

# **METODY SANACE HOŘÍCÍCH ODVALŮ UHELNÝCH DOLŮ**

**Ing. Kamil Podzemský, Ph.D.**

**Ing. Roman Tichánek, Ph.D.**

# OSNOVA

- Teoretické a praktické poznatky k problematice hořících odvalů
- Vlastní praktické zkušenosti z provádění sanačních prací na hořících odvalech
- Závěr

- Z praktických poznatků lze snadno odvodit, že sanace hořícího odvalu dosud prováděnými způsoby je kromě technické náročnosti značně nákladná, časově i pracovní velmi náročná, přičemž dosahované výsledky nejsou adekvátní vynaloženým prostředkům.
- Bylo proto nutné pro trvalou sanaci hořícího odvalu vypracovat takový způsob, který zajistí:
  - likvidaci hořícího odvalu,
  - výrazné snížení škodlivých emisí
  - funkční začlenění odvalu do krajiny pomocí technické a biologické rekultivace.

- Při vypracování metody sanace hořícího odvalu jsme analyzovali všechny dosud navržené a v praxi použité metody potlačení požáru odvalu.
- Dále jsme vyšli z teoretických poznatků docílených ve světě při řešení problémů samovzněcování uhlí.
- Následně jsme zohlednili i všechny dostupné domácí i zahraniční poznatky získané při použití různých metod likvidace ohnisek záparů a endogenních ohňů v odvalech.

# SANACE HOŘÍCÍCH ODVALŮ

---

- **Obecný postup sanace**
- **Vychlazení odvalu**
- **Překrytí odvalu izolační vrstvou**
- **Úplná likvidace odvalu**

# Obecný postup sanace

- Na základě vyhodnocení termického průzkumu a plynového monitoringu je upřesněn vlastní postup sanace uhelného odvalu v závislosti na prostorových a technických možnostech, odtěžení a likvidace ložisek zahoření.
- Na počátku zahájení sanace termicky aktivního odvalu je potřebné všechny viditelné vstupy, rýhy, propady a výstupy hoření jak v plochách tak na svazích zasypat a zhutnit.

- Dle výsledků naměřených teplot při provádění termického průzkumu jsou pak plochy odvalu rozdělené do čtyř skupin:

- **teplota do 30°C** - studený odval –  
možno ihned ukládat
- **teplota od 30°C do 80°C** - teplý odval –  
možno odtěžovat, ale před  
uložením nutno dochlazovat
- **teplota od 80°C do 200°C** - horký odval  
– nelze hned odtěžovat, nutno  
předchlazovat na teplotu pod 80°C
- **teplota nad 200°C** - viz. předchozí bod

- Rozdělení odvalu do teplotních oblastí se provádí především z důvodu bezpečnosti pracovníků a kvůli rozdílnému postupu při provádění sanace odvalu.
- Části odvalu o teplotách **nižších než 30°C** mohou být odtěžovány bez chlazení a po třídění přímo ukládány.
- Části o teplotách **30 až 80°C** mohou být odtěžovány bez předchlazování, ale musí být před tříděním a následným uložením dochlazeny na teplotu nižší než 30°C.
- Zbývající část hmoty odvalu, jejíž teplota je **vyšší než 80°C**, musí být před odtěžením ochlazená na teplotu nižší než 80°C, následně odtěžena a podle potřeby dochlazena na teplotu pod 30°C a teprve pak tříděna a uložena. Jako optimální způsob chlazení materiálu, a to jak ve fázi předchlazování, tak i dochlazování, se ukázalo přímé chlazení „in situ“.



# Vychlazení odvalu

- Na základě celé řady ochlazovacích pokusů (vtlačování chladícího média do vrtů, ochlazování systémem vsakovacích rýh, povrchové zkrápění či kombinace těchto metod) byla na námi realizovaných stavbách, jako optimální, zvolena metoda zchlazování materiálu založená na rozrušování povrchu odvalu rozrýváním, plošném skrápění s gravitačním vsakováním chladícího média a následné postupné odtěžování zchlazených hmot v tenkých vrstvách.

