

STANISŁAW MULARZ

Akademia Górniczo-Hutnicza

GEOLOGICZNE KARTOWANIE SKARP KOPALNI ODKRYWKOWEJ NA PODSTAWIE ZDJĘĆ FOTOGRAMETRYCZNYCH

UKD 550.8:528.7:624.137:622.271.3/4:551.243 + 551.3.051

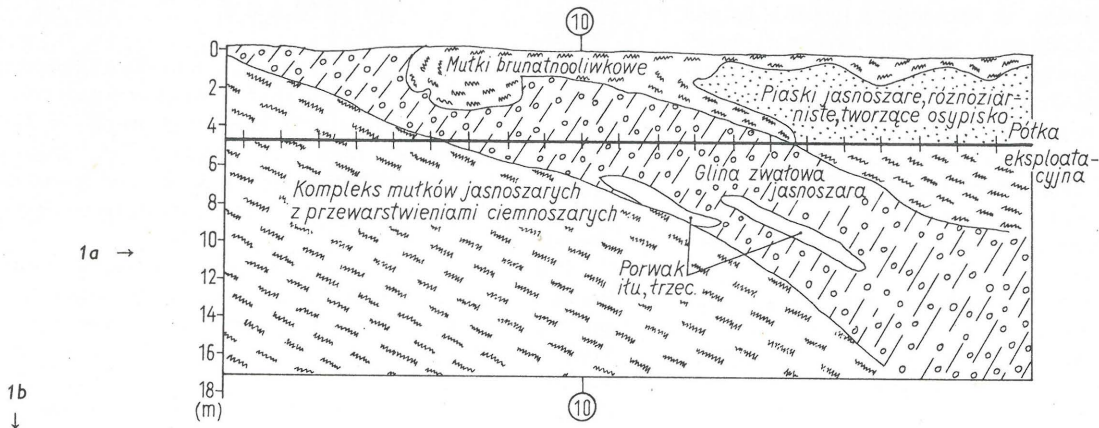
Geologiczna obsługa, zwłaszcza dużych kopalń odkrywkowych powinna być prowadzona przy użyciu nowoczesnych metod umożliwiających szybkie i obiektywne dokumentowanie budowy geologicznej złoża oraz zjawisk i procesów geologiczno-inżynierskich towarzyszących eksploatacji. Szczególną rolę w tym względzie mogą spełnić metody fotogrametrii i fotointerpretacji, zwłaszcza w odniesieniu do kartowania geologicznego skarp odkrywki, stanowiącego jedno z podstawowych zadań stojących przed służbą geologiczną kopalni. Stąd też celowe wydaje się podejmowanie badań przybliżających wdrożenie tych metod do praktyki produkcyjnej.

Prezentowane w niniejszym artykule wyniki badań* pozwalają ocenić możliwości deszyfracji treści geologicz-

* Badania prowadzono na zlecenie „Poltegor”, w ramach tematu pt. „Aktualizacja banku danych geologicznych z zastosowaniem terrofotogrametrycznej rejestracji ścian kopalń odkrywkowych”.

nej zdjęć fotogrametrycznych skarp nadkładowych kopalni odkrywkowej węgla brunatnego „Bełchatów”. Głównym celem prac badawczych w zakresie geologicznej interpretacji zdjęć fotogrametrycznych było:

- sprawdzenie fotointerpretacyjnej przydatności różnego typu materiałów fotograficznych wraz z podaniem optymalnych warunków obróbki laboratoryjnej dla określonego rodzaju emulsji światłoczułej;
- określenie wpływu warunków sezonowych i pogodowych (pora roku, dnia, stopień i rodzaj zachmurzenia itp.), a także innych czynników zewnętrznych na czytelność zdjęć;
- sprawdzenie możliwości deszyfrowania charakteru litologicznego, a także niektórych właściwości fizycznych i mechanicznych odsłoneń na skarpach serii grunto- wych na podstawie interpretacji geologicznej zdjęć;
- opracowanie kluczy fotointerpretacyjnych dla ułatwie- nia oraz ujednolicenia prac związanych z procesem



PROFIL	GLEBOŚC (m)	OPIS LITOLOGICZNY	W _p (%)	C _u KG/cm ²	UWAGI
	1,60	Mutki brunatnoliwkowe, (pył, glina, pył z laminacją pyłu piaszczystego, substancja organiczna rozmieszczona bezładnie oraz włóknista piaszcz. laminacji)	18,4	11 2,8 1 2,3	22 Pył piaszczysty P = 55 π = 37 I = 8
	4,60	Głina zwątowa (głina piaszczysta, glina) brunatnoliwkowa; pzw; z licznymi drobnymi otoczkami skat północnych	13,6	> 4,4	23 Głina P = 46 π = 41 I = 13
	6,30	Głina zwątowa, brunatnoliwkowa, j.w. z porwakami itów trzeciorzędowych, silnie zwierzęcymi, pzw, kształt wydłużony			
	7,95	Piasek pylisty, pył piaszczysty			
		Piasek pył., pył piaszcz.			
		Piasek pył., pył piaszcz.			
		Piasek pył., pył piaszcz.	4,7		24 Piasek pylisty
		Piasek pył., pył piaszcz.			
	16,50	Kompleks mutków laminowanych o nachyleniu 33°; laminy jasnoszare: piasek pył., pył piaszczysty, wilgoftne, laminy ciemnoszare: pył, gliny pył., pzw.	18,1		25 Pył P = 26 π = 65 I = 9

Ryc. 1. Przykład dokumentacji geologiczno-inżynierskiej testowanego odcinka skarpy
a – szkic geologiczny skarpy, b – profil geologiczno-inżynierski skarpy

Fig. 1. An example of geological-engineering record of the tested section of escarpment
a – geological sketch of escarpment, b – geological-engineering section of escarpment

wdrażania geologicznej deszyfracji fotogramów do praktyki produkcyjnej.

