

Kwalifikowanie utworów krasowych w złożach kopalin eksploatowanych sposobem odkrywkowym

Marek Nieć*, Ryszard Uberman*

Karst terminology in the open pit mining

Summary. Barren karst filling deposits encountered in open pits of carbonate and gypsum rock deposits are commonly, but incorrectly classified as waste or deposit losts. They should be considered as overburden and classified as external or true overburden in the case of the rock overlaying the deposit, and internal overburden in the case of selectively mined barren interlayers or karst filling rocks within the deposit. The mode of karst occurrence within the Borków–Chwałowice gypsum deposit and its impact on mining was presented (Miocene, south of the Holy Cross Mts).

W złożach kopalin węglanowych (wapieni, dolomitów) i gipsów często występują utwory krasowe. Stanowią one istotne utrudnienie w eksploatacji, ponieważ trzeba usunąć znaczne masy skał płonnych występujących w sposób nieregularny w obrębie złoża.

Zmienny kształt form krasowych i nieregularny sposób ich występowania oraz zróżnicowane wymiary powodują, że w trakcie rozpoznawania złoża otworami wiertniczymi tylko znikoma ich część może być wykryta i udokumentowana kartograficznie. Większość jest rejestrowana dopiero w czasie eksploatacji. W bieżącej sprawozdawczości kopalni, utwory krasowe napotymane w czasie eksploatacji, a wcześniej niewykryte, są kwalifikowane często albo jako straty zasobów albo odpad. W obu przypadkach kwalifikacja taka jest nieprawidłowa. W pierwszym przypadku nielogiczność kwalifikacji jest oczywista. Nie można uznać za stratę zasobów utworów, które nie są kopaliną. W istocie, w czasie prac eksploatacyjnych stwierdza się mniejsze zasoby niż udokumentowane, ale jest to tylko różnica wielkości zasobów spowodowana budową złoża, odmienną niż zakładano. Zwykle wynikające z tego tytułu różnice wielkości zasobów nie przekraczają dopuszczalnych z powodu ograniczonej dokładności rozpoznania złoża i interpretacji jego budowy.

Kwalifikowanie utworów krasowych jako odpadu jest również nieprawidłowe, aczkolwiek mniej oczywiste niż w przypadku pierwszym. Powinny one być traktowane jako nadkład, którego usunięcie jest nieodzowne w celu eksploatacji złoża sposobem odkrywkowym.

Kwalifikowanie utworów krasowych do odpadów może wprawdzie wynikać z przepisów Ustawy z dn. 22 czerwca 1997 r. o odpadach (Dz.U. Nr 96 poz. 592), bowiem zgodnie z zapisem art. 2.1 przepisy ustawy stosuje się także do postępowania:

...3) z masami ziemnymi lub skalnymi, jeżeli są usuwane albo przemieszczane w związku z realizacją inwestycji lub prowadzeniem eksploatacji kopalin.

Ale w następnym ustępie (ust. 2, pkt.1) stwierdza się, że ...przepisów Ustawy nie stosuje się do: mas ziemnych lub skalnych usuwanych albo przemieszczanych w związku z realizacją inwestycji lub prowadzeniem eksploatacji kopa-

lin, jeżeli miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego lub decyzja o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu określi warunki i sposób ich zagospodarowania.

Cytowane przepisy dotyczące odpadów nie wyróżniają więc pojęcia nadkładu, przerostów i innych form występowania skał płonnych operując jedynie określeniem masy ziemne i skalne. Kryteriami zakwalifikowania mas ziemnych i skalnych do odpadów są wyłącznie decyzje o sposobie ich wykorzystania. W świetle tych zapisów utwory krasowe analogicznie, jak pozostałe utwory nadkładowe mogą, ale nie muszą być zakwalifikowane do odpadów.

Szczegółową dyskusję tego przypadku przedstawiamy na przykładzie złóż gipsów.

