

NOVÉ METODY PŘIPOJENÍ A USMĚRNĚNÍ HORIZONTU DŮLNÍCH

DĚL

NEW METHODS FOR CONNECTING AND ORIENTATION OF THE HORIZON OF MINING WORKINGS

Annotation:

As per Regulation of the Czech Mining Office Board No. 435/1992 of Law Digest, in wording of later rulings, there is a duty to survey any and all mining workings in the state reference system of S-JTSK type. Tasks for both connecting and orientation surveys on the Earth's surface are to identify the end point position for the plummet segment and especially to identify their bearing. Connecting the horizon in the mine plays a role in transferring the coordinate values from said plummet segment to the points ensuring the basic orientation line of the connected mine working. Distance measurement is done by means of survey compared tape. Time demand and difficultness in organizing the works represent a disadvantage of this standard solution. Connecting and Orientation measuring might be executed such a way, that end point coordinates for plummeted segment both on the surface and underground ones are identified thru the total station using the surveying omnidirectional prism inserted coaxially above said plumb lob. Then, distances are not measured using the survey tape, but by means of electronic optical distance meters.

Key word: Connecting measurement, Orientation measurement, distance, optical distance meter, surface, underground.

1 Připojovací a usměrňovací měření – klasické postupy

Připojovací a usměrňovací měření je jednou ze základních důlně měřických úloh. Má za úkol přenesení polohy bodu a směru do dolu tak, aby bylo možno připojit důlní polohové bodové pole na povrchové a usměrnit je navzájem tak, aby bylo možno určovat polohu bodů důlního polohového bodového pole ve stejné souřadnicové soustavě jako na povrchu. Způsob provedení připojovacího a usměrňovacího měření se volí s ohledem na

druh otvirkového důlního (podzemního) díla. Podle vyhlášky 435/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů je možné použít pouze následující metody připojení a usměrnění.

Připojení a usměrnění horizontu podzemního díla důlním polygonovým pořadem, který je:

- a. vedený mezi body promítnutými dvěma nebo více jámami (viz obr.1),
- b. vedený mezi orientačními přímkami, stabilizovanými na povrchu při ústí štol nebo úklonných důlních (podzemních) děl,
- c. vycházející z jedné orientační přímky stabilizované na povrchu při ústí štoly nebo úklonného důlního (podzemního) díla (viz obr. 2),
- d. vycházející z bodu promítnutého jednou jámou a usměrněné orientační přímkou gyroteodolitem.

V jiných případech než jsou a), b) a c) se horizont, důlní (podzemní dílo), připojí vhodnou geodetickou orientační metodou, mezi které patří:

- připojení jednou jámou a dvěma olovnici (viz obr.3), nebo
- připojení gyroteodolitem a alespoň jednou olovnici (viz obr.4).

1.1 Promítání olovnice

Pokud je jedním otvirkovým dílem jáma, je nezbytnou součástí připojovacího a usměrňovacího měření promítání bodů z povrchu na připojovaný horizont. Toto lze realizovat dvěma způsoby:

- optickým promítáním,
- mechanickým promítáním.

Opticky promítat je možné pomocí svislé záměrné přímky vytyčené dalekohledem nebo laserem. Použití tohoto způsobu je omezené hloubkou a prostředím jámy.

Pro mechanické promítání se používají speciálně upravené olovnice spuštěné do jámy. V případě, že alespoň jedním otvirkovým dílem je jáma, promítáme na horizont, který chceme připojit, jeden či více bodů, které vytvářející připojovací obrazce – trojúhelník, čtyřúhelník a mnohoúhelník.

Aby bylo možno na připojovaném horizontu zaměřit na uklidněné olovnice musí být dle [1] nejprve zjištěna jejich poloha v tížnici vedené závěsným bodem.

