

Dariusz KRZYSZKOWSKI

## Rozwój strukturalny osadów czwartorzędowej serii Czyżowa w strefie Łękińska (rów Kleszczowa)

W osadach czwartorzędowych rowu Kleszczowa zidentyfikowano strukturę synklijinalną. Ma ona charakter synkliny nadblokowej, nawiązującej bezpośrednio do podłoża mezozoicznego. W utworach wypełniających tę strukturę zaobserwowano liczne deformacje wewnątrzwarstwowe o charakterze fałdów ciągnionych, uskoków radialnych i drobnych uskoków kompresyjnych.

### WSTĘP

W literaturze dotyczącej deformacji osadów czwartorzędowych dotychczas były opisywane przede wszystkim różnego rodzaju zaburzenia glacytektoniczne. Duża liczba prac dotyczyła także deformacji syn-, meta- i postsedymentacyjnych osadów. Bardzo mało uwagi poświęcano zaburzeniom utworów czwartorzędowych indukowanych ruchami endogenicznymi skorupy ziemskiej.

M.D. Baraniecka (1971, 1975, 1979) zaobserwowała na obszarze Polski środkowej strefy, w których osady czwartorzędowe osiągają anomalne miąższości. Autorka ta wiąże je z depresjami w podłożu o charakterze rowów tektonicznych. Wyróżnia także kilka faz rozwoju tych rowów w plejstocenie.

Deformacje utworów czwartorzędowych o genezie endogenicznej zostały opisane z rowu Kleszczowa przez K. Brodzikowskiego i R. Gotową (1980) oraz A. Hałaszcza (1982) i R. Gotową (1982). Niniejszy artykuł, przedstawiający szczegółową analizę procesów i struktur deformacyjnych obserwowanych w osadach czwartorzędowych rowu Kleszczowa, stanowi kontynuację prac nad problemem wpływu tektonicznej aktywności podłoża na wykształcenie strukturalne utworów nieskonsolidowanych.

Szczegółowe obserwacje terenowe prowadzono w wyrobisku Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów, w pobliżu Łękińska (strefa Łękińska). Na mapie (fig. 1) zaznaczono linie przekrojów geologicznych (A–A'–D–D') wyznaczających

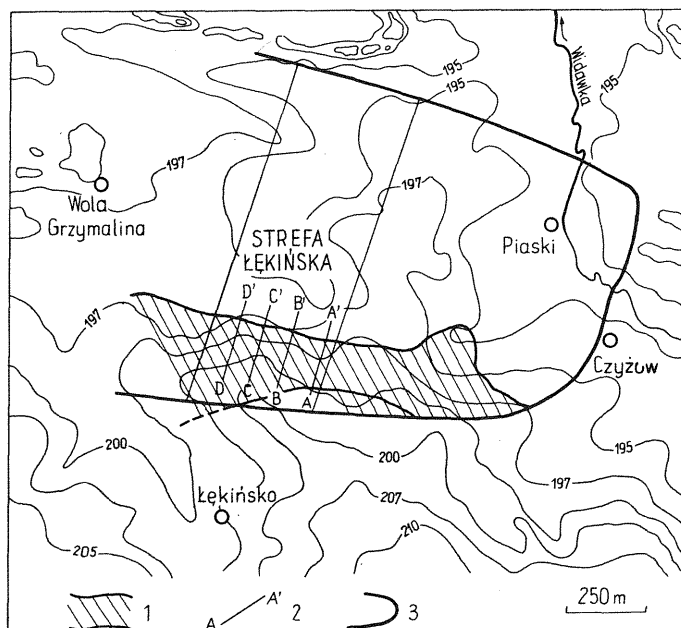


Fig. 1. Szkic sytuacyjny serii Czyżowa  
Location sketch map of the Czyżów series

1 – zasięg występowania serii Czyżowa; 2 – linie przekrojów geologicznych; 3 – zarys wyrobiska Belchatów  
1 – extent of the Czyżów Series; 2 – lines of geological cross-sections; 3 – outline of the Belchatów open-strip mine

jednocześnie kolejne położenia skarp eksploatacyjnych kopalni, na których prowadzono badania.

Serdecznie dziękuję Panu prof. drowi hab. A. Jahnowi, pod którego kierunkiem powstała praca, Panu doc. drowi L. Kaszy za wszechstronną pomoc, umożliwiającą sprawne zebranie materiałów terenowych i ich szybkie opracowanie, Pani doc. dr hab. M.D. Baranieckiej za cenne dyskusje terenowe oraz Panu drowi K. Brodzickiemu za liczne uwagi i dyskusję na tematy poruszane w artykule.

## SYTUACJA GEOLOGICZNA

Jedną z bardziej charakterystycznych cech budowy geologicznej czwartorzędu rowu Kleszczowa jest silne zaburzenie osadów (K. Brodzickowski i in., 1980; R. Gotowała, 1982; A. Hałuszczak, 1982; D. Krzyszkowski, 1984). W strefie Łękińska (fig. 1) deformacji uległy utwory zlodowacenia południowopolskiego, między-morenowej serii Czyżowa (omówionej dokładnie niżej) i stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego (fig. 2). Osady te są współkształtne zafaldowane z utworami pliocenu i miocenu jako szerokopromienne synkliny i antykliny. Występują tu także liczne zaburzenia w postaci wąskopromiennych fałdów, często obalonych, struktur splayowych, brekcji i innych typów deformacji. Na zaburzonych osadach dolnego i środkowego czwartorzędu leżą niezgodnie subhoryzontalne

