

Bolesław BRZYSKI, Ryszard GRADZIŃSKI, Roma KRZANOWSKA

STOJĄCE PNIE KALAMITÓW W ODSŁONIĘCIU CEGIELNI BRYNÓW I WARUNKI ICH POGRZEBANIA

(tabl. I—IV i 5 fig.)

Upright Calamite stems from Brynów and conditions of their burial

(Pl. I—IV and 5 Figs.)

Treść: Opracowane stanowisko z dużym nagromadzeniem ośródek pni kalamitów w pozycji wzrostu występuje w osadach najwyższego westfalu A, odsłoniętych w południowej części Katowic. Najdłuższe z zachowanych ośródek mierzą do 180 cm długości, a stwierdzone maksymalne zagęszczenie ośródek wynosi 8—10 na m². Charakter osadów oraz cechy i sposób zachowania flory pozwalają wnosić, że kalamity pogrzebane zostały osadami glifu krewasowego (ewentualnie wału brzegowego), które deponowane były szybko, lecz w kilku etapach.

WSTĘP

W maju 1973 r. R. Gradziński i R. Krzanowska znaleźli w ścianie czynnego wyrobiska cegielni Brynów liczne, w większości pionowo zachowane ośrodki pni kalamitów. Stanowisko to zostało opracowane pod względem sedymentologicznym przez wspomnianych dwoje autorów, natomiast badania paleobotaniczne przeprowadził B. Brzyski. W miesiącach letnich tegoż roku wydobyto niemal wszystkie ośrodki odsłonięte na powierzchni ściany w strefie największego ich nagromadzenia (odcinek B—C, fig. 1) oraz występujący w sąsiedztwie (w punkcie D) odlew dużego pnia sygilarii; zebrano także fosylny materiał roślinny z warstw sąsiednich. Kolekcja przechowywana jest w Muzeum Zespołu Pracowni Zakładu Nauk Geologicznych PAN w Krakowie.

Zachowane w pozycji pionowej skamieniałości większych pni roślin karbońskich, w tym również kalamitów, nie należą do rzadkości w osadach Zagłębia Górnośląskiego, przeważnie jednak nie występują w wię-

kszych skupieniach. W literaturze notowane były one stąd rzadko i tylko marginesowo. Z zebranych informacji wynika, że cegielnię w Brynowie uznać można za najokazalsze z dotychczas u nas znanych stanowisk pionowych pni kalamitów.

Występowanie pni roślin karbońskich w takiej pozycji uznawane było w literaturze światowej od blisko półtora stulecia (Blakewell, 1828; fide Rupke, 1969) za dowód szybkiej depozycji osadów, w których obrębie były znajdowane. Zagadnieniami tymi zajmowali się ostatnio m. in. Klusemann, Teichmüller (1954), Broadhurst, Mangraw (1959) i Broadhurst (1964), nie licząc wzmianek w podręcznikach monograficznych. W rozważaniach opierano się przede wszystkim na ocenie warunków wzrostu rośliny i czasu potrzebnego do destrukcji tkanek po obumarciu pnia, niewiele natomiast uwagi poświęcano sedymentacyjnym cechom osadów. Powszechnie przyjmowano przy tym autochtoniczny charakter pionowych pni. Dodać jednak trzeba, że ostatnio Coffin (1971) na podstawie wyników eksperymentów zwrócił uwagę, że pionowa pozycja pni kalamitów nie zawsze jest wystarczającym dowodem pogrzebania ich *in situ* w osadach.

Opracowując stanowisko brynowskie autorzy starali się możliwie ściśle powiązać w badaniach aspekty sedymentologiczny i paleobotaniczny, zarówno podczas prac terenowych, jak przy zestawieniu wyników i wyciąganiu wniosków.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OSADÓW

Cegielnia Brynów znajduje się w południowej części Katowic. Wyrobisko jej składa się zasadniczo z trzech poziomów, z których trzeci, najniższy jest obecnie około 18 m poniżej powierzchni otaczającego terenu (fig. 1); na tym poziomie prowadzona jest obecnie eksploatacja. W wyrobisku odsłaniają się utwory najwyższego westfalu A. Należą one do górnych warstw załęskich (wg podziału Stopy, 1967) lub — według starszej terminologii — do dolnych warstw orzeskich. Odkrywka obejmuje odcinek osadów formacji produktywnej zawarty w przybliżeniu między pokładami o numerach 334 i 345 (Kotasowa, 1973).

Opracowane skupisko stojących pni kalamitów występuje po zachodniej stronie poziomu eksploatacyjnego (por. fig. 1). Przekrój osadów odsłoniętych na ścianie tego poziomu przedstawiony jest na fig. 2. W celu ułatwienia opisu wyróżniono w tych osadach kilka warstw lub pakietów warstw, nadając im oznaczenia I—VIII. Dla wyjaśnienia podajemy, że termin „warstwa” używany jest w tej pracy w znaczeniu ogólnym i odpowiada terminowi „layer” stosowanemu przez Campbella (1967).

W odsłoniętym profilu najniższą pozycję zajmują iłowce (I) o miąższości około 1,3 m, wśród których trafiają się wkładki mułowców i występuje cienki (10 cm) pokład węgla. Ponad iłowcami leży grubszy (40

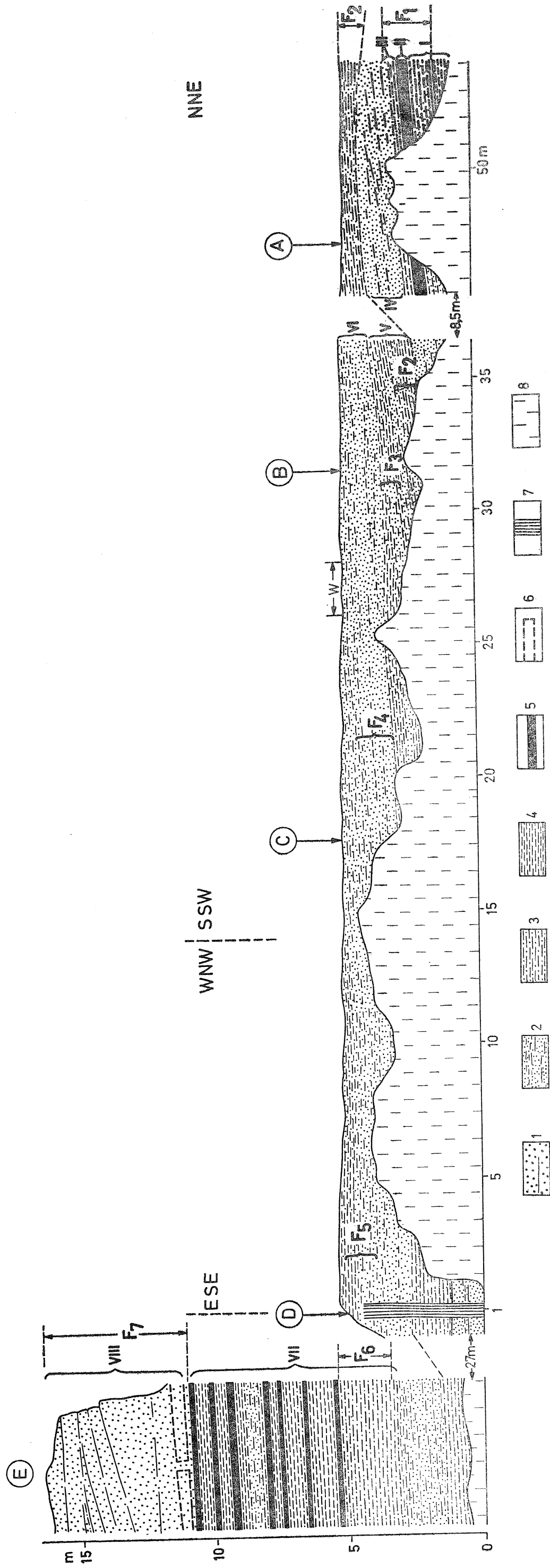


Fig. 2. Cross-section of sediments exposed on western wall of the deepest exploitation level. 1 — medium- and fine-grained sandstones; 2 — muddy sandstones; 3 — mudstones; 4 — siltstones; 5 — coal seam; 6 — outlines of large stem cast fragments preserved in sandstones; 7 — stem of big Sigillaria; 8 — slope debris; I—VIII — designations of layers described in text; F₁—F₇ — floristic zones; A—E — landmarks; W — location of the excavation. To make figure more clear the casts of stems represented in fig. 3 have been omitted

Fig. 2. Przekrój osadów odsłoniętych na zachodniej ścianie najniższego poziomu eksploatacyjnego. 1 — piaskowce średnio- i drobnoziarniste; 2 — piaskowce mułowcowe; 3 — mułowce; 4 — ilowce; 5 — pokład węgla; 6 — zarys odcisków dużych fragmentów pni zachowanych w piaskowcach; 7 — pień dużej sygilarii; 8 — osypisko; I—VIII — oznaczenie warstw opisywanych w tekście; F₁—F₇ — strefy florystyczne; A—E — punkty orientacyjne; W — miejsce wykopaliska. Dla przejrzystości rysunku pominięto ośrodkę przedstawione na fig. 3

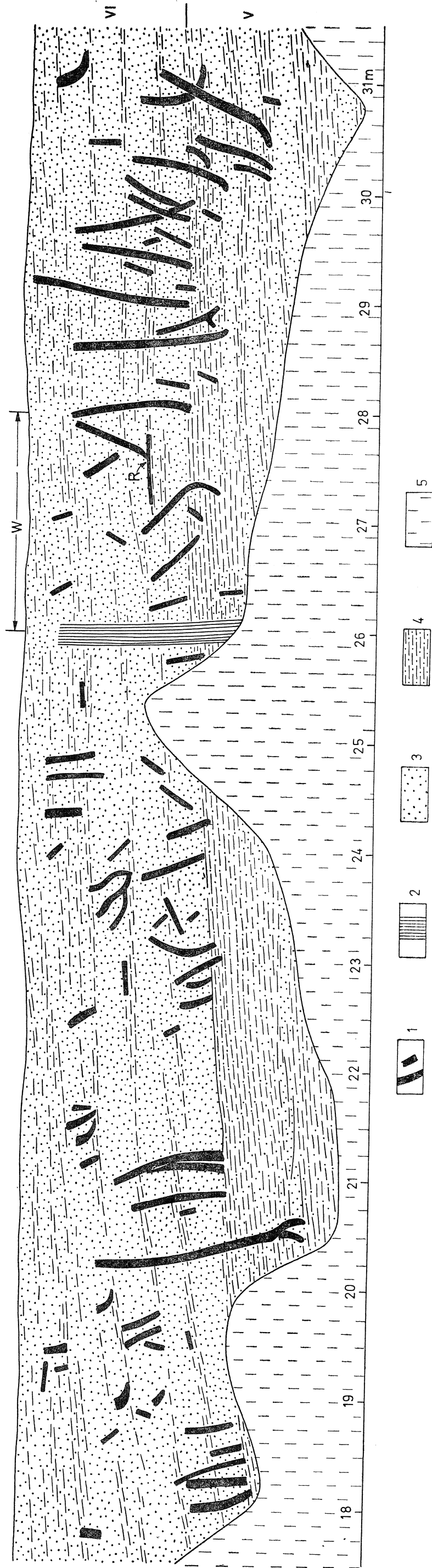


Fig. 3. Rozmieszczenie ośródek pni na odcinku zachodniej ściany najniższego poziomu eksploatacyjnego (między punktami B i C). 1 — ośrodki pni kalamitów; 2 — pień sygillarii; 3 — piaskowce mułowcowe; 4 — mułowce; 5 — osypisko; R — kłace. Na rysunku zaznaczono tylko te części ośródek, które były widoczne na powierzchni ściany lub zostały odsłonięte podczas wydobywania ze skały

