

Prom. geol. Jana J o z l o v á , VÚHU :

### HYDROCHEMIE MOSTECKO-BÍLINSKÉ- DUCHCOVSKÉ KUŘAVKOVÉ OBLASTI

Potřeba odvodnění rozsáhlých oblastí kuřavkových písků v SHR má za následek nutnost všestranného poznání vlastností zvodnělých hornin i vody samé, tedy studia geologie, tektoniky, hydrogeologie a hydrochemie. Speciálně hydrochemickým poměrům kuřavkových a důlních vod nebyla dosud věnována soustavná pozornost. Starší autoři uvádějí pouze rozborů minerálních vod známých lázeňských míst a jenom v několika případech je možno v jejich pracích najít chemické rozborů pramenů prostých vod z širší oblasti SHR.

Soustavné odebrání vzorků vod na vrtech, spolu se zaznamenáváním ostatních hydrogeologických údajů o navrtaných podzemních vodách se datuje teprve od roku 1958, kdy byly vydány „Směrnice o provádění hydrogeologických prací v SHR“. Od té doby bylo nashromážděno značné množství chemických analýz, které však dosud nebyly souborně vyhodnoceny. Pouze J. Bříza (1961) graficky zpracoval chemismus vod v oblasti Libkovického pole do Dubovových dvojitéch trojúhelníkových grafů a sestavil hydrochemickou mapu tohoto území s terčovými grafy. J. Trachtulec (1963) provedl vyhodnocení chemismu vod v oblasti Mpsu pro výpočet zásob piliře města Mostu.

#### Hydrogeologická charakteristika zvodnělých horizontů

V komplexu terciérních hornin převažují horniny peletického charakteru, tj. jíly a jílovce, ve kterých jsou uzavřeny zvodnělé horizonty kuřavkových písků a sloje. Kuřavkové písky jsou vyvinuty převážně v 1 - 3 obzorech, které spolu hydrogeologicky souvisí. Jsou horizontálně i vertikálně značně proměnlivé, přecházejí do písčitých jílů nebo pískovců, místy jednotlivé polohy vyklíňují. Písky jsou většinou velmi jemnozrnné, nepevněné, voda je v nich průlinová. K povrchu vycházejí na jihu a na východě mezi Duchcovem, Bílinou a Mostem. Odtud se noří k sz směrem do pánve, kde v oblasti kolem Pařidel, Mariánských Radčic a Libkovic jsou uloženy v největších hloubkách, až 260 m pod povrchem. V těchto oblastech se písky zjemňují a vyklíňují.

Infiltrační oblast kuřavek je při jejich výchozech na jihu a její plocha se vlivem povrchového dobývání značně zmenšila. Možnost infiltrace povrchových vod



do nadložních zvodnělých horizontů je tedy velmi omezená. Kuřavkový horizont leží pod erozivní bází krajiny a nemá v hlubších partiích odtok. Hladina podzemní vody je většinou napjatá. Před zásahem do původního hydrogeologického režimu těžbou byl kuřavkový horizont až na menší okrajové partie statickou nádrží podzemních vod bez cirkulace. Odvodňováním dochází k pohybu vody do hloubky směrem k odvodňovaným úsekům. Tím se zmenšují statické zásoby podzemní vody, které jsou jen z malé části doplňovány a ředěny dynamickými přítoky převážně ze srážkových vod.

Dalším zvodnělým horizontem v terciárním souvrství je uhelná sloj. Její generální úklon je rovněž k sz. Obsahuje vodu převážně puklinovou. Původní hydrogeologický režim je narušen důlní činností, takže lze říci, že dnešní zvodnění uhelné sloje je z velké části vázáno jen na stařiny.

Lokálně se vyskytuje v tomto území ještě zvodnělý horizont kvartérních štěrkopísků a sutí s průlinovou vodou.

#### Odběr a zpracování vzorků vody pro chemické analýzy

Vzorky vody pro analýzy, které byly podkladem k vypracování této studie, byly odebírány na vrtech Vrtného průzkumu Osek, pokud možno ze všech naražených zvodnělých horizontů. Pouze malá část vzorků byla odebrána v průběhu čerpacích pokusů, prováděných na některých vrtech. Analýzy provedla Ústřední laboratoř SHD v Mostě.

Celkem bylo použito asi 400 rozborů vod, většinou z nadložních terciárních horizontů (320 vzorků), zbývající ze sloje, z kvartéru a z podloží sloje. Studované území se rozkládá zhruba mezi Mostem, Duchcovem a Bílinou.

U všech rozborů byla určována tvrdost, obsah volného  $\text{CO}_2$ , obsah  $\text{SiO}_2$ , koncentrace vodíkových iontů pH a výparek sušený a žíhaný. Z aniontů byly určovány  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$ , v několika případech i  $\text{CO}_3^{2-}$ . Z kationtů byly stanoveny  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{K}^+$  a  $\text{Na}^+$  byly určovány teprve od r. 1963, do té doby bylo nutno jejich obsah sumárně vypočítávat. U všech rozborů byla vypočítávána hodnota celkové mineralizace jako součet aniontů, kationtů, volného  $\text{CO}_2$  a  $\text{SiO}_2$ . Kvalita provedených rozborů značně kolísá. V některých případech jsou nepřesnosti dosti veliké, zvláště u vzorků, kde nebyl stanoven obsah alkálií.

#### Způsoby zpracování chemických analýz

Výsledky analýz byly zpracovány několika způsoby. Nejprve byly sestaveny přehledné tabulky všech rozborů, kde byly absolutní váhové hodnoty (mg/l) pře-

počítány na miligramekvivalenty (mval/l) a jejich procentuální zastoupení (% mval). Z těchto tabulek se pak vycházelo při dělení vod na typy podle různých hledisek a při sestavování grafů.

Na základě komplexního vypracování analýz bylo možno rozdělit oblast nadložních terciérních zvodnělých horizontů zhruba na dvě části, které se navzájem poněkud liší. Je to jednak oblast nejhlubších partií kuřavek v západní části území, přibližně na katastrech Kopisty, Mariánské Radčice, Libkovic a částečně Hrdlovka, jednak oblast mělčích okrajových partií kuřavek, zahrnující celé zbývající území. Obě oblasti mají rozdílnou hloubku uložení zvodnělého horizontu pod povrchem a rozdílnou možnost doplňování a cirkulace podzemních vod. Pro názornost bude tato skutečnost respektována při všech dalších úvahách.

