

Ing. Anna V l a s á k o v á, VÚHU

Analýza stopových prvků ve vzorcích uhlí ze sedmi průzkumných
vrtů v části území velkolomu Kohinoor

1.0 Úvod

K prohloubení znalostí o složení uhlí v centrální části severočeské hnědouhelné pánve v území perspektivního velkolomu Kohinoor se při geologickém průzkumu zjišťuje i obsah stopových prvků v uhlí. Stanovení stopových prvků bude po dokončení průzkumu sloužit jako podklad pro horizontální i vertikální vyhodnocení uhelné sloje a pro kvalitativní charakteristiku uhlí při výpočtu zásob. Některé z hodnocených prvků mají toxický charakter. Při spalování uhlí přechází do emisí jen část obsahu jednotlivých prvků (tab.1), část se váže na plavený popel (1).

Tabulka 1

Podíl stopových prvků, přecházejících z topné směsi do emisí -
- bilance všech severočeských elektráren

Element	% hmotnostní
As	0,9 - 9,3
Hg	90,0 - 97,0
V	0,7 - 2,0
Cr	0,4 - 2,8
Ni	1,1 - 4,5
Co	0,1 - 10,4
Mn	0,4 - 2,5
Pb	6,5 - 37,0
Zn	20,5 - 30,2
Cu	3,5 - 5,5

Pro lepší představu čtenářů nutno dodat, že hmotnostní tok tuhých emisí, které odcházejí komínem elektrárny, činí přibližně 1 % z celkově odcházejícího popílku. Na těchto nejmenších částech popílku jsou uvedené elementy většinou nabohaceny.

Účelem tohoto článku je podat informace o tom, že:

1. byl stanoven kvantitativní obsah stopových prvků v uhlí z vrtů v oblasti velkolomu Kohinoor,
2. byl vysloven předpoklad o vazbě na anorganickou nebo organickou hmotu uhlí,
3. byla vyhodnocena četnost výskytu těchto prvků v uhelné sloji, ověřená popisovanými vrty.

Z výsledků nelze odvozovat závěry o distribuci stopových prvků v uhelných zásobách velkolomu Kohinoor, protože jsou hodnoceny jen z vrtů lokalizovaných pouze v části území.

2.0 Rozdělení stopových prvků v uhlí

O rozdělení stopových prvků v uhlí je v literatuře velmi málo informací. Nejucelenější informace o tomto problému podávají výzkumy prováděné v USA (2) umožňující rozdělit stopové prvky do čtyř základních skupin podle afinity k organické hmotě:

1. Prvky, tvořící vazbu s organickou hmotou. Mezi tyto prvky patří Ge, Be, B.
2. Prvky, které tvoří vazbu jak s organickou hmotou, tak i s anorganickou hmotou uhlí, ale převažuje u nich afinita k organické vazbě. Sem patří prvky P, Ga, Sb, Ti, V.
3. Prvky, které tvoří vazbu s organickou i anorganickou hmotou uhlí, ale převažuje afinita k anorganické vazbě. Do této skupiny patří prvky Co, Ni, Cr, Se, Cu.
4. Prvky, tvořící vazbu s anorganickou částí uhlí. Lze je ještě rozdělit na dvě podskupiny:

- prvky, které se vážou méně na anorganickou část uhlí. Patří sem prvky Pb, Mn, Mo,
- prvky, které se vážou více na organickou část uhlí. Do této podskupiny patří Hg, Zr, Zu, As.

Z tabulky 2 vyplývá, že jde o uhlí přibližně stejného stupně prouhlení, a proto lze vyslovit předpoklad o obdobné vazbě stopových prvků v hodnoceném uhlí z velkolomu Kohinoor.

Tabulka 2

Porovnání stupně prouhlení sledovaného uhlí z průzkumu velkolomu Kohinoor s uhlím z USA

Uhlí Kohinoor vrt MR 59/26					Uhlí USA				
složka	maximum	minimum	průměr	SD	složka	maximum	minimum	průměr	SD
C	73,48	70,84	71,8	1,2	C	80,14	55,23	70,28	3,87
H	6,80	5,59	6,10	0,51	H	5,79	4,03	4,95	0,31
N	0,84	0,55	0,70	0,12	N	1,84	0,78	1,30	0,22

3.0 Stanovení stopových prvků

U sledovaných vrtů uhelné sloje průzkumu velkolomu Kohinoor byly stanoveny obsahy stopových prvků As, Se, Be, Ni, Cr, Mn, Co, Cu, Pb, Cd, Zn.

