

Výzkum možností prognózování vzniku ohnisek samovznícení v deponiích hnědouhelných paliv

Ing. Vlastimil Moni, Ing. Pavel Schmidt

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, moni@vuhu.cz

Přijato: 20. 4. 2011, recenzováno: 6. 6. a 9. 6. 2011

Abstrakt

Zápary a následné požáry jsou častým jevem v povrchových hnědouhelných lomech s výskytem slojí narušených dřívější hlubinnou těžbou, v homogenizačních a jiných deponiích, ale také na skládkách elektráren, tepláren a průmyslových podniků spalujících hnědé uhlí. V článku jsou prezentovány cíle projektu z programu ALFA č. TA01020351, který řeší výzkum, vývoj a ověření komplexní celoplošné metody včasné identifikace počínajícího ireverzibilního stavu zapaření hnědouhelné hmoty směřujícímu ke vznícení (požáru) uhelné hmoty. Základní metodou je použití termovizního snímání a průběžné vyhodnocování vývoje povrchové teploty skládky, resp. sloje.

Research of possible approaches to predicting centres of spontaneous combustion of coal in brown coal heaps

Spontaneous combustion of coal and subsequent fires often occur in brown coal open pits where coal seam is uncovered by previous underground mining, or in coal heaps by homogenization plants, power plants, heating plants, and other factories where coal is combusted. The paper presents the objectives of the ALFA research project No. TA01020351, which focuses on the research, development and verification of a general method detecting early signs of incipient irreversible heating of coal matter which leads to spontaneous combustion of coal. The basic method uses a thermovision camera for a continuous monitoring of surface temperature in coal heaps or seams.

Untersuchung von Prognosemöglichkeiten für Entstehung der Selbstentzündungsherde in Deponien der Braunkohlenbrennstoffe

Die Selbstentzündungen und anschließenden Brände sind häufige Erscheinungen in Braunkohlentagebauen, wo das Flöz durch früheren Tiefbau zerstört ist, in Kohlemisch- und Stapelplätzen und anderen Deponien, aber auch in Deponien bei Kraftwerken, Heizkraftwerken und Industriebetrieben, die die Braunkohle verbrennen. Im Artikel sind Ziele des Projektes aus dem Programm ALFA Nr. TA01020351 präsentiert, das die Forschung, Entwicklung und Überprüfung einer komplexen flächendeckenden Methode der rechtzeitigen Identifizierung eines beginnenden irreversiblen Zustandes der Selbstentzündung der Kohlemasse lösen, der sich zu einem Brand entwickelt. Ein grundlegendes Verfahren dabei ist die Verwendung von Thermovisionsaufnahmen und durchlaufende Auswertung der Entwicklung der Oberflächentemperatur der Deponie, bzw. des Flözes.

Klíčová slova: hnědé uhlí, deponie, samovznícení uhlí, monitoring, teplota.

Keywords: brown coal, coal heap, spontaneous combustion, monitoring, temperature.