Promítaný připojovací obrazec je vymezen olovnici, které se skládají ze závaží, závěsného drátu a závěsu. Závaží se musí volit tak velké, aby závěsný drát byl ve své poloze přímý. Poloha olovnice v tížnici se zjišťuje výpočtem jako střed kyvu olovnice ve dvou směrech na sobě kolmých. Odečítání bodů obratu se musí provádět teodolitem na

přesných stupnicích o délce 120 – 200 mm dělených na milimetry. Počet kyvů v jedné řadě má být 9 – 10 na každé straně kyvu; počet řad musí být nejméně 2 u každé olovnice a v každém směru. Přesnost určení polohy olovnice v tížnici nesmí překročit povolenou odchylku ± 7 mm dle [3]. Tuto metodu lze použít při promítání olovníc v mělkých jamách bez silného větrání a vodních kapek v profilu jámy. Pro závěsy olovníc delších než 50 m je vhodné použít metody několika různých závaží u každé olovnice. Tento způsob promítání, který navrhl a propracoval prof. Wilski, je založen na úvaze, že ve vzdušném proudu olovnice nekývá kolem správného průmětu závěsného bodu a to z důvodu působení stálé síly větrného proudu na olovnici. Větrný proud jehož působením je olovnice vychýlena způsobuje, že olovnice sice kývá pravidelně vpravo a vlevo, avšak nikoli kolem správného průmětu závěsného bodu. Posun středu kyvů roste s pohybovou energií větrného proudu, která závisí na množství větrů procházejících jámou a na jejich rychlosti. Aby bylo možno toto vychýlení zjistit a zavést do výpočtu je nutné použít nejméně dvou různých závaží. Ke zjištění správné polohy olovnice v tížnici tedy stačí dvojí pozorování kyvů s dvěma různými závažími. Je-li použito více závaží pak při nadbytečném počtu pozorování lze správnou polohu olovníc určit s použitím vyrovnání metodou nejmenších čtverců (MNC). Podrobněji je složitě Wilského promítání popsáno např. v [1]. Po zjištění a výpočtu správné polohy olovnice v tížnici je její poloha zajištěna pomocí aretačního zařízení.

2 Podstata technického řešení při použití souose vloženého všesměrného hranolu

Nevýhody klasického měření délek pásmem při připojovacím a usměrňovacím měření eliminuje navrhované řešení, kterým je použití závěsu všesměrného hranolu souose vloženého do závěsu olovnice. Zařízení pro tento způsob měření je sestavené ze závěsu pro souose umístění všesměrného hranolu, který se skládá ze šroubů pro centrické upevnění drátu, pouzdra s ložisky umožňujícími otáčení závěsu, nosných desek, čepu pro připevnění odrazného hranolu, všesměrného hranolu, tyčí spojujících horní a dolní nosnou desku závěsu viz obr. 5. Toto zařízení je možno použít pro všechny připojovací a usměrňovací měření, kdy alespoň jedním otvírkovým dílem je jáma.

Způsob připojovacího a usměrňovacího měření je pak proveden tak, že do jámy jsou spuštěny jedna či dvě olovnice (podle způsobu otvírky) na ocelovém drátu se závěsy pro souose vložený všesměrný hranol. Souřadnice polohy promítaných olovníc na povrchu (na ohlubni jámy) jsou určeny směrovým a délkovým měřením ze známých bodů, jejichž poloha je určena ve státním referenčním systému (S-JTSK) a to dle [2]. Délkové měření, nutné pro určení souřadnic, je realizováno pomocí excentricky postaveného

elektrooptického dálkoměru zacíleného na všesměrný odrazný hranol v poloze na povrchu. Po určení souřadnic olovníc na povrchu (ohlubni jámy) je závěs, resp. závěsy pro všesměrný hranol, spuštěn na připojovaný horizont. Po ustálení olovníc do tížnice je na připojovaném horizontu opět provedeno připojovací a usměrňovací měření tak, že směry a délky jsou měřeny jak na všesměrné hranoly tak na body základní orientační přímky (ZOP), jejichž souřadnice je následně možno z měřených veličin určit. Na obr. 5 znamenají: 1 – šroub pro centrické upevnění ocelového drátu, 2 – pouzdro s ložisky umožňující otáčení závěsu, 3 – nosná deska, 4 – čep pro připevnění odrazného hranolu, 5 – všesměrný odrazný hranol, 6 – spojovací tyče.

3 Připojovací a usměrňovací měření při ražbě horizontu v malých hloubkách

Způsob nepřímého měření délek pomocí elektrooptického dálkoměru při připojovacím a usměrňovacím měření byl ověřen při ražbě kolektoru v centru města Ostravy (viz obr.6).

