

Environmentální problematika při ložiskovém průzkumu, těžbě a jejím ukončování

C. Schejbal, V. Dirner: Environmental Problems at Mining Exploration, Exploation and its Finishing. Život Prostr., Vol. 44, No. 1, p. 3 – 9, 2010.

It is obvious that geological exploration itself does not represent any great hazard to the environment. Impacts of applied techniques are minimal and valid regulations require the elimination of caused environmental impacts immediately after finishing operations.

Of greater significance are influences of mining activities that are to be analysed already in the framework of exploration. The final report and also the feasibility study for the mining project must include the assessment of expected impacts on all components of the environment and proposals for their minimization and subsequent elimination in the framework of termination operations.

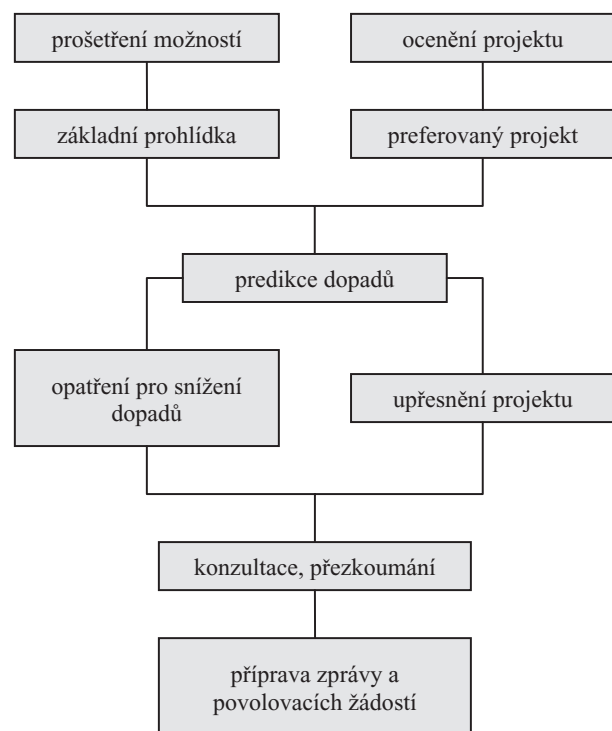
In the course of analysis, it is necessary to respect that, in addition to the physical environment, the economic environment, which is of at least equal significance to the evaluation of exploration and mining projects, also exists.

Recently, mining has played a new role, namely in the deposition of waste into underground mine cavities, which requires the demanding assessment of natural conditions.

Geologické poměry a procesy ve značné míře podmiňují charakter antroposféry, ve které se projevují vlivy vzájemného působení geosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry s lidskými aktivitami. Proto se už po řadu let sledují a formou speciálních map hodnotí tzv. *geofaktory životního prostředí*, mezi které se řadí ložiska nerostných surovin, zdroje podzemních vod včetně vod pro léčebné účely, geotechnická a geochemická charakteristika prostředí, půdní poměry, geodynamické jevy atd., tedy faktory, které mají význam při zajišťování materiálních potřeb lidstva a tvorbě životního prostředí. Geologický průzkum má v tomto směru funkci poznávací, hodnotící a informační.

Ložiskový průzkum, a zejména návazná těžba a úprava objevených ložisek nerostných surovin, mohou mít řadu dopadů na přírodní, sociální a ekonomické prostředí. V oblasti přírodního prostředí ovlivňují především horninové prostředí, ale i ostatní složky životního prostředí (hydrosféru, atmosféru a biosféru).

Pohyb hmot spojených s těžbou je obrovský a výrazně přesahuje podíl přírodních procesů. Proto se sledování a hodnocení environmentálních důsledků těžby a zpracování nerostných surovin věnuje velká pozornost. Avšak dopad činnosti důlního podniku má pouze lokální, či maximálně regionální charakter a z hlediska ovlivněné plochy regionu nebo státu je prakticky nevýznamný. Např. v období 1930 – 1980 se v USA využilo pro povrchové dobývání, odvaly povrchových a hlubinných dolů a skládky odpadů z úpraven nerostů pouze 0,25 % celkové rozlohy státu a všechny doly neželezných kovů zabírají pouze 0,02 %. Přitom téměř polovina (cca 47 %) plochy ovlivněné hornictvím a skládkami odpadů byla ke konci uvedeného období zrekultivována (Ostensson, 1997). V Austrálii činí plocha dotčená hornickými aktivitami zanedbatelných 0,001 %. Nepochybně existují jiné aktivity s mnohem rozsáhlejšími a vážnějšími důsledky, např. energetika, automobilová doprava, zemědělství či těžba dřeva v tropických pralesech. Přesto např. ložisková území povrchové těžby uhlí,



Obr. 1. Schéma procesu hodnocení vlivů průzkumné a hornické činnosti na životní prostředí

železných nebo měděných porfyrových rud zasluhují pozornost.