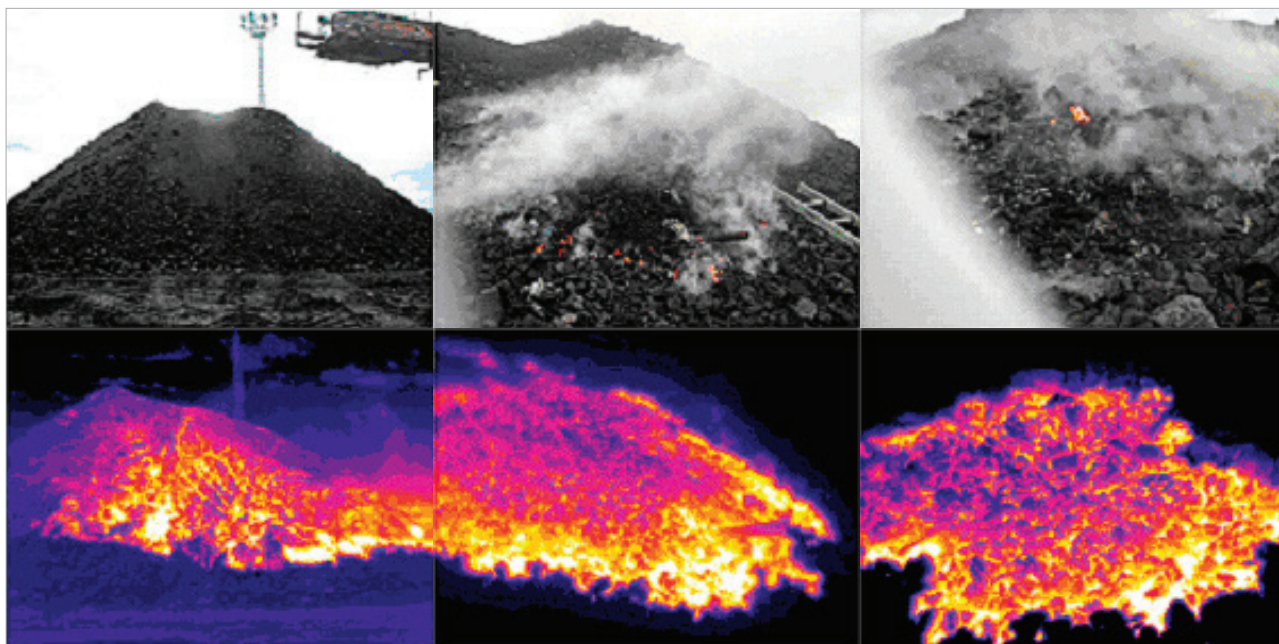
1 Úvod

Přes soustavnou snahu o zlepšení životního a pracovního prostředí přetrvávají některé problémy, které nejsou systematicky a efektivně řešeny. Jeden z vážných problémů znečištění ovzduší, bezpečnosti majetku a zdraví osob spočívá v jevech samovznícení u oxidací silně náchylných hnědých uhlí. Vlivům atmosférickým a klimatickým jsou vystaveny otevřené zásoby hnědých uhlí v podobě porubních front hnědouhelných povrchových lomů, vyrovnávacích či homogenizačních deponií, zásobních skládek u zdrojů tepla a elektrické energie (tepláren, elektráren, zdrojů průmyslových a městských aglomerací). Působením atmosférického kyslíku, ztrátou přirozené vlhkosti a derivativně zvětšováním povrchu v důsledku rozpadu zrn, pórovitě uhelné hmoty, i působením dalších faktorů dochází v tělesech hnědouhelných zásob ke změnám, v jejichž důsledku se postupně kumuluje teplo, zvyšuje se teplota a od určité její hladiny dochází k záparu projevujícímu se únikem vodních par s charakteristickým zápachem výpotků uvolňovaných aromatických uhlovodíků. Po dosažení určitého nereverzibilního stavu následuje proces samovznícení – požár.

2 Potřebnost a aktuálnost projektu

Problém včasné identifikace a likvidace záparů důlních ohňů na skládkách, v provozech hnědouhelných povrchových dolů a skládkách velkoodběratelů a spotřebitelů hnědouhelných paliv nebyl, z důvodů okrajového zájmu řady provozovatelů a absence vyspělých technických prostředků a technologií, a rovněž z důvodů nevytváření efektivního tlaku legislativy, dosud uspokojivě řešen a vyřešen. Z dlouhodobé perspektivy vývoje energetických potřeb České republiky, tj. se vzrůstem výkonů hnědouhelných elektráren a tepláren dochází ke zhoršování životního prostředí v regionech obou podkrušnohorských revírů. Důkazem hystereze znečišťování životního prostředí (ovzduší) jsou indicie opětovného zhoršování zdravotního stavu jehličnatých lesů v Krušných horách z poslední doby. K tomuto zhoršení svým podílem přispívají rovněž i imise rozšiřované v přízemní atmosféře ze zdrojů spontánního záparu a hoření dobývaných, skladovaných a upravovaných zásob hnědých uhlí.

