

STRUKTURALNE EFEKTY PROCESU ODPRĘŻENIA W OSADACH NIESKONSOLIDOWANYCH OKOLIC NOWYCH CZAPLI

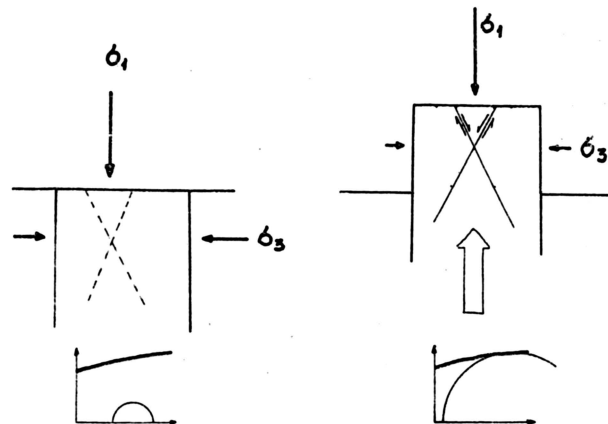
UKD 624.131.21'431:532.135:551.333:551.89(438—15 Nowe Czaple)

W obrębie masywów skalnych, zbudowanych z materiałów skonsolidowanych (skały głębinowe, wylewne, metamorficzne i osadowe), w okresie ich formowania zostały nagromadzone znaczne ilości energii. Gdy, dzięki procesom denudacji lub ruchów górotwórczych, masywy te zostały odsłonięte i wyniesione na powierzchnię, rozpoczął się w nich proces rozprężania (relaksacji), tzn. wyzwalała nagromadzoną energię odkształcenia. Proces ten jest niezmierznie powolny, dzięki czemu w formacjach najmłodszych trwa do czasów obecnych.

W wyniku relaksacji powstają w masywach skalnych strefy tzw. spękań odciążenia, sięgające ok. 50 m w głąb. Materiał skalny jest podzielony spękaniami poziomymi na warstwy ok. 2 m grubości, te zaś podzielone są spękaniami poprzecznymi na bloku o prawie jednakowych długościach wszystkich krawędzi (7). Na kształt powierzchni spękań, ich przebieg i wzajemną orientację mają również wpływ właściwości mechaniczne danej skały (płaszczyzny łupliwości itp). Rozwarcie szczelin powstałych w ten sposób wynosi przeciętnie ok. 2 mm, przy czym szczeliny te zazwyczaj nie są wypełnione żadnym materiałem (7). Jednocześnie, wskutek tektonicznego wypiętrzenia en bloc, dzięki reorientacji panującego w masywie układu naprężeń, dochodzi w obrębie zrębu do utworzenia uskokuw normalnych, będących rezultatem procesu odprężenia w strefie wyniesionej ponad poziom otoczenia (ryc. 1) (4).

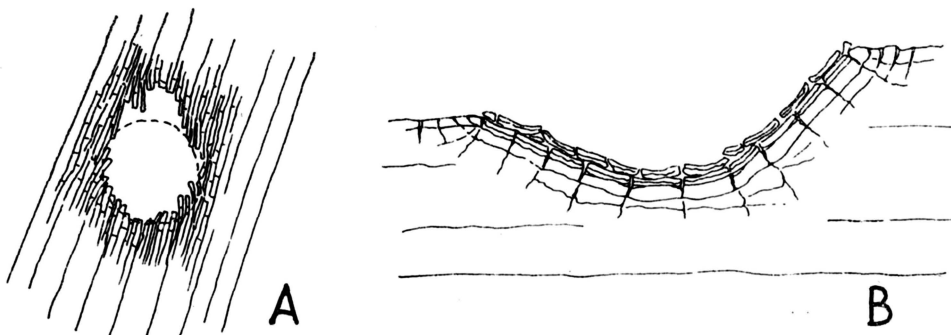
Jak wspomniano, odprężenie obejmuje powierzchnię warstwę skał odciążonych. Niejednokrotnie w obrębie wyrobisk górniczych zarówno odkrywkowych, jak i wgłębnych można dostrzec specyficzne

spękania na powierzchni skał (ryc. 2). Badania przeprowadzone przez Japończyków w chodnikach kopalni głębinowej wykazały, że w ciągu 2,5 roku nastąpiło zmniejszenie średnicy chodnika o ok. 5 cm (7). Tak intensywny przebieg procesu odprężenia w skonsolidowanych masywach umożliwiającą cechy me-



Ryc. 1. Formowanie uskokuw normalnych w efekcie wypiętrzenia en bloc (wg Jaroszewskiego, 1974).