Hodnocení důsledků průzkumné a hornické činnosti na životní prostředí

Proces posuzování vlivů průzkumné a hornické činnosti (EIA) sehrává pozitivní roli při přípravě záměru. Ve svém důsledku vede k minimalizaci finančních nákladů na realizaci programu a s ním spjatá environmentální opatření. Zavedený systém veřejného projednávání, který je součástí procesu posuzování, eliminuje možné rozpory s veřejností. Zaváděné zjišťovací řízení (*screening process*) situaci ještě zlepšuje, neboť veřejnost bude zapojena do procesu posuzování již v rané fázi procesu.

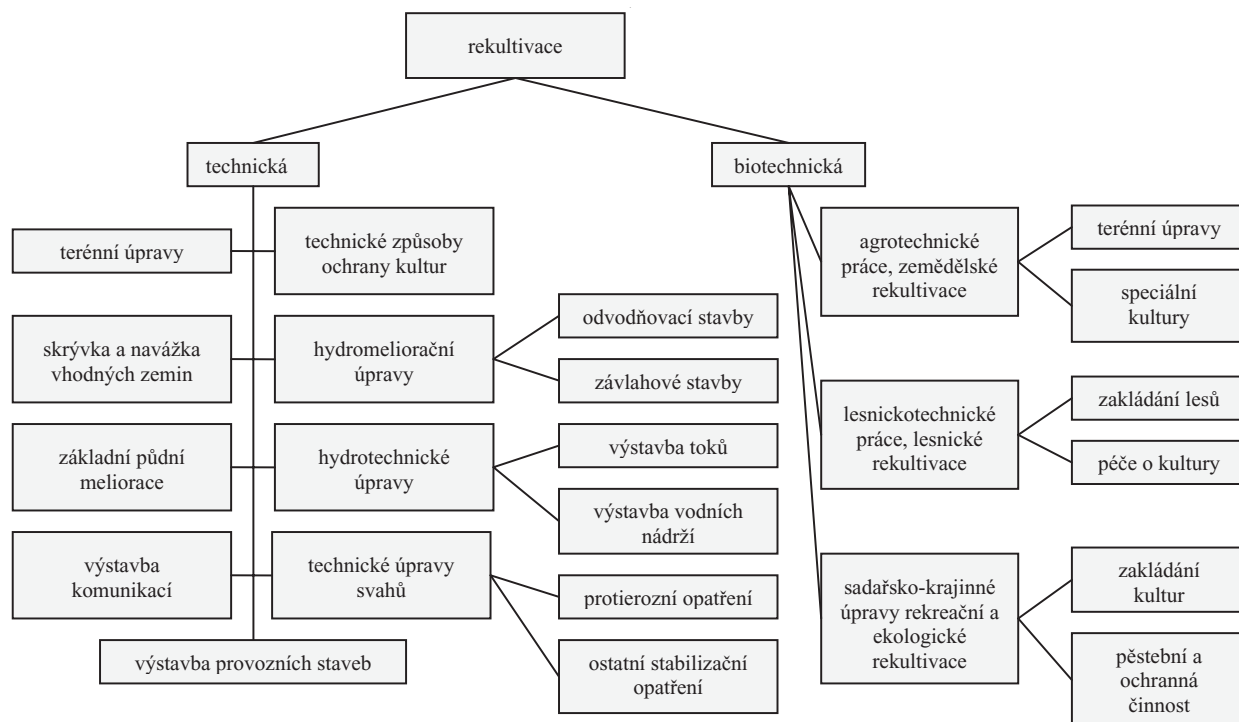
V současné době se provádí posuzování staveb, činností a technologií, rozvojových koncepcí a programů, a také posuzování výrobků. Procedury a vyžadované náležitosti se u jednotlivých skupin poněkud odlišují. Záměry se přezkoumávají z hlediska ekologické únosnosti dotčeného území, důsledků činnosti a možných havárií, kumulativních a synergických jevů, prevence a minimalizace účinků záměru na životní prostředí, způsobů nakládání s produkty po jejich dožití nebo

upotřebením (možnosti recyklace a zneškodnění), použitých metod hodnocení a úplnosti informací. Zároveň se vyžaduje porovnání s nejlepšími dostupnými technologiemi.