Definicja krasu i klasyfikacja geologiczno-górnicza utworów krasowych

Przez kras rozumie się (Jaroszewski i in., 1985):

1) procesy rozpuszczania skał przez wody powierzchniowe i podziemne wraz z procesami towarzyszącymi,
2) charakterystyczną rzeźbę i system odwodnienia powstałe w wyniku rozpuszczania skał.

W potocznej terminologii górniczej przez kras rozumie się strefy złoża objęte procesami krasowymi, w których pustki powstające w wyniku rozpuszczania skały zostały wypełnione materiałem o składzie odmiennym niż kopalina. Zatem na pojęcie krasu w odniesieniu do złóż składają się:

1) rzeźba krasowa powierzchni złoża,
2) wolne przestrzenie w obrębie złoża (kawernistość w różnej skali),
3) wypełnienie przestrzeni powstałych w wyniku krasowienia:

♦ obniżen w powierzchni stropowej złoża (kotłów i lejów krasowych),

♦ dużych kawern typu jaskiniowego przez:

— tak zwane osady wewnętrzne,

— brekcje zawałowe,

— utwory naciekowe o składzie podobnym, jak kopalina,

♦ drobnych kawern i spękań powodujące obniżenie wartości składnika użytecznego w kopalinie.

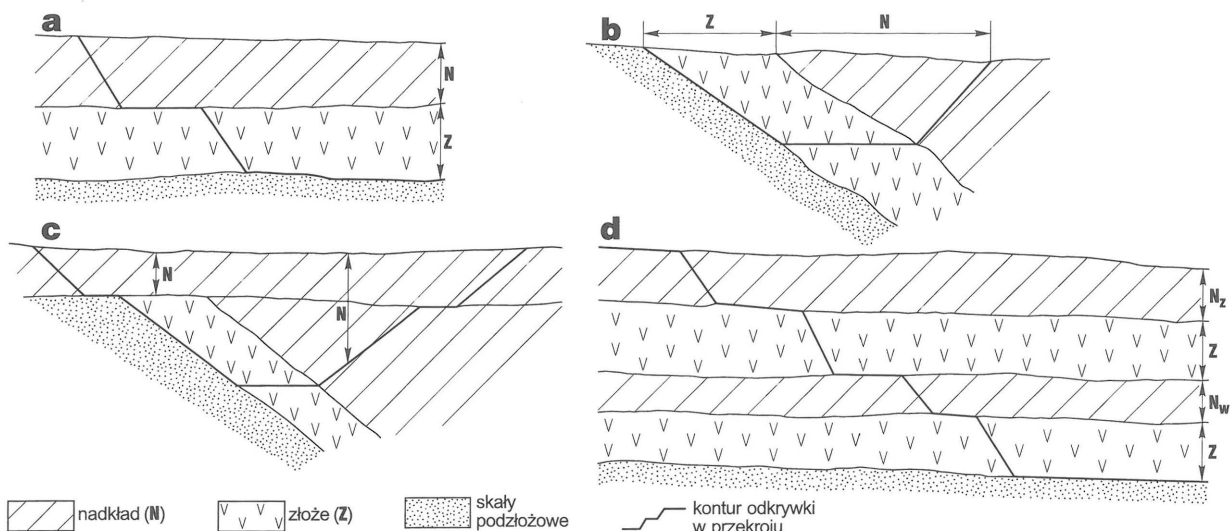
Materiał płonny wypełniający pustki krasowe może być pochodzenia lokalnego, powstający w wyniku ługowania skały otaczającej, bądź obcy: namyty, osunięty lub stanowiący brekcje zawałowe zbudowane ze skał pierwotnie wyżej leżących.

Z punktu widzenia geologiczno-górniczego istotne znaczenie ma rozróżnienie dwu przypadków wypełnienia form krasowych materiałem obcym:

— wypełnienia dużych form krasowych w stropie złoża i w jego obrębie, o rozmiarach umożliwiających ich selektywne urabianie,

— wypełnienia drobnych form (kawern i spękań) nie możliwych do selektywnego wydzielenia w trakcie eksploatacji, a powodujących nieraz takie obniżenie jakości urabianej kopaliny, że zmieniona może być jej wartość użytkowa, lub nawet może ją ona utracić.

*Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków



Ryc. 1. Nadkład złóż eksploatowanych odkrywkowo; N_z — nadkład zewnętrzny, N_w — nadkład wewnętrzny (między poziomowy); objaśnienia ryc. 1a, b, c, d w tekście

Definicje nadkładu

Nadkład w sensie geologicznym jest definiowany potocznie jako wszystkie skały leżące powyżej jakiegoś ciała geologicznego (Jaroszewski i in., 1985). Obszar znaczeniowy tak sformułowanej definicji jest nieprecyzyjnie określony. W złożach poziomo ułożonych, przez nadkład należy rozumieć w myśl tej definicji utwory stratygraficznie młodsze od złoża (ryc. 1a). W złożach nachylonych byłyby to utwory leżące w jego boku wiszącym (ryc. 1b), zwykle określane łącznie z występującymi w boku leżącym (a więc w spągu złoża) jako skały otaczające. A zatem termin „skały otaczające” obejmuje zarówno rzeczywisty nadkład w sensie stratygraficznym, jak i skały podłożowe. Nadkład w przypadku złóż nachylonych stanowią zatem zarówno skały otaczające, jak i utwory przykrywające wychodnię złoża (ryc. 1c).

Przy ocenie bilansowości złóż eksploatowanych odkrywkowo jako jedno z kryteriów jest rozpatrywany stosunek grubości nadkładu do grubości złoża (N/Z). W złożach stromo nachylonych (np. wapieni wojcieszowskich na Dolnym Śląsku) jako odpowiadający temu kryterium bierze się pod uwagę przy ocenie ich bilansowości maksymalny udział przybieranych skał płonnych mierzony w płaszczyźnie przekroju (niezależnie od miejsca ich występowania). Traktuje się je zatem tak jak nadkład w złożach poziomo ułożonych.

W terminologii górniczej: w górnictwie podziemnym nadkład definiuje się podobnie jak w terminologii geologicznej, a zatem jako skały występujące ponad złożem. W górnictwie odkrywkowym przez nadkład (tak w terminologii polskiej, rosyjskiej, niemieckiej, jak i anglojęzycznej) rozumie się ogólnie skały płonne, których wydobycie jest niezbędne w celu udostępnienia złoża do eksploatacji odkrywkowej, a zatem nie tylko występujące ponad złożem, ale również skały boczne i przerosty, które mogą być wydobyte w sposób selektywny w stosunku do urabianej kopaliny. Istotne znaczenie dla tej eksploatacji, zwłaszcza jej ekonomicznej oceny ma stosunek ilości usuwanych skał płonnych do ilości wydobywanej kopaliny, określane jako stosunek nadkładu do złoża (N/Z). Tak rozumiany nadkład i jego funkcje w górnictwie odkrywkowym prowadzą do definicji nadkładu i stosunku N/Z :

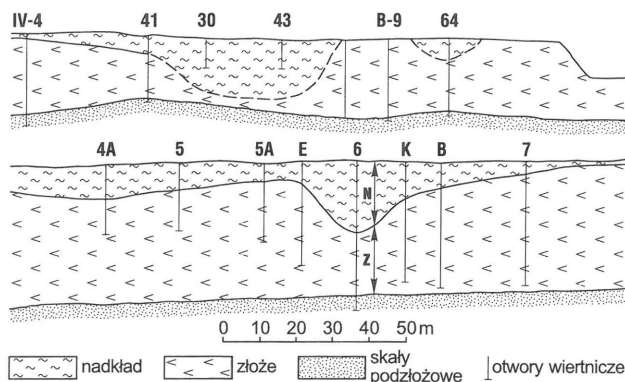
♦ nadkład — warstwy skalne leżące nad rozpatrywanym złożem lub pokładem kopaliny, w górnictwie odkrywkowo-

wym — wszystkie utwory, które trzeba przemieścić aby udostępnić rozpatrywaną kopalinę do eksploatacji odkrywkowej (Leksykon..., 1989),