Výskyt tohoto fenoménu ovlivňuje stav pracovního prostředí v hnědouhelných lomech a na velkokapacitních skládkách. Především je to respirace nežádoucích, zdraví škodlivých exhalátů z procesů záparů a hoření. Také vzniká možnost ohrožení



Obr. 1: Zahoření skladovaného hnědého uhlí s termovizním záznamem povrchových teplot. [1]



Obr. 2: Požár uhelné skládky 14. 7. 2005.

Foto: Hasičský záchranný sbor SD a.s. - DNT.

zdraví osob popálením v přímém styku s hořící substancí - tj. hrozba propadu do skrytého záparu nebo do záparem či hořením postiženého nezavaleného důlního díla, včetně znehodnocení a ztrát na majetku.

Závažnost řešení předkládaného problému včasné predikce přechodu záparu uhlí k samovznícení ilustrují obrázky č. 1 a 2.

3 Cíle a očekávané výsledky projektu

Hlavním cílem projektu je nalezení metody včasné predikce vzniku nevratného bodu stavu záparu hnědých uhlí ve skladovaných tělesech hnědouhelných paliv a pilířích těžných uhlí a hnědouhelných produktů, jak na straně dodavatelů (tě-

žebních společností), tak na straně velkoodběratelů (energetika). Zejména z hlediska celoplošnosti, rychlosti a přesnosti lokalizace potenciálních míst nevratného stavu záparu směřujícím k samovznícení.

Dílčí cíle:

- snížení ekonomických ztrát vzniklých z titulu likvidace hořících uhelných zásob a ztráty paliva, rozsáhlých zásahů báňských záchranných sborů a důlních hasičů a ztrát z havárií propadnutím techniky do hořících dutin,
- snížení zátěže životního a pracovního prostředí emisemi vzniklými při nedokonalém hoření uhlí,

- omezení bezpečnostního rizika osob v provozech dodavatelů i odběratelů hnědouhelných paliv.

Výsledkem projektu bude komplexní metoda, jež dokáže včasné lokalizovat ložiska v kritickém stádiu záparu. To umožní, aby byly eliminovány hospodářské ztráty vzniklé prohořením částí uhelné sloje či deponie a znehodnocením hnědouhelného paliva (preventivní nutnost odstranění násobné kubatury z okolí centra požáru znamená odstranění desítek až stovek tun uhlí). Včasná predikce ložisek samovznícení bude dále představovat snížení zásahů BZS a důlních hasičů, včetně použití nezbytné zásahové a hasební techniky.

Integrovaná metoda celoplošného sledování změn v hnědouhelném tělese řeší problém včasné identifikace a tedy zároveň včasné likvidace záparů v nevratném kritickém stavu samovznícení a důlních ohňů na skládkách a v provozech hnědouhelných povrchových dolů, příp. u velkoodběratelů, tzn. provozovatelů tepláren, elektráren či překladišť uhlí. Tím dojde ke snížení zátěže životního a pracovního prostředí z produkovaných emisí vzniklých z převážně nedokonalého hoření uhelné hmoty. Především v regionech obou podkrušnohorských revírů.

Metoda predikce vzniku samovznícení umožní provést včasný zásah k odstranění hrozby důlního požáru ve sloji povrchových hnědouhelných lomů či na skládkách uhelných deponií. Tak se sníží pravděpodobnost nebezpečí vzniku požáru nebo i havárie transportních linek DPD, velkostrojů a technologie úpraven uhlí. Přeneseně se tedy jedná o předcházení úrazům, zejména popáleninám a respiračním onemocněním, v důsledku styku s hořící hmotou či plynnými deriváty záparu nebo hoření uhlí. Rovněž budou omezeny možnosti pracovních úrazů popálením hořícím uhlím a inhalací plynných produktů převážně nedokonalého hoření v důsledku propadnutí malé techniky (buldozery, nákladní automobily, vrtné soupravy apod.) a osob do záparů nebo hoření postižených, nezavalených, dlouhých nebo prostorových děl po bývalých hlubinných dolech.