Fig. 1. Formation of normal faults in result of en bloc uplift (after W. Jaroszewski, 1974).

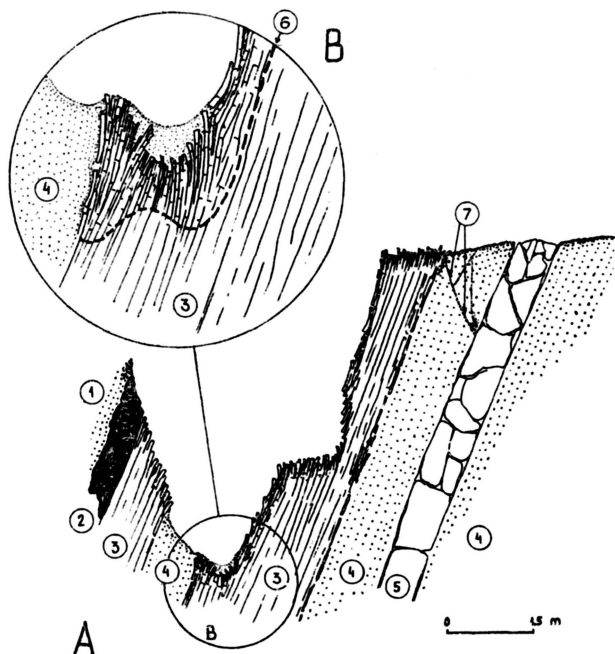


Ryc. 2. Przykłady struktur relaksacyjnych w skałach litych.

A — w chodniku kopalnianym, B — w zagłębieniu powierzchni terenu (wg Kisiela, 1973).

Fig. 2. Examples of relaxation structures in massive rocks.

A — in mine gallery, B — in depression in terrain surface (after Kisiel, 1973).



Ryc. 3. Struktury relaksacyjne w okolicach Nowych Czapli.

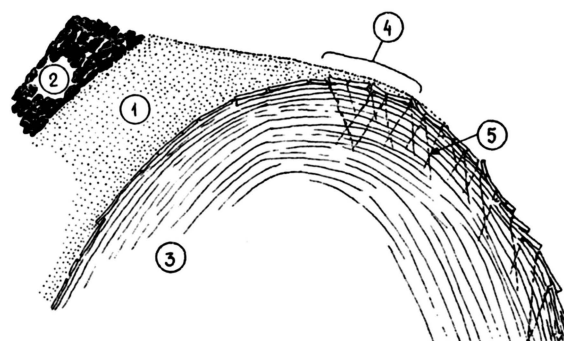
1 — piaski średnioziarniste, 2 — wypalony pokład węgla brunatnego, 3 — il brązowy, 4 — piaski bardzo drobnoziarniste, 5 — pyły częściowo zlitfikowane, 6 — granica występowania rozwartych szczelin relaksacyjnych, 7 — uskoki normalne w piaskach genezy grawitacyjnej. A — generalny obraz struktury, B — zbliżenie dna obniżenia erozyjnego.

Fig. 3. Relaxation structures from the vicinities of Nowe Czaple.

1 — medium-grained sands, 2 — burned-out brown coal seam, 3 — brown clay, 4 — very fine-grained sands, 5 — partly lithified silts, 6 — boundary of occurrence of open relaxation fissures, 7 — normal faults in sands of gravitational origin. A — general structural image, B — close-up of erosional depression floor.

chaniczne skał je budujących, a zwłaszcza znaczna lepkość i sprężystość, zdolność pełzania i inne, typowe dla ciał reologicznych.

Osad nieskonsolidowany różni się od ciał zwiezłych przede wszystkim tym, iż w swej masie zawiera proporcjonalnie dużo wody i gazów. Wszystkie składniki tworzą mieszaninę o specyficznych parametrach mechanicznych. Fakt ten powoduje odmienną reakcję osadów nieskonsolidowanych na działające nań naprężenia, jak również odmienny przebieg procesu deformacji. Sprężystość jest w nich zależna od stopnia zagęszczenia lub spójności. Jak wiadomo, spójność osadów luźnych jest tak znikoma, iż pomija się ją zazwyczaj w wyliczeniach geotechnicznych. Wskutek dużej wodoprzepuszczalności ciśnienie neutralne szybko zanika, dzięki czemu szkielet od razu

