

PŘÍSPĚVEK K MOŽNOSTI VYUŽITÍ POLYMETALICKÝCH RUD Z OBLASTI HROB-MIKULOV V KRUŠNÝCH HORÁCH

1. Úvod

České země byly od středověku významným centrem těžby rud neželezných a drahých kovů. V průběhu let byla rudní ložiska na území dnešní České republiky odkrývána, těžena a uzavírána v nepravidelných časových cyklech. Celkový útlum hornické činnosti, zaměřené na výše uvedené suroviny, pak nastal v souvislosti s politickými a hospodářskými změnami po roce 1989. Současná surovinová politika Evropské unie se však postupně znovu obrací k možnostem zajištění surovinové základny z vlastních zdrojů členských států. Příspěvek je věnován ověření možnosti flotační úpravy materiálů, pocházejících z bývalé těžby polymetalických rud s obsahem stříbra v Hrobsko-Mikulovském revíru a může sloužit jako podklad pro další úvahy o možném průzkumu a využívání ložisek, v zásadě nedotčených prospekční činností.

2. Stručná historie dobývání v Hrobsko-Mikulovském revíru

Jednou z nejméně probádaných oblastí, o níž se dochovalo pouze nepatrné množství informací, je oblast v okolí Mikulova a Hrobu v Krušných horách. Historie těžby stříbrnosných polymetalických rud v okolí města Hrob (Klostergrab) spadá až do období vlády Přemyslovců, a protože se písemné doklady o počátcích dolování nedochovaly, lze předpokládat, že sahají až do keltského období. Největšího rozmachu dosáhlo rudné hornictví v Hrobském revíru za vlády Karla IV. a Václava IV. Zpočátku se dolovalo jen na saské straně Krušných hor v okolí města Freibergu (od roku 1163), ale kolem roku 1350 se počaly stříbrné rudy dobývat intenzivně i na straně české. V průběhu času byla těžba polymetalických rud ovlivňována nejen obtížnými dobývacími podmínkami, nýbrž i politickou situací v českých zemích.

Vrcholem v dobývání stříbrných rud v Hrobu bylo 16. století. Těžba pokračovala se střídavými úspěchy i v průběhu 17. a 18. století, nebyla však provázena dostatečným báňsko-geologickým průzkumem, potřebným k ověření nových surovinových zásob. Relativně mělce vedenými důlními díly byla vydobyta většina svrchních partií žil a tak provozované důlní podniky živořily a byly udržovány spíše vidinami či přáním náhodného nálezu nové, kovem bohaté žily. Společnost Zeidler dobývala koncem 18. století na žilách Barbora, sv. Josef a Mikuláš a na žíle Amsel až do roku 1810. Další těžební aktivity převzal po roce 1800 stát. Bylo provedeno několik průzkumných prací, které skončily v roce 1839. V šedesátých letech bylo dobývání stříbra zastaveno úplně. V letech 1878 – 1893 vstoupilo do těžby stříbra několik soukromých společností a společnost „Krinsdorfer Silbergewerkschaft“ se snažila o těžbu dokonce až do roku 1913.

V Mikulovském revíru propukla „stříbrná horečka“ o něco později než v sousedním, jižněji položeném revíru Hrobském. Podle různých pramenů se roky 1451 nebo 1452 udávají jako období započetí dobývání stříbrných rud. K významnější obnově dobývání stříbra došlo až počátkem 18. století kdy tzv. Spojená těžařstva vytěžila v letech 1706 – 1734 celkem 510,6 kg stříbra. Ke konci 18. století opět převzal správu nad částí mikulovských dolů stát, přičemž dvě těžařstva byla v soukromých rukou a revír zaznamenal určitý rozkvět. V roce 1847 zastavila státní správa v lokalitě Mikulov svou činnost, ale soukromí těžaři pokračovali v důlních pracích až do roku 1918. Poslední aktivity v Mikulovském a Hrobském revíru provedl v letech 1939 – 1940 „Freiberský průzkumný podnik“.