## Odtěžení studené části termicky aktivního odvalu

- Studený materiál do 30°C je odtěžován v řezech dle podmínek uvedených ve stabilitním výpočtu, plynule ukládán a hutněn.
- Z těžební techniky při technické sanaci využíváme zejména kolové a pásové nakladače a pro odvoz či přemístění odtěžené zeminy převážně těžké nákladní automobily.
- Z odtěžovaného odvalu jsou odstraňovány nežádoucí materiály, jako jsou kovy a hořlavé materiály (dřevo, plasty, atd.).
- Materiál větší než 400 mm je separován a následně drcen v mobilní drtírně. V případě malých objemů rozpojován sbíjecími kladivy.

## Odtěžení teplé části termicky aktivního odvalu

- Teplý materiál od 30°C do 80°C je odtěžován v řezech popřípadě shrnováním. Pro předchlazení a dochlazení teplých částí odvalu se používá plošného zkrápění vodou z rozvodu požárního vodovodu o max. tlaku 0,4 MPa s gravitačním vsakováním a přehrnování materiálu po vrstvách o mocnosti 0,1 až 0,3 m.
- Zchlazování odvalu je realizováno postupným vsakováním vody a odebíráním zchlazených hmot.

# Odtěžení horké části termicky aktivního odvalu

- Teplota odtěžovaného materiálu může být maximálně 80°C. Povrch odvalu plošně narušujeme dozerem do hloubky cca 0,5 m. Při odtěžování zchlazené vrstvy po vrstvách ponecháváme vždy část ochlazené vrstvy na místě jako základ pro další plošné ochlazování. Materiál, který je odtěžován z odvalu vždy hrneme do míst se studeným popřípadě zchlazeným materiálem.
- Pro dochlazování odtěžené haldoviny od 30°C do 80°C vytváříme tzv. chladící plochu. Na této ploše zchlazujeme materiál na teplotu cca 30°C, které je dosaženo plošným zkrápěním vodou a následným shrnováním zchlazeného materiálu.
- Konstrukce chladící plochy: Na vyrovnané ploše odvalu se rozprostře vrstva jílu a manipulační panelová plocha s přívodem požární vody k dochlazení haldoviny.
- Během odtěžování haldoviny je pro zajištění bezpečnosti práce prováděno měření teploty odtěžovaného materiálu a složení plyných emisí. Dále musí být zajištěno omezení prašnosti při prováděných činnostech. Pro eliminaci rizik je nutné zajištění dostatečného množství požární vody.

## Nová metoda pro sanaci hořícího odvalu

- Z teoretických poznatků a východisek procesu samovzněcování uhlí, z praktických poznatků získaných při opakovaných pokusech o sanaci hořícího odvalu, resp. alespoň o zamezení vzniku škodlivých emisí a konečně z praktických poznatků získaných při likvidaci požárů na odvalech uhelných dolů při respektování požadavku, aby navržený postup zajistil dlouhodobou stabilizaci stavu, kdy nedojde k rozvoji ohnisek samovznícení v odvalu vyplývá, že za **jediný postup**, který má předpoklady splnit vyslovené požadavky, lze považovat **rozebrání a postupné přemístění** dostatečně vychlazeného materiálu odvalu do **připraveného inertizovaného a utěsněného prostoru**.

