

JAN GOŹDZIK, KRYSZYNA KONECKA-BETLEY

## PÓŹNOVISTULIAŃSKIE UTWORY WĘGLANOWE W ZAGŁĘBIENIACH BEZODPŁYWOWYCH REJONU KOPALNI BEŁCHATÓW. CZ. I. GENEZA I STRATYGRAFIA

Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska UŁ  
Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

### WSTĘP

Osady węglanowe w stropie utworów czwartorzędowych spotyka się często w części środkowej Polski niezlodowaconej w vistulianie. Uderza jednak niewielka liczba opracowań dotyczących tych osadów [9-11]. Może to wynikać z trudnej dostępności omawianych osadów, usytuowanych w obrębie podmokłych den, najczęściej niewielkich dolin.

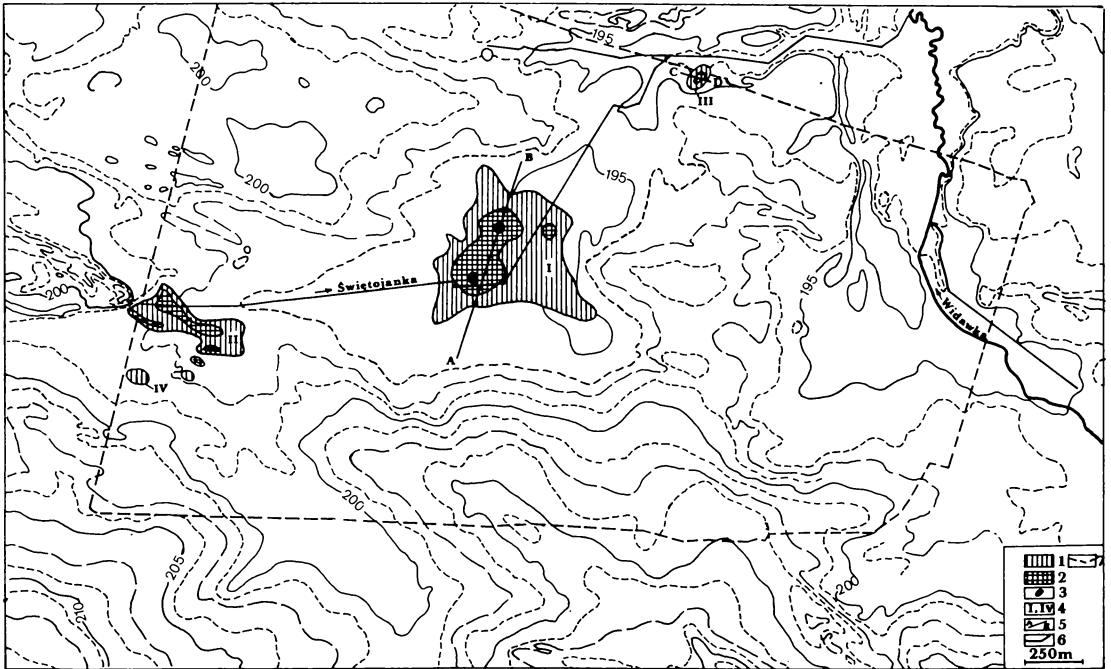
W kopalni węgla brunatnego Bełchatów w stropie odsłonięć utworów czwartorzędowych stwierdzono w kilku miejscach osady węglanowe. Dzięki temu można było: uściślić ich zasięg i miąższość, określić cechy strukturalne, ustalić dokładną pozycję stratygraficzną oraz pobrać próby do analiz laboratoryjnych, w tym do oznaczeń radiowęglanowych\*. W niektórych poziomach oznaczono również malakofaunę [1].

### POZYCJA STRATYGRAFICZNA UTWORÓW WĘGLANOWYCH

Osady węglanowe w pobliżu powierzchni terenu (rys. 1), przykryte torfami holoceniowymi, stwierdzono w rejonie kopalni w ośmiu miejscach. Pozycja stratygraficzna tych osadów jest podobna. Wszędzie podścielone są one utworami vistuliańskimi wypełniającymi doliny. Doliny są wycięte w utworach glacialnych i fluwioglacialnych (rys. 2, warstwy 1 i 2). Utwory te składają się z morenowych węglanowych glin warciańskich (około 10%  $\text{CaCO}_3$ ), poza odwapnioną stropową ich częścią do głębokości 1,2-1,8 m, oraz z piasków fluwioglacialnych, także węglanowych.

---

\* Opracowanie wykonano częściowo w ramach problemu CBBP 03.13.01.5.2.



Rys. 1. Mapa występowania późnowistuliańskich utworów węglanowych w obrębie wyrobiska kopalni węgla brunatnego „Bełchatów” na tle ukształtowania powierzchni terenu.

