

Řízení toku materiálu v surovinovém průmyslu s využitím RFID

Měření průtoku a množství je nedílnou součástí automatizace logistických procesů. V článku se autoři zabývají možnostmi využití techniky RFID ke sledování množství a kvality dopravovaného materiálu v oblasti surovinového průmyslu.

Klíčová slova: řízení toku materiálu, selektivní těžba, RFID, řízení kvality

The measurement of flow and quantity is an integral part of the automation of logistic processes. In the article, we deal with the possibilities of using RFID technology to track the quantity and quality of transported material in the raw material industry.

Keywords: control of material flow, selective mining, RFID, quality control

Převažujícím způsobem přepravy materiálů v surovinovém průmyslu jsou pásové dopravníky (kromě přepravy plynu a ropy). Množství dopravovaného materiálu se měří pásovými váhami, které kombinují vážení definovaného úseku a měření rychlosti dopravníku. Na základě těchto údajů je vypočteno množství dopravovaného materiálu. Pásové váhy a snímače pro rozlišení druhu a analýzu kvality materiálu jsou většinou nákladná zařízení, a jejich použití je proto omezené.

Měření množství a kvality přepravovaného materiálu je ovšem důležité pro řízení logistiky, a také procesů selekce nebo naopak homogenizace surovin.

Selektivní těžba černého uhlí a řízení toku materiálu

Jednou z oblastí, kterou se dlouhodobě zabývá Institut ekonomiky a systémů řízení, je automatizace a řízení těžby uhlí, jeho dopravy a úpravnických procesů. Do této kategorie patří také selektivní těžba při hlubinném dobývání černého uhlí, která se používá pro fyzické oddělení dvou kvalitativně odlišných druhů uhlí – uhlí vhodného pro koksování a uhlí energetického. Cílem selektivní těžby je zajistit oddělený transport, skladování a následné zpracování tak, aby nedošlo k nežádoucímu promíchání. Selektivní těžba tak přispívá k vyšší efektivitě při zpracování vytěženého uhlí do podoby finálního komerčního produktu. Podmínkou realizace selektivní těžby je dostatečná kapacita zásobníků surového uhlí na vstupu do úpravně, což je splněno pouze v některých dolech v OKD. Selektivní těžba se nejvýznamněji využívá v Dole Darkov a v Dole ČSM (po rekonstrukci úpravně v roce 2011). Selektivní těžba zde výrazně přispívá ke zlepšování bilančních statistik úpravnického procesu. Pro zajištění selektivní těžby je kromě dostatečné kapacity zásobníků nutné také řízení pohybu suroviny v dole (horizontální doprava) a oddělená přeprava surového uhlí skippy (vertikální přeprava z dolu na povrch). Pro řízení důlní dopravy již byly v institutu vytvořeny modely a podpůrné apli-

kace [1]. Úpravny jsou vybaveny sofistikovanými a důmyslnými informačními systémy, co ale dosud chybí, je identifikace toku su-



Obr. 1. Uhlí ze sloje (nahore) a materiál ze závaly (dole)

roviny na dopravnících. Nyní jsou zásobníky zaváženy pouze na základě znalostí, z jaké části dolu je surovina dopravována. Zavážení zásobníků v Dole Darkov je řízeno na základě dat poskytovaných informačním systémem úpravně, který dodala firma ATP Soukup, s. r. o. Stav zásob je vizualizován systémem SCADA Promotic. Pro řízení průtoku jednotlivých druhů uhlí je možné nepřímou využít informaci z kontinuálních popeloměrů (Enelex) na pásových dopravnících na vstu-

pu do úpravně. Tam je surové uhlí drceno, tříděno podle zrnitosti a ukládáno do zásobníků surového uhlí k dalšímu zpracování v úpravně, kde se upravují jakostní parametry uhlí (obsah popela a obsah vody).