# Princip metody vypracované společností Energie stavební a báňská a.s. můžeme stručně charakterizovat takto:

- **postupné rozebírání** sanovaného odvalu **spojené s předchlazením rozebraného odvalu** „in situ“ na maximálně 80°C. Toto předchlazení musí zamezit vzniku otevřeného ohně a minimalizovat prašnost při následné manipulaci s odvalem,
- **třídění spojené s drcením rozebraného odvalu** tak, aby byla zajištěna velikost zrn ještě umožňující **spolehlivé chlazení odvalu** na průměrnou **teplotu do 30°C** (výjimečně do 35°C) a jeho následné hutnění,
- **přemístění vychlazeného odvalu** na místo nového ukládání,
- **příprava plochy pro znovuukládání odvalu spojená** se zajištěním **inertizace výchozů slojí**, s vytvořením spodní drenáže celé plochy, pokrytí této plochy vrstvou těsnícího jílu o mocnosti cca 0,5m,
- **ukládání vychlazeného odvalu do kazet** a hutnění jednotlivých vrstev,
- **dokonalé utěsnění kazet** mezivrstvami vhodné geotextilie nebo kvalitního jílu,

- **postupná stavba utěsněných kazet,**
- odvodnění výplně kazet vnitřní drenáží
- při výstavbě kazet průběžně zajišťovat **trvalou možnost kontroly výše teploty uvnitř kazet** jako kritéria přímé kontroly, zda nedochází k opětnému zahoření odvalu,
- povrchové **zatěsnění celého nově uloženého odvalu** v kazetách těsníci jíly ve vrstvě nejméně 0,5 m,
- **povrchové zakrytí** zatěsnění kazet nově uloženého odvalu překryvnou vrstvou o mocnosti 1,0 m, tvořící ochranu proti promrzání a tím zachování těsnících vlastností jílu, - geodetické sledování přeloženého tělesa odvalu – sledování stability kazetového systému,
- **protierozní opatření** v rámci konečné technické rekultivace nově vytvořeného odvalu, - zamezení přítoku povrchových vod do prostoru přeložené deponie z přiléhajících pozemků – potenciálních povodí,
- **biologická rekultivace** nově uloženého odvalu spojená s následnou stavební uzávěrou rekultivovaného prostoru vylučující zejména růst hluboce kořenících rostlin v tomto prostoru,
- v průběhu provádění sanace odvalu musí být technickými opatřeními zajištěno, aby **vody** prosakující hořícím odvalem **neměly možnost přímo infiltrovat do místních vodotečí,**
- pro zajištění požadovaného stupně čištění důlních vod musí být vybudována a **provozována čistírna důlních vod,**

- Vypracovaná metoda sanace hořícího odvalu uplatněná na odvalu dolu Kateřina v Radvanicích byla v roce 1997 veřejně projednána a kladně posouzena Ministerstvem životního prostředí v rámci řízení EIA. Před vydáním konečného rozhodnutí o hornické činnosti Obvodním báňským úřadem v Trutnově byla pak úspěšně ověřena v rámci pokusného provozu v průběhu 1. pololetí 1998. V rámci pokusného provozu byla provedena sanace přibližně 10% objemu hořícího odvalu a tento byl uložen do dvou experimentálních kazet o celkovém objemu cca 220 000 m<sup>3</sup>.
- Po vyhodnocení všech předložených materiálů včetně Technického projektu likvidace – II. části vydal pak OBÚ Trutnov svým rozhodnutím povolení k hornické činnosti – sanaci a rekultivaci hořícího odvalu. Tato činnost byla zahájena 1.července 1998 s cílem provést sanaci odvalu do pěti let a všechny následné rekultivační práce ukončit do roku 2005.



Odval vznikl v průběhu více než 100 let těžby uhlí. Na dole nebyla zřízena úpravna. Uhlí se pro expedici připravovalo přímo v třídárně, kde byl ručně vybírán z uhlí „kámen“. Rozpojená rubanina z příprav včetně uhlí, proplástky z rubání a ostatní cizí předměty se odvážely na odval.

Přesný časový údaj vzniku termických procesů a zahoření v odvalu není znám. K prvním protipožárním opatřením bylo nutno přistoupit již v letech 1967 až 1969.

Situace odvalu byla nepříznivě ovlivněna i tím, že od počátku padesátých let až do roku 1957, zde probíhala těžba radioaktivní suroviny ze sloje Baltazar a na odval se ukládal veškerý vytěžený materiál včetně uhlí. Množství ukládání vytěžených materiálů nebylo dokumentováno a rovněž tak ani množství ukládané škváry z místní kotelny.