Fig. 3. Distribution of stem casts in section of western wall of the deepest exploitation level (between points B and C). 1 — stem casts of calamites; 2 — stem of Sigillaria; 3 — muddy sandstones; 4 — mudstones; 5 — slope debris; R — rhizome. Only parts of casts which were visible directly on the wall surface or were exposed during the excavation are marked

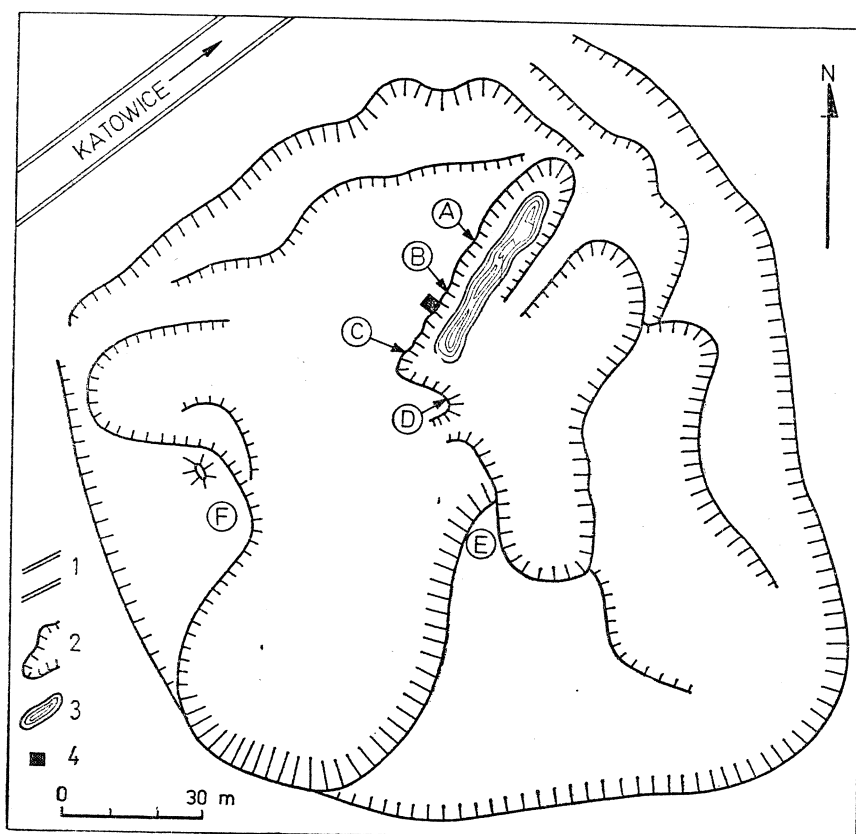


Fig. 1. Plan odsłonięcia cegielni Brynów w Katowicach. 1 — ulica; 2 — większe skarpy; 3 — zbiornik wody na dnie najniższego poziomu eksploatacyjnego; 4 — wkop badawczy; literami oznaczono punkty orientacyjne wymieniane w tekście

Fig. 1. Plan of the outcrop of „Brynów” brick-kiln in Katowice. 1 — street; 2 — larger scarps; 3 — ground-water pond on the bottom of the deepest exploitation level; 4 — excavation; landmarks mentioned in the text are marked with letters

cm) pokład węgla (II), a na nim warstwa (III) iłowca przechodzącego w mułowiec, licząca łącznie 20—30 cm miąższości.

Mułowiec nadścielony jest przez piaskowce (IV). Miąższość ich wynosi około 1,5 m, stopniowo jednak (w części ściany nie objętej już przekrojem na fig. 2) zmniejsza się ku N. Piaskowce są drobno- i bardzo drobnoziarniste i zawierają dość znaczną domieszkę ziarn frakcji pelitycznych; ponadto powszechnie, choć nie w każdym miejscu, występują w nich laminy złożone z materiału pelitycznego. Piaskowce opisanego typu określane są dalej mianem piaskowców mułowcowych. Wśród piaskowców omawianego odcinka profilu trafiają się cienkie wkładki mułowców (1—5 cm miąższości).

Wyżej leży 1,5-metrowa warstwa mułowców (V), w której podrzędnie występują wyklinowujące się wkładki piaskowca mułowcowego. Ponad iłowcami rozwinięta jest 2-metrowa warstwa (VI) piaskowców mułowcowych, która zawiera dość liczne wkładki mułowców. Miąższość tych wkładek maksymalnie dochodzi do 15 cm. W warstwie piaskowców (VI), a częściowo także w podścielającej ją warstwie mułowcowej (V) zaobserwowano szczególnie duże nagromadzenie stojących pni kalamitów (fig. 3).

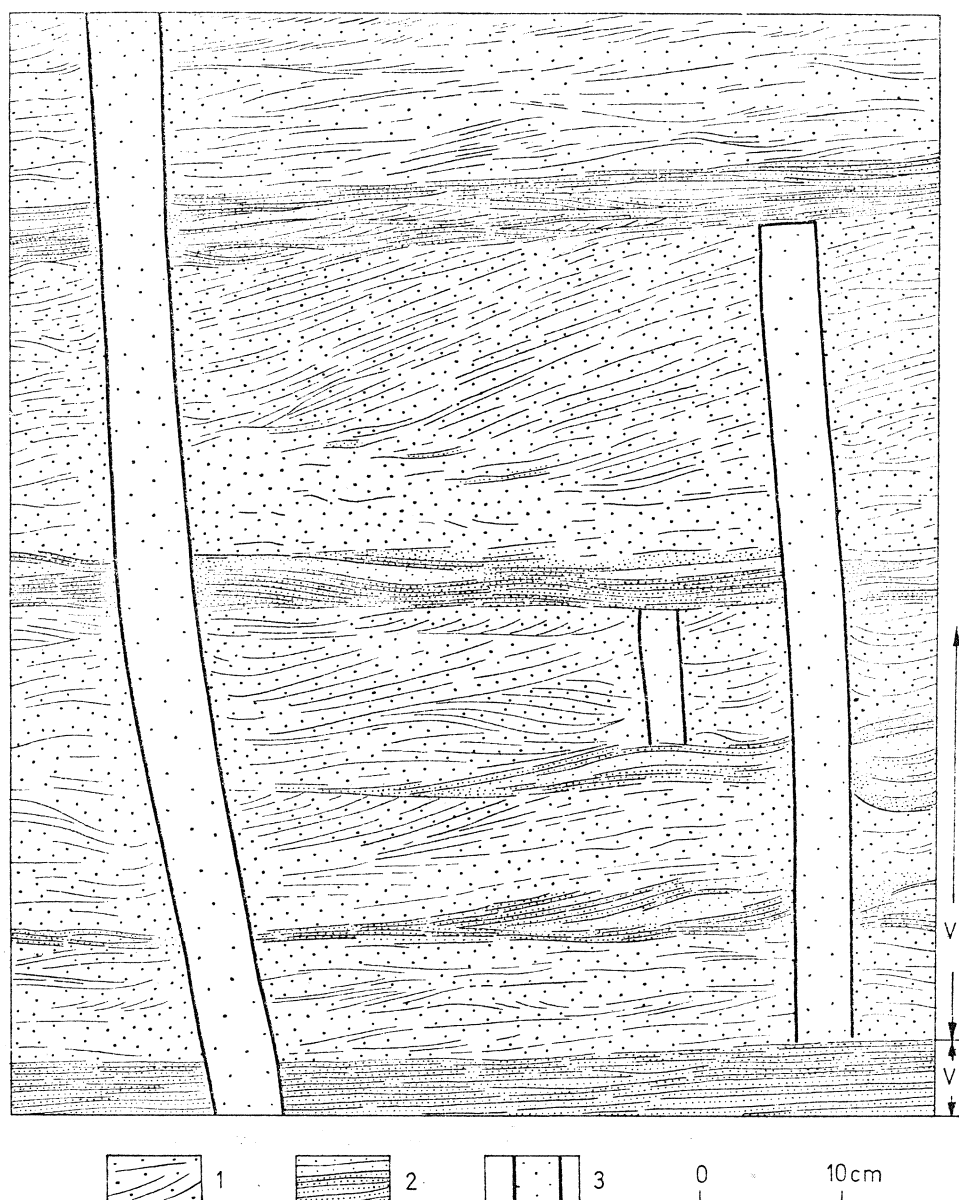


Fig. 4. Fragment ściany (odcinek między 20,15 a 20,95 m). W dole powierzchnia graniczna warstw V i VI. 1 — piaskowiec mułowcowy; 2 — mułowiec piaszczysty; 3 — pień kalamita

Fig. 4. Fragment of wall (section between 20,15 and 20,95 m). Bounding surface of layers V and VI in lowermost part of the drawing. 1 — muddy sandstone; 2 — sandy mudstone; 3 — Calamite stem

Ponad piaskowcami leży pakiet warstw VII, którego miąższość wynosi łącznie około 8 m. Dominują tutaj mułowce i iłowce, zaś piaskowce mułowcowe tworzą tylko jedną grubszą warstwę. Wśród omawianych osadów występuje 7 pokładów węgla (o miąższości od 5 do 20 cm), z których trzeci, czwarty i szósty (licząc od dołu) podścielone są kilkucentymetrową warstwą łupku węglowego.

