

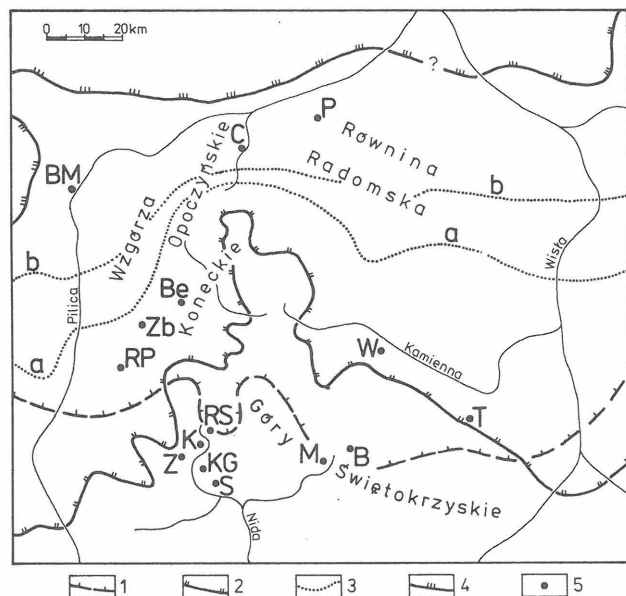
JEDNOSTKI GLACJALNE I INTERGLACJALNE W PLEJSTOCENIE REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

UKD 551.332:551.793(438.13:23)

Przedstawiona przez J. Czarnockiego i J. Samsonowicza (8) charakterystyka osadów lodowcowych wschodniej części Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej stanowi początek zainteresowań badawczych tych autorów plejstocenem regionu świętokrzyskiego. Zawarte w niej dane dokumentują występowanie tam podmorenowych osadów fluwioglacjalnych, ilów warwowych i gliny zwałowej z okresu maksymalnego (drugiego) zlodowacenia skandynawskiego (południowopolskiego), osadów rezidualnych i fluwioglacjalnych z okre-

su młodszego (trzeciego) zlodowacenia skandynawskiego (środkowopolskiego) o mniejszym zasięgu oraz lessów występujących na powierzchni terenu.

Późniejsze prace J. Samsonowicza o czwartorzędzie świętokrzyskim często nawiązywały do powyższych wniosków stratygraficznych, mimo iż głównymi ich tematami były warunki powstawania zastoisk lodowcowych nad górną i środkową Wisłą (42), charakterystyka lessów wschodniej części Gór Świętokrzyskich (43), charaktery-

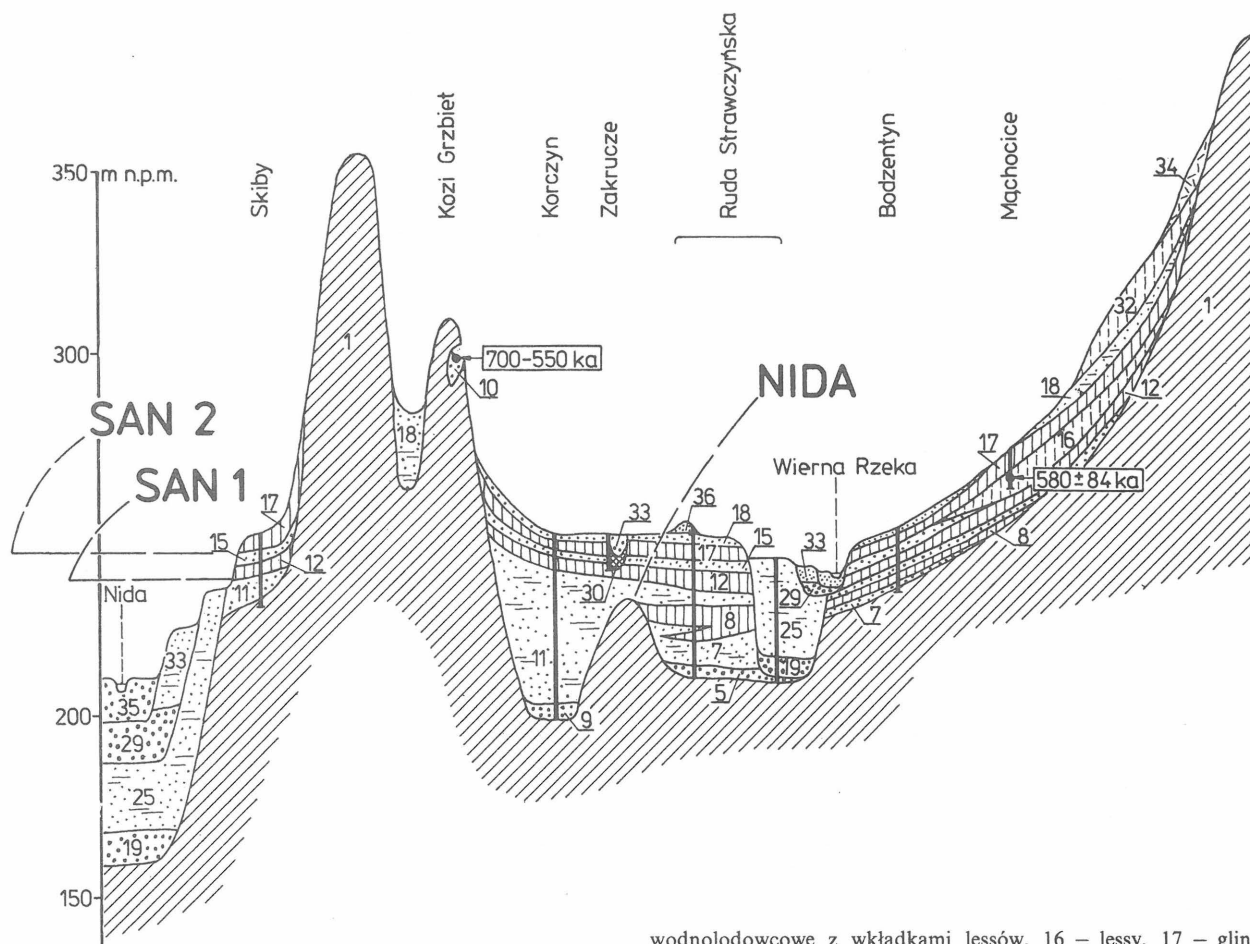


Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny regionu świętokrzyskiego

1 – zasięg zlodowacenia Nidy, 2 – zasięg zlodowacenia Odry, 3 – pomaksymalne fazy (a – starsza, b – młodsza) zaniku lądolodu zlodowacenia Odry, 4 – zasięg zlodowacenia Warty, 5 – główne profile osadów czwartorzędowych (BM – Barkowice Mokre, C – Ceteń, P – Podgórze, Be – Bedlno, Zb – Zbójno, W – Wąchock, RP – Ruda Pilczycka, RS – Ruda Strawczyńska, K – Korczyn, Z – Zakrucze, KG – Kozi Grzbiet, S – Skiby, M – Mąchoć, B – Bodzentyn, T – Tomaszów) (por. ryc. 2 i 3)

Fig. 1. Location map of the Holy Cross Mts region

1 – extent of Nida Glaciation, 2 – extent of Odra Glaciation, 3 – post-maximum phases (a – older, b – younger) during retreat of Odra Glaciation icesheet, 4 – extent of Warta Glaciation, 5 – major sections of Quaternary sediments (BM – Barkowice Mokre, C – Ceteń, P – Podgórze, Be – Bedlno, Zb – Zbójno, W – Wąchock, RP – Ruda Pilczycka, RS – Ruda Strawczyńska, K – Korczyn, Z – Zakrucze, KG – Kozi Grzbiet, S – Skiby, M – Mąchoć, B – Bodzentyn, T – Tomaszów) (see also Figs. 2 and 3)