Podle množství odparku lze vody rozdělit do 3 skupin:

| Typ vody           | Množství odparku | Vzorky z okraj. partií kuř.oblasti |     | Vzorky z nejl. partií kuř. oblasti |      |
|--------------------|------------------|------------------------------------|-----|------------------------------------|------|
|                    | mg/l             | počet                              | %   | počet                              | %    |
| sladké             | < 1 000          | 120                                | 57  | 46                                 | 42   |
| sl. mineralizované | 1 000 - 3 000    | 86                                 | 41  | 60                                 | 54,5 |
| stř.mineralizované | 3 000 -10 000    | 4                                  | 2   | 4                                  | 3,5  |
|                    | celkem           | 210                                | 100 | 110                                | 100  |

Z tabulky vyplývá, že směrem k výchozovým partiím se mineralizace kuřavkových vod poněkud zmenšuje.

Podle koncentrace vodíkových iontů mají vody značný rozptyl. U všech rozborů nebyla hodnota  $pH$  stanovena, proto jsou uvedeny jen ty, které byly k dispozici - viz následující tabulka :



| Typ vody      | Hodnota<br>pH | Vzorky z okrajových partií<br>kuř. oblasti |       | Vzorky z nejl. partií<br>kuř. oblasti |       |
|---------------|---------------|--------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
|               |               | počet                                      | %     | počet                                 | %     |
| kyselé        | < 6,0         | 7                                          | 7,9   | -                                     | -     |
| sl. kyselé    | 6,0 - 6,9     | 19                                         | 21,3  | 13                                    | 21,4  |
| neutrální     | 6,91 - 7,09   | 12                                         | 13,5  | 9                                     | 14,6  |
| sl. alkalické | 7,1 - 7,5     | 27                                         | 30,3  | 15                                    | 24,6  |
| alkalické     | > 7,5         | 24                                         | 27,0  | 24                                    | 39,4  |
|               | celkem        | 89                                         | 100,0 | 61                                    | 100,0 |

Byla též sledována závislost pH na hloubce zvodnělého horizontu a bylo zjištěno, že s přibývajícím hloubkou se v průměru zvyšuje alkalita. Dalším poznatkem je, že vody z méně propustných horizontů, slabě písčitých jílovů a jíloveců, jsou kyselé, než vody z písků, jílovitých písků a pískovců. Vody z uhlénné sloje jsou naopak alkaličtější. V kuřavkových písčích při jv a jz výchozu se vyskytují ojediněle vody kyselé (pH < 6), které mají většinou zvýšený obsah síranů.

Podle poměrného zastoupení iontů nad 25 % mval byly vody rozděleny do 6 skupin:

- NB - vody natrium-bikarbonátové
- MB - vody magnesium-bikarbonátové
- CB - vody kalcium-bikarbonátové
- NS - vody natrium-sulfátové
- MS - vody magnesium-sulfátové
- CS - vody kalcium-sulfátové

| Oblast                                      |                 | Vody typu |      |     |       |      |       | Celkem |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------|------|-----|-------|------|-------|--------|
|                                             |                 | NB        | MB   | CB  | NS    | MS   | CS    |        |
| Okrajové partie<br>kuřavkové<br>oblasti     | Počet<br>vzorků | 78        | 28   | 18  | 22    | 33   | 31    | 210    |
|                                             | %               | 37,2      | 13,3 | 8,6 | 10,45 | 15,7 | 14,75 | 100    |
| Nejhlubší<br>partie<br>kuřavkové<br>oblasti | Počet<br>vzorků | 82        | 5    | -   | 15    | 3    | 5     | 110    |
|                                             | %               | 74,6      | 4,5  | -   | 13,65 | 2,75 | 4,5   | 100    |



Z tabulky je patrné početní i procentuální zastoupení těchto jednotlivých skupin opět podle výše uvedených oblastí. V nejhlubších partiích kuřavkového horizontu, kde jsou převážně původní nezředěné podzemní vody, převládá typ natrium-bikarbonátový, kdežto v oblastech s pokročilým stupněm odvodňování a v okrajových partiích jsou vody hydrochemicky značně pestřejší.

Podle tohoto hlediska bylo dále provedeno srovnání chemismu vod z nadložních terciérních zvodnělých obzorů vcelku s vodami ze sloje a z kvartéru. O výsledcích podává přehled následující tabulka:

| Zvodnělý horizont             |                | Vody typu |      |      |      |       |       | Celkem |
|-------------------------------|----------------|-----------|------|------|------|-------|-------|--------|
|                               |                | NB        | MB   | CB   | NS   | MS    | CS    |        |
| Nadložní písč. jílov. horniny | Počet vzorků   | 160       | 33   | 18   | 37   | 36    | 36    | 320    |
|                               | %              | 50,0      | 10,3 | 5,6  | 11,6 | 11,25 | 11,25 | 100    |
| Sloj                          | Počet vzorků   | 19        | 1    | 4    | 9    | 2     | 12    | 47     |
|                               | %              | 40,5      | 2,1  | 8,6  | 19,1 | 4,2   | 25,5  | 100    |
| Kvartér                       | Počet v vzorků | 1         | 2    | 1    | 2    | 4     | 6     | 16     |
|                               | %              | 6,25      | 12,5 | 6,25 | 12,5 | 25,0  | 37,5  | 100    |

Z výsledků vyplývá, že v kuřavkových vodách jasně převažují bikarbonáty a alkálie, ve vodách uhelné sloje je zhruba vyrovnán poměr síranů a bikarbonátů, zatímco slabá převaha alkálií je stejná. Ve vodách z kvartérních horizontů je již vidět jasnou převahu síranů a rovněž význam alkalických zemin vzrostl oproti oběma předešlým horizontům.

#### Závislost celkové mineralizace a obsahu jednotlivých iontů na hloubce zvodnělého horizontu

Aby bylo možno nalézt tyto závislosti, byly vypracovány grafy, kde na vodorovnou osu byla vynášena hodnota mineralizace v mg/l a na svislou osu hloubka naraženého zvodnělého horizontu v metrech. Ze získaných bodů byly sestaveny průměrové křivky, které jsou však zatíženy určitou chybou. Jednak je



rozptyl bodů ve většině grafů větší, než průměrovaná hodnota, jednak v některých hloubkách bylo k dispozici velmi málo rozborů a působí zde tudíž nutně chyba malých čísel. V nejhlubších partiích kuřavek je nejméně údajů v hloubkách do 60 a nad 220 m, v okrajových oblastech v hloubkách větších než 120 m. Aby bylo možno i zde srovnat obě výše uvedené rozdílné oblasti, jsou ve všech grafech průměrové křivky pro každou z těchto oblastí.

Hodnoty celkové mineralizace se pohybují zhruba od 400 do 4 000 mg/l. Tyto krajní hodnoty jsou však dosti výjimečné, nejvíce se vyskytují vody o celkové mineralizaci 600 - 1 700 mg/l.

Průměrové křivky 1 a 2 (viz obr. č. 1) byly sestaveny pouze z bodů, odpovídajících mineralizaci vod z písků pro obě hlavní oblasti, křivka 3 z bodů, odpovídajících mineralizaci vod z uhlí. Na první pohled jsou průměrové křivky vod z písků nejhlubší a okrajové oblasti značně odlišné. Rozborem však dojdeme k závěru, že hlavní rozdíly jsou v místech, kde je na té či oné křivce nedostatek průměrovaných bodů. Pro obě křivky je společný růst mineralizace od 70 do 110 až 130 m a hlouběji poměrně prudký pokles. V absolutních hodnotách je průměrová křivka vod z nejhlubších partií kuřavek vyrovnanější (1 000 - 1 500 mg/l).

Hodnoty mineralizace vod z pískovců, písčitých jíílů a jíílů nejsou zprůměrovány. Rozmístění bodů však přibližně sledovalo průběh průměrových křivek vod z písků. Zajímavé je srovnání křivky 2 s průměrovou křivkou mineralizace vod ze sloje. Průměrovaných hodnot zde bylo sice méně, přesto však je nápadná inverze obou křivek.

Pro všechny další průměrové křivky byly brány v úvahu obsahy určených komponent ze všech nadložních terciérních zvodnělých horizontů.

Dva hlavní anionty, bikarbonáty a sulfáty mění svou koncentraci s hloubkou zhruba inverzně. Srovnáme-li průměrové křivky z nejhlubší části kuřavkové oblasti (obr. č. 2, křivky 1 a 2) s průměrovými křivkami z okrajových mělčích částí (křivky 1' a 2') vidíme, že u obou aniontů jsou charakteristické body, tj. maxima a minima u průměrových křivek z nejhlubších částí kuřavek zhruba o 30 m níže než u křivek z okrajových oblastí. Obsah sulfátových iontů je v okrajových částech ve srovnání s nejhlubšími partiemi kuřavek značně vyšší, obsah bikarbonátů naopak nižší. Velmi zřetelně se tyto rozdíly projevují v hloubkách větších než 50 m.

Obsah vápníku a hořčíku u jednotlivých vzorků vody má značně menší rozptyl než obsah hlavních aniontů, maximálně asi do 200 mg/l. Průměrové křivky



obsahu obsahu alkalických zemin u vod v nejhlubších partiích kuřavek (1 a 2) nevykazují větších výchylek, stejně jako průměrová křivka obsahu  $Mg^{++}$  (2') z mělčích částí kuřavkové oblasti. Pouze u průměrové křivky obsahu  $Ca^{++}$  (1) se zvyšuje průměrná koncentrace tohoto kationtu v hloubkách 10 - 20 a 100 - 120 m zhruba na dvojnásobek (viz obr. č. 3 ab).

Hodnoty koncentrace draslíku a sodíku (viz obr. č. 3 c) bylo nutno vynášet v součtu. Průměrové křivky jsou pro obě oblasti v hrubých rysech shodné. De hloubky asi 210 m mají křivky stoupající tendenci, hlouběji pozvolna průměrná koncentrace alkálií klesá.

Kromě hlavních iontů byla sledována hloubková závislost koncentrace též u volného  $CO_2$ . Je však nutno brát v úvahu, že hodnoty získané laboratorním rozbořem jsou zatíženy značnou chybou, vznikající již při odběru vzorků vody. Absolutní hodnoty koncentrace se pohybují nejčastěji od 150 - 350 mg/l, maximálně dosahují až 880 mg/l, ovšem zcela výjimečně, většinou ve sloji a jejím podloží v okolí Mostu. Průměrové křivky (viz obr. č. 4) vykazují pro obě hlavní oblasti markantní rozdíl. Obě křivky mají maxima v úseku nejčastějšího hloubkového výskytu zvodnělých horizontů, té které oblasti.

#### Rozdíly v poměrném zastoupení hlavních iontů

Kritériem pro tyto úvahy byla prostá převaha v zastoupení hlavních aniontů ( $SO_4^{--}$  a  $HCO_3^{-}$ ) a kationtů (alkálií a alkalických zemin) u jednotlivých rozborů vod, vyjádřená v % mval. Bylo vyjádřeno procentuálně množství vzorků, ve kterých převažují bikarbonáty nad sulfáty u vod ze dvou odlišných oblastí kuřavkových písků, z písků vcelku a u vod ze sloje a z kvartéru. Stejně výpočty byly provedeny pro vyjádření procentuálního poměru počtu vzorků, v nichž převažují alkálie nad alkalickými zeminami k těm, ve kterých mají převahu alkalické zeminy nad alkáliemi.

V nejhlubších partiích kuřavek jsou vody, ve kterých převládají bikarbonáty nad sulfáty, zastoupeny v poměru asi 4 : 1 nad vodami s převažujícími sulfáty, v okrajových oblastech převládají bikarbonáty již jen v poměru 3 : 2. V okrajových oblastech tedy význam sulfátů ve vodách vzrůstá.

Ještě výraznější je rozdíl v poměru vod, ve kterých převažují alkálie nad alkalickými zeminami. V nejhlubších partiích je tento poměr 9 : 1 ve prospěch vod s převahou alkálií, v okrajových částech je poměr téměř vyrovnaný 1 : 1, vody s převahou alkalických zemin však nepatrně převládají.

Ve vodách ze sloje je proti kuřavkovým vodám zvýšený obsah síranů; poměr



vod s převahou alkálií k vodám s převahou alkalických zemin je v obou horizontech stejný.

Vody kvartérního horizontu mají proti vodám kuřavkovým ještě markantnější převahu síranů nad bikarbonáty než vody ze sloje a poměr vod s převahou alkalických zemin k vodám s převahou alkálií je také větší než u ostatních dvou horizontů.

#### Některé závěry o tvoření kuřavkových vod

Kuřavkové vody jsou vesměs vadózní, pravděpodobně z velké části synsedimentární a před narušením celkového hydrogeologického režimu celé oblasti důlní činností a odvodňovacími pracemi mělo zpomalenou cirkulaci a omezené doplňování.

S ohledem na litogenetický charakter terciérních sedimentů lze předpokládat, že mineralizace kuřavkových vod je výsledkem chemických procesů, které probíhaly souběžně s diagenesí. Vzhledem k tomu, že sedimentační oblast měla limnický charakter, lze předpokládat vody původně velmi slabě mineralizované, pocházející většinou z atmosférických srážek a primárně obsahující  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Zdrojem dnešní mineralizace kuřavkových vod byly potom složité biochemické procesy. Probíhaly během diagenese při rozkladu organických zbytků obsažených v sedimentech za nepřístupu vzduchu po převrstvení pelity. Těmito pochody se dostaly do roztoku některé základní chemické komponenty, jako Fe, K, Na, Ca, Mg, C, S a O. V nastalém nerovnovážném stavu se postupně tvořily autigenní minerály, v první fázi sirníky železa, ve druhé potom siderit. Tím se postupně měnil původně slabě kyselý charakter vod v neutrální až alkalický.

Mimo to však jistě spolupůsobila řada faktorů, které se podílely na utváření chemického charakteru vod. Je to např. schopnost některých jílových minerálů, hlavně montmorillonitu, zaměňovat ionty vyšších valencí ( $\text{Ca}^{++}$  a  $\text{Mg}^{++}$ ) za ionty nižších valencí ( $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$ ). Tím se mohly do roztoku uvolnit alkálie, vázané na jílové minerály. Kromě toho je nutno uvažovat i prostou migraci iontů (jednotlivé ionty jsou různě pohyblivé, nejvíce např.  $\text{Na}^+$ ) a difusi molekul vody ve směru vertikálním vlivem teploty. Největší pohyblivostí iontu  $\text{Na}^+$  lze např. částečně vysvětlit jeho největší nahromadění v největších hloubkách, kde je nejmenší možnost povrchového ovlivnění chemického složení vod. Výsledný rozmanitý charakter vod je výsledkem těchto složitých pochodů v rozličných specifických lokálních podmínkách. V okrajových partiích kuřavek je pestrost chemických typů vod ještě zřetelnější. Je zde kratší vzdálenost od infiltračních oblastí, což mělo



za následek zvýšenou možnost mísení těchto vod s vodami z povrchu ještě před narušením hydrogeologického režimu kuřavkových vod hornickou činností.

V rozmezí původního oxydačního pásma, asi do hloubky 20 m pod povrchem, kde jsou písky intensivně zbarveny vysráženým limonitem, mohlo docházet k rozkladu minerálů, obsahujících železo, např. pyritu a sideritu. Při těchto reakcích jsou výslednými produkty i meziprodukty některé silně agresivní látky ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}_2$  apod.), které podstatně urychlují vyluhování minerálních látek z hornin.

Též pokročilými hornickými a odvodňovacími pracemi je v poslední době způsobena rychlejší cirkulace podzemních vod, jejich ředění a mísení vod z různých zvodnělých horizontů vlivem porušení nadloží.

#### Možnosti využití kuřavkových vod

Na základě provedeného hydrochemického studia je možno vyjádřit se k možnosti využití kuřavkových vod pro účely pitné a užitkové. Je nutno zdůraznit, že převážná většina vod v surovém stavu nevyhovuje základním normám pro pitné vody, které vydal Státní ústav hydrogeologický v Praze.

Především téměř bez výjimky všechny vody překračují přípustnou mez mineralizace, tj. maximálně 500 mg/l odparku při 105° C. Také celková tvrdost je ve více než polovině případů větší než 25° něm., které připouští norma. Dále některé vzorky obsahují iont  $\text{NH}_4^+$  v poměrně značném množství, což je nepřípustné. Obsah  $\text{CO}_2$  a Cl se pohybuje zhruba v hranicích normy. Dusičnany a dusitany se nevyskytují. Pro obsah síranů sice v normě pro pitné vody hranice stanovená není, přesto však je enormně vysoký. Teploty vod nebyly většinou k dispozici, ze zkušenosti však je známo, že v hluboko uložených kuřavkových horizontech dosahuje teplota vody až 20° C, při čemž norma povoluje maximálně teplotu 12° C.

V případě nutnosti použití těchto vod pro vodárenské účely by bylo nutno provádět složité úpravárenské procesy.

Využití kuřavkové vody pro účely stavební a užitkové bez úpravy také ve většině případů nelze. Většina vod má silnou síranovou agresivitu, obsah síranů převyšuje normu, která podle různých autorů povoluje maximálně 150 - 300 mg/l.

#### Význam studia chemismu vod pro praxi

Znalost chemismu kuřavkových vod má vedle teoretické důležitosti též nemalý význam pro báňsko-technickou praxi. Chemický charakter vod může totiž do značné



míry nepříznivě působit na některá důlní zařízení. Lze tedy předpokládat, že podrobný výzkum může, vedle otázek týkajících se bezprostředně odvodňování, ovlivnit i projekci některých důlních zařízení, jejichž rychlé opotřebení může být v nemalé míře způsobeno agresivitou vod. Výsledků hydrochemického studia lze využít zejména:

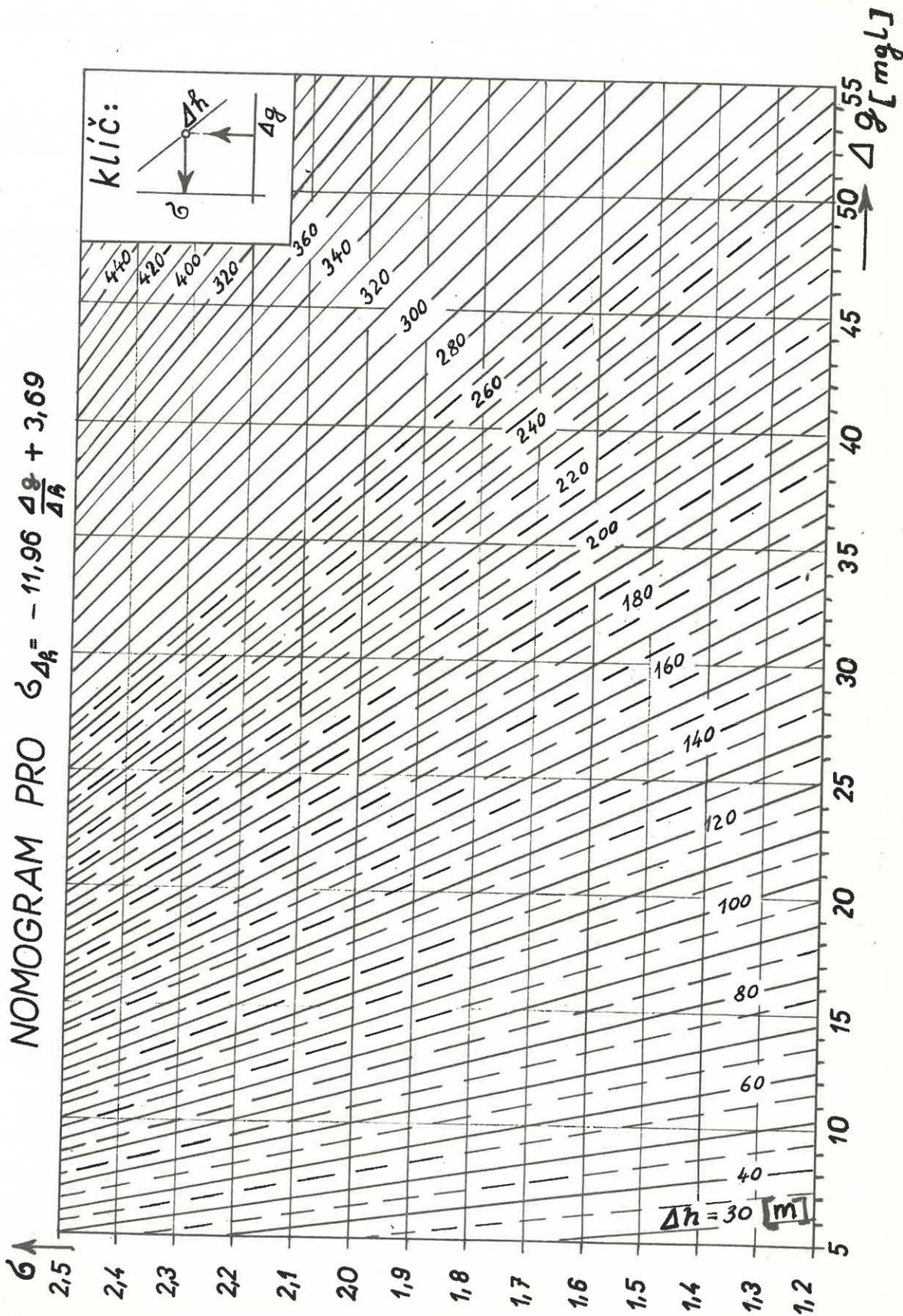
- při havarijních stavech, kdy na základě znalosti chemismu vod lze identifikovat její původ, tzn. rozhodnout o tom, jedná-li se o vodu z kuřavek, ze stařin, z povrchu, nebo o termální a minerální vody a eventuálně předvídat další vývoj situace
- při rozhodování o větším podílu infiltrace vody z povrchu v čerpaných vodách, zejména poblíž výchozů zvodnělých horizontů
- při volbě typu a konstrukčním provedení čerpadel v čerpacích stanicích a odhadu životnosti armatur a potrubí
- při rozhodování o použití stavebního materiálu pro díla, která mohou přijít do styku s příslušnými vodami, především výztuží jam procházejících vodonosnými horizonty a důlních objektů, vybudovaných v zónách průsaku těchto vod
- při úvahách o využití vod pro účely pitné a užitkové na důlních závodech nebo jiných podnicích.

#### S h r n u t í

V rámci této práce byl sledován chemismus vod z kuřavkových písků. Dále byly stanoveny závislosti koncentrace různých chemických komponent na hloubce zvodnělého horizontu, provedeny některé závěry o původu kuřavkových vod a srovnán chemismus vod z terciálních písků s vodami z uhelné sloje a z kvartéru. Poznání chemického charakteru kuřavkových vod má význam pro báňsko-technickou praxi, např. odvodňování, identifikaci původu vod, přitékajících do dolů apod. a též pro jejich praktické využití.

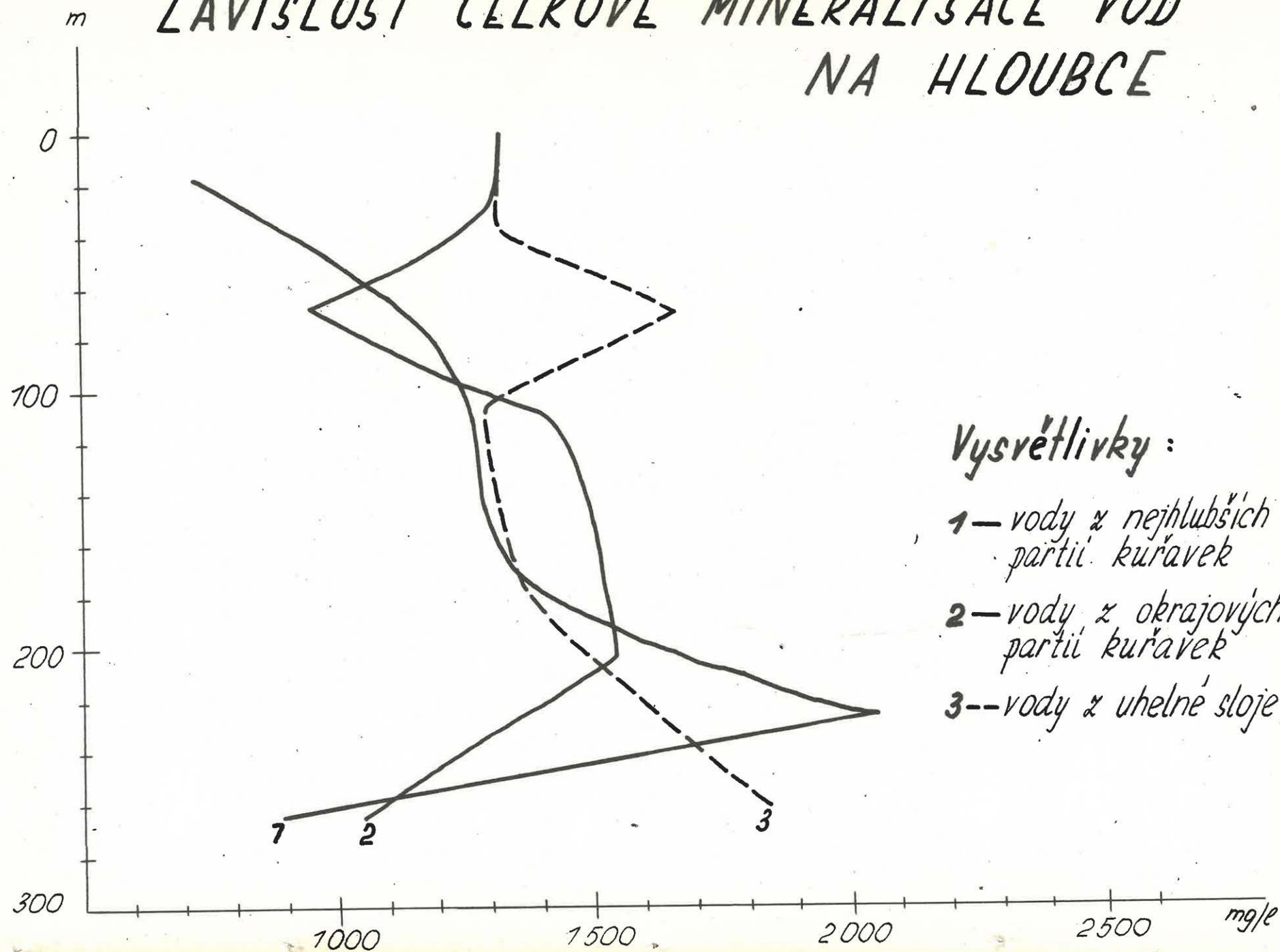


NOMOGRAM PRO  $\zeta_{4R} = -11,96 \frac{\Delta g}{\Delta h} + 3,69$



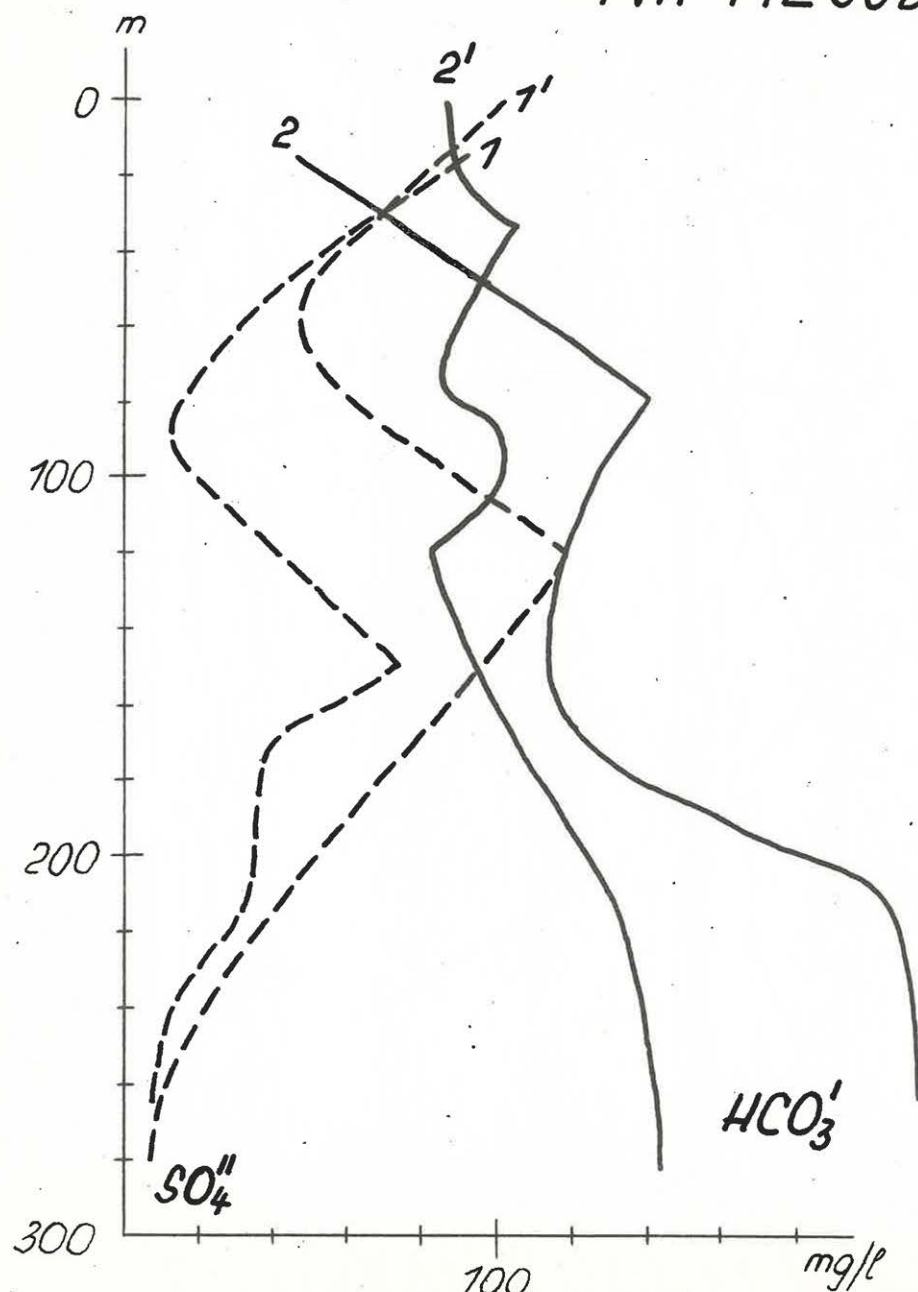


# ZÁVISLOST CELKOVÉ MINERALISACE VOD NA HLOUBCE



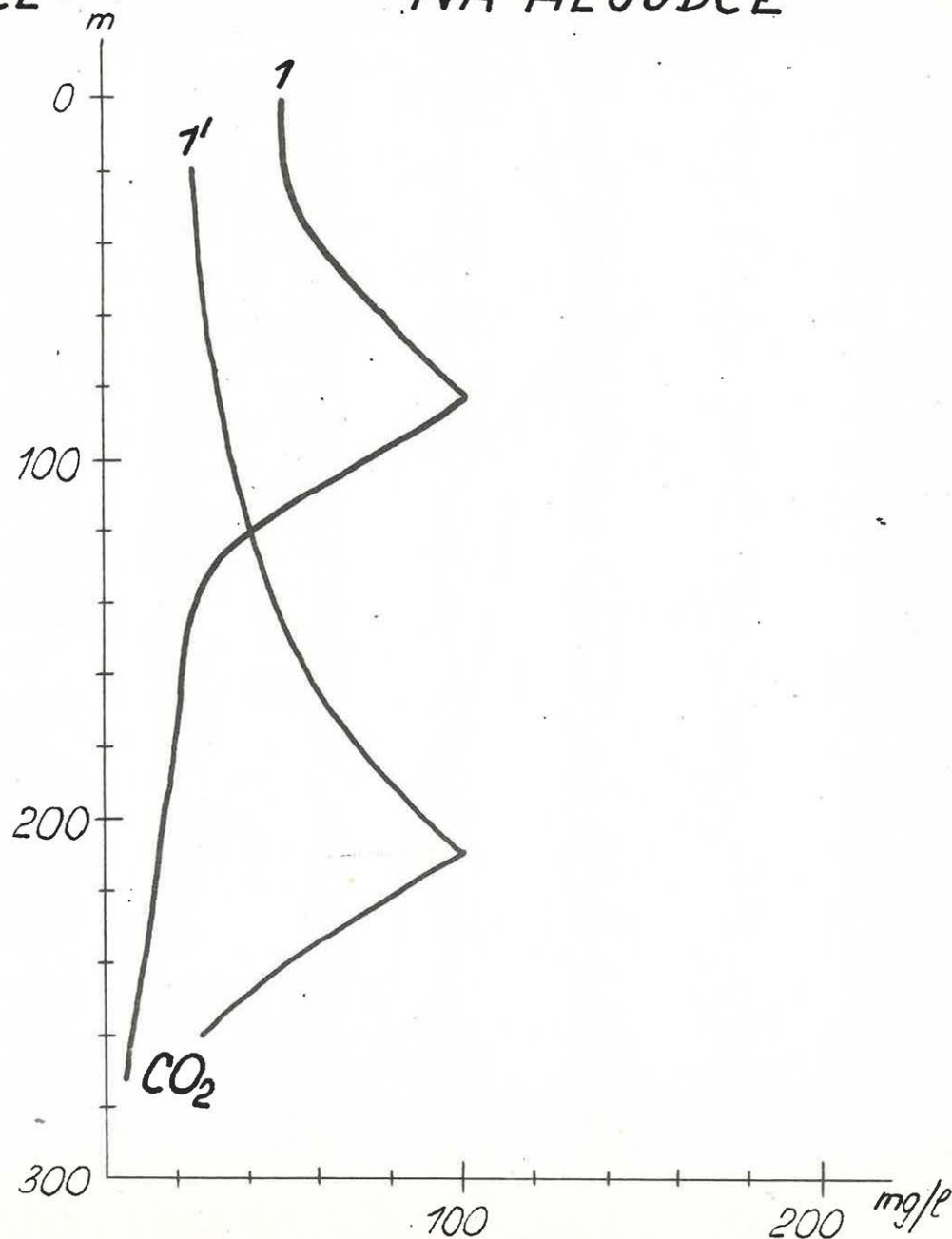


# ZÁVISLOST OBSAHU ANIONTŮ NA HLoubCE



obr. č. 2

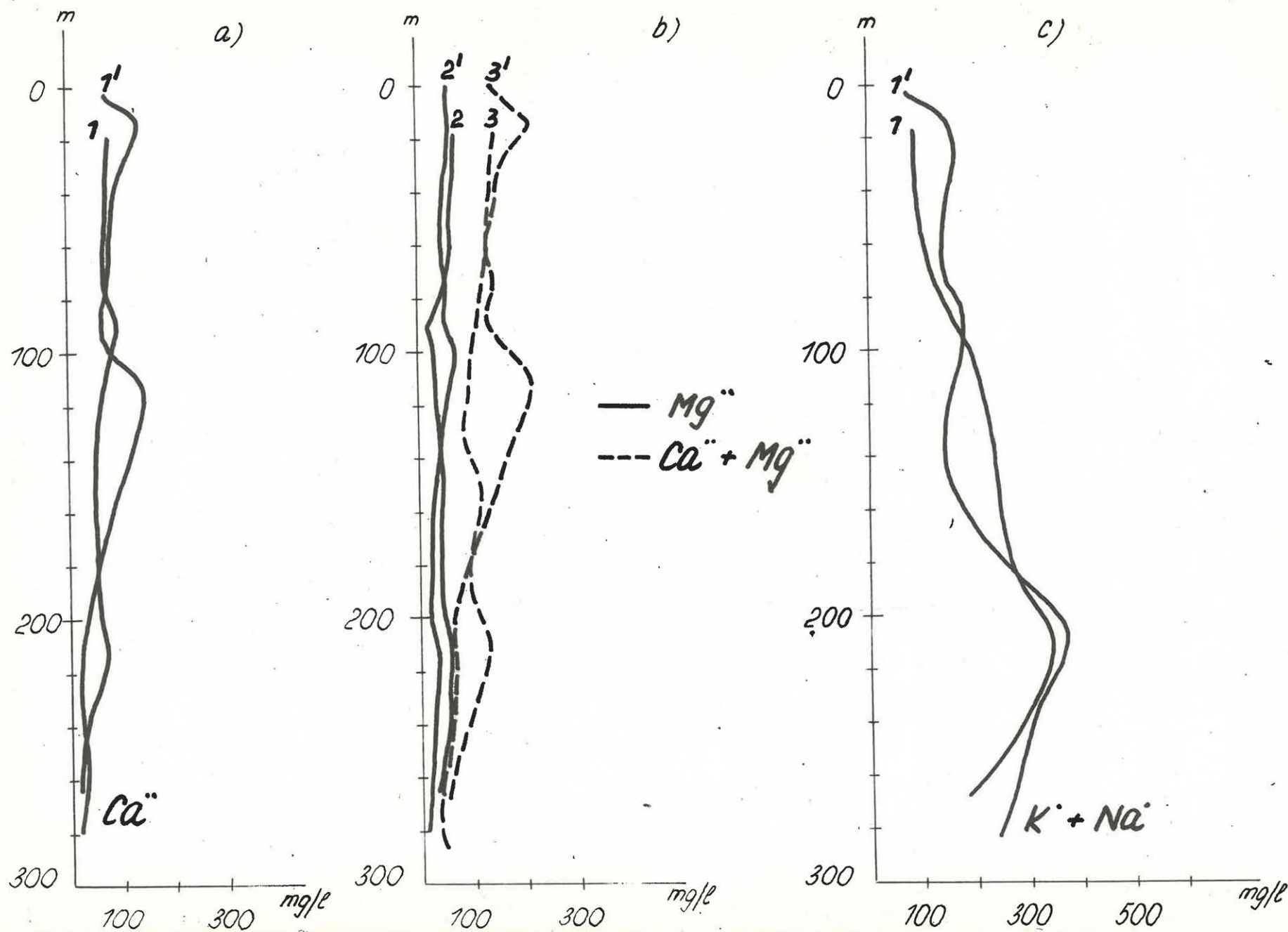
# ZÁVISLOST OBSAHU $\text{CO}_2$ NA HLoubCE



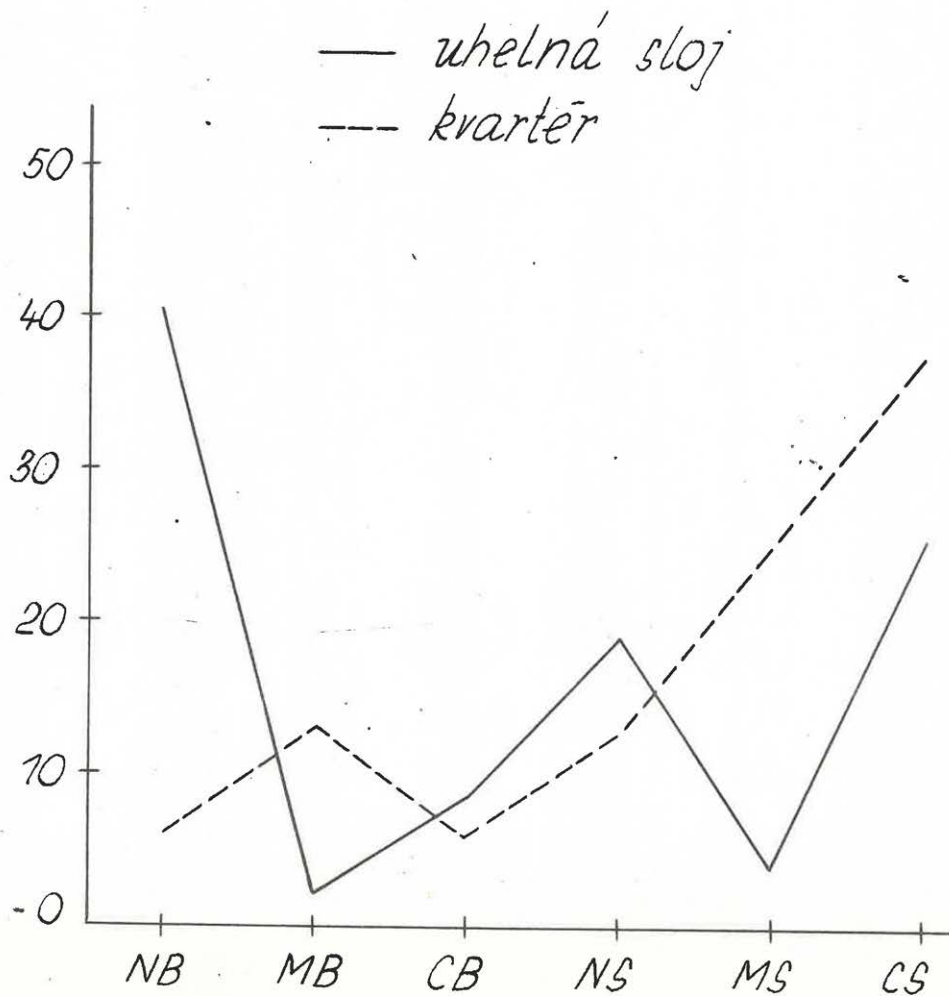
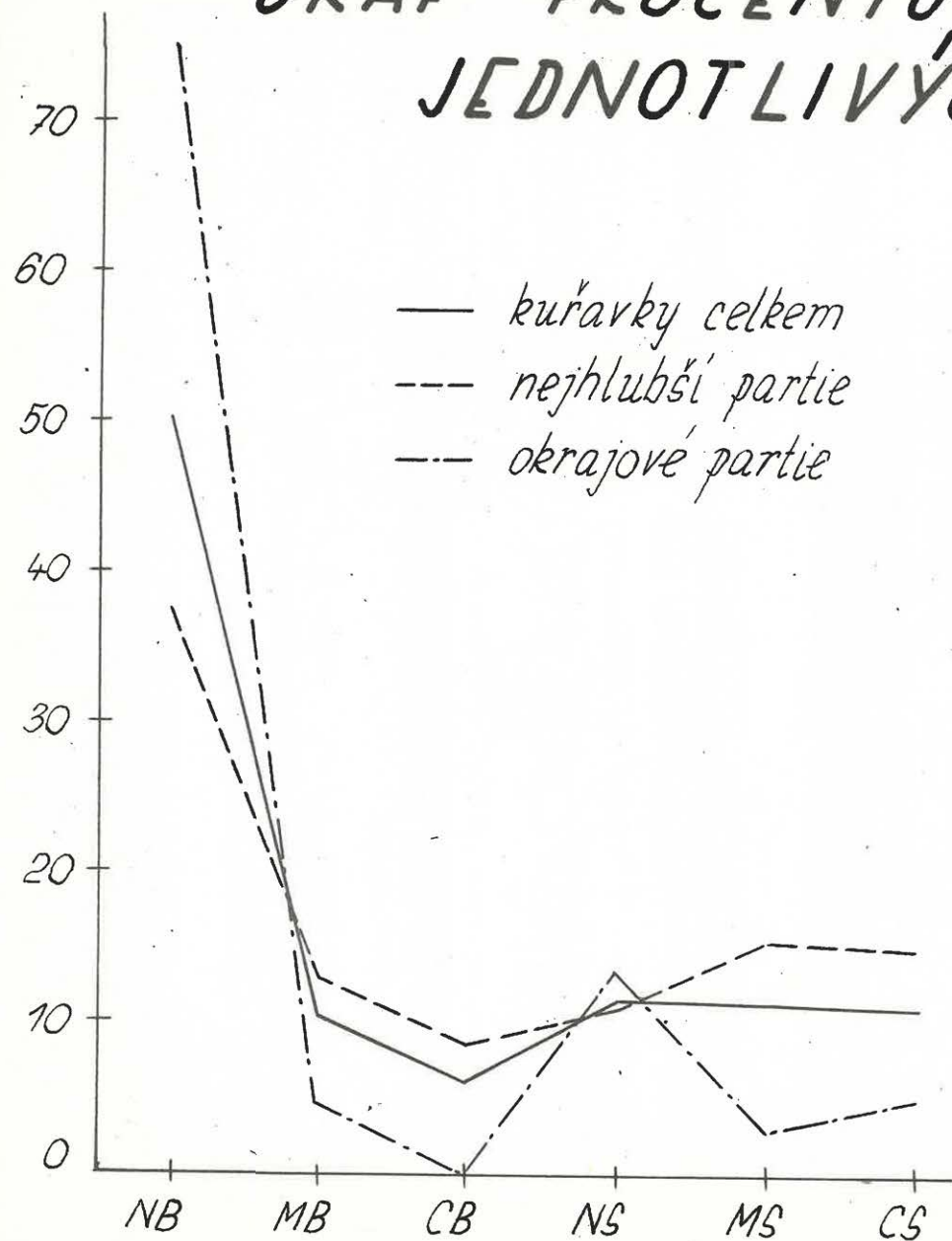
obr. č. 4



# ZÁVISLOST OBSAHU KATIONTŮ NA HLOUBCE



# GRAF PROCENTUELNÍHO ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ VOD



obr. č. 5