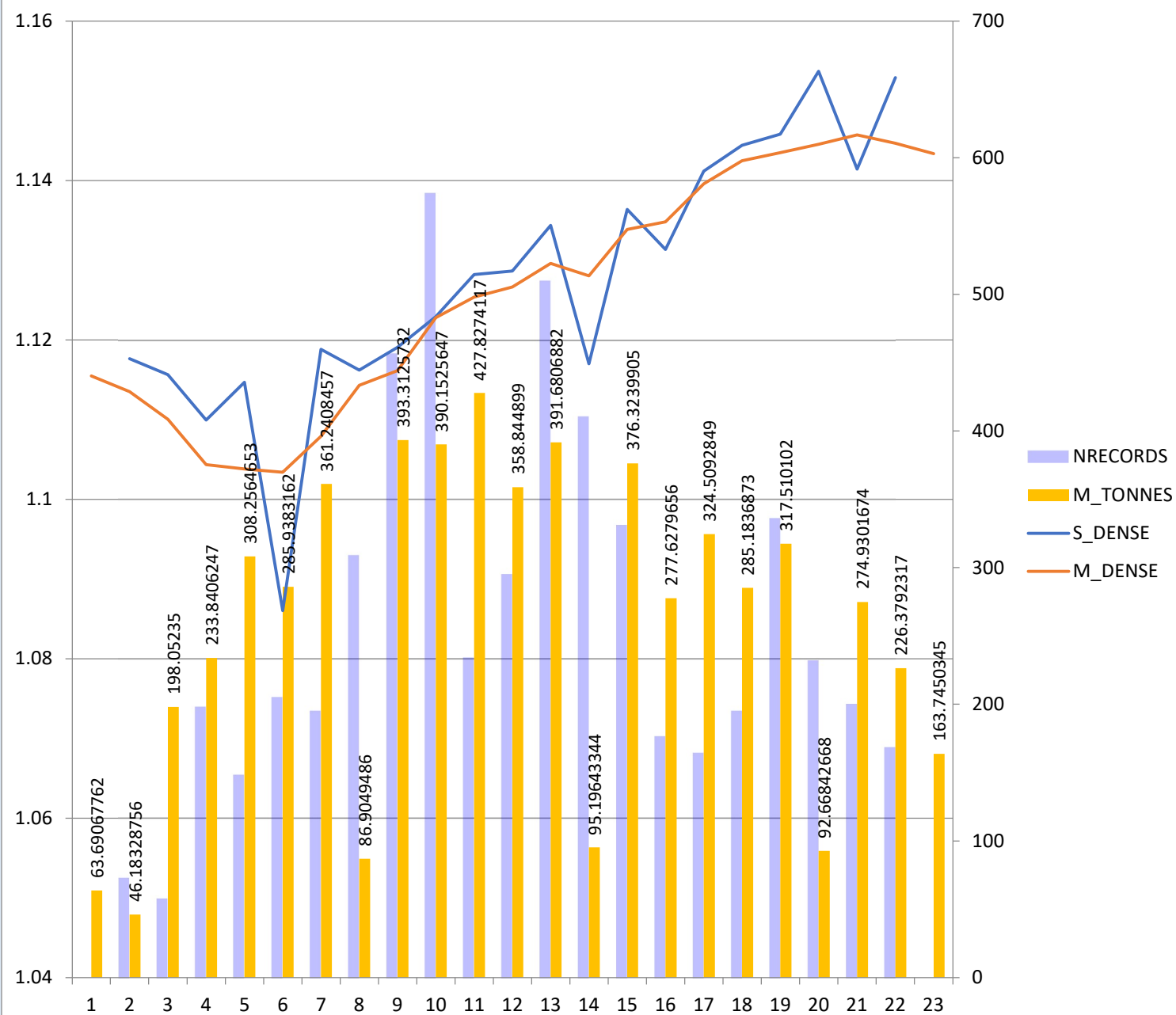
Rysunek

b) Rezultaty weryfikacji prognozy parametru DENSITY estymowanego metodą krigingu

Tabela 18 - Rezultat weryfikacji prognozy parametru DENSITY estymowanego metodą krigingu w warstwie nr 4

