

Matematicko-statistická analýza tří vzájemně kolmých os délek A, B a C sulfidických konkrecí z lomu Vršany

Mathematisch-statistische Analyse drei gegenseitig senkrechter Achsen der Längen A, B und C der sulfidischen Konkretionen im Tagebau Vršany

Für den Komplex von 516 sulfidischer Konkretionen aus der Lokalität Vršany, sog. Kugeln von Vršany, wurde eine mathematisch-statistische Analyse drei gegenseitig senkrechter Achsen der Längen A, B, C durchgeführt. Dieser Beitrag knüpft an den in Zeitschrift „Zpravodaj Hnědé uhlí“ 1/1996 veröffentlichte Artikel an und bringt weitere neue Kenntnisse über sulfidische Konkretionen.

Im Rahmen der mathematisch-statistischen Analyse wurden Momente, Mittelwert, Dispersion, maßgebende Abweichung, Variationskoeffizient, Schräge und Sitzigkeit des Komplexes, Koeffizient der Korrelation und Korrelationskoeffizient berechnet.

Durch die Analyse wurde ein sehr großer Stufe der Bindung unter den Achsenlängen A-B und B-C und hoher Grad der Bindung A-C festgestellt.

Mathematical-statistical analysis of three mutual perpendicular axes of lengths A, B and C of sulphidic concretions from the Vršany opencast mine

It was executed the mathematical-statistical analyses of three mutual perpendicular axes of the lengths A,B,C at the set of 516 sulphidic concretions from the Vršany locality, so-called Vršany balls. This work connects to published article /12/ in Zpravodaj Hnědé uhlí (Brown coal) 1/1996 and

brings further new knowledgge about sulphidic concretions.

In the framework of mathematical-statistical analyses there were calucldted the moments, middle value, dispersion, decisive deviation, coefficient of variation, inclination and point of the set, coefficient of correlation and correlation coefficient t.

By the analyses it was determined very high stage of bindings between the ases of the lengths A-B and B-C, high stage of binding A-C.

Математическо - статистический анализ 3 - х взаимоперпендикулярных осей длин А, Б и Ц сульфидических конкреций из карьера Вршаны.

Сделан математическо - статистический анализ 3 - х взаимоперпендикулярных осей длин А, Б и Ц из набора 516 сульфидических конкреций, находящихся в определённой части разреза буроугольного месторождения Вршаны /Северочешский буроугольный бассейн /.

Эта работа дополняет раньше печатанную статью /12/, продолжает и развивает идеи изложенные в этой статье. Были рассчитаны следующие статисти-ческие параметры - условные и начальные момента, эксцесс, дисперсия, коэффициент вариации, асимметрия, коэффициент корреляции и корреляционный коэффициент.

Анализом определена очень высокая степень связи между осями длин А - Б и Б - Ц, высокая степень связи между осями длин А - Ц.

Matematicko-statistická analýza tří vzájemně kolmých os délek A, B a C sulfidických konkrecí z lomu Vršany

Byla provedena matematicko - statistická analýza tří vzájemně kolmých os délek A,B,C u souboru 516 sulfidických konkrecí z lokality Vršany, tzv.vršanských koulí. Tato práce navazuje na publikovaný článek /12/-ve Zpravodaji Hnědé uhlí 1/1996 a

přináší o sulfidických konkrecích další nové poznatky.

V rámci matematicko - statistické analýzy byly vypočteny momenty, střední hodnota, disperse, směrodatná odchylka, koeficient variace, šikmost a špičatost souboru, koeficient korelace a korelační koeficient t .

Analýzou byl zjištěn velmi vysoký stupeň vazeb mezi osami délek A - B a B - C, vysoký stupeň vazby A - C.

1. Úvod

Velikost u konkrecí je podle řady autorů /11/ spolu s minerálním složením strukturním znakem základní důležitosti, hlavním popisným a klasifikačním znakem. Současně má však i značný genetický význam. Na jejich základě lze usuzovat také o podmínkách vzniku příslušných konkrecí apod.

Základem této práce bylo 516 sulfidických konkrecí, u kterých byly změřeny tři vzájemně kolmé osy délek (osy A,B,C).

Geologie lokality, geneze, morfometrie, mineralogické složení a stratigrafická pozice sulfidických konkrecí jsou uvedeny podrobně v již zmíněném článku /12/.