Otvírka horizontu raženého kolektoru byla provedena třemi jámami obdélníkového průřezu do hloubky 10 m pod povrch o následujících rozměrech: jáma D 6,20 x 7,20 m, jáma E 6,70 x 4,90 m, jáma F 4,60 x 4,80 m.

Ražba kolektoru probíhala současně na čtyřech čelbách systémem „čelba-protičelba“ (obr. 6, kde: D, E, F – stavební jámy V1,V2, V3 – technologické vrty, K7, K20 – komora kolektoru) v těchto směrech: jáma F - komora K17, jáma E – komora K14, jáma E – komora K12, jáma D – komora K7. Délky ražených úseků byly: D – E 438 m a E – F 276 m. Připojovací a usměrňovací měření při ražbě probíhalo ve čtyřech etapách. Veškeré měřické práce byly prováděny přesným měřením. Tato přesnost je stanovena podle [3].

I. etapa

Vzhledem k výše uvedenému způsobu otvírky horizontu (3 jámy) musela být použita metoda promítání dvou olovníc jednou jámou a připojovacím obrazcem pak byla úsečka. Na ohlubni každé jámy byly k jejímu rámu navařeny ocelové konzoly tak, aby byly ve směru budoucí ražby tubusu kolektoru. Následně byl z bodů vytyčovací sítě vytyčen směr ražby a do konzol v tomto směru byly navrtány otvory pro zavěšení olovníc. Souřadnice takto promítané úsečky (olovnic) byly určeny ve státní referenčním systému S-JTSK univerzálním měřícím přístrojem TC 1700 Leica z měřického bodu u jámy s použitím souose vloženého všesměrného hranolu do závěsu nad olovnicí. Olovnice v jámě určovaly směr pro rozrážku kolektoru do doby, než mohl být směr ražby zajištěn přímo body ve vlastním tubusu kolektoru.

II. etapa

Po vyražení cca 6 metrů kolektoru byly opět připojeny olovnice na ohlubni jam, již dříve popsáním měřickým postupem. Vzhledem k malé hloubce podzemního díla byl k promítání úsečky na horizontu použit optický dostředovač ZNL fy WILD. Univerzální měřící přístroj byl dostředěn pod otvor jedné z konzol na ohlubni jámy a otvorem druhé jámy byla spuštěna olovnice. Směr ražby byl přenesen do tubusu kolektoru a zajištěn čtveřicí bodů v jeho ose.

III. etapa

Po vyražení 30 – 40 m na čelbách bylo nutno upřesnit připojení kolektoru, neboť délky promítaných úseček v jamách (F - 4,113 m, E – 5,814 m, D – 6,214 m) nezaručovaly úspěšné probití. Upřesněné připojovací a usměrňovací měření bylo provedeno po odvrtání technologických vrtů č. 1, 2 a 3 níže popsáním způsobem.

Vrty byly odvrtány průměrem 300 mm a zapaženy. Připojení na povrchu bylo provedeno tak, že byla znovu připojena jedna olovnice na ohlubni jámy. Druhý bod byl signalizován hranolem nad ústím vrtu. První bod úsečky byl na horizontu promítnut optickým dostředovačem a druhý klasickým mechanickým promítáním s použitím souose vloženého všesměrného hranolu v ose vrtu. Z této úsečky byla u každé jámy zaměřena trojice předem osazených bodů v klenbě kolektoru (ZOP) viz obr. 7, obr. 8.

Realizací takto provedeného měření se délky připojovacích úseček (jáma-vrt) přenesených na horizont kolektoru zvětšily.

Na obr. 7 a obr. 8 znamená: A - závěs s olovníci a všesměrným hranolem, B - odrazný hranol, C - konzola pro upevnění olovnice na ohlubni jámy, D univerzální měřící přístroj (Leica TC 1700), E orientace na body vytyčovací sítě, F stavební jáma, G technologický vrt, H kolektor, 1,2,3 body pro zajištění základní orientační přímky.

