

Zajištění ochrany v prostředí s nebezpečím výbuchu v hlubinných dolech

Článek se skládá ze dvou samostatných částí. V první části autoři popisují problematiku zajištění bezpečnosti a řízení výroby v plynujících dolech, kde automatizační systémy musí podléhat přísným specifickým předpisům. Hornická činnost v hlubinných uhelných dolech je reprezentována především těžbou uhlí, tvorbou důlních děl a dále procesem umělého větrání, čerpáním důlních vod a důlní degazací. Hlubinná těžba černého uhlí v České republice probíhá v současné době pouze v ostravsko-karvinském revíru (OKD, a. s.). Tyto doly jsou z hlediska výskytu metanu zařazeny do II. třídy nebezpečí a současně jsou to doly s nebezpečím výbuchu uhelného prachu.

Druhá část příspěvku, volně navazující na obecný rozbor uvedený v první části, se zabývá použitím techniky RFID v hlubinných dolech.

The article comprises two independent parts. The first part describes issues regarding safety and production management in mines with increased occurrence of methane gas where automation systems are subject to strict and specific regulations. Activities at the underground coal mines consist of coal mining and mine building, but there is also artificial ventilation, mine water pumping and mine degasification. Currently the only operational underground coal mine area in the Czech Republic is in the Ostrava-Karvina district (OKD). In terms of methane occurrence, these mines are classified as II class of danger. They are also subject to danger of coal dust explosion.

The second part, freely connected to general description in the first part of article, describes using of RFID technology in underground mines.

1. Řízení a organizace práce v hlubinných dolech

1.1 Větrná síť jako základ bezpečné práce v dolech

Základním předpokladem bezpečnosti veškerých důlních činností v hlubinném dole je funkční větrná síť. Zdrojem nebezpečí jsou jednak změny horninového prostředí, jednak činnost důlních mechanismů.

Základní otázkou bezpečnosti důlního prostředí je regulace koncentrace nebezpečných plynů tak, aby nevznikla nebezpečná atmosféra. Nejvíce problematický z hlediska bezpečnosti je metan, který je přítomen v uhelných slojích a rovněž v průvodních horninách a velmi ztěžuje dobývání uhelných zásob. Určitými modely a zkušenostmi lze výskytu metanu předcházet, popř. udržovat jeho koncentraci pod bezpečnostním limitem. Moderní monitorovací systémy umožňují tuto mez sledovat, takže při výskytu podlimitní koncentrace metanu není třeba těžbu uhlí zastavit. Tím jsou minimalizovány prostoje.

Další důležitou sledovanou veličinou je koncentrace oxidu uhelnatého, který se vyskytuje v uhlí náchylném k samovznícení, tj. většinou v závalu. Narůstající koncentrace oxidu uhelnatého je rovněž průvodním jevem vznikajícího požáru u pásových dopravníků.

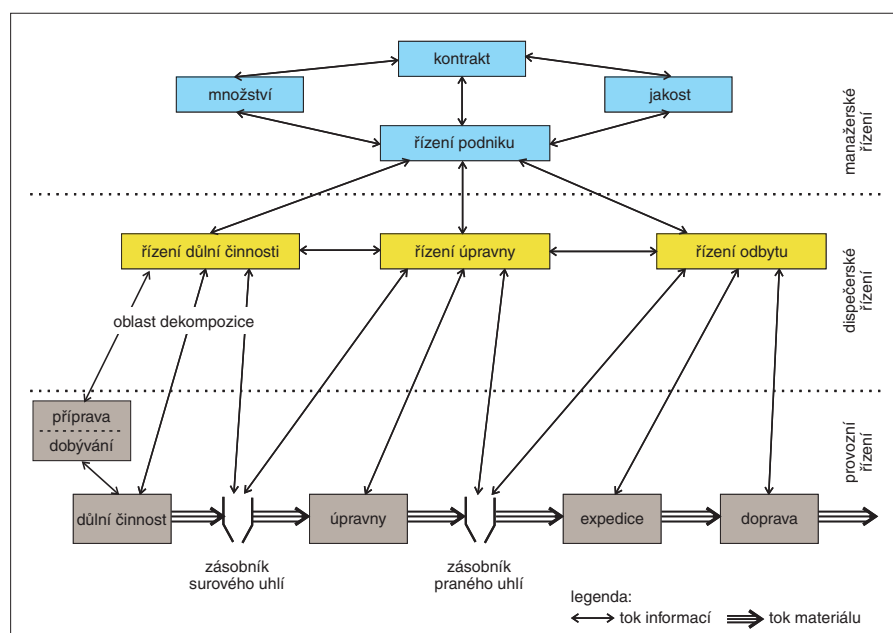
1.2 Rozbor technologických procesů v hlubinném dole