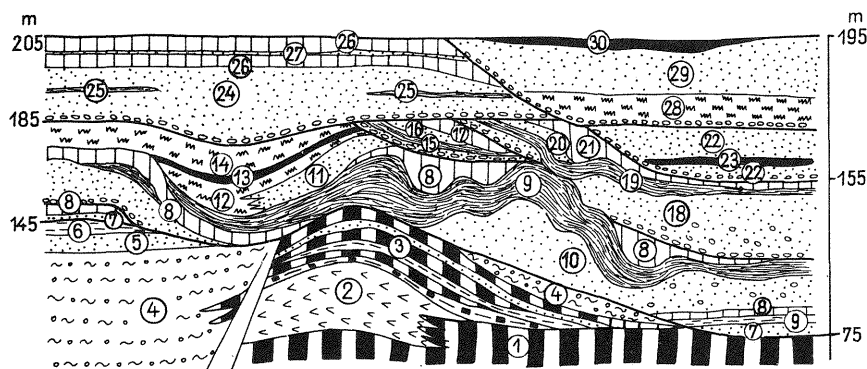


Fig. 2. Syntetyczny przekrój geologiczny w strefie Łękińska  
Synthetic geological cross-section through the Łękiński zone

Miocen środkowy: 1 – węgiel brunatny, 2 – osady węglanowo-węglowe; miocen górny: 3 – osady ilasto-węglowe; pliocen: 4 – gliny zwietrzelinowo-napływowe, 5 – piaski, 6 – ily zielone; plejstocen, zlodowacenie południowopolskie: 7 – piaski fluwioglacjalne, 8 – gliny morenowe, 9 – osady zastoiskowe, 10 – piaski i żwiry fluwioglacjalne; seria Czyżowa: 11 – piaski fluwialne, 12 – mulki i piaski jeziorne, 13 – osady organiczne, 14 – mulki i piaski jeziorne; zlodowacenie środkowopolskie: 15 – osady zastoiskowe, 16 – piaski fluwioglacjalne, 17 – gliny morenowe; stadiał maksymalny: 18 – piaski i żwiry fluwioglacjalne, 19 – osady zastoiskowe, 20 – piaski fluwioglacjalne, 21 – gliny morenowe; interstadiał Pilicy: 22 – piaski fluwialne, 23 – osady organiczne; stadiał Warty: 24 – piaski fluwioglacjalne, 25 – osady zastoiskowe, 26 – gliny morenowe, 27 – piaski; vistulian: 28 – mulki i piaski, 29 – piaski fluwialne; holocen: 30 – osady organiczne

Middle Miocene: 1 – brown coal, 2 – carbonate-coal sediments; Upper Miocene: 3 – clay-coal sediments; Pliocene: 4 – weathering-alluvial loams, 5 – sands, 6 – green clays; Pleistocene, South-Polish Glaciation: 7 – fluvioglacial sands, 8 – moraine tills, 9 – dammed-lake sediments, 10 – fluvioglacial sands and gravels; Czyżów Series: 11 – fluvial sands, 12 – lacustrine muds and sands, 13 – organic sediments, 14 – muds and sands; Mid-Polish Glaciation: 15 – dammed-lake sediments, 16 – fluvioglacial sands, 17 – moraine tills; Maximum Stage: 18 – fluvioglacial sands and gravels, 19 – dammed-lake sediments, 20 – fluvioglacial sands, 21 – moraine tills; Pilica Interstage: 22 – fluvial sands, 23 – organic sediments; Warta Stage: 24 – fluvioglacial sands, 25 – dammed-lake sediments, 26 – moraine tills, 27 – sands; Vistulian Glaciation: 28 – muds and sands, 29 – fluvial sands; Holocene: 30 – organic sediments

warstwy reprezentujące interstadiał Pilicy (seria Chojny), stadiał Warty, vistulian (seria Piaski) i holocen (fig. 2).

W południowej części strefy Łękińska głównym elementem budowy geologicznej rowu Kleszczowa jest synklina zbudowana z osadów zlodowacenia południowopolskiego i serii Czyżowa (fig. 3). Silna erozja w interstadiu Pilicy doprowadziła do zdarcia najwyższych ogniw serii Czyżowa i przykrywających je osadów glacialnych stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego. Bezpośrednio nad powierzchnią erozyjną leżą utwory glacialne związane ze stadiałem Warty.

Podłoże mezozoiczne południowego zbocza rowu Kleszczowa jest wyniesione w stosunku do innych części rowu. W centralnej części tego wyniesienia powstało wtórne zapadlisko (*Kompleksowa dokumentacja geologiczna ...*, 1983), w osi którego notuje się wspomniane ugięcie synklinalne. Po obu stronach ugięcia podłoże mezozoiczne jest wyraźnie podniesione. Skrzydło północne to nadblokowa antyklina zbudowana z osadów górnego trzeciorzędu i dolnego czwartorzędu (fig. 2). Dokładna analiza opisanych elementów strukturalnych wykazała, że między czwartorzędową synkliną a ułożeniem warstw trzeciorzędu i bloków podłoża mezozoicznego istnieje ścisły związek geometryczny. Oś tej synkliny pokrywa się z depresją w mezozoiku, a strefy uskoków na jej skrzydłach z uskokami ograniczającymi depresję (fig. 4, 5). Prawidłowości te prześledzono na odcinku kilkuset metrów. Okazało się także, że spąg osadów serii Czyżowa zapada w kierunku zachodnim. Jest to efekt rozwoju opisanej formy zapadliskowej, której część wschod-

