

Anna Dylikowa, Julia Olchowiak
Łódź

ZMARZLINA — POJĘCIA OGÓLNE

Zarys treści

Zestawiono terminy używane na określenie zmarzliny w literaturze polskiej, angielskiej, francuskiej, niemieckiej i rosyjskiej. Przedstawiono terminy dotyczą pojęcia zmarzliny, wiecznej zmarzliny i strefy czynnej zmarzliny.

Badania dotyczące zmarzliny są szczególnie rozwinięte w krajach, w których występuje ona współcześnie, a więc w Związku Radzieckim i Ameryce Północnej. Stąd też najbogatszą terminologię związaną z zagadnieniem zmarzliny współczesnej znaleźć można w literaturze amerykańskiej i rosyjskiej. W krajach Europy zachodniej i środkowej jednym z najaktualniejszych problemów jest zagadnienie plejstoceńskiej strefy peryglacjalnej. Powstała tam terminologia oparta na obserwacjach zmarzliny współczesnej lecz dostosowana do nieco odmiennych form „peryglacjału” kopalnego.

W miarę rozwoju badań powstaje konieczność wprowadzania nowych terminów. Adoptowanie terminów istniejących wymaga szczególnej dbałości o właściwą ich treść. Nowe terminy tworzone na określenie zjawiających się pojęć powinny być proste, o wyraźnej treści, łatwe do przełożenia na inne języki.

Szczególne zasługi w dziedzinie porządkowania terminologii peryglacjalnej położył Bryan (8, 9, 10). Poddając krytyce szereg istniejących terminów Bryan proponuje zastąpienie ich nowymi, przedstawionymi poniżej. Terminy proponowane przez Bryana są tworzone konsekwentnie i ściśle odpowiadają treści oznaczonego pojęcia. W niektórych wypadkach wydają się one jednak nieco sztuczne. Niewątpliwą jednakże zaletą terminów Bryana jest to, że z form rzeczownikowych można tworzyć przymiotniki i czasowniki, a więc szereg słów pochodnych, którymi można oznaczyć odbywające się procesy.

Przegląd niniejszy dotyczy terminów związanych ze zmarzliną, najczęściej używanych w literaturze. Zasadniczym zadaniem będzie tu podanie treści najczęściej spotykanych terminów co z kolei ma na celu ułatwienie porozumienia w zakresie poruszanych zagadnień.

Zmarzlina, marzłość, frozen ground, frozen soil, tjäle, le sol gelé, Eisboden, Frostboden, mierzłota.

Terminy te określają całość tej strefy gruntu, którą charakteryzują ujemne temperatury i która w związku z tym jest stale zamrożona. Treść tego pojęcia jest jednolita u przeważającej większości autorów.

W literaturze polskiej używa się równolegle dwóch określeń. Różycki (33), Sawicki (34), Halicki (20) używają terminu *marzłość*. Jahn (26) i Dylik (14—16) piszą o *zmarzlinie*.

W literaturze angielskiej i amerykańskiej spotyka się przeważnie termin *frozen ground* (Leffingwell, 28; Bryan, 8, 9, 10; Taber, 40; Horberg, 21, 22, 23 i inni) lub *frozen soil* (Zeuner, 48).

Szwedzki termin *tjäle* (norweski: *tele*) wprowadzony został przez Högboma (25). Termin ten wzięty jest z gwary ludowej i oznacza zamrożony grunt bez określenia czasu trwania stanu zamrożenia. Jest to więc odpowiednik terminu *zmarzlina* a nie — *wieczna zmarzlina*. Bryan w ostatniej swej notatce, napisanej na dwa miesiące przed śmiercią, zwraca uwagę na częste u wielu autorów błędne stosowanie terminu *tjäle* w sensie *wiecznej zmarliny*. Powołuje się on na pracę Högboma i na wypowiedzi językoznawców, którzy zgodnie twierdzą, że terminu *tjäle* używa się na określenie zmarliny. Czas trwania stanu zamrożenia gruntu oznaczyć należy odpowiednim przymiotnikiem. Högbom (25) mówi o *perenne* i *perennierende tjäle*. Troll (44) stoi na stanowisku poprawności językowej i używa określeń: *tägliche tjäle*, *jährliche tjäle* i *perenne tjäle*.

W literaturze francuskiej najczęściej używa się określenia — *le sol gelé*, w niemieckiej *Eisboden* lub *Frostboden*.

Wśród autorów rosyjskich trwała dyskusja nad określeniem terminu *mierzłota*. Według Sumgina (39) *mierzłota*, *mierzłyj grunt* oznacza każdy grunt, którego temperatura opada poniżej 0 °C niezależnie od tego czy jest tam zawarta woda. Tołstichin (41) uważa, że nie temperatura a stan skupienia wody w gruncie określa istotę pojęcia *mierzłota*. Używa on tego terminu na określenie zjawiska spadku temperatury gruntu, które prowadzi do krystalizacji zawartej w nim wody. *Mierzłym* nazywa grunt zawierający lód.

Wieczna zmarzlina, *wieczna marzłość*, *grunt wiecznie przemarzły*, *perennially frozen ground*, *perpetually frozen ground*, *permanently frozen ground*, *permanent ground frost*, *frozen subsoil*, *permafrost*, *pergelisol*, *tjäle*, *couche perpétuellement gelée*, *Gefrorenis*, *Dauerfrostboden*, *ständiger Frostboden*, *ewiger Frostboden*, *wiecznaja mierzłota*.

Terminy powyższe określają tę część zmarliny, która nie podlega topnieniu w czasie lata. Bardzo rozpowszechnione jest używanie w tym sensie terminu *tjäle* w oryginalnym jego brzmieniu. Jest to termin sto-

sowany jako wyłączny w literaturze francuskiej zamiast określenia opisowego: *couche perpétuellement gelée*. Można go również spotkać poza literaturą skandynawską (np. Beskow, 4) u autorów amerykańskich, niemieckich i polskich. W tym miejscu należy przypomnieć podane wyżej uwagi Bryana na temat niewłaściwego zwięzania zakresu treści tego terminu, który w ojczyźnie swej bywa używany na oznaczenie zmarzliny w ogóle a nie tylko *zmarzliny wiecznej*. Wynika więc stąd konieczność bliższego określenia *tjäle*, w razie potrzeby oznaczenia czasu trwania stanu zamrażnięcia, tak jak to robią np. Högbom (25) i Troll (44). Określają oni wieczną zmarzlinę terminem *perenne tjäle*.

Największe bogactwo terminów na oznaczenie *wiecznej zmarzliny* znaleźć można w literaturze amerykańskiej. Antevs (1) podaje termin *permanent ground frost*. Poza terminami złożonymi, używanymi najczęściej, to znaczy *perennially frozen ground* lub *frozen subsoil* (40, 48) pojawiają się próby wprowadzenia terminów innych, prostszych. Muller (29) proponuje wprowadzenie terminu *permafrost*, (*permanere* — łac., *frost* — ang.). Termin ten znalazł w Stanach Zjednoczonych wielu zwolenników, zwłaszcza w literaturze dotyczącej zagadnień inżynierskich jako łatwo zrozumiały i dobrze brzmiący (Black, 6, 7).

Bryan (8), który poświęcił specjalne studium zagadnieniom terminologicznym związanym ze zmarzliną zwraca uwagę, że w terminie *permafrost* żadna z części składowych tego słowa nie odnosi się do gruntu. Proponuje on z kolei termin *pergelisol*, (*per-gelare-solum* — łac.), który został przyjęty w literaturze angielskiej. Trzeba przyznać, że termin ten jako zawierający pierwiastki odpowiadające treści pojęcia jest zręczny i stosunkowo łatwy do przetłumaczenia względnie do przyjęcia w oryginalnym brzmieniu. Można z niego również utworzyć szereg słów pochodnych, jak *pergelated*, *pergelation*, *to pergelate*, co stanowi dużą jego zaletę. Wśród terminów pochodnych od *pergelisolu* Bryan proponuje również wprowadzenie określeń dla okresowej zmarzliny: *etesigelisol* i *diurnigelisol* (*etesia* — pora roku, *diurnus* — dzienny, łac.) zamiast *jährliche* i *tägliche tjäle* Trolla (10).

W związku z terminem *pergelisol* Muller zaproponował kilka modyfikacji na oznaczenie stref przyległych do *wiecznej zmarzliny*. Strefę leżącą poniżej proponuje on nazwać *sub-gelisol*, strefę leżącą powyżej *supra-gelisol*. Muller wyróżnia również zmarzlinę pozbawioną wody, suchą terminem *dry pergelisol*.

W literaturze niemieckiej istnieje na określenie *wiecznej zmarzliny* szereg terminów równouprawnionych: *ständiger Frostboden*, *dauernder Frostboden*, *ewiger Frostboden*, *Dauerfrostboden* lub *Gefrorenis*.

W literaturze rosyjskiej przyjął się termin *wiecznaja mierzłota* zaczerpnięty ze słownictwa ludowego. Do nauki termin ten został wprowadzony przez Sumgina (39). Sumgin wyróżnia również pojęcie *suchej zmarzliny* — *suchaja mierzłota* dla skały luźnej niezawierającej dostatecznej ilości wody, która mogłaby scementować grunt lodem. Niezależnie od terminu *wiecznaja mierzłota* Szostakowicz i Parchomienko (41) posługują się terminem *mierzłota*, Połowinkin i Baranow (41) używają terminu *ustojczywaja mierzłota* — *trwała zmarzlina*, Tołstichin (39) proponuje nazwę *mnogoletniaja mierzłota* — *długoletnia zmarzlina*.

Talik, tabetisol. Dla określenia gruntu odtajalego na obszarze wiecznej zmarzliny używa się terminu *talik*. Tumel (39) *talikiem* nazywa grunt pozbawiony wiecznej zmarzliny ale otoczony nią ze wszystkich stron. Sumgin (39) proponuje wyróżnienie dwóch kategorii talików: *taliki skwoznyje* — przebijające na wylot wiecznie zmarznięty grunt i *taliki zamknutyje s nizu* — ograniczone zmarzliną od dołu czyli tak zwane *pseudotaliki*. Talik może występować w postaci szczeliny, kieszeni lub studni. Na peryferycznych obszarach wiecznej zmarzliny znane są *okna talików*. Tołstichin (39, 41) daje bardzo szerokie określenie tego pojęcia. *Talikiem (tałoj gornoj porodoj)* nazywa skałę, w której odbywa się krążenie wody, niezależnie od jej temperatury oraz każdą skałę posiadającą temperaturę dodatnią.

Muller (29) proponuje wprowadzenie syberyjskiego terminu *talik* do terminologii międzynarodowej. Termin ten można spotkać w literaturze amerykańskiej, np. u Blacka (5) w dosłownym brzmieniu (l. mnoga *taliks*). Bryan (8) stwierdza, że termin ten jest łatwy do przyswojenia, ma jednak tę wadę, że nie można z niego utworzyć czasownika na oznaczenie procesów związanych z talikiem. Bryan proponuje więc termin *tabetisol* (*tabescere* — topnieć, *solum* — grunt, łac.). Powstanie *tabetisolu* można wyrazić w języku angielskim czasownikiem *tabificate*, proces można określić jako *tabification*.

W polskiej literaturze terminu *talik* używa Sawicki (34).

Narastanie — *zanikanie wiecznej zmarzliny, degradacja, regresja wiecznej zmarzliny, aggradation* — *degradation of perennially frozen ground (of permanently frozen ground, permafrost), pergelation* — *depergelation, agradacja* — *degradacja mierzłotj zony*.

Z zagadnieniem zmarzliny wiąże się sprawa zmian jej miąższości wynikającej z wahań klimatycznych jak również sprawa ewentualnego przetrwania zmarzliny z okresu plejstoceńskiego. Dla stwierdzonych zmian zarówno miąższości jak i zasięgu wiecznej zmarzliny wprowadzono pojęcia, które można by w języku polskim określić terminami

narastanie i zanikanie wiecznej zmarzliny, który określa się przeważnie terminem obcym jako *degradację* lub *regresję* (Halicki, 20), rzadziej terminem polskim jako *wytapianie*.

W literaturze anglosaskiej przyjął się termin *aggradation* i *degradation of perennially frozen ground* lub konsekwentnie przez Mullera stosowany termin *aggradation* i *degradation of permafrost*. Bryan (8), twórca terminu *pergelisol*, proponuje wprowadzenie określenia *pergelation* i *de-pergelation*. Są to według niego terminy oparte na tym źródłosłowie co *regelation* (*regelacja*) — słowo, które posiada już prawo obywatelstwa w glaciologii. Sumgin (39), Tołstichin i inni badacze radzieccy określają zmianę miąższości zmarzliny jako proces *agradacji* lub *degradacji mierzłój zony*.

Lód gruntowy, ground ice, le gel dans le sol, Grundeis, Bodeneis, podziemnyje ldy.

Pojęciem lodu gruntowego określa się różne formy lodu zawartego w strefie zmarzliny. Terminy określające *lód gruntowy* są dość jednolite, zgodnie stosowane w literaturze. Główne zagadnienie polega tutaj na odróżnieniu lodu pochodzenia istotnie gruntowego od lodu, który powstał na powierzchni a następnie uległ zasypaniu.

Schemat klasyfikacji *lodu gruntowego* podaje Leffingwell (28) a następnie Taber (40), który zajmuje krytyczne w stosunku do Leffingwella stanowisko wobec zagadnień genetycznych. W literaturze radzieckiej systematyką *lodu gruntowego* zajmuje się Wernadski (41), znane są też systemy klasyfikacyjne Susłowa (49) i Sumgina (39).

Wśród form wykształcenia lodu gruntowego wyróżnia się najczęściej (28, 40, 42): *kryształy lodowe, ice crystals, cristaux de glace, Eiskristalle, krystały lda; lód rozproszony, interstitial ice, sol gelé poreux; masy lodu, ice masses, amas de glace (forme massive de glace).*

Masy lodowe mogą występować jako: *warstewki, ice layers, couches de glace, tonkije płasty lda; soczewki, ice lenses, glace en lentilles (amas lenticulaires), linzy lda*. Do tej kategorii zalicza się również *żyły* i *kliny*, którymi zajmujemy się oddzielnie.

Kliny lodowe, kliny mrozowe, kliny zmarzlinowe, ground ice wedges, ice wedges, wedge structures, les coins de glace, Eiskeile, klinja lda; żyły lodowe, żyły zmarzlinowe, szczeliny zmarzlinowe, ice veins, wedge shaped veins, fente en coin, żylnyje ldy.

Formy występujące zarówno w związku z klinami lodu gruntowego jak i w związku ze szczelinami powstającymi w okresach najniższych temperatur określono terminem *klinów* i *żył lodowych*. Pojęcia te odnoszą się zarówno do form tworzących się współcześnie jak i do form kopalnych, spotykanych w strefie zlodowaceń plejstocieńskich.

Termin *ground ice wedge* na oznaczenie *klinów* wprowadzony został przez Leffingwella (28), obecnie stosowany jest powszechnie, najczęściej jednak jako *ice wedge*, *klin lodowy* (Paterson, 31; Smith, 38; Horberg, 22; Antevs, 1; Black, 5 i inni). Spotkać można również określenia klinów zawierające charakterystykę materiału np. *gravel wedges*, *soil wedges* (Horberg, 21). Obok terminu *ice wedge* spotkać można również określenie *wedge structures* (Schaffer, 35).

W literaturze niemieckiej formy klinów określa się po prostu jako *Eiskeile*, lub dla form kopalnych plejstocénskich *Diluviale Eiskeile* oraz podobnie jak w literaturze angielskiej kliny zawierające charakterystyczny materiał wyróżnia się jako np. *Loesskeile*, *Lehmkeile* itp.

Autorzy francuscy używają terminu *coin de glace* lub *fente en coin* (Tricart, 42).

W literaturze polskiej spotkać można trzy terminy. Jahn (26) mówi o *klinach lodowych*, Sawicki (34) o *klinach mrozowych* a Dylik (14, 15) podkreślając związek tych form ze zmarzliną nazywa je *klinami zmarzlinowymi*.

Taber, który przeprowadził krytykę teorii klinów lodowych Leffingwella, twierdzi, że klinów nie ma, istnieją natomiast *żyły* czystego lodu wciskające się w zmarzlinę. Ponieważ *żyły* te przyjmują czasem kształt klinowaty Taber wyróżnia je terminem *wedge shaped veins* (40).

W literaturze amerykańskiej używa się także określenia *frostcracks*, *szczeliny mrozowe* (Paterson, 31; Washburn, Smith, 38) podobnie jak w literaturze niemieckiej spotkać można określenie *Frostspalten* (Weinberger, 47; Kessler, 27; Poser, 32).

W literaturze polskiej terminu *żyły zmarzlinowe* używa Dylik (14, 15). Jahn (26) określa podobne struktury jako *szczeliny zmarzlinowe*.

W literaturze radzieckiej brak zasadniczo materiałów dotyczących tego zagadnienia. Dla określenia klinów i żył zmarzlinowych używa się terminów *klinja lda* i *żylnyje ldy*.

Strefa czynna zmarzliny, *poziom aktywny zmarzliny*, *active layer mollisol*, *Regelungszone*, *Auftauzone*, *diejatielnij słoj*.

Przypowierzchniowa strefa zmarzliny, która podlega sezonowemu zamarzaniu i rozmarzaniu określona została przez Sumgina nazwą *diejatielnij słoj* — *strefa czynna*.

W literaturze radzieckiej przyjęto ten termin bez zastrzeżeń i dyskusji. W *strefie czynnej* zachodzą częste wahania temperatury dokoła 0 °C oraz zjawisko tajania i zamarzania wody zawartej w gruncie. Już

w 1847 r. Middendorff zwraca uwagę na rolę tej strefy jako regulatora w wymianie ciepła. Sumgin (39) mówi o powstawaniu tak zwanej *zerowej zastony* — *nulewej zawiesy*, która hamuje przenikanie ciepła w głąb.

Do literatury anglosaskiej termin ten wszedł za pośrednictwem Mullera (29) jako *active layer*. Jest to określenie, które charakteryzuje najistotniejszą właściwość omawianej strefy, to znaczy jej ruchliwość i zmienność. W związku z tymi cechami strefa ta staje się siedliskiem procesów zniekształcających pierwotną strukturę gruntu.

Treść terminów używanych w literaturze polskiej podkreśla również moment ruchliwości tej strefy. Jahn (26) nazywa ją *aktywnym poziomem zmarzliny*, Dylik (14, 15) *strefą czynną zmarzliny*.

W terminologii niemieckiej znane są określenia *Regelungszone*, *Auftauzone*; podkreślają one szczególnie moment zmian termicznych odbywających się w tej strefie i związane z nimi okresowe tajanie.

Bryan (9) wysuwa jako cechę najistotniejszą *strefy czynnej* wyzwalamie się w czasie topnienia większej ilości wody niż może się pomieścić w wolnych przestrzeniach gruntu. Grunt staje się rozmiękły i objawia tendencję do płynięcia. Te cechy Bryan uważa za godne podkreślenia, proponuje więc termin *mollisol* (*mollere* — *solum*, łac.). Dla procesu topnienia i zmęszczania gruntu proponuje termin *mollition*.

Termin *mollisol* przyjął się w literaturze francuskiej (Cailleux, Tricart, 42) zamiast określenia opisowego *zone soumise aux alternances saisonnières*.

Strefa przejściowa zmarzliny, intergelisol, pierechodnoj słoj.

Głębokość przemarzania i tajania strefy czynnej jest różna w poszczególnych latach zależnie od wahań klimatycznych. Zachodzi więc potrzeba wydzielania *strefy przejściowej* zalegającej między strefą czynną a wieczną zmarzliną.

W literaturze radzieckiej strefę tę określa się terminem *pierechodnoj słoj*. Sumgin (39) zalicza ją do strefy czynnej, Janowski (41) do wiecznej zmarzliny. Tołstichin wyróżnia *pierechodnoj słoj* tylko na obszarach peryferycznych wiecznej zmarzliny, czyli tam gdzie jego miąższość osiąga znaczne rozmiary. W *strefie przejściowej* w czasie surowych zim powstają wyspy zmarzłego gruntu, które utrzymują się przez kilka lat a następnie zanikają; są to tak zwane *pierelotki mierzłoty*. Termin ten jest powszechnie używany w literaturze radzieckiej. W okresie maksymalnego rozmarzania gruntu na jesieni występują *prostojki mierzłoty* (Parchomenko, Tołstichin, 41). Są to drobne soczewki zmarzłego gruntu wśród masy odtajalej. Często na obszarach peryferycz-

nych wiecznej zmarzliny między strefą czynną a wieczną zmarzliną zalega *długoletni talik nadzmarzlinowy — nadmierzłotnyj mnogoletnij talik*. Jest to roztajały grunt utrzymujący się w tym stanie przez kilka lat. Ł u - k a s z e w (41) wprowadza pojęcie *strefy nadzmarzlinowej, nadmierzłotnej stoj*, które obejmuje pojęcie strefy czynnej i długoletniego talika nadzmarzlinowego.

Literatura

1. Antevs E. — Alpine zone of Mt. Washington Range. Auburn, U.S.A. 1932.
2. Bahr A. — Frostgestauchte Böden im westlichen Schleswig-Holstein. *Ztschr. D. Geol. Ges.*, Bd. 84, 1932.
3. Beskow G. — Erdfließen und Strukturboden der Hochgebirge im Licht der Frosthebung. *Geol. Fören. i Stockholm Förhandl.*, Bd 52, 1930.
4. Beskow G. — Tjälbildningen och tjällyftningen. *Sver. Geol. Unders.*, ser. C, nr 375, 1935.
5. Black R. F., Barksdale W. L. — Oriented lakes of northern Alaska. *Jour. Geol.*, vol. 57, 1949.
6. Black R. F. — Permafrost. *P. D. Trask: Applied sedimentation*, part 3/14, New York 1950.
7. Black R. F. — Permafrost — a review. *Trans. New York Acad. of Sci.*, ser. II, vol. 15, 1953.
8. Bryan K. — Cryopedology — the study of frozen ground and intensive frost-action with suggestions on nomenclature. *Am. Jour. of Sci.*, vol. 244, 1946.
9. Bryan K. — The geologic implications of cryopedology. *Jour. Geol.*, vol. 57, 1949.
10. Bryan K. — The erroneous use of tjaele as the equivalent of perennially frozen ground. *Jour. Geol.*, vol. 59, 1951.
11. Cressey G. B. — Frozen ground in Siberia. *Jour. Geol.*, vol. 47, 1939.
12. Cytowicz N. A., Kaczurin S. P. — Wieczna zmarzłota (Perennially frozen ground). *Bolszaja Sowjetskaja Encikłopedija*, t. 7, 1951.
13. Dobrowolski A. B. — Historia naturalna lodu (Natural history of ice). Warszawa 1923.
14. Dylik J. — Some periglacial structures in Pleistocene deposits of Middle Poland. *Bull. Soc. Sci. Lettr. Łódź*, vol. III, 2, 1951.
15. Dylik J. — Peryglacialne struktury w plejstocenie środkowej Polski (summary: Periglacial structures in the Pleistocene deposits of Middle Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66, 1952.
16. Dylik J. — The concept of the periglacial cycle in Middle Poland. *Bull. Soc. Sci. Lettr. Łódź*, vol. III, 5, 1952.
17. Dylik J. — O peryglacialnym charakterze rzeźby środkowej Polski (summary: Du caractère périglaciaire de la Pologne centrale). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 4, Łódzkie Tow. Naukowe, Łódź 1953.
18. Edelman C. H. — Quelques remarques sur la cryoturbation. *Bull. Soc. Géol. France*, 5e Sér., t. 16, 1946.
19. Gierasimow I. P., Markow K. K. — Czwetwierteczna geologija (Quaternary geology). Moskwa 1939.

20. Halicki B. — Rola lodu gruntowego w kształtowaniu plejstocénskich form peryglacialnych (summary: The role of ground ice in shaping Pleistocene periglacial forms). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2, 1951.
21. Horberg L. — A possible fossil ice wedge in Bureau County, Illinois. *Jour. Geol.*, vol. 57, 1949.
22. Horberg L. — — Intersecting minor ridges and periglacial features in the Lake Agassiz Basin, North, Dakota. *Jour. Geol.*, vol. 59, 1951.
23. Horberg L. — Pleistocene deposits below the Wisconsin drift in Northeastern Illinois. *State Geol. Surv. Urbana, Illinois*, Rep. of Invest. no 165, 1953.
24. Högbom B. — Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen. *Bull. Geol. Institut. Upsala*, vol. 9, 1908—9.
25. Högbom B. — Über die geologische Bedeutung des Frostes. *Bull. Geol. Institut. Upsala*, vol. 12, 1914.
26. Jahn A. — Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i plejstocénskiej strefy peryglacialnej (summary: Cryoturbate phenomena of the contemporary and of the Pleistocene periglacial zone). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2, 1951.
27. Kessler P. — Über diluviale Frostspalten bei Saarbrücken. *Ztschr. D. Geol. Ges.*, Bd., 79, 1927.
28. Leffingwell E. — The Canning River region, northern Alaska. *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.* 109, 1919.
29. Muller S. — Permafrost or permanently frozen ground and related engineering problems. *U. S. Geol. Surv., Spec. Rep., Strategic Engineering Study*, no 62, 1945. (nie znane autorom bezpośrednio).
30. Obruczew W. A. — K 100-letiju pierwszej akademickiej ekspedycji po izuczeniu wiecznej mierzłoty (Centenary of the first academic expedition for the study of ever-frozen soil). *Izw. Wsjes. Geogr. Obszcz.*, t. 78, 1946.
31. Paterson T. T. — The effects of frost action and solifluction around Baffin Bay and in the Cambridge district. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, vol. 96, 1940.
32. Poser H. — Boden- und Klimaverhältnisse in Mitteleuropa während der Würmeiszeit. *Erdkunde*, Bd. 2, 1948.
33. Różycki S. Z. — Arktyka. *Wielka Geogr. Powsz.*
34. Sawicki Ludwik — Warunki klimatyczne akumulacji lessu młodszego w świetle wyników badań stratygraficznych stanowiska paleolitycznego lessowego na Zwierzyńcu w Krakowie (summary: Les conditions climatiques de la période de l'accumulation du loess supérieur aux environs de Cracovie). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66, 1952.
35. Schafer J. P. — Some periglacial features in central Montana. *Jour. Geol.*, vol. 57, 1949.
36. Sharp R. P. — Periglacial involutions in northeastern Illinois. *Jour. Geol.*, vol. 50, 1942.
37. Sharp R. P. — Soil structures in the St. Elias Range, Yukon Territory. *Jour. Geomorph.*, vol. 5, 1942.
38. Smith H. T. U. — Physical effects of Pleistocene climatic changes in non-glaciated areas: eolian phenomena, frost action, and stream terracing. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 60, 1949.
39. Sumgin M. I. — Obszczeje mierzłotowiedienije (General science of frozen ground). Moskwa 1940.

40. Taber S. — Perennially frozen ground in Alaska: its origin and history. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 54, 1943.
41. Tołstichin N. I. — Podziemnyje wody mierzłój zony litosfiery (Ground waters of frozen ground). Moskwa 1941.
42. Tricart J. — Le modelé des pays froids, fasc. 1: Le modelé périglaciaire. *Cours de géomorphologie*, 2^e partie, fasc. I, CDU, Paris.
43. Troll C. — Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. *Geol. Rundschau*, (Dil.-Geol. u. Klimaheft), Bd. 34, 1944.
44. Troll C. — Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. *Erdkunde*, Bd. 1, 1947.
45. Troll C. — Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. *Jhb. Akad. Wiss. u. Literatur*, 1951.
46. Weinberg B. P. — Led swojstwa, wozniknowienije i isczeznowienije lda (Ice, its character, origin and decay of ice). Moskwa 1940.
47. Weinberger L. — Frostpalten und Froststrukturen in Schottern bei Leipzig. *Geol. Rundschau* (Dil.-Geol. u. Klimaheft), Bd. 34, 1944.
48. Zeuner F. E. — Dating the past. London 1946.
49. Zubakow W. A. — Iskopajemyje ldy i passiwnoje cledienienije (Fossil ice and passive glaciation). *Izw. Wsjes. Gieogr. Obszcz.*, t. 83, 1951.