

TERESA PODHALAŃSKA

Problem granicy ordowik/sylur w świetle badań biostratygraficznych

BIOSTRATIGRAPHIC PROBLEM OF THE ORDOVICIAN/SILURIAN BOUNDARY

STRESZCZENIE: W opracowaniu przedstawiono wstępne wyniki badań biostratygraficznych i litologicznych osadów z pogranicza ordowiku i syluru występujących na wyniesieniu Łeby. Rozważono pozycję stratygraficzną warstw z pogranicza ordowiku i syluru w szeregu profilach w świecie i nawiązano ją do równowiekowych osadów w Polsce. Aktualne wyniki badań sugerują, że granica ordowik/sylur powinna być wyznaczona w spągu poziomu *Akidograptus ascensus*. W poziomie tym pojawiają się bowiem nowe, charakterystyczne rodzaje i gatunki graptolitów.

WSTĘP

Właściwa pozycja stratygraficzna osadów z pogranicza ordowiku i syluru, jak i granica między tymi dwoma systemami, nie są jeszcze jednoznacznie ustalone. Wiąże się to z obecnością odmiennych grup skamieniałości w facji pelagicznej i nerytycznej.

Podział ortostratygraficzny górnego ordowiku i dolnego syluru oparty jest na graptolitach i na ich podstawie granicę ordowik/sylur przyjmuje się zwykle w spągu poziomu *Glyptograptus persculptus* lub *Akidograptus acuminatus*. W części profilów w osadach z pogranicza ordowiku i syluru graptolity nie występują, a ich miejsce zajmują trylobity i brachiopody, na podstawie których wydziela się piętro hirnantian. W stropie tego piętra przeprowadza się górną granicę systemu ordowickiego w facjach niegraptolitowych.

W związku z opracowywaniem przez autorkę osadów górnego ordowiku wyniesienia Łeby zwrócono uwagę na osady z pogranicza ordowiku i syluru tego obszaru oraz porównano je z równowiekowymi osadami Polski i niektórych rejonów klasycznego ich występowania w świecie. Szczegółowe, stratygraficzno-paleontologiczne opracowanie profilów gór-

nego ordowiku z rejonu wyniesienia Łeby zostanie przez autorkę przedstawione w oddzielnej publikacji.

Niniejsze opracowanie wykonano w Pracowni Stratygrafii Zakładu Nauk Geologicznych PAN pod naukowym kierownictwem dr hab. W. Bednarczyka w ramach problemu MR I.16 — *Geodynamika obszaru Polski*.

Za udostępnienie materiałów z wierceń, jak i danych archiwalnych, autorka serdecznie dziękuje Kierownictwu Zjednoczenia Górnictwa Naftowego „Geonafte” w Warszawie oraz Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Pile.

PROBLEM GÓRNEJ GRANICY ORDOWIKU W POLSCE

Na obszarze Polski osady najwyższego ordowiku i najniższego syluru odślaniają się w Górach Świętokrzyskich oraz w Sudetach. Na pozostałym obszarze znane są one jedynie z głębokich wierceń. Najlepiej rozwinięte i udokumentowane faunistycznie graniczne osady ordowiku i syluru występują w południowej części Gór Świętokrzyskich (Kielan 1956, Tomczyk 1962, Temple 1965, Tomczykowa 1968, Bednarczyk 1971) oraz w północnej i północno-wschodniej Polsce (Tomczykowa 1964; Tomczyk 1964; Modliński & Tomczykowa 1968; Modliński 1968, 1973, 1976; Bednarczyk 1968, 1974). Lokalizacja ważniejszych profilów osadów granicznych przedstawiona jest na fig. 1.

Najwyższy aszgil reprezentowany jest zwykle przez poziom *Mucronaspis* (= *Dalmanitina*) *mucronata*, najniższy landower zaś przez poziom *Akidograptus ascensus* lub *Akidograptus acuminatus*.

Tomczyk (1964) na podstawie materiałów z profilu Lębork IG-1 (fig. 1, 2) przyjmuje poziom *G. persculptus* jako najstarszą jednostkę biostratygraficzną syluru w Polsce.

Gaunek *G. persculptus* Salter znany jest w profilach wielu regionów świata z najmłodszych osadów ordowiku — poziomu *Dicellograptus anceps*. Występuje on również w poziomie *A. ascensus*, uważanym przez niektórych badaczy za najstarszy poziom syluru. Cytowany był także w kolejnym, młodszym poziomie *A. acuminatus*. Z uwagi na tak duży zasięg stratygraficzny gatunku *G. persculptus* Salter wydaje się być dyskusyjnym wydzielenie samodzielnego poziomu i uznawanie go za najstarszą jednostkę biostratygraficzną syluru.

SYNEKLIZA PERYBAŁTYCKA

Graniczne osady ordowiku i syluru napotkano tu w kilkudziesięciu profilach wiertniczych.

Osady aszgilu występujące na wyniesieniu Łeby są stosunkowo słabo poznane ze względu na niepełne rdzeniowanie. Różne ogniwa serii aszgilskiej rozpoznane zostały między innymi w profilach: Łeba 8, Białogóra 1, 2, Dębki 2, 3 i Żarnowiec IG-1 (fig. 1, 2).

W profilu Białogóra 1 osady aszgilu występują na głębokości 2637,3—2629,0 m. Wykształcone są one w postaci ciemnoszarych i zielonawych margli i ilowców z nie-

