

Ing. Květoslav M y š k a, VÚHU

Výsledky geotechnického průzkumu v předpolí VČSA

V poslední době se v celosvětovém měřítku projevuje rostoucí trend spotřeby energie všech druhů. V ČSSR je hlavním energetickým zdrojem hnědé uhlí. Jeho zásoby jsou však omezené, proto se jeví nutnost maximální exploatace všech ložisek s minimálními ztrátami uhelné substance.

VČSA je prvním naším dolem, v němž se uvažuje o těžbě uhlí velkolomovým způsobem až do bezprostřední blízkosti úpatí Krušných hor. To však je spojeno s řadou obtíží, způsobených značně komplikovanými úložními, geologickými a hydrogeologickými poměry v tomto prostoru.

Hlavním předpokladem úspěšného zvládnutí problémů spojených s těžbou v těchto podmínkách je dokonalá znalost geologie, hydrogeologie a fyzikálně-mechanických vlastností zemín v nadloží i podloží uhelné sloje. V minulosti prováděný průzkum předpolí VČSA byl však nedostačující. Bylo tedy rozhodnuto provést doplňující průzkum. Tento vrtný průzkum byl prováděn v letech 1973 – 1977 organizací Stavební geologie, n.p. Praha. Průzkum zahrnoval území mezi obcemi Vysoká Pec a Albrechtice na ploše kolem 13 km².

Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností zemín

Současně s probíhajícími vrtnými pracemi byl prováděn odběr vzorků zemín z vrtů a jejich vyhodnocování v labora-

tořích. Pro stanovení fyzikálně-mechanických vlastností zemín byly odebrány 404 vzorky z 65 jádrových vrtů. Kromě toho byly odebrány ještě další tři vzorky sutí v prostoru zemniku SSŽ pod podkrušnohorským přivaděčem.

Podle stratigrafického členění můžeme odebrané vzorky zařadit: kvartér 8 vzorků /5 vzorků z vrtů a 3 ze zemniku SSŽ/, splachový materiál produktivní série 11 vzorků, nadložní souvrství 262 vzorky, slojové souvrství 25 vzorků, meziložní souvrství /při západním okraji dolového pole/ 8 vzorků, podložní souvrství 50 vzorků, vulkanickodetritická série 5 vzorků, křída 3 vzorky a kaolinizované krystalinikum 25 vzorků. Celkem tedy bylo odebráno v předpolí VČSA v rámci doplňkového průzkumu 407 vzorků.

Laboratorně byly stanoveny následující parametry: soudržnost, úhel vnitřního tření, objemová a měrná hmotnost, vlhkost v % sušiny, vlhkost v % objemu a Atterbergovy meze. U písčitých materiálů byla rovněž sestrojena křivka zrnitosti.

Soudržnost $/c/$ a úhel vnitřního tření $/\varphi/$ byly stanoveny krabicovou zkouškou, ve 130 případech jako nekonsolidovaná neodvodněná zkouška, v 75 případech jako částečně konsolidovaná odvodněná zkouška a ve 183 případech jako konsolidovaná odvodněná zkouška. U 19 vzorků nebyly pevnostní parametry z technických důvodů stanoveny.

Z celkového počtu 388 provedených smykových zkoušek byly u 227 vzorků stanoveny reziduální hodnoty pevnostních

parametrů reverzní zkouškou, a to třikrát opakovaným smykem při zalití krabice smykového přístroje vodou. Členění smykových zkoušek podle způsobů provedení je následující:

130 vzorků na krabicovém přístroji Cassagrande rychlostí 1,84 cm/min

45 vzorků na anglickém přístroji rychlostí 0,15 mm/min

47 vzorků na smykači ČSAV rychlostí 0,15 mm/min

2 vzorky na smykači ČSAV rychlostí 0,019 mm/min

27 vzorků na francouzském smykači rychlostí 0,1 mm/min

129 vzorků na francouzském smykači rychlostí 0,02 mm za minutu

5 vzorků na triaxiálu

3 vzorky externě v laboratořích SG Praha.

Dosažené hodnoty pevnostních parametrů zemin byly pak početně zpracovány. V tabulce č. 1 jsou uvedeny průměrné vrcholové hodnoty soudržností a úhlu vnitřního tření pro jednotlivé stratigrafické horizonty rozdělené podle rychlosti posunu čelistí smykače, v tabulce č. 2 pak reziduální hodnoty těchto parametrů.

