

P. S. Marcela R á k o s o v á, VÚRH
Ing. Jiří M a l ý, VÚRH

Vztah mezi petrografickými a fyzikálně mechanickými vlastnostmi zemín

Dlouhodobě řešený úkol, týkající se zjišťování velikosti rypných odporů nadložních zemín severočeské hnědouhelné pánve, vyvolal řadu dílčích prací, na jejichž splnění závisí úspěch celého řešení. Předpokládaným cílem je klasifikace třetihorních jíílů a jíílovů po stránce jejich rýpatelnosti a rozpojitelnosti. Metoda této klasifikace by měla být především rychlá, pracovníě nanáročná a finančně únosná. Poněvadě se mají hodnotit zeminy, které v současné době leží v oblasti dosud neotevřených velkolomů a jsou přístupné pouze vrty, musíme proto najít metodu, která by pomocí rozborů z poměrně malých vzorků zeminy (vrtná jádra) byla schopna stanovit chování dotýčné zeminy po otevření lomu v průběhu skrývání. Očekává se tedy prognóza vlastností nadložních jíílů SHR.

Ke splnění vytýčeného úkolu (ve spolupráci s útvarem měřicí techniky, který zajišťuje měření v terénu a na měrném stavu) jsme zvolili následující postup prací:

- měření rypného odporu nadložních zemín SHR nepřímou metodou na velkostrojích ve vytypovaných lomech pánve
- odběr vzorků z těchto nadložních zemín, změřených nepřímou metodou a následné stanovení jejich petrografického složení v laboratoři
- u těchto vzorků provedení běžných laboratorních zkoušek mechaniky zemín, které jsou hlavním zdrojem znalostí o fyzikálně mechanických vlastnostech zemín
- laboratorní stanovení rypného odporu výše uvedených zemín na měrném stavu a horizontální obraěe.

V ideálním případě, budou-li všechna uvedená měření reprodukovatelná, měli bychom po proměření všech typických druhů zemín severočeské pánve obdržet klasifikační schéma nadložních zemín revíru. Vynecháním jednoho členu ze souboru měřených veličin (měření nepřímou metodou na velkostrojích) mohli bychom si pak potřebné hodnoty vypočítat. Takto by vznikla možnost získání podkladů pro předpokládané rypné odpory v dosud neotevřených velkolomech severočeské hnědouhelné pánve.

Aby se současné finanční náklady nutně pro projekci nových velkolon a konstrukci výkonnějších typů velkostrojů nezvyšovaly, je nutno omezit počet rozborů na nejmenší míru při zachování, po případě zvýšení, kvality výsledků.

K tomu účelu považujeme za vhodné prověřit veškeré laboratorní zkoušky oddělení mechaniky zemin a laboratorní výsledky oddělení petrografie s cílem posoudit, které výsledky jsou pro stanovení velikosti rypného odporu podstatné a na druhé straně se pokusit určit ty zkoušky, které nemají prvořadý význam pro celkový charakter zeminy a tudíž by se daly z dosud obvyklého souboru fyzikálně mechanických a petrografických hodnot vypustit. Tím by se snížily ekonomické náklady na celý úkol a navíc by se uvolnila kapacita v obou laboratořích pro jiné výzkumné účely.

V současné době se v oddělení petrografie provádějí při řešení úkolu o klasifikaci nadložních zemin z hlediska rýpatelnosti tyto roz-
bory:

- 1) rentgenografické rozborů pomocí RIG goniometru metodou přirozeně orientovaných vzorků pro zjištění semikvantitativního složení jílových minerálů a metodou práškovou pro zjištění kvalitativního charakteru vzorku
- 2) termické rozborů za účelem kvalitativního zjištění amorfních komponent ve vzorku a kvantitativního zjištění organických látek
- 3) chemické stanovení křemene
- 4) chemické stanovení karbonátů (siderit, dolomit, kalcit, aragonit)
- 5) chemické stanovení organických látek při obsahu větším než 4 %.

Oddělení mechaniky zemin provádí pro výše uvedený účel následující zkoušky:

- stanovení objemové hmotnosti
- stanovení měrné hmotnosti
- stanovení vlhkosti v procentech sušiny
- stanovení vlhkosti v procentech objemu
- stanovení pórovitosti
- stanovení Atterbergových mezí: mez tekutosti, mez plasticity, index plasticity
- stanovení smykové zkoušky nekonsolidované, neodvodněné (úhel vnitřního tření, smyková soudržnost).