W toku prac terenowych uzyskano bogaty materiał zdjęciowy złożony z około 540 fotogramów, dokumentujących 23 rejonu badawcze. Zdjęcia wykonano fototeodolitem Zeissa 1318 oraz kamerą Mentor na format klisz 13 × 18 cm.

Przy wyborze rejonów obserwacyjnych kierowano się zasadą, aby budowa geologiczna fotografowanych odcinków skarp była reprezentatywna dla odsłoniętego profilu nadkładu oraz, aby na skarpach występowały różne odmiany litologiczne gruntów. Zakres terenowych obserwacji i badań geologiczno-inżynierskich obejmował sporządzenie szkicu geologicznego zdejmowanego fragmentu skarpy, wykonanie szczegółowych profilów geologiczno-inżynierskich z jednoczesnym opróbowaniem wydzielanych serii

gruntowych. Dla gruntów spoistych określano ponadto stan konsystencji oraz kohezję (C_u) za pomocą penetrometru kieszonkowego. Efekt połowych badań w tym zakresie stanowiła swego rodzaju geologiczno-inżynierska dokumentacja testowanego odcinka skarpy, niezbędna dla oceny poprawności i dokładności kameralnych studiów fotointerpretacyjnych (ryc. 1).

CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁÓW FOTOGRAFICZNYCH

Materiały fotograficzne zakwalifikowane do zdjęć testowych podzielono na materiały podstawowe, kontrolne i pomocnicze.

W grupie materiałów podstawowych można wyodrębnić:

- materiały uniwersalne (błony płaskie Fotopan F, Fotopan FF, ORWO NP20) o normalnej czułości ogólnej, drobnoziarniste, średniokontastowe, uczulone niemal na cały przedział spektrum widzialnego z wyjątkiem końcowego odcinka pasma czerwonego;
- materiały specjalne (błony płaskie ORWO NP-27), panchromatyczne, wysokoczułe o podwyższonym uczuleniu na barwę czerwoną, pracujące wyrównawczo, przeznaczone do wykonywania zdjęć w trudnych warunkach oświetleniowych;
- materiały specjalne (płyty szklane ORWO TOPO PLATTE TO-1), charakteryzujące się niską czułością ogólną, ortochromatyczne o barwoczułości efektywnej w granicach 250–560 nm, umożliwiającej przy zastosowaniu filtra żółtego fotografowanie w bardzo wąskim zakresie spektrum (500–560 nm). Ponadto są to płyty o emulsji bardzo drobnoziarnistej oraz wysokiej zdolności rozdzielczej.

Grupa materiałów kontrolnych i pomocniczych obejmowała:

- materiały negatywowe produkcji Agfa-Gevaert (płyty szklane AVIPHOT PAN 30; GEVAPAN 30; GEVAPAN 33), charakteryzujące się wysokogatunkową emulsją panchromatyczną o podwyższonym wskaźniku czułości ogólnej oraz wysokiej zdolności rozdzielczej. Płyty AVIPHOT PAN 30 przeznaczone są w zasadzie do wykonywania zdjęć lotniczych. Cechuje je podwyższony stopień kontrastowości, gdy płyty GEVAPAN 30, a zwłaszcza GEVAPAN 33 posiadają właściwości wyrównywania nadmiernych kontrastów, przy jednoczesnym zachowaniu ostrości konturów fotografowanych obiektów oraz doskonałym zróżnicowaniu tonalnym szczegółów od światła do głębokich cieni.

- barwne błony negatywowe ORWO NC-19 Mask oraz diapozytywy ORWO UT-18, traktowane w tym eksperymencie jako materiał pomocniczy uzupełniający.

Wykorzystywano go głównie do porównania możliwości oraz poprawności wydzielenia interpretacyjnych na zdjęciach czarno-białych. Zastosowanie barwnych materiałów odwracalnych pozwoliło ponadto na uzyskanie w skali laboratoryjnej wzorca badanego obiektu, adekwatnego do rzeczywistych warunków panujących w odkrywcę, dzięki możliwości uzyskania modelu stereoskopowego w skali barw zbliżonych do natury.

Fotografowanie na materiałach negatywowych czarno-białych prowadzono z wykorzystaniem zestawu barwnych filtrów, dla których określono zdolność transmisji promieniowania w widzialnym zakresie spektrum, przy użyciu analizatora widmowego SPECORD, produkcji NRD.

