

Hana P e š t o v á, VÚHU

Chemické složení popela hnědého uhlí v jednotlivých oblastech SHR

Význam chemického rozboru uhelného popela

Chemický rozbor popela je součástí komplexního chemicko-technologického hodnocení uhelných vzorků, pocházejících zejména z vrtného průzkumu. Úplný rozbor popela sestává z určení 11 složek (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5 , SO_3) pomocí gravimetrických, titračních, kolorimetrických a fotometrických postupů. Soubor stanovení chemické skladby popela, předepsaný čs. normou 44 1358 z roku 1953, se postupem času vyvíjel a modifikoval, hlavně se zřetelem na racionalizaci laboratorních prací.

Fyzikálně chemickým projevem chemické skladby popela je jeho tavitelnost. Tavitelnost popela je důležitým parametrem při konstrukci a provozu topenišť elektrárenských kotlů.

Chemické složení popela lze rovněž v některých případech použít při zkoumání geologického vývoje různých slojových oblastí.

Složení popela vyplývá z oxidačních reakcí popelovin původního uhlí. Kalorická hodnota uhlí je skladbou popelovin ovlivňována v malé míře.

Stupeň tavitelnosti uhelného popela je možno charakterizovat poměrem obsahu kyselých a zásaditých kyslíčníků [lit. 1,3]:

$$k/z = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$$

Z tabulky č. 1 zpracované J. Hubáčkem 1964 je patrné, že zvyšováním součtu $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ a tedy i růstem poměru k/z se zvyšuje tavitelnost popela. Popelový index k/z je měřítkem tavitelnosti a udává se jako první kódové číslo v trojčíslí, které charakterizuje popely po všech stránkách. Kyselé oxidy $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ jsou v popelu vázány pře-

vážně ve formě křemičitanů a hlinitanů, při čemž kysličník křemičitý může se vyskytovat i volně. Z toho vyplývá, že příměs anorganického materiálu (jílu, písku) v uhlí způsobí zvýšení tavitelnosti jeho popela. Zásadité oxidy mohou mít původ jednak v primárních popelovinách a převládají tedy v uhlí s nízkým obsahem A^d [lit. 3]. Pokud je jejich podíl vyšší i v uhlí vysoce popelnatém, je jejich akumulace příčinou jiné mineralizace než jílové.

Tabulka č. 1

k/z	$t_A(^{\circ}C)$ od - do průměr	$t_B(^{\circ}C)$ od - do průměr	$t_C(^{\circ}C)$ od - do průměr	První kódové čís.
1	1090 - 1250 1165	1160 - 1280 1220	1205 - 1315 1260	0
1 až 2	1085 - 1260 1180	1115 - 1305 1225	1175 - 1305 1270	1
2 až 3	1090 - 1350 1190	1170 - 1390 1250	1180 - 1450 1300	2
3 až 4	1170 - 1390 1230	1200 - 1450 1300	1250 - 1500 1375	3
4 až 5	1240 - 1440 1340	1320 - 1490 1430	1400 - 1530 1490	4
5 až 6	1280 - 1420 1350	1380 - 1575 1450	1470 - 1610 1510	5
nad 6	1320 - 1500 obvykle	1480 - 1545	nad 1500	6

Skladba popelovin hnědého uhlí se od sebe poněkud liší hlavně v důsledku proměnlivého zastoupení jílových materiálů těchto základních typů:

- hlinitý
- kaolinitický
- illitický

- montmorillonitický
- křemičitý,

které jsou charakterizovány poměrem $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ [lit. 1] podle následující tabulky č. 2.

Tabulka č. 2

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	Typ jílových minerálů	Druhé kódové číslo
pod 1,1788	hlinitý	0
1,1788 - 1,5	kaolinitický	1
1,5 - 2,5	illitický	2
2,5 - 3,5	montmorillonitický	3
nad 3,5	křemičitý	4

Uvedený poměr vyjádřený číselně udává zároveň druhé kódové číslo v kódovém trojčíslí, charakterizujícím vlastnosti popela. Jako třetí kódové číslo se používá laboratorně stanovená hodnota tavitelnosti popela.

Srovnáním chemických rozborů popelů, popelových indexů k/z , $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ a $\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ můžeme dospět k charakteristice některých oblastí s odlišným geologickým vývojem uhelné sloje.