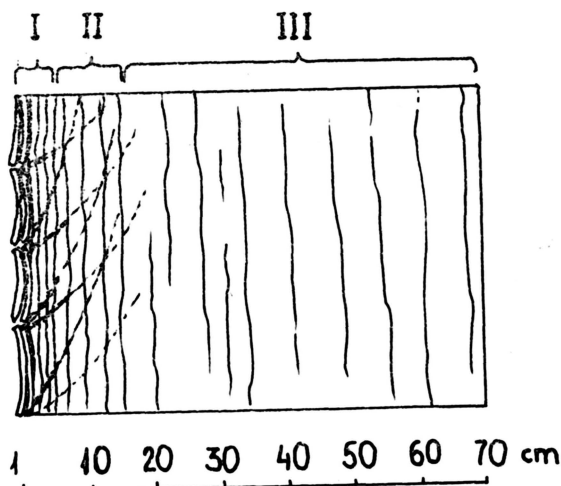


Ryc. 4. Struktury relaksacyjne w okolicach Nowych Czapli.

1 — piaski bardzo drobnoziarniste, 2 — wypalony pokład węgla brunatnego, 3 — il brązowy, 4 — strefa pogrzebania struktur relaksacyjnych przez zmyw warstwy płaszczystej, 5 — uskoki normalne.

Fig. 4. Relaxation structures from the vicinities of Nowe Czaple.

1 — very fine-grained sands, 2 — burned-out brown coal seam, 3 — brown clay, 4 — zone of burial of relaxation structures by washed-down sandy layer, 5 — normal faults.



Ryc. 5. Profil poziomego wkopu w serii ilów brązowych. Objasnienia i omówienie w tekście.

Fig. 5. Profile of horizontal entrenchment in brown clays series. Explanations and discussion given in the text.

przejmuje obciążenia (9, 6). Szkielet zaś ma sprężystość ogromną, dzięki czemu w całej masie ośrodka gruntownego może być uznany za nieściśliwy.

W gruntach spoistych, prócz sił na stykach ziaren, występują również siły międzycząsteczkowe. Biorąc

pod uwagę fakt, iż materiał ilowy odznacza się właściwościami reologicznymi, co należy rozumieć jako występowanie w nim opóźnienia sprężystego i pełzania, stwierdzamy że zjawisko relaksacji może w nim zachodzić podobnie jak w skałach litych. Jednak relaksacja jest tu wywołana faktem specyficznej budowy osadów ilastych. Wskutek długotrwałych obciążeń osady ilaste mogą ulec przekonsolidowaniu. Polega ono na pokonaniu oporu filtracji i zbliżeniu cząstek osadu do siebie. Osad przekonsolidowany charakteryzuje się znacznym zmniejszeniem osiadań, ale także znacznym obniżeniem wytrzymałości. Po odciążeniu ściśnięte cząstki wykazują tendencję do oddalania się, a więc do rekonstrukcji tekstury pierwotnej, na przeszkodzie czemu stoi ponownie opór filtracji. Odprężenie ośrodka zachodzi więc bardzo powoli (9, 1, 5).

Powyższe fakty i wyniki badań reologii gruntów i skał wskazują, że strukturalne efekty zjawiska relaksacji w osadach nieskonsolidowanych można obserwować — w sprzyjających warunkach — wyłączając w osadach bardzo spoistych, które w swej historii uległy znacznemu przekonsolidowaniu w bardzo długim czasie. Warunek ten spełniają jedynie iły i bardzo ciężkie gliny trzeciorzędowe i czwartorzędowe, przekonsolidowane ciśnieniem lądolodu skąpcynawskiego. W osadach luźnych nie mogą rozwijać się strukturalne efekty odciążenia. Są one za to znacznie bardziej podatne na deformacje natury grawitacyjnej. Z tego względu autor wysuwa wątpliwości co do relaksacyjnej genezy struktur opisanych przez K. Rotnickiego (10) z obszaru zaburzeń glacitektonicznych okolic Kalisza.

Podczas badań przeprowadzonych na terenie Łuku Mużakowa (na zachód od Wysoczyzny Zarskiej) zaobserwowano w seriach ilastych zespół struktur nieciągłych o charakterystycznej orientacji przypominającej złupkowanie. Glacitektonicznie zaburzone serie trzeciorzędowe okolic Nowych Czapli k. Łęknicy cechuje znaczne zróżnicowanie litologiczne. Wśród warstw piasków, pyłów i węgla brunatnych widoczne są różnej miąższości (0,3—2,0 m) warstwy brązowych iłów i glin trzeciorzędowych. W miejscach, w których iły występują na powierzchni, odprężane eksploatacją odkrywkową, widoczne są sieci spękań tnących postawione warstwy ilaste na cienkie, 2—15 mm grubości płytki. Przebieg spękań pokrywa się zazwyczaj z położeniem depozycyjnych płaszczyzn osłabienia, jakimi są powierzchnie lamin. Obserwuje się ponadto lokalnie rozwinięte spękania poprzeczne do omawianego kierunku. W skałi całej struktury widoczne jest zjawisko zbliżone do łuszczenia, przypominające niekiedy kuliste wietrzenie granitów (ryc. 3 i 4).