Zahoření odvalu a jeho dopady na životní prostředí dosáhly v roce 1979 takové intenzity, že bylo nutno přistoupit k nápravným opatřením. Naléhavost řešení tohoto problému byla zvýrazněna skutečností, že hořící odval se nacházel na hranici Chráněné krajinné oblasti Broumovsko a na okraji obce Radvanice, čítající cca 1000 obyvatel.



*Pohled na hořící odval Dolu Kateřina*



*Stav před sanací hořícího odvalu Dolu Kateřina*



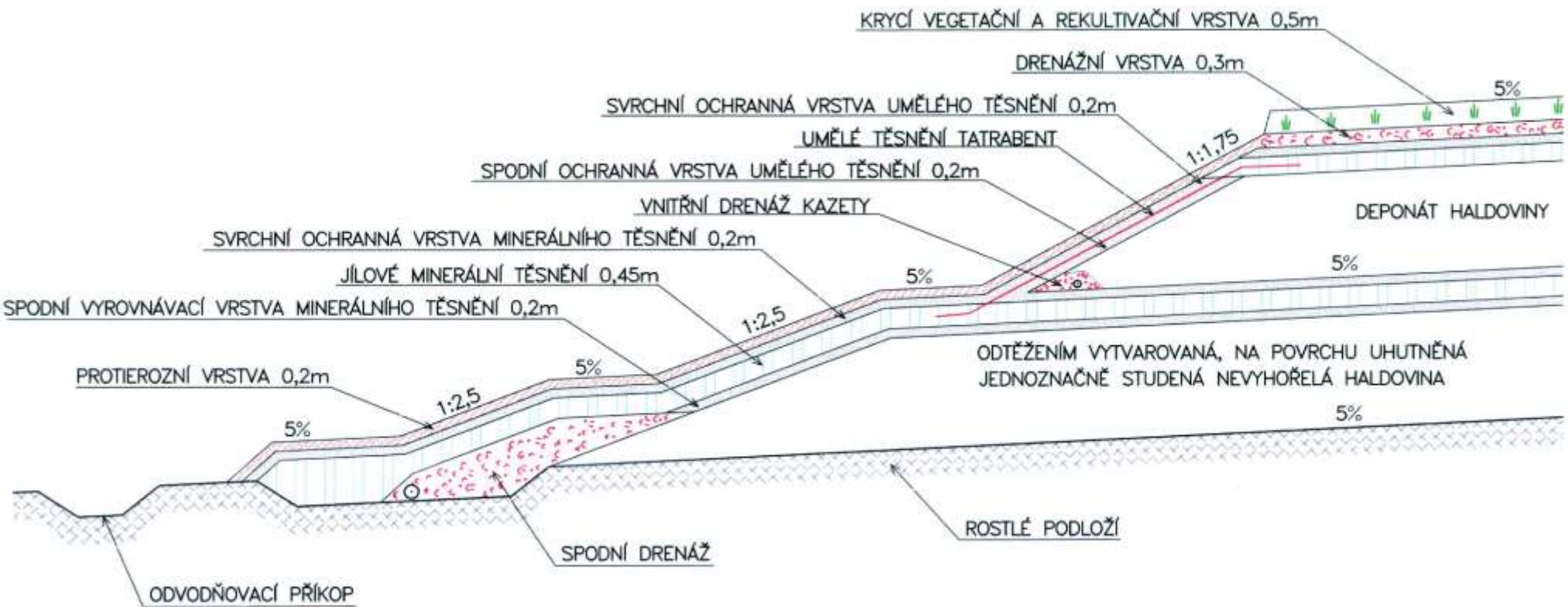
*Celoplošně zahořelý odval Dolu Kateřina*