Podle dostupných literárních údajů bylo v celém pásmu od Hrobu po Moldavu zaznamenáno více jak 70 rudonosných polymetalických žil typu As – Ag – Pb, většinou strmě uložených pod úhlem 70 - 90°. Mocnost těchto žil se uvádí v průměru od 0,15 do 1 metru. Žíly Barbora a Fleischerovy žíly dokonce s mocností až 1,5 m. Mezi hlavní primární minerály patří především galenit (PbS), sfalerit (ZnS), arsenopyrit ($FeAsS$), arsen (As), pyrit (FeS_2), markazit (FeS_2), pyrargyrit (Ag_3SbS_3) stanin (Cu_2FeSnS_4), ryzí stříbro (Ag) a průvodní minerály a horniny v žilovině jako je chalkopyrit ($CuFeS_2$), tetraedrit – freibergit [$(Ag,Cu)_{10}(Fe,Cu,Zn)_2(Sb,As)_4S_{13}$], argentit – akantit (Ag_2S), proustit (Ag_3AsS_3), stefanit (Ag_5SbS_4), muskovit [$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$], stanin ($CuFeSnS_4$). Žilovinou je téměř výhradně křemen (SiO_2), v malé míře karbonáty – dolomit [$CaMg(CO_3)_2$]

s výskytem arsenu, fluoritu (CaF_2), barytu (BaSO_4) a dislokačních jílu a písků . Kovnatost rudnin se pohybovala asi od 1200 g Ag/t až do 2900 g Ag/t. Na konci 18. století jsou v dobývce štoly „Naše milá paní“ uváděny obsahy stříbra až 30 000 g Ag/t (tedy 3%). V dochované dokumentaci z mikulovské oblasti jsou uvedeny odhady těžeb v letech 1690 – 1730 asi 550 kg stříbra a v letech 1770 – 1850 dokonce 1850 kg tohoto kovu. U hrobské oblasti jsou těžby uváděny s mnohem většími výnosy. V letech 1470 – 1620 je odhadována v tomto revíru těžba na cca 7 200 kg Ag a v letech 1700 – 1850 asi na 2 500 kg stříbra. Je velmi pravděpodobné, že většina žilných ložisek stříbra nebyla dotěžena. V padesátých letech 20. století proběhla revize ložisek povrchoвым průzkumem, ale zůstala osamocena a revír tudíž upadl téměř do zapomnění. V posledních letech se některé subjekty snaží některá díla zrekonstruovat, ale jde o záměr využití arsenem bohatých vod k léčebným účelům. Jak vyplývá z výše uvedených skutečností, je rozsah starých důlních děl značný - v oblasti je asi 100 děl s odvaly, obsahujícími zbytky rudních minerálů[1 až 14]. V poslední době se objevily rovněž úvahy o možné přítomnosti stopových prvků.

3. Materiál a metody

3.1. Charakteristika vzorku

Vzorky materiálu, použité pro výzkum, byly odebrány z haldy při ústí dvou štol v oblasti Mikulova. Materiál vzorků byl tvořen v převážné míře alterovanými muskovitickými a dvojslídnyými rulami, druhotně masívně silicifikovanými a mineralizovanými z rudních hydrotermálních roztoků. Rudní minerály jsou téměř výhradně jemně vtroušeny, místně v žilkách. Část vzorku tvoří žilný křemen dvou generací (šedý – první generace, hlavní nositel zrudnění; mléčný – druhá generace). Šedý křemen obsahuje izolovaná zrna rudních minerálů a jejich shluky, nebo až několikamilimetrové odžilky. Nález vzorku masívní rudy nebyl zaznamenán. Výsledky mineralogické analýzy, provedené metodou RTG difrakce jsou uvedeny v *tab.1*. Vzorek byl pro flotační úpravu pomlet na zrnitost cca 50% pod 0.075mm. Výsledky zrnitostní analýzy spolu s obsahy zájmových kovů v jednotlivých zrnitostních třídách jsou uvedeny v *tab. 2*.