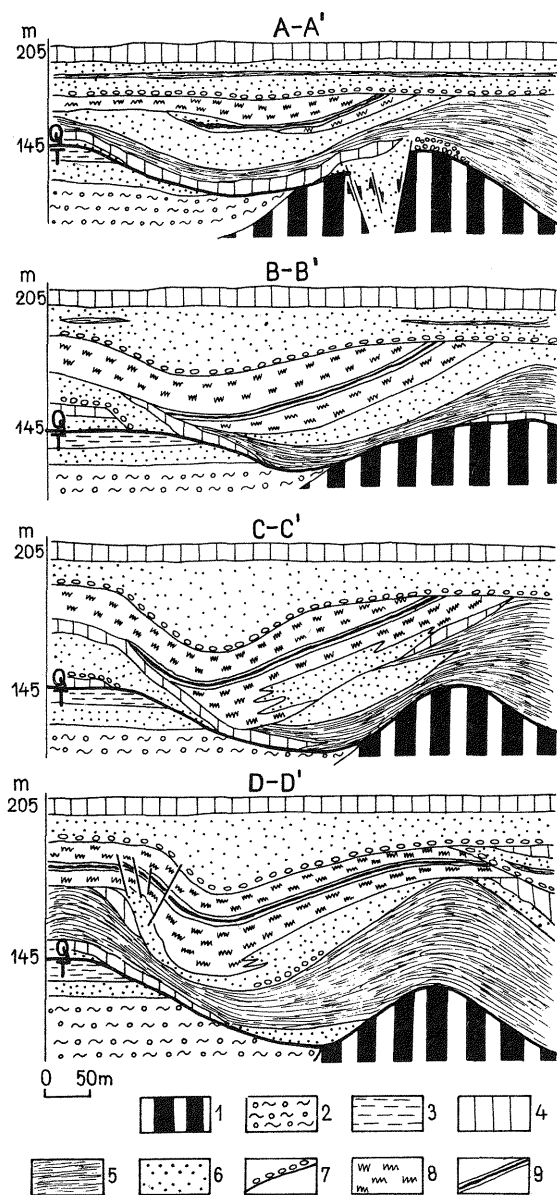


Fig. 3. Przekroje geologiczne w południowej części strefy Łękińska  
 Geological cross-sections through southern part of the Łękińsko zone

1 – węgiel brunatny; 2 – gliny zwietrzelinowo-napływowe; 3 – ily zielone; 4 – gliny morenowe; 5 – osady zastois-kowe; 6 – piaski; 7 – bruki erozyjne; 8 – mułki; 9 – osady organiczne  
 1 – brown coal; 2 – weathering-alluvial loams; 3 – green clays; 4 – moraine tills; 5 – dammed-lake sediments; 6 – sands; 7 – erosional pavements; 8 – muds; 9 – organic sediments

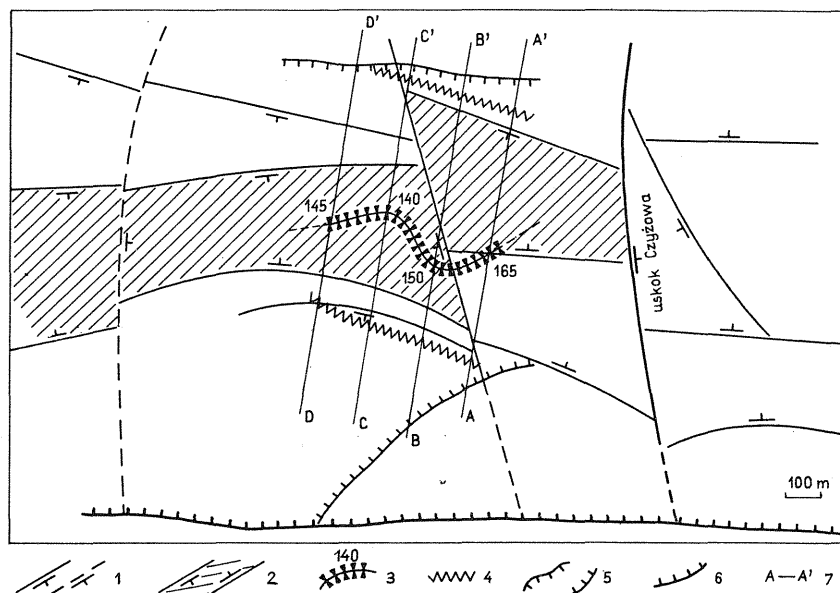


Fig. 4. Mapa strukturalna południowej części strefy Łękińska  
Structural map of the southern part of the Łękiński zone

1 – uskoki w podłożu mezozoicznym; 2 – zapadisko tektoniczne w podłożu mezozoicznym; 3 – przebieg osi synkliny utworzonej w osadach serii Czyżowa i wysokość w m n.p.m. spągu serii; 4 – przebieg przegięć fleksuralnych synkliny w osadach serii Czyżowa; 5 – zasięg występowania serii Czyżowa; 6 – południowy zasięg wyrobiska Belchatów; 7 – linie przekrojów geologicznych

1 – faults in Mesozoic basement; 2 – tectonic depression in Mesozoic basement; 3 – course of axis of syncline formed in sediments of Czyżów Series and position of the base of the series in m a.s.l.; 4 – course of flexural bends of syncline in sediments of Czyżów Series; 5 – extent of sediments of Czyżów Series; 6 – southern margin of the Belchatów open-strip mine; 7 – lines of geological cross-sections

nia jest podniesiona w stosunku do części zachodniej (fig. 4). Seria Czyżowa na linii przekroju A–A' ma zatem charakter połego ugięcia synklinalnego (fig. 5A), zaś w części zachodniej – obniżonej – synklina staje się bardzo wyraźna, a jej skłony pocięte seriami uskoków normalnych (fig. 5B).

Rozwój serii Czyżowa przebiegał w dwóch etapach. Pierwszy etap to narastanie osadów serii w wyniku okresowo intensywnej subsydencji podłoża, przerywanej fazami spokoju tektonicznego. Depozycja utworów zachodziła początkowo w wąskiej strefie odpowiadającej depresji w podłożu mezozoicznym. Później zasięg basenu zwiększał się zarówno ku południowi, jak i ku północy. Na niepokój tektoniczny basenu sedimentacyjnego, w którym powstawały osady serii Czyżowa, zwraca uwagę K. Brodzikowski (1982a).

Drugi etap, całkowicie postdepozycyjny, to powstanie właściwej synkliny, wywołane intensywnym obniżaniem podłoża. W tym etapie poziomo zalegające warstwy wyższych ogni serii Czyżowa uległy ugięciu, a strefy skrzydeł synkliny odpowiadające rozłamom w podłożu mezozoicznym zostały pocięte uskokami (fig. 5, 6). Wówczas utworzyły się także liczne deformacje towarzyszące zginaniu, mające charakter wewnątrzwarstwowy.