S rozvojem environmentální legislativy a požadavky stále přísnějších norem se stávají environmentální výzkumy základním prvkem plánování průzkumných a hornických programů. Ideální je začít tyto práce už v počátečních fázích přípravy projektu, aby se zabránilo začlenění takových činností, které by mohly vést ke komplikacím nebo i k fatálním událostem, či neřešitelným střetům zájmů. Prvou fází prací, která je v některých státech povinná, je prošetření možností (*scoping*), jako předpoklad přijatelnosti vývoje pro schvalující agentury a investory. Následující fáze: výzkum, hodnocení dopadů a návrhy možných řešení vznikají ve vzájemné spolupráci inženýrského a environmentálního týmu (obr. 1).

Programy ložiskového průzkumu nemají významnější důsledky na životní prostředí. Většina geologických, geofyzikálních a geochemických metod je nedestruktivních. Jisté ovlivnění představují technické průzkumné práce spojené s budováním přístupových cest a pracovišť, což může vést ke škodám na lesních kulturách a zemědělsky obdělávaných pozemcích. Vrtní a podzemní hornické práce můžou ovlivnit vodní poměry vypouštěním výplachu a úniky ropných produktů. Tyto okolnosti obvykle upravuje horní právo, které stanovuje povinnost uvedení dotčených pozemků do původního stavu (pokud je to věcně a ekonomicky účelné) a povinnost likvidace povrchových průzkumných děl a zabezpečení důlních děl. Průzkumné programy jsou také vázány na příslušná povolení, která mohou zahrnovat podmínky realizace z hlediska ochrany životního prostředí. V rámci průzkumných programů je třeba sledovat i jinou stránku ochrany prostředí, a to z hlediska výsledného efektu. Není účelné realizovat průzkumné práce, jejichž výsledky nebude možno z hlediska ochrany prostředí využít (např. některá ložiska stavebního kamene či štěrkopísků).

Hodnocení environmentálních důsledků vyžadují všechny činnosti spojené s využíváním ložisek nerostných surovin, neboť se dotýkají pozemků, vodních zdrojů, ekologických systémů, kulturních a chráněných přírodních území a útvarů i celé veřejnosti. V rámci hodnocení je třeba věnovat pozornost těžebním technologiím z hlediska jejich bezpečnosti a stupně ovlivnění prostředí. Hlavním problémem povrchového dobývání je zábor pozemků, ovlivnění staveb všech typů, povrchových vodních toků a nádrží, dopravních spojení, energovodů a produktovodů, nežádoucí změny morfologie terénu porušující původní panoráma atd. U podzemního dobývání jsou vedle záboru pozemků velmi negativní vlivy poddolování, které se mohou



Obr. 2. Technologický algoritmus rekultivací v severočeských hnědouhelných pánvích. Zdroj: Štýs a kol., 1981

projevit poklesem povrchu, porušením povrchových staveb a zařízení, změnami režimu povrchových a podzemních vod včetně ovlivnění jejich chemismu atd. Z uvedených důvodů se už ve fázi přípravy vyžaduje zpracování návrhu monitorovacích systémů a průběžné sanace zamokřených poklesových kotlin.

Vedle toho je v obou případech nutno věnovat pozornost dopravnímu zatížení oblasti, což může být někdy limitující pro hornickou činnost. Nelze opomenout znečištění ovzduší v důsledku prašnosti z dopravních zařízení, úprav, odvalů a odkališť, a také zvýšený hluk a otřesy spojené s trhacími pracemi. Nezbytné je posoudit možnost a pravděpodobnost vzniku kritických situací, jako jsou požáry či důlní otřesy. Nezanedbatelnou složkou posuzování je průběžné odborné sledování lokality z biologického hlediska (hodnocení druhové diverzity území, posuzování odolnosti ekosystémů vůči narůstající zátěži, atd.), operativní odstraňování vlivů hornické činnosti na povrchu za účelem ochrany fauny a flóry a zabezpečení náhradní výsadby na postižených plochách.

