

Ing. Květoslav M y š k a, VÚHU

Problematika řešení stability bočních svahů VČSA v severozápadní části
dolového pole

Úvod

Neustálý rozvoj našeho národního hospodářství klade stále větší požadavky na růst palivoenergetické základny v našem státě. Tím se zároveň zvyšují požadavky na těžbu uhlí, které je v současné době naším hlavním palivoenergetickým zdrojem.

Prvním předpokladem pro požadované zvyšování těžby uhlí je rozvoj a modernizace uhelných dolů, hlavně povrchových, které se na těžbě energetického uhlí podílejí rozhodující měrou. To se týká v první řadě dolů severočeského hnědouhelného revíru, kde se nacházejí největší dosud známá hnědouhelná ložiska v ČSSR. Rovněž velkolom Čs. armády v Brvěnicích patří mezi závody, v nichž se uvažuje se zvyšováním těžby uhlí, a to postupným zasazováním technologických komplexů TC 2 do dobývacího procesu.

Zvyšování těžby VČSA je však spojeno s řadou obtíží. Hlavním problémem, na který chceme v tomto článku poukázat, jsou značně komplikované úložní, geologické a hydrogeologické poměry v oblasti podkrušnohorských svahů, jichž má těžba VČSA v nejbližších letech dosáhnout, a s tím spojená stabilita bočních svahů lomu.

V celé oblasti podkrušnohorských svahů přilehlé dolovému poli VČSA byl v minulosti prováděn vrtný průzkum předpolí dolu včetně úpatí Krušných hor. Tento průzkum však byl pro komplikované poměry v uvažované oblasti nedostačující, a proto bylo rozhodnuto provést doplňkový průzkum celého území. S vrtnými pracemi bylo započato v roce 1973 v západní části území (v okolí obce Kundratice) a průzkum pokračuje směrem k obci Albrechtice. Pro značnou rozlehlost zkoumaného území byla celá akce rozdělena do tří etap podle plánovaného postupu lomu. První etapa průzkumu, zaujímající prostor těžebné činnosti lomu do roku 1981, byla ukončena v polovině roku 1975. Výsledky průzkumu po stránce hydrogeologické byly zpracovány organizací provádějící vrtné práce, to je Státní geologií Praha, geologickou část pak zpracovávala pracovní skupina geologů Báňských projektů Teplice a Výzkumného ústavu pro hnědé

uhlí Most za konzultativního přispění pracovníků odboru hl. měřiče a geologa, GŘ SHD. Toto geologické řešení bylo pak hlavním podkladem pro výpočet stability svahů VČSA.

Geografický popis podkrušnohorské oblasti předpolí VČSA

Území předpolí VČSA v podkrušnohorské oblasti se rozprostírá mezi obcemi Albrechtice v severovýchodní části a Vysoká Pec v západní části dobývacího prostoru. Na severu je oblast ohraničena strmými svahy Krušných hor, jižní hranici zájmového území tvoří stávající hrana lomu.

V oblasti uvažované dolové činnosti se nachází již pouze obec Dřínov, ostatní obce (osada Jezeří, Kundratice s osadou Boudy a Podhůří) byly vysídleny a demolovány. Rovněž v obci Dřínov bylo již započato s demoličními pracemi.

Dále se v této oblasti nacházejí povrchové objekty hlubinného dolu Maršál Koněv v Dřínově a státní zámek I. kategorie Jezeří na úpatí krušnohorských svahů, severně od obce Dřínov. Těžba na dole M. Koněv má být zastavena a důl bude likvidován. Státní zámek Jezeří je však významnou architektonickou památkou a má být zachován.

Z komunikací má v současné době svou důležitost pouze státní silnice č. 13, která byla po demolici obce Kundratice přeložena na úpatí Krušných hor. Ostatní komunikace ztrácejí likvidací obcí a objektů svůj význam a budou zrušeny.

Dalším významným objektem hospodářského charakteru je retenční nádrž Dřínov, která zásobuje užitečnou vodou celou řadu průmyslových závodů Mostecká. Nádrž má být zrušena po roce 1980 a její funkci má zastávat řada náhradních opatření. Jako jedno z opatření je plánováno vybudování nádrže Kundratice, v prostoru bývalé osady Kundratice - Boudy, v těsné blízkosti bočního svahu VČSA.