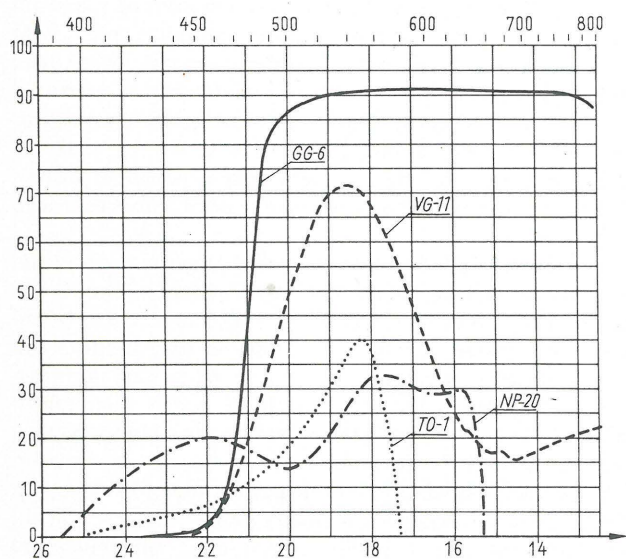
OCENA PRZYDATNOŚCI INTERPRETACYJNEJ ZDJĘĆ

Walory interpretacyjne wykonanych zdjęć określano biorąc pod uwagę następujące elementy:

- ogólną fotograficzną jakość negatywu, na którą składa się poprawność ustalenia czasu ekspozycji oraz widłowość receptury i sposobu obróbki laboratoryjnej;
- stopień zróżnicowania tonalnego (kontrastowość względna) wydzielonych typów i odmian gruntów;
- fotointerpretacyjną zdolność rozdzielczą, na którą składa się czytelność drobnych elementów strukturo- i teksturotwórczych w ramach poszczególnych odmian litologicznych gruntów oraz możliwość wydzielania niewielkich przewarstwień i wkładek w obrębie danej warstwy lub serii gruntowej.

W rezultacie przeprowadzonej oceny materiału zdjęciowego stwierdzono, iż najlepsze efekty z punktu widzenia wymogów deszyfracji geologicznej uzyskuje się na ortochromatycznych płytach ORWO TOPO PLATTE TO-1 oraz panchromatycznych błonach ORWO NP-20 z użyciem filtrów VG-11 (zielony średni) i GG-6 (żółty średni, 1,5×).

Fakt ten można tłumaczyć korzystną koincydencją optimum transmisji spektralnej filtrów i barwoczułości emulsji (ryc. 2). Analizując bowiem krzywą transmisji spektralnej zastosowanych filtrów w kontekście czułości



Ryc. 2. Charakterystyka spektralna filtrów (VG-11, GG-6) i emulsji fotograficznych (NP-20, TO-1)

Fig. 2. Spectral characteristics of filters (VG-11, GG-6) and photographic emulsions (NP-20, TO-1)

widmowej materiałów negatywowych można zauważyć, że obie emulsje cechuje maksimum barwoczułości w pasmie zielono-żółtym, które najlepiej transmitują wymienione filtry. Następuje przy tym niemal całkowicie absorbowanie pasma niebieskiego i niewielka, rzędu 20% przepuszczalność pasma pomarańczowo-czerwonego filtra VG-11. W efekcie obraz fotograficzny tworzony jest w stosunkowo wąskim i zarazem najkorzystniejszym dla obydwu emulsji zakresie sensybilizacji. Daje to, w konsekwencji występujących różnic odbicia spektralnego poszczególnych typów utworów geologicznych, korzystne dla interpretacji skontrastowanie ich na zdjęciu.

STUDIA FOTOINTERPRETACYJNE

Wizualną fotointerpretację fotogramów prowadzono wykorzystując zarówno negatywy zdjęć, jak też ich powiększenia wykonane na papierze fotograficznym o różnej gradacji, dobranej tak, aby uzyskać najlepszy efekt pod względem rozdzielczości i kontrastu. Stereogramy z poszczególnych rejonów badawczych analizowano głównie przy użyciu interpretoskopu — przyrządu, który umożliwia jednoczesną analizę modelu przez dwóch obserwatorów, co jest niezwykle istotne w procesie fotointerpretacji. Wyposażenie przyrządu umożliwia ponadto obserwację modelu stereoskopowego w różnych powiększeniach (od 2 do 15×), wyrównanie skali i jasności obrazu, obrót optyczny lewego i prawego zdjęcia oraz korzystanie zarówno z negatywów, diapozytywów, jak też ze zdjęć wykonanych na podłożu nieprzezroczystym. Studia fotointerpretacyjne połączone z analogowym opracowaniem kilku stereogramów prowadzone były również na autografie TOPOKART B, produkcji Zeiss Jena.

Odrębny i niezwykle istotny dla procesu interpretacji problem stanowi postać materiałów fotograficznych. Bezpośrednie korzystanie z negatywów nastęrcza sporo kłopotów w prowadzeniu interpretacji. Konieczność nieustannej myślowej transformacji różnic tonalnych zdjęcia i ich odpowiedników w naturze jest bowiem uciążliwa nawet dla wprawnego fotointerpretatora i w konsekwencji może prowadzić do błędnego odczytania treści zdjęcia. Stąd zachodzi potrzeba posiłkowania się obrazem pozytywowym bądź w formie odbitki stykowej, bądź powiększenia. Inne możliwe rozwiązania to: wykonywanie zdjęć bezpośrednio na diapozytywach, w tym także barwnych, „odwracania” negatywów w procesie obróbki fotochemicznej lub stykowej produkcji negatywów na przezroczystym materiale negatywowym.