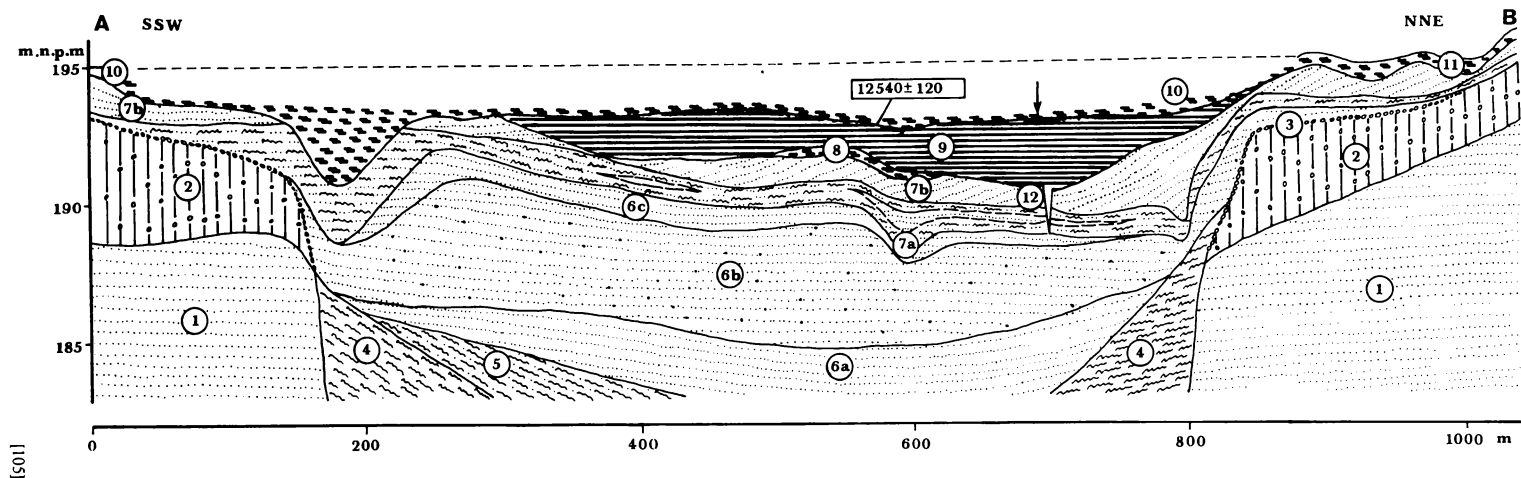
Objaśnienia znaków: 1 — miąższość osadów węglanowych od 0 do 1 m, 2 — miąższość osadów węglanowych od 1 do 2 m, 3 — miąższość osadów węglanowych ponad 2 m, 4 — przekroje geologiczne, 5 — numery zagłębień wypełnionych utworami węglanowymi, 6 — kanały i rowy, 7 — granice wyrobiska

Fig. 1. Map of occurrence of Late-Vistulian carbonaceous sediments in the Bełchatów opencast of lignite mine.

Explanations: 1 — thickness of carbonaceous sediments from 0 to 1 m, 2 — thickness of carbonaceous sediments from 1 to 2 m, 3 — thickness of carbonaceous sediments over 2 m, 4 — geological profiles, 5 — numbers of depressions filled with carbonaceous formations, 6 — canals and ditches, 7 — opencast border

Wymienione osady osiągają miąższość od kilkunastu do ponad 20 m i wskazują we wszystkich przekrojach analogiczny porządek litostratygraficzny. Najbardziej miększe dolne ogniwo tworzą osady mułowo-piaszczyste (rys. 2, warstwy 4 i 5), w których spotyka się wkładki materiału organicznego. Niektóre z tych wkładek datowano metodą  $C^{14}$  na  $43700^{+3700}_{-2400}$ ,  $30020 \pm 1080$ ,  $25200 \pm 740$  i  $21970 \pm 810$  lat BP [3–6]. Cała ta seria, w której występuje materiał organiczny, może być zaliczana do środkowego i początków górnego plenivistulianu.

Powyżej osadów mułowo-piaszczystych występują piaski z domieszką żwirów (rys. 2., warstwy 6a i 6b). W stropie piasków ze żwirem, na granicy z następną warstwą, znaleziono poziom substancji organicznej, z której szyszki datowano na  $14350 \pm 580$  lat BP [5]. Biorąc pod uwagę datę materiału

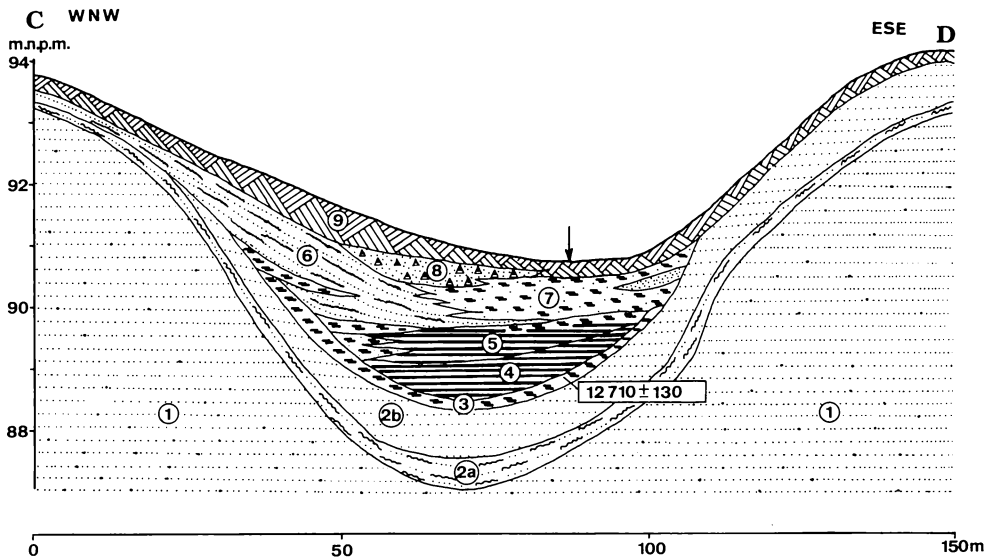


Rys. 2. Przekrój geologiczny A-B przez zagłębienie bezodpływowe nr 1 w Woli Grzymalinie. Lokalizacja na rys. 1.