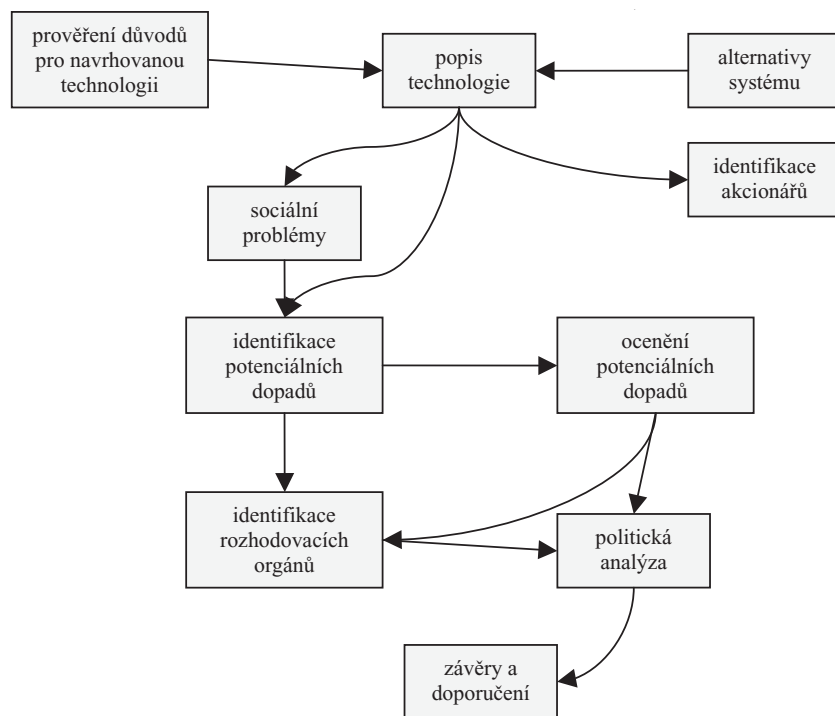
V současné době se pozornost celosvětově zaměřuje na posuzování vlivů na životní prostředí na úrovni rozvojových koncepcí. Tento trend je velmi významný, neboť přijetí určité koncepce má ve většině případů přímé důsledky pro realizaci návazných záměrů. Součástí

posouzení projektů výstavby a provozu hornických podniků je i posouzení projektu jejich likvidace a návazné rekultivace dotčeného území. Z koncepčního hlediska se rekultivační práce člení na několik navazujících fází (Smolík, 1997):

- *přípravná* má především preventivní a optimalizační funkci, spočívá v koordinaci využívání surovinového zdroje a řešení možných střetů zájmů,
- *důlně-technická* – pozornost třeba zaměřit na minimalizaci dopadů těžby a řízenou tvorbu devastovaného území, zejména vhodným umístěním odvalů a úložišť, vhodným tvarování povrchu atd.,
- *biotechnická* – pracemi technické a biologické povahy upravuje a zlepšuje ekologické charakteristiky území podle zvoleného směru rekultivace (zemědělská, lesnická, sadovnicko-parková, vodohospodářská, rekreační),
- *postrekultivační* začíná předáním rekultivovaných pozemků do následného využívání.

Příkladem přístupu k rekultivačním pracím je uvedený technologický algoritmus rekultivací v severočeských hnědouhelných pánvích (obr. 2), který zajišťuje velice kvalitní rehabilitaci pohornické krajiny.

Pro environmentální hodnocení hornických technologií lze využít proceduru EnTA (*Environmental Technology Assessment*), navrženou Centrem



Obr. 3. Schéma environmentálního hodnocení hornických technologií podle UNEP IE

pro průmysl a životní prostředí Environmentálního programu OSN (*United Nations Environmental Programme's Industry and Environment Centre – UNEP IE*; obr. 3). Tento nástroj může být součástí EIA, nebo ho lze použít samostatně při každém rozhodování o modernizaci či zavedení nového zařízení a technologie, v rámci procesu získávání povolení k činnosti, ale také v rámci strategických studií o nových technologiích, např. biotechnologiích, technologiích podzemního vyluhování či kyanizačního zpracování rud zlata.