Základní rozdělení hlubinného dolu je zobrazeno v hierarchické struktuře na obr. 1.

ní úroveň) je bezprostředně spojena s technologickým provozem. Jde o přímé řízení technologických zařízení pomocí distribuovaných řídicích jednotek, automatizovaný sběr dat apod.

Je-li důlní podnik uvažován jako systém, je nutné specifikovat všechny činnosti v rámci plnění požadovaného účelu systému, a to vede k rozdělení podniku na tři velké systémy: technologicko-výrobní systém, systém personálního a technického zabezpečení a technicko-ekonomický systém.

Technologicko-výrobní systém zahrnuje vlastní procesy dobývání, ražení, dopravy, úpravy a odbytu uhlí. Systém personálního a technického zabezpečení zahrnuje oblast zajištění pracovní síly, zásobování materiálem, správu fondu základních výrobních prostředků, zásobování energií a patří sem i zajišťování bezpečnosti osob, strojního zařízení a životního prostředí. Technicko-ekonomický



Obr. 1 Hierarchická struktura hlubinného dolu

Na tomto obrázku je znázorněn hlubinný důl jako systém s patřičnými závislými vazbami. Prvky systému jsou rozděleny do tří řídicích úrovní: provozní řídicí úroveň, dispečerská řídicí úroveň a manažerská řídicí úroveň. Manažerská řídicí úroveň bývá označována také jako úroveň řízení podniku. Dispečerská řídicí úroveň se obvykle skládá z velinů, dispečerských pracovišť, pracoviště řízení odbytu, pracoviště vedoucího směny atd. Provozní řídicí úroveň (nazývána též operativní nebo proces-

ký systém zahrnuje oblast plánování, kontroly, financování a technicko-ekonomického normování.

Významnou částí systému personálního a technického zabezpečení, technologicky ucelenou, je systém větrání, zajištění bezpečnosti a degazace. Vnitřní vztahy podsystemu zajištění bezpečnosti, větrání a degazace v oblasti dekompozice jsou samostatně zobrazeny na obr. 2, kde jsou rovněž stanoveny vztahy mezi jednotlivými prvky systému.

2. Použití techniky RFID v prostředí hlubinného dolu

2.1 Technika RFID

V současné době se lze stále častěji setkat s myšlenkou použití techniky radiofrekvenční identifikace (RFID) v různých technologických zařízeních hlubinného dolu.

tra vyhrazené legislativou pro použití na základě generálního povolení, tj. bez licence. S komunikační frekvencí je svázána i volba správné antény. Systémy pracující na frekvencích s vlnovou délkou mnohem delší, než jsou rozměry antén transpondéru, při čtení pracují v blízkém poli, a využívají tedy indukční vazbu čtečka – transpondér podobně, jako je tomu např. v elektrickém trans-

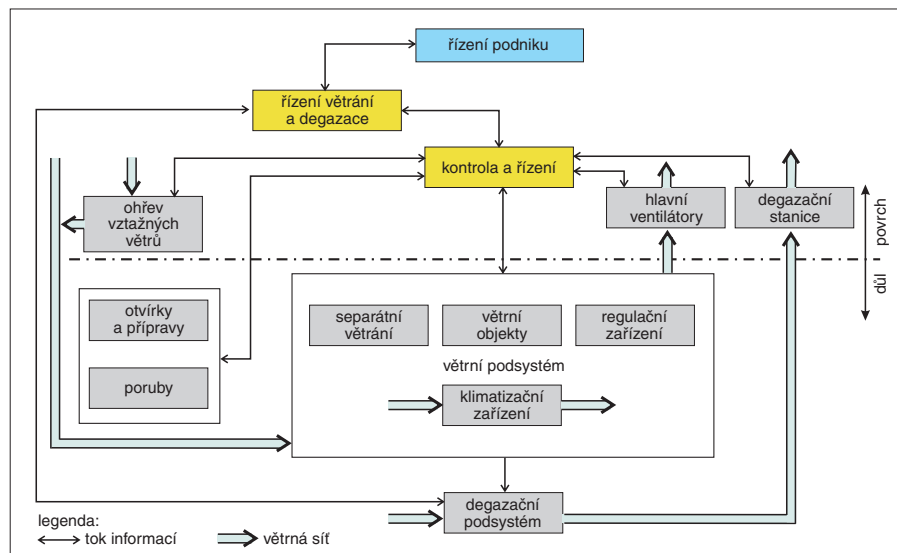
cesů bez velkých požadavků na vzdálenost a rychlost čtení.

