

RNDr. ing. Josef V a l e š, VÚHU

ing. Alexandr R o z s y p a l, CSc., Stavební geologie Praha

Metodika sledování závěrných svahů lomů pod úpatím  
Krušných hor a vybudování systému kontrolního sledování

## 1.0 Úvod

Lomová těžba SHR bude v nejbližších letech postupovat až na úpatí Krušných hor. Znamená to těžit i zásoby, nalézající se v komplikovaných geologických a z toho plynoucích důlně-technických podmínkách. Geologicky velmi složitou část uhelné pánve představuje výchozová oblast při jižních svazích krystalinika Krušných hor. Tvoří přirozenou severní hranici pánevních sedimentů několika uhelných lomů o celkové délce cca 50 km. V oblasti výchozu nasedá těleso uhelné sloje na svahovou část masivu Krušných hor. Styk souvrství neogenních pánevních sedimentů s krystalinikem je ovlivněn tektonikou, postihující obě jednotky.

Technologie lomového dobývání uhelné sloje pod úpatím Krušných hor vychází ze známých geologických poměrů a respektuje je. Dobývání bude ovlivňovat poměr aktivních a pasivních sil z hlediska možného vzniku svahového pohybu. Zabezpečení těžby v prostoru pod horami je technicky obtížnou záležitostí, zejména z hlediska stabilitních řešení závěrných svahů lomů vůči krystalinickému úbočí. S řešením této problematiky úzce souvisejí i otázky bezpečnostní a ekologické.

Jednou z cest, jak zvýšit stupeň znalostí o chování odlehčeného úbočí krystalinického masivu se zachovanými relikty terciérního a kvarterního pánevního pokryvu s ohledem na stabilitu uměle vytvořeného svahu, je získávání informací ze systému kontrolního sledování.

## 2.0 Kontrolní sledování, jeho cíle a související činnosti

Kontrolní sledování je systematická a cílevědomá činnost, zaměřená k určení fyzikálně-mechanického stavu horninového masivu a vývoje tohoto stavu v průběhu času.

V literatuře jsou uváděny pojmy instrumentace a monitoring. Instrumentace je chápána jako výběr vhodných měření, měřících přístrojů, volba jejich rozmístění ve sledovaném terénu a konečně i instalace měřidel v horninovém prostředí.

Termín monitoring zahrnuje následné sledování různých typů měřidel a zpracování naměřených hodnot včetně interpretace výsledků měření.

Aplikace kontrolního sledování svahu povrchového lomu je podmíněna dále uvedenými fakty:

- a) Optimalizace ekonomického požadavku na maximální sklon (strmost) generálního svahu lomu a požadavek na bezpečnou těžbu. Optimalizace vyplývá z možnosti volby nižšího stupně bezpečnosti, než je tomu v případě těžby pod svahem bez kontrolního sledování.
- b) Průběžné přizpůsobování sklonů svahu a technologie těžby skutečnému chování horninového masivu.
- c) Přerušování těžby dříve, než by došlo k eventuálnímu sesuvu a současné přijetí opatření, minimalizujících vzniklé ztráty.

Kontrolní sledování je složitým komplexem činností. Úspěšná realizace každé z nich podmiňuje dosažení konečného cíle. Související činnosti lze rozdělit do pěti skupin:

1. technická definice problému,
2. stanovení cílů kontrolního sledování a podmínek jeho realizace,
3. instrumentace,
4. monitoring,
5. interpretace.



ad 1.) Technická definice problému

Sem patří především stanovení geologických profilů, geotechnických parametrů, tektonických a ostatních strukturálních vlastností masivu. Tyto otázky řeší inženýrsko-geologický, hydrogeologický a geotechnický průzkum, který předchází vlastní těžbě. Nejdůležitější je stanovení co nejvýstižnějšího geomechanického modelu, tj. odhadu přetvárného chování masivu, stanovení směrů a velikostí přetvoření, rozsahy postižených oblastí, dosahy změn, hranice ohrožení atp.

