

**Hana DOLEŽALOVÁ<sup>1</sup>, Vlastimil KAJZAR<sup>2</sup>, Kamil SOUČEK<sup>3</sup>, Lubomír STAŠ<sup>4</sup>**

**VYHODNOCENÍ VÝŠKOVÝCH ZMĚN V POKLESOVÉ KOTLINĚ U KARVINÉ  
EVALUATION OF HEIGHT CHANGES IN SUBSIDENCE DEPRESSION NEAR  
KARVINÁ**

**Abstract**

There was an observation station built to find out the surface displays of underground mining in the area of a difficult tectonic situation. The supposed displays of surface subsidence do not correspond to facts that were repeatedly surveyed by GPS. The actual subsidence is sizable in some parts of the subsidence depression while it is smaller in other parts.

**Key words:** GPS, subsidence depression, undermining

**Úvod**

V roce 2006 se začal na Ústavu geoniky AV ČR, v.v.i. rozvíjet projekt zabývající se vybudováním a opakovaným geodetickým zaměřováním pozorovací stanice pro sledování vlivů poddolování v blízkosti Karviné. Primárním účelem bylo sledovat vývoj poklesové kotliny v netriviálních geomechanických podmínkách, k čemuž byla vybrána oblast s několika výraznými tektonickými poruchami. V této oblasti se tedy na podzim roku 2006 začala budovat pozorovací stanice pro určování prostorové polohy bodů metodou GPS. Tato pozorovací stanice byla postupně rozšiřována a zahušťována vzhledem ke změně těžební situace a s ohledem na měnící se terén, kde již probíhaly rekultivační práce.

Zájmovým územím je lokalita v hornoslezské uhelné pánvi v severní oblasti důlního pole Dolu ČSM-sever na demarkaci s Dolem Darkov, východně ohraničená polskou státní hranicí. V této oblasti byla plánována ve 36. sloji v letech 2006 a 2007 exploatace porubu 361 000 s délkou porubní fronty cca 180 m a směrnou délkou porubu zhruba 500 m. Dobývaná uhelná sloj se nachází v hloubce 950 m pod povrchem a v zájmové oblasti vykazuje proměnlivou mocnost 1,4 – 2 m. Severně od porubu 361 000 měl být dobýván další porub. Od jeho dobývání však bylo upuštěno a místo toho bylo rozhodnuto o vydobytí jiného porubu v předmětné lokalitě, jižně od porubu 361 000, a to od května roku 2007. Porub 293 102 se nachází v 29. sloji, má délku porubní fronty cca 185 m a směrnou délku porubu až 808 m. Dobývaná uhelná sloj se nachází v hloubce 990 m pod povrchem, průměrná dobývaná mocnost je 3,2 m. Dobývací metodou je stěnování na řízený zával. Horninový masív je v dané lokalitě tvořen typickými horninami pro stavbu karbonského pohorí v hornoslezské pánvi s tafrogenní stavbou. Kostru tafrogenní stavby tvoří základní poklesy s amplitudou většinou desítek až stovek metrů, kombinované horizontálními posuny [1].

---

<sup>1</sup> Ing., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, dolezalova@ugn.cas.cz

<sup>2</sup> Ing., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, kajzar@ugn.cas.cz