Rozdělení SHR na oblasti s převládající těžbou energetického uhlí v odlišných geologických podmínkách

Jak bylo již v předchozí kapitole uvedeno, používá se chemický rozbor popela a z něj odvozené popelové indexy při hodnocení uhelných zásob pro energetiku i při posuzování geologického vývoje hnědouhelné sloje. Vypracování úplného přehledu chemického složení popela po jednotlivých dobývacích prostorech SHR by bylo nad únosný rámec tohoto příspěvku. Při hodnocení skladby popela se použilo rozdělení SHR na takové oblasti, aby se respektovalo umístění rozhodujících těžebních jednotek orientovaných převážně na energetiku a ležících v odlišných geologických podmínkách (tab. č. 3). Ve studii používáme experimentálních

údajů o vzorcích z typických výzkumných vrtů, realizovaných od r. 1968 podle generálního projektu vrtného průzkumu Severočeské hnědouhelné pánve, jejichž rozmístění v SHR je znázorněno na připojeném situačním náčrtku. Lze tedy očekávat, že výsledované charakteristiky a změny ve složení popelů budou typické pro celé oblasti.

Tabulka č. 3

Přehled oblastí s vybranými charakteristickými vrty

Vybrané oblasti	Těžební jednotka	Vrt
Teplicko-ústecká	Chabařovice	Tch - 76, Poz - 5, Sob - 9
Bílinská	Maxim Gorkij	JÚ - 290
Komořanská	Jan Šverma	Ho - 64, Ko - 5
Chomutovská	Březno - Merkur	Pn - 203, Kb - 32, ZUL - 12

Teplicko-ústecká oblast - velkolom Chabařovice

Oblast zaujímá východní část Severočeské hnědouhelné pánve mezi Teplicemi a Ústím nad Labem. Pro hodnocení byly vybrány tři vrty:

Tch - 76	Tuchomyšl
Sob - 9	Soběchleby
Poz - 5	Pozorka

Bílinská oblast - velkolom Maxim Gorkij

Jedná se o výraznou přínosovou oblast na jihovýchodním okraji střední části pánve poblíž Českého středohoří. Uhelná sloj má poměrně velmi stálý vertikální a horizontální vývoj. Generálně se dá rozdělit na svrchní a spodní více popelnaté lávky a střední nejstálejší méně popelnatou lávku. Vhodným reprezentantem profilu uhelné sloje je vrt JÚ - 290 (Jenišův Újezd). Výsledky chemických rozborů vzorků z tohoto vrtu lze považovat za charakteristické pro celou oblast se zřetelem na její celkově klidný geologický vývoj.

Komořanská oblast - velkolóm Jan Šverma

Leží na rozhraní mostecké a chomutovské části pánve. Uhelná sloj má již poněkud vyšší obsah popela. V uhelné sloji budou tedy převládat zřejmě sekundární popeloviny nad primárními. Jako typické pro tuto oblast se použily vrty:

Ho - 64 Holešice

Ko - 5 Komořany

Chomutovská oblast - velkolomy Merkur, Březno

Tvoří západní část pánve s popelnatější souvislou i rozeklanou uhelnou slojí. V této oblasti jsme pro hodnocení použili vrty:

Pn - 203 Prunéřov

Kb - 32 Krbice

ZUL - 12 Nástup

Postup hodnocení

Při výpočtu průměrného chemického složení popela ve vybraných vrtných profilech jsme použili vertikálního členění na celkovou bilanční uhelnou sloj a na palivovou kategorii s obsahem A^d do 30 %.

Hodnocení vyčleněných uhelných kategorií jsme založili na výpočtu popelových indexů k/z , SiO_2/Al_2O_3 , K_2O/TiO_2 z průměrného chemického složení popela. Charakteristiku skladby uhelných popelů ve vybraných oblastech upřesňujeme v tabulce č. 4, průměrnými hodnotami základních jakostních ukazatelů, které odpovídají použitým vrtným profilům.

Obsah popela v jednotlivých oblastech dokumentuje intenzitu přínosu písčito-jílovitého materiálu v období tvorby uhelné sloje. O klidném vývoji uhelné sloje v teplicko-ústecké a bílinské oblasti svědčí přibližně poloviční A^d než v chomutovské a komořanské oblasti. Rovněž v popelem chudé kategorii se projevuje výrazná diferenciacce.

Celkový přehled průměrného chemického složení popela uhlí a popelových indexů uvádíme v tabulce č. 5. Rozdílnost skladby popela po jednotlivých oblastech je znázorněna v diagramech č. 1 - 4.