Kvartér - sutě

Granulometrické složení sutí je značně různorodé, velikost zrn se pohybuje od jílových částic až po balvany o průměru několika metrů. Při těžbě sutí v zemníku SSŽ pod příváděčem byly odkryty rulové bloky o průměru přesahujícím 5 metrů.

Pro laboratorní zkoušky byly odebrány vzorky jemné frakce sutí s maximální zrnitostí několika milimetrů, která tvoří podstatnou část suťových materiálů ve sledované lokalitě. Minimální hodnoty pevnostních parametrů jednotlivého vzorku sutí jsou z vrtu Jz 36: $c = 0,068$ MPa, $c_r = 0,046$ MPa, $\varphi = 24^\circ$, $\varphi_r = 19^\circ$ a $\gamma = 2,14 \text{ g.cm}^{-3}$. Makroskopické označení tohoto vzorku v laboratoři bylo "jíl hnědožlutý s úlomky hornin až 1 cm".

Z uvedených výsledků vyplývá, že pevnostní parametry sutí vykazují vyšší hodnoty než se původně předpokládalo. Tuto skutečnost potvrdilo i pozorování suťových svahů "in situ". Svahy o výšce 15 m, které byly vytvořeny v zemníku nakladačem ve třech etážích s minimálními odstupky, zůstaly neporušeny po dobu několika měsíců, přestože sklon neupraveného svahu dosahoval místy hodnoty kolem 75° .

splachový materiál produktivní série

Při úpatí krušnohorských svahů ve výchozové oblasti pánve byl zaznamenán zcela specifický vývoj sedimentačního procesu. Zde došlo k usazování splachových materiálů, které se vyskytují v nadloží, podloží i ve vlastní sloji. Jejich stratigrafické zařazení je velmi obtížné. Jedná se vesměs o splachy zcela zkaolinizované ruly písčitého charakteru se silnou příměsí jílovitého materiálu. Nejnižší naměřené hodnoty úhlu vnitřního tření - vrcholová $\varphi = 23^\circ$ a reziduální $\varphi_r = 15^\circ$ jsou jen o málo nižší než u sutí.

Nadložní souvrství

Nadložní souvrství zaujímá největší plochu veškerých sedimentů v oblasti průzkumu a zároveň má též největší mocnost. Tato mocnost je proměnná a pohybuje se v rozmezí od 20 metrů u výchozu sloje až po 160 metrů v západní části dolového pole. Z těchto důvodů byly průměrné hodnoty pevnosti jílu rozčleněny ještě podle původní hloubky uložení.

Vypočtené průměrné hodnoty výsledků zkoušek na odebraných vzorcích nadložních jílu a jílovců podle hloubky uložení a rychlosti smyku byly zpracovány do tabulek. V tabulce č. 3 jsou uvedeny jejich vrcholové hodnoty, v tabulce č. 4 pak hodnoty reziduální.

Průměrné hodnoty pevnosti deseti vzorků nadložních písků a pískovců jsou následující: $c = 0,034$ MPa, $c_p = 0,011$ MPa, $\varphi = 31,4^\circ$ a $\varphi_p = 25,8^\circ$. Objemová hmotnost nadložních písků je $\rho = 2,0$ g.cm⁻³. Tyto hodnoty jsou značně vysoké, avšak vzhledem k malému rozšíření písků v nadloží uhelné sloje ztrácejí při řešení konkrétních stabilitních úloh v prostoru VČSA svou důležitost.

Slojové a meziložní souvrství

Vzorky slojového souvrství nezahrnují bilanční uhelnou sloj, vzhledem k vysoké pevnosti neporušených vzorků uhlí. Odebrané vzorky jsou z horizontu nebilanční uhelné sloje, většinou uhelné jíly nebo jíly se zuhelnatělými zbytky.

Výsledné hodnoty pevnosti meziložního souvrství mají lokální charakter, neboť téměř v celém dolovém poli VČSA došlo k jednotnému vývoji uhelné sloje a pouze při západním okraji pole v prostoru obce Vysoká Pec je sloj štěpena.