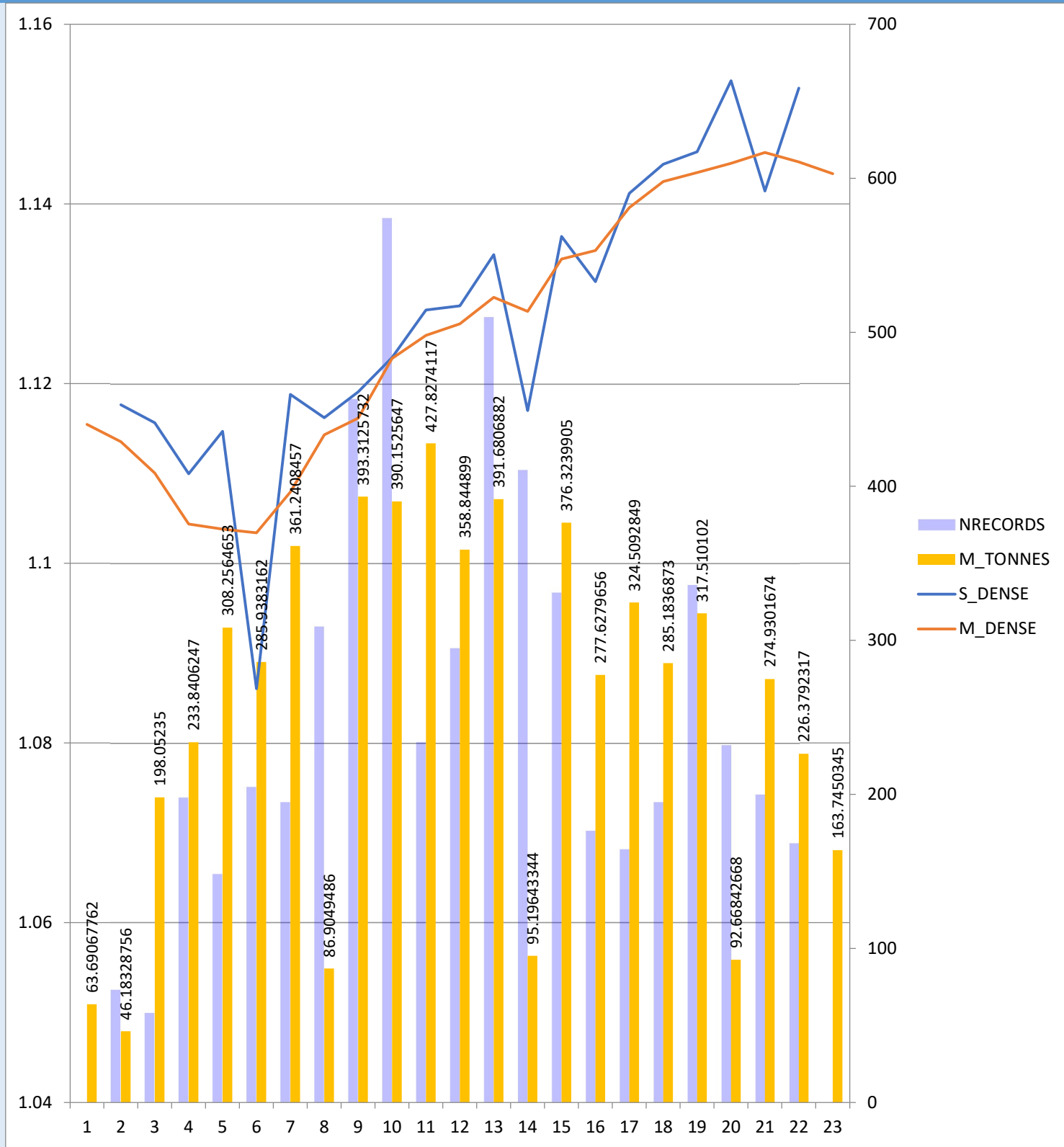
Parametr: DENSITY		Domena: ZONE 4		
Liczba odwiertów z wartością parametru: 267		Średnia odległość między odwiertami 160 m		
Modelowane wartości: normalizowane				
Metoda estymacji: kriging zwyczajny				
Uzasadnienie wyboru: Nieobciążony estymator liniowy wartości średniej jest używany do estymacji parametru. Wyznaczone wagi i wartości prób determinują głównie estymowaną wartość. W przeciwieństwie do tego same wagi nie zależą od wartości pomiarów, więc niepewność estymacji zależy przede wszystkim od konfiguracji prób i wyznaczonego modelu semiwariancji.				
Strategia selekcji próbek/kompozytów:				
a) Wymiary komórek podstawowych w kierunkach: X = 40 , Y = 40 , Z = 48				
b) Liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: X = 10, Y = 12, Z = 7				
c) Wymiar elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: X = 3510, Y = 21362, Z = 924				
d) Minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 5				
e) Optymalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 31				
f) Liczba sektorów w elipsoidzie wyszukiwania: 1				
optymalna liczba próbek w sektorze: 31				
g) Optymalna liczbę próbek z jednego odwiertu: 31				
Statystyki	Wartości parametru			Wariancja krigingu
	próbki (kompozyty)	model blokowy	Względna zmiana, procentowa	
Wartość maksymalna	1.185	1.174	-0.00936968	0.000940
Wartość minimalna	0.956	1.040	0.080769231	0.000080
Wartość średnia	1.128	1.127	-0.00088731	0.000230