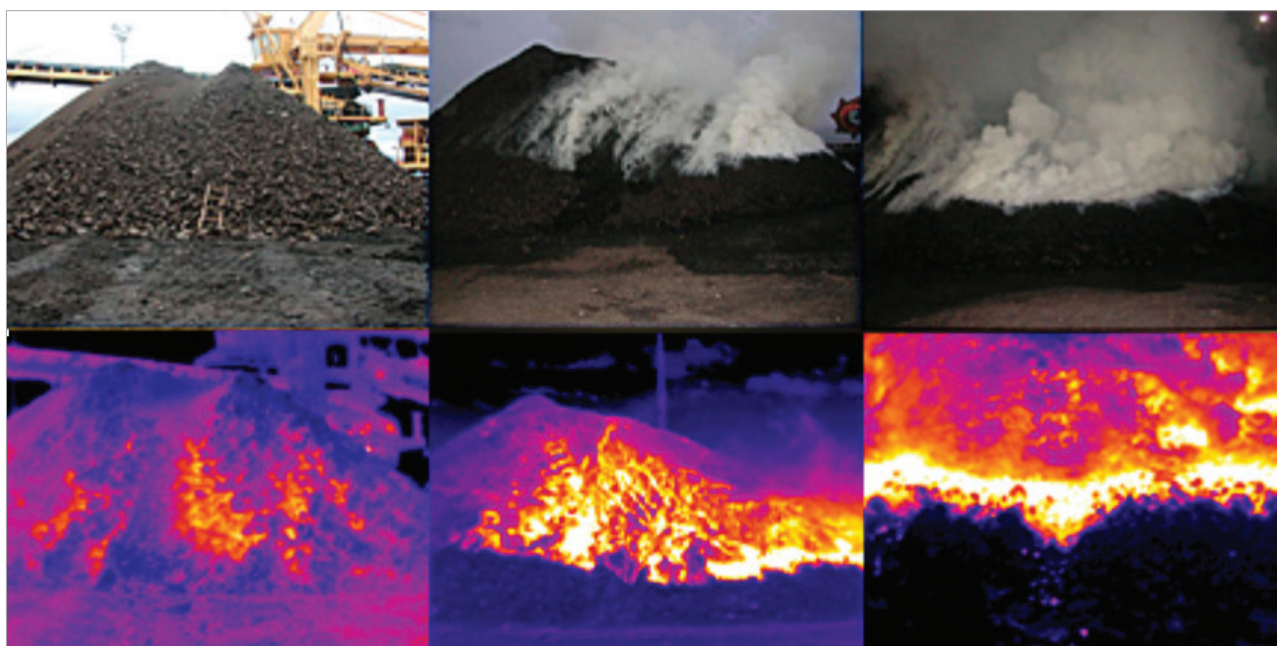
4 Možnosti uplatnění výsledků

Metodika odhadu včasné identifikace kritického ireverzibilního stavu záparu, kdy dojde s vysokou pravděpodobností k samovznícení uhelné hmoty, bude uplatněna u prvovýrobců – uhelných společností (sklárky, zbytkové pilíře a výplně-závaly vyrubaných prostor po předchozí hlubinné těžbě), velkoodběratelů energetických druhů hnědých uhlí (deponie se střednědobým a dlouhodobým skladováním).