Z vodotečí je nejdůležitější tzv. podkrušnohorský přivaděč. Je to uměle vybudované koryto, kterým je přiváděna voda z řeky Ohře do Dřínovské nádrže a zajišťuje tak dostatek užitečné vody pro průmyslové závody Mostecká. Po zrušení Dřínovské nádrže by měl přivaděč vyústovat do plánované nádrže Kundratice.

Vodní toky jsou pouze podřadnějšího významu, vesměs patří do inundační oblasti řeky Bíliny. Kundratický potok a Lesní potok v současné době ústí do přivaděče, Jezeřský potok přímo do Dřínovské nádrže. Po

likvidaci Držnovské nádrže a části podkrušnohorského přivaděče při ústí do této nádrže budou všechny výše uvedené potoky svedeny do nádrže Kundratice.

Geologie území I. etapy průzkumu předpolí VČSA

Zájmové území je tvořeno čtyřmi základními geologickými útvary; krystalinikem, svrchní křídou, terciérem a kvartérními sedimenty. Krystalinikum představuje předmiocenní reliéf nejstaršího horninového komplexu v prostoru pánve. Tvoří nejhlubší podloží pánevních sedimentů i vlastní Krušné hory, od nichž se směrem k jihu noří pod sedimentární výplň pánve. Krystalinikum je tvořeno převážně rulami, ždídkami i migmatity. Novým průzkumem zastižené horniny jsou označovány jako pararuly, případně jako svorové ruly. Lze předpokládat, že pararuly tvoří denudační zbytky původně rozsáhlejšího obalu ortorulové klanby krušnohorského krystalinika.

Morfologie krystalinika pod pánevními sedimenty ukazuje nepřítliš výrazné členění a byla řešena v území I. etapy průzkumu ataktonicky. Předpokládá se, že denudační reliéf s mírnými depresemi a elevacemi byl pouze ve výchozových partiích uhelné sloje v průběhu sedimentace terénu bezzlomově vyzvednut. Samozřejmě se nevylučuje tektonické porušení krystalinika v průběhu jeho vlastního formování.

Povrch krystalinika je kaolinizován do různých hloubek (až 65 m), nejvíce však v několikasetmetrovém pruhu podél vnitřní strany výchozu uhelné sloje.

Svrchní křída byla zjištěna několika vrty při úpatí Krušných hor. Sedimenty svrchní křídly tvoří denudační zbytek, jehož zachování bylo pravděpodobně predisponováno průběhem deprese v krystaliniku východně od bývalé osady Kundratice - Boudy.

Petrograficky jsou to pískovce a jílovce. Pískovce jsou hrubozrnné až středně zrnité s proměnlivým množstvím kaolinitického nebo křemitého tmelu. Směrem nahoru přecházejí pískovce do jílovců s písčitou příměsí až bělošedých, žlutě a červeně šmouhovaných kaolinitických jílovců.

Terciérní sedimenty pokrývají celé zájmové území. Můžeme je rozdělit na podložní souvrství, slojové souvrství a nadložní souvrství.

Vývoj podložního souvrství byl značně ovlivněn předmiocenním reliéfem a reliéfem na konci období vulkanické činnosti.

Při výchozu sloje zcela převládají nezpevněné i zpevněné psamity lalokovitě vybíhající do pánve. Dále pak vývoj pokračoval rytmickým střídáním jíílů až jílovců, písčitých jíílů až jílovců a několik decimetrů mocných vrstev písků až pískovců. Mocnost podložního souvrství je proměnlivá a pohybuje se od 2 m do více než 30 m.

Slojové souvrství zahrnuje uhelnou sloj s uhelnými jíily, které bývají jen lokálně vyvinuty. Převážná část území je ve vývoji jednotné sloje, pouze v západní části dobývacího prostoru směrem k obci Vysoká Pec se vyskytuje štěpená sloj. Sloj sleduje nerovnosti podloží a v podstatě kopíruje morfologii starších útvarů až k výchozu. Sloj je v některých částech uvažovaného prostoru narušena hlubinným dobýváním.

