

Ing. Milan Větrovský – Severočeské doly, a.s., Doly Nástup Tušimice

Zkušenosti s monitorováním deformací svahů automatickou totální stanicí LEICA TCA 1800

Erfahrungen mit Monitoring der Böschungsdeformationen durch die automatische Totalstation Art LEICA 1800

Für die geodätische Überwachung der Standfestigkeit von Böschungen befindet sich seit dem 16. Dezember 1997 im Einsatz die automatische Station LEICA TCA 1800. Die Methode der geodätischen Überwachung ist nicht das einzige Verfahren, das zum Monitoring der Umformungseigenschaften des Gesteinskörpers in der Nordböhmisches Braunkohlengesellschaft, A. G., Tagebaue Nástup Tušimice angewendet wird. Dieser Beitrag ist nur dem Einsatz der Totalstation LEICA TCA 1800 gewidmet. Die ersten Informationen über den Einsatz dieses Systems in der o. a. Kohlengesellschaft veröffentlichte der Autor dieses Beitrages in Nr. 02/1998 dieser Zeitschrift.

Experience with monitoring deformations of slopes by the LEICA TCA 1800 automatic total station

The LEICA TCA 1800 automatic station has been used for geodetical observing the stability of slopes since Dec, 16th, 1997. The method of geodetical observing is not the only one that is being used Severočeské doly, a.s., Doly Nástup Tušimice for monitoring the re-shaping attributes of a rock massif. This contribution is dedicated to the use of the total station of LEICA TCA 1800 only. The first information on using this system in SDCH, a.s., DNT were published by Ing. Martin Vrabel in the Zpravodaj bulletin No. 2/1998 (VÚHU, a.s.).

The problems of acquiring a sufficient amount of information on deformations on the rock massif surface that are being under progress are being solved by using the automatic station. Upon a suitable complementation of next information from other activities, e.g. engineering-geological

observation, this method may be a bearing element of the verification of either original presumptions of the slopes stability or it may predict pertinent emergency situations.

Опыт мониторинга деформаций откосов при помощи автоматической тотальной станции LEICA TCA 1800

Автоматическая станция LEICA TCA 1800 внедрена с 16 декабря 1997 г. с целью геодезического следения за устойчивостью откосов. Метод геодезического следения не является единственным способом мониторинга свойств деформации породного массива, используемым на разрезах Наступ Тушимице (Северочешские шахты, а/о). Статья посвящается именно внедрению тотальной станции LEICA TCA 1800, причем первая информация по системе, работающей на приведенных бурогольных разрезах, была опубликована в Справочнике ВУГУ номер 2/1998 г. Автоматическая станция способствует решению проблемы изыскания достаточного количества данных по деформациям, происходящим на поверхности породного массива. При подходящем дополнении дальнейших данных из других сфер деятельности (например, инженерно-геологического исследования), данный метод может быть основным элементом удостоверения первоначальных предпосылок устойчивости откосов, или может сделать прогноз возможной аварийной ситуации.

Zkušenosti s monitorováním deformací svahů automatickou totální stanicí LEICA TCA 1800

Automatická stanice Leica TCA 1800 je nasazena pro geodetické sledování stability svahů od 16. prosince 1997. Metoda geodetického sledování není jedinou pro

monitorování přetvárných vlastností horninového masivu, která se v Severočeských dolech, a.s., Doly Nástup Tušimice, užívá. Tento příspěvek je věnován pouze nasazení totální stanice Leica TCA 1800. První informace o nasazení tohoto systému v SDCH, a.s., DNT, byly publikovány Ing. Martinem Vrubelem ve Zpravodaji č. 2/1998 (VÚHU, a.s.).

Nasazením automatické stanice je řešena problematika získávání dostatečného množství informací o probíhajících deformacích na povrchu horninového masivu. Při vhodném doplnění dalších informací z jiných činností, např. inženýrskogeologického sledování, může být tato metoda nosným prvkem ověřování buď původních předpokladů stability svahů nebo může predikovat případné havarijní situace.