Ryc. 2. Schematyczny przekrój geologiczny przez osady czwartorzędowe środkowo-zachodnio-północnej części regionu świętokrzyskiego z zaznaczonymi zasięgami zlodowaceń

1 – podłoże czwartorzędowe; **protoplejstocen**: 2 – piaski i mułki; **zlodowacenie Narwi**: 3 – sploty soliflukcyjne; 4 – glina zwałowa; **interglacjał podlaski**: 5 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 6 – mułki i gytia torfiasta; **zlodowacenie Nidy**: 7 – piaski i mułki zastoisowe, 8 – glina zwałowa; **interglacjał małopolski**: 9 – żwiry i piaski rzeczne, 10 – gliny jaskiniowe; **zlodowacenie Sanu 1**: 11 – piaski i mułki zastoisowe, 12 – glina zwałowa; **interglacjał ferdynandowski**: 13 – piaski i mułki rzeczne i jeziorne; 14 – gytie, torfy i mułki jeziorne; **zlodowacenie Sanu 2**: 15 – piaski i mułki

wodnolodowcowe z wkładkami lessów, 16 – lessy, 17 – glina zwałowa, lokalnie z wkładkami gwałowopiaszczystymi, 18 – piaski i mułki wodnolodowcowe i zastoisowe; **interglacjał mazowiecki**: 19 – piaski z wkładkami mułków i żwirów rzecznych oraz bruki morenowe, 20 – torfy, gytie i mułki jeziorne; **zlodowacenie Liwca**: 21 – mułki i mułki lessowe; **interglacjał Zbójna**: 22 – piaski i żwiry rzeczne, 23 – torfy; **zlodowacenie Odry**: 24 – glina zwałowa, 25 – piaski z wkładkami mułków i żwirów (zastoisowe i wodnolodowcowe), 26 – lessy; **interglacjał lubawski**: 27 – gleba kopalna; **zlodowacenie Warty**: 28 – lessy; **interglacjał eemski**: 29 – piaski i żwiry rzeczne, 30 – torfy, gytie i mułki jeziorne, 31 – gleba kopalna, 32 – lessy, 33 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 34 – sploty soliflukcyjne (w tym gołoborza); **holocen**: 35 – żwiry, piaski i mułki rzeczne, 36 – piaski eoliczne

styka granicy zasięgu młodszego (środkowopolskiego) zlodowacenia między Iłżanką a Wisłą (44) czy opis warunków występowania osadów czwartorzędowych na arkuszu Opatów (45).

Także J. Czarnocki w swych późniejszych pracach nad czwartorzędem zachodniej części Gór Świętokrzyskich często nawiązywał do materiałów zawartych w publikacji o utworach lodowcowych wschodniej części Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. Prace te prezentowały między innymi śmiało jak na ówczesne lata poglądy o możliwości trzyczakrotnego (L_2 , L_3 , L_4) nasunięcia się lądolodu skandynawskiego na obszar środkowej części Gór Świętokrzyskich (6, 7).

Ostatecznych argumentów o randze klimatostatygraficznej tych nasunięć dostarczyły ówczesne odkrycia interglacjałnych stanowisk osadów organogenicznych opisanych przez J. Lilpopa, E. Passendorfera, W. Szafera, J.

Trelę i M. Ziembiankę (por. 21), późniejsze prace K. Pożaryskiej, E. Rühlego, W. Pożaryskiego, M. Sobolewskiej, I. Jurkiewiczowej, K. Mamakowej, A. Środonia, M. Gołabowej, S.Z. Różyckiego, J. Łyczewskiej, Z. Lamparskiego, P. Filonowicza, H. Klatkowej, T. Klatki, D. Kosmowskiej-Sufczyńskiej, J. Lewandowskiego i L. Lindnera (por. 21) oraz nowo odkryte stanowiska osadów interglacjałnych w Podgórzu (14) na Kozim Grzbiecie (9, 10, 46, 53), w Zakruczu (29), Ceteniu (2, 31) i Zbójnie (25).

Niezwykle ważnymi okazały się także badania określające interglacjałny charakter śródlodowcowych gleb kopalnych w tym regionie (13, 15) oraz oznaczenia wieku TL (4, 23, 25, 26, 28, 36) i wieku metodą FCI/P (10) osadów lessowych, zastoisowych, lodowcowych i krasowych. W osadach stanowiska Kozi Grzbiet ustalono także położenie granicy epok paleomagnetycznych Brunhes/Matuyama (9).