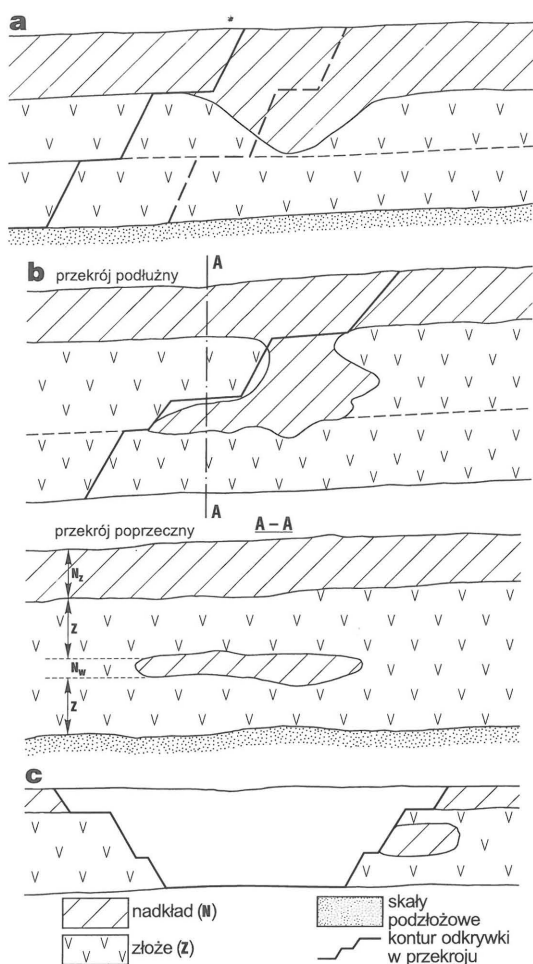
♦ geologiczny wskaźnik (lub współczynnik) nadkładu — stosunek grubości nadkładu do grubości złoża kopaliny użytecznej: definiowany albo jako (Korzeniowski, 1974; Samujłło, 1977) $K_g = H/M$ [m/m] (gdzie H — grubość nadkładu, lub łączna grubość nadkładu i przerostów skał płonnych, M — grubość kopaliny użytecznej, lub łączna grubość warstw tej kopaliny), albo jako (Strzodka i in., 1983) $G = Q_i/b$ (gdzie Q — średnia miąższość nadkładu oraz przerostów, b — średnia miąższość kopaliny użytecznej zalegającej w granicach części lub całości rozpatrywanego obszaru); przez przerosty rozumie się w obu definicjach warstwy lub wtrącenia skały płonnej pomiędzy pokładami kopaliny, lub w pokładach kopaliny,

♦ przemysłowy wskaźnik (lub współczynnik) nadkładu — stosunek ilości skał płonnych, które trzeba urobić i przemieścić przy uwzględnieniu ociosu, nadkładu i kopaliny (V), do ilości kopaliny użytecznej, nadającej się do wyeksploatowania po usunięciu zalegających nad nią skał płonnych (P): $K_p = V/P$ [m³/t] (Korzeniowski, 1974; Samujłło, 1977),

♦ poziomy wskaźnik nadkładu — stosunek objętości skały płonnej, którą należy usunąć do 1 t kopaliny



Ryc. 2. Leje krasowe w stropie złoża Borków—Chwałowice stwierdzone w czasie jego rozpoznawania



Ryc. 3. Formy krasowe w złożu gipsu (schemat); objaśnienia ryc. 3a, b, c w tekście

użytecznej na danym poziomie: $K_{pz} = V/P_n$ [m^3/t] (Korzeniowski, 1974).

Podobnie definiowany jest nadkład w terminologii rosyjskiej, niemieckiej i anglojęzycznej.