Wykres wartości średniej w modelu blokowym i w kompozytach, w kierunku W-E
Interwał odległości: 250

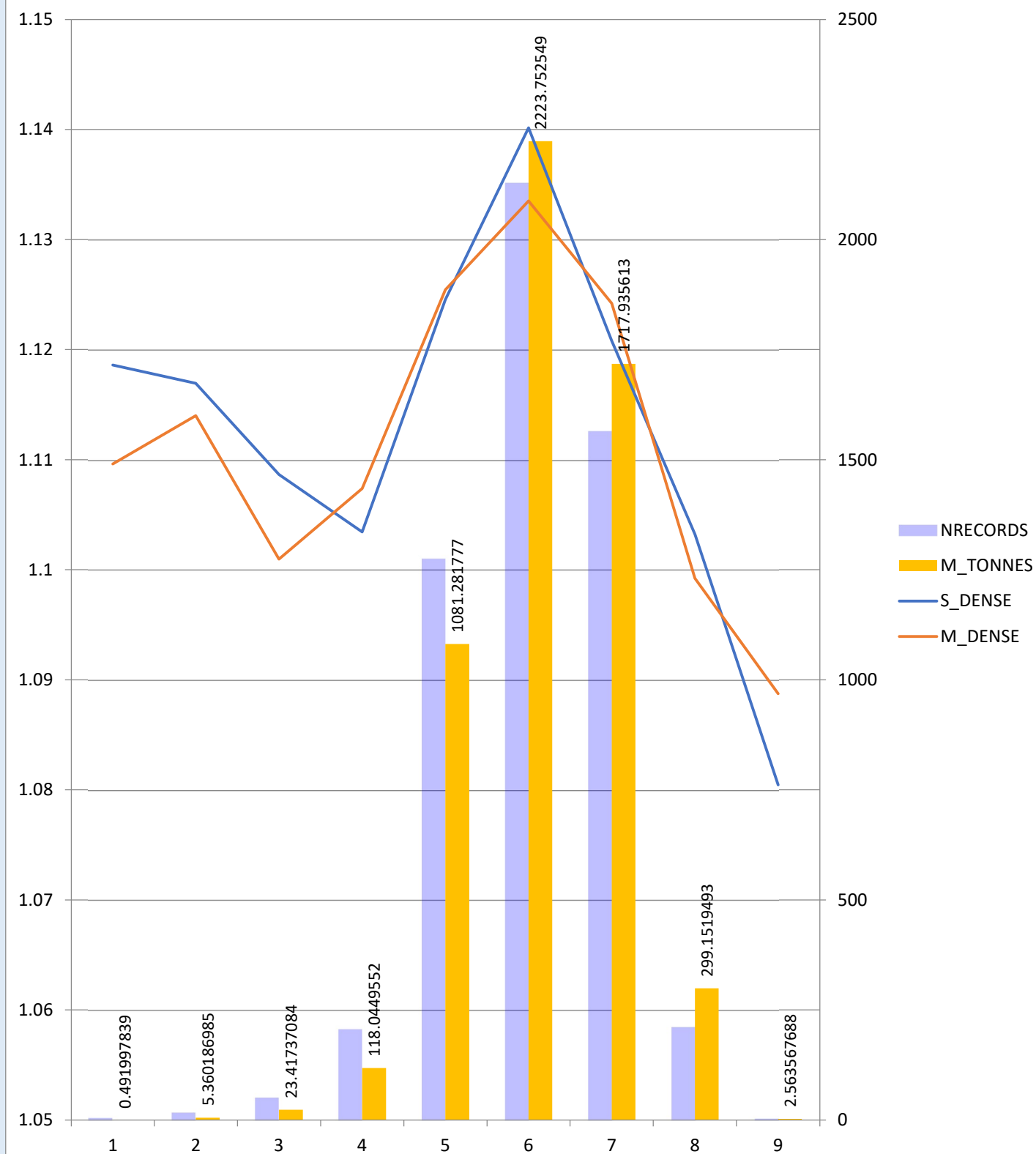


Wykres wartości średniej w modelu blokowym i w kompozytach, w kierunku N-S

Interwał odległości: 100



Wykres wartości średniej w modelu blokowym i w kompozytach, w kierunku Z
Interwał odległości: 30



Rysunek

c) Rezultaty weryfikacji prognozy parametru obligatoryjnego w warstwie, w której nie opracowano modelu semiwariancji.