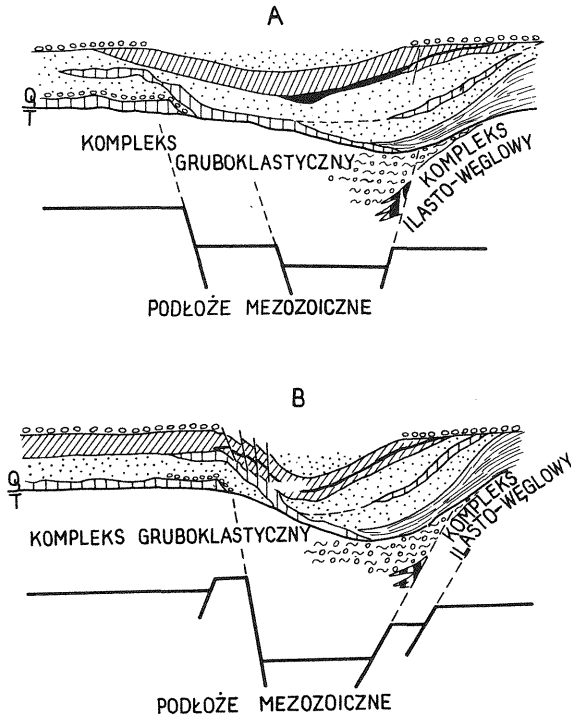


Fig. 5. Schemat zależności budowy geologicznej czwartorzędu w strefie Łękińska od tektoniki podłoża mezozoicznego

Scheme of relation of geological structure of the Quaternary in the Łękińska zone on tectonic of the Mesozoic basement

A – połogie ugięcie synklinalne; B – synklina bardzo wyraźna  
 A – very flat synclinal bend; B – very clearly marked syncline

## CHARAKTERYSTYKA SEDYMENTOLOGICZNA OSADÓW SERII CZYŻOWA

W osadach serii Czyżowa w strefie Łękińska stwierdzono trzy ogniwa rozdzielone wyraźnymi powierzchniami erozyjnymi (fig. 7).

Ogniwo najniższe (C) jest trójdzielne. W spągu obserwuje się piaski średnio- i drobnoziarniste przekątnie warstwowane, najczęściej w zestawach rynnowych. Piaski są lokalnie przewarstwione cienkimi wkładkami mułków. Na piaskach pojawia się warstwa osadu wykształconego w postaci typowej dla dynamicznych zbiorników jeziornych. Są to naprzemianległe laminy drobno- i średnioziarnistego piasku i mułu zielonego. Miąższość ich wynosi ok. 1 cm. W stropie dolnego ogniwa obserwuje się typowy osad zbiornikowy. Są to muły ciemnozielone, czasem lekko spiaszczone (warstwy od 20 do 50 cm) rozdzielone cienkimi (do 3 cm) laminkami iłu ciemnoniebieskiego. Utwór ten zawiera znaczne domieszki substancji organicznej w postaci rozproszonego detrytusu.

Środkowe ogniwo serii Czyżowa (B) to osad fluwialny. Jest on także trójdzielny. W stropie i spągu obserwuje się facje korytowe, a w części środkowej pozakorytowe.



Fig. 6. Strefa uskokowa na południowym skłonie synkliny utworzonej w osadach serii Czyżowa  
 Fault zone in southern limb of a syncline formed in sediments of the Czyżów Series sediments

W spągu są to piaski szare z dużą ilością materiału organicznego, warstwowane przekątnie. W stropie występują piaski żółtawe, droбно- i średnioziarniste, laminowane równolegle. Osady pozakorytowe są reprezentowane przez zespół gleb kopalnych o cechach gleb aluwialnych lub mułowych (D. Krzyszkowski, 1984).

Najwyższe ogniwo serii Czyżowa (A) to naprzemianległe osady mułkowe (mułki piaszczyste, sporadycznie laminki ilu oraz wkładki torfu) i piaszczyste. Te ostatnie to zazwyczaj różnoziarniste piaski warstwowane przekątnie w zestawach rynnowych. Spotyka się także warstwowania równoległe. Osady ogniwa A reprezentują środowisko sedymentacji fluwialnej. Warstwy piasku to osad korytowy (odsypy meandrowe), natomiast warstwy mułku pozakorytowy.

### STRUKTURY DEFORMACYJNE

W ogniwie środkowym serii Czyżowa (fig. 7 B), a szczególnie w poziomie gleby kopalnej, zaobserwowano ciekawy zespół struktur deformacyjnych. Dla prześledzenia ich charakteru założono dwanaście stanowisk obserwacyjnych. Poniżej przedstawię opisy czterech odsłoneń, reprezentujące odmienne ich typy. Na pozostałych stanowiskach występują zaburzenia o cechach podobnych do opisanych.

**St a n o w i s k o I.** Jest to struktura fałdowa o łagodnej wergencji północnej, zbudowana z warstewek organicznych (torf) i piasków. Intensywność zafałdowania piasków jest zróżnicowana. Piaski wypełniające jądro fałdu są zaburzone współkształtnie z laminkami torfu, a intensywność ich zafałdowania szybko wygasa ku spągowi warstwy. Amplituda fałdu wynosi około 50 cm. Piaski leżące nad warstewkami torfu tworzącymi strukturę fałdową są silnie zaburzone. Stano-

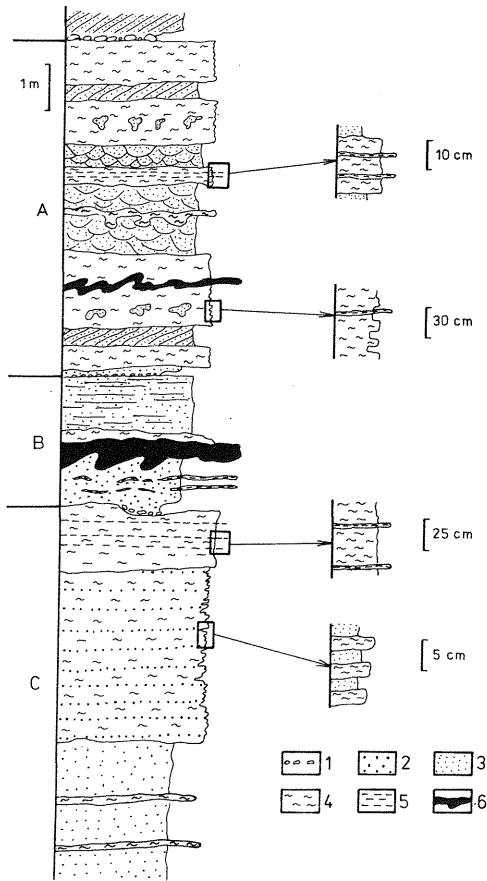


Fig. 7. Syntetyczny profil sedimentologiczny serii Czyżowa z podziałem na ogniwa A–C