Environmentální management a audit

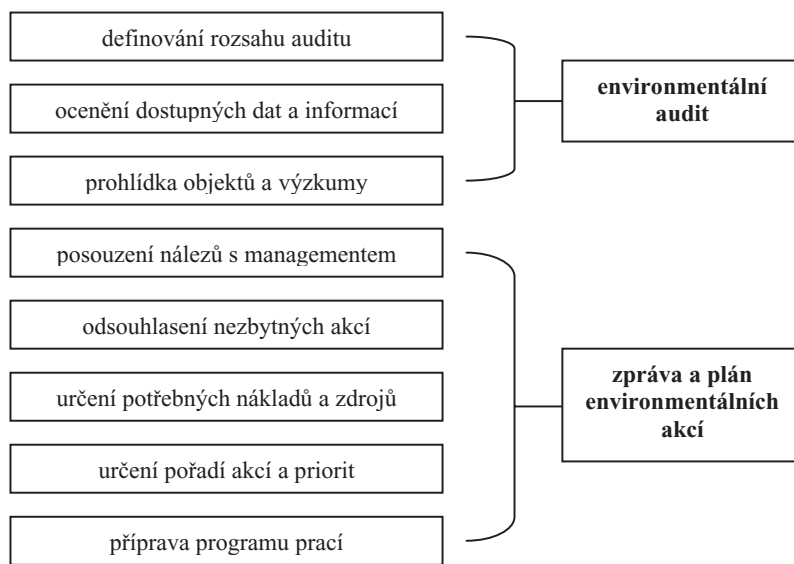
V posledních letech se zavádí systém pro hodnocení a soustavné zlepšování ochrany životního prostředí v rámci průmyslových podniků. Jde o tzv. „ekologický“ audit, který vychází z nařízení EHS č. 1836/1993 o dobrovolné účasti průmyslových podniků na programu společností o ekologickém řízení a posuzování podniku, stručně označované EMAS (*Environmental Management and Audit System*). V principu jde o nástroj managementu pro systematické a objektivně dokumentované hodnocení výkonů všech složek podniku. Aktivní ochra-

na životního prostředí se stává kritériem úspěšnosti podniku a jeho dlouhodobého existenciho zajištění, a to nejen s ohledem na minimalizaci rizik, právní a záruční jistoty, ale především s ohledem na stávající šance na trhu a inovační potenciál (Grosse, 1996). Do sféry působnosti nařízení je zahrnuto i hornictví, i když jde o oblast z hlediska realizace auditu problematickou. Je to dáno velkou variabilitou přírodních a ekologických podmínek, variabilitou technologií dobývání, v případě ložisek některých surovin často se měnícím stanoviskem, nejednotným ekologickým hodnocením technologií atd. Proto se zdá, že hornickému podnikání více vyhovuje systém managementu životního prostředí podle ISO 14 001, neboť tato norma není závislá na stanovišti (Grosse, Dirner, 1997). Zjednodušená schéma environmentálního auditu ve Velké Británii je na obr. 4, v Německu se audit provádí podle tab. 1.

Skládkové hornictví

Pojem *hornictví* se definuje jako prospekce a otvírka ložisek užitkových nerostů, jakož i dobývání, těžba a úprava obsahu ložisek. K těmto klasickým úkolům přistupuje v posledních letech další funkce – zbavování prostředí více či méně škodlivých odpadů. Z hlediska možností spolehlivého a relativně efektivního ukládání určitých druhů odpadových hmot nabývá hlubinné hornictví další významnou funkci, a proto právem dostává označení *skládkové hornictví*. Tato oblast bude nabývat na významu.

Skládkové hornictví může v budoucnosti znamenat podstatný příspěvek k ochraně životního prostředí. V popředí musí být zhodnocení odpadů z hornictví, a také z jiných odvětví průmyslu pro účely hornictví. Se stále narůstající potřebou stavebnin v podzemí lze tímto způsobem spojit přednosti těchto materiálů v oblasti bezpečnosti, mechaniky hornin a techniky vyztužování s dlouhodobě bezpečnou likvidací průmyslových odpadů v podzemních prostorech. Také ukládání odpadů obsahujících toxické a radioaktivní škodliviny je dlouhodobě možné uskutečnit ve vhodných horninových formacích pod



Obr. 4. Schéma environmentálního auditu ve Velké Británii

povrchem. Dlouhodobá bezpečnost je zaručena geologickým a technickým systémem vícenásobných bariér. Ukládání, resp. skladování lze uskutečnit také s možností opětovného využití, anebo bez něho, ve vhodně upravených dutinách, komorách, kavernách a hlubinných vrtech.

