

ÚSTAV GEONIKY AV ČR, v.v.i.
Ostrava




**Deformometrická a nivelační měření v katastrálním území
obce Dětmarovice v roce 2014**


(Závěrečná technická zpráva ke smlouvě o dílo)

Zodpovědní řešitelé:

Ing. Vlastimil Kajzar, Ph.D.


Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

RNDr. Lubomír Staš, CSc.


vedoucí OGBV, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

Prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc.


ředitel, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

Číslo smlouvy o dílo u zadavatele: 6600548076
Číslo smlouvy o dílo u zhotovitele: 904/44/10

listopad 2014

Preamble

Tato zpráva byla vyhotovena se zřetelem na vědecké a technické znalosti známé ke dni jejího dokončení. Autor nenese odpovědnost, pokud informace, které mu byly poskytnuty objednavatelem, byly neúplné nebo chybné. Dále neodpovídá za rozhodnutí přijatá v souvislosti s nerespektováním nebo mylnou interpretací svých doporučení.

Příjemce této zprávy bude používat výsledky zahrnuté v tomto dokumentu integrovaně a objektivně. Jejich použití v podobě výňatků nebo formou shrnutí poznámek je výhradně a zcela na jeho odpovědnost. Totéž platí při jakékoliv modifikaci, která by jím byla učiněna.

Úvod

V souvislosti s plánovaným hlubinným dobýváním uhelných zásob v oblasti vlivu na katastrální území Dětmorovice byl v roce 2001 Dolem Čs. armáda požádán Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. v Ostravě o posouzení případných vlivů poddolování na stabilitu svahů na vybrané části katastrálního území Dětmorovice. Důsledkem dobývání je přirozeně, mimo jiné, pokles povrchu, který, vzhledem k existující morfologii terénu v předmětném katastrálním území, vyvolal obavu, zda tyto poklesy nebudou dále indukovat svahové pohyby.

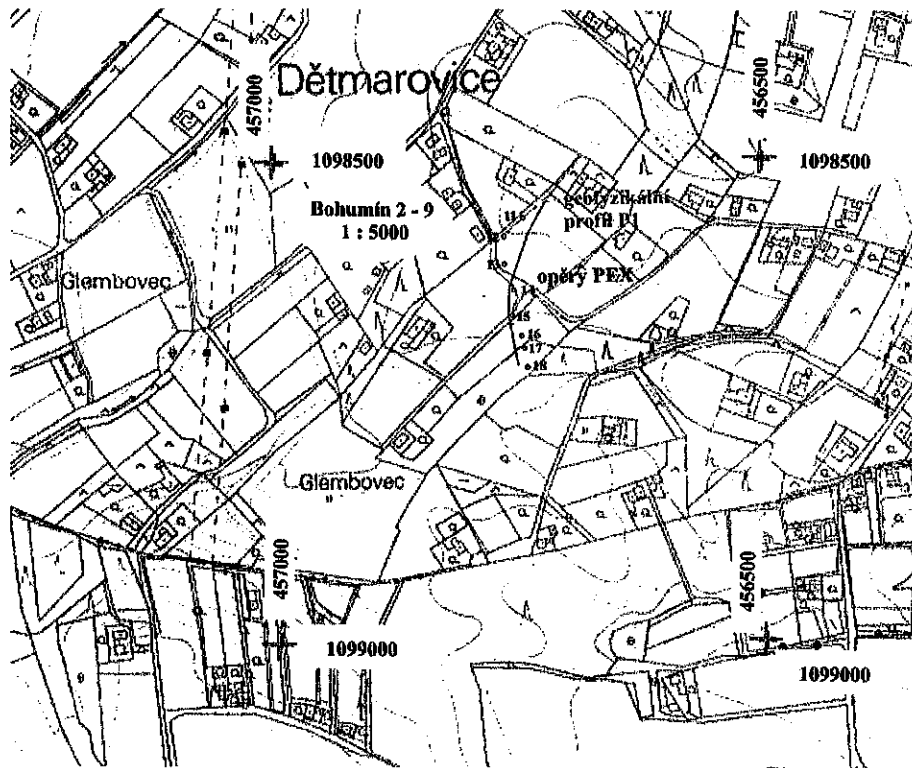
V listopadu 2001 tedy byla na určené lokalitě vybudována kontrolní monitorovací síť o čtyřech individuálních profilech. Na těchto přímkách bylo doporučeno provádět ve stejných intervalech deformometrická (délková) i nivelační (výšková) měření. Z následného periodického deformometrického a nivelačního monitorování vybraných svahů ještě před začátkem rozvoje poklesové kotliny do sledované oblasti, a dále i v období projevů účinků dobývání, je možné jednoznačně stanovit, zda vůbec k vývoji svahových deformací dochází a následně poukázat na možné příčiny těchto pohybů (přírodní podmínky morfologicko-geotechnické a klimatické anebo hornická a antropogenní činnost).

