

I. VAŠKOVSKÝ* – V. LOŽEK**

TO THE QUATERNARY STRATIGRAPHY IN THE WESTERN PART
OF THE BASIN LIPTOVSKÁ KOTLINA

(6. obr. v texte, 4 tab. na kriede, slovenské resumé)

Abstrakt. Die Arbeit enthält neue Kenntnisse über die quartärgeologische Entwicklung und Stratigraphie des Quartärs im Liptauer Becken, besonders auf Grund der Korrelation von fluvialen Terrassenstufen des Váh-Flusses und von Travertinen.

From the standpoint of Quaternary geology the Liptovská Kotlina Basin is of extraordinary great importance due to favourable conditions of varied development and preservation of several genetic types of Quaternary sediments which cannot be correlated mutually. The importance of this area is already evident from the brief review of some types of sediments:

1. Terraces of the Váh river and its tributaries form a well articulated terrace system ranging from the Pliocene as late as recent time.
2. Travertines of various age with rich paleontological content, which we may put into mutual relation with terraces and piedmonts.
3. Thick piedmont proluvial sediments at the foothill of mountains bordering the basin, linked up with river terraces.
4. Mountain glaciation and its products linked up with the system of terraces and piedmonts.
5. Karts cavities and their fillings, development cycle of which we may compare with morphological development of the margins of mountains, with development of terraces of subsidiary tributaries.

Mutual relations of mentioned sediments we can trace and reconstruct a local well articulated system which is of decisive importance for knowledge of Quaternary development of the highest part of the West Carpathians.

* Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, Bratislava

** Československá akademie věd, pracoviště kvartéru, Trojanova 13, Praha 2

101
Všetchny Liptovskej tabulky s mapkou a foto článku prejal
I. Vaškovský do svého článku: "geológia kvartérnych sedimentov" str. 96-115
in: Gross, P. - Köhler, E. a kol.: geológia Liptovskej kotliny. - GÚDŠ, Bratislava,
1980!

del. Similar opinion express also F. Vitásek (1932) and A. Droppa (1964) supposing an earlier age. On the contrary A. Škvarček (1968) considers the depression as late Quaternary formation as a consequence of lateral erosion of Váh side-streams and not as a product of the proper Váh. This opinion is partly confirmed by our investigations. As it is also evident from the attached geological-morphological section Lovisko — Úložisko (fig. 2) in the Pleistocene and Pliocene Váh activity was concentrated in the basin centre in the section under study; elevated dividing ridges most probably formed its southern delimitation.

The slopes of ridges in narrowed tributary valleys are usually steep, most frequently without remnants of terraces. On the contrary slopes in widened parts are more moderate, steplike in cross section, with remnants of piedmont, respectively fluvial sediments. An exception is formed by the Lupčianka valley, in which almost along the whole valley terrace benches have been preserved.

The valleys of right-sided Váh tributaries in the area under study have not developed such typical narrowing and widening sections as the left-sided ones; the valleys are more straight, with rather moderate slopes.

In formation of relief, its new forms and preservation of earlier forms in warmer periods in the section under study to a large degree also formation of travertines participated, concentrated in places of tectonic predisposition, forming there travertine heaps (Čerená, Vyšné Sliache, Bešeňová, etc.), terraces (Lúčky, Madočany) or alm deposits in depressions (Bešeňová — Močiare, valley above V. Sliache, below Štiavnica).

The Pre-Quaternary substratum of the studied section is according to P. Gross (1970) mostly formed by soft strata of claystone lithofacies and Central Carpathian Paleogene Flysch. Basal Paleogene members are represented by calcareous conglomerates, sandy and nummulite limestones on the southern margin of the section, where they are in transgressive position on the Mesozoic of the northern slopes of the Low Tatra. In the northern part of the section there is tectonic contact with the Chočské pohorie Mts; in its whole length strata with flysch lithofacies are present. Near Likavka (in the westernmost part) claystone and basal lithofacies is found.

In the studied section of the Liptovská kotlina Basin Quaternary sediments form an almost homogeneous mantle of Pre-Quaternary formations. Relief articulation of underlying rocks, variability of genetic conditions is also reflected in their composition, facies variety and spatial extension. Mostly extended are slope sediments and water stream alluvii, of smaller extension are numerous travertine occurrences. Rarely found are eluvial and organic sediments.

In general we may distinguish the following genetic types of Quaternary sediments in the area under study: 1. *Eluvial-deluvial*; 2. *Deluvial*; 3. *Fluvial*; 4. *Proluvial*; 5. *Travertines*.

1. Eluvial-deluvial Sediments

Weathering products of the Pre-Quaternary substratum are found quite restricted in the area under study. They are preserved on the peaks of saddles in small thickness (up to 3 m) or on relatively wide ridges of the upland step (Vrch hora, Vrch hája, Lovisko, Bežan, Úložisko, Veľký Hukov and others).

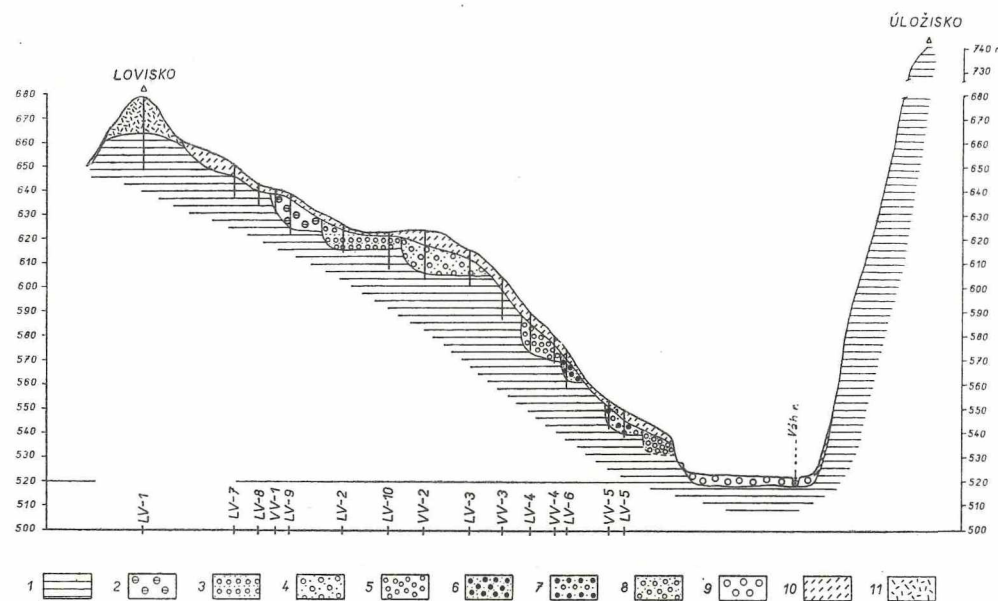
On the peak of the Lovisko they are nearly 15 m thick as shown in borehole LV-1. Similar thickness may be also attained at other mentioned hills. Regarding to monotonous lithological composition of the *Paleogene substratum* (claystone development is prevailing) also the character of eluvial-deluvial sediments is little changeable. There are mostly sandy loams and clayey-loamy to clayey grain size variations. They are generally of brown colour, soft to rigid plastic and deliver very good raw material for brick production. Another character show eluvial sediments at the Bežan, where weathering of sandy-gravelous materials is concerned.

2. Deluvial Sediments

They show the greatest superficial extension in the area under study. Longitudinal sections of slopes indicate distinct enlargement of their thickness in slope inclination direction. Their thickness usually varies between 5—8 m, at places also more. As to grain size they are quite variable. In these parts of the area where flysch of claystone lithofacies predominates, they approach loess-loam in grain size, in describing they are mistaken with loess-loam, however, from which they differ by admixture of small fragments of shales. On river terraces and proluvial cones usually gravelous material is found in them. They are characterized by various shades of colour — from light-yellow to yellowish-brown and greyishbrown. In marginal parts of the basin, at the border with mountains deluvial sediments are of different character, they are loamy-stony, frequently with admixture of blocks (e. g. near Kľačany or Liptovská Anna).

A particular group of deluvial sediments is formed by landslides. Their development was favourably affected by morphological conditions (steep slopes) and geological-lithological composition of sediments and rocks. Sliding processes affected most frequently lower, more rarely middle and less upper parts of slopes. Most frequently is affected the foothill and the middle part of the slope, sometimes also the whole slope (near Lúčky). Mainly deluvial sediments usually underwent sliding processes, however, sometimes their substratum is taken along. Largest surfaces are taken in the northern subsection, they are found less in the southern subsection. From the standpoint of typology planar landslides are most abundant, then streamlike ones. As to their stability, landslides may be divided into fixed and active ones. As direct cause of the origin of landslides we may consider either excessive moistening of sediments or erosion activity of brooks. In the case of the large landslide above the railway station in Ružomberok slope undermining is the direct cause.

To mixed genetic types of Quaternary sediments deluvial-fluvial sediments belong, forming transition between deluvial and fluvial sediments and filling up bottoms of young valley cuts, deposited with flood-waters.



Obr. 2 Schematický geologicko-morfologický rez Lovisko — Úložisko (odvodený z topografickej mapy 1 : 25 000)

1 — podložné paleogénne súvrstvia; 2 — predkvartérna terasa (T-II, N_2 1 ?); 3 — vysoká terasa (T-VI, donau ?); 4 — vysoká terasa (T-V, g_{12}); 5 — vysoká terasa (T-IVb, $mindel_1$); 6 — vysoká terasa (T-IVa, $mindel_2$); 7 — stredná terasa (T-III, $riss_1$); 8 — stredná terasa (T-II, $riss_2$); 9 — nízke terasy (T-I, würm a holocén); 10 — deluviálne sedimenty; 11 — eluviálno-deluviálne sedimenty; 12 — LV-1, VV-2 — vrty

Fig. 2 Generalized Geological-Morphological Section of the Lovisko — Úložisko (derived from the Topographic Map 1 : 25 000)

1 — Underlying Paleogene strata; 2 — Pre-Quaternary terrace (T-VII, N-1); 3 — High terrace (T-VI, Donau ?); 4 — High terrace (T-V, Günz); 5 — High terrace (T-IVb, Mindel₁); 6 — High terrace (T-IVa, Mindel₂); 7 — Middle terrace (T-III, Riss₁); 8 — Middle terrace (T-II, Riss₂); 9 — Low terraces (T-I, Würm and Holocene); 10 — Deluvial sediments; 11 — Eluvial-deluvial sediments; 12 — LV-1, VV-2 — Boreholes

3. Fluvial sediments

Belong to the Váh in major part, to a less degree to the left-sided respectively right-sided tributaries, with which they are connected. River terrace benches, traceable at a greater distance (beside the studied area), are very important stratigraphical key horizons. Up to lately no sufficient attention was paid to them; the terrace system was not unambiguously known and interpreted it can be worked out on the basis of knowledge of the whole basin only. In this way certain contribution were partly earlier works by F. Vitásek (1932) and the later work by A. Droppa (1964), from which we take some data.

The supposed terrace system is only preliminarily characterized in this article; we have examined it more in detail by aid of boreholes in the section transverse

to the Váh valley (hill Lovisko — Úložisko, fig. 2), then in the valleys of Ludrovianka and Štiavničanka (fig. 3). The necessity to draw it also in the Lupčianka valley is indicated. For the continuity of investigation of individual terraces we use designation of A. Droppa (1964).

In the area under study terraces are mostly composite, formed by cut rocky substratum (rock terrace) and accumulation surface. According to relation to valley bottoms we generally distinguish four groups of terraces: 1. low terraces (T-Ia, T-Ib, T-Ic?); 2. middle terraces (T-II, T-III); 3. high terraces (T-IVa, (T-IVb, T-IV, T-V, T-VI); 4. Pre-Quaternary terraces (T-VII, T-VIII, T-IX, T-X).

Low Terraces and Flood-Plains. The Váh flood-plain forms a continuous belt on both sides of the stream. Its width is uniform; near Sokolčie about 0,5 km, in stream direction between Bešeňová and Liesková it widens up to 1,2 km, lower near Ružomberok it narrows again to 450 m. The thickness of its alluvii is unstable; near Sokolčie it is up to 8 m, in stream direction it gradually diminishes (near Ružomberok 6 m). Fluvial sediments of the flood-plain of the Váh form one cycle of sedimentation; they rest upon Paleogene strata. The character of structure and succession of sedimentation of the flood-plain in vertical direction we have studied more in detail in the wall of the dam foundation pit near Liptovská Mara, where throughout the whole thickness of the fluvial series relatively clearly three groups of sediments are distinguished, each of which corresponds to certain facies.

On the surface of the fluvial series there are sandy loams alternating with small beds of fine-grained sands; they are most frequently horizontal respectively with slight diagonal bedding or non-stratified. Their thickness is up to 1 m. These sediments represent flood-plain facies. Below them are gravels with lenticular coarse-grained sand showing diagonal bedding, including also smaller blocks. Their thickness is about 3 m. They represent river bed facies. In basal part sandy-gravelous material is deposited with frequent blocks (Ø up to 1 m) and also with unworked fragments of Paleogene sandstones, detached from the substratum. Thickness is up to 3 m, they represent bottom facies.

In general we may say that in the fluvial series of the Váh flood-plain coarse material predominates, consisting of variously grained sands, sandy gravels, gravels and blocks. The sediments of each distinguished facies reflect regularities of hydrodynamic stream force. Their facies development is different from that of lowland rivers (for instance the Danube — I. Vaškovský 1970), they are of mountain fluvial character. Similar picture of facies development we also see in most traced terrace benches.

In petrographical composition of fluvial sediments of the Váh flood-plain

granites predominate, less represented are quartzites, quartz, gneisses, melaphyres, amphiboles, limestones, dolomites, arkoses, sandstones, etc.

Already on the surface of the flood-plain of the section under study two benches are visible at the first sight: the lower and higher. The lower bench (designated (T-Ia), about 1 m high above the mean Váh level extends along the stream in the form of a girdle about 50 m wide. In the time of spring floods it is inundated. The higher bench with relative height 2—3 above the Váh valley is inundated in the time of catastrophic waters only; it is essentially wider and we designate it as T-Ib.

A. Droppa (1964) distinguishes in the Liptovská kotlina Basin terrace bench T-Ic, which according to him is preserved in mouths of larger tributaries of the Váh like the Dúbravka, Štiavnica, etc. only. Our investigations have not unambiguously confirmed the presence of this bench. We suppose that this bench is of same age as the Váh flood-plain. Its present morphological position in relation to the flood-plain (it apparently forms a higher bench) is rather caused by lateral erosion of the Váh of originally lengthened longitudinal profile of side tributaries into the Váh. In the time of greater aqueousness the tributaries displaced the Váh stream to the north and this way they lengthened longitudinal profiles, however, simultaneously with less aqueousness the Váh stream undercut these projections, deepened the valley bottom and thus side tributaries got into a position of „hanging“ river beds.

Middle Terraces. In morphology they form a conspicuous formation of relatively extensive superficial extension not only in the section under study but according to A. Droppa (1964) in the whole Liptovská kotlina Basin. In the traced part of the basin they are mostly preserved on the left side of the Váh valley (on the right side they occupy small surfaces only) in an almost continuous strip, parallelly with the flood-plain from Sokolčie as far as Liptovský Michal, then SW from Ivachnová to Ružomberok. Beside that they appear in the Lupčianka valley and the section between the Štiavničianka and Revúca brooks. The surface of middle terraces is covered with relatively thick deluvial loams so that at the first one a terrace bench seem to be present there. From the compiled geological profiles (fig. 2 and 3) two benches with differentiated altitudes of the Pre Quaternary substratum are evident.