3.2. Flotační úprava vzorku

Všechny zkoušky kolektivní flotace byly provedeny na mechanickém laboratorním flotátoru s objemem flotační cely 1dm^3 s automatickým stíráním flotační pěny. Získané flotační produkty (koncentrát a odpad) byly zfiltrány, vysušeny a zváženy. Ze zjištěných hmotností byly stanoveny hmotnostní výnosy jednotlivých produktů. Takto zpracované produkty byly předány do analytické laboratoře Oddělení úpravy nerostných surovin VŠB-TU Ostrava pro stanovení Pb a Zn [%] metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS). Analýzy na obsah stříbra byly provedeny metodou hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP) v laboratoři Centra nanotechnologií VŠB-TU Ostrava. Získané výsledky byly zpracovány tabelárně a vyhodnoceny výpočtem výtěžností jednotlivých kovů do produktů rozdělování a stanovením příslušných kvalitativních účinností (rozdíl výtěžností kovu a jaloviny do produktů separace).

V rámci první fáze experimentálních prací byly odzkoušeny čtyři typy flotačních sběračů (amylxantogenát draselný KAX, butylxantogenát draselný KBX, etylxantogenát draselný KEX a flotační sběrač čínské provenience na bázi thiokarbamatů, označovaný výrobcem jako TC1000) v dávce $100\text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$. Jako flotační pěnič byl použit OREPPEP F549 – výrobek firmy CYTEC na bázi polyglykolů. Pro modifikaci pH na hodnotu 8.5-8.7 byl ve všech případech použit uhličitán sodný Na_2CO_3 . Jednotlivé flotace byly prováděny při zahuštění rmutu $200\text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$, agitační době 5 minut a flotačním čase 10 minut. Použité chemické reagensy (s výjimkou TC1000 a pěniče) byly dávkovány ve formě 1% roztoku. Každý experiment byl třikrát opakován. Výsledky flotačních experimentů jsou uvedeny v *tab.3*.

Na základě výsledků, získaných při ověřování typu vhodného flotačního sběrače, byly další experimenty provedeny s cílem ověřit vhodnou dávku sběrače. Zvolený sběrač byl dávkován v množství postupně $100\text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$, $150\text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$ a $200\text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$, přičemž jednotlivé flotace byly dvakrát opakovány. Flotační režim byl stejný jako při předešlých pokusech. Výsledky jsou uvedeny v *tab. 4*.

4. Diskuse výsledků

Z hodnot uvedených v *tab.1* je zřejmé, že dosahované účinnosti rozdružování pro jednotlivé kovy jsou velmi rozdílné a pohybují se v rozmezí 55% až 70% pro Zn, 35% až 52% pro Pb a 39% až 52% v případě Ag. V rámci opakovaných pokusů není kolísání dosahovaných účinností příliš velké a pohybuje se v mezích 1%-2%. Z vizuálního porovnání dosažených výsledků vyplývá, že **nejlepších hodnot účinností pro všechny kovy bylo dosaženo použitím amyloxantogenátu draselného**, kdy dosažené průměrné účinnosti byly 69.51% pro Zn, 52.22% pro Pb a 51.22% v případě Ag. Přitom byl vyroben koncentrát s průměrným obsahem 3.14%Zn, 3.39%Pb a 359 g/t Ag. Použití nižších xantogenátů (KEX a KBX) přineslo, stejně jako aplikace sběrače TC1000, nižší průměrné účinnosti flotačního procesu. To je markantní především v případě přechodu galenitu do pěnového produktu. Z dosažených výsledků je přitom vidět, že stříbro jeví během flotačního rozdružování stejné chování jako olovo a je tedy zřejmě izomorfně přimíseno v krystalové mřížce galenitu.