Lokalizace jednotlivých profilů vychází z výsledků geofyzikálního měření, provedeného před stabilizací jednotlivých bodů profilů. Na profilech P1 a P2 bylo osazeno po 8 pozorovacích bodech, profily P3 a P4 jsou tvořeny vždy 7 pozorovacími body. Měřící opěry jsou zabudovány do krátkého vrtu o průměru 220 mm, hlubokého cca 1 m. Krátký vývrt je zabetonován a u jeho ústí je do něj osazena pažnice, která chrání měřící opěru. Ochranná pažnice je vytažena do výšky cca 0,3 m nad terén.

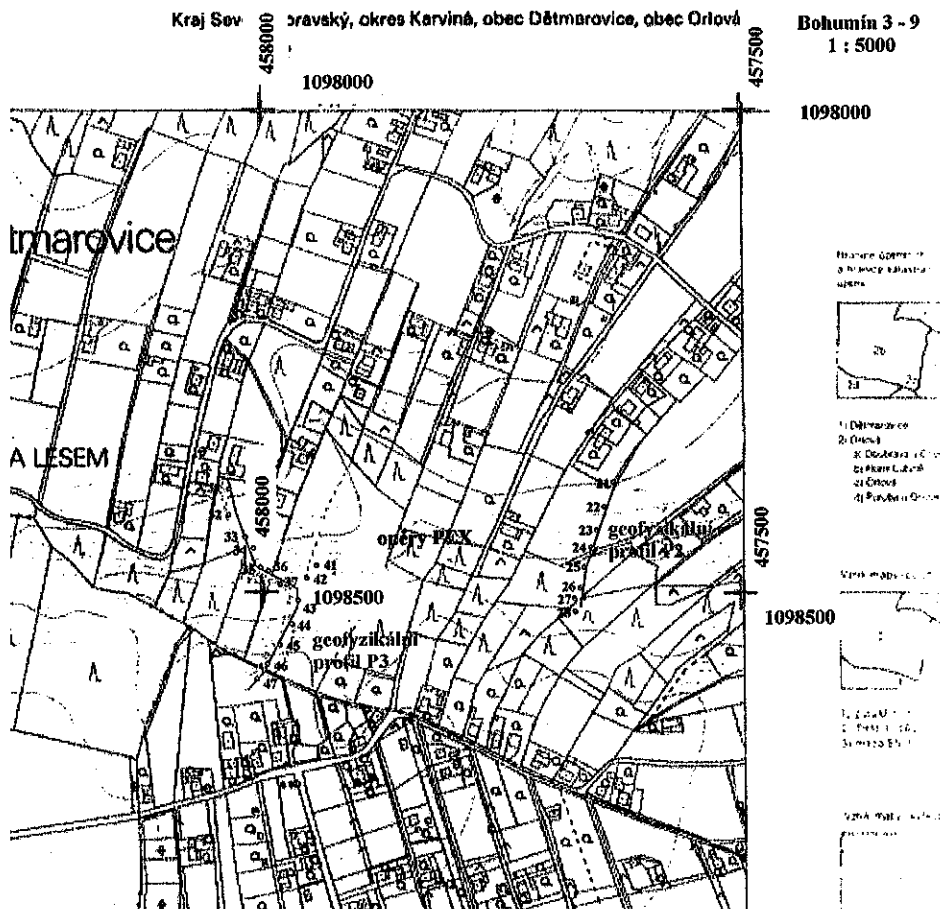
Počátkem roku 2009 došlo k totálnímu zničení bodů 11, 12 na profilu P1 a bodu 47 na profilu P4, což je zohledněno i ve vyhodnocování naměřených hodnot. Body 11 a 12 byly nově restabilizovány v dubnu roku 2010. Bod 47 již obnoven nebyl.