Systémy HF využívají frekvenci 13,56 MHz. Systémy RFID s touto frekvencí se začaly používat v 90. letech minulého století. Čtecí vzdálenost je větší než u systémů LF (jednotky centimetrů až maximálně jeden metr), ovšem úspěšnost čtení je více ovlivněna přítomností kovů nebo kapalin. Jako antény jsou i v tomto frekvenčním pásmu využívány indukční smyčky, na rozdíl od antén pro LF ale mají průměrně jen sedm závitů.

Technika UHF je využívána u kontrolních bran a stále více i ke sledování dodávek v dodavatelsko-odběratelských řetězcích a v oblasti dokladovatelnosti a dosledovatelnosti výrobních procesů, kde delší vzdálenost čtení umožňuje identifikaci bez nutnosti měnit pracovní postupy. Aktivní verze nosičů dat (tagů) UHF mohou mít dosah v řádu desítek až stovek metrů.

2.2 Vývoj v ostravské laboratoři ILAB RFID v oblasti využití RFID v dolech

Na VŠB-TU v Ostravě byla zřízena laboratoř ILAB RFID, která se zabývá mj. i uplatněním RFID v oblasti hornictví. Jde např. o vývoj systému identifikace a evidence ochranných pracovních pomůcek, pracovních nástrojů, zaměstnanců, označování těžené su-



Obr. 2. Hierarchická struktura vnitřních vztahů podsystemu bezpečnosti, větrání a degazace



Obr. 3. Jiskrově bezpečný nosič dat Tectus PU TAG 90 MM ve verzi LF i HF



Obr. 4. Jiskrově bezpečný nosič dat Tectus UHF01 Tag pro pásmo UHF

Systémy RFID využívají po celém světě až 20 000 různých frekvencí od 100 kHz po 5 GHz. Většina majoritních systémů RFID však využívá úzké pásy frekvenčního spek-

formátoru. Systémy využívající frekvence s vlnovou délkou blízkou se rozměru transpondéru naopak většínou pracují ve vzdáleném poli, a vzniká zde tedy vyzařovací vazba, někdy také nazývaná přenos zpětným rozptylem (*back scatter*).

V oblasti nelicencovaných pásem byly pro identifikaci specifikovány tři základní rozsahy: *low frequency* (nízká frekvence, LF), *high frequency* (vysoká frekvence, HF) a *ultra-high frequency* (velmi vysoká frekvence, UHF).

Systémy založené na LF využívají frekvenci 125 až 134 kHz. Tyto systémy se začaly využívat již v 80. letech minulého století, ale i v současnosti patří mezi stále rozšířené, protože jsou nejméně citlivé na přítomnost kovů a kapalin, které zhoršují kvalitu čtení systémů na vyšších frekvencích. Z nízké frekvence rádiových vln transpondérů těchto systémů vyplývá i malá rychlost přenosu dat, nutnost využívat anténu v podobě mnohazávitové indukční smyčky a z toho plynoucí krátká čtecí vzdálenost (takřka kontaktní, maximálně jednotky centimetrů). Využití tyto systémy zaznamenaly zejména v oblasti řízení přístupu a v automatizaci výrobních pro-



Obr. 5. Mobilní čtečky pro pásmo UHF Bartec TPP-MC9090-UHF-EX-Z1ATEX

roviny či zjištění polohy všech významných objektů v dole. Řešení zmíněných problémů spočívá vždy ve vytvoření informačního systému a systému identifikace jednotlivých objektů. Sledované nástroje, vybavení, lidé či dávky těžené suroviny jsou opatřeny tagem RFID. Vždy je nezbytné experimentálně ověřit vhodnost použití tagů a jejich umístění na objektech z hlediska jejich fyzikální a chemické odolnosti a provozních parametrů. Laboratorními experimenty a měřeními je ověřována bezporuchovost a spolehlivost identifikace v náročných podmínkách, které

v dole panují (vysoké teploty, výskyt nebezpečných látek, značné množství kovových součástí, vlhkost atd.).