Řízení toku při těžbě hnědého uhlí

Těžený materiál je tříděn i v dalších těžebních firmách. Popsaný postup je použitelný i při povrchovém dobývání hnědého uhlí. Pro povrchové dobývání uhlí se využívají technologické celky, z nichž jedna část je určena pro skrývku a druhá pro dobývání uhlí, takže je vždy zajištěna selektivní těžba a přeprava suroviny a skrývky. Obvykle má každý technologický celek samostatnou odtahovou linku pásových dopravníků. K vlastnímu míchání těžené suroviny z jednotlivých dobývacích strojů dochází až v zásobnících, přepínacích mostech, popř. na společném dálkovém přepravníku. Vlastní směřování je realizováno pomocí pásových vozů, směrovacího systému pásů, přepínáním mezi zásobníky nebo přepínacími klapkami.

Je zřejmé, že úloha řízení toku je oproti hlubinnému dolu podstatně zjednodušená, stále ale je nutné měřit množství a kvalitu v jednotlivých technologických celcích.

Problematika směřování toku podle druhu přepravovaného materiálu se objevila s těžbou ze slojí, které byly v minulosti částečně odtěženy hlubinným způsobem a následně zavaleny. V tomto případě se při těžbě vyskytuje na páse uhlí i výkliz (hlušina ze závaly). Na obr. 1 je zachycena změna materiálu na odtahovém páse technologického celku v uhelném řezu při přechodu od odtěženého místa. Vzhledem k technologii těžby je náročné selektivně odtěžit jednotlivé části. Alternativním řešením je oddělení materiálů, tedy dočasné přesmě-

rování toku podle druhu přepravovaného materiálu se objevila s těžbou ze slojí, které byly v minulosti částečně odtěženy hlubinným způsobem a následně zavaleny. V tomto případě se při těžbě vyskytuje na páse uhlí i výkliz (hlušina ze závaly). Na obr. 1 je zachycena změna materiálu na odtahovém páse technologického celku v uhelném řezu při přechodu od odtěženého místa. Vzhledem k technologii těžby je náročné selektivně odtěžit jednotlivé části. Alternativním řešením je oddělení materiálů, tedy dočasné přesmě-

rování toku materiálu na pásové dopravníky skřívky. Základem tohoto oddělení je zařízení umožňující směřovat těžný materiál na dva pásy, jeden určený pro uhlí a druhý pro skřívku. Pro ovládání je však nutná obsluha detekující druh materiálu.

Pro zjednodušení této operace bylo navrženo dálkové ovládání z dobývacího stroje,



Obr. 2. RFID-tagy Metso pro použití v surovinovém průmyslu – běžná velikost a miniaturní [4]

při němž byl druh materiálu ovšem opět ručně zadáván obsluhou přímo při těžbě. Elektronické zařízení pak se zpožděním na základě rychlosti a délky pásu přepínalo směrování materiálu. Toto řešení mělo několik základních vad. V případě přerušení těžby, poruchy a následného zastavení dopravníků nebylo schopno obnovit informaci o časovém zpoždění. Uvedený problém byl odstraněn řídicím systémem s aplikací, která na základě zastavení dopravníku spočítala polohu rozhraní materiálu a po obnovení činnosti zadala správné zpoždění. Výpočet však byl náročný, zvláště v případě několika sekcí pásové dopravy, kdy bylo nutné počítat doby rozběhů pásů. Systém byl také závislý na obsluze a jejím rozhodnutí.

Problém by mohl být vyřešen automatickým stanovením druhu materiálu pomocí kontinuálních popeloměrů, ale zde je nevýhodou finanční náročnost a nutná stacionární instalace zařízení, přičemž linky dopravníků se mění podle postupu těžby v lomu. Proto se hledalo jiné řešení. Na základě přihlášky vynálezu [2] byl navržen systém využívající pro rozlišení druhu a množství přepravovaného materiálu akustické nebo vibrační projevy dopadajícího materiálu na přesypech pásové dopravy. Postupy byly podrobeny testům, a provedeny analýzy zvukových projevů a specifikovány rozhodující frekvence tak, aby bylo možné obsáhnout větší rozdíl v kvalitě materiálu. Spolu s tím byla upřesněna závislost na množství dopadajícího materiálu a ověřena funkčnost při minimálním toku. Výsledkem je návrh elektronického zařízení s digitálními vícenásobnými filtry a řídicí jednotkou, která umožňuje výpočet časových prodlev a zohledňuje možnost zastavení pásu. Výhodou je mimo odstranění lidského vlivu také možnost umístit zařízení co nejbližší směrovacímu zařízení, a tím odstranit chyby, které vznikají při rozběhu pásové dopravy. Jednotlivé postupy a zařízení jsou popsány v [3].