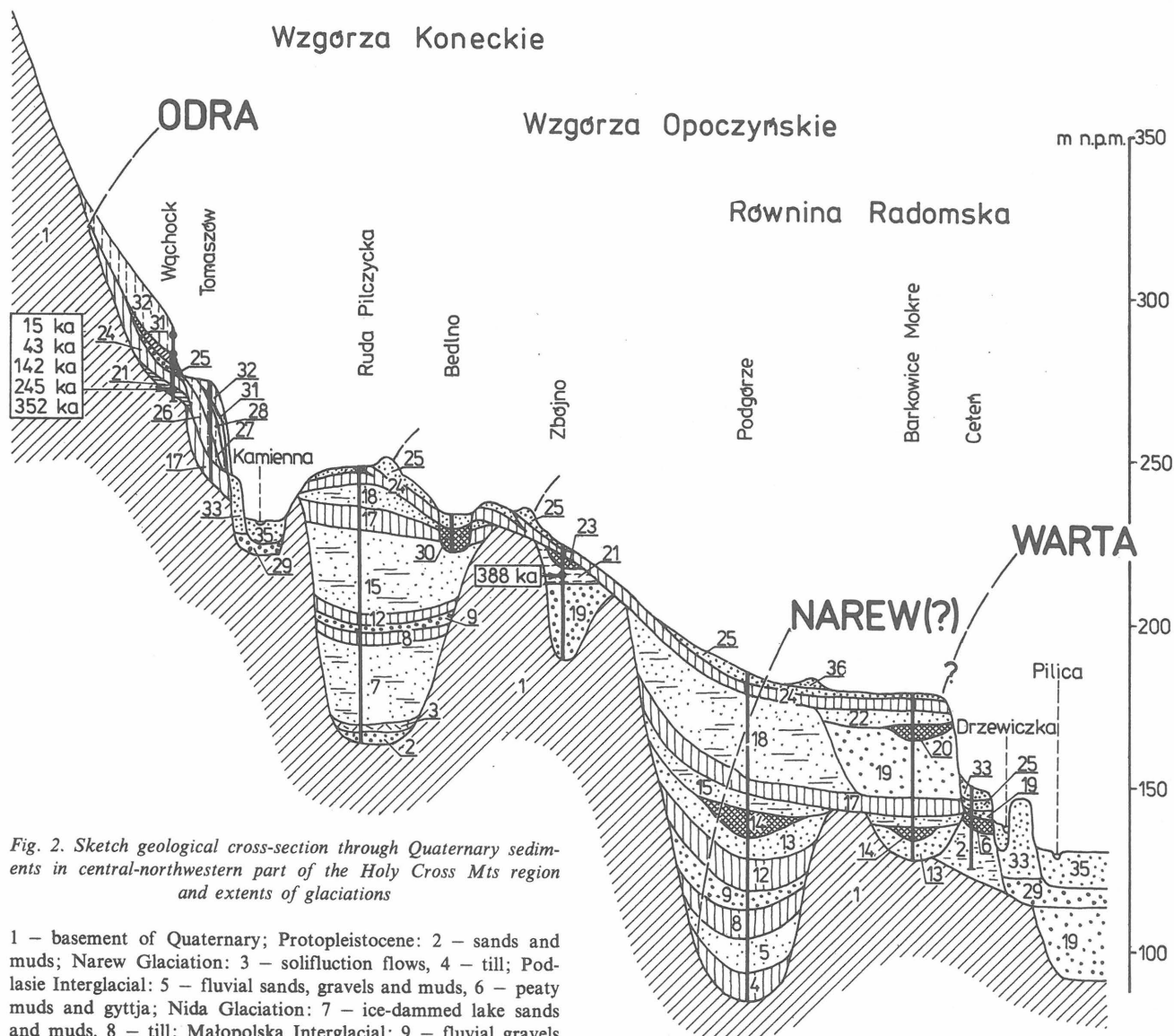


Fig. 2. Sketch geological cross-section through Quaternary sediments in central-northwestern part of the Holy Cross Mts region and extents of glaciations

1 – basement of Quaternary; Protopleistocene: 2 – sands and muds; Narew Glaciation: 3 – solifluction flows, 4 – till; Podlasie Interglacial: 5 – fluvial sands, gravels and muds, 6 – peaty muds and gyttja; Nida Glaciation: 7 – ice-dammed lake sands and muds, 8 – till; Małopolska Interglacial: 9 – fluvial gravels and sands, 10 – cave clays; San Glaciation 1: 11 – icedammed lake sands and muds, 12 – till; Ferdynandów Interglacial: 13 – fluvial and lacustrine sands and muds; 14 – lacustrine gyttja, peats and muds; San Glaciation 2: 15 – fluvio-glacial sands and muds with loess intercalations, 16 – loesses, 17 – till, locally with intercalations of boulders and sands, 18 – fluvio-glacial and ice-dammed lake sands and muds; Mazovian Interglacial: 19 – fluvial sands with intercalations of muds and gravels, and moraine pavements, 20 – lacustrine peats, gyttjas and muds; Liwiec Glaciation: 21 – muds and loess muds; Zbójno Inter-

glacial: 22 – fluvial sands and gravels, 23 – peats; Odra Glaciation: 24 – till, 25 – sands (ice-dammed lake and fluvio-glacial) with intercalations of muds and gravels, 26 – loesses; Lubawa Interglacial: 27 – fossil soil; Warta Glaciation: 28 – loesses; Eemian Interglacial: 29 – fluvial sands and gravels, 30 – lacustrine peats, gyttjas and muds, 31 – fossil soil; Wisła Glaciation: 32 – loesses, 33 – fluvial sands, gravels, and muds; 34 – solifluction flows (including block fields); Holocene: 35 – fluvial gravels, sands and muds, 36 – eolian sands

GLACJAŁY I INTERGLACJAŁY

Powyższe fakty sprawiają, że region świętokrzyski można uznać za obszar o prawie pełnym zapisie głównych jednostek glacialnych i interglacialnych w plejstocenie Polski (por. 20, 22, 24). W niniejszym opracowaniu przedstawione jest następstwo tych jednostek w oparciu o analizę reperowych profilów czwartorzędu tego obszaru (ryc. 1 i 2). Następnym to i wynikająca z niego kolejność poszczególnych jednostek glacialnych (złodowaceń) i interglacial-

nych różni się nieco od wcześniejszego poglądu autora (ryc. 3). Różnica ta wynika z uznania osadów organogenicznych stanowiska Podgórze za odpowiednik interglacjału ferdynandowskiego (22, 23) a tym samym przykrywającej je gliny zwałowej za pozostałość złodowacenia Wilgi (12, 22) określonego przez L. Lindnera (24) jako złodowacenie Sanu 2. Ponadto pogłębione badania wykluczyły możliwość uznania strefy procesów wietrzeniowo-glebowych w profilach z rejonu Rudy Pilczyckiej za dowód istnienia interglacjału Pilczycy (por. 22) a wobec identyfikacji na

Równinie Radomskiej (Podgórze) gliny zwałowej zlodowacenia Sanu 2 zmusiły także do rezygnacji z pierwotnie wyróżnionego tam zlodowacenia Mogielanki (por. 22).

Zlodowacenie Narwi. Większość badaczy zajmujących się czwartorzędem środkowowschodniej Polski stoi na stanowisku, że lądolód skandynawski w czasie tego zlodowacenia (Narwi, najstarszego), pierwszego plejstocńskiego, nie przekroczył równoleżnika dolnej Pilicy i dolnego Wieprza (por. 22, 38) lub reprezentuje pogląd o braku podstaw do wyróżnienia tego zlodowacenia w Polsce (33, 40). Jedynie J. Wojtanowicz (54) dopuszcza możliwość dotarcia przez lądolód tego zlodowacenia aż do krawędzi Wyżyny Lubelskiej a ostatnio także L. Lindner (21) opowiada się za dalszym rozprzestrzenieniem tego lądolodu.

Zdaniem autora podstawą dla takiego wnioskowania może być wyjątkowo dobre obtoczenie materiału oraz obecność okruchów skał krystalicznych w obrębie serii rzecznej w stanowisku Ceteń nad Drzewiczką (16, 31), poniżej osadów organogenicznych, które Z. Borówko-Dłużakowa (2) skłonna jest odnieść do schyłkowej części interglacjału kromerskiego (?) (ryc. 2). Do powyższego wniosku skłaniać może także obecność w wielu profilach czwartorzędowych północno-wschodniej części regionu świętokrzyskiego tzw. żwirów staroplejstocńskich, zawierających obok materiału lokalnego nieznaczną liczbę otoczków skał krystalicznych (21). W obu wymienionych przypadkach

osady te reprezentują serie rzeczne powstałe z częściowego rozmywania starszych osadów lodowcowych, sięgających po północną część Równiny Radomskiej. W profilu Podgórze pozostałością tych osadów lodowcowych może być najstarsza z występujących tam glin zwałowych (ryc. 2). Podczas tego zlodowacenia cała zachodnia i środkowa część regionu świętokrzyskiego znajdowała się w obrębie strefy ekstraglacialnej, odznaczającej się znacznym rozwojem procesów peryglacialnych, prowadzących między innymi do tworzenia spływów soliflukcyjnych (ryc. 2).

Zlodowacenie Narwi paralelizowane jest z globalnym ochłodzeniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 24 stadium ¹⁸O datowane na około 950–900 ka (48).