Při hlubinném dobývání ložisek se v podzemí vytvářejí volné prostory, které se z určitých důvodů, především bezpečnostních, zaplňují samovolně (závalem okolních hornin) anebo zakládáním jiným materiálem. Použití základky ve větším měřítku je především v současnosti nutné z bezpečnostních a ekologických

důvodů. Jako základkový materiál se používá hornický a nehornický odpad. Zaplňování vydobytých a jiných volných prostorů při hlubinném dobývání užitkových nerostů poskytuje nezávisle na hospodárnosti výhody, jak z hlediska bezpečnostního (dosazení účinnějšího větrání a příznivějších klimatických poměrů), tak ekologického (ochrana povrchových a krajinných objektů). Tyto přednosti se ještě rozšíří, je-li tím umožněna likvidace odpadů, které by jinak mohly způsobit problémy v životním prostředí. To opět přivádí na myšlenku vytvářet a využívat podzemní prostory pouze pro tento účel – k ukládání škodlivých látek. V hornictví

Tab. 1. Schéma ekologického auditu v Německu

Postup	Rozsah činnosti
Stanovení cílů auditu	hodnocení systému ekologického řízení a shody mezi ekologickou politikou, ekologickým programem a právními předpisy
Určení rozsahu auditu	musí obsahovat evidované oblasti, přezkoumávané činnosti, ekologické standardy a registrované období
Plánování a příprava auditu	podnik dá k dispozici vhodné prostředky, všichni zúčastnění jsou informováni o jejich úloze
Zahajovací schůze	auditorský tým seznámí vedení podniku s metodami a postupy auditu, vedení zabezpečí všechny prostředky a podklady k auditu
Evidence potřebných výkazů	ověření podkladů a dokumentů, diskuse se zaměstnanci, prohlídky podniku, prověřování provozních podmínek
Dokumentace zjištění auditu	dokumentování pozorování a zjištění o výkonech a nedostatcích v životním prostředí
Závěrečné schůze	obeznámení vedení podniku s výsledky auditu a vysvětlení
Vyhotovení zprávy o auditu	popsání rozsahu, cílů, postupu, dokumentů, výsledků, protokolů a hodnocení auditu
Vyvození důsledků a závěry	

Zdroj: Grosse, 1996

tím narůstá význam likvidace odpadů. Je-li likvidace odpadů základním, anebo dokonce jediným účelem hornictví, pak se zde objevují nová hlediska, úkoly a problémy.

• **Koncepční přístup k řešení problematiky podzemního ukládání.** Koncepční přístup (Dirner a kol., 1997a) je kromě jiného závislý na tom, které důlní prostory přicházejí v úvahu a jaký druh odpadu se bude ukládat. Rozsah využití zahrnuje v zásadě oblast od separátních částí těžebně činných dolů, přes utlumené důlní závody až k novým skládkovým provozům. V uvedeném pořadí, samozřejmě, stoupají také náklady.

Výstavba prostorů pro ukládání odpadů v podzemí se musí realizovat v prvé řadě z hlediska dlouhodobé bezpečnosti, nikoliv jen s ohledem na množství ukládaného materiálu. Proto má hledisko optimálních geometrických parametrů důlních děl pro proces ukládání značný význam. Řešení závisí na uvažovaném typu deponie, struktuře odpadu, a také na technice ukládání. Typ deponie určuje, zda má být zřízena skládka s možností opětovného využití odpadu anebo bez dalšího využití. Pro ukládání by měly přicházet v úvahu pouze pevné anebo zpevnitelné sypké hmoty a kalovité odpady. Technika ukládání závisí na zpracování odpadů (čerpáním, sypáním anebo stohováním). V současné době jsou např. v Německu ve stadiu provozních zkoušek, resp. zkoušebních provozů tyto typy podzemních deponií: komory solných dolů, horizontální důlní díla a vhodně upravené vrty.

Hodnocení přírodních podmínek pro skládkové hornictví

Přírodní podmínky zahrnují geologickou stavbu a strukturu masivu, hydrogeologické poměry a geochemické hodnocení vybraných horninových poloh či jednotlivých typů hornin s ohledem na primární napětodeformační stav masivu a stav vyvolaný hornickou činností. Důležité jsou také další činitele: petrografické složení, stupeň diagenese a fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin (Dirner a kol., 1997b, 1997c).

• **Geologická stavba masivu.** Z geologického hlediska jde o stavbu masivu jako celku, strukturu a specifické horninové polohy (polohy zvodnělých horizontů a polohy vrstevních izolantů) a tektonické poměry. Z hlediska celkových úložných poměrů je důležitá hloubka ložiska, resp. polohy, v níž bude úložiště odpadů situováno. Geologické prostředí působí jako účinná bariéra proti šíření kontaminantů a izoluje tyto látky od biosféry.