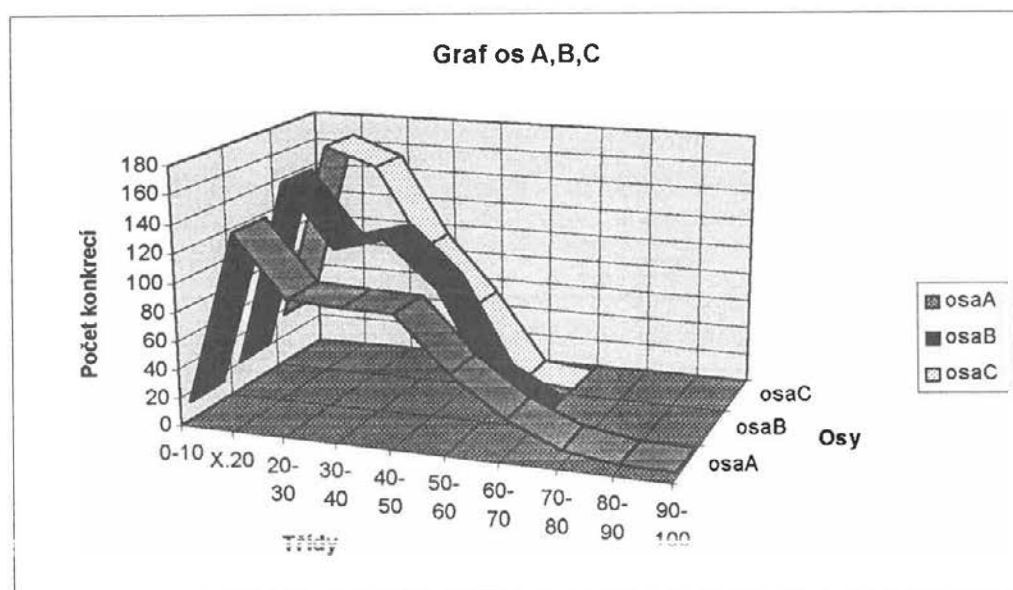
2. Metodika prací

2.1. Metodika měření

Rozměry konkrecí byly změřeny dotykovým měřítkem /11/. Byly změřeny tři vzájemně kolmé osy délek. Osa A je nejdelší, B střední a C nejmenší, přičemž osy jsou na sebe kolmé. Výsledný soubor měření byl kvůli svému velkému objemu seskupen do tříd s krokem 10 (tab.1).

Tab.1 Tabulka základních údajů - počet naměřených hodnot os A, B, C.

třída/osa	A	B	C
0 - 10	13	20	37
10 - 20	135	154	167
20 - 30	93	109	154
30 - 40	90	120	97
40 - 50	90	87	56
50 - 60	52	23	4
60 - 70	26	2	1
70 - 80	10	1	-
80 - 90	4	-	-
90 - 100	1	-	-
Σ	516	516	516

**Obr.1 Graf os délek A,B,C**

Jak je vidět z grafu, průběh frekvenčních křivek odpovídá normálnímu rozdělení.

Celý soubor 516 konkrací je nutné do jisté míry považovat za subjektivní, protože úvodní část průběhu frekvenčních křivek byla zcela jistě ovlivněna a závisí od samotného sběru faktického materiálu (z grafu je zřejmé, že v souboru převládají z ryze praktického hlediska jednoznačně konkrace středních rozměrů).

2.2. Přehled parametrů statistické analýzy

Jak již bylo uvedeno výše, získaný výchozí soubor naměřených hodnot kvůli svému velkému objemu byl seskupen do tříd s krokem 10 a je uveden v tabulce 1.

Frekvenční křivky jsou uvedeny v grafu na obrázku 1. Soubor byl dále podroben standardní statistické analýze s použitím seskupených dat (2,3,5 - 10,13).

V rámci analýzy byly vypočteny:

Centrální momenty: $m_1, \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4,$

střední hodnota : $\varphi_1 = m_1,$

směrodatná odchylka : σ a její mocniny $\sigma^3, \sigma^4,$

disperse : $\sigma^2 = \mu_2,$

koefficient variace : $V,$

šikmost souboru(asymetrie): $A,$

špičatost souboru (exces) : $E,$

korelační moment : $K,$

korelační koeficient : $t,$

koefficient korelace : $r.$

3. Matematicko - statistické výpočty

Nejprve byly vypočteny základní statistické veličiny - momenty, střední hodnota, směrodatná odchylka a její třetí a čtvrtá mocnina - tedy šikmost a špičatost souboru. Na základě těchto základních statistických veličin byly vypočteny dále koefficient korelace a korelační koeficient t . Dvě posledně jmenované dokazují v podstatě úroveň vazby a sílu vztahu mezi jednotlivými sledovanými objekty, tedy osami délek A, B a C.