Geologiczną interpretację zdjęć prowadzono wykorzystując specjalnie opracowaną dla tych potrzeb wersję klucza fotointerpretacyjnego. Koncepcję klucza oparto na istnieniu cech charakterystycznych dla obrazu fotograficznego poszczególnych typów i odmian litologicznych gruntów, przy założeniu stałości odwzorowania tych cech w konkretnych warunkach geologiczno-górnicznych złoza „Bełchatów”.

Zespół cech rozpoznawczych, służących do identyfikacji i wydzielenia poszczególnych typów i rodzajów gruntów obejmuje:

- cechy bezpośrednie — zróżnicowanie tonalne, kształt i formy zalegania poszczególnych serii gruntów;
- cechy pośrednie — teksturę obrazu fotograficznego.

Zróżnicowanie tonalne występuje na zdjęciu panchromatycznym, oddaje w skali szarości — od bieli do czerni zarówno elementy morfologiczne, jak też i cechy geologiczne fotografowanej skarpy. Innymi słowy, różnice tonu są wywołane zarówno poprzez kontrasty świetlne,

doskonale ukazujące np. plastykę skarpy w funkcji cienia, jak też powstają w wyniku zróżnicowanej zdolności odbicia spektralnego obiektu, w przedziale na jaki jest uczulona emulsja, ilustrując zmiany barwy, wilgotności, struktury itp., występujących typów gruntów. Wykorzystanie fototonu jako cechy ułatwiającej identyfikację na zdjęciu danego rodzaju gruntu opiera się na zasadzie, że zróżnicowanie pod względem składu mineralnego, struktury i właściwości poszczególnych serii gruntowych powinno dać różne efekty tonalne. Fototon zależy jednakże od wielu czynników, w tym także zewnętrznych i dlatego nie może stanowić jedynej i niezawodnej cechy rozpoznawczej. W procesie fotointerpretacji geologicznej nie mniejsze znaczenie ma kształt i forma występowania, nasuwające interpretatorowi skojarzenia genetyczne, które potwierdzają lub negują wyniki deszyfracji uzyskane na podstawie różnic tonalnych.

Za podstawowe cechy rozpoznawcze uznano w tym przypadku zespół cech definiowanych w teorii fotointerpretacji jako cechy pośrednie lub kompleksowe, które objęto wspólną nazwą „tekstura obrazu fotograficznego”. Określenie „tekstura” jest tu semantyczną odmianą pojęcia używanego w petrografii a charakteryzującego tam sposób wzajemnego rozmieszczenia składników mineralnych skały oraz stopień wypełnienia przestrzeni.

Przez teksturę obrazu fotograficznego natomiast rozumie się określony sposób odwzorowania na zdjęciu poszczególnych typów gruntu. Specyfika obrazu fotograficznego różnych serii utworów uwarunkowana jest z jednej strony cechami petrograficzno-strukturalnymi danego typu gruntu, z drugiej zaś technologią urabiania oraz zjawiskami i procesami zachodzącymi na powierzchni skarpy po wyprofilowaniu jej przez koparkę (przesychanie, obsypy, obrywy, wypływy wody, procesy sufozji, ablacji, erozji itp.).

Zespół tych czynników sprawia, że zróżnicowanie pod względem litologicznym utwory mają odmienną teksturę obrazu fotograficznego. I tak np.: piaski charakteryzują się, ogólnie rzecz biorąc, „zębrową” teksturą obrazu, gliny zwałowe wykazują teksturę „zadziorową”, utwory mułkowe mają na ogół teksturę „gładką”, zaś teksturę iltów warstwowych określono jako „wstęgową” (laminiowaną).

Zębrowa tekstura serii piaszczystych (ryc. 3) uwarunkowana jest głównie sedymentacyjnym warstwowaniem piasków o zróżnicowanej granulacji i wilgotności bądź też istnieniem substancji cementujących. Z bezpośrednich obserwacji terenowych wynika, że już w kilka godzin po urobieniu skarpy przez koparkę, w wyniku jej przesychania następuje „wysypywanie się” nie scementowanych warstewek, zwykle drobnoziarnistego piasku. Natomiast wystające z brzegu skarpy warstewki scementowane (zazwyczaj spoiwem żelazistym) oraz warstewki o podwyższonej wilgotności, wykazujące tzw. spójność pozorną tworzą sieć naprzemianległych drobnych progów, dających w fotograficznym odwzorowaniu, charakterystyczną dla serii piaszczystych teksturę zębrową.

Typowa dla glin zwałowych tekstura zadziorowa (ryc. 3) spowodowana jest głównie niejednorodnością składu petrograficznego tych utworów. Obecność w glinie zwałowej różnej wielkości glazów frakcji zwirowej i piaszczystej stwarza warunki do powstania przy urabianiu nierównej powierzchni skarpy, w przeciwieństwie np. do mułków dających po urobieniu gładką, niemal wypolerowaną powierzchnię (ryc. 3). W pierwszym przypadku będziemy obserwowali na zdjęciu teksturę zadziorową, powstałą w wyniku wleczenia po powierzchni skarpy, przez czerpak

