

Instytut Dróg i Mostów  
Politechniki Warszawskiej  
Warszawa

Elżbieta Lenczewska-Samotyja

KLUCZ FOTOINTERPRETACYJNY DO ROZPOZNANIA I  
OCENY ZŁOŻ GRUNTÓW DLA BUDOWNICTWA HYDROTECHNICZNEGO  
NA TERENIE KARPAT

Badania nad fotointerpretacyjnym rozpoznaniem złóż występujących w dolinach rzek karpaccich były wykonywane w Zakładzie Geotechniki Instytutu Dróg i Mostów. Panu Prof. Zbigniewowi Grabowskiemu Dyrektorowi Instytutu, składam serdeczne podziękowanie za pomoc podczas opracowywania zagadnienia.

Niniejsza praca była prowadzona w ramach problemu węzłowego 10.1.2., dotyczącego zagospodarowania dorzecza górnej Wisły. Celem opracowania była metoda umożliwiająca szybkie rozpoznanie występowania złóż gruntów sypkich i spoiстых w dolinach rzek karpaccich. Chodziło przede wszystkim o to, aby metoda ta, mogła być stosowana powszechnie, zwłaszcza przez inżynierów hydrotechników. Ponadto opracowany klucz fotointerpretacyjny został przedstawiony wyłącznie w oparciu o materiały jawne, pomimo, że podczas jego opracowywania jak również i stosowania należy korzystać z materiałów tajnych.

Klucz fotointerpretacyjny został opracowany w oparciu o następujące kryteria rozpoznawania złóż:

- a/ geomorfologiczne cechy rozpoznawania złóż,
- b/ związki pomiędzy geomorfologicznymi formami utworów pokrywowych a podłożem i obszarami alimentacyjnymi,
- c/ genezę form geomorfologicznych i budujących je zespołów gruntów,
- d/ analizę budowy geologicznej formy na podstawie uzyskanych materiałów,
- e/ analizę zasobów gruntów w złożu.

Charakterystyczna piętrowa budowa Karpat, zwłaszcza fliszowych, na które składają się utwory starszego podłoża i wyżej leżące utwory czwartorzędowe, pozwalają na przyjęcie założenia, że występujące w dolinach rzek utwory czwartorzędowe są zbudowane z gruntów sypkich i spoistych.

Jak wiemy, tarasy niskie rzek karpaccich zbudowane są prawie wyłącznie z gruntów sypkich, natomiast tarasy wysokie /ponad 20 m nad średni stan wody w korycie/ z reguły są dwudzielne. Tarasy wysokie w stropie zbudowane są z gruntów spoistych, pod którymi występują grunty sypkie, leżące najczęściej bezpośrednio na skalnym podłożu.

Wychodząc z ww. powszechnie przedstawionego w literaturze i potwierdzonego długoletnimi badaniami własnymi założenia, wystarczy rozpoznać na zdjęciu lotniczym formę terenu, w tym przypadku taras niski lub taras wysoki, często wraz z przyległym stokiem, a tym samym z reguły wyznacza się obszar występowania złoża.

Oczywistym jest, że rodzaj gruntu z jakiego zbudowana jest dana forma, określa nam przede wszystkim fototon. Tak więc przy okonturowaniu obszaru złoża uwzględnia się genezę formy i jej charakterystyczną rzeźbę oraz fototon.

Podczas opracowywania niniejszego zagadnienia wyróżniono złoża gruntów o następujących genezach:

- a/ w obrębie tarasów niskich - złoża aluwialne,
- b/ w obrębie tarasów wysokich - złoża: aluwialne, zboczowo-aluwialne, eoliczno-zboczowo-aluwialne, aluwialno-zboczowe.

Interpretację /pod kątem występowania ziół/ zaleca się przeprowadzać na możliwie aktualnych zdjęciach lotniczych, wykonywanych w skali około 1:10 000 do około 1:15 000.

Przed przystąpieniem do fotointerpretacji należy - jak to zwykle się czyni - zapoznać się z literaturą, materiałami publikowanymi i archiwalnymi dotyczącymi opracowywanych terenów. Szczególnie przydatne są wszelkie mapy geologiczne i topograficzne. Następnie należy dokonać przeglądu posiadanych materiałów fotogrametrycznych. Teren należy przeanalizować na fotoszkicach lub fotomapach oraz pojedynczych zdjęciach /bez używania stereoskopu/. Fotointerpretację należy wykonywać poczynając od elementów ogólnych i przechodząc do bardziej szczegółowych wg kolejności przedstawionej w kluczu.