Využití RFID v surovinovém průmyslu pro řízení toku materiálu

V mezinárodní laboratoři RFID v Institutu ekonomiky a systémů řízení na VŠB-TU Ostrava byly získány velké zkušenosti s využitím RFID v různých oblastech průmyslu. Na základě zkušeností jak se selektivní těžbou a automatizací technologických procesů, tak i s RFID byl vypracován návrh pro využití RFID v surovinovém průmyslu pro řízení logistiky a zajištění požadované kvality těžného uhlí.

Navržený systém vychází z toho, že by se identifikátory – RFID-tagy, přidávaly v průběhu těžby přímo do těžené suroviny. Tag by identifikoval porub, ze kterého bylo uhlí vytěženo, a obsahoval by údaje o kvalitě těžného uhlí (známé na základě rozborů zásekových zkoušek). Dopravníkový pás by byl na potřebném místě vybaven RFID-bránou. V tomto místě by docházelo k jednoznačné

buď do ložiska, nebo spolu s přepravovanou surovinou přímo na pás. Jelikož jsou tyto tagy schopny odolat zhoršeným podmínkám provozu, je možné je umístit i např. na vagony s přepravovanou surovinou.

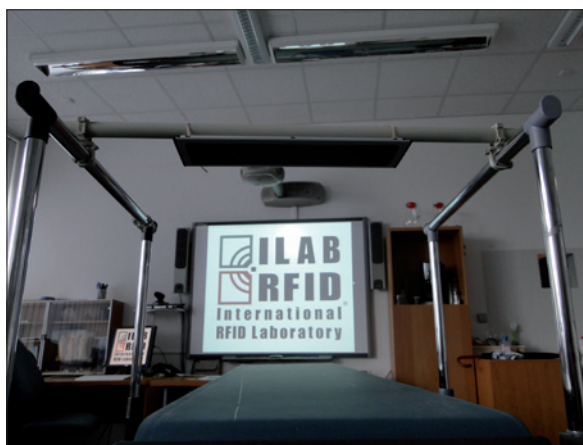
Ve světě se již RFID-tagy pro sledování přepravovaného materiálu používají [4]. Tag se zapsanými informacemi se vloží do nevytěženého ložiska a poté cestuje s vytěženou surovinou po dopravníkovém páse. Na určitých místech je detekován a mohou do něho být zaznamenávány další údaje.

Kromě tagu je k tomu třeba PDA či jiné zařízení, pomocí něhož jsou do tagu před vložením do ložiska zapsána data s informacemi o porubu. Další součástí je brána s anténou umístěnou poblíž pásu. Anténa dodává tagu energii potřebnou k odeslání obsažených dat, popř. zápisu nových dat, a zprostředkovává komunikaci s ním. Další nezbytnou součástí je middleware, pomocí něhož jsou data sbírána, filtrována a tříděna pro další využití v informačních systémech.

V prostředí hlubinných uhelných dolů je nebezpečí výbuchu (uhelného prachu nebo metanu). Veškerá zařízení používaná v dolech tedy musí být v nevybušném provedení. To platí i pro tagy a brány [5].

RFID umožňuje také získávat informace o množství vytěžené suroviny z konkrétního porubu nebo sledovat rychlost, jíž se uhlí dostává z porubu na povrch dolu a ke vstupu do úpravny. Ke zjišťování rychlosti dopravy jsou nutné minimálně dvě brány: jedna umístěná v místě těžby, druhá u úpravny. Při průjezdu tagu bránou by byl zaznamenán i čas. Na základě takto realizovaného měření by v informačním systému úpravny bylo možné podle informací o kvalitativním složení uhlí známého ze zásekových zkoušek odhadnout, kdy se na vstupu úpravny objeví uhlí konkrétní kvality. Tato informace má význam pro plánování zavážení zásobníků a pro efektivnější řízení jakostních parametrů produkovaného uhlí, a tedy pro celkové ekonomické výsledky dolu.