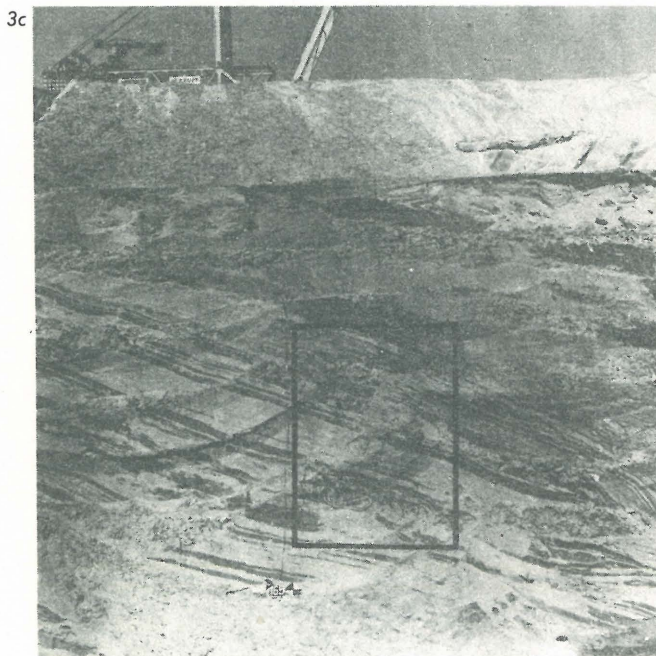
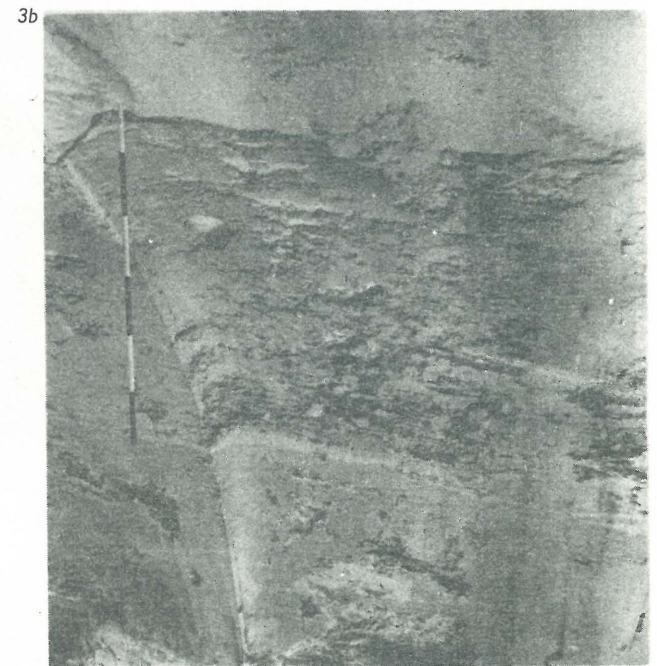
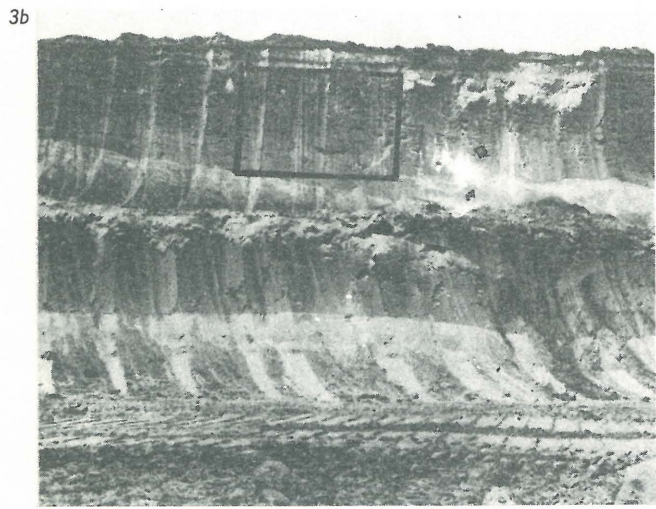
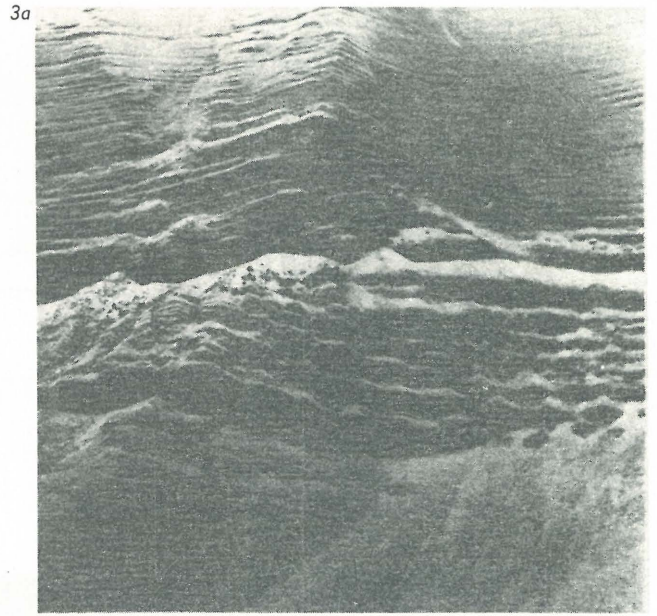
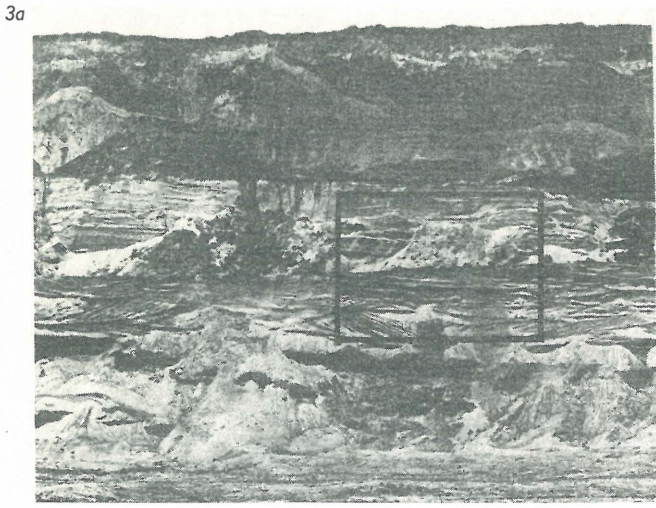
koparki, okruchów skał zwięzłych, w drugim zaś – gdy urabiana będzie warstwa mułków otrzymamy teksturę gładką. Efekt tekstury zadziorowej może powstać również w wyniku przywierania do korpusu czerpaka plastycznych utworów spoistych, co występuje głównie przy pewnych odmianach mułków o znacznej zawartości frakcji ilastej, a także w utworach typu przejściowego – glina zwałowa (mułek), występujących lokalnie. Wydzielenie tego typu utworów wyłącznie na podstawie zdjęć wymaga wykorzystania zespołu pozostałych cech zarówno fotointerpretacyjnych, jak i geologiczno-genetycznych (zróżnicowanie tonalne, forma i kształt zalegania, cechy sedymentacyjne itp.).