Analizę rozpatrywanego odcinka doliny /już pod stereoskopem/, należy zacząć przede wszystkim od zakwalifikowania fragmentu doliny rzecznej do obszaru A /obszar doliny z rozwiniętymi tarasami - szeroko-

kiej/ lub do obszaru B /obszar doliny bez tarasów - wąskiej/. Dolin rzecznych oznaczonych pod punktem B dalej nie analizujemy, ponieważ są to obszary pozbawione występowania gruntów sypkich i spoistych w ilościach opłacalnych do eksploatacji na dużą skalę. W obrębie dolin szerokich w dalszym ciągu fotointerpretacji należy wyodrębnić tarasy niskie i wysokie, zlokalizować je, a następnie okonturować interesujące nas formy zbudowane z utworów sypkich lub spoistych. W kluczu podane są charakterystyki geomorfologiczne oraz cechy demaskujące złoża gruntów występujących w dolinach i na przyległych zboczach.

Powierzchnię złoża odczytuje się bezpośrednio ze zdjęcia lotni - czego po okonturowaniu obszaru występowania interesujących nas gruntów, lub po przeniesieniu granic złoża na odpowiednią mapę topograficzną.

Klucz fotointerpretacyjny obok przedstawionego tutaj schematu zawiera objaśnienia, w których przedstawiono sposób posługiwania się kluczem przy rozpoznawaniu złóż. Ponadto do objaśnień załączono zdjęcia naziemne przedstawiające wszystkie omawiane typy genetyczne złóż oraz ich profile.

W celu ułatwienia korzystania z klucza została opracowana mapa /1:200 000/, przedstawiająca podział dorzecza Wisły w obrębie Karpat polskich pod kątem występowania złóż materiałów sypkich i spoistych. Mapa ta, obok wyznaczonych obszarów występowania złóż, zawiera również dane odnośnie ogólnej budowy geologicznej złoża, a przede wszystkim orientacyjne miąższości występujących gruntów. Oprócz informacji zawartych w legendzie do mapy zostały opracowane szczegółowe objaśnienia uzupełniające, dotyczące zróżnicowanej budowy i rodzajów gruntów budujących złoża w różnych rejonach dolin rzek karpaccich. Opracowana mapa pozwala interpretatorowi, już przed przystąpieniem do rozpoznawania złóż pod stereoskopem, na orientacyjne zapoznanie się z rozmieszczeniem złóż oraz z ich budową na badanym terenie. Dzięki temu ogranicza się do minimum konieczność korzystania z innych materiałów publikowanych i archiwalnych.

W niniejszym artykule nie załącza się wspomnianej mapy, jak również nie załącza się szczegółowych objaśnień do klucza, które są przede wszystkim wykorzystywane przez fotointerpretatora-inżyniera. Materiały powyższe mogą być udostępnione po uprzednim wystąpieniu do Dyrekcji Instytutu.

Opracowywane przez Instytut złoża, po ich rozpoznaniu podczas fotointerpretacji kameralnej, były dalej badane szczegółowo w terenie podczas fotointerpretacji terenowej, a następnie wierceń sondą ręczną,

w celu ustalenia budowy i miąższości złożeń. Wiercenia były wykonywane w siatce średnio 200 x 200 m.

Badania laboratoryjne kilku tysięcy prób gruntów pobranych z wierceń i odkrywek naturalnych, pozwoliły na szczegółowe ustalenie ich genezy i podanie w kluczu uogólnionych cech mechanicznych gruntów występujących w poszczególnych formach terenu. Orientacyjne dane cech mechanicznych gruntów spoiстых dotyczą Lp, Ly, Wn oraz składu granulometrycznego. Cech mechanicznych gruntów sypkich nie podaje się, ponieważ są one zmienne i zależą od wielu czynników.

Złoża zbadane dla celów studialnych w czasie opracowywania klucza, mogą być w każdej chwili wykorzystane przez budownictwo hydrotechniczne, drogowe, kolejowe lub inne. Są one opracowane w kategorii C<sub>1</sub>. Tereny przez nas badane związane były prawie wyłącznie z rejonami przyszłych zbiorników wodnych w Karpatach i obejmowały od cinki dolin rzecznych na długości około 40 km każdy. Rozpoznanie złóż materiałów sypkich i spoiстых występujących w dolinach rzek karpacczych przy zastosowaniu opracowanego klucza fotointerpretacyjnego pozwala na znaczne skrócenie cyklu opracowania i rozpoznania złóż. Podane w kluczu cechy mechaniczne gruntów pozwalają już na etapie fotointerpretacji kameralnej zorientować się co do przydatności wydzielonych złóż.