***Celkový pohled na zahořelý odval Dolu Kateřina***



*Projekt konečného tvaru sanovaného odvalu*





***Plošné zchlazování odvalu pomocí postřikovačů***





***Příklad plnění kazety***



***Příklad uzavírání kazety***



*Stav po utlumení termických procesů 2004*



*Celkové začlenění sanovaného odvalu Dolu Kateřina do krajiny - 2006*



*Celkové začlenění sanovaného odvalu Dolu Kateřina do krajiny - 2006*

# Překrytí odvalu izolační vrstvou (sarkofág)

- Metoda sanace hořícího uhelného odvalu využívající principu překrytí odvalu izolační vrstvou je realizována především na takových odvalech, kde z hlediska nedostatku prostoru není možnost postupného odtěžování, vychlazování tělesa odvalu a jeho opětovného ukládání.
- Hlavním posláním izolační vrstvy je dokonalé utěsnění hořícího odvalu a tím zamezení přístupu vzduchu podporujícího procesy hoření.
- Nejběžnějšími materiály používanými na konstrukci izolačních vrstev jsou:
  - jílová vrstva
  - vrstva tvořená Stabilizátem EKO-KARBO (certifikovaný výrobek z elektrárenského popílků).
- Pokud je k dispozici dostatečné množství **jílu** lze ho použít na těsnící vrstvu s tím, že mocnost překryvné vrstvy inertního materiálu musí zajistit trvalou vlhkost materiálu a zabránit jeho vysušování, které podstatně narušuje těsnící vlastnosti jílu.

## **Doporučený postup při těsnění odvalu pomocí stabilizátu EKO - KARBO**

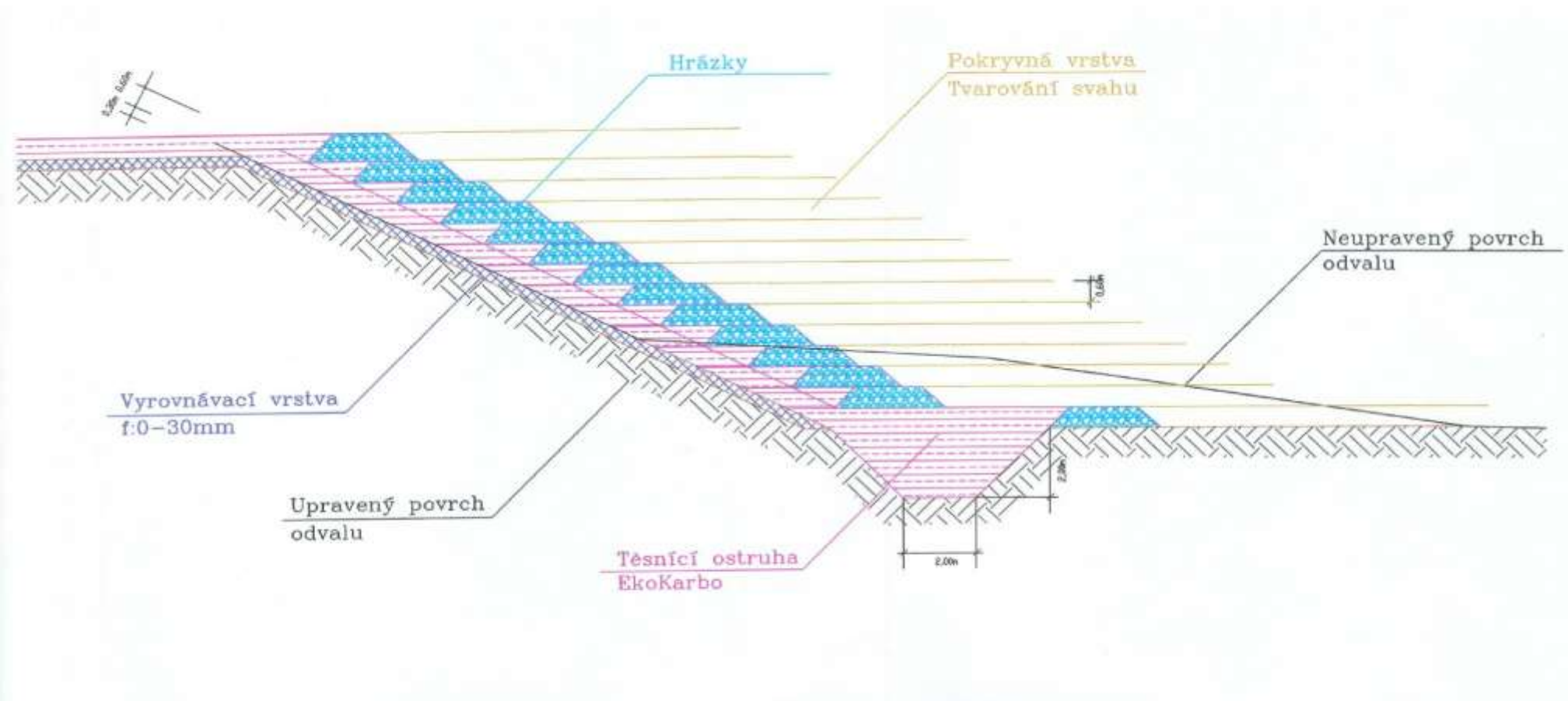
- Na upravený povrch odvalu se provede těsnící vyrovnávací vrstva z jemnozrnné haldoviny o zrnitostní frakci (0 – 30mm) o průměrné mocnosti 0,30 m. Na takto připravenou vrstvu je aplikována těsnící vrstva ze stabilizátu EKO-KARBO.
- V první fázi se provádí zatěsnění temene odvalu stabilizátem. Stabilizát je převážně plaven do hrázkovaných rybníčků se zajištěním minimální mocnosti těsnící vrstvy 0,60 m. Průměrná spotřeba stabilizátu se pohybuje kolem 0,8 m<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> plochy. Je nutno kalkulovat s částečným vsakováním stabilizátu do podloží.

