

*Jiri Ksandr **

Praha

ÜBER DIE GLAZIALE UND PERIGLAZIALE PROBLEMATIK IN DER TSCHECHOSLOWAKEI

Abstract

Czechoslovakia has a very advantageous position for the study of glacial and periglacial phenomena. In the Pleistocene period, the ČSR was situated between the Scandinavian glacier and that of the Alps. The northern glacier penetrated up to the inland. The higher mountains, especially Šumava and Krkonoše, were glaciated separately. In Slovakia, most of the High Tatra were covered with glaciers. 21 glacial valleys were formed. The longest was 14 kms in length.

Traces of ice-action were discovered by Zejszner more than 100 years ago. As regards other research workers, Partsch was the most eminent of all. He solved the problem of the number of glacial periods and of the recessional phases of the last (Würm) glaciation. In their recent works, Romer and Halicki disagree with the number of two — three glacial periods. The author has recognised that a series of Würmian moraines and their recessional stages are analogous to those of Bühl, Gschnitz and Daun in the Alps. Nowadays there are only firn fields in the High Tatra. Some of them survived over many years and have developed various morphological formations such as true glaciers.

Periglacial phenomena have also been observed for the last century. The most widespread are frost wedges which are visible in the artificial cuts. In the mountainous areas frost-soil forms are found directly on the surface. The polygonal soils of the Krkonoše have been described by Högbom as early as in 1914. In recent years, numerous frost-soil forms have been discovered, especially in the area of Tatra National Park. The problem, whether these forms are exclusively fossil or recent, has not yet been explicitly resolved.

Das Gebiet der Tschechoslowakei liegt für ein Studium glazialer und periglazialer Erscheinungen sehr günstig. Im Pleistozän lag es zwischen dem nordischen Gletschertyp Inlandeis und den Alpengletschern. Der skandinavische Gletscher drang in das Gebiet des heutigen Nordböhmien bis zu den nördlichen Vorbergen des Krkonoše Gebirges (Riesengebirge) vor und in Mähren gelangte er durch die Depression der Mährischen Pforte (südwestlich von Ostrava) tief in das Innere des Landes (Fig. 1). In den Bergen bildeten sich ungefähr 100 Gletscher verschiedener Größen und Typen und in den niedriger gelegenen Gebieten entstanden viele periglaziale Erscheinungen.

Im Šumava (Böhmerwald) gab es 13 Kargletscher; der grösste unter ihnen, der Kleine Ahornseegletscher stieg in einer Länge von 3 km bis zur Höhe von 830 m herab. Alle Karseen des Šumava sind von Würm-Moränen und deren Rückzugsstadien eingedämmt. Die von Priehäuser dargestellte Moränen (angeblich Riss) hält Rathsburg für periglaziale

* Staatliches Institut für Denkmalpflege und Naturschutz, Prag, Tschechoslowakei.