Tabulka č. 4

Průměrné hodnoty základních jakostních ukazatelů celkové bilanční sloje a palivové kategorie 0 - 30 % A^d

Oblast	Průměrný ukazatel		
	celková bilanční sloj		uhel. kat. 0 - 30 % A ^d
	W _T	A ^d	A ^d
Teplicko-ústecká	31,5	24,5	12,8
Bílinská	30,4	26,2	11,3
Komořanská	28,1	37,6	15,4
Chomutovská	32,9	43,5	20,1

Souhrnné hodnocení chemické skladby uhelného popela v SHR

Při posuzování chemického složení popela podle použitého vertikálního členění sloje (celková bilanční sloj a uhelná kategorie 0-30 % A^d) v jednotlivých oblastech, jeví se rozdílnosti nejnázorněji v diagramech č. 1 - 4.

V chomutovské oblasti je výrazný rozdíl v obsahu SiO₂ - 12 %, Fe₂O₃ - 5 % a CaO - 4 % mezi oběma uhelnými skupinami, při průměrné hladině obsahů SiO₂ - 54 %, Fe₂O₃ - 13 %, CaO - 4 % v celkové bilanční sloji.

Rovněž komořanská oblast (SiO₂ - 51 %, CaO - 5 %, Fe₂O₃ - 8 %) vykazuje rozdíl v SiO₂ a CaO. Obsah Fe₂O₃ je v uhelné kategorii 0 - 30 % A^d nepatrně zvýšen.

Bílinská oblast (SiO₂ - 44 %, CaO - 6 %, Fe₂O₃ - 17 %) má obdobně rozdílný obsah SiO₂ a Fe₂O₃ při porovnání obou uhelných kategorií.

U teplicko-ústecké oblasti (SiO₂ - 41 %, CaO - 10 %, Fe₂O₃ - 11 %) se projevuje shoda skladby popela v obou uhelných kategoriích kromě obsahu SiO₂.

Křemičitany se podílejí na skladbě popelovin v komořanské a cho-

Tabulka č. 5

Přehled průměrného chemického složení popela uhlí a popelových indexů

Oblast SHR	Vrt	Počet rozběrů	Základní uka- zatele jako- sti		SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	k/z	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂
			W _t ^r	A ^d														
Teplicko- ústecká	Tch-76	30	30,3	17,60	41,60	2,30	10,40	26,50	9,10	2,30	6,40	0,10	0,10	0,50	0,50	2,96	1,57	0,22
	Sob-9	31	29,2	28,35	37,95	1,48	15,32	17,21	11,56	5,39	7,96	∅	0,11	1,94	1,23	1,56	2,20	0,83
			32,0	8,18	31,18	1,64	18,16	14,91	14,39	6,20	10,06	∅	0,11	2,38	0,94	1,09	2,09	0,57
	Poz-5	53	34,9	26,82	43,44	2,31	8,00	25,64	9,44	2,62	7,19	0,08	st.	0,53	0,77	3,23	1,69	0,33
			37,0	12,65	35,42	1,47	10,33	20,85	14,81	3,81	11,87	0,05	st.	0,65	0,85	1,84	1,70	0,58
	celkově	114	31,5	24,46	40,99	2,03	11,24	23,11	10,00	3,50	7,19	0,06	0,07	0,99	0,83	2,58	1,82	0,46
	A ^d < 30 %		33,1	12,81	36,06	1,80	12,96	20,75	12,76	4,21	9,44	0,05	0,07	1,18	0,77	1,97	1,79	0,46
Bílinská	JÚ-290	53	30,4	26,16	43,80	1,83	17,05	22,10	6,45	2,05	4,45	0,56	0,16	0,71	1,34	2,39	1,98	0,73
			32,0	11,33	38,26	1,80	21,08	20,17	8,28	2,49	6,21	0,08	0,19	0,81	1,03	1,74	1,89	0,56
Komořanská	Ho-64	78	25,6	49,14	54,14	1,58	7,05	29,52	3,47	1,08	0,74	0,14	0,03	0,56	1,69	6,03	1,83	1,07
			28,0	14,15	49,63	1,84	7,60	30,50	5,61	1,22	1,27	0,24	0,04	0,84	1,21	4,86	1,63	0,66
	Ko-5	43	30,6	26,05	48,33	4,15	9,73	24,00	6,01	1,23	2,40	0,37	0,02	0,53	1,20	3,87	2,01	0,29
			29,0	16,70	43,29	3,18	12,32	25,79	8,22	1,48	3,53	0,46	st.	0,70	1,03	2,91	1,68	0,32
	celkově	121	28,1	37,59	51,23	2,86	8,39	26,76	4,71	1,15	1,57	0,25	0,02	0,54	1,44	4,95	1,92	0,68
	A ^d < 30 %		28,5	15,42	46,46	2,51	9,96	28,14	6,91	1,35	2,40	0,35	0,02	0,77	1,12	3,88	1,65	0,41
Chomutovská	Kb-32	59	28,2	53,39	54,63	1,59	12,78	23,71	3,15	1,72	0,70	0,05	0,05	0,65	0,94	4,07	2,30	0,51
	Pn-203	32	35,8	42,76	53,91	1,91	14,83	21,06	3,46	2,12	0,55	0,08	0,08	1,17	0,83	3,35	2,56	0,41
	ZUL-12	21	34,8	34,38	52,46	0,70	11,06	25,56	4,08	2,18	0,89	0,08	0,03	0,52	2,44	3,84	2,05	3,41
	celkově	112	32,9	43,51	53,66	1,40	12,89	23,44	3,56	3,00	0,71	0,07	0,05	0,78	1,40	3,74	2,30	1,51
	A ^d < 30 %		36,7	20,08	41,88	0,65	18,02	22,27	7,67	2,71	3,91	0,19	0,05	0,93	1,64	2,07	1,88	2,51