Objaśnienia znaków: 1 — piaski różnoziarniste, wodnolodowcowe, 2 — glina morenowa stadiału Warty, 3 — bruk erozyjno-denudacyjny, 4 — muły z wkładkami torfów środkowego plenivistulianu, 5 — piaski i mułki z przełomu środkowego i górnego plenivistulianu, 6 — piaski rzeczne górnego plenivistulianu: a) średnioziarniste, b) średnio- i gruboziarniste, c) średnio- i drobnoziarniste, 7 — osady eoliczne z późnego vistulianu: a) pyły i piaski, b) piaski, 8 — torf z późnego vistulianu, 9 — utwory węglanowe (kreda jeziorna) ze schyłku vistulianu, 10 — torf wyeksploatowany, zachowana tylko dolna część, 11 — gleba torfowa, 12 — szczelinowa struktura zmarzlinowa. Strzałką zaznaczono profil, wzdłuż którego pobrano próby do analiz laboratoryjnych. W ramce podano datowanie substancji organicznej metodą  $C^{14}$  (Gd nr 1875).

Fig. 2. Geological profile A-B through the closed depression No. 1 at Wola Grzymalin. Localization on Fig. 1.

Explanations: 1 — fluvio-glacial sands; 2 — till of the Warta glacial substage; 3 — erosion-denudation pavement; 4 — silt with intercalations of peats of the middle Plenivistulian; 5 — sands and silt from the turn of middle and upper Plenivistulian; 6 — river sands of upper Plenivistulian: a) medium grained, b) medium- and coarse-grained, c) medium- and fine-grained; 7 — eolian sediments of the Late Vistulian: a) silts and sands, b) sands; 8 — peat of the Late Vistulian; 9 — carbonateous formations (lacustrine chalk) of the Late Vistulian; 10 — exploited peat, only the lower part preserved; 11 — peat soil; 12 — frost fissure structures. The profile along which samples for laboratory analyses were taken shown with arrow. Organic matter dated by the  $C^{14}$  method is presented in frame (Gd No. 1875)



Rys. 3. Przekrój geologiczny C-D przez zagłębienia bezodpływowe nr III w stałej skarpcie północnej kopalni „Bełchatów”. Lokalizacja na rys. 1.

Objaśnienia znaków: 1 — piaski średnioziarniste z domieszką gruboziarnistych rzeki roztokowej z górnego Plenivistulianu, 2 — utwory eoliczne z górnego vistulianu: a) pyły i piaski, b) piaski średnioziarniste, 3 — torfy z późnego vistulianu, 4 — utwory węglanowe, 5 — utwory węglanowe ze znaczną domieszką materiału organicznego, 6 — piaski z wkładkami substancji organicznej i warstwą torfu w spągu, deluwialno-eoliczne, holocenijskie, 7 — torfy z soczewką piasku, 8 — ruda darniowa, 9 — gleba. Strzałką oznaczono profil, z którego pobrano próbki do analiz laboratoryjnych. W ramce podano datowanie substancji organicznej metodą  $C^{14}$  (Gd 5031).

Fig. 3. Geological profile C-D through closed depression (No. III) on a permanent northern slope of the „Bełchatów” opencast of mine. Localization on Fig. 1.

Explanations: 1 — medium-grained sands with admixture of coarse-grained sands of the braided river of the upper Plenivistulian; 2 — eolian formations of the Late Vistulian: a) silt and sands, b) medium-grained sands; 3 — Late Vistulian peats; 4 — carbonate sediments; 5 — carbonate sediments with considerable admixtures of organic matter; 6 — sands with intercalations of organic matter and peat layer at the bottom, deluvio-eolian Holocen sands; 7 — peats with lens of sand; 8 — bog iron stone; 9 — soil. The profile along which samples for laboratory analyses were taken shown with arrow. Organic matter dated by the  $C^{14}$  method is presented in frame (Gd No. 5031)

pochodzącego ze stropu piasków ze żwirami i z sąsiedztwa ich spągu (21970 lat BP), można stwierdzić, że są one górnoplenivistuliańskie.

Wszystkie wymienione osady plenivistuliańskie występują wzdłuż dolin w sposób ciągły, a w przypadku poprzecznym ich zasięg jest ograniczony do niższych części dolin. W przeciwieństwie do omówionych górnoplenivistuliańskich osadów, wyżej leżące piaski z pyłem, głównie eoliczne (rys. 2, warstwa 7a), i piaski (rys. 2, warstwa 7b), należą do rozległych pokryw wykraczających także poza doliny.