Nadložní souvrství je tvořeno komplexem makroskopicky monotónních jíílů s nepravidelnými čočkovitými výskyty pelosideritů. V okrajových partiích se projevuje přítomnost jemnozrné složky splachů, přecházející někdy přímo až do pískových poloh.

Velmi nebezpečným jevem zjištěným průzkumnými vrty v nadložních horninách uvnitř pánve je pravděpodobný pohyb hornin, popsán jako "vyjíždění horninových bloků". Do jaké míry je způsoben primárními faktory nebo faktory souvisejícími s technologií vrtání není možno v současné době zodpovědět. Skutečností ovšem zůstává, že jde o anomální chování horninového komplexu a že je nutno tento jev zkoumat a počítat s ním při báňském řešení lomu.

K v a r t é r n í s e d i m e n t y v prostoru I. etapy průzkumu dosahují malé mocnosti. Jedná se o splachové a fluviální sedimenty v podhorské oblasti, proluviální sedimenty, svahové hlíny a sutě, a v údolí potoků o šterkové náplavy a aluviální nivy. Jejich vlastnosti nevykazují žádné anomálie a předpokládáme, že nebudou v budoucnu činit potíže v báňském provozu (Brus Z., Zábystřan A.: Geologické podklady pro stabilitní řešení svahů VČSA v území I. etapy průzkumu - duben 1976).

Hydrogeologie uvažované oblasti

Hydrogeologické poměry zájmového území jsou rozmanité co do počtu zvodněných obzorů i co do charakteru zvodnění. Navíc jsou ovlivněny ve zvodněném obzoru podložních písků drenážním účinkem VČSA a v obzoru

sloje intenzivní hlubinnou hornickou činností.

Ruly krušnohorského krystalinika tvoří souvislý zvodněný obzor. Mělké vody krystalinika byly zastiženy na vrtech PVJk 14 a PVJk 17. Hladina vody se pohybuje v hloubce do 3 m pod terénem a kolísá v závislosti na atmosférických srážkách. Vydátnost obzoru byla podle informativních čerpacích zkoušek kalovkou nepatrná, koeficient filtrace se pohyboval řádově v desetinách až tisícinách m/den.

V pánevní části, kde jsou ruly krystalinika kaolinicky zvětralé, tvoří krystalinikum nepropustný podklad nad ním ležícím zvodněným obzorem. Výjimku mohou tvořit zóny puklinových vod s hlubokým oběhem, které mohou být příčinou ojedinělých vývěrů vody se zvýšenou teplotou na dně VČSA, zejména v místech starých nezatamponovaných vrtů.

Podložní písky jako zvodněný obzor zahrnují v sobě všechny psamity v podloží hlavní uhelné sloje bez ohledu na jejich stratigrafické postavení. Předpokládá se, že mají většinou omezenou propustnost puklinového charakteru.

Hladina vody v obzoru podložních písků je vesměs napjatá, vztlak vody na strop nejvyšší polohy písků se pohybuje od 5 m do 40 m v závislosti na propustnosti podložních psamitů.

Spontánní odvodňování podložních písků na dně lomu má za následek pozvolný a téměř lineární pokles úrovně hladiny vody v podložních písčích. Pro jednotlivé vrty byla na základě režimních měření zjištěna průměrná rychlost poklesu hladiny, která se pohybuje od 0,1 do 0,4 metru za měsíc.

Vzhledem k zabezpečení stability bočního svahu lomu je nutno v předstihu odstranit nebo alespoň snížit vztlak podzemní vody.

Uhelná sloj tvoří další význačný zvodněný obzor. Propustnost je závislá na petrografickém složení a hloubce uložení; nejzávažnější je však sekundární propustnost, mnohonásobně vyšší než primární, podmíněná hornickými pracemi.

Obzor nadložních písků je plošně značně omezený. Nachází se pouze v SV části na úpatí Krušných hor a zasahuje do území II. etapy průzkumu předpolí VČSA. Infiltraci zprostředkují většinou propustné sutě a štěrkopísky kvartérního pokryvu, které na ně místy přímo nasedají.

Kvartér jako zvodněný obzor je plošně nejrozsáhlejší. Mocnost propustných kvartérních hornin se na většině území pohybuje od 5 do 10 m

a vzrůstá k SV do území II. etapy průzkumu. Hladina vody kvartérního obzoru se pohybuje v hloubce 0 až 5 m pod terénem a silně kolísá v závislosti na atmosférických.