Včasnou lokalizací záparu budou eliminovány hospodářské ztráty znehodnocením hnědouhelného paliva (preventivní nutnost odstranění násobné kubatury z okolí centra požáru znamená odstranění desítek až stovek tun), zásahů BZS a důlních hasičů, včetně použití nezbytné zásahové a hasební techniky.

Se vzrůstem teploty vznikajícího záparu dochází od určité hladiny teploty k úniku značného objemu par s výpotky uvolňovaných oxidů uhlíku CO, CO₂, vodíku, uhlovodíků a SO₂. Velké nebezpečí pro pracovníky důlních provozů a pro obyvatele blízkých okolních antropogenních sídlišť představuje vazba uvolňovaných aromatických uhlovodíků na částice vždy přítomného poléťavého uhelného prachu. Proces negativního ovlivnění zdravotního stavu je dlouhodobý a latentní, proto nelze působení zplodin záparů a samovznícení narušené hnědouhelné sloje či sklárky, při dlouhodobém pobytu v trvale kontaminovaném prostředí, podceňovat. Včasným zamezením procesů samovznícení hnědých uhlí dojde ke zlepšení životního prostředí. Znalost takovéto fungující expresní metody vyhoví požadavkům zákona o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. a její aplikace umožní využití při aktualizaci legislativy.

Včasným zásahem odstranění hrozby důlního požáru ve sloji či skládce se sníží pravděpodobnost nebezpečí požáru nebo i havárie transportních linek DPD, velkostrojů a technologie úpraven uhlí. Rovněž budou omezeny možnosti pracovních úrazů propadnutím do požářišť nezavalených dlouhých nebo prostorových hlubinných důlních děl.



Obr. 3: Vývoj povrchové teploty skladovaného hnědého uhlí. [2]



Obr. 4: Požár skládky ze dne 9. 3. 2006.

Foto: Hasičský záchranný sbor SD a.s. - DNT.

5 Předchozí řešení

V komplexech producentů (těžebních podniků) či odběratelů hnědouhelných paliv je nutné provozovat vyrovnávací, homogenizační, havarijní aj. skládky paliva, jejichž úkolem je eliminovat výkyvy dodávek, jak v množství, tak v kvalitě, pro dosažení kvalitativních parametrů podle požadavků odběratelů. V průběhu dlouhodobého skladování hnědouhelných paliv dochází často uvnitř těles těchto deponií ke spontánním procesům způsobujícím vznik záparů a následné samovznícení uhlí.

Norma ČSN 44 1315 „Tuhá paliva - Skladování“ stanoví způsoby skladování tuhých paliv a opatření sledující hospodárné a bezpečné skladování tuhých paliv v energetických výrobnách, průmyslových závodech, uhelných skladech, uhelných sklepech spotřebitelů. Tato norma ukládá nutnost kontroly povrchu skladovaných těles tuhých paliv, měření povrchové teploty a relativně mělká bodová měření vnitřní teploty. Takováto nahodilá měření vnitřní teploty nemají dostatečně vypovídací schopnost o distribuci teplot ve skladovaném tělese. Navíc by byla při vytvoření dostatečně husté sítě měřících bodů časově i finančně náročná a u velkých těles technicky nerealizovatelná. Dále navrhované postupy časových měření ukládají za povinnost provádět kontroly vnitřní teploty skladových hromad paliva zpočátku v intervalech do 24 hod., později, pokud teplota nepřesáhne 35 °C, v intervalech 2 dnů a po třech týdnech v intervalu 1 týdne. Z našich dlouhodobých zkušeností však vyplývá, že pokud není sypaná zásoba „zapařená“ již v těžebním bloku, probíhá formování vnitřní teploty s nízkým gradientem právě v prvních 2 až 3 týdnech po vysypání deponie, a naopak později je tento proces progresivní, a je nutné zvýšit četnost pozorování.