Situování monitorovacích profilů nad mapovým podkladem je prezentováno na obrázku 1 a 2. Stabilizované body jednotlivých profilů jsou znázorněny červeně.

Oproti stavu k poslední měřické kampani v listopadu 2013 nedošlo během roku 2014 k žádnému viditelnému poškození ani zničení stávajících bodů. Za připomenutí však zcela jistě stojí masivní odlesnění svahu v roce 2013, na kterém je situován profil P4. V důsledku této činnosti se dají očekávat změny prostorové pozice bodů jak dotčeného profilu P4, tak profilu P3, který je s profilem P4 propojen a je situován na opačném svahu údolí. S velkou pravděpodobností se zde bude projevovat změna zatížení svahu dřevní hmotou, stejně jako ovlivnění způsobené použitím těžké lesní techniky při těžbě.



Obr. 1: Lokalizace extenzometrického profilu P1.



Obr. 2: Lokalizace extenzometrických profilů P2, P3 a P4.

Deformometrické měření

V listopadu 2001 bylo provedeno referenční (nulté) délkové měření pásmovou extenzometrií na všech pozorovacích bodech. Od července 2009 došlo ke změně metodiky délkových měření, a to nahrazením pásmové extenzometrie laserovým měřením délek. Nová metodika byla zvolena s ohledem na bujnou vegetaci na pozemcích, kde jsou stabilizovány pozorovací body, znemožňující provádění korektního měření.

Pro laserové měření délek byla použita měřicí soustava DISTO+THEO tvořená laserovým digitálním dálkoměrem Leica DISTO A6 v kombinaci s analogovým teodolitem THEO 020B firmy Carl Zeiss Jena, doplněná o dvojici odrazných odečítacích modulů.

V rámci měřických kampaní v roce 2013 byla paralelně s tímto typem měření ověřována možnost přímého nahrazení stávající měřické metody technologií 3D laserového skenování. Vzhledem k vysoké vzájemné korelaci zjištěných výsledků jsou od července 2014 deformometrická měření prováděna touto nově dostupnou technologií s využitím měřické aparatury Leica ScanStation C10.

Hodnocení výsledků laserového určování vzdáleností mezi pozorovacími body je nutno provádět odděleně od pásmové extenzometrie vzhledem k rozdílné metodice měření. V dalším textu tedy budeme považovat jako referenční měření z července 2009, pro profil P1 pak měření z dubna 2010.

V roce 2014 byly na sledovaných profilech realizovány dvě deformometrická měření a to květnu a následně v září. Vyhodnocení naměřených hodnot v kontextu k předešlým měřením je k prezentováno v tabulce 1.

V prvním a druhém sloupci tabulky je uvedena identifikace jednotlivých profilů a délkových záměr mezi jednotlivými body. Ve třetím sloupci jsou hodnoty referenčního měření (pro stanovení změn za celé sledované období), ve čtvrtém sloupci naměřené hodnoty z posledního měření předchozího roku v listopadu 2013. V pátém a šestém sloupci pak hodnoty z aktuálních měřických kampaní v květnu a září 2014.