Elżbieta Lenczewska-Samotyja

EIN LUFTBILD INTERPRETATIONS - SCHLÜSSEL  
 FÜR DIE ERKUNDUNG UND BEURTEILUNG VON ERDSTOFFLAGER-  
 STÄTTEN FÜR DEN WASSERBAU IM KARPATHENRAUM

Z u s a m m e n f a s s u n g

Der geologische Bau der Flussterassen im Gebiet des Karpathengebirgens, besonders in den Grenzen der Flyschkarpathen, zeigt einige charakteristische Gesetzmässigkeiten: die Nieder - Terrassen werden hauptsächlich von sandig-kiesigen Bödenarten der Flussbett-Fazies, die Hoch- und Mittelterrassen dagegen - durch sandig-kiesigen, an der Basis, und lehmigen Böden der Hochwasser-Fazies im Hangenden - gebildet.

Auf der Basis, dieser Gesetzmässigkeiten kann man mit Hilfe von Luftbildern, nach der Abgrenzung der genannten Terrassen, die Flächen der potentiellen Erdstoff-Lagerstätten, abgrenzen.

Der Schlüssel /Abb.1/ gibt die geomorphologische Charakteristiken und andere Erkennungsmerkmale der Lagerstätten in den Flussbettern und den angrenzenden Hanggebieten an. Die auf Grund der Luftbildinterpretation abgegrenzten Lagerstätten wurden dann im Gelände überprüft und mit Hilfe von Teilbohrungen exakt kartiert.

Auf Grund umfangreicher Laboruntersuchungen von Gesteinproben konnten dann ihre Genese und die gemittelten physikalischen und mechanischen Bodenkennziffern der Böden für die einzelnen geomorphologischen Einheiten in den Schlüssel mit angegeben werden.

Die Erkennung von bindigen und Lockerböden mit Hilfe ähnlicher Luftbild-Interpretations-Schlüssel erlaubt die Abklärung des Lagerstätten

-Erkundungs und Dokumentierungs-Zyklus. Die im Schlüssel angegebenen Bodenkennziffer erlauben schon im Rahmen der Luftbild-Interpretation die vorläufige Beurteilung einer ausgeschiedenen Lagerstätte.

**KLUCZ FOTOUTERPRETACYJNO-GEOLOGICZNY  
ROZPOZNAWANIA ZŁÓŻ GRUNTOW SYPKICH I SPOISTYCH  
WYSTĘPUJĄCYCH W DOLINACH  
RZEK KARPACKICH**

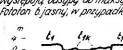
**Karpackie doliny  
narrowe i przyległe  
złocza**

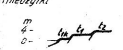
**A1**  
Spłaszczenia wałów koryta naczynego na wysokości 2-6m nad średnią poziomą wody w korycie. Rozciągłość niewielka, fałdów 6-8m, i szary. Na ogół obszar bez paków bocznych. Fałdów ogólnie szary.  
Wysławianie kamiennicy i łupku obranych  
**ZŁOŻA GRUNTOW SYPKICH**

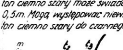
**A**  
Dolina szeroka, zbudowana w dolnych partiach wązkiego, łopacznego obszaru uprawy, ścieżek, paków stromo wzniesła. Występowanie równoległych lub prawie równoległych do koryta spłaszczeń na różnych wysokościach, na różnych partiach równorzędnych. Występowanie łupku obranego naczynych  
**OBZAR WYSTĘPIENIA ZŁOŻ GRUNTOW SYPKICH I SPOISTYCH**

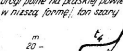
**A2**  
Spłaszczenia na wysokościach powyżej 60m nad średnią staną wody w korycie. Fałdów ogólnie szary. Stają rozmawiały wiec paków bocznych. Paki te są gęsto i wiec 2-6m. W szczytach i paków skrajach, łupki nie mogą występować doliny o płaskim dnie, z najwyższym punktem tarasem - stajiny 10-15m. Występowanie tarasów wysokich  
**ZŁOŻA GRUNTOW SPOISTYCH**

**B**  
Dolina naczyną wąską o stromych zboczach. Odznaki dolin naczynych proste z ciałnymi zakrzepkami. W korycie rzeki przeważa erozja. Długość iście paków i niegdy, przedpasie do rzeki głównej. Obszary naczynych paków. Długość spłaszczeń 10-15m na różnych wysokościach, bierzących równoległe do doliny głównej, lub są one przekształcone. Długość tarasów stajiny  
**OBZAR DOZBĄWIONY WYSTĘPIENIA ZŁOŻ GRUNTOW SYPKICH I SPOISTYCH**

**A.1.1** Równia z licznymi rozciągłościami koryta / wałkowata /  
W korycie i wałkach koryta, zwłoczona po wewnętrznej stronie szeroko, niski występowanie ciałek, do maksymalnej wysokości: 4-6m nad średnią staną wody. Fałdów 6-8m, w przypadku pokrętych rozmawiały - szaro szary.  
  