The first middle terrace (lower bench of middle terraces I-II) on the left side of the Váh valley forms an interrupted strip with not large surfaces in front of the mouth of the Dúbravka, Lupčianka, Sliačanka and Štiavničianka (from Ludrová on the left side of the Ludrovianka, then along the Štiavničianka; near Ružomberok it wedges out).

The altitude of the surface of the 1st middle terrace bench (T-II) varies within the range of 15—20 m above the Váh valley. The rock substratum is in a rela-

tive altitude of 10—15 m. In the Štiavničianka valley, near the inflow of the Ludrovianka into the Štiavničianka (borehole LV-16) the altitude of its rock substratum lies about 2 m above the flood-plain surface. Its thickness of accumulation varies from 3 to 9 m.

The second middle terrace (higher bench of middle terraces T-III) occupies a larger surface in the studied part of the basin. On the left side of the Váh valley it is preserved in isolated parts between the mouths of the Dúbravanka, Klačianka, Malatinka and Lupčianka; here they are linked up with the corresponding terrace of the Lupčianka. In stream direction this bench continues easterly of the Sliačanka mouth, similarly from the Štiavničianka, occupying a large area between the streams Štiavničianka and Revúca. Also on the right side of the Váh valley it has preserved in fragments NW of Liptovská Teplá and Lisková. Its surface above the Váh level varies within the limits 25—33 m; the rock substratum lies 18—22 m above the river, accumulation is 3—5 m thick. Both terrace benches (T-II, T-III) are covered with a bed of deluvial loams at the surface, thickness of which reaches up to 6 m.

High Terraces. High terrace benches are found in the valleys of the Váh and its tributaries. Differences in altitude are various and even their preservation is not equal.

The first high terrace (T-IV on the left side of the Váh valley is preserved in fragments; northeasterly of Krmeš, further SW of Vlachy, between the Malatinka and Lupčianka streams, SW of Liptovský Michal, where it links up with the corresponding Lupčianka terrace extending nearly through the whole Lupčianka valley. According to A. Droppa (1964) this bench forms uniform filling of sediments at the same level with the substratum (erosion bench), only its surface is divided into two benches by erosion (similarly as in the flood-plain). According to the attached profile (fig. 2) there are two benches with different heights of erosion, therefore we designate them in a different way (T-IVa and T-IVb).

The erosion surface of the lower high terrace bench T-IVa is 41 m above the Váh level. Thickness of accumulation is up to 8 m (borehole LV-6), it consists of highly weathered material; variegated sand with gravel including pebbles of granites (weathered), quartzites, melaphyres and also rarely limestones.

The second terrace bench (T-IVb) has erosion surface 50 m above the Váh level. Its thickness of accumulation (in boreholes LV-4 and VV-4) is up to 10 m. Accumulation is formed by variegated sand, highly loamified with pebbles of weathered granite, quartzites, melaphyres, sandstones and limestones.

The difference of erosion surface altitude between the benches T-IVa and T-IVb is 9 m, however, local character of different erosion bench level cannot be excluded.

The second high terrace (T-V) is preserved at larger surfaces along the Váh and Lupčianka. At the Váh it extends on the left side of the valley; SW of Sokolčie as far as the Lupčianka mouth and then on the left side in the Lupčianka valley.

The rock substratum of this bench is found 83 to 86 m, its surface 92–103 m above the Váh level. Total thickness of accumulation is up to 9m according to boreholes VV-2 and LV-3. At the base gravelous sands are loamified, coarse-grained sand with boulders up to $\varnothing$ 15 cm predominates. Gravel material consists of granites, gneisses, quartzites, melaphyres and limestones. The granites are much weathered, disintegrating into sand. Higher up above this accumulation highly loamified brown coarse-grained sands are found. Above the fluvial accumulation deluvial sediments up to 7 m thick are present.

The third high terrace (T-VI) is found along the Váh river (fig. 2) on the side of the valley and also in the Lupčianka valley. Its course is generally similar to that of the foregoing bench.

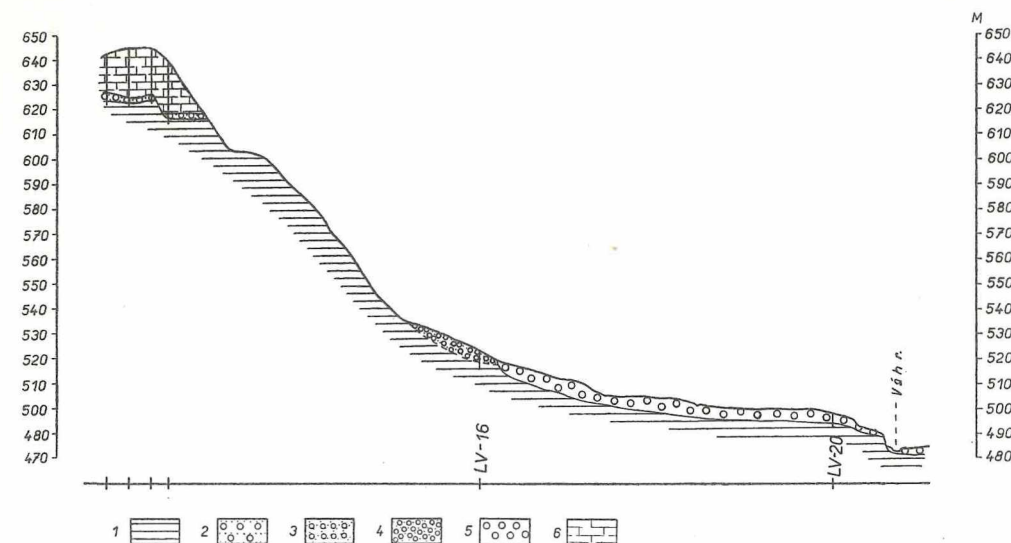
As the foregoing terraces also this one has its rock bench and gravel accumulation. Rock substratum is found 97 to 100 m, the surface about 106 m above the Váh level. Total thickness of accumulation is about 6 m according to boreholes LV-2 and LV-10. The material is highly weathered generally; it consists of densified loams, granites (completely weathered), quartzites (with highly weathered rim), also fragments of Werfenian pebbles are found. In general the whole complex is of brown colour; in its overlier deluvial sediments are present.

Pre-Quaternary Terraces. Pre-Quaternary terraces form a group composed of 3, respectively 4 terrace benches with substratum differentiated in altitude. However, as we have not so far dealt with the character of their sedimentation and also mutual spatial relations nearer, we are not going to describe them more in detail. The occurrences of melaphyres show that their provenance was connected with the Váh activity. The material is highly weathered in general.

Proluvial sediments

Periglacial alluvial cones clearly point to close genetic connection with river terraces in the area under study. They are found in the southern part of the basin, at the foot-hill of the Low Tatra and in the northern part at the foothill of the Chočské pohorie Mts.

Relatively distinctly are differentiated three groups of proluvial sediments in the valleys of tributaries in the southern part of the studied section in the Liptovská kotlina Basin: high, middle and low. Best preserved is the group of low periglacial cones filling up valley bottoms; they represent wide flood-plains. The largest superficial extension have middle cones; the largest of them



Obr. 3 Pozdĺžny schematický geologicko-morfologický rez dolinou Štiavničianky (vzťah travertínov na Čerenej k toku r. Váhu)

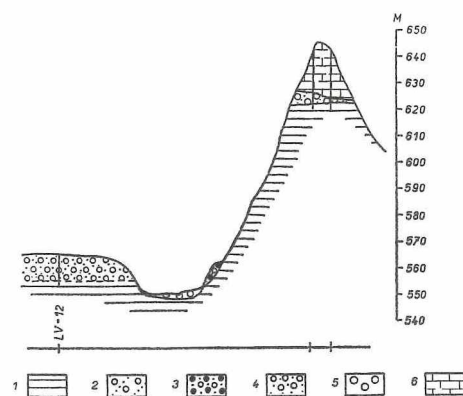
1 – podložné paleogénne súvrstvia; 2 – vysoká terasa (proluviálne sedimenty – T-VI, donau ?); 3 – vysoká terasa (proluviálne sedimenty T-V, günz); 4 – stredná terasa (T-II, riss₁); 5 – nízke terasy (T-I, würm a holocén); 6 – travertíny na kopci Čerená; 7 – LV-16 – vrty

Fig. 3 Generalized Longitudinal Geological-Morphological Section of the Štiavničianka Valley (Relation of Travertines at the Čerená to the Váh Stream)

1 – Underlying Paleogene strata; 2 – High terrace (proluvial sediments, T-VI, Donau ?); 3 – High terrace (proluvial sediments, T-V, Günz); 4 – Middle terrace (T-II, Riss₁); 5 – Low terraces (T-I, Würm and Holocene); 6 – Travertines at the hill Čerená; 7 – LV-16 – boreholes

is the cone of the Križianka, about 5 km long and 2,5 km wide — in our area a narrow strip reaches only, the essential surface of the cone extends easterly, outside our area. Further cones of this group are found in the valleys of the Kľačianka, Lupčianka, Sliačanka and Ludrovianka. The most part of these cones is quite extensive. The group of higher cones is preserved in fragments only and that on the left side of the Lupčianka valley and on the right side of the Ludrovianka, below the travertine heap Čerená (fig. 3).

In the northern part, at the basin border a group of later cones is preserved in the studied section only, formed by the brooks Sestrč and Kalamenianka, also near the community of Liptovská Anna and NW of the community Lisková, formed by unnamed tributaries. These cones are of relatively small superficial extension. The group of middle cones is rare here.



Obr. 4 Priečný geologicko-morfologický rez dolinou Ludrovianky

- 1 – podložné paleogénne súvrstvia;
- 2 – vysoká terasa (proluviálne sedimenty, T-V, günz);
- 3 – stredná terasa (T-III, riss₁);
- 4 – stredná terasa (T-II, riss₂);
- 5 – nízka terasa Ludrovianky;
- 6 – travertíny na kopci Čerená

Fig. 4 Transverse Geological-Morphological Section of the Ludrovianka Valley

- 1 – Underlying Paleogene strata;
- 2 – High terrace (proluvial sediments, T-V, Günz);
- 3 – Middle terrace (T-III, Riss₁);
- 4 – Middle terrace (T-II, Riss₂);
- 5 – Low terrace of the Ludrovianka;
- 6 – Travertines at the hill Čerená

5. Travertines

The group of travertines includes carbonate sediments of mineral waters, with a scale of rocks varied in lithology, from compact travertines through various varieties of travertines and alms to carbonate bogs.

In the studied section they are found generally at 5 main localities at the basin border: Čerená, Vyšné Sliache, Bešeňová, Drienok near Bešeňová, Lúčky, etc. At all localities many investigations were carried out by V. Ložek (1961, 1964, 1969), which made possible to obtain relatively rich material of mollusc fauna. In some cases, however, findings are fragmental only, not representing the rich fauna, what is conditioned by insufficient exposure of fossiliferous beds (Sliache, Ludrová). With Pleistocene deposits many deposits of Holocene travertines are connected.

In this article we mention individual travertine localities according to the communities near which they are found.

The travertines of Ludrová are found at two localities easterly of the community-the first on the hill Čerená, the second near the old cemetery.

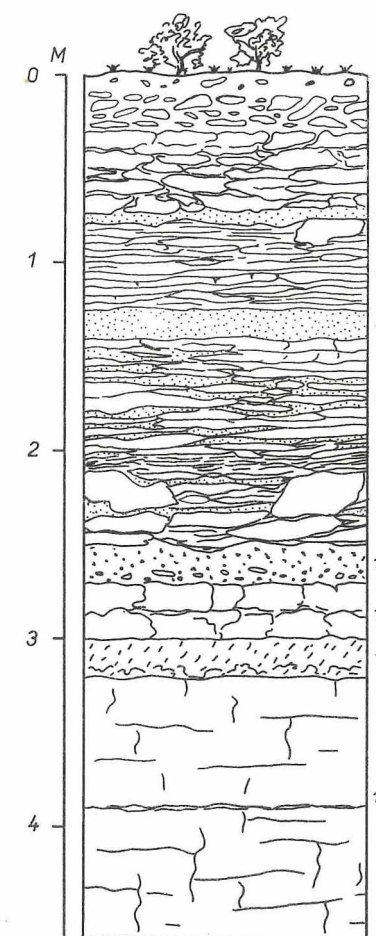
Čerená above Ludrová. At the first sight travertines form one heap of elongated shape in N-S direction. As K. Šubjak — M. Polášková (1961) show, however, there are two heaps merged. Between both heaps there is probably travertine detritus with layers of compact travertines. Travertines of heaps are more compact, less porous, divided into banks. Travertines outside the corrosion sacks are disturbed, also by deep joints, practically reaching the underlier, mainly in marginal parts, so that they form own blocks. The corrosion sacks are of funnel shape, filled up with travertine sand or loam mixed with travertine fragments. They are of light-greyishbrown colour. Their thickness is about 12 m, they rest on conglomerate (proluvial) material (fig. 3).

Obr. 5 Náčrt a opis západnej steny travertínového lomu na Čerenej pri Ludrovej (výsek z profilu)

Fig. 5 Sketch-Map and Description of the Western Wall of the Travertine Quarry at the Čerená near Ludrová (Profile Sector)

- 1 – čierna humózná drobovitá hlina s úlomkami travertínu;
- 2 – korodovaná travertínová suť vyplnená čiernou humóznou hlinou;
- 3 – navetraný, nepravidelne lavicovitý travertín žltého farby;
- 4 – svetlý penovcový piesok;
- 5 – svetlý, tenko vrstevnatý travertín;
- 6 – žltobiely penovcový piesok (vytvára nápadnú medziplochu);
- 7 – tenko lavicovité travertíny s čiastočne spevnenými medzivrstvičkami penovcových pieskov;
- 8 – sivá, pomerne tmavá šmuha;
- 9 – lavicovité, nepravidelne rastené (väčšie kompaktné partie) travertíny s medzivrstvičkami penovcových pieskov;
- 10 – svetlohnedý hlinitý penovcový piesok;
- 11 – lavice pevných penovcov pleťovej farby;
- 12 – hnedosivý, naspodku hrdzavo mramorovaný, silne hlinitý penovcový piesok;
- 13 – hrubé lavice kompaktných jemne páskovaných travertínov

- 1 – Black humic crumbly loam with travertine fragments;
- 2 – Corroded travertine scree filled up with black humic loam;
- 3 – Weathered, irregularly banked travertine of yellowishbrown colour;
- 4 – Light – coloured loose tufa;
- 5 – Light – coloured thin-bedded travertine;
- 6 – Yellowishwhite sandy loose tufa (forming marked interbed);
- 7 – Thin-banked travertines with partly solidified intercalations of loose tufa;
- 8 – Grey relatively dark – coloured parting;
- 9 – Banked, irregularly developed (larger compact parts) travertines with intercalations of loose tufa;
- 10 – Light-brown loamy loose tufa;
- 11 – Banks of solid tufas of beige colour;
- 12 – Brownishgrey, at the bottom rusty-brown marmorized, highly loamy loose tufa;
- 13 – Thick banks of more compact, fine-banded travertines



and 4.) consisting of sandstones, limestones and dolomites with calcareous cement. Medium to well worked out pebbles indicate water transportation. The conglomerate material lies on two benches with different base altitude. The difference between base altitudes is up to 8 m. The height of bases above the Ludrovianka level is 71 m at the first (lower) bench and 80 at the higher one (fig. 3).