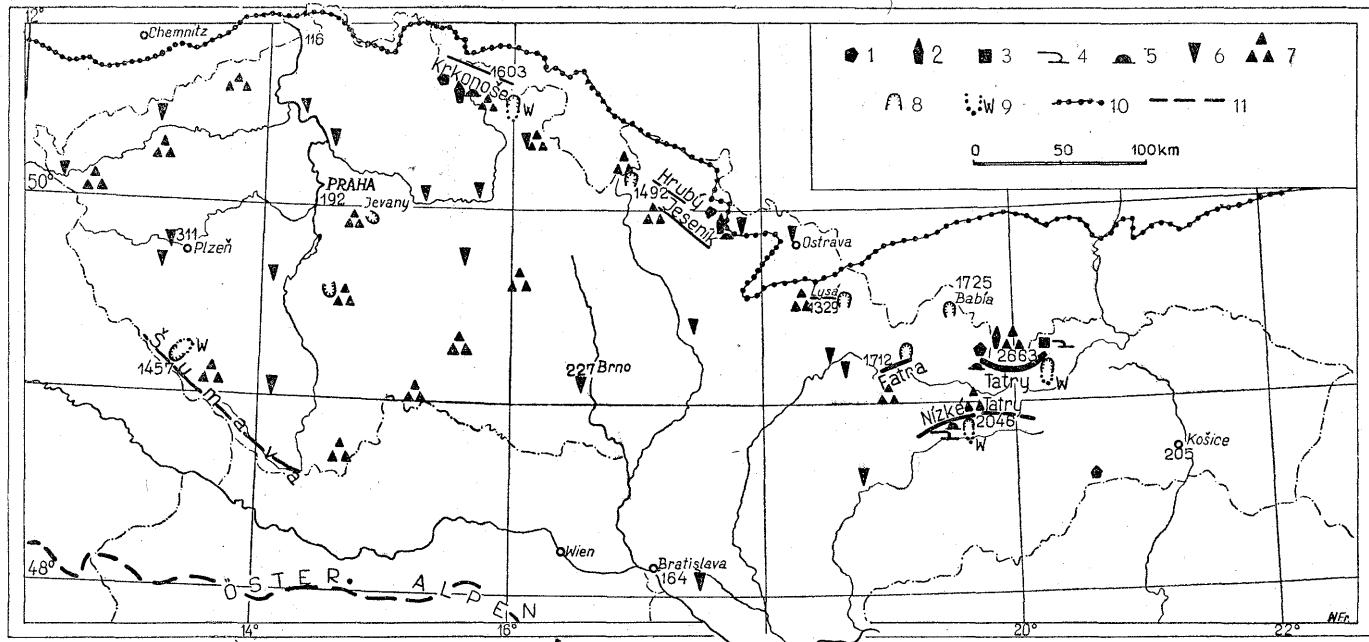


Fig. 1. Schematische Landkarte der glazialen un periglazialen Vorkommen in der Tschechoslowakei

1. polygonale Böden; 2. Streifenböden; 3. Pflasterböden; 4. Guirlandenböden; 5. Thufuren; 6. Frostkeile; 7. Blockfelder; 8. Kare; 9. Moränen (Würm); 10. Südgrenze der nordischen Vereisung; 11. Nordgrenze der alpinen Vergletscherung

Solifluktionserscheinungen. In den Krkonoše waren 15 Talgletscher, die zwei längsten im Tal der Labe waren über 5 km lang. Im Hrubý Jeseník (Altvater-Gebirge) war ein einziger Gletscher im Kar des Flusses Moravice. Kleine Gletscher von gleichem Typus waren auch in den Karen der Beskiden und der Malá Fatra.

Eine ausgedehntere Vereisung wies die Niedere Tatra auf, an deren Nordhang sich 14 Gletscher befanden. Diese Vereisung ist dadurch bemerkenswert, dass sich weder in den Karen noch in den Tälern glaziale Seen befinden. Ein klassisches Vereisungsgebiet stellt die eigentliche Tatra dar (Bild 1), wo die glaziologische Forschung eine mehr als hundertjährige Tradition besitzt. In ihrem westlichen Teil — der Liptauer Tatra — waren 17 Gletscher, in der Hohen Tatra waren 21 Talgletscher; der längste unter ihnen, der Gletscher des Białkaflusses war 14 km lang. Das Grundproblem der Glaziologie der Tatra war die Bestimmung der Anzahl der einzelnen Eiszeiten und ihrer Rückzugsstadien.