Efektivnost geologického prostředí je dána schopností zabránit proudění podzemní vody v blízkosti

úložiště a na minimum tak snížit možnost migrace. Geologická stavba předurčuje geochemické poměry v okolí úložiště a podmiňuje hydrogeologický režim včetně kvality podzemní vody. Podzemní voda může v závislosti na petrografickém složení hornin obsahovat některé prvky podporující korozi obalových materiálů či podporovat jiné procesy. Pro hodnocení jsou velmi důležité tektonické poměry, neboť výrazně ovlivňují hydrogeologický režim horského masivu a určují také výchozí charakter primárního napětodeformačního stavu masivu.

• **Hydrogeologické poměry.** Studium hydrogeologických poměrů je jedním ze základních předpokladů řešení podzemního skládkování. Např. v Ostravsko-karvinského revíru je v pokryvném a uhlonosném souvrství několik vodonosných horizontů, které mohou být proplyněné (CH_4 , CO_2). V zásadě jde o vodonosný podpovrchový horizont v kvartéru, 2 – 3 vodonosné písčité horizonty v terciéru obsahující mineralizovanou napjatou vodu, vodonosný horizont bazálních klastik na rozhraní terciéru a karbonu, zvaný ostravsko-karvinský detrit, vykazující rozdílnou mocnost a hloubku uložení. Vodonosné zóny obsahují většinou mineralizovanou vodu různého složení a napětí.

Provozovaný důl vykazuje přítoky vody, která se musí soustavně odčerpávat. Vedle uvedených zdrojů je významná i voda technologická. U dolu v provozu se po dlouhou dobu vytváří tzv. ustálený přítok vody. Vlivem stálé změny pracovišť v dobývacím prostoru může se zejména při přechodu do jiných oblastí přítok vody do dolu výrazně měnit. Jiná je situace, kdy provoz končí a začíná likvidace dolu.

V konečné fázi likvidace dolu dochází k postupnému zatápění volných důlních prostor. Jsou to překopy, chodby, prostorová důlní díla (náraží, strojovny, trafostanice, vozovny lokomotiv a jiné) a stařiny vyrubané slojí. Rychlost zatápění a stoupání vody závisí na množství přitékající vody, kubatuře volných důlních prostor a na jejich horizontálním a vertikálním rozložení. Přítok vody do dolu lze dosti spolehlivě stanovit z provozní dokumentace. Obtížnější je odhad kubatury nepřístupných zatápěných prostor. Důlní díla, jejichž celková délka dosahuje i několika set kilometrů, jsou více nebo méně potlačená nebo zavalená, stařiny ve vyrubaných částech jsou vyplněny zavalenou rozrušenou horninou nebo základkou. Objem volných prostor pro naplnění vodou lze stanovit jen nejhrubším odhadem, a tím také předpokládaný průběh zatápění, zejména stoupání vodní hladiny, může kolísat v širokých mezích.

• **Petrografické složení, fyzikální a mechanické vlastnosti hornin.** U průvodních hornin i uhelné hmoty se zjišťuje pevnost v tlaku, měrná a objemová

hmotnost, pórovitost, modul pružnosti, celková měrná pružná energie a rychlost šíření ultrazvukových vln.

• **Geomechanické hodnocení masivu.** Přetváření a porušování horského masivu při hornické činnosti závisí na geologické stavbě masivu, zahrnující jeho strukturu a petrografické složení hornin, na fyzikálně-mechanických vlastnostech hornin, primárně-napětovém poli daném především gravitačním polem a polem primárních tektonických napětí a konečně sekundárním indukovaným napětovým polem, vznikajícím přeskupováním primárních napětí v důsledku hornické činnosti. Jednotlivé faktory s tím vytvářejí sice samostatné celky, ale také vzájemně souvisejí a ovlivňují se. Např. primární napětová pole ovlivňuje jak geologická stavba, tak i fyzikální a mechanické vlastnosti hornin.

Mechanické vlastnosti hornin závisí na jejich petrografické skladbě, stáří (zpevnění), struktuře a dalších geologických faktorech. Nakonec i indukovaná napětová pole jsou funkcí nejen rozložení důlních děl v čase a prostoru, ale i geologické stavby a mechanických vlastností.