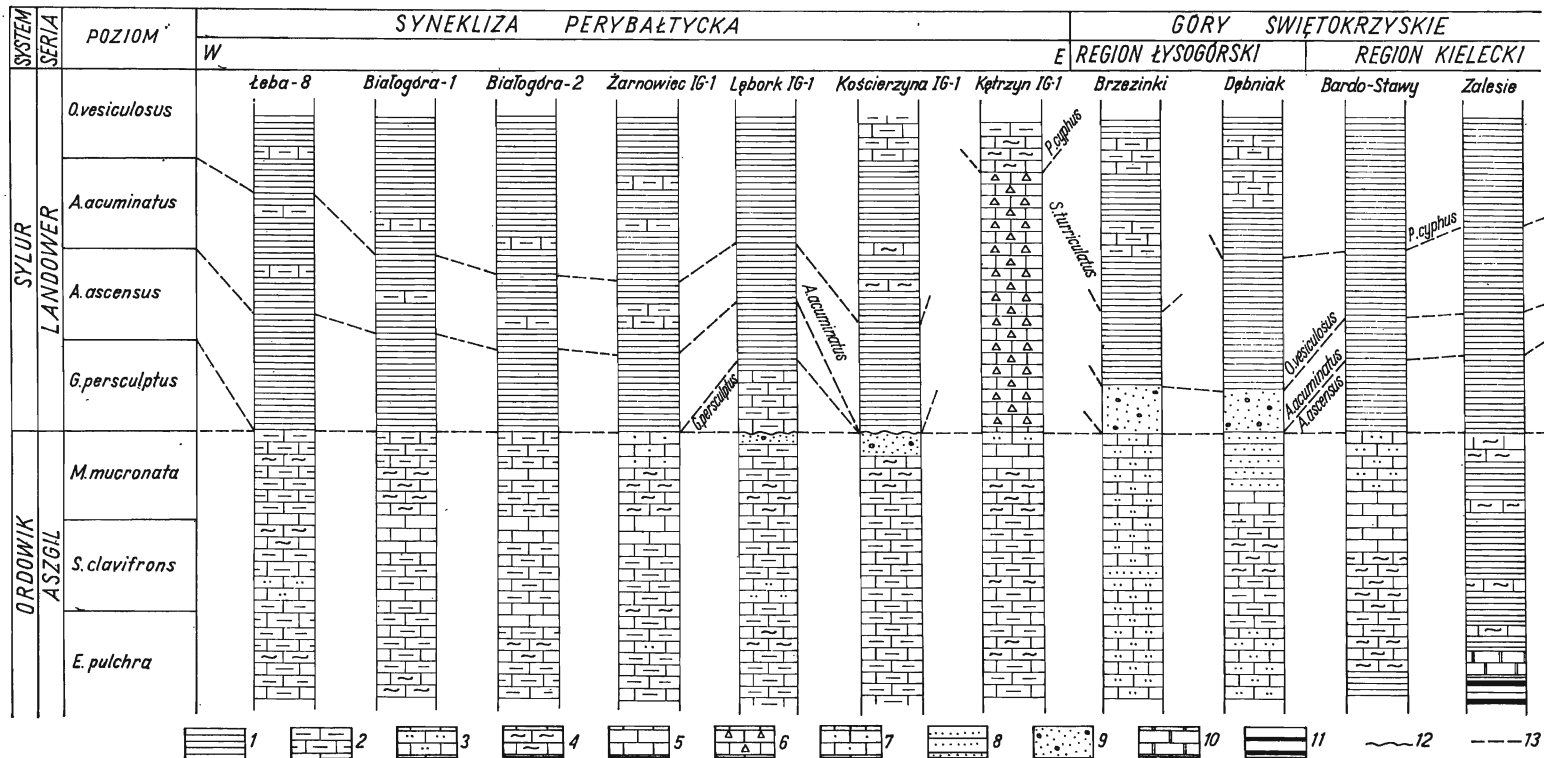


Fig. 2. Korelacja osadów najwyższego ordowiku i najniższego syluru ważniejszych obszarów Polski (Correlation of the uppermost Ordovician and lowermost Silurian sediments encountered in the more important regions of Poland) na podstawie (after): Bednarczyk (1968, 1971), Modliński (1973, 1976), Teller (1969), Tomczyk & Tomczykowa (1976), oraz obserwacji własnych (and on the writer's own observations)

1 — ilowiec i łupek ilasty z graptolitami (mudstone and muddy shale with graptolites), 2 — ilowiec (mudstone), 3 — mułowiec (siltstone), 4 — margiel (marl), 5 — wapień (limestone), 6 — wapień gruzłowy (nodular limestone), 7 wapień piaszczysty (sandy limestone), 8 — piaskowiec (sandstone), 9 — piaskowiec słabo wysortowany (poorly sorted sandstone), 10 — dolomit (dolomite), 11 — bentonit (bentonite), 12 — powierzchnia erozyjna (erosional surface), 13 — granica poziomu (zone boundary)

tolitami. Osady aszgilu reprezentowane są, podobnie jak na całym omawianym obszarze, przez ciemnoszare margle i iłowce z wkładkami ilastego wapienia lub marglu z fauną: *E. cf. hiranantensis* (M'Coy), *Hirnantia sagittifera* (Davidson), *Plectothyrella* sp., *M. cf. mucronata* (Brongniart), (?) *Phillipsinella* sp.

W profilu Leba 8 na głębokości 2660,5 m pojawiają się pierwsze graptolity poziomu *A. ascensus*. Wyróżniono tu między innymi następujące gatunki: *A. ascensus* Nicholson, *Climacograptus medius* Törnquist, *C. normalis* Lapworth, *C. scalaris miserabilis* Elles & Wood, *D. ?rarus* Rickards, a nieco wyżej *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson), *Climatograptus rectangularis* (M'Coy) i *C. innotatus* Nicholson. Graptolity te występują w czarnych iłowcach z konkrekcjami pirytu. Niżej leżą iłowce i margle aszgilu, piaszczyste w stropie.

Wymieniona fauna aszgilu wykazuje wyraźne związki z analogiczną znaną z Gór Świętokrzyskich oraz z zespołem faunistycznym występującym w wapieniach Hirnant w obszarze Bala.

We wschodniej części syneklizy parybałtyckiej, m.in. w profilach Jezioro Okrągłe IG-1, Kętrzyn IG-1, Barciany 4 (fig. 1, 2), najwyższy ordowik reprezentują margle i wapienie poziomu *M. mucronata*. Stropowa część tej serii charakteryzuje się obecnością piaszczysto-glaukonitowych przelawień oraz występowaniem licznych powierzchni erozyjnych (Bednarczyk 1968, Modliński & Pokorski 1969, Tomczyk & Tomczykowa 1976).

Powyżej osadów aszgilu, we wschodniej części syneklizy perybałtyckiej występują wapienie gruzłowe miąższości kilkunastu metrów, stanowiące tam najstarsze ogniwo syluru (Jaworowski & Modliński 1968). Wapienie te w profilach Kętrzyn IG-1 i Barciany 4 przykryte są przez czarne iłowce i łupki z graptolitami poziomu *Pristiograptus cyphus* do *P. gregarius*.

Ku zachodowi wapienie gruzłowe zanikają i zastępowane są ciemnymi iłowcami i łupkami ilastymi z graptolitami poziomu *A. ascensus* lub *A. acuminatus*. Natomiast najwyższy aszgil, podobnie jak i na wschodzie obniżenia, reprezentowany jest przez marglisto-ilaste osady poziomu *M. mucronata* (Tomczykowa 1964, Modliński 1973).

GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE

Osady aszgilu znane są zarówno w regionie kieleckim, jak i łysogórskim Gór Świętokrzyskich. Podział stratygraficzny tego piętra oparty jest na trylobitach i na ich podstawie wydziela się trzy poziomy biostratygraficzne (Bednarczyk 1971). Są to od góry:

Mucronaspis mucronata
Staurocephalus clavifrons
Eodindymene pulchra.

Zdaniem Bednarczyka (1971) oraz Tomczyka (1974) aszgil w Górach Świętokrzyskich jest wykształcony kompletnie, zarówno w regionie kieleckim, jak i łysogórskim.

W regionie łysogórskim reprezentowane są trzy poziomy trylobitowe, dobrze udokumentowane faunistycznie. Wśród osadów dominują mułowce (Brzezinki, Wólka), a w mniejszym stopniu obecne są iłowce, wapienie i łupki ilaste. Na granicy ordowiku i syluru obecne są źle wysortowane i słabo uławiczone piaszkowce o zmiennej miąższości, poniżej których występują mułowce i łupki ilaste zawierające *M. mucronata* (Brongniart).

Osady aszgilu przykryte są zwykle przez czarne łupki graptolitowe poziomu *A. ascensus* lub *A. acuminatus*. Obecność piaszczystych osadów na granicy ordowiku i syluru, jak również brak w niektórych profilach najstarszych poziomów landoweru, jest przejawem działalności fazy takońskiej w regionie łysogórskim (Teller 1969).

W regionie kieleckim osady aszgilu znane są z synkliny bardziańskiej. Dolny aszgil wykształcony jest w postaci ciemnoczerwonych i szarych, marglisto-ilastych osadów z przeławiczeniami dolomitu i wkładkami bentonitów (fig. 2). W osadach tych, uważanych za ekwiwalent poziomów *E. pulchra* i *S. clavifrons*, występują sporadycznie *Hisingerella nitens* (Hisinger) i *Paterula bohémica* Barrande.

W górnej części aszgilu występują wapienie, mułowce i margle poziomu *M. mucronata* z *M. mucronata* (Brongniart), *M. olini* Temple, *Orbiculoidea radiata* (Troedsen), *Dalmanella testudinaria* (Dalman), *H. sagittifera* (Davidson), *E. hirnantensis* (M'Coy). Zespół ten wykazuje wiele wspólnych cech z fauną Hirnantia w Walii (Temple 1965, Bednarczyk 1971).

W synklinie bardziańskiej (profil Bardo-Stawy), na osadach aszgilu leżą łupki ilasto-krzemionkowe z przeławiczeniami czarnych lidyków, przechodzące ku górze w mułowce i czarne łupki ilaste z bogatą fauną graptolitów, zaliczane do poziomu *A. ascensus* (Teller 1969). Urozmaicona litologia na pograniczu ordowiku i syluru, jak również brak w niektórych profilach poziomu *A. ascensus*, wskazują na działalność fazy takońskiej w południowej części Gór Świętokrzyskich.

SUDETY

Graniczne osady ordowiku i syluru odsłaniają się również w Sudetach. Wobec braku fauny, ich wiek określony został na podstawie analogii litologicznej z osadami znanymi z niecki Barrandienu, Vogtlandu, Turyngii oraz Bułgarii (Teller 1962).

W górach Bardzkich, zdaniem tego autora, na granicy ordowiku i syluru występuje luka stratygraficzna, obejmująca wyższą część aszgilu oraz najniższy sylur. Jest ona wynikiem fazy takońskiej. Sylurski cykl sedymentacyjny rozpoczyna się zlepieńcem przechodzącym w łupki pstre, lidyty a następnie w czarne łupki krzemionkowe.

Ruchy związane z fazą takońską orogenezy kaledońskiej spowodowały wyraźną zmianę facji na całym obszarze Polski (Znosko 1965). Ilasto-margliste osady aszgilu z bentoniczną fauną trylobitów i brachiopodów prawie wszędzie (fig. 2) zastąpione są przez iłowce i czarne łupki ilaste z bogatą fauną graptolitów syluru. Niekiedy na granicy ordowiku i syluru występują przerwy sedymentacyjne, które mają jednak tylko lokalne znaczenie. Charakterystyczna jest natomiast obecność na granicy ordowiku i syluru osadów piaszczystych.

GRANICA ORDOVIK/SYLUR NA OBSZARACH WYSTĘPOWANIA FACJI ILASTEJ Z GRAPTOLITAMI

Jako typowe odsłonięcie osadów granicznych ordowik/sylur Cocks, Toghil & Ziegler (1970) przyjmują ostatnio profil Dobb's Linn w pobliżu Moffat (fig. 3, 4). Utwory graniczne wykształcone są tu w facji graptolitej. Reprezentują je łupki poziomu *Dicellograptus anceps* przykryte kilkumetrowej miąższości mułowcami (Barren Mudstones), które z kolei przechodzą w łupki poziomu *Glyptograptus persculptus* (Birkhill Shales). Granicę ordowiku i syluru ustalono w tym profilu poniżej osadów zawierających graptolity poziomu *G. persculptus* (fig. 4).

Niewiele jest obszarów, gdzie zarówno najwyższy ordowik, jak i najniższy sylur, wykształcone są w facji ilastej z graptolitami (fig. 3). W Ameryce Północnej sekwencję graptolitów z pogranicza ordowiku i sy-

