

poprzez poprawę jakości surowca przeznaczanego do przetworzenia. Znajomość parametrów jakościowych surowca w pokładzie przy zastosowaniu odpowiednich algorytmów pozwala np. na takie zaplanowanie produkcji w poszczególnych przodkach wydobywczych, by jej jakość nie podlegała znaczącym wahaniom. Surowiec energetyczny o jednorodnych parametrach jakościowych, np. węgiel brunatny, pozwala na lepsze wykorzystanie energii, prowadząc do wyższej sprawności elektrowni. [U]

- **Poprawy poziomu zagospodarowania surowców dzięki zmniejszeniu ilości surowca głównego traconego na etapie wstępnej obróbki.** Bardzo pomocne w tym celu byłoby zaprojektowanie diagramów pokazujących, jaka ilość danego surowca jest tracona na poszczególnych etapach jego przetwarzania (ew. wraca do obiegu surowca). Tym samym możliwe byłoby dostrzeżenie, na który etap tworzenia wartości dodanej należy zwrócić szczególną uwagę, aby uzyskać możliwe duże oszczędności materiałowe. Za przykład do naśladowania może posłużyć tutaj projekt WellMet 2050 realizowany przez Uniwersytet z Cambridge. [T]
- **Uzyskania szerszej palety surowców towarzyszących w rudzie surowcowi głównemu, a traconych na etapie separacji rudy.** Chodzi w szczególności o metale, których cena rynkowa – przy zastosowaniu obecnie dostępnych technologii i często niewielkiej koncentracji surowca – czyni ich oddzielenie nieopłacalnym. Rozwiązaniem jest wspieranie badań prowadzących do unowocześnienia stosowanych technologii. Dla przykładu, surowcami, które mogą być odzyskane z rud miedzi to molibden, ren, arsen, srebro, złoto, bizmut, kobalt, selen, tellur i platynowce, a z rud cynkowo-ołowiowych – ind, selen, tellur, german i bizmut. [T]
- **Biogórnictwa** (polegającego na wykorzystaniu mikroorganizmów³¹ do ługowania metali z rud siarczkowych i ich koncentratów). W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie mikrobiologicznymi metodami pozyskiwania metali. Ponadto rozwijane są nowe metody usprawniania procesu biogórnictwa z zastosowaniem coraz większej liczby gatunków mikroorganizmów, a także obejmujące poszukiwanie optimum ekologicznego, w którym proces ługowania metali ze złóż zachodziłby najefektywniej. [U T]
- **Ponownego wykorzystanie surowców** poprzez pozyskiwanie metali z hałd odpadów pogórnicznych i szlamów poflotacyjnych (np. dzięki fitogórnictwu, tj. wykorzystaniu roślin³² do tego procesu, ale też powszechniej stosowanym metodom, jak np. przez ługowanie hałdy). Fitogórnictwo, wykorzystujące znaczne zdolności akumulacyjne niektórych roślin w stosunku do metali (hiper-akumulatorów), jest wprawdzie procesem bardziej długotrwałym i mniej efektywnym niż biogórnictwo (por. wcześniejszy punkt), jednak jego wykorzystanie jest uzasadnione ze względu na możliwość równoległego prowadzenia fitoremediacji (technologia wykorzystująca tzw. rośliny wyższe w procesie oczyszczania środowiska). Mała popularność tej technologii wynika m.in. z uciążliwości zabiegów agrotechnicznych. Metody fitogórnictwa są obecnie wykorzystywane głównie w badaniach laboratoryjnych. Przy ługowaniu hałd górna

³¹ Bakterie wykorzystywane w biogórnictwie to mezofile i umiarkowane termofile. Do pierwszej grupy organizmów, dla których optymalna temperatura nie przekracza 40°C, należą gatunki bakterii najczęściej stosowanych do ługowania metali z rud: *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *A. thiooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans* oraz *L. ferriphilum*. Do grupy umiarkowanych termofilów (optimum temperaturowe w zakresie 45-55°C) należą: *Acidithiobacillus caldus*, *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*, *Acidimicrobium ferrooxidans*. Pierwszy z wymienionych gatunków bierze udział w utlenianiu siarki z siarczków, a dwa pozostałe - żelaza.

³² Chodzi o rośliny wyższe zaliczane do grupy hiperakumulatorów. Główną ideą fitogórnictwa jest obsadzanie nimi poletek na glebach wysoko zmineralizowanych lub terenach pogórnicznych. Plon uzyskiwany w ten sposób zbiera się po zakończeniu sezonu wegetacyjnego, a pierwiastki odzyskuje się ze wzbogaconej w nie suchej masy roślin.