IV. etapa

Po probití úseků kolektoru mezi jamami $F \leftrightarrow E \leftrightarrow D$ byl horizont definitivně připojen a usměrněn vsunutým polygonovým pořadem vedeným mezi body promítnutými jamami F a D, opět za použití souose vloženého všesměrného hranolu do závěsu s olovníci.

Podrobněji o způsobu ražby kolektoru v centru města Ostravy v [4].

4 Závěr

Nepřímé měření délek při připojovacím a usměrňovacím měření je realizováno stejným způsobem jako klasické měření délek komparovaným pásmem, avšak souřadnice

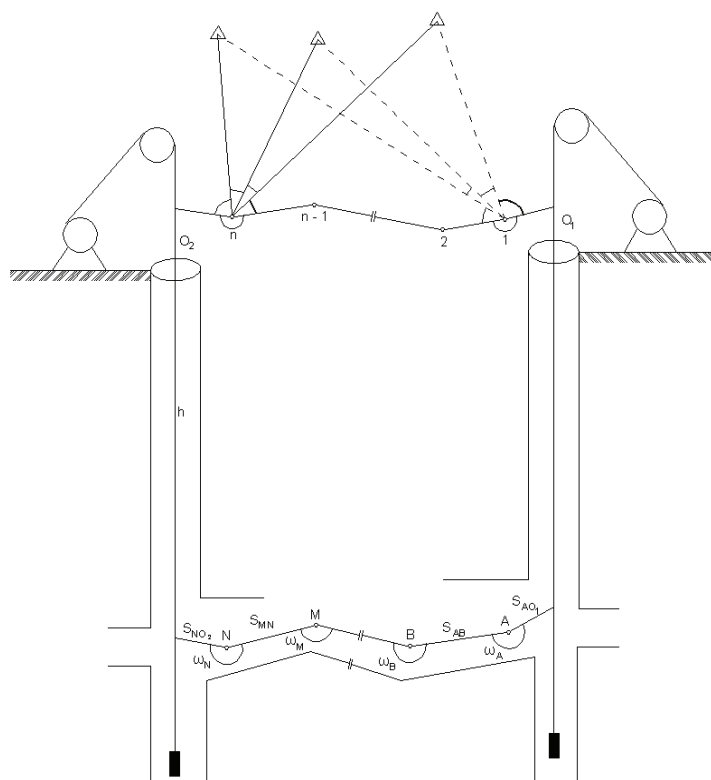
koncových bodů promítané úsečky (olovnic) jak na povrchu tak v dole jsou určeny z měřického bodu u jámy elektrooptickým dálkoměrem s použitím souose vloženého všesměrného hranolu do závěsu nad olovnici. Použitím elektrooptického dálkoměru je snižen vliv systematických chyb při přímém měření délek komparovaným pásmem a fyzikální a geometrické redukce lze vložit přímo do softwaru dálkoměru. Výsledné délky jsou pak o vliv výše uvedených chyb opraveny.

Způsob nepřímého měření délek pomocí elektrooptického dálkoměru při připojovacím a usměrňovacím měření byl prakticky ověřen při ražbě kolektoru v centru města Ostravy. Na základě tohoto praktického ověření bylo zařízení pro nepřímé měření délek při připojovacím a usměrňovacím měření zapsáno Úřadem průmyslového vlastnictví ČR jako užitečný vzor pod číslem CZ 21047 U1. Způsob provedení nepřímého měření délek při připojovacím a usměrňovacím měření je podán na Úřadě průmyslového vlastnictví ČR jako přihláška patentu – vynálezu PV 2010-165.