1 Systém automatizovaného monitorovacího systému s přístrojem LEICA TCA 1800

V SDCH, a.s., DNT, je měřické kontrolní sledování svahů prováděno od roku 1979. Po zkušenostech získaných v SDCH, a.s., DNT, v tomto oboru v průběhu 20 let bylo zřejmé, že získávání informací zejména o náhlých sesuvných procesech horninových masivů je velmi problematické. Ne vždy je možné při provádění manuálního měření zabezpečit odpovídající interval sledování. Vyskytly se situace, kdy interval manuálního měření nedostačoval pro kontrolu vývoje vznikajícího sesuvu, přestože bylo měření prováděno jednou nebo i dvakrát denně. V roce 1997 např. došlo k sesuvu uhelného bloku ve výchozu sloje. Shodou nepříznivých okolností sesuv nastal v neděli, kdy měřická služba nebyla vykonávána.

Protože taková situace by mohla vzniknout a manuální měřické sledování 24 hodin denně lze jen obtížně zajišťovat, byla zvolena možnost nasazení automatické totální stanice Leica TCA 1800, která dnes zabezpečuje nepřetržité sledování deformací svahů ve zvolených časových intervalech.

Technické zařízení se skládá ze dvou částí :

1. Monitorovací buňka – v této části probíhá měření a přenos měřených dat.
2. Základna - v této části dochází k příjmům dat a následnému zpracování.

Schéma systému (obr. 3).

1.1 Monitorovací buňka

Buňka je zhotovena z prosklené kabiny (foto 1). Je temperována elektrickým topením. Její situování je voleno tak, aby z postavení obsáhla celou zájmovou oblast (foto 3).

Uvnitř buňky je připevněna totální automatická stanice TCA 1800 k ocelové pažnici, která zabezpečuje nucenou centraci. Měření je prováděno polární metodou.

Aby bylo možné sledovat deformace masivu, musí být do odpovídajících míst stabilizovány odrazné hranoly. Teoreticky jich může být osazeno neomezené množství.

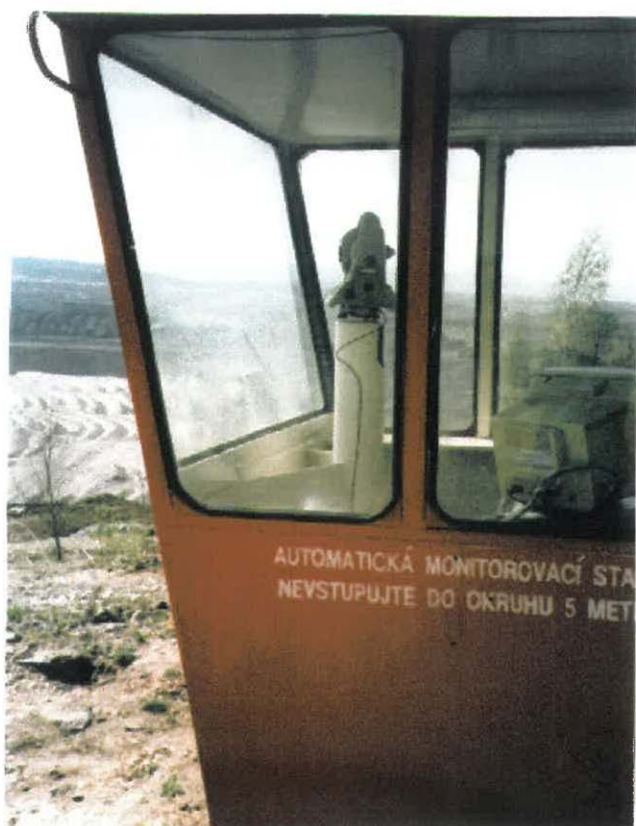


Foto 1 Buňka s přístrojem Leica TCA 1800



Foto 2 Stabilizace odrazného hranolu



Foto 3 Pohled na současnou situaci severních svahů lomu Libouš – západ

Počáteční základní zaměření bodů musí být provedeno manuálně. Po provedení základního zaměření a po spuštění systému kontrolního sledování probíhá již automaticky.

Přístroj Leica TCA 1800 je ovládán programem pro sledování vytvořeným v prostředí SW GeoBasic firmou Geovap, s.r.o., Pardubice. Program umožňuje nastavení časového intervalu sledování od 1 minuty do 99 minut. Pokud by vznikl požadavek na jiný časový interval než je uveden, není problém toto softwarově upravit.