2.2.1 RFID při kontrole využívání ochranných pracovních prostředků

Jednou z forem snížení rizika při hlubinné těžbě je zabezpečení kontroly používání vhodných ochranných pracovních prostředků a sledování jejich stavu, přesná evidence pracovníků, pracovních nástrojů a vybavení nutného k samotné těžbě. Při tom je technika RFID velmi dobře využitelná; jediným omezením je to, že musí jít o speciální provedení určené do prostředí s nebezpečím výbuchu.

Pasivní tagy RFID nejsou vybaveny vlastním zdrojem energie a jsou napájeny pouze nosnou vlnou vysílanou z čtečky, v jejímž poli se právě nacházejí. Riziko jiskro-



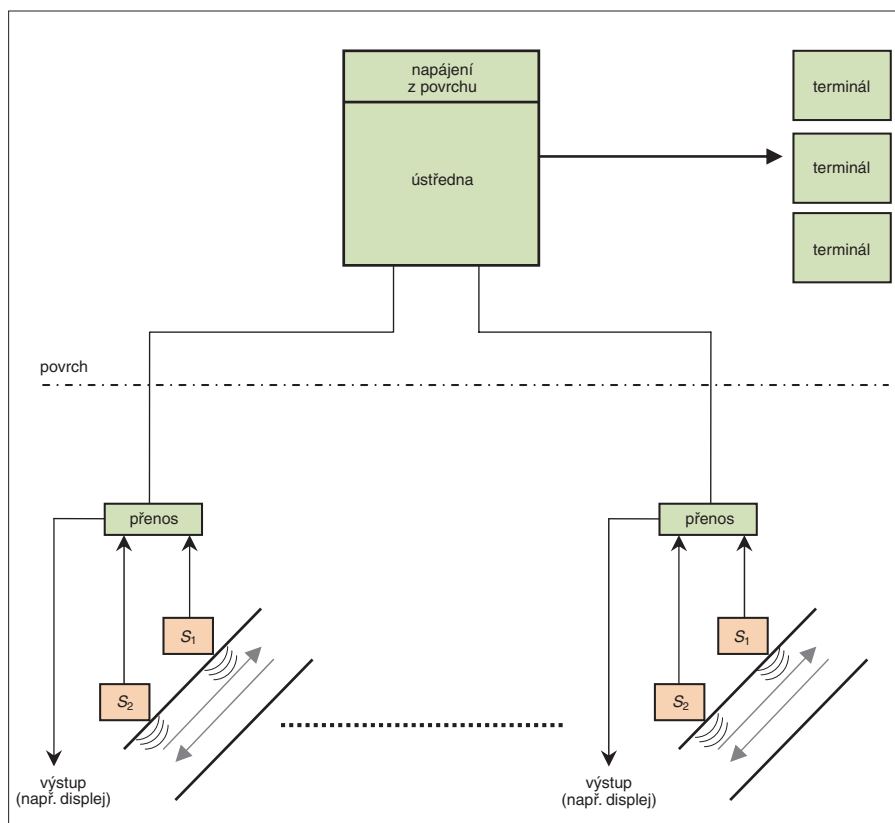
Obr. 6. Stacionární jiskrově bezpečná čtečka ve verzi pro pásmo HF 13,56 MHz STID ATX

vého výboje nebo nadměrného zahřívání je zde již z principu malé. Na trhu jsou i nosiče dat s krytím IP6x (prachotěsné), zapouzdřené např. v polyuretanu, epoxidové pryskyřici nebo ve skle, viz obr. 3 a obr. 4. V provedení odpovídajícím požadavkům ATEX na jiskrově bezpečná zařízení jsou k dispozici také antény čteček pro pásma LF a HF (indukční smyčky) i UHF převážně v podobě mikropáskové (patch) či dipólové antény.