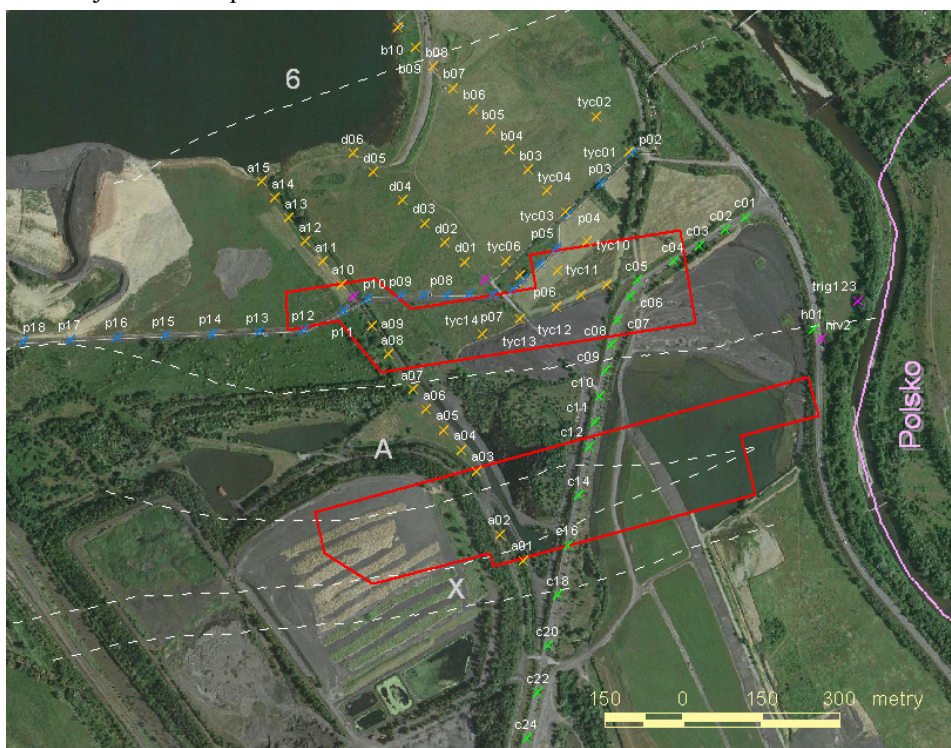
<sup>3</sup> Ing., Ph.D., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, soucek@ugn.cas.cz

<sup>4</sup> RNDr., CSc., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, stas@ugn.cas.cz

### Pozorovací stanice

Jižně ve vzdálenosti cca do 50 m subparalelně s porubním blokem 361 000 ve směru V-Z (tj. ve směru postupu porubní fronty od východu na západ) prochází výrazná tektonická porucha X poklesového charakteru. Jde o poruchu s mocností poruchového pásma cca 25 – 50 m, s amplitudou poklesu 350 m, o úklonu cca 60°. Směr úklonu této poruchy je orientován tak, že prochází vyšším nadloží pŕdorysně nad předmětnými poruby. Jižněji, rovněž subparalelně poruše X, prochází výrazná poklesová tektonická porucha A, s amplitudou poklesu cca 350 m a s úklonem 60°, jehož orientace je opačná a porucha se tak odklání od předmětné oblasti. Ze severní strany je méně výrazná porucha 6 [1]. Tektonická situace a poloha dobývaných porubů v zájmovém území je vykreslena na obrázku 1.

Z map předpokládaných vlivů dobývání na povrch byl znám pravděpodobný rozsah dotčeného povrchu. Ve snaze sledovat vlivy poddolování v co největším rozsahu poklesové kotliny, bylo plánováno vybudovat síť stabilizovaných bodů tak, aby měření vhodně vypovídala o povrchových změnách. Po detailní rekognoskaci terénu, kde už v etapě plánování probíhaly intenzivní rekultivační práce, bylo rozhodnuto stabilizovat body v liniích, případně lomených přímkách, jdoucích pokud možno přes celou poklesovou kotlinu až za její okraje, a dále stabilizovat roztroušené body tam, kde bude třeba pozorovací stanice zahustit. Pozorovací stanice byla nejprve budována podle mapy předpokládaných vlivů pro dobývání porubu 361 000. Vzhledem ke změně dobývacího plánu probíhá rozšiřování pozorovací stanice tak, aby lépe odpovídala rozsáhlejším vlivům poddolování.