Przestrzenny zasięg osadów węglanowych jest znacznie mniejszy niż podległych utworów pokrywowych. Węglany akumulowane były w miejscach, gdzie w stropowej powierzchni pokrywowych utworów piaszczysto-pylastych i piasz-

czystych utworzyły się zagłębienia bezodpływowe, zlokalizowane w obrębie den dolinnych. W spągu osadów węglanowych, wprost na podległych piaskach pokrywowych, występowały w kilku miejscach warstwy torfu (rys. 2, warstwa 8 i rys. 3, warstwa 3). Datowania torfów z dwóch zagłębień dały zbliżone wartości —  $12540 \pm 120$  lat BP, (Gd-1875) i  $12710 \pm 100$  lat BP (Gd-5031). Pozwala to na sprecyzowanie wieku pokrywowych utworów leżących pod węglanami na najstarszy dryas i wskazanie kiedy najwcześniej mogła się rozpocząć sedimentacja osadów węglanowych. Nie tylko daty obydwu torfów są zbliżone, lecz także spektra pyłkowe otrzymane przez Z. Balwierz (informacja ustna) wykazują bardzo wyraźne podobieństwo. Z analiz palinologicznych wynika, że w okresie narastania torfów w otoczeniu obydwu zagłębień panowały otwarte zbiorowiska roślinne z płatami krzewów światłożądnych.

Badania makroszczątków\* torfów pod osadami węglanowymi w zagłębieniu III pozwalają stwierdzić, że początkowo tworzyły się torfy mszyste (95% *Bryales*), następnie turzycowo-mszyste (*Bryales* — 45% i *Carex* — 20%) i mszyste z domieszką brzozy (*Bryales* — 50%, *Betula nana* — 30%, tab. 1). Należy dodać, że resztki drewna brzozy występują w niewielkiej ilości także w środkowej i spągowej części torfu. Rezultaty badań makroszczątków potwierdzają wnioski uzyskane w wyniku analiz palinologicznych o panowaniu zbiorowisk otwartych z płatami krzewów. Można stwierdzić, że w czasie narastania torfu nie było tu jeszcze zbiornika wodnego. Dopiero równocześnie z rozpoczęciem sedimentacji węglanowej pojawia się w spektrum pyłkowym udział roślinności wodnej i jest on widoczny aż do zakończenia akumulacji węglanów.

Analizy palinologiczne wykonane przez Z. Balwierz (informacja ustna) nie pozwalają na bardzo precyzyjne określenie czasu akumulacji węglanów. W zagłębieniu największym (rys. 2) widoczna jest wyraźna zmiana spektrum pyłkowego na granicy między torfem a bezpośrednio na nim spoczywających osadach węglanowych. Sugeruje to hiatus między akumulacją obydwu utworów. Słabiej jest on zaznaczony między odpowiednimi utworami w zagłębieniu III (rys. 3). W związku z uzyskanymi wynikami analiz palinologicznych można sądzić, że w zagłębieniu III akumulacja mogła się zacząć jeszcze w böllingu, natomiast w zagłębieniu największym I — w starszym dryasie i trwała w allerödzie. W obydwu zagłębieniach akumulacja węglanowa zakończyła się u schyłku vistulianu.

Z torfów nad osadami węglanowymi analizy palinologiczne wykonano tylko z prób pochodzących z ich spągu. Wskazują one, że torfy zaczęły narastać już na początku holocenu.

Porównanie drobnych wahań klimatycznych, odzwierciedlających się w składzie pyłkowym osadów a udziałem w nich węglanów, nie pozwoliło dostrzec wyraźnej zależności między nimi.

\* Badania makroszczątków wykonała mgr J. Karpińska, za co autorzy serdecznie Jej dziękują.

## CHARAKTERYSTYKA LITOLOGICZNA OSADÓW WĘGLANOWYCH

W rejonie kopalni osady węglanowe z późnego vistulianu występują w zagłębieniach bezodpływowych o różnej wielkości, które skupiły się w dolinie rzeki Świętojanki i jej dolinach pobocznych. Nie stwierdzono natomiast tych osadów w znacznie lepiej drenowanej dolinie rzeki Widawki. Formy wklęsłe wypełnione osadami węglanowymi są różnej wielkości i rozmaitego kształtu (rys. 1). Obraz tych form kopalnych tylko częściowo jest powtórzony w ukształtowaniu współczesnej powierzchni terenu (ściślej — powierzchni terenu z 1976 r., a więc z okresu poprzedzającego rozpoczęcie prac górniczych). Zagłębienia stały się płytsze, zmieniły się ich pierwotne granice, a niektóre straciły swój bezodpływowy charakter. W przypadku największego zagłębienia I granice kopalnej formy wypełnionej osadami węglanowymi są wyraźnie przesunięte w stosunku do zarysu dna bezodpływowej fazy współczesnej. Wydaje się, że można to wytłumaczyć nieco intensywniejszym narastaniem torfu nad węglanami niż w pozostałej części rozległego i płytkiego zagłębienia, gdzie w podłożu brak było węglanów.

Miąższość osadów węglanowych jest wprost proporcjonalna do horyzontalnych rozmiarów zagłębień. Maksymalną grubość osady te osiągają w największym zagłębieniu I — 2,5 m (rys. 2), natomiast w zagłębieniu II miąższość ta wynosi 1,6 m, III — 0,8 m (rys. 3), a w IV — 0,7 m. Spąg osadów węglanowych odpowiada powierzchni zagłębień bezodpływowych przed rozpoczęciem ich akumulacji. Powierzchnia ta jest koncentrycznie łagodnie wklęsła, czasem nieco pofalowana, o niewielkich amplitudach fal. Natomiast powierzchnia stropowa jest płaska, horyzontalna lub minimalnie wklęsła. Granice między utworami węglanowymi a osadami niżej i wyżej leżącymi są z reguły ostre i wyrównane.