Interglacjał podlaski. Interglacjał podlaski (utożsamiany też z kromerskim) jest w regionie świętokrzyskim reprezentowany przez osady żwirowo-piaszczysto-mułkowe, wypełniające kopalne formy dolinne (ryc. 2). Na obszarze Równiny Radomskiej i w strefie bezpośrednio przyległej osady te zawierają niewielką domieszkę materiału skandynawskiego z rozmycia starszych osadów lodowcowych. W profilu Ceteń nad Drzewiczką (ryc. 2) są one reprezentowane przez kompleks piaszczysto-mułkowy z wkładką gytii torfiastej (31). Z analizy palinologicznej tej gytii wynika, że może ona reprezentować schyłkową część interglacjału kromerskiego (?) (2). W Karpatach

R e g i o n		Ś w i ę t o k r z y s k i		Przekom Wisły Środkowej		
(Lindner 1980)		(Lindner 1984 b, 1988)		(Pożaryski, Mojski 1987)		
C Z W A R Z Ę D	Holocen	Holocen (<i>Stapiec</i>)		Holocen		
	D C E E C O R T O R Z E J S T O R Z E J S T O C E N	Zlodowacenie Wisły	Zlodowacenie Wisły		Zlodowacenie Wisły	
		Interglacjał Eemski	Interglacjał Eemski (<i>Bedlno</i>)		Interglacjał Eemski	
		Zlodowacenie Warty	Zlodowacenie Warty		Zlodowacenia środkowopolskie	
		Interglacjał Lubelski	Interglacjał Lubawski (<i>Tomaszow</i>)			
		Zlodowacenie Odry	Zlodowacenie Odry			
		Interglacjał Mazowiecki = Wielki	Interglacjał Zbojna (<i>Zbajno</i>)			Interglacjał Wielki
			Zlodowacenie Liwca			
			Interglacjał Mazowiecki (<i>Barkowice Mokre</i>)			
			Zlodowacenie Sanu 2			
		Interglacjał Ferdynandowski (<i>Podgarze</i>)			Zlodowacenia południowopolskie	
		Zlodowacenie Sanu	Zlodowacenie Sanu 1			
		Interglacjał Małopolski	Interglacjał Małopolski (<i>Kozi Grzbiet</i>)			
		Zlodowacenie Nidy	Zlodowacenie Nidy			
		Interglacjał Podlaski	Interglacjał Podlaski (<i>Ceten</i>)			
		Zlodowacenie Narwi	Zlodowacenie Narwi			
Proto- plejstocen	„Interglacjał” Celestynowa	„Interglacjał” Celestynowski				
	„Zlodowacenie” Otwocka	„Zlodowacenie” Otwockie				
		1870				

Ryc. 3. Główne podziały czwartorzędu północno-wschodniej części Wyżyny Małopolskiej (dla interglacjałów podano nazwy stanowisk stratotypowych)

Fig. 3. Major subdivisions of the Quaternary for north-eastern part of the Małopolska Upland (names of stratotype localities are given for interglacials)

osady rzeczne tego interglacjału wydawano metodą TL na 749 ± 112 ka (5) a na Wyżynie Lubelskiej na 767 ± 115 ka i 731 ± 110 ka (11).

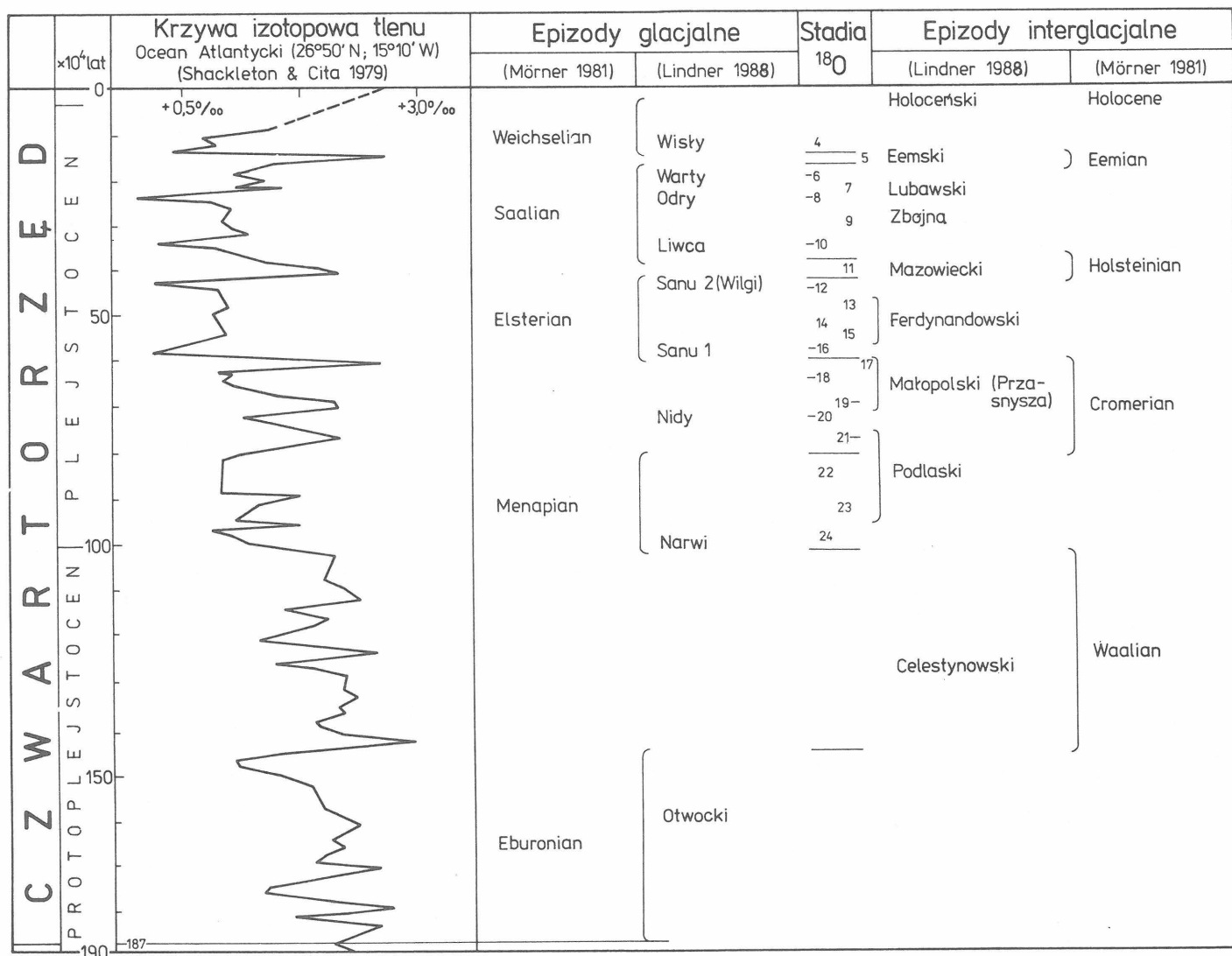
Interglacjał podlaski paralelizowany jest z globalnym ociepleniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 23–21 stadia ^{18}O obejmujące odcinek czasowy od 900 ka do 729 ka (48).

Zlodowacenie Nidy. Ładolód zlodowacenia Nidy, dawniej traktowanego jako stadia przedmaksymalny zlodowacenia południowopolskiego (19) a później jako odrębne zlodowacenie (20), pokrył całą północną część regionu świętokrzyskiego i oparł się o północne zbocza głównych pasm Gór Świętokrzyskich i północno-zachodnią część Pasma Przedborsko-Małopolskiego (21). Na południe od tych pasm sięgał on wąskimi jezorami w strefę dorzeczy górnej Wiernej Rzeki i Bobrzy. Jego pozostałością jest drugi od dołu poziom gliny zwałowej na obszarze Równiny Radomskiej oraz najstarszy, miejscami dwudzielny, poziom glacygeniczny i towarzyszące mu osady zastoiskowe w strefie Wzgórz Konecko-Opoczyńskich oraz w Górach Świętokrzyskich (ryc. 2). Z oznaczeń wiekowych metodą FCI/P oraz identyfikacji w osadach stanowiska Kozi Grzbiet granicy Brunhes/Matuyama (9) wynika, że maksimum

zlodowacenia Nidy w regionie świętokrzyskim przypadało na ok. 700 ka.

