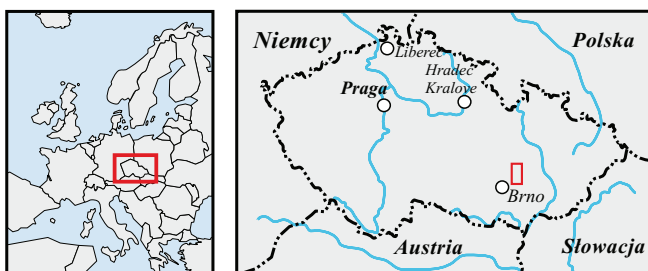


Development of karst phenomena for geotourism in the Moravian Karst (Czech Republic)

Udostępnianie geoturystyczne form krasowych
w Krasie Morawskim (Republika Czeska)

Piotr Migoń

University of Wrocław, Department of Geography and Regional Development,
pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław;
e-mail: piotr.migon@uni.wroc.pl



Abstract: The Moravian Karst in the south-eastern part of the Czech Republic has considerable potential for the development of geotourism. It is characterized by outstanding geodiversity, revealed in abundant, surface and subterranean karst landforms, as well as protracted history of karst evolution which can be traced back to the Mesozoic. An additional value is provided by the presence of cultural heritage, related to exploitation and processing of mineral resources genetically linked to the karst environment. The significance of this area is further enhanced by easy access to karst landforms and phenomena. Five caves, each of different morphology, can be visited. A dense network of educational trails, marked paths, forestry and field-access roads allows the visitor to reach all interesting features of karst morphology.

Keywords: karst, caves, geodiversity, Moravian Karst

Treść: Kras Morawski w południowo-wschodniej części Republiki Czeskiej jest obszarem o bardzo dużym potencjale geoturystycznym. Cechuje go znaczna georóżnorodność, wyrażająca się bogactwem form krasu powierzchniowego i podziemnego oraz złożoną historią ewolucji krasu, sięgającą ery mezozoicznej. Elementem dodatkowym są liczne obiekty dziedzictwa kulturowego, związane z eksploatacją i przeróbką surowców mineralnych genetycznie związanych ze środowiskiem krasowym. O randze obszaru decyduje także bardzo dobre udostępnienie form rzeźby krasowej. Do zwiedzania jest przystosowanych pięć jaskiń o odmiennej morfologii, wytyczono kilka ścieżek edukacyjnych, a gęsta sieć znakowanych szlaków, dróg leśnych i polnych pozwala na dotarcie do wszystkich interesujących form powierzchniowych.

Słowa kluczowe: kras, jaskinie, georóżnorodność, Kras Morawski

Introduction

The Moravian Karst (Moravský kras) located in the southern part of Moravia in the Czech Republic reveals a remarkable diversity of karst forms resulting from a long history of karstification. There exists a number of easily accessible and touristically very well-developed caves with fantastic speleothems. Similarly to the Kraków-Częstochowa Jurassic

Highland, the Moravian Karst is an example of upland karst. The caves have been developed for tourism as early as in the beginning of the 20th century. Recently, more attention is paid to other aspects of the Earth heritage: evolution of geological structure, operation of karst systems and/or exploitation and processing of karst-related mineral raw-materials. An increasing number of educational trails and dense network of tourist trails make the Moravian Karst particularly attractive tourist destination.

The author aims to present the karst relief of the area together with the main stages of its evolution and to point out the most important geotourist attractions along with their development for tourism. Finally, the problem is highlighted how the acquaintance with the geodiversity of the Moravian Karst can supplement the picture of karst forms and processes available in Poland.

The Moravian Karst in the Bohemian Massif

The Moravian Karst is located in the southeastern part of the Bohemian Massif, immediately north from Brno – the second large town in Czech Republic (Fig. 1). In physiographic subdivision (Demek, Mackovčín, 2006) the Moravian Karst is a microregion (podcelek) of the Drahaný Upland (Drahanská vrchovina), which is a part of the Brno Upland (Brněnská vrchovina). The latter is, in turn, a southeastern fragment of the Bohemian-Moravian Uplands separated from it by the Boskovice Graben (Boskovická brázda) excavated in Carboniferous and Permian rocks. The criterion for distinguishing the Moravian Karst as a separate physiogeographic microregion is the presence of karst relief developed in limestone formation, which provides specific morphological features, different from adjacent uplands built of other, unkarstified rocks.

Limestones, in which the Moravian Karst has developed, form a north-south-trending belt, about 25 kilometers long and about 3–5 kilometers wide (Fig. 2). The southern part of the karst region, located closer to Brno and named the Ochozské plošiny, is a forested plateau incised by deep river valleys. Both the central and northern parts, known as the Rudická plošina and the Suchdolské plošiny, are vast plateaux of elevation 480–550 meters a.s.l. Deep valleys are less common. Immediately west from the limestone terrain, close to its central part, there is Blansko town, which is a local tourist center.