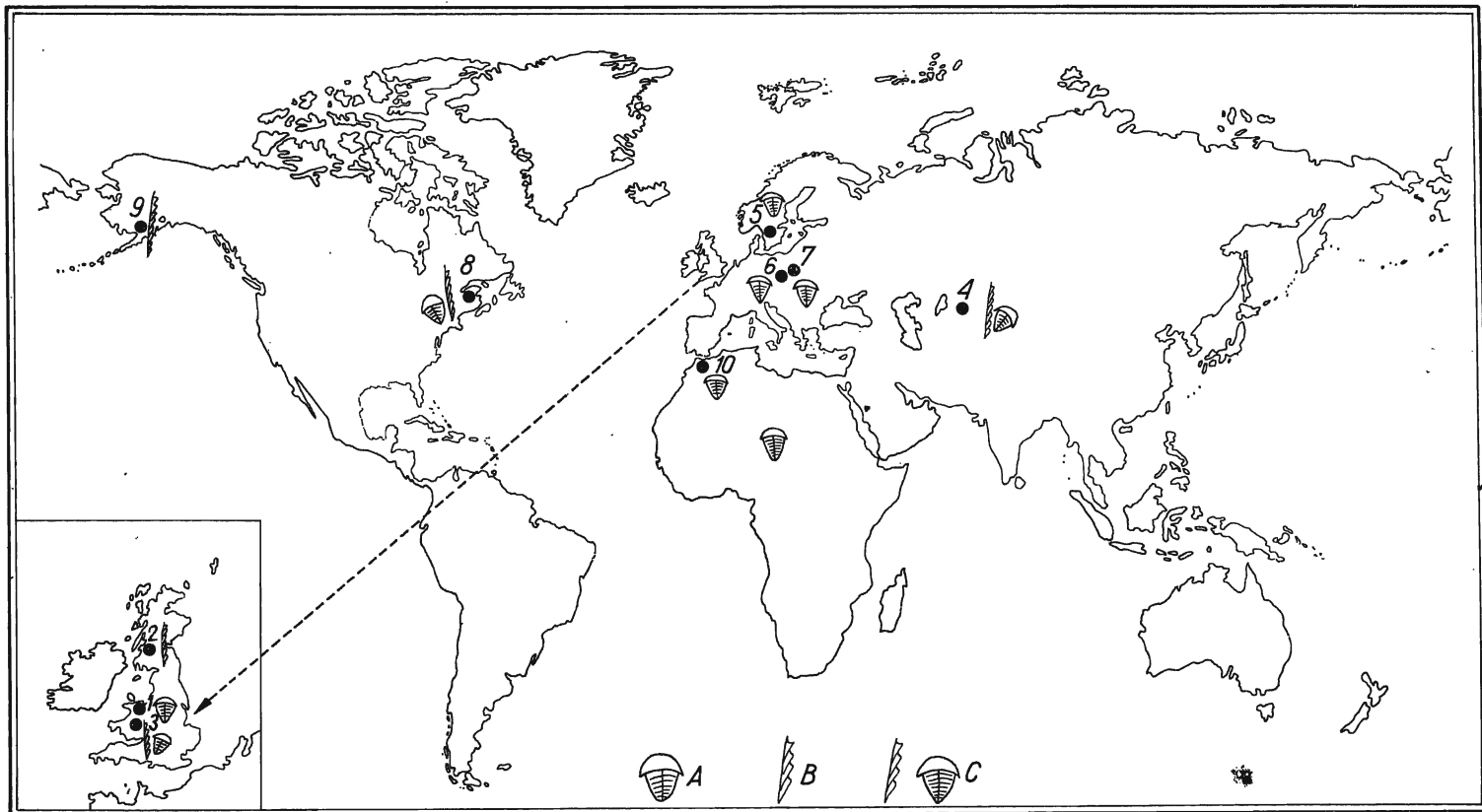


Fig. 3. Rozmieszczenie ważniejszych profili najwyższego ordowiku i najniższego syluru na świecie (World distribution of the more important uppermost Ordovician and lowermost Silurian profiles)

1 — Bala, 2 — Dobb's Linn, 3 — Meifod-Welshpool, 4 — Kazachstan, 5 — Västergötland, 6 — Barrandien, 7 — Góry Świętokrzyskie (Holy Cross Mts), 8 — Percé, 9 — Alaska, 10 — Anti-Atlas

A — osady mułowcowo-wapienne z fauną Hirnantia (silty-calcareous sediments with Hirnantian fauna), B — osady ilaste z graptolitami (graptolite-bearing muddy deposits), C — osady z fauną Hirnantia i graptolitami (deposits bearing a Hirnantian fauna and graptolites)

luru ustalono po raz pierwszy w obszarze południowo-wschodniej Alaski (Churkin & al. 1971). Zespół graptolitów najwyższego ordowiku tego obszaru, podobnie jak i w Wielkiej Brytanii, charakteryzuje się obecnością rodzajów *Orthograptus*, *Climacograptus* oraz ostatnich przedstawicieli rodzaju *Dicellograptus*. Indeksowy, dla najwyższego poziomu ordowiku Wielkiej Brytanii, gatunek *D. anceps* Nicholson nie jest jednak znany z zachodniej półkuli (Churkin & al. 1971). Występuje tu natomiast powszechnie gatunek *Dicellograptus complanatus ornatus* Elles & Wood, który ograniczony jest w Wielkiej Brytanii do poziomu *D. anceps* i może stanowić wskaźnikową skamieniałość najmłodszego poziomu ordowiku na obszarze Ameryki Północnej. Inny, łatwo rozpoznawalny gatunek *Climacograptus hastatus* Hall jest drugim charakterystycznym przedstawicielem znanym z obszaru Ameryki Północnej. Zasięg stratygraficzny tego gatunku odpowiada zasięgowi poziomu *D. anceps* w Wielkiej Brytanii.

W profilach omawianego obszaru, bezpośrednio na skałach zawierających graptolity najmłodszego poziomu ordowiku, występują osady zawierające między innymi: *G. persculptus* Salter i *C. scalaris normalis* Lapworth. Są to gatunki charakteryzujące najstarszy poziom syluru Wielkiej Brytanii. Powyżej poziomu *G. persculptus* bogato reprezentowane są najstarsze znane gatunki z rodzajów *Monograptus*, *Dimorphograptus* i *Akidograptus*.

W Związku Radzieckim górna granica systemu ordowickiego, w obrębie osadów facji graptolitowej, wyznaczana jest zwykle w spągu poziomu *A. acuminatus* lub *A. ascensus* dolnego landoweru (Nikitin 1971). Ustala się ją na podstawie pojawienia się pierwszych przedstawicieli *Dimorphograptidae*.

Inne znane profile osadów granicznych ordowiku i syluru charakteryzują się mniej pełną sekwencją graptolitów, co znacznie utrudnia ustalenie dokładnej stratygrafii oraz przeprowadzenie korelacji z typowymi profilami w Wielkiej Brytanii. Niemniej jednak, poziom *D. anceps* lub jego regionalne odpowiedniki wyróżnić można w wielu regionach świata. Niemal identyczny zespół faunistyczny, charakterystyczny dla tego poziomu, znany jest z obszaru Victoria w Australii, z Czechosłowacji, Szwecji, Kazachstanu i Chin.

GÓRNA GRANICA SYSTEMU ORDOWICKIEGO W OBRĘBIE FACJI NERYTYCZNEJ

W obszarach o sedymentacji nerytycznej, górna granica systemu ordowickiego ustalona jest na podstawie brachiopodów i trylobitów.