Obr. 1 Poruby 361 000 a 293 102, tektonické poruchy a body pozorovací stanice

Při budování pozorovací stanice byla využita místní vozovka, v níž byly body stabilizovány formou hřebů v krajnici (zelené body na obr. 1). Tyto body tak tvoří profil, který prochází od východu jihozápadně poklesovou kotlinou. Dále bylo využito vodovodní potrubí, které prochází téměř ve směru východ-západ napříč poklesovou kotlinou nad dobývaným porubem 361 000. GPS anténa je při měření připevňována k rámu nosné konstrukce potrubí (modré body na obr. 1). Vzhledem k tomu, že žádné jiné vhodné objekty se v dané oblasti nevyskytovaly, bylo nutné rozmístit další body pozorovací stanice v okolním terénu. Tyto body byly stabilizovány pomocí metrových ocelových tyčí, které byly zatlučeny do země tak, aby končily v nezámrazné hloubce. Byly tak vytvořeny tři příčné profily a jeden podélný profil (oranžové body na obr. 1). Vedle těchto profilů bylo tímto způsobem stabilizováno i několik roztroušených bodů. Do pozorovací stanice byly také zahrnuty triangulační a nivelační body státního polohového a výškového bodového pole (růžové body na obr. 1).

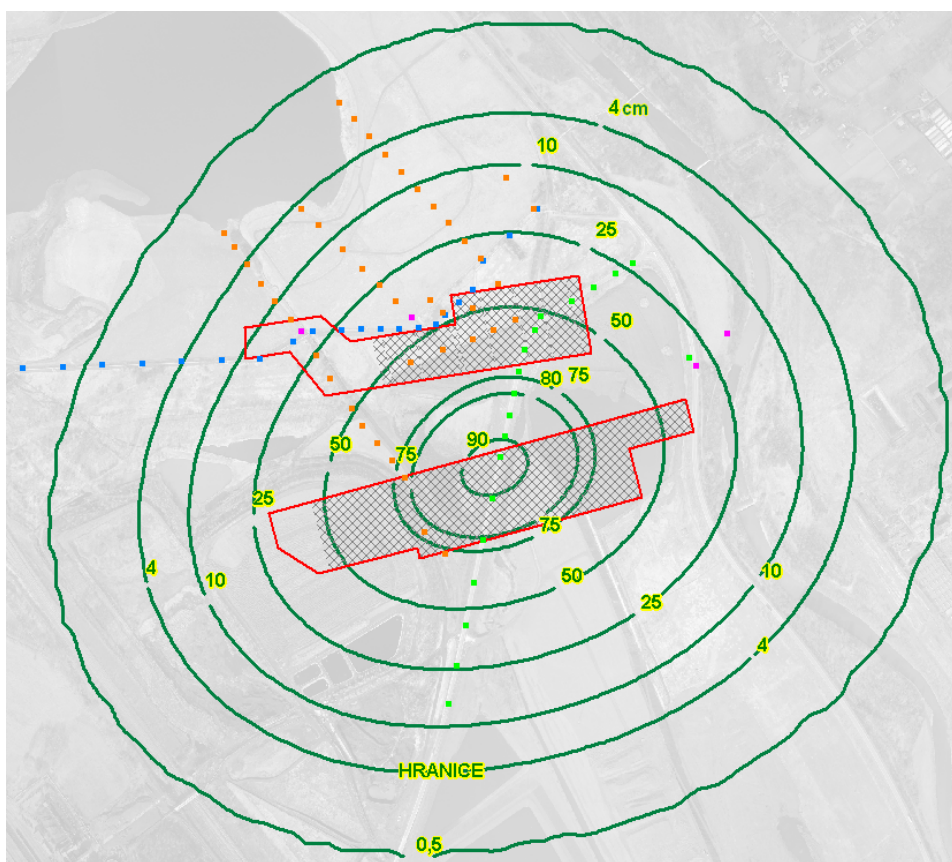
### **GPS měření**

Měření probíhají na pozorovací stanici od listopadu 2006, a to pomocí dvou GPS souprav firmy Leica, GPS System 1200. Referenční stanice je během měření umístěna na trigonometrickém bodě č. 4 (TL 3721) Základního polohového bodového pole se souřadnicemi určenými v S-JTSK a v ETRS-89. Tento bod se nachází v Karviné-Ráji, a to mimo předpokládané vlivy dobývání, ve vzdálenosti několika kilometrů od pozorovací stanice. Jednotlivé body pozorovací stanice jsou zaměřovány pomocí rychlé statické metody s dobou observace alespoň 10 minut na každém na bodě. Pro zachycení postupného vývoje vlivů poddolování v plynulém procesu byl zvolen interval opakování GPS měření cca 5 týdnů. Výsledkem měření a následného zpracování GPS měření jsou prostorové souřadnice jednotlivých bodů pozorovací stanice v systémech WGS-84 a S-JTSK (díky transformačnímu klíči na základě blízkých trigonometrických bodů se souřadnicemi v obou systémech).