V následujících sloupcích tabulky jsou pak uvedeny jejich vzájemné rozdíly prezentující vývoj délkových změn jednotlivých záměr v čase. Kladné hodnoty deformace znamenají protažení extenzometrické záměry a naopak záporné rozdíly znamenají její zkrácení. V prvních dvou sloupcích jsou prezentovány zaznamenané rozdíly postupně mezi posledními třemi měřeními, ve třetím sloupci zjištěné rozdíly za poslední rok a v posledním sloupci pak rozdíly vztažené k referenčnímu měření. Ve spodní části tabulky je pak interval hodnot zjištěné maximální diference za jednotlivé vyhodnocované období a rovněž hodnoty změn celkových délek jednotlivých extenzometrických profilů v čase.

Deformometrická a nivelační měření v katastrálním území obce Dětmarovice v roce 2014
(Závěrečná technická zpráva ke smlouvě o dílo č. 6600548076)

Tabulka 1: Vyhodnocení deformometrických měření k IX/2014.

Profil	Záměra	VII/2009	XI/2013	V/2014	IX/2014	V/2014- XI/2013 [mm]	IX/2014- V/2014 [mm]	IX/2014- XI/2013 [mm]	IX/2014- VII/2009 [mm]
P1	11 12	27.341	27.351	27.381	27.358	30	-23	7	17
	12 13	29.894	29.918	29.915	29.921	-3	6	3	27
	13 14	28.275	28.255	28.289	28.279	34	-10	24	4
	14 15	26.746	26.744	26.757	26.741	13	-16	-3	-5
	15 16	23.183	23.144	23.187	23.187	43	0	43	4
	16 17	13.093	13.133	13.095	13.107	-38	12	-26	14
	17 18	20.027	20.018	20.002	20.016	-16	14	-2	-11
P2	21 22	27.025	26.977	27.001	27.013	24	12	36	-12
	22 23	25.668	25.707	25.685	25.662	-22	-23	-45	-6
	23 24	19.376	19.381	19.352	19.384	-29	32	3	8
	24 25	21.397	21.357	21.379	21.377	22	-2	20	-20
	25 26	22.167	22.187	22.166	22.143	-21	-23	-44	-24
	26 27	12.372	12.376	12.378	12.381	2	3	5	9
	27 28	13.465	13.451	13.438	13.425	-13	-13	-26	-40
P3	31 32	26.855	26.803	26.790	26.826	-13	36	23	-29
	32 33	28.807	28.817	28.810	28.826	-7	16	9	19
	33 34	14.341	14.335	14.326	14.329	-9	3	-6	-12
	34 35	22.479	22.482	22.519	22.497	37	-22	15	18
	35 36	8.963	8.914	8.934	8.944	20	10	30	-19
	36 37	18.296	18.284	18.313	18.271	29	-42	-13	-25
P4	41 42	17.915	17.902	17.903	17.829	1	-74	-73	-86
	42 43	24.912	24.871	24.888	24.933	17	45	62	21
	43 44	25.675	25.725	25.704	25.640	-21	-64	-85	-35
	44 45	25.307	25.298	25.266	25.323	-32	57	25	16
	45 46	23.883	23.845	23.894	23.890	49	-4	45	7
Interval hodnot diference za období [mm]						-38	-74	-85	-86
						49	57	62	27
Celková délka P1		168.559	168.563	168.626	168.609	63	-17	46	50
Celková délka P2		141.470	141.436	141.399	141.385	-37	-14	-51	-85
Celková délka P3		119.741	119.635	119.692	119.693	57	1	58	-48
Celková délka P4		117.692	117.641	117.655	117.615	14	-40	-26	-77

Geometrická nivelace

Vlastní délkové měření prováděné na vybudovaných monitorovacích profilech (deformometrie) bylo v roce 2003 rozšířeno o měření nivelační, za účelem určování výškových změn na jednotlivých bodech. Nultá výšková záměra byla provedena v říjnu 2003.

V souladu s běžnou praxí jsou výšky bodů na jednotlivých profilech P1 až P4 určovány metodou geometrické nivelace ze středu v uzavřeném nivelačním pořadu. Profily P3 a P4 jsou situovány na úbočí protilehlých svahů, proto bylo možné přistoupit k propojení těchto profilů a provádění nivelačních měření v jednom nivelačním pořadu, přičemž výchozím bodem byl bod 31.