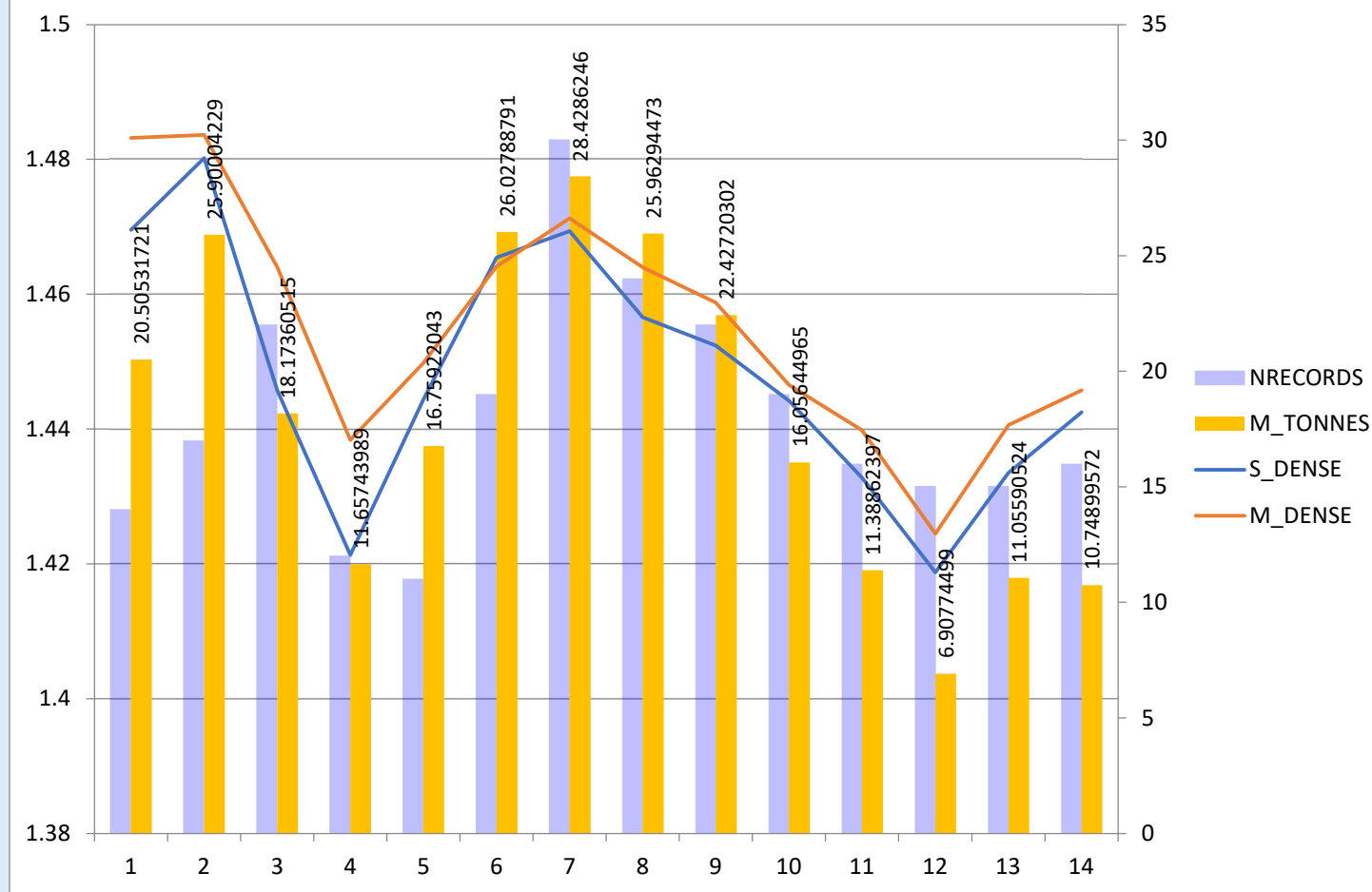
Tabela 19 - Rezultat weryfikacji prognozy parametru DENSITY w warstwie nr 2

Parametr: DENSITY **Domena:** ZONE 2 **Średnia odległość między odwiertami:** 160 m
Metoda estymacji: średnia ważona z wagami odwrotnie proporcjonalnymi do odległości z wykładnikiem 2

Strategia selekcji próbek/kompozytów:

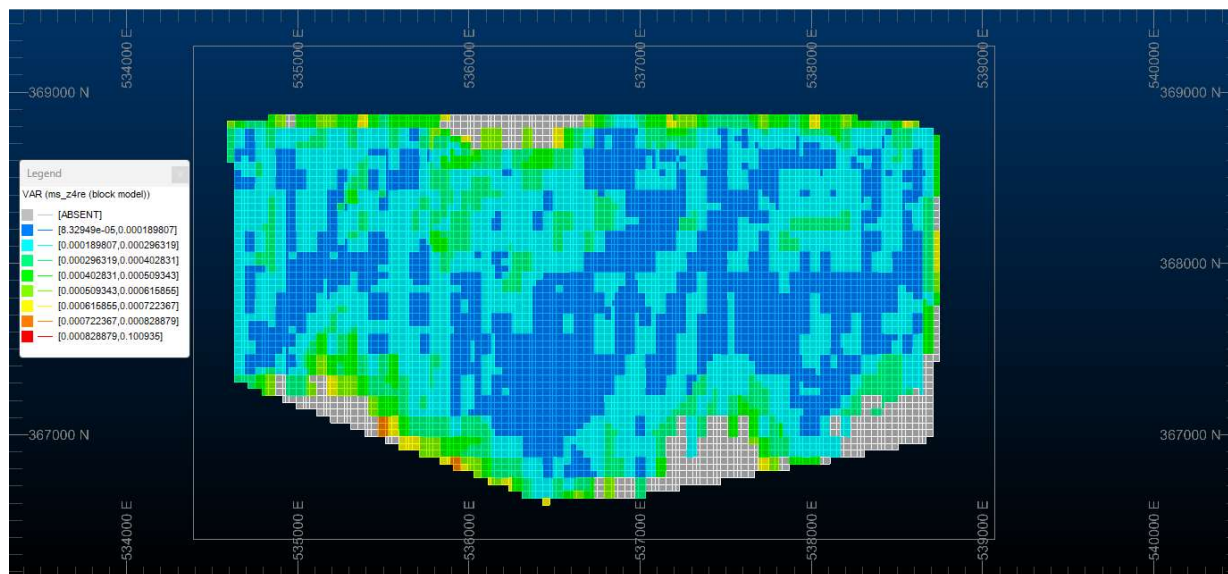
- a) Wymiary komórek podstawowych w kierunkach: $X = 40$, $Y = 40$, $Z = 48$
- b) Liczba punktów dyskretyzacji w kierunkach: $X = 10$, $Y = 12$, $Z = 7$
- c) Wymiar elipsoidy wyszukiwania w kierunkach: $X = 3510$, $Y = 21362$, $Z = 924$
- d) Minimalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 5
- e) Optymalna liczba próbek/kompozytów w sektorze do estymacji: 31
- f) Liczba sektorów w elipsoidzie wyszukiwania: 1
- optymalna liczba próbek w sektorze: 31
- g) Optymalna liczbę próbek z jednego odwiertu: 31

Wykres wartości średniej w modelu blokowym i w kompozytach, w kierunku W-E
Interwał odległości: 300



