

## PŘIPOJOVACÍ A USMĚRŇOVACÍ MĚŘENÍ JÁMOU ČSA 2 A JÁMOU MÍR 5

### CONNECTING SURVEYS AND ORIENTATION MEASUREMENTS IN THE ČSA 2 AND MÍR 5 SHAFTS

#### **Annotation:**

The surveying works were carried out during the completion of the connecting underground crosscut between the Karviná and Darkov Mines, with an anticipated length of 3,100 metres. This is a very complex issue involving the most precise measurement and calculation techniques in mine surveying, especially as to achieving the necessary accuracy, which is mostly defined by the deviations of the “cut-through” or “breakthrough”. The project engineer determined the required accuracy as a maximum deviation (longitudinal, transverse) of 0.250 metres for all cut-through options (special accuracy). The entire measurement process included surface measurements, depth measurements of both connected horizons (Mine Darkov: level 9, Mine Karviná, branch ČSA: level 11), connecting surveys and orientation measurements (using an MVT-2 gyrotheodolite), in accordance with Regulation of the Czech Mining Authority No. 435/1992 Coll. During projecting the points into underground was at first time used a new plummet swing observation method developed by the Institute of Geodesy and Mine Surveying, VSB-TU Ostrava. By analyzing the accuracy of the measurements, it was verified that the accuracy specified by Regulation of the Czech Mining Authority No. 435/1992 Coll. and required by the project had been achieved at all measurement stages. On 12 December 2012, both operating mines were connected underground at a depth of 870 metres, with positional deviation  $m_{x,y}=0.011$  m and height deviation of  $m_h=0.003$  m.

**Key word:** underground mine working, connecting surveys, orientation measurements

#### 1 Úvod

S postupným dobýváním uhelných slojí ve stále větších hloubkách a snahou o efektivní exploataci zásob uhlí mezi jednotlivými velkodoly v karvinské části Ostravsko-karvinského revíru (OKR) je nutné vzájemně mezi sebou propojit těžební komplexy (doly) přípravnými díly a to z důvodu ekonomiky, dopravy, těžby a větrání. Přesto, že jsou všechna polohová bodová pole dolů v OKR vedena v S-JTSK (Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální) je nutné pro vlastní propojení důlních polí provést nové připojovací a usměrňovací měření. Vzhledem k hloubkám připojovaných horizontů důlních děl, klimatickým podmínkám v jamách a požadované přesnosti promítnutého bodu

---

<sup>1</sup> doc. Ing. Pavel Černota, Ph.D., doc. Ing. Hana Staňková, Ph.D., Ing. Rostislav Dandoš, Ph.D., VŠB – TU Ostrava, Faculty of Mining and Geology, Institute of Geodesy and Mining Surveying, 17. listopadu 15/2172, 70833 Ostrava-Poruba, Czech Republic

v poloze byla na Institutu geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologické fakultě, VŠB – Technické univerzitě v Ostravě vyvinuta nová metoda pozorování kyvů olovnice.

Nová metoda využívá pro pozorování kyvů robotizovaný univerzální měřicí přístroj a závěs pro souosé umístění všesměrného hranolu nad olovnici. Olovnice kývá kolem své tížnice a její jednotlivé polohy jsou kontinuálně určovány z dat naměřených v místním souřadnicovém systému, který je vztažen k bodům základní orientační přímky (ZOP) na připojovaném horizontu. Pro určení souřadnic bodů ZOP je směrník určován pomocí gyroteodolitu. Uvedený způsob připojovacího a usměrňovacího měření umožňuje rychlejší postup měřických prací, zvýšení bezpečnosti práce v dole a zjednodušení výpočetního procesu pro určení polohy olovnice v tížnici.

## 2 Připojovací a usměrňovací měření – klasické řešení

Připojovací a usměrňovací měření je jednou ze základních důlně měřických činností. Tato činnost má za úkol přenést polohy bodů a směr do dolu tak, aby bylo možné připojit důlní polohové bodové pole na povrchové, tzn. určovat polohu bodů důlního polohového bodového pole ve stejné souřadnicové soustavě jako na povrchu. Způsob provedení připojovacího a usměrňovacího měření je volen s ohledem na druh otvirkového díla. Dle vyhlášky ČBÚ č. 435/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů je možné pro připojení a usměrňování horizontů otevřených dvěma jamami, které mají být spojeny přípravným dílem, použít pouze připojení vycházející z bodu promítnutého jednotlivou jamou a usměrňování orientačních přímek v nárazištích připojovaných pater dolu gyroteodolitem.

