

Joanna Petera-Zganiacz, Danuta Dzieduszyńska

Katedra Geologii i Geomorfologii, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki



Symptomy obecności wieloletniej zmarzliny w młodszym dryasie. Przypadki z regionu łódzkiego

Charakter i czas trwania ochłodzenia młodszego dryasu, a także aktywowane wówczas procesy morfogenetyczne są szeroko dyskutowane w literaturze. Wciąż aktualne pytanie dotyczy kwestii obecności wieloletniej zmarzliny i kierunków przekształceń środowiska warunkowanych m.in. obecnością lub brakiem wieloletniej zmarzliny. Przyjmuje się, że proces jej degradacji na obszarach ekstraglacialnych zakończył się w allerødzie (Kozarski 1995; Goździk 1996), natomiast w strefie młodoglacjalnej zakłada się możliwość jej przetrwania do preboreału (Błaszkiwicz 2011). Zrekonstruowany zasięg ciągłego występowania zmarzliny podczas młodszego dryasu w północno-zachodniej i centralnej Europie to $\sim 54^\circ$ N. Strefa nieciągłego permafrostu zawierała się pasie pomiędzy 54° a 50° N (Isarin 1997), przy czym południowa granica nieciągłej zmarzliny zależy nie tylko od kryterium termicznego, ale również jest warunkowana obecnością organicznego materiału torfowego (Washburn 1979). Niedostatek jednoznacznych dowodów geologicznych wiązanych z dziedziną peryglacialną, wyrażonych przede wszystkim obecnością pseudomorfoz po klinach lodowych czyni otwartym pytanie o to, czy wieloletnia zmarzlina reagradowała w młodszym dryasie oraz jakie przesłanki można brać pod uwagę jako wskaźniki jej obecności.

Ewidentnych dowodów obecności zmarzliny w postaci pseudomorfoz po klinach lodowych dostarczają wyniki badań z Holandii (Bohncke i in. 1993), Niemiec (Börner i in. 2011) czy środkowej Polski z rejonu Bełchatowa (Kasse i in. 1998). W literaturze pojawiały się także twierdzenia o możliwej obecności permafrostu w młodszym dryasie, jednak bez jednoznacznych dowodów.

Szczegółowe badania przeprowadzone w północno-zachodniej części regionu łódzkiego przyniosły szereg pośrednich wskazówek, które łącznie pozwoliły na wykazanie obecności wieloletniej zmarzliny (Petera-Zganiacz, Dzieduszyńska 2017; Dzieduszyńska, Petera-Zganiacz 2018). Na stanowisku Koźmin położonym w obrębie terasy niskiej doliny Warty stwierdzono powszechnie występujące inwolucje na granicy między serią piaszczystą a organiczno-mineralną, w której skład wchodziły także warstwy torfu. Należy nadmienić, że seria organiczno-mineralna odznacza się bardzo dużym rozprzestrzenieniem i ciągłością, a jej czas powstania określony został na koniec allerødu i starszą część młodszego dryasu (Dzieduszyńska i in. 2014). Inwolucje odznaczają się różnym stopniem rozwoju – od inicjalnych po dojrzałe, dobrze wykształcone deformacje. Rozpatrując ich współczesną formę, można je podzielić na względnie regularne i nieregularne. Względnie regularne struktury przybierają postać: sinusoidalnych, dość równomiernych fałdów, inwolucji typu *flat-bottomed* odznaczających się wyraźnymi spłaszczeniami w stopie struktur, struktur kropłowych, które utraciły kontakt z górną warstwą macierzystą, diapirów piaszczystych, wciśniętych w osady serii organiczno-mineralnej, struktur płomieniowych tworzących także rodzaj iniekcji, które występują pojedynczo lub grupowo. Struktury traciły na regularności w miejscach nagromadzenia szczątków drzew, w tym karp w pozycji *in situ*. Powstanie inwolucji powiązано z działaniem procesów grzęźnięcia lub ciśnienia kriohydrostatycznego w warstwie czynnej zmarzliny (Petera-Zganiacz, Dzieduszyńska 2017).

Poza inwolucjami stwierdzono tu także nieliczne pozostałości po niewielkich szczelinach mrozowych. Dodatkową wskazówką obecności przemarzniętego podłoża, odmarzającego jedynie w cieplej części roku jest historia destrukcji lasu sosnowego, który funkcjonował podczas młodszego dryasu w powiązaniu z serią organiczno-mineralną. Zmiany stosunków

wodnych w podłożu doprowadziły do znacznego osłabienia kondycji, a następnie do destrukcji drzewostanu (Dzieduszyńska i in. 2014).

W pewnym zakresie przesłanką do formułowania hipotezy o reagradacji zmarzliny podczas młodszego dryasu w sprzyjających warunkach jest obecność roślinności preferującej wilgotne siedliska w obrazie flory tego okresu. Sprzyjające warunki do kształtowania się takich ekosystemów mogła stwarzać wilgoć odzmarzlinowa.

Najważniejszym czynnikiem warunkującym rozwój zmarzliny jest klimat, jednak szczególnie w przypadku zmarzliny nieciągłej permafrost jest zależny od biotycznych i abiotycznych cech ekosystemów (Shur, Jorgenson 2007). Obecność ciągłej warstwy torfu mogła predestynować rozwój zmarzliny ze względu na izolacyjne właściwości tego materiału. Jak pokazują przykłady z Ameryki Północnej, współczesna strefa peryglacialna sięga na południe dalej, niż sugerowałyby cechy termiczne klimatu, a zasięg nieciągłej zmarzliny pokrywa się z występowaniem rozległych torfowisk (Washburn 1979).

Przykład stanowiska Koźmin sugeruje, że potencjalne strefy reaktywacji zmarzliny mogły obejmować szerokie dna dolin rzecznych, dna pradolin czy kotlinowate obniżenia o różnej genezie, czyli miejsca, w których w młodszym dryasie mogły funkcjonować rozległe torfowiska. W regionie łódzkim warunków takich można się spodziewać w obrębie terasy niskiej w pozostałych rozszerzeniach doliny Warty, a także w dolinach Bzury, Neru, Pilicy czy Widawki. Również funkcjonujące do czasów obecnych duże torfowiska, takie jak w Bęczkowicach, Napoleonowie, Wilczkowie, czy też torfowiska w pradolinie warszawsko-berlińskiej mogły być w przeszłości potencjalnymi obszarami reaktywacji zmarzliny (Dzieduszyńska, Petera-Zganiacz 2016).

Błaszkiwicz M., 2011. Timing and the final disappearance of permafrost in central European Lowland, as reconstructed from the evolution of lakes in N Poland. *Geological Quarterly*, 55, 4, 361–374.

Bohncke S., Vandenbergh J., Huijzer A.S., 1993. Periglacial environments during the Weichselian Late Glacial in the Mass valley, the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 72, 193–210.

Börner A., Janke W., Lampe R., Lorentz S., Obst K., Schütze K., 2011. Geowissenschaftliche Untersuchungen an der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern

- Geländearbeiten und erste Ergebnisse. *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge*, 18, 9–28.
- Dzieduszyńska D.A., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Brooks S.J., Korzeń K., Krąpiec M., Pawłowski D., Płaza D.K., Płóciennik M., Stachowicz-Rybka R., Twardy J., 2014. Environmental influence on forest development and decline in the Warta River valley (Central Poland) during the Late Weichselian. *Quaternary International*, 324, 99–114.
- Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J., 2016. Znaczenie torfowisk dla wnioskowania o reaktywacji zmarzliny w młodszym dryasie. *Acta Geographica Lodzienia*, 105, 81–91.
- Dzieduszyńska D.A., Petera-Zganiacz J., 2018. Small-scale geologic evidence for Vistulian decline cooling periods: Case studies from the Łódź Region (Central Poland). *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 90, 209–222.
- Goździk J.S., 1996. A permafrost evolution and its impact on some depositional conditions between 20 and 10 ka in Poland. *Biuletyn Peryglacjalny*, 34, 53–72.
- Isarin R.F.B., 1997. Permafrost distribution and temperatures in Europe during the Younger Dryas. *Permafrost and Periglacial Processes*, 8, 313–333.
- Kasse C., Huijzer A.S., Krzyszkowski D., Bohncke S.P.J., Coope G.R., 1998. Weichselian Late Pleniglacial and Late-glacial depositional environments, Coleoptera and periglacial climatic records from central Poland (Bełchatów). *Journal of Quaternary Sciences*, 13, 455–469.
- Kozarski S., 1995. *Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20 ka → 10 ka BP)*. *Dokumentacja Geograficzna*, 1.
- Petera-Zganiacz J., Dzieduszyńska D., 2017. Palaeoenvironmental proxies for permafrost presence during the Younger Dryas, Central Poland. *Permafrost and Periglacial Processes*, 28, 726–740.
- Shur Y.L., Jorgenson M.T., 2007. Patterns of the permafrost formation and degradation in relation to climate and ecosystems. *Permafrost and Periglacial Processes*, 18, 7–19.
- Washburn A.L., 1979. *Geocryology. A survey of periglacial processes and environments*, Fletcher and Sons Ltd., Norwich.