Table 1

Ecological- biostrati- graphical Charac- terization	List of Species	Horizon		
		12	10	3/K
1	! <i>Acicula polita</i> (Hartmann)	—	—	+
	! <i>Aegopinella</i> cf. <i>nitens</i> (Michaud)	+	—	—
	!! <i>Aegopis verticillata</i> (Lamarck)	—	+	—
	! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	+	+	+
	<i>Discus ruddatus</i> (Férussac)	?+	+	+
	! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	—	—	+
	! <i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller)	—	+	—
	! <i>Iphigena plicatula</i> (Daparnaud)	—	—	+
	! <i>Isognomostoma isognomostoma</i> (Schröter)	—	+	+
	! <i>Monachoides incarnata</i> (Müller)	—	+	—
2	<i>Oxychilus depressus</i> (Sterki)	—	—	+
	! <i>Trichia unidentata</i> (Draparnaud)	+	?+	+
	(+) <i>Arianta arbustorum</i> (Linné)	—	?+	+
	! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	+	?+	—
	<i>Semiloma kotulae</i> (Westerlund)	—	—	+
	! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	—	—	+
	<i>Bradybaena fruticum</i> (Müller)	—	+	—
	<i>Cochlodina cerata</i> (Rossmässler)	—	—	+
	(+) <i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	+	+	—
	<i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	—	—	+
3	<i>Monachoides vicina</i> (Rossmässler)	—	—	+
	(+) <i>Pseudolinda turgida</i> (Rossmässler)	—	—	+
4	(+) <i>Abida frumentum</i> (Draparnaud)	+	—	—
	(+) <i>Chondrula tridens</i> (Müller)	—	+	—
5	(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)	+	+	+
	<i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	+	—	—
7	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	+	+	—
	(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	+	—	+
	(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	—	+	—
	(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	+	+	—
	<i>Trichia</i> cf. <i>lubomirskii</i> (Ślósarski)	—	+	—
	<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund)	—	—	+
	<i>Helicigona lapicida</i> (Linné)	—	+	—
	(+) <i>Orcula dolium</i> (Draparnaud)	—	—	+
8	! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	—	—	+
	<i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys)	+	—	—
9	<i>Carychium minimum</i> (Müller)	—	+	—
	<i>Euconulus alderi</i> (Gray)	—	+	—
	<i>Vertigo antiveritigo</i> (Draparnaud)	+	+	—
	(+) <i>Succinea putris</i> (Linné)	—	+	—
	(+) <i>Zonitoides nitidus</i> (Müller)	—	+	—
	<i>Bythinella austriaca</i> (Frauenfeld)	+	+	—
10	(+) <i>Lymnaea truncatula</i> (Müller)	+	+	—
	<i>Lymnaea peregra</i> f. <i>ovata</i> (Draparnaud)	+	+	—
	(+) <i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	+	+	—

From paleontological side travertines at the Čerená have so far been little studied regarding to little exposure. The only findings have been so far delivered, from a small quarry at the western margin (fig. 5, photograph 1) where lower beds of the travertines with foamstone layers are exposed. In quarries on the top of the plateau only superficial beds of solid travertines with deep pockets (photograph 2) of terra fusca, affected by corrosion, are exposed. (L. Smolíková — V. Ložek 1962) but they rarely contain fragments of helioid shells. In the quarry on the western slope two types of fauna are present:

In soft layers, forming intercalations in solid travertines beds 10 and 12/ it is indubitably an autochthonous assemblage, i. e. contemporaneous with sedimentation of the deposit. Predominating are species not pretentious to climate able to live in open country (tab. 1, groups 5,7,8) with which elements bound to water are associated, of swamps (group 9) as well as waters (10). In bed 10 various forest elements are mixed to them, the majority of which indicate warmer period, i. e. interglacial in this case. A note deserves mainly *Aegopis vericillata* (Lam.), *Helicodonta obvoluta* (Müll.) and *Discus rotundatus* (Müll.).

For considering the total age of the deposit the finding of the species *Heleci-gona lapicida* (L.) in bed 10 is important which does not reach Slovakia at present and in fossil state it is mainly known from warmer periods of the Early Pleistocene. In later travertines of the Liptov and Spiš it has not been found. Similar importance may be also attributed to the finding of the xerothermic element *Abida frumentum* (Drap.) in bed 12, which is also mainly typical of earlier interglacials — at least as to northern Slovakia.

The mentioned shows that the fauna of beds 10 and 12 consists of two components — the autochthonous, represented by groups 5 to 10 and parautochthonous, including mainly forest elements of group 1 and partly 2. The explanation of this state need not be unambiguous because there can be calcareous swamps with typical little distinct fauna, to which forest elements from wider environments came as accessory admixture only, however, also a period so far characterized by predominating elements of open country, where forest assemblages were not completely developed so far. An early phase of the interglacial is probably concerned, however, definite determination could be brought with detailed investigation of the whole profile of the travertine body only, which so far has not been performable.

From this fauna must be distinguished findings from foamstone pockets in the upper disrupted beds, designated in tab. 1 as horizon 3/K, marked by lacking water and swamp species (group 10 and 9 are completely missing) and with predominating forest species, commonly living in the Liptov up to present in contrast to similar findings from bed 10. This fauna undoubtedly

corresponds to the beginnings of climatic optimum of some warmer period, however, it is not possible to prove certainly that it was contemporaneous with deposition of travertines. It may be a much later fauna, preserved in weathering product of travertines in superficial part of the deposit. Composition of the fauna does not show anything more about its age. It may be a fauna from the beginning of the Holocene Atlantic as well as from some earlier interglacial, however later than the warmer period, in which the heaps have formed. The analysis of the fauna is presented in table I mentioned below.

The travertines near the old cemetery in Ludrová form a small heap with Ø about 15 m only, they are little solid, very porous, light-coloured.

The travertines of Liptovská Štiavnica are found SW and westerly of the community (on the slope below elevation point 568 m). They form two heaps with Ø up to 200 m lying close one above another, towering about 3–5 m above the environments. The travertine is relatively compact, whitishbrown.

Further occurrence of travertines is close to the SW outskirts of the community of Liptovská Štiavnica, where they form a large plate of elongated shape (about 150 m long and 40 m wide). The travertines are similar to the foregoing ones. Also another near occurrence belongs to them, with mineral water springs active recently yet.

On the slope below the Dielec and Úbočie as well as in the southern outskirts of the community alms and carbonate bogs are present.

The travertines of Vyšné Sliache are concentrated easterly of the community.

The largest occurrence of travertines is here on not a high hill, called „Skala“ (= Skalica in description by L. Ivan 1941). The western margin of the travertine heap reaches as far as the eastern outskirts of the community. On the top of the heap there are several smaller quarries for local use. The travertine is compact, little porous, white, stratified. It contains fauna and flora impressions. It is insufficiently exposed, so far no loose layers have been found, which could deliver fauna.

On the side of this heap a pocket has been found, filled up with loam and scree, with clay loam including molluscs at the base, probably belonging to the terminal phase of the interglacial. The fauna of the travertines alone is of interglacial character with predominance of *Helix pomatis* (L.), however, different from the fauna of the localities Lúčky — Skala and Drienok — top. On the basis of disruption and weathering we may consider earlier travertines of the Middle Pleistocene interglacial. Composition of the fauna conspicuously resembles findings from the PK IV base of loess series. The fauna is presented in attached table 2.

In the valley below the „Skala“ two travertine deposits are still found, the „Kotlisko“ and „Čertovica“. The Kotlisko is formed by a dead flat heap with kettle — shaped depression. The travertine is whitishbrown, hard.

Malacozoological Findings from the Locality Skala near Vyšné Sliache

Tab. 2

Ecological group		List of Species	Solid travertine	Covering grey clay
1	!	<i>Cochlodina</i> cf. <i>laminata</i> (Montagu)	x	—
		<i>Semilimax semilimax</i> (Férussac)	—	x
		<i>Discus ruderatus</i> (Férussac)	—	x
2	(+)	<i>Arianta arbustorum</i> (Linné)	—	x
	!	<i>Helix pomatia</i> (Linné)	x	—
	(+)	<i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	—	x
3	!	<i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	x	—
		cf. <i>Iphigena ventricosa</i> (Draparnaud)	x	—
5	(+)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	—	x
		<i>Vallonia costata</i> (Müller)	—	x
	(+)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	—	x
	(+)	<i>Limacidae</i> sp. (drob.)	—	x
7	+	<i>Trichia hispida</i> (Linné)	—	x
	(+)	<i>Clausilia dubia</i> Draparnaud	—	x
		<i>Vertigo alpestris</i> Alder	—	x
8	+	<i>Succinea oblonga</i> Draparnaud	—	x

The Čertovica is a heap produced by spring with deep crater (Photo 3). From the spring (heap) at the brook bottom as far the outskirts of the community soft swamp travertines, alms, are found.

The travertines of both heaps are late (Holocene).

Travertines of Lúčky. In the area of the community Lúčky three travertine generations are found. Two of them are situated directly below the spa. The earlier generation is on the right side of the valley, opened by the quarry near the cemetery and opposite to the spa, the later one below the church. A brook flows through them, forming a waterfall. The third one lies below the village, on the left side of the brook towards Kalamany. The step with waterfall is Holocene (predominantly Atlantic and Epiatlantic).

The deposit between the spa and cemetery called „Skala“ has two outcrops; in the south near the cemetery and in the north near the spa. Near the spa the travertine is brown, hard; F. Němec (1927) determined from it the flora (tab. 3). In the outcrop near the cemetery the travertine is brittle, stratified in upper parts (Pl. LV, fig. 1) downwards it is harder, less stratified. Both localities contain rich interglacial fauna (table 3) with index fossils *Helicigona banatica* (Rossm.), *Pagodula pagodula* (Desm.) and *Perforatella dibosthryon* (Kim.). In the uppermost beds resembling alm a water fauna rich in species is found, from which *Planorbis carinatus* (Müll.) deserves particular attention. The fauna markedly agrees with findings from the top of the Drienok near Bešeňová and indicates the Last Interglacial.

Even in these travertines suitable fossiliferous beds could not have been found so far. Up to now no faunas have been obtained from them. Relatively rich fauna of molluscs and also of vertebrates is found in joint filling.

More in detail was described the joint near the central pillar with the cross. In the part of joint striking E-W red loams with charcoals (MF 1) were found, covered with fine detritus with loess — like filling (MF 2). This joint is crossed by later N — S joint filled up with finer scree with loamy, light-greyishbrown sinter filling, also with rich fauna (MF 3). The results of malacofauna studies are in table 4.

Tab. 4

Malacozoological Findings from the Joint in the Central Pillar of the Travertine Quarry „Báňa“ near Bešeňová

Ecological group	List of Species	Fauna		
		MF 1	MF 2	MF 3
1	! <i>Discus rudersatus</i> (Férussac)	+	+	+
	! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	+	—	—
	<i>Vertigo pusilla</i> Müller	—	+	+
2	(+) <i>Arianta arbustorum</i> (Linné)	+	+	+
	<i>Semillimaria kotulae</i> (Westerlund)	+	+	—
	<i>Bradybaena fruticum</i> (Müller)	?+	—	+
	<i>Cochlodina cerata</i> (Rossmässler)	+	+	—
	! <i>Helix pomatia</i> Linné	+	—	—
	(+) <i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	+	+	+
3	(+) <i>Perforatella bidentata</i> (Gmelin)	+	+	—
4	++ <i>Pupilla sterri</i> (Voith)	—	+	—
5	++ <i>Columella columella</i> (Martens)	—	+	—
	++ <i>Pupilla loessica</i> Ložek	—	+	—
	++ <i>Pupilla muscorum</i> (Linné)	+	+	—
	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	—	—	+
	(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)	+	+	+
	<i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	+	—	—
	++ <i>Vallonia tenuilabris</i> (A. Braun)	—	+	—
6	++ <i>Vertigo parcedentata</i> (A. Braun)	—	+	—
	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	—	—	+
7	<i>Euomphalis strigella</i> (Draparnaud)	+	—	+
	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	+	+	—
	(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	—	+	+
	(+) <i>Limacidae</i> (small forms)	+	+	—
	(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	—	+	+
	(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	—	—	+
	(+) <i>Trichia hispida</i> (Linné)	?+	+	—
	+	+	+	+
	<i>Clausilia dubia</i> Draparnaud	+	+	+
	(+) <i>Orcula dolium</i> (Draparnaud)	—	—	+
8	<i>Vertigo alpestris</i> Alder	—	—	+
	+	+	+	—
8	<i>Succinea oblonga</i> Draparnaud	+	+	—
	<i>Vertigo substrata</i> (Jeffreys)	—	+	—

The thanatocoenosis of the lower red loam (MF 1) corresponds to a quite warm humid climate, which was a little colder than at present and made possible development of mixed forests as also the remnants of small mammals indicate, determined by O. Fejfar (*Clethrionomys*, *Apodemus*). It is probably the latest phase of the interglacial, the latest Riss/Würm can be taken into consideration, however, the interglacial of the Middle Pleistocene cannot be excluded.

Overlying detritus with loess filling (MF 2) is characterized by distinct portion of loess elements (also expressed in quantitative portion) and admixture of hydrophilous elements. This indicates glacial product to be present, which followed interglacial represented by underlying loam.

The fauna of the cross joint striking N-S (MF 3) shows typical assemblage of Early Holocene fauna, i. e. Pre-Boreal to Early Boreal.

The analysis of the fauna and the position of travertines in the development cycle of the Váh valley show that these travertines are earlier than one (the Last) Interglacial, what means that they correspond to the Penultimate Interglacial or earlier one (the range of the Middle Pleistocene).

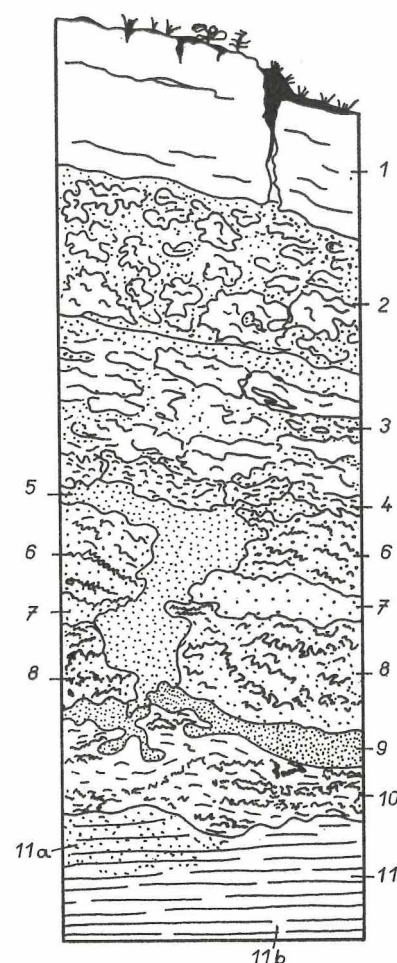
Travertines of the „Drienok“ near Bešeňová. The travertine complex of Drienok is separated from the foregoing ones by a valley cut. Solid travertines cover a relatively small surface at the Drienok hillock, also late foamstones and alms are found there, forming the extensive deposit „Močiare“ at the hillock foothill.