V mezinárodní laboratoři RFID (ILAB RFID) byly v laboratorních podmínkách zkoušeny dvě varianty RFID-brány vhodné pro tyto účely. V prvním případě (obr. 3 nahoře) je brána tvořena dvěma anténami, které jsou natočeny v úhlu 30° směrem k dopravníkovému páse. Druhou variantou je brána s jednou anténou, která je umístěna nad dopravníkovým pásem (obr. 3 dole).



Obr. 3. RFID-brány: nahoře vybavená dvěma anténami, dole jednou anténou

identifikaci suroviny, která by mohla být tříděna podle kvalitativního hlediska i podle místa původu.

Na trhu již existují tagy, které jsou schopny vyhovět specifickým požadavkům těžby a zpracování nerostných surovin. Jejich velikost se postupnou modernizací stále zmenšuje, z původních 60 na 20 mm (obr. 2). Takové tagy je možné velmi jednoduše umístit

Z testů vychází lépe varianta s využitím dvou antén. Výhoda je především v tom, že je pokryt větší prostor pro načtení tagu. Další výhodou využití dvou antén je, že při poškození či poruše antény bude stále jedna fungovat, a tak bude i dále možné číst projíždějící tagy.

Co se týče cenové náročnosti uvedeného řešení, cena běžného tagu je v řádu jednotek korun. Tagy a brány pro použití v dolech však musí být nejen bezpečné z hlediska použití v prostředí s nebezpečím výbuchu, ale nesmí jim vadit ani vlhkost, mechanické namáhání při důlní činnosti nebo zvýšená teplota. Speciální odolné tagy jsou dražší, stojí zhruba 100 korun. Cena čtečky vhodné do těchto podmínek se pohybuje v rozmezí 30 000 až 40 000 korun, jedna anténa stojí přibližně 10 000 korun.

Metoda RFID má také své fyzikální limity. Velmi problematické je čtení v přítomnosti kovů. Největší překážkou je však voda, která čtení znemožňuje úplně.

Závěr

V tomto příspěvku byly zachyceny zkušenosti s využitím RFID v oblasti surovinného průmyslu. Nyní jsou zásobníky zaváženy pouze na základě znalostí, z jaké části dolu je surovina dopravována. Metoda RFID by v tomto případě sloužila k identifikaci dopravaného materiálu pro jednoznačnou identifikaci vytěžené suroviny pro potřeby selektivní těžby a následného rozdělení na základě kvality. Přínosy zavedení RFID do oblasti surovinného průmyslu by byly nemalé.

Literatura:

- [1] BURÝ, A.: *Simulation models and programs to the automated control purpose of transport in deep mines*. In: International Carpathian Control Conference ICC '2001, Krynica, Polsko, 2001, s. 205–210.
- [2] HODEK, O. a kol.: *Způsob kontinuálního měření množství materiálu na pásovém dopravníku a zařízení k provedení způsobu*.

Autorské osvědčení č. 254489 (PV 9158-85), 1989.

- [3] NEUSTUPA, Z. – LÉTAVKOVÁ, D. – DANIEL, R.: *Utilization of the acoustic and vibration signal for observing transported material using belt conveyors*. In: 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2012, Bulgaria, Vol. I, pp. 943–949.
- [4] *Tracking mineral materials with RFID tags and detectors*. Aggregates Business Europe, 2013. Dostupné na <www.aggbusiness.com/categories/quarry-products/features/tracking-mineral-materials-with-rfid-tags-and-detectors/> (cit. 4. 7. 2013).
- [5] VANČURA, V. a kol.: *Zajištění ochrany v prostředí s nebezpečím výbuchu na hlubinných dolech*. Automa, 2013 roč. 19, č. 6, ISSN 1210-9592.