Najwyższa część opisywanego profilu reprezentowana jest przez piaskowce (VIII), miąższości około 6 m. Są one średnioziarniste, miejscami drobnoziarniste. Większa średnica ziarna oraz brak lub sporadyczne tylko występowanie lamin złożonych z ziarn frakcji pelitycznych należą do

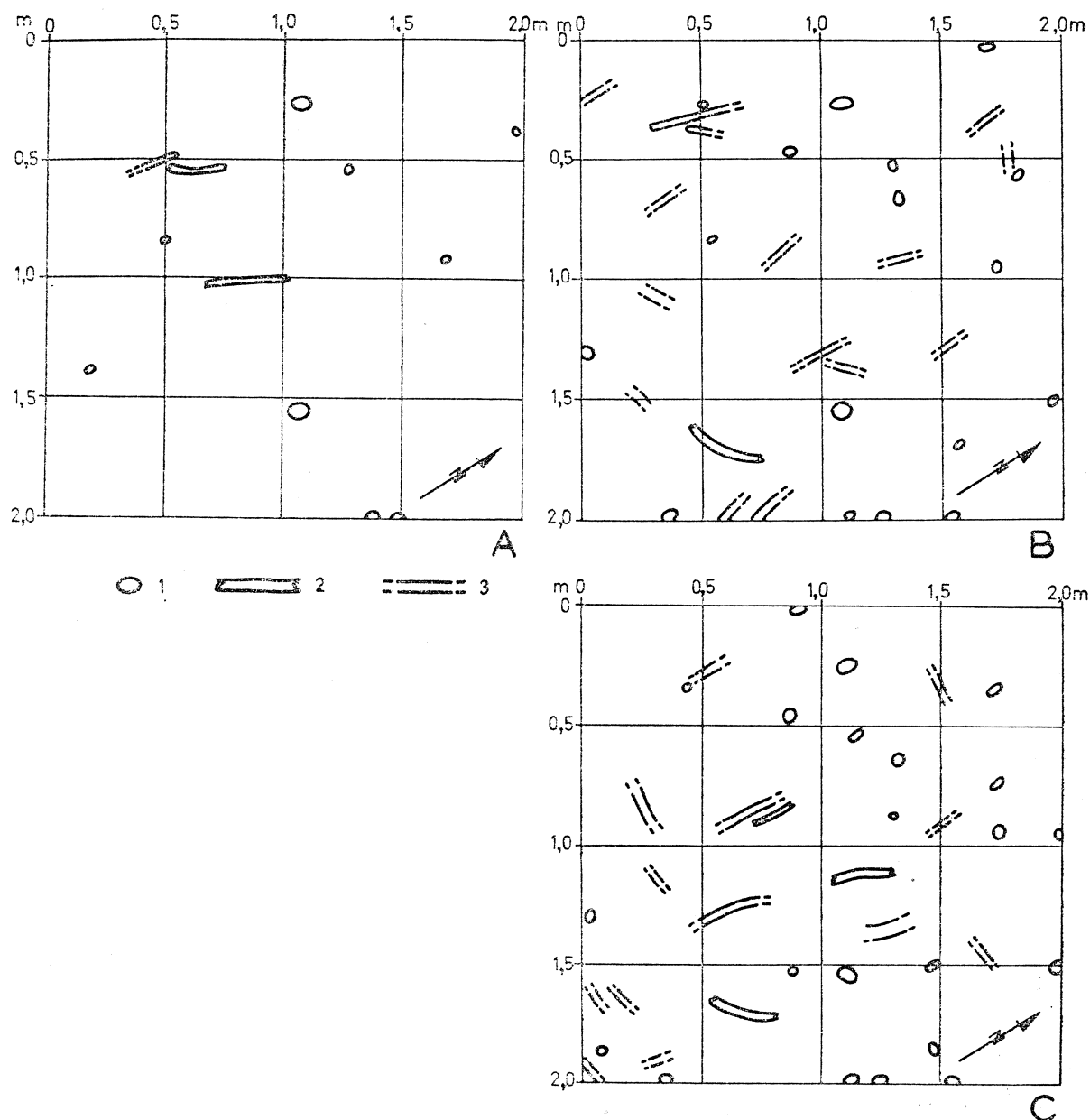


Fig. 5. Rozmieszczenie ośródek na powierzchni dna wkopu. A — głębokość 0,5 m; B — głębokość 0,8 m; C — głębokość 1,1 m. 1 — ośródka pionowa; 2 — ośródka ułożona poziomo; 3 — ośródka pochylona

Fig. 5. Distribution of casts on the bottom surface of the excavation. A — depth 0,5 m below the ground surface; B — depth 0,8 m; C — depth 1,1 m. 1 — upright cast; 2 — horizontal cast; 3 — oblique cast

cech różniących te skały od opisanych poprzednio piaskowców mułowcowych.

Wśród osadów opisanego profilu, szczególnie w mułowcach, występują drobne konkretne syderytowe.

STRUKTURY SEDYMENTACYJNE

Ilowce i mułowce warstwy I pozbawione są właściwie struktur depozycyjnych. Miejscami obserwuje się w nich smugi silniej zawęglonej skały oraz pojedyncze blaszki wityny. Liczne są natomiast apendyksy.

W dolnej części warstwy III występują w iłowcu smugi detrytusu roślinnego; w nadległym mułowcu dominuje płaska, nieciągła, pozioma laminacja. W warstwie tej obserwowano pojedyncze, leżące i częściowo spłaszczone pnie drzew, nie stwierdzono natomiast obecności apendyksów.

W warstwie piaskowców mułowcowych (IV) widoczne jest uławicenie, nie wszędzie jednak powierzchnie graniczne ławic są wyraźnie zaznaczone. Najlepiej zaznaczają się one w stropie wkładek mułowcowych nadścielonych przez piaskowiec. Niejednokrotnie powierzchnie międzyławicowe zanikają stopniowo w kierunku bocznym. Lateralna ciągłość ławic jest różna; niektóre z nich dają się śledzić na 20-metrowym odcinku ściany (do granicy odsłonięcia), inne wyklinowują się, rozszerzają lub zanikają na krótszym dystansie. Miąższość ławic przeważnie waha się w granicach 20—50 cm. W ogólnym obrazie uławicenie jest mniej więcej płaskie i równoległe do pierwotnej powierzchni akumulacji wyznaczonej przez pokłady węgla.

Spągowa powierzchnia piaskowców warstwy IV jest niemal równa, nie stwierdzono jednak tutaj wyraźnych śladów erozji. Strop najwyższej ławicy piaskowcowej jest prawie płaski aż po 52 m przekroju niższej części ściany. Dalej ku N cały pakiet piaskowcowy zaczyna się wyklinowywać; wskutek złego stanu odsłonięcia i trudnej dostępności tej części ściany nie zdołano tutaj przeprowadzić bardziej szczegółowych obserwacji. Na odcinku przedstawionym na fig. 2. strop piaskowców nie ma charakteru rozległej powierzchni erozyjnej, a piaskowiec przechodzi tu szybko, lecz gradacyjnie w mułowiec.

Struktury sedymentacyjne w osadach warstwy IV mają wiele cech wspólnych z opisanymi niżej strukturami osadów warstwy VI. Aby uniknąć powtórzeń, pomijamy tutaj bliższą charakterystykę poszczególnych struktur. W piaskowcach omawianej warstwy dominuje warstwowanie przekątne o małej skali, a miejscami występują struktury wstępujących riplemarków o nieznacznym kącie wspinania i niewielkiej miąższości wielozestawów (kilka—kilkanaście cm). Podrzednie obserwuje się nieciągłą, płaską laminację poziomą, nieregularną laminację falistą oraz nieliczne struktury warstwowania przekątnego o dużej skali, w których miąższość zestawów nie przekracza kilkunastu centymetrów. We wkładkach mułowcowych pospolita jest nieciągła, lekko falista laminacja oraz warstwowanie soczewkowe.

Mułowce w warstwie V są przeważnie laminowane. Występują w nich na przemian laminy złożone z ziarn grubszych (frakcji bardzo drobnoziarnistego piasku lub grubszych frakcji pyłu) i z ziarn drobniejszych. Lamininy bywają wzbogacone w detrytus roślinny i na ich powierzchniach granicznych widoczny jest często rozproszony pył węglowy; nierzadko także obserwuje się tam uwęgliny liści. Miejscami występuje płaska, pozioma laminacja, miejscami laminacja lekko falista, a także warstwowa-

nie soczewkowe, którego cechą charakterystyczną jest obecność cienkich, wydłużonych soczewek o grubszym ziarnie. W obrębie wielu soczewek zaznacza się tu delikatna laminacja przekątna. W dolnej części omawianej warstwy obserwowano także mułowce pozbawione struktur; skały tego typu przechodzą stopniowo — zarówno bocznie, jak i w kierunku pionowym — w mułowce warstwowane. W obrębie warstwy V rozwinięte są także wkładki piaskowców mułowcowych. Zespół występujących w nich struktur sedymentacyjnych jest nadzwyczaj podobny do zespołu z piaskowców warstwy IV.

Okolo 70 cm poniżej stropu warstwy V zaczynają pojawiać się w skale pierwsze ośrodki stojących pni kalamitów (fig. 3; Tabl. III, fig. 2).

Powierzchnia stropu warstwy V jest mniej więcej równa, nie ma jednak charakteru rozległej powierzchni erozyjnej. W niektórych miejscach obserwować można tutaj szybkie przejście, w innych granica jest ostra (Tabl. I, fig. 1).

W niższej części warstwy VI (do 1,2—1,4 m ponad jej spąg) zaznacza się uławicenie. Podobnie jak w warstwie IV powierzchnie graniczne ławic często nie są ostre i nieraz zanikają w kierunku bocznym. Poszczególne ławice miejscami cienieją i ponownie grubieją, a przeważnie wyklinaują się na dystansie kilku metrów. Miąższość ławic waha się najczęściej w granicach od 15 do 45 cm. Pod względem miąższości i ciągłości lateralnej uławicenie w omawianej warstwie jest bardziej zmienne niż w warstwie IV. W wyższej części warstwy uławicenie nie zaznacza się. Miejscami (np. okolo 10 m przekroju niższej części ściany) rozwinięte są tutaj struktury pogrążowe. W samym stropie obserwuje się stopniowe przejście od osadów piaszczystych do mułowców, należących już do pakietu warstw VII.

Pospolitym zjawiskiem obserwowanym w osadach warstwy VI są przejścia, zarówno boczne, jak i pionowe, od piaskowca mułowcowego w mułowiec (i odwrotnie). Z reguły polegają one na stopniowym zwiększaniu się miąższości i ilości lamin pelitycznych, czemu towarzyszy zwykle zmniejszanie się średnicy ziarna w laminach o ziarnie grubszym. Obecność tego rodzaju przejść powoduje, że granice między piaskowcami a mułowcami tworzącymi wśród nich wkładki mogą przeważnie być postawione tylko arbitralnie. Zdarza się jednak, że granica między piaskowcem a mułowcem zaznacza się ostro, zwykle jednak na niedużych odcinkach, rzędu kilku decymetrów.

Struktury sedymentacyjne w obrębie piaskowców widoczne są głównie dzięki obecności zazwyczaj bardzo cienkich lamin złożonych z ziarn frakcji pelitycznych. Niekiedy w tych laminach nagromadzony jest także detrytus roślinny i rozproszony pył węglowy.