Rysunek

d) Obraz rozkładu wariancji krigingu, tylko dla parametru DENSITY w warstwie 4

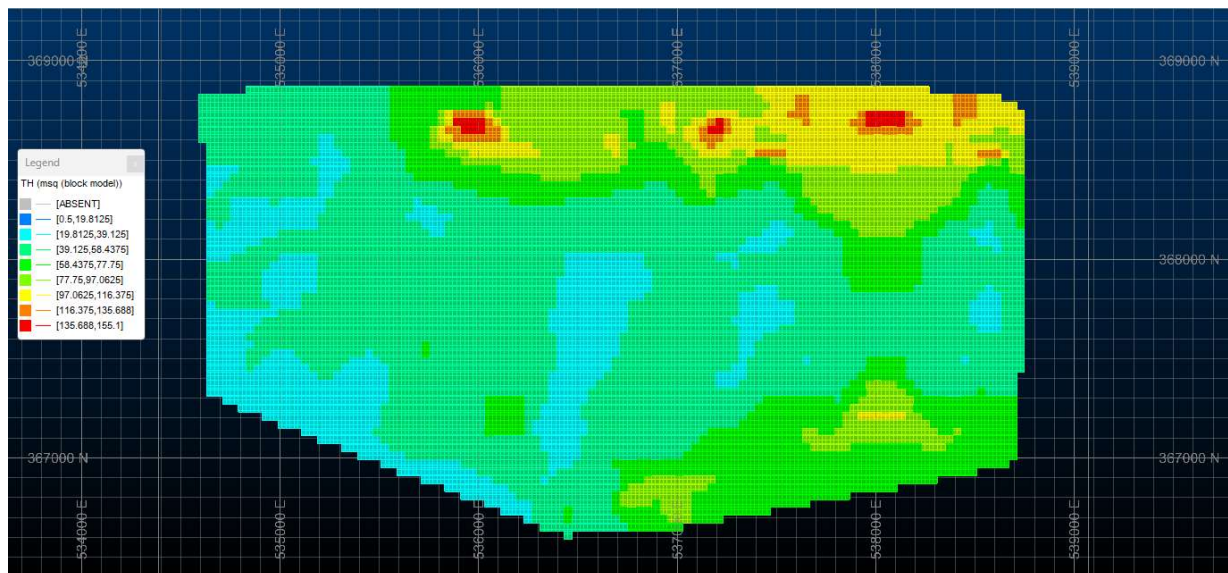


9. Oszacowanie wolumetryczne warstw w zadanym obszarze (msq)

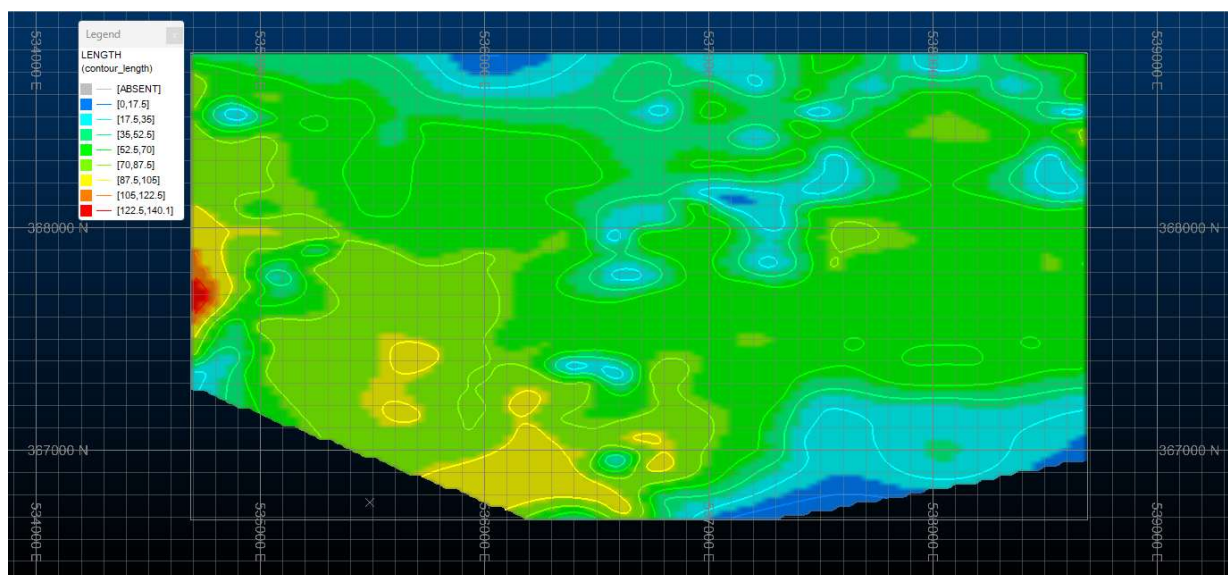
Warstwa ZONE	Objętość [mln m ³]	Masa [mln Mg]	DENSITY [Mg/m ³]	Średnia wariancja krigingu DENSITY_V
N/A				
1	475891701.37	706798682.05	1.49	0.089527
2	312565608.30	456563684.98	1.46	-----
Razem 1 - 2	788457309.67	2322721289.91	2.95	-----
3	145750428.79	167731887.02	1.15	-----
4	497756921.66	557659503.00	1.12	0.000204
Razem 3 - 4:	643507350.45	1461508659.64	2.27	-----
5				
Razem 1 - 4	1431964660.13	3784229949.55	5.22	-----
Razem 1-5				-----

10. Rozkład miąższości warstw

a) Miąższość warstwy 1 na podstawie model blokowego



b) Miąższość warstwy 1 na podstawie próbek.