Osady węglanowe w zagłębieniu największym I wykazały wyraźną laminację, natomiast w pozostałych zagłębieniach była ona wyrażona słabo. Laminacja zaznaczała się przede wszystkim w zmianie barw kolejnych lamin: od białej do prawie czarnej. Zmiana barw lamin nie jest zbyt regularna, można mówić tylko o słabo zaznaczonej rytmiczności.

Poszczególne laminy odznaczały się dużą rozciągłością, często można było prześledzić je na całej długości odsłoniętej warstwy węglanów. Dowodzi to, że sedymentacja ich odbywała się z reguły równocześnie na całym dnie zbiornika.

Mikroskopowa analiza osadu węglanowego, dotycząca wielkości ziaren i stopnia ich diagenety, pozwala stwierdzić, że są to muły o słabym stopniu rekrystalizacji, miękkie, porowate i w stanie suchym kruche. Takie właśnie cechy podaje się najczęściej jako definiujące kredy w klasyfikacji skał węglanowych opartej na kryteriach rozmiarów cząstek i stopnia zdiagenezowania tych skał.

Należy dodać, że w toku analizy makroskopowej niezwykle rzadko stwierdzano występowanie w osadach węglanowych kopalni Bełchatów warstw piasku o niewielkiej miąższości (10–15 cm) z reguły zawierającego także muszle

Analiza makroszcątków z torfów  
 Analysis of makroorganic debris

Głębokość Depth (cm)	Pod osadami węglanowymi Under carbonateous sediments
140–142 Zagłębienie III microbasin	Torf jasny (zażelaziony) Skład botaniczny: <i>Bryales</i> 50 % , <i>Betula (nana)</i> 30 % <i>Carex</i> sp. 10 % , inne 10 % Stopień rozkładu 30 % Gatunek torfu: mszysty (z domieszką brzozy)
142–148 Zagłębienie III microbasin	Torf ciemny (częściowo zamulony z domieszką piasku) Skład botaniczny: <i>Bryales</i> 45%, <i>Carex</i> sp. 20%, <i>Betula</i> sp. 15%, <i>Phragmites communis</i> 5%, inne 15% Gatunek torfu: turzycowo-mszysty
148–150 Zagłębienie III microbasin	Torf sprasowany, jasny, słabozłożony z domieszką piasku. Dominują resztki liści i łodyżek mchów właściwych ( <i>Bryales</i> 95 %). Gatunki rozpoznawalne: <i>Calliergon cuspidatum</i> i <i>Drepanocladus</i> sp. Jako domieszka występują resztki drewna i kory brzozy ( <i>Betula nana</i> ) i korzonki turzyc. Stopień rozkładu: 10–15 % Gatunek torfu: mszysty
	Nad osadami węglanowymi Over carbonateous sediments
160–170 Zagłębienie I microbasin	Kreda jeziorna z grudkami torfu turzycowo-trzciniowego i kawałeczkami drewna olchy Skład botaniczny: <i>Phragmites communis</i> 40 % , <i>Carex</i> sp. 25 % , <i>Alnus glutinosa</i> 15 % , <i>Salix</i> sp. 5 % , <i>Equisetum</i> sp. 3 % , <i>Manyanthes trifoliata</i> 2 % i inne 10 % . Stopień rozkładu: około 30 % Torf turzycowo-trzciniowy

mięczaków. Często spotykanym składnikiem w węglanowych osadach mułowych były skorupy mięczaków, niejednokrotnie pokruszone. Zupełnie sporadycznie spotykano cienkie laminy, złożone niemal wyłącznie ze skorup mięczaków.

#### WARUNKI I CZAS POWSTAWANIA UTWORÓW WĘGLANOWYCH

Powstanie zagłębień bezodpływowych w późnym vistulianie (rys. 4A) łączyło się przede wszystkim z rozwojem krasu termicznego. Nagromadzone w dolinie rzeki Świętojanki mułowo-piaszczyste osady dolinne ze środkowego i górnego plenivistulianu, akumulowane w warunkach tundrowych w obecności wieloletniej zmarzliny, zawierały duże ilości lodu syngenetycznego (rys. 4B). Osady te zostały pokryte osadami piaszczystymi, aluwialnymi górnoplejstoczeńskimi oraz późnovistuliańskimi, eolicznymi (rys. 4C).

W końcu najstarszego dryasu, wraz z ociepleniem klimatu, nastąpiło wytapianie wieloletniej zmarzliny, być może lokalne. Rozpoczął się proces niewielkiego obniżania powierzchni terenu. Powstały zabagnienia, prowadzące do tworzenia się torfu (rys. 4D). Początkowo, na przełomie najstarszego dryasu i böllingu, zagłębień nie wypełniała woda, gdyż były one zbyt płytkie, chociaż ich dna już stały się podmokłe, a więc korzystne do rozwoju torfowisk. Wskazują na to wspomniane już poprzednio wyniki analiz makroszczątków, a także analiz palinologicznych z torfów datowanych na  $12540 \pm 120$  lat BP w I zagłębieniu, i  $12710 \pm 130$  lat BP w zagłębieniu III.