Zlodowacenie Nidy jest paralelizowane z globalnym ochłodzeniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 20 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 729–706 ka (48).

Interglacjał małopolski. W regionie świętokrzyskim interglacjał małopolski dokumentują poza kopalnymi seriami rzeczными, w pierwszym rzędzie gliny jaskiniowe stanowiska Kozi Grzbiet (ryc. 2), które obok szczątków zwierzęcych zawierają minerały ciężkie i skalenie pochodzące z rozmytych, pierwotnie sięgających tam osadów fluwio-glacialnych zlodowacenia Nidy. Bogaty zespół fauny, stwierdzony w tych glinach, zawiera liczne ślimaki, płazy, gady i ssaki. Dla określenia ich wieku istotne jest przykrycie piaskami zlodowacenia Sanu oraz współwystępowanie w tych glinach form dowodzących, że jest to późnokromerski zespół faunistyczny (9, 10, 46, 53). Podobny wniosek wypływa z oznaczeń wieku kości metodą FCI/P (700–550 ka) wskazujących na tzw. Kromer II badaczy holenderskich (por. 10). Na Niżu Polskim okres ten charakteryzują zapewne osady interglacialne, nawiercone ostatnio w profilu Przasnysz i datowane metodą TL na 686–615 ka (1).



Ryc. 4. Główne jednostki glacialne i interglacialne Europy Zachodniej wg N.A. Mörnera (34) i Polski wg L. Lindnera (24) na tle studiów ^{18}O i krzywej izotopowej tlenu dla osadów czwartorzędowych Oceanu Atlantycznego

Fig. 4. Major glacial and interglacial units in western Europe (after N.A. Mörner, 34) and Poland (after L. Lindner, 24) at the background of ^{18}O stages and oxygen isotopes curves obtained for Quaternary sediments of the Atlantic Ocean

Interglacjał małopolski jest paralelizowany z globalnym ociepleniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 19–17 stadia ^{18}O (ryc. 4) obejmujące odcinek czasu od 706 ka do 627 ka (48).

Zlodowacenie Sanu 1. W czasie zlodowacenia Sanu 1, dawniej traktowanego jako starszy, przedmaksymalny stadią (faza?) dwudzielnego zlodowacenia Sanu (20) lądolód skandynawski objął swym zasięgiem cały region świętokrzyski sięgając aż po Kotlinę Sandomierską i Wyżynę Miechowską, gdzie jego pozostałością jest dolna glina zlodowacenia południowopolskiego. W regionie świętokrzyskim transgresja tego lądolodu sprzyjała akumulacji piasków i mułków zastoiskowych a jego pobyt wyznacza odrębny poziom gliny zwałowej, dobrze widoczny między innymi w profilach Skiby, Korczyn, Ruda Strawczyńska, Bodzentyn, Ruda Pilczycka i Podgórze (ryc. 2). W Sudetach glina ta datowana jest metodą TL na 634 ± 76 ka (52).

Zlodowacenie Sanu 1 jest paralelizowane z globalnym ochłodzeniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 16 stadium ^{18}O (ryc. 4), datowane na 627–592 ka (48).

Interglacjał ferdynandowski. Interglacjał ferdynandowski w regionie świętokrzyskim dokumentują kopalne osady rzeczne oraz osady organogeniczne w profilu Podgórze a być może i w dolnej części profilu Barkowice Mokre (ryc. 2). W Podgórzu osady te były akumulowane w jeziorze polodowcowym, utworzonym w czasie zaniku lądolodu zlodowacenia Sanu 1 a w Barkowicach Mokrych zapewne w starorzeczu Prapilicy. W profilu Podgórze osady te charakteryzuje dwuoptimalna sukcesja florystyczna (14) dobrze korelująca się z profilem stratotypowym tego interglacjału w Ferdynandowie (por. 12, 22) gdzie jego osady wydatowano metodą TL na 546–532 ka (41).

Interglacjał ferdynandowski jest paralelizowany z globalnym ociepleniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 15–13 stadia ^{18}O (ryc. 4) datowane na 592–472 ka (48).

Zlodowacenie Sanu 2. W regionie świętokrzyskim zlodowacenie Sanu 2 reprezentowane jest przez odrębny poziom gliny zwałowej, pozostawionej przez lądolód skandynawski sięgający w swym maksymalnym rozwoju po Karpaty, jak tego dowodzą datowania TL osadów lodowcowych w Giedlarowej na 530 ± 110 ka i 508 ± 80 ka (54) i w Niebylcu na 509 ± 76 ka (3). Na opisywanym obszarze były w tym czasie akumulowane piaski i mułki wodnolodowcowe i zastoiskowe z wkładkami lessów, datowanych metodą TL na 580 ± 84 ka (26) oraz najmłodsza glina zwałowa na południe od Gór Świętokrzyskich (ryc. 2). W północnej części regionu świętokrzyskiego glina ta stanowi drugi od powierzchni poziom glacygeniczny i określana tam była dotąd jako pozostałość zlodowacenia Wilgi (22, 33, 35).

Zlodowacenie Sanu 2 jest paralelizowane z globalnym ochłodzeniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 12 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 472–440 ka (48).

Interglacjał mazowiecki. Interglacjał mazowiecki dokumentują tu kopalne serie aluwialne w dorzeczach Nidy, Wiernej Rzeki i Pilicy (ryc. 2) oraz osady organogeniczne między innymi w górnej części profilu Barkowice Mokre (ryc. 2). Osady te były akumulowane w starorzeczu Prapilicy (37, 39). Dokumentują one sukcesję florystyczną z lasami jodłowo-grabowymi w optimum klimatycznym (49). W profilu Zbójno serie rzeczne tego interglacjału przykryte są mułkami datowanymi metodą TL na 388 ka (25). W profilu Krępiec na Wyźnie Lubelskiej osady opisywanego interglacjału wydatowano metodą TL na 400–350 ka (41).

Interglacjał ten paralelizowany jest z globalnym ociepleniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 11 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 440–367 ka (48).

Zlodowacenie Liwca. Lądolód zlodowacenia Liwca nie dotarł do regionu świętokrzyskiego (22). W rejonie tym jego stosunkowo bliska odległość wyrażona jest jedynie mułkami, niekiedy o charakterze lessowym (ryc. 2). W profilu Zbójno mułki te wydatowano metodą TL na 388 ka (25). Na Wyźnie Lubelskiej odpowiadają im zapewne najstarsze lessy, których wiek TL określono na 367 ± 44 ka do 336 ± 40 ka (32). W profilu Wąchock z okresem tym wiązana jest akumulacja podglinowych osadów piaszczysto-żwirowych datowanych metodą TL na 352 ka (28) i budujących kopalny stożek proluwialny na południowym zboczu Kamiennej.

Zlodowacenie Liwca może być paralelizowane z globalnym ochłodzeniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 10 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 367–345 ka (48).

Interglacjał Zbójna. W rejonie świętokrzyskim interglacjał Zbójna dokumentują w pierwszym rzędzie torfy z profilu Zbójno (ryc. 2). W torfach tych zarejestrowana jest interglacjałna sukcesja florystyczna z optimum klimatycznym wyrażonym przez 48% udziału lipy przy znacznej obecności leszczyny, dębu i świerka (25). Są one przykryte gliną zwałową młodszego zlodowacenia (ryc. 2). Poza torfami interglacjał ten dokumentują podglinowe serie aluwialne w wielu profilach Równiny Radomskiej i Wzgórz Konecko-Opoczyńskich (ryc. 2).