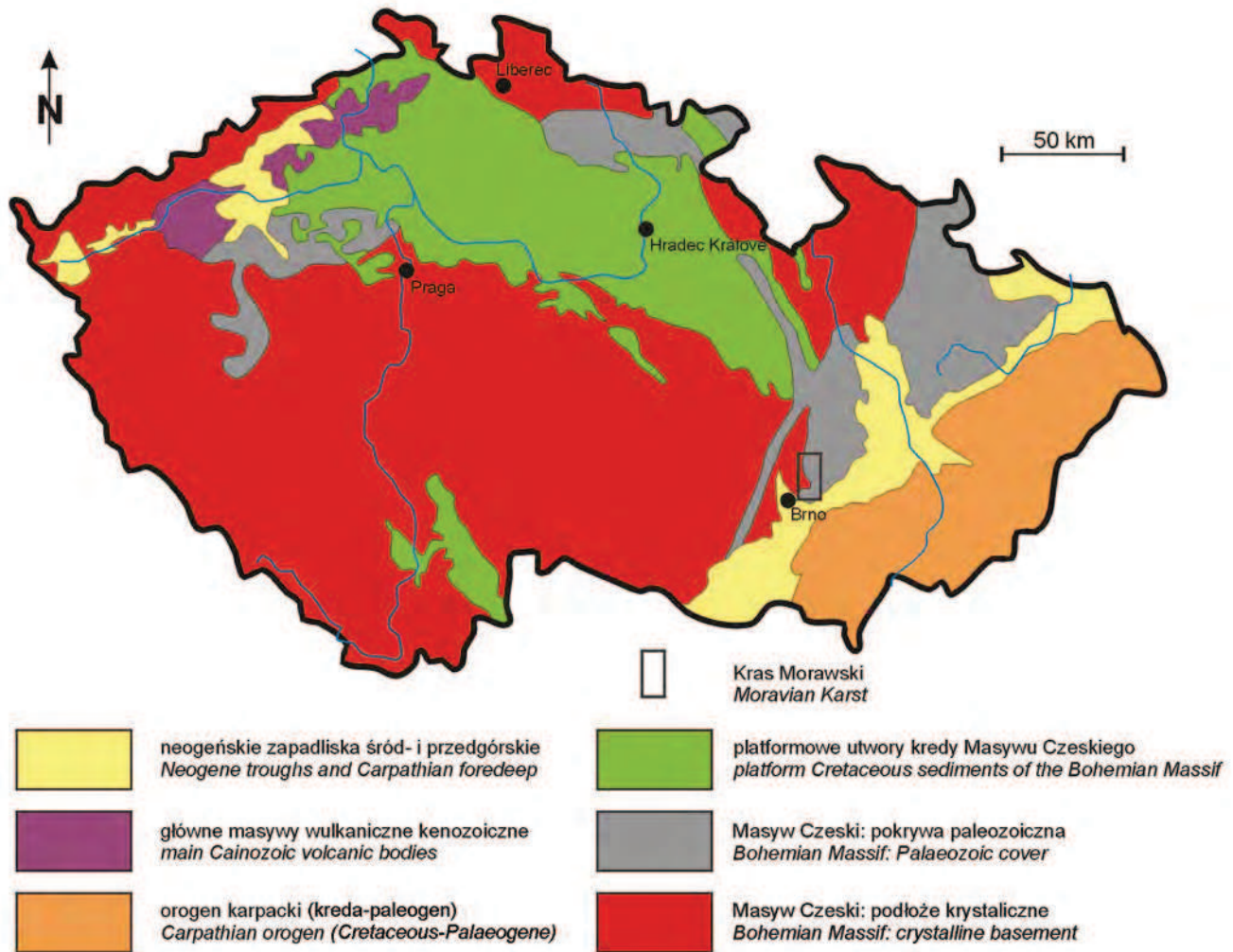


Fig. 1. Geographical setting of the Moravian Karst in relation to geological structure of the Bohemian Massif • Położenie Krasu Morawskiego na tle budowy geologicznej Masywu Czeskiego

Evolution of geological structure

The limestones of the Moravian Karst were deposited in the Middle and Late Devonian (Givetian-Frasnian-Famennian), and in the Early Carboniferous (Tournaisian), in a marine basin whose floor was formed by granodiorites of the Brno Massif and covered with coarse clastics laid down in the early period of the Middle Devonian (Fig. 3). Limestones deposition has lasted about 10 Ma (with some sedimentary breaks) and their total thickness reaches 1,000 meters (Dvořák *et al.*, 1993).

The stratigraphy includes two main units: the Macocha Beds (macošké souvrství) in the lower part and the Líšeň Beds (líšeňské souvrství) in the upper one. More detailed subdivisions are based upon the age and facial development of limestones. The impressive karst forms are developed mostly in the Macocha Beds, which form the western part of the limestone belt.