Der polnische Geologe Zejszner stellte zum ersten Mal in der Hohen Tatra die Spuren der Vereisung fest. Seine Arbeit „Über eine alte Längsmoräne im Tale des Biały Dunajec“ wurde bereits in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie des Jahres 1856 veröffentlicht. Unter weiteren Arbeiten ist die Monographie von Partsch „Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und Mittelgebirgen Deutschlands“ besonders hervorzuheben. Partsch studierte das Gebiet der Tatra weiter und fand bei einer neuen Durchforschung, gemeinsam mit Dénes, angeblich Spuren von drei Eiszeiten, stellte aber bereits im Jahre 1913 gemeinsam mit De Martonne fest, dass Vorwürmmoränen in der Hohen Tatra nicht existieren und dass Eiszeiten, älter als Würm, wahrscheinlich nur am Nordhang der Hohen Tatra nachgewiesen werden können. Diese Erkenntnis stand im Gegensatz zu den Ansichten von Luzerna und gleich im Gegensatz zu den damaligen Ansichten des Preussischen geologischen Landesinstitutes über das Alter der Riesengebirgsmoränen. Der Lösung dieses Problems widmete Partsch viel Zeit, in der die wichtigste Arbeit „Die Hohe Tatra zur Eiszeit“ entstand, die in Leipzig im Jahre 1923 herausgegeben wurde.

Entgegen seiner ursprünglichen Arbeit lässt er nur zwei Eiszeiten gelten und über eine ältere Vereisung äusserte er sich nicht genau. Partsch beschreibt lediglich Moränen, Schotterlagen und abgeschliffene Stellen aus der Würmeiszeit, und drei Rückzugsphasen, die er im Gelände bestimmte oder theoretisch voraussetzte. Die Moränen bezeichnet er mit den römischen Zahlen I—IV und als durchschnittliche Höhen gibt er für den Nordhang 1037, 1278, 1528 und 1780 m an, für den Südhang 1016, 1255, 1551 und 1897 m. Die Rückzugsstadien vergleicht er mit den

Stadien der Alpen nach Penck (Bühl, Gschnitz und Daun). Ihre durchschnittlichen Höhen gemäss der Höhen ihrer Moränen betragen für den Nordhang 1278, 1528 und 1780 m über dem Meeresspiegel; für den Südhang 1255, 1551 und 1897 m. Die Schneegrenze im Pleistozän gibt er nach der Kurowski-Methode an und rechnet sie nach der Höhe des Anfanges der Seitenmoränen. Für den Nordhang beträgt dieselbe 1590 m, für den Südhang 1516 m. Reste der präglazialen Oberfläche sah Partsch am Fusse der Südhänge, in den Karstufen und den Hängetalern. Aus der angegebenen kurzen Charakteristik des Werkes von Partsch ist ersichtlich, dass diese umfangreiche und vielseitige Arbeit für jede glaziologische Forschung in der Hohen Tatra bis zum heutigen Tage grosse Bedeutung hat, wenn man auch heute zu einigen seiner Schlüsse kritische Einwände haben kann.

Neuere Arbeiten über die Vereisung der Hohen Tatra sind aus den Jahren 1929—30 von Romer und Halicki. Romer¹ bestimmt vier Eiszeiten, die er mit den Buchstaben H+1, H, H—1 und H—2 bezeichnet. Seine Erwägungen leitet er vom Studium der glazialen Akkumulationen im Flussgebiet der Białka ab. Die Vereisung mit Akkumulation auf dem Berge Hurkotne bezeichnet er somit mit dem Anfangsbuchstaben H, die jüngere Vereisung mit glazialen Ablagerungen auf den Hochflächen des Hurkotny und Howańcow Wierch bezeichnet er mit H—1. Die Vereisung H—2 ist die jüngste Vereisung im restlichen Gebiet der Tatra. Die älteste Vereisung bezeichnet er mit H+1 und beweist sie durch deutliche Spuren alter Moränen aus Quarzit—Material, die er im oberen Teil des Tales des Baches Červený potok gefunden hat. Diese Theorie Romers sollte ein Fund Małkowskis bestärken, der unweit des Flusses Biały Dunajec bei Szaflary altes Granit- und Quarzitmaterial gefunden hatte, das in Kalkschrotten gelagert war. Diese „Moräne“ sah ich zum ersten Mal im Jahre 1959 und stellte eine Reihe von Beweisen dafür fest, dass es sich überhaupt nicht um eine Moräne handelt, sondern um fluviatile und fluvioglaziale Schotter, vollkommen abgeschliffen und in rezente Schrotten eingesunken, die sich noch bis zum heutigen Tage bilden.