Wymieniony interglacjał może być paralelizowany z globalnym ociepleniem klimatycznym zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 9 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 347–297 ka (48).

Zlodowacenie Odry. Lądolód zlodowacenia Odry objął swym zasięgiem jedynie północną i zachodnią część regionu świętokrzyskiego (ryc. 1) pozostawiając tam oddzielny poziom, miejscami dwudzielnej, gliny zwałowej oraz towarzyszące jej osady mułkowo-piaszczysto-żwirowe (zastoiskowe i fluwioglacjalne) i lessy (starsze dolne) (ryc. 2). Szczegółowa analiza rozprzestrzenienia wymienionych osadów stała się podstawą wyróżnienia tu, poza fazą przedmaksymalną i maksymalną, dwóch jego faz recesyjnych (ryc. 1). Według L. Lindnera (18) i S.Z. Różyckiego (38) fazy te dokumentują oscylacyjną transgresję i oscylacyjny zanik lądolodu, podkreślony formowaniem się dolin marginalnych oraz stref czołowomorenowych ze śladami zaburzeń glaciektonicznych. W obrębie fazy maksymalnej wyróżniono ponadto momenty etapowego kurczenia się lądolodu podkreślone listwami tarasów marginalnych wzdłuż jego czoła (18). W regionie świętokrzyskim moment maksymalnego zasięgu zlodowacenia Odry określono metodą TL na podstawie datowań profilów Wąchock i Sandomierz na około 300–270 ka (4, 23, 27).

Zlodowacenie Odry jest powszechnie korelowane z globalnym ochłodzeniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 8 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 297–251 ka (48).

Interglacjał lubawski. Interglacjał lubawski (24) uprzednio określany przez autora jako interglacjał Grabówki (22) lub jako interglacjał lubelski (13, 50) doczekał się ostatnio pełniejszej dokumentacji palinologicznej dzięki analizie profilu Losy koło Lubawy na Pojezierzu Mazurskim, gdzie wiek jego osadów określono metodą TL jako młodszy od 273 ka i starszy od 181 ka (17).

W regionie świętokrzyskim interglacjał ten dokumentuje śródlссовa gleba kopalna (typu Tomaszów) w profilu stanowiska Tomaszów (ryc. 2) koło Opatowa (13). Gleba

ta rozwinięta jest na lessie z okresu zlodowacenia Odry. Według J. Jersaka (13) powstała ona pod zespołem roślinności leśnej w okresie długim i ciepłym o randze interglacjału. Gleba ta przykryta jest lessiem z okresu zlodowacenia Warty z rozwiniętą w jego stropie glebą eemską. W profilu Wąchock interglacjał ten reprezentowany jest akumulacją nadglinowych piasków i mułków zbiornikowych datowanych metodą TL na 245 ± 45 ka (23, 28).

Interglacjał lubawski jest korelowany z globalnym ociepleniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 7 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 251–195 ka (48).

Zlodowacenie Warty. Łądocłód zlodowacenia Warty sięgał do północnych brzegów współczesnej doliny Pilicy i jedynie w północno-wschodniej części Równiny Radomskiej mógł wkroczyć dalej na południe (ryc. 1 i 2). Tym samym prawie cała pozostała część regionu świętokrzyskiego znajdowała się wówczas poza jego zasięgiem w strefie objętej warunkami peryglacialnymi, sprzyjającej w pierwszym rzędzie rozwojowi procesów zboczowych i akumulacji lessu (ryc. 2). W profilu Tomaszów lessy (starsze górne) te oddzielają glebę interglacjału lubawskiego od gleby interglacjału eemskiego. W profilu Wąchock opisywany okres dokumentują piaski i pyły pokrywowe powstałe przy udziale wietrzenia mrozowego i ówczesnych procesów eolicznych, datowane metodą TL na $142 \pm 3,6$ ka (23, 28).

Zlodowacenie Warty jest korelowane z globalnym ochłodzeniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 6 stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 195–128 ka (48).

Interglacjał eemski. W regionie świętokrzyskim interglacjał eemski zaznaczył się przede wszystkim procesami erozyjno-akumulacyjnymi w dolinach rzecznych, wietrzeniowo-glebowymi na obszarach pozadołinnych (głównie na obszarach lessowych) oraz akumulacją organogeniczną (torfy, gytie i namuły) w zagłębieniach polodowcowych, krasowych i starorzeczach. Najlepiej zbadanym stanowiskiem osadów organogenicznych tego interglacjału jest profil w Bedlnie (ryc. 2), który zdaniem A. Środonia i M. Gołąbowej (51) dokumentuje pełny obraz przemian roślinności od tundry poprzedniego zlodowacenia poprzez wszystkie fazy rozwoju lasów z optimum klimatycznym odznaczającym się panowaniem dębu i leszczyny, do tundry arktycznej młodszego zlodowacenia. Tu również umieszczono profil Zakrucze (ryc. 2), dla którego opracowano na razie jedynie jego górną część (29). Najlepszymi przykładami eemskich procesów wietrzeniowo-glebowych są śródlessowe gleby kopalne (ryc. 2) typu „Nietulisko I” (13). Ich interglacialną część stanowi poziom iluwialny (B) gleby płowej, natomiast rozwój wyższych poziomów morfologicznych wiązany jest z ociepleniami w początkowej części młodszego zlodowacenia. W profilu Sandomierz wiek eemskich procesów wietrzeniowych określono jako młodszy od 142 ± 21 ka i starszy od 118 ± 17 ka (4).

Interglacjał eemski jest powszechnie korelowany z globalnym ociepleniem zarejestrowanym w rdzeniach głębokomorskich jako 5e stadium ^{18}O (ryc. 4) datowane na 128–118 ka (48).

Zlodowacenie Wisły. Podczas zlodowacenia Wisły region świętokrzyski znajdował się poza zasięgiem lądolodu skandynawskiego w strefie objętej warunkami peryglacialnymi, sprzyjającymi rozwojowi procesów wietrzeniowo-zboczowych (gołoborza), akumulacji rzecznej i lessowej (ryc. 2). Szczególnie dobrze charakteryzują to zlodowacenie profile lessowe Wyżyny Opatowskiej oraz rejonu Wąchocka, Borkowic. W profilach tych ponad horyzontem eemskim w glebie typu „Nietulisko I” zachowanych jest 4–5 pozo-

mów lessów (lessów młodszych) oddzielonych od siebie horyzontami gleb interstadialnych. W profilu Sandomierz najstarszy z tych lessów datowany jest metodą TL na 118 ± 17 ka a less najmłodszy na $22 \pm 3,5$ ka (4). W profilu Wąchock występują lessy datowane metodą TL na 43 ± 6 ka do $15 \pm 1,8$ ka (23, 28). Ocieplenia interstadialne oddzielające akumulację tych lessów są w regionie świętokrzyskim wyrażone także obecnością szczątków fauny i śladami działalności ludzkiej w osadach jaskini Raj koło Chęciny.

Zlodowacenie Wisły jest korelowane z ostatnimi globalnymi okresami zimnymi i oddzielającymi je nieznacznymi ociepleniami zarejestrowanymi w rdzeniach głębokomorskich jako 5d – 2 stadia ^{18}O (ryc. 4) datowane na 118–13 ka (48).