Celkově lze po zhodnocení výsledků I. etapy průzkumu říci, že stupeň zvodnění jednotlivých obzorů v zájmové oblasti je menší než se původně předpokládalo (Haas K. a kol.: Návrh odvodnění VČSA pro II. stavbu - duben 1976).

Fyzikálně mechanické vlastnosti zemín

V rámci průzkumu předpolí VČSA a prostoru pro uvažovanou nádrž Kun-dratice bylo z jádrových vrtů odebráno celkem 159 vzorků pro laboratorní stanovení fyzikálně mechanických vlastností zemín. Většinou se jednalo o vzorky nadložních jíílů s nižší pevností, část vzorků pak byla odebrána i z podložních vrstev (podložního souvrství, křída a kaolinizovaného krystalinika).

Stanovení fyzikálně mechanických vlastností vzorků zemín bylo prováděno v laboratorních VÚHU. U pevnostních parametrů byly zjištěny ve většině případů vrcholové hodnoty, jen v několika případech byly provedeny též reverzní zkoušky, a tím získány hodnoty reziduální pevnosti. Ze získaných výsledků zkoušek je patrné, že značná část zpracovaných vzorků nadložních jíílů z hloubky do 50 m a ojediněle i z větší hloubky, vykazuje velmi nízké hodnoty pevnosti ($c < 0,05$ MPa a $\varphi < 10^\circ$).

Pro výpočet stability bočního svahu pak byly vybrány reprezentativní hodnoty pevnostních parametrů pro jednotlivé stratigrafické polohy. Použité hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

strat. poloha	c (MPa)	φ ($^\circ$)	γ (t/m^3)
kvartér	0,03	16	1,9
nadložní souvrství	0,05	16	1,9
slojové souvrství	0,05	22	1,4
podložní souvrství	0,10	22	2,2
křída	0,0	32	1,8
kaol. krystalinikum	0,04	22	2,1

Metodika výpočtu stability bočních svahů

Výpočty stability bočního svahu byly provedeny celkem v devíti příčných profilech, vedených částečně kolmo na předpokládanou hranu lomu, částečně (ve výchozové oblasti pod nádrží Kunderatice) po spádnicí podložních vrstev.

Profil 1 - 1' byl veden bočním svahem lomu v pánevní části v prostoru s jednotným vývojem sloje, profil 2 - 2' zachytil oblast štěpené sloje. Profily 3 - 3' až 9 - 9' procházejí výchozovou oblastí v prostoru uvažované nádrže Kunderatice a její těsné blízkostí.

Vzhledem k různým úložním podmínkám bylo nutno volit i různou metodiku výpočtu stability svahů v jednotlivých profilech. Tak bylo při řešení použito v profilu 1 - 1' metody Verdeyena, v profilu 2 - 2' jednak metody Verdeyena, jednak metody rovnováhy sil na hlavě ukloněné větve štěpené sloje jako předurčené smykové ploše. V profilech 3 - 3' a III - III' byla stabilita řešena blokovou metodou rovnováhy sil na kontaktní ploše podloží - sloj. V profilu 4 - 4', který byl veden kolmo na předpokládanou hranu lomu v oblasti vyuhlení celého bočního svahu až na podloží, bylo provedeno pouze stanovení hrany lomu v prostoru nádrže Kunderatice. V profilech 6 - 6' a 7 - 7' bylo použito jednak blokové metody rovnováhy sil na kontaktních plochách podloží - sloj a sloj - nadloží, jednak metody Pettersona pro zjištění stability celého svahu včetně podložních vrstev a kaolinizovaného krystalinika. V profilech 8 - 8' a 9 - 9' se předpokládá, že celá sloj bude vyuhlena až na podloží, proto zde bylo použito pouze Pettersonovy metody. Výpočty podle Pettersonovy metody byly provedeny na samočinném počítači ve středisku Výpočetní technika, k. ú. o. SHD, Most.

V oblasti výskytu písčitých propustných horizontů bylo ve výpočtu uvažováno též s účinkem proudového tlaku vody a nadlehčení podložních vrstev vztlakem od povrchu krystalinika až po patu uhelné sloje.