In the Czech geological literature the Macocha Beds are divided into the four lithotypes known as Vavřínecké, Josefovské, Lažánecké and Vilémovické limestone members (Fig. 2), although in modern literature these are regarded rather as facies within the carbonate succession (Müller, Novák, 2000). The Macocha Beds, which cover some 80–90% of the Moravian Karst area, are dominated by bed-

ded lagoonal facies and are accompanied by less common, massive, reef limestones (Dvořák *et al.*, 1993). During deposition of the Macocha Beds the supply of clastic material from adjacent land was rather limited. The Early Famennian regression changed the sedimentation conditions and marked the beginning of the Líšeň Beds deposition. The Líšeň Beds are divided into the Křtinské and Hádsko-říčské limestone members. Their sedimentation was affected by supply of terrigenous material, hence, Líšeň Beds limestones contain less calcite and their thickness is lower in comparison to the Macocha Beds. As a result, the karstification of this unit is clearly less intensive. At the Tournaisian-Visean break carbonate deposition was replaced by the clastic (mostly coarse-clastic) one, which resulted in the formation of thick Kulm conglomerates with an admixture of greywacke sandstones and claystones. Recently, the Kulm sediments occur east from the Moravian Karst terrain and build a vast plateau in the eastern part of the Drahany Upland but in the Carboniferous their westward range was much more extended. Petrophysical studies of the Devonian limestones indicate that their overburden must have been several kilometers thick (Müller, Novák, 2000). The Variscan orogeny gave rise to various deformations (both folds and faults) including overthrusts and strike-slip faults.