W terminologii rosyjskiej:

♦ nadkład (*wskrysza*) — skały płonne, będące przedmiotem robót nadkładowych (Melnikow, 1974),

♦ nadkład zewnętrzny (*wniesznaja wskrysza*) — skały przeznaczone do usunięcia w trakcie odkrywkowych robót górniczych, otaczające lub w razie zalegania poziomego, przykrywające pokłady kopaliny (Melnikow, 1974),

♦ nadkład wewnętrzny (*wnutrennaja wskrysza*) — przerosty skały płonnej wybierane selektywnie przy wydobywaniu kopaliny i przemieszczane na zwały zewnętrzne lub wewnętrzne (Melnikow, 1974),

♦ wskaźnik nadkładu — ilość skał płonnych przypadających na jednostkę kopaliny wydobytej lub przewidzianej do wydobycia (Melnikow, 1974).

W terminologii niemieckiej (w złożach węgla brunatnego, Poradnik ..., 1968):

♦ nadkład (*Abraum*) — skały przeznaczone do usunięcia lub już usunięte w kopalni odkrywkowej w celu umożliwienia wydobycia kopaliny (węgla brunatnego), łącznie z przerostami oraz częścią kopaliny (pokładu węgla), która zostaje przemieszczona na zwałowisko jako straty eksploacyjne,

♦ nadkład górny (*Oberabraum*) - usunięte masy skalne przykrywające złożo, łącznie z kopaliną (węglem) wydoby-

tym razem z nadkładem z warstwy przylegającej do stropu górnego pokładu użytecznego,

♦ nadkład międzypokładowy (*Mittelabraum*) — urabia-
ne oddzielne przerosty i wkładki innych skał, nieczysta i zanieczyszczona kopalina (węgiel) przemieszczane po urobieniu na zwałowisko jako nadkład (oprócz części kopaliny zaliczonej do nadkładu górnego) oraz w pewnych wypadkach przeznaczone do urobienia skały spągowo,

♦ geologiczny wskaźnik nadkładu (*Das geologische Mächtighkeitsverhältnis*) — $D:K = (D + \Sigma M)/K$, gdzie $D + \Sigma M$ — miąższość nadkładu górnego i przerostów (*Decke plus Mittelmächtigkeit*), K — miąższość kopaliny (węgla — *Kohlenmächtigkeit*, w górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego).

W terminologii anglojęzycznej:

♦ nadkład (*overburden*) — wszystkie utwory luźne lub skonsolidowane leżące ponad złożem kopaliny, ale jeśli występują warstwy skały płonnej lub nieregularne duże jej skupienia (*horseshoes*), które muszą być selektywnie usunięte w czasie eksploatacji, ich objętość jest dodawana do nadkładu w celu obliczenia wskaźnika nadkładu *stripping ratio* (Aiken & Gunnett, 1990),

♦ stosunek nadkładu (*stripping ratio*) — objętość skał płonnych *in situ*, które trzeba usunąć by otrzymać jednostkę masy kopaliny (Kennedy, 1990), lub ilość ton skały płonnej, która musi być usunięta w celu uzyskania 1 tony kopaliny, lub stosunek masy skał w odkrywce pomniejszony o masę uzyskanej kopaliny do masy uzyskanej kopaliny (Annels, 1991),

Istotnymi cechami skał tworzących nadkład, w myśl przedstawionych definicji są niezależnie od miejsca ich występowania w górotworze:

- 1) konieczność ich selektywnego urobienia w celu umożliwienia wyeksploatowania kopaliny,
- 2) przemieszczenie na zwałowisko (zewnętrzne lub wewnętrzne) podlegające rekultywacji.

Z punktu widzenia przestrzennego rozmieszczenia skał płonnych wymagających usunięcia jako nadkład w szerokim rozumieniu, w celu umożliwienia eksploatacji złoża można wyróżnić 4 przypadki sposobu występowania tych skał:

- 1) ponad złożem (ryc. 1a, 2, 3a),
- 2) w formie przewarstwień w złożu stanowiących nadkład dla złoża na niższych poziomach (nadkład międzypokładowy), często, w czasie geologicznego dokumentowania złoża traktowane jako przerosty płonne (ryc. 1d),
- 3) ponad stropem złoża nachylonego jako skały otaczające (ryc. 1b), w boku wiszącym (w złożach bardzo stromo ułożonych zaliczyć do nadkładu należy również skały podłożowe w boku leżącym wymagające usunięcia w skar-pach odkrywki),
- 4) w postaci dużych partii w obrębie złoża (ryc. 3b).