Pro objektivní vyhodnocení provedených prací byly dosažené hodnoty účinností vyhodnoceny metodou jednofaktorové analýzy rozptylu (proměnným faktorem je typ flotačního sběrače), která porovnává odchylky experimentálních měření uvnitř opakovaných pokusů s odchylkami, způsobenými změnou sledovaného faktoru. Pro všechny kovy je možno konstatovat, že změna sběrače má na výsledky flotačního rozdružování s pravděpodobností 95% statisticky významný vliv. Pro podrobnější vyhodnocení tohoto vlivu byla použita metoda vícenásobného porovnávání (Multiple range test). Test vzájemně porovnává průměrné hodnoty dosahovaných účinností a prokázal s pravděpodobností 95% statisticky významný vliv použitého druhu sběrače na střední hodnotu účinnosti flotace. Výstupy statistické analýzy nejsou v textu příspěvku z důvodu úspory místa uvedeny.

Zvyšování dávky zvoleného flotačního sběrače (amyloxantogenátu draselného) se na zvýšení účinnosti flotační úpravy příliš neprojevovalo. K mírnému zvýšení účinnosti pro Zn (o cca 2%) došlo při zvýšení dávky na $150\text{g}\cdot\text{t}^{-1}$. Pro ověření, zda toto zvýšení je statisticky významné, nebo zda je pouze důsledkem experimentální chyby, byla opět provedena statistická analýza metodou jednofaktorové analýzy rozptylu. Analýza byla komplikována nehomogenitou rozptylů dosažených výsledků a jejich

malým počtem, což v zásadě znemožňuje použití klasické statistické analýzy. Vyhodnocení bylo proto provedeno metodou tzv. Kruskal-Wallisova testu, který je neparametrickou obdobou analýzy rozptylu a porovnává mediány dosažených výsledků. V případě Zn plyne z tohoto testu, že změna dávky amyloxantogenátu nemá na účinnost separace statisticky významný vliv. Ke stejným výsledkům dospěl Kruskal-Wallisův test i v případě Pb. Změny účinnosti rozdružování se zvyšující se dávkou sběrače jsou ještě méně výrazné, než v případě Zn. Na základě provedených experimentů a jejich analýzy můžeme říci, že změna dávky flotačního činidla (amyloxantogenátu) nemá ve sledovaném rozmezí na účinnost flotace statisticky významný vliv. Výsledky statistické analýzy nejsou z úsporných důvodů v textu článku prezentovány.

Dosažené výsledky představují pouze malou část poznatků o vlastnostech studovaných materiálů a možnostech jejich zpracování. Prokázaly však možnost získávání kolektivního flotačního koncentráту Zn-Pb-Ag i z takových materiálů, jako jsou odpady po dřívější hornické činnosti. Další průběh experimentálních prací bude směřován zejména do oblasti hlubšího studia flotačního rozdružování, zejména s ohledem na spektrum používaných flotačních reagentů a technologický režim flotace.

5. Závěr

Příspěvek je věnován experimentálnímu ověření flotační úpravy odpadů po těžbě polymetalických rud v rudním revíru Hrob-Mikulov v Krušných horách. Provedenými pracemi byla ověřena přítomnost stříbrnosného zrudnění v dané oblasti a bylo zjištěno, že flotační rozdružování je reálnou metodou pro úpravu těchto surovin. Dosažené výsledky jsou samozřejmě úměrné charakteru zpracovaných vzorků (odpadů) a představují jen malou část informací, potřebných pro úvahy o dalším osudu tohoto rudního revíru. Na tyto práce navazují v současném období podrobnější výzkumné práce, zabývající se nejen hlubším studiem flotace polymetalických odpadů, nýbrž i mapováním a průzkumem dalších důlních děl.