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

- optickým promítáním,
- mechanickým promítáním.

Optické promítání je možné provádět pomocí svislé záměrné přímky, vytyčené dalekohledem nebo laserem. Použití těchto způsobů promítání bodů do podzemí je omezeno hloubkou připojovaného horizontu, prostředím v jámě (prach, vlhkost a nepravidelné uspořádání vrstev vzduchu odlišné hustoty a teploty), ale také hydrologické aspekty [2].

Při mechanickém promítání bodu na připojovaný horizont se dosud používají speciálně upravené olovnice. Na Obr. 1. jsou pod čísly: 1 – závěsný rám, 2 – olovené desky, 3 – kryt závaží olovnice.

Olovnice je tvořena závažím o hmotnosti v rozmezí od několika desítek do několika stovek kilogramů, které je zavěšeno na drátu vysoké pevnosti a odpovídajícího průřezu, který je navinut na vrátek s brzdou. Poloha olovnice v tížnici je určována výpočtem jako střed kyvu olovnice ve dvou na sebe navzájem kolmých směrech. Na Obr. 2 jsou pod čísly: 1 – zrcátko olovnice, 2 – promítací paprsky.

**Obr. 1 Olovnice pro složité promítání [3]**

**Obr. 2 Pozorování kyvů olovnice [3]**

Střed kyvů je určován z jednoho stanoviska teodolitu tak, že za olovnici je připevněn promítací přístroj (viz. Obr. 3) způsobem, aby jedna (čelní) stupnice byla kolmá na záměru teodolitu a druhá s ní byla rovnoběžná.

**Obr. 3 Promítací přístroj VŠB [3]**

Pozorování středu kyvů je nejprve realizováno na první stupnici s vychýlením olovnice z rovnovážné polohy a jejím volným pohybem v rovnoběžném směru s první stupnicí. Dalekohledem teodolitu (univerzální měřicí stanice) je sledován pohyb olovnice a odečtením na stupnici jsou určeny mezní polohy jejího kyvu. Ze všech odečtení levých i pravých bodů obratu jsou vypočteny aritmetické průměry a z obou hodnot aritmetických průměrů je vypočtena hodnota středu kyvu.

Při promítání bodu do velkých hloubek (v současné době 800 až 900 metrů) je nutné pro správné stanovení polohy olovnice v tížnici aplikovat metodu s použitím několika různých závaží. Pro zajištění stálé síly větru působícího na olovnici při proměnlivém objemu závaží musí být závaží opatřeno plechovým obalem o stálé ploše povrchu.

Po výpočtu správné polohy olovnice v tížnici je její poloha zajištěna pomocí aretačního zařízení promítacího přístroje. Na ustavenou olovnici v tížnici je možné realizovat měření směrů a délek z bodů základní orientační přímky.

Z výše uvedeného velmi zkráceného popisu promítání olovnice je patrné, že celé připojovací a usměrňovací měření je velmi náročné nejen z hlediska přesnosti měření a výpočtu, ale i z hlediska zajištění bezpečnosti práce, protože podstatná část prací je prováděna v prostoru jámy.

Musí být zajištěno zejména:

- a. zřízení pevného povalu v úrovni ohlubeně jámy na povrchu a v úrovni zaměřovaného patra, zabezpečující důlního měřiče a pomocníky při měření proti pádu do jámy,
- b. zřízení zvlášť pevného povalu pod úrovní patra v prostoru, kde se manipuluje se závažím olovnice,
- c. zřízení ochranného povalu nad úrovní zaměřovaného patra, který zabezpečí měřiče i promítací přístroj před pádem úlomků šachetního zdiva a jiných předmětů.

### **3 Podstata nové metody pozorování kyvů pro určení správné polohy olovnice v tížnici při připojovacím a usměrňovacím měření**

Nevýhody klasického pozorování kyvů olovnice a měření délek při připojovacím a usměrňovacím měření v jamách eliminuje navrhované řešení, kterým je použití závěsu všesměrného hranolu vloženého do závěsu olovnice vyvinutého na Institutu geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologické fakulty, Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.