Pewnym utrudnieniem przy prowadzeniu geologicznej interpretacji zdjęć są powstające w trakcie urabiania i w obrębie późniejszym osypiska i obrywy, które maskują istotną dla fotointerpretacji treść zdjęcia. Szczególnie do kuczliwe jest deponowanie obsuniętego materiału u stopy skarpy, w wyniku czego kilkumetrowy pionowy odcinek skarpy musi być wyłączony z interpretacji. W takich przypadkach wskazane jest wykorzystanie niewielkich fragmentów skarpy w rejonach sąsiednich lub, jeśli nie jest to możliwe, pozostaje wykonanie bezpośrednich obserwacji uzupełniających w terenie.

W procesie fotointerpretacji geologicznej skarpy niezwykle cennym elementem identyfikacyjnym okazała się znajomość tzw. odpowiedzi spektralnej wydzielanych odmian litologicznych gruntów zarejestrowanej w postaci krzywych spektrofotometrycznych. Krzywe te obrazują przebieg odbicia promieniowania w poszczególnych zakresach części widzialnej spektrum. Zdolność odbicia spektralnego określono metodą laboratoryjną dla wszystkich odmian litologiczno-petrograficznych gruntów, dotychczas odsłoniętych w kopalni „Bełchatów”. Badania wykonano dla gruntów o wilgotności naturalnej oraz dla stanu powietrzno-suchego na odpowiednio spreparowanych próbkach.

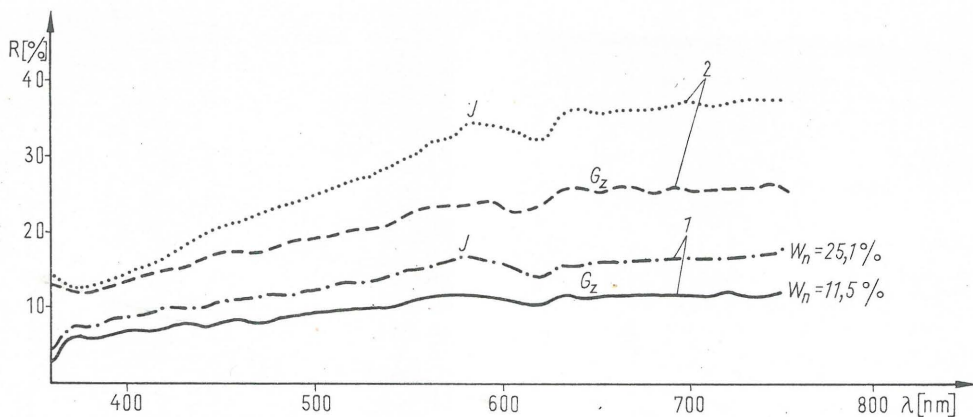
Analizując charakter krzywych spektrofotometrycznych stwierdza się ogólną prawidłowość wzrostu zdolności odbicia promieniowania od ultrafioletu do granicy z bliską podczerwienią, z lokalnymi oscylacjami, zwłaszcza w obszarze zielonym widma. Wartości współczynników jasności dla stanu powietrzno-suchego są w całym zakresie spektrum wyższe niż dla próbek o wilgotności naturalnej, przy czym obserwuje się zwiększenie różnic pomiędzy wielkością tych współczynników – od barwy niebieskiej w kierunku czerwonej. Znajomość współczynników jasności spektralnej ułatwia fotointerpretację, zwłaszcza w przypadkach, gdzie posiłkowanie się zespołem bezpośrednich i pośrednich cech rozpoznawczych nie daje w pełni jednoznacznego rezultatu.

