

## KATALOG WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH SKAŁ CENTRALNEGO REJONU WĘGLOWEGO LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

UKD 624.131.43(083)(438 – 12)

Badania geotechniczne skał Lubelskiego Zagłębia Węglowego prowadzone były przez różne uczelnie, instytucje i przedsiębiorstwa. Spowodowało to znaczne rozproszenie materiałów dokumentacyjnych dotyczących własności fizyczno-mechanicznych górotworu, co nie sprzyjało szybkemu i pełnemu wykorzystaniu ich przez jednostki projektowe, badawcze i wykonawstwa górniczego. Zaisntniała więc konieczność zgromadzenia w jednym zbiorze maksymalnej ilości informacji dotyczących fizyczno-mechanicznych własności skał CRW-LZW. Rozwiązania tego problemu podjął się Oddział Terenowy w Lublinie Głównego Instytutu Górnictwa, opracowując sukcesywnie od 1977 r. w ramach prac planowych – Katalog cech fizyczno-mechanicznych skał Centralnego Rejonu Węglowego – Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

W latach 1977 – 1983 powstało 7 opracowań. Zawarto w nich skatalogowane własności skał z CRW-LZW, pochodzące z:

- 68 otworów wiertniczych złożowych i specjalistycznych,
- 4 szybów,
- pierwszych wyrobisk podziemnych kopalni w Bogdancie oraz z obszaru NOW-LZW pochodzące z:
- 3 otworów wiertniczych.

Podjęcie realizacji tej pracy poprzedzono konsultacjami z jednostkami mającymi w przyszłości korzystać z katalogu, dotyczącymi m.in. zakresu, formy katalogu i wyboru najistotniejszych parametrów geotechnicznych.

### ZAKRES I FORMA KATALOGU

Katalog jest zbiorem wyników badań własności fizyczno-mechanicznych skał, pochodzących z otworów badawczych i szybów CRW-LZW oraz w niewielkim stopniu z wyrobisk poziomych Kopalni Pilotująco-Wydobywczej w Bogdancie. Na pewnym etapie realizacji katalogu powstał projekt rozszerzenia go na Północny Rejon Węglowy-LZW, wprowadzono do katalogu dane pochodzące jedynie z trzech otworów badawczych tego rejonu.

Katalogowi nadano formę opracowania obejmującągo części:

- tabelaryczną, stanowiącą jego zasadniczą część; zawiera ona wprowadzone do katalogu wyniki badań własności fizyczno-mechanicznych skał;
- graficzną, będącą uzupełnieniem części tabelarycznej; składa się ona z mapy rozmieszczenia otworów badawczych CRW-LZW oraz ze zbioru kart otworów wiertniczych i profili szybów objętych katalogiem, zawierających lokalizację pobranych do badań próbek skał z górotworu;
- tekstową, zawierającą informacje dotyczące podziału katalogu, zastosowanych w nim oznaczeń, metodyki wyznaczania parametrów geotechnicznych oraz opis części graficznej katalogu, jak również wartości średnie i ekstremalne katalogowanych własności skał.

Uwzględniając litologiczno-stratygraficzny podział skał CRW-LZW w zbiorze danych – gromadzonych w ka-

talogu – wydzielono podzbiory, tj. grupy skał. Praktycznie podziału dokonano wydzielać w poszczególnych formacjach stratygraficznych następujące zasadnicze grupy skał, przypisując każdej z nich oznaczenie kodowe:

I. Utwory kredy: a) wapień, b) kreda, c) margle, d) piaskowce.

II. Utwory jury: a) wapień organodetrytyczne, pelityczne, zapiaszczone i inne, b) wapień oolitowe i skaliste, c) piaskowce drobnoziarniste, d) piaskowce średnioziarniste, e) brekcje i dolomity.

III. Utwory karbonu: a) iłowce, b) mułowce, c) piaskowce drobnoziarniste, d) piaskowce średnioziarniste, e) inne (gleba stigmariowa, łupek węglowy, pyłowiec, brekcje), f) węgle, g) skały przywęglowe – przerosty, stropy, spągi.