### **Pokles bodů**

Vzhledem ke stabilizaci bodů pozorovací stanice ve formě linií a roztroušených bodů je možné vyjádřit pokles bodů jednak v profilech a dále plošným modelem. Z opakovaně zaměřené prostorové polohy bodů navíc lze vypočítat nejen poklesy, ale i posuny jednotlivých bodů, případně deformace jednotlivých úseků (vodorovné poměrné přetvoření, naklonění a zakřivení). Poklesy bodů jsou však zřejmě nejnázornějším ukazatelem vlivů hlubinného dobývání na povrch.

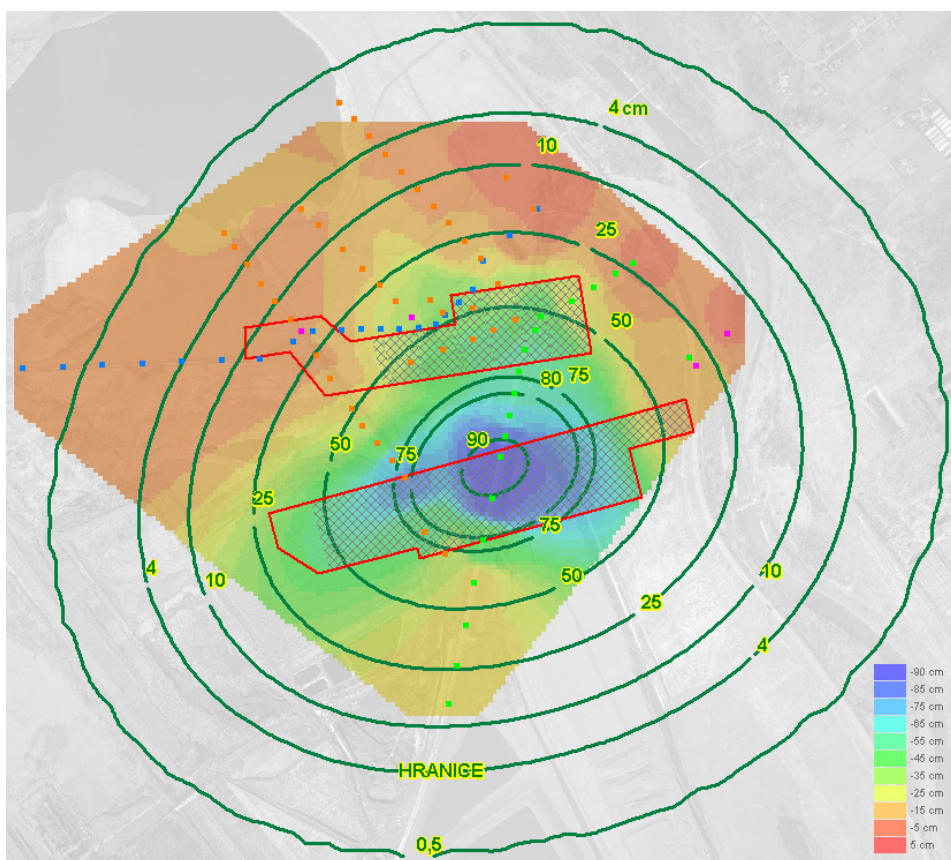
Jak již bylo řečeno, těžební plány se v zájmové oblasti měnily. Nejen, že se upustilo od dobývání severního porubu a místo něj se dobýval jiný porub, ale oba dobývané poruby nakonec nebyly vydobyty zcela, ale jen částečně, vzhledem ke geologické a geomechanické situaci v jejich okolí. Tím se změnilo také rozložení a velikost povrchových projevů poddolování. Na obrázku 2 jsou zobrazeny oba dobývané poruby (červeně plánovaný rozsah dobývání, šrafování skutečný rozsah vydobytí) a dále předpokládané vlivy dobývání určené z rozsahu skutečně vydobytých prostor, vyhotovené důlní společností podle metody Budryk-Knothe (izolinie předpokládaných poklesů).