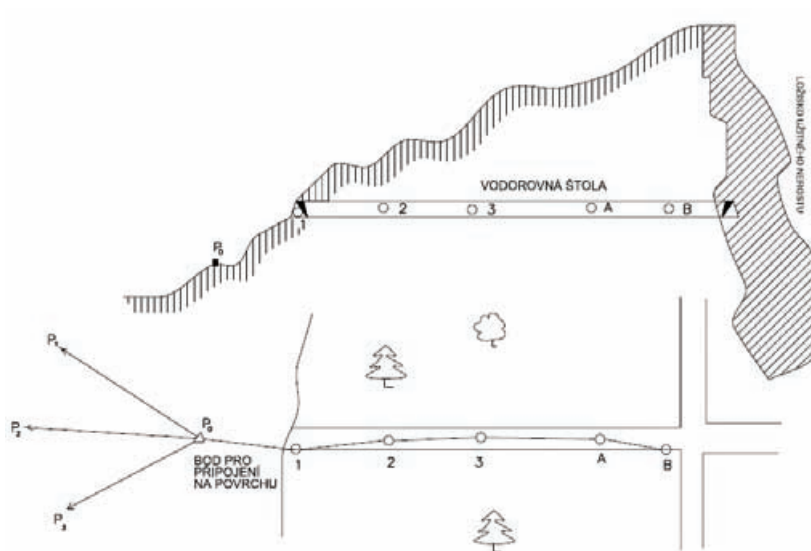
Zařízení lze použít pro připojovací a usměrňovací měření v důlním měřičství, podzemním stavitelství, činnostech prováděných hornickým způsobem dle [1] a speleologii. Konstrukce zařízení umožňuje díky ložiskům v pouzdru závěsu i vložení klasického jednosměrného odrazného hranolu (možnost otáčení závěsu ve všech směrech). Mezi výhody způsobu měření délek při připojovacím a usměrňovacím měření s pomocí tohoto zařízení patří bezpečnost a organizace práce, časová nenáročnost, přesnost délkového měření, přímé zavedení opravy z vlivu systematických chyb, ekonomika procesu a operativnost řešení.

Literatura

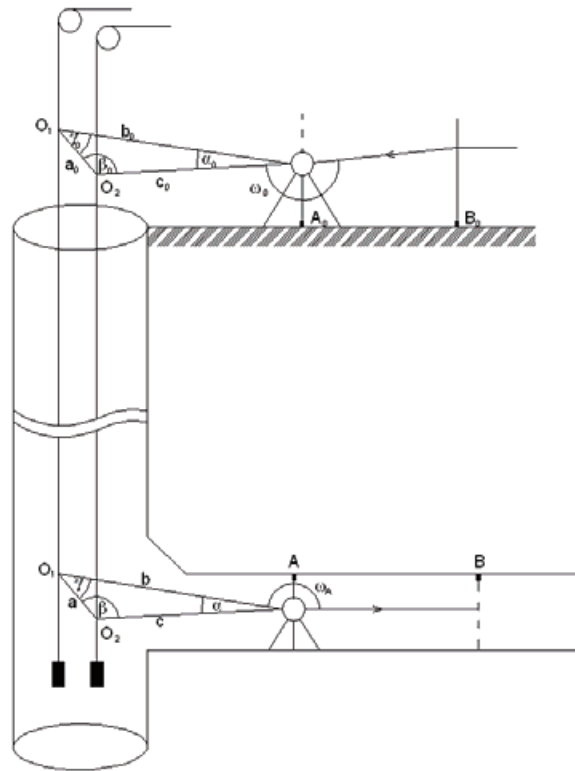
- [1] NESET, K.: *Důlní měřičství II*, SNTL 1967
- [2] Nařízení vlády 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.
- [3] Vyhláška ČBÚ č.435/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- [4] STAŇKOVÁ, H., ČERNOTA P., POSPÍŠIL J.: *Připojovací a usměrňovací měření při ražbě kolektoru v centru města Ostravy*, Tunel, 19. ročník – č.1/2010, str. 50-53, ISSN 1211-0728



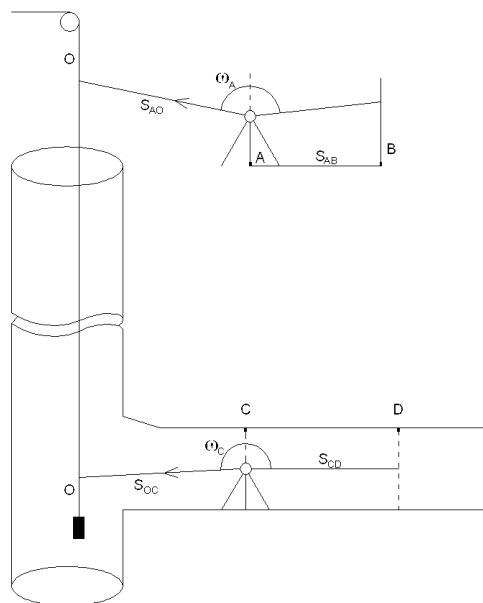
Obr. 1 polygonový pořad vedený dvěma jámami