Při řešení stability na kontaktu sloj - podloží bylo rovněž uvažováno s proudovým tlakem vody v 10 m mocné vrstvě uhelné sloje.

Výsledky řešení stability bočního svahu

Stanovení stability bočního svahu VČSA v pánevní oblasti (profily 1 - 1' a 2 - 2') podle metody Verdeyena ukázalo, že pro tento úsek bočního svahu stabilitním podmínkám nejlépe vyhovuje generální svah vypuk-

lého tvaru definovaný takto:

- horní část generálního svahu (1. - 4. skryvkový řez) - dílčí generální sklon 1 : 4,7
- spodní část generálního svahu (5. - 7. skryvkový řez) - dílčí generální sklon 1 : 2,5
- plošina na hlavě 5. skryvkového řezu cca 40 m.

Celkový sklon generálního svahu, myšlený jako spojnice horní hrany 1. skryvkového řezu a paty 7. řezu je v profilu 1 - 1' v poměru 1 : 4,0 a v profilu 2 - 2' (blíže k výchozové oblasti) 1 : 4,2.

V profilu 2 - 2' byl proveden ještě výpočet metodou rovnováhy sil na hlavě horní ukloněné větve štěpené sloje. Maximální úklon sloje zde činí kolem 20° . Výpočtem bylo zjištěno, že i pro reziduální hodnoty pevnosti na kontaktu (v aktivní zóně $c = 0$ MPa, $\varphi = 7^{\circ}$ a v pasivní zóně $c = 0,04$ MPa a $\varphi = 14^{\circ}$) je koeficient bezpečnosti stability svahu $k = 1,85$, tedy dostatečný.

Všechny další profily již procházejí oblastí výchozu uhelné sloje v pásnu uvažované nádrže Kundratice. Zde bylo provedeno řešení jednak blokovou metodou rovnováhy sil, a to v profilech, kde byl boční svah tvořen zcela nebo částečně v nadložním a slojovém souvrství, jednak metodou Pettersona pro všechny stratigrafické polohy horninového masivu ve všech profilech vedených po spádnicí podložních vrstev. Do výpočtu byl zaveden proudový tlak vody v plné mocnosti podložních propustných horizontů a v 10 m mocné vrstvě uhelné sloje a vztlak vody od povrchu krystalinika až po bázi uhelné sloje.

Za výše uvedených předpokladů bylo řešením zjištěno, že nejnižší koeficient stability na kontaktní ploše nadloží - sloj či sloj - podloží vykazuje profil 3 - 3'. Při použití reziduálních hodnot pevnosti na kontaktu sloj - podloží byl výsledný koeficient stability $k = 1,07$. Pro tento případ je však požadován koeficient stability $k = 1,20$. Proto bylo nutno v tomto profilu stanovit opěrný pilíř dočasně vázaných zásob uhlí. Výpočtem bylo ověřeno, že pro zajištění stability svahu postačí opěrný blok uhlí o šířce 200 m a mocnosti 10 m v délce cca 350 m. Toto uhlí pak bude dobýváno až těsně před postupující výsypkou a vyuhlený prostor bude ihned po odtěžení zasypán výsypkovými materiály.

Řešení stability bočního svahu metodou Pettersona prokázalo, že svah jako celek i při uvažování existence Kundratické nádrže vykazu-

je dostatečnou stabilitu, koeficient bezpečnosti stability svahu není v žádném případě nižší než 1,5. Pouze kvartérní sedimenty prvního skryvkového řezu hrozí sesouváním (hlavně v profilu 7 - 7'), a proto bude nutno tento skryvkový řez sesvahovat buldozerem do svahového poměru 1 : 3.