Ing. Roman Danel, Ph.D.,
Ing. Pavel Staša, Ph.D.,
doc. Dr. Ing. Zdeněk Neustupa,
Institut ekonomiky a systémů řízení
VŠB-TU Ostrava

Očekávaný růst v oboru strojového vidění v Německu

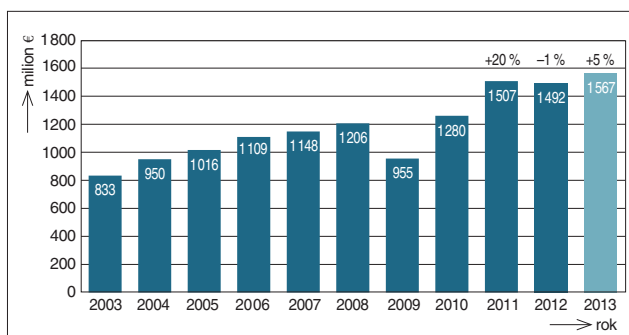
Profesní sdružení VDMA Machine Vision uveřejnilo koncem června 2013 výsledky nejnovějšího průzkumu trhu. Podle něj dosáhl obrát v oboru strojového vidění v Německu v roce 2012 téměř rekordní hodnoty z roku 2011. Snížil se pouze o 1 %, z hodnoty 1,51 na 1,49 miliardy euro. Zatímco obrát na domácím trhu klesl o 6 % a dodávky do evropských zemí se snížily o 12 %, celkový export pokračoval v růstu. Obchod s Asií vzrostl v roce 2012 meziročně o 13 % a poprvé svým objemem předstihl export do evropských zemí. Dodávky do Ameriky se zvýšily o 12 %. Podíl exportu na celkovém obrátu německého oboru strojového vidění se zvýšil na 55 % (z 52 % v roce 2011).

Nevýrobní obory na vzestupu

Po výrazných investicích v automobilovém průmyslu v letech 2010 a 2011 obrát v tomto odvětví klesl téměř o 25 %. S podílem 21 % však automobilový průmysl zůstává nejdůle-

žitějším zákazníkem ve výrobní sféře. Investice významně vzrostly ve farmaceutickém, kosmetickém a zdravotnickém oboru (o 36 %) a také v gumárenském a plastikářském průmyslu (o 70 %). Obrát v nevýrobních oborech

řiky, to jsou motory růstu oboru strojového vidění. Vzhledem k těmto faktorům předpovídá VDMA Machine Vision v roce 2013 nárůst obrátu v oboru strojového vidění v Německu o 5 % na téměř 1,6 miliardy eur.



Obr. 1. Vývoj obrátu v oboru strojového vidění v Německu; údaje zahrnují domácí obrát i export (zdroj: VDMA Robotics + Automation)

že zvýšil téměř o 9 % a poprvé se nevýrobní sféra podílí na celkovém obrátu větší měrou než automobilový průmysl.

V roce 2013 očekáván pětiprocentní růst

Stále širší okruh použití strojového vidění, globální směřování k lepší kvalitě a produktivitě a rostoucí poptávka z Asie a Severní Ame-

VDMA Machine Vision

VDMA (*Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.*) reprezentuje více než 3 100 převážně malých a středních členských firem působících v technických oborech. Jde o jeden z největších průmyslových profesních svazů v Evropě. V rámci VDMA působí několik oborových organizací. Jednou z nich je VDMA Robotics + Automation, do které patří skupina VDMA Machine Vision, sdružující více než 100 členských firem, které nabízejí systémy a komponenty strojového vidění. Cílem této průmyslové platformy je podpořit obor strojového vidění různými aktivitami, jako jsou statistické analýzy a každoroční průzkum trhu v oboru strojového vidění (*VDMA Machine Vision Market Survey*), marketingové služby, prosazování zásad *trade fair*, zkoumání trendů a pořádání akcí (sestkání a konferencí). Další informace jsou na www.vdma.com/vision.

(ev)