Zařízení je sestavené ze závěsu pro souosé umístění všesměrného hranolu (viz Obr. 4), který se skládá ze šroubů pro centrické upevnění drátu (1), pouzdra s ložisky umožňujícími otáčení závěsu (2), nosných desek (3), čepu pro připevnění odrazného hranolu (4), všesměrného hranolu (5), tyčí spojujících horní a dolní nosnou desku závěsu (6) a upravené olovnice s plechovým obalem (7). Obal je na závěs umístěn proto, aby byla zajištěna stálá síla větru, působícího na olovnici při proměnlivém objemu závaží.

#### **Obr. 4 Závěs pro souosé umístění všesměrného hranolu s olovnici**

Zatížený drát je přes kladku zvolna spouštěn do jámy tak, aby nedošlo k jeho rozkývání a zachycení o výstroj jámy. Lepším a prakticky prověřeným způsobem je pozvolné spouštění drátu vedeného měřičem z těžní klece. Tento způsob však vyžaduje dodržení všech bezpečnostních předpisů a opatření schválených závodním dolu.

Po spuštění drátu na připojovaný horizont je provedeno upevnění závěsu na drát a následuje postupné přidávání jednotlivých závaží až do požadované hmotnosti. Při zatěžování je nutné počítat s poměrně značným pružným prodloužením drátu. Poté následuje kontrola, zda není drát zachycen o výstroj jámy. Kontrola může být také

provedena pomocí kovového kroužku spuštěného po drátu z ohlubně jámy na připojované patro, nebo zjištěním doby kyvu olovnice, kterou můžeme považovat za matematické kyvadlo. Pro dobu jednoduchého kyvu platí přibližný vzorec:

$$t \cong \sqrt{l}$$

kde  $t$  - je doba jednoduchého kyvu matematického kyvadla a [s]  
 $l$  - délka [m].

Po provedené kontrole je na připojovaném patře do závěsu upevněn všesměrný hranol. Pro měření délek na ohlubni jámy je na drát připevněn odrazný štítek. Způsob měření délek pomocí zařízení pro souosé umístění všesměrného hranolu uvádí [1].

Na připojovaném patře je vlastní měření (pozorování kyvů) realizováno pomocí robotizovaného univerzálního měřicího přístroje. Vzhledem k tomu, že na ohlubni jámy se kyvy neprojeví (pohyb drátu je vzhledem k jeho délce zanedbatelný), je možné k vlastnímu měření polohy olovnice v tížnici použít jakýkoliv univerzální měřicí přístroj vyhovující požadované přesnosti měření.

Výchozími body pro určení polohy olovnice v tížnici na povrchu jsou body základní orientační přímky (minimálně tři body) a poloha olovnice na povrchu je pak určována pomocí aritmetického průměru vyrovnaného směru ze třech skupin měření.

Na připojovaném horizontu je stanoviskem robotizovaného univerzálního měřicího přístroje bod základní orientační přímky a na něm je realizováno zaměření osnovy směrů na body základní orientační přímky (ZOP) ve dvou skupinách, jehož součástí je kontinuální měření polárních souřadnic jednotlivých poloh olovnice v kyvu. Měření probíhá dle následujícího postupu (1. řada měření):

1. rozkývání olovnice v jednom směru a zaměření jednotlivých poloh olovnice v kyvu v celkovém rozsahu 10 kyvů,
2. zaměření osnovy směrů na body ZOP ve dvou skupinách,
3. rozkývání olovnice ve směru kolmém na předcházející směr a zaměření jednotlivých poloh olovnice v kyvu v celkovém rozsahu 10 kyvů,
4. zaměření osnovy směrů na body ZOP ve dvou skupinách.

Výše uvedeným způsobem jsou realizovány další dvě řady měření. Po provedeném měření ve třech řadách s jedním závažím se tentýž postup opakuje ve třech řadách pro druhé a třetí závaží.