W klasycznym profilu na obszarze Walii wyznaczono ją w stropie najmłodszego piętra serii aszgilskiej — hirnantianu. Jego stratotypem są wapienie Hirnant, wchodzące w skład formacji Foel y Ddinas, a odsłaniające się w pobliżu Bala (fig. 3). Zawierają one typową faunę Hirnantia

z *M. mucronata* (Brongniart), *M. olini* (Temple), *E. hirnantensis* (M'Coy), *H. sagittifera* (Davidson), *Kinnella kielanae* (Temple), *Plectothyrella platystrophoides* Temple. Obok trylobitów z rodzaju *Mucronaspis* diagnostycznym zespołem fauny Hirnantia jest zespół brachiopodów: *Hirnantia-Eostropheodonta-Plectothyrella* (Lespérance 1974). Obecność wśród trylobitów gatunku *M. mucronata* (Brongniart) wskazuje na górny aszgil. Brachiopody: *E. hirnantensis* (M'Coy) oraz *H. sagittifera* (Davidson) obecne są zarówno w starszych od hirnantianu warstwach, jak i w wapieniach Hirnant i towarzyszących im mułowcach i piaskowcach (Basset & al. 1966). Gatunek *H. sagittifera* (Davidson) znany jest również z najniższego landoweru obszaru Haverfordwest (Williams 1951). Powszechnie jednak faunę występującą w Foel y Ddinas uważa się za najmłodszy zespół organizmów, znany z górnego ordowiku Wielkiej Brytanii. Bezpośrednio na mułowcach Foel y Ddinas leżą łupki Cwm yr Aethnen, zawierające graptolity poziomu *G. persculptus* (Williams & al. 1972).

Na obszarze Związku Radzieckiego górną granicę systemu ordowickiego, w obrębie facji nerytycznej, przeprowadza się w stropie poziomu *M. mucronata* lub *Holorhynchus giganteus* (Nikitin 1971). W Kazachstanie granica ta korelowana jest ze stropem piętra toleńskiego (Nikitin 1971), kiedy to występuje wyraźna zmiana charakteru fauny. Zanikają mianowicie Dinorthidae, Leptestiidae, Christianidae, a pojawiają się masowo przedstawiciele Pentameridae, Spiriferidae, Deltiridae.

Fauna Hirnantia znana jest z licznych obszarów poza Wielką Brytanią, a mianowicie ze Szwecji (Bergström 1968), Czechosłowacji (Marek & Havlíček 1967), Polski (Kielan 1959, Temple 1965, Bednarczyk 1971), jak również z Kanady (Lespérance 1974), północnej Afryki (Havlíček 1971) i Kazachstanu (Nikitin 1971, 1976; Mikhailova 1974) (fig. 3, 4).

Piętro hirnantian utożsamia się zwykle z fauną Hirnantia. Zdaniem natomiast Cocks'a i Price'a (1975) faunę tę należy traktować jako pewien charakterystyczny zespół ekologiczny występujący w pobliżu granicy ordowiku i syluru, jednakże na różnych obszarach w niejednakowym czasie. W związku z diachronizmem tej fauny, jej obecność, czy też zanik, nie mogą decydować o wydzieleniu jakiegokolwiek poziomu, w spągu lub w stropie którego można by było wyznaczyć granicę systemu. Zgodnie z poglądami wyżej wymienionych autorów zasięg stratygraficzny poszczególnych gatunków fauny Hirnantia jest na to zbyt szeroki. Obecność fauny Hirnantia na różnych obszarach może więc, lecz nie musi, wskazywać na ten sam wiek osadów, co jeszcze bardziej komplikuje możliwość ustalenia granicy ordowik/sylur w profilach facji nerytycznej.

Należy podkreślić, że wyznaczenie górnej granicy ordowiku w obszarach z pełną sekwencją graptolitów jest ściśle związane z jej określeniem w obszarach o sedymentacji płytkowodnej w związku z faktem współwystępowania obu tych zespołów faunistycznych w niektórych regionach świata.

SYSTEM SERIA	WIELKA BRYTANIA			SZWECJA	CZECHOSŁOWACJA	POLSKA		ZWIĄZEK RADZIECKI		KANADA	USA	MAROKO	
	DOBBS' S LINN (SZKOCJA) (Cocks et al 1979)	BALA (WALIA) (Ingham/Wright 1970, Williams et al 1972)	MEIFOD- WELSHPOOL (WALIA) (WADE 1991, Laspér 1974)	VÄSTERGÖTLAND (Joanesson 1963, Bergström 1968, Nikitin 1976)	(Havlíček, Marek 1973, Nikitin 1976)	GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE PÓŁNOC POLUDNIE	POLSKA POLNOCNO-WSCHODNIA (Tomczyk 1964, Modliński 1973, Tomczyk Tomczykówna 1968)	ESTONIA	KAZACHSTAN		PERCÉ	ALASKA	ANTY-ATLAS (Havlíček 1971, Nikitin 1976)
SYLUR LANDOWER	Biphrill A. acuminatus Lupki G. persculptus	Piętro Rhudonian	Złopiecka Powis-Castle	Lupki z A. acuminatus	A. ascensus	A. acuminatus	A. ascensus	A. ascensus G. persculptus	Poziom alpejski A. ascensus (A. acuminatus)	Alinghisicus		A. acuminatus G. persculptus	
ORDOWIK ASZGIL	Barrek Mulońce D. anceps	Mulońce Foel y Dalhas Piętro Hirnantian	Gwern y Brain	Warsiński z Muranopsis Piętro Tammarpinn	M. mucronata A. abahemicus M. mucronata	M. mucronata	złeskie M. mucronata	Warsiński mazarowiec górne B. platynota M. mucronata	Porkoni B. platynota M. mucronata	Poziom alkański G. persculptus	Head White	Formacja Descan D. complanatus ornatus	Formacja Deuxième Ban Formacja Kbaoua (główny)
	Lupki Harfell Mulońce Moellfryn	Piętro Rawtheyuan	Gwern y Brain	Formacja Miffisjó Piętro Jerrestadlan	T. granulata D. anceps A. radians	S. clavifrons Warsiński walczańskie E. pulchra	?	Warsiński mazaruskie dolne P. megalophthalma T. granulata	Pirgu P. megalophthalma T. granulata	Poziom czapkarski Cl. supernus s.l.	Formacja ?		