Wprowadzenie do katalogu danych polegało na:

– zakwalifikowaniu na podstawie opisu makroskopowego próbki skalnej,

– wyników badań przeprowadzonych na materiale skalnym z niej pochodzącym – do jednej z w.w. grup skał;

– przeniesieniu na matryce odpowiedniego podzbioru (grupy skał) – wyników badań własności fizyczno-mechanicznych skał, objętych katalogowaniem;

– oznaczeniu, na odpowiedniej karcie otworu wiertniczego lub profilu szybu – miejsca pobrania do badań próbki skalnej z górotworu i opisaniu tego miejsca numerem kodowym danej próby. Numer kodowy próby utworzono z dwóch członów. Pierwszy z nich odpowiada grupie skał, do której próbka została zakwalifikowana, drugi natomiast jest kolejnym numerem próbki skalnej w danej grupie;

– oznaczeniu – na mapie rozmieszczenia otworów badawczych – każdego otworu badawczego lub szybu odpowiednim symbolem graficznym;

– przeprowadzeniu – w rozbiu na poszczególne grupy skał (podzbiory) – obliczeń wartości średnich i ekstremalnych katalogowanych własności skał, a następnie na zestawieniu ich w postaci tablic, wchodzących w skład części tekstowej katalogu. Dla przykładu podano, w tab. I-IV wartości średnie wybranych parametrów fizyczno-mechanicznych skał górotworu CRW-LZW.

Katalogowane dane pochodzące z badań własności fizyczno-mechanicznych skał CRW-LZW, dotyczyły wybranych – najistotniejszych parametrów geotechnicznych.

Wśród parametrów fizycznych, były to:

- gęstość właściwa –  $\rho_w$ ,
- gęstość objętościowa –  $\rho_o$ ,
- gęstość objętościowa w stanie suchym –  $\rho_{os}$ ,
- nasiąkliwość wagowa –  $Nw$ ,
- wskaźnik rozmakania –  $r$ ,
- wilgotność naturalna –  $Wn$ ,
- wilgotność całkowita –  $Wc$ ,
- wilgotność badania –  $Wb$ ,

a wśród mechanicznych:

WARTOŚCI ŚREDNIE WYBRANYCH WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH SKAŁ CRW-LZW – KREDA

Rodzaj skały	Własności średnie i liczebność	$\rho_w^*$	$\rho_o$	$\rho_{os}$	$Nw$	$Wn$	$Wc$	$Rc$	$Rr$	$Rt$	$Wb$	$Rcn$	$Rcw$	$\varphi$	$K$	$E$	$\nu$	$Rc - 10^\circ C$
		g/cm <sup>3</sup>			%			MPa			%	MPa		deg	MPa		–	MPa
wapienie	$W_{sr}$ $n$	2,64 588	1,89 729	1,90 25	11,98 552	10,58 405	15,60 22	19,7 683	1,2 418	4,7 350	1,6 195	12,5 284	14,2 116	52°41' 99	2,46 99	3424 272	0,12 265	– –
kreda	$W_{sr}$ $n$	2,71 187	1,78 211	1,79 23	20,77 166	13,56 69	18,37 23	9,3 275	0,6 109	2,5 64	2,83 27	5,1 104	6,5 41	31°13' 31	1,50 33	2015 61	0,11 71	– –
margle	$W_{sr}$ $n$	2,60 253	1,90 226	1,62 14	23,37 171	20,67 115	22,30 9	8,4 201	0,48 162	2,18 104	2,84 69	3,76 90	4,1 65	51° 29	1,40 29	1580 82	0,12 74	5,2 5
piaskowce	$W_{sr}$ $n$	2,70 26	2,27 27	– –	6,38 11	11,92 28	– –	26,6 9	2,0 6	4,4 8	1,53 11	23,0 4	29,9 3	40°20' 2	1,74 2	5557 5	0,11 2	– –

\* Objaśnienia symboli w tekście.

 $Rc - 10^\circ C$  – wytrzymałość na ściskanie w temperaturze  $-10^\circ C$ .

Tabela II

WARTOŚCI ŚREDNIE WYBRANYCH WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH SKAŁ CRW-LZW – KARBON

Rodzaj skały	Wartość średnia i liczebność	$\rho_w^*$	$\rho_o$	$\rho_{os}$	$Nw$	$Wn$	$Wc$	$Rc$	$Rr$	$Rt$	$Wb$	$Rcn$	$Rcw$	$\varphi$	$K$	$E$	$\nu$
		g/cm <sup>3</sup>			%			MPa			%	MPa		deg	MPa		–
iłowce	$W_{sr}$ $n$	2,76 1008	2,52 940	2,48 41	3,15 863	2,90 661	– –	46,6 1180	3,1 499	9,7 457	1,52 770	34,2 365	21,9 119	54°02' 102	6,4 102	8479 264	0,13 247
mułowce	$W_{sr}$ $n$	2,65 556	2,51 649	2,52 30	2,18 474	1,69 568	1,64 9	56,2 614	3,3 548	9,5 430	1,31 446	33,2 356	30,4 80	59°03' 95	5,8 95	8131 371	0,13 331
piaskowce drobnoziarniste	$W_{sr}$ $n$	2,65 303	2,49 295	2,27 14	3,45 67	4,09 122	5,51 14	50,7 478	4,4 299	10,5 234	0,98 157	39,8 273	43,8 32	45°10' 101	7,2 101	8239 177	0,11 214
piaskowce średnioziarniste	$W_{sr}$ $n$	2,66 123	2,53 170	2,10 1	3,71 119	4,54 109	6,50 1	50,9 204	3,0 142	8,7 113	0,67 93	40,7 115	34,0 1	49°30' 12	6,9 12	7549 123	0,18 84
iłowcowa gleba stigmariowa	$W_{sr}$ $n$	2,59 181	2,47 200	– –	3,93 98	2,93 95	– –	29,2 156	2,4 79	6,6 89	2,0 142	21,2 32	11,6 1	61°45' 20	2,8 20	7002 36	0,16 31
mułowcowa gleba stigmariowa	$W_{sr}$ $n$	2,58 21	2,48 34	– –	3,12 13	2,16 13	– –	41,2 38	3,0 23	9,1 18	1,32 19	27,7 9	– –	– –	– –	7476 14	0,14 11

\* Objaśnienia w tekście.



Tabela III

WARTOŚCI ŚREDNIE WYBRANYCH WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH WĘGLA CRW-LZW

Wartość średnia i liczebność	$\rho_w^*$	$\rho_o$	$\rho_{os}$	$Wn$	$Rc$	$Rcw$	$Rr$	$Rt$	$Wb$	$E$	$f_u$
	g/cm <sup>3</sup>			%	MPa				%	MPa	—
$W_{sr}$ $n$	1,41 167	1,29 167	1,23 15	8,24 77	14,4 159	15,1 24	1,9 11	3,9 7	5,76 89	905 22	1,15 329

Tabela IV

WARTOŚCI ŚREDNIE WYBRANYCH WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH SKAŁ PRZYWĘGLOWYCH CRW-LZW

Wartość średnia i liczebność	$\rho_w^*$	$\rho_o$	$Nw$	$Rc$	$Rc_{ML}$	$Rc_{ML II}$	$Rr$	$Rt$	$Wb$	$f_u$
	g/cm <sup>3</sup>		%	MPa				%	—	
$W_{sr}$ $n$	2,37 151	2,24 251	8,16 75	20,0 21	23,5 221	21,6 201	1,2 205	3,9 147	2,08 114	2,36 244

\* Objaśnienia symboli w tekście.

$Rc_{ML}$  – wytrzymałość na ściskanie wyznaczona młotkiem Poldiego.

- wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym –  $Rc$ ,
- wytrzymałość na ściskanie w stanie wilgotności naturalnej –  $Rcw$ ,
- wytrzymałość na ściskanie w stanie nasycenia wodą –  $Rcn$ ,
- wytrzymałość na rozrywanie –  $Rr$ ,
- wytrzymałość na ściskanie –  $Rt$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego –  $\varphi$ ,
- spójność (kohezja) –  $k$ ,
- moduł Younga –  $E$ ,
- współczynnik Poissona –  $\nu$ ,
- wskaźnik urabialności –  $fn$ ,
- wskaźnik zwięzłości –  $fz$ .

Metodyka przeprowadzonych badań, oparta na obowiązkujących w zakresie oznaczania własności fizyczno-mechanicznych skał, normach, instrukcjach i zaleceniach, podana została w części tekstowej katalogu. Przy sporządzaniu katalogu wykorzystano materiały dokumentacyjne i opracowania dotyczące badań własności fizyczno-mechanicznych skał wykonane przez następujące instytucje i przedsiębiorstwa:

- Główny Instytut Górnictwa w Katowicach,
- Główny Instytut Górnictwa – Oddział Terenowy w Lublinie,
- Instytut Geologiczny, Oddział Górnośląski w Sosnowcu,
- Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie,
- Kopalnie Lubelskiego Zagłębia Węglowego,
- Międzyresortowy Instytut Materiałów Budowlanych i Ogniotrwałych AGH w Krakowie,
- Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Budownictwa Górniczego BUDOKOP w Mysłowicach,
- Politechnika Lubelska,
- Przedsiębiorstwo Geologiczne w Katowicach,
- Przedsiębiorstwo Geologiczne w Kielcach,
- Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Zakład w Lublinie,
- Zakład Usług Technicznych przy NOT w Lublinie.

#### PRÓBA PRZYSTOSOWANIA KATALOGU DO METOD ETO

Na pewnym etapie realizacji katalogu rozważano możliwość przystosowania go do metod ETO. W ramach przy-

gotowań do realizacji problemu, dokonano (2) przeglądu zagranicznych i krajowych systemów informatycznych stosowanych w geologii. Analiza formy i zakresu funkcji, jakie spełniają czynne i opracowywane systemy informatyczne wykazała, że najkorzystniejszym systemem, na którym wskazane byłoby wzorowanie się przy opracowywaniu założeń do skomputeryzowanej archiwizacji własności fizyczno-mechanicznych skał CRW-LZW – jest system SAGWIG, opracowywany przez Instytut Geologiczny w Warszawie, dla gromadzenia danych z wierceń.

Podjętą próbę przystosowania katalogu do metod ETO uważać należy za wstępną. Być może, opracowywany w Głównym Biurze Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach – system Komputerowego Wspomagania Projektowania Kopalni – KWPK (8) – przyczyni się do kompleksowego rozwiązania problemu w skali górnictwa całego kraju.

#### MAPY WŁASNOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH SKAŁ

W trakcie katalogowania własności fizyczno-mechanicznych skał podjęto próbę przedstawienia w formie graficznej uśrednionych wyników wykonanych badań, wybranych – najbardziej przydatnych górnictwu przy projektowaniu i eksploatacji – parametrów geotechnicznych skał CRW-LZW (3).

Kształtowanie się własności fizyczno-mechanicznych skał przedstawiono w dwóch układach, a mianowicie:

- w jednym obrazującym zmiany własności skał wraz z głębokością,
- w drugim natomiast, obrazującym zmiany własności skał w przekroju poziomym.

Zmiany własności skał wraz z głębokością przedstawiono na przykładzie profili otworów badawczych, rozmieszczonych w linii zbliżonej do rozciągłości złoża i w linii zbliżonej do kierunku prostopadłego do rozciągłości. Sposób ten zastosowano do przedstawienia wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym i współczynnika rozmiękczenia warstw nadkładu i karbonu. Zmiany własności w przekroju poziomym zobrazowano na podkładzie mapowym. W przypadku warstw karbońskich przedstawiono ich zmienność w granicach zalegania poszczególnych pokładów węgla, o miąższości nie mniejszej niż 60 cm.



Przedstawione graficzne zmiany własności skał stropowych dotyczyły następujących parametrów:

- wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym –  $R_c$ ,
- współczynnika rozmiękczenia –  $m$ ,
- wytrzymałości na rozrywanie –  $R_r$ .

W przypadku skał spagowych były to parametry:

- wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym –  $R_c$ ,
- wskaźnik rozmakania określony po 1/2 i po 4 godz. –  $r$ .

Zmiany własności skał węgla przedstawiono graficznie na przykładzie urabialności ( $f_n$ ). Parametrem charakteryzującym skały nadkładu była wytrzymałość skał na ściskanie w stanie powietrzno-suchym ( $R_c$ ).

#### PODSUMOWANIE

Katalog swoim zasięgiem obejmuje cały obszar CRW – LZW oraz 3 otwory badawcze z NOW – LZW. Ogółem z rejonu CRW – LZW wprowadzono do katalogu ok. 35 000 wyników badań pochodzących z ok. 6500 miejsc pobrania skały, natomiast z rejonu NOW – LZW ok. 2500 wyników badań z ok. 240 miejsc pobrania skały z górotworu. Opierając się na skatalogowanych wynikach badań geotechnicznych CRW – LZW dokonano ich przeliczeń, co pozwoliło na zestawienie charakterystycznych dla różnych rodzajów skał wartości średnich (tab. I – IV) i ekstremalnych parametrów geotechnicznych.

W ramach katalogowania własności fizyczno-mechanicznych skał, oprócz prac bezpośrednio związanych z wykonaniem katalogu, podjęto próbę graficznego przedstawienia uśrednionych, wybranych parametrów geotechnicznych oraz przystosowania katalogu do metod ETO. W miarę postępu prac przy głębszym szybach w CRW – LZW planuje się sukcesywnie uzupełnianie katalogu o uzyskiwane wyniki badań własności fizyczno-mechanicznych skał CRW – LZW.

#### LITERATURA

1. Gawlik J., Zapędowski J., Golonka M. – Opracowanie katalogu i map własności fizyczno-mechanicznych skał wraz ze wstępną ich klasyfikacją dla doboru obudów ścianowych i chodnikowych w warunkach LZW. 101.06.06.13. GIG OT Lublin 1977. Arch. GIG OT w Lublinie.
2. Gawlik J., Zapędowski J., Golonka M. – Katalog własności fizyczno-mechanicznych skał w LZW – Uzupełnienie i rozszerzenie zakresu katalogu własności skał LZW oraz opracowanie zasad przystosowania go do metody ETO. 01.6.04.01.8. Ibidem 1978.
3. Gawlik J., Nieściur J. i in. – Katalog i mapy własności fizyczno-mechanicznych skał w LZW – uzupełnienie katalogu własności fizyczno-mechanicznych skał. 01.6.04.01.12/1. Ibidem 1979.
4. Gawlik J., Nieściur J. i in. – Katalog cech fizyczno-mechanicznych skał w LZW – uzupełnienie katalogu. 01.6.04.01.2/1. Ibidem 1980.
5. Gawlik J., Nieściur J. i in. – Katalog cech fizyczno-mechanicznych skał w LZW – uzupełnienie katalogu. 120.04.01/P02/81. Ibidem 1981.
6. Kowalska-Gładysz B. i in. – Katalog cech fizyczno-mechanicznych skał CRW – LZW – otwory: OP-5, OP-7, Ł-2, Ł-9 i L-124 (CRW) oraz K-18 (Płn. RW). 120.04.01/P02/82/B2. Ibidem 1982.

7. Kowalska-Gładysz B. i in. – Katalog cech fizyczno-mechanicznych skał CRW – LZW – otwory: L-123, L-126, L-138. 120.04.01.02/4. Ibidem 1983.
8. Pozor L., Sznurawa J. – Komputerowe wspomaganie projektowania kopalni węgla kamiennego w fazie założeń techniczno-ekonomicznych. Budownictwo Węglowe, Projekty – Problemy 1983 nr 7 – 8.

#### SUMMARY

The Catalogue of Physico-mechanical Properties of Rocks in the Central Coal Region, Lublin Coal Basin, represents a summary of results of geotechnical tests on rocks from 68 boreholes, 4 mine shafts and first horizontal mining works in this region and 3 boreholes from the Northern Coal Region – Central Coal Region. It consists of three parts:

- the major, tabular part, presenting results of tests on physico-mechanical properties of rocks;
- graphic part, comprising location map of exploratory boreholes in the Central Coal Region, Lublin Coal Basin, as well as columns of boreholes and mine shafts; and
- text part, presenting information on subdivision of the catalogue, the used symbols, methods of evaluation of geotechnical parameters and comments to the graphic parts as well as tables of mean and extremal values of the relevant rock properties.

Attempt is made to present mean values of selected geotechnical parameters in graphs. Moreover, there are discussed possibilities to adjust the catalogue to the use by computer methods.

#### РЕЗЮМЕ

Каталог физико-механических свойств пород Центрального района Люблинского угольного бассейна является перечнем результатов геотехнических исследований пород из 68 буровых скважин, 4 стволов и первых подземных выработок Центрального угольного района Люблинского угольного бассейна, а также из 3 буровых скважин из района Северного угольного округа Центрального угольного бассейна.

Каталог состоит из 3 частей:

- табельной, которая составляет собой основную часть каталога; она содержит результаты исследований физико-механических свойств пород;
- графической, содержащей карту расположения исследовательских скважин Центрального угольного района Люблинского угольного бассейна, а также набор материалов из буровых скважин и разрезов;
- текстовой, содержащей информации в области деления каталога, примененных в нем обозначений, методики определения геотехнических параметров, а также описание графической части каталога и табельную сводку средних и экстремальных величин свойств пород собранных в каталоге.

В статье сделана попытка графического представления усредненных избранных геотехнических параметров, а также рассмотрены возможности приспособления каталога к методам электронной вычислительной техники.