Von den Tälern des Südabhangs der Hohen Tatra nimmt Romer an, dass sich das Niveau ihrer Böden in den Eiszeiten H—1 und H—2 nicht geändert hat. In der Vereisung H—2 findet er bei Talgletschern drei Rückzugsstadien, bestimmt durch Rückzugsmoränen. Er betont jedoch, dass es nicht möglich sei, auch nur in zwei benachbarten Tälern die Übereinstimmung der Rückzugsstadien festzustellen. Die Arbeit

¹ Tatrzańska epoka lodowa (summary: The ice age in the Tatra Mts). *Prace Geogr.*, 11, Lwów.



Photo-Montage Dr. J. Ksandr

Bild 1. Die Hohe Tatra. Glaziale Modelation des Granitkars beim Zelené Pleso (Grüner See). Denudiertes Granitkern endet rechts beim Kopské Sedlo (Kopa Pass), wo die Belanské Tatry beginnen



Photo Dr J. Ksandr

Bild 2. Blick aus dem Gletschertore beim Černé Javorové Pleso (Schwarzer Ahornsee). Dieses Gebilde erneuert sich alljährlich unter dem Ládová-Tälchen. Der Durchmesser der Tore beträgt 5—8 m, die länge 30—50 m



Photo Dr. J. Ksandr

Bild 3. Ladová dolinka. Blick vom Černá Javorová-Tal. Das Firnfeld im höchsten Teile des Tälchens überdauert Jahrzehnte und bildet morphologische Formen aus, analog wirklichen Gletschern

von Halicki² unterscheidet sich von Romer durch die Anzahl von Eiszeiten, weil sie nur drei Vereisungen angibt. Da Halicki nur den Nordhang der Hohen und Westlichen Tatra bearbeitet hat, konnte er in seiner Arbeit die Bedeutung der petrographischen Vielgestalt des Nordhanges mehr auswerten, als dies am Südhang möglich ist. Romer sagt voraus, dass die Gletscher nicht nur die Erosion verlangsamt, sondern

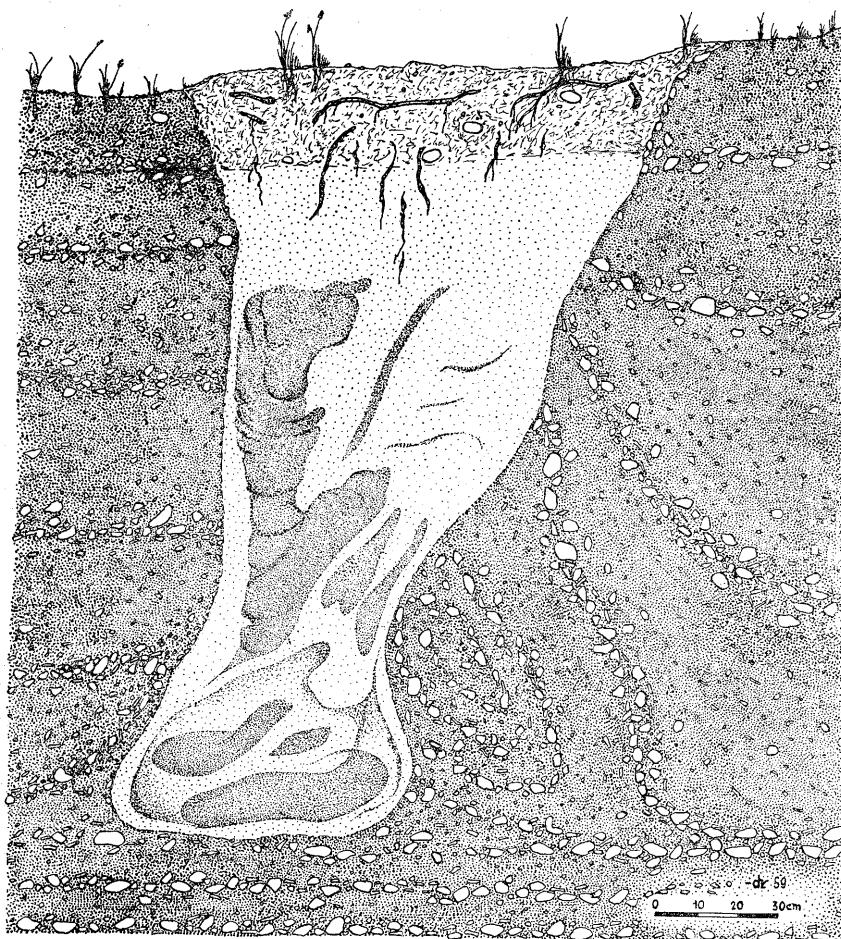


Fig. 2. Frostrinne auf der Sandschotterterasse der Labe bei Kolin. Der untere Teil der Rinne und gewehte Sande, welche diesen Frostkeil ausfüllen, sind durch Kryoturbation deformiert

² Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 5. Warszawa 1930.

sogar das alte Relief geschützt haben. Dagegen zeigt Halicki auf die geologische Struktur der Täler hin, wo tiefere Täler (nach Romer nicht vereiste) in welche Schieferablagerungen eingeschnitten wurden, wohin gegen weichere Täler (Gletschertäler) sich auf Granitböden befänden.

Aus der kurzen Charakteristik der Ergebnisse bei den angeführten Arbeiten (Partsch, Romer, Halicki) geht klar hervor, dass sie sich voneinander hauptsächlich durch die Anzahl der Vereisungen unterscheiden, obwohl gerade die beiden letztgenannten Studien ungefähr zur gleichen Zeit betrieben wurden. In meiner geomorphologischen Studie des Südhanges der Hohen Tatra habe ich drei Rückzugsstadien der letzten Vereisung (Würm) festgestellt. Sie sind analog mit dem alpinen Bühl, Gschnitz und Daun. Im Gegenteil zu Romer kann man sie auf dem ganzen Südhang vergleichen und parallelisieren. Die Rückzugsmoränen besitzen durchschnittliche Höhen von 1734, 1919 und 2001 m. Das letzte Stadium besitzt in den höchsten Tälern noch eine Teilphase von 2140 m.

Heute gibt es in der Hohen Tatra schon keine Gletscher mehr. Lediglich einige Firnfelder auf vereister Basis bilden eine Reihe von Erscheinungen, die den eigentlichen Gletschern analog sind. Ein solches Beispiel ist das Gletschertor (siehe Bild 2), das sich alljährlich im Kar Cmíter unter der Lomnitzer Spitze am Südhang bildet, und im Eistälchen am Nordhang. Das grösste Firnfeld befindet sich in der Kupferschlucht, woselbst ich einigemale (im Oktober bis November) etwa 30 m tiefe Eis- spalten angetroffen habe. Aber auch diese vereisten Firnen können nicht als Gletscher angesehen werden, selbst wenn sie eine passive Seitenmoräne bilden.

Wir haben somit in aller Kürze einige Grundprobleme der Glaziologie behandelt. Auch das Studium der periglazialen Erscheinungen besitzt in der Tschechoslowakei eine lang zurückreichende Tradition. Über die Spaltwirkung des Frostes und Eises schrieb Krejčí bereits im Jahre 1877, das älteste geologische Profil mit Frostkeilen veröffentlichte Jahn im Jahre 1896. Frostkeile sind bei uns eine sehr häufige Erscheinung. Sie wurden nicht nur in Löss und Lehmböden vorgefunden, sondern auch in vulkanischen Abfällen der quartären Vulkane in Westböhmien und in Nordmähren. Frostkeile sind häufig verschiedenartig deformiert von Solifluktion und zeigen verschiedenartige Formen im Profil, wie z.B. die Frostrinne auf Fig. 2 die am Grunde von Kryoturbation deformiert ist. Auf der Oberfläche treten Keile häufig als polygonale Frostböden auf (Fig. 3).

Frostkeile sind jedoch keineswegs Einzelerscheinungen. Im Binnengebiet Böhmens befinden sich zahlreiche Kare, Blockfelder und Pseudo-

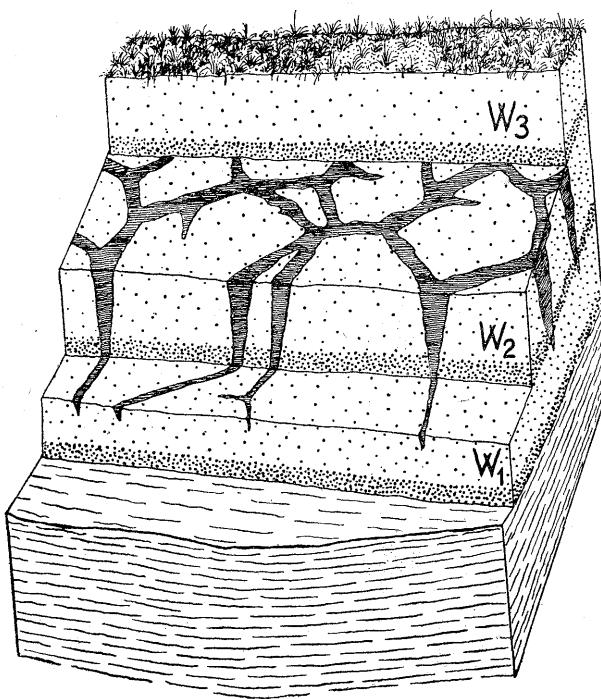


Fig. 3. Frostböden im westlichen Teil des Pilsner Beckens. Schema eines fortschreitenden Aufwehen von drei Lössböden (W_1 — W_3), und Entwicklung der Keile, die auf der heute begrabenen. Oberfläche polygonale Frostnetze bilden. Im Untergrund ist Granit-Eluvium.

moränen (sog. Warpen) bei Jevany. In niedergelegenen Gebieten kann man die periglazialen Frostböden meist nur in Enthüllungen und künstlichen Abdecken studieren. Direkt an der Oberfläche finden wir sie in gebirgigen Gebieten, wo immer häufiger neue Lokalitäten in Erscheinung treten. Eine heute bereits klassische Lokalität stellt das Krkonoše-Gebirge dar, wo der schwedische Forscher Högbom polygonale Böden bereits im Jahre 1914 festgestellt hat. Viele Formen von Frostböden wurden in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Tatra-Nationalparks aufgefunden. Es sind dies die Thufuren, Guirlanden- und Streifenböden, polygonale Böden, fossile und rezente (Fig. 4), und Pflasterböden. Das Problem, ob diese Formen ausschliesslich fossil oder rezent sind, konnte bisher bei einigen Vorkommen nicht einwandfrei gelöst werden.

Die Frostböden-Vorkommen besitzen nicht nur stratigraphische Bedeutung bei der Teilung der Quartär, sondern sind auch für die Technik

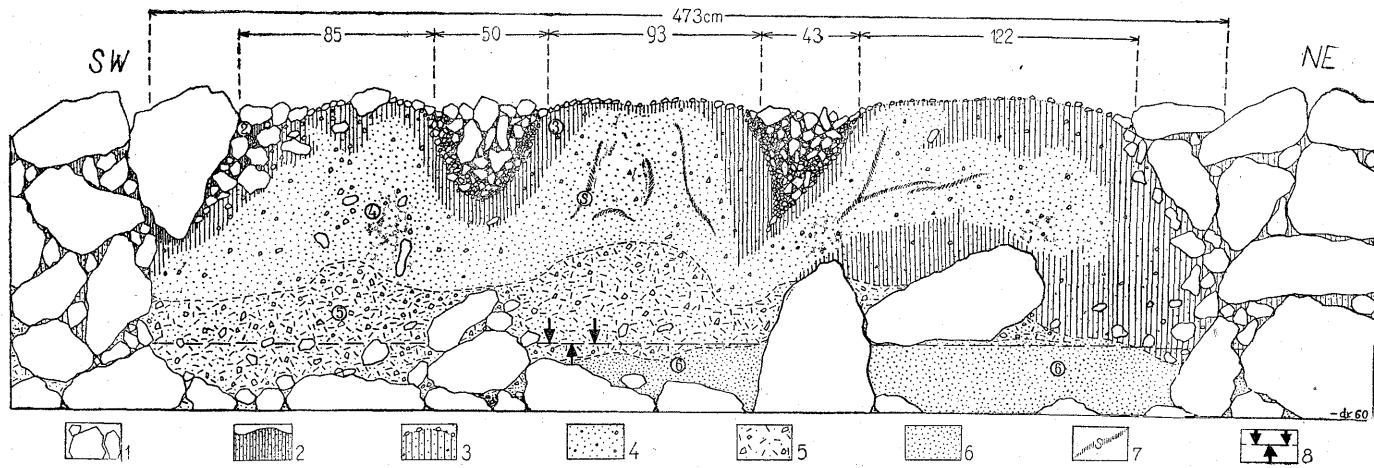


Fig. 4. Polygonale Böden auf dem Grunde des zeitweise ausgetrockneten Skalnaté-See (1753 m), unter der Lomnitzer Spitze. Das Profil wurde ausgegraben und gezeichnet gemäss dem Zustand im Oktober 1960

Errata

The subjoined text ought to be placed under fig. 4 on page 236.
 Mettez, s'il vous plaît, le texte ci-joint au-dessous de la fig. 4 sur la page 236

1. Granodioritblöcke und Schutt; 2. dunkle bis grauschwarze, stark humose, schwache und feine glimmerhaltige und sandige Tone; 3. dunkle graubraune, schwach humose, stark grobsandige, stark feinglimmerhaltige Tone mit kleinen Granitsplittern; 4. grau-gelbgraue, stark grobsandige, fein glimmerhaltige Tone mit Granitsplittern und Steinen. Teilweise grau und rostgestrichen; 5. grau-gelbbraune, grobsandige Tone mit grossen Granitsplittern und Steinen; 6. gelb-braune, stark feinsandige und glimmerhaltige, stark lehmführende Tone bis Tonsände, mit vereinzelten Granitkörnern; 7. Limonitstreifen, teiweise rost bis grau;
8. der Spiegel der Grundwasser

wichtig, besonders in der Land- und Forstwirtschaft (z.B. durch das Haareis verursachte Schäden). Deshalb werden diese Vorkommen in den letzten Jahren systematisch verfolgt und jedes Jahr kommen neue hinzu.

Literatur

Die komplette glaziologische Literatur findet man in der Arbeit:

Ksandr, J. 1958 — Prehľad glaciologie Vysokých Tater (Übersicht der Glaziologie in der Hohen Tatra). *Sborník prac o Tatranskom narodnom parku*, nr 2.

Die kryologische Literatur findet man in der Arbeit:

Sekyra, J. 1960 — Působení mrazu na půdu (summary: Frost action on the ground. Cryopedology with special references to Czechoslovakia). *Geotechnica*, 27. Praha.

Ksandr, J. 1954 — Mrazové půdní formy v Tatrách (summary: Frost soil forms in the Tatra). *Ochrana přírody*, 9.

Ksandr, J. 1954 — Geomorfologická studie dolin jižního svahu Vysokých Tater (Post-glacial geomorphology of the southern slope of the High Tatra). *Rozpravy Českosl. Akad. věd*, roč. 64.

Ksandr, J. 1954 — K výskytu a ochraně periglaciálních zjevů u Jevan (Periglacial phenomena near Jevany). *Ochrana přírody*, 9.

Ksandr, J. 1955 — Mrazové půdní formy v Tatrách (Cryopedological survey of the National Park in the Tatra). *Ochrana přírody*, 10.

Ksandr, J. 1956 — Po stopách zalednění Temnosmrečinovské doliny (Traces of glaciation in the Temnosrečinovská valley). *Ochrana přírody*, 11.