mutovské oblasti nejvíce, kde v souladu s geologickým vývojem uhelné sloje je zároveň největší popelnatost. Teplicko-ústecká a bílinská oblast mají obsah křemičitanů oproti předchozím poněkud nižší. Tento pokles odpovídá zhruba polovičnímu obsahu popela v celkové bilanční uhelné sloji.

Hlinitany, jako druhá základní složka popelovin, vykazují maximum v komořanské oblasti. V ostatních oblastech je jejich obsah přibližně stejný. Souvisí to pravděpodobně s rozdílným zastoupením jílových minerálů, tvořících podstatu popelovin.

Uhličitany Ca, Mg, Fe jsou zastoupeny ve větší míře v bílinské a teplicko-ústecké oblasti, kde vzhledem k nízké popelnatosti uhelné sloje ovlivňují význačněji chemické složení popela primární popeloviny [lit. 3].

Diferenciace obsahů základních kyslíčnicků v jednotlivých oblastech je zřejmá použitím popelových kódových indexů (tabulka č. 6).

Tabulka č. 6

Průměrné popelové indexy uhlí z celkové bilanční sloje

Oblast	Popelové indexy		
	k/z	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$
Teplicko-ústecká	2,58	1,82	0,46
Bílinská	2,39	1,98	0,73
Komořanská	4,95	1,92	0,68
Chomutovská	3,74	2,30	1,50

Popelovým indexům k/z uvedeným v tabulce č. 6 uhlí z bílinské a teplicko-ústecké oblasti odpovídají (podle tabulky č. 1) body tání popela t_B 1170-1390 °C, uhelným popelům z chomutovské oblasti t_B 1200-1450 °C a z komořanské oblasti rozsah bodu tání popela t_B 1320-1490 °C.

Po stránce mineralogického složení popelovin převažuje v teplicko-

ústecké, bílinské a komořanské oblasti illitický typ jílových minerálů. V chomutovské oblasti se hodnota poměru $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ pohybuje na rozhraní illitického a montmorillonitického typu (viz tab. č. 2).

Posoudíme-li popelové indexy v popelem chudé uhelné kategorii (tab. č. 7), vidíme opět přibližnou shodu mezi oblastí bílinskou a teplicko-ústeckou. Vzhledem k růstu zásaditých oxidů v popelu se snižuje popelový index k/z , jemuž odpovídá v bílinské a teplicko-ústecké oblasti podle tabulky č. 1 bod tání t_B 1115-1305 °C, v komořanské oblasti 1200-1450 °C a v chomutovské oblasti 1170-1390 °C.

Na základě popelového indexu $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ můžeme opět přisoudit podle tabulky č. 2 popelovinám popelem chudého uhlí nosný jílový minerál illit shodně pro všechny sledované oblasti.

Popelové indexy $\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ v tabulkách č. 6 a 7 se pohybují v hrubém rozmezí 0,4 - 0,7 v teplicko-ústecké, bílinské a komořanské oblasti, což lze vyložit příměsí vulkanodetritických hornin k jílovým. V chomutovské oblasti příměs vulkanodetritických hornin je zanedbatelná, kde tento index leží v rozmezí 1,5 - 2,5.

