

Anna Dylikowa, Julia Olchowik-Kolasińska
Łódź

PROCESY I STRUKTURY W STREFIE CZYNNEJ ZMARZLINY część II

Zarys treści

W artykule zebrano terminy najczęściej używane w literaturze polskiej, angielskiej, francuskiej, niemieckiej i rosyjskiej na określenie nauki o zmarzlinie, procesu pęcznienia gleby oraz zjawiska lodu włóknistego.

Kriopedologia (kryopedologia); cryopedology; cryopédologie; mierzłotowiedzenie, pagologija, kriologija, gieokriologija, strukturalne ledowiedzenie.

Współczesna fala zainteresowania Arktyką pociągnęła za sobą szereg studiów zarówno z dziedziny nauki czystej jak i stosowanej. Z jednej strony studia te pomagają odpowiedzieć na szereg pytań dotyczących plejstocenu, z drugiej zaś ułatwiają rozwiązywanie zagadnień praktycznych nasuujących się w związku z budową dróg, lotnisk itp. Rosnące potrzeby gospodarcze stawiają przed nauką konkretne zadania, których opracowanie przyspiesza rozwój studiów nad procesami mrozowymi i wieczną zmarzliną.

Bryan w 1946 r. (6) w swoich rozważaniach terminologicznych stwierdził potrzebę zastosowania specjalnego terminu dla zarysowującej się, nowej „sub-dyscypliny“, którą uważa za najbliższą pedologii. Zaproponował dla niej nazwę *cryopedology*. *Cryopedology* jest to, według Bryana, nauka o intensywnych procesach mrozowych i o trwałej zmarzlinie, obejmująca zarówno zagadnienia związane z samym działaniem procesów jak i określenie pewnych inżynierskich zasad pozwalających na uniknięcie zniszczeń wywołanych działaniem mrozu.

Termin *cryopedology* pojawił się wkrótce w wersji francuskiej jako *cryopédologie*, wprowadzony przez Cailleux (7) w „Etudes de cryopédologie“, przyjęty później przez Guilchera (13), Tricarta (31) i innych.

Przeciwko wprowadzeniu terminu Bryana przyjętego już zresztą

wtedy we Francji, wystąpił Guillien (14). Guillien przypomina pojęcie gleby w sensie pedologicznym i morfologicznym. Różnice między tymi obu rodzajami gleby występują najsilniej w strefie przyarktycznej. Powłoka gleby pedologicznej jest tam bardzo cienka tak, że właściwie może tu być mowa głównie o glebie w sensie morfologicznym. Dalej Guillien zwraca uwagę na to, że jeśli się mówi, przy okazji ruchu mas i wszelkich procesów denudacyjnych o „zniszczeniu gleby” — to odnosi się to już do gleby w znaczeniu morfologicznym a nie pedologicznym. Na podstawie tych rozważań Guillien stwierdza, że skoro właściwa treść tej dziedziny studiów dotyczy zagadnień geomorfologicznych to nie należy tego nowego kierunku wiązać z pedologią.

W literaturze polskiej termin B r y a n a został nie tyle wprowadzony co nieśmiało, w cudzysłowie zasygnalizowany przez J a h n a (17) jako *kriopedologia*. W „Słowniku geologicznym” D z i e w a ń s k i e g o i K l e c z k o w s k i e g o (20) wśród innych terminów związanych z procesami mrozowymi znajduje się również i *kryopedologia*. Autorzy podają, że jest to „nauka o zmianach w zewnętrznej powłoce gruntowej, wywołanych warunkami klimatu polarnego”. Mówiąc o „gruncie”, a nie o „glebie” autorzy unikają wątpliwości i zastrzeżeń wysuniętych przez Guilliena.

W literaturze niemieckiej termin *cryopedology* dotąd nie znalazł zastosowania.

Na doniosłe znaczenie teoretyczne i praktyczne badań wiecznie zmarzniętych gruntów zwrócono już dawno uwagę w literaturze rosyjskiej. Zmarzlina w ZSRR zajmująca 48% powierzchni stanowiła poważną przeszkodę dla wykorzystania i opanowania niezagospodarowanych ogromnych obszarów. Nic więc dziwnego, że prace badawcze w tej dziedzinie zostały tu szeroko rozbudowane, w wyniku czego powstała nowa samodzielna gałąź nauki.

Naukę o wiecznej zmarzlinie nazywa się ogólnie *mierzłotowiedzenie*, co należałoby przetłumaczyć na język polski jako zmarzlinoznawstwo.

P a r c h o m i e n k o w *Trudach Komiteta po wiecznej mierzłotie* z 1938 r., mówi o *mierzłotowiedzeniu* albo *pagologii* czyli nauce zajmującej się badaniem zmarzniętych skał i procesów w nich zachodzących oraz procesów zachodzących w strefie kontaktu skał zmarzniętych z niezmarzniętymi. Później T o ł s t i c h i n (30) precyzując wypowiedź P a r c h o m i e n k i mówi, że zmarzlinoznawstwo jest nauką o rozwoju mierzłotogeozy, kriochtonnojeozonego albo kriogeozonego, zaś zajmujących się zagadnieniami zmarzlinoznawstwa nazywa mierzłotowied.

T o ł s t i c h i n podkreśla związek zmarzlinoznawstwa z szeregiem in-

nych nauk jak. np. z geofizyką, geologią, klimatologią i hydrogeologią. Hydrogeologia jednak zajmuje się zasadniczo wodą w stanie płynnym, zmarzlinoznawstwo natomiast bada wodę w stanie stałym łącznie z towarzyszącymi jej zjawiskami i różnorodnym wpływem zmarzliny na rzeźbę, świat roślinny itp.

Niezależnie od ogólnie przyjętego terminu *mierzłotowiedzenie* istnieje szereg wypowiedzi na temat nauki o lodzie i zmarzlinie.

K a l e s n i k (18) mówi o *kriologii* — nauce zajmującej się wszechstronnym badaniem lodu. Glacjologię uważa K a l e s n i k za część kriologii. Obiektem badań kriologii jest lód w ogóle, zaś obiektem glacjologii pozostaje tylko lodowiec.

M a r k o w w 1946 r. (21) podkreśla związek zmarzlinoznawstwa z glacjologią. Strefa zmarzliny u M a r k o w a łącznie z lodowcami górskimi i ładolodami jest jednym z trzech głównych obszarów ochładzania. Formy powstawania lodu w przyrodzie są różne i wszystkie one, jak wynika ze słów M a r k o w a, wchodzą w zakres glacjologii, rozumianej oczywiście bardzo szeroko.

S z u m s k i j (27) uważa lód za najbardziej rozpowszechniony twardy minerał na powierzchni ziemi, który gra bardzo dużą rolę zarówno w życiu przyrody jak i społeczeństwa. Z tego też względu badania nad lodem przeprowadzano z różnych punktów widzenia. S z u m s k i j mówi o nowej gałęzi wiedzy, która została nazwana *strukturnoje ledowiedzenie*. Celem tej dziedziny nauki jest dokładna analiza składu i budowy lodu, prowadząca do daleko idących wniosków dotyczących warunków tworzenia się lodu w przyrodzie. *Strukturnoje ledowiedzenie*, według S z u m s k i e g o daje także właściwą odpowiedź na zagadnienie powstania i warunków zalegania lodu gruntowego.

W artykule dyskusyjnym, poświęconym zagadnieniom terminologicznym związanym z wieczną zmarzliną M i e i s t i e r i S z w i e c o w (22) kwestionują używanie terminu *mierzłotowiedzenie*, zamiast którego proponują termin *gieokriologija*. Termin ten określa dokładnie treść badanego zjawiska. Autorzy ci wyrażają nadzieję, że geokriologia, podobnie jak geomorfologia, hydrogeologia czy geobotanika zaczerpnięte ze słownictwa greckiego, stanie się z czasem terminem używanym powszechnie.

Пęcznienie gleбы, пęczнение мрозове, вымарзание камени, вырастание камени; frost heaving, frost thrust, upthrust; gonflement, soulèvement des pierres (du sol); Frosthebung, Frostschiebung, seitliche Frostversetzung; пучение грунта, выпучивание, пучины, явление пучения, вымерзание камней, выталкивание камней, пульсация почвы, сдвигание кам-

niej, moroznoje puczenije, wspucziwanije grunta, wzduťije grunta, moroznoje wypucziwanije, wypjaczewanije grunta.

Zjawisko zwiększania objętości przepojonych wilgocią cząstek gruntu w czasie zamarzania Dobrowolski (8) określa jako *pęcznienie gleby*. Jahn (16) używa raczej terminu *pęcznienie mrozowe*, podkreślając w ten sposób rolę mrozu jako czynnika powodującego zwiększanie objętości.

Związane z pęcznieniem gleby przesuwanie kamieni i grudek ziemi Dobrowolski i Jahn nazywają *wymarzaniem*. Bac (1) używa raczej terminu *wyrastanie kamieni*, prawdopodobnie pod wpływem powiedzenia ludowego, że kamienie „rosną” na polach w związku z pęcznieniem mrozowym.

Literatura anglosaska posiada na oznaczenie procesu pęcznienia mrozowego termin *frost heaving* (Taber, 29) używany powszechnie. Termin ten oznacza przede wszystkim ruch cząstek gleby ku górze, związany z istnieniem najmniejszego nacisku oraz z występowaniem systemu kapilarnego połączonego z obszarem zasilającym w wodę. Eakin (9) różni pionowo działający proces *frost heaving* od procesu *frost thrust* wywołującego nacisk boczny. Bryan (6) stwierdza jednak, że fizyczna strona zjawiska w świetle studiów Tabera i Beskova nie wymaga wprowadzenia terminów poza *frost heaving*.

Kriopedologia francuska określa proces pęcznienia mrozowego jako *gonflement* (Cailleux, 7). Określenie to odpowiada istocie procesu wywołanego zwiększeniem objętości.

Zjawisko wymarzania kamieni czy grudek gleby Cailleux (7) i Tricart (31) określają jako *soulèvement (des pierres, du sol)*.

W słownictwie niemieckim istnieją, podobnie jak w anglosaskim dwa określenia odnoszące się do procesu pęcznienia mrozowego: *Frosthebung* i *Frostschub*. Troll (32) zastanawiając się nad treścią obu tych terminów skłania się do przyjęcia zdania Posera, który przeprowadza wyraźną granicę między pojęciami *Frosthebung* i *Frostschub*. Pierwsze z nich wiąże się z ruchami pionowymi wywołanymi pęcznieniem mrozowym, drugie natomiast odnosi się do ruchów poziomych, które Troll nazywa również *seitliche Frostversetzung*.

Odpowiednikiem naszego terminu pęcznienie gleby lub pęcznienie mrozowe w literaturze rosyjskiej jest słowo *puczenije grunta, wypucziwanije* lub po prostu *pucziny*. Tymi terminami oznacza się wszelkie procesy prowadzące do przemieszczania gruntu. Kaptieriew (19) np. mówi o *jawlenii puczenija* (zjawisku pęcznienia) wywołanym zwiększaniem się objętości zamarzającej wody w ziemi oraz rozwoju kryształów lodowych. Ze zjawiskiem pęcznienia wiąże się ściśle, jak mówi Kaptieriew *wy-*

mierzanię kamień (wymarzanie kamieni). Bondarczuk (5) używa terminu *wytałkiwanie kamień* (wypychanie kamieni), a zjawisko podnoszenia się powierzchni ziemi w okresie zamarzania i opadanie jej w okresie tajania oznacza się terminem *pulsacja poczwy* (pulsacja gleby). Edelstein (10) pisze o rozwoju lodu włóknistego, który wywołuje *sdwiganie kamień*. O *puczeniu gruntu* czyli deformacji powierzchni wywołanej zamarzaniem i tajaniem mówi w swoich pracach również Sumgin (25). Pjawačenko (23) zjawisko to określa jako *moroznoje puczenie*. Najbogatszą terminologię w tej dziedzinie spotyka się chyba u Grigoriewa (12). Dla określenia zjawiska pęcznienia mrozowego używa on następujących terminów: *wspucziwanie gruntu*, *wzdułtje gruntu*, *moroznoje wypucziwanie* albo *wypjaczkiwanie gruntu*.

Lód włóknisty; needle ice, ice columns, ice filaments; la glace fibreuse, filaments de glace, les pipkrakes; Barfrost, Effloreszenzeis, Eisfilamente, Haareis, Haarfrost, Kammeis, Nadeleis, Pipkrake, Stengeleis; ledjanyje stiebielki, ledjanaja korka, poczwiennyje wycwiety lda, płastinki lda, zior-na lda, kristaliki lda, druzy lda, szczotki lda.

Wykwity drobnych igiełek lodu powstające płytko pod powierzchnią gleby, na ściankach spękań gleby lub pod powłoką roślinną wyróżniono stosunkowo wcześniej jako odrębną formę oddziaływania mrozu na glebę. W terminologii polskiej na określenie tej formy przyjęto za Dobrowolskim (8) nazwę *lód włóknisty*. Dobrowolski opisując zjawisko lodu włóknistego zwraca również uwagę na wielkie znaczenie morfogenetyczne drobnych, igielkowatych kryształków lodu, zdolnych do dźwignia i przesuwania grudek gleby a nawet kamieni. W nowszej literaturze polskiej, dotyczącej zarówno zagadnień peryglacjalnych (Jahn, 17) jak i współczesnych procesów glebowych (Bac, 1) termin ten został powszechnie przyjęty.

Najbogatsze słownictwo w zakresie określeń lodu włóknistego posiada literatura niemiecka. Richthofen (24) opisując tę formę lodu, nazywa ją *Haarfrost* i uznaje jej ważność morfologiczną. Najczęściej w literaturze niemieckiej (Troll, 32) lub u autorów piszących po niemiecku (Furrer, 11) spotkać można termin *Kammeis*. Istnieje jednak szereg innych określeń używanych równorzędnie z terminem *Kammeis*. Większość określeń takich jak *Haareis, Nadeleis, Stengeleis, Eisfilamente, Effloreszenzeis, Barfrost* posiada treść wyraźnie opisową, obejmującą zasadnicze cechy zjawiska, to znaczy wydłużony, igielkowaty czy włoskowaty kształt drobnych kryształków wchodzących w skład wykwitów lodu włóknistego.

Autorzy niemieccy często podają obok terminu *Kammeis* określenie

szwedzkie *Pipkrake*. H ö g b o m (15) w swoich pracach pisanych po niemiecku używa wyłącznie słowa *Pipkrake* dla oznaczenia lodu włóknistego. Termin ten ma właściwie znaczenie terminu międzynarodowego.

W literaturze anglosaskiej wcześniej pojawia się określenie lodu włóknistego jako *ice columns* użyte w 1850 roku przez L e c o n t e' a. Ponadto istnieją terminy, które podobnie jak niemieckie określają zasadnicze cechy tej postaci lodu: *needle ice* lub *ice filaments*.

Literatura francuska posiada określenia *la glace fibreuse*, które jest odpowiednikiem polskiego terminu *lód włóknisty*. Autorzy francuscy posługują się jednak chętnie szwedzkim słowem *pipkrake*, przyswojonym i odmienianym według prawideł języka francuskiego. W pracach C a i l l e u x (7) i T r i c a r t a (31) spotkać można np. określenie: *sol à pipkrakes*, *les pipkrakes* itp.

Dla określenia lodu włóknistego w pracach badaczy radzieckich spotyka się powszechnie i prawie wyłącznie termin *ledjanyje stiebielki*. Na szczególną rolę lodu włóknistego powodującego przemieszczanie drobnych cząstek gleby, a nawet kamieni zwracają uwagę K a p t i e r i e w (19), G r i g o r i e w (12), E d e l s t e i n (10) i wielu innych autorów. G r i g o r i e w np. pisze o tworzeniu się na powierzchni gleby warstwy lodu włóknistego, z którego powstaje *ledjanaja korka* (skorupa lodowa). Skorupa ta powoduje odrywanie się darni od podłoża mineralnego. Według B o n d a r c z u k a (5) formy rzeźby powstałe pod wpływem działania wody w stanie stałym zależą od sposobu tworzenia się lodu. Ze względu na genezę można wyróżnić w przyrodzie kilka kategorii lodu. Istnieje także szereg prób klasyfikacji wody w stanie stałym. Do najlepszych, zdaniem B o n d a r c z u k a, należą klasyfikacje W e r n a d s k i e g o, T o ł s t i c h i n a i D o b r o w o l s k i e g o. W e r n a d s k i wyróżnia formę lodu gruntowego, którą nazywa *poczwiennyje wycwiety lda* (wykwity lodu gruntowego). T o ł s t i c h i n (30) opisując formy występowania lodu w przyrodzie wymienia także termin *plastinki lda*, *ziorna lda*, *kristaliki* oraz *druzy lda* i *szczotki lda* powstające w różnych szczelinkach, wklęsłościach itp.

Literatura

1. B a c S. — Ruchy warstw gleby wskutek zamarzania i tajania (Movements of soil horizons caused by freezing and thawing). *Wiad. Służby Hydrolog. Meteorolog.*, t. 2, 1950.
2. B a r k o w A. S. — Słownik sprawoznaczeniowy po fizycznej geografii (Consise dictionary of physical geography). Moskwa, 1954.

3. Beskow G. — Erdfließen und Strukturboden der Hochgebirge im Licht der Frosthebung. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.*, Bd. 52, 1930.
4. Beskow G. — Tjälbildningen och tjällyftningen. *Sver. Geol. Unders.*, ser. C, nr 375, 1935.
5. Bondarczuk W. G. — Osnowy gieomorfologii (Principles of geomorphology). Moskwa, 1946.
6. Bryan K. — Cryopedology — the study of frozen ground and intensive frost action with suggestions on nomenclature. *Am. Jour. of Sci.*, vol. 244, 1946.
7. Cailleux A. — Etudes de cryopédologie. *Exp. Polaires Franç.*, CDU, Paris, 1948.
8. Dobrowolski A. B. — Historia naturalna lodu (Natural history of ice). Warszawa, 1923.
9. Eakin H. M. — The Yukon-Koyukuk region, Alaska. *U. S. Geol. Surv.*, Bull. 631, 1916.
10. Edelstein J. S. — Osnowy gieomorfologii (Principles of geomorphology). Moskwa—Leningrad, 1947.
11. Furrer G. — Soliflukationsformen im Schweizerischen Nationalpark. *Ergebn. d. wiss. Untersuch. d. Schw. Nationalparks*, Bd. 4, 1954.
12. Grigoriew A. A. — Subarktika. Moskwa—Leningrad, 1946.
13. Guilcher A. — Le développement de la cryopédologie. *Ann. Géogr.*, t. 58, 1949.
14. Guillien Y. — Cryopédologie? Périglaciaire? *Ann. Géogr.*, t. 60, 1951.
15. Högbom B. — Über die geologische Bedeutung des Frostes. *Bull. Geol. Institut. Upsala*, vol 12, 1914.
16. Jahn A. — Badania nad strukturą i temperaturą gleb w zachodniej Grenlandii. *Polska Akad. Umiej., Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr.*, t. 72, dz. A za 1946, ser. 3, t. 32, nr 6, Kraków, 1948. (in English: Research on the structure and temperature of the soils in western Greenland. *Acad. Pol. Sci. Lettr., Bull. Intern.*, ser. A, 1946, Cracovie, 1948).
17. Jahn A. — Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i plejstocenijskiej strefy peryglacialnej (summary: Cryoturbate phenomena of the contemporary and of the Pleistocene periglacial zone). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2, 1951.
18. Kalesnik S. W. — Obszczaja glaciologija (General glaciology). Moskwa, 1939.
19. Kaptieriew P. N. — Pieriemieszczenie czasticy gruntu pri jego zamierzanii (Movements of soil particles during freezing). *Izw. Akad. Nauk SSSR, sier. Geogr. i Gieofiz.*, 1949, nr 3.
20. Kleczkowski A., Dziewański J. — Słownik geologiczny (Geological dictionary). Warszawa, 1953.
21. Markow K. K. — Sowriemiennye problemy glaciologii i paleoglaciologii (Contemporary problems of glaciology and paleoglaciology). *Woprosy Gieogr.*, nr 1, 1946.
22. Mieistier L. A., Szwiecow P. F. — O niekotorych tierminach w uczenii o zonach mierzlych poczw i gornych porod i jego miestie sriedi drugich nauk (Some terms concerning the science of frozen grounds and rocks and its place among other sciences). *Izw. Akad. Nauk. SSSR, sier. Gieogr.*, 1955, nr 1.
23. Pjawczenko N. I. — Bugristije torfianiki (Peat bogs with palsens). Moskwa, 1955.
24. Richthofen F. — Führer für Forschungsreisende. Hannover, 1901.

25. Sumgin M. I., Kaczurin S. P., Tołstichin N. I., Tumel W. F. — Obszczeje mierzłotowiedienije (General science of frozen ground). Moskwa, 1940.
26. Susłow S. P. — Fiziczeskaja gieografija SSSR (Physical geography of USSR). Moskwa, 1954.
27. Szumskij P. A. — Strojenije prirodných ldow (The formation of natural ice). *Izw. Wsjes. Gieogr. Obszcz.*, t. 86, 1954.
28. Taber S. — Frost heaving. *Jour. Geol.*, vol. 37, 1929.
29. Taber S. — The mechanics of frost heaving. *Jour. Geol.*, vol. 38, 1930.
30. Tołstichin N. I. — Podziemnyje wody mierzłój zony litosfiery (Ground waters of the frozen ground). Moskwa, 1941.
31. Tricart J. — Le modelé des pays froids, fasc. 1: Le modelé périglaciaire. *Cours de géomorphologie*, 2^e partie, CDU, Paris, 1950.
32. Troll C. — Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. *Geol. Rundschau (Dil.-Geol. u. Klimaheft)*, Bd. 34, 1944.
33. Tronow M. W. — Woprosy gornoj glacjologii (Problems of alpine glaciology). *Zapiski Wsjes. Gieogr. Obszcz.*, t. 15, Moskwa, 1954.