Szczeliny o przebiegu równoległym do powierzchni lamin w strefie powierzchniowej są częściowo wypełnione materiałem namytym z partii wyższych, nieco głębiej zaś są one zupełnie puste. Rozwarcie ich osiąga 0,5—1,5 mm ok. 20 cm pod powierzchnią, w strefie przypowierzchniowej zaś dochodzi do 3—15 mm. W małym zakłębieniu terenu (ryc. 3b) w obrębie spękań iłów obserwuje się całkowite pogrzebanie szczelin piaskami naniesionymi z sąsiedztwa, co zakonserwowało widoczne obecnie struktury. Szczeliny poprzeczne do omawianych, zaobserwowano w górnej części stoku, ilustrowanej na ryc. 4 formą terenu. Układają się one mniej więcej równolegle do powierzchni i tną linie transportu tektonicznego, jak również kontakty depozycyjne.

Jak wynika z licznych, dotychczasowych opracowań, wśród których do najważniejszych należy zaliczyć prace S. Dyjora i A. Sadowskiej (3) oraz S. Dyjora i Z. Chlebowskiego (2) Łuk Mużakowa jest genezy glacitektonicznej. Zaburzone osady trzeciorzędowe uległy dwukrotnie przekonsolidowaniu pod wpływem ciśnienia wkraczającego na ten obszar lądolodu. Po deglacjacji stadium Odry i Warty zlodowacenia środkowopolskiego nie istniały tak dobre warunki do odprężania, gdyż całą strukturę wału przykrywał płaszcz moreny ablacyjnej oraz fluwioglacjału, wywierając ciśnienie wystarczające do zahamowania tego procesu. Odprężenie masywu na wielką ska-

łę rozpoczęło się z chwilą podjęcia eksploatacji węgla brunatnego na tym terenie i wydostaniem się na powierzchnię przekonsolidowanych serii. Piaski i pyły mające opisane cechy mechaniczne nie uległy relaksacji, w efekcie której mogły powstać wyraźne makrostruktury. Ujawniły się one natomiast w osadach spoistych.

Na podstawie wkopu wykonanego prostopadłe do powierzchni ściany do głębokości ok. 70 cm, stwierdzono iż miąższość warstwy odręzionej, ze szczelinami wypełnionymi osadem piaszczysto-ilastym, pochodzącym z roznycia serii sąsiednich, wynosi przeciętnie 2—5 cm. Poniżej zalega warstwa rozprężająca się, o zasięgu ok. 10 cm, charakteryzująca się występowaniem pustych szczelin, o rozwarciu około 1 mm, zmniejszającym się w głąb. Pod omówionymi warstwami występuje strefa wygaszania struktur, którą charakteryzuje rzadka sieć spękań, szczeliny rozwarte zaś są maksymalnie na 0,3—0,5 mm. Na głęb. ok. 50 cm zjawiska te zanikają całkowicie (ryc. 5). Interesujący jest również fakt, iż — prócz struktur typowego złupkowania przypowierzchniowego — zanotowano sieć uskokuw normalnych o nikłych amplitudach zrzutu, a powstałych w wyniku reorientacji układu naprężeń, w podobny sposób jak opisywali to K. Rotnicki (10). Uskoki te zanikają całkowicie na głęb. ok. 1,5 m (ryc. 3). Opisane struktury nieciągłe występują w serii piaszczystej. Uskoki normalne o analogicznej genezie w seriach ilastych (ryc. 4) zanikają już na głęb. ok. 50 cm.

Z powyższych przedstawionych badań i rozważań teoretycznych wynikają następujące wnioski:

1. Zjawisko relaksacji występuje w przekonsolidowanych osadach spoistych typu iłów i ciężkich glin. Efektem strukturalnym tego zjawiska jest specyficzna sieć uskokuw i spękań o przebiegu: a) normalnym do powierzchni masywu odprężającego się, b) równoległym do powierzchni masywu. Uskoki o przebiegu równoległym są właściwymi strukturami relaksacyjnymi, prostopadłe zaś wynikają z napięć powierzchniowych, wywołanych wysychaniem i tensją.

2. Uskoki normalne, zaobserwowane w powierzchniowych warstwach wychodni piaszczystych, są pochodzenia grawitacyjnego, gdyż zjawisko relaksacji w osadach luźnych nie może dać efektu strukturalnego, co jest uwarunkowane parametrami mechanicznymi (reakcje na naprężenia).

Problemy reologiczne własności osadów nieskonsolidowanych stanowią istotne uzupełnienie metod badań zaburzeń glacitektonicznych i znajdują szerokie zastosowanie w pracach nad paleogeografią czwartorzędu.

LITERATURA

1. Bishop A. W., Henkel D. J. — The measurement of soil properties in the triaxial tests. E. Arnold (publ.) London, 1962.
2. Dyjor S., Chlebowski Z. — Budowa geologiczna polskiej części Łuku Mużakowa. Acta Univ. Wratislavenensis, 1973, nr 192.
3. Dyjor S., Sadowska A. — Wiek zaburzeń glacitektonicznych w okolicach Nowych Czapli w Łuku Mużakowa. Z Geologii Ziemi Zachodnich, 1966, t. 1.
4. Jaroszewski W. — Tektonika uskokuw i fałdów. Wyd. Geol. 1974.
5. Kezdi A. — Handbook of soil mechanics. Vol. 1. Soil Physics. Akad. Kiado, Budapest, 1974.
6. Kisiel I. — Dociekania z reologii gruntów i skał. Ossolineum, 1970.
7. Kisiel I. — Reologia skał, podstawy naukowe, Ibidem, 1973.
8. Kisiel I., Dmitruk S., Lysik B. — Zarys reologii gruntów. Vol. 2, Arkady, 1969.
9. Kisiel I., Lysik B. — Zarys reologii gruntów. Vol. 1. Ibidem, 1966.
10. Rotnicki K. — Struktury odprężeniowe w strefach występowania deformacji glacitektonicznych. Bad. Fizj. Pol. Zach., 1976, vol. 29.

SUMMARY

The phenomenon of relaxation of geological materials is connected with their elastic properties. Structures formed in result of this process in massive rocks were discussed and analysed in several geological and geotechnical reports. In the course of works carried out by the present author at Łuk Mużakowa in the vicinities of Nowe Czaple, there were found several discontinuities in overconsolidated and strongly glaciectonically disturbed clay and loamy series of the Tertiary (Figs. 3, 4, 5). The studies showed that relaxation gives also rise to structural effects in unconsolidated deposits. Providing that the series was overconsolidated in the past, there may originate networks of fractures and faults normal and parallel to the surface of relaxing massifs. Parallel faults and fractures represent the proper relaxation structures whereas the normal ones are the products of surface strains resulting from drying and tension. Taking into account the rheological properties of unconsolidated deposits, we arrive at the conclusion that structural effects of relaxation may occur in cohesive deposits only. It follows, therefore, that normal faults recorded in sands in the vicinities of Nowe Czaple are gravitational despite of the fact that they originated in result of the same strain pattern as those from the clay series. The studies on the problems connected with rheological properties of unconsolidated deposits markedly contribute to the knowledge of glaciectonic disturbances and, therefore, are of a marked importance for the studies on Quaternary paleogeography.

РЕЗЮМЕ

Явление релаксации геологических материалов связано с их упругими свойствами. Структуры возникшие в скальных массивах в результате действия этого процесса были рассмотрены и анализированы в многих геологических и геотехнических исследованиях. Автор проводил работы в районе Дуги Мужакова. Он обнаружил в этом районе ряд прерывистых структур в переконсолидированных сериях илстых и глинистых осадков третичного периода, подвергнутых сильным гляциотектоническим деформациям (рис. 3, 4, 5). На основании проведенных исследований установлено, что явление релаксации вызывает структурные эффекты тоже в неконсолидированных отложениях. В случае переконсолидирования этих серии могут возникнуть сети трещин и сбросов с нормальным направлением к поверхности отжима массива, а также с параллельным направлением. Эти последние трещины и сбросы — с параллельным направлением — являются релаксационными структурами, структуры же перпендикулярные следуют из поверхностных напряжений вызванных высыханием и тензией. Принимая во внимание реологические свойства неконсолидированных осадков автор приходит к выводу, что структурные эффекты релаксации могут появляться только в связанных отложениях. Нормальные сбросы в песках, наблюдаемые автором в районе Новых Чапль имеют гравитационный генезис, хотя они образовались в результате деятельности системы напряжений такой же как в случае глинистых серии. Вопросы реологических свойств неконсолидированных осадков являются важным дополнением методов исследования гляциотектонических нарушений. Они успешно применяются в исследованиях палеогеографии четвертичного периода.