Přístroj je vybaven systémem ATR (automatic target recognition). Tento systém zabezpečuje automatické vyhledávání sledovaného bodu (foto 2) dle předchozího měření se zadanou prostorovou tolerancí. Zadaná tolerance je udána úhlem v gradech, ve kterém se bude bod nacházet. Tento bod se bude pohybovat vlivem přetváření masivu. Pokud se bude nacházet ve stanoveném poli, je přístrojem dohledán a následně zaměřen.

Při každé periodě měření jsou měřeny všechny body. Po každém zaměření bodu, kdy jsou změřena data potřebná k určení souřadnic, jsou tyto informace přeneseny do počítače. Po ukončení periody měření - zaměřením posledního bodu, jsou data prostřednictvím radiomodemu MC12F a radiostanice Motorola P110 z PC přenesena směrovou anténou na základnu, která je vybavena stejným radiomodemem a radiostanicí Motorola.

1.2 Základna

Na základně jsou surová data přijímána a přenesena na počítač. Přenos dat je zabezpečen počítačovou sítí. Zpracování dat je prováděno pomocí programu „Monitor-Báňský model“ firmy KVASoftware Karlovy Vary. Báňský model přebírá data aktuálního měření. Z potřebných hodnot vypočítá souřadnice měřených bodů. Ty se porovnávají s předchozími měřeními. Na obr. 1 je uvedeno okno softwaru pro vyhodnocování.

Vyhodnocovány jsou tyto dále posuzované údaje:

Celkový posun – horizontální vektor od prvního měření po aktuálním měření

Dílčí posun – horizontální vektor-posun od posledního, nebo jiného měření v minulosti daného indexem posloupnosti po aktuální měření

Celková rychlost – mm/den-rychlost posunu od prvního měření po aktuální měření

Dílčí rychlost – mm/den-rychlost posunu od posledního, nebo jiného měření v minulosti daného indexem posloupnosti po aktuální měření.

Tyto hodnoty se porovnávají s hodnotami varovných stavů. U každého bodu je možné předem zadat limitní hodnoty posunů a rychlostí posunů pro čtyři stupně varovných stavů :

1. Klidový stav
2. Stav přípustných změn
3. Stav neklidu
4. Kritický stav

Program porovná naměřené posuny s hodnotami varovných stavů a přiřadí je ke každému bodu. Tato procedura probíhá pravidelně po každém měření. Po každé periodě měření jsou tím známé informace o přetvárném chování svahu. Dojde-li k dosažení či překročení limit varovných stavů, objeví se o tom informace na obrazovce PC a zároveň dojde ke zvukové signalizaci. Tento systém pracuje na počítačích zainteresovaných osob.

V současné době je zpracováván software pro předávání varování pomocí textové zprávy na mobilní telefon, který bude podávat informace o překročení limitních hodnot. Všechna data jsou archivována a je možné z nich operativně konstruovat grafické výstupy pomocí programu Grafer v2000 (obr. 2).