 1
  2
  3

Fig. 4. Korelacja osadów na granicy ordowiku i syluru (Correlation of Ordovician/Silurian boundary sediments)

- 1 — facja pelagiczna z graptolitami (pelagic facies with graptolites), 2 — facja nerytyczna z fauną Hirnantia (neritic facies with Hirnantian fauna), 3 — facja mieszana z graptolitami i fauną Hirnantia (mixed facies containing both graptolites and Hirnantian fauna)

GRANICA ORDOWIK/SYLUR W OBSZARACH WSPÓŁWYSTĘPOWANIA FAUNY HIRNANTIANU I POZIOMU GLYPTOGRAPTUS PERSCULPTUS

W obszarze Meifod-Welshpool, około 35 km na południowy zachód od Bala, w łupkach Gwern y Brain, razem z *Orthograptus truncatus socialis* Lapworth, *G. persculptus* Salter, *Mesograptus modestus parvulus* Lapworth, występuje *H. sagittifera* (Davidson), *E. hirnantensis* (M'Coy) oraz inne brachiopody uważane, w typowym obszarze Walii, za najmłodszy zespół faunistyczny ordowiku (Lespérance 1974). Na łupkach Gwern y Brain występują zlepieńce Powis Castle ze *Stricklandia lens* (Sowerby), w spagu których stawia się tu granicę ordowiku i syluru (fig. 4; Lespérance 1974).

W obrębie White Head Formation w obszarze Percé w Kanadzie (fig. 3) znajduje się 25-metrowa seria mułowców, zawierających faunę typową dla hirnantianu oraz graptolity charakteryzujące poziom *G. persculptus* landoweru (Lespérance 1974). Występują tam mianowicie *Brongniartella* sp., *E. hirnantensis* (M'Coy), *M. mucronata* (Brongniart), *Climacograptus rectangularis-medijs* Lespérance i *Diplograptus modestus modestus* (Lapworth). Wymienione trylobity i brachiopody świadczą zwykle o górnoaszgilskim wieku osadów. Z drugiej jednak strony, *C. rectangularis-medijs* Lespérance nie był do tej pory cytowany ze skał starszych niż dolny sylur (Lespérance 1974). Cocks & Price (1975) sądzą jednak, że gatunek ten reprezentuje jakąś wcześniejszą gałąź rodzaju *Climacograptus*, wywodzącą się prawdopodobnie z *C. normalis* Lapworth, i że jego wiek jest górnoordowicki a nie dolnosylurski.

Odsłonięcia osadów ordowicko-sylurskich w Górach Czuiłijskich w południowym Kazachstanie (fig. 3) także dostarczyły nowych danych dotyczących górnej granicy systemu ordowickiego (Nikitin 1971, 1976; Apollonov & al. 1973). Stwierdzono mianowicie, podobnie jak w obszarze Meifod-Welshpool w Walii, czy też w obszarze Percé w Kanadzie, współwystępowanie graptolitów poziomu *G. persculptus* oraz trylobitów i brachiopodów hirnantianu. Powyżej osadów poziomu czokparskiego, odpowiadającego aszgilowi Anglii (Apollonov & al. 1973) występuje poziom ulkuntaski, wykształcony w postaci ciemnych wapieni z trylobitami *M. mucronata* (Brongniart) i *M. olini* Temple. Obok trylobitów występują graptolity: *G. persculptus* Salter, *C. parvulus* Lapworth, *C. ex gr. scalaris* (Hisinger), *D. modestus modestus* (Lapworth), *O. ex gr. truncatus* Lapworth. Wyżej leży seria drobnoziarnistych piaskowców z graptolitami: *G. persculptus* Salter, *C. scalaris normalis* Lapworth, *D. modestus modestus* (Lapworth) oraz brachiopodami typowymi dla hirnantianu: *Eostropheodonta* sp., *Hirnantia* sp., *Dalmanella ex gr. testudinaria* (Dalman).

Powyżej poziomu ulkuntaskiego, zawierającego wspólną faunę, występuje seria piaskowców z graptolitami typowymi dla poziomu *A. ascensus* (Mikhailova 1974).

Poziom *A. ascensus* lub *A. acuminatus* można bez trudności wydzielić na wielu obszarach świata. W Wielkiej Brytanii oraz na obszarze południowo-wschodniej Alaski występuje on bezpośrednio na osadach poziomu *G. persculptus*. W innych rejonach, a mianowicie w Czechosłowacji, Polsce oraz Szwecji osady poziomu *A. ascensus* lub *A. acuminatus* kontaktują ze skałami zawierającymi faunę Hirnantia lub też z osadami, w których razem z fauną Hirnantia współwystępują graptolity poziomu *G. persculptus*, jak to jest na przykład w Kazachstanie, obszarze Percé oraz Meifod-Welshpool (fig. 4).

Współwystępowanie fauny hirnantianu oraz graptolitów poziomu *G. persculptus* sugeruje, że obie te jednostki stratygraficzne można uznać za równowiekowe (Nikitin 1976). W związku z tym granicę między ordowikiem i sylurem należy wyznaczyć w spągu tych jednostek lub w ich stropie, bądź też traktować je jako gniwo przejściowe między tymi dwoma systemami.

Nikitin (1971, 1976) sądzi, że najśluszniej i najwygodniej jest ustalić górną granicę systemu ordowickiego w stropie hirnantianu i poziomu *G. persculptus*, to znaczy w spągu poziomu *A. ascensus* lub *A. acuminatus*. W związku z tym w aszgilu Kazachstanu wydzielono dwa poziomy: *C. supernus* s.l. stanowiący odpowiednik poziomu czokparskiego oraz poziom *G. persculptus*, którego strop wyznacza jednocześnie granicę ordowiku i syluru (fig. 4). Zdaniem wspomnianego autora, za takim wyznaczeniem granicy przemawiają następujące fakty:

1. strop wyżej wymienionych jednostek stratygraficznych jest łatwy do prześledzenia i korelacji niemalże na całym świecie oraz w obrębie różnych facji (pelagicznej i nerytycznej);

2. granica systemu ordowickiego wyznaczona w stropie hirnantianu, a w spągu poziomu *A. acuminatus* odpowiada proponowanej przez Lapwortha dolnej granicy landoweru, a co się z tym wiąże dolnej granicy systemu sylurskiego (Lapworth 1879);

3. spąg poziomu *A. acuminatus* lub *A. ascensus* charakteryzuje się zmianą zespołu graptolitów. Granica ta określona jest pojawieniem się nowych, charakterystycznych rodzajów, takich jak: *Dimorphograptus*, *Akidograptus* i *Monograptus*, nie znanych w starszych poziomach.

Podobne stanowisko w sprawie granicy ordowik/sylur zajmuje Teller (1969). Według wspomnianego autora najstarszym poziomem stratygraficznym syluru jest poziom *A. ascensus*. Indeksowy gatunek tego poziomu nie występuje w osadach starszych niż sylur w przeciwieństwie do gatunku *G. persculptus*, który znany jest również z najwyższego ordowiku.