In the Drienok area three generations of travertines are distinguished quite distinctly. The earliest of them forms a plate at the top of the hill. At the surface a plate of solid, partly weathered travertines lies first, covering the strata of loose foamstones underlain by clays and marls. In the pit (fig. 6) situated at the top of the hill a warm period fauna is found. Richest representation of the fauna is in the loose tufa bed (indicating predominance of land species). More detailed findings of the fauna are mentioned in tab. 5.

The later generation of travertines is mainly found at the eastern and partly also at the southern foothill of the Drienok. In the small quarry at the eastern foothill travertines with findings of cold period flora and malacofauna of loess character (*Pupilla sp. div.*, *Columella columella* Mart., *Vallonia tenuilabris* A. Br.) are found. Formation of these travertines corresponds to a glacial.

The latest travertines and loose tufas are found at the Drienok foothill, partly also in the overlier of the mentioned glacial travertines at the eastern slope. The list of fauna of these travertines is mentioned in tab. 5.

Evaluation of the fauna. The findings from the pit at the Drienok belong to the richest ones in Slovakia and in the Liptov they represent the only set till now, showing fauna development in the course of interglacial. The predominating part of typical interglacial species as *Helicigona banatica* (Rssm.),



Obr. 6 Náčrt a opis kopanej sondy v travertínovej kope na Drienku pri Bešeňovej

- 1 – svetložltosivý, drobno pórovitý travertín, tvoriaci hrubú rozpukanú lavicu;
- 2 – svetlý penovcový piesok s početnými nepravidelnými polopevnými až pevnými hľuzami;
- 3 – zlatožltý až oranžový, silne pórovitý travertín s nepravidelne vyvetrávajúcimi úsekmi, pevnými lavicami a vložkami penovcového piesku;
- 4 – svetložltosivý husto drobno pórovitý travertín tvoriaci tenkú lavicu na báze 3. vrstvy, s ktorou je miestami zrastený;

- 5 – žltosivý penovcový piesok tvoriaci nepravidelnú polohu pod súvrstvom 3–4 a vyplňujúci kapsu v starších vrstvách;
- 6 – svetlosivý penovcový piesok s mnohými oranžovými Fe-šmuhami, ktoré sa miestami strácajú;
- 7 – svetlosivý penovcový piesok (takmer bez škvrn Fe);
- 8 – bielosivý penovcový piesok s hojnými oranžovými Fe-škvrami, šmuhami a mramorovaním, miestami s polohami tmavohnedých Fe-impregnácií;
- 9 – sivý penovcový piesok (tmavších odtieňov než ostatné vrstvy);
- 10 – žltosivý, sivý, oranžovo až tmavohnedošmuhovaný, škvrnitý alebo mramorovaný ilovitý piesok;
- 11 – sýto sivý, nepravidelne vápnitý íl s hrdzavými škvrnami a mramorovaním (11a), miestami s hojnými vápnitými inkrustáciami (11b), asi 50 cm pod dnom kopanej sondy zarazenou sondou zistený jemnopiesčité íl – zvetraný paleogén

Fig. 6 Sketch-Map and Description of Pit on the Travertine Heap at the Drienok near Bešeňová

- 1 – Light-yellowishgrey, finely porous travertine forming a thick jointed bank;
- 2 – Light-coloured loose tufa with numerous irregular half solid to solid nodules;
- 3 – Gold-yellow to orange, highly porous travertine with irregularly weathering parts, solid banks and intercalations of loose tufa;
- 4 – Light-yellowishgrey, densely finely porous travertine forming a thin bank at the base of bed 3, with which it is intergrown at places;
- 5 – Yellowishgrey loose tufa forming an irregular layer below the complex 3–4 and filling up the pocket in earlier beds;
- 6 – Light-grey loose tufa with brassy orange Fe-partings, disappearing at places;
- 7 – Light-grey loose tufa (almost without Fe spots);
- 8 – Whitishgrey loose tufa with abundant orange Fe-spots, partings and marmorization, at places with layers of dark-brown-Fe-impregnations;
- 9 – Grey loose tufa (darker shades than in other beds);
- 10 – Yellowishgrey, grey, with orange to dark brown partings, spotted or marmorized, clayey sand;
- 11 – Deep-grey, irregularly calcareous clay with rustybrown spots and marmorization (11a), at places with abundant calcareous incrustations (11b), about 50 cm below the bottom of the pit, by sunken pit found fine sandy clay – weathered Paleogene

of calcareous swamps, where forest elements came rarely only, development and fauna of bed 2 indicates that almost the whole deposit was wooded. The fact that interglacial index elements appear in the uppermost beds only, however, indicates only these layers to correspond to own climatic optimum, showing the first half of the interglacial to be included in the profile.

The studied deposit belongs to those types, where early interglacial sedimentation of CaCO_3 reaches little thickness and beds of the climatic optimum predominate, which obviously set on very rapidly. This type corresponds to conditions on the Hrádok of Gánovce and is mainly distinct of the Last Interglacial, however, also a warmer period, represented by pedocomplex PK V and loess series, cannot be excluded. In Lúčky the Last Interglacial is also indicated. The second fauna obtained from a small pit at the eastern Drienok foothill is Holocene.

The preliminary brief conclusions show that Quaternary development of the area under study was also affected by late tectonic movements beside climatic-morphological factors. Nearer identification of its Intra-Quaternary tectonics respectively dating of movements cannot be so far unambiguously performed as precise measurement of boreholes respectively accomplishment of boreholes of some sections are lacking, on the basis of which we could make more detailed analysis of development of longitudinal and transverse profiles, mainly of terrace benches of the Váh alone or its tributaries. Regarding to that we are limited to some more general statements.

For better clarification of some facts of geological-tectonic development of the area in the Quaternary we are going to mention the Pre-Quaternary period, at least briefly. It is evident that as in other areas of the Carpathians also in the area under study development was proceeding in several stages. Most intense course, however, show movements in the Post-Paleogene period. They are reflected in intense faulted – germanotype structure. The character of the structure of the area is a reflection of the function and intensity of earlier and later faults (P. Gross 1970).

Earlier faults are most frequently striking parallelly with present basin axis, thus in W-E, less WSW-ENE direction.

Later faults are mostly perpendicular to the foregoing system, generally of N-S direction with deviations from NE-SW and NW-SE.

At present we cannot say with certainty in which period this complicated tectonic structure was accomplished. However, the absence of Miocene sediments in the basin indicates very intense, unequable differentiated movements (in the background of bordering mountains already raised that time) in the basin alone, occupying a position of depression in relation to the mountains. The found remnants of Pliocene sediments in the central part (in the centre of the basin) of the area under study would lead to the assumption that in that

Tab. 5

Malacozoological Findings from the Drienok near Bešeňová

Ecological- biostrati- graphical Charac- terization	List of Species	Horizon Interglacial (Drienok-top)								Holocene	
		11	10	9	8	7	6	5	3	2	3
!	<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
!	<i>Acicula polita</i> (Hartmann)	—	+	—	—	+	—	+	+	+	+
!	<i>Aegopinella pura</i> (Alder)	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
!	<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—
!	<i>Cochlodina orthostoma</i> (Menke)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!!	<i>Discus perspectivus</i> (Mühlfeldt)	+	+	—	—	—	—	+	—	+	—
	<i>Discus rudieratus</i> (Férussac)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
!!	<i>Helicigona banatica</i> (Rössmässler)	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—
!	<i>Helicidonta obvoluta</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!!	<i>Iphigena cf. densistriata</i> (Rössmässler)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!	<i>Isignomostoma isognomostoma</i> (Schröter)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
1	<i>Laciniaria cana</i> (Held)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
!	<i>Monachoides incarnata</i> (Müller)	—	+	+	+	+	+	—	+	+	—
!	<i>Orcula doliolum</i> (Bruguiero)	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
!!	<i>Pagodulina pagodula</i> (Desmoulin)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
!!	<i>Perforatella dibothryon</i> (Klimakowicz)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!	<i>Ruthenica filigrana</i> (Rössmässler)	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—
	<i>Oxychilus depressus</i> (Sterki)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
!	<i>Trichia unidentata</i> (Draparnaud)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
!	<i>Vitrea dicaphana</i> (Studer)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!	<i>Vitrea subrimata</i> (Reinhardt)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
!	<i>Vitrea transsylvanica</i> Clessin	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
(+)	<i>cf. Arianta arbustorum</i> (Linné)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
!	<i>Discus rotundatus</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
!	<i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	—	+	—	—	—	—	+	—	+	?+
2	<i>Bradybaena fruticum</i> (Müller)	+	+	—	—	—	+	+	—	+	—
!	<i>Helix pomatia</i> Linné	+	—	+	—	—	+	+	—	+	—
(+)	<i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	<i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+
!	<i>Iphigena ventricosa</i> (Draparnaud)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
	<i>Monachoides vicina</i> (Röss- mässler)	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+
4	<i>Cepaea vindobonensis</i> (Férussac)	—	—	—	—	—	+	+	—	+	—
	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
(+)	<i>Vallonia costata</i> (Müller)	+	+	—	—	+	+	+	+	+	—
5	<i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—
	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud)	+	—	—	—	+	—	+	+	+	—
6	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	+	+	—	—	—	—	+	—	+	—

Ecological- biostrati- graphical Charac- terization	List of Species	Horizon									Holocene	
		11	10	9	8	7	6	5	3	2		3
7	(+)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	—	—	+	+	+	+	+	+	+	—
	(+)	<i>Limacidae sp. div.</i>	—	—	—	+	—	+	—	—	+	—
	(+)	<i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—
	(+)	<i>Punctum pygmaeum</i> (Drapar- naud)	—	—	+	—	—	+	+	+	+	—
		<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
	(+)	<i>Clausilia dubia</i> Draparnaud	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—
	!	<i>Linaria plicata</i> (Draparnaud)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
8	!	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—
	+	<i>Succinea oblonga</i> Draparnaud	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—
	!	<i>Trichia cf. villosula</i> (Rossmässler)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9		<i>Carychium minimum</i> Müller	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—
		<i>Cochlicopa nitens</i> (Gallenstein)	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
		<i>Euconulus alderi</i> (Gray)	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—
	+	<i>Pupilla madida</i> (Gredler)	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—
		<i>Oxyloma elegans</i> (Risso)	+	—	+	—	+	+	+	+	+	—
	(+)	<i>Succinea putris</i> (Linné)	—	—	?	+	+	+	?	+	—	—
		<i>Vallonia enniensis</i> (Gredler)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
		<i>Vertigo angustios</i> Jeffreys	—	+	+	—	+	+	+	+	+	—
		<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud)	+	+	+	—	+	+	+	+	+	—
	!	<i>Vertigo moulinsiana</i> (Dupuy)	—	—	—	—	—	+	+	—	+	—
(+)	<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	
10	(+)	<i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
	(+)	<i>Pisidium obtusale</i> (Lamarck)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
	(+)	<i>Lymnaea palustris</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(+)	(sensu stricto)	—	+	+	—	—	—	+	—	+	—
		<i>Lymnaea peregra</i> (Müller)	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
		(sensu latiori)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(+)	<i>Lymnaea truncatula</i> (Müller)	—	+	+	+	+	+	+	+	+	—
	(+)	<i>Anisus leucostomus</i> (Millet)	—	+	+	+	+	+	+	+	+	—

Pagodulina pagodula (Desm.) or *Perforatella dibothryon* (Kim.) as well as the major part of species of group 1 is concentrated in bed 2 and also distinctly represented in its direct underlier (beds 3 and 5). In more depth already species of open country predominate, from xerophilous (5) to richly represented assemblages of swamps and shallow waters (9, 10). However, also here forest elements are rarely found, typical of warmer periods.

As high the basal clay (bed 11) shows certain differences, manifested in the occurrence of the species *Discus rudieratus* (Fér.) and *Vitrea crystallina* (Müll.). This shows together with low representation of forest elements the mentioned layer already not to correspond to very early phase of the interglacial, probably close before the onset of climatic optimum.

The difference of beds 10 — 6 in contrast to 5 to 2 (and mainly 2) may be rather given by the stand, i. e. while the lower beds represent typical sediments

time the whole basin surface was levelled and formed the bottom of Pliocene filling and only later under the influence of intense uplifting of the northern part of the area (northerly of the Váh) its complete denudation took place. This explanation, however, is little probable. On the contrary, the absence of Pliocene sediments in this part may be explained in the way that prior to Pliocene sedimentation this area was relatively more raised and lacustrine — fluvialile accumulative activity did not reach it but terrestrial weathering was taking place there. It would be evident that as early as prior to the Pliocene and in the time of it two subsections were relatively clearly differentiating in the studied basin section, the southern subsection — relatively lower (southerly of the Váh), in which fluvialile-lacustrine development proceeded and the northern subsection (northerly of the Váh) — relatively higher with subaerial processes. More intense tectonic raise in the southern subsection proceeded approximately at the beginning of the Pliocene; afterward in the course of the Pliocene tectonic movements displayed less intensity only. The movements kept this character also in the Early Quaternary, until the end of the Günz. Later in the time of the interglacial Günz /Mindel tectonic movements were intensifying again and we may say that they have been lasting up to present with various intensity. Their intensity is also indicated, for instance, by revival of deep erosion and disintegration of Pliocene-Early Quaternary filling.

On the basis of up to present study of the basin section traced by us, supported by mutual correlation of sediments, morphological forms etc. we mention some stratigraphic conclusions for Quaternary as well as Pliocene sediments. These conclusions are to understand as preliminary ones because as we have mentioned in the introduction, we shall continue in investigation.

Remnants of Pliocene sediments, representing the Pre-Quaternary relief (flood-pain) level, mainly in the proper Váh valley, have been preserved near the divide-line in the centre of the basin (on the left side of the Váh valley) beside the hill Bežan, which forms the dividing ridge. These sediments, segmented by lateral, left-sided Váh tributaries underwent destruction then, caused by slope processes. They are deposited in steps so that they form 3 respectively 4 terrace benches. Their thicknesses of accumulation are varying, the greatest (up to 34 m) are reached at the hill Bežan. We have not so far treated the problem of their stratigraphical range more in detail, as lowermost position we consider Upper Pliocene (Levantian) ones. They probably form equivalents of gravelous formations (of Poltár and Kolárovo). We also have not treated their genesis, however, we suppose their fluvialile-lacustrine development.

Quaternary-geological development of the area is linking up with development of the foregoing periods, however, proceeding under conditions of general

cooling of the climate, cyclic alternation of warmer and cooler periods, in the background of tectonic movements of raising character. The action of these factors is reflected in the sediments and morphogenesis of the area.

As a consequence of the tectonic raise in the area under study gradual lowering of base-lines of erosion proceeds — downcutting of the valley of the Váh and its tributaries, interrupted by periods of predominating accumulation — formation of terraces. Due to cut — down of the Váh and its tributaries, summary effect of which is about 100 m and about 70 m of the tributaries in the studied Váh section, gradual formation of valleys was taking place. It is also necessary to count with slope modelling processes. The valleys were usually predisposed tectonically, mainly by Post-Paleogene tectonics. In the Quaternary mostly Pliocene, then Early and Middle Pleistocene sediments were dissected by erosion. After the phases of erosion formation of travertines took place on the valley slopes as well as on preserved remnants of accumulation at many places.