Podložní souvrství

V podloží sloje se vyskytují jednak jílovce, jednak píský a pískovce. U jílovců byly v 19 případech stanoveny vrcholové hodnoty a v 10 případech též hodnoty reziduální pevnosti. Průměrné hodnoty jsou: $c = 0,584 \text{ MPa}$, $c_r = 0,019 \text{ MPa}$, $\varphi = 24,1^\circ$ a $\varphi_r = 19,6^\circ$, $\rho = 2,17 \text{ g.cm}^{-3}$. U písků a pískovců v podloží sloje byly vrcholové i reziduální hodnoty stanoveny u 23 vzorků. Vypočtené průměrné hodnoty jsou: $c = 0,074 \text{ MPa}$, $c_r = 0,016 \text{ MPa}$, $\varphi = 33,3^\circ$, $\varphi_r = 30,4^\circ$ a $\rho = 2,18 \text{ g.cm}^{-3}$.

VDS, křída

Obě tyto stratigrafické jednotky se v zájmovém území vyskytují pouze jako nesouvislé zbytkové ostrůvky. Počet odebraných vzorků byl minimální, takže v tomto případě se výsledky uvedené v tabulkách č. 1 a 2 ani nedají považovat za reprezentativní průměrné hodnoty těchto stratigrafických jednotek.

Kaolinizované krystalinikum

Vzorky kaolinizovaného krystalinika byly odebrány pře-

devším z vrtů při úpatí krušnohorských svahů, v oblasti výchozu uhelné sloje. Stupeň kaolinizace krystalinika byl různý, většinou se však jednalo o ruly silně kaolinizované, někdy až jílovitého charakteru. Přesto jsou výsledné průměrné hodnoty pevnosti značně vysoké. K tomu je ještě nutno poznamenat, že stupeň kaolinizace je vyšší v oblasti úpatí krušnohorských svahů než na jejich úbočí, odkud byla kaolinizovaná vrstva snesena ve formě splachů.

Závěr

Provedený doplňkový průzkum přinesl řadu nových poznatků, hlavně v oblasti geologické stavby území a fyzikálně-mechanických vlastností zemin. Bylo odebráno více jak 400 vzorků, které byly předány laboratorům ke zpracování. Za nedostatek ve zpracování vzorků je možno považovat skutečnost, že nebyly všechny vzorky smykány na stejných přístrojích a při stejné rychlosti posunu čelistí krabice smykového přístroje. To však nebylo možno zajistit, s ohledem na požadovaný termín zpracování, kapacitu a přístrojové vybavení laboratoří VÚHU, kde se zkoušky prováděly. Provedení zkoušek u jiné organizace se rovněž nepodařilo zajistit. Přesto jsme toho názoru, že průzkum svůj účel splnil a vpředu uvedených výsledků bude možno použít při řešení těžebních záměrů VČSA v této oblasti.

Recenzoval: Ing. K. Kubizňák, BPT

Průměrné hodnoty pevnostních parametrů

Tabulka č. 1

Vrcholové hodnoty

Strat. zařaz.	Poč. zk.	1,84 cm/min			0,15 mm/min			0,1 mm/min			0,02 mm/min			triaxiál			μ /g.cm ⁻³ /
		Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	
Sutě - vrty	4	3	0,058	30,1	1	0,00	39,0	-			-			-			2,24
Sutě vč.zem.	7	6	0,041	37,4	1	0,00	39,0	-			-			-			2,24
Splach.mat. prod. série	11	11	0,084	34,3	-			-			-			-			2,00
Nadložní	243	58	0,152	14,7	59	0,134	16,2	20	0,128	17,7	102	0,069	15,3	4	0,393	11,3	1,99
Slojově	21	11	0,313	16,3	1	0,950	27,0	1	0,050	25,0	8	0,128	22,6	-			2,07
Meziložní	8	8	0,266	15,2	-			-			-			-			2,08
Podložní	46	17	0,117	31,9	17	0,425	28,4	2	0,140	24,5	9	0,090	27,5	1	2,000	28,0	2,17
VDS	1	1	1,250	22,0	-			-			-			-			2,28
Křída	2	1	0,120	16,5	1	0,078	22,5	-			-			-			2,00
Krystal.	34	15	0,056	33,4	9	0,027	34,7	-			10	0,030	28,9	-			2,16