Pro potřeby výškového monitoringu vybraných svahů je adekvátní provádět měření v kategorii technické přesnosti (technická nivelace), čemuž odpovídala i použitá měřická technika - nivelační přístroj Ni 025 firmy Carl Zeiss Jena s příslušenstvím. Od září 2012 včetně je nivelační měření prováděno digitálním nivelačním přístrojem SOKKIA SDL1X v kombinaci s dvěma třímetrovými invarovými nivelačními latěmi s čárovým kódem. Metodika měření se změnou měřicí aparatury nezměnila, nivelačních měření je však prováděno s vyšší přesností.

Výšky nivelovaných bodů nejsou připojeny na státní výškový systém Bpv, neboť relativní určování výšek je pro potřebu sledování svážných území postačující vzhledem k tomu, že první a poslední body sledovaných svahů jsou stabilizovány mimo oblast případných sesuvů a jsou tedy z hlediska svahových pohybů považovány za stabilní. Tato úvaha však neplatí pro situaci, kdy by se v dané oblasti začaly uplatňovat důlní vlivy. Pak by bylo potřeba řešit připojení nivelačních pořadů na bod (body) mimo vlivy poddolování.

V roce 2014 byly na sledovaných profilech realizovány dvě výšková měření, a to květnu a následně v září. Vyhodnocení naměřených hodnot v kontextu k předešlým měřením je k prezentováno v tabulce 2.

V prvním a druhém sloupci tabulky je uvedena identifikace jednotlivých profilů a bodů. Ve třetím sloupci jsou hodnoty referenčního měření z října 2003 (pro stanovení změn za celé sledované období), ve čtvrtém sloupci naměřené hodnoty z posledního měření předchozího roku v listopadu 2013. V pátém a šestém sloupci pak hodnoty z aktuálních měřických kampaní v květnu a září 2014.

V následujících sloupcích tabulky jsou pak uvedeny jejich vzájemné rozdíly prezentující vývoj výškových změn jednotlivých bodů v čase. Záporné hodnoty vertikálního pohybu znamenají pokles pozorovacího bodu a naopak kladné rozdíly znamenají jeho výzdvih. V prvních dvou sloupcích jsou prezentovány zaznamenané rozdíly postupně mezi posledními třemi měřeními, ve třetím sloupci zjištěné rozdíly za poslední rok a v posledním sloupci pak rozdíly vztahované k referenčnímu měření. Ve spodní části tabulky je pak interval hodnot zjištěné maximální difference za jednotlivé vyhodnocované období a rovněž hodnoty změn celkových převýšení počátečních a koncových bodů všech čtyř pozorovacích profilů v čase.

U všech měření byla sledována přesnost provedené nivelace z hlediska velikosti střední kilometrové chyby tak, aby byla zajištěna požadovaná přesnost. Maximální povolenou střední kilometrovou chybu 10 mm v žádném nivelačním pořadu nepřekročila. Je tedy zřejmé, že výšky bodů na všech nivelovaných profilech byly určeny v rámci povolených mezí přesnosti technické nivelace a řádově milimetrová nejistota měření zůstává i při zpracování zohledňujícím počet nivelačních oddílů.

Deformometrická a nivelační měření v katastrálním území obce Dětmarovice v roce 2014
(Závěrečná technická zpráva ke smlouvě o dílo č. 6600548076)

Tabulka 2: Vyhodnocení nivelačních měření k IX/2014.