Popsaný způsob měření vyžaduje použít robotizovaný přístroj s funkcemi ATR - automatického cílení a LOCK - sledování hranolu. Pro měření je nutné zvolit i časový interval mezi měřeními jednotlivých poloh olovnice v kyvu tak, aby hustota bodů vhodně vystihovala trajektorii olovnice. Obecně je možné konstatovat, že trajektorie olovnice se zpřesňuje s kratším intervalem měření. Použitím elektrooptického dálkoměru je snížen vliv systematických chyb, neboť je možno fyzikální redukce vložit přímo do softwaru přístroje a měřené délky jsou tak již o vliv výše uvedených chyb opraveny. Pro další výpočty je nutné opravit měřené délky i o matematické redukce, zejména pak o opravu délky z nadmořské výšky.

Součástí takto realizovaného připojovacího a usměrňovacího měření je určení směrníku nejméně dvou bodů základní orientační přímky pomocí gyroteodolitu.

Poloha olovnice v tížnici je vypočítána pro každou řadu samostatně a pro jednotlivá závaží je určena jako aritmetický průměr ze všech tří řad. Pro každé závaží jsou určeny opravy polohy olovnice od tížnice dle Wilského a výsledná poloha olovnice v tížnici je průměrem opravených poloh olovnice pro daná závaží. Zpracování měření probíhá v místním souřadnicovém systému vztaženém k bodům ZOP.

Z vypočtených souřadnic polohy olovnice v tížnici je určena délka  $s_{DO}$  mezi bodem D a polohou olovnice v tížnici (viz Obr. 5) a úhel  $\omega_D$  mezi body základní orientační přímky D, E a polohou olovnice v tížnici.

Ze směrníku  $\sigma_{DE}$  určeného gyroteodolitem a úhlu  $\omega_D$  je vypočten směrník od promítaného bodu k bodu D z něhož probíhalo měření. Z takto vypočteného směrníku, délky  $s_{AO}$ , měřených délek a úhlů na bodě D jsou pak vypočteny souřadnice bodu základní orientační přímkou D, E a F.

*Obr. 5 Schématický náčrt připojovacího měření na povrchu a na připojovaném horizontu*

#### 4 Závěr

Popsaná metoda pozorování kyvů pro určení správné polohy olovnice v tížnici využívající závěsu pro umístění všesměrného hranolu nad olovnici byla vyvinuta pro podmínky OKR, ale může být použita i pro připojovací a usměrňovací měření v menších hloubkách, jako jsou např. kolektory, průzkumná důlní díla a ostatní podzemní stavby. Podmínky pro připojovací a usměrňovací měření na dolech v OKR jsou specifické svou hloubkou připojovaných důlních děl a klimatickými podmínkami jako jsou vlhkost, prašnost a proměnlivá teplota v jamách.

Navrhované řešení oproti dosud používaným metodám využívá nepřímého měření délek s využitím elektrooptického dálkoměru a přináší řadu výhod. Tyto výhody vycházejí z toho, že není nutné provádět některé činnosti, které byly nutné pro připojovací a usměrňovací měření s využitím přímého měření délek a klasického pozorování kyvů olovnice. První a zásadní výhodou je rychlost celého procesu připojovacího a usměrňovacího měření. Rychlost procesu je především zvýšená tím, že nejsou budovány povaly na ohlubni jámy, na a pod připojovaným patrem. Tím, že se nevyužívá přímého měření délek a není tedy potřeba instalovat aretační zařízení, neprobíhá výpočet polohy a následná aretace olovnice v tížnici v dole. Díky tomu se zkracuje omezení činnosti zaměstnanců těžební organizace. V konečném důsledku menší časová náročnost prací přináší i úspory ekonomické, zejména náklady na zaměstnance a na materiál potřebný pro budování povalů. Z hlediska bezpečnosti je minimalizován vstup pracovníků do prostoru jámy, protože při vstupu do jámy jsou pracovníci pouze v bezpečném prostoru střechy těžební klece a nevstupují nad volnou hloubku. Z uvedených skutečností je zřejmé, že celé měření je podstatně jednodušší, protože samotné sledování kyvů provádí přístroj automaticky bez zásahů pracovníka a veškeré měřené hodnoty jsou registrovány v paměti přístroje. Následné zpracování měřených hodnot je přesunuto do kanceláře a probíhá až po vlastním měření.