Fyzikálně mechanické vlastnosti zemín jsou, kromě diagenetických, tektonických a jiných, funkcí jejich mineralogického složení. Pro zjištění těsnosti vztahu tohoto mineralogického složení zemín vyjádřeného výsledky petrografických rozborů a fyzikálně mechanických vlastností zemín, reprezentovaných převážně usazenými zkouškami mechaniky zemín, pořídili jsme soubor 74 vzorků z vrtných jader vrtů a zásakových vzorků z lomů střední a západní části pánve (vrty Krbice 38, Krbice 39, Bylany 62, Kralupy 161, lomy: Obránců míru, Pokrok, Maxim Gorkij).

Sladovali jsme těsnost nebo volnost následujících vztahů:

procentický obsah montmorillonitu	- vlhkost v procentech objemu a sušiny
procentický obsah organických látek	- vlhkost v procentech objemu a sušiny
procentický obsah karbonátů	- měrná hmotnost
procentický obsah karbonátů	- objemová hmotnost
procentický obsah kaolinitu	- mez tekutosti
	- mez plasticity
	- index plasticity
procentický obsah illitu	- mez tekutosti
	- mez plasticity
	- index plasticity
procentický obsah montmorillonitu	- mez tekutosti
	- mez plasticity
	- index plasticity

Je nutno předem podotknout, že očekávané výsledky budou zatíženy určitou chybou, která vzniká následkem inhomogenity vzorků, anizotropií a zejména vlivem malého počtu vzorků souboru, kterým se nevylučují záporné vlivy možných chyb při laboratorním stanovení všech uváděných komponent.

Získané výsledky naznačí směr, kterým by se měly ubírat další práce v tomto oboru. Výsledné hodnoty ať už kladné, nebo záporné, bude nutné ověřit dalšími výsledky nového souboru dat o větším počtu členů tak, aby se prokázala všeobecná platnost uváděných zjištění.

Matematický rozbor a výsledky regresní analýzy

Předložené naměřené údaje z vrtů byly podrobeny regresní analýze především k ověření vzájemných vztahů laboratorně zjištěných údajů o

složení petrografickém a o fyzikálně mechanických vlastnostech vzorků. První skupinou regresních vztahů bylo zjištění vzájemných závislostí mezi vlhkostí v % sušiny (pro účely matematických výpočtů označ. "x"), vlhkostí v % objemu ("y"), % obsahu organických látek ("z") a obsahu montmorillonitu ("w").

Protože je vztah mezi x a y znám, byl jen ověřen pro jeden vrt a po zjištění korelačního koeficientu u vzorků na Dole obránců míru ve výši 0,9895 již tato závislost z předložených údajů dále zkoumána nebyla.

Vlastní výpočty se tedy omezily na sledování závislosti $y = f(z)$, $y = f(w)$, $y = f(z, w)$, případně $x = f(z)$, $x = f(w)$, $x = f(z, w)$. Při odhadu regresní rovnice byly předpokládány obecně závislosti tvaru

$$y \text{ (nebo } x) = A_0 + A_1 \cdot z^m + A_2 \cdot w^n$$

kde A_0 až A_2 jsou regresní koeficienty určované metodou nejmenších čtverců, m a n jsou celá čísla v rozmezí (-1 až +2) použitá v různých kombinacích. Metodika výpočtů již byla popsána i včetně použití výpočtu na programovatelných kalkulátorech. V tomto případě byly pro tento účel zpracovány některé nové programy pro kalkulátor SHARP CS 364 P3.

Výsledky:

Velkolom Měxim Gorkij: bylo předloženo 7 vzorků, z nichž všechny měly nulový obsah w. Lineární závislost mezi x a z, ani mezi y a z, nebyla dostatečně prokázána pro poměrně nízký korelační koeficient (0,3 - 0,5). S ohledem na výsledky z ostatních lokalit nebyly vzorky dále podrobněji zkoumány.