- Ve druhé fázi se těsní svahy odvalu s tím, že se u paty odvalu vybuduje tzv. těsnicí ostruha. Těsnicí ostruha je stabilizátem vyplněný zářez hluboký 2 m a široký 2 m ve dně se sklonem svahů 1 : 1.

### **Těsnicí ostruha má dvě základní funkce:**

- Zaizolování paty odvalu a tím zamezení šíření a prohořívání odvalu do okolí sousedícím s odvalem
- Slouží jako výchozí základní vrstva pro navázání a následné těsnění svahů plavených do systému hrázek





*Schématický řez provádění těsnění odvalu – vytvoření hrázek a těsnící ostruhy*

- Na povrch utuhlého stabilizátu těsnící ostruhy se postupně naváže těsnící vrstva plavená do systému hrázek. Stěna svahu odvalu se zatěsní vrstvou jemnozrnné haldoviny, která má omezit zasakování následně pokládaného stabilizátu do odvalu. Na takto připravenou vrstvu je ukládán stabilizát do připravených hrázek, které jsou vytvořeny z vyhořelé haldoviny o výšce cca 1 m, tak aby byla zachována souvislá mocná vrstva stabilizátu cca 0,6 m kolmá ke svahu odvalu. Průměrná spotřeba stabilizátu při těsnění svahů se pohybuje kolem cca 1,3 m<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> plochy. Vyšší spotřeba stabilizátu je způsobena jeho vsakováním do tělesa odvalu a geometrii jednotlivých žlábků.
- Před účinky mrazu je pak těsnící vrstva chráněna překrytím překryvnou vrstvou z inertní haldoviny o mocnosti cca 1 m.

# SANACE HOŘÍCÍHO ODVALU DOLU SCHOELLER V LIBUŠÍNĚ, Kladno



Odval vznikal postupně v letech 1953 až 2002, tj. do ukončení těžby uhlí na tomto dole, v erozním údolí, kde se nachází i prameniště Libušínského potoka.

