

Średniowieczne optimum klimatyczne w zapisie paleopedologicznym: gleba typu Grębociny w osadach wydmy śródlądowych

Krzysztof Ninard¹, Mateusz Stolarczyk², Piotr Łapcik¹, Alfred Uchman¹



K. Ninard



M. Stolarczyk



P. Łapcik



A. Uchman

Palaeopedological record of the Medieval Climatic Optimum: Grębociny soil in the inland dune deposits. Prz. Geol., 71: 533–537; doi: 10.7306/2023.43

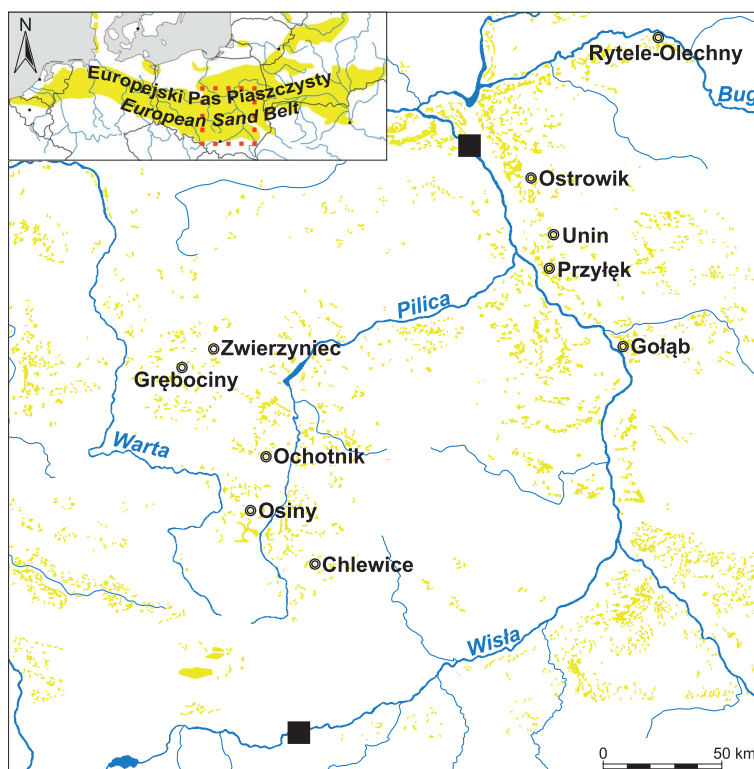
Abstract. Buried paleosols documented in Polish aeolian dunes comprise predominantly Arenosols and only occasionally well-developed Podzols. Occurrences of fossil Podzols found in 10 inland dune sites dispersed throughout central and eastern Poland share similar pedological properties, geomorphological setting, and age in the 5–15th century AD range of the historical Middle Ages. A pedostratigraphic marker

under the name Grębociny soil is designated, after a locality with the most advanced podzolization of the paleosol dated to the High Middle Ages (1000–1300 AD). The Podzols were preserved by burial during anthropogenically induced dune remobilization. Prevalent podzolization during the Middle Ages, in contrast to preceding and later times, could be facilitated not only by human activities, but also by relatively warm and humid climate of the Medieval Climatic Optimum (ca. 900–1400 AD).

Keywords: dunes, Medieval Climatic Optimum, palaeosols, podzolization

Kopalne poziomy glebowe zachowane w osadach czwartorzędowych pozwalają wnioskować o lokalnych warunkach środowiskowych i klimatycznych. Ponadto mogą mieć zastosowanie jako stratygraficzne poziomy korelacyjne. Poziomy glebowe występujące w osadach wydmy śródlądowych Europy Środkowej to najczęściej piaszczyste gleby inicjalne (arenosole), a znacznie rzadziej dobrze rozwinięte gleby bielcowe. Dotychczas w europejskich osadach wydmy wyróżniano glebę typu Usselo, reprezentującą ocieplenie Allerødu (ok. 14–13 tys. lat temu), a wykształconą zwykle jako bielcowany arenosol.

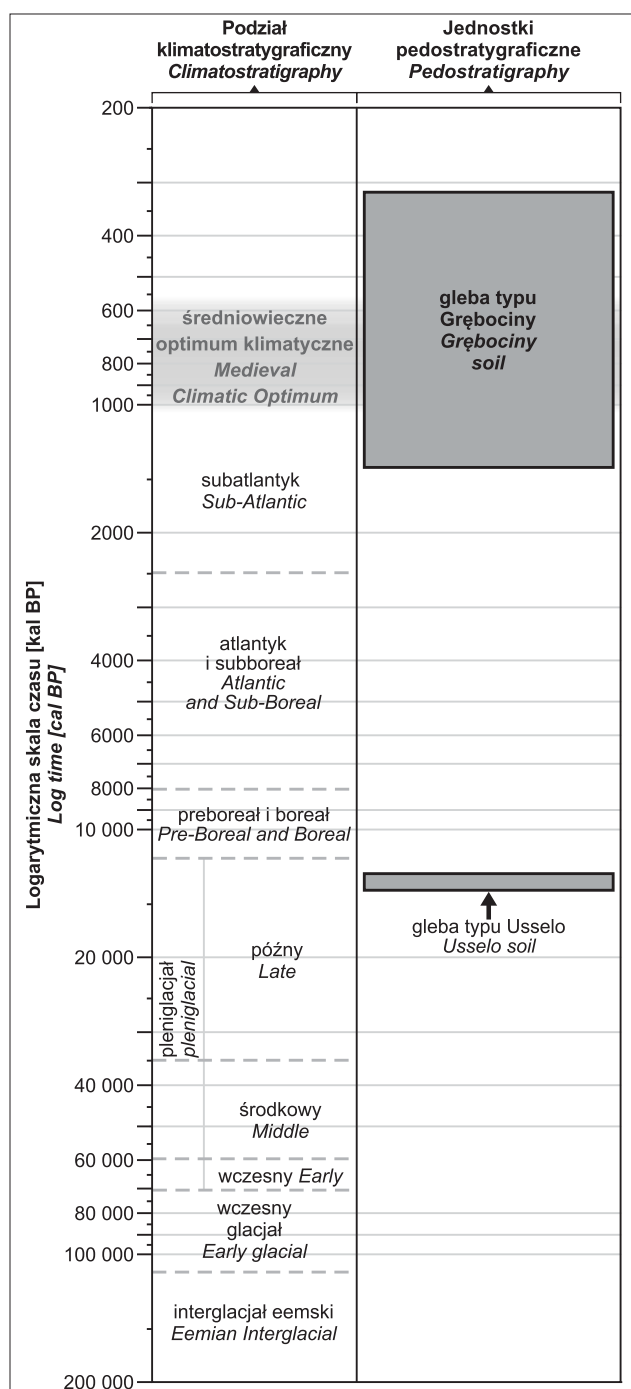
Celem pracy jest prezentacja dziesięciu wystąpień paleogleb bielcowych, stwierdzonych w osadach wydmy śródlądowych w środkowej i wschodniej Polsce (ryc. 1). Podobne wykształcenie gleb i wyniki datowań, wskazujące na ich rozwój w okresie średniowiecza, dają podstawy do wyróżnienia korelacyjnego poziomu pedostratygraficznego pod nazwą gleba typu Grębociny (Ninard i in., 2023; ryc. 2). Rozwój procesów bielcowania w czasie średniowiecza mógł być stymulowany nie tylko przez działalność człowieka – rolnictwo i gospodarkę leśną, ale także przez stosunkowo ciepły i wilgotny klimat optimum średniowiecznego (lata ok. 900–1400).



Ryc. 1. Lokalizacja badanych stanowisk na tle rozmieszczenia pól wydmy i większych pojedynczych wydmy
Fig. 1. Location of study sites against the distribution of dune fields and larger individual dunes

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 3a, 30–387 Kraków; krzysztof.ninard@uj.edu.pl, piotr.lapcik@uj.edu.pl, alfred.uchman@uj.edu.pl; ORCID ID: K. Ninard – 0000-0002-7260-5979, P. Łapcik – 0000-0001-7956-5474, A. Uchman – 0000-0002-0591-777X.

² Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków; mateusz.stolarczyk@uj.edu.pl; ORCID ID: 0000-0001-8317-2315.



Ryc. 2. Zakresy czasowe gleb typu Grębcociny i Usselo na tle stratygrafii późnego plejstocenu i holocenu w logarytmicznej skali czasu

Fig. 2. Grębcociny and Usselo soil temporal ranges against the background of Late Pleistocene and Holocene log time scale

OBSZAR BADAŃ

Dziesięć stanowisk udokumentowanych w wydmach śródlądowych o zróżnicowanej morfologii jest położonych na obszarze staroglacjalnym środkowej i wschodniej Polski, w granicach Nizin Środkowopolskich i Wyżyny Małopolskiej (ryc. 1). Zasadniczy etap rozwoju wydym śródlądowych w środkowej Europie miał miejsce u schyłku późnego glacjału (ok. 14,5–11,7 tys. lat temu; Sokołowski i in., 2022) i zakończył się wraz z wczesnoholocenicznym

ociepleniem klimatu. Późniejsze, holoceniczne epizody remobilizacji wydym i erozji rozwijających się na wydymach gleb przypisuje się w zasadniczej mierze aktywnościom człowieka, takim jak wylesianie i rolnictwo. Epizody te określa się mianem antropogenicznych faz wydymotwórczych (Tolksdorf, Kaiser, 2012; Twardy i in., 2014). Można zatem zakładać, że badane formy wydymowe rozwijały się w czasie późnoglacialnych i wczesnoholocenicznych faz wydymotwórczych, a w czasach historycznych zostały jedynie przemodelowane.

METODY

Badania terenowe opierały się na sedymentologicznej i pedologicznej dokumentacji odsłoneń w piaskowniach. Próbkę paleogleb poddano analizom uziarnienia, zawartości węgla i azotu i pH. W celu określenia wieku paleogleb przeprowadzono datowania radiowęglowe pobranych z nich węgielków drzewnych.

WYNIKI

We wszystkich dziesięciu stanowiskach bielcowe paleogleby występują pod warstwami piasku eolicznego o miąższości stałej lub zmiennej w zakresie od kilkudziesięciu centymetrów do 2 m. W ośmiu spośród badanych stanowisk, oprócz bielcowej paleogleby udokumentowano też występowanie starszych lub młodszych inicjalnych poziomów glebowych (arenosoli; ryc. 3). W interwałach od 0,7 m do 1,6 m poniżej bielcowej paleogleby pierwotne warstwowanie jest zatarte pod wpływem procesów bioturbacyjnych, a pojedyncze ślady działalności bezkręgowców sięgają do 2 m poniżej poziomu glebowego. W kilku stanowiskach, na powierzchniach stropowych paleogleb i w ich nadkładzie, udokumentowano struktury interpretowane jako tropy bydła (Hsieh i in., 2023). Kalibrowane wieki radiowęglowe wszystkich dziesięciu badanych poziomów glebowych zawierają się w okresie historycznego średniowiecza, które trwało od V do XV w. (ryc. 4). Wydatowane na późne średniowiecze gleby stanowią większość (6 z 10), z czego 4 są zlokalizowane w północno-wschodniej części obszaru badań.

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

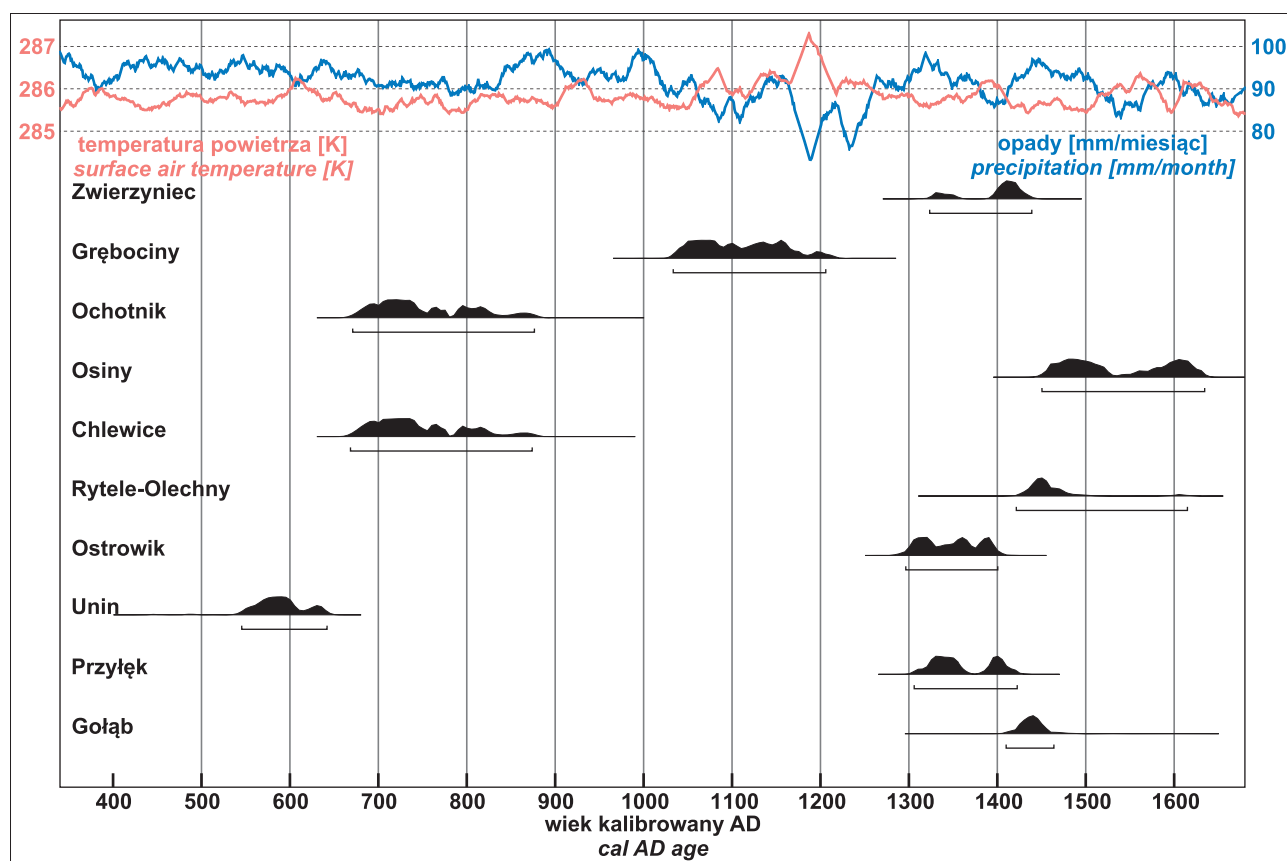
Gleby kopalne datowane na średniowiecze są znane z wielu stanowisk w Europie środkowej. Brak jest jednak wystarczająco dokładnych opisów czy zdjęć, które umożliwiłyby określenie typu gleby (Tolksdorf, Kaiser, 2012 i odniesienia tamże). Pomimo charakterystycznego wykształcenia i – jak wykazano w tej pracy – znacznego rozpowszechnienia średniowiecznych gleb bielcowych, w Polsce udokumentowano dotychczas tylko jedno takie wystąpienie (Kaczórki na Roztoczu; Bałaga, Chodorowski, 2006). W pracy Sokołowskiego i in. (2022) odnotowano co prawda występowanie późnoglacialnych paleogleb na stanowiskach Osiny i Gołąb, pomijając jednak obecność średniowiecznych gleb bielcowych w szczytowych partiach tych wydym. Zdaniem Sevinka i in. (2018) powszechne w Holandii wystąpienia datowanych na wczesny holocen gleb bielcowych przez długi czas pozostawały niezauważone z racji ich wizualnego podobieństwa do późnoglacialnej gleby typu Usselo. Analogicznie, powszechność średnio-



Ryc. 3. Przykłady odsłonieć paleogleb, w tym średniowiecznych gleb biellicowych, zachowanych w osadach wydmywnych
Fig. 3. Exemplary outcrops of palaeosols, including Medieval Podzols, preserved in dune deposits

wiecznych gleb biellicowych mogła pozostawać niedostrzeżona, pomimo faktu, że większość z nich wyróżnia się większym niż w starszych paleoglebach stopniem rozwoju poziomu eluwialnego i iluwialnego.

Gleby biellicowe występują zarówno w chłodnych, jak i ciepłych strefach klimatycznych, ale wyłącznie tych cechujących się wystarczająco wysokimi opadami. Średniowieczne optimum klimatyczne (Mann, 2002) w Europie



Ryc. 4. Wyniki datowania radiowęglowego badanych paleogleb na tle modelowanych temperatur i opadów dla Europy środkowej (za Gómez-Navarro i in., 2014). Rozkłady wieku kalibrowanego na poziomie ufności 95,4%

Fig. 4. Calibrated radiocarbon age distributions (95.4% confidence) of studied palaeosols against the background of modelled Central Europe temperature and precipitation (after Gómez-Navarro et al., 2014)

odznaczało się nie tylko łagodniejszym klimatem, ale także względnie wysokimi opadami i słabiej zaznaczonymi anomaliami klimatycznymi w porównaniu z okresem poprzedzającym (ochłodzenie wieków ciemnych) i następującym (mała epoka lodowa). Rekonstrukcje temperatur i opadów dla optimum średniowiecznego różnią się w szczegółach w zależności od przyjętego modelu (ryc. 3). Panuje jednak zgoda, że optimum średniowieczne w Europie trwało od początku X w. do schyłku XIV w., z apogeum w wieku XII (Bradley i in., 2003). Łagodny klimat ze stosunkowo wysokimi opadami mógł stymulować rozwój roślinności, przyczyniając się do akumulacji większych ilości materii organicznej, a w efekcie intensyfikacji procesu bielcowania. Świadectwem tego mogą być względnie wysokie zawartości węgla organicznego w poziomach próchnicznych i iluwalnych badanych gleb.

Obok roślinności i warunków klimatycznych, czynnikiem kluczowym dla rozwoju bielcowania jest wpływ czasu. W warunkach stosunkowo ciepłego i wilgotnego klimatu ramy czasowe rozwoju gleby bielcowej mogą się zawierać w okresie od co najmniej kilkuset do ponad tysiąca lat (Lundström i in., 2000). Datowania radiowęglowe węgielków odzwierciedlają natomiast jedynie pewien „moment” w długotrwałym procesie rozwoju gleby. Niemniej jednak, węgielki z gleb cechujących się najbardziej zaawansowanym rozwojem bielcowania (stanowiska Zwierzyniec, Grębociny, Ostrowik i Chlewice) wykazały wiek z zakresu optimum średniowiecznego (ryc. 4).

Późnoglacialno-wczesnoholocénska gleba typu Usselo pozostawała dotychczas jedyną niebudzącą wątpliwości jednostką pedostratygraficzną, której wystąpienia stwierdzano w osadach wydmych środkowej Europy. Na podstawie udokumentowanych 10 wystąpień bielcowych paleogleb zaproponowano wprowadzenie nowej jednostki pedostratygraficznej pod nazwą gleba typu Grębociny, jako poziomu korelacyjnego dla średniowiecznego optimum klimatycznego (Ninard i in., 2023). Gleba typu Grębociny cechuje się piaszczystym uziarnieniem i obecnością diagnostycznego dla gleb bielcowych poziomu spodic (Bsb lub Bshmb; IUSS Working Group WRB, 2022), o miąższości 40–60 cm. Na większości stanowisk obserwuje się też wykształcony poziom albic (Eb lub Esb; IUSS Working Group WRB, 2022) o miąższości od kilku do nawet 40 cm. Odczyn gleby jest silnie kwaśny, w zakresie pH od 4,2 do 5,6. Zawartość węgla organicznego w poziomie próchnicznym nie przekracza 3%, a na większości stanowisk jest niższa niż 1%.

Rozpowszechnienie opisywanych paleogleb ukazuje skalę antropogenicznie uwarunkowanej remobilizacji wydmy, która skutkowałą pogrzebaniem gleb rozwiniętych w średniowieczu.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Daina 1, grant nr 2017/27/L/ST10/03370. Składamy podziękowania recenzentowi prof. dr. hab. Janowi Dzierzkowi za konstruktywne uwagi.

LITERATURA

- BAŁAGA K., CHODOROWSKI J. 2006 – Pollen analysis from fossil podzol soils within a dune at Kaczórki (Middle Roztocze, Poland). *Acta Palaeobot.*, 46: 245–254.
- BRADLEY R.S., HUGHES M.K., DIAZ H.F. 2003 – Climate change. *Climate in medieval time. Science*, 302: 404–405.
- GÓMEZ-NAVARRO J.J., WERNER J., WAGNER S., ZORITA E., LUTERBACHER J. 2014 – Precipitation in the past millennium in Europe – Extension to Roman times. [W:] Schulz M., Paul A. (red.), *Integrated Analysis of Interglacial Climate Dynamics (INTERDYNAMIC)*. Springer, Berlin: 133–139.
- HSIEH S., NINARD K., UCHMAN A., ŁASKA W., ŁAPCIK P. 2023 – Mammal tracks record anthropogenic environmental influence in late-Holocene inland dunes of the European Sand Belt, Poland. *The Holocene*, 33: 61–80.
- IUSS WORKING GROUP WRB 2022 – World Reference Base for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, 4th edn. International Union of Soil Sciences, Wien.
- LUNDSTRÖM U.S., VAN BREEMEN N., BAIN D. 2000 – The podzolization process. A review. *Geoderma*, 94: 91–107.
- MANN M.E. 2002 – Medieval climatic optimum. [W:] MacCracken M.C., Perry J.S. (red.), *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Wiley, Chichester: 514–516.
- NINARD K., STOLARCZYK M., ŁAPCIK P., UCHMAN A. 2023 – Buried Podzols as a pedostratigraphic marker for the Medieval Climatic Optimum: Grębociny soil in the dune deposits of the European Sand Belt. *The Holocene*, 09596836231185838.
- SEVINK J., VAN GEEL B., JANSEN B., WALLINGA J. 2018 – Early Holocene forest fires, drift sands, and Usselo-type paleosols in the Laarder Wasmeren area near Hilversum, the Netherlands: Implications for the history of sand landscapes and the potential role of Mesolithic land use. *Catena*, 165: 286–298.
- SOKOŁOWSKI R., MOSKA P., ZIELIŃSKI P., JARY Z., PIOTROWSKA N., RACZYK J., MROCZEK P., SZYMAK A., KRAWCZYK M., SKURZYŃSKI J., POREBA G., ŁOPUCH M., TUDYKA K. 2022 – Reinterpretation of fluvial-aeolian sediments from last glacial termination classic type localities using high-resolution radiocarbon data from the Polish part of the European Sand Belt. *Radiocarbon*, 64: 1387–1402.
- TOLKSDORF J.F., KAISER K. 2012 – Holocene aeolian dynamics in the European sand-belt as indicated by geochronological data. *Boreas*, 41: 408–421.
- TWARDY J., FORYSIAK J., KITTEL P. 2014 – Evolution of vegetation, relief and geology in Central Poland under anthropopressure. [W:] Kobojek E., Marszał T. (red.), *Origin of relief of Central Poland and its anthropogenic transformation in Łódź University geographical research*. Wyd. UŁ, Łódź: 57–94.

Praca wpłynęła do redakcji 12.10.2023 r.
Akceptowano do druku 23.10.2023 r.