Oblast Krbice a Kralupy: byly k dispozici celkem tři vrty, z nichž Kb 38/63 poskytl celkem 18 vzorků, Kb 39 poskytl 17 vzorků a Kr 161 poskytl 7 vzorků. Tyto vrty byly sledovány odděleně a výsledky ukazují na nejvyšší těsnost v rozmezí od korelačního koeficientu 0,5375 u Kb39 až do 0,8702 u Kb 161 na složenou lineární závislost tvaru

$$y = A_0 + A_1 \cdot z + A_2 \cdot w$$

Velikost koeficientů se pohybuje

A_0	od	35,18	do	42,09
A_1	od	-2,26	do	+0,70
A_2	od	0,16	do	0,34

Konkrétní tvar závislosti pro vrt Kb 161 je

$$y = 42,0917 - 2,2685 z + 0,2750 w$$

Všechny zjištěné závislosti pro x vykazovaly nižší korelační koeficient než výše uvedené výsledky pro y . Ojediněle bylo možno nalézt nepodstatně vyšší korelační koeficient u tvaru

$$y = f(z^2, w)$$

Oblast Bylany: bylo předloženo 13 vzorků z vrtu By62. U žádného z nich se nevyskytoval nenulový obsah w . Zjištěné lineární vztahy mezi x a z , a dále mezi y a z , mají nízký korelační koeficient (do 0,55), takže závislost nebyla prokázána.

Důl Pokrok: k dispozici byly pouze tři vzorky a z toho důvodu nepovažujeme ani vysoký koeficient korelace (0,9976), který lze zjistit při regresí $y = f(w)$, za průkazný.

Důl obránců míru: bylo předloženo celkem 9 vzorků, z nichž jen jeden obsahoval nenulové procento w . Nejvyšší zjištěná těsnost 0,8719 byla vypočtena z vícenásobné lineární korelace ve tvaru:

$$y = 33,50 - 0,600 z + 0,3090 w$$

Nutno však uvážit, že při vypuštění proměnné w těsnost vztahu $y = f(z)$ citelně klesá, takže pak nelze vztah prokázat. Uvedenou rovnici lze srovnávat s výsledky z oblasti Krbic.

Celý soubor kumulovaně (71 vzorků): z řady propočtených závislostí bylo dosaženo nejvyšších indexů korelace při těchto tvarech regresních rovnic

$$y = 24,8028 + 7,4516 z - 0,7560 z^2$$

s indexem korelace

$$I_{yz} = 0,4612$$

$$y = 32,58 + 0,0075 w^2$$

s indexem korelace

$$I_{yw} = 0,760$$

$$y = 32,353 + 0,052 z + 0,00727 w^2$$

s indexem korelace

$$I_{zw} = 0,7038$$

Z uvedených a vypočtených výsledků lze dedukovat tyto závěry:

- % vlhkosti jak v sušině, tak v objemu závisí přímo na % montmorillonitu
- % vlhkosti jak v sušině, tak v objemu závisí zpravidla nepřímo na procentu organických látek
- tyto závislosti jsou výraznější u vlhkosti v procentech objemu, než však podstatně
- % montmorillonitu a % organických látek nejsou jedinými určujícími vlivy vlhkost vzorku.

Zejména z a) a d) plyne, že pokud vzorek neobsahuje montmorillonit, nelze z ostatních vlastností usuzovat na vlhkost.

Druhou skupinu regresních vztahů bylo sledování závislosti mezi měrnou nebo objemovou hmotností a procentickým obsahem karbonátů.

K tomuto účelu bylo předloženo celkem 73 vzorků s udanými hodnotami. Naměřený soubor byl podroben podobnému zkoumání jako první skupina a byla hledána funkce jedné proměnné. Při tomto způsobu nebylo dosaženo lepší těsnosti než 0,4358. V uvedeném souboru se vyskytovaly vzorky převážně s velice nízkým obsahem karbonátů. Lepších výsledků bylo dosaženo při hodnocení rozšířeného souboru. Tento soubor 79 vzorků byl proti původnímu doplněn o vzorky s vysokým procentickým obsahem karbonátů.

Těsnost vztahů se zvýšila, takže například vztah měrná hmotnost - karbonáty při odhadu lineární závislosti měl hodnotu korelačního koeficientu 0,6899. Přechod na nelineární závislosti vedl u exponenciální závislosti ke snížení koeficientu korelace, u parabolické závislosti k dalšímu zvýšení. Nejvyšší těsnosti bylo dosaženo u vztahu karbonáty = $f(\text{měrná hmotnost})$, a to ve tvaru

$$\% \text{ karbonátů} = 743,888 - 593,580 (\text{měrná hmotnost}) + 118,935 (\text{měrná hmotnost})^2$$

Index korelace v tomto případě u rozšířeného souboru činí $I_{yx} = 0,763$.