**KAMIENIEC  $t_k$**

**A.1.2** Obszar płaski, naczyniasty się wałce koryta rzeki na wysokości najwyższej 1-6m nad poziomą wody i wyższymi, pionowymi skarpami - granice pomiędzy spłaszczeniami, fałdów szary na tykach i pastwiskach, na pakach / szary / białawy, gładki, punktowy / na szarym nie, / najcięższy pasowata lub gładki / nieczyste.  
  
**TARAS  $t_1$**

**A.1.3** Obszar płaski, naczyniasty się wałce koryta rzeki, na wys. najwyższej 2-4m nad poziomą wody, i wyższymi pionowymi skarpami - granice pomiędzy  $t_{k1}$  lub  $t_1$  / forma niżej leżąca. Fałdów / szary / szary często ciemniejszy / ton ciemno szary może świadczyć o pokrywie glinowej / o matowatości pomies / 0,5m. Niski występowanie niewielkich i rzadkich obranych ciałek / z ciałkami, wówczas / ton ciemno szary do ciemnego.  
  
**TARAS  $t_2$  i lub  $t_{31}$**

**A.2.1** Obszar płaski ograniczony od strony rzeki prawie pionową skałą, przebieg w dółce wyraźny, podługowo łopacny, pochylony stoku do 6° / białawy od rzeki dale. ciałka zwielksta się przedpasie; w szirym rozecie. / ton naczynych szary / w cieniu szary. Długość paków na płaskim powierzchni i niegdy / niewiele / jecha strefa przędzia w masach, białawy, / ton szary.  
  
**TARAS WYSOKI  $t_4$  / lub wyższy / ZŁOŻE ALUWIALNE**

**A.2.2** Obszar dołkowo płaski, ograniczony od strony rzeki pionową skałą, przebieg w dółce dość długi, łopacny, pochylony stoku wzrostu stępnawo, rozprawy wysoko 2-3' / ostryi noskie stopniowo powiększają w szirym dółce. / ton szary / lub ciemno szary, / ton szary od rzeki, / ton ciemno / nieczyste / nieczyste / długi / na obszarze płaskim o łonie / szarym / lub szarym, / nieczyste / w szirym przędzia w dółce / na formę niżej, wiec / - najcięższy / strona / szary / poziomych zboczech / 10-15' / 3-5m. Długość / dołkowo / paków / fragmentary / mogą również / łopacne / przechodzić w / powierzchni / gładki / zwielksta / w górnej / (rozprawy / szary) /

**A.2.3** Obszar białki fałdy, nieczyste / kilka km<sup>2</sup> / demineralizacji / głęboko 2-3m, od rzeki / ograniczony / szirym / przedpasie / szary. / Strefa przędzia w dółce. / Ton szary / szary. / Długość / w / szary / szary / nieczyste / nieczyste /

**A.2.4** Obszar płaski, ograniczony od strony rzeki stromo / obalonymi / obalonym / szary, / długi / od / dółce / w / szary / szary / nieczyste / nieczyste /

**o** - do w szirym / średnio do ok. 4km / od / rzeki / Karpacki

**CECHY MECHANICZNE**  
CECHY MECHANICZNE GRUNTOW SYPKICH ZALEŻA M I DO SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO I LITOLOGICZNEGO. STOPNIĄ ZWIĘTLENIA, OBOCZCZENIA I KOSZTAŁU. OTOCZAKÓW, WIĄZA SIE ONE RÓWNIEŻ Z WIEKLOSCIA RZEKI, DŁUGOSCIA TRANSPORTU I JEJ ROZDZIAJEM, ZROZNIACZENIEM WYKSZTAŁCENIA LITOLOGICZNEGO SKALNEGO PODŁOŻA RZEKI GŁÓWNEJ I JEJ DOPŁYWÓW

Rodzaje gruntów	Granice konsystencji / płynność / plastyczność / $t_p$	Uziarnienie / Frakcja / pasowata / pyłowa / $t_{p1}$	Wspornosć / rozprawy / $W_{R1}$
<b>Wartości średnie wyrażone w %</b>			

<b>Gr. G<sub>0, G</sub></b>	18	30	36	34	41	19
-----------------------------	----	----	----	----	----	----

<b>Gr. G<sub>0, G<sub>01</sub> T</sub></b>	19	38	26	64	47	22
--	----	----	----	----	----	----

<b>Gr. T<sub>0, T<sub>01</sub> T</sub></b>	24	37	22	66	43	26
--	----	----	----	----	----	----

<b>Gr. G<sub>0, G<sub>01</sub> G<sub>01</sub></sub></b>	20	40	26	47	44	22
---	----	----	----	----	----	----

Opis: E. Lenczewska - Samojlik