W piaskowcach mułowcowych warstwy VI lokalnie tylko rozwinięta jest płaska i niemal pozioma laminacja (Tabl. IV, fig. 2). Powszechnym zjawiskiem jest natomiast występowanie lamin powyginanych i nachylo-

nych w stosunku do spągowej powierzchni tej warstwy. Grupy takich lamin tworzą najczęściej soczewkowate skupienia o różnym zarysie w przekroju pionowym; owe skupienia mogą być traktowane jako zestawy lamin przekątnych. Większość zestawów nie ma wyraźnie zaznaczonych powierzchni granicznych (fig. 4; Tabl. IV, fig. 1, 2); zdarza się często, że granice między zestawami mają charakter typowo gradacyjny. W takich przypadkach laminy jednego zestawu bądź spłaszczają się ku górze i przechodzą następnie w laminy przekątne zestawu wyższego, bądź też laminy obu zestawów zazębiają się ze sobą. Trzeba jednak podkreślić, że obserwuje się także ostro zaznaczone powierzchnie graniczne zestawów, jak też i przejścia boczne od takich powierzchni do powierzchni gradacyjnych. W niektórych strukturach laminy przekątne spłaszczają się ku górze i przechodzą w spoczywający wyżej zestaw poziomych lub lekko falistych lamin (Tabl. IV, fig. 2).

Biorąc pod uwagę miąższości zestawów lamin przekątnych można uznać, że w piaskowcach warstwy VI pospolicie występuje warstwowanie przekątne o małej skali. Warstwowanie to sprawia wrażenie nieregularności (fig. 4; tabl. IV, fig. 1), czego przyczyną jest duża zmienność kierunku nachylenia lamin przekątnych w sąsiadujących ze sobą zestawach jak i w obrębie poszczególnych zestawów, pospolite gradacyjne przejścia między zestawami oraz nieznaczna ciągłość ostro zaznaczonych powierzchni granicznych oddzielających poszczególne zestawy. Dodać trzeba, że miejscami widoczna jest falista laminacja riplemarkowa (por. Jopling i Walker, 1968; Allen, 1973) a także struktury wstępujących riplemarków. W tych ostatnich kąt wspinania jest niewielki (do 10°), przeważa typ A, a struktury reprezentują zwykle wzór II (por. Allen, 1973).

Grubsze zestawy lamin przekątnych (miąższości do 25 cm), reprezentujące struktury warstwowania przekątnego o dużej skali, występują w omawianych piaskowcach niezbyt licznie. Podobnie jak w przypadku mniejszych struktur, graniczne powierzchnie tych zestawów często nie są wyraźne.

Mułowce tworzące wkładki wśród piaskowców w warstwie VI wykazują najczęściej płaską lub lekko falistą laminację lub warstwowanie soczewkowo. Należy podkreślić, że większość wkładek wyklinowuje się lub stopniowo zanika bocznie na krótkim dystansie (rzędu centymetrów lub decymetrów). Niektóre jednak wkładki mają postać warstw o większej ciągłości i dają się śledzić wzdłuż ściany na przestrzeni kilku lub kilkunastu metrów (fig. 3).

W obrębie warstwy VI widoczne są miejscami niewielkie rozmycia erozyjne. Zasięg ich jest całkowicie lokalny, a deniwelacje z nimi związane maksymalnie dochodzą do 25 cm.

W ogólnym obrazie, obecność stojących pni kalamitów (w górnej części warstwy V i w warstwie VI) nie wpływa w sposób istotny na war-

stwowanie osadów (Tabl. I, fig. 1, 2; Tabl. II, fig. 1). Szczegółowe obserwacje skały otaczającej ośrodki pni pozwalają stwierdzić, że w bezpośrednim ich sąsiedztwie (w odległości 1—2 cm) struktury sedimentacyjne często nie są widoczne (fig. 4). Zdarza się także, że w niektórych partiach laminy dochodzą niemal do powierzchni ośrodki. W tych przypadkach bywa, że laminy nie wykazują śladów zaburzeń, częściej jednak są wyraźnie wygięte (Tabl. III, fig. 2). Przeważają wygięcia ku górze, trafiają się również wygięcia ku dołowi (fig. 4).

Struktury sedimentacyjne w pakiecie warstw VII nie były szczegółowo badane z powodu trudnej dostępności ściany. Stwierdzono jednak, że osady pelityczne mają tutaj podobny charakter jak opisane już osady warstw I, II i V, a piaskowce wykazują cechy skał tego typu w niższej części profilu.

Spągowa powierzchnia piaskowców warstwy VIII sprawia wrażenie równej powierzchni erozyjnej. Bezpośrednio nad nią leży gruba (około 50 cm) ławica piaskowca pozbawionego wyraźnych struktur sedimentacyjnych, który miejscami zawiera rozproszony, drobny okruszek mułowca. W ławicy występują liczne, leżące, częściowo spłaszczone pnie drzew, zachowane w postaci ośródek. Średnica ich w przekroju mierzy około 30 cm, a długość osiąga 3—4 m. Strop ławicy jest nierówny i nosi ślady erozji. Wyżej spoczywa pakiet niewyraźnie indywidualizujących się ławic, o łącznej miąższości 1—1,5 m. Dominuje tutaj warstwowanie przekątne o dużej i o małej skali. Wyższą część warstwy piaskowcowej (miąższości 3,5—4 m) tworzą różnej grubości ławice nachylone ku S. W przekroju widocznym na ścianie powierzchnie graniczne tych ławic mają ogólnie sigmoidalny zarys, a maksymalny pierwotny kąt upadu ławic (w stosunku do głównej powierzchni akumulacji, wyznaczonej przez pokład węgla) dochodzi do 20°. W obrębie ławic rozwinięte są przede wszystkim struktury warstwowania przekątnego o dużej i o małej skali. Średnie kierunki upadu lamin przekątnych w poszczególnych zestawach różnią się nieraz wyraźnie od kierunku nachylenia ławic, przy czym różnice przekraczają nieraz 100°. Przytoczone fakty pozwalają wnosić, że w wyższej części warstwy VIII rozwinięte jest złożone warstwowanie skośne (wg terminologii zastosowanej w literaturze polskiej przez Gradzińskiego 1973). Struktury takie (opisane przez Allena 1965 b, Beutnera et al. 1967 oraz Gradzińskiego 1970), w przypadku osadów fluwialnych uważane są za charakterystyczne dla osadów korytowych, a ściślej dla osadów łach.

ORIENTACJA LAMIN PRZEKĄTNYCH I NACHYLONYCH PNI

W obrębie warstwy VI wykonano 48 pomiarów nachylenia lamin w wyraźniej zaznaczających się strukturach warstwowania przekątnego. Zróżnicowanie kierunków jest dość duże (55—265°), a w ich rozkładzie

zaznaczają się dwa przedziały: $55-180^\circ$ i $180-265^\circ$. Obliczone dla obu przedziałów kierunki średnie wynoszą 95° i 233° , a ich wektory wypadkowe o dużej wartości procentowej (90% i 94% na poziomie istotności $= 0,01$) okazały się istotne po sprawdzeniu.

Druga seria pomiarów objęła orientację 45 nachylonych pni kalamitów. Rozkład kierunków jest wyraźnie bimodalny, w przedziałach $150-210^\circ$ oraz $300-60^\circ$, a kierunki średnie dla tych przedziałów wynoszą odpowiednio 186° i 357° (przy wartościach procentowych wektorów wypadkowych 93% i 90%, na poziomie istotności $= 0,01$).

Wyniki obu serii pomiarów dowodzą, że w stanowisku brynowskim pochylenie pni kalamitów zdaje się nie być rezultatem naporu przepływającej wody lub mogło być nim wywołane tylko w pewnych przypadkach. Warto dodać, że pochylenie pni kalamitów zgodnie z kierunkiem upadu lamin przekątnych obserwowali Gradziński et al. (1969) w osadach warstw orzeskich w cegielni Kleofas. W tamtejszym odsłonięciu kilka obserwowanych pni kalamitów występowało w obrębie piaskowców pozbawionych wkładek mułowcowych, w których rozwinięte były wyłącznie struktury warstwowania przekątnego o dużej skali. Można przeto sądzić, że siła prądów była tam wyraźnie większa niż w naszym przypadku.

CHARAKTERYSTYKA PALEOBOTANICZNA

Skupienie kalamitów — stan fosylny i rekonstrukcja

Szczegółowymi badaniami objęty został odcinek niższej części zachodniej ściany najniższego poziomu eksploatacyjnego, który charakteryzuje najliczniejsze występowanie stojących pni kalamitów (ściślej — ośródek pni). Odcinek ten ma 14 m długości (od 17,5—31,5 m ściany) i obejmuje wyższą część mułowcowej warstwy V i znaczną część piaskowcowej warstwy VI (fig. 3). W celu uzupełnienia obrazu rozmieszczenia pni w skale wykonano wkop (fig. 5) usytuowany bezpośrednio nad ścianą.

Na badanym odcinku ściany znaleziono ponad 70 okazów ośródek pni kalamitów w pozycji pionowej lub nieco pochylonej, kilka ośródek ułożonych poziomo oraz nieliczne i silnie sprasowane kłącza, a także jeden odlew stojącego pnia sygilarii. Pomimo poszukiwań w tej części warstwy VI nie stwierdzono obecności korzeni przybyszowych przy węzłach kłaczy oraz przy węzłach dolnej części pni kalamitów. Wszystkie ośródkie niemal całkowicie pozbawione były uwęgliny (nikłe resztki materii organicznej zachowały się tylko na niektórych częściach ośródek).

Znalezione ośródkie pni kalamitów mierzą od 3 do 10 cm średnicy i maksymalnie dochodzą do 180 cm wysokości. Podkreślić jednak trzeba, że obraz przedstawiony na fig. 3 (co podane jest w objaśnieniu do niej) nie przedstawia w pełni rzeczywistego stanu występowania ośródek w skale ze względu na niecałkowite ich odsłonięcie.

Najprawdopodobniej wszystkie okazy z opisywanego stanowiska należą do gatunku *Calamites (Stylocalamites) suckowii* Br g t. Niektóre bardzo źle zachowane ośrodki o wąskich żebrach wykazują pewne podobieństwo do pokrewnego gatunku *Calamites (Stylocalamites) cisti* Br g t.

Pewna część ośródek występuje w górnej, mułowcowej części warstwy V, najliczniejsze jednak i najlepiej zachowane ośrodki widoczne są w warstwie VI, złożonej z piaskowców mułowcowych zawierających wkładki mułowców. Niektóre z ośródek przechodzą z warstwy V do warstwy VI, najwięcej ich jednak zaczyna się ostro zaznaczonymi podstawami na spagowej powierzchni warstwy VI; niższych części ośródek nie udało się znaleźć. W obrębie warstwy VI w podobny sposób zaczyna się kilkanaście ośródek; w tych przypadkach ciągną się one w górę od wkładek mułowcowych. Stwierdzono, że ku górze tylko niewiele ośródek kończy się ostro, przy czym zwykle obserwuje się to w stropie warstw piaskowca mułowcowego na kontakcie z nadległymi wkładkami mułowca (por. fig. 4). Najprawdopodobniej jest to wynikiem obłamania górnej części pnia obumarłej rośliny, wystającego ponad powierzchnię świeżo złożonego osadu. W najwyższej części ściany, gdzie skała jest silnie zwietrzała i spękana, ośrodki stają się stopniowo coraz słabiej dostrzegalne (por. Tabl. II, fig. 1).

