

# Kozłowska, Dorota

---

## Wkład Leonarda Jaczewskiego w tworzenie nauki o wiecznej marzłoci

---

Analecta 3/2(6), 137-161

---

1994

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



## WKŁAD LEONARDA JACZEWSKIEGO W TWORZENIE NAUKI O WIECZNEJ MARZŁOCI.

Zjawisko istnienia stale zamrożonego gruntu nosi nazwę wiecznej marzłoci. Według definicji M. Książkiewicza<sup>1</sup> występuje ona w krajach polarnych, szczególnie na Syberii, Alasce, wyspach arktycznych i Kanadzie. Na północnej półkuli izoterma roczna  $-2^{\circ}\text{C}$  wyznacza jej południowy zasięg. Rozwinięta jest głównie w obszarach o długich i mroźnych zimach i niewielkich opadach śniegu. W niektórych obszarach wiecznie zamrożony grunt występuje dopiero na znacznych głębokościach poniżej grubej warstwy odtajalej. Świadczy to, że wieczna marzłota pochodzi w znacznej mierze z poprzedniej plejstoceńskiej epoki lodowej, co potwierdzają znaleziska mamutów. Młodsze pokrywy wiecznej marzłoci zaobserwowano zarówno na Alasce jak i na Syberii, tworzyły się one stosunkowo niedawno, tj. po atlantyckim optimum klimatycznym w holocenie.

Zjawisko wiecznej marzłoci zajmujące w Rosji prawie połowę jej obszaru, zauważono już w końcu XVI w. Obserwacje nad nim zaczęto prowadzić w latach czterdziestych XIX w. Na przełomie XIX i XX w. nastąpiła intensyfikacja badań. W latach pięćdziesiątych XX wieku badania te podniesione zostały do rangi odrębnej dyscypliny naukowej.

Istotną rolę w badaniach wiecznej marzłoci odegrał dotychczas nie w pełni doceniany, polski geolog Leonard Jaczewski (1856–1916).

W pracy niniejszej, powstałej na marginesie przyszłej monografii o naukowej działalności Jaczewskiego, zwrócono szczególną uwagę na opublikowane wyniki jego prac terenowych (rozpoznawczo-geologicznych), prowadzonych na Syberii w latach 1887–1909. Wyniki te przedstawiono na tle historii poznawania zjawiska marzłoci, ponieważ dopiero na tle znajomości rozwoju tej dziedziny do czasów obecnych łatwiej można ocenić jego rzeczywistą rolę jako badacza, który położył podwaliny nauki o wiecznej marzłoci, którym zajmuje się obecnie szrokie grono różnorodnych uczonych.

W ostatniej części pracy pokazano na przykładzie Uniwersytetu Moskiewskiego, w jaki sposób przygotowywana jest kadra specjalistów tej mało znanej w Polsce dyscypliny naukowej.

### Pierwsze obserwacje i sporadyczne próby określenia zjawiska wiecznej marzłoci

W szesnastym stuleciu, kiedy to ożywiły się próby znalezienia północnej drogi morskiej z Europy do Chin i Indii po raz pierwszy zetknięto się ze zjawiskiem „ziemi wiecznie zamrożonej”. Rosyjscy znawcy marzłoci B.N. Dostowałow i W.A. Kudriawcew<sup>2</sup> piszą: „... z tego widać, że już w XVI w. posiadano docieklive i nawet naukowe spojrzenie na przyczyny wieloletnich lodów w Arktyce.” Stwierdzenie to opiera się na starym rosyjskim tekście „Opisanije czego radi niewozmożno ot Archangielskiego goroda moriem prochoditi w Kitajskoje gosudarstwo i otolje k Wostocznoj Indii” z 1598 r., w którym nie tylko podano informację o braku pożywienia dla reniferów w północno wschodniej części Nowej Ziemi w połowie czerwca, lecz także wyjaśniono, że nisko stojące nad horyzontem słońce *nie ma sił* do rozpuszczenia mas śniegu i lodu tworzących wysokie góry.

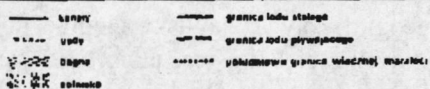
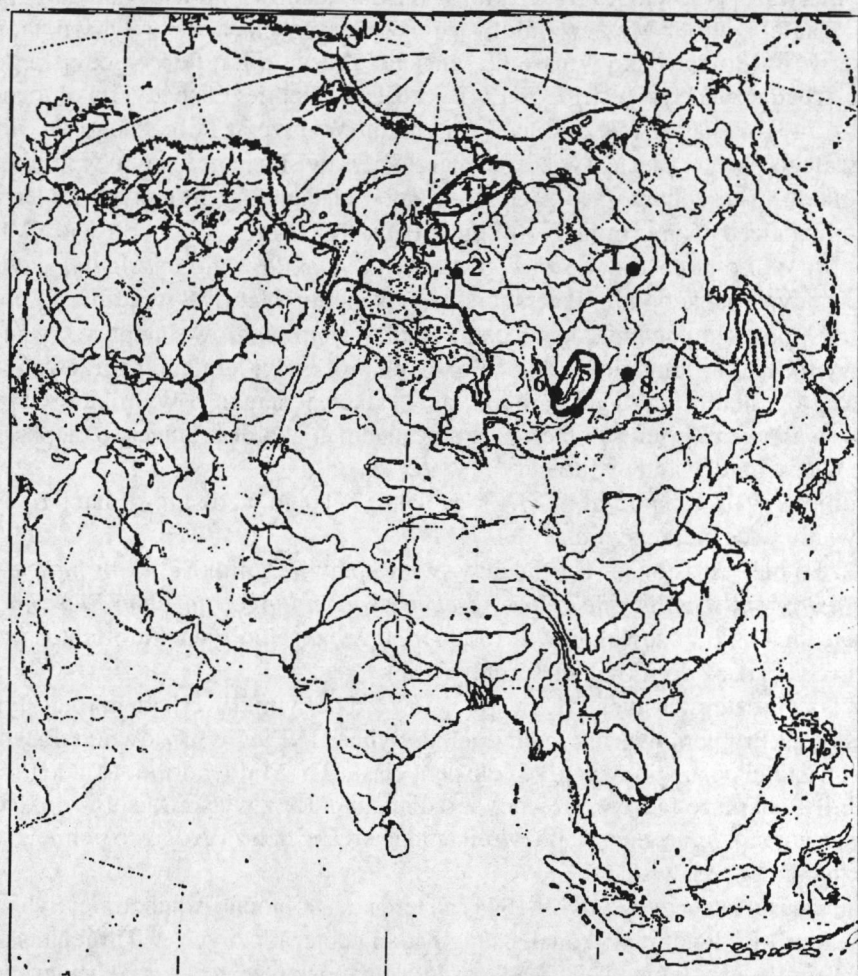
O występowaniu wiecznej marzłoci pisał również John Wood, marynarz angielski, uczestnik ekspedycji badawczych m.in w 1676 r. na Ocean Lodowaty, autor pracy *An account of several late voyages and discoveries to the South and North*, w której pisze: „Jeżeli rozpocząć kopanie w miejscach pozbawionych śniegu, to na głębokości około 2 stóp, znaleźć można lód,(...) Jest to fakt, o którym, wcześniej nic nie było wiadomo”<sup>3</sup>.

W latach 1685–1686 w Jakucku z inicjatywy wojewody Matwieja Krowkowa wybito w marzłym gruncie studnię do głębokości 30,5 m. W piśmie do Moskwy wojewoda stwierdzał: „Studni (...) w Jakucku w żaden sposób wykonać nie można, dlatego, że ziemia latem odmarza tylko na półtora arszyna, a powyżej dwóch arszynów nigdy nie taje, a na dnie jest zawsze zamrożona”<sup>4</sup> (il. 1).

W końcu XVII i początku XVIII w. w związku z rozwojem rzemiosła, przemysłu, handlu, ekspansją terytorialną Cesarstwa Moskiewskiego w epoce Piotra I, północ i wschód Syberii odwiedzane były zarówno przez pojedynczych podróżników jak i całe ekspedycje. Od tego czasu wiadomości o istnieniu zjawiska wiecznej marzłoci były stopniowo gromadzone i wzbogacane o nowe obserwacje i fakty z zakresu nauk przyrodniczych (klimatu, gleboznawstwa, geotermiki, fauny i flory) (il. 1).

Tak na przykład jeszcze w XVII wieku wspomina o tym zjawisku Mikołaj Korneliusz Witsen (1641–1717), holenderski geograf i prawnik, w l. 1664–1667 przebywający w Moskwie, gdzie zbierał wiadomości o narodach i regionach Rosji, wydawca zbioru *Nord en Ost Tartarie* Amsterdam 1692, w którym znaleźć można *Rosyjskie doniesienie o Syberii* z 1680 r. (drugie wydanie tej pracy z 1705 r. zostało poszerzone o nowe materiały m.in. *Opisanie Syberii przez Wyższego Naczelnika, przebywającego tam 17 lat z 1673 r.*), a także *Nową lądową mapę Azji i Europy od Nowej Ziemi do Chin*.

Z tego okresu pochodzą również informacje cytowane przez Ewerta Izbrandta Idesa (kupca z Holsteinu posła Piotra I do Chin w l. 1692–1695) o ciałach mamutów znalezionych w Turuchańsku (il. 1).



Skala 1:60 000 000  
 0 500 1000 1500 km

1. Jakuck
2. Turuchańsk
3. Bawen Jeniscja
4. Tajmyrskie Wybrzeże

5. Rejon Bajkału
6. Irkuck
7. Kiachta
8. Nerczyńsk

W pierwszej połowie XVIII w. informacje o występowaniu wiecznej marzłoci podał: Daniel Gottlieb Messerschmidt – jeden z pierwszych badaczy Syberii, który zaobserwował to zjawisko w basenie Jeniseja. Charyton Łaptiew – rosyjski podróżnik i badacz Arktyki, w l. 1737–1742 uczestnik Wielkiej Ekspedycji Północnej (1733–1743) – znalazł marzłocę na Tajmyrskim Wybrzeżu Północnego Oceanu Lodowatego. W tym czasie o wiecznej marzłoci, zjawisku napotkanym w Jakucku i Zabajkalu pisał Johann Georg Gmelin, zaś o ciałach zamrożonych zwierząt wspominał nieco później m.in. Piotr Simon Pallas (1741–1811)<sup>5</sup>. W połowie XVIII wieku M. W. Łomonosow w *Słowe o rozdzieleniu metali ot trjasienija Ziemi* wygłoszonym na zebraniu Petersburskiej Akademii Nauk 8 września 1757 r. wysunął hipotezę tworzenia się wiecznie zmarzłych minerałów. Ich powstawanie było wynikiem, według niego, dwóch różnych procesów: letniego nagrzewania i zimowego ochładzania. Tym samym zapoczątkował naukę o wymianie ciepła między warstwami gruntu a otaczającą przestrzenią, jako decydującą o ciepłym stanie wierzchniej warstwy litosfery<sup>6</sup>.

Koniec XVIII w. i początek XIX to w dalszym ciągu wzrost informacji o występowaniu wiecznej marzłoci.

Pisze o niej Christopher Hansteen w swym sprawozdaniu (*Resultate magnetischer, astronomischer und meteorologischer Beobachtungen auf einer Reise nach Sibirien* 1863). Podróżował on w l. 1828–1830 wraz z Georgiem Adolfem Ermanem po Syberii, aż do Irkucka i Kiachty (il. 1).

W latach czterdziestych XIX w. podjęto bardziej wnikliwe badania nad tym zjawiskiem. Problem wiecznej marzłoci na Syberii był jednym z dwóch podstawowych zadań postawionych przed ekspedycją A. Th. Middendorfa. Middendorf wypełnił – jak pisze Jaczewski<sup>7</sup> – powierzone mu prace z właściwą sobie dokładnością, a jego rozległa wiedza, pozwoliła mu nakreślić dalszą drogę do pełniejszego poznania tego zjawiska.

Podczas tej ekspedycji (1843–1844) na terenach północno-wschodniej Syberii Aleksander Middendorf wykonał szereg badań geotermicznych w Turuchańsku, Kraju Tajmyrskim, Jakucku<sup>8</sup> (il. 1). Doszedł do wniosku, że w obszarach wiecznej marzłoci na dużych szerokościach geograficznych zjawiska ciepłe podlegają temu samemu prawu wzrostu temperatury z głębokością, jakie było wcześniej stwierdzone w rozmarzających warstwach skorupy ziemi na małych szerokościach. Określił wielkość stopnia geotermicznego dla szybu Szergińskiego w Jakucku i na podstawie tej wielkości oznaczył prawdopodobną grubość warstwy marzłoci dla różnych miejsc północno-wschodniej Syberii, w tym również w Kraju Nerczyńskim.

Zwrócił też uwagę na fakt, że istnienie i grubość marzłoci nie przedstawiają prostej funkcji niskiej temperatury, lecz zależą od innych czynników klimatycznych i geologicznych. Ponadto próbował też oznaczyć południową granicę występowania wiecznej marzłoci, która jego zdaniem biegła przez Berezów,

Turuchańsk, przekraczała Lenę pomiędzy Olekmińskiem i Wittimem, następnie przez Amgińsk kierowała się ku północnemu wschodowi, ku Morzu Ochockiemu.

Współcześni Middendorffowi Karl Ber (1792–1876) i Heinrich Wild (1833–1902), zajmujący się również zagadnieniami wiecznej marzłoci, podawali w wątpliwość wyniki jego badań zarzucając, że Szyb Szergiński uległ oziębieniu w związku z dostępem doń chłodnego powietrza z zewnątrz. Ber uważał, że wyliczona przez Middendorffa grubość zmarzłej warstwy jest zbyt duża. Jednakże Wild na podstawie teoretycznych danych sądził, że istnieje wieczna marzłoc w głębi wszędzie tam, gdzie przeciętna temperatura roczna wynosi  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Według M.J. Sumgina, czołowego przedstawiciela nauki o wiecznej marzłoci lat międzywojennych, lata pięćdziesiąte – osiemdziesiąte XIX w. można nazwać okresem rozpoznawania tego zjawiska. Obserwowali je bowiem poszczególni uczeni i podróżnicy na marginesie głównych nurtów swoich prac. Temu poznaniu nie poświęcał żaden założony praktyczny cel.

Do osiągnięć tego okresu należą – jak dowodzą cytowane prace – stwierdzenie występowania zjawiska wiecznej marzłoci na ogromnych przestrzeniach Syberii, określanie jej grubości i warunków występowania wraz z ustanowieniem w ogólnych zarysach zależności między wieczną marzłocią a innymi zjawiskami geologicznymi, paleontologicznymi (mamuty) i klimatycznymi oraz utrwalenie pojęcia „wieczna marzłoc” w literaturze naukowej.

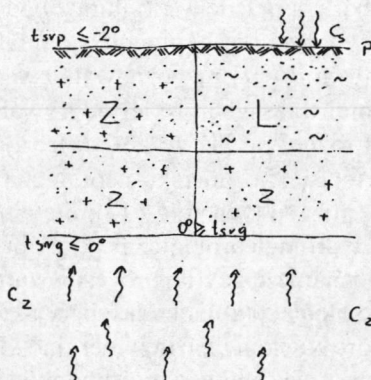
### **Okres planowych, inżyniersko-geologicznych badań wiecznej marzłoci w Rosji i udział w nich L. Jaczewskiego**

Pogłębione badania wiecznej marzłoci w drugiej połowie XIX w. wiązać należy z zasiedlaniem Syberii, a przede wszystkim z budową kolei transsyberyjskiej, której trasa w większej swej części przebiegać miała na terenach objętych wieczną marzłocią. Wiodącą rolę przy rozpoznawaniu warunków projektowanej, a następnie budowanej kolei transsyberyjskiej odgrywał Komitet Geologiczny (1882–1929). Komitet ten rozpoczął już w 1892 r. trwające sześć lat prace nad poznaniem geologicznych (ściślej inżyniersko-geologicznych) warunków wzdłuż projektowanej kolei<sup>10</sup>. W realizacji tych prac z Komitetem Geologicznym współpracował Główny Zarząd Hydrometeorologiczny, który organizował stacje obserwacyjne, mające na celu poznanie specyfiki procesów zamarzania, tajania i możliwości wykonawstwa i eksploatacji kolei transsyberyjskiej<sup>11</sup> oraz Rosyjskie Towarzystwo Techniczne, które w sekcji Prac Inżyniersko - Budowlanych rozpatrywało trudności powodowane przez marzłoc przy budowie kolei transsyberyjskiej. Warto tu przypomnieć o ówczesnych kontrowersjach: znakomity meteorolog rosyjski, zastępca dyrektora Głównego Obserwatorium Fizycznego M. A. Rykaczew oraz zabajkalski fabrykant M.D. Butin uważali, że wieczna marzłoc nie powinna stanowić przeszkód podczas budowy tej linii kolejowej, a z drugiej strony tacy specjaliści jak Jaczewski i Wiaziemskij, mówili o ogromnych trudnościach budowlanych, napotykanym na terenach wiecznej marzłoci. Jaczewski

relacjonował zaobserwowane deformacje mostów, osadzanie się soboru w Jakucku, oraz zwracał uwagę na ogromną twardość zamrożonej ziemi, do której odspojenia konieczne będzie stosowanie prochu i dynamitu<sup>12</sup>.

Budowniczych kolei interesowała przede wszystkim warstwa tzw. „aktywna”, w której odczuwalny jest nie tylko wpływ dobowych zmian temperatury, lecz i pór roku. Grubość takiej warstwy zależna jest od wielu czynników takich jak: rodzaj gruntów i skał podłoża mającego różne przewodnictwo cieplne, szaty roślinnej, pokrywy śnieżnej, i zróżnicowanych temperatur pór roku. Ok 1890 r. istniało przekonanie, że im większa jest amplituda wahań między średnimi temperaturami pór roku, tym głębiej występuje powierzchnia o stałej temperaturze.

Przewodnictwo cieplne poszczególnych warstw geologicznych powoduje opóźnienie zmiany ich temperatur o ok. 5 miesięcy w stosunku do temperatur maksymalnych na powierzchni ziemi. Ówczesni geolodzy twierdzili, że temperatura warstwy o stałej temperaturze równa się średniej rocznej temperaturze danej miejscowości, zaś poniżej tej warstwy temperatura skał wzrasta z głębokością. Ten wzrost temperatury powoduje stały dopływ ciepła z głębi ziemi. Przyjmowano, że wielkość średniego wzrostu temperatury z głębokością tj. stopień geotermiczny, wynosi  $1^{\circ}\text{C}$  na każde 33 metry. Zdaniem ówczesnych geologów wieczna marzłota powstawała w przypowierzchniowych, nasyconych wodą warstwach gruntu o temperaturze zmiennej w ciągu roku wtedy, gdy głębiej występowała warstwa o niezmiennej (stałej) temperaturze  $0^{\circ}$  lub niższej, równej średniej rocznej temperaturze powietrza (il. 2).



2. Poglądy geologów na utrzymywanie się wiecznej marzłoci  
średnia roczna temperatura w danej miejscowości:

$t_{srp}$  – powietrza,  $t_{srg}$  – gruntu

grunt: Z – zamrożony, L – odtajał latem;

dopływ ciepła:  $c_s$  – słonecznego, większy latem,  $c_z$  – z głębi ziemi

Z tymi zagadnieniami zetknął się Jaczewski ok. 1886 r. podczas badań w północnej Mongolii i Sajanie Wschodnim, a następnie podczas prac badawczych na Uralu i Syberii Zachodniej. 28 IV 1889 r. przedstawił on rozprawę na temat „wiecznej marzłoci” w Oddziale Geografii Matematycznej i Geografii Fizycznej Rosyjskiego Towarzystwa Geograficznego. Rozprawa ta opublikowana została w „Izwestiach” tego towarzystwa wraz z mapą przebiegu jej południowej granicy w skali 1 : 50 000 000<sup>13</sup>.

L. Jaczewski w rozprawie tej przedstawił wszystkie informacje o wiecznej marzłoci zebrane do tego czasu. W szczególności zwrócił uwagę na prace Middendorffa, Bera, I.A. Łopatina, Wilda i Wojekowa<sup>14</sup>. Następnie poddając krytyce teorie Wilda i Wojekowa, dotyczące granicy utrzymania się wiecznej marzłoci, wskazał Jaczewski na ogromną złożoność tego problemu. Wild twierdził, że warstwy wiecznej marzłoci mogą istnieć tylko w takich miejscach, gdzie średnia roczna temperatura wynosi  $-2^{\circ}\text{C}$ . Wojekow zaś wskazywał na znaczenie śniegowego pokrycia, jako zjawiska utrudniającego głębokie i szybkie przenikanie w grunt zimnego powietrza. Jaczewski wykazał w tabelarycznych zestawieniach, że również opady letnie pozostają nie bez wpływu na obecność wiecznej marzłoci.

Woda, której pojemność cieplna jest większa od pojemności cieplnej lodu i większości minerałów, może całkowicie zniszczyć cienką warstwę zmarzłego gruntu lub znacznie obniżyć granicę jego występowania. Jako dowód słuszności takiego poglądu L. Jaczewski podaje swoje obserwacje znad jeziora Kosogoł, gdzie wody rzeki Igi wypływającej z jeziora znikają podczas dużych opadów deszczu, a pojawiają się podczas lat suchych. Fakt ten Jaczewski tłumaczy tym, że osady o nieznacznej grubości wypełniające dolinę rzeki Igi są w zasadzie wiecznie zmarzłe. Jednak w przypadku obfitości deszczów następuje głębokie odtajanie gruntu, w który wody rzeki Igi mogą wsiąkać.

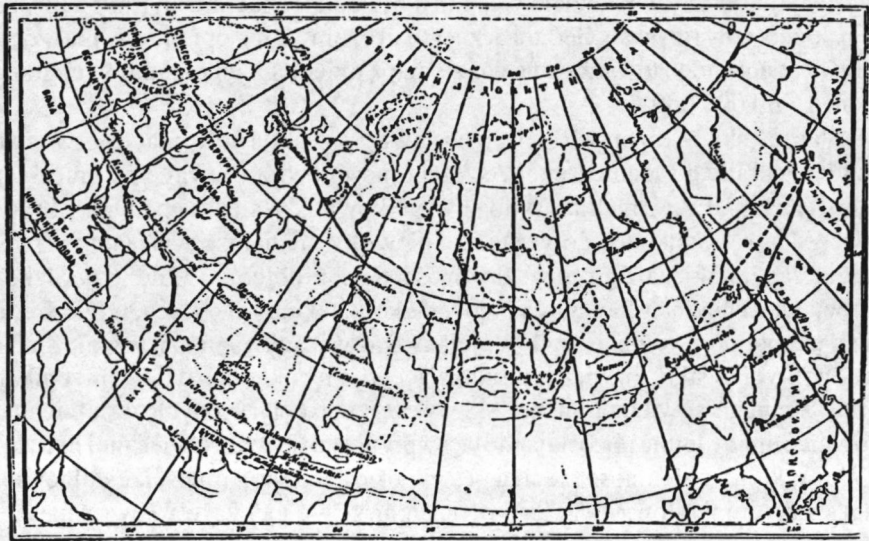
Następną przyczyną, warunkującą powstanie wiecznej marzłoci i jej różny charakter jest zdaniem tego autora budowa geologiczna terenu. Od niej uzależniony jest „stopień wrażliwości gruntu na zewnętrzne zmiany klimatyczne”<sup>15</sup>. Stwierdza on, że lite skały są lepszymi przewodnikami ciepła, niż porowate i sypkie, niespoiste (o luźnej strukturze). W skałach z minerałami łatwo ulegającymi procesom hydrochemicznym, przebiegającym z wydzielaniem lub pobieraniem ciepła, miąższość warstwy marzłoci będzie niejednolita.

Również wodonośność warstw gruntu – „zdolność przekazywania przez nie ciepła ze źródeł”<sup>16</sup> posiada bardzo ważne znaczenie. Mniejsze znaczenie mają zdaniem Jaczewskiego, źródła termiczne zgrupowane tylko na niedużych obszarach, chociaż nie należy ich pomijać, zwłaszcza we Wschodniej Syberii. Natomiast znikomy wpływ mają wody rzek, szczególnie w większych szerokościach geograficznych.

Ponadto intensywność nasłonecznienia wpływa na utrzymanie się wiecznej marzłoci. Na Syberii, gdzie dzięki czystości i suchości powietrza jest duża przepuszczalność promieni cieplnych, stoki południowe i południowo-wschodnie są



pod większym działaniem napromieniowania słonecznego niż północne i zachodnie<sup>17</sup>.



----- granica przebiegu wiecznej marzłoci  
 \_\_\_\_\_ izoterma  $-2^{\circ}\text{C}$

3. Południowa granica przebiegu wiecznej marzłoci wykreślona przez L. Jaczewskiego i opublikowana jako załącznik do art. *O wieczno mierzłój poczwie Sibiri*, „Izwiestia Impieratorskiego Rucckiego Geograficznego Obszestwa”, 1889, t. 25.

Mając na uwadze te wszystkie czynniki, zajął się dalej Jaczewski wyznaczeniem granic obszaru zajętego przez wieczną marzłocę i określeniem jej grubości. Posługując się danymi zebranymi przez Bera i Middendorffa, jak i nowszymi materiałami pracowników Komitetu Geologicznego i własnymi obserwacjami, przeprowadził granicę wiecznej marzłoci (il. 3): w europejskiej części Rosji: od Mezeny, przez Peczorę ok. 65,5 stopnia szerokości północnej, przez Ural, gdzie odchyła się nieco ku południowi, następnie kieruje się ku północy do Berezowa nad Obem. Brak danych dotyczących wiecznej marzłoci na terenach od Berezowa do Turuchańska zmusił go do poprowadzenia granicy równą linią. Z niewielu obserwacji na średniej Tungusce i Angarze, z rozkładu izotermy  $-2^{\circ}\text{C}$ , z wyniesienia prawego brzegu Jeniseja i ilości śniegu wywnioskował, że od Turuchańska granica ta odchyła się ku południowi wzdłuż prawego brzegu Jeniseja, przechodzi działem wodnym między prawymi dopływami dolnej Angary i lewymi średniej Tunguski, dalej między działem wodnym Angary i Leny nie dochodząc do Ilińska, zawraca na pn. wschód, przechodząc przez Lenę między Wittimem i Olekmińskiem. Na prawym brzegu Leny zawraca ponownie na południe, obejmując kraj

Zabajkalski. W odniesieniu do tej ostatniej części Jaczewski dysponował znacznie większą ilością danych niż Ber czy Middendorff.

W tym czasie zauważono już wieczną marzłość w delcie Selengi, w kopalniach nad środkowym Czikojem. Również dopływy Undy, Kary, Tury, Ingody, Ononu, Szilki, Nerczy leżą wśród wiecznej marzłoci sięgającej aż do południowej granicy nerczyńskiego okręgu górniczego. Urga w Mongolii, jest najdalej na południe wysuniętym jej punktem, położonym na 480 szerokości północnej, (tj np. szerokości odpowiadającej położeniu Wiednia). Tak dalekie wysunięcie ku południowi płata wiecznej marzłoci w okolicy Uрги uwarunkowane jest jej wyniesieniem nad poziom morza 1150 m, gdzie roczna średnia temperatura wynosi  $-2,53^{\circ}\text{C}$  przy cienkiej pokrywie śniegu – 19 mm).

Na terenie Zabajkala Jaczewski odkrył dużo wysp rozmarzniętego gruntu, będącego wynikiem specyficznych warunków geologicznych, zmieniających obraz ogólny spowodowany warunkami klimatycznymi, np. w górnej Czikoji, gdzie są źródła ciepłe o temperaturze do  $28^{\circ}\text{C}$ , podobnie w kotlinie Gusinozierskiej, zapełnionej jeziornymi pokładami węglonośnymi, bliżej przez Jaczewskiego nie określonymi.

Z pośród zaobserwowanych zjawisk charakterystyczna jest znaleziona przez niego marzłość po południowej stronie jeziora Kosogoł (Chubsuguł), na rzece Buchacie (dopływ Igi). Łód pokryty warstwą osadów o miąższości 0,5 m na przestrzeni kilku kilometrów tworzy wychodnie. Miąższość lodu dochodząca do 0,7 wykazuje cechy lodu pierwotnego, posiadającego częściowo budowę pryzmatyczną. Podczas badań kotliny tego jeziora Jaczewski doszedł do wniosku, że występująca tam wieczna marzłość jest typu alpejskiego, tj. uzależnionego od wyniesienia nad poziom morza (1747 m n.p.m.). Z obszarem marzłoci polarnej łączy się ona za pośrednictwem gór Sajańskich i Chamardabanu.

Na północnym zboczu Sajańskiego Grzbietu marzłość alpejska dochodzi aż do rzeki Udy, gdzie niemal osiąga Niżneudińsk. Występuje w kopalniach złota w górnej części doliny Birusy, na zachód od Jeniseju.

W kierunku wschodnim na równoleżniku  $48^{\circ}$  (Urga) marzłość ciągnie się do Chinganu, skąd prawdopodobnie posuwa się dalej ku południowi. Przecinając ten grzbiet, skręca na północ, przekracza Amur, w kierunku północnego-wschodu do warowni Udsk, skąd dalej sięga na pn. część Kamczatki.

Drugim ważnym zagadnieniem poruszonym przez Jaczewskiego była miąższość wiecznej marzłoci. Do rozwiązania tego zagadnienia posiadał jednak bardzo niewiele obserwacji. A. Szrenk przyjmował jej grubość koło Pustozierska na 8–8 1/2 sążni (17–18,1 m). Middendorff na podstawie wielkości stopnia geotermicznego oznaczył ją w Olekmińsku na 60 stóp (18,3 m), dla szybu szergińskiego 700 stóp (213,5 m), a w Zabajkalu L. Jaczewski obserwował przekroje z wieczną marzłością o miąższości do 17 m.

W warstwach skał nie nasyconych wodą wzrasta trudność oznaczenia grubości wiecznej marzłoci. Oznaczenie to jest możliwe po oznaczeniu wielkości stopnia geotermicznego w każdym poszczególnym przypadku.

Kończąc swoje rozważania o rozprzestrzenianiu wiecznej marzłoci i jej miąższości, Jaczewski zaznaczył, że zbieranie obserwacji niezbędnych do oznaczania wiecznej marzłoci, nie jest zbyt skomplikowane i może być dokonywane przez każdego zatrudnionego nie tylko przy budowie Syberyjskiej Kolei Żelaznej, ale i podczas prac ziemnych w kopalniach złota. W związku z tym przedstawił Towarzystwu Geograficznemu ankietę do zbierania takich obserwacji, proponując rozesłanie jej do kopalń złota z prośbą o udzielenie nań odpowiedzi.

Ankieta ta została wydrukowana jako załącznik do „Izwesti Imperatorskiego Russkiego Geograficznego Obszczestwa” t.25, 1889, wyp. 4, z osobną numeracją stron. Z. Wójcik przytoczył całą jej treść w języku polskim, pisząc: „Podaję jej treść, gdyż oddaje ona trudności badawcze nad tym zgadnieniem w początkowym okresie naukowego poznania genezy wiecznej marzłoci. Wskazuje ponadto, że Jaczewski – mimo wszystko – mógł otrzymać zaledwie wrywkowe materiały i to tylko tam, gdzie działały zorganizowane służby obsługi kopalń.”<sup>18</sup>

Wkład Jaczewskiego w badania nad wieczną marzłocią wyraża się przede wszystkim w zebraniu dotychczasowych informacji i pomnożeniu ich przez własne obserwacje, we wnikliwej ich analizie, wykreśleniu na mapie granicy rozprzestrzeniania się wiecznej marzłoci oraz w wyniku syntetyzujących rozważań jej odniesienia do izotermy  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Wykreślona przez Jaczewskiego mapa południowej granicy wiecznej marzłoci opracowana na podstawie danych skrupulatnie zebranych z własnych obserwacji i prac poprzedników, rozpatrzona pod kątem wpływu warunków klimatycznych (opady, pokrywa śniegowa, temperatura powietrza, nasłonecznienie, wody bieżące i gruntowe, źródła termiczne) była aktualna aż do 1915 r., kiedy to dalsze szczegółowe badania dały nowe fakty i wyniki. Prace Szostakowicza dla Zabajkala, gubernii irkuckiej, południowych granic jakuckiej i jenijskiej gubernii, oraz prace Sumgina w okręgu amurskim doprowadziły do wykreślenia w 1916 r., nowej południowej granicy rozprzestrzeniania wiecznej marzłoci, miejscami znacznie odbiegającej od wyznaczonej przez L. Jaczewskiego granicy z 1889 r. Mapa z 1916 roku obejmowała jednak nie całą Rosję, a tylko Syberię<sup>19</sup>.

Podjął się również Jaczewski w swojej pracy oceny zjawiska wiecznej marzłoci jako jednego z elementów geotermiki. Wyróżnił dwa główne typy zmarzniętego gruntu: alpejski i polarny, oraz trzeci typ przejściowy charakteryzujący się istnieniem wysp zmarzłego gruntu, otoczonych roztajałymi gruntami. Zwrócił on uwagę na lokalny brak zmarzłych gruntów w strefie polarnej obszarów wiecznie zmarzłych, spowodowany obecnością wód termicznych i aktywnością wulkaniczną. Wskazał również na wpływ, jaki mają wody rzeczne i deszczowe przy zmianie grubości odtajania wiecznej marzłoci<sup>20</sup>.

Dzięki swojej ankiecie wpłynął Jaczewski na dalsze, tak geograficzne jak i geologiczne, rozpoznanie terenów występowania wiecznej marzłoci. Specjalnie powołana przez Rosyjskie Towarzystwo Geograficzne komisja w składzie I. W. Muszkietow, F. N. Czernyszew, K. I. Bohdanowicz<sup>21</sup>, L. A. Jaczewski i inn. przeanalizowała nadsyłane z kopalń informacje, oraz w 1895 r. zestawiła pierwszą instrukcję dla badań nad wieczną marzłocią na Syberii<sup>22</sup>. Rezultaty tej analizy i wynikające z niej wnioski wykorzystywano później podczas budowy transsyberyjskiej kolei żelaznej.

Ten drugi, inżyniersko-geologiczny etap prac nad poznaniem wiecznej marzłoci (od lat 80-tych XIX w. do 1925 r.), nazywany przez Sumgina okresem „użytkowo-naukowym”<sup>23</sup>, nie tylko znacznie rozszerzył i pogłębił poznanie istoty wiecznej marzłoci, lecz także dał konkretne odpowiedzi na praktyczne pytania postawione w kontekście budowy kolei, dróg oraz rozwoju przemysłu, handlu, a zwłaszcza rolnictwa.

W tym okresie oprócz pracy Jaczewskiego, po raz pierwszy szeroko omawiającej problem wiecznej marzłoci ukazało się wiele prac, w których wskazywano na miejsca występowania wiecznej marzłoci. Próbowano określać jej grubość, ponadto zwiększała się liczba obserwacji nad jej temperaturą (warstw przypowierzchniowych). Masowo zaczęto określać punkty ze wskazaniem głębokości odtajania przypowierzchniowych warstw gruntu w obszarach wiecznej marzłoci. Próbowano wyjaśnić niektóre problemy działalności gospodarczej w tych regionach. Jednakże podstawowe wnioski zawarte w pracy *O wieczno mierzłotyj poczwie w Sibiri* (1889) pozostały (ze stosunkowo niewielkimi uzupełnieniami) aktualne aż do dzisiaj. Niewątpliwie praca ta nadała kierunek dalszym badaniom wiecznej marzłoci. Jest więc ona kamieniem węgielnym w odtwarzaniu historii badań naukowych nad wieczną marzłocią Eurazji.

Dalsze badania wiecznej marzłoci rozwijały się przede wszystkim w gubernii irkuckiej, okręgu zabajkalskim i amurskim<sup>24</sup>. Z późniejszych opracowań, dotyczących wiecznej marzłoci, omawianych w historycznej pracy W.A. Obruczewa<sup>25</sup> można przytoczyć m.in. pracę F. Immanuela z 1891 r. *Eismulden in Nordsibirien und Kamtschatka*<sup>26</sup>, w której autor opisał oblodzenia występujące w dolinach rzecznych Północnej Syberii, wykorzystując wiadomości o nich między innymi z prac Ermana, Wranglera, Dittmara i Middendorffa.

W tym samym roku ukazała się praca N. M. Koźmina *O jawlienijach wiecznoj mierzłoty w niekotorych miestnosciah Wostocznoj Sibiri*<sup>27</sup>, mówiąca o rozprzestrzenianiu wiecznej marzłoci w południowej części Zabajkalia i w Olekmo–Witimskim okręgu górniczym, napisana na podstawie obserwacji własnych tego autora w kopalniach złota i rudy. Sam W.A. Obruczew w odczycie o badaniach prowadzonych również w Olekmo - Witimskim okręgu podał niektóre dane o rozprzestrzenianiu się tam wiecznej marzłoci, omówił znaczenie tego zjawiska dla prac górniczych i podkreślił konieczność prowadzenia dalszych systematycznych obserwacji<sup>28</sup>. Do badań nad wieczną marzłocią wniósł również wkład Karol

Bohdanowicz publikując w 1894 r mapę formacji geologicznych, na której przedstawił w oparciu o zebrany przez środkowo syberyjską grupę górniczą materiał faktograficzny występowania wiecznej marzłoci, z uwzględnieniem historii jej rozwoju na poszczególnych obszarach Syberii podczas czwartorzędu<sup>29</sup>.

Praca S. Zalesskiego z 1894 r.<sup>30</sup> (*K woprosu o mierzłoj poczwie i liedianych słojach w Sibiri*) omawia przyczyny i warunki istnienia warstw wiecznie zmarzłych przytaczając prace Middendorfa, Bera, Łopatina, Jaczewskiego, Koźmina, Tolla<sup>31</sup>. Wskazuje ona miejsca występowania wiecznej marzłoci, oraz sugeruje przesunięcie południowej granicy jej występowania dalej na południe od wykreślonej przez Jaczewskiego nazywanej tutaj „linią Jaczewskiego”. Ponadto S. Zalesski w pracy z następnego roku<sup>32</sup>, również nawiązuje do prac autorów wymienionych wyżej, a zwłaszcza do ich obserwacji na obszarach złotonośnych. Stwierdza nieprecyzyjność terminu „wieczna marzłość” i konieczność badania jej metodami wiertniczymi. Podaje informacje o występowaniu przewarstwień lodu w zmarzłym gruncie oraz w szczelinach gruntu rozerwanych podczas mrozów zimowych i o wpływie marzłoci na pojawiające się strumienie podziemnych wód. Píše także o konieczności utworzenia stacji geotermicznych. Opisuje również swoje obserwacje geotermiczne, poczynione na głębokościach 160 m w ilińskiej kopalni i obserwacje lodu u wylotu podziemnych wyrobisk.

Jaczewski w dalszej swojej działalności naukowej nie porzucił badań związanych z problemami wiecznej marzłoci. W roku 1894 ukazały się cztery jego prace: dwie dotyczą obserwacji geotermicznych, prowadzonych przez niego na Kanale Ob–Jenisej, w Północno Jenisejskim Okręgu Złotonośnym, na rzece Bolszój Kiemczug w rejnje Krasnojarska<sup>33</sup>. W pierwszej z nich píše: „W ślad za moją pracą – *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* (1889) – pojawiły się nowe dane potwierdzające fakt, że zmarzły grunt przedstawia złożoną funkcję całego szeregu czynników trudnych do uchwycenia. Stwierdzenie to poprzez można jeszcze obserwacjami przeprowadzonymi przeze mnie na Syberii w latach 1891–1893.”<sup>34</sup>. W drugiej pracy drogą ilościowych danych wykazuje on, że w przypowierzchniowych warstwach gruntu zmiany temperatury pozostają w takim samym ścisłym związku z właściwościami minerałów, jak i na znacznych jego głębokościach. Opisał ponadto obserwacje przeprowadzone w celu objaśnienia tworzenia się pierścieni lodowych w studniach, które potwierdziły wcześniejsze objaśnienia tego zjawiska. Ponadto dokonał wielu obserwacji dla określania zależności zmian temperatury gruntu od rzeźby terenu, przy czym stwierdził, że zamarzanie ziemi w dolinach przebiega głębiej, niż w miejscach wysokich. Na koniec wskazał na kłopoty, pojawiające się przy głębokim zamarzaniu, podczas budowy wodociągów na odcinku kolei środkowo syberyjskiej.

Dwie następne prace Jaczewskiego dotyczyły problemów zamarzania i odmrażania rzek oraz zjawisk kształtowania wałów brzegowych na Jeniseju, Angarze, Podkamiennej Tungusce w czasie ruszania lodów<sup>35</sup>. W drugiej z tych prac

(*K woprosu o wskrytii i zamierzanii wody*) zamieścił dane o tajaniu i zamarzaniu rzek zebrane z lat 1865–1892 i zestawione w formie tabeli.

W 1895 r. Wojejkow podał wiadomości o istnieniu wiecznej marzłoci w Zabajkalu i o geotermicznych obserwacjach w Syberii<sup>36</sup>, streszczając obserwacje Jaczewskiego poczynione w rejonie kanału Ob–Jenisej, w północnej tajdze jenisejskiej oraz w rejonie Krasnojarska, opublikowane w cytowanych powyżej pracach Jaczewskiego<sup>37</sup> i tym samym włączając te prace do międzynarodowego obiegu. Szkoda tylko, że nazwisko Jaczewskiego było błędnie podawane – Jaczeski.

Z tego samego roku pochodzi odczyt M. Siergiejewa o pracach badawczych prowadzonych przez niego w Zabajkalu, mających na celu wyjaśnienie warunków zaopatrzenia w wodę stacji kolejowych. W odczycie tym przytoczył wiele danych mówiących o głębokości zalegania i grubości wiecznej marzłoci zaobserwowanej w odsłonięciach gruntu. Wskazywał na obecność warstw odtajających i oblodzeń oraz omawiał przeprowadzane przez siebie doświadczenia z butelkami napelnionymi wodą, zakopanymi na różnej głębokości dla określenia stopnia przemarzania gruntu<sup>38</sup>.

W tym okresie pojawia się również problem pochodzenia lodów kopalnych. A.V. Bungie w 1902 r. opublikował artykuł dotyczący tego zagadnienia<sup>39</sup>, w którym wyrażał pogląd, że lód ten tworzy się z wody zamarzającej wiosną w szczelinach zmarzłej ziemi, a nie jest pozostałością ostatniego zlodowacenia, jak błędnie przypuszcza E. Toll<sup>40</sup>. Bungie ponadto wyjaśniał dokładnie proces zamarzania wody i stopniowego rozszerzania się mas lodu, wychodząc z założenia, że grunt jest masą pierwotną a lód wtórny. Wyrażał opinię, że w Północnej Syberii nie ma żadnych śladów okresu zlodowacenia. Na takim samym stanowisku stał także Tołmaczew opisujący lody kopalne z rzeki Bieriezowki<sup>41</sup>.

W roku 1904 ukazała się kolejna praca Jaczewskiego *O tworzeniu się lodu rzecznoego i jego wpływie na rzeźbę brzegów rzek*<sup>42</sup>. Omówił w niej tworzenie się lodu dennego i jego wpływ na rzeźbę linii brzegowej, przytoczył wyniki nowych obserwacji i badań, zajął się też fizycznymi prawami tworzenia się takiego lodu, oraz opisał doświadczenia przeprowadzone na lodzie dennym. Opisując swoje obserwacje przeprowadzone na rzece Angarze, Ingodzie, Tomie, Jeniseju i Newie, wykazał mechaniczną pracę lodu podczas wiosennych roztopów oraz zilustrował tekst profilami i zdjęciami wałów brzegowych i mostowych. O tej pracy i jej kontynuacjach wspomina Wójcik w cytowanej już pozycji<sup>43</sup>.

Miejsce i rolę tych prac unaocznia ich znaczenie nie tylko poznawcze, lecz także praktyczne; stanowiły one bowiem zagrożenie dla zbiorników wodnych, o czym pisał Czernyszew we *Wspomnieniu pośmiertnym*<sup>44</sup>. Znaczenie to potwierdzają również wyniki zainteresowań tym problemem innych badaczy.

Z kolei w objaśnieniach A.P. Gierasimowa do mapy geologicznej basenu rzeki Waczy (1904, 1907, 1910) i Obruczewa (1907, 1910 i 1914) do mapy basenu rzeki Bodajbo znaleźć można dużo wiadomości dotyczących występowania wiecznej

marzłoci na przemian z odtajalymi warstwami, oraz o obecności płatów lodu kopalnego w przekrojach warstw i szybach kopalń złota<sup>45</sup>.

Podobne informacje znaleźć można również w objaśnieniach do map geologicznych Rejonu Zejskiego i Selemżyńskiego wykonanych przez Anerta, Chłaponia, Iwanowa, Jaworowskiego i Rippasa<sup>46</sup>.

W 1912 r. ukazała się monografia wiecznej marzłoci autorstwa N.S. Bogdanowa, zawierająca historię badań, podział marzłoci (na: „lód kamienny”, „oblodzenia” i „zmarzły grunt”), próbę określenia grubości wiecznej marzłoci, oraz pionowy zasięg jej występowania. W pracy tej, powołując się na wyniki badań Jaczewskiego, zamieszczono przedruk jego mapy przebiegu południowej granicy wiecznej marzłoci (s. 29), na końcu zaś w spisie literatury (158 pozycji) również tytuł jego pracy *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* (1889), oraz program i instrukcję do obserwacji wiecznej marzłoci. W dalszej części pracy autor ten przedstawił problemy związane z pracami budowlanymi i hydrotechnicznymi, a zwłaszcza z zaopatrzeniem w wodę, napotykanym w obrębie wiecznej marzłoci. Szczególnie zaś zajął się rozważaniami dotyczącymi zaopatrzenia w wodę tras kolei amurskiej i zabajkalskiej<sup>47</sup>.

W roku następnym A.J. Abolin<sup>48</sup> opublikował artykuł *Stała marzłość gruntu i kopalny lód kamienny*, omawiając w nim zarówno dawne (zaczynając od Gmelina i Messerschmidta) jak i współczesne poglądy na genezę tych zjawisk i ich skutki. W publikacji tej (od strony 28) autor powołując się na cytowane powyżej artykuły Jaczewskiego, systematycznie cytuje wyniki jego obserwacji i uznaje w pełni słuszność jego poglądów.

W wydanej również w 1913 r. książce A.W. Wozniesińskiego i W.B. Szostakowicza o klimacie Wschodniej Syberii zamieszczono 145 miejsc występowania wiecznej marzłoci, wiele stron poświęcono także głębokości zalegania, grubości, temperaturze. Książce tej towarzyszy atlas zawierający 43 mapy<sup>49</sup>. Niestety autorzy nie powołują się na publikacje L.Jaczewskiego.

Duży wkład w opracowanie teorii i metod badań wiecznej marzłoci wnieśli A.A. Arseniew, D.W. Domraczew A.W. Lwow i inni prowadzący badania na trasie Bajkalskiej i Amurskiej Kolei Żelaznej. Takim przykładem może być odczyt A.W. Lwowa o jego poszukiwaniach geologicznych w zachodniej części Amurskiej Kolei Żelaznej opublikowany w 1913 r. W rozdziale VIII pt. *Wiecznaja mierzłota* autor ten wielokrotnie powoływał się na prace Jaczewskiego, przyjmując i powtarzając jego poglądy i stwierdzenia (s. 211–239)<sup>50</sup>.

W roku 1914 ukazał się artykuł A.I. Wojekjowa o marzłoci i reżimie rzek Wschodniej Syberii, napisany na podstawie danych W.B. Szostakowicza (przyp. 43) wraz z jego mapką rozprzestrzeniania się wiecznej marzłoci<sup>51</sup>. W pracy tej autor także nie pomijał osiągnięć Jaczewskiego, pisząc m.in. „W 1889 pojawił się artykuł L.A. Jaczewskiego [...] z mapą marzłoci. Mapa ta podawała całkowicie inne dane, niż były uznawane przed badaniami problemu; między innymi pokazywała, że granica wiecznej marzłoci przebiega bardziej na południe we Wschodniej

Syberii niż w Zachodniej, co Jaczewski prawidłowo objaśniał tym, że w tej ostatniej brak jest pokrywy śnieżnej, lub jest jej bardzo mało i w związku z tym marzłocę może wnikać do dużych głębokości i spotykana być może przy wysokiej temperaturze. Budowa Zabajkalskiej i Amurskiej Kolei Żelaznej poznaniu wiecznej marzłoci nadała jeszcze większe znaczenie i w ostatnim czasie zebrano cały szereg nowych danych dotyczących tego tematu. Mapa Szostakowicza zestawiona jest z wielką dokładnością [...]. To ostatnie wydanie mapy niewiele zmieniło od czasu pojawienia się mapy Jaczewskiego, ale jednak w nowej mapie znajduje się wiele nowych danych bardzo interesujących i zmieniających do pewnego stopnia zarys granicy.”<sup>52</sup> (s. 90).

Z kolei sam Szostakowicz opublikował w czasopiśmie „Priroda” w 1916 roku artykuł, który w sposób przystępny, adresowany do szerszej publiczności wyjaśniał zjawisko wiecznej marzłoci i problemy z nią związane<sup>53</sup>. W tym popularno-naukowym przeglądzie nawiązuje do Middendorfa i Wilda, ale pomija jemu bliższych, w tym i prace Jaczewskiego pisząc jedynie: „w poznaniu wiecznej marzłoci pojawia się naturalnie problem jej geograficznego położenia.”<sup>54</sup>. Jest to jednak tylko artykuł popularno-naukowy opublikowany w 27 lat po pierwszej pracy Jaczewskiego, priorytetowej w ówczesnym stanie badań wiecznej marzłoci.

Powyższy przegląd najważniejszych prac na temat wiecznej marzłoci z lat 1889–1916 pozwala wnioskować, że osiągnięcia naukowe L. Jaczewskiego były oceniane przez współczesnych mu uczonych wysoce pozytywnie. W żadnej publikacji na ten temat nie zostały zgłoszone w stosunku do obserwacji i też jakiegokolwiek zastrzeżenia, a pominięcie ich w pracach na temat wiecznej marzłoci było wówczas zjawiskiem wyjątkowym.

Można więc obecnie stwierdzić, że wyniki prac Jaczewskiego powstałe w warunkach terenowej działalności instytucjonalnej były akceptowane przez jemu współczesnych i stały się później punktem wyjścia dla dalszych dociekań<sup>55</sup>.

Współcześni wybitni uczeni Kudriawcew i Dostowałow w podręczniku do nauki o wiecznej marzłoci dla studentów kierunku geologicznego tak piszą w 1967 r. o tym badaczu: „duży wkład w rozwój nauki o wiecznej marzłoci wniósł Leonard Jaczewski. W swoim referacie *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* [...] mówił on o praktycznym znaczeniu badania zmarzłych gruntów podczas budowy dróg kolejowych i o konieczności rozwoju teoretycznych prac w tej dziedzinie. Wskazał on na znaczenie dla rozwoju wieloletniozmarzłych gruntów ujemnej temperatury powietrza, grubości pokrywy śnieżnej, budowy geologicznej obszaru, składu i pojemności cieplnej minerałów, ich wilgotności, zachodzących w nich procesów geochemicznych, a także ekspozycji stoków ...”<sup>56</sup>.

Ten okres planowych badań wiecznej marzłoci, w którym brał udział Jaczewski, stanowił podstawę w tworzeniu się w Rosji nowej dyscypliny naukowej – *marzłotowiedienija* (marzłotoznawstwa – nauki o wiecznej marzłoci)<sup>57</sup>.



### Powstanie i rozwój marżłotoznawstwa w Rosji

Po I wojnie światowej, a zwłaszcza, w latach 1925–1930, w warunkach szybkiego rozwoju badań nad wieczną marżłotą i kształtowania ich w odrębną dyscyplinę, włączone zostały obserwacje wiecznej marżłoty do programów badawczych stacji doświadczalnych utworzonych na wschodzie i północy ZSRR w celu określania warunków budownictwa – a zwłaszcza budowy dróg na tych obszarach jej występowania. W leningradzkim Instytucie Projektowania Fabryk Metalurgicznych utworzono grupę zajmującą się organizacją badań wiecznej marżłoty. W skład tej grupy wchodził m.in. uznawany w ZSRR za twórcę podstaw nauki o wiecznej marżłocie M.I. Sumgin. Uczni kontynuowali badania nad procesami zamarzania i tajania gruntów i ich deformacji, szczególną uwagę zwracając na skład i strukturalno - teksturalne właściwości zmarżłych warstw, wykorzystując metody litologii i gruntoznawstwa. Wielu badaczy zwracało uwagę, że obok przyczyn klimatycznych wywołujących deformacje gruntów, istotnym czynnikiem jest szczególna właściwość zmarżłych warstw, spowodowana ich specyficzną budową, na co już w 1889 r. zwrócił uwagę Jaczewski. W związku z tym i potrzebami budowniczych, w obrębie nauki o gruntach pojawił się nowy kierunek: gruntoznawstwo drogowe z problemami mechaniki zmarżłych gruntów<sup>58</sup>.

Rozszerzenie i zwiększenie prac terenowych pozwoliło Sumginowi wykreślić nową południową granicę rozprzestrzeniania wiecznej marżłoty i opracować mapę rejonizacji okręgów wiecznej marżłoty gruntu na głębokości 10–15 m.

Według Sumgina południowa granica - niewiele odbiegająca od wyznaczonej przez Jaczewskiego przebiegała od Morza Białego, nieco dalej na północ od Mezeny, przecina Peczorę koło sioła Rostwinskogo, potem przechodzi grzbiet uralski, przecina rzekę Ob 70 km. na południe od Berezowa, dalej biegnie na wschód krzywą łańcuchową z wypukłością na południe od Jeniseja, przecina go nieco na południe od Turuchańska, następnie ostro skręcając wzdłuż prawego brzegu Jeniseja na południe, gdzie przechodzi przez granicę ZSRR na zachód od jeziora Kosogoł. Powraca ponownie na zachód od Błagowieszczkańska, kieruje się na północny wschód do ujścia Selemdży, powraca łukiem na wschód i opuszcza się na południe na zachodnie brzegi Małego Chingana i przechodząc przez Amur wychodzi z granic ZSRR, wchodząc ponownie już na wschodzie Małego Chingana, przebiega dalej ku północnemu wschodowi, przechodzi nieco na północ od jeziora Ewron i powraca na wschodnio południowy wschód, przechodzi na prawy brzeg Amuru koło jeziora Kizi i opiera się o Cieśninę Tatarską. W dalszym ciągu było brak wiadomości o występowaniu wiecznej marżłoty na Sachalinie. Na Kamczatce Sumgin poprowadził granicę warunkowo, dzieląc ten półwysep z południowego zachodu na południowy wschód<sup>59</sup>. Jeszcze w latach dwudziestych M.I. Sumgin przedstawił prezydium AN ZSRR wniosek o konieczności badań specyficznych warunków rejonów, objętych marżłotą, dla potrzeb dynamicznie rozwijającego się budownictwa na północy i południowym wschodzie Związku Radzieckiego. W związku z tym w 1930 r. z inicjatywy W.I. Wiernadskiego, W.A.

Obruczewa i M.I. Sumgina utworzono Komisję Do Badani Wiecznej Marzłoci przy Prezydium AN ZSRR, którą w 1936 r. przemianowano na Komitet Do Badań Wiecznej Marzłoci, a w 1939 r. na bazie tego Komitetu utworzono pierwszy w świecie Instytut Nauki o Wiecznej Marzłoci, którym kierowali W.A. Obruczew i M.I. Sumgin<sup>60</sup>.

W końcu lat trzydziestych opracowano zasady i metody kartowania wiecznej marzłoci w poszczególnych regionach. W 1941 r. N.J. Tołstichin określił właściwości i sposoby rozprzestrzeniania się wód podziemnych w zamarzłej strefie litosfery i opracował ich klasyfikację<sup>61</sup>. N.A. Cytowicz, W.K. Janowski i inni opracowali metody badań składu i właściwości zamrożonych warstw, określili zależności deformacji warstw od ich budowy, temperatury i zlodowacenia. W tym samym czasie I.J. Baranow, W.F. Tumiel i W.K. Janowski wyróżnili na mapach skład zamrożonych warstw oraz inne czynniki wpływające na ich przemarzanie<sup>62</sup>.

W 1946 r. W.F. Tumiel opublikował nową mapę rejonów rozprzestrzenienia wiecznej marzłoci (il. 4) z podaniem jej grubości i oznaczeniem temperatury na głębokości 10 m<sup>63</sup>.

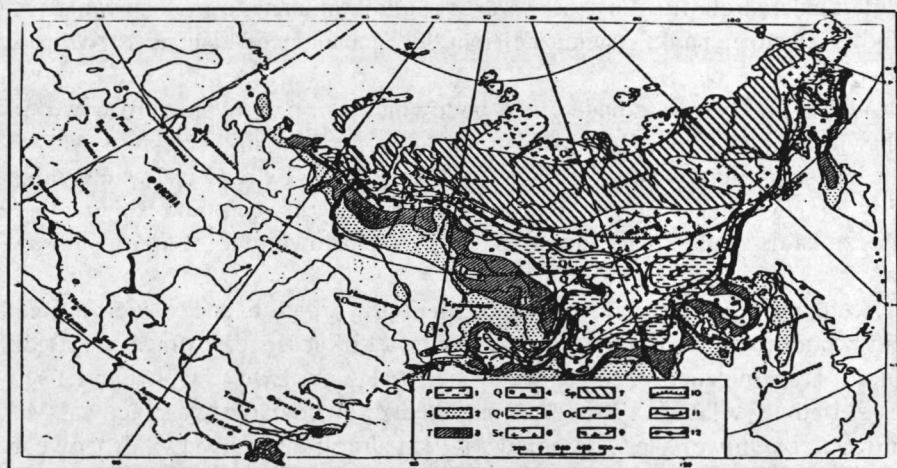


Рис. 1. Карта области распространения вечной мерзлоты в СССР (В. Ф. Тумель, 1946 г.): 1 — районы без вечной мерзлоты среди территории с вечной мерзлотой; 2 — районы отдельных островов вечнотермальной толщи не свыше 15 м мощностью; 3 — районы широкого распространения вечнотермальной толщи не свыше 35 м мощностью; 4 — районы вечнотермальной толщи максимальной мощностью до 60 м; 5 — то же до 120 м; 6 — то же до 250 м; 7 — то же до 500 м; 8 — то же более 500 м; 9 — северная граница районов с температурами на глубине 10 м не ниже  $-10^{\circ}$ ; 10 — то же не ниже  $-5^{\circ}$ ; 11 — то же не ниже  $-3^{\circ}$ ; 12 — то же не ниже  $-1^{\circ}$ .

4. Mapa rejonu występowania wiecznej marzłoci opracowana w 1946 roku przez W. F. Tumiel, zamieszczona w: B. N. Dostowałow, W. A. Kudriawcew, *Obszczee mierzłotowidienije*, Moskwa 1967.

W latach czterdziestych i pięćdziesiątych na podstawie badań Zachodniej Syberii A.I. Popow opracował kriolitologiczną klasyfikację zamrożonych warstw i opracował metodę „zmarzło-facjalnej analizy”<sup>64</sup>, którą następnie zajmował się E.G. Katasonow<sup>65</sup>. Również w latach pięćdziesiątych opracowano teorię

i metody kartografowania obszaru wiecznej marzłoci. Do jej badania zaczęto stosować nowe metody badań: geofizyczne, geologiczne i matematyczne, dzięki którym nastąpiło rozróżnienie mechanicznych i termofizycznych właściwości zamrzniętych warstw. W tych latach rozwój nauki o wiecznej marzłoci postępował w sześciu kierunkach: „termofizycznym”, „geologiczno-petrograficznym”, „regionalnym”, „gruntoznawczym (ogólnym)”, „inżynieryjnym” i „metodyki badań marzłoci”<sup>66</sup>.

W latach 60–70-tych rozróżnić zaczęto dwa typy zamrzniętych warstw: warstwy syngenetyczne – zamarzające jednocześnie z ich tworzeniem i epigenetyczne – zamrznięte po ich powstaniu<sup>67</sup>. Rezultaty tych badań przedstawiono na Międzynarodowej Konferencji poświęconej nauce o wiecznej marzłoci, która odbyła się w 1968 r. w Kanadzie<sup>68</sup>.

Do rozwoju tej nauki doszły w tym okresie dalsze kierunki poznania: „geofizyczne”, badające zastosowanie metod elektrometrii, grawimetrii, radiometrii, ultradźwięków i inn. do badań sezonowo i wieloletnio zamrzniętych warstw; „agrobiologiczne”, badające ekologiczne warunki rozwoju żywych organizmów w obszarze wiecznej marzłoci, zgodności wzajemnego oddziaływania biosfery z zamrzniętą strefą litosfery, oraz warunki agronomicznego zastosowania tych terenów; „historii nauki o wiecznej marzłoci”, badającej historię rozwoju tej dyscypliny<sup>69</sup>.

Zadania praktyczne stojące przed budownictwem przemysłowym w warunkach wiecznej marzłoci i głębokiego sezonowego odtajania warstw stwarzały konieczność przygotowania specjalistów, którzy mogli by rozwiązywać wynikające w tej dziedzinie problemy teoretyczne i praktyczne, co podkreślają autorzy podręcznika do nauki o wiecznej marzłoci B.N. Dostowałow i W. A. Kudriawcew<sup>70</sup>.

Ośrodkami zajmującymi się kształceniem przyszłych badaczy wiecznej marzłoci w początkowym okresie były: Uniwersytet Irkucki, gdzie pracami Katedry Geologii Dynamicznej w l. 1918–1928 kierował A.W. Lwow; Uniwersytet Moskiewski gdzie w latach 1925–1930 na katedrze gleboznawstwa pracował M.J. Fiłatow, oraz Uniwersytet Leningradzki z katedrą gruntoznawstwa drogowego, gdzie w 1930 r. rozpoczęto wykłady z „Gruntoznawstwa” i „Marzłotoznawstwa”. Zajęcia te prowadzili W.W. Ochotin, M.J. Sumgin, N.A. Cytowicz. Sumgin był ponadto autorem pierwszych podręczników do nauki o wiecznej marzłoci: wydanego w 1927 r. pt. *Wiecznaja mierzłota poczwy w przedielach SSSR* (Drugie wydanie – 1937 r.) i wydanego w 1931 r. *Kratkij kurs doroznoj geofiziki*. Prace te wyrażały nowy kierunek w badaniach wiecznej marzłoci, do których stosowano wszystkie dostępne metody używane w naukach geologicznych np. termofizyki, geotermiki, geomorfologii, geologii czwartorzędu, dzięki którym można było klasyfikować zjawiska i procesy zachodzące w obrębie wiecznej marzłoci i rozwiązywać problemy deformacji i trwałości budownictwa<sup>71</sup>.

Drugim ważnym kierunkiem w badaniach nad problemami wiecznej marzłoci była fizyka i mechanika zmarzłych gruntów. Na Uniwersytecie Moskiewskim i Leningradzkim wykłady na ten temat prowadzili Sumgin i W.F. Tumieli. Cytowicz wykładał mechanikę zmarzłych gruntów w Leningradzkim Instytucie Inżynierji - Budowlanym. W 1937 r. wyszła praca Sumgina i Cytowicza *Osnowanija mechaniki marzłych gruntow*, a w 1940 pod kierunkiem Sumgina praca zbiorowa *Obszczeje mierzłotowiedienije*, będąca podręcznikiem dla szkół wyższych i nie mająca – jak pisze Mielnikowa<sup>72</sup> – do obecnej chwili równej sobie w światowej literaturze.

Od 1934 r. na Uniwersytecie Moskiewskim w celu przybliżenia problemów wiecznej marzłoci, na kierunku Gruntoznawstwo prowadzone były wykłady *Uczeniije o gruntach w marzłom sostojanii* według programu A.E. Fiedosowa [w czasie wojny wykładowcami byli S.S. Morozow (1942–1943) i N.J. Bykowski (1943–1948)].

W Tomskim Instytucie Politechnicznym wykładano *Izbrannyje gławy obszcze-go mierzłotowiedienija* z elementami mechaniki zamrażniętych gruntów (A.W. Lwow).

W latach czterdziestych, w Uniwersytecie Moskiewskim na kierunku Gruntoznawstwo rozpoczęto wykłady z ogólnej nauki o wiecznej marzłoci, wykładowcą został N.F. Połtiew. Wykład ten był uznany przez Ministerstwo Oświaty jako typowy dla kierunku Gruntoznawstwo wydziałów geologicznych uniwersytetów radzieckich. Po utworzeniu w 1951 r. kierunku „Hydrogeologia i geologia inżynierska” przedmiot ten został znacznie rozbudowany i w takiej formie wykładany do lat obecnych<sup>73</sup>.

W 1953 r. na Uniwersytecie Moskiewskim na wydziale geologicznym utworzono nową katedrę – pierwszą na świecie Katedrę Marzłotoznawstwa. Było to spowodowane wzrostem zapotrzebowania na kadrę specjalistów geologów – marzłotoznawców. Podstawowym zaś zadaniem marzłotoznawstwa było – jak piszą B.N. Dostowałow i W.A. Kudriawcew – poznanie zamrażniętych warstw i wyjaśnienie ich powstania i rozprzestrzeniania. Dlatego ogólne marzłotoznawstwo, mające za przedmiot swoich badań zamrażnięte warstwy skał, jest w swojej podstawie nauką geologiczną, rozwijającą się w oparciu o inne nauki geologiczne i badające pochodzenie, skład, właściwości, budowę i rozprzestrzenienie zamrażniętych warstw w związku z zachodzącymi w nich geologicznymi, geofizycznymi, geochemicznymi i biologicznymi procesami<sup>74</sup>. Takie podejście stanowi prostą kontynuację poglądów L. Jaczewskiego wypowiedzianych przed pół wiekiem.

Wykładowcami tej katedry byli pracownicy tego wydziału i Instytutu Nauki o Wiecznej Marzłoci Akademii Nauk ZSRR. Kierownikiem tej katedry został W.A. Kudriawcew, profesorami B.N. Dostowałow i W.A. Sawieliejew.

Plan nauczania realizowany w tej katedrze obejmował przedmioty ogólne takie jak: matematyka, fizyka, chemia, chemia fizyczna i koloidalna, statystyka matematyczna i matematyka stosowana; podstawowe przedmioty geologiczne, z jednej

strony: geochemia, krystalografia, mineralogia, petrografia, z drugiej zaś geofizyka, geologia ogólna, geomorfologia, geologia czwartorzędu, geologia historyczna, geotektonika, kartowanie geologiczne, geologia ZSRR i przedmioty specjalistyczne: hydrogeologia, geologia inżynierska, marżłotoznawstwo.

Z dziedziny nauki o wiecznej marżłoci na tej katedrze prowadzone były następujące wykłady *Wykład specjalny ogólnego marżłotoznawstwa* (wykładany przez W.A. Kudriawcewa), *Fizyka i mechanika zmarzniętych gruntów* (W.A. Sawieliejew), *Metodyka badań marżłotoznawczych, termofizyczne podstawy marżłotoznawstwa i modelowanie procesów zamarzania na maszynach matematycznych i analogowych* (W.A. Kudriawcew), *Geofizyczne badania warstw wiecznej marżłoci* (B.N. Dostowałow), *Inżynierskie marżłotoznawstwo* (S.S. Wiałow), *Wieczna marżłość w ZSRR i wody podziemne obszarów wiecznej marżłoci*. Ostatni z wykładów obejmował historię powstania tej dyscypliny, teorię i metody badań zmarzłej strefy litosfery, jej rozwój pod wpływem działalności gospodarczej człowieka.

Dzięki tak skonstruowanemu planowi naukowemu katedra miała możliwość wszechstronego kształcenia specjalistów. Jak piszą Kudriawcew i Mielnikowa<sup>75</sup> „Specjaliści z dziedziny nauki o „wiecznej marżłoci” pracują stale razem z hydrogeologami, inżynierami geologami, często jako prowadzący inżynierowie–geologowie [...], nauka o wiecznej marżłoci wychodzi poza ramy geologiczno-geograficznych nauk i stoi w rzędzie nauk czysto geologicznych, utrzymując związki ze wszystkimi przyrodniczymi naukami. Zespół dyscyplin z dziedziny nauki o wiecznej marżłoci zapewnia absolwentom znakomite przygotowanie teoretyczne i dobre opanowanie metod prac terenowych i laboratoryjnych.”

Rola tej katedry wzrosła jeszcze w połowie lat pięćdziesiątych, kiedy to po reorganizacji Instytutu Nauki o Wiecznej Marżłoci AN ZSRR na katedrę przeszły nowe kadry specjalistów i utworzono bazę laboratoryjną. Katedra została naukowym centrum do badań nad geokriologią<sup>76</sup> Ziemi.

W latach 50–60-tych teoretycznymi podstawami w marżłotoznawstwie były genetyczne klasyfikacje poznawanych obiektów, procesów i zjawisk, które pozwalały na planowanie i prognozowanie rozwoju badań w obrębie wiecznej marżłoci. W nauce tej korzysta się z klasyfikacji podziemnych wód, obszarów odtajających, kriogenetycznych procesów i zjawisk. Do lat 50 nie podlegały klasyfikacji same zamrażnięte warstwy jako formacje geologiczne. Nie prowadzono wyraźnego podziału między wieloletnimi warstwami zamrażniętymi, a warstwami zamrażniętymi pochodzenia czwartorzędowego. Tymi zagadnieniami zajęto się w Katedrze Marżłotoznawstwa. Na podstawie 20-letnich badań pracownicy katedry opracowali zasady klasyfikacji warstw objętych wieczną marżłością (m.inn W.A.Kudriawcew, B.N. Dostowałow, N.F. Połtiew).

W końcu lat 60-tych w Katedrze Marżłotoznawstwa rozpoczęto prace nad zestawieniem małoskalowych map hydrogeologicznych uwzględniających zasady geokriologicznej rejonizacji. Do 1970 r. pracownicy tej katedry i innych

katedr Uniwersytetu Moskiewskiego opracowali metodę kompleksowego hydrogeologicznego i inżynierjno-hydrogeologicznego kartowania w skali 1:200 000 i 1:500 000 w tym również obszarów objętych wieczną marzłocią.

W roku 1971 opracowano zasady strukturalno - hydrogeologicznej rejonizacji obszaru zamrożonej strefy<sup>77</sup>.

Uniwersytet Moskiewski przygotowuje również specjalistów w dziedzinie marzłotoznawstwa w Katedrze Krain Polarnych wydziału geograficznego. Przygotowywanie specjalistów z dziedziny nauki o wiecznej marzłoci profilu geograficznego rozpoczęło się w r. szkolnym 1945/46. Wykłady z „Marzłotoznawstwa” prowadził uczeń M.J. Sumgina – S.P. Kaczurin. W latach pięćdziesiątych kiedy to w nauce radzieckiej tworzy się nowy kierunek – kriolitologia, powstała na styku dwóch dyscyplin litologii i marzłoznawstwa, do planu naukowego tej Katedry weszły nowe zajęcia z zakresu geologii i geomorfologii Syberii z elementami kriolitologii (wykłady te prowadził A.I. Popow) oraz metod kartowania marzłoci (W.F. Tumieli). Oprócz tego wykładano również takie przedmioty jak *Inżynierskie marzłotoznawstwo i glacjaologia*, *Ogólne i regionalne marzłotoznawstwo*, *Gruntoznawstwo i kriolitologia*. W 1967 r. powstała na tym wydziale Katedra Kriolitologii i Glaciologii, zajmująca się procesami kriogenezy, rozumianej jako połączenie procesów geologicznych, hydrogeologicznych, litologicznych i kriogenetycznych prowadzących do tworzenia się wieloletnio zmarzłych warstw. Oracowuje się tam metody badań kriogenetycznej budowy zmarzłych warstw i ich oceny z inżyniersko geologicznego punktu widzenia. Oprócz wykładów z nauki o wiecznej marzłoci na tym wydziale prowadzone są zajęcia z fizyki i mechaniki zmarzłych gruntów, z krajobrazów (łandszafty) północnych i wysokogórskich terytoriów, termofizyki, najmłodszych warstw rejonów polarnych, metodyki geokriologicznych i glaciologicznych badań. Wykładami podkreślającymi geograficzny profil kształcenia są: geografia ekonomiczna radzieckiej i zagranicznej północy, geografia inżynierska. W 1973 r. do planu nauczania tej Katedry dodano jeszcze dwa wykłady: procesy geomorfologiczne w północnych i wysokogórskich rejonach ZSSR i *Wewnętrzna wymiana energii i masy w lodowcach*<sup>78</sup>.

Z przeglądu problematyki wiecznej marzłoci w ostatnim półwieczu widać jak szybko i daleko rozwinęła się nowa dyscyplina nauki – marzłotoznawstwo, której fundamenty opierają się na osiągnięciach między innymi, a może nawet przede wszystkim L. Jaczewskiego i jemu współczesnych, bez których trudno sobie wyobrazić tak szybkie dojscie do obecnego stanu tej dyscypliny.

## PRZYPISY

- <sup>1</sup> M. Książkiewicz, *Geologia dynamiczna*, Warszawa 1979, s. 38–39.
- <sup>2</sup> B. N. Dostowałow, W. A. Kudriawcew *Obszczeje mierzłotowiedienije*, Moskwa 1967 s. 8.
- <sup>3</sup> Tamże.
- <sup>4</sup> „Dopońnienija k Aktam Istoriceskim, sobrannyje i izdannyje Archeograficeskoj komissiej”, XI, 1869, s. 200.
- <sup>5</sup> *Obszczeje mierzłotowiedienije Moskwa*, Leningrad 1940 s. 36.
- <sup>6</sup> B. N. Dostowałow, W. A. Kudriawcew op. cit., (przyp. 2), s. 9.
- <sup>7</sup> *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* „Izwestia Wostoczno Sibirskogo Otdielienija Imperatorskogo Russkogo Geograficeskogo Obszczestwa” 1889 t.25, s.341.
- <sup>8</sup> Alexander Theodor Middendorf (1815–1895) przyrodnik i podróżnik niemiecki, profesor zoologii na Uniwersytecie w Kijowie, członek Rosyjskiej Akademii Nauk. Podczas swojej podróży naukowej zwiedził wybrzeża Morza Ochockiego i rzeki Amur. Wyniki tej podróży opublikował w *Reise in den aussersten Norden und Osten Sibiriens* 4 t., Petersburg 1847–1857.
- <sup>9</sup> *Obszczeje mierzłotowiedienije...* (przyp. 5), s. 37.
- <sup>10</sup> I.Ł. Kleopow, *Geologiczeskij Komitet 1882–1829*, Moskwa 1964, s. 35.
- <sup>11</sup> W.A. Kudriawcew, K.P. Mielnikowa, *Formirowanije mierzłotowiedienija w SSSR i priepodawanie etoj discipliny w Moskowskom uniwersitietie*. W: *Geologiczeskoje obrazowanije i istoria geologii*. Moskwa 1976, s.25.
- <sup>12</sup> *Obszczeje mierzłotowiedienije*, op.cit.(przyp. 5), s.313.
- <sup>13</sup> *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* „Izwestia Wostoczno Sibirskogo Otdielienija Imperatorskogo Russkogo Geograficeskogo Obszczestwa” 1889 t.25, s.341–355.
- <sup>14</sup> A.I. Wojekow tydzień wcześniej przed referatem Jaczewskiego wygłosił w Rosyjskim Towarzystwie Technicznym odczyt w którym przedstawił szczerpe dane o wiecznej marzłocii znajdującej wzdłuż linii kolejowych na Syberii, mówił o znaczeniu śnieżnych warstw dla istnienia tego zjawiska, oraz próbował określić jego znaczenie dla budownictwa i zaopatrzenia w wodę, (*O mierzłotie w Sibiri po liniach priedpołagajemych żeleznych dorog* „Żurnal Ministierstwa Putiej Soobsczenenija”, 13, 1889).
- <sup>15</sup> Jaczewski op. cit. (przyp. 7), s. 348.
- <sup>16</sup> Tamże.
- <sup>17</sup> Tamże, s. 349.
- <sup>18</sup> Z. Wójcik, *Badania Leonarda Jaczewskiego nad wieczną marzłocią i geotermiką w północnych obszarach Rosji [w:] Dzieje polskich, rosyjskich i radzieckich badań polarnych*, Wrocław 1982, s.530–532.
- <sup>19</sup> *Obszczeje mierzłotowiedienije*, op.cit.(przyp. 5), s.108.
- <sup>20</sup> Z. Wójcik, op. cit.(przyp.18) s. 529–530.
- <sup>21</sup> Wybitny polski geolog, późniejszy rektor AGH (od 1919r.) i dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego (od 1937 r.).
- <sup>22</sup> *Instrukcja dla izuczenija mierzłoty poczwyy w Sibiri* „Izwestia Russkogo Geograficeskogo Obszczestwa” t.31, 1895, piłożenije.
- <sup>23</sup> *Obszczeje mierzłotowiedienije*, op.cit.(przyp.5), s.41.
- <sup>24</sup> Tamże s.43.
- <sup>25</sup> W.A. Obruczew, *Istorija geologiczeskogo issliedowanija Sibiri*, t.4, 1937, s.539–46.
- <sup>26</sup> „Deutsche Rundschau f. Geographie und Statistik” 1891, XIII, H.11, s.510–511.
- <sup>27</sup> „Izwestia Wostoczno Sibirskogo Otdielienija Russkogo Geograficeskogo Obszczestwa” 1891–92, 22, nr.4–5, s.46–72.
- <sup>28</sup> *Geologiczeskoje issliedowanije Olekmo-Witimskoj gornoj strany i jeje zołotonosnych razsypiej w 1890 g.* Pried. odczet „Izwestia Wostoczno Sibirskogo Otdielienija Russkogo Geograficeskogo Obszczestwa”, 1891, 22, nr.2–3, s.24–97, 2 mapy, 1 tabl.

- <sup>29</sup> *Geologičeskaja karta czastiej Krasnojarskogo, Kanskogo, Aginskago okruga po matieriałam Sriednie Sibirskoj partii* [Bohdanowicz, Jaworowski, Jaczewski, Łycki] (...) 1894, jako dodatek do *Materiały po geologii i polieznym iskopajemym irkutojskiej guberni* K. Bohdanowicza S.Pb., 1896.
- <sup>30</sup> „Trudy Tomskiego Obszczestwa Jestestwoispytatieliej i Wraczej” 1894, 4, prot., s.61–63.
- <sup>31</sup> Tamże, s. 63.
- <sup>32</sup> *Po woprosu o mierzłoj poczwie* „Izwestia Russkogo Geograficzeskogo Obszczestwa”, 1895, wyp.2, pritożenije k żurnatogičezskomu zasiedaniju, s.207–211.
- <sup>33</sup> *Zamietka o geotermičeskich nabliudienijach w Sibiri*, „Zapiski Mineralogičeskogo Obszczestwa” 1894, 31, s.161–170; *Geotermičeskije nabliudienija, proizwiediennyje w Sibiri w 1894 g.* Tamże, protokoły, s.414–415.
- <sup>34</sup> Tamże, s.161.
- <sup>35</sup> *Jawlienija szlifowki i bieriegowyje wały w dolinie r. Jeniseja* „Trudy Tomskiego Obszczestwa Jestestwoispytatieliej i Wraczej” 1894, r.4–5, prot. s.46–47; *Fiziko-geograficzeskije zamietki*, Tamże, s.67–77.
- <sup>36</sup> *Zur Frage der Erstreckung des Eisbodens und geothermische Beobachtungen in Sibirien*, „Meteorologische Zeitschrift” 1895, H.6, 211–215.
- <sup>37</sup> *Zamietka o geotermičeskich nabliudienijach w Sibiri*, „Zapiski Mineralogičeskogo Obszczestwa”, 1894; *Geotermičeskije nabliudienija, proizwiediennyje w Sibiri w 1894 g.* 1894; *O wieczno mierzłoj poczwie w Sibiri* 1889.
- <sup>38</sup> *Issliedowanija po linii Zabajkalskogo uczastka sibirskoj żeleznoj dorogi dla wyjasnienija usłojij wodospabżenija buduszczich stancij*, „Geologičeskije issliedowanija Sibirskoj żeleznoj Dorogi”, 1897 wyp. 4, s. 59–83.
- <sup>39</sup> *Einige Worte zur Bodeneis-frage*, „Zapiski Mineralogičeskogo Obszczestwa” 1902, R. 40, wypusk 1, s. 203–229.
- <sup>40</sup> *Iskopajemyje ledniki Nowosibirskich ostrowow i ich otnoszenije k trupom mamontow i k lednikowomu pieriodu*, „Zapiski Russkogo Geograficzeskogo Obszczestwa po obszczestwiennoj geografii”, 1897 R.32, nr.1, s.139, 8 tabl.
- <sup>41</sup> *Poczwiennyj lied s r. Bierzowki (w S-W Sibiri)*, „Naucz. riez.eksp., snar. Ak Nauk dla raskopok mamonta najdienowo na r. Bierzowki w 1901 g.” 1903, t.1, s. 1–17, 3 tabl., S.Petersburg.
- <sup>42</sup> *K woprosu ob obrazowanii riecznogo lda i jego wlijanii na skulpturu bieriegow riek.* „Zołotonosnaja Oblast Sibiri, Enisejskij rajon” 1904, wyp. 5, s.53–128, 19 rys.
- <sup>43</sup> Z. Wójcik, op. cit. (s. 19), s.535.
- <sup>44</sup> „Izwestia Geologičeskogo Komiteta” 1916, t.35, nr.7, s.13.
- <sup>45</sup> A.P. Gierasimow *Geologičeskaja karta Lienskogo Zołotonosnogo Rajona. Opisanije lista II–6*, „Zołotonosnaja Oblast Sibirskogo Lienskogo rajona” 1904, 197 str, 20 rys.i map S. Petersburg; *Geologičeskaja karta... Opisanije lista III–6*, tamże 1907, 172 str., 12 rys. z tabl i mapy; *Geologičeskaja karta... Opisanije lista I–6/7*, tamże 1910, 91 str., 2 tabl i mapy geolog.; W.A. Obruczew *Geologičeskaja karta Lenskogo Zołotonosnogo Rajona. Opisanie listow IV–1 i 2* tamże 1907, s.279, 12 rys, 9 tabl i map geolog.; *Geologičeskaja karta... Opisanije listow V–1 i 2*, tamże 1910, s.294, 11 rys, 17 tabl. i map geolog.; W.A. Obruczew, A.P. Gierasimow, A.K. Miejsler, P.I Prieobrażenskij *Geologičeskaja karta... Opisanije listow IV–3 i V–3*, tamże 1914, s.311, 13 tablic i mapa.
- <sup>45</sup> E.E. Anert *Geologičeskaja karta Zejskogo Zołotonosnogo Rajona. Opisanie lista III–2* „Zołotonosnaja Oblast Sibiri. Amurskij Primorskij rajon” 1905, s. 282, z mapą geol.; A. Chłaponin *Geologičeskaja karta... Opisanie lista 0–4*, tamże 1908, s.50, z mapą geolog.; P.Rippas *Geologičeskaja karta... Opisanie lista II–1*, tamże 1910, s.241, z mapą geolog.; M.M. Iwanow *Geologičeskaja karta... Opisanie lista I–3*, tamże 1916, s.209, z mapą geol.; P.K. Jaworowski *Geologičeskaja karta... Opisanie lista I–2* „Geologičeskije issliedowanija w zołotonosnoj oblasti Sibiri” 1917, s.327, z mapą geol.



- <sup>47</sup> N.C. Bogdanow *Wiecznaja mierzłota i sooruzienija na niej*, S. Petersburg 1912, s. 220, 19 rys., 2 tabl.
- <sup>48</sup> A.I. Abolin *Postojannaja mierzłota grunta i iskopajemyj kamiennyj lied* „Zapis Czitinskogo Otdela Priamurskogo otdiela Russkogo Geograficzeskogo Obszczestwa” 1913, R.9, s.19–108.
- <sup>49</sup> *Osnownyje dannyje dla izuczenija klimata Wostocznoj Sibiri*, Irkuck 1913, s. 218, IV; Atlas, Irkuck 1913, 43 mapy.
- <sup>50</sup> *Techniko-geologiczeskije opisanie linii zapadnoj czasti Amurskoj żeleznoj dorogi Sooruzienije zapadnoj czasti Amurskoj żeleznoj dorogi*, S. Petersburg 1913, s. nlb.4, 302, nlb.16, 6 tabl.
- <sup>51</sup> A.I. Wojekow *Mierzłota i rieżim riek Wostocznoj Sibiri na osnovanii truda W. W. Szostakowicza* „Mietieorologiczeskij Wiestnik” 1914, R.24, nr.3, s.89–97, 2 mapy.
- <sup>52</sup> Tamże, s. 90.
- <sup>53</sup> *Wiecznaja mierzłota*. „Priroda”, maj–ijun, Moskwa 1916.
- <sup>54</sup> Tamże, s. 559.
- <sup>55</sup> patrz np. prace z przypisów: 31, 32, 36, 47, 48, 50, 51.
- <sup>56</sup> B.N. Dostowałow, W.A. Kudriawcew op.cit., (przyp.2), s.10
- <sup>57</sup> Po rosyjsku – „marzłotowiedienije” – „nauka o wiecznej marzłoci”; termin ten nie mający odpowiednika w języku polskim w niniejszej pracy został przetłumaczony jako „marzłotoznawstwo” poprzez analogię do terminów „gruntowiedienije” – „gruntoznawstwo”, „poczwowiedienije” – „gleboznawstwo”.
- <sup>58</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, op.cit., (przyp.11), s. 26.
- <sup>59</sup> *Obszczee mierzłotowiedienije*, op.cit.,(przyp.5), s. 356.
- <sup>60</sup> K.P. Mielnikowa, *Mierzłotowiedienije W: Istoria Geologii* 1973, s. 338.
- <sup>61</sup> N.I. Tołstichin, *Podziemnyje wody mierzłoj zony litosfery*, pod red. N. F. Pogriebowa, Moskwa Leningrad, 1941 r.
- <sup>62</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, op.cit.,(przyp.11), s.27.
- <sup>63</sup> Tumieli W.F. *Karta rasprostranienija wiecznoj mierzłoty w SSSR*, „Mierzłotowiedienije” 1946, t. 1.
- <sup>64</sup> A.I. Popow, *Wiecznaja mierzłota Zapadnoj Sibiri*, Moskwa 1953
- <sup>65</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, op.cit.,(przyp.11), s.31.
- <sup>66</sup> K.P. Mielnikowa, op.cit.,(przyp. 60), s. 340.
- <sup>67</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, op.cit.,(przyp.11), s.31.
- <sup>68</sup> Pisząc o historii rozwoju nauki o wiecznej marzłoci nie należy zapominać również, że badania wiecznej marzłoci prowadzone były nie tylko w Rosji i ZSRR, ale i Kanadzie, Stanach Zjednoczonych, oraz krajach skandynawskich, gdzie obecność tego zjawiska, również wcześniej została zauważona i prowadzone są tam nad nim bardzo wnikliwe badania. Obszerność tego tematu nie pozwala jednak na umieszczenie go w tak niewielkim artykule.
- <sup>69</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, *Rieszenije osnownych problem sowietskogo mierzłotowiedienija* „Wiestnik Moskowskogo Gosudarstwiennogo Uniwersiteta”. Ser. geof. 1967, nr.5, s. 10.
- <sup>70</sup> B.N. Dostowałow, W.A. Kudriawcew op.cit. (przyp. 2), s. 3.
- <sup>71</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, *Formirowanije mierzłotowiedienija...*(przyp.11), s.29.
- <sup>72</sup> K.P. Mielnikowa, op.cit.,(przyp.60), s. 338.
- <sup>73</sup> K.P. Mielnikowa, W.A. Kudriawcew, *Formirowanije mierzłotowiedienija...*(przyp.11), s. 28–29.
- <sup>74</sup> B.N. Dostowałow, W.A. Kudriawcew, op. cit.(przyp. 2), s. 3.
- <sup>75</sup> Tamże, s. 30.
- <sup>76</sup> „Geokriologia” – wg P.F. Szwecowa – jest nauką o prawidłowościach rozwoju i rozprzestrzeniania się stref zmarzłych gruntów i warstw – kriolitosfer, nauką o towarzyszących procesach i osobliwościach składu, budowy, właściwości zamarzniętych warstw. To określenie

przedmiotu nie odbiega od definicji terminu marzłotoznawstwo przytoczonego powyżej (s.155)  
B.N. Dostowałow, W.A. Kudriawcew, op. cit., (przyt.2), s.3–4

<sup>77</sup> Tamże.

<sup>78</sup> Tamże, s. 33.

## Leonard Jaczewski's Contribution to the Research on Permafrost

### SUMMARY

A permanently frozen ground is called permafrost. According to M. Książkiewicz, it occurs in polar countries, especially in Siberia, Alaska, arctic islands and Canada. Permafrost, which covers almost half of the territory of Russia was noticed as an interesting phenomenon already at the end of the 16th century. Systematical studies of this phenomenon started in the forties of the 19th century; at the turn of the century the studies were intensified. In the fifties of the 20th century research on permafrost was advanced to the rank of a separate scientific discipline.

A significant role in the research on permafrost was played by Polish geologist Leonard Jaczewski (1856–1916). In the present paper special attention is paid to the published results of the field research (of a diagnostic character), carried out by Jaczewski in Siberia in the years 1887–1909. These results are presented against a background of the history of cognition of permafrost phenomenon, in the context of investigations by other scholars, since only in this way we can properly appreciate the true role of Jaczewski as the one who laid foundations of the science of permafrost, a discipline now studied by a wide group of scientists.

In the last part of the paper the author shows, using the example of the University of Moscow, how specialists are trained in this discipline, so little known in Poland.