Přestože bylo při stanovení parametrů bočního svahu VČSA uvažováno s vlivem proudového tlaku vody i se vztlakem, je nutno věnovat odvodnění svahů maximální pozornost, a to hlavně odvodnění podložních vrstev a uhelné sloje. Výsledkem hydrogeologického řešení uvažované oblasti p. g. K. Haase a kol. byl mimo jiné též návrh odvodňovací bariéry, která má za úkol v co největší míře zamezit přítokům vody do prostoru těžebné činnosti lomu od severozápadu. Budou-li odvodňovací vrty této tzv. západní bariéry uvedeny do provozu včas, lze předpokládat, že hladina vody v uhelné sloji se bude pohybovat cca 5 m nadází sloje a přepočtený strop hladiny vztlakové vody v podložních vrstvách by měl dosáhnout maximálně bázi uhelné sloje. Přesto doporučujeme provedení horizontálních, případně i vertikálních odvodňovacích vrtů při patě generálního svahu v prostoru Kunderatické nádrže, aby bylo bezpečně dosaženo požadovaného snížení hladiny vody v bočním svahu. Horizontální vrty by byly prováděny z pracovní plošiny nejnižší položeného smíšeného řezu do vzdálenosti cca 100 až 120 m a vertikální vrty z hlavy uhelného pilíře dočasně vázaných zásob do hloubky asi 5 až 10 m do podloží.

Závěr

Shrneme-li výsledky I. etapy geologického a hydrogeologického průzkumu předpolí VČSA, můžeme konstatovat, že situace s postupem těžby lomu bude stále složitější. Lom v prostoru těžby do roku 1981 sice ještě nedosáhne oblasti s větší mocností sutí a splachů, avšak potíže při těžbě nastanou v důsledku značného úklonu sloje u výchozu. Rovněž zvodnění dobývacího prostoru, přestože není takového rázu, aby komplikovalo situaci při vlastním dobývacím procesu, může částečně ovlivnit dlouhodobou stabilitu bočního svahu do doby, než bude tento přesypán vnitřní výsypkou.

Složitost geologického uložení a morfologie jednotlivých vrstev a stratigrafických horizontů a hydrogeologická situace si vyžádaly řeše-

ní stability bočního svahu z několika hledisek. Bylo nutno posuzovat stabilitu generálního svahu v komplexu nadložních sedimentů, stabilitu zemního tělesa na ukloněné kontaktní ploše nadloží - sloj a sloj - podloží i možnost vytváření smykových ploch v podloží uhelné sloje ve výchozových partiích. Přitom bylo nutno brát v úvahu též předpokládáný stupeň zvednutí jednotlivých horizontů.

Z toho vyplynula i různá metodika řešení. K výpočtu bylo pro jednotlivé profily použito různých výpočetních metod (Verdeyen, Petterson, metoda řešení rovnováhy sil) a pro jednotlivé metody též různé pevnostní parametry (vrcholové nebo reziduální hodnoty). Tím se měnil i požadovaný stupeň bezpečnosti stability svahu. Při řešení stability zemního tělesa na kontaktních plochách bylo použito reziduálních hodnot pevnosti a požadovaný stupeň stability pro tento případ byl $k = 1,2$; v ostatních případech bylo při výpočtu použito vrcholových hodnot pevnosti a požadovaný stupeň stability činil $k = 1,5$.

Za těchto podmínek byl stanoven boční svah lomu pro celou oblast těžebné činnosti lomu do roku 1981. Konečný tvar tohoto svahu je patrný ze vzorových profilů uvedených v příloze. Silnou čárkovancí čarou u profilů v prostoru uvažované nádrže Kundratice je označen opěrný pilíř, dočasně vázaných uhelných zásob.

Závěrem lze říci, že báňské záměry těžby výchozových oblastí VČSA, uvedené v projektovém úkolu II. stavby, zůstaly tímto řešením ve své podstatě nedotčeny a mohou být v prostoru těžby lomu do roku 1981 aplikovány v plné míře. Složitější situace zřejmě nastane na území těžebné činnosti po roce 1981, kde je v současné době prováděna II. etapa průzkumu předpolí VČSA.