Stanovení obsahů těchto prvků ^{se} zjišťuje metodou atomové absorpční spektrofotometrie na spektrofotometru fy Varian AA 775 ABQ.

Koncentrace prvků Cu, Ni, Cr, Zn se stanovují plamenovou technikou v plameni acetylén - vzduch.

Stopové prvky Be, V, Cr, Pb, Cd se stanovují bezplamenovou technikou pomocí wolframového elektrotermického atomizátoru, vyvinutého

ve VÚHU. Metodika stanovení je popsána v dílčí výzkumné zprávě (3).

Hg se stanovuje za použití adaptoru k základnímu přístroji. Adaptor byl vyvinut ve VÚHU. Od r. 1986 se používá jednoúčelový přístroj na stanovení rtuti TMA 254, který byl vyvinut ve spolupráci VÚHU a VŠCHT Praha.

Koncentrace prvků As, Se se stanovuje technikou plyných hydridů, která byla vyzkoušena ve VÚHU a popsána ve zprávě (4, 5).

4.0 Postup vyhodnocení a výsledky

Tabulka 3

Přehledné zastoupení stopových prvků v průzkumu velkolomu Kohinoor

Element	Koncentrace $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny			
	maximum	minimum	průměr	SD
As	197,84	1,43	21,33	74,01
Hg	1,156	0,002	0,149	0,172
V	272,6	<10,0	54,7	46,9
Ni	138,6	2,7	39,7	24,1
Cr	179,7	8,0	59,7	35,3
Mn	1433,9	10,7	83,4	135,8
Co	110,7	3,0	14,7	10,6
Cu	177,6	3,1	33,7	24,5
Pb	34,37	<0,2	7,38	6,08
Zn	660,2	<2,8	23,4	58,1

V tabulce jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty koncentrací jednotlivých prvků, které byly vyhledány ze všech 234 segmentových vzorků uhlí z vrtů:

Vrt	Označení vrtu	Hloubka [m]	Počet vzorků
Litvínov	LIH 17/21	15,9 - 27,7	10
Louka u Litvínova	LK 14/32	62,5 - 93,1	35
Litvínov	LIH 13/23	178,1 - 217,1	44
Louka u Litvínova	LK 12/31	178,1 - 205,0	24
Kopisty	KP 89/18	200,5 - 254,2	50
Růžodol	RL 3/19	263,55 - 292,6	33
Mariánské Radčice	MR 59/29	366,5 - 399,7	38

Průměrná hodnota koncentrace prvků i směrodatná odchylka byla počítána ze všech 234 hodnot. U elementů, kde byl obsah prvků menší než mez stanovitelnosti, byla pro výpočet průměru vzata mez stanovitelnosti. Všechny vzorky, které byly analyzovány, byly segmentové.

Rozdílly obsahů stopových prvků v uhlí z průzkumu velkolo-
mu Kohinoor a v uhlí analyzovaném v USA uvádí tabulka č. 4.
Porovnány jsou průměrné hodnoty koncentrace stopových prvků.

Tabulka 4

Element	Koncentrace $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny	
	Uhlí Kohinoor	Uhlí USA
As	21,33	14,02
Hg	0,149	0,200
V	54,7	32,71
Ni	39,7	21,07
Cr	59,7	-
Mn	83,4	49,40
Co	14,7	9,57
Cu	33,7	15,76
Pb	7,38	34,78
Zn	23,4	272,29

Na první pohled je vidět významný rozdíl v obsahu Pb, Zn, které jsou 6 - 10 x vyšší v uhlí USA než průměrné koncentrace uhlí Kohinoor.

Porovnání popela a síry v uhlí z průzkumu velkolomu Kohinoor a uhlí z USA uvádí tabulka 5.

Tabulka 5

Uhlí Kohinoor	% hm. maximum	% hm. minimum	Průměr	SD
Popel	77,24	2,50	24,99	22,88
Síra celková	8,54	0,1	0,72	0,73
Uhlí USA				
Popel	25,80	2,20	11,44	2,89
Síra celková	6,47	0,42	3,27	1,35