6. Použitá literatura

1. BERICHT über die Ergebnisse der 10. – 15. August 1940 im Freischurfgebiet der Gewerkschaft Habsburg-Hohenzollern bei Klostergrab in Böhmen ausgeführten geologischen Untersuchungen. *Průklepová kopie raportu pro ředitele důlního závodu p. Lehmana, Strehlen 1940*, Geofond Praha
2. BERNARD J.H. a kol. *Mineralogie Československa*. Praha: Academia. 1981
3. FENGL, M. *Mineralogický výzkum starší polymetalické mineralizace žil směru S₂J (SSV-JJZ) a žil O (Nová) a O/A*: diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, 1982
4. HÖHNEL, F. *Ze starých kronik města Hrobu*. Sepsáno v letech 1922 – 1930, český překlad. Připravováno k tisku, laskavě zapůjčeno i s originálem překladatelem, v soukromém vlastnictví, 2002 - 2010
5. JOKÉLY, J. *Das Erzgebirge im Leitmeritzer Kreise in Böhmen*“, *Jahrbuch der k.k. Geologischen Reichsanstalt*. Wien. 1858
6. KOŘAN J. *Přehledné dějiny československého hornictví*. Praha: ČSAV. 1955
7. MAJER J. *Rudné hornictví v Čechách na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Libri s.r.o. 2004. ISBN 80-7277- 222-8
8. SATTRAN, V. *Geologicko-petrografické a ložiskové poměry území mezi Mikulovem a Moldavou v Krušných horách*: diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova Přírodovědecká fakulta, 1955
9. SATTRAN, V. *Zpráva o výzkumu rudní formace As – Pb – Ag ve východních Krušných horách*. Geofond ÚÚG Praha, 1956
10. SATTRAN, V., ŠKVOR, V. *Zpráva o geologickém mapování v měřítku 1 : 50 000 mezi Hrobem, Dlouhou Loukou a Pastvinami v Krušných horách*. Geofond ÚÚG Praha, 1957
11. SATTRAN, V. *Chemismus Krušnohorských metamorfitů, předterciálních magmatitů a jejich vztah k metalogenezi*. Praha: Nakladatelství ČSAV. 1963
12. SATTRAN, V. *Numerická klasifikace rudních ložisek*. Praha: Nakladatelství ČSAV. 1979. 118 s
13. SULDOVSKÝ J. *Kronika hornictví zemí koruny České*. Ústí n.Labem: CLD Design. 2006. ISBN 80-903760-0-2

14. ŠEVČÍK,F., FENGL,M., CHARWOTOWÁ,M., KUČERA,J. Ag-mineralizace ve fluoritových rudninách. In *Sborník přednášek semináře odborné skupiny pro rudy při KV ČSVTS Společnosti hornické*, Teplice, 1980

Příspěvek je částí projektu specifického výzkumu „SP 2012/64 Možnosti využití polymetalických rud s obsahem stříbra v rudních revírech Krušných hor“.
Autoři děkují MŠMT a VŠB-TU Ostrava za finanční podporu.

Tabulka 1: Výsledky mineralogické analýzy

minerál	zastoupení [%]
křemen	81.75 ± 2.55
chlorit	10.46 ± 2.67
muskovit	4.34 ± 2.01
arzenopyrit	1.95 ± 0.66
sfalerit	0.98 ± 0.17
galenit	0.52 ± 0.08

Tabulka 2: Výsledky mineralogické analýzy

zrnitost [mm]	hm.výnos [%]	obsah kovu [%]		
		Zn	Pb	Ag
<0.063	43,00	0,3836	0,6869	0,038
0.063 - 0.075	5,51	0,4204	0,4414	0,059
0.075 - 0.100	5,70	0,3141	0,3718	0,045
0.100 - 0.300	35,41	0,1811	0,2082	0,030
0.300 - 0.500	6,46	0,0954	0,1617	0,047
> 0.500	3,92	0,0817	0,1539	0,035
celkem	100,00	0,27951	0,43108	0,037

Tabulka 3: Vliv druhu sběrače na výsledky flotace

sběrač	produkt	výnos	obsah kovu v produktu			výtěžnost kovu do produktu			výtěžnost jaloviny do produktu			účinnost pro kov		
		[%]	[%]			[%]			[%]			[%]		
			Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
KAX	koncentrát	6,52	2,8570	3,2880	0,3520	75,81	58,60	58,80	6,35	6,33	6,50	69,46	52,27	52,30
	odpad	93,48	0,0636	0,1620	0,0172	24,19	41,40	41,20	93,65	93,67	93,50	-69,46	-52,27	-52,30
	přívod	100,00	0,2457	0,3658	0,0390	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	6,32	3,2270	3,4820	0,3620	76,28	58,30	58,26	6,13	6,12	6,30	70,15	52,18	51,96
	odpad	93,68	0,0677	0,1680	0,0175	23,72	41,70	41,74	93,87	93,88	93,70	-70,15	-52,18	-51,96
	přívod	100,00	0,2674	0,3774	0,0393	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	6,01	3,3263	3,4640	0,3650	74,74	58,01	55,39	5,83	5,82	5,99	68,91	52,19	49,40
	odpad	93,99	0,0719	0,1603	0,0188	25,26	41,99	44,61	94,17	94,18	94,01	-68,91	-52,19	-49,40
	přívod	100,00	0,2675	0,3589	0,0396	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
KBX	koncentrát	4,74	3,4170	3,5920	0,3290	60,16	42,79	42,66	4,59	4,59	4,73	55,57	38,20	37,94
	odpad	95,26	0,1126	0,2390	0,0220	39,84	57,21	57,34	95,41	95,41	95,27	-55,57	-38,20	-37,94
	přívod	100,00	0,2692	0,3979	0,0366	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	4,44	4,1799	3,6441	0,3320	60,20	40,57	40,78	4,27	4,30	4,43	55,93	36,28	36,35

sběrač	produkt	výnos	obsah kovu v produktu			výtěžnost kovu do produktu			výtěžnost jaloviny do produktu			účinnost pro kov		
		[%]	[%]			[%]			[%]			[%]		
			Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
	odpad	95,56	0,1284	0,2480	0,0224	39,80	59,43	59,22	95,73	95,70	95,57	-55,93	-36,28	-36,35
	přívod	100,00	0,3083	0,3988	0,0361	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	4,66	4,2467	3,5500	0,2930	61,69	41,28	39,65	4,48	4,51	4,65	57,21	36,77	35,00
	odpad	95,34	0,1289	0,2468	0,0218	38,31	58,72	60,35	95,52	95,49	95,35	-57,21	-36,77	-35,00
	přívod	100,00	0,3208	0,4007	0,0344	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
KEX	koncentrát	6,05	3,2000	2,9700	0,3470	72,72	49,01	48,63	5,87	5,89	6,03	66,85	43,12	42,60
	odpad	93,95	0,0773	0,1990	0,0236	27,28	50,99	51,37	94,13	94,11	93,97	-66,85	-43,12	-42,60
	přívod	100	0,2662	0,3666	0,0432	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	5,73	3,5480	3,3220	0,3400	73,92	51,13	50,94	5,54	5,56	5,71	68,37	45,57	45,23
	odpad	94,27	0,0761	0,1930	0,0199	26,08	48,87	49,06	94,46	94,44	94,29	-68,37	-45,57	-45,23
	přívod	100	0,2750	0,3723	0,0382	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	5,63	3,8911	3,1780	0,3260	73,20	48,61	49,18	5,43	5,47	5,61	67,77	43,14	43,56
	odpad	94,37	0,0850	0,2004	0,0201	26,80	51,39	50,82	94,57	94,53	94,39	-67,77	-43,14	-43,56
	přívod	100	0,2993	0,3680	0,0373	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

sběrač	produkt	výnos	obsah kovu v produktu			výtěžnost kovu do produktu			výtěžnost jaloviny do produktu			účinnost pro kov		
		[%]	[%]			[%]			[%]			[%]		
			Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
TC1000	koncentrát	5,44	3,2810	3,5530	0,3400	66,87	48,74	46,95	5,28	5,27	5,42	61,60	43,47	41,53
	odpad	94,56	0,0935	0,2150	0,0221	33,13	51,26	53,05	94,72	94,73	94,58	-61,60	-43,47	-41,53
	přívod	100	0,2669	0,3966	0,0394	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	5,46	3,2360	3,9710	0,3460	65,76	48,35	47,94	5,30	5,27	5,44	60,46	43,08	42,50
	odpad	94,54	0,0973	0,2450	0,0217	34,24	51,65	52,06	94,70	94,73	94,56	-60,46	-43,08	-42,50
	přívod	100	0,2687	0,4484	0,0394	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	koncentrát	5,48	3,4820	3,8520	0,3310	67,48	48,41	45,38	5,30	5,29	5,46	62,17	43,12	39,91
	odpad	94,52	0,0973	0,2380	0,0231	32,52	51,59	54,62	94,70	94,71	94,54	-62,17	-43,12	-39,91
	přívod	100	0,2828	0,4360	0,0400	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 4 Vliv dávky sběrače (KAX) na výsledky flotace

produkt	KAX	výnos	obsah kovu v produktu			výtěžnost kovu do produktu			výtěžnost jaloviny do produktu			účinnost pro kov		
	[g/t]	[%]	[%]			[%]			[%]			[%]		
			Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
koncentrát	100	7,22	2,791	3,239	0,330	75,49	59,44	57,48	7,04	7,01	7,20	68,46	52,43	50,28
odpad		92,78	0,071	0,172	0,0190	24,51	40,56	42,52	92,96	92,99	92,80	-68,46	-52,43	-50,28
přívod		100,00	0,267	0,393	0,0415	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
koncentrát		6,65	2,795	3,547	0,359	74,54	60,79	60,07	6,48	6,44	6,63	68,06	54,35	53,44
odpad		93,35	0,068	0,163	0,0170	25,46	39,21	39,93	93,52	93,56	93,37	-68,06	-54,35	-53,44
přívod		100	0,249	0,388	0,0397	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
koncentrát	150	6,95	2,695	3,122	0,2980	77,93	59,16	59,42	6,78	6,76	6,93	71,15	52,40	52,49
odpad		93,05	0,057	0,161	0,0152	22,07	40,84	40,58	93,22	93,24	93,07	-71,15	-52,40	-52,49
přívod		100	0,240	0,367	0,0349	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
koncentrát		7,92	2,613	3,197	0,2870	78,93	62,08	60,38	7,73	7,70	7,90	71,20	54,38	52,48
odpad		92,08	0,060	0,168	0,0162	21,07	37,92	39,62	92,27	92,30	92,10	-71,20	-54,38	-52,48
přívod		100	0,262	0,408	0,0376	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00

produkt	KAX	výnos	obsah kovů v produktu			výtěžnost kovů do produktu			výtěžnost jaloviny do produktu			účinnost pro kov		
	[g/t]	[%]	[%]			[%]			[%]			[%]		
			Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
koncentrát	200	8,02	2,230	2,933	0,2860	77,64	61,96	61,82	7,86	7,81	8,00	69,78	54,15	53,82
odpad		91,98	0,056	0,157	0,0154	22,36	38,04	38,18	92,14	92,19	92,00	-69,78	-54,15	-53,82
přívod		100	0,230	0,380	0,0371	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
koncentrát		7,56	2,046	3,178	0,3390	76,64	62,49	59,98	7,42	7,35	7,54	69,22	55,14	52,44
odpad		92,44	0,051	0,156	0,0185	23,36	37,51	40,02	92,58	92,65	92,46	-69,22	-55,14	-52,44
přívod		100	0,202	0,384	0,0427	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00