Profil	Bod	XI/2003	XI/2013	V/2014	IX/2014	V/2014- XI/2013 [mm]	IX/2014- V/2014 [mm]	IX/2014- XI/2013 [mm]	IX/2014- VII/2003 [mm]
P1	11	99.594	99.594	99.594	99.594				
	12	97.677	97.677	97.680	97.677	3	-3	0	0
	13	95.563	95.564	95.570	95.566	6	-4	2	3
	14	93.637	93.629	93.637	93.632	8	-4	3	-5
	15	91.657	91.651	91.657	91.654	6	-3	3	-3
	16	87.738	87.734	87.744	87.741	10	-4	7	3
	17	84.132	84.127	84.136	84.132	9	-4	5	0
	18	82.939	82.939	82.948	82.942	9	-6	3	3
P2	21	99.946	99.946	99.946	99.946				
	22	96.342	96.340	96.347	96.342	7	-5	2	0
	23	93.065	93.068	93.075	93.068	7	-7	0	3
	24	91.603	91.612	91.618	91.614	7	-4	2	11
	25	87.950	87.962	87.971	87.964	9	-7	2	14
	26	85.541	85.578	85.586	85.582	8	-4	4	41
	27	85.736	85.783	85.793	85.785	10	-8	2	49
28	87.474	87.493	87.499	87.494	5	-5	1	20	
P3	31	99.946	99.946	99.946	99.946				
	32	97.406	97.398	97.399	97.398	1	-1	0	-8
	33	94.250	94.260	94.264	94.262	4	-2	2	12
	34	92.219	92.231	92.235	92.233	4	-2	2	14
	35	85.066	85.078	85.084	85.082	6	-2	4	16
	36	85.238	85.256	85.261	85.259	5	-2	3	21
37	83.309	83.320	83.327	83.330	7	3	10	21	
P4	41	81.553	81.562	81.570	81.568	8	-3	6	15
	42	88.082	88.087	88.094	88.091	7	-2	4	9
	43	89.452	89.455	89.460	89.457	5	-3	2	5
	44	93.212	93.207	93.211	93.206	4	-5	-1	-6
	45	98.565	98.535	98.537	98.535	2	-1	0	-30
	46	102.277	102.250	102.256	102.248	6	-8	-2	-29
Interval hodnot diference za období [mm]						1	-8	-2	-30
						10	3	10	49
Celkové převýšení P1						9	-6	3	3
Celkové převýšení P2						5	-5	1	20
Celkové převýšení P3						7	3	10	21
Celkové převýšení P4						-2	-6	-7	-43

Závěr

Opakovaná deformometrická a nivelační měření umožňují posoudit případný vývoj svahových deformací a pohybů v zájmovém území. Z dvojice deformometrických a nivelačních měření provedených v roce 2014 vyplývá, že k V/2014, resp. k IX/2014 došlo na všech profilech opětovně k pohybům pozorovacích bodů. Zaznamenané délkové a výškové změny dosahují v průměru velmi obdobných hodnot jako v minulých letech.

Délkové změny zjištěné u deformometrických měření a stejně tak i výškové změny zaznamenané u měření nivelačních jsou sice hodnoty, které jsou použitými metodami spolehlivě měřitelné (nad střední chybu měření), jsou ale za celé sledované období natolik malé, že se s velkou pravděpodobností nejedná o indikaci aktivace svahových pohybů.

Tento předpoklad pak především potvrzuje rozložení deformací mezi jednotlivými body, resp. rozložení zaznamenaných vertikálních změn. V podstatě záporné rozdíly mezi záměrami střídají rozdíly kladné. Lze tedy předpokládat, že jednotlivé body jsou ovlivněny jinými vlivy než svahovými pohyby. Obdobný jev se totiž projevuje i na jiných svažitéch územích a je pravděpodobně z velké míry determinován způsobem stabilizace pozorovacích bodů. Uvedený předpoklad potvrzují i délkové změny profilů jako celku, které jsou zanedbatelné, neboť se jedná o změny, které doposud nepřesáhly $0,9^0/_{00}$ celkové délky profilu.

Závěrem je tedy možné konstatovat, že na sledovaném území doposud nedošlo k aktivaci svahového pohybu. Míru zjištěných deformací je proto stále možné uvažovat v rámci mezí stability svahů. Pro možnost ověření těchto závěrů a s ohledem na vývoj velikosti absolutních hodnot naměřených změn v posledních letech se však doporučuje pokračovat ve stávajícím monitoringu.

* * *