Ogólnie można stwierdzić, że największe zagęszczenie ośródek występuje w dolnej i środkowej części warstwy VI. Dowodzą tego także obserwacje kolejnych poziomów dna wkopu (fig. 5). Większość ośródek przebiega kilka kolejnych warstw (na przemian piaskowce mułowcowe i mułowce).

Na uwagę zasługują znalezione w kilku miejscach łukowato wygięte nasady pni, charakterystyczne dla *Calamites suckowii* (fig. 4; Tabl. III, fig. 2). Znaczna część owych nasad związana jest najprawdopodobniej z wyrastaniem pni z kłaczy; niewątpliwy przypadek tego rodzaju stwierdzono np. koło 28 m przekroju. Charakterystyczne, wąskożebrowe i silnie sprasowane fragmenty kłaczy (ryzomów) *Calamites suckowii* (zbliżone wyglądem do sprasowanych ośródek pni *Calamites cisti*) znajdowane były częściej w warstwie V niż w obrębie wkładek mułowcowych w warstwie VI.

Niektóre łukowato wygięte nasady pni mogą być wynikiem „kandelabrowego” odrastania bocznych pni (nie gałęzi) z pnia głównego; przypadek taki obserwowano na 30 m przekroju. W przypadku zasypania dolnego odcinka pnia głównego ten sposób rozwoju pozwalał roślinie utrzymać się przy życiu dzięki wykształceniu się korzeni przybyszowych na bocznych pniach.

Przekrój poprzeczny ośrodek pni jest mniej więcej okrągły lub owalny; gdzieniegdzie widać w nich ubytki i deformacje (Tabl. II, fig. 2). Charakterystyczne wzdłużne wgniecenia i porozrywania ośródek wskazują na odpowiadające im uszkodzenia ścian właściwego pnia, które naj-

prawdopodobniej były miejscem wnikania materiału osadowego do wnętrza łodygi. Wypełnianie kanałów powietrznych mogło także zachodzić od końców obłamanych pni.

Jak już wspomniano, w całym stanowisku nie zachowały się uwęgliny właściwych ścian pni (nie licząc drobnych uwęglonych resztek), jak również uwęgliny kłaczy, korzeni i innych organów. Dowodzi to, że środowisko życia i pogrzebienia opisywanych kalamitów nie cechowały warunki redukcyjne, charakterystyczne dla bagnisk i zbiorników wód zastoiskowych. Trzeba także dodać, że pnie *Stylocalamites* w porównaniu z innymi podrodzajami kalamitów wykazywały mniej trwałą budowę wewnętrzną, co musiało przyspieszać rozkład ich masy tkankowej.

Brak śladów korzeni przybyszowych w badanych osadach nie świadczy jednoznacznie o tym, że nie tworzyły się one podczas zasypywania kalamitów; korzenie takie mogły ulec destrukcji, podobnie jak grubsze od nich ściany pni. Wydaje się, że przy niezbyt grubym przykryciu osadem kłaczy oraz bazalnych części pni zjawisko piętrowego odrastania kalamitów zachodziło, natomiast wysoko zasypane pnie zapewne obumierały. W opisywanym stanowisku ten drugi przypadek jest bardziej prawdopodobny i zapewne dotyczy przeważającej części pni; wskazuje na to, między innymi, znikoma ilość okazów o charakterystycznym dla *Calamites suckowii* „kandelabrowym” odrastaniu pni bocznych.

Obserwowane w profilu pojawienie się nowych pni przy wkładkach mułowcowych (zarówno w warstwie VI, jak i w bardziej piaszczystej części warstwy V) dowodzi, że wkładki te wyznaczają okresy zwolnionej sedymentacji lub okresy zastoju w procesie gromadzenia osadów. Zapożyczkowywanie nowego cyklu wegetacji kalamitów w tych okresach na powierzchni świeżo złożonego osadu mogło następować szybko, szczególnie w przypadku odrastania nowych pędów z przywleczonych przez wodę kłaczy. Przy wysokiej zdolności rozmnażania rostowego i braku konkurencji, taka szybka i etapowo powtarzająca się regeneracja zbiorowiska *Calamites suckowii* wydaje się wysoce prawdopodobna.

Osady piaszczyste, rozdzielające owe wkładki mułowcowe, musiały być deponowane szybko (czego dowodzą zresztą obserwacje sedymentologiczne). W przeciwnym przypadku należałoby się spodziewać w ich obrębie obecności nasadowych odcinków pędów, czego w ogóle nie stwierdzono. Zbliżony rząd wielkości średnic ośródek w poszczególnych ławicach zdaje się przemawiać za tym, że etapy depozycji ławic następowały w podobnych odstępach czasu.

W opisywanym stanowisku zachowały się tylko ośrodki pni dość grubych. Przypuszczać można, że osobniki cieńsze nie zachowały się, ponieważ były one bądź łatwiej odrywane od podłoża, bądź też łatwo oblamywane wskutek niedostatecznie jeszcze zdrewniałych ścian pni. Powalone na miejscu cienkie, młodociane pnie (jeszcze z przegrodami poprzecznymi

w węzłach) były łatwo zgniatane po zasypaniu osadem, szybko ulegały rozkładowi i nie dawały ośródek.

Gatunki należące do podrodzaju *Stylocalamites* swoimi cechami budowy zewnętrznej (zwłaszcza sposobem ugałęzienia), a zapewne także przystosowaniami siedliskowymi wyraźnie odbiegały od pozostałych podrodzajów: *Crucicalamites*, *Diplocalamites* i *Calamitina*, oraz od wydzielnego na innej zasadzie podrodzaju *Mesocalamites* — w obrębie szeroko rozumianego rodzaju *Calamites*. Formy *Stylocalamites* miały pień do około 10 m wysokości, skąpo rozwiniętą koronę osadzoną w górnej części pnia nieco poniżej jego wierzchołka, z odgałęzieniami przylegającymi do pędu głównego. W wewnętrznej budowie stosunkowo cienkościennego pnia drewno wtórne wykazywało słaby rozwój lub brakowało go zupełnie. W ogólności gatunki podrodzaju *Stylocalamites* (a zwłaszcza — jak się wydaje — gatunek *Stylocalamites suckowii*) odznaczały się najmniej „drzewiastym” charakterem w porównaniu z innymi kalamitami karbońskimi.

Dane uzyskane we wkopie pozwalają stwierdzić, że zagęszczenie stojących pni w górnej części warstwy VI średnio wynosi blisko 3, a w środkowej 8—10 na 1 m². Najliczniejsze występowanie ośródek na ścianie w dolnej części tej warstwy dowodzi, że zagęszczenie pni w przekroju poziomym zapewne jest tutaj jeszcze większe.

Dodać należy, że obserwowane obecnie zagęszczenie ośródek nie odzwierciedla w pełni pierwotnych odstępów między pniami kalamitów, właściwe bowiem ich ściany nie zachowały się. Przy tak dużym zagęszczeniu osobników mogło mieć miejsce tylko słabe rozwinięcie koron, co zgodne jest z charakterem przylegającego do pnia ugałęzienia, typowego dla podrodzaju *Stylocalamites*. W opisywanym przypadku zwarte zbiorowisko kalamitów najprawdopodobniej w okresie rozwoju bardziej przypominało roślinną formację wielkoszuwarową niż drzewiastą.

Wyłączność osobników z gatunku *Calamites suckowii* zdaje się wskazywać na niekorzystne warunki środowiska dla rozwoju innych roślin karbońskich, skutkiem czego mogły tu wegetować i wielokrotnie odnawiać się tylko formy o małych wymaganiach życiowych i o szczególnych cechach i zdolnościach przystosowawczych. Można przypuszczać, że kalamity z podrodzaju *Stylocalamites* były w dużym stopniu przystosowane do zajmowania siedlisk, które pod względem edaficznym charakteryzowały: brak wykształconej gleby, niedostatek związków organicznych w podłożu, obfitość krzemionki, a jednocześnie podwyższona aeracja podłoża i zalewającej to zbiorowisko wody. Tak więc — jeżeli dotychczasowe rozumowania były prawidłowe — ekologiczny charakter form *Calamites suckowii* odpowiadałby formacjom roślinnym (zespołom) narażonym na niszczące działanie zalewów i intensywnej depozycji osadów piaszczysto-mułowych, oraz wykazującym zdolność cyklicznej regeneracji. Z powyż-

szego nasuwa się wniosek, że *Calamites suckowii* był formą pionierską, zapoczątkowującą sukcesję roślinną na podłożu utworzonym ze świeżo zdeponowanych osadów. Można sądzić, że gatunek ten rósł w kępowych skupieniach raczej poza typowymi torfowiskami.

Florystyczna charakterystyka profilu

W badanym odsłonięciu wydzielono i opisano kilka następujących po sobie stref florystycznych, wyróżnionych na podstawie określonego charakteru występowania fosyliów roślinnych. Strefy te, umownie nazywane florystycznymi, oznaczono symbolami F₁—F₇ (fig. 2). Szczątki dość zróżnicowanej, ale niezbyt obfitej flory znaleziono pod i nad osadami z „laskiem” kalamitowym, a po części także i w ich obrębie.

Strefa F₁ obejmuje pokład węgla (II) oraz osady w jego sąsiedztwie. Młowcowy „spąg korzonkowy” z licznymi apendyksami wskazuje na podłoże (glebę), na którym rozwinęło się torfowisko bagienne z drzewiastymi lepidofitami. Młowiec stropowy zawiera wymacerowany detrytus roślinny, pojedyncze, leżące i częściowo sprasowane pnie *Lepidodendron* cf. *obovatum* oraz cieńsze pnie *Sigillaria* z grupy *Rhytidolepis*.

W strefie F₂ (niższa część warstwy V), w drobnoziarnistym młowcu ze skąpym detrytusem roślinnym i bardzo rzadkimi, cienkimi apendyksami, zanotowano pojedynczy, pionowo zachowany pień (11 cm średnicy i 75 cm wysokości) *Sigillaria* z grupy *Rhytidolepis* (prawdopodobnie *S. voltzi* lub *S. rugosa*) oraz bardzo nieliczne i poziomo ułożone szczątki *Alloiopteris coralloides* f. *typica*, *Renaultia gracilis*, ?*Lyginopteris bäumleri*, *Sigillariophyllum*, fragment drobnolisteczkowej gałązki *Bothrodendron minutifolium*, *Calamostatys* sp. i bardzo nieliczne kłącza kalamitów. Omawiana warstwa osadów tylko w minimalnym stopniu stanowiła grunt dla rozwoju widłaków drzewiastych, czego dowodzi nagle zachowanie apendyksów.

Osady, które obejmuje strefa F₃, stanowiły główne podłoże wzrostu (poziom wegetacyjny) dla „lasku” kalamitowego. Występują tutaj nieliczne apendyksy nieregularnie rozmieszczone w całej warstwie, poza tym sprasowane i poziomo leżące fragmenty pni *Sigillaria voltzi* cf. f. *helmackeri*, *S. voltzi* f. *sanneri*, ulistnione gałązki *Bothrodendron minutifolium*, ponadto w pojedynczych okazach *Lepidodendron obovatum*, *Alloiopteris coralloides* f. *typica*, *Palmatopteris furcata*, *Sigillariophyllum*, *Calamostachys* sp. W omawianej warstwie szczątki autochtonicznej flory wskazują na okresowy rozwój flory mieszanej; tu po dostatecznym podtopieniu siedliska eliminującym inne formy roślinne, rozpoczęła się bujna wegetacja kalamitowa.