5.0 Hodnocení výsledků analýz

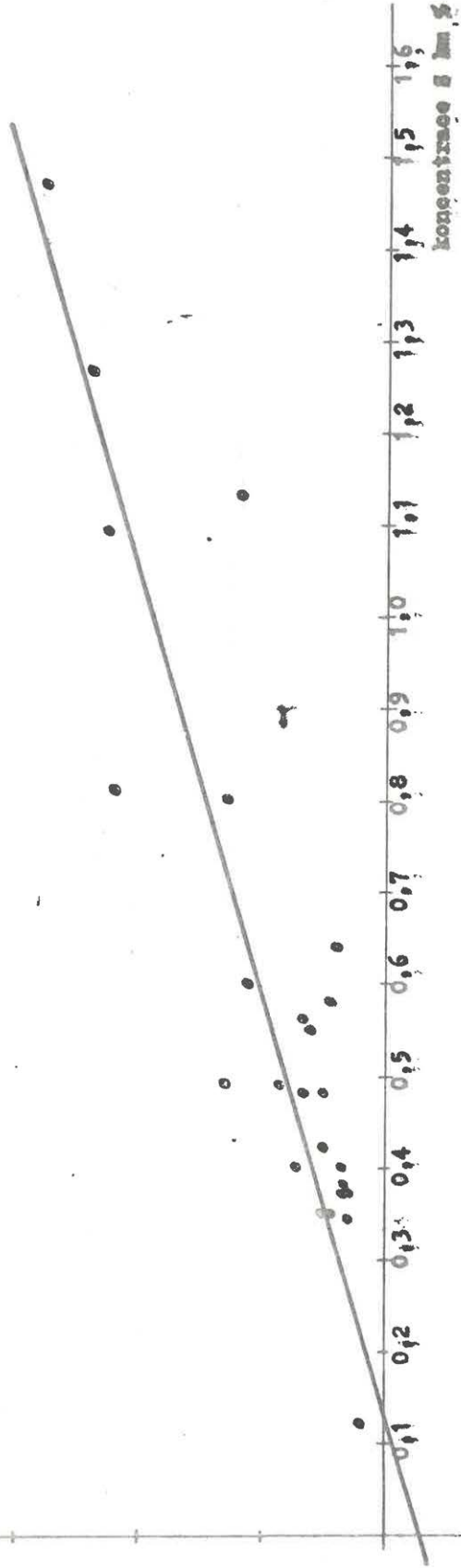
Z hodnocení výsledků analýz z vrtů průzkumu velkolomu Kohinoor vyplývá, že prvky As, Se, Hg, Be, Ni, Cr, Mn, Co, Cu byly zastoupeny ve všech stanovených vzorcích. Prvky As, Se se vyskytují většinou současně, vzájemně spolu korelují, což dokazují výsledky analýz vzorků uhlí. Podle geochemických závislostí a pravidel je selen doprovodným prvkem síry, se kterou je schopen izomorfně se zastupovat. Se stoupajícím obsahem síry v uhlí roste obsah selenu a také arsenu. Korelační koeficient obsahu selenu na síře je charakterizován koeficientem, zjištěným u sledovaného souboru vzorků z vrtu LK 12/31 o počtu 24 vzorků, z nichž byl jeden odlehlý výsledek vyloučen, stanoven hodnotou 0,797, což je střední závislost selenu na síře. Regresní přímka (obr. č. 1) je charakterizována rovnicí $y = 1,9x - 0,278$. (Koncentrace Se není uvedena z důvodů, že jde

koncentraci v
mg/l

obr. 1

Účinnost regrese nálezů v obvodu městem na síle celkové

16/21 11 11



o skutečnost, patřící do Seznamu skutečností, tvořících předmět státního hospodářského a služebního tajemství, který vydalo federální ministerstvo paliv a energetiky).

Další prvky, které spolu vzájemně korelují, jsou nikl a chrom. Jsou to prvky toxické, mající snahu se vázat jak na anorganickou, tak na organickou část uhlí. Převážně však tvoří vazbu s anorganickou částí uhlí. Jejich vzájemnou korelaci názorně zachycuje (obr. č. 2) pro vrt LK 12/31. Regresní přímka (obr. č. 3) je charakterizována rovnicí $y = 0,639x + 0,85$

a korelačním koeficientem 0,923, který vyjadřuje dosti silnou závislost niklu na chromu. U dalších stopových prvků Hg, Be, V, Co, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd nebyly nalezeny podobné korelace. Poměrně malé koncentrace vanadu a kadmia byly nalezeny u vrtů označených LK 12/31, MR 59/29, LIH 13/12, LK 14/32.