The study of spatial extension, the position of fluvial sediments (proluvial and terrace) of the Váh alone or its tributaries in relation to travertines makes us possible (except common morphometric, petrographic methods etc.) to find out certain stratification of development of fluvial sediments, the relief, late tectonics and Quaternary-geological development of the area under study generally. This element of stratification in this area we consider as new. However, we also remark that this group of problems is very complicated, being in the stage of treating, therefore the mentioned results are of preliminary character only.

On the basis of the mentioned and in agreement with the preliminary results of analyses stratigraphic range of the terraces and travertines of the area under study appears as follows.

To the earliest Pleistocene we range proluvial sediments of the underlier of the travertine heap at the hill Čerená, east of Ludrová. Then we range here the 3rd and 2nd high terrace of the Váh. The high terrace 3 (T-VI) we correlate with the highest remnant of mentioned proluvial sediments, in stratigraphy we range them to the Donau. The 2nd high terrace (T-V) and the lower bench of proluvial sediments below the travertines from Čerená we range to the Günz. The travertines at the mentioned hill alone we consider as interglacial Günz Mindel.

To the Middle Pleistocene we range the 1st high terrace (Mindel). In the case of its dissection according to different underlier we range then the high terrace (T-IVb) to the Mindel- and the terrace (T-IVa) to the Mindel₂. The travertines: Lúčky-Skaličky and Vyšné Sliače — Skaľa (Skalica) we range to the interval of Mindel Riss interglacial. Questionable is the range of travertines from

the locality „Baňa“ near Bešeňová, which are also Middle Pleistocene in age (i. e. earlier than the Ultimate Interglacial).

Further to the Middle Pleistocene we range the middle terraces and proluvial sediments. The 2nd middle terrace (T-III) we range to the Riss- and the 1st middle terrace (T-II) to the Riss₂.

To the Upper Pleistocene we range travertines at the localities in Lúčky at the Skala and Drienok near Bešeňová. These are travertines of the Ultimate interglacial Riss/Würm. Further we range there (to the Würm period) bottom filling of the flood-plain of the Váh and its tributaries.

To the period of the “ate Glacial and Holocene“ we range sediments of the flood-plain facies, preserved on flood-plains, also travertines at the localities in Ludrová, easterly of the community near the old cemetery, in Liptovská Štiavnica, Vyšné Sliače (Kotlisko, Čertovica), in Lúčky the travertine terrace in the brook, also in Madočany and in Liptovská Teplá and Bešeňová. To the Holocene we also range the most landslides. Deluvial sediments we mainly consider as product of the Upper Pleistocene and Holocene. In eluvial sediments we do not establish the age, we designate them as Quaternary as their formation is obviously of wide interval of time.

In the course of printing a thick fossiliferous series has been found in the abandoned quarry in dolomites near Lisková, situated between the Lisková Cave and the limestone quarry below the village Martinček. At the base are lying the coarse Váh river gravels with pebbles of melaphyres as high as 18 m above the Váh level. On them a mighty complex of slope talus with malacofauna rests. Immediately on the Váh river terrace lies a thin layer of loess loam with the species *Pupilla sterri* (Vth), *P. muscorum* (L.), *P. triplicata* (Stud.), *Orcula dolium* (Drap.), *Vallonia costata* (Müll.) and *Clausilia dubia* (Drap.) — thus still an assemblage of cold character. Overlying it is a layer of coarse gravel, containing interglacial elements as *Acicula polita* (Htm.), *Ruthenica filograna* (Rsm.), *Ena montana* (Drap.), *Isognomostoma holosericum* (Stud.), *Carychium tridentatum* (Rsse), *Cochlodina cf. laminata* (Mtg.) and *Aegopinella cf. nitens* (Mich.) and also species rather corresponding to transitional phases: *Fusulus varians* (C. Pfr.) (the second finding from the Pleistocene), *Bradybaena fruticum* (Müll.), *Euomphalia strigella* (Drap.), *Clausilia pumila* C. Pfr., *Truncatellina cylindrica* (Fér.), *Abida frumentum* (Drap.), *Perforatella bidentata* (Gm.), *Orcula dolium* (Drap.), *Vitrea crystallina* (Müll.), *Vallonia costata* (Müll.), *Clausilia dubia* (Drap.), *Pupilla sterri* (Tth) and *P. triplicata* (Stud.). From aquatic species *Lymnaea truncatula* (Müll.) and from fluvial species *Ancylus fluviatilis* (Müll.) have been found, the latter one proving immediate relation to fluvial accumulation.

In the immediate overlier of the mentioned terrace, Early Riss in age according to A. Droppa, a complex of the warm period has been thus proved, the minimum age which is the Penultimate Interglacial. The profile is of extraordinary importance for dating of the Liptov terraces and is treated in detail.

Do tlače odporučil Q. Záruba

Preložil J. Pevný

REFERENCES

- [1] Andrusov, D. 1965: Geológia československých Karpát III. Bratislava. — [2] Droppa, A. 1964: Výskum terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny. Geograf. časopis XVI/4. Bratislava. — [3] Gross, P. 1970: Paleogén Liptovskej kotliny k listom Ružomberok, Likavka, Partizánska Lupča, Lúčky, v mierke 1 : 25 000. Manuskript-archív GÚDŠ. Bratislava. — [4] Horniš, E. 1956: Petrograficko-technologický výskum štrkopieskov Váhu. Geol. práce, Správy 6. Bratislava. — [5] Chmelík, F. 1968: Paleogene of the inner Carpathians. Regional geology of Czechoslovakia. Part II. The West Carpathians. Praha. — [6] Chmelík, F. — Pícha, F. — Benešová, E. et kol. 1963: Opěrná vrstva Vlasy-I. Práce Výzk. ústavu Čs. naft. dolů 20. Praha. — [7] Ivan, L. 1941: Výskyty travertínov na Slovensku. Práce ŠÚG. Bratislava. — [8] Koutek, J. 1936: O geologických a sedimentárně-petrografických výzkumech v paleogénu Liptovské kotliny na Slovensku. Věst. Stát. geol. úst. ČSR 12. Praha. — [9] Koutek, J. 1938: K otázce stáří paleogénu Liptovské pánve na Slovensku. Věst. Stát. geol. úst. ČSR 14. Praha. — [10] Ložek, V. 1961: Další interglaciální malakofauna ze Slovenska. (Weitere interglaziale Molluskenfaunen aus der Slowakei). Antropozoikum IX (1959). Praha. — [11] Ložek, V. 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozpravy ÚÚG 31. Praha. — [12] Ložek, V. 1969: Über die malakozoologische Charakteristik der pleistozänen Warmzeiten mit besonderer Berücksichtigung des letzten Interglazials. Bericht d. Deutsche Gesellschaft für geol. Wissenschaften. A. Geol. Paläontolog. 14/4. Berlin. — [13] Ložek, V. — Prošek, F. 1957: Krasové zjevy v travertínech a jejich stratigrafický význam. Českoslov. kras 10/4. Praha. — [14] Matějka, A. 1927: Geologická studie z okolí Ružomberka na Slovensku. Sbor. geol. úst. ČSR 7. Praha. — [15] Matějka, A. 1935: Geologie okolí lázní Lúček na Slovensku. Věst. Stát. geol. úst. ČSR 11. Praha. — [16] Mazúr, E. 1963: Žilinská kotlina a príslahlé pohoria. Bratislava, SAV. — [17] Romer, E. 1963: Tatrzańská epoka lodowa. Prace geograficzne. Z. XI. Lwów. — [18] Smolíková, L. — Ložek, V. 1962: Zur Altersfrage der mitteleuropäischen Terra calcis. Eiszeitalter und Gegenwart 13. Öhringen. — [19] Szaflarski, J. 1937: Ze studiów nad morfologią i dyluwium południowych stoków Tatr. Kraków. — [20] Škvarček, A. 1968: Niekoľko poznámok ku kvartérno-geomorfologickému vývoju strednej časti Liptovskej kotliny pod Nízkymi Tatrami. Geograf. časopis XX/4. Bratislava. — [21] Šubjak, K. — Polášková, M. 1961: Závěrečná správa o výpočte zásob travertínov Ludrová, Bešeňová. Manuskript-Geofond. Bratislava. — [22] Vitásek, F. 1932: Terasy horního Váhu. Spisy Tatranské komise. Brno. — [23] Vaškovský, I. 1970: Geological profile of the Quaternary near Nové Mesto nad Váhom (Mnešice). Věstník ÚÚG 45. Praha. — [24] Vaškovský, I. 1970: Vysvetlivky ku geologickým mapám: Ružomberok, Likavka, Partizánska Lupča, Lúčky, v mierke 1 : 25 000 (úsek Liptovská kotlina — kvartérna časť) Manuskript-archív GÚDŠ. Bratislava. — [25] Vaškovský, L. 1970: On the Structure and Age of the Middle

Terrace Bench on the Left Side of the Danube Valley in the Section Komárno-Štúrovo. Geol. práce, Správy 55. Bratislava. — [26] Vaškovský, I. — Žebera, K. 1968: Quaternary of the West Carpathias. In Regional Geology of Czechoslovakia. Part. II. The West-Carpathians. Praha. — [27] Záruba, Q. 1961: River terraces in Bohemian Massif. Czwartorzęd Europy środkowej i wschodniej. I. Praca Inst. Geol. 34. Warszawa.

I. VAŠKOVSKÝ — B. LOŽEK

STRATIGRAFIA KVARTÉRU ZÁPADNEJ ČASTI LIPTOVskej KOTLINY

(resumé anglického textu)

Z hľadiska kvartárnej geológie má liptovská kotlina mimoriadne veľký význam. Spôsobujú to priaznivé podmienky pestrého vývoja a viaceré zachované genetické typy kvartérnych sedimentov. Vzájomné vzťahy týchto sedimentov môžeme sledovať na väčšej rozlohe a vytvoriť bohato členený stratigrafický systém kotliny, ktorý má rozhodujúci význam pre poznanie kvartérneho vývoja najvyššie položenej časti Západných Karpát. Terasový systém Váhu môže byť spojovacím článkom medzi Liptovskou kotlinou a Podunajskou nížinou, čo nám umožní porovnať kvartér Liptovskej kotliny s klasickými oblasťami stredoeurópskeho kvartéru.

O geológii z. časti Liptovskej kotliny jestvuje celý rad prác, ktoré sú zamerané prevažne na predkvartérne útvary a kvartér sa dotýkajú len okrajovo. Pretože systematický kvartérnogeologický výskum sa tu nerobil, literatúra týkajúca sa kvartéru je skromná a zaoberá sa prevažne vývojom riečnych terás. Skúmané územie (obr. 1), ako aj celá Liptovská kotlina má vzhľadom na svoj horský rámec depresnú polohu. Súčasný reliéf územia je v podstate produktom erozívnej činnosti. Hlavným erozívnym činiteľom bol Váh so svojimi prítokmi. Váh počas kvartéru prehĺbil dno kotliny do hĺbky viac ako 110 m a vytvoril širokú asymetrickú dolinu; na ľavej strane zachováva terasové stupne, pravá je obyčajne strmšia, bez terasových zvyškov. Doliny lavostranných prítokov v kotline sa nepravidelne rozširujú a zužujú. Výrazné rozširovanie pozorujeme po vyústení potokov z Nízkych Tatier do kotliny. Na tvorbe reliéfu, jeho novotvarov a konzervovaní starších tvarov sa v teplých obdobiach v skúmanom úseku významne podieľali travertíny, ktoré sa koncentrujú do tektonicky predisponovaných miest.

Kvartérne sedimenty na skúmanom úseku Liptovskej kotliny tvoria takmer rovnomerný plášť predkvartérnych útvarov. Členitosť reliéfu podložných hornín, rôznorodosť genetických podmienok sa odráža aj v ich skladbe, faciálnej pestrosti a priestorovom rozšírení. Najrozšírenejšie sú svahové sedimenty

a náplavy vodných tokov, menšiu rozlohu majú travertíny. Zriedkavo sa vyskytujú eluviálne a organické sedimenty.

Všeobecne môžeme v skúmanom území vyčleniť 5 genetických typov kvartérnych sedimentov: 1. *eluvialno-deluvialne*; 2. *deluvialne*; 3. *fluviálne*; 4. *proluviálne*; 5. *travertíny*.

1. *Eluvialno-deluvialne sedimenty* — produkty zvetrávania predkvartérneho podložia sa vyskytujú na skúmanom území dosť obmedzene. Zachovali sa na vrcholoch sediel v nevelkej mocnosti (do 3 m), alebo na pomerne širokých chrbtoch pahorkatinového stupňa (Vrch hora, Vrch hája, Lovisko, Bežan, Úložisko, Veľký Hokov a ďalšie). Na vrchole Loviska (vrt LV-1) majú mocnosť takmer 15 m. Vzhľadom na monotónne litologické zloženie paleogénneho podložia (prevláda ílovcový vývoj) je celkový charakter eluvialno-deluvialných sedimentov málo premenlivý.

2. *Deluvialne sedimenty* sú na skúmanom území plošne najrozšírenejšie. Pozdĺžne rezy poukazujú na výrazné zväčšovanie ich mocnosti v smere sklonov svahov. Ich priemerná mocnosť je 5 — 8 m, miestami aj viac. Zrnitostne sú dosť premenlivé. V tých častiach územia, kde dominuje flyš ílovcovej litofácie sú blízke sprašovým hlinám a pri ich opisovaní dochádza často k zmene so sprašovými hlinami, od ktorých sa odlišujú prímiesou drobných úlomkov bridlice. Na riečnych terasách a proluviálnych kužeľoch sa v nich obyčajne nachádza štrkový materiál.

Osobitnú skupinu deluvialných sedimentov na skúmanom území tvoria zosuny. Na ich vývoj priaznivo pôsobili jednak morfológické podmienky (strmé svahy), jednak geologicko-litologické zloženie sedimentov a hornín. Zosuvné procesy najčastejšie zasahovali spodné časti svahov. Poväčšine býva postihnuté súčasne úpätie i stred svahu, niekedy však i celý svah (napr. v okolí Lúčok), ba aj podložie. Zosuvné procesy zaberajú najväčšie plochy v severnom podúseku. Z typologického hľadiska sú najrozšírenejšie plošné a prúdové zosuny. Podľa stability ich možno rozdeliť na ustálené a aktívne. Bezprostrednou príčinou zosunov je buď nadmerné zavlhčenie sedimentov, alebo erózna činnosť potokov.

3. *Fluviálne sedimenty* patria z väčšej časti Váhu, z menšej časti jeho prítokom. Riečne terasové stupne, ktoré možno sledovať na veľkej rozlohe (mimo skúmaného územia), sú dôležitými vedúcimi stratigrafickými horizontmi. Donedávna sa im nevenovala patričná pozornosť; nebol jednoznačne známy a interpretovaný systém terás, ktorý možno vypracovať len na základe znalosti celej kotliny. Určitým prínosom v tomto smere je novšia práca A. Droppu, z ktorej preberáme niektoré údaje.