Výše popsaná metoda pozorování kyvů byla použita při realizaci připojovacího a usměrňovacího měření mezi jámami Mír 5 (Důl Darkov) a ČSA 2 (Důl Karviná) v červenci roku 2011. Z připojených a usměrňovaných ZOP u výše uvedených jam vedly kolektivy jednotlivých OMG důlních podniků ražby o celkové délce 3 031 m. Z toho ze strany Dolu Darkov 1 580 m a ze strany Dolu Karviná 1 451 m.

Dne 12. 12. 2012 ve 12 hodin došlo v hloubce 870 metrů k propojení dolů Darkov a Karviná. Probití bylo dosaženo protičelbami v úklonu  $6^\circ$  přibližně uprostřed přímého směru důlního díla délky 1750 m, s převýšením 196 m.

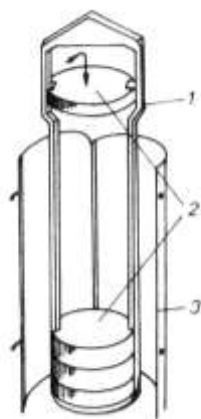
#### **Dosažené odchylky na bodě propojení byly:**

- polohová **11 mm**
- úhlová **20<sup>cc</sup>**

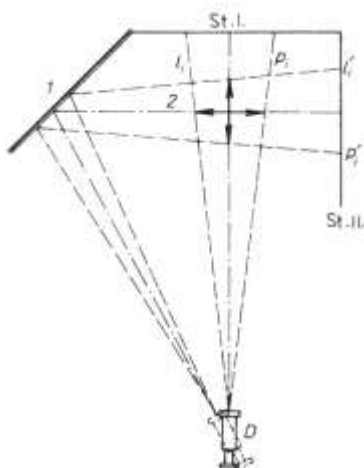
Probitím překopu bylo dokončeno propojení všech činných dolů karvinské části OKR. Spojovacím překopem bude proudit veškerá těžba z lokality ČSA Dolu Karviná na úpravnu uhlí Dolu Darkov. Dále bude sloužit také jako dopravní kanál pro obousměrnou přepravu materiálu a lidí.

#### Literatura

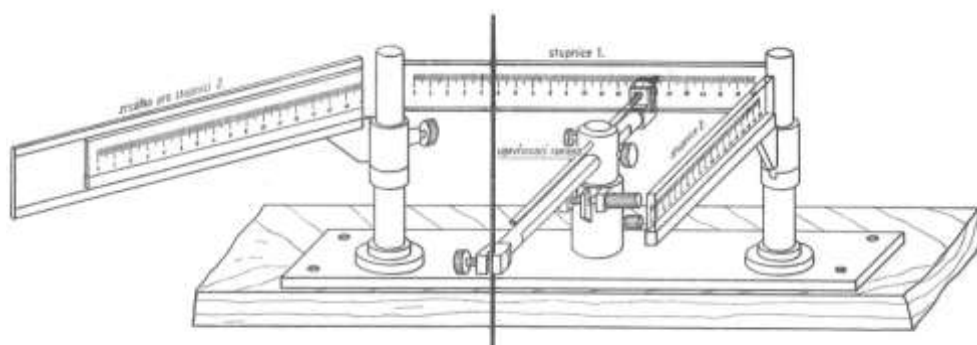
- [1] ČERNOTA, Pavel, Hana STAŇKOVÁ a Silvia GAŠINCOVÁ. Indirect Distance Measuring as Applied upon both Connecting Surveys and Orientation One. Acta Montanistica Slovaca. 2011, 16 (2011), č. 4, s. 270-275. ISSN 1335-1778. Dostupné z: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2011/n4/6cernota.pdf>
- [2] BLIŠŤAN, Peter, Ladislav TOMETZ a Michal ZACHAROV. Hydrogeologické aspekty zatápania bane v Rudňanoch. Acta Montanistica Slovaca. 1999, roč. 4, č. 2, s. 65-72. ISSN 1335-1788
- [3] NESET, Karel. Důlní měřictví II: Měření výškové, připojovací a usměrňovací, měření vytyčovací. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1967, 436 s. ISBN 04-411-67.