W przypadku 1 i 3 mamy do czynienia z nadkładem określanym jako zewnętrzny, a w przypadku 2 i 4 jako wewnętrzny, który w przypadku 3 można też nazwać międzypokładowym.

Relacje przestrzenne form krasowych i wyrobisk górniczych

Z punktu widzenia relacji przestrzennych form krasowych i wyrobisk górniczych rozpatrywanych w płaszczyźnie przekroju przez ścianę wyrobiska można wyróżnić dwa zasadnicze przypadki:

- 1) występujące w stropie złoża w formie jego obniżen (kotłów, lejów, zapadlisk itp.),



Ryc. 4. Leje krasowe w północno-zachodniej części złoża gipsu Borków-Chwałowice

2) występujące w obrębie złoża.

W pierwszym przypadku utwory wypełniające obniżenia krasowe decydują o bilansowości złoża w zależności od grubości nadkładu lub stosunku N/Z (ryc. 2, 3a).

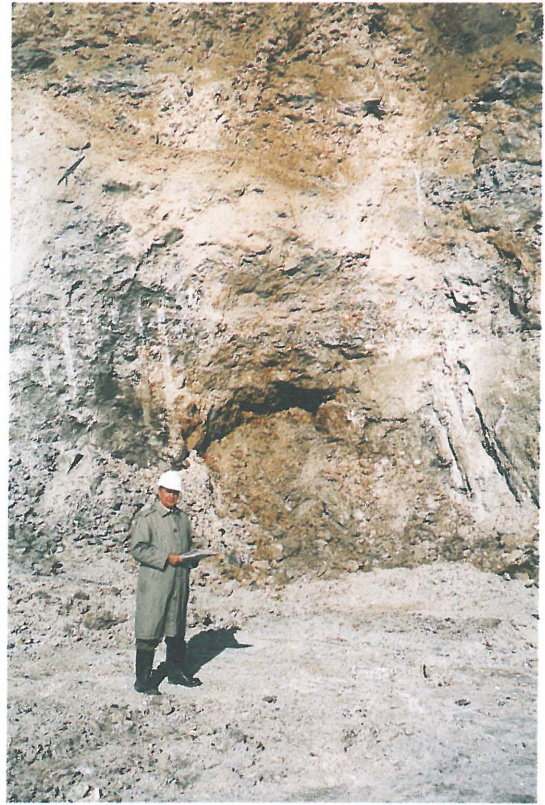
W przypadku drugim mamy przeważnie do czynienia z trzema sytuacjami:

♦ utwory krasowe rozdzielają złoża na dwie warstwy, które mogą być wybrane oddzielnie i w tym przypadku mogą być one traktowane jako utwory nadkładowe w stosunku do warstwy eksploatowanej na niższym poziomie wydobywczym (nadkład międzypokładowy).

♦ utwory krasowe nie rozdzielają złoża na odrębne warstwy, ale tworzą wyraźnie zdefiniowaną strefę (blok), z której muszą być usunięte w celu udostępnienia dalszych partii złoża co odpowiada pojęciu nadkładu wewnętrznego (ryc. 3b, c). W tym przypadku mogą być one traktowane także jako boczne skały płonne, których wydobycie warunkuje możliwość eksploatacji kopaliny ze złoża, podobnie jak w złożach stromo ułożonych.

Z punktu widzenia praktycznego do nadkładu przemieszczanego na zwałowiska powinny być zaliczane:

1) utwory wypełniające duże przestrzenie krasowe o



Ryc. 5. Wypełniony kanał krasowy, boczna odnoga leja przedstawionego na ryc. 4, odsłonięta na poziomie niższym (por. także ryc. 3c)

rozmiarach umożliwiającym selektywne wybranie materiału wypełniającego pustkę krasową: utwory ilasto-mułkowo-piaszczyste i brekcje (zawałowe) zlepione takim materiałem,

2) skały skrasowiałe, w których materiał obcy, zwykle ilasty wypełnia tylko spękania i drobne kawerny w kopalinie i obniża jej jakość w takim stopniu, że nie może być ona wykorzystana.