Druga grupa teorii w sprawie granicy ordowik/sylur obejmuje stanowisko Lespérance'a (1974) oraz Alikhovey (1975). Zgodnie z poglądami wyżej wymienionych autorów, zespół brachiopodów hirnantianu wykazuje bliższe pokrewieństwo do fauny sylurskiej, gdyż zawiera nowe rodziny

i podrodziny, takie jak: Plectothyrellinae, Lissatrypidae i Meristellidae, które mają większe znaczenie dla stratygrafii systemów młodszych niż ordowik. W związku z tym sugerują oni, aby górną granicę systemu ordowickiego wyznaczyć w spągu hirnantianu.

Spąg poziomu A. ascensus lub na niektórych obszarach poziomu A. acuminatus (fig. 4) jest jednak łatwiejszy do prześledzenia ze względu na pojawienie się i rozkwit nowych gatunków graptolitów, spośród których na szczególną uwagę zasługują przedstawiciele rodzaju *Akido-graptus*.

WNIOSKI

W świetle aktualnych danych nasuwają się następujące spostrzeżenia dotyczące zagadnienia granicy ordowik/sylur:

1. Współwystępowanie fauny hirnantianu i poziomu G. persculptus prowadzi do stwierdzenia, że obie te jednostki biostratygraficzne, przynajmniej częściowo, można uznać za jednowiekowe. Przy takim założeniu strop hirnantianu odpowiadałby spągowi poziomu A. ascensus.

2. Istnieją obecnie dwie koncepcje dotyczące wyznaczenia granicy między ordowikiem i sylurem:

a — w spągu osadów zawierających wspólną faunę, a więc w spągu hirnantianu i poziomu G. persculptus;

b — w stropie obu tych jednostek, a więc w spągu poziomu A. ascensus, przy czym ta koncepcja wydaje się być bardziej prawidłowa ze względu na pojawienie się nowych, charakterystycznych rodzajów i gatunków graptolitów.

3. Górna granica ordowiku wyznaczona w spągu poziomu A. ascensus odpowiada danym z terenu Polski, gdzie poziom ten daje się łatwo wydzielić. Poziom G. persculptus natomiast, poza jednym wyjątkiem, nie jest znany z terenów Polski.

Zakład Nauk Geologicznych PAN
Pracownia Stratygrafii
02-089 Warszawa, Al. Zwirki i Wigury 93
Warszawa, w styczniu 1977 r.

LITERATURA CYTOWANA

- ALIKHOVA T. N. 1975. Osnovnye problemy stratigrafii ordovikskoj sistemy. *Sovetskaja Geologija*, 8. Izdatelstvo „Nedra”.
- APOLLONOV M. K., BANDALETOV S. M., NIKITIN I. F., PALETS L. M. & TSAI D. T. 1973. K probleme granicy ordovika i silura v Chuilijksikh Gorakh (S Kazakhstan).
- BASSET D. A., WHITTINGTON H. B. & WILLIAMS A. 1966. The stratigraphy of the Bala district, Merionethshire. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 122, 219—271.
- BEDNARCZYK W. 1968. Ordowik rejonu Kętrzyna (NE Polska). *Acta Geol. Polon.*, 18 (4). Warszawa.

- 1971. Stratigraphy and palaeogeography of the Ordovician in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Polon.*, **21** (4). Warszawa.
- 1974. The Ordovician in the Koszalin-Chojnice region (Western Pomerania). *Acta Geol. Polon.*, **24** (4). Warszawa.
- BERGSTROM J. 1968. Upper Ordovician brachiopods from Västergötland, Sweden. *Geologica et Palaeontologica*, **2**.
- CHURKIN M., CARTER C. & EBERLEIN G. D. 1971. Graptolite succession across the Ordovician-Silurian boundary in south-eastern Alaska. *Quart. J. Geol. Soc. London*, **126**, part 3.
- COCKS L. R. M., TOGHILL P. & ZIEGLER A. M. 1970. Stage names within the Llandovery Series. *Geol. Mag.*, **107**, 79—87.
- & PRICE D. 1975. The biostratigraphy of the Upper Ordovician and Lower Silurian of south-west Dyfed with comments on the Hirnantia fauna. *Palaeontology*, **18**, part 4.
- HAVLIČEK V. 1971. Brachiopodes de l'Ordovicien du Maroc. *Notes Mém. Serv. Géol.*, **230**.
- & MAREK L. 1973. Bohemian Ordovician and its international correlation. *Časopis pro mineralogii a geologii*. Praha.
- INGHAM J. K. & WRIGHT A. D. 1970. A revised classification of the Ashgill series *Lethaia*, **3** (3).
- JAANUSSON V. 1963. Classification of Harjuan (Upper Ordovician) Rocks of the Mainland of Sweden. *Geol. Foren. Forhand.*, **85** (512), part 1. Stockholm.
- JAWOROWSKI K. & MODLIŃSKI Z. 1968. Dolnosylurskie wapienie gruzłowe w północno-wschodniej Polsce. *Kwart. Geol.*, **12**. Warszawa.
- KIEŁAN Z. 1956. Stratygrafia górnego ordowiku w Górach Świętokrzyskich. *Acta Geol. Polon.*, **6** (3). Warszawa.
- 1959. Upper Ordovician trilobites from Poland and some related forms from Bohemia and Scandinavia. *Palaeontologia Polonica*, **11**. Warszawa.
- LAPWORTH C. 1879. On the tripartite classification of the Lower Palaeozoic rocks. *Geol. Mag.*, Dec. **2**, **6**, pp. 1—15.
- LESPÉRANCE P. J. 1974. The Hirnantian fauna of the Percé area (Quebec) and the Ordovician-Silurian boundary. *Amer. J. Sci.*, **274** (1).
- MAREK L. & HAVLIČEK V. 1967. The articulate brachiopods of the Kosov Formation (Upper Ashgill). *Věst. Ustř. Úst. Geol.*, **42**.
- MIKHAILOVA N. F. 1974. Novye dannye po biostratigrafii pozднеordovikskikh-ran-nesylurskikh otloženiĭ Kazakhstana. In: Graptolity SSSR. Novosibirsk.
- MODLIŃSKI Z. 1968. Ordowik na Pomorzu Zachodnim. *Kwart. Geol.*, **12** (3). Warszawa.
- 1973. Stratygrafia i rozwój ordowiku w północno-wschodniej Polsce. *Prace Inst. Geol.*, **72**. Warszawa.
- 1976. Stratygrafia i litofacje ordowiku zachodniej części syneklizy perybaltyckiej. *Biul. Inst. Geol.*, **270** (2). Warszawa.
- & TOMCZYKOWA E. 1968. Ordovikskie otlozheniya severovostochnoj Polshi. Stratygrafia nizhnego paleozoja Pribaltiki i korelacija z drugimi regionami. *XXXIII Ses. Mezhd. Geol. Kongr. Praga*. 1968. Vilnius.
- & POKORSKI J. 1969. Stratygrafia ordowiku w wierceniach Jezioro Okrągłe 1. *Kwart. Geol.*, **13**, 777—793. Warszawa.
- NIKITIN I. F. 1971. The Ordovician System in Kazakhstan. *Mém. Bur. Rech. Géol. Miniér.*, **73**.
- 1976. Ordovician-Silurian deposits in the Chu-Ili Mountains (Kazakhstan) and the problem of the Ordovician-Silurian boundary. 293—300. In: BASSET M. G. (Ed.), *The Ordovician System: proceedings of a Palaeontological Asso-*