Przyrost wielkości odbicia spektralnego jest różny dla poszczególnych typów litologicznych gruntów, dzięki czemu wzrasta również ich kontrast spektralny, dając odpowiednio większe zróżnicowanie tonalne na zdjęciu. I tak np., niewielki w stanie wilgotności naturalnej kontrast spektralny, pomiędzy gliną zwałową barwy ciemnobrunatnej a iltom warwowym o barwie brunatnopozielatej wzrasta ponad dwukrotnie w stanie powietrzno-suchym tych dwóch odmiennych litologicznie utworów (ryc. 4). Oznacza to zwiększenie możliwości deszyfracji tych gruntów na zdjęciach w podobnej proporcji, przyjmując że charakterystyka spektralna badanych gruntów o wilgotności naturalnej odpowiada cechom świeżo urobionej skarpy, stan zaś powietrzno-suchy charakteryzuje te same grunty po kilkudniowym postoju skarpy. Tym należałoby tłumaczyć, uzyskiwanie lepszych efektów fotointerpreta-



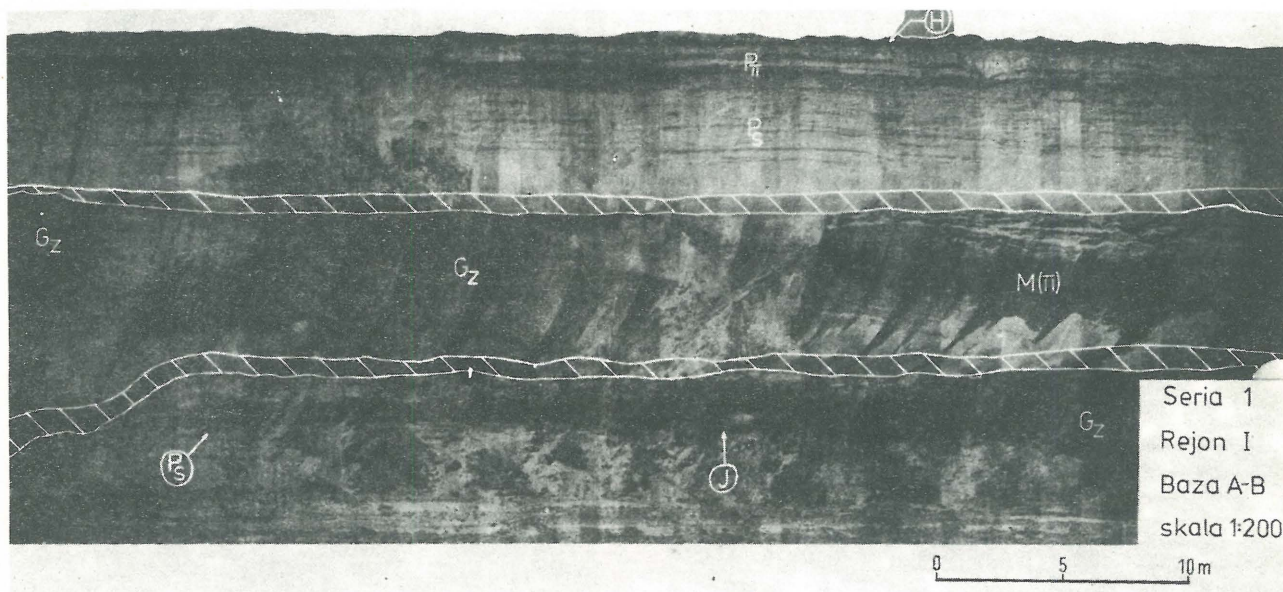
Ryc. 3. Typy tekstur obrazu fotograficznego wydzielonych typów litologicznych gruntów
a – serie piaszczyste, b – gliny zwalowe, c – mulki

Fig. 3. Types of textures of photographic images for the differentiated lithological types of soils
a – sandy series, b – tills, c – muds



Ryc. 4. Krzywe spektrofotogrametryczne dla iltu warwowego (J) i gliny zwałowej (G_z) w stanie wilgotności naturalnej (1) oraz w stanie powietrzno-suchym (2)

Fig. 4. Spectrophotometric curves for varved clay (J) and till (G_z) in natural moisture (1) and air-dry (2) state



Ryc. 5. Przykład ortofotomapy fragmentu skarpy w nadkładzie złoza

Fig. 5. An example of orthophotomap of a fragment of escarpment in deposit blanket

cyjnych na zdjęciach wykonywanych po upływie kilku dni od chwili wyprofilowania skarpy przez koparkę.

Porównanie rezultatów fotointerpretacji z bezpośrednimi obserwacjami wskazuje na możliwość poprawnego wydzielenia głównych typów i odmian litologicznych gruntów, takich jak: piaski, żwiry, gliny zwałowe, mułki itp. Brak natomiast cech rozpoznawczych pozwalających na jednoznaczną interpretację poszczególnych rodzajów gruntów w obrębie wydzielonych odmian litologicznych. Jak wykazały wstępne badania pewne nadzieje na rozwiązanie, przynajmniej częściowo tego zagadnienia, można wiązać z analizą spektrofotometryczną tych utworów. Kwestia ta wymaga jednak dalszych szczegółowych badań. Rezultaty opracowania fotogrametrycznego mogą być przedstawione w postaci ortofotomapy skarp odkrywkowej, stanowiącej syntezę treści obrazu fotograficznego i walorów mapy, a więc będące dokumentem w pełni kartometrycznym (ryc. 5). Ortofotomapa powinna również zawierać w sobie wyniki interpretacji geologicznej zdjęć w postaci odpowiednich symboli lub zespołu znaków kodowych. Ortofotomapy można wykonywać w rzucie na płaszczyznę pionową równoległą do przekroju skarpy, bądź też na inną

płaszczyznę pionową zorientowaną np. zgodnie z układem współrzędnych geodezyjnych kopalni.