Synthetic sedimentological section of the Czyżów series and subdivision of the sediments into members A–C

1 – żwiry; 2 – piaski gruboziarniste; 3 – piaski drobnoziarniste; 4 – mulki; 5 – iły; 6 – osady organiczne

1 – gravels; 2 – coarse-grained sands; 3 – fine-grained sands; 4 – muds; 5 – clays; 6 – organic sediments

wią one strefy diapirowych wypiętrzeń, które często przebijają kolejną warstwę torfu, będącą stropem poziomu glebowego (fig. 8).

**St a n o w i s k o IV.** Jest to struktura fałdowa o wyraźnej wergencji północnej (fig. 9). Intensywność zaburzeń jest tu większa niż poprzednio. Fałd tworzą (od spągu): naprzemianległe warstewki substancji organicznej (torf) i piasku, warstwa torfu o miąższości około 10 cm i leżące nad nią mulki organiczne przewarstwione piaskami. Amplituda fałdu wynosi ponad 1,0 m. Zaburzenia wygasają w osadach piaszczystych występujących w spągu i stropie ogniwa (B).

**St a n o w i s k o VIII.** Jest to struktura fałdowa o wergencji północnej (fig. 10). Zaburzeniu uległy warstewki substancji organicznej i piasków, warstwa torfu oraz mulki organiczne na nich leżące. Amplituda fałdu wynosi około 1,0 m, a za-fałdowanie zanika w warstwach piaszczystych, podobnie jak na stanowisku IV. W osadach budujących jądro fałdu (warstewki piasku i substancji organicznej) obserwuje się liczne przesunięcia, które można określić jako mikrouskoki. Mają one charakter uskoków odwróconych. Kierunek zapadu jest przeciwny do wergencji struktury fałdowej.

**St a n o w i s k o XII** znajduje się dokładnie w osi synkliny utworzonej w osadach serii Czyżowa. Stwierdzono tu zaburzenia poziomu glebowego w formie pogrzazów torfowych. Ponadto obserwuje się uskoki (fig. 11), które przecinają





Fig. 8. Stanowisko I – struktura fałdowa o wergencji północnej i diapirowe wypiętrzenie piasków  
The locality I – fold structure with northern vergence, and diapiric rise of sands

wszystkie poziomy organiczne gleby, a także częściowo nadległe piaski. W przeciwieństwie do uskoków ze stanowiska VIII (odwróconych) na stanowisku XII notuje się uskoki normalne, zbliżone do pionowych.

Duża liczba obserwacji (12 stanowisk w 4 przekrojach) pozwala na przyporządkowanie wydzielonych struktur deformacyjnych konkretnym pozycjom w obrębie synkliny, utworzonej w osadach serii Czyżowa.

Zaburzenia charakterystyczne dla stanowiska I występują zawsze w pobliżu przegubu antyklinalnego, gdzie nachylenie skrzydła synkliny jest mniejsze. Na stromych skrzydłach synkliny powstają deformacje podobne do obserwowanych na stanowiskach IV i VII, przy czym zuskokowanie pojawia się raczej w dolnych partiach skrzydeł. W osi synkliny (przegub synklinalny) charakterystyczne są uskoki pionowe (stanowisko XII). Powyższe przyporządkowanie stanowi jednocześnie model procesu deformacyjnego (fig. 12).

## INTERPRETACJA ROZWOJU STRUKTURALNEGO

Podstawowym elementem strukturalnym opisywanego osadu są fałdy w poziomie glebowym, obserwowane na skrzydle synkliny. Na odcinku około 200 m fałdów takich stwierdzono kilkadziesiąt. W większości wergencja tych struktur

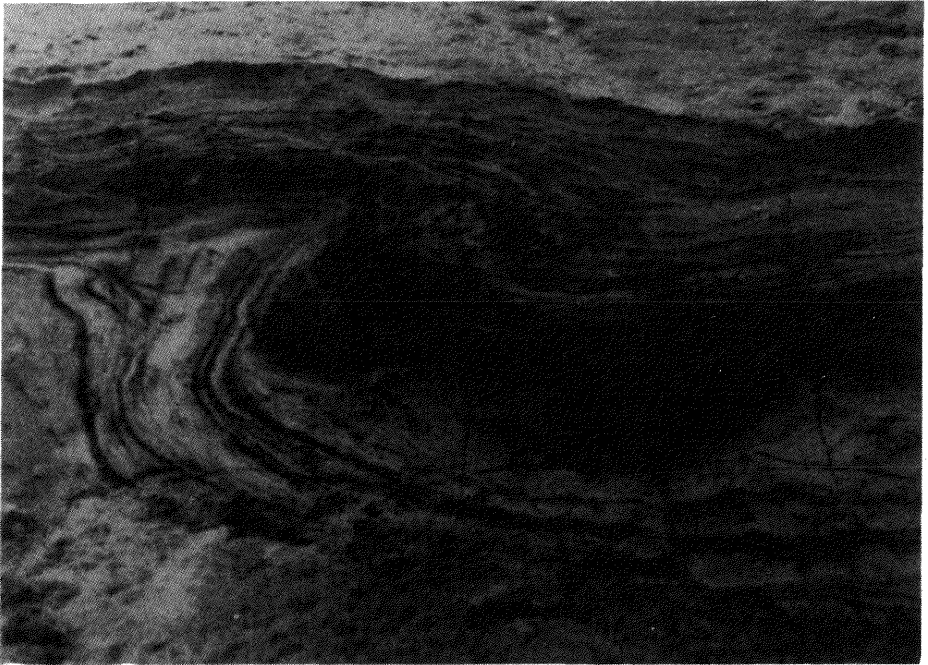


Fig. 9. Stanowisko IV – struktura fałdowa o wergencji północnej  
The locality IV – fold structure with northern vergence