2 Základní body filozofie provozovaného softwaru

1. Pro kontrolu radiového spojení a ověřování činnosti monitorovací buňky se stanovuje tzv. „**Interval vzorkování spojení**“. Určuje se v sekundách, jak často bude program MONITOR testovat změnu v souboru, tj. ověřovat činnost geodetického stroje.
2. „Index k předchozímu měření“ – program zapisuje změřená data do streamu-toku dat. Vyhodnocení aktuální polohy bodu se provádí vždy ve vztahu k počáteční poloze bodu (celkový posun) a ve vztahu k předchozímu měření (dílní posun). Předchozím měřením se přitom rozumí to měření bodu ve streamu, na který ukazuje zadaný index.
3. Základní podmínkou měření je samozřejmě to, že stanovisko a orientace musí být pevné a tudíž situované mimo sesuvné území.
4. Zadaný a měřený směrnik na orientaci OR1 a OR2 – při každém měření se vyhodnocuje difference mezi zadaným a změřeným směrníkem OR1 a OR2. Tato difference-posun se uplatňuje jako korekce připočítávaná k horizontálnímu úhlu každého změřeného bodu. Korekce je nulová, pokud není zadaná hodnota směrníku OR1 a OR2. Korekce je aritmetickým průměrem obou diferencí zadaného a změřeného směrníku OR1 a OR2 (pokud jsou oba zadány a změřeny).
5. Počáteční poloha bodu – je buď zadaná ručně (včetně data měření) nebo poloha bodu vypočtená z prvního platného měření bodu. Datum a čas měření je také načten ze souboru.
6. Předchozí poloha bodu odpovídá poloze bodu ve streamu měření dané „indexem k předchozímu měření“.
7. Aktuální poloha bodu odpovídá poslednímu platnému měření bodu.
8. Reset měření bodu provede nulování hodnoty „Počáteční poloha“, Aktuální poloha“ a stream měření bodu. Ostatní data nejsou resetem dotčena.
9. Souřadnice stanoviska se zadávají ručně na základně.
10. Parametry ignorované výseče – tento údaj vyšel ze zkušeností, kdy je z praktického hlediska zřejmé, kterým směrem se svah nemůže přetvářet. Pokud bude svah nestabilní, nemůže se měřený bod pohybovat směrem nahoru do svahu. V tomto případě lze odchylku měření zcela vyloučit tím, že je zadán interval úhlu

MONITOR v2001 - vyhodnocování polohy bodů

Nastavení

Sdílený soubor MONITOR: J:\GEOVAP\Data.txt

Interval vzorkování MONITOR [s]: 900

Interval vzorkování SPOJENÍ [s]: 330

Index k předchozímu měření: 1

Aplikovat VÚ na celkové posuny: ☐

Aplikovat VÚ na dílčí posuny: ☐

Data pro grafy: ☐

Archivace dat: ☐

Přehrávání zvuků: ☐

Přístupové heslo:

Srovnávací body

Zadaný směrnik OR1: 134.92000000

Měřený směrnik OR1: 134.92330000

Zadaný směrnik OR2: 0.00000000

Měřený směrnik OR2: 209.62670000

Souřadnice stanoviště

X: 993479.780 Y: 815559.680 Z: 347.480

Ignorovaná výšeč [grad]: Od: 100 Do: 300 Použít: ☐

Parametry bodu: A1

Počáteční poloha: 4.10.2001, 7:42:26

993818.115 815965.817 298.770

Předchozí poloha: 11.10.2001, 10:50:56

993818.099 815965.814 298.683

Aktuální poloha: 11.10.2001, 11:52:02

993818.098 815965.818 298.700

	Identifikace	Kategorie	V. signálu	V. popisu	3D vektor	Sledovat	Kreslit	Barva
1		1	0.000	12		☒	☒	☒
2	A2	1	0.000	12		☒	☒	☒
3	A3	1	0.000	12		☒	☒	☒
4						☐	☐	☐
5						☐	☐	☐
6						☐	☐	☐
7						☐	☐	☐
8						☐	☐	☐
9						☐	☐	☐
10						☐	☐	☐

Měřené hodnoty: přepočtené na int. 900 vteřin.

C. posun [mm]: 3.48 D. posun [mm]: 0.85

C. směrnik [grad]: 169.0601 D. směrnik [grad]: 137.2393

C. rychlost [mm/den]: 0.43 D. rychlost [mm/den]: 0.00

Vzorkování MONITOR: ☒

Vzorkování SPOJENÍ: ☒

Start sledování

Limity celkového posunu [mm]

Klidový stav: 30 Stav neklidu: 60

Stav přípustných změn: 50 Kritický stav: 70

Limity dílčího posunu [mm]

Klidový stav: 20 Stav neklidu: 40

Stav přípustných změn: 30 Kritický stav: 50

Limity celkové rychlosti [mm/den]