Tab.2 Osa délky A - výpočty momentových charakteristik

třída	n_i	x_i	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$	Σn_i
0 - 10	13	-1	-13	13	-13	13	13
10 - 20	135	0	0	0	0	0	148
20 - 30	93	1	93	93	93	93	241
30 - 40	90	2	180	360	720	1440	331
40 - 50	90	3	270	810	2430	7290	421
50 - 60	52	4	208	832	3328	13312	473
60 - 70	26	5	130	650	3250	16250	499
70 - 80	10	6	60	360	2160	12960	509
80 - 90	4	7	28	196	1372	9604	513
90 - 100	3	8	24	192	1536	12288	516
Σ	516	-	980	3506	14876	73250	-
Střední	-	-	1,9	6,8	28,83	141,96	-

$$m_1 = 34,0$$

$$\mu_1 = 0,0$$

$$\mu_2 = 310,7$$

$$\mu_3 = 3788,0$$

$$\mu_4 = 587321,6$$

$$\varphi_1 = m_1 = 34,0$$

$$\sigma = 17,63$$

$$\sigma^2 = \mu_2 = 310,7$$

$$\sigma^3 = 5479,7$$

$$\sigma^4 = 96607,1$$

$$V = 0,518$$

$$A = 0,69$$

$$E = 3,08$$

Tab.3 Osa délky B - výpočty momentových charakteristik

třída	n_i	x_i	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$	Σn_i
0 - 10	20	-1	-20	20	-20	20	20
10 - 20	154	0	0	0	0	0	174
20 - 30	109	1	109	109	109	109	283
30 - 40	120	2	240	480	960	1920	403
40 - 50	87	3	261	783	2349	7047	490
50 - 60	23	4	92	368	1104	4416	513
60 - 70	2	5	10	50	250	1250	515
70 - 80	1	6	6	36	216	1296	516
80 - 90	-	-	-	-	-	-	-
90 - 100	-	-	-	-	-	-	-
Σ	516	-	698	1846	4968	16058	-
Střední	-	-	1,35	3,58	9,63	31,12	-

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 28,5 & \mu_1 &= 0,0 & \mu_2 &= 167,45 & \mu_3 &= 51,0 & \mu_4 &= 98401 \\
 \varphi_1 &= m_1 = 28,5 & \sigma &= 12,94 & \sigma^2 &= \mu_2 = 167,45 & \sigma^3 &= 2166,76 & \sigma^4 &= 28037,9 \\
 V &= 0,45 & A &= 0,00051 & E &= 0,51
 \end{aligned}$$

Tab.4 Osa délky C - výpočty momentových charakteristik

třída	n_i	x_i	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$	Σn_i
0 - 10	37	-1	-37	37	-37	37	37
10 - 20	167	0	0	0	0	0	204
20 - 30	154	1	154	154	154	154	358
30 - 40	97	2	194	388	776	1552	455
40 - 50	56	3	168	504	1512	4536	511
50 - 60	4	4	16	64	256	1024	515
60 - 70	1	5	5	25	125	625	516
70 - 80	-	-	-	-	-	-	-
80 - 90	-	-	-	-	-	-	-
90 - 100	-	-	-	-	-	-	-
Σ	516	-	500	1172	2786	7928	-
Střední	-	-	0,97	2,27	5,4	15,36	-

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 24,7 & \mu_1 &= 0,0 & \mu_2 &= 124,61 & \mu_3 &= 619,646 & \mu_4 &= 37111,66 \\
 \varphi_1 &= m_1 = 24,7 & \sigma &= 11,16 & \sigma^2 &= \mu_2 = 124,61 & \sigma^3 &= 1389,9 & \sigma^4 &= 15511,6 \\
 V &= 0,45 & A &= 0,089 & E &= -0,6
 \end{aligned}$$

Tab.5 Tabulka pomocných výpočtů pro korelační analýzu

Číslo sloupce	1	2	3	4	5	6	8	9	10
třída	A	B	C	$x_a - s_{xa}$	$(x_a - s_{xa})$	$x_b - s_{xb}$	$(x_b - s_{xb})^2$	$x_c - s_{xc}$	$(x_b - s_{xb})^2$
0 - 10	13	20	37	-24	576	-8,5	72,25	12,3	151,29
10 - 20	135	154	167	131	1716	125,5	15750,25	142,3	20249,29
20 - 30	93	109	154	59	3481	80,5	6480,25	129,3	16718,49
30 - 40	90	120	97	56	3136	91,5	8372,25	72,3	5227,0
40 - 50	90	87	56	56	3136	58,5	3422,5	31,3	979,69
50 - 60	52	23	4	18	324	-5,5	30,25	-20,7	428,49
60 - 70	26	2	1	-8	64	-26,5	702,25	-23,7	561,69
70 - 80	10	1	-	-24	576	-27,5	756,25	-	-
80 - 90	4	-	-	-30	900	-	-	-	-
90 - 100	1	-	-	-33	1089	-	-	-	-
Σ	516	516	516	198	3044	198	35586,25	341,3	44315,94
Střední	-	-	-	-	59,0	-	69,0	-	86,0