11. Wnioski z przeprowadzonej analizy geostatystycznej

W ramach zajęć laboratoryjnych z przedmiotu geostatystyka oraz pracy własnej, przeanalizowano parametr gęstości dla poszczególnych warstw (1-4). Do analizy wykorzystane zostały 2 metody tj. kriging zwyczajny oraz IPD.

Analiza otrzymanych danych wskazuje, że Wartości gęstości różnią się znacznie między badanymi warstwami. Warstwa 1 charakteryzuje się wyższymi wartościami gęstości (średnia gęstość 1.49 Mg/m³), podczas gdy warstwa 4 ma niższą gęstość (średnia gęstość 1.12 Mg/m³). To wskazuje na zróżnicowane właściwości geologiczne i skład poszczególnych warstw złoża. Średnia gęstość dla całego złoża, uwzględniając wszystkie badane warstwy, wynosi 5.22 Mg/m³. To sugeruje, że łączne właściwości gęstościowe złoża są wynikiem kombinacji różnych warstw, w których dominują warstwy o wyższej gęstości. Wartości średniej wariancji krigingu dla gęstości różnią się w zależności od badanej warstwy. Warstwa 1 charakteryzuje się wyższą wartością wariancji (0.089527), co wskazuje na większe zróżnicowanie gęstości w tej warstwie. Warstwa 4 ma niższą wartość wariancji (0.000204), co sugeruje mniejsze zróżnicowanie gęstości w tej warstwie. Warstwa 4 ma najniższą średnią gęstość równą 1,13 Mg/m³ spośród wszystkich warstw. Łączne wartości objętości i masy dla warstw 1 i 2 są większe niż dla warstw 3 i 4. Wskazuje to na potencjalnie większe zasoby surowców w warstwach 1 i 2 w porównaniu do warstw 3 i 4. Jest to istotnie niższa gęstość niż w pozostałych warstwach, co wskazuje na obecność lekkich materiałów lub porowatość w tej warstwie – węgiel brunatny. Różnice w gęstościach między badanymi warstwami i zmienność objętości i masy wskazują na złożoną strukturę i skład złoża geologicznego. To może mieć istotne znaczenie dla dalszej analizy geologicznej, ekonomicznej i wydobywczej.

Podczas przeprowadzania analizy złoża geologicznego natrafiono na znaczną liczbę błędów, które wynikały zarówno z problemów w programie, jak i błędów użytkownika. Jednym z błędów wystąpił podczas wykonywania procesu swathplt, gdzie program tworzył arkusz Excel i sprawdzał wersję programu. Niestety, ta część kodu była przestarzała dla nowszych wersji Excela, co wymagało ręcznego użycia funkcji Val() w debuggerze w celu prawidłowego sprawdzenia wersji programu. Dodatkowo, zauważono, że program tracił zdolność do wykonywania swoich funkcji, takich jak REBLOCK, PICREC, ESTIMA, co objawiało się błędami w tworzeniu plików tymczasowych. Pomimo podejmowanych prób, nie udało się ustalić konkretnych przyczyn tych problemów. Niemniej jednak, rozwiązaniem okazało się przeinstalowanie programu, co przywracało pełną funkcjonalność i umożliwiało poprawne tworzenie plików tymczasowych. Napotkane błędy miały znaczący wpływ na proces analizy, ponieważ wymagały dodatkowej interwencji i skomplikowanych działań, takich jak ręczne poprawki kodu i ponowna instalacja programu. Spowodowało to dodatkowe opóźnienia i wysiłek, co mogło wpłynąć na precyzję i terminowość przeprowadzanych analiz. W celu zapewnienia bardziej efektywnego procesu analizy złoża geologicznego w przyszłości, istotne będzie zidentyfikowanie tych błędów i ich przyczyn, aby uniknąć podobnych problemów.

Rysunek

Autor: Maciej Niemiec