Klidový stav: 30 Stav neklidu: 50

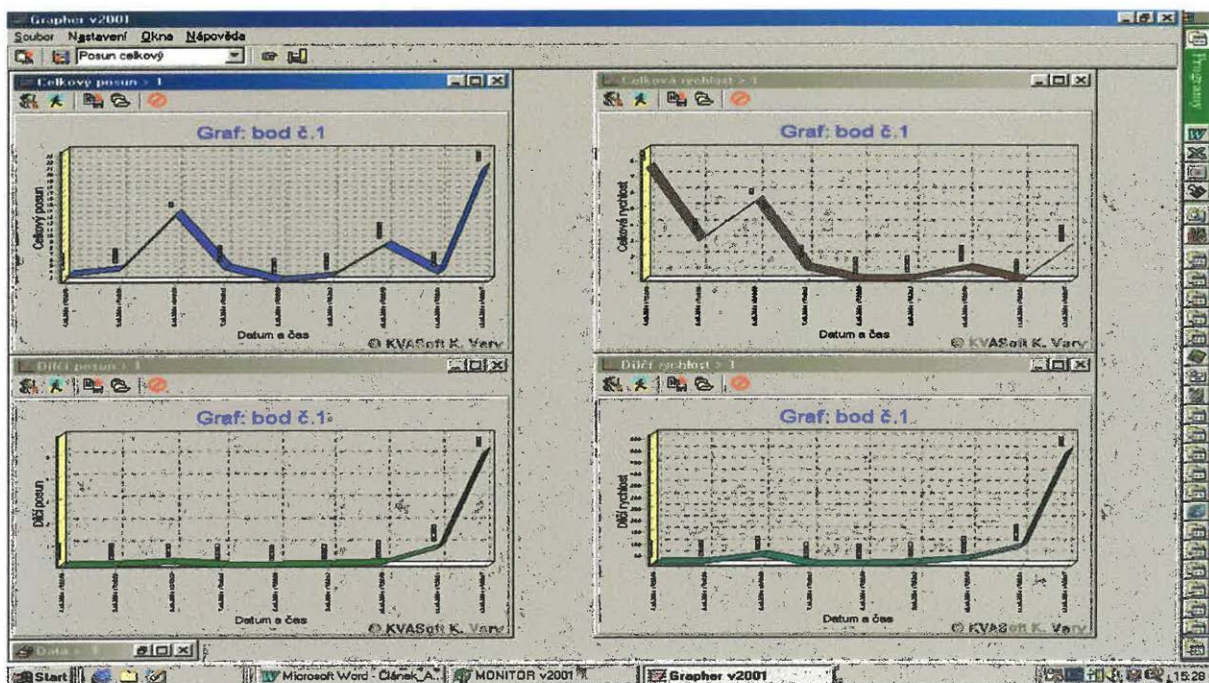
Stav přípustných změn: 40 Kritický stav: 60

Limity dílčí rychlosti [mm/den]

Klidový stav: 40 Stav neklidu: 60

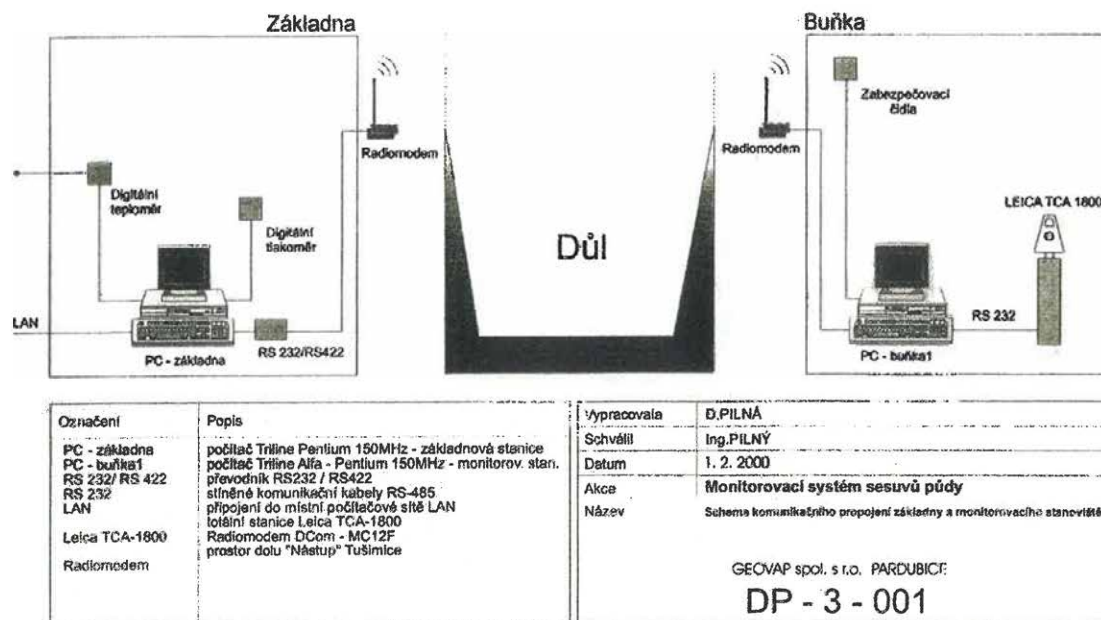
Stav přípustných změn: 50 Kritický stav: 70