Nejnáročnější je zabezpečení čteček RFID, které obsahují množství elektroniky s vyšším rizikem jiskrového výboje a výkonové součástky s výraznějším oteplením. K dispozici jsou jak stacionární, tak i mobilní čtečky RFID v jiskrově bezpečném provedení pro pásma LF, HF i UHF (obr. 5, obr. 6).

2.2.2 Využití RFID ke sledování osob v dole

Technika RFID se používá také ke sledování pohybu osob v důlním prostředí. Využívány jsou aktivní tagy v pásmu UHF 868 MHz, které pracují zcela nezávisle a bez aktivní účasti sledovaných osob. Princip spo-



Obr. 7. Blokové schéma realizace RFID v hlubinném dole s prostory s nebezpečím výskytu metanu

čívá v tom, že aktivní tag je umístěn v dolní či horní části důlního svítidla a je napájen přímo z akumulátoru svítidla. Informace, které tag obsahuje, jsou jedinečné číslo a osobní údaje sledované osoby (jméno, příjmení, číslo známky, číslo tagu, odbornost). Součástí tagu je i záložní akumulátor, který zajistí činnost identifikačního systému při vybití hlavního akumulátoru.

Na sledovaných třídách hlubinného dolu jsou umístěny čtečky, které zaznamenávají pohyb sledovaných osob, tyto informace ukládají do databáze systému a následně je mohou zobrazovat na prezenčních terminálech. Pracovníci inspekční služby mají možnost sledovat pohyb jednotlivých osob, počty osob v jednotlivých směnech, vstup osob do zakázaného prostoru apod. Základní blokové schéma je na obr. 7. Čtečky se používají vždy v páru, aby bylo možné určit směr pohybu osob. Celý systém v hlubinném dole musí být konstrukčně navržen jako zařízení kategorie M1, což umožňuje kontinuálně sledovat pohyb osob i při překročení mezní koncentrace metanu nebo při celkovém výpadku dodávky elektrické energie. Všechna data musí být zálohována z důvodu zpětné dohledatelnosti pohybu osob ve sledovaných oblastech hlubinného dolu.

Literatura:

- [1] BURÝ, A.: *Automatizace hlubinného dobývacího procesu*. Skripta VŠB TU, Ostrava, 1989.
- [2] BURÝ, A.: *Simulace a modelování důlních systémů*. Skripta VŠB TU, Ostrava, 1989.

- [3] SANDIP, L.: *RFID Sourcebook*. IBM Press, 2006, Books24x7, ISBN 9780131851375, 304 s.
- [4] HUNT, D. – PUGLIA, A. – PUGLIA, M.: *RFID: A Guide to Radio Frequency Identification*. John Wiley & Sons, 2007.
- [5] STRAKOŠ, V. – BURÝ, J. – BURÝ, A.: *Automatizace dobývacích prací na hlubinných dolech*. SNTL, Praha, 1984.
- [6] STRAKOŠ, V.: *Dispečerské řízení dolu*. Skripta VŠB-TU, Ostrava, 1992.
- [7] STRAKOŠ, V. – VANČURA, V.: *Intelligent model of safety management on gassy mines*. In: 20th World Mining Congress & Eexpo2005, Tehran, Iran, 2005.
- [8] VANČURA, V.: *Analýza informačních obsahů signálů automaticky snímaných veličin na plynujícím dole*. Ostrava, 2005. Disertační práce, VŠB-TU Ostrava.
- [9] VANČURA V. – OTTE, L.: *Model of Safety Control Included into Monitoring System*. In: International Carpathian Control Conference ICCO 2006, Rožnov pod Radhoštěm, Czech Republic, 2006, p. 589–591, ISBN 80-248-1066-2.
- [10] VANČURA V. – OTTE, L. – KODYM, O.: *News Working Information on Gassy Mines*. In: MPES 2006, Torino, Italy, p. 208–21, ISBN 88-901342-4-0.

Ing. Vladislav Vančura, Ph.D.,
Ing. Jiří Švub, Ing. Filip Beneš,
Ing. Tomáš Jurco, VŠB-TU Ostrava
Lektoroval: Ing. Jan Pohludka,
FTZÚ Ostrava-Radvanice