V průběhu tvorby odvalu došlo v důsledku samovznícení přítomných zbytků uhelné hmoty (v průměru 17 %) a následně ke vzniku endogenních ohňů (zahoření). Problém zahoření odvalu nebyl řešen ani po ukončení těžby uhlí na dole v roce 2002 a zasáhl v roce 2004 již téměř 90 % objemu hmoty odvalu.

Rozšíření endogenních požárů v tělese odvalu bylo příčinou, že OBÚ Kladno vyhlásil na tomto odvalu havarijní stav a nařídil jeho urychlenou sanaci.

S ohledem na podmínky uložení odvalu, jeho velikost, intenzitu termických procesů, nemožnost jeho vychlazení a nedostatek finančních prostředků, byla zvolena pro sanaci metoda vytvoření povrchového sarkofágu s cílem maximálně zamezit prostupu kyslíku do tělesa odvalu.





***Vyhořelá část haldy***



26.9

29.3.2004



***Nekontrolovatelný sesuv způsobený erozí***





*Odstraňování uložených uhelných kalů*



***Plavení korunové vrstvy sarkofágu***



***Mocnost korunové vrstvy sarkofágu***



***Plavení další části korunové vrstvy sarkofágu***



***Plavení izolační vrstvy na svazích odvalu***



***Plavení izolační vrstvy na svazích odvalu***



***Celkový pohled na sanované území odvalu bývalého dolu Schoeller***

# SANACE ODVALU DOLU TUCHLOVICE





- Hlušinový odval bývalého dolu Tuchlovice vznikl v katastrálním území Tuchlovice v roce 1941, ukládání hlušiny na odvalu bylo ukončeno v roce 1997. Těleso vlastního odvalu se rozkládá na ploše 18,5 ha, má tvar nepravidelného komolého kužele o výšce 74 m a objemu téměř 5 mil. m<sup>3</sup>.
- Nevhodně zvolenou technologií sypání (ukládání hlušiny sypáním z pásového dopravníku) vznikl výrazný komolý kužel, extrémně rušivě zasahující do okolního rázu krajiny.
- V tomto případě, nebyl odval zasažen rozsáhlým zahořením (jen lokální zápary). Proto došlo jen k převrstvení za účelem zajištění stability svahů, překrytí biologicky oživitelnou vrstvou a vytvoření podmínek pro přirozenou sukcesí s obnovenými ekologickými a estetickými funkcemi.





















# Úplná likvidace odvalu a sanace území

- V ideálním případě, který závisí především na prostorových možnostech, zpracování, a maximálním využití materiálu haldy, je provedení úplné likvidace odvalu s následnou zemědělskou nebo lesnickou rekultivací nejlepším řešením sanace území zasaženého hornickou činností.
- Bohužel v praxi ideální případy nenastávají a tak případy úplné likvidace uhelných odvalů obecně jsou velmi vzácné!

# Závěr

- Metodický postup Sanace hořících odvalů uhelných dolů byl zpracován na základě dlouhodobých zkušeností získaných při realizaci sanačních prací hořících uhelných odvalů:
- odval dolu Kateřina v Radvanicích v Čechách
- odval dolu Schoeller v Libušině,
- Odval dolu Tuchlovice

a na základě zpracování rizikových analýz na ostravských odvalech:

- Hedvika,
- Ema,
- Heřmanice,
- Hrabůvka.

Uvedené sanační postupy vycházejí z vlastních zkušeností, tak i ze zkušeností spolupracujících subjektů. Veškeré uvedené postupy jsou v praxi odzkoušeny a jejich použití při dalších sanačních pracích lze jen doporučit.

**DĚKUJI ZA POZORNOST**

**kontakty:**

**Ing. Kamil Podzemský, Ph.D., e-mail: [podzemsky@enas.cz](mailto:podzemsky@enas.cz)**

**Ing. Roman Tichánek, Ph.D., e-mail: [tichanek@enas.cz](mailto:tichanek@enas.cz)**