Strefa F₄ (dolna i środkowa część warstwy VI) zawiera florę — poza *Calamites suckowii* — nadzwyczaj ubogą, źle i fragmentarycznie zachowaną, występującą z reguły we wkładkach młowcowych. Są to napła-

wione i wyłącznie poziomo ułożone szczątki: *Sigillaria voltzi* f. *helmackeri*, *Lepidodendron obovatum*, *Calamites* (*Calamitina*) cf. *goepperti* (jedeny ułamkowy okaz), *Sigillariophyllum*, drobne gałązki *Bothrodendron minutifolium*. Brak jest zupełnie apendyksów i stygmarii.

Strefa F₅ ma charakter przejściowy pod względem florystycznym. Zachowana jest tutaj zarówno flora w pozycji wzrostu, jak i naniesiona. Stojące pnie kalamitów kończą się na różnych wysokościach tej strefy. W kilku miejscach stwierdzono kandelabrowe odrastanie pni bocznych z pnia głównego. Nierzadko trafiają się sprasowane kłacza kalamitów, gdzieśniedzie nawet z odrastającymi od nich nasadami pni oraz z nikłymi śladami korzeni. W odwrotnych stosunkach ilościowych występują podziemne części lepidofitów; początkowo są to nieliczne apendyksy, ku górze (łącznie z fragmentami *Stigmaria ficoides*) coraz częstsze. Tu też pojawiają się słabo zachowane (bez uwęglin) pionowe odlewy *Sigillaria* cf. *voltzi*, o średnicach około 5 cm i wysokości kilkanaście cm. Z powalonych i częściowo sprasowanych skamieniałości zwracają tu uwagę okazałe fragmenty pni *Sigillaria voltzi* f. *sanneri*, odlewy pni i konarów *Lepidophloios laricinus* oraz odciski kory *Lepidodendron obovatum*. Szczątki te czynią wrażenie naniesionych przez wodę i zasypanych w bezładnym położeniu. Ta przejściowa strefa osadów narastających jeszcze względnie szybko, stanowiła podłoże dla rozwoju widłaków drzewiastych, przy wyraźnie malejącym udziale kalamitów.

Strefa F₆ (dolna część warstwy VII bez partii przyspagowej) zawiera zachowane in situ apendyksy, stygmarie, pionowe fragmenty odlewów pni *Sigillaria* sp., *Lepidodendron* sp. i coraz rzadziej kalamitów (w dalszym ciągu *Calamites suckowii*) i ich sprasowanych kłaczy. Ze szczątków poziomo ułożonych stwierdzono obfite nagromadzenie ulistnionych gałązek *Asterophyllites grandis* z pojedynczym kłosem zarodniowym *Calamostachys* oraz fragmentarycznie zachowane korzonki kalamitów typu *Pinnularia*. W omawianej warstwie skał zwraca uwagę obecność pionowych (niekiedy ponad metrowej wysokości) pni widłaków wtórnie poprzerastanych apendyksami, wskazującymi na ciągłą, autochtoniczną wegetację lepidofitów drzewiastych.

W strefie F₇ stwierdzono odciski kory leżących, okazałych pni *Lepidodendron aculeatum* oraz jeden stojący pień *Sigillaria* z grupy *Rhytidolepis*, kilkumetrowej wysokości.

Na osobne omówienie zasługuje obecność odlewów dwóch stojących pni sygilarii (jednej zaznaczonej na fig. 2, a drugiej na fig. 3). Dolne odcinki pni owych sygilarii nie zostały odsłonięte, można jednak sądzić, że oba pnie wyrastały z pobliża pokładu węgla (II). Pierwszy z nich (45 cm średnicy) jest nieoznaczalny, drugi (20 cm średnicy) należy do gatunku *Sigillaria voltzi*. Obie sygilarie reprezentują wcześniejszą generację roślinną niż kalamity z opisanego skupienia, a współwystępowanie ich pni w górnej części warstwy V i w warstwie VI nie ma związku

z naturalnym zbiorowiskiem kalamitowym. Rozwojowo równoczesne występowanie cienkich sygilarii z zanikającymi kalamitami zarejestrowano dopiero w górnej części warstwy VI, w strefie florystycznej F₅.

INTERPRETACJA ŚRODOWISKA DEPOZYCJI

Analiza opisanych poprzednio cech osadów, a przede wszystkim struktur sedymentacyjnych, uziarnienia oraz sekwencji, w powiązaniu z danymi paleobotanicznymi pozwala na interpretację warunków, w jakich były gromadzone interesujące nas osady.

Badane osady należą do „limnicznej” części formacji produktywnej. Duża zmienność osadów w odsłoniętym profilu oraz występowanie licznych lecz cienkich podkładów węgla wśród utworów pelitycznych pozwalają wnosić, że obszarem akumulacji była w tym przypadku równina aluwialna bądź równia deltowa (tj. wierzchni człon delty). Wśród badanych osadów reprezentowane mogą być zatem rzeczne osady korytowe i pozakorytowe, osady stosunkowo płytkich jezior oraz osady bagienne.

Zdaniem autorów, jedynie piaskowce warstwy VIII wykazują zespół cech typowy dla korytowych osadów rzecznych. Za takim środowiskiem ich depozycji przemawiają przede wszystkim: obecność w spągu rozległej powierzchni erozyjnej, występowanie okruchów mułowców pochodzenia lokalnego w nadścielającym ją piaskowcu, dominowanie przekątnego warstwowania rynnowego, a przy tym pospolite występowanie zestawów o dużej skali, obecność złożonego uławicenia skośnego, a wreszcie najgrubsze ziarno w porównaniu z innymi osadami badanego profilu. Spagową powierzchnię tej warstwy uznać można za ślad dna migrującego koryta, spoczywającą na niej ławicę (lub tylko dolną jej część) za osad bruku korytowego, a wyższą partię piaskowców (miaższosci co najmniej 5 m) za osady łachy, najprawdopodobniej meandrowej. Cechy opisywanej warstwy wykazują uderzające analogie do cech korytowych osadów rzek współczesnych (por. Harms et al., 1963; Allen 1965 a; Harms i Fahnestock, 1965; Bernard et al. 1970), jak i osadów kopalnych, uznanych za korytowe (por. Allen, 1964, 1965 b, 1970; Beutner et al., 1967; Gradziński, 1970; Beuf et al., 1971).

Głębokość koryta musiała wynosić co najmniej 3 m, czego dowodzą deniwelacje powierzchni nachylonych ławic, a prawdopodobnie była większa. Występowanie licznych leżących pni tłumaczyć można obecnością „zatoru” utworzonego z ciężkich, przesyconych już wodą fragmentów pni, które zostały szybko zasypane osadami.

Piaskowce z warstw IV i VI wykazują duże różnice w porównaniu z osadami warstwy VIII. Pozwala to sądzić, że piaskowce te deponowane były w odmiennych warunkach i nie reprezentują osadów korytowych. Zdaniem autorów na depozycję poza strefą koryta wskazuje: mułowcowy charakter piaskowców, obecność wkładek mułowców, brak wyraźnych

rozległych powierzchni erozyjnych w spągu obu warstw piaskowcowych, liczne dowody szybkiej depozycji materiału piaszczystego i pelitycznego (m. in. gradacyjne przejścia między poszczególnymi zestawami lamin przekątnych, obecność wstępujących riplemarków), pospolite występowanie warstwowania przekątnego o małej skali oraz złożonych struktur związanych z małymi riplemarkami (warstwowania falistego, soczewkowego i smużystego), obecność niezbyt licznych struktur warstwowania przekątnego o dużej skali. Wymieniony zespół cech oraz pozycja obu warstw w profilu pozwala sądzić, że osady ich składane były w obrębie glifów krewasowych lub wałów brzegowych. Współczesne osady tego rodzaju wykazują wiele wspólnych cech z mułowcowymi piaskowcami omawianych warstw (por. Allen 1965a; Happ et al., 1940; Fisk et al., 1954; Fisk, 1960; Coleman i Gagliano, 1965; Bernard et al., 1971; Donaldson et al., 1970). Biorąc pod uwagę stosunkowo grube ziarno osadów, szybką ich depozycję i dość znaczną miąższość, autorzy sądzą, że w przypadku obu warstw, a szczególnie warstwy VI, miejscem depozycji był raczej glif krewasowy niż wał brzegowy.

Osady pelityczne warstw I, III, V i VII można ogólnie uznać za utwory gromadzone na obszarach zewnętrznej równi zalewowej. Cechy osadów deponowanych w stojącej wodzie — zapewne w zbiornikach jeziornych — mają np. iłowce z warstwy I i III oraz z pakietu warstw VII; do tej grupy zaliczyć także można niektóre bezstrukturalne mułowce. Wiele mułowców wykazuje natomiast obecność struktur warstwowania przekątnego w obrębie soczewek złożonych z nieco grubszego ziarna; dowodzi to, że osady tego rodzaju deponowane były w wodach, w których zaznaczały się słabe prądy. Część takich osadów mogła być gromadzona na dnie basenów popowodziowych lub na dnie płytkich jezior albo też w peryferycznych strefach wałów brzegowych i glifów krewasowych. Ten ostatni przypadek może dotyczyć górnej części warstwy V. Przemawia za tym obecność wkładek piaskowca mułowcowego oraz miejscami bardzo znaczny udział lamin i soczewek piaszczystych w składzie wstępujących tu mułowców.

Początek wegetacji zagajnika kalamitowego związany jest z górną częścią warstwy V. Dopiero jednak powstanie krewasy w wałe brzegowym i szybka akumulacja osadów warstwy VI na obszarze glifu krewasowego stworzyły optymalne warunki do pogrzebienia pni w pozycji wzrostu i do zachowania się ich skamieniałości w osadach w postaci pełnych ośródek. Przemawia za tym zarówno obfitość znajdujących się tu ośródek pni kalamitów, jak i fakt, iż wiele z nich zaczyna się ostro zaznaczonymi podstawami na spągowej powierzchni warstwy VI. Podłożem glebowym dla wzrostu tych kalamitów była warstwa V, gdzie jednak nasadowe części ich pędów nie zachowały się w postaci fosylnej na skutek szybkiego rozkładu i sprasowania. Sedymentacja osadów na obszarze glifu krewasowego odbywała się etapami. W okresach szybkiego

przepływu wód systemem kanałów krewasowych, podczas powodzi, deponowane były bardzo szybko warstwy piaskowców mułowcowych. W okresach wolnego przepływu i jego braku (a więc ogólnie w okresach międzypowodziowych) deponowane były mułowcowe wkładki o większej ciągłości lateralnej. Odstępy czasu rozdzielające etapy sedymentacji poszczególnych warstw piaskowców (w obrębie warstwy VI) nie były zbyt długie. Wystarczyły one jednak do odnowienia się wegetacji kałamiatów na powierzchni świeżo złożonego osadu, czego dowodem są łukowato wygięte nasady pni, rozpoczynające się od poziomów wkładek mułowcowych. Można zatem przypuszczać, że owe odstępy czasu były rzędu miesięcy lub co najwyżej kilku lat. W sumie czas akumulacji dolnej i środkowej części warstwy VI (miąższości około 1,5 m) oceniać można na kilkakanaście lat.