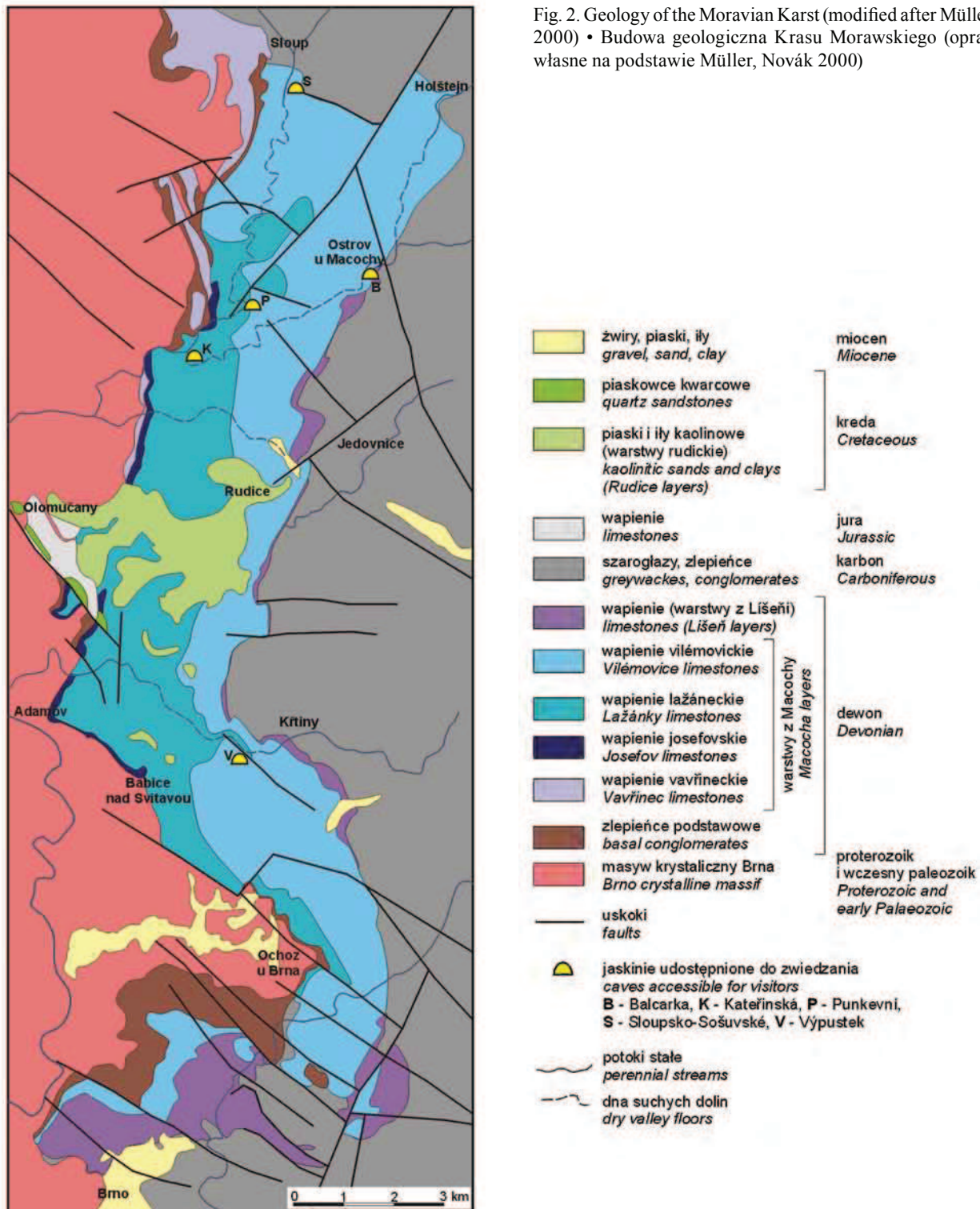


Fig. 2. Geology of the Moravian Karst (modified after Müller, Novák 2000) • Budowa geologiczna Krasu Morawskiego (opracowanie własne na podstawie Müller, Novák 2000)

The denudation of Variscan orogen resulted in the exposure and karstification of the Devonian limestones. The first stage of karst development took place between the Late Palaeozoic and the Late Jurassic, and was terminated by the transgression of Jurassic sea (Hanzlíková, Bosák, 1977). The relics of Jurassic sediments are known from both the southern and the central parts of the region (vicinity of Olomučany village and the Hády Hill in Brno).

The regression of Jurassic sea exposed again the Devonian limestones and commenced a new stage of denudation and karstification. It is documented by deposition of the Rudice Beds

in the central part of the Moravian Karst, between the vilages Rudice in the east and Olomučany in the west (Bosák, 1978). The Rudice Beds, of thickness locally exceeding 100 meters, are preserved in vast and deep karst depressions comparable to tropical cockpit karst (Panoš, 1964). These are mostly quartz sandstones and clayey sediments composed of kaolinite, halloysite, and smectite originated from erosion and redeposition of weathering crusts developed on adjacent crystalline massifs (Fig. 4). At the bottom of the Rudice Beds iron compounds have accumulated forming the ore-bearing rocks of average grade 38% Fe (locally up to 75%).

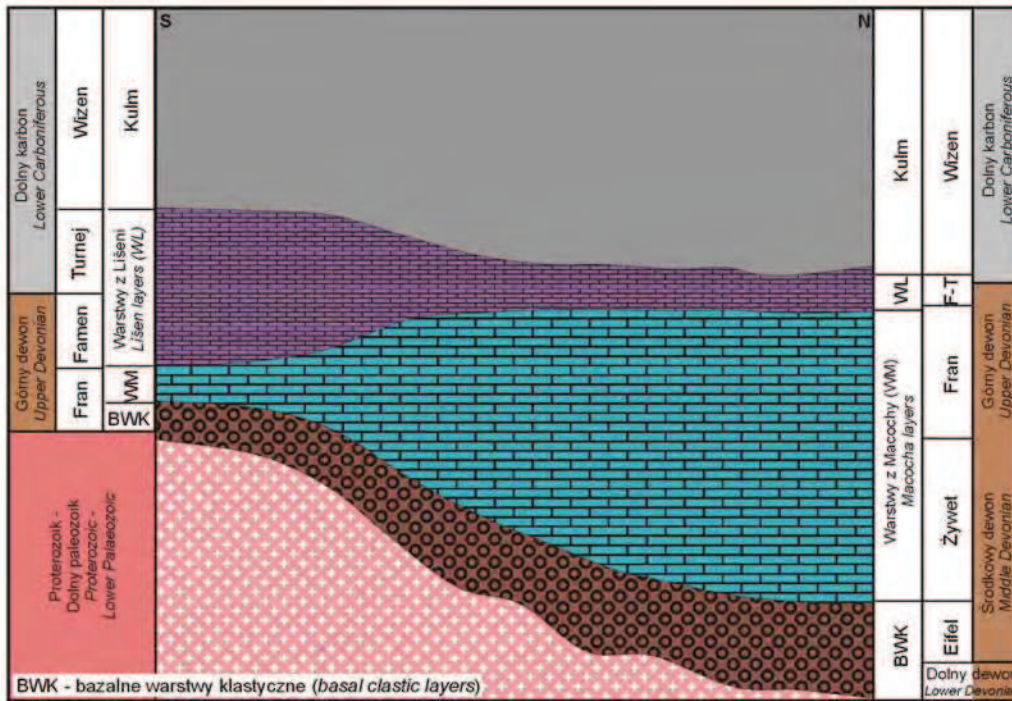


Fig. 3. Stratigraphy of Palaeozoic deposits of the Moravian Karst (modified after Müller, Novák 2000) • Stratygrafia osadów paleozoicznych Krasu Morawskiego (na podstawie Müller, Novák 2000)

Such local accumulations of iron ores were intermittently mined in the past (Souchopová, Hypr