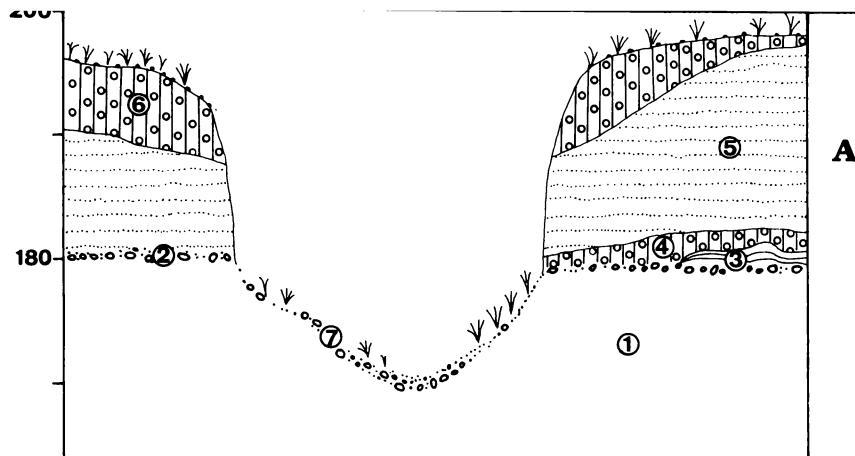
Postępująca dalej u schyłku vistulianu degradacja zmarzliny doprowadziła do powstania płytkiego zbiornika jeziornego (rys. 4E). Taki proces — akumulacja torfu w warunkach bagiennych, a następnie pogłębiania się zbiorników jeziornych, ich ekspansja związana z postępowaniem krasu termicznego i rozpoczęciem akumulacji utworów węglanowych — znany jest z pojezierzy [7, 8, 13, 14].

Z badań Nowaczyka i Tobolskiego [12] wynika, że w badanych zbiornikach północno-zachodniej Polski akumulacja osadów bogatych w węglany rozpoczęła się z reguły w allerödzie. Podobny czas rozpoczęcia akumulacji wapiennych osadów jeziornych przyjmują dla środkowego Pomorza Alexandrowicz i Tchórzewska [2].

Wspomniano już, że z analiz palinologicznych można wnosić o zakończeniu akumulacji osadów węglanowych jeszcze w późnym vistulianie, choć nie można precyzyjnie określić tego momentu. Występowanie najczęściej ostrej granicy między osadami węglanowymi a nadległymi torfami świadczy o dość raptownym wygaśnięciu akumulacji węglanów. Wydaje się, że zasadnicze znaczenie dla zanikania tego procesu miało przejście od bezodpływowego charakteru obniżeń do układu przynajmniej sezonowo przepływowego, odprowadzającego chociaż część wód do rzeki Widawki. Był to skutek stopniowego wypełniania zagłębień i prawdopodobnie także rozcinania oddzielających je przegród.

Pewną rolę w zanikaniu akumulacji węglanów w zbiorniku, lecz jak się wydaje znacznie mniejszą, odgrywał spadek zawartości węglanów w utworach





Rys. 4. Model etapów rozwoju zagłębień termokrasowych w rejonie kopalni „Bełchatów” (istotnych dla powstania i datowania późnovistulianskich osadów węglanowych).

A — przełom dolnego i środkowego plenivistulianu — uformowanie głęboko wciętych dolin w wyniku wcześniejszych procesów erozyjnych, B — środkowy plenivistulian, akumulacja osadów mułowo-piaszczystych w warunkach wilgotnej tundry; powstanie licznych syngenetycznych klinów lodowych oraz innych typów lodów podziemnych (m.in. soczewki), C — górny plenivistulian — zanikanie akumulacji mułowej; wzrost udziału osadów piaszczystych w warunkach zwiększającej się suchości klimatu i zubożenia roślinności oraz zwiększanie roli procesów eolicznych; zmniejszanie się zawartości lodów podziemnych w tworzących się osadach, D — początek późnego vistulianu — stabilizacja form eolicznych i początki krasu termicznego; powstawanie niewielkich bagnisk, E — późny vistulian (od schyłku böllingu do młodszego dryasu włącznie) — silne procesy degradacji zmarzliny i akumulacja węglanów, F — holocen — zanik zagłębień bezodpływowych; narastanie torfów. Legenda: 1 — utwory tzw. dolnego piętra strukturalnego osadów czwartorzędowych w rejonie kopalni: gliny, ility i piaski silnie zaburzone, 2 — bruk w stropie dolnego piętra strukturalnego, 3 — ility warwowe, 4 — warciańska dolna glina morenowa, 5 — piaski fluwioglacjalne, 6 — warciańska górna glina morenowa, 7 — bruk erozyjny w dnie doliny, 8 — muły i mułki z piaskami oraz wkładkami materiału organicznego, 9 — piaski w części spągowej ze żwirkami, 10 — bruk oraz odchodzące od niego kliny z pierwotnym wypełnieniem piaszczystym, 11 — piaski w spągu z pyłem, eoliczne, 12 — kreda jeziorna, 13 — torf (kliny lodowe i soczewki lodu oznaczono czarno).

Fig. 4. Model of developmental stages of thermokarst depressions in the „Bełchatów” opencast mine area (significant for formation of Late Vistulian carbonate sediments)

A — turn of lower and middle Plenivistulian — existence of deeply cut valleys as an effect of earlier erosional processes, B — middle Plenivistulian, accumulation of silt and silty-sandy sediments under moist tundra conditions; formation of numerous syngenetic ice wedges and others subterranean ice types (among other things, lenticle), C — upper Plenivistulian decline of silt accumulation and augmentation of sandy sedimentation, under increasingly arid conditions and reduction of vegetation cover as well as an increasing role of eolic processes; decrease in role of contents of subterranean ices in forming sediments, D — beginning of the Late Vistulian — stabilization of eolian forms and beginning of thermokarstic processes; formation of small bogs, E — Late Vistulian (from the bölling decline to younger dryas inclusive) — strong permafrost degradation processes and formation of ice-wedges casts; process of intensive subsidence; formation of closed depressions and accumulation of carbonates, F — holocene — decline in formation of closed depressions and growth of peat accumulation.