Tabulka č. 7

Průměrné popelové indexy uhlí palivové kategorie o A^d do 30 %

Oblast	Popelové indexy		
	k/z	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$
Teplicko-ústecká	1,97	1,79	0,46
Bílinská	1,74	1,89	0,56
Komořanská	3,88	1,65	0,49
Chomutovská	2,07	1,88	2,52

Závěr

Statistické vyhodnocení průměrného chemického složení popela z oblastí SHR, těžících převážně energetické uhlí, se opřelo o charakte-

ristické výzkumné vrty. Zjistilo se, že není výrazného rozdílu v průměrném složení uhelných popelů po jednotlivých oblastech. Zjištěné průměrné popelové indexy k/z , umožnily přiřadit přibližně rozmezí tavitelnosti popelů uhlí z jednotlivých oblastí. Potvrdila se známá zkušenost, že tavitelnost popela uhlí vzrůstá s jeho obsahem a přítomností sekundárních popelovin. Bod tání popela t_B uhlí z teplicko-ústecké a bílinské oblasti se pohybuje v rozmezí 1170-1390 °C, v chomutovské oblasti 1200-1450 °C a komořanské oblasti 1320-1490 °C.

Nízký obsah zásaditých kysličníků ve všech oblastech (popelový index k/z - minimálně 2,4) dokazuje, že karbonátová mineralizace byla podružná. Obsah zásaditých kysličníků klesá se vzrůstem popelnatosti. Z toho je zřejmé, že zásadité kysličníky se podílejí hlavně na skladbě primárních popelovin.

Součet obsahů kyselých kysličníků SiO_2 a Al_2O_3 , představujících hlavní oxidy jílových materiálů, vzrůstá s popelnatostí celkové bilanční uhlé sloje a pravděpodobně závisí i na jejím geologickém vývoji.

Z popelového indexu SiO_2/Al_2O_3 lze usuzovat, že v popelovinách převažují jílové minerály skupiny illitu nebo některých přechodných typů, pouze v chomutovské oblasti je pravděpodobně obsažen ve větší míře montmorillonit.

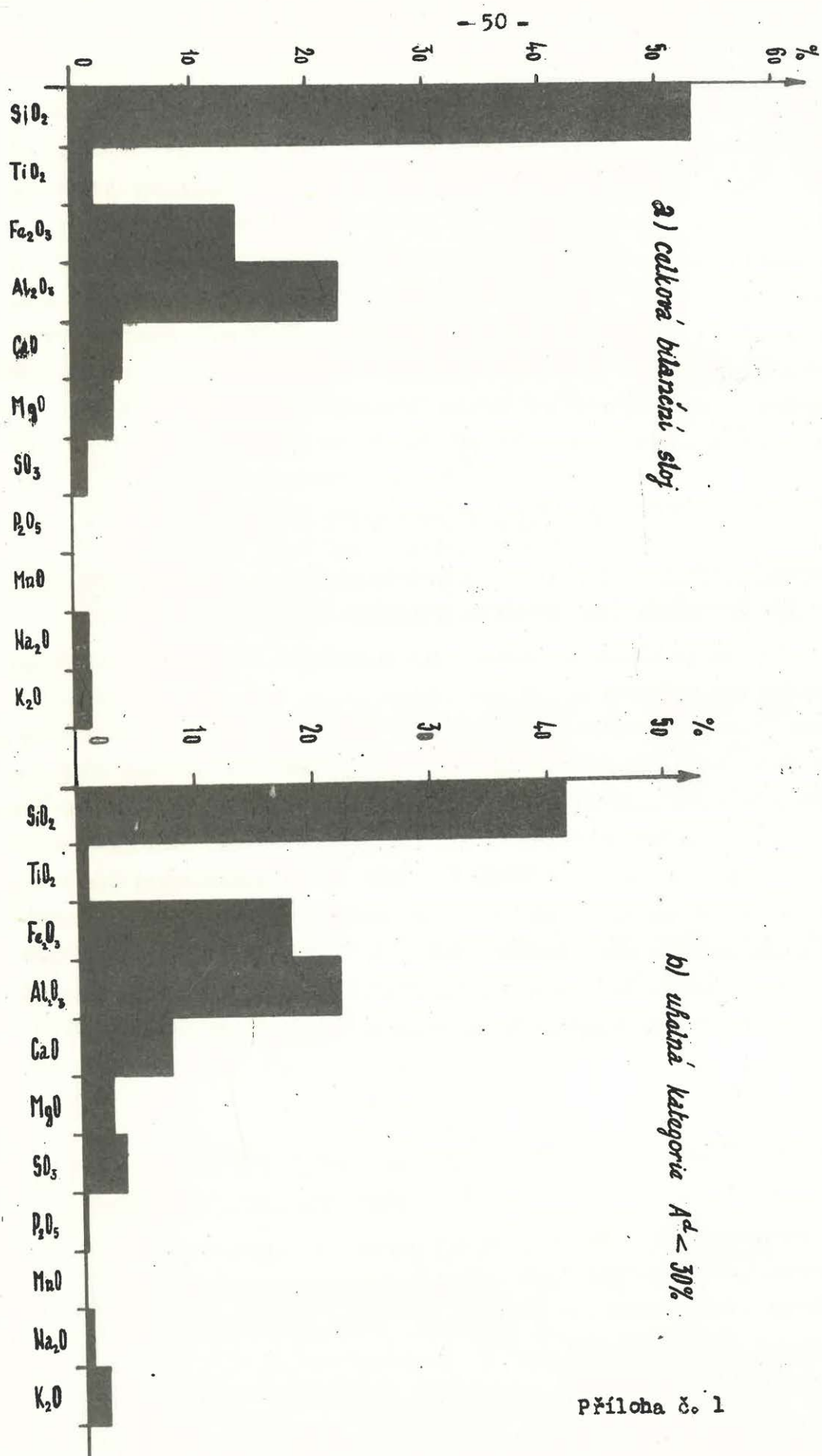
Podíl ostatních kysličníků - TiO_2 , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , MnO se téměř nemění, mírně kolísá podíl SO_3 .