Pokrač. tab. 5

Č. sloupce	1	2	3	11	12	13
třída	A	B	C	5x7	5x9	7x9
0 - 10	13	20	37	204,0	-295,2	-104,55
10 - 20	135	154	167	16440,5	18641,3	17858,65
20 - 30	93	109	154	4749,5	7628,7	10408,0
30 - 40	90	120	97	5124,0	4048,8	6615,45
40 - 50	90	87	56	3276,0	1752,8	1831,05
50 - 60	52	23	4	-99,0	-372,6	113,85
60 - 70	26	2	1	212,0	212,0	628,05
70 - 80	10	1	-	660,0	-	-
80 - 90	4	-	-	-	-	-
90 - 100	1	-	-	-	-	-
Σ	516	516	516	30576,0	31616,6	37351,15
Střední	-	-	-	59,0	61,0	72,0

s_{xa}, s_{xb}, s_{xc} = střední hodnoty.

$$\begin{array}{lll}
 s_{xa} = 34,0 & s_{xb} = 28,5 & s_{xc} = 24,5 \\
 \sigma_a^2 = 59,0 & \sigma_b^2 = 69,0 & \sigma_c^2 = 86,0 \\
 \sigma_a = 7,68 & \sigma_b = 8,30 & \sigma_c = 9,27 \\
 K_{ab} = 59,0 & K_{ac} = 61,0 & K_{bc} = 86,0 \\
 r_{ab} = 0,925 & r_{ac} = 0,857 & r_{bc} = 0,935 \\
 t_{ab} = 145,57 & t_{ac} = 73,24 & t_{bc} = 168,8
 \end{array}$$

4. Závěr

Na základě výchozích podkladů - naměřených hodnot os délek A,B,C byly dále rozpracovány některé další statistické vlastnosti. Jedná se tak o další doplnění poznatků o konkréciích z lomu Vršany - tzv. vršanských koulích.

Výpočet korelace zjistil velmi vysoký stupeň závislosti mezi hodnotami os délek A - B a B - C (hodnoty korelace jsou nad 0,9 - tedy 0,925, respektive 0,935).

Jiná situace je u vztahu A - C, kde vypočtené hodnoty korelace vykazují pouze vysoký stupeň závislosti (hodnoty v intervalu 0,7 - 0,9, tedy 0,857).

Všechny tři závislosti jsou podle korelačního koeficientu t mnohem větší než 3, což dokázané vazby rovněž potvrzuje. I zde je však míra závislosti větší u A-B a B-C než u A - C.

O vypočtených statistických závislostech mezi jednotlivými osami délek A,B,C lze tedy říci, že existuje velmi vysoký stupeň vazby mezi osami délek A-B a B - C. Naopak nižší stupeň vazby existuje mezi osami délek A - C.

Různá úroveň vazeb mezi jednotlivými osami délek A,B a C tak v podstatě nepřímou poukazuje na podmínky geneze sulfidických konkrécií. Pokud by byly podmínky vzniku sulfidických konkrécií ideální (vznikaly by tedy konkréce tvaru ideální koule), úroveň vazeb by byla stejná ve všech třech případech. Prokázané úrovně vazeb odpovídají optimálním podmínkám geneze, za kterých vršanské konkréce vznikaly.

Lze tedy tvrdit, že výsledky provedené matematicko - statistické analýzy potvrzují závěry, uvedené v článku /12/.

5. Literatura

1. Porotov, G.S. (1977) - Matematiceskije metody při poiskach i rozvedke mestoroždenij poieznych iskopaemych, Leningrad, ILGI
2. Porotov, G. S. (1985) - Osnovy statističeskoj obrabotki materialov razvedki mestoroždenij Leningrad, IGLI
3. Davis, J. (1977) - Statistika i analiz geologičeskich dannych, Moskva, Mir,
4. Rodionov, D. A. et al. (1987) - Spravočnik po matematiceskim metodam v geologii Moskva, Nedra
5. 5. Sattran, V.- Soukup, B. (1973) - Použití matematických metod v geologii Knih.ÚUG, sv.45, Academia, Praha
6. Matheron, G. (1968) - Osnovy prikladnoj geostatistiky, Moskva, Mir
7. Hradilek, L.- Stehlík, E. (1990): Matematika pro geology, Praha, SNTL
8. Cheeney, R. F. (1983) - Statistical methods in Geology, London, George Allen+Unwin,
9. Knoring, I. D. et al. (1989) - Geologu o matematike, Leningrad, Nedra