Holocen. Okres holocenu, przez niektórych badaczy traktowany jako ocieplenie interglacialne, na opisywanym obszarze wyróżniał się przede wszystkim akumulacją rzeczną i eoliczną (ryc. 2) a ponadto osadów organogenicznych w dolinach rzecznych (Śtopiec), zapadliskach krasowych i obniżeniach wokółwymowych.

WNIOSKI

Przedstawione dane geologiczne, paleontologiczne i wyniki datowań TL sprawiają, że region świętokrzyski można uznać za wzorcowy dla zaproponowanych ostatnio nowych podziałów stratygraficznych plejstocenu Polski (22, 24).

Spośród 7 jednostek interglacialnych tego podziału (ryc. 3 i 4) aż 5 posiada tu dokumentację palinologiczną (Ceteń, Podgórze, Barkowice Mokre, Zbójno, Bedlno), 1 interglacjał charakteryzuje stanowisko faunistyczne (Kości Grzbiet) a 1 interglacjał dokumentuje śródlessowa gleba kopalna (Tomaszów). W regionie świętokrzyskim znajduje się także jedyne jak dotychczas w naszym kraju stanowisko z udokumentowaną granicą Brunhes/Matuyama (Kości Grzbiet) a ponadto wiek występujących tu osadów plejstoceńskich określono metodami FCI/P i TL w kilkunastu stanowiskach, uzyskując daty od około 700 ka do około 15 ka.

Wywodzący się z regionu świętokrzyskiego i przedstawiony przez autora podział stratygraficzny plejstocenu Polski jest znany w krajach sąsiednich i stanowi pomost przy korelacji głównych jednostek glacialnych i interglacialnych czwartorzędu zachodniej i wschodniej Europy (por. 30, 56).

LITERATURA

1. Bałuk A. – Nowe profile czwartorzędu okolic Przasnysza. Kwart. Geol. 1983 nr 2.
2. Borówo-Dłużakowa Z. – Diagram palinologiczny z profilu Ceteń nad Drzewiczką. [W:] Czwartorzęd zachodniej części regionu świętokrzyskiego. Wyd. Geol. 1977.
3. Butrym J., Gerlach T. – Przyczynek do chronostratygrafii osadów zlodowacenia południowopolskiego na Pogórzu Dynowskim. Studia Geomorf. Carpat. – Balcanica. 1985 vol. 29.
4. Butrym J., Maruszczak H. – Thermoluminescence chronology of loesses and glacial deposits in Sandomierz section. [W:] Guide-Book of Intern. Symp. "Problems of the Stratigraphy and Paleogeography of Loesses" H. Maruszczak (Ed.) Lublin 1985.
5. Butrym J., Zuchiewicz W. – Wyniki datowań termoluminescencyjnych osadów czwartorzędowych Kotliny Sądeckiej (Karpaty Zachodnie). Prz. Geol. 1985 nr 3.

6. Czarnocki J. — O zlodowaceniu środkowej części Gór Świętokrzyskich. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.* 1927 nr 17.
7. Czarnocki J. — Dyluwium Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1931 vol. 7.
8. Czarnocki J., Samsonowicz J. — Przyczynę do znajomości utworów lodowcowych we wschodniej części Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* 1915 tom 8 no. 1.
9. Głazek J., Kowalski K., et al. — Cave deposits at Kozi Grzbiet (Holy Cross Mts, Central Poland) with vertebrate and snail fauna of the Mindelian I/Mindelian II interglacial and its stratigraphic correlations. *Proc. 7 Intern. Speleological Cong. Sheffield* 1977.
10. Głazek J., Lindner L., Wysoczański-Minkowicz T. — Interglacial Mindel I/Mindel II in fossil-bearing karst at Kozi Grzbiet in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1976 nr 3.
11. Harasimiuk M., Sz waj g i e r W. — Section of fluvial loesses at Latyczów in the Wieprz Valley. [W:] *Guide-Book of the Intern. Symp. "Problems of the Stratigraphy and Paleogeography of Loesses"*. H. Maruszczak (Ed.) Lublin 1985.
12. Janczyk-Kopikowa Z., Mojski J.E., Rzechowski J. — Position of the Ferdynandów Interglacial, Middle Poland, in the Quaternary Stratigraphy of the European Plain. *Biul. Inst. Geol.* 1981 nr 335.
13. Jersak J. — Litologia i stratygrafia lessu wyżyn południowej Polski. *Acta Geogr. Lodziensia* 1973 nr 32.
14. Jurkiewiczowa I., Mamakowa K., Rühle E. — Utwory środkowego plejstocenu na południe od Wyśmierzyc — obok Nowego Miasta nad Pilicą. *Fol. Quaternaria.* 1973 nr 43.
15. Konecka-Betley K., Straszewska K. — Badania paleopedologiczne lessów okolic Sandomierza. *Stud. Geol. Pol.* 1977 vol. 52.
16. Kosmowska-Ceranowicz B. — Wiek osadów z Cetenia i Ponurzyca w świetle badań mineralogiczno-petrograficznych. *Kwart. Geol.* 1976 nr 3.
17. Krupiński K.M., Marks L. — Interglacial Sediments at Losy, Mazury Lakeland. *Bull. Pol. Ac. Earth Sc.* 1986 nr 4.
18. Lindner L. — Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Stud. Geol. Pol.* 1971 vol. 35.
19. Lindner L. — Zlodowacenia plejstocenijskie w zachodniej części Gór Świętokrzyskich. *Ibidem* 1977 vol. 53.
20. Lindner L. — Zarys chronostratygrafii czwartorzędu regionu świętokrzyskiego. *Kwart. Geol.* 1980 nr 3.
21. Lindner L. — Region Świętokrzyski [W:] J.E. Mojski (Red.) *Budowa Geologiczna Polski. Tom 1. Stratygrafia Cz. 3b. Kenozoik, Czwartorzęd.* Wyd. Geol. 1984.
22. Lindner L. — An outline of Pleistocene chronostratigraphy in Poland. *Acta Geol. Pol.* 1984 nr 1–2.
23. Lindner L. — Loess section at Wąchock. [W:] *Guide-Book of the Intern. Symp. "Problems of the Stratigraphy and Paleogeography of Loesses"*. H. Maruszczak (Ed.) Lublin 1985.
24. Lindner L. — Główne jednostki podziału plejstocenu Polski. *Mat. Symp. poświęconego pamięci Prof. B. Krygowskiego* Poznań 1988.
25. Lindner L., Brykczyńska E. — Organogenic deposits at Zbójno by Przedbórz, western slope of the Holy Cross Mts, and their bearing on stratigraphy of the Pleistocene of Poland. *Acta Geol. Pol.* 1980 nr 2.
26. Lindner L., Fedorowicz S., Olszak I.J. — Nowe oznaczenia wieku TL (metodą gdańską) plejstocenijskich osadów podglinowych w południowej części Polski Środkowej. *Prz. Geol.* 1987 nr 12.
27. Lindner L., Maruszczak H., Wojtanowicz J. — Zasięgi i chronologia starszych nasunięć stadialnych lądolodu środkowopolskiego (Saalian) między górną Wartą i Bugiem. *Ibidem* 1985 nr 2.
28. Lindner L., Prószyński M. — Geochronology of the Pleistocene deposits at Wąchock, northern part of the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1979 nr 1.
29. Lindner L., Ziemińska-Tworzydło M. — Osady interglacjału eemskiego w Zakruczu koło Małogoszcza. *Kwart. Geol.* 1974 nr 3.
30. Macoun J. — Stratigraphy of Middle Pleistocene continental glaciations in central and north-west Europe. *Sbor. geol. věd. Antropozoikum* 18, 1987.
31. Makowska A. — Staroplejstocenijskie osady organogeniczne w Ceteniu i ich związek z serią preglacjału południowego Mazowsza. *Kwart. Geol.* 1976 nr 3.
32. Maruszczak H. — Problems of stratigraphy and paleogeography of loesses in Poland. [W:] *Guide-Book of the Intern. Symp. "Problems of the stratigraphy and paleogeography of Loesses"* H. Maruszczak (Ed.) Lublin 1985.
33. Mojski J.E. — Geology of Poland, Vol. 1 Stratigraphy. Part 3b Cainozoic. Quaternary. *Inst. Geol.* 1985.
34. Mö r n e r N.A. — Eustasy, Paleoglaciation and Palaeoclimatology. *Geol. Rundschau* 1981 no. 2.
35. Pożaryski W., Mojski J.E. — Plejstocen przełomu Wisły środkowej w świetle nowej stratygrafii czwartorzędu, *Prz. Geol.* 1987 nr 3.
36. Prószyńska H. — TL dating of some subaerial sediments from Poland. *PACT* 1983 no. 9.
37. Różycki S.Z. — Les oscillations climatiques pendant le "Grand Interglaciaire". Report of the VIth INQUA Congress 1964 vol. 2.
38. Różycki S.Z. — Plejstocen Polski Środkowej. PWN 1972.
39. Rühle E. — Profil geologiczny czwartorzędu w Bar-kowicach Mokrych pod Sulejowem. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 1952 nr 66.
40. Rühle E. — Stratygrafia czwartorzędu Polski. [W:] *Metodyka badań osadów czwartorzędowych.* Wyd. Geol. 1973.
41. Rzechowski J. — CXI Sesja Naukowa Instytutu Geologicznego w Warszawie. *Prz. Geol.* 1985 nr 12.
42. Samsonowicz J. — Zastoiska lodowcowe nad górną i środkową Wisłą. *Spraw. Państw. Inst. Geol.* 1922 tom 1 nr 4.
43. Samsonowicz J. — O lessie wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Wiadom. Archeol.* 1924 tom 9.
44. Samsonowicz J. — O granicy zasięgu młodszego zlodowacenia między rzeką Iłżanką a Wisłą. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.* 1925 nr 12.
45. Samsonowicz J. — Objaśnienia arkusza Opatów. *Ogólna mapa geologiczna Polski 1:100 000.* Państw. Inst. Geol. 1934.
46. San ch i z B., S z y n d l a r Z. — Pleistocene amphi-