Odpověď na tyto otázky může dát po komplexním zhodnocení výše uvedených údajů a poznatků z vyhodnocení analogických případů pouze stabilitní výpočet. V případě závěrných svahů lomů v úsecích severního okraje pánve, tvořených krystalinikem Krušných hor, je pro výpočet nejvhodnější metoda konečných prvků. Poskytuje celkovou představu o poli napětí i přetvoření, což jsou údaje nezbytné pro volbu instrumentačních zařízení a míst jejich nasazení.

ad 2.) Stanovení cílů kontrolního sledování

Aby bylo možno definovat účel kontrolního sledování, je potřeba analyzovat problém z hlediska ekonomického a rozhodnout o úrovni přijatelných rizik. Sem patří mimo jiné odpověď na otázky, jak velký sesuv lze vůbec připustit a jaká četnost sesuvů určitého rozsahu je ještě únosná na danou délku svahu.

Zejména je nutno zvážit vztahy mezi náklady na technická opatření, minimalizující riziko vzniku sesuvu (např. odlehčení horních partií svahu, kotvení ap.), náklady spojené s odstraňováním následků sesuvu a náklady na vybudování a provozování systému kontrolního sledování ve vazbě na cenu jednotky finálního produktu.

Tuto analýzu, jejímž výsledkem je definice cílů kontrolního sledování, musí provést provozovatel, tj. těžební organizace.

Poté následují práce, spojené s určením a definicí varovných stavů a se stanovením a vyprojektováním technicko-bezpečnostních opatření, která reagují na příslušný stupeň varovného stavu. Projekt technicko-bezpečnostních opatření musí obsahovat nejen způsob vyhlášení varovného stavu, ale i realizační plán navazujících provozních opatření, které jsou nedílnou součástí těžebních postupů.

#### ad 3.) Instrumentace

Do tohoto okruhu prací patří rozhodnutí o tom, které veličiny se budou měřit a sledovat (deformace, napětí, pórové tlaky, seismické šумы atd.), kterými přístroji se bude měřit, v jakých místech a jaká bude četnost měření. O tom nelze kvalifikovaně rozhodnout bez analýzy ad 1.) a ad 2.). Instrumentace řeší zabezpečení, výrobu a sestavení přístrojů, jejich instalaci a v neposlední řadě i jejich ochranu.

#### ad 4.) Monitoring

Rozumíme jím vlastní periodické odečítání údajů přístrojové techniky, průběžnou kalibraci zařízení a jeho údržbu. Patří sem i zpracování naměřených hodnot.

Instrumentaci a částečně i monitoring obvykle zabezpečuje specializovaná organizace. Vyžaduje se totiž složité zázemí, a to jak ve formě odborného personálu pro údržbu a vývoj přístrojového vybavení, vlastní měření a vyhodnocování naměřených dat, tak i ve formě vhodných konstrukčních, dílenských a provozních kapacit.

#### ad 5.) Interpretace

Je vyvrcholením kontrolního sledování. Uplatňujeme požadavky na doplnění a zpřesnění geomechanického modelu, novou instrumentaci event. rozšířením průzkumu. Tímto postupem upřesňujeme stabilitní řešení s ohledem na skutečné chování horninového masivu, definice varovných stavů a jejich vyhlášení.



Interpretaci kontrolního sledování by měl zajišťovat zpracovatel stabilitního řešení, a to v úzké a operativní spolupráci s realizátorem instrumentace a provozovatelem zařízení.

### 3.0 Zásady kontrolního sledování

První zásadou je určení normálního chování horninového masivu v původním stavu, tzn. ještě před jeho ovlivněním přibližující se těžbou. Instrumentace musí být proto vybudována v dostatečném časovém předstihu. Ještě před tím je třeba na základě geologického profilu, fyzikálně mechanických parametrů hornin a stabilitního řešení určit předpokládané chování horninového masivu, tj. stanovit jeho geomechanický model.