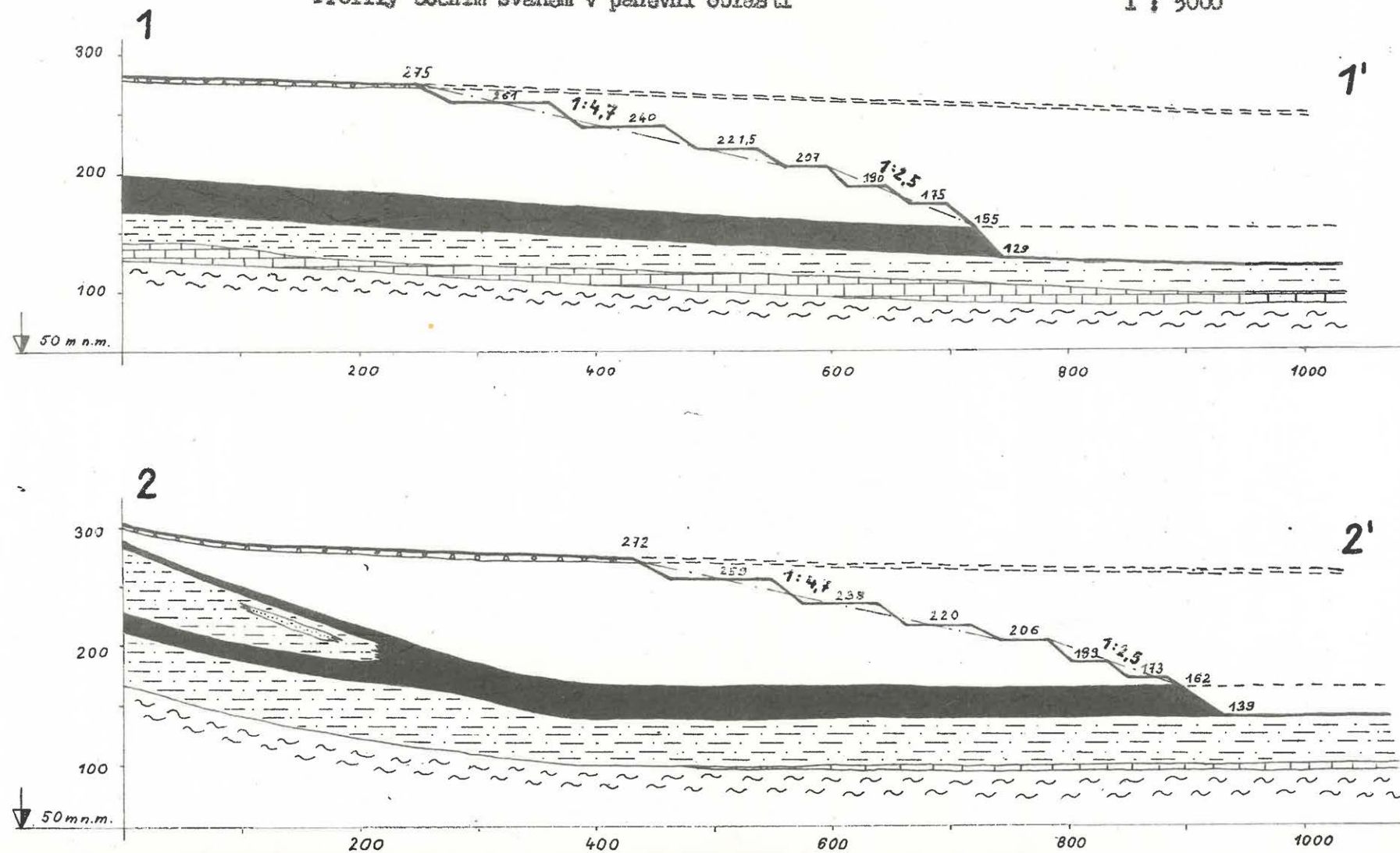
Literatura

- /1/ Pg. Z. Brus, Ing. A. Zábystřan: Geologické podklady pro stabilitní řešení svahů VČSA v území I. etapy průzkumu - duben 1976
- /2/ Pg. K. Baas a kol.: Návrh odvodnění VČSA pro II. stavbu, duben 1976
- /3/ Prof. Ing. A. Myslivec: Výpočet dlouhodobé stability svahů ze soudržných zemin, Inženýrské stavby 4/1969
- /4/ Doc. Ing. Z. Sobotka: Možné stavy rovnováhy zemin a jiných souvislých hmot, SNTL Praha 1956

Recenzoval: Ing. Antonín Jedlička

Profily bočních svahů v pánevní oblasti

1 : 5000



Obr. 1

Profily bočním zřehem v prostoru nádrže

1 : 5000