Obr. 1

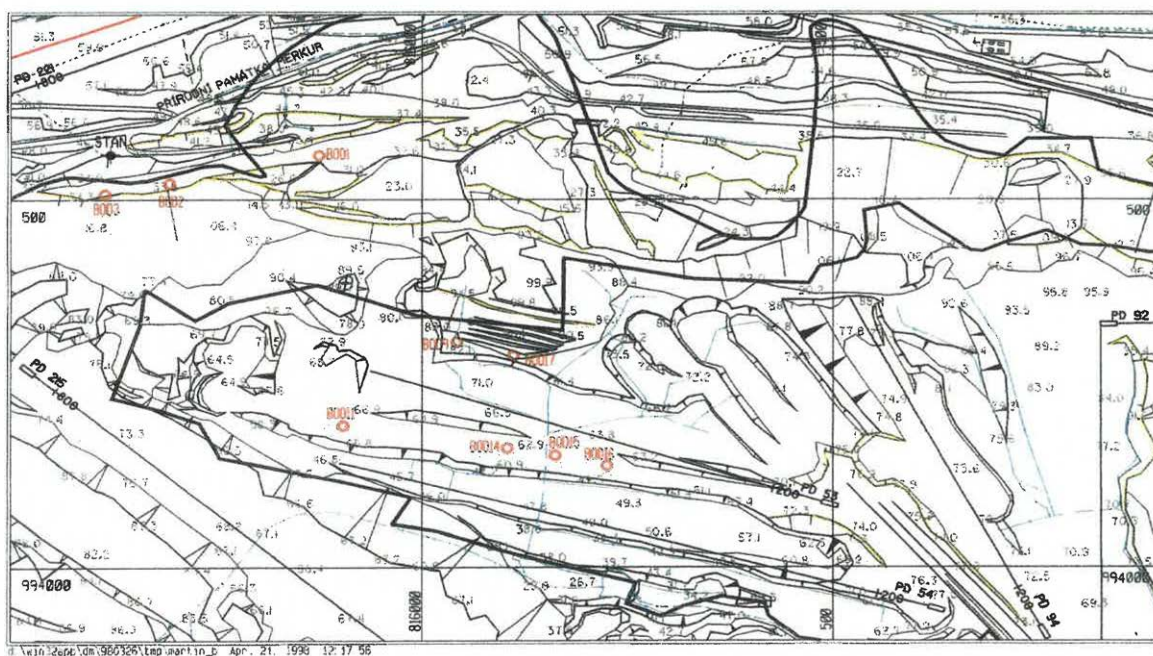


Obr. 2

Schema komunikačního propojení systému pro sledování sesuvů půdy
Doly Nástup Tušimice



Obr. 3 Schéma technického zařízení



Obr. 4 Zobrazení sledovaných bodů v Báňském modelu

v gradech, ve kterém směru nemůže nastat pohyb. Při případné chybě měření není tudíž spuštěn alarm.