Nejdůležitější zásady, týkající se vlastního měření, jsou pak tyto:

- a) Každou požadovanou veličinu je vhodné měřit alespoň dvěma na sobě nezávislými způsoby.
- b) Měřidel musí být dostatečný počet. Z povahy prováděných prací je zřejmé, že během doby provozu může být jejich značná část zničena. Dalším důvodem pro vyšší počet měřidel je potřeba potvrzení případných anomálií v měření dvěma na sobě nezávislými způsoby.
- c) Přesnost měření je vhodné volit ve vztahu k řádu očekávaných měřených změn. Zde platí obecná zásada, že je výhodnější "obětovat" přesnost měření ve prospěch jeho spolehlivosti.
- d) V případě, že svah je v pohybu a spěje k porušení stability, je účelné mít k dispozici dálkové odečítání dat, spojené s jejich registrací.
- e) Neměří a neregistrují se pouze faktické změny v chování svahu, ale průběžně i všechny faktory, které mohou jeho chování ovlivňovat (klimatický faktor, seismická aktivita, postup odtěžování atp.).
- f) Velice důležitou zásadou je včasná definice varovných stavů pro takové chování svahu, které by indikovalo postupný

pokles jeho stability. Varovné stavy je potřebné určovat s přihlédnutím k úrovni přijatých rizik. Jejich podcenění nebo přecenění by mělo bezprostřední dopad na bezpečnost těžby a ekonomiku dobývání.

- g) Pro příslušné uvedené varovné stavy je nutné vypracovat varianty technicko-bezpečnostních opatření včetně plánu realizace. Zde je nezbytně nutná spolupráce složek projektant-investor. Projekt technicko-bezpečnostních opatření je třeba rozpracovat současně s projektem kontrolního sledování a zajistit jeho promítnutí do báňského řešení postupů těžeb.

#### 4.0 Měřicí systémy kontrolního sledování

Kontrolní sledování, vybudované v oblasti krušnohorského úpatí, tj. v úseku Jezerka - Jezeří, sestává z měření, prováděných v průzkumných důlních dílech, vrtech a vybraných bodech fixovaných na povrchu svahu (terénu). Měřidly se sledují hloubkové deformace krystalinika, deformační projevy pánevní sedimentační výplně a jejich odraz na povrch svahu (terén).

Je používána řada speciálních měřidel, kterými jsou zjišťovány horizontální a vertikální složky deformace. Jejich složením získáme prostorový vektor deformace.

- a) Inklinometrická měření jsou prováděna přesnou inklinometrickou aparaturou ve svislých vrtech z povrchu do hloubky cca 200 m. Vrty o průměru 137 mm jsou osazeny drážkovanými PVC pažnicemi (vnější  $\varnothing$  80 mm). Injektáží se fixuje prostor mezi pažnicí a stěnou vrtu. Měří se cyklicky (opakovaná měření) spouštěním inklinometrické sondy drážkovým (křížovým) vedením PVC pažnice. Je měřen a registrován odklon od svislice ve dvou svislých a na sebe kolmých rovinách, proložených osou vrtu. Odklon od svislice je přepočítán na vodorovný posuv. Měří se a odečítá po půlmetrových krocích a vyhodnocuje na počítači s grafickým výstupem. Vodorovné posuvy jednotlivých hloubkových úrovní se nasčítají a výsledkem je souvislý záznam o pohybu osy vrtu. Podmínkou



je, aby dno vrtu bylo hlouběji než předpokládaná smyková oblast. Součástí systému měření je také geodetické sledování zhlaví těchto vrtů.

- b) Náklonoměrná měření - pohyby horninového masivu jsou sledovány náklonoměry, umístěnými na konci štoly Jezeří a asi v polovině štoly Jezerka. Jsou použity dva kyvadlové fotoelektrické náklonoměry s registrací a signálními hodinami. Náklonoměry jsou umístěny na speciálních žulových deskách a orientovány tak, aby registrovaly složky ve směrech S-J a V-Z. Zařízení měří a registruje náklony v obou složkách automaticky, hodnoty jsou přepočítávány na velikost vertikálního posuvu.