Bolesław Brzyski

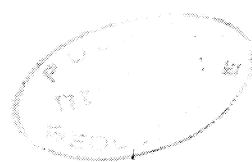
Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Geologii i Surowców Mineralnych, Zakład Złóż Węgla Kamiennego, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.

Ryszard Gradziński, Roma Krzanowska

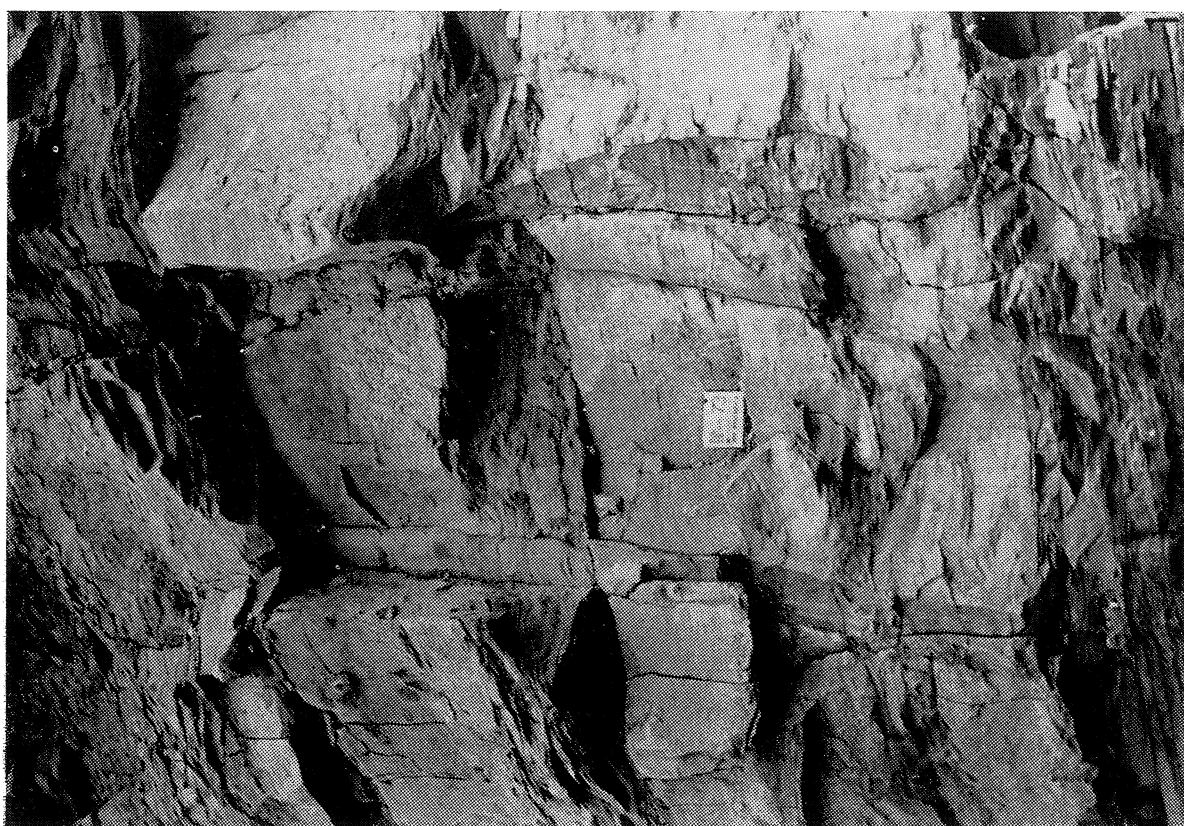
Polska Akademia Nauk, Zakład Nauk Geologicznych, Pracownia Sedymentologii, ul. Senacka 3, 31-002 Kraków.

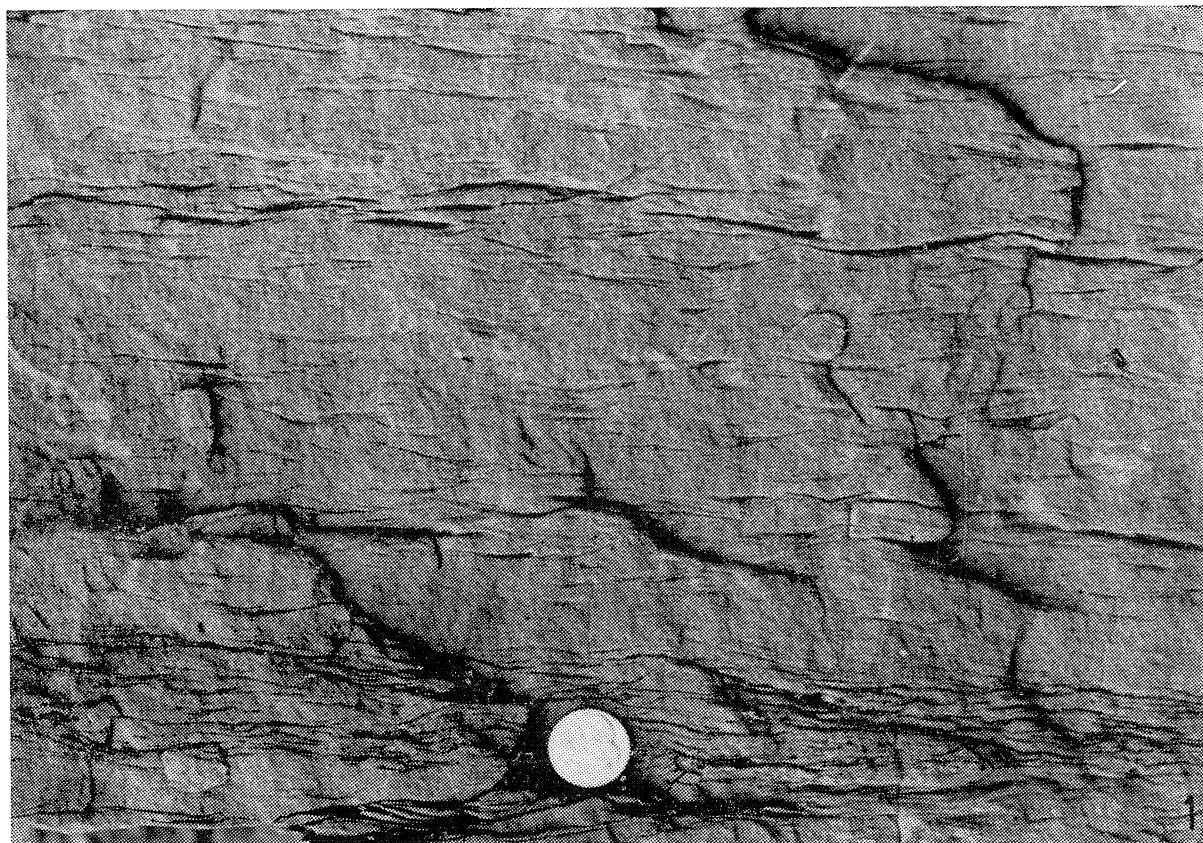
WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Allen J. R. L. (1964), Studies in fluvial sedimentation: six cyclothems from the Lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh Basin. *Sedimentology*, 3: 163—198.
- Allen J. R. L. (1965a), A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. *Sedimentology*, 5: 89—191.
- Allen J. R. L. (1965b), The sedimentation and paleogeography of the Old Red Sandstone of Anglesey, North Wales. *Proc. Yorksh. Geol. Soc.*, 35: 139—185.
- Allen J. R. L. (1970), A quantitative model of climbing ripples and their cross-laminated deposits. *Sedimentology*, 14: 5—26.
- Allen J. R. L. (1973), A classification of climbing-ripple cross-lamination. *Jour. Geol. Soc.*, 129: 537—541.
- Bakewell R. (1828), An introduction to geology. London, Longman, 540 pp.
- Bernard H. A., Major C. F. jr., Parrot B. S. & Le Blanc R. J., sr. (1970), Recent sediments of southeast Texas. A field guide to the Brazos alluvial and deltaic plains and the Galveston Barrier Island Complex. *Guidebook Number 11. The University of Texas at Austin. Bureau of Economic Geology*, 92 pp.
- Beuf S., Biju-Duval B., Charpal O. de, Rognon P., Garriel O. & Bennacef A. (1971), Les grès du paléozoïque inférieur au Sahara. *Publ. Inst. Français du Pétrole. Collection „Science et Technique du Pétrole”, N° 18, Paris*, 464 pp.
- Beutner E. C., Flueckinger L. A. & Gard T. M. (1967), Bedding geometry in a Pennsylvanian channel Sandstone. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 78: 911—916.
- Broadhurst F. M. (1964), Some aspects of the paleoecology of non-marine faunas and rates of sedimentation in the Lancashire Coal Measures. *Am. J. Sci.*, 262: 858—869.
- Broadhurst F. M. & Magraw D. (1959), On a fossil tree in an opencast coal site near Wigan, Lancashire. *Liv. & Manch. Geol. J.*, 2: 155—158.