11. Přepínač "Aplikovat VÚ" (vertikální úhly) na celkové posuny – pokud chceme měřit deformace co nejpresněji, vycházíme ze zjištěných poznatků, že měřená vzdálenost není zatížena chybou pokud je přímá – tedy šikmá. Je samozřejmě možné měřit vodorovné vzdálenosti, ale pokud chceme monitoringem zjišťovat co nejpresněji změny, aplikujeme měření a výpočty se šikmými vzdálenostmi. Z toho plyne, že souřadnice jsou od S-JTSK vždy posunuty u jednotlivých bodů o proměnlivou diferenci. Pro účel sledování stability svahů při malých deformacích je vyhodnocování se šikmými vzdálenostmi přesnější. V tomto případě je vyhodnocován 2D vektor. Souřadnice bodů pro zobrazení v modelu jsou samozřejmě zobrazovány v S-JTSK. Zobrazení sledovaných bodů v Báňském modelu je přiloženo na konci příspěvku (obr. 4).
12. Přepínač "Aplikovat VÚ" na dílčí posuny – viz bod 10.
13. 3D vektor je možné také počítat, ale pouze při zapnutí "Aplikaci VÚ" (posun bodu může být počítán jako prostorový vektor ze souřadnic XYZ).

3 Zkušenosti s provozem automatického systému sledování

V současné době je systém nasazen na severních svazích lomu Libouš, kde bude patrně v provozu až do roku 2010. Stávající situace lomu je zachycena na fotu 3.

Od 16. 12. 1997 je systém v provozu. Počáteční problémy, které byly způsobeny „měkkým“ zdrojem napětí pro provoz totální stanice, byly vyřešeny připojením stabilizovaného zdroje. Problémy způsobila i poruchovost totální stanice Leica TCA 1800 (třikrát v opravě).

Největší dosud zjištěné nedostatky z provozu celého systému:

1. Havárie operačního systému přístroje TCA 1800, která se projevuje stejně jako u počítačů nefunkčností a inertností k jakémukoliv zásahu přes klávesnici. Jediná možnost jak přístroj přivést do chodu je odpojení od zdroje a znovupřipojení. Tento případ se stává přibližně jednou za měsíc. Snahou obsluhy je těmto případům předcházet a restartovat přístroj v pravidelných intervalech.
2. Zastavení a přerušení měření vlivem chvění porostů v případě, že se odrazný hranol vyskytuje v blízkosti porostu nebo je proměřován přes porost. Dojde opět k zastavení systému.
3. Jak již bylo výše uvedeno, jsou obsluhou vyřazovány kompenzátory. Není to jen z důvodu přesnosti měření, ale také z důvodu spolehlivosti provozu přístroje. Pokud dojde např. ke chvění buňky vlivem nárazového větru nebo přejezdem mechanismů v okolí, je kompenzátor rozechvíván a dojde opět k zastavení přístroje. Ten potom čeká na manuální příkaz, zda má pokračovat v měření. Pokud nedostane příkaz přímo z klávesnice, nemůže dále pokračovat. Softwarově tento příkaz nelze obejít.
4. Sporadicky dochází k zastavení systému Windows, čemuž se snažíme opět předcházet pravidelnými restarty počítače.

5. Dalším problémem, který může a nemusí u uživatelů nastat, je problém zabezpečení trvalého napájení celého systému. Každý prvek v systému je dobré mít ošetřený přístroji UPS.
6. Další nevýhodou, kterou lze jen těžko eliminovat je měření, které nemůže probíhat pokud jsou hranoly zasněžené, zamlžené, mají na sobě dešťové kapky, je na nich námraza, prší, sněží nebo je hustá mlha.
7. Jak bylo uvedeno výše, počet bodů by mohl být teoreticky neomezený. Problém s hustotou bodů nastává v okamžiku, kdy se v zadaném poli vedle sebe objevují dva body. Může nastat situace, kdy bod, který má být zaměřen, může být znečištěn a jeho zpětný signál při vyhledávání je slabší než signál vedlejšího bodu. V tom případě zaměří automatická stanice vedlejší bod a při dalším měření již je vyhledáván tento bod. Situace vede k tomu, že původní bod není měřen vůbec a vedlejší bod je měřen dvakrát.

Systém je nadále zdokonalován a nedostatky budou časem odstraněny. Většina uvedených nedostatků se dá velmi rychle odstranit a systém pracuje dále ve svém stanoveném režimu.

Přes výše uvedené nedostatky se stávající systém v SDCH, a.s., DNT, osvědčil a je velkým pomocníkem při sledování stability svahů.