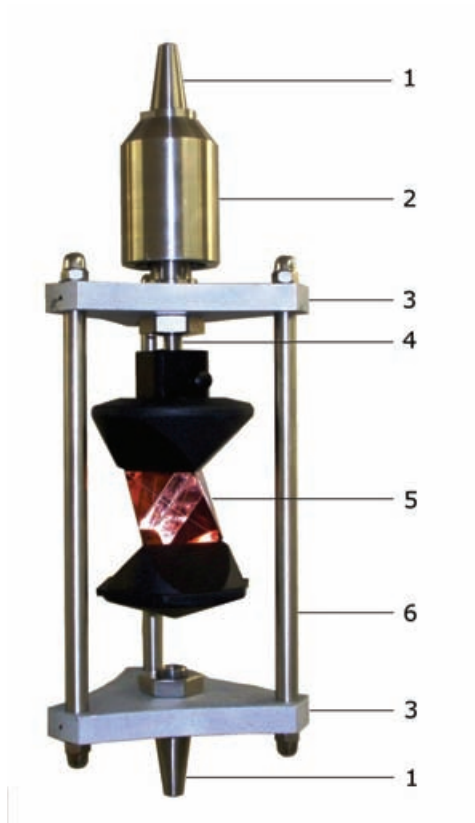
Obr. 2 polygonový pořad vycházející z jedné orientační přímky stabilizované na povrchu při ústí štolý nebo úklonného důlního díla



Obr. 3 připojení jednou jámou a dvěma olovnicemi



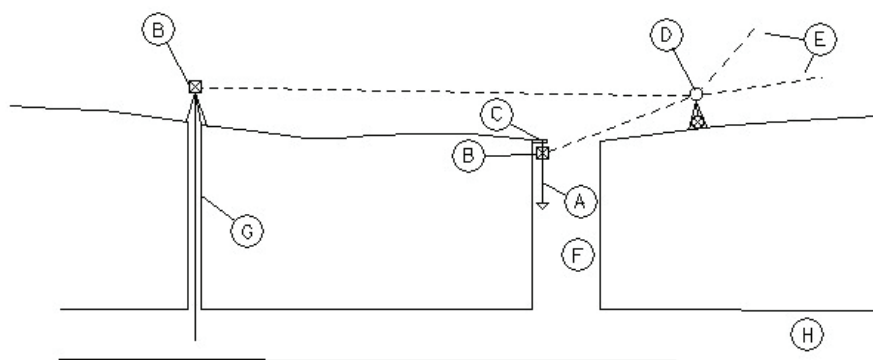
Obr. 4 připojení gyroteodolitem a alespoň jednou olovnicí



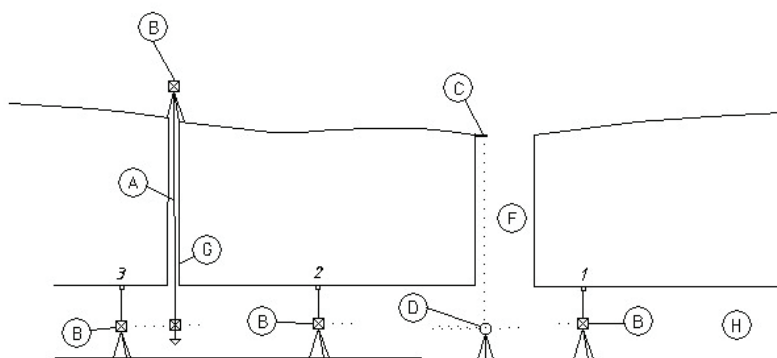
Obr. 5 závěs pro všesměrný hranol



Obr. 6 průběh trasy kolektoru s vyznačením komor, stavebních jam a technologických vrtů [4]



Obr. 7 připojení promítané přímky na povrchu [4]



Obr. 8 připojení základní orientační přímky v podzemí [4]