Legend: 1 — formations of the so-called lower structural level of quaternary sediments in the opencast mine area: till, clays, and sands strongly deformed, 2 — pavement on the top of the lower structural level, 3 — varved clays, 4 — wartanian lower till, 5 — fluvioglacial sands, 6 — wartanian upper till, 7 — erosional pavement at the valley bottom, 8 — silt and silt with sand and organic matter insertions, 9 — sands in the lower part with admixtures of fine silt and fine-grained gravels in the upper part; 10 — pavement and wedges with primary sand filling, 11 — sands with silt (eolian at the bottom), 12 — lacustrine chalk, 13 — peat. Ice wedges and ice lenticles — black stained.

0 500 1000 1500m

м.н.р.м.

200

180

200

180

200

180

200

180

200

180

F

E

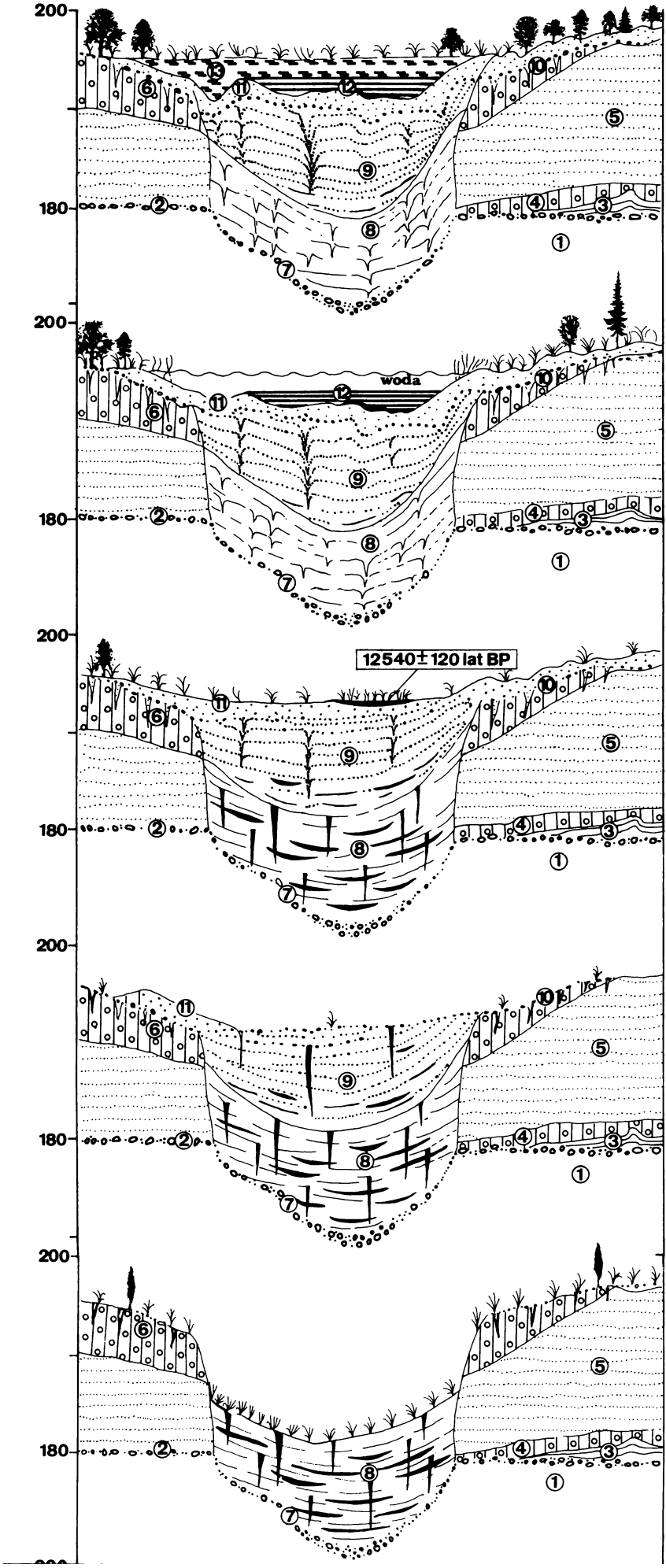
D

C

B

12540 ± 120 lat BP

woda



morenowych, w związku z ich usuwaniem ze strefy leżącej blisko powierzchni terenu. Na osadach węglanowych — ze względu na korzystne siedliska — rozwinęły się torfowiska niskie (rys. 4F).

#### WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Zagłębienia bezodpływowe późnego vistulianu na obszarze zlodowacenia środkowopolskiego, w których przebiegała akumulacja osadów węglanowych, powstały głównie w wyniku procesu krasu termicznego (rys. 4).

2. Można przyjąć na podstawie badań torfów metodą  $C^{14}$  w spągu osadów węglanowych, że intensywne dekalcytacja utworów glacialnych na tym obszarze rozpoczęła się w böllingu.