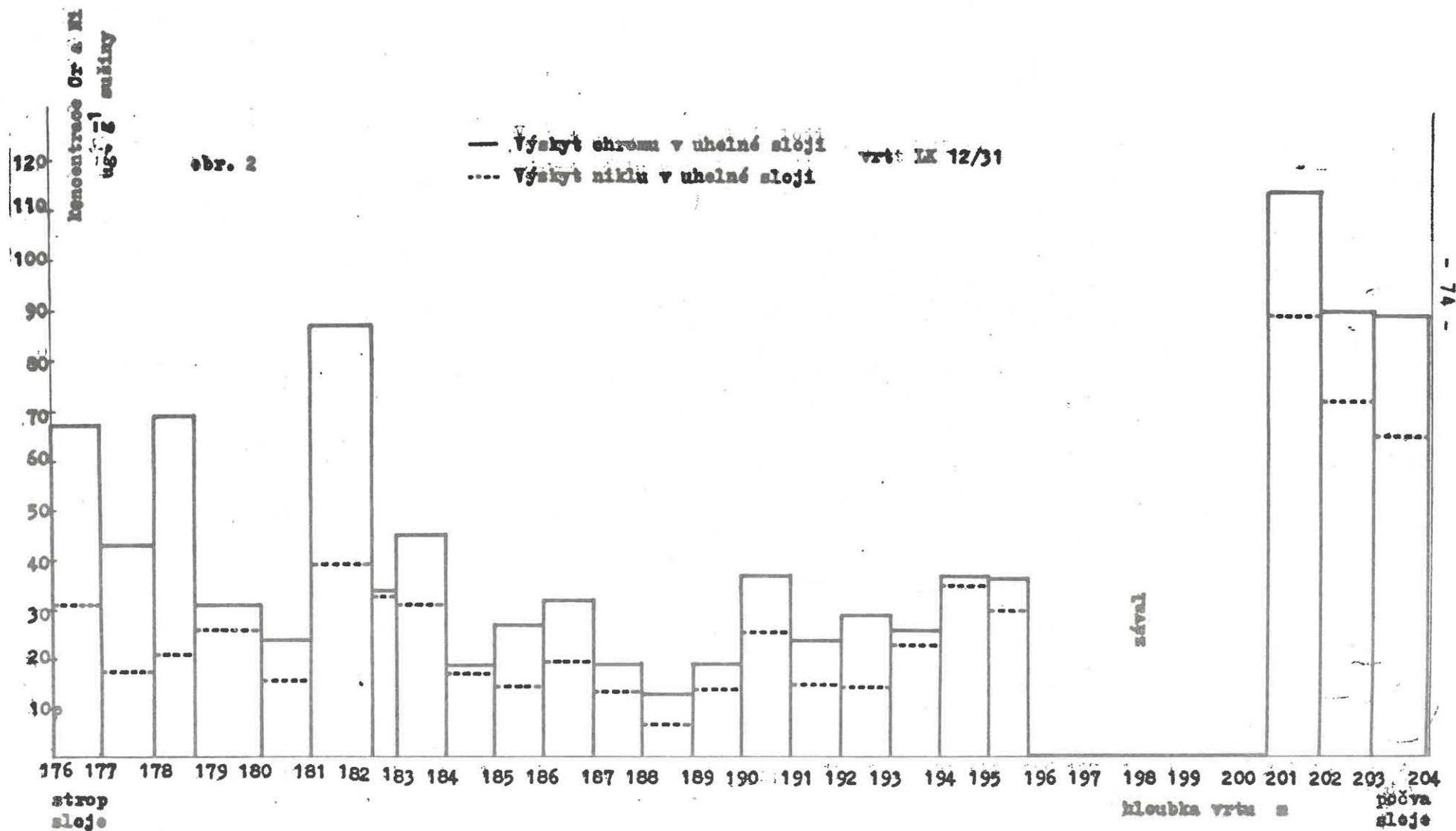
Rozdělení koncentrací As v uhlí z průzkumu velkolomu Kohinoor uvádí (obr. 4). Z obrázku je vidět, že koncentrace As v uhlí se nejvíce pohybuje v rozmezí pod $15 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$.

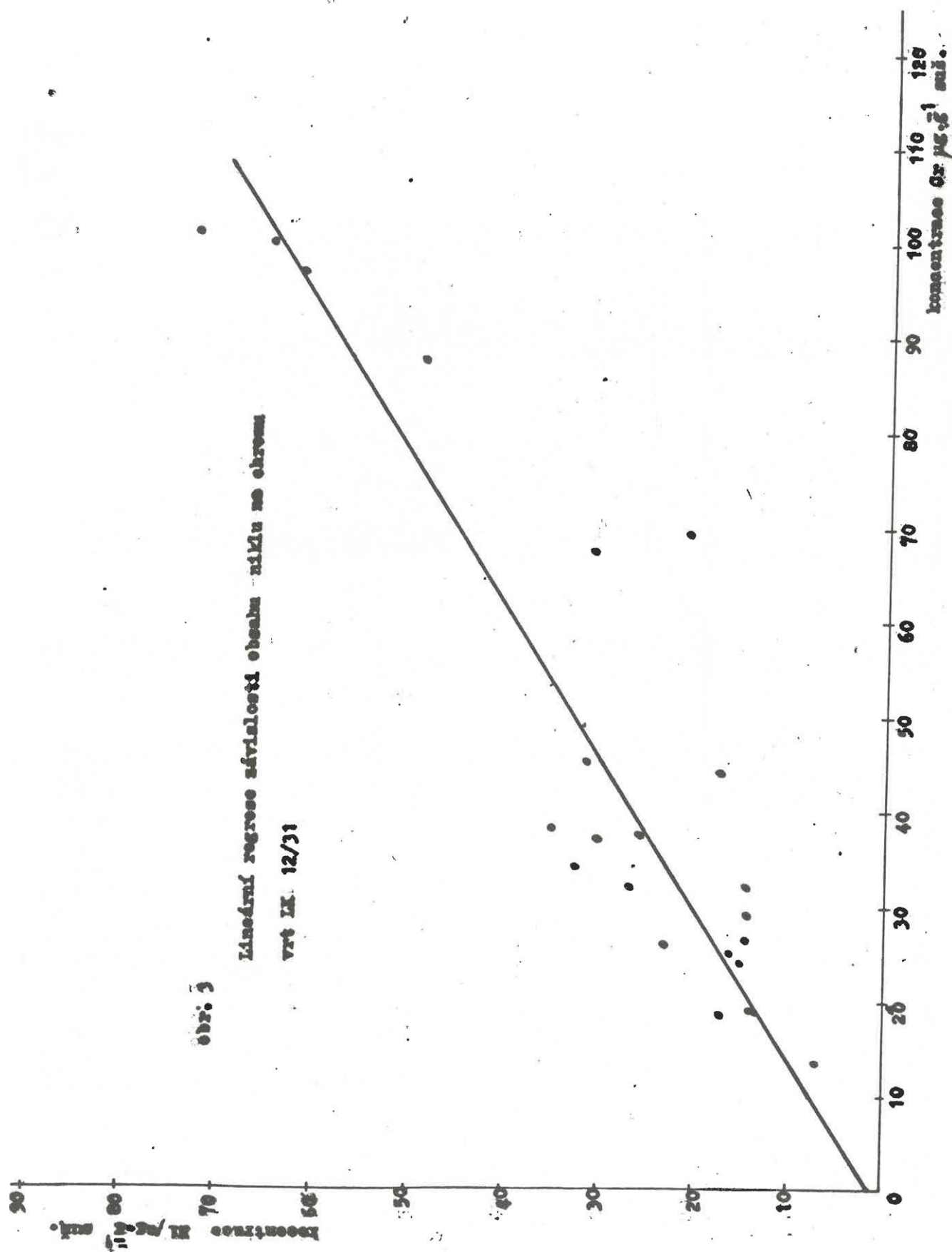
Rozdělení popela a síry uvádí (obr. č. 5, 6), z nichž je patrné, že obsah popela v uhlí se nejvíce pohybuje v rozmezí od 0 - 25% a obsah síry v uhlí od 0,2 - 0,7 %.

6.0 Závěr

Vyhodnocení výskytu a koncentrace 13 stopových prvků z rozborů 234 vzorků uhlí, odebraných na 7 vrtech v části území velkolomu Kohinoor, podává základní informaci o zastoupení těchto prvků a jejich obsahu v uhelné sloji ověřené těmito vrty. Umožnilo zpracování vzájemných korelačních vztahů některých stopových prvků, určení četnosti výskytu a výpočet průměrného obsahu sledovaných stopových prvků v analyzovaném uhlí.

Z porovnání průměrných koncentrací stopových prvků, zjištěných ve vzorcích uhlí z vrtů v území velkolomu Kohinoor, s uhlím USA obdobné kvality vyplynulo, že ve vzorcích uhlí z velkolomu Kohinoor byla zjištěna vyšší koncentrace As, V, N, Mn, Co, Cu

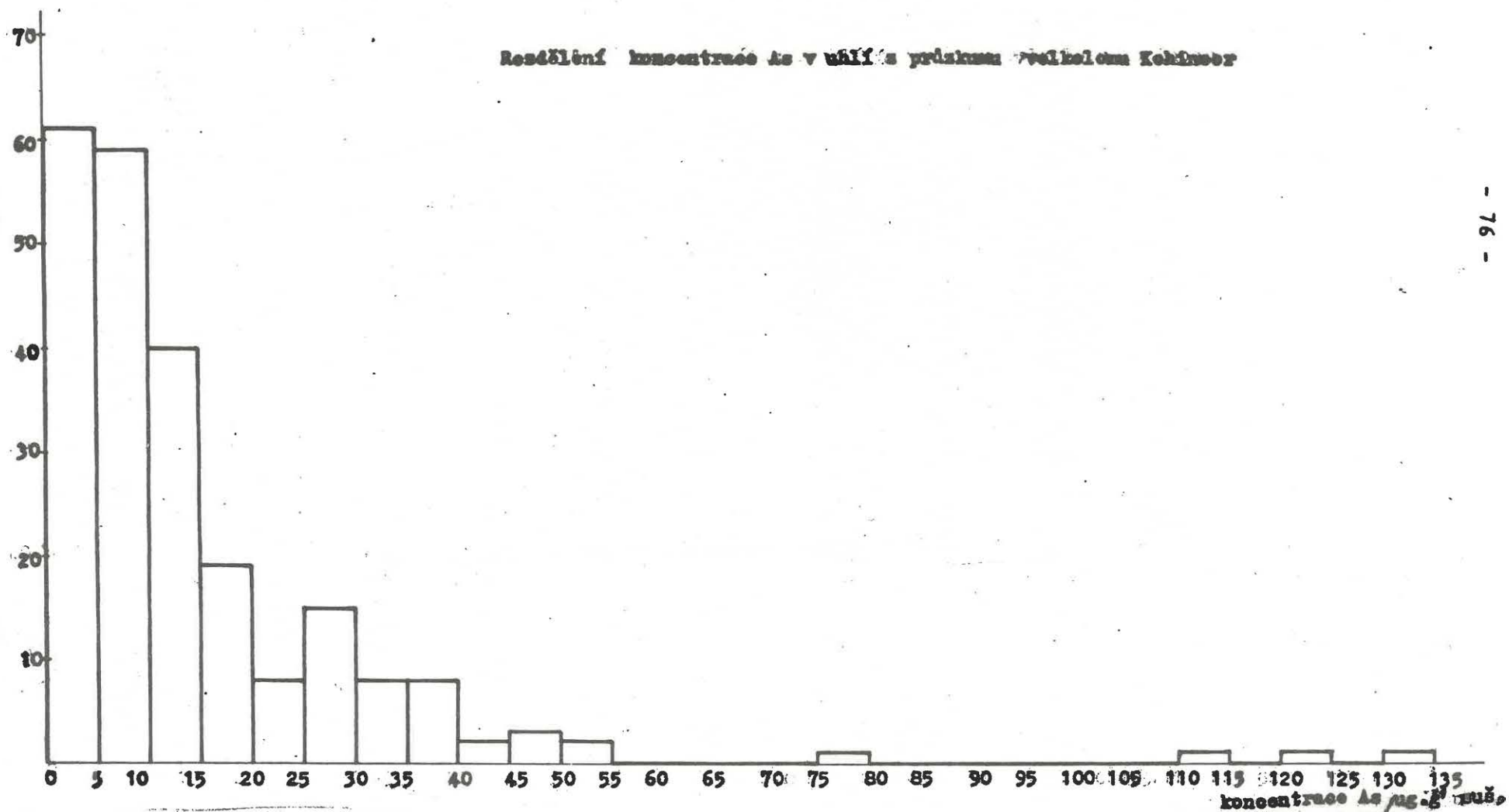


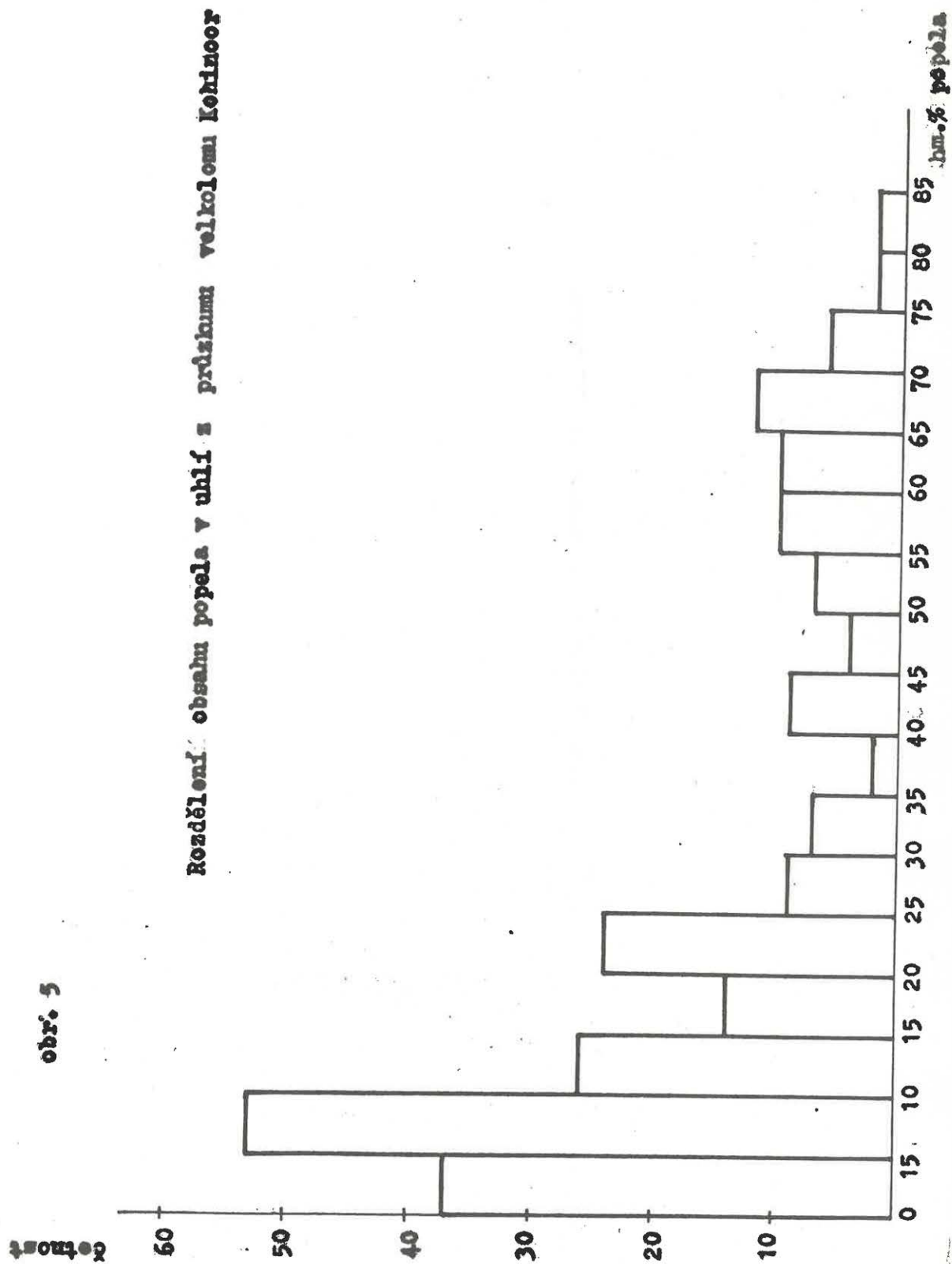


četnost

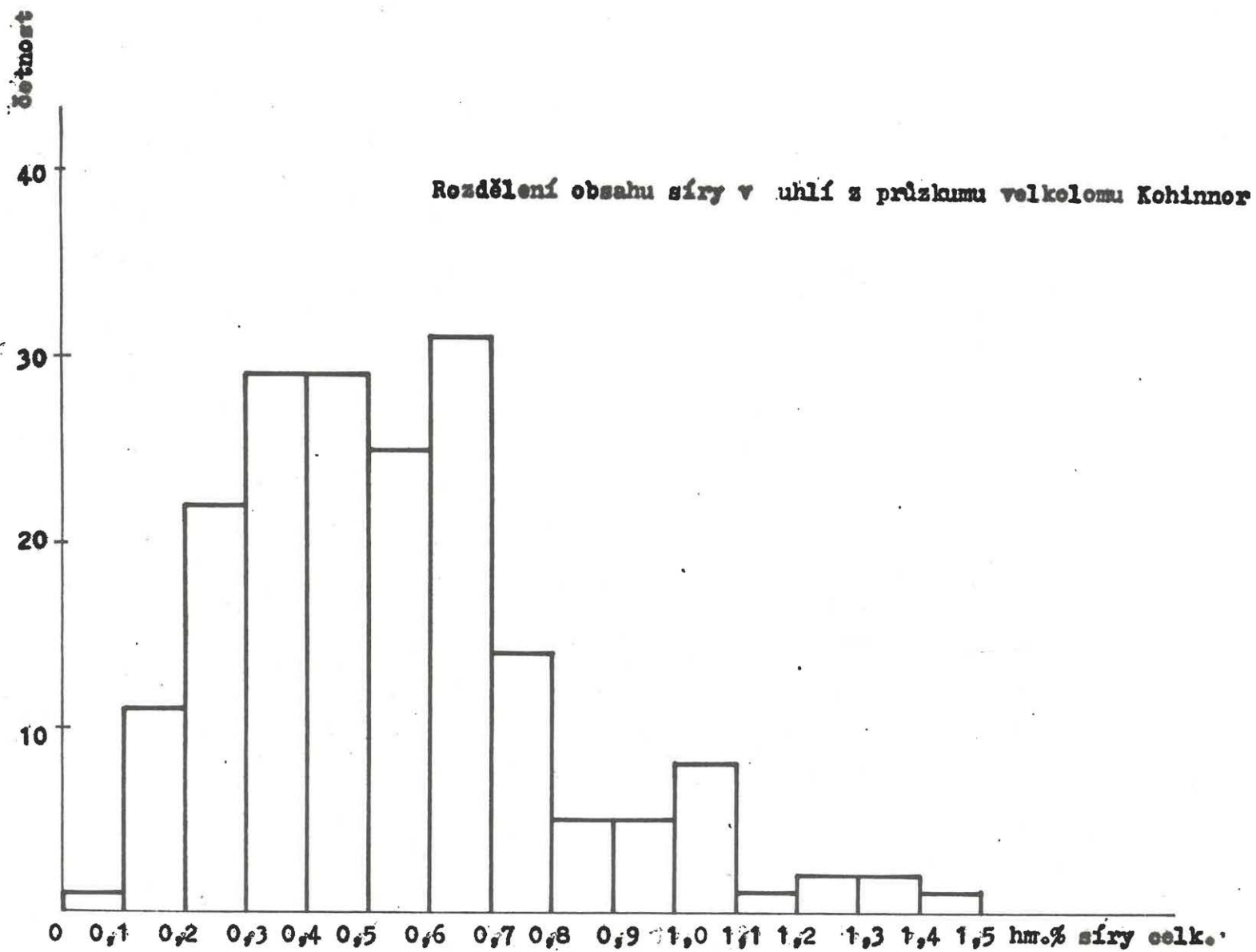
obr. 4

Rozdělení koncentrací As v uhlí z průzkumu velkého Koksobru





obr. 6



a nižší koncentrace Se, Hg, Be, Pb, Cd a Zn. Šesti až deseti násobně nižší koncentraci proti uhlí z USA mají ve vzorcích uhlí z velkolomu Kohinoor prvky Pb, Cd a Zn.

Této problematice stanovení stopových prvků v uhlí z průzkumu velkolomu Kohinoor bude potřeba se i nadále věnovat. Pro uložení všech získaných informací a snadnou manipulaci s nimi, zejména pro jejich širší zpracování výpočetní technikou by bylo vhodné založit databanku těchto speciálních rozborů a připravit již nyní uživatelské programy.

S h r n u t í

Analýza stopových prvků ve vzorcích uhlí ze sedmi průzkumných vrtů v části území velkolomu Kohinoor

Článek podává informaci o stanovení složení a distribuci stopových prvků v uhelné sloji pěti vrtů z části území perspektivního velkolomu Kohinoor. Dále se v článku porovnává stupeň prouhelnění, obsahové zastoupení stopových prvků a množství popela a síry v sledovaném uhlí s uhlím z USA. Je zdůrazněna potřeba i nadále se věnovat problematice stanovení stopových prvků, uložení získaných informací a jejich zpracování výpočetní technikou.

Použitá literatura

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Bezačinský, M. | Ústní sdělení
ÚVVP Běchovice |
| 2. Ruch, R. | Gluskoter, Shimp N.F.
Environmental geology notes. Number
72 /1974/ |
| 3. Püschel, P. | Výzkum stopových prvků v životním
prostředí, produktech a odpadech
důlní činnosti SHR. Prosinec 1979 |
| 4. Püschel, P. a kol. | Vývoj analytických metod pro stano-
vení stopových prvků v životním prostře- |