Predpokladaný terasový systém v tomto článku má len predbežný charakter; podrobnejšie sme ho overili pomocou vrtov v priečnom reze na dolinu Váhu (kopec Lovisko — Úložisko; (obr. 2), v doline Ludrovanky a Štiavničian-

ky (obr. 3). Je nutné urobiť rez aj v doline Lupčianky. V záujme kontinuity jednotlivých terasových výskumov používame označenie A. Droppu. Na skúmanom území sú väčšinou terasy zložené, tvorené zrezaným skalným podloží (erózne terasy) a akumuláčnym povrchom. Všeobecne podľa pomeru k dnám dolín rozlišujeme štyri skupiny terás: 1. nízke terasy (T-Ia, T-Ib, T-Ic?); 2. stredné terasy (T-II, T-III); 3. vysoké terasy (T-IVa, T-IVb, T-IV, T-V, T-VI); 4. predkvartérne terasy (T-VII, T-VIII, T-IX, T-X).

Nízke terasy a poriečne nivy. Poriečna niva Váhu tvorí súvislý pruh po oboch stranách toku. Jej šírka je rovnaká. Fluviálne sedimenty tvoria jeden sedimentačný cyklus; ležia na paleogénnych súvrstviach. Charakter stavby a sled sedimentácie poriečnej vo vertikálnom smere sme podrobnejšie študovali v stene základovej jamy priehrady pri Liptovskej Mare, kde sa v celej mocnosti fluviálnej série pomerne jasne vyčleňujú tri skupiny sedimentov, z ktorých každá zodpovedá určitej fáci.

Na povrchu fluviálnej série sú hliny piesčité, striedajúce sa s vrstvičkami jemnozrnných pieskov; najčastejšie sú horizontálne, prípadne diagonálne zvrstvené, alebo bezvrstvené. Ich mocnosť dosahuje 1 m. Tieto sedimenty zastupujú nivnú fáciu. Pod nimi sú štrky so šošovkami hrubozrnných pieskov s diagonálnou vrstevnatosťou, obsahujúce aj menšie balvany. Ich mocnosť je okolo 3 m. Zastupujú korytovú fáciu. V bazálnej časti je uložený pieskoštrkový materiál s častými balvanmi ($\varnothing$ do 1 m) a s neopracovanými úlomkami pieskovec paleogénu, vytrhnutých z podložia (mocnosť do 3 m); zastupujú fáciu dna. Vo fluviálnej sérii priečnej nivy Váhu prevláda hrubý materiál rôznorodných pieskov, pieskoštrkov, štrkov a balvanov. Sedimenty každej vyčlenenej fácie odrážajú zákonitosti hydrodynamickej sily toku. Ich faciálny vývoj je odlišný od vývoja nížinných riek (napr. Dunaja — I. Vaškovský 1970), majú charakter horského fluvialu. S podobným obrazom faciálneho vývoja sa stretávame aj u väčšiny sledovaných terasových stupňov.

V petrografickom zložení fluviálnych sedimentov poriečnej nivy Váhu prevládajú žuly, menej sú zastúpené kremence, kremeň, ruly, melafýry, amfiboly, vápence, dolomity, arkózy, pieskovce a pod.

Už na povrchu poriečnej nivy skúmaného úseku sú na pohľad viditeľné dva stupne; nižší a vyšší. Nižší stupeň (označovaný T-Ia), cca 1 m vysoký nad strednou hladinou Váhu rozkladá sa pozdĺž toku vo forme asi 50 m širokého pásu, zalievajúceho jarné povodnie. Vyšší stupeň s relatívnou výškou 2 — 3 m nad hladinou Váhu býva zaplavovaný iba pri katastrofálnych povodniach; je podstatne širší a označujeme ho ako T-Ib.

A. Droppa (1964) vyčleňuje v Liptovskej kotline terasový stupeň T-Ic, ktorý je podľa neho zachovaný len pri ústiach väčších prítokov Váhu — Dúbravky, Štiavnice a pod. Našimi výskumami sa prítomnosť tohto stupňa nepodarilo jednoznačne potvrdiť.

Stredné terasy. Morfológicky tvoria nápadný, plošne pomerne rozsiahly útvar nielen na študovanom úseku, ale v celej Liptovskej kotline. Povrch stredných terás je pokrytý pomerne mocnými deluviálnymi hlinami, takže na pohľad sa javí ako jeden terasový stupeň. Zo zostavených geologických profilov (obr. 2 a 3) vyplýva, že ide o dva stupne s diferencovanými výškami predkvartérneho podložia.

1. *stredná terasa* (nižší stupeň stredných terás T-II) na ľavej strane údolia Váhu tvorí prerušovaný pruh s nevelkými plochami pred vyústením Dúbravky, Lupčianky, Sliačanky a Štiavničianky (od Ludrovej po ľavej strane Ludrovanky, potom pozdĺž Štiavničianky; pri Ružomberku sa vyklíňuje). Výška povrchu 1. stredného terasového stupňa (T-II) sa pohybuje v rozmedzí 15 — 20 m nad údolím Váhu. Skalné podložie má v relatívnej výške 10 — 15 m, a pri ústí Ludrovanky do Štiavničianky (vrt LV-16) cca 2 m nad povrchom poriečnej nivy. Mocnosť jeho akumulácie kolíše od 3 do 9 m.

2. *stredná terasa* (vyšší stupeň stredných terás T-III) zaberá v skúmanej časti kotliny väčšiu plochu. Na ľavej strane Váhu je útržkovite zachovaná medzi vyústeniami Dúbravky, Klačianky, Malatinky a Lupčianky; tu sa spája so zodpovedajúcou terasou Lupčianky. V smere toku pokračuje tento stupeň v. od vyústenia Sliačanky, podobne od Štiavničianky a veľkú plochu zaberá na medziriečisku Štiavničianky a Revúcej. Útržkovite sa zachoval aj na pravej strane Váhu sz. od Liptovskej Teplej a Liskovej. Jeho povrch nad hladinu Váhu vystupuje v rozmedzí 25 — 33 m; skalný podklad leží 18 — 22 m nad riekou, akumulácia má mocnosť 3 — 5 m. Obidva terasové stupne (T-II, T-III) pokrýva 6 metrová vrstva deluviálnych hlin.

Vysoké terasy. Nachádzajú sa v údolí Váhu i v dolinách prítokov. Odlišujú sa vzájomnými výškovými rozdielmi a nie sú ani rovnako zachované.

1. *vysoká terasa* (T-IV) na ľavej strane Váhu je útržkovite zachovaná sv. od Krmeša, jz. od Vlach na medziriečisku Malatinky a Lupčianky, jz. od Liptovského Michala, kde nadväzuje na zodpovedajúcu terasu Lupčianky. Podľa A. Droppu tento stupeň vytvára jednotnú sedimentačnú výplň s podloží (eróznym stupňom) na jednotnej úrovni, len jeho povrch je eróziou (podobne ako u poriečnej nivy) rozdelený na dva stupne. Podľa priloženého profilu (obr. 2) tu ide o dva stupne s rozdielnymi výškami erózie, preto ich označujeme rozdielne (T-IVa a T-IVb).

Erózný povrch nižšieho vysokého stupňa T-IVa je 41 m nad hladinou Váhu. Mocnosť akumulácie je až 8 m (vrt LV-6), pozostáva zo silne zvetraného materiálu; rôznorodného piesku so štrkom s valúnmi žúl (zvetranými), kremencov, melafýrov a ojedinele i vápencov.

Druhý terasový stupeň (T-IVb) má erózný povrch 50 m nad hladinou Váhu. Mocnosť jeho akumulácie (podľa vrtov LV-4 a VV-4) je do 10 m. Akumuláciu

tvorí silne zahlinený rôznorodný piesok s valúnmi zvetranej žuly, kremencov, melafýrov, pieskovcov a vápencov. Výškový rozdiel erózných povrchov medzi stupňami T-IVa a T-IVb je 9m, je však možné, že rozdielna úroveň erózneho stupňa je iba lokálna.

2. *vysoká terasa (T-V)* je zachovaná na väčších plochách pozdĺž Váhu a Lupčianky. Tiahne sa po ľavej strane doliny Váhu jz. od Sokolčia za vyústením Lupčianky a po ľavej strane v doline Lupčianky.

3. *vysoká terasa (T-VI)* sa nachádza pozdĺž Váhu (obr. 2) po ľavej strane doliny a v doline Lupčianky. Jej priebeh je vcelku podobný ako u predchádzajúceho stupňa.

Predkvartérne terasy tvoria skupinu, pozostávajúcu z troch alebo štyroch terasových stupňov s výškovo diferencovaným podložíom (obr. 2.) Zatiaľ sme sa však bližšie nezaoberali charakterom ich sedimentácie a vzájomnými priestorovými vzťahmi a tak ich podrobnejšie neopisujeme). Nálezy melafýrov nasvedčujú, že ich genéza je spojená s činnosťou Váhu. Materiál je silne zvetraný.

4. *Proluviálne sedimenty.* Periglaciálne náplavové kužele na skúmanom území poukazujú na úzku genetickú spätosť s riečnymi terasami. Nachádzajú sa v j. časti kotliny, na úpätí Nízkych Tatier i v s. časti, na úpätí Chočského pohoria. V j. časti sledovaného úseku Liptovskej kotliny v dolinách prítokov sa výrazne diferencujú tri skupiny proluviálnych sedimentov: *vysoké, stredné a nízke*. Najlepšie zachovaná je skupina nízkych periglaciálnych kuželov, ktorá vyplňuje dná dolín; tvoria široké poriečne nivy. Najrozsiahlejšie sú stredné kužele; najväčší z nich je kužel Križianky, ktorý je cca 5 km dlhý a 2,5 km široký — na naše územie preniká len úzky pás, podstatná plocha kužela sa rozprestiera v. od nášho územia. Ďalšie, pomerne rozsiahle, kužele tejto skupiny sa nachádzajú v dolinách Klačianky, Lupčianky, Sliačanky a Ludrovianky. Skupina vyšších kuželov je zachovaná iba útržkovite na ľavej strane v doline Lupčianky a na pravej strane Ludrovianky, pod travertínovou kopou Čerená (obr. 3). V s. časti, na okraji kotliny je v študovanom úseku zachovaná iba skupina mladších kuželov, ktorú tvoria potoky Sestrč a Kalamenianka a v okolí obce Liptovská Anna, sz. od obce Lisková sa nachádzajú kužele vytvorené nepomenovanými prítokmi. Majú pomerne malý plošný rozsah. Skupina stredných kuželov je tu zriedkavosťou.

5. *Travertíny.* Do skupiny travertínov patria karbonátové sedimenty minerálnych vôd s litologicky pestrú škálou hornín, (kompaktné travertíny, rôzne odrody travertínov a almov a karbonátové slatiny). Na študovanom úseku vystupujú na okraji kotliny v 5 hlavných lokalitách: Čerená, Vyšné Sliače, Bešeňová, Drienok pri Bešeňovej, Lúčky atď. V. Ložek získal z nich pomerne bohatý materiál fauny mäkkýšov. V niektorých prípadoch sú však

nálezy len zlomkovité, nereprezentujú celé bohatstvo fauny, čo je podmienené nedostatočným odkrytím fosiliférnych vrstiev (Sliače, Ludrová). Na pleistocénne ložiská nadväzujú mnohé ložiská holocénnych travertínov.

V článku uvádzame jednotlivé lokality travertínov podľa obcí, pri ktorých sa nachádzajú travertíny Ludrová — v dvoch lokalitách v. od obce — prvá na vrchu Čerená, druhá pri starom cintoríne.

Čerená nad Ludrovou. Travertíny na pohľad tvoria jednu kopu pretiahnutého tvaru v smere S—J. V skutočnosti však (K. Šubjak — M. Poliaško-vá 1961) ide o dve kopy, ktoré sa zlievajú. Medzi oboma kopami je pravdepodobne travertínová drvína s polohami kompaktných travertínov. Travertíny kôp sú kompaktnéjšie, menej pórovité, rozdelené na lavice. Travertíny mimo korózných vriec sú porušené najmä v okrajových častiach hlbokými, prakticky až k podložíu siahajúcimi puklinami, takže vytvárajú samostatné bloky. Paleontologicky sú tieto travertíny málo preskúmané, pretože sú slabo odkryté. Jediné nálezy dopodla poskytol malý lom na z. okraji (obr. 5, foto 1), kde sú odkryté spodné vrstvy travertínov s polohami penovcov. Pre posúdenie celkového veku ložiska je významný nález druhu *Helicigona lapicida* (L.) vo vrstve 10, ktorá v súčasnej dobe územia Slovenska nezasahuje a ako fosílna vrstva sa vyskytuje predovšetkým v teplých obdobiach starého pleistocénu. V mladších travertínoch Liptova ani Spiša sa nevyskytuje. Podobný význam možno prikladať i nálezu xerothermného prvku *Abida frumentum* (Drap.) vo vrstve 12, ktorá je tiež typická pre staršie interglaciály — aspoň pokiaľ ide o severné Slovensko.

Treba rozlišovať nálezy fauny z penovcových káps vo vrchných narušených vrstvách, označené v tab. 1 ako horizont 3/K, ktoré sa vyznačujú nedostatkom vodných a barinatých druhov (úplne chýba skupina 10 a 9) a prevahou lesných druhov, ktoré na rozdiel od podobných nálezov z vrstvy 10 dodnes bežne žijú v Liptove. Táto fauna nesporne zodpovedá začiatku klimatického optima niektorého teplého obdobia, nie je však možné bezpečne doložiť, že pochádza z obdobia ukladania travertínov. *Travertíny pri starom cintoríne* v Ludrovej tvoria len malú kopu Ø cca 15 m, sú málo pevné, veľmi pórovité, svetlej farby. *Travertíny Liptovská Štiavnica* sa nachádzajú jz. a z. od obce (na svahu pod kótou 568 m). Tvoria tu dve kopy Ø do 200 m, tesne na seba uložené, vyčnievajúce cca 3 — 5 m nad okolie. Travertín je pomerne kompaktný, bielo-hnedý. Travertíny sa vyskytujú aj tesne pri jz. okraji obce Liptovská Štiavnica, kde tvoria veľkú dosku podlhovastého tvaru (dlhú cca 150 m a širokú 40 m) a podobajú sa predchádzajúcim. Patrí k nim aj ďalšie blízke nálezisko, v ktorom sú ešte teraz minerálne pramene.

Na svahu Pod dielec a Úbočí, ako aj na j. okraji obce sú vyvinuté almy a karbonátové slatiny. Travertíny *Vyšné Sliače* sa sústreďujú v. od obce. Najviac ich je na nevysokom kopci nazývanom „Skala“ (= Skalica v opise

L. Ivana). Západný okraj travertínovej kopy zasahuje až k v. okraju obce. Travertín je kompaktný, málo pórovitý, biely, vrstevnatý. Obsahuje faunu a odtlačky flóry. Je nedostatočne odkrytý. Zatiaľ sa nenašli žiadne sypké polohy, ktoré by obsahovali faunu.