Fig. 10. Stanowisko VIII – uskoki odwrócone w jądrze struktury fałdowej  
The locality VIII – reversed faults in core of fold structure

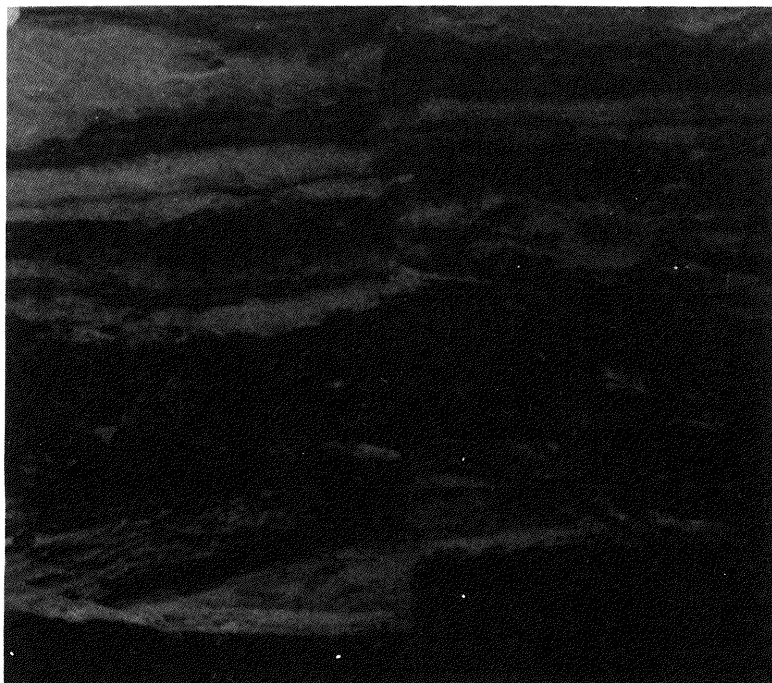


Fig. 11. Stanowisko XII – uskoc normalny przecinający osady organiczne  
The locality XII – normal fault cutting organic sediments

była północna. W pozostałych strukturach, pochylonych zgodnie ze skrzydłem synkliny, obserwowano zespoły drobnych uskoców kompresyjnych, często odwróconych. Wszystkie fałdy, niezależnie od wergencji, charakteryzowały się typowym wewnątrzwarstwowym położeniem, a więc ich amplituda malała w obydwu kierunkach profilu. Fakt ten jest niepodważalnym dowodem na to, że struktury te powstały pod przykryciem osadami, a więc postdepozycyjnie (P.J.C. Nagtegaal, 1963). Niemożliwa jest więc interpretacja ich jako zaburzeń typowo grawitacyjnych, utworzonych w efekcie splywu, np. soliflukcji. To, że są one spowodowane ciągnięciem wskutek poprzedniego zginania osadów, wydaje się potwierdzać także fakt, że wśród zidentyfikowanych struktur większość pokrywa się z modelem M.G. Ramsaya (1967) i W. Jaroszewskiego (1980).

Przeprowadzone badania strukturalne pozwalają na dokonanie próby interpretacji rozwoju ugięcia synklinalnego w osadach serii Czyżowa oraz na konstrukcję modelu procesu deformacyjnego.

Struktury fałdowe mają bezsprzecznie charakter fałdów ciągnionych. Ośrodek, w którym powstały, charakteryzował się dużym zróżnicowaniem właściwości fizycznych podczas trwania procesu deformacyjnego. Był on silnie nawodniony. To spowodowało, że reakcja na bodźce zewnętrzne, nawet przy małych różnicach uziarnienia osadu, przebiegała zmiennie. Dlatego obok typowo fluidalnych zaburzeń w piaskach – stanowisko I, obserwuje się drobne spękania – stanowisko VIII (K. Brodzikowski, 1982b; K. Brodzikowski, A.J. van Loon, 1979, 1983; W. Jaroszewski, 1980; A.J. van Loon i in., 1984, 1985). Opisana zmienna wergencja fałdów jest rezultatem przemian diagenetycznych w osadzie.

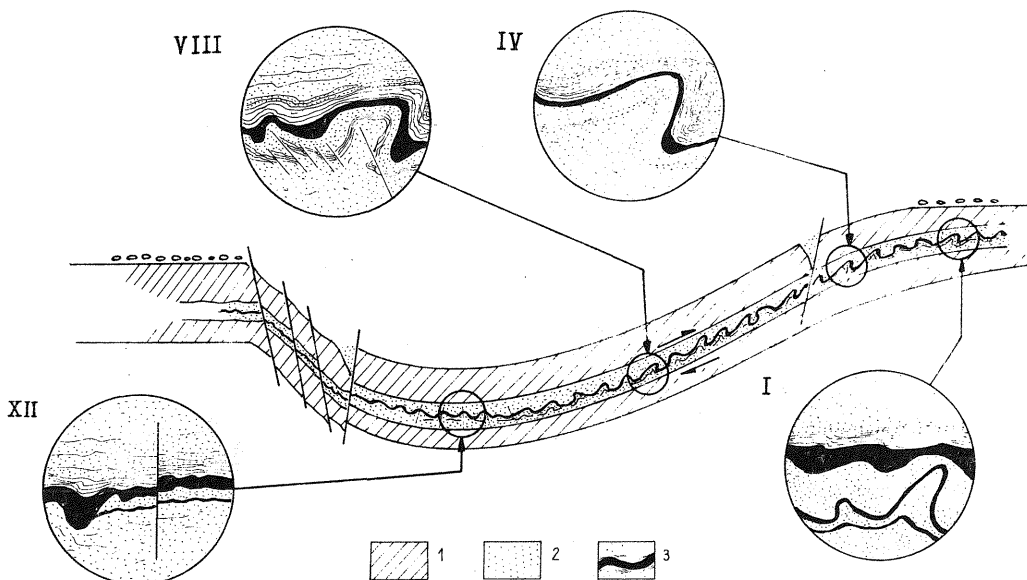


Fig. 12. Model procesu deformacyjnego w osadach serii Czyżowa  
Model of process responsible for deformations in sediments of the Czyżów series

1 – osady spoiste (mulki); 2 – piaski; 3 – osady organiczne  
1 – coherent sediments (muds); 2 – sands; 3 – organic sediments

Zespół uskoków stwierdzony w osi synkliny ma charakter struktur tensyjnych. Wskazuje na to ich prawie pionowa orientacja oraz lokalne rozwarście środkowych i górnych odcinków. Brak jest tu struktur fałdowych. Pojawiają się zaburzenia metasedymencyjne w formie pogrąży. Opisany zespół deformacji wykazuje podobieństwo geometryczne do tzw. przegubowych uskoków radialnych – klawi przegubowy (W. Jaroszewski, 1980; A.M. Johnson, 1976; M.G. Ramsay, 1967).