Ryc. 6. Wybrany lej krasowy z dzwonołowym ukształtowaniem ścian

W tym drugim przypadku skały skrasowiałe nie wybrane selektywnie stanowią utwory zubażające kopalinę. W przypadku ich wybrania selektywnego i odstawy na zwał wraz z innymi utworami nadkładowymi tworzą straty eksploatacyjne.

Charakterystyka utworów krasowych w złożu Borków–Chwałowice

Silne skrasowienie gipsów w niecce nidziańskiej jest znane od dawna (Flis, 1954; Rutkowski, 1983). W złożu Borków–Chwałowice zostało ono zarejestrowane już w czasie dokumentowania złoża. Stwierdzono wówczas występowanie dużych obniżzeń w jego stropie sięgających w niektórych przypadkach prawdopodobnie aż do jego spągu (ryc. 2). Poziome rozmiary tych obniżzeń nie zostały określone. Formalnie przypisano im rozmiary równe wielkości wieloboków wyznaczonych wokół otworów w celu obliczenia zasobów złoża. Utwory wypełniające stwierdzone leje krasowe zostały w dokumentacji geologicznej złoża zaliczone do nadkładu i taka ich kwalifikacja była uwzględniana przy określaniu stosunku N/Z i ocenie bilansowości złoża.

Na podstawie obserwacji rdzeni wiertniczych i wyników badań geofizycznych przyjęto, że w obrębie złoża mogą występować dalsze strefy skrasowienia w postaci kawern, jaskiń oraz pustek krasowych wypełnionych częściowo lub całkowicie materiałem obcym. W celu obliczenia zasobów przyjęto na podstawie tych danych, że współczynnik skrasowienia wynosi 15% (Ddatek..., 1993).

W trakcie eksploatacji napotykaną są liczne leje krasowe wcześniej nie stwierdzone wierceniami (ryc. 4, 6) o rozmiarach w poziomie do kilkunastu metrów i w pionie do kilku metrów, niekiedy skupione w strefach o szerokości do parudziesięciu metrów. Mają one nieregularne, czasami wydłużone kształty w przekroju poziomym i bardzo nieregularne kontury w przekroju pionowym. Brak systematycznych szczegółowych obserwacji tych kształtów, ale na podstawie dotychczasowych danych można stwierdzić, że często mają one formę dzwonowatą (ryc. 6). Potwierdza to wcześniej rozpoznana w innych rejonach prawidłowość (Turchinow, 1997), że obniżenia, leje czy kotły krasowe, na pewnej głębokości mogą przechodzić w formy poziomo, śródwartwowo wydłużone (ryc. 3b). Dotychczasowe obserwacje zdają się też wskazywać, że ma to miejsce w pobliżu granicy między gipsami zbitymi drobnoziarnistymi, warstwowanymi a grubokrystalicznymi szklicowymi, co może się wiązać z warunkami występowania i krążenia wód podziemnych w okresie krasowienia gipsów. Zróżnicowanie form utworów krasowych ma istotne znaczenie dla ich obrazu intersekcyjnego na skarpach odkrywki, bowiem w miarę postępu eksploatacji, przed nacięciem zasadniczej formy krasowej wcześniej mogą pojawiać się lokalne, niewielkie formy daleko poniżej stropu złoża, robiące wrażenie odosobnionych wkładek, przerostów lub nieregularnych skupień skały płonnej (ryc. 3b, c).