- Campbell C. V. (1967), Lamina, laminaset, bed, and bedset. *Sedimentology*, 8: 7—26.
- Coffin H. G. (1971), Vertical flotation of horsetails (*Equisetum*): geological implications. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 82: 2019—2022.
- Coleman J. M. & Gagliano S. M. (1965), Sedimentary structures: Mississippi deltaic plain. In: Middleton, G. V. (ed.), Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.* 12: 133—148.
- Donaldson A. C., Martin R. H. & Kanesh W. H. (1970), Holocene Guadalupe delta of Texas Gulf Coast. In: Morgan J. P. & Shaver R. H., (eds.), Deltaic sedimentation modern and ancient. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 15: 107—137.
- Gradziński R. (1970), Sedimentation of dinosaur-bearing Upper Cretaceous deposits of the Nemegt Basin, Gobi Desert. Results Polish-Mongol. Exped., II. *Palaeont. pol.*, 21: 147—229.
- Gradziński R. (1973), Wyróżnianie i klasyfikacja kopalnych osadów rzecznych. *Postępy Nauk Geol.*, 5: 57—112.
- Gradziński R., Radomski A. & Unrug R. (1959), Preliminary results of sedimentological investigations in the Silesian Coal Basin. *Bull. Ac. Pol. Sci., sér. sci. chim., géol., géogr.*, 8: 433—440.
- Fisk H. N. (1960), Recent Mississippi River sedimentation and peat accumulation. *Congr. Avan. Études Stratigraph. Géol. Carbonifère, Compte Rendu*, 4, Heerlen, 1958, 1: 187—199.
- Fisk H. N., Kolb C. R. & Wilbert L. J., jr. (1954), Sedimentary framework of the modern Mississippi delta. *J. Sed. Petrol.*, 24: 76—99.
- Happ S. C., Rittenhouse G. & Dobson G. C. (1940), Some aspects of accelerate stream and valley sedimentation. *U. S. Dept. Agr. Techn. Bull.*, 655: 1—134.
- Harms J. S. & Fahnestock R. K. (1965), Stratification, bed forms and flow phenomena (with example from the Rio Grande). In: Middleton G. V. (ed.), Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, 12: 84—110.
- Harms J. S., McKenzie D. B. & McCubbin D. G. (1963), Stratification in modern sands of the Red River, Louisiana. *J. Geol.*, 71: 566—580.
- Jopling A. V. & Walker R. G. (1968), Morphology and origin of ripple-drift cross-lamination, with examples from the Pleistocene of Massachusetts. *J. Sed. Petrol.*, 38: 971—984.
- Klusemann H. & Teichmüller R. (1954), Begrabene Wälder im Ruhrkohlenbecken. *Natur u. Volk.*, 84: 373—382.
- Kotasowa A. (1973), Flora namuru C i dolnego westfalu w rejonie północnego skrzydła niecki głównej między kopalniami Lenin — Mysłowice a Dąbieńsko — Bielszowice. *Opr. arch. IG Sosnowiec*, 47 pp.
- Rupke N. A. (1969), Sedimentary evidence for the allochthonous origin of Stigmara, Carboniferous, Nova Scotia. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 80: 2109—2114.
- Stopa S. Z. (1967), Problematyka stratygraficznego podziału karbonu krakowsko-śląskiego w świetle paleobotaniki. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 37: 7—26.
- Teichmüller R. (1956), Über Küstenmoore der Gegenwart und die Moore des Ruhrkarbons. *Geol. Jahrb.*, 71: 197—219.
- Unrug R. & Dembowski Z. (1971), Rozwój diastroficzno-sedymentacyjny basenu Morawsko-Śląskiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 41: 119—168.

SUMMARY

Abstract. The upright stems of *Calamites* (*Stylocalamites*) *suckowii*, which were found in large number, are described. These are preserved as casts up to 180 cm long. The maximum density of the stems observed in a horizontal cross-section is 8 to 10 specimens per 1 sq. m. The sedimentary features of the rocks indicate that the calamites were buried in the growth position by the sediments of a crevasse-splay (or natural levee). These sediments were deposited rapidly in several stages.

A great number of upright calamite stems were found in the outcrop of the Brynów brick-kiln (Katowice, Upper Silesia) in May, 1973. The sedimentological investigations in this locality were carried out by R. Gradziński and R. Krzanowska and the palaeobotanical ones by B. Brzyski. The sediments exposed in Brynów dip generally to SSW at an angle 3—5°. They are of the Uppermost Westphalian A age and belong to the upper part of the Załęże beds (according to the division of Stopa 1967) or to the lower part of the Orzesze beds according to the older division.

SEDIMENTARY FEATURES

For purpose of general description, the sediments of the Brynów section were divided into eight main layers numbered I—VIII (fig. 2).

The layers IV and V are composed of fine- and very fine-grained muddy sandstones with mudstone intercalations of secondary importance. These rocks are bedded but not very distinctly. The thickness of the individual beds and their lateral extension are variable. The lower bounding surfaces of both layers are slightly uneven (Pl. I, figs. 1, 2) but they do not have the character of wide-spread scoured surfaces. In the muddy sandstones the cross-stratification (of small- and large-scale) predominates; the bounding surfaces of the sets are often gradational or indistinct (fig. 4; Pl. IV, figs. 1, 2). In vertical cross-section the shape of cross-laminae is frequently sigmoidal. Climbing-ripple cross-lamination may be observed in places. Horizontal, discontinuous lamination is rare.

In both layers vertical and lateral passages from sandstone to mudstone (and vice versa) are of frequent occurrence; sharp contacts between these are also visible (Pl. III, fig. 1). Most mudstone intercalations are local, but a few ones have some greater lateral persistence and can be traced at a distance of at least ten or more metres. The mudstones display thin lenticular stratification (with delicate cross-lamination in lenses of coarser-grained sediment) and discontinuous lamination — horizontal or inclined.

The layer V is composed of mudstones; muddy sandstone intercalations occur in places in its upper part. Sedimentary structures of these deposits are generally the same as those described above but in places the mudstones are structureless. A similar assemblage of sedimentary structures occurs in mudstones of the layers III and VII. Claystones (in the layers I, III and VII), as a rule, are structureless.

The layer VIII consists of medium-grained sandstones. Its lower bounding surface displays a character of an extensive scoured surface. In the overlying bed some rare intraformational mudstone clasts and large tree trunks in horizontal position are visible. The upper part of the layer consists of sandstone beds inclined at an angle 15—20° to the principal surface of accumulation of this layer. Within these beds there occur structures of cross-stratification of large- and small-scale. Thus, these beds as a whole display the composite inclined stratification (according to the terminology of Gradziński 1970).

PALAEOBOTANICAL INVESTIGATIONS

Most numerous calamite stems were found within the 14 m long section of the wall (fig. 3) in the upper part of the layer V and in the layer VI. This part of the wall, with about 70 stems visible, was examined in detail.

Only the casts of stems are preserved. Vertical and steeply inclined casts predominate while horizontal ones are rare. Flattened rhizomes are very rare in the layer VI and more common in the layer V. The casts are 3—10 cm in diameter and attain a height of 180 cm.

Probably all the calamites in the examined section belong to *Calamites* (*Stylocalamites*) *suckowii* Brgt. Upright casts pass, as a rule, throughout the alternating sandstones and mudstones (Pls. I, II, III). The arcuate bases of several stem-casts are evidently connected with the mudstone intercalations of greater lateral persistence. These bases mark periods of renewed vegetation. It seems that they are more often related to the growth from rhizomes than to the „candelabrum” growth of the side stems.

DEPOSITIONAL ENVIRONMENT, BURIAL OF CALAMITES

The examined sediments belong to the limnic part of the Upper Silesian coal-bearing series (cf. Unrug and Dembowski, 1971). The features of the Brynów sediments seem to imply a deposition on an alluvial and/or deltaic plain.

In the opinion of the authors, only sandstones of the layer VIII represent the channel deposits. Muddy sandstones of the layers IV and VI were most probably deposited in a crevasse-splay or a natural levee. This is indicated by: 1) the grain composition of the rocks, 2) the cha-

racteristic assemblage of sedimentary structures suggesting a rapid deposition from traction and suspension, 3) the lack of wide-spread scoured surfaces on the bottom of both layers, and 4) the position of these layers in the whole profile of the Brynów locality. Considering that the sediments are relatively coarse-grained, the authors suppose that the depositional sub-environment of both layers was rather a crevasse-splay than a natural levee.

Bolesław Brzyski

Academy of Mining and Metalurgy, Institute of Regional Geology and Mineral Resources, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland

Ryszard Gradziński, Roma Krzanowska

*Polish Academy of Science, Institute of Geology
ul. Senacka 3, 31-002 Kraków, Poland*

OBJAŚNIENIA TABLIC
EXPLANATION OF PLATES

Tablica I — Plate I

- Fig. 1. Fragment ściany (odcinek między 26 a 28 m). Stropowa powierzchnia mułowców (V) przy dolnym końcu młotka, wyżej piaskowce z wkładkami mułowców (warstwa VI). Z lewej widoczny pień sygilarii, w pobliżu młotka ośrodki pochylonych pni kalamitów, przechodzące z warstwy V do VI
- Fig. 1. Fragment of wall (section between 26 and 28 m). Top surface of mudstone layer at bottom of the hammer, above — sandstones with mudstone intercalations (layer VI). Stem of *Sigillaria* on the left, near the hammer — inclined stem casts of calamites passing from layer V to VI
- Fig. 2. Fragment ściany (odcinek między 28 a 30 m). Strop mułowców (V) na wysokości górnej części młotka. Widoczne ślady po wydobytych ośrodkach pni kalamitów
- Fig. 2. Fragment of wall (section between 28 and 30 m). Top of mudstone layer V at the top of the hammer. Traces of excavated stem casts are visible

Tablica II — Plate II

- Fig. 1. Fragment ściany (odcinek między 26 a 28 m). Strop mułowców (V) kilka cm powyżej młotka. Widoczne liczne ośrodki pni kalamitów (stan z maja 1973)
- Fig. 1. Fragment of wall (section between 28 and 30 m). Top of mudstone layer is a few cm above the hammer. Numerous stem casts of calamites are visible (as seen in May, 1973)
- Fig. 2. Fragment ściany (odcinek między 17,9 a 18,5 m). Miejscami widoczne deformacje ośródek
- Fig. 2. Fragment of wall (section between 17,9 and 18,5 m). Slightly deformed casts are visible at places

Tablica III — Plate III

- Fig. 1. Fragment ściany (odcinek między 20,6 a 21,3 m). W dolnej partii zdjęcia stropowa część mułowców (V). Ośrodki pni kalamitów ciągną się w górę od stropowej powierzchni mułowców (V) i przechodzą przez piaskowce i wkładki mułowców warstwy VI
- Fig. 1. Fragment of wall (section between 20,6 and 21,3 m). Top of mudstone layer V in the lower part of photo. Casts of calamite stems are going up from top surface of mudstone layer V and passing through sandstones and mudstone intercalations of layer VI
- Fig. 2. Fragment ściany (odcinek między 30,1 a 30,7 m). Mułowce z wkładkami piaskowców (warstwa V). Trzy nasadowe, łukowato wygięte części ośródek rozpoczynają się od wkładki droбноziarnistego mułowca i przechodzą przez piaskowce i mułowce
- Fig. 2. Fragment of wall (section between 30,1 and 30,7 m), mudstones with sandstone intercalations (layer V). Three arcuate bases of casts start from the intercalation of fine-grained mudstone and pass through sandstones and mudstones

Tablica IV — Plate IV

- Fig. 1. Piaskowce warstwy VI, przekrój pionowy. Struktury sedimentacyjne związane z małymi riplemarkami. Laminy pelityczne zaznaczają się ciemną barwą. Średnica monety 28 mm
- Fig. 1. Sandstone of layer VI, vertical cross-section. Sedimentary structures are related to small-scale ripplemarks. Fine-grained laminae appear in dark colour. Diameter of coin — 28 mm
- Fig. 2. Piaskowce warstwy VI, przekrój pionowy. Płaska laminacja horyzontalna oraz zestaw lamin przekątnych. Długość pudełka zapalek 45 mm
- Fig. 2. Sandstone of layer VI — vertical cross-section. Horizontal discontinuous lamination and a set of cross-laminae. Length of match box — 45 mm

Wszystkie zdjęcia R. Gradzińskiego

All photos by R. Gradziński