Při řešení problémů přetváření a porušování masivu je nezbytné vycházet z podrobného geologického poznání dané oblasti, z fyzikálních a mechanických vlastností hornin a z vyhodnocení primárních a sekundárních napětových polí a jejich změn v zájmové části masivu.

• **Hodnocení geochemických poměrů.** Z tohoto hlediska je nutno si všimnout geochemickou stabilitu fázového rozhraní voda-vzduch-hornina, to znamená parametry ovlivňující rychlost zvětrávání horninového prostředí, typy druhotných přeměn, sorpční vlastnosti a funkce geochemické bariéry. Je zapotřebí vzít také v úvahu interakce mezi zjištěnými horninovými typy, typy vod a předpokládaným odpadovým materiálem. Analyzuje se rozpouštění sypkého a drceného materiálu v uzavřeném systému a sleduje se stejný proces v průtočném systému. Okolní prostředí připravovaného prostoru pro úložiště může být namáháno tepelně. Představa o reakci horninového masivu na tepelné změny se dá získat z tzv. tepelného testu. Velmi důležitou hodnotou pro posouzení stability úložného prostoru je údaj o napětově-deformačním stavu horninového masivu a o jeho změnách v čase.

* * *

Geologický průzkum samotný neznamena větší nebezpečí pro životní prostředí. Aplikované postupy mají jen minimální environmentální důsledky, a také se vyžaduje ihned po ukončení prací zlikvidovat vzniklé zásahy do prostředí. Významnější jsou vlivy těžebních

aktivit, které je nutno analyzovat už v rámci průzkumu. Součástí závěrečné zprávy, resp. studie proveditelnosti (*feasibility study*) těžebního záměru musí být zhodnocení očekávaných důsledků na všechny složky životního prostředí a návrhy na jejich minimalizaci a likvidaci v rámci ukončovacích prací.

Při analýze je nezbytné respektovat, že vedle fyzikálního prostředí existuje i ekonomické prostředí, které má při posuzování průzkumných a těžebních záměrů přinejmenším stejný význam. Novodobou úlohou hornictví je skládkové hornictví, pro které se vyžaduje náročné hodnocení přírodních podmínek.

Literatura

- Dirner, V., Němec, J., Orság, H.: The Karviná Townshipp Reclamation Concept. Sborník z mezinárodní vědecké konference MPES '97. Rotterdam : Balkema, 1997a, s. 911 – 912.
- Dirner, V., Němec, J., Orság, H.: The Darkov and Louky Reclamation Projects Overview. Sborník z mezinárodní vědecké konference MPES '97. Rotterdam : Balkema, 1997b, s. 917 – 921.
- Dirner, V., Raclavský, K., Smolík, D.: Mining Waste and Land Reclamation in Ostrava-Karviná Coal District. Sborník z mezinárodní vědecké konference MPES '97. Rotterdam : Balkema, 1997c, s. 971 – 973.
- Grosse, H.: Spezielle Aspekte des Umweltmanagement. In: Fiedler, H. J., Grosse, H., Lehmann, G., Mittag, M. (eds.): Umweltschutz – Grundlagen, Planung, Technologien und Management. Jena/Stuttgart : Gustav Fischer, 1996, s. 214 – 268.
- Grosse, H., Dirner, V.: Systémy environmentálního managementu. In: Dirner, V. a kol.: Ochrana životního prostředí. Praha : MŽP ČR, Ostrava : VŠB-TU, Montanex, 1997, 333 s. ISBN 80-7078-490-3.
- Ostonsso, O.: Mining and the Environment, the Economic Agenda. Mining and Sustainable Development. Industry and Environment. UNEP IE, Vol. 20, 1997, No. 4, p. 29 – 31.
- Smolík, D.: Rekultivace. In: Dirner, V. a kol.: Ochrana životního prostředí. Praha : MŽP ČR, Ostrava : VŠB-TU, Montanex, 1997, s. 179 – 190. ISBN 80-7078-490-3.
- Štýs, S. a kol.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných survin. Praha : SNTL, 1981, 678 s.

Prof. Ing. Ctirad Schejbal, CSc., Dr. h. c.,
ctirad.schejbal@vsb.cz

Prof. Ing. Vojtěch Dirner, CSc., *vojtech.dirner@vsb.cz*
Institut environmentálního inženýrství Hornicko-geologické fakulty Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě, Třída 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba