

Predpokladaný stav baníctva v polovici XXI. storočia

Pavol Rybár¹

The anticipated state of mining in the first half of 21st century

The development and state of mining and availability of earth resources is also connected with the required state of the environment, human population, respecting the concept of the sustainable development, adopting new technologies and materials, globalization, the transfer of the capital in the form of investments, and with political and economic intentions of decision-taking countries and groups throughout the world.

In the presented study I devote a minimum attention to the problem of energetic resources because such studies are numerous, easily available and well-known. Another reason is that the question of availability of fossil fuels is today especially a matter of politics. Therefore, the study is primarily directed toward the mining industry and availability of non-energetic resources.

Basing on the development in the second half of the 20th century, we can expect that in the 21st the same mineral resources will be explored. Ceramic materials, glass, polymers, composite materials and laminates, which may decrease the demand for metals, will be certainly of a higher importance. The same metals however will be of use in new technologies and products. Commodities for which an increased demand can be expected with a high probability are:

- light, strong materials such as magnesium, titanium, carbon filaments and materials of petrochemical industry. The volume of production of plastics should overcome that of metals at the beginning of the 21st century. The development of plastics is oriented toward regulating their durability or biological tolerance because of the environmental protection.
- Zirconium, tantalum, rare-earth elements, pure quartz in high-tech applications
- elements of platinum group
- iron, aluminium, copper – steel is expected to persist as a dominant metal in the 21st century concerning the produced amount. A high consumption of aluminium and its alloys could also be predicted. Copper will increasingly be consumed in technologies for utilization of alternative sources of energy.
- Concretes – the development of second generation (nonporous and homogeneous) with mechanical properties comparable to these of aluminium alloys is assumed.

In the second half of the 20th century, important changes in the world mining occurred. Most European mining companies producing coal and metals dramatically restricted their activities. The reason were political and social changes in the Europe leading to the increase of expenses for the man work and protection of nature. The new environmental legislation complicated opening of new mines. The next important factor causing the depression of mining activities in Europe has been the introduction of the high-capacity marine transport capable to economically transfer goods from a continent to a continent.

I am of the opinion that due to the lack of economically exploitable mineral raw materials, the Europe must adopt a solution, already realized in the second half of the 18th century, when important personalities of the mining research, education and industry were concentrated to speed up the development of new technologies and their introduction to the practice; qualitative step was achieved in the field of mining which became an industrial production. A similar step could also be attained at the present time when European mining is looked on as a source of many problems causing negative changes in the environment.

Till now, the development of mining and processing technologies and equipments was made with the account of safety of peoples present in the process and of the economy. Presently, the environmental requirements must be met primarily.

According to me, Europe has four possibilities how to withstand the pressure of ecologists and to render the resources necessary for its sustainable development:

1. The mining industry is global and does not depend on the place of its realization. The research and the work and business organization are essential. European research institutions may realize their research at the place of mining or universities.
2. It is necessary to establish an European commission, e.g. from outstanding mining professors and research workers, which would be responsible for the coordination of the mining research and definition of future requirements of Europe for minerals.
3. The European Community will provide finances for the prognosis and research of questions related to the saturation of European requirements for minerals.
4. Considering the unfavourable state of the amount of earth reserves, the development in Europe will be immediately interconnected with that in Russia having a sufficient amount of reserves. If this requirement seems to be politically unacceptable, the development of relations between USA and Kazakhstan on the same base (the presence of crude oil in the area of the Caspian Sea) should be followed as an example.

From technologies which might influence the mining of 21st century, I would like to mention:

- New information technologies allowing to determine structures of new deposits and exploitable reserves in them on the base of modeling economic and mining activity
- Technologies for reaching deeper deposits in the earth's crust
- Exploitation at the sea bottom and in the outer space
- New methods of processing valuable components including mineral biotechnologies and technologies for the production of pure materials from primary and secondary resources.

Úvod

Vývoj a stav baníctva a dostupnosť zemských zdrojov v čase tak vzdialenom, aký je daný témou, súvisí okrem iného aj so skutočnosťami akými sú: želaný stav životného prostredia na konci časového obdobia, vývoj a stav populácie, rešpektovanie koncepcie trvalo udržateľného rozvoja, vývoj a používanie nových technológií

¹ prof. Ing. Pavol Rybár, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG (Recenzované, revidovaná verzia dodaná 6.8.2002)

a materiálov, globalizácia a pohyb kapitálu v rámci investícií, a tiež politické a ekonomické zábery rozhodujúcich krajín a zoskupení na mape sveta.

OECD Fórum o budúcnosti odporučilo pre rešpektovanie koncepcie trvalo udržateľného rozvoja taký smer vývoja, kde by došlo ku *dlhodobej* interakcii medzi technológiou, ekonomikou, stavom spoločnosti a spravovaním štátov (OECD, 1988). Takéto odporúčanie by malo byť pre rozvoj baníctva záväzné.

V predkladanej štúdií venujem minimálnu pozornosť problematike energetických zdrojov z dôvodu, že takéto štúdie sú početné, dostupné a známe. Ďalším dôvodom je to, že otázka dostupnosti fosílnych zdrojov je dnes už predovšetkým politickým problémom. Stála vojenská prítomnosť na Strednom východe a dnes už aj v okolí Kaspického mora je dôsledkom stavu a rozloženia zásob ropy a zemného plynu na tejto planéte. Akademická otázka, či stav zásob pokryje štyridsať alebo päťdesiat rokov rastúcich potrieb predovšetkým tzv. vyspelých ekonomík, je nepodstatná.

Z týchto dôvodov je predložená štúdia sústredená na baníctvo a dostupnosť neenergetických zdrojov.

Vzhľadom na rozsah štúdie sa taktiež nebudem venovať ani takým náležitostiam ako sú definícia pojmov a využitie exaktných metód prognózovania. Interdisciplinárne štúdie v čase presahujúcom prítomnosť si vyžadujú mimo iného podporu v matematike, informatike, manažmente, politike a ekonomike. Futurologické štúdie si vyžadujú skúsenosti spracovávať interdisciplinárne fakty. Medzi nástroje, ktorými sa vyhotovujú futurologické štúdie patria predovšetkým trendové, časové, matematicko štatistické a geoštatistické analýzy, operačný výskum, systémová analýza, modelovanie a simulácia procesov. V skutočnosti sú všetky popisované nástroje určené a vhodné pre popis práve prebiehajúcich alebo už ukončených procesov. Výskum pre odhad budúcich javov a skutočností by mal byť postavený na experimentoch, predpovediach expertov a na analógií s historickými skúsenosťami.

Problém neobnoviteľnosti zdrojov

Pre odhady vývoja baníctva je potrebné vziať do úvahy konečné množstvo zásob zemských zdrojov, ktoré sú k dispozícii pre účely ich využitia. Na začiatku deväťdesiatych rokov Rímsky klub presadil tézu „limitu rastu“ práve z titulu konečného množstva zdrojov. Obával sa, že vysoká spotreba zdrojov bude viesť k ich vyčerpaniu, čo si vynúti postupné obmedzovanie ich používania a tým spomalenie, resp. zastavenie rozvoja spoločnosti. Takáto filozofia bola prezentovaná ekonómami aj v tridsiatych a sedemdesiatych rokoch XX. storočia. Maltusova katastrofická vízia z konca XVIII. storočia tak isto vychádzala z koncepcie neobnoviteľnosti zdrojov zabezpečujúcich ľudské potreby.

Tradičnou mierou množstva zásob neobnoviteľných zemských zdrojov je *index životnosti zásob*, čo je pomer celového množstva zásob k množstvu zásob spotrebovaných za jeden rok. Tento index vyjadruje počet rokov ďalšieho možného využívania zásob zdroja, ak by sa udržali súčasné ekonomické a technologické podmienky. Hoci sa každoročne objavujú nové zásoby a vyvíjajú nové technológie, tento jednoduchý výpočet životnosti zdroja sa pravidelne využíva a jeho zmena včas poukazuje na rastúci alebo klesajúci vývoj množstva zásob zemských zdrojov vo svete. V tabuľke č. 1 sú uvedené indexy životnosti zásob niektorých kovov.

Tu je však vhodné pripomenúť, že množstvo novoobjavených zásob neobnoviteľných zdrojov doposiaľ pravidelne prevyšuje množstvo spotrebovaných zemských zdrojov.

Významným faktorom redukcie spotreby neobnoviteľných zemských zdrojov je možnosť ich náhrady. Aj inžinierska schopnosť človeka pracovať s materiálmi na molekulovej úrovni dáva predpoklady znižovať spotrebu neobnoviteľných zdrojov.

Recyklácia je ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim spotrebu primárnych zdrojov surovín. Väčšina neobnoviteľných zdrojov je recyklovateľných (výnimkou sú fosílna palivá) a je to len otázka množstva potrebnej energie a nákladov spojených s recykláciou týchto zdrojov aby k recyklácii vo významnom množstve aj skutočne došlo. Dá sa konštatovať, že recyklácia, ako čiastočná eliminácia čerpania neobnoviteľných zdrojov, sa zatiaľ realizuje dostatočným tempom.

Uvedené skutočnosti naznačujú, že stále menej a menej ekonomickej hodnoty finálnych produktov sa bude viazať na primárne zemské zdroje.

Tab.1 Index životnosti zásob niektorých kovov (Hammond, 1994) Tab.1 Index of existence of reserves of some metals.

	Index životnosti zásob pri zohľadnení množstva	
	Overených zásob	Predpokladaných zásob
Olovo	18	38
Zinok	20	46
Meď	33	64
Cín	45	56
Nikel	222	270
Ortuť	43	80
Železo	161	247

Odhady uvádzajú, že od roku 1982 sa vyťažilo 150 miliónov ton z 500 miliónov ton svetových zásob medi. Na druhej strane stále sa objavujú nové ložiská medi. Už štyridsať rokov sa v celosvetových štatistikách predpovedá, že zásoby medi vystačia najviac na tridsať rokov svetovej spotreby (a to sa neberie do úvahy

dynamický nárast spotreby medi!). Prítom kvalita medi vyťažiteľných zásob v nových ložiskách je spravidla nižšia ako v prípade ložísk ťažených v minulosti. Samozrejme tento trend nie je pravidlom pre každé novoobjavené ložisko medených rúd [1].

Požiadavky na zemské zdroje v XXI. storočí

V štruktúre požiadaviek na zemské zdroje nastali po druhej svetovej vojne určité posuny. Do popredia sa dostali odvetvia priemyslu ako je automobilový priemysel, letectvo, kozmonautika, jadrová energetika, elektrotechnika, elektronika a chémia. Zvýšil sa dopyt po ľahkých kovoch (hliník, germánium, selén) a po prvkoch vzácnych zemín (výroba polovodičov). Znížil sa dopyt po ťažkých kovoch (železo, oceľ), ale aj napriek uvedenému, výroba železa predstavovala 80% celkovej spotreby kovov.

Vychádzajúc z vývoja v druhej polovici XX. storočia je možné očakávať, že v XXI. storočí budú potrebné všetky minerálne suroviny dobývané v dvadsiatom storočí. Na význame získajú keramické materiály, sklá, polyméry, kompozitné materiály a lamináty, ktoré všetky môžu znížiť dopyt po kovoch uplatňovaných v súčasných produktoch. Tie isté kovy však zrejme nájdú uplatnenie v nových technológiách a výrobných komoditách, u ktorých s veľkou pravdepodobnosťou dôjde k nárastu dopytu patria:

- ľahké, pevné materiály: horčík, titán, uhlíkové vlákna a materiály na báze petrochemického priemyslu. Objem výroby plastov na začiatku dvadsiateho prvého storočia má prekročiť objem výroby kovov. Vývoj v oblasti plastov speje k ich regulovanej životnosti, prípadne biologickej tolerancii z dôvodov ochrany životného prostredia,
- zirkón, tantal, prvky vzácnych zemín, čistý kremeň v high-tech aplikáciách,
- prvky skupiny platiny,
- železo, hliník, meď – očakáva sa, že oceľ je produkt, ktorému bude patriť prvenstvo medzi kovmi, čo sa týka vyrobeného množstva aj v XXI. storočí. Taktiež možno očakávať vysokú spotrebu hliníka a hliníkových zliatin. Zvýšenú spotrebu medi možno očakávať v spojitosti s technológiami zabezpečujúcimi nárast využívania alternatívnych zdrojov energií,
- betóny – predpokladá sa vývoj druhej generácie (neporézny, homogénny) s mechanickými vlastnosťami porovnateľnými s hliníkovými zliatinami.

V tabuľke 2 sú uvedené podstatné minerály a kovy s miestom ich najväčšieho výskytu a spôsobom ich využitia, ako aj s možnosťami ich náhrady.

Súčasný stav a možný vývoj baníctva v XXI. storočí

V druhej polovici dvadsiateho storočia došlo k významným zmenám vo svetovom baníctve. Väčšina európskych banských spoločností produkujúcich uhlie a kovy výrazne obmedzila svoje aktivity. Dôvodom boli politické a sociálne zmeny v Európe. To viedlo k nárastu nákladov vynaložených na ľudskú prácu a ochranu prírody. Nová environmentálna legislatíva sťažila otváranie nových baní. Ďalším výrazným činiteľom, ktorý spôsobil utlmenie baníckej činnosti v Európe, bolo uvedenie veľkokapacitnej námornej dopravy, schopnej ekonomicky prevážať tovary z kontinentu na kontinent cez more. To podnietilo presun banského podnikania z rozvinutých európskych do rozvojových krajín. Táto zmena dáva predpoklady rozvojovým krajinám stať sa v budúcnosti rozvinutými krajinami (Wagner, H., Fettweiss, B.L., 2001).

Tab.2 Svetové minerálne komodity, krajiny s najväčšími zásobami, použitie a možná náhrada (podľa Mineral Commodity Summaries USGS; Australia's Identified Mineral Resources AGSO) Tab.2 World mineral commodities, countries with the biggest reserves, the utilisation and possible substitution.

Surovina	Najväčšie zásoby	Využitie a možná náhrada
Bauxit	Austrália, Guinea, Brazília, Jamaica	Základná surovina pre výrobu hliníka. Možné náhradné zdroje: íly, alunit a olejové bridlice. V niektorých prípadoch je možné hliník nahradiť horčíkom.
Cín	Čína, Brazília, Malajzia, Thajsko,	Používa sa na výrobu obalového materiálu pri konzervovaní potravín, v elektrotechnike a na výrobu zliatin. Náhrady si vyžadujú použitie skla, hliníka a plastov.
Diamant	Austrália, Botswana, Rusko, JAR, Zaire	Ako drahokam sa využíva v šperkárstve. Prírodné priemyselné diamanty sa používajú v abrazívnych, vrtacích a rezných nástrojoch. Náhradou sú umelé diamanty alebo pre menej tvrdé materiály bórium nitrát.
Fosfáty	Maroko, Z. Sahara, JAR, USA	Používané sú v hnojivách ako základný nutrient v poľnohospodárstve bez adekvátnej náhrady. Taktiež pri výrobe detergentov a úprave vody. Kyselina fosforečná sa používa pri úprave železnej trosky.
Chróom	Juhoafrická republika, Kazachstan, Zimbabve	Hlavné využitie: nehrdzavejúca oceľ. V súčasnosti neexistuje ekonomická ani technologická náhrada chróomu pri výrobe nehrdzavejúcej ocele, ferrochróomu, chrómových chemikálií, alebo chrómových refraktorov.
Kobalt	Zaire, Kuba, Zambia, Austrália	Použitie: v špeciálnych zliatinách, magnetoch, keramike, katalyzátoroch a farbách. Pri niektorých aplikáciách je možné kobalt nahradiť niklom. V magnetoch ho môže nahradiť bárium / stroncium ferrit.

Kovy skupiny platiny	JAR, Rusko, Kanada, USA	Použitie kovov skupiny platiny (paládium, platina, osmium, irídium, ruténium, ródium): predovšetkým v oblasti aplikácií katalýzy, v oblasti vysokých teplôt tavenia, potreby odolnosti voči korózii, ďalej v elektrike, elektronike, zubnej a humánnej medicíne, šperkárstve. Náhrady obsahujú zlato a striebro.
Lítium	Chile, USA, Kanada, Austrália	Použitie: v špeciálnych sklách, jedálenských riadoch, porcelánovej glazúre, elektrickej keramike, pri tavení hliníka, v mazadlách, v batériách a v medicíne. Náhradami lítia sú zmesi obsahujúce boráty a živice (<i>feldspar</i>).
Magnezit	Čína, Rusko, Severná Kórea, Austrália	Použitie: na výrobu kalcinovaného a sintrového horčíka, vysoko kvalitného ohňovzdorného materiálu, na neutralizácia kyslých vôd, na úpravu vody, ako hnojivo, horčíkové ľahké kovové zliatiny.
Mangánové rudy	JAR, Ukrajina, Austrália	Použitie: v nehrdzavejúcich a špeciálnych oceliach a kremičitých a feromangánových zliatinách, v chemikáliách, v batériách, v keramike. V hlavných oblastiach využitia nemá mangán adekvátnu náhradu.
Meď	Čile, USA, Austrália	Použitie: v elektrických zariadeniach, v chladičoch áut, v tepelných výmenníkoch, solárnych zariadeniach, chladničkách. Meď môže byť v mnohých prípadoch nahradená hliníkom. V niektorých prípadoch môže byť náhradou titán a oceľ, optické vlákna a plasty.
Minerálne piesky, ilmenit, rutil, zirkón	Austrália, Nórsko, Čína, Kanada, Brazília, JAR, USA	Ilmenit a rutil sa používajú na výrobu čistých titánových pigmentov pre papierenský priemysel a na výrobu farieb a keramiky. Kovový titán sa používa v raketovom priemysle, pri výrobe prúdových motorov, v letectve, protetike a v medicíne. Náhradou sú anatasové ložiská (Brazília), na titán bohaté magnetity, titanoželezitá troska. Zirkón sa používa na výrobu keramiky, zlievarenských foriem, ohňovzdorného materiálu, abrazíva. Náhrady obsahujú baddeleyt (ZrO ₂). Chromit a olivín môžu nahrádzať zirkón v niektorých zlievarenských aplikáciách.
Nikel	Kuba, Rusko, Kanada, Nová Kaledónia, Austrália	Použitie: pri výrobe nehrdzavejúcej ocele a špeciálnych zliatin, batérií, mincí a katalyzátorov. Náhrady obsahujú kobalt, meď, titán, platinu, hliník, oceľ a plasty.
Olovo	Austrália, USA, Čína	Použitie: predovšetkým v olovených batériách, ochranných omietkach proti rádioaktívnemu žiareniu, ako závažie a ako prísada do špeciálnych skiel. Náhradou môžu byť v niektorých prípadoch plasty, hliník, cín a oceľ.
Oxidy vzácnych zemí	Čína, bývalý ZSSR, UA, India, Austrália	Použitie: v magnetoch, špeciálnych oceľových zliatinách, ako katalyzátory, farby na sklo, TV obrazovky, batérie, elektronické prístroje. Náhradné prírodné materiály obsahujú bastnaezit, xenotim, fosfority, apatit, a roztoky uránu.
Striebro	Austrália, Kanada, Mexiko, USA, Peru	Použitie: v šperkárstve, pri výrobe fotografických papierov a filmov, na postriebrenie ozdobných a úžitkových predmetov, pri výrobe zrkadiel, mincí, v zubnej technike.
Tantal	Thajsko, Austrália, Nigéria, Zaire	Použitie: v tzv. super zliatinách, elektrických odporoch, v zariadeniach odolávajúcich korózii a vysokým teplotám. Náhrady: hliník v elektrických odporoch, titán, zirkón a platina pre prístroje odolávajúce korózii a wolfrám pri aplikáciách vysokých teplôt.
Uhlie	USA, bývalý ZSSR, Čína	Použitie: pri výrobe elektrickej a tepelnej energie. Decht a niektoré plasty sú vedľajším produktom pri výrobe koksu potrebného pri výrobe železa.
Úrán	Austrália, Kazachstan, Kanada, JAR	Použitie: výroba elektrickej energie. Možnou náhradou je tórium.
Volfrám	Čína, Kanada, Rusko, USA	Použitie: na výrobu svietivých volfrámových vlákien. Je ťažko nahraditeľný. Karbidy volfrámu sú hlavnými komponentami rezných nástrojov. Náhradný materiál pre rezanie obsahuje keramiku a keramicko-kovové zmesi.
Zinok	Austrália, Kanada, USA	Použitie: galvanizované povlaky železa a ocele. Používa sa do zliatin, na výrobu pigmentov a v gumárenskom priemysle. Náhrady sú plasty, hliník a horčík.
Zlato	Rusko, Austrália, USA, Brazília	Použitie: hlavne v šperkárstve a v elektrických a elektronických aplikáciách. Náhradou môže byť paládium, platina, alebo striebro. Zásoby zlata udržiavajú stabilitu meny a chránia ich proti vplyvu inflácie.
Železná ruda	Rusko, Austrália, USA, Brazília	Jediný primárny zdroj železa: Je najlacnejším a najviac používaným kovom. Železo a oceľ konkurujú drahším kovovým materiálom ako sú hliník a hliníkové zliatiny, resp. lacnejším nekovovým materiálom, /betón/.

Voľná dostupnosť zdrojov na svetovom trhu mala negatívny vplyv na ceny komodít. „*All commodity index*“ publikovaný Medzinárodným menovým fondom, ktorý reprezentuje skutočné ceny surovín, okrem ceny ropy, ukazuje na trvalý pokles indexu od roku 1900 až po rok 1992. Pokles príjmov z predaja minerálov viedol k devalvácii niektorých domácich mien, na podporu exportu, napríklad devalváciou Randu – menovej jednotky v JAR, sa podporil bankský priemysel a zvlášť juhoafrické zlaté bane. Podobne devalvácia austrálskeho dolára v deväťdesiatych rokoch minulého storočia posilnila export minerálnych surovín z Austrálie. Ako následok tohto vývoja a vyčerpania bohatých ložísk, ktoré boli desaťročia až storočia ťažené v Európe, nastal v Európe útlm baníctva. (Wagner, H., Fettweiss, B.L., 2001).

Európa svojim postojom k baníctvu v deväťdesiatych rokoch minulého storočia spustila nebezpečnú politiku závislosti rozvinutej ekonomiky na cudzích zdrojoch. Akokoľvek sa v konzumnej Európe na baníctvo nazerá ako na niečo čo nepatrí do moderného sveta, minerálne suroviny sú základom modernej dopravy,

komunikačnej infraštruktúry a základných látok prakticky všetkých odvetví priemyslu. Minerálne suroviny sú dôležité aj pre zvyšovanie výnosov v poľnohospodárstve a v súčasnosti sú základným zdrojom energie.

Vysoká spotreba minerálov rozvinutého západného sveta (OECD) v porovnaní s celkovou svetovou spotrebou je evidentná. Napr. spotreba hliníka, olova a meď presahuje 60% celkovej svetovej spotreby a spotreba zinku, primárnej energie a ocele tvorí 50 až 60% celkovej svetovej spotreby. Obyvateľstvo v krajinách OECD v roku 1997 tvorilo pritom necelých 20% celkovej svetovej populácie a 55% svetového hrubého domáceho produktu. Produkcia zdrojov na báze banskej činnosti je pre Európu varujúca (tab. 3)

Tab.3 Vybrané komodity produkované v Európe v porovnaní so svetovou ťažbou (r. 1998) (Wagner, H. a Fettweiss, B.L., 2001)
Tab.3 Selected commodities produced in Europe compared with the world production.

	Výroba	Podiel v rámci svetovej ťažby (%)
Energetické minerály		
Čierne uhlie	103 mil. t	2,8
Lignit	237 mil. t	28,6
Ropa	158 mil. t	č.č.
Zemný plyn	231 miliárd m ³	9,8
Urán	827 t U	2,3
Poľnohospodárske minerály		
Potaš	5,34 mil. t K ₂ O	20,7
Rudy		
Bauxit (hliník)	1,96 mil. t	1,5
Meď	224 tis. t	1,8
Olovo	204 tis. t	6,6
Zinok	514 tis. t	6,9
Chróm	498 tis. t	3,6
Nikel	16,2 tis. t	1,5
Železná ruda	21 mil. t	2,0
Nerudné suroviny		
Soľ	43 mil. t	22
Fluor	445 tis. t	9,5
Baryt	248 tis. t	4,0
Kaolín	5,2 mil. t	13,0
Bentonit	2,1 mil. t	21,7
Magnezit	1,8 mil. t	18,0

Baníctvo a budúcnosť Európy

Som toho názoru, že vzhľadom na nedostatok ekonomicky ťažiteľných minerálnych surovín v Európe, musí Európa pristúpiť k riešeniu, ktoré už raz realizovala v druhej polovici osemnásteho storočia, keď sústredila významné osobnosti v banskom výskume, školstve a praxi, aby urýchlila vývoj nových technológií a ich zavedenie do praxe, a tým dosiahla kvalitatívny skok v oblasti baníctva, ktoré sa stalo priemyselnou výrobou. Podobný skok by bolo potrebné dosiahnuť aj v súčasnosti, keď zvýraznením environmentálnych požiadaviek sa na baníctvo v Európe nazerá ako na zdroj mnohých problémov spôsobujúcich negatívne zmeny v oblasti životného prostredia.

Doposiaľ vývoj bankských a spracovateľských technológií a zariadení sa uskutočňoval predovšetkým s ohľadom na bezpečnosť človeka prítomného v procese a na ekonomiku podnikania. V súčasnosti musia byť v prvom rade uspokojené environmentálne požiadavky.

Baníctvo je priemysel prepravujúci a spracovávajúci enormné objemy materiálu, zanechávajúci po sebe stopy v životnom prostredí vo forme narušenej krajiny povrchovými lomami, haldami hlušiny a nízko kvalitných rúd. Rozvoj baníctva si vyžaduje prevziať skúsenosti z chemického priemyslu, ktoré bolo schopné eliminovať z továrni mnohé z odpadových tokov. Technológovia bankského priemyslu musia lepšie redukovat' odpad, lepšie využívať zdroje a zlepšiť spôsoby rekultivácie bankských prevádzok, ako aj nevyužitých produktov kumulovaných na haldách.

Základným predpokladom zlepšenia stavu je vedomostný potenciál. Informačné technológie poskytujú infraštruktúru pre zlepšenie transferu vedomostí. Virtuálne tímy pracujúce s počítačovými modelmi poskytujú informácie pre efektívne operatívne riadenie, ale aj pre overovanie strategických zámerov bankského podniku. To sú základné predpoklady lepšieho riadenia existujúcich bankských podnikov.

Európa má podľa mňa štyri možnosti ako zohľadniť tlak ekológov a zabezpečiť dostatok zdrojov pre svoj trvalo udržateľný rozvoj:

1. Bankský priemysel je globálny a nezáleží na mieste jeho realizácie. Podstatný je výskum a organizácia práce a obchodu. Európske výskumné organizácie môžu realizovať výskum na mieste ťažby alebo na európskych univerzitách.

2. Je potrebné ustanoviť európsku komisiu na báze napr. významných bankých profesorov a výskumných pracovníkov, ktorá prevezme koordináciu bankého výskumu a bude definovať budúce požiadavky Európy v oblasti minerálnych surovín.
3. Európska únia vyčlení finančné prostriedky na prognózu a výskum otázok spojených so saturáciou európskych požiadaviek na minerálne suroviny.
4. Vzhľadom na nepriaznivý stav množstva zásob zemských zdrojov patriacich Európe, urýchlene previaže svoj vývoj s Ruskom, ktoré disponuje dostatočným množstvom zásob. Ak sa táto požiadavka zdá politicky neúnosná, je treba sledovať vývoj vzťahov USA – Kazachstan, ktorý je založený na tej istej báze – na prítomnosti ropy v oblasti Kaspického mora.

Je veľmi pravdepodobné, že ak sa v najbližšom období nepristúpi k niektorému z navrhovaných riešení, dostane sa Európa vlastným pričinením do nemilej situácie, keď bude závislá na neistých politických pomeroch rozvojových krajín. Ďalším dôvodom „vstúpiť späť do bankého sveta“ je drancovanie ložísk úžitkových nerastov v rozvojových krajinách, kde z titulu rýchleho zisku sa dobývajú najbohatšie časti ložísk, čím sa znižuje ich životnosť a dostupnosť zdrojov pre ďalšie generácie. Európa nesmie podľahnúť sebauspokojeniu, že utlmením baníctva na konci dvadsiateho storočia vyriešila problém životného prostredia a že o baníctvo je problém pre tie krajiny, kde sa ešte realizuje. Pri štúdiu prác Svetovej banky, organizácií typu OECD, alebo bankých odborníkov je zrejmé, že dopyt po minerálnych surovinách bude narastať. A tak sa Európa skutočne bude musieť baníctvom zaoberať.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hodnoty zásob vybraných kovových minerálov v miliónoch amerických dolárov, ako aj *index hodnoty zásob* pätnástich hlavných kovových minerálov a kovov vyjadrený v percentách.

Tab.4 Zásoby hlavných kovov v roku 1989 vyjadrené v miliónoch USD a indexom hodnoty zásob v percentách, upravené autorom, pôvodný zdroj: Hammond, A.,L., 1994 a Rybár, P. – Sasvári, T., 1998

Tab.4 The reserves of the essential metals in the year 1989 (mil. USD) and by the index of value of reserves (%), modified by the author.

	Svet	Afrika	Ázia	Sev. a str. Amerika	Južná Amerika	Európa	Krajiny býv. ZSSR	Oceánia	USA
	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD	mil. USD
Cu	731 880	05 760	68 400	184 680	214 320	52 440	84 360	31 920	125 400
Pb	43 389	2 482	5 903	13 170	1 696	5 669	5 544	8 624	6 776
Sn	43 002	1 052	26 550	580	10 032	1 161	2 176	1 451	145
Zn	119 161	7 444	19 044	39 916	8 218	21 528	8 280	15 732	16 300
Fe-ruda	2024 987	76 951	211 348	389 330	244 797	101 133	733 200	268 228	198 840
Mn	114 375	70 244	3 981	653	2 108	0	33 317	4 217	0
Ni	272 920	29 711	16 284	128 274	3 060	5 325	66 226	24 041	336
Cr	87 340	70 067	5 652	151	497	2 419	8 554	0	0
Co	25 143	13 538	152	8 224	76	174	1061	1 918	0
Mo	41 454	0	4 069	24 481	9 493	20	3 391	0	20 481
W	16 804	120	9 989	2 881	620	619	2 030	546	953
V	68 908	14 065	9 815	2 035	0	0	42 481	513	2 035
Bauxit	536 764	201 346	26 629	62 616	148 341	32 341	6 660	58 830	608
Rutil	43 363	2 867	2 652	153	33 660	0	1 275	2 756	153
Ilmenit	20 660	3 969	6 525	3 515	162	3 373	596	2 520	788
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Index hodnoty zásob	100,00	14,07	9,95	20,52	16,16	5,41	23,84	10,06	8,66

Podľa Hammonda týchto pätnásť druhov minerálnych surovín predstavuje 4,1% z celkového bohatstva známych zásob zemských zdrojov uložených v zemskej kôre. Naproti tomu fosílné energetické zdroje ako sú uhlie, ropa a zemný plyn predstavujú 90,8% bohatstva uloženého v zemskej kôre, nemetalické suroviny 2,3% a drahé kovy približne 2,7%. Ostatné minerály predstavujú hodnotu 0,02%.

Špecifikom Európy je prítomnosť veľkého množstva hald po banskej činnosti starcov. Tieto haldy sú buď považované za záťaž v ekologickom slova zmysle, alebo sú pôsobením prírody a času pre bežného občana prakticky neviditeľné a sú súčasťou typického krajinného charakteru danej lokality. Tieto haldy však predstavujú obrovské množstvo materiálu dopraveného z podzemia na zemský povrch a bude ich potrebné ekonomicky prehodnotiť, pretože to, čo od stredoveku po dvadsiate storočie predstavovalo odpad, môže dnes tvoriť lacné a významné ekonomické akumulácie. Pre spracovanie úžitkových zložiek prítomných v týchto haldách sa javia minerálne biotechnológie vhodnejšie ako ďalší fyzický zásah do prírody.

Nové technológie, ktoré môžu ovplyvniť baníctvo v prvej polovici XXI. storočia

Z technológií, ktoré zrejme ovplyvnia bankú činnosť, si dovoľím vymenovať:

- Nové informačné technológie umožňujúce vymedzenie nových ložiskových štruktúr a vymedzenie dobývateľných zásob v ložisku na základe modelovania economickej banskej činnosti,

- Technológie pre dosiahnutie väčších hĺbok v zemskej kôre,
- Dobývanie na morskom dne a vo vesmíre,
- Nové metódy spracovania úžitkových látok, vrátane minerálnych biotechnológií a technológií schopných ekonomicky vyrábať čisté a super čisté materiály z primárnych a sekundárnych zdrojov.

Skôr ako sa budem bližšie venovať jednotlivým tu vymenovaným technológiám, ktoré by mali podľa mňa výrazne ovplyvniť baníctvo v XXI. storočí, uvediem príklad, ako nové technológie podporujú banícku činnosť:

Do roku 1960 boli rozsiahle austrálske železorné ložiská považované za geologické kuriozity, aj napriek vysokým obsahom železa. Až možnosť nasadenia veľkokapacitných banských technológií, vybudovanie železnice a zavedenie celosvetovej veľkoobjemovej námornej dopravy umožnilo dobývanie vnútrozemských austrálskych ložísk železnej rudy a Austrália sa stala svetovým exportérom železnej rudy prinášajúcim austrálskemu národnému hospodárstvu obrovské príjmy [4].

Informačné technológie

Informačné technológie a biotechnológie sú kľúčové technológie pre zlepšenie stavu baníctva. Obidve technológie sú prierezové naprieč širokým spektrom aktivít a priemyselných oblastí nadväzujúcich na baníctvo. Informačné technológie sú aj nástrojom pre zlepšenie operatívneho riadenia banských prevádzok. Umiestnenie vysielačov a prijímačov priamo na vŕtacie, nakladacie a dopravné zariadenia a mechanizmy umožnia zlepšiť komunikáciu a menia organizáciu práce a údržby týchto zariadení. Biotechnológie umožnia zmenšiť objem prác s hlušinou.

Technológie pre dosiahnutie väčších hĺbok v zemskej kôre

Súčasnú náklady na vŕtanie hornín v celosvetovom merítku sa pohybujú na úrovni 200 mil. USD za jeden deň. Nové netradičné technológie vŕtania hornín môžu sprístupniť väčšie hĺbky, tým umožniť využitie napr. vyšších geotermálnych teplôt, výrobu ekologicky čistej tepelnej a elektrickej energie, uskladňovanie nebezpečného a rádioaktívneho odpadu vo veľkých hĺbkach, razenie horizontálnych diel slúžiacich ako podzemné dopravné systémy dlhé niekoľko kilometrov a pod. Takéto technológie využívajú napr.:

- metódy geofyzikálnej charakteristiky so spätnou väzbou,
- podporné systémy pracujúce na hydraulickom, tepelnom a chemickom princípe, ktoré redukovávajú alebo eliminujú opotrebovanie rozpojovacích nástrojov,
- fázovú premenu hornín tavením, čím sa zároveň vytvorí aj ochranné paženie - výstuž podzemného diela.

V roku 1973 v laboratóriách Los Alamos bola spracovaná predbežná štúdia nukleárneho tunelovacieho stroja. V rámci projektu boli vyvinuté dva typy nukleárných tunelovacích strojov a to pre mäkké a veľmi tvrdé horniny. Vyvinuté zariadenia si vyžadujú veľké investičné náklady v porovnaní s konvenčnými systémami. Dlhá životnosť systému, ako aj jeho komponenty, prevyšujúca čas potrebný na vyrazenie tunela, ako aj rýchlosť postupu dávajú šancu nasadenia takéhoto systému do dvadsiatich rokov.

V päťdesiatych rokoch bola v Los Alamos vyvinutá koncepcia hĺbenia elektrickým odporovým penetrátorom. Vznikla na základe požiadavky ekonomického využívania geotermálnej energie z veľkých hĺbok (10 km a viac). Metóda pracuje na princípe tavenia hornín dielektrickým odporovým ohrevom. Taviaci penetrátor bol určený do rozpukaných a nesúdržných hornín. Nevýhoda technológie spočívala v tom, že maximálne dosiahnuteľné teploty boli limitované teplotnou hranicou odolnosti materiálu, z ktorého je taviaci penetrátor vyrobený.

V roku 1994 bol patentovaný prototyp, ktorý pozostáva z mobilnej vŕtacej jednotky, piatich rôznych typov penetrátorov, riadiacej jednotky, laboratórnej zberne dát a trojfázového elektrického generátora s výkonom 20kW. Systém je ekonomický pri vŕtaní vo veľkých hĺbkach.

V Nemecku bol patentovaný začiatkom deväťdesiatych rokov plameňový injektor, kde ako zdroj tepelnej energie bol použitý vysoko rýchlostný plameň, ktorý vzniká horením stechiometrického množstva vodíka a kyslíka.

V druhej polovici deväťdesiatych rokov na Ústave geotechniky SAV v Košiciach a na fakulte BERG TU v Košiciach bol vyvinutý a odskúšaný plameňový injektor na hĺbenie štíhlych vertikálnych diel – LITHOJET, kde ako zdroj energie bola využitá zmes vodíka a kyslíka. Základný princíp technológie hĺbenia je bezkontaktné hĺbenie (bez priameho kontaktu hlavy nástroja s horninou) vertikálnych otvorov v hornine plameňovým injektorom.

Dobývanie na morskom dne a vo vesmíre

Informácie o zásobách mangánových konkrécií ležiacich na morskom dne sú dostupné verejnosti už niekoľko rokov. Je veľmi pravdepodobné, že budúcnosť baníctva medi, niklu, zlata a striebra sa taktiež preniesie z pevniny na morské dno. Každý rok sa objavujú nové informácie o nových náleziskách týchto rúd. Japonci ohlásili nové rozsiahle ložisko Myojin Knolls (Východ slnka) v japonských vodách 300 km od Tokya. Cena rudy obsiahnutej v podmorských masívnych polymetalických sulfidoch (SMS) sa odhaduje na 500 USD na jednu tonu (r. 1999). V jednom vale, veľkom ako budova Pentagonu (USA) sa očakáva 5 ton takýchto zásob. Aj keď ide len o približné odhady, predstavuje to zhruba 180 ton zlata, 1090 ton striebra, 498 600 ton medi,

1 970 000 ton zinku a 204 300 ton olova. Navyše zdroj SMS, vzhľadom na genézu týchto ložísk, ktoré vznikajú ako produkt „čiernych fajčiarov“ na morskom dne, je možné považovať za obnoviteľný. Ložiská, ktoré boli doposiaľ objavené, by sa zrejme obnovili za päťsto rokov.

Metánové hydráty predstavujú materiál podobný ľadu, ktorý sa hojne vyskytuje v morských sedimentoch. Je v nich uskladnené obrovské množstvo metánu. Hydráty sú bežné v Arktickej a Antarktiskej permanentne zamrzutej zóne, ako aj v morských sedimentoch v hĺbkach väčších ako 500 m. Zóny, v ktorých je hydrát stabilný, sú v hĺbkach od niekoľko sto do niekoľko tisíc metrov pod morským dnom. Odhaduje sa, že hydráty obsahujú dvakrát toľko uhlíka ako fosílna palivá nachádzajúce sa v litosfére. Vzhľadom k uvedenému, hydráty zrejme prevezmú v novom storočí úlohu ropy a zemného plynu, v súčasnosti najrozšírenejších energetických zdrojov. Aj v prípade, ak by došlo k celosvetovej ekonomike postavenej na vodíkovej energetickej alternatíve, výroba vodíka z hydrátov je ekonomickejšia ako je jeho výroba z vody.

Je pravdepodobné, že do roku 2050 dôjde ku kolonizácii Mesiaca a Marsu a tak vesmír by sa mohol stať zásobárňou surovín, zdrojov energie, vody a kvalitnejších produktov.

Skutočné využitie zdrojov z morského dna a vesmírnych telies si vyžaduje investície predovšetkým do vedy a výskumu. Kľúč majú v rukách univerzity a výskumné ústavy.

Nové metódy spracovania úžitkových látok

V oblasti úpravnických procesov, kde hrajú rozhodujúcu úlohu povrchové vlastnosti látok, sa vyvíjajú technológie zamerané na modifikáciu štruktúrnych, prípadne podpovrchových a povrchových vlastností tuhých častíc v disperzných sústavách. Ako príklady uveďme mechanochémiu alebo technológie na báze fyzikálnych procesov, ako napr. mikrovlnové ohrievanie, bombardovanie častíc elektrónmi, laserom a pod. Je predpoklad, že vývoj nových úpravnických technológií si vyžiada energetickú aktiváciu častíc aj na báze iných fyzikálnych princípov. (Sekula, F., 1998).

Medzi perspektívne technológie patrí magnetohydrostatické rozdrúžovanie, keď na častice, ktoré sú prítomné vo ferokvapaline pôsobí elektromagnetické pole a metóda má vyššiu účinnosť ako gravitačná úprava v ťažkých suspenziách.

Veľmi zaujímavou oblasťou spracovania rudných a nerudných minerálov je využitie vysokých teplôt pre roztavenie horniny. Roztavené úžitkové zložky prítomné v hornine sa po roztavení rozvrstvia podľa atómovej hmotnosti do kvalitatívne čistých zón. Takýto spôsob spracovania horniny alebo odpadov môže viesť ku ďalšiemu výraznému znižovaniu ekonomickej hranice dobývateľnosti v ložiskách nerastných surovín, alebo k vytvoreniu nových v súčasnosti nevyrábaných komodít. V súčasnosti sú vyvíjané dve technológie využívajúce tavenie hornín pre jej následné spracovanie.

1. plazmové pyrometalurgické reaktory,
2. vysokoteplotný a vysokotlakový vodíkovo kyslíkový reaktor vyvíjaný na F BERG TU v Košiciach, ktorý je v štádiu pokusov realizovaných pri teplotách 2700°C a tlakoch do 5 Mpa. Vyvíjaná technológia je vhodná aj na výrobu čistých a superčistých látok, ako aj na výrobu špeciálnych zliatin, ktoré môžu vznikáť pri vysokých tlakoch alebo teplotách.

Vývoj a rozsah využitia týchto technológií je závislý na vývoji nových materiálov v oblasti tepelnej odolnosti a na vývoji cien energie vo svete.

Ďalšie technológie, ktoré určite ovplyvnia baníctvo v prvej polovici XXI. storočia sú minerálne biotechnológie a splynovanie uhlia, ktoré budú kumulovať súčasné dobývacie a spracovateľské technológie priamo v podzemí. Vzhľadom na stálejšie podmienky v podzemí ako na povrchu majú minerálne biotechnológie v našich klimatických podmienkach v podzemí väčšiu šancu na svoju aplikáciu ako na povrchu. Mikroorganizmy sú už využívané pri extrakcii kovov. Ako príklad uveďme tzv. Biox proces prevádzkovaný firmou Gencor (Austrália), ktorý je využívaný pri získavaní zlata z rudy obsahujúcej arzén v piatich úpravniach a v ďalších sa plánuje. Technológia sa rozširuje aj na extrakciu niklu a medi pomocou procesov BioNIC a BioCOP. V súčasnosti sa technológie testujú na úrovni poloprevádzky pre preukázanie ich ekonomicnosti v porovnaní s doteraz používanými technológiami. [2].

Ako zlepšiť podnikanie na ložiskách nerastných surovín?

Alfou a omegou úspešného podnikania na ložiskách nerastných surovín je dobrá znalosť ložiskových pomerov na ložisku a vymedzenie zásob v priestore. Súčasná informačná systémy umožňujú trojrozmerné zobrazenie podmienok v ložisku, ale nech sú k dispozícii hoci aj veľmi podrobné údaje, znalosť o ložisku je stále nedostatočná, čo umožňuje pracovať iba s odhadmi a to predstavuje najrizikovejšiu časť bankého podnikania. Som presvedčený, že pri využívaní geografických informačných systémov (GIS) bude možné poskytnúť komplexnejší pohľad, umožňujúci syntetizovať poznatky o geologickom území získané prieskumom z kozmu, povrchových a podzemných metód výskumu a prieskumu, ako aj z banskej činnosti. Navyše poznatky globálneho charakteru ako sú metalogenetické oblasti, geodynamické oblasti, ale aj poznatky zo starej banskej činnosti, môžu poskytnúť nový obraz o doteraz fixných predstavách o ložisku samotnom.

Ako som už uviedol, prvou podmienkou úspešného banského podnikania na ložisku úžitkového nerastu je dobrá znalosť rozloženia úžitkových a škodlivých zložiek v ložisku, ktoré má byť predmetom ťažby úžitkového nerastu. Pre vytvorenie modelu ložiska musia byť využité najmodernejšie geoštatistické metódy a vhodné počítačové prostredie, ktoré poskytujú GIS. Následný ťažobný model umožní variantné postupy vývoja banského diela v čase tak, aby boli priebežne plnené kvantitatívne a kvalitatívne parametre zámeru úspešného podnikania na ložisku. Počítačové modely musia byť vyhotovené tímom odborníkov, pozostávajúceho z geológa, ekonóma, odborníka na spracovanie suroviny, banského inžiniera a ekológa, ktorí spolu navrhnu dizajn budúceho banského diela. Časovo musí byť rozvíjané tak, aby za neustálej kontroly ekonóma spĺňalo kritériá plnenia požiadaviek odberateľov na množstvo a kvalitu vyrobeného predajného produktu [7].

Po preštudovaní množstva literárnych údajov o príčinách neúspešného banského podnikania, väčšina neúspechov má pôvod v nesprávnom ohodnotení geologických skutočností a zlom vymedzení zásob v ložisku.

Pochopiteľne, vymedzenie budúcich ťažiteľných zásob na budúcich ložiskách musí zohľadniť vývoj technológie ťažobných a spracovateľských metód. Vývoj technológií vedie k tomu, že v roku 1900 sa ťažili ložiská medi s obsahom 5% Cu a v roku 1980 s obsahom 0,5% Cu. Je len pochopiteľné, že výpočet zásob, alebo model ložiska v tom istom ložisku medi vyzeral inak v roku 1900 a inak v roku 1980.

Na záver by som si dovoľil uviesť definíciu, ktorou uvádzam svoje prednášky pre študentov prvého ročníka Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach, týkajúcu sa pojmu zemský zdroj:

Zemské zdroje sú abiotické zdroje dostupné z prostredia litosféry, hydrosféry a atmosféry, ktoré je možné v danom čase existujúcimi a dostupnými technológiami vyťažiť, získať a využiť pre uspokojenie potrieb človeka. Všetko to, čo v danom čase patrí do zoznamu zemských zdrojov je odrazom ľudského prístupu, rozvoja civilizácie a existujúcich technológií. Do istého času nezaujímavý minerál sa stane zemským zdrojom na základe invencie, technológie, obchodu, podnikania, požiadaviek na trhu, investícií, sociálnych a politických udalostí a inštitúcií, ovládajúcich svetový obchod, ochranu životného prostredia, ako aj spoločenské vzťahy vo vnútri štátov aj medzi nimi. Ako príklad uveďme horninu bauxit. Pred viac ako sto rokmi sa hliník považoval za drahý kov, pretože bolo neúnosne drahé vyťažiť z bauxitu čistý kov. Až vynájdenie procesu spracovania, ktorý dvadsaťnásobne zlacnil dovtedy známe procesy urobil z hliníka celosvetovo obchodovateľnú komoditu a z bauxitu celosvetovo žiadaný zemský zdroj. Vývoj ktoréhokolvek spomenutého faktora môže viesť aj k opačnému procesu, to znamená, že zemský zdroj, ktorý bol predmetom celosvetovej spotreby a celosvetového obchodu sa môže opäť stať využívaným len na mieste výskyt, alebo minerálom bez úžitkovej hodnoty.

Záver

Ako je v predloženej štúdií uvedené, autor predpokladá taký vývoj baníctva, keď využívanie informačných technológií umožní efektívne riadiť banskú činnosť v ložiskách so stále sa zmenšujúcimi hodnotami chemizmu dobývaných úžitkových zložiek. Prechod zo súčasného spôsobu riadenia ťažby, ktorý využíva iba chaoticky niektoré z možností poskytovaných nástrojmi informačných technológií bude v takom prípade nutný. Nevhodný spôsob dobývania v ložiskách s nízkou kvalitou by viedol k nahromadeniu ťažby, prepravy a spracovania hlušiny, čo by znamenalo ekonomický kolaps banského podniku a nadmiernu ekologickú záťaž krajiny.

Predpokladám, že nové technológie používané pri ťažbe minerálnych surovín na zemskom povrchu alebo v podzemí baníctvo zrejme ovplyvnia len v malej miere. Väčší vplyv na baníctvo očakávam od spracovateľských technológií, ktoré umožnia posúvať hranicu dobývateľných zásob smerom nadol a tým budú definované nové ložiská, zásoby ktorých sa v súčasnosti považujú za nebilančné.

Baníctvo bude musieť pristúpiť k eliminácii obrovského množstva vyprodukovaného a prepravovaného materiálu, ktorý je svojim kvalitatívnym charakterom nepoužiteľný pre ďalšie spracovanie a zaťažuje ekonomiku podniku a životné prostredie. Vzorom ako pristúpiť k problematike je úspešné riešenie podobných problémov v chemickom priemysle.

Je možné, že riešenie poskytne aj presun niektorých spracovateľských operácií do podzemia. Je pravdepodobné, že také technológie, ako je splynovanie uhlia, alebo minerálne biotechnológie nasadené priamo ako dobývacie metódy, sú vhodným riešením pre elimináciu obrovského množstva odpadov, produkovaných banskou činnosťou.

Väčší pokrok ako v dobývacích metódach očakávam v zväčšení rýchlosti razenia a dosahu hĺbených diel malého prierezu. V oblasti razenia si to vyžiada súčasná, pomaly neúnosná situácia v cestnej doprave, ktorá s veľkou pravdepodobnosťou v polovici XXI. storočia bude aspoň z časti premiestnená do podzemia. Súčasná technológia razenia sú však pre razenie transkontinentálnych podzemných komunikácií nepostačujúce. V oblasti hĺbenia štíhlych vertikálnych diel pôjde predovšetkým o prehĺbenie dosahu ekonomického využitia ložiskových akumulácií a zásob geotermálnej energie. Raziace a hĺbiace technológie zrejme budú musieť prejsť z mechanického na iný princíp, napr. na princíp tavenia hornín, ako je to uvedené v tejto štúdií.

Pre baníctvo v polovici XXI. storočia budú súčasné banské záťaže - haldy po banskej činnosti a priemyselny odpad - vyhľadávanými zásobami, ktoré sa budú pravdepodobne dobývať minerálnymi biotechnológiami, pretože environmentálne ctenie obyvateľov Európy už nedovoľí ďalší mechanický zásah do prírody.

Recyklácia bude poskytovať významné zdroje, ktoré obmedzia potrebu primárnych minerálnych surovín. Najväčšia zmena sa ale udeje prechodom dobývania z pevniny na morské dno.

Rozhodujúcim prvkom pre realizáciu optimistickej vízie, ktorú som predložil je sústrediť rozumový potenciál v baníctve napr. sústredení významných profesorov a výskumných pracovníkov v oblasti baníctva a príbuzných odborov, ktorí vypracujú víziu vývoja baníctva a navrhnu kroky riešenia, ktoré budú zodpovedať očakávaným ekonomickým a environmentálnym požiadavkám, pri zohľadnení vývoja a stavu populácie, globalizácie a investičného kapitálu, vývoja technológií a očakávania politického vývoja sveta. Takéto riešenie si vyžaduje využiť informačné technológie a vytvoriť viacero scenárov budúceho vývoja baníctva. Energetické svetové scenáre už presiahli hranicu XXII. storočia.

Európa má obrovské šance byť opäť na čele baníctva, ekonomicky a ekologicky dobývať minerálne suroviny a byť nezávislá na nejasných pomeroch vývoja rozvojových krajín. Musí však prekonať kvalitatívny krok, napríklad taký, ako bol načrtnutý predloženou štúdiou.

Literatúra

- [1] COPPER RESOURCES STRATEGY, http://www.rettet-die-elbe.de/oktedi/cu_strategy.htm
- [2] GILBERTSON, B.P.: Transformation in South Africa's mining Houses, International Mining & Minerals, August 1998.
- [3] ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL GOALS, June 1998.
- [4] IAN HORE-LACY, <http://www.uic.com.au/sustew.htm>
- [5] OECD, EXPO 2000/OECD Forum for the Future, 21st Century Technologies: Balancing
- [6] RYBÁR, P. a SASVÁRI, T.: Zem a zemské zdroje. Vysokoškolská učebnica, Štroffek, Košice, 1998. s. 175.
- [7] RYBÁR, P., CEHLÁR, M. a TRÉGER, M.: Oceňovanie ložísk nerastných surovín. Vysokoškolská učebnica, Štroffek, Košice, 2000. s.136.
- [8] SEKULA, F.: Úlohy automatizácie v baníctve a geotechnike. Vysoké Tatry, 1998. Zb. ICAMC'98. s. 40-45.
- [9] WAGNER, H. and FETTWEISS B.L.: About science and technology in the field of mining in the Western world at the beginning of the new century. Pergamon, Resources policy 27 (2001) 157-168, 2001.