Na boku tejto kopy sa nachádza kapsa, vyplnená hlinami a suťami. Na ich báze vystupuje sivohnedá fľovitá hlina s mäkkými, patriacimi pravdepodobne do konečnej fázy interglaciálu. Fauna travertínov má interglaciálny ráz (prevaha *Helix pomatis* L.), odlišuje sa však od fauny z lokalít Lúčky — Skala a Drienok-vrchol. Zloženie fauny nápadne pripomína nálezy fauny z bázy Pk IV sprašových sérií. Nálezy fauny sú zhrnuté v priloženej tabuľke 2. V doline pod „Skalou“ vystupujú ešte dve ložiská travertínov a to „Kotlisko“ a „Čertovica“. Kotlisko tvorí mŕtva plochá kopa s kotlovitou prehĺbeninou. Travertín je bielohnedý, tvrdý. Travertíny obidvoch kôp sú mladé (holocénné).

Travertíny Lúčky. V priestore obce Lúčky nachádzajú sa tri generácie travertínov. Dve ležia priamo pod kúpeľmi. Staršia generácia je na pravej strane doliny, otvorená lomom pri cintoríne a oproti kúpeľom, mladšia pod kostolom. Tečie cez ne potok, ktorý tvorí vodopád. Tretia leží nižšie od dediny, na ľavej strane potoka smerom na Kalameny. Stupeň s vodopádom je holocénný (prevážne atlanticko-epiatlantický). Ložisko medzi kúpeľmi a cintorínom nazývané „Skala“ má dva odkryvy; na juhu pri cintoríne a na severe pri kúpeľoch. Obidve lokality obsahujú bohatú interglaciálnu faunu (tabuľka 3) s typickými druhmi *Helicigona banatica* (Rossm.), *Pagodula pagodula* (Desm.) a *Perforatella dibothryon* (Kim.). V najvrchnejších vrstvách, ktoré pripomínajú jazernú kriedu, nachádza sa druhovo bohatá vodná fauna, z ktorej si osobitnú pozornosť zasluhuje *Planorbis carinatus* (Müll.). Fauna sa nápadne zhoduje s nálezmi z vrcholu Drienku pri Bešeňovej a pripomína posledný interglaciál.

Úplne iný charakter má ložisko nazývané Skaličky, ktoré sa nachádza nižšie od dediny. Sú to kompaktné hrubé lavice travertínov, v ktorých sa objavujú aj suchozemské druhy ako *Tenitoides nitidus* (Müll.). Pri hornom konci ložiska vystupuje pomerne mohutná jazerná krieda, na ktorej je vyvinutá mohutná *terra fusca* (tab. 00, obr. 6) s hlbokými kapsami. Obsahuje vodnú faunu s hojným *Gyraulus albus* (Müll.). Skaličky patria pravdepodobne do staršieho interglaciálu. Druhy zistené na ložisku Skala a Skaličky sú zhrnuté v tab. 3.

Travertíny Bešeňová. Travertíny pri Bešeňovej tvoria sústavu kôp po pravej strane poriečnej nivy Váhu. Môžeme v nich rozlíšiť tri rôzne generácie. Pruh travertínov je prerušený potôčkom od obce Potok. Najmladšia generácia je reprezentovaná doposiaľ sa tvoriacimi travertínmi, tzv. „tufovými terasami“, ktoré sú štátnou prírodnou rezerváciou a nikde nie sú odkryté. Holocénný vek týchto travertínov je jednoznačne dokázaný. Okrem nich patria k holocénnym travertínom aj menšie ložiská, nachádzajúce sa na vršku Skala, v nadloží starších travertínov.

Staršiu generáciu reprezentujú málo porušené sivomodré lavicovité travertíny Skaly, ktoré sú na niektorých miestach odkryté menšími lomami. Paleontologicky sú pomerne chudobné. Sem-tam sa v nich nachádzajú ulity (*Lymnaca*) a snáď aj úlomky veľkých Helicidov, ktoré by poukazovali na ich príslušnosť k interglaciálu. Ich celková pozícia vo vzťahu k vývoju doliny Váhu, charakter zvetrávania a nálezy artefaktov ich zaraďujú do posledného interglaciálu riss/würm.

Tretia a najstaršia generácia predstavuje travertíny ťažené v kameňolome „Báňa“ (foto 7), v západnej časti vrchu Skala. Od predchádzajúcich travertínov sa odlišujú jemným zvrstvením. Sú tvrdé, zlatožltej farby, silne rozrušené pomerne širokými puklinami až po podložie, takže dochádza k zosúvaniu jednotlivých krych po plastickom podloží. Vyskytujú sa tu tiež travertínové brekcie. Medzi jednotlivými kryhami vznikli kapsy so zložitou výplňou; striedajú sa v nich polohy hlin a suť, miestami sekundárne stmelené, ako aj zvyšky fosilných pôd a ich deriváty. Niektoré z týchto pôd majú výrazne červenú farbu. Vysoký stupeň mechanického zvetrávania ložiska a prítomnosť červených výplní viedli k tomu, že boli zaraďované do starého pleistocénu, približne ako Pažica. Novšie výskumy však dokazujú, že takéto zaradenie treba prehodnotiť, pretože ide o mladšie travertíny. Ani v týchto travertínoch sa nepodarilo doposiaľ nájsť vhodné fosilné vrstvy. Zatiaľ nemáme z nich žiadnu faunu. Pomerne bohatá fauna mäkkýšov a obratlovcov sa nachádza vo výplni puklín.

Travertíny „Drienok“ pri Bešeňovej. Travertínový komplex Drienok je oddelený od predchádzajúcich komplexov dolinným vrezom. Pevné travertíny pokrývajú pomerne malú plochu na kopčeku Drienok, ďalej sa tam nachádzajú mladé penovce a almy, tvoriace rozsiahle ložisko „Močiare“ na úpätí kopčeka. V oblasti Drienku sa dosť výrazne vyčleňujú tri generácie travertínov. Najstaršia vytvára dosku na vrchole kopca. Na vrchu leží doska pevných, sčasti zvetraných travertínov, pokrývajúcich súvrstvie sypkých penovcov, v podloží ktorých sú íly a sliene. V sonde (obr. 6) situovanej na vrcholku kopy sa nachádza teplá fauna. Fauna je najbohatšie zastúpená vo vrstve penovcov (poukazuje na prevahu suchozemských druhov). Podrobnejšie nálezy fauny sú uvedené v tab. 5.

Mladšia generácia travertínov je najmä na východnom a sčasti aj na j. úpätí Drienku. V malom lome na v. úpätí boli odkryté travertíny s nálezmi chladnomilnej flóry a studenej malokofauny sprašového charakteru (*Pupilla sp. div.*, *Columella columella* Mart., *Vallonia tenuilabris* A. Br.). Tvorba týchto travertínov zapadá do glaciálu.

Najmladšie travertíny a penovce sa nachádzajú pri úpätí Drienku, sčasti tiež v nadloží uvedených glaciálnych travertínov na východnom svahu. Zoznam fauny z týchto travertínov je uvedený v tab. 5.

Zhodnotenie fauny. Nálezy získané zo sondy na Drienku patria medzi najbohatšie na Slovensku a v Liptove predstavujú doposiaľ jediný súbor, ktorý ukazuje vývoj fauny v priebehu interglaciálu. Prevažná väčšina typických interglaciálnych druhov, ako sú *Helicigona banatica* (Rssm.), *Pagodulina pagodula* (Desm.), alebo *Perforatella dibothryon* (Kim.), ako i väčšia časť druhov skupiny 1 sa sústreďuje vo vrstve 2 a je zreteľne zastúpená i v jej bezprostrednom podloží (vrstva 3 a 5). Hlbšie majú prevahu už druhy otvorenej krajiny, od suchomilných (5) po bohato zastúpené spoločenstvá bažín a plytkých vôd (9, 10). Ojedinele sa tu objavujú aj lesné prvky, typické pre teplé obdobia.

Bazálny íl (vrstva 11) vykazuje určité odlišnosti, ktoré sa prejavujú výskytom druhov *Discus rudatus* (Fér.) a *Vitrea crystallina* (Müll.), ku ktorým hojne pristupuje *Bradybaena frutocum* (Müll.). Tento jav spolu s nízkym zastúpením lesných prvkov svedčí o tom, že zmienená poloha už odpovedá veľmi skorej fáze interglaciálu, pravdepodobne tesne pred nástupom podnebného optima.

Študované ložisko patrí k tým typom, kde ranná interglaciálna sedimentácia CaCO_3 dosahuje malú mocnosť a prevahu majú vrstvy z klimatického optima, ktoré nastupuje veľmi rýchle. Tento typ odpovedá pomerom na gánoveckom Hrádku a je charakterizovaný predovšetkým pre posledný interglaciál, nemožno však vylúčiť ani teplé obdobie, reprezentované v sprašových sériách pedokomplexom PK V. V Lúčkach takisto ukazuje na posledný interglaciál. Druhá fauna, získaná z malej sondy na východnom úpätí Drienku je holocénná.

Na základe doterajšieho štúdia sledovaného úseku kotliny, podloženého vzájomnou koreláciou sedimentov, morfológických foriem a pod., uvádzame stratigrafické závery, a to pre kvartérne i pre pliocénne sedimenty. Tieto závery treba chápať ako predbežné, pretože ako sme už v úvode uviedli, vo výskume budeme pokračovať.

Zvyšky pliocénnych sedimentov reprezentujúce predkvartérny reliéf (poriečnu roveň) najmä v doline Váhu, sa zachovali blízko rozvodovej čiary v strede kotliny. Kopec Bežan tvorí rozvodový chrbát. Tieto sedimenty, segmentované bočnými ľavostrannými prítokmi Váhu potom podľahli deštrukcii spôsobenej svahovými procesmi. Uložené sú stupňovite, takže tvoria 3 resp. 4 terasové stupne. Mocnosť ich akumulácií sa strieda, najväčšiu mocnosť (do 34 m) dosahujú na kopci Bežan. Podrobnejšie se sa zatiaľ nezaoberali otázkou ich stratigrafickej príslušnosti. Najnižšie položené vrstvy považujeme za vrchnopliocénne (levant). Tvorí asi ekvivalenty štrkových formácií (poltárovskej a kolárovskej). Podobne sme sa nezaoberali ich genézou, predpokladáme však, že majú riečno-jazerný vývoj.

Kvartérno-geologický vývoj územia nadväzuje na vývoj predchádzajúcich období, prebieha však v podmienkach vyznačujúcich sa celkovým ochladnutím klímy v cyklickom striedaní teplých a studených období, na pozadí tektonic-

kých pohybov zdvihového charakteru. Pôsobenie týchto faktorov sa odráža v sedimentoch a morfogénéze územia.

V dôsledku tektonického zdvihu na sledovanom území prebieha postupné znižovanie erózných báz — zarezávanie dolín Váhu a jeho prítokov, prerušované obdobiami prevládajúcej akumulácie — formovaním terás. Vďaka hlbkovej erózii Váhu a jeho prítokov, ktorá na skúmanom úseku Váhu má súmerný efekt cca 100 m a u prítokov cca 70 m, dochádzalo k postupnému formovaniu dolín. Pritom je treba počítať aj s procesmi svahovej modelácie. Doliny boli obyčajne tektonicky predisponované popaleogénnou tektonikou. Pliocénne, staro a strednopleistocénne sedimenty boli počas kvartéru najviac rozčlenené eróziou. Po erózných fázach na svahoch doliny i na zachovaných akumuláčnych zvyškoch dochádzalo na mnohých miestach k tvorbe travertínov.

Sledovanie priestorového rozšírenia pozície fluvialných sedimentov (proluviálnych a terasových) Váhu alebo jeho prítokov vo vzťahu k travertínom umožňuje nám urobiť (mimo bežných metód morfometrických, petrografických atď.) určitú stratifikáciu vývoja fluvialných sedimentov, reliéfu, mladej tektoniky a vôbec kvartérno-geologického vývoja študovaného územia. Tento prvok stratifikácie na sledovanom území považujeme za nový. Zároveň však poznamenávame, že táto problematika je veľmi zložitá, je v štádiu rozpracovania, preto uvedené výsledky majú len predbežný charakter.

Na základe uvedených údajov a v súlade s predbežnými výsledkami analýz stratigrafické začlenenie terás a travertínov študovaného územia sa javí takto. Do najstaršieho pleistocénu zaraďujeme proluviálne sedimenty najvyššieho a nižšieho stupňa, zachované v podloží travertínovej kopy na vršku Čerená, východne od Ludrovej. Zaraďujeme sem aj 3. a 2. vysokú terasu Váhu. Vysokú terasu 3. (T-VI) korelujeme s najvyšším zbytkom spomínaných proluviálnych sedimentov, stratigraficky ich zaraďujeme do donau. 2. vysokú terasu (T-V) a nižší stupeň proluviálnych sedimentov pod travertínmi Čerená zaraďujeme do gúnzu. Travertíny na uvádzanom vršku považujeme za interglaciál gúnz/mindel.

Do stredného pleistocénu zaraďujeme 1. vysokú terasu (mindel). V prípade jej rozčlenenia podľa rozdielneho podložia vysokú terasu (T-IVb) radíme do mindelu₁ a terasu (T-IVa) do mindelu₂. Travertíny — Lúčky-Skaličky a Vyšné Sliače-Skala (Skalica) zaraďujeme do okruhu interglaciálu mindel/riss. Diskutabilná je príslušnosť travertínov z lokality „Baňa“ pri Bešeňovej, ktoré ako vidíme, sú tiež strednopleistocénne (t. j. staršie ako posledný interglaciál). Do stredného pleistocénu zaraďujeme i stredné terasy a proluviálne sedimenty. 2. strednú terasu (T-III) zaraďujeme do rissu₁ a 1. strednú terasu (T-II) do rissu₂. Do vrchného pleistocénu zaraďujeme travertíny v lokalite v Lúčkach na Skale a Drienok pri Bešeňovej. Ide o travertíny posledného interglaciálu

riss/würmu. Ďalej sem zaraďujeme (do obdobia würmu) dnovú výplň poriečnych nív Váhu a jeho prítokov.

Do obdobia neskorého glaciálu a holocénu zaraďujeme sedimenty nivnej fácie, zachované na poriečnych nivách, travertíny v lokalitách Ludrová, východne od obce pri starom cintoríne, v Liptovskej Štiavnici, Vyšných Sliačoch (Kotlisko, Čertovica), v Lúčkach kaskádu travertínov v potoku, V Madočanoch, Liptovskej Teplej a v Bešeňovej. K holocénu radíme aj väčšinu zosunov. Deluviálne sedimenty považujeme hlavne za produkt vrchného pleistocénu a holocénu. U eluviálnych sedimentov vek neurčujeme, označujeme ich za kvartérne, pretože sa tvorili v širokom časovom intervale.