Z výsledků lze dedukovat: ze zjištění procenta karbonátů s obsahem karbonátů do 10 % nelze usuzovat na měrnou nebo objemovou hmotnost. U vyšších obsahů karbonátů ve vzorcích lze usuzovat na nelineární (kvadratickou) závislost.

Třetí, neobsáhlejší, skupinou regresních vztahů bylo sledování závislosti meze tekutosti, meze plasticity a indexy plasticity na obsahu kaolinitu, illitu a montmorillonitu. V těchto případech byly vždy sestaveny tabulky korelačních koeficientů všech kombinací proměnných, které byly předmětem zkoumání. Příklad takové tabulky je uveden u výsledků pro Důl obránců míru. Jde o jednoduchou lineární regresi nebo vícenásobnou lineární regresi. V dalším textu jsou tyto proměnné uváděny jako MT, MP, IP, K, I, M.

Důl Pokrok: byly předloženy jen tři vzorky, proto výsledky neuvádíme. Důl Maxim Gorkij: bylo předloženo 5 vzorků, z nichž žádný neobsahoval montmorillonit. Vztah ukazuje na podstatně větší vliv kaolinitu na zjišťované meze tekutosti a plasticity než na vliv illitu. Nejvýrazně-

ji se ukazuje spojitost s mezí tekutosti. Při korelačním koeficientu 0,7314 má regresní rovnice tvar

$$MT = 134,84 - 4,4920 \cdot K + 0,0451 \cdot I$$

S rostoucím obsahem kaolinitu mez tekutosti klesá. Obsah illitu nemá zjištěitelný význam.

Důl obránců míru: z devíti vzorků žádný neobsahoval montmorillonit.

Tabulka jednoduchých nebo složených regresních vztahů vypadá takto:

	K	I	M
mez tekutosti	- 0,7222	- 0,0163	0,7277
mez plasticity	- 0,5580	- 0,5050	0,793348
index plasticity	- 0,6247	0,1283	0,6282

Z tabulky lze vyvodit, že

- illit je složka zcela nezávislá na kaolinitu
- mez plasticity podstatně zlepšuje těsnost vztahu, přejde-li se na vícenásobnou regresi s K, I
- mez tekutosti (a index plasticity) závisí ze složek K, I významněji jen na K.

Rovněž zde mez tekutosti klesá s rostoucím obsahem kaolinitu.

Oblast Bylany: bylo předloženo třináct vzorků, z nichž žádný neobsahoval montmorillonit. Výsledky ukazují na podstatně vyšší souvislost meze tekutosti s K, I než meze plasticity s oběma veličinami. Na příklad lineární závislosti

$$MT = 2,5512 \cdot I - 0,6000 \cdot K + 4,4970 \quad \text{má index korelace } 0,7942$$

naproti tomu

$$MP = 0,3077 \cdot I + 0,0637 \cdot K + 13,2844 \quad \text{má index korelace } 0,5064$$

Další výsledky ukazují, že v této oblasti má větší význam obsah illitu na obě uvedené meze, a to nejen větší než v ostatních oblastech, ale i větší než je význam kaolinitu.

Ze znamének regresních koeficientů je patrné, že s rostoucím obsahem kaolinitu mez tekutosti klesá. Přechod na jiné tvary polynomu nevedl k podstatnému zlepšení těsnosti. Výsledné rovnice:

$$MT = 34,1627 - 0,4663 K + 0,0456 (I^2) \quad \text{s korelačním koef. } 0,8056$$

$$MT = - 4,2355 + 2,5388 (I) - 0,0095 (K^2) \quad \text{s korelačním koef. } 0,8015$$

$$MT = 9,3429 + 320,6031 (K^{-1}) + 0,0448 (I^2) \quad \text{s korelačním koef. } 0,7947$$

mají společný znak v tom, že ve všech případech s rostoucím množstvím kaolinitu mez tekutosti klesá.

Oblast Krbice: z předložených sedmácti vzorků měly všechny nenulový obsah montmorillonitu.