Na svazích Jezerky ve skalních výchozech jsou fixovány náklonoměrné destičky. U osazených skalních výchozů je proměřován přenosným příložným náklonoměrem ve dvou na sebe kolmých rovinách náklon. Naměřené hodnoty zpracovává počítač v hodnoty posuvu a náklonu.

- c) Páskové křehké vodiče - jsou páskové (ploché) desetižilové vodiče, ve kterých se propojením jednotlivých žil vytvoří systém různě dlouhých (hlubokých) elektrických obvodů (smyček). Hloubka a počet smyček je volen dle skutečného odvrtaného geologického profilu. Vodič je spuštěn do vyčištěného, nezapaženého vrtu a tam je zainjektován. Při příčném posuvu dojde ke křehkému porušení cementační směsi, ve které je vodič fixován, a k přerušení všech elektrických obvodů zasahujících pod oblast porušení. Obvody nad smykovou plochou zůstávají vodivě propojeny. Tímto způsobem lze konkrétně lokalizovat vznik a hloubku smykové plochy s přesností, odpovídající velikosti kroku vytvořených obvodů. Páskové vodiče lze upevňovat i na vnější povrch inklinometrických PVC pažnic.
- d) Extenzometry a konvergenční měřidla (pásma) - extenzometry jsou měřidla pro zjišťování horizontálních deformací (posuvů). Jsou vyráběny v různém provedení: tyčové, strunové

a s různým počtem měřených úrovní. Jsou používány v důlních dílech i v horizontálních vrtech.

Strunový víceúrovňový extenzometr tvoří soustava kotev fixovaných zacementováním ve vrtu a měřicí zhlaví, připevněné k úvodní pažnici. Soustava kotev (krátké silnostěnné, drážkované ocelové trubky) je vzájemně spojena hadicí z měkčeného PVC. Hadice vymezuje rozteč měřených bodů kotev a současně umožňuje relativní pohyb mezi kotvami. Ke každé kotvě je připevněna pouze jediná struna, která je vedena uvnitř hadice k ústí vrtu. Zde se snímá pohyb měřicím zhlavím, které je připojeno přírubou k úvodní pažnici. V měřicím zhlaví, ke kterému jsou přivedeny struny od všech kotev (max. 6), jsou struny napínány závažím přes dvojité napínací kladky (převod 4:1) na potřebné hodnoty předpětí. Posuv kotev v masivu se projevuje pootáčením vodících kladek pro struny.

Posuvy jsou snímány - 1. mechanicky - úhlová stupnice,

1 díl = 0,4 mm,

2. elektricky - otáčení víceúrovňového potenciometru.

Povrchové vodorovné deformace se měří konvergenčním pásmem v profilech zhruba kolmých na horní hranu lomu. Ve vytvořených profilech jsou přibližně ve vzdálenosti 15 - 20 m stabilizovány měřické pilíře, zakotvené cca 3 m pod úroveň terénu. Pilíře jsou na temeni osazeny konvergenčními měřicími čepy a na boku jsou opatřeny nivelační značkou. Zhlaví pilíře je chráněno uzavíratelným poklopem a vnější ochranná pažnice je opatřena výrazným nátěrem. Vzdálenost mezi jednotlivými pilíři se měří konvergenčním pásmem mezi měřicími konvergenčními čepy (přesnost 0,1 mm).

V důlním díle jsou konvergenční čepy umístěny do profilů tak, aby bylo možno stanovit a měřit úplný prostorový tenzor deformace. Výškové a polohové zhlaví měřidel je kontrolováno geodeticky.

- e) Geoakustické měření ve vrtech - metoda spočívá v měření četnosti a intenzity zvukových emisí, které doprovázejí



porušování krystalů případně mikrostrukturních jednotek horninového masivu.

Porušování vzniká tam, kde koncentrace napětí dosahuje hodnot mezní pevnosti horniny, případně je překračuje.

Měří se speciálním snímačem, spouštěným do svislého vrtu. Vyhodnocením četnosti impulsů a odfiltrováním šumů lze vymezit oblasti, kde dochází k porušování. Opakovaným měřením lze kontrolovat rozvoj porušování.

- f) Měření pórových napětí - cílem měření je zjištění změn ve vývoji pórových napětí v soudržných terciérních jílech, tvořících nadložní těleso uhelné sloje, a to v průběhu těžby. Měří se osazením snímačů měřidel pórového tlaku v konkrétním hloubkovém intervalu profilu vrtu. Část vrtu, kde má být osazeno měřidlo, musí být zbavena zbytků výplachu. Do takto připraveného vrtu je zapuštěno měřidlo, opatřené silonovým návlekem a filtračním a těsnicím obsysem. Bezprostřední nadloží měřidla se zaplní bentonitovým obsysem a po 2 až 3 hodinách se vrt cementuje. Zhlaví vrtu je osazeno uzavíratelnou pažnicí, ve které je umístěna kabelová koncovka s konektorem od měřidla pórového tlaku. Uvedenými měřidly lze registrovat změnu pórového tlaku vody v sedimentu při průchodu těžby v daném úseku. Zjištěná změna je potřebnou veličinou pro stabilitní řešení a dává obraz o průběhu odvodňování.
- g) Geodetické sledování - geodeticky jsou sledovány přesnou nivelací výškové změny v ose štoly Jezerka. Na povrchu území jsou polohově i výškově sledovány změny zhlaví instrumentačně vystrojených vrtů a body vytvořené měřické mikrosítě. Mikrosítě je tvořena stabilizovanými body měřických pilířů (relativní přesnost polohových měření 0,005 m). Výškově je mikrosítě proměřována přesnou nivelací, která je navázána na skalní stabilizovanou síť skupiny Drmaly, vybudovanou a proměřovanou Geodetickým a kartografickým podnikem n.p. Praha a vyhodnocovanou Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým Praha -

- Zdiby (vnitřní a vnější síť geodetického sledování předpolí VČSA).

Na vybraných skalních výchozech jsou osazeny a stabilizovány čepy pro signalizaci bodů, které jsou zaměřovány z bodů mikrosítě. Jsou tak vytvořeny měřické profily proměřované polohově. Výškově jsou body profilů určovány jednostranným trigonometrickým měřením z bodů mikrosítě s předpokládanou přesností 0,015 m. Profily slouží ke sledování přetváření horninového masivu, krystalinika.

- h) Seismické sledování - seismografy ve stabilní seismické stanici Vysoká Pec. Cílem měření je detekce a lokalizace seismických otřesů a stanovení jejich intenzity. Je využívána spolupráce stálých seismických stanic mezinárodní sítě (ČSSR, NDR, PLR). Ze záznamů lze stanovit druh zdroje seismických vln (tektonický otřes, exploze, zemětřesení). V celém komplexu kontrolního sledování je aktuální využívání seismických dat pro korelace s naměřenými údaji i jako impuls pro opětovné proměřování sítě kontrolního sledování po silných otřesech.

Analýzu seismických jevů a výsledky makroseismických pozorování zpracovává pro potřeby SHR Geofyzikální ústav ČSAV.

## 5.0 Monitorovací systém na lokalitě Jezerka a současný stav

Stavební geologie n.p. Praha vypracovala ideový projekt kontrolního sledování na lokalitě Jezerka. Systém zahrnuje několik dílčích částí. Lze je rozdělit na sledování povrchové a hloubkové. Do povrchové části patří geodetické sledování bodů na skalních výchozech, měřických pilířů, zhlaví monitorovacích vrtů a bodů při povrchu důlních děl.

Hloubkové sledování obsahuje měření v důlním díle Jezerka a měření v jednotlivých monitorovacích vrtech.

### Geodetické sledování

Geodetickým sledováním jsou zjišťovány polohové a výško-



vé změny zhlaví jednotlivých monitorovacích vrtů. Počáteční stav byl zachycen při prvním měření, provedeném po odvrtání a vystrojení každého vrtu. Pro sledování pilíře Jezerka je to 20 vrtů, v prostoru nad pilířem 5 vrtů. Ve vlastním pilíři bylo osazeno dalších 10 pozorovaných bodů a 4 body byly osazeny do konvergenčních profilů. Měřickou mikrosíť tvoří 10 bodů v pilíři, na bývalé silnici I/13 a na lesní cestě.

Na vybraných skalních výchozech jsou stabilizovány měřické čepy. Je to 11 bodů pozorovatelných z bodů mikrosítě.

### Hloubkové sledování

Tento systém sdružuje sledování ve štole Jezerka, 4 profily s monitorovacími vrty a 4 samostatné vrty po okrajích sledovaného území.

#### 1. Štola Jezerka

- a) Geodetická nivelace - po celé délce štoly jsou sledovány vertikální pohyby na 32 nivelačních značkách, osazených na počvě štoly. Výškové pohyby se sledují od 9. 2. 1984 a do konce kalendářního roku 1985 proběhlo celkem 6 měření. Naměřené hodnoty vykazují trvalý nízký pokles štoly od portálu až po pásmo puklin tj. do staničení 60 m. Deformace se soustřeďují na zónu porušení sutí a terciéru. Rychlost pohybu je celkem rovnoměrná, s poklesem 3-4 mm/měsíc. Největší naměřený celkový pokles tohoto úseku štoly je 35,5 mm (kumulativně od počátku měření).

U měřických bodů v dalším pokračování štoly se projevuje kolísání hodnot svislého posunu.

- b) Měření deformací drátovým extenzometrem podél stěny štoly - se uskutečňuje v 6ti úrovních. Jednotlivé dráty jsou kotveny na bodech pro měření pásmovým extenzometrem na boku štoly. Zhlaví a ukotvení drátů je ve staničení 20 m. Od zahájení bylo měřeno celkem 7x. V souvislosti se zrychlením a nárůstem deformací v září 1984 došlo k přetržení drátů v úrovni 20 - 38 - 50 m. Jednotlivé úrovně drátového extenzometru jsou 20 (zhlaví), 38, 50, 65, 82, 105 a 130 m. Z měření je zřejmé, že po odstranění nelo-

gických hodnot, naměřených na počátku, kdy docházelo k do-  
tvarování a stabilizaci jednotlivých úrovní drátového ex-  
tenzometru v úseku 20 - 50 m (přetržené dráty byly nahra-  
zeny novými), je trend deformací shodný s průběhem dříve  
měřených změn.

- c) Měření deformací pásmovým extenzometrem - v první fázi  
kontrolního sledování byl měřen úsek štoly, ve které se  
objevily trhliny v torkretové obezdívce. Tento sledovaný  
úsek má staničení 57 - 81 m. Měřilo se od 1. 11. 1983.  
V dalším období byly osazeny i zbývající sledované úseky  
ve staničení 26 - 178 m. Od 05/84 se měření v celém tomto  
úseku. První úsek byl proměřen 23 x, celý úsek 5 x. Měře-  
ním bylo zjištěno, že deformace trvale probíhají v úseku  
38 - 82 m, největší deformace jsou registrovány v úseku  
staničení 58 - 65 m - od zahájení měření celkem 40,2 mm.  
Úsek 57 - 81 m staničení zachycuje ve štole přechod sutě  
- terciérní sedimenty - silně porušené a navětralé krysta-  
linikum.
- d) Ve štole je v rozrážce (staničení 110 m) umístěn náklono-  
měr Geofyzikálního ústavu ČSAV Praha. Z naměřených hodnot  
zatím nelze vyvodit závěry o případných změnách.

## 2. Monitorovací vrty

Pro zachycení a hodnocení hloubkových změn a deformací  
byl vybudován systém monitorovacích vrtů rozdělený do dvou  
etap.

I. etapa - vrty jsou situovány v horském úbočí nad zrušenou  
silnicí I/13 a jsou vrtány až do pevného krystali-  
nika. Celkově je vystrojeno 6 svislých a 2 hori-  
zontální vrty. Cílem je zachycení změn v masivu  
a jeho suťovém plášti.

II. etapa - vrty jsou rozmístěny v pilíři Jezerka, pod sil-  
nicí I/13 a jsou sestaveny do 4 profilů. Celkem  
je vystrojeno 21 vrtů.

Při sledování je využíváno měřidel popsaných  
v kapitole 4.0.



## 6.0 Závěr

V předkládaném materiálu jsou velmi stručně popsány problémy kontrolního sledování vysokých závěrných svahů na lokalitě VČSA k.p. DVIL. Jsou shrnuty cíle kontrolního sledování a vytyčeny hlavní zásady pro jeho provádění. Monitoring v průběhu skrývkových a těžebních prací slouží pro kontrolu správnosti výpočtu stability svahů a hlavně jako součást technicko-bezpečnostního dozoru. Naměřené hodnoty budou průběžně používány pro zpřesnění výpočtů stability. Na základě získaných výsledků budou zpřesňovány i hodnoty navržených varovných stavů a technicko-bezpečnostních opatření.

System kontrolního sledování je chápán jako otevřený. Na základě zjištěných hodnot je vhodně doplňován dle potřeb výzkumu a provozních požadavků.

Kontrolní sledování využívá známých i nových (v ČSSR) dosud nepoužívaných metod měření. Svým rozsahem jde o ojedinělé technické dílo u nás i ve světě.

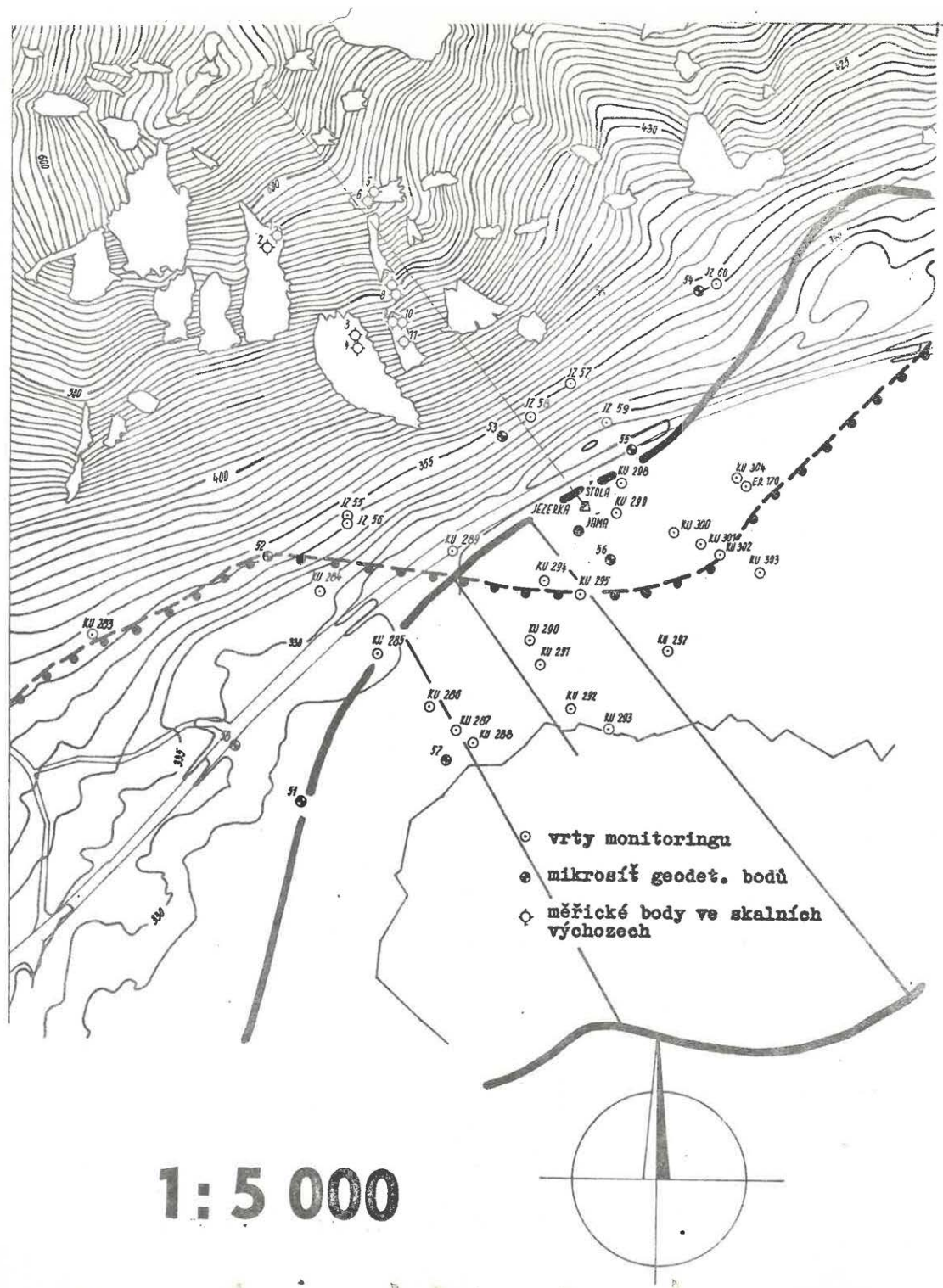
## S h r n u t í

### Metodika sledování závěrných svahů lomů pod úpatím Krušných hor a vybudování systému kontrolního sledování

V článku je popsána obecná metodika systému kontrolního sledování závěrných svahů lomů na úpatí Krušných hor. Je definován technický problém, jsou stanoveny cíle kontrolního sledování a zásady pro jeho zajištění. Je podán přehled používané měřicí techniky na lokalitě Jezerka a uvedeny hodnoty naměřené kontrolním systémem.

### Seznam použité literatury

Herštus, CSc. a kol. : Ideový projekt inženýrsko-geologického, geotechnického a hydrogeologického průzkumu podkrušnohorského okraje  
SHP  
SG, n.p. Praha, 1981



Na zobrazených bodech se provádí tato pozorování :

1. Náklonoměrná měření na skalních výchozech : body 1 - 11
2. Geodetické sledování polohové a výškové : body 1 - 11 , 51 - 59 a  
vrty monitoringu ( zhlaví )
3. Hloubkové sledování
  - a) inklinometrie : JZ 55, JZ 57, JZ 59a, JZ 60, KU 283, KU 285, KU 287  
KU 290, KU 293, KU 299, KU 302, KU 304
  - b) extenzometrie : JZ 58 - 6 úrovní
  - c) křehké vodiče : JZ 56, KU 284, KU 286, KU 288, KU 289, KU 291,  
KU 294, KU 295, KU 297, KU 298, KU 300, KU 303,  
ER 170
  - d) pórový tlak : KU 292, KU 301
4. Hlubinné průzkumné dílo - štola Jezěrka
  - a) měření se provádí těmito metodami :
    - velmi přesná nivelace - 31 bodů ve štoli, i vně
    - extenzometrie - úsek 20 - 130 m, pásmový extenzometr
    - konvergence - úsek 28 - 178 m, pásmový extenzometr
    - náklonoměrná měření

———— horní a dolní hrana ochranného pilíře

TTT výchoz uhelné sloje

— hranice hlubinného rubání

# SITUACE BODŮ KONTROL. SLEDOVÁNÍ LOKALITY JEZERKA