**Obr. 2** Poruby 361 000 a 293 102 a izolinie předpokládaných poklesů

Plošné vykreslení poklesů zjištěných z GPS měření je na obrázku 3. Barevný plošný model poklesové kotliny zhotovený z naměřených hodnot popisuje velikost poklesů v zájmové oblasti v období od začátku měření do dubna 2008. Při tvorbě popsaného modelu byla použita metoda inverzních vzdáleností, která při výpočtu využívá váženého lineárního průměru. Váhou je reciproká hodnota vzdáleností od lokálního odhadu s mocninou  $p$ . Zvyšující se velikost mocniny ovlivňuje průběh výsledného pole a zvyšuje vliv nejbližších hodnot. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při  $p=6$ . Výsledné vypočtené hodnoty jsou v rozmezí hodnot naměřených. To může zapříčinit určité zkreslení výsledku. V primární podobě se jedná o exaktní interpolační metodu. Výpočet modelu probíhal pouze na základě naměřených hodnot v jednotlivých měřických kampaních bez využití dalších faktorů (geologická stavba nadloží, tektonické poruchy aj.).



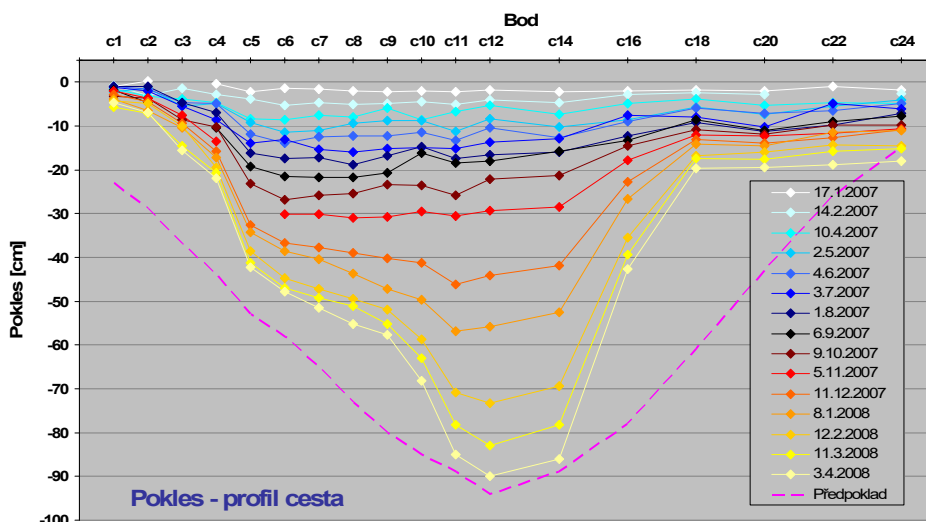


**Obr. 3** Poruby 361 000 a 293 102, izolinie předpokládaných poklesů a plošné zobrazení naměřených poklesů

Izolinie poklesů za obrázku 3 znázorňují předpokládané vlivy poddolování vypočtené ze skutečně vydobytých prostor (vyšrafované části porubů), s ohledem na hloubku jejich uložení a mezní úhly vlivů v jejich nadloží. Z porovnání těchto předpokládaných poklesů s poklesy naměřenými na povrchu pomocí GPS do dubna 2008 je zřejmé, že mezi nimi nedochází k úplné shodě. Rozložení velikosti naměřených poklesů neprobíhá v souladu s oválnými izoliniemi předpokládaných poklesů. V blízkosti středu poklesové kotliny skutečné poklesy některých bodů již nyní dosahují předpokládaných hodnot. V severozápadní části poklesové kotliny však jsou i za hranicí vlivů poddolování (stanovena normou na 4 cm) naměřeny poklesy větší (až 11 cm) než stanovuje předpoklad. Naopak v severovýchodní části poklesové kotliny jsou skutečné poklesy výrazně menší oproti předpokladům, jež v této oblasti počítaly s poklesy téměř 25 cm. To, že se tyto nesrovnalosti netýkají pouze ojedinělých bodů, ale vždy skupin bodů v určité části území, svědčí o tom, že se nejedná o náhodný jev, ale pravděpodobně o projev složité geomechanické situace, kdy se jednotlivé části horninového masívu pohybují podél tektonických poruch.