Charakteryzując inwentarz strukturalny opisywanej synkliny powstałej w osadach serii Czyżowa można stwierdzić, że lokalizacja fałdów ciągnionych, uskoków radialnych oraz innych spękań (fig. 12) tworzy zespół struktur typowy m.in. dla synklin nadblokowych. Powstają one w efekcie poprzecznego zginania wielowarstwowego układu, w którym największe naprężenia mają kierunek pionowy, a najmniejsze poziomy, równoległy do przebiegu kartowanych odsłoneń.

## WNIOSKI

1. Struktury deformacyjne powszechnie obserwowane w poziomie głebowym (ogniwo B serii Czyżowa) mają charakter fałdów ciągnionych.

2. Towarzyszą im zaburzenia wczesnodiagenetyczne, związane ze zróżnicowaniem uwodnienia osadu. Są to diapirowe wypiętrzenia piasków i zespoły uskoków odwróconych.

3. Lokalnie występują zaburzenia metasedymencyjne. Są to najczęściej pogrąży i struktury kropłowe.

4. W osi synkliny występują spękania tensyjne o charakterze uskoków radialnych.
5. Zespół zaobserwowanych struktur deformacyjnych w synklinie utworzonej w osadach serii Czyżowa świadczy, że jest to typowa synklina nadblokowa.
6. Obserwowane, maksymalne ugięcie synkliny wynosi około 50 m, przy czym w pierwszym etapie jej rozwoju (syndepozycyjnym) wynosiło co najmniej 30 m, a w drugim (postdepozycyjnym) – 20 m.

Instytut Nauk Geologicznych  
Uniwersytetu Wrocławskiego  
Wrocław, ul. Uniwersytecka 19/20  
Nadesłano dnia 19 marca 1985 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BARANIECKA M.D. (1971) – Staroczwartorzędowe rowy tektoniczne i ich osady. *Kwart. Geol.*, **15**, p. 358–372, nr 2.
- BARANIECKA M.D. (1975) – Fazy tektoniczne w czwartorzędzie w środkowej części Nizżu Polskiego. *Materiały I-ego Krajowego Sympozjum nt. Współczesne ineotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*, **1**, p. 185–195.
- BARANIECKA M.D. (1979) – Quaternary dislocation zones along main structural-tectonic borders of Polish Lowland. *Quatern. Stud. in Poland*, **1**, p. 5–13.
- BRODZIKOWSKI K. (1982a) – Wstępne wyniki badań sedimentologicznych i strukturalnych osadów fluwiolimnicznych międzymorenowej serii „Czyżów”. *Materiały sympozjum nt. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*, p. 180–198.
- BRODZIKOWSKI K. (1982b) – Deformacje osadów nieskonsolidowanych w obszarach niżowych zlodowaceń plejstoceńskich na przykładzie Polski południowo-zachodniej. *Acta Univ. Wratisl.*, **574**.
- BRODZIKOWSKI K., GOTOWAŁA R. (1980) – Struktury deformacyjne osadów czwartorzędowych. *Przew. 52 Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, p. 309–314.
- BRODZIKOWSKI K., LOON A.J. van (1979) – Comparison of metasedimentary structures and their genesis in some Holocene lagoonal sediments of the Netherlands and Pleistocene (Mindel) glacio-fluvial sediments of Poland. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre*, **27**, p. 95–105, nr 1–2.
- BRODZIKOWSKI K., LOON A.J. van (1983) – Sedimentology and deformational history of unconsolidated Quaternary sediments of the Jarosłów Zone (Sudetic Foreland, Western Poland). *Geol. Sudetica*, **18**, p. 121–196.
- GOTOWAŁA R. (1982) – Tektonika i wykształcenie strukturalne czwartorzędu w rejonach Piaski i Buczyna–Chojny. *Materiały sympozjum nt. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*, p. 41–65.
- HAŁUSZCZAK A. (1982) – Zarys budowy geologicznej czwartorzędu w rejonach Piaski oraz Buczyna–Chojny. *Materiały sympozjum nt. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*, p. 14–35.
- JAROSZEWSKI W. (1980) – Tektonika uskoków i fałdów. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- JOHNSON A.M. (1976) – *Styles of folding*. Elsevier Publ. Comp. Amsterdam.
- KOMPLEKSOWA DOKUMENTACJA GEOLOGICZNA ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW” – POLE „BEŁCHATÓW” w KAT. C<sub>1</sub>+B (1983) – Przedsiębiorstwo Geologiczne. Wrocław.
- KRZYSZKOWSKI D. (1984) – Interpretacja paleogeograficzna poziomu gleby kopalnej w serii Czyżów na tle budowy geologicznej nadkładu czwartorzędowego Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”, *Arch. U. Wr. Wrocław*.

- LOON A.J. van, BRODZIKOWSKI K., GOTOWAŁA R. (1984) – Structural analysis of kink bands in unconsolidated sands. *Tectonophysics*, **104**, p. 351–374.
- LOON A.J. van, BRODZIKOWSKI K., GOTOWAŁA R. (1985) – Kink structures in unconsolidated fine-grained sediments. *Sed. Geol.*, **41**, p. 283–300.
- NAGTEGAAL P.J.C. (1963) – Convolute lamination, metadepositional ruptures and slumping in an exposure near Pobla de Segur (Spain). *Geol. Mijnbouw*, **42**, p. 363–374.
- RAMSAY M.G. (1967) – Folding and fracturing of rocks. McGraw-Hill, New York.