V priebehu tlače bola v opustenom lome na dolomity pri Liskovej, ktorý leží medzi Lieskovskou jaskyňou a vápencovým lomom pod dedinou Martinček, zistená mocná fosiliférna séria. Na báze ležia hrubé vážske štrky s valúnmi melafýrov vo výške asi 18 m nad Váhom. Na nich leží mohutné súvrstvie svahových sutí s malakofaunou. Bezprostredne na vážskej terase leží tenká poloha sprašovitej hliny s druhmi *Pupilla sterri* (Vth), *P. muscorum* (L.), *P. triplicata* (Stud.), *Orcula dolium* (Drap.), *Vallonia costata* (Müll.) a *Clausilia dubia* Drap. — teda spoločenstvo ešte chladného obdobia. Nad ňou je poloha hrubej sute, ktorá obsahuje jednak prvky interglaciálne, ako *Acicula polita* (Htm.), *Ruthenica filigrana* (Rssm.), *Ena montana* (Drap.), *Isognomostoma holosericum* (Stud.), *Carychium tridentatum* (Rsse), *Cochlodina* cf. *laminata* (Mtg.) a *Aegopinella* cf. *nitens* (Mich.), jednak druhy zodpovedajúce skôr prechodným fázám: *Busulus varians* (C. Pfr.) (druhý nález z pleistocénu), *Bradybaena fruticum* (Müll.), *Euomphalia strigella* (Drap.), *Clausilia pumila* C. Pfr., *Truncatellina cylindrica* (Fér.), *Abida frumentum* (Drap.), *Perforatella bidentata* (Gm.), *Orcula dolium* (Drap.), *Vitrea crystallina* (Müll.), *Vallonia costata* (Müll.), *Clausilia dubia* (Drap.), *Pupilla sterri* (Vth) a *P. triplicata* (Stud.). Z vodných boli zistené *Lymnaea truncatula* (Müll.) a riečne *Ancylus fluviatilis* Müll., ktorý dokazuje bezprostredný vzťah k fluviálnej akumulácii.

V bezprostrednom nadloží zmienenej terasy, podľa A. Droppu starorisskej, je teda doložené súvrstvie teplého obdobia, ktorého minimálny vek je predposledný interglaciál. Profil má mimoriadny význam pre datovanie liptovských terás a je podrobne spracovaný.

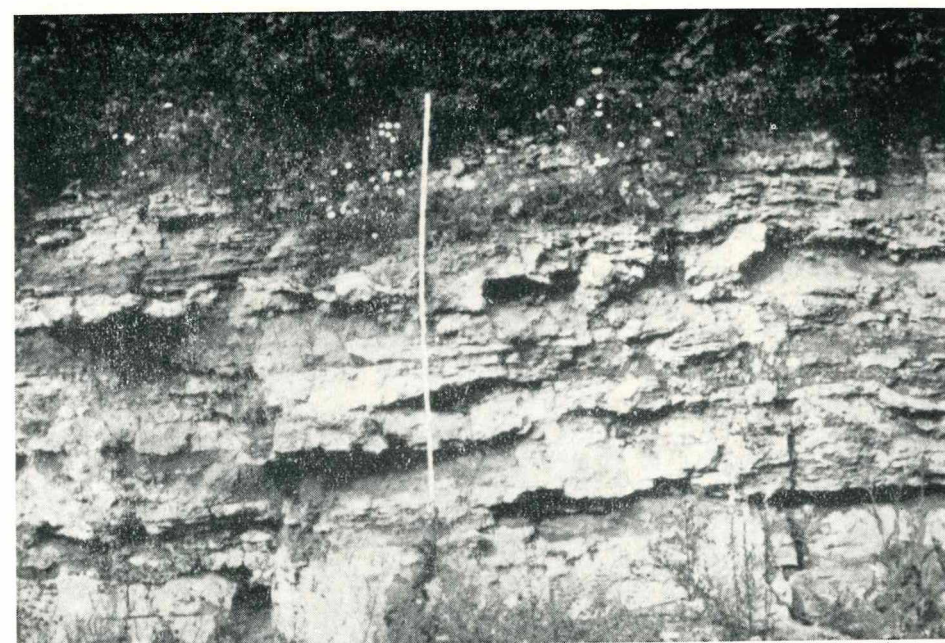


Fig. 1 View of the western wall of the travertine heap at the hill Čerená near Ludrová (compare the sketch of the wall — text-fig. 5)

Obr. 1 Pohľad na západnú stenu travertínovej kopy na vršku Čerená pri Ludrovej (porovnaj náčrt steny — text. obr. 5)

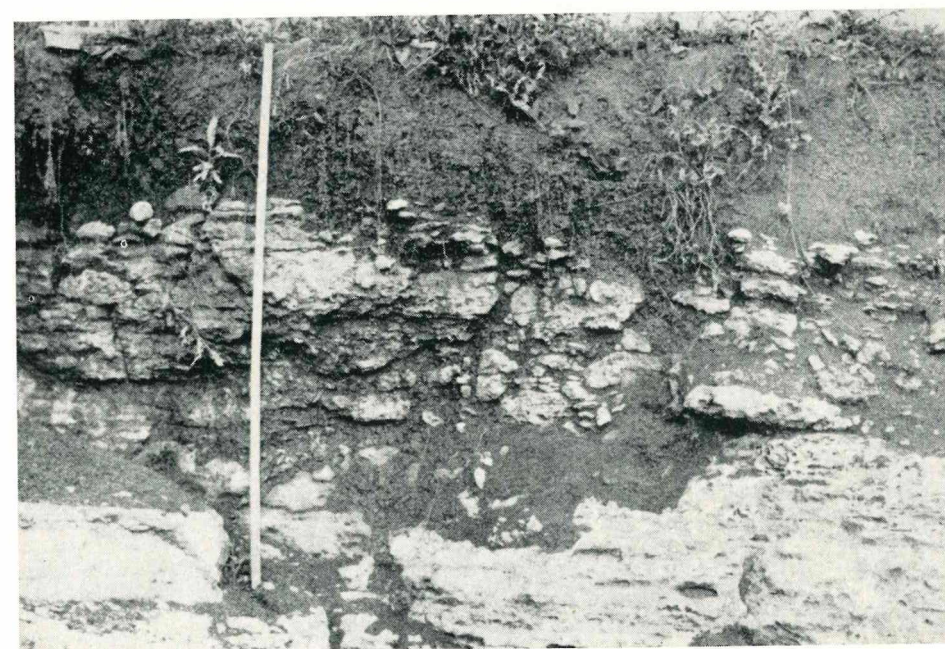


Fig. 2 Weathered surface of travertines with terra fusca on travertines of the hill Čerená
Obr. 2 Zvetraný povrch travertínov s terra fusca na travertínoch Čerená pri Ludrovej

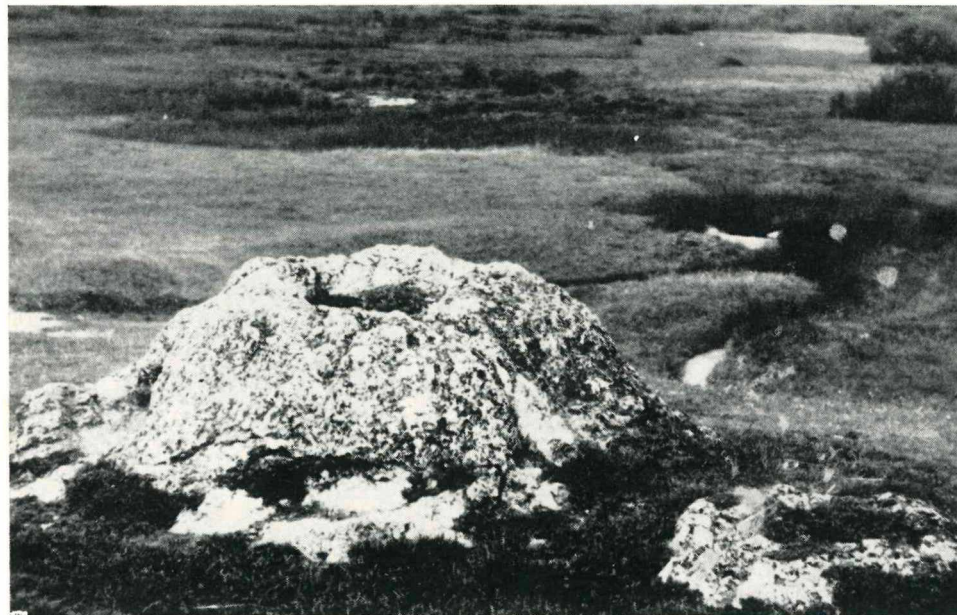


Fig. 1 View of crater type travertines — Čertovica near Vyšné Sliače
Obr. 1 Pohľad na kráterový typ travertínov — Čertovica pri Vyšných Sliačoch



Fig. 2 Lúčky — Skala (quarry near the cemetery). Rich herbaceous vegetation on interglacial travertine surfaces
Obr. 2 Lúčky — Skala (kameňolom pri cintoríne). Bohatá bylinná vegetácia na plochách interglaciálnych travertínov

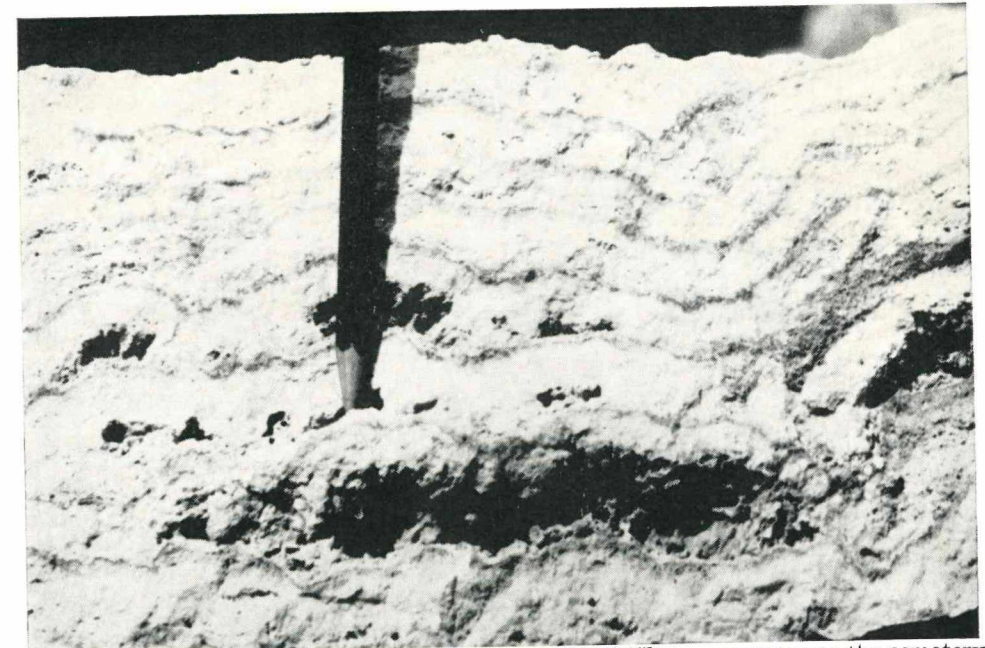


Fig. 1 Annual rhythmus in interglacial travertines in Lúčky — quarry near the cemetery (Skala)

Obr. 1 Ročné rytmy v interglaciálnych travertínoch v Lúčkach — kameňolom pri cintoríne (Skala)

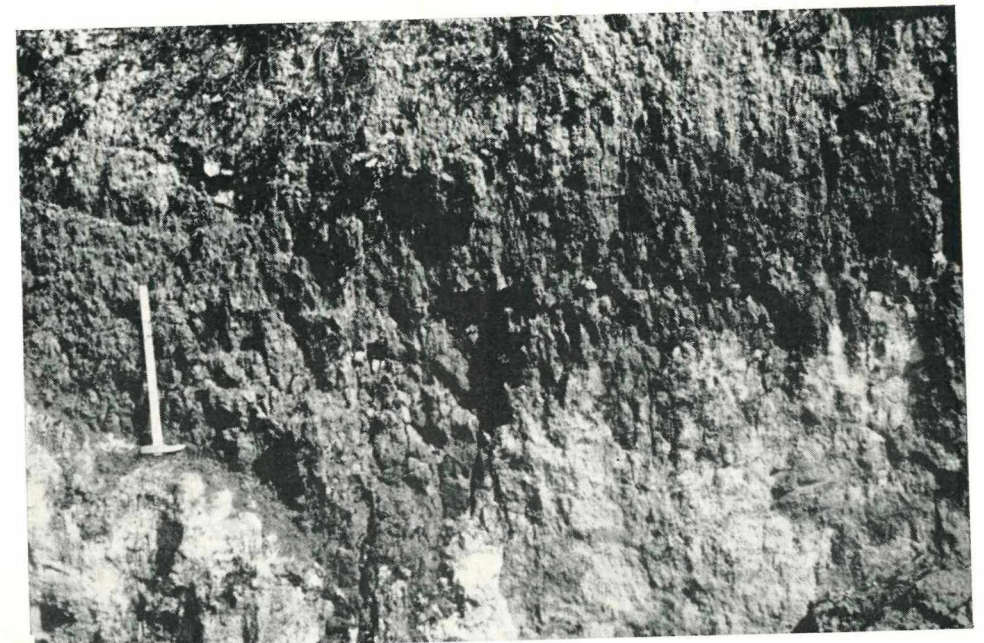
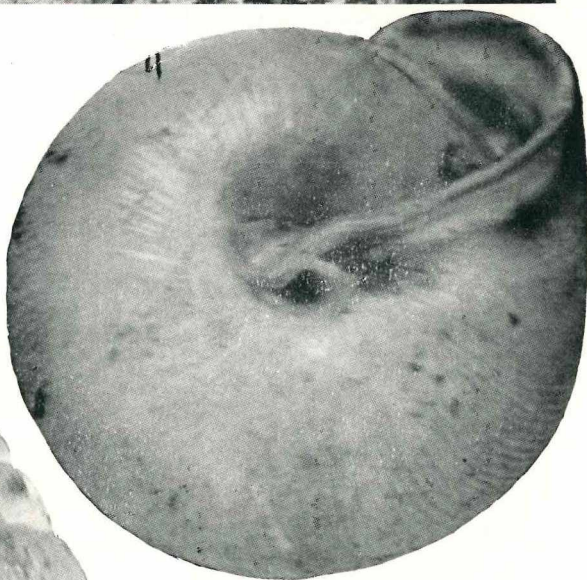
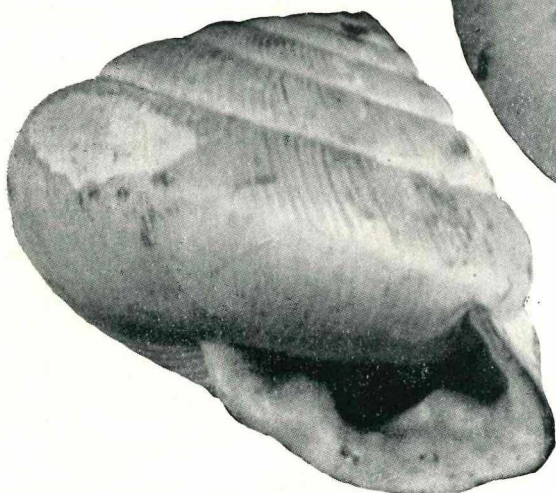


Fig. 2 Lúčky — Skaličky. Terra fusca on the lacustrine chalk (calcareous mud)
Obr. 2 Lúčky — Skaličky. Terra fusca na jazernej kriede



Fig. 1 View of the top of the travertine heap Bešeňová-Báňa; + = filling of earlier fissure (MF 1, MF 2); × = filling of Holocene fissure (MF 3)

Obr. 1 Pohľad na vrchol travertínovej kopy Bešeňová-Báňa + = výplň staršej rozsadliny (MF 1, MF 2); × = výplň holocénnej rozsadliny (MF 3)



← ↑

Fig. 2 *Perforatella dibothryon* (Kim.) from the top part of the Drienok travertines (8,2: 10,7 mm)

Obr. 2 *Perforatella dibothryon* (Kim.) z vrcholovej časti travertínov Drienok (8,2 : 10,7 mm)