- bian fauna from Kozi Grzbiet in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1984 nr 1–2.
47. Shackleton N.J., Cita M.B. — Oxygene and carbon isotope stratigraphy of bentic foraminifers at Site 397: detailed history of climatic change during the Late Neogene. *Initial Rep. DSDP* 1979 no. 1.
 48. Shackleton N.J., Opdyke N.D. — Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V 28–238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 and 10^6 year scale. *Quatern. Res.* 1973 vol. 3.
 49. Sobolewska M. — Interglaciał w Barkowicach Mokrych pod Sulejowem. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 1952 nr 66.
 50. Środoń A. — Pozycja stratygraficzna flor kopalnych Lubelszczyzny zaliczanych do interglacjału mazowieckiego. *Biul. Inst. Geol.* 1969 nr 220.
 51. Środoń A., Gołabowa M. — Plejstoceńska flora z Bedlna. *Ibidem* 1956 nr 100.
 52. Szponar A. — Zagadnienie wieku najstarszych osadów plejstoceńskich w Polsce południowo-zachodniej. *Przew. Ogólnopolskiego Zjazdu Pol. Tow. Geograf.* Lublin 1984 cz. 1.
 53. Szyncliar Z. — Early Pleistocene reptile fauna from Kozi Grzbiet in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1981 nr 1–2.
 54. Wojtanowicz J. — Klimatyczne cykle rozwoju rzeźby Wyżyny Lubelskiej i jej północnego przedpola w dolnym i środkowym plejstocenie. *Przew. Ogólnopolskiego Zjazdu Pol. Tow. Geograf.* Lublin 1984 cz. 1.
 55. Wojtanowicz J. — Datowany (TL) profil czwartorzędu w Giedlarowej w Kotlinie Sandomierskiej i jego znaczenie paleogeograficzne. *Studia geomorf. carpatho-balkan.* 1985 vol. 19.
 56. Zubakow W.A. — Globalnyje klimaticzeskije sobytia plejstocena. *Gidrometeoizdat.* Leningrad 1986.

SUMMARY

Modern studies of Pleistocene of the Holy Cross Mts. region, initiated by J. Czarnocki and J. Samsonowicz (8) and afterwards continued by them as well as numerous outstanding geologists, geomorphologists, paleobotanists, paleozoologists, paleopedologists and archaeologists (cf. 21) resulted in a discovery and investigations of many new sections of interglacial sediments (Figs. 1, 2). These sections formed the foundations for the opinion (Figs. 2, 3) on possible advance of the Narew Glaciation into this area, subdivision of the South Polish Glaciation into three separate ones (Nida, San 1 and San 2 glaciations) with

Małopolska and Ferdynandów interglacials between them, subdivision of the Great Interglacial into two ones (Mazovian and Zbójno interglacials) separated by the Liwiec Glaciation, subdivision of the Middle Polish Glaciation into two separate ones (Odra and Warta glaciations) with the Lubawa Interglacial between them. Besides the biostratigraphic criteria, the age of most interglacial and glacial units was defined by FCI/P or TL methods, and the received data enabled a preliminary evaluation of their duration (Fig. 3) and attempt to refer them to ^{18}O stages recorded in Pleistocene deep-sea sediments (Fig. 4). A chronostratigraphic scheme of the author (22) for the Pleistocene of Poland has been derived from the Holy Cross Mts. region and created a connection in correlation of main glacial and interglacial units of the Quaternary of eastern and western Europe (cf. 30, 56).

Translated by L. Marks

РЕЗЮМЕ

Начатые Я. Чарноцким и Я. Самсоновичем (8) современные исследования плейстоцена свентокшиского района и их продолжение теми же авторами, а также большой группой выдающихся геологов, геоморфологов, палеоботаников, палеозоологов, палеопедологов и археологов (21) привело к открытию и разработке многих новых разрезов межледниковых осадков (рис. 1, 2). Эти разрезы стали основой для представления мнения (рис. 2, 3) о возможной дальности в этом регионе оледенения Нарви, о разделении южнопольского оледенения на три отдельные оледенения (Ниды, Сана I и Сана 2) разделенные межледниковьями Малопольским и Фердинандовским, о разделении большого межледниковья на два отдельные межледниковья (Мазовецкое и Збуйна), разделенные оледенением Ливца, о разделении центральнопольского оледенения на два отдельные оледенения (Одры, Варты) разделенные Любавским межледниковьем. Кроме биостратиграфических критериев возраст большинства единиц — ледников и межледниковий — определяется здесь методами FCI/P или ТЛ, а полученные таким образом даты сделали возможной предварительную оценку времени их продолжения (рис. 3), а также попытку их отнесения к стадиям ^{18}O , зарегистрированным в плейстоценовых глубоководных осадках (рис. 4). Происходящее из района Свентокшиских гор и представленное автором (22) хроностратиграфическое деление плейстоцена Польши является пригодным при корреляции основных ледниковых и межледниковых единиц четвертичного периода восточной и западной Европы (30, 56).