Doporučená bodová měření povrchové teploty teploměry nejsou schopna, v reálné síti měřících bodů a v reálném čase, podat celoplošný obraz teplotního stavu skládky. Nemohou tedy s dostatečnou pravděpodobností odhalit všechny zápary nacházející se v oblasti nezvratných teplot. Dostatečně nemohou

specifikovat kritické stavy, jejich teplotní projevy na povrchu a uvnitř uhelné akumulace (deponie apod.), a to zejména ve vztahu k vnitřnímu stavu tělesa. Rovněž nezahrnují dosud nequalifikované vlivy na dynamiku vývoje záparů.

To potvrzuje skutečnost, že i přes kontrolní měření a opatření vyžadovaná touto normou dochází často k předem neočekávaným vznikům záparů a požárů. Současný stav sledování tepelného stavu skladovaného tělesa neumožňuje jeho dostatečnou identifikaci, jak z hlediska prostorového, tak časového, a tedy ani neumožňuje efektivní predikci vzniku ohnisek záparů a požárů a jejich následnou včasnou likvidaci.

6 Dosažení cílů projektu

Celý projekt bude zajišťován převážně vlastními silami řešitelského týmu projektu, který je dostatečně materiálně, technologicky, metodicky i personálně vybaven pro řešení těchto úkolů.

Základní řešitelský tým budou tvořit odborníci ze dvou spolupracujících organizací - Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. v Mostě (VÚHU a.s.) a Vysoké školy báňské v Ostravě (VŠB - TU Ostrava). Personální a technická vybavenost, jakož i mnohaletá zkušenost obou institucí s úspěšným řešením projektů z odborných oblastí dotčených tímto projektem, je dostatečně známa. Do projektu budou zapojeni zkušení specialisté z oborů geotechniky, termodiagnostiky a životního prostředí (VÚHU a.s.), bezpečnosti hornictví (VŠB - TU Ostrava), a dále plně vybavené akreditované laboratoře a zkušebny těchto institucí.

Při řešení dílčích kroků některých etap je předpokládána spolupráce s dalšími odborníky z této oblasti. Řada měření a odběrů vzorků bude probíhat v konkrétních důlních provozech či lokalitách hnědouhelných společností. Tyto terénní práce budou realizovány v těsné spolupráci s odborníky a specialisty uvedených společností. Výzkum tak bude zaměřen jak na obecně

použitelné výstupy, tak na praktické efekty použitelné pro dodavatele i spotřebitele hnědého uhlí a další organizace obdobného charakteru, o nichž lze předpokládat, že budou patřit mezi potenciální odběratele výsledků plánovaného výzkumu.

Poděkování

Tento článek byl vypracován v rámci programu ALFA projektu TA01020351 za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím TA ČR.

Literatura

- [1] HELEBRANT, F., MONI, V., HUDECZEK, M., URBAN, P.: *Technická diagnostika a spolehlivost - V.*, Termografie. VŠB - TU Ostrava 2008, 1. vydání, 72 s., ISBN 978-80-248-1942-6.
- [2] MONI, V., KLOUDA, P.: *Aplikace výsledků bezkontaktního měření teplot v hornické praxi*. Seminář zaměřený na problémy provozu, údržby a oprav strojního zařízení, používaného při povrchovém dobývání, VÚHU a.s., SD, a.s., MU, a.s., VŠB - TU Ostrava, Sloup v Čechách 2007, s. 54 - 64. ISBN 978-80-248-1592-3.
- [3] MONI, V., RUCKÝ, P., KLOUDA, P.: *Srovnávací měření povrchové a vnitřní teploty skládkových těles Pc a Pb uhlí TUM divize Jiří SU, a.s.*, VÚHU a.s., Most, 2002.
- [4] RUCKÝ, P., MONI, V.: *Prognóza vzniku ohnisek. Experimentální ověřování tepelného odporu (vodivosti) hnědouhelné sypaniny Pc a Pb uhlí z TUM lomu Jiří*, VÚHU a.s., Most, 2004.