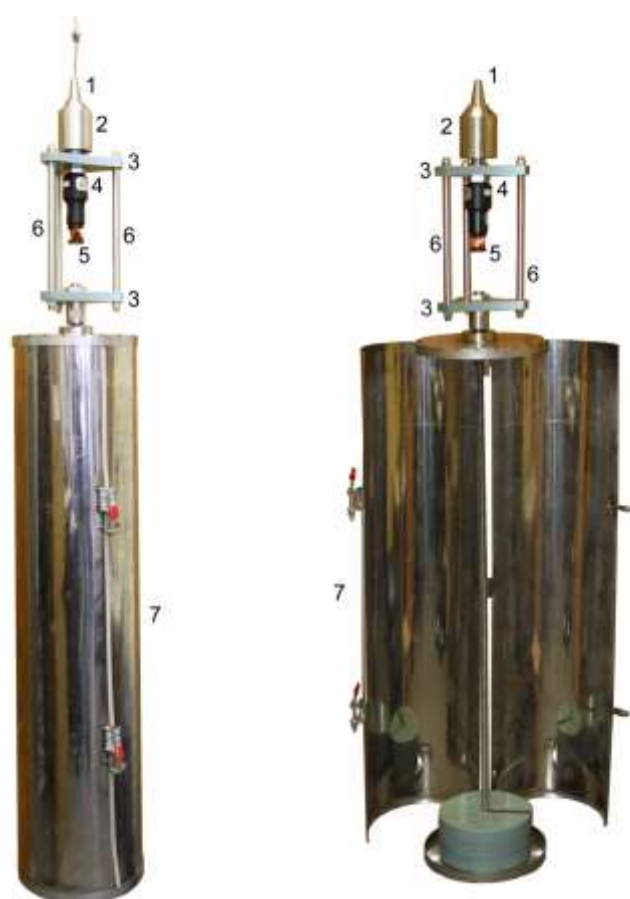
**Obr. 1** Olovnice pro složité promítání [3]



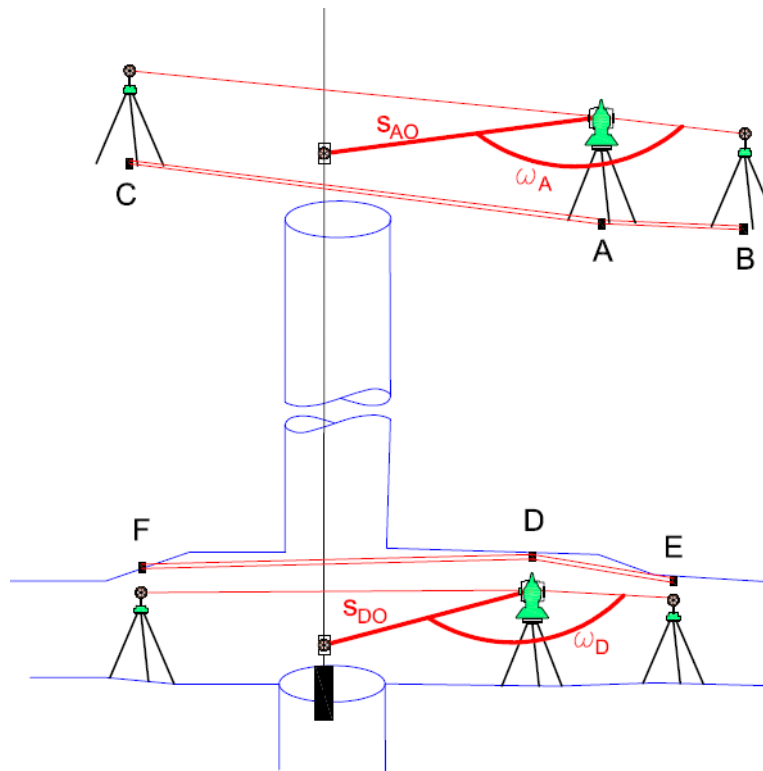
**Obr. 2** Pozorování kyvů olovnice [3]



**Obr. 3** Promítací přístroj VŠB [3]



**Obr. 4** Závěs pro souosé umístění všesměrného hranolu s olovnicí



Obr. 5 Schématický náčrt připojovacího měření na povrchu a na připojovaném horizontu