Průměrné hodnoty pevnostních parametrů

Tabulka č. 2

Reziduální hodnoty

Strat. zařaz.	Poč.	1,84 cm/min			0,15 mm/min			0,02 mm/min			γ / g.cm ⁻³ /
	zk.	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	
Sutě - vrty	3	2	0,036	30,0	1	0,0	31,0	-			2,24
Sutě vč. zem.	6	5	0,019	38,9	1	0,0	31,0	-			2,24
Splach. mat. proř. série	11	11	0,019	27,6	-			-			2,01
Nadložní	131	5	0,019	12,4	24	0,033	10,8	102	0,013	5,8	1,99
Slojové	10	2	0,024	15,5	-			8	0,031	15,7	2,17
Meziložní	-	-			-			-			2,08
Podložní	35	16	0,021	30,6	10	0,009	25,9	9	0,025	21,7	2,17
VDS	-	-			-			-			2,28
Křída	1	-			1	0,037	17,5	-			2,00
Krystalinikum	32	13	0,011	30,3	9	0,012	32,2	10	0,004	23,9	2,16

Vrcholové hodnoty pevnosti nadložních jíílů a jílovců

Tabulka č. 3

Hloubka uložení	Poč.	1,84 cm/min			0,15 mm/min			0,1 mm/min			0,02 mm/min			triaxiál			μ g.cm ⁻³
	zk.	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	
do 20 m	31	11	0,063	10,6	7	0,071	8,1	2	0,045	18,5	9	0,021	10,7	2	0,075	11,0	1,89
20 - 30 m	27	7	0,068	13,7	6	0,110	13,4	4	0,074	12,6	10	0,036	14,3	-			1,92
30 - 40 m	38	11	0,067	17,9	9	0,073	12,1	5	0,064	17,7	13	0,044	11,8	-			1,92
40 - 50 m	26	5	0,081	10,3	9	0,078	17,1	2	0,250	9,6	9	0,071	11,2	1	0,120	12,0	1,96
50 - 60 m	22	6	0,113	17,1	4	0,193	14,6	-			12	0,076	14,0	-			1,97
60 - 70 m	15	3	0,143	12,0	5	0,114	13,7	1	0,110	20,0	6	0,092	15,8	-			2,04
70 - 80 m	17	2	0,350	17,5	3	0,192	15,4	1	0,174	24,0	11	0,074	16,3	-			2,05
80 - 90 m	18	6	0,325	17,5	3	0,478	16,6	2	0,340	20,2	7	0,100	15,5	-			2,10
90 - 100 m	14	2	0,540	7,8	4	0,181	19,3	1	0,040	20,0	6	0,069	15,2	1	1,300	11,0	2,06
100 - 120 m	14	4	0,375	19,3	3	0,229	21,5	2	0,173	25,5	5	0,093	19,0	-			2,13
120 - 140 m	8	-			-			-			8	0,098	21,2	-			2,08
nad 140 m	3	-			2	0,300	22,4	-			1	0,115	14,0	-			2,15

Reziiduální hodnoty pevnosti nadložních jíílů a jíílovců

Tabulka 4

Hloubka uložení	Poč. zk.	1,84 cm/min			0,15 mm/min			0,02 mm/min			γ /g.cm ⁻³ /
		Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	Poč. zk.	c /MPa/	φ /°/	
do 20 m	10	1	0,020	2,0	-			9	0,007	3,7	1,89
20 - 30 m	11	-			1	0,030	6,0	10	0,012	3,8	1,92
30 - 40 m	17	1	0,030	4,5	3	0,036	5,4	13	0,007	3,7	1,92
40 - 50 m	13	1	0,0	10,0	3	0,034	6,7	9	0,021	5,4	1,96
50 - 60 m	15	1	0,009	8,5	2	0,010	5,3	12	0,012	5,7	1,97
60 - 70 m	10	-			4	0,039	7,3	6	0,018	5,1	2,04
70 - 80 m	11	-			-			11	0,014	4,8	2,05
80 - 90 m	8	-			1	0,037	6,0	7	0,013	4,1	2,10
90 - 100 m	8	-			2	0,011	11,0	6	0,005	6,3	2,06
100 - 120 m	7	-			2	0,033	8,5	5	0,022	6,3	2,13
120 - 140 m	8	-			-			8	0,016	7,9	2,08
nad 140 m	3	-			2	0,126	5,8	1	0,040	3,5	2,15