Wypełnienie pustek krasowych tworzą utwory o zróżnicowanych cechach litologicznych. Są to przede wszystkim zbrekcjonowane nieregularnie przemieszane utwory ilaste z zawieszonymi wśród nich blokami lub okruchami skał bardziej związłych, marglistych, mułowcowych, piaszczystych. Cechy litologiczne tych skał wskazują, że są to przede wszystkim przemieszczone utwory pierwotnego nadkładu, który tworzą

warstwy serii pektenowo-spiralisowej. W sąsiedztwie lejów krasowych ułożenie warstw nadkładu jest silnie zaburzone, wskazujące na ich przemieszczenie nad obniżającym się w sposób nieregularny, krasowiejącym stropem złoża. Mamy więc tu do czynienia z lejami (kotłami) zapadliskowymi reprodukowanymi w utworach przykrywających.

Wzdłuż brzegów lejów (kotłów) krasowych występują nieregularnie gniazda gipsu przekrystalizowanego, wielokrystalicznego (barwy miodowej) nieregularnie przerastającego utwory ilaste wypełniające lej.

Procesy krasowe, jak wynika z dotychczasowych obserwacji, rozwijały się pod nadkładem utworów serii pektenowo-spiralisowej. Jest to zatem kras zakryty, częściowo śródwartwowy, wypełniany osuniętymi utworami warstw wyżej leżących lub brekcjami zawałowymi zbudowanymi ze skał pochodzących z tych warstw, częściowo redeponowanymi w formie osadów wewnętrznym przez wody krążące w pustkach krasowych. Obserwacje te wskazują, że utwory skalne wypełniające leje i inne pustki krasowe są identyczne z utworami budującymi stratygraficzny nadkład złoża i z tego punktu widzenia też powinny być zaliczane do nadkładu.

Wnioski

Na podstawie przedstawionej analizy terminologii dotyczącej pojęcia nadkładu w górnictwie odkrywkowym można stwierdzić, że utwory krasowe powinny być w całości kwalifikowane jako nadkład złoża w szerokim rozumieniu, którego usunięcie jest niezbędne dla umożliwienia eksploatacji złoża. W przypadku złoża Borków–Chwałowice utwory wypełniające leje krasowe są identyczne z innymi budującymi nadkład złoża w obszarach nie objętych krasem i mogą być z nimi wspólnie przemieszczane na zwałowisko i rekultywowane.

Literatura

- AIKEN G.E. & GUNNETT J.W. 1990 — Overburden removal. Surface mining. SME Pub. Littleton.
ANNELS A.E. 1991 — Mineral deposit evaluation. Chapman, Hall. London.
Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża gipsów mioceńskich Borków–Chwałowice 1993 — Arch. ZU Skalnik. Kraków
FLIS J. 1954 — Kras gipsowy Niecki Nidziańskiej. Pr. Geogr. IG PAN 1: 1–63.
JAROSZEWSKI W., MARKS L. & RADOMSKI A. 1985 — Słownik geologii dynamicznej. Wyd. Geol.
KENNEDY B.A. (ed.) 1990 — Surface mining. SME Pub. Littleton.
KORZENIOWSKI J. 1974 — Projektowanie kamieniołomów drogowych. Polit Wrocław. Skrypt ucz. Wrocław.
Leksykon górniczy 1989 — Wyd. Śląsk, Katowice.
MELNIKOW N.W. 1974 — Sprawozdanie po odkrytym górnym robótce. Niedra. Moskwa.
Poradnik górnictwa odkrywkowego 1968 — Wyd. Śląsk, Katowice.
RUTKOWSKI J. 1983 — Gipsy rejonu Stawian i Szańca w świetle interpretacji zdjęć lotniczych. Pr. Nauk. UŚl., 558. Fotointerpretacja w geografii, 6: 43–53.
SAMUJŁO J.S. 1977 — Projektowanie kopalni odkrywkowych. Cz. I. Skrypt AGH, Kraków.
STRZODKA K., SĄJKIEWICZ J. & DUNIKOWSKI A. 1983 — Górnictwo odkrywkowe t. I. Wyd. Śląsk, Katowice.
TURCHINOV I.I. 1997 — Litologiczne uwarunkowania rozwoju procesów krasowych w badeńskich gipsach Przedkarpacia. Pr. Geol., 45: 803–806.