Cílem studie bylo získat ucelenější pohled na chemickou skladbu popela severočeského hnědého uhlí, posoudit vliv proměnlivosti jeho komponent na celkové vlastnosti, které jsou důležité pro energetickou praxi i vhodným vodítkem při geologickém hodnocení uhlé sloje.

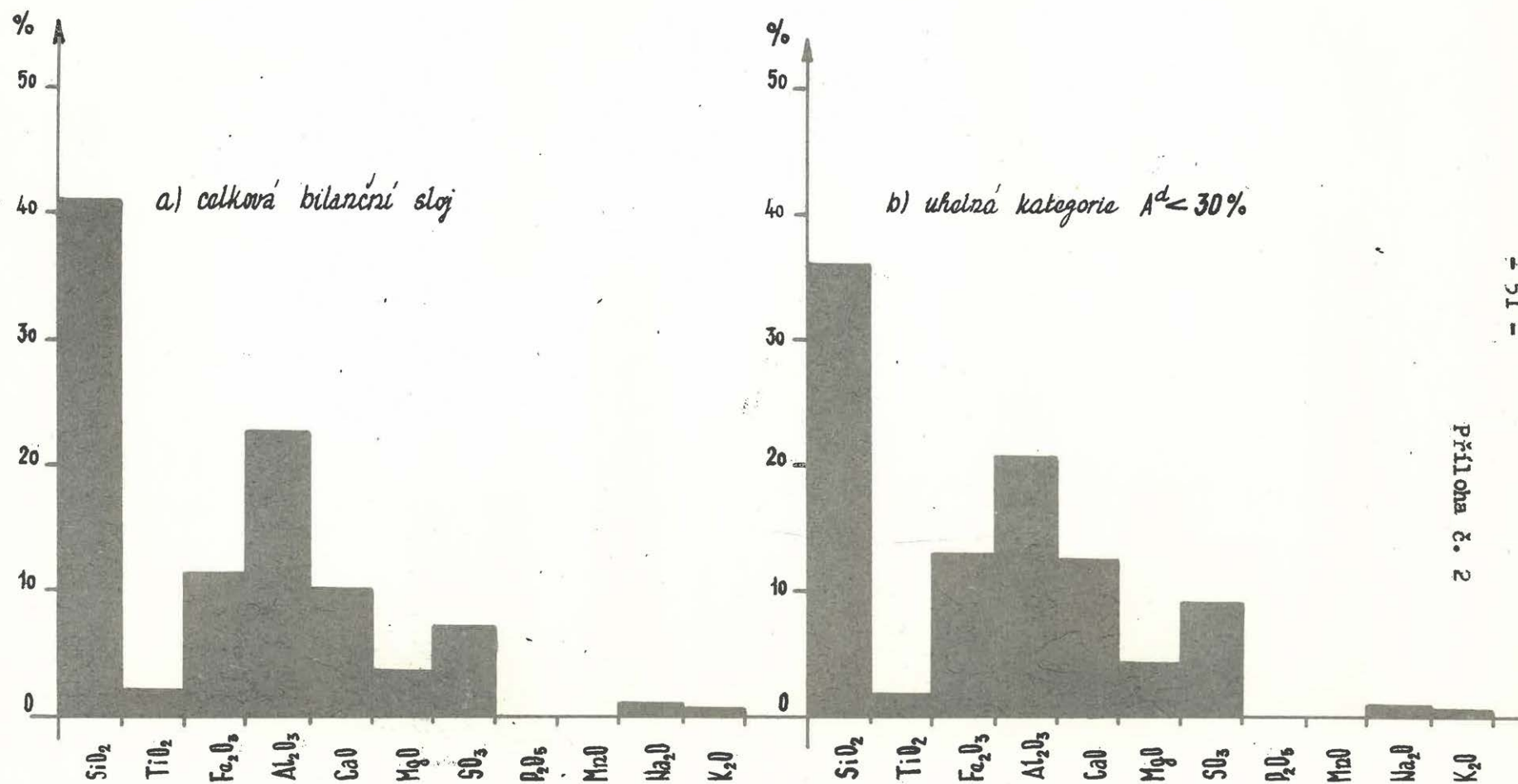
Literatura

- /1/ Hubáček J. : Pasportizace a klasifikace hnědých uhlí v ČSSR a jejich popelů; Práce Ústavu pro výzkum paliv, č. 9, Praha 1964
- /2/ Hubáček J., Kessler M., Ludmila J., Tejnický B.: Chemie uhlí, Praha - Bratislava 1962

CHEMICKÉ SLOŽENÍ PODĚLA UHLÍ - CHOMUTOVSKÁ OBLAST - DŮL MERKUR

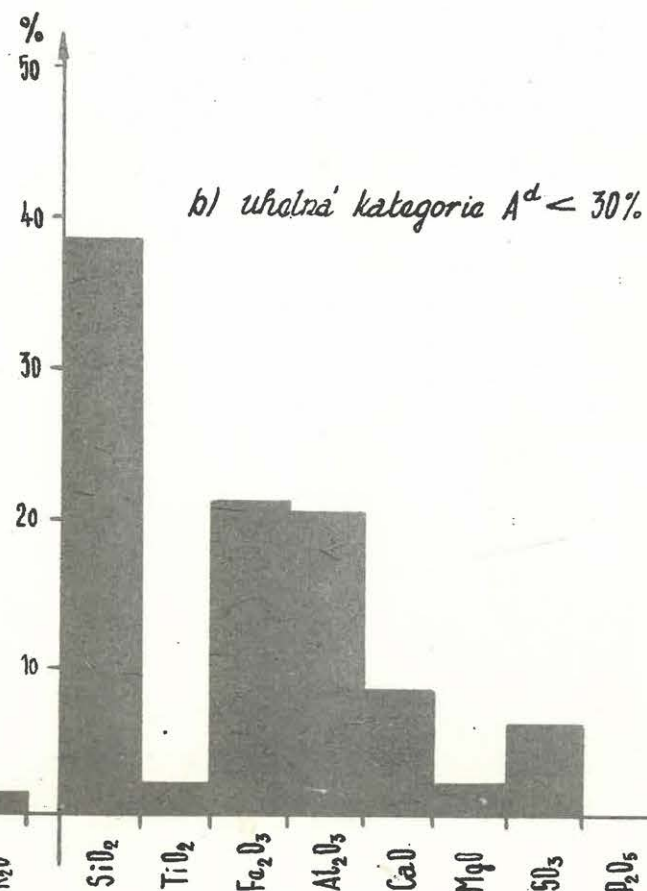
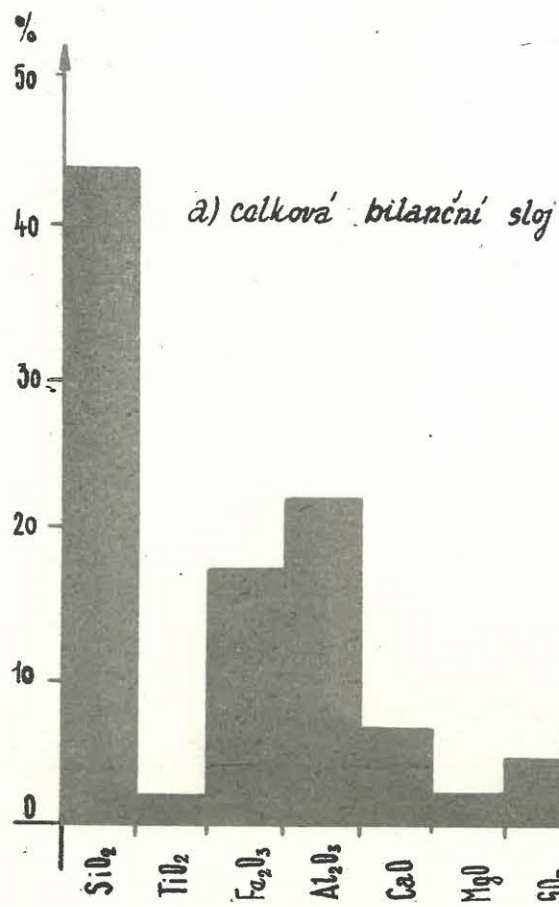


CHEMICKÉ SLOŽENÍ POPELA - TEPLICKO - ÚSTECKÁ OBLAST - DŮL CHABAŘOVICE



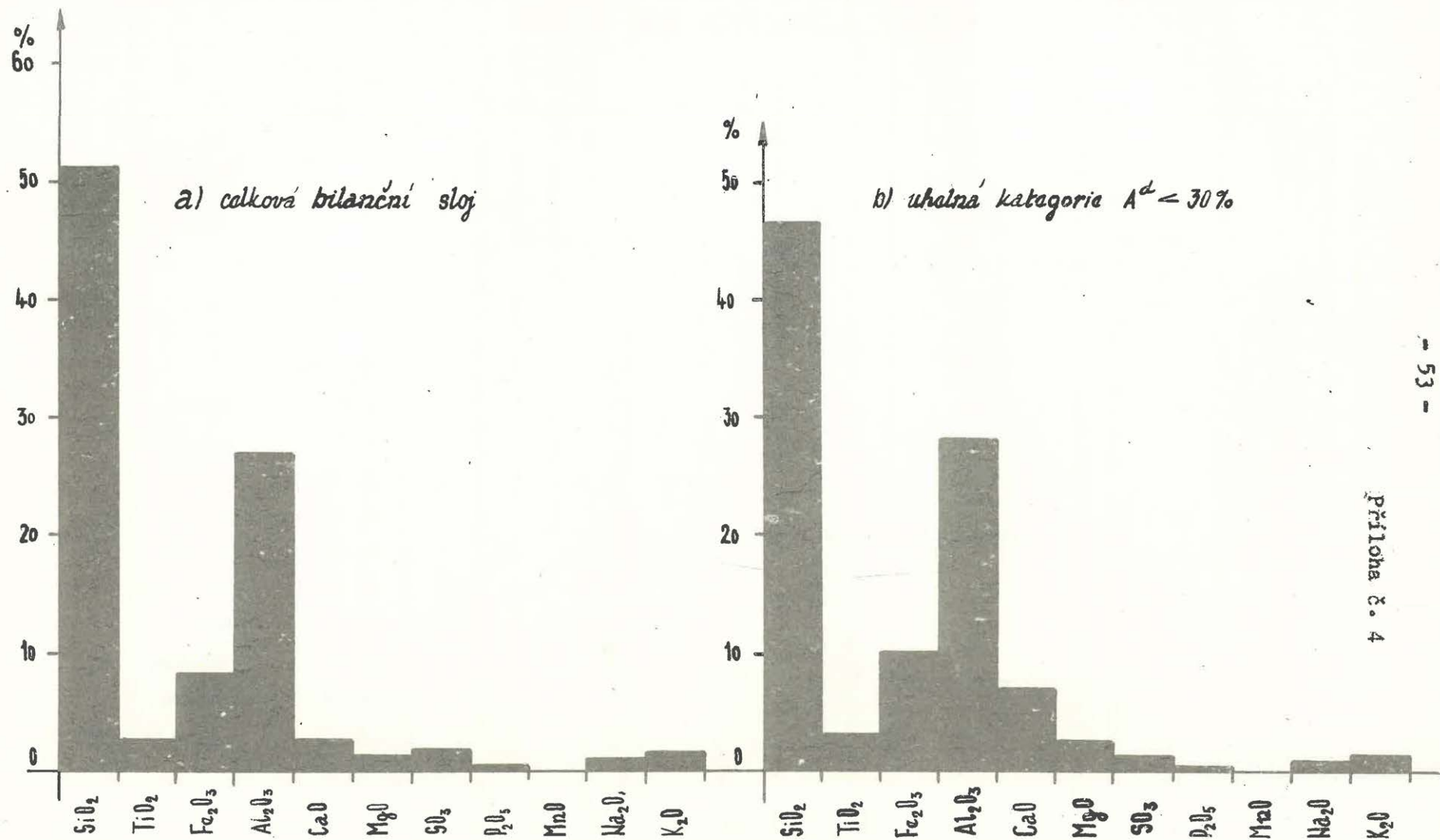
CHEMICKÉ SLOŽENÍ POPELA UHLÍ - BÍLIŇSKÁ OBLAST - DŮL M. GORKIJ

- 52 -



Příloha č. 3

CHEMICKÉ SLOŽENÍ POPELA UHLÍ - KOMOŘANSKÁ OBLAST - DŮL ŠVERMA



SITUACE SLEDOVANÝCH VRTŮ V SHR