Дариуш КШИШКОВСКИ

### СТРУКТУРНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕРИИ ЧИЖУВ В ЗОНЕ ЛЕНКИНСКА (РОВ КЛЕЩОВА)

#### Резюме

Статья посвящена проблемам деформаций четвертичных отложений, обусловленных эндогенными движениями земной коры. Наблюдения проводились по четырем профилям (фиг. 1) в районе рова Клещова. Геологическое строение этого района показано на фиг. 2 и 3. Характерной его особенностью является аналогичное в своих формах нарушение третичных и четвертичных отложений, проявляющееся в виде синклинали и антиклинали широкого радиуса. Простираение оси синклинали согласуется с положением тектонической депрессии в мезозойском основании (фиг. 4, 5). Развитие серии Чижув, в которой наиболее полно проявляется эта синклиналь, можно представить в виде двух этапов. Первый — когда происходило наращивание осадка, вследствие интенсивного понижения основания, прерываемое периодами успокоения тектонических движений, о чем свидетельствует множество эрозионных поверхностей и ритмичность циклов накопления осадков речного происхождения и осадившихся в водоемах, в седиментологическом разрезе рассматриваемой серии (фиг. 7). Минимальная субсиденция основания на этом этапе составляла 30 м. Второй этап — полностью постседиментационный, когда вследствие сильного опускания основания образовалась синклиналь. На этом этапе горизонтально залегающие слои серии Чижув прогнулись примерно на 20 м, а на крыльях синклинали, положение которых совпадает с разломом в мезозойском основании, образовались сбросы (фиг. 5, 6). Тогда же сложились межпластовые деформации, сопровождающие процессы выгибания. В особенности им подвергся почвенный горизонт (фиг. 7). Главным структурным элементом этого горизонта являются складки, образовавшиеся на крыле синклинали (фиг. 8, 9). На протяжении 200 м наблюдается несколько десятков таких складок. Их виргация чаще всего имеет северную направленность, т.е. противоположную падению крыльев синклинали. Амплитуда уменьшается вверх и вниз.

Такие признаки служат доказательством того, что эти структуры сформировались под осадочным чехлом, т.е. после завершения процесса осадконакопления. Вероятно, это типичные складки волочения. Геометрия описанных складок совпадает с моделью М.Г. Рамсея (1967). Наряду с такими складками встречаются и прерывистые дислокации. Мелкие компрессионные сбросы (фиг. 10) наблюдаются в ядрах складок волочения. Их виргация противоположна виргации складок. Они являются по всей вероятности продуктом дифференцированной реакции обводненной породы на деформационный процесс в зависимости от зернистости осадка. Группа сбросов в осевой зоне синклинали (фиг. 11) имеет характер структур растяжения, вертикально направленных и локально раскрытых в верхних партиях. Эти разрывные нарушения по своему характеру напоминают так наз. шарнирные радиальные сбросы (А.М. Джонсон, 1976; М.Г. Рамсей, 1967).

Структурные формы описанной синклинали, образовавшейся в отложениях серии Чижув, говорят о том, что локализация складок волочения, радиальных сбросов и других нарушений (фиг. 12) образует группу структур, характерных для надблоковых синклиналей.

Dariusz KRZYSZKOWSKI

## STRUCTURAL EVOLUTION OF QUATERNARY SEDIMENTS OF THE CZYŻÓW SERIES IN THE ŁĘKIŃSKO ZONE (KLESZCZÓW TROUGH)

### S u m m a r y

The paper deals with the question of deformations of Quaternary sediments, induced by endogenic movements of the Earth crust. The studies were carried out along cross-sections through the Kleszczów Trough (Fig. 1). Figures 2 and 3 show geological structure of the trough. The structure is characterized by coplanar disturbances of Tertiary and Quaternary sediments: a wide-radius syncline and anticline. Axis of the syncline follows the course of a tectonic depression in Mesozoic basement (Figs. 4, 5) and the syncline is best developed in strata of the Czyżów series.

Two stages may be differentiated in development of the Czyżów series. The first stage was connected with its deposition in result of intermittently intense subsidence. The periods of subsidence were broken by those of tectonic quiet, evidenced by numerous erosional surfaces and rhythmically repeating cycles of fluvial and basinal sedimentation in the section (Fig. 7). The minimum value of subsidence in times of deposition of the series is estimated at 30 m. The second stage, completely postdepositional in character, was connected with origin of the syncline in result of intense downwarp of the basement. At that stage the originally flat laying strata of the Czyżów series became bent downwards for about 20 m, and faults corresponding to fractures in the Mesozoic basement originated in limbs of the syncline (Figs. 5, 6). This was accompanied by origin of numerous deformations of the intraformational type, also related to the downwarp. The deformations are especially well developed in the fossil soil horizon (Fig. 7). Folds from limb of the syncline (Figs. 8, 9) are the major structural elements traceable in this horizon. Several tens of such folds were found at distance of 200 m. The folds are characterized by northern vergence, i.e. vergence opposite to inclination of limbs of the syncline, and amplitude decreasing both upwards and downwards. This shows that they originated under sedimentary cover, i.e. are postdepositional. They cannot be interpreted as disturbances due to gravitational sliding but rather typical drag folds, with geometry matching the model of M.G. Ramsay (1967).

The drag folds are accompanied by discontinuous disturbances. Minor compressional faults are known from cores of the folds (Fig. 10). Vergence of the faults is opposite to that of folds. The faults originated possibly due to differentiated response of water-saturated sediments to deformation, depending on granulation and structure of sediments. The set of faults found in the axis of the syncline (Fig. 11) is of the tensional type. The faults are vertical and sometimes open in upper parts. Their geometry resembles that of the so-called radial hinge faults (A.M. Johnson, 1976; M.G. Ramsay, 1967).

The structural inventory of the syncline formed in the Czyżów series and location of drag folds, radial faults and other fractures (Fig. 12) indicate that we are dealing with structural assemblage typical of synclines developed above basement blocks.