Wyniki geologicznej interpretacji zdjęć mogą być również zakodowane w postaci numerycznej na nośnikach informacji, dających możliwość bezpośredniego ich wprowadzenia do maszyny cyfrowej. Taka forma rezultatów opracowania naziemnych zdjęć fotogrametrycznych umożliwia wykorzystanie ich treści geologicznej do automatycznego przetwarzania, w ramach aktualizacji banku danych geologicznych dla złoza.

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Przeprowadzone badania testowe oraz studia fotointerpretacyjne pozwoliły na sprecyzowanie wymogów dotyczących fotograficznej charakterystyki materiałów światłoczułych, procesu obróbki fotochemicznej oraz ustalono zasady w zakresie geologicznej interpretacji zdjęć. Stwierdzono, że możliwość interpretacji budowy geologicznej na podstawie zdjęć fotogrametrycznych istnieje w odniesieniu do głównych serii litologicznych gruntów. Trudne i problematyczne staje się wydzielenie drobniejszych warstw grun-

tów o grubości poniżej 30 cm. Również bardzo trudne, a niekiedy wręcz niemożliwe, jest określenie na podstawie zdjęć wilgotności i stopnia zageszczenia gruntów piaszczystych. Oszacowanie kohezji gruntu spoistego zależy od dokładności oceny jego wilgotności i typu litologicznego.

Deszyfracja zdjęć powinna być prowadzona w ścisłym nawiązaniu do konkretnych warunków geologiczno-górnicznych złoża, specyfiki budowy geologicznej danego regionu złożowego oraz sposobu prowadzenia eksploatacji. Fotointerpretator powinien dysponować określonym zasobem wiedzy teoretycznej oraz pewną praktyką w zakresie geologicznej obsługi kopalń, a w szczególności powinien mieć dobrą znajomość budowy geologicznej obszaru złoża, uzyskaną zarówno na podstawie wyników prac dokumentacyjnych, jak również bezpośrednich obserwacji terenowych, co do charakteru litologicznego, kontaktów, form zalegania itp. utworów geologicznych, odsłaniających się na skarpach i poziomach eksploatacyjnych odkrywk.

LITERATURA

1. Guzik K. – Sporządzanie uproszczonych zdjęć fotograficznych stereoskopowych dla dokumentacji geologicznej. Prz. Geol. 1961 nr 2.
2. Jacyński S. – Uproszczone metody fotogrametrii naziemnej przy kartowaniu geologicznym odkrywek. Ref. z XXV Konf. Nauk-Techn. SGP 1962.
3. Jacyński S. – Terro-stereofotogrametryczne opracowanie odkrywki w górnym dewonie na Górze Zamkowej w Chęcinach. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1962 t. 2.
4. Mierza W., Wróbel A. – Problemy fotogrametrycznej dokumentacji skarpi kopalni odkrywkowej – Mat. III Pos. Komisji Ochrony i Kształtowania Terenów Górniczych Bełchatowskiego Okręgu Górniczo-Energetycznego nt.: „Zastosowanie fotogrametrii w górnictwie odkrywkowym”, 1980.
5. Sprawozdanie za rok 1978 z pierwszego etapu badań w zakresie „Aktualizacja banku danych geologicznych z zastosowaniem terrofotogrametrycznej rejestracji ścian kopalń odkrywkowych”. Arch. Inst. Geol. Górn. i Przemysłowej AGH.

6. Sprawozdanie za rok 1979 z drugiego etapu badań w zakresie „Aktualizacja banku danych geologicznych z zastosowaniem terrofotogrametrycznej rejestracji ścian kopalń odkrywkowych. Ibidem.

SUMMARY

The methods of decoding geological content of surface photogrametric images for the needs of geological mapping of opencast mine escarpments are discussed. Geological interpretation of such photograms, is carried out with reference to a set of diagnostic features, the most important of which include texture of photographic image, shape, form and structural-sedimentary elements of sediments forming blanket of the exploded deposit. The knowledge of spectral characteristics of individual lithological types and varieties of soils is also important as it makes possible appropriate selection of photographic materials, type of filters and conditions and techniques of taking photos.

РЕЗЮМЕ

В статье представлена методика дешифрирования геологических наземных фотограмметрических снимков, сделанных для потребностей геологического картирования откосов карьеров.

Геологическая интерпретация фотограмм проводится на основании комплекса опознавательных свойств, среди которых самыми важными являются: текстура фотографического снимка, форма и структурно-седиментационные элементы отложений находящихся во вскрыше месторождения. Большое значение имеет тоже знакомство спектральной характеристики отдельных литологических типов грунтов, которое делает возможным правильный подбор фотографических материалов, типа фильтров, а также условий и способов делания снимков.