Dále je uvedena tabulka zjištěných korelačních koeficientů, z níž je patrné, že existuje dosti výrazná závislost kaolinit - montmorillonit, a to výrazně nepřímo, že však rozhodující vliv na mez tekutosti a index plasticity má obsah kaolinitu. Přechod na vícenásobné regrese nevede zde ke zlepšení u meze tekutosti ani u indexu plasticity. Naproti tomu se vztah o něco zlepšil tímto přechodem u meze plasticity.

vrt Kb 39	K	I	M	KI	KM
mez tekutosti	-0,8559	-0,2485	0,7918	0,8635	0,8597
mez plasticity	-0,5002	-0,6079	0,7352	0,7233	
index plasticity	-0,8167	0,0450	0,6431	0,8244	0,8322
K		0,1899	-0,8603		

Oblast Krbice a Kralupy: bylo předloženo 24 vzorků, z nichž všechny obsahovaly nenulový obsah montmorillonitu. U těchto vzorků bylo provedeno rozsáhlé zjišťování vzájemných korelačních koeficientů v jednoduchých i složených regresích.

	K	I	M	KI	KM	MI
mez tekutosti	-0,8802	0,4834	0,8340	0,8856	0,8961	0,8453
mez plasticity	-0,5147	0,1011	0,4869	0,5918	0,5216	0,4946
index plasticity	-0,7499	0,4741	0,7024	0,7499	0,7598	0,7386

Dále byly ověřeny i jiné závislosti na jediné proměnné pro různé kombinace na příklad pro tvar $IP = A + B \cdot K^{-1}$ byl nalezen korelační koeficient 0,7292; pro tvar $MI = a + bI + cI^2$ byl nalezen korelační koeficient 0,8733.

Ze všech uvedených vztahů nejlépe vystihuje skutečnost vztah

(1) $MI = -67,771 + 1,5254 \cdot K + 1,8566 \cdot I + 2,3173 \cdot M$ s korelačním koeficientem 0,9335 a dále pro zpětný výpočet obsahu kaolinitu z meze tekutosti lze užít

(2) $K = 3,7583 (MI)^{-3,7924}$ s korelačním koeficientem -0,9016.

Z rovnice (2) je vidět, že s rostoucí mezí tekutosti obsah kaolinitu klesá. Při podobném zkoumání rovnice (1) dojdeme k téměř závěru, pokud si uvědomíme z výsledků uvedených výše, že růst kaolinitu je provázen výrazným snížením obsahu montmorillonitu. Uvedené rovnice (1) a

(2) byly použity ke kontrolnímu přepočtu hodnot z naměřených výsledků, jak je patrné v tabulce 1.

Tabulka č. 1

Porovnání vypočtených a naměřených hodnot

Naměřené				Vypočtené	
K	I	M	mez tekutosti	mez tekutosti	K
11	30	39	95,9	95,0811	11,454
13	26	40	96,5	93,0228	11,186
10	31	39	94,8	95,4123	11,967
9	21	53	92,4	107,7631	13,190
20	30	27	82,0	81,0021	20,751
22	24	33	82,4	86,8171	20,372
34	19	27	78,6	81,9351	24,369
12	28	44	89,1	104,4798	15,142
10	28	46	97,1	106,0636	10,926
13	30	43	89,7	107,4011	14,761
8	22	49	101,9	98,82	9,098
11	32	37	94,0	94,1597	12,358
9	24	44	99,4	92,4772	9,997
12	24	44	103,0	97,0534	8,735
9	25	44	103,1	94,3338	8,703
8	22	37	99,2	71,0175	10,074
11	25	45	105,8	99,7019	7,889
31	15	32	85,1	81,5190	18,026
25	19	29	78,8	72,8411	24,136
20	26	33	82,9	87,4795	19,909
24	16	26	73,3	58,7940	31,762
20	19	42	84,7	95,3390	18,351
33	19	27	75,0	80,4097	29,115
38	18	20	68,3	69,9500	41,529

Obdobný postup jako u rovnic (1) a (2) byl použit ke zjištění závislosti pro MF a IP. Korelační koeficient je 0,5955 pro MF = $f(KIM)$ a pro IP = $f(KIM)$ je 0,8056. Při hodnocení kumulovaného souboru 71 vzorků byly zjištěny tyto těčnosti:

	K	I	M	KIM
MT	0,721	0,032	0,809	0,819
MP	0,567	0,268	0,871	0,912
IP	0,673	0,122	0,651	0,708

Zde platí na příklad tyto rovnice:

$$MT = 114,92 - 1,693 K$$

$$MT = 76,49 + 0,077 I$$

$$MT = 54,261 + 1,036 M$$

$$MT = 79,4 + 0,84 K - 1,905 I + 1,563 M$$

(Ze zjištěných závislostí lze považovat za prokázané, že:

- montmorillonit má podstatný vliv na meze tekutosti, a to přímo. S rostoucím obsahem kaolinitu mez tekutosti klesá. Zda tato závislost je lineární nebo exponenciální nelze zatím přesně stanovit, obě závislosti stanovené výpočtem z regresí jsou zatíženy stejnou chybou
- závislost meze tekutosti na obsahu kaolinitu je mírně výraznější u vzorků obsahujících montmorillonit
- výsledky výpočtu meze tekutosti nebo indexu plasticity z množství kaolinitu lze dále mírně zlepšit zohledněním obsahu illitu a montmorillonitu dle rovnice (1)
- mez plasticity výrazně závisí na množství montmorillonitu. Tuto závislost je možno ještě dále zlepšit zohledněním ostatních složek.

Vztahem mezi obsahem jílu, mezi tekutostí, plasticitou a indexem plasticity se zabýval Halingham (in G. Zacharias: Basic Studies on Attterberg Limits - Indian Journal of Technology, Vol. 13, No. 6), který dospěl k závěru o lineárnosti uvedených funkcí, přičemž vzájemné působení mezi několika typy jílových minerálů je komplexní. Uvedené hodnoty meze tekutosti, plasticity a indexu plasticity jsou ovlivňány procentickým obsahem a aktivitou uvedeného jílového materiálu. Ve směsi aktivního jílového minerálu - montmorillonitu, jehož struktura se vůči vodě mění a inertního jílového minerálu, jehož struktura se vlivem vody nemění, autor shledal, že mez tekutosti, plasticity a index plasticity jsou lineární funkce obsahu aktivního jílového minerálu, zatím co ve směsi aktivního jílového minerálu s jílovým minerálem o nižší aktivitě jsou mez tekutosti, plasticity a index plasticity nelineární funkcí obsahu aktivního jílového minerálu.

Závěr

Cílem předpokládané práce bylo naznačit směr, kterým by se měl podle našeho názoru ubírat výzkum vztahu petrografických a fyzikálně mechanických vlastností k rýpatelnosti zeminy. Dosavadní výsledky jsou pro vyslovení platných závěrů poměrně nízké, ale bylo by také předčasné požadovat od prvního zkoumání středně velkého souboru dat výsledky se všeobecným významem.

Jako nejnadějnější z hlediska smyslu této části úkolu - možnosti snížení počtu prováděných rozborů - se jeví vztah mezi mezi tekutostí, plasticitou a indexem plasticity na jedné straně a jílovými minerály na straně druhé. Proto je možné po dalším ověření dosažených výsledků ve vztahu

$$MT, IP, IP = f(\% \text{ obsahu a aktivity jílových minerálů})$$

jejichž korelační koeficient je vyhovující, uvažovat pro zajištění úkolu "Výzkum petrografických a fyzikálně mechanických vlastností náložních zemin, zejména z hlediska jejich rozpojitelności" o vypuštění zkoušek Atterbergových mezi (MT, IP, IP) z celkového souboru dosud prováděných zkoušek.

Nižší hodnoty některých korelačních koeficientů, které v současných podmínkách nelze zatím odstranit, byly způsobeny těmito příčinami:
- použitím smíšených materiálů (pro přesné zjištění působení vlivu jednotlivých komponent by bylo nutno pracovat s čistými minerály)
- veškerá prováděná stanovení jsou semikvantitativního charakteru.
Vezmeme-li v úvahu chyby, které, jak bylo uvedeno výše, nelze v současné době odstranit a které ovlivňují výši korelačních koeficientů, docházíme k přesvědčení o správnosti naznačeného směru výzkumu a plně oprávněnosti k pokračování v započaté práci.

V další činnosti bude nutno se zaměřit na zpřesnění výchozích hodnot, to je procentického zastoupení jílových i nejílových minerálů a na vytvoření větších souborů údajů pro vzájemné korelace. Předpokládá se ověřit průkaznost uvedených vztahů na dalších 200 - 300 vzorcích jíílů z pánve SHR. Kladné výsledky těchto vztahů budou podmínkou pro realizaci naznačených postupů.

Recenzoval: Ing. Jaroslav Stanek CSc.