Konkrétní hodnoty naměřených poklesů na profilu cesta (zelené body na obr. 1 až 3) jsou spolu s křivkou předpokládaného poklesu zobrazeny v grafu 1. Je z něj vidět, že krajní body profilu, body c1 a c2, jsou poklesem postiženy jen nevýrazně, přestože

leží v blízkosti izolinie předpokládaného poklesu 25 cm. Stejně tak body c18 až c22 nedosahují předpokládaných hodnot poklesů. Bod c18 má podle předpokladu poklesnout o cca 60 cm, ale poklesl zatím jen o 20 cm. Body c18 až c24 navíc vykazují téměř shodný a pravidelný pokles na zhruba 20 cm. Na úseku mezi body c14 a a18 dochází k výraznému rozdílu mezi poklesy jednotlivých bodů. Rozdíl v poklesu bodu c14 a bodu c18, jejichž vzdálenost je cca 200 metrů, je téměř 70 cm. Tento úsek drastické změny poklesů blízkých bodů, a na něj navazující úsek poklesu téměř pravidelného, rovněž svědčí o podstatném vlivu složité geomechanické situace, neboť právě body c18 až c24 leží za tektonickou poruchou X (viz obr. 1) [2].



**Graf 1** Naměřené poklesy bodů na profilu cesta (ve směru SV-J) a křivka celkového předpokládaného poklesu

Pokles se na povrchu poddolovaného území projevuje vznikem trhlin a terénních vln. Na pozorovací stanici u Karviné se pokles zřetelně projevuje zejména na vozovce, kde zvláště v místech velkých rozdílů v poklesu blízkých bodů (úsek c14 až c18 na profilu cesta) vznikají několikacentimetrové trhliny (viz obr. 4).

## Závěr

Porovnáním modelovaných předpokládaných a skutečně naměřených poklesů v místech se složitou tektonickou situací se ukázalo, že se tyto povrchové projevy důlní činnosti ve svých hodnotách značně rozcházejí. Netýká se to však pouze ojedinělých bodů, ale vždy skupin bodů v určité oblasti. Nejedná se tedy o náhodný jev, ale pravděpodobně o projev složité geomechanické situace, kdy se jednotlivé části horninového masívu pohybují podél tektonických poruch. Po získání uceleného souboru hodnot skutečných poklesů budou naměřená data konfrontována s geologickým modelem horninového masívu v zájmové oblasti.



**Obr. 4** Projev vlivů poddolování na vozovce v jižní části poklesové kotliny (profil cesta)

Schematický přístup k problematice určování povrchových vlivů hlubinného dobývání není vždy postačující a může se značně rozcházet se skutečnými projevy poddolování. Je tudíž potřeba provádět na poddolaném území systematická geodetická měření, aby byly známy skutečné změny na povrchu.

#### *Poděkování*

*Tento příspěvek byl podpořen grantovými projekty GAČR č. 105/07/1586 a č. 105/07/0878.*

#### **Literatura**

- [1] Doležalová, H., Kajzar, V., Souček, K., Staš, L., Šimkovičová, J. (2007): Creating of observation station for monitoring surface influences of underground mining under nontrivial geo-mechanical conditions. In Proceedings of XIII. International Congress of International Society for Mine Surveying. Budapest, ISM, 2007. ISBN 978-963-9038-18-9.
- [2] Doležalová, H., Kajzar, V., Staš, L., Souček, K. (2008): Observation of Subsidence Depression by Modern Geodetic Methods. In Proceedings of SGEM 2008, Volume II. Albena, Bulgaria. s. 485-492. ISBN 954-918-181-2.