- ciation symposium, Birmingham, September 1974. University of Wales Press and National Museum of Wales, Cardiff.
- TELLER L. 1962. Zagadnienie granicy ordowik-sylur w Górach Bardzkich. 171—186. In: PASSENDORFER E. (Ed.), Księga pamiątkowa ku czci profesora Jana Samsonowicza. Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- 1969. The Silurian biostratigraphy of Poland based on graptolites. *Acta Geol. Polon.*, 19 (3). Warszawa.
- TEMPLE J. T. 1965. Upper Ordovician brachiopods from Poland and Britain. *Acta Palaeont. Polon.*, 10 (3). Warszawa.
- TOMCZYK H. 1962. Problem stratygrafii ordowiku i syluru w Polsce w świetle ostatnich badań. *Prace Inst. Geol.*, 35. Warszawa.
- 1974. Góry Świętokrzyskie. 128—198. In: Budowa Geologiczna Polski, 4, Tektonika, (1). Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.
- & TOMCZYKOWA E. 1968. Ordowik. In: Budowa Geologiczna Polski, 1. Stratygrafia cz. 1. Prekambr i Paleozoik. Warszawa.
- & — 1976. Development of Ashgill and Llandovery sediments in Poland. 327—347. In: BASSET M. G. (Ed.), The Ordovician System: proceedings of a Palaeont. Assoc. Symp., Birmingham, September 1974. University of Wales Press and National Museum of Wales, Cardiff.
- TOMCZYKOWA E. 1964. Ordowik platformy wschodnioeuropejskiej na obszarze Polski. *Kwart. Geol.*, 8 (3). Warszawa.
- 1968. Stratygrafia najwyższego kambru w Górach Świętokrzyskich (na podstawie trylobitów). *Prace Inst. Geol.*, 54. Warszawa.
- WADE A. 1911. The Llandovery and associated rocks of North-Eastern Montgomeryshire. *Geol. Soc. London Quart. J.*, 67.
- WILLIAMS A. 1951. Llandovery brachiopods from Wales with special reference to the Llandovery district. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 107.
- , STRACHAN J., BASSET D. A., DEAN W. T., INGHAM J. K., WRIGHT A. D. & WHITTINGTON H. B. 1972. A correlation of Ordovician rocks in the British Isles. *Spec. Rep.*, No. 3. Geol. Soc. London, Cardiff.
- ZNOSKO J. 1965. Problem kaledonidów i granicy platformy prekambryjskiej w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 188. Warszawa.

SUMMARY

The correct stratigraphic position of the Ordovician/Silurian boundary sediments as well as the exact boundary between these two systems have not as yet been definitely determined. This is connected with the presence of various fossil groups in the pelagic and neritic facies, which greatly hinders a correlation of profiles.

The orthostratigraphic division of the Upper Ordovician and the Lower Silurian is based on graptolites which place the currently accepted Ordovician/Silurian boundary at the bottom of the *Glyptograptus persculptus* zone. In profiles lacking graptolite remains the biostratigraphy of the border sediments is based on brachiopods and trilobites which indicate the differentiation of the Hirnantian stage. In non-graptolitic facies the upper boundary of the Ordovician system is placed in the top of the Hirnantian stage.

During her studies on the Upper Ordovician of the Łeba elevation the present writer has also studied the Ordovician/Silurian boundary sediments in this area

and compared them with those from other regions of Poland and from some classical areas of their world occurrence.

The sediments of the uppermost Ashgillian in the Łeba elevation are developed as grey mudstones and marls of the *Mucronaspis mucronata* zone with *M. mucronata* Brongniart, *Phillipsinella* sp., *Hirnantia sagittifera* (Davidson), *Eostropheodonta hirnantensis* (M'Coy), *Orbiculoidea* sp. In their top there occur black mudstones with graptolites of the Llandoveryan *Akidograptus ascensus* zone. The fauna of the uppermost Ashgillian in the Łeba elevation has many features in common with the Hirnantia fauna of Wales.

Movements connected with the Taconian phase of the Caledonian orogeny are responsible for distinct facial changes throughout Poland. The muddy-marly Ashgillian deposits, bearing a benthonic fauna of trilobites and brachiopods, have practically everywhere been replaced by mudstones and black muddy shales with a rich Silurian graptolite fauna. Here and there on the Ordovician/Silurian boundary there are sedimentary lacunae, however, only of a local significance. As a rule the sediments of the *M. mucronata* zone are in contact with rocks of the Llandoveryan *Akidograptus ascensus* or *A. acuminatus* zones.

During the recent years the occurrence has been noted in various regions of the world (S Kazakhstan, the Percé district in Canada, Meifod-Welshpool in Wales) of the Llandoveryan *G. persculptus* zone together with the Hirnantian trilobites and brachiopods. This might reasonably suggest that the two stratigraphic units may, at least partly, be regarded of the same age. On this assumption the top of the Hirnantian would correspond to the bottom of the *A. ascensus* zone.

Two conceptions are now currently accepted for the Ordovician/Silurian boundary:

a. In the bottom of sediments with a fauna in common, hence in the bottom of the Hirnantian and of the *G. persculptus* zone.

b. In the top of the two above units, hence in the bottom of the *A. ascensus* zone. This latter conception seems more correct in view of the appearance in the bottom of the *A. ascensus* zone of new characteristic graptolite genera such as *Akidograptus*, *Dimorphograptus* and *Monograptus*.

The upper boundary of the Ordovician system as established in the bottom of the *A. ascensus* zone agrees with data from the Polish territory where this zone is readily distinguishable, while the *G. persculptus* zone has not — one case excepted — been reported from Poland.