3. Badania palinologiczne osadu węglanowego i nadległego torfu wskazują, że akumulacja chemiczna przebiegała w starszym dryasie, allerödzie i młodszym dryasie i zakończyła się przed holocenem.

#### LITERATURA

- [1] Alexandrowicz S.W., 1987 — Mięczaki późnoplejstocenijskich osadów jeziornych z Bełchatowa. II Symp. Czwart. Rej. Bełch. Kom. Bad. Czwart. PAN, Warszawa-Wrocław.
- [2] Alexandrowicz S.W., Tchórzewska D., 1981 — Kreda jeziorna w osadach czwartorzędowych Środkowego Pomorza. Pr. Nauk. Uniw. Śląsk., Geologia, t.7, z.4: 59–71.
- [3] Baraniecka M.D., 1980 — Osady stadiału Warty i młodsze osady plejstocenijskie w odsłonięciu węgla brunatnego „Bełchatów”. Kwart. Geol. t.24, nr 4.
- [4] Baraniecka M.D., Pazdur M.F., 1980 — Datowania metodą  $C^{14}$  wieku bezwęglanowego osadów jeziorno-bagiennych z odsłonięcia kopalni „Bełchatów”. Prz. Geol. 7.
- [5] Goździk J., 1980 — Zastosowanie morfoskopii i graniformometrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego „Bełchatów”. St. Region. T.IV/IX/: 101–114.
- [6] Goździk J., 1986 — Czwartorzęd w rejonie kopalni węgla brunatnego „Bełchatów”. II Zjazd Geogr. Polskich, Łódź 11–13.IX.1986. Przewodnik wycieczek: 109–114.
- [7] Gross H., 1937 — Nachweis allerödschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiete. Beil. zum Bot. Zbl. z. 57, ser. B. z. 1–2, Berlin.
- [8] Gross H., 1940 — Über einige strittige Fragen der Späteiszeitforschung. Prahistorische Zts. t.30/31, Berlin.
- [9] Konecka-Betley K., Stefaniak P., 1983 — Geneza i typologia gleb wytworzonych z kredy jeziornej południowego pasa bagien w Puszczy Kampinowskiej. (W:) Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe w Kampinoskim Parku Narodowym. Wyd. SGGW. Warszawa: 201–213.
- [10] Konecka-Betley K., 1986 — Age of soils formed of lacustrine limestone at Olszowieckie Błoto in the Vistula valley. Hamburg: 592–597.
- [11] Klatkowa H., 1985 — Bychlew. Późnoplejstocenijskie i holocenijskie osady Pabianki. Przewodnik Konferencji „Rozwój sieci dolinnej na Wyżynie Łódzkiej w późnym plejstocenie i holocenie”. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego.
- [12] Nowaczyk B., Tobolski K., 1981 — W sprawie późnoglacialnych osadów wapiennych akumulowanych w środowisku wodnym. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. ser. A., t. XXXIII, Geogr. Fiz.: 65–78.

- [13] Stasiak J., 1963 — Historia jeziora Kruklin w świetle osadów strefy litoralnej. Pr. Geogr. IG PAN, nr 42: 1–94.
- [14] Więckowski K., 1966 — Osady denne Jeziora Mikołajskiego. Pr. Geogr. IG PAN, nr 57:111.

J. GOŹDZIK, K. KONECKA-BETLEY

## LATE-VISTULIAN CARBONATEOUS FORMATIONS IN OUTFLOW-CLOSED DEPRESSIONS OF THE BEŁCHATÓW BROWN COAL STRIP MINE. PART I. GENESIS AND STRATIGRAPHY

Institute of Physical Geography and Environment Formation, University at Łódź  
Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

### Summary

Carbonateous sediments in the Bełchatów opencast of lignite mine occur in the top part of Quaternary formations. They are covered with Holocene sediments and underlain with the formations of Plenivistulian and of beginning Late-Vistulian. The latter fills the valleys cutting glacial and fluvioglacial sediments. They are formed silt passing upwards into sandy sediments. Organic matter layers dated by  $C^{14}$  can be encountered among them.

For the bottom part of the organic layer the oldest date was  $43,700 \pm_{2400}^{3700}$  passing to successively younger part up until  $12,540 \pm 120$  and  $12,710 \pm 120$  years of B.P. for peats directly underlaying carbonateous sediments. Thus the genesis of the valley sediments can be connected with the middle and upper Plenivistulian.

In bölling, an intensive permafrost degradation and melting of underground ices began. This degradation melting occurred synchronically in Plenivistulian along with the formation of valley filling sediments deposits. These processes caused a differentiated subsidence of substratum and the formation of closed depressions on the surface. At the same time, an intensive circulation of subunderground waters in connection with the recession of the permafrost began. This favored the leaching of carbonates from adjacent sediments, particularly from the soil weathering zones. The leached carbonates were transported into the closed depressions, where the concentration of these compounds and their precipitation took place. The thicknesses of the carbonateous sediments reaches 2.5 m or more, while the  $CaCO_3$  content 85%.

In consequence of the infilling of the depressions with carbonateous sediments and the incorporation of closed depressions into the hydrographic network, the accumulation of carbonates came to an end at the beginning of the Holocene and the growth of peats began.

*Dr J. Goździk*  
*Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska*  
*Uniwersytet Łódzki*  
*90-418 Łódź, Kościuszki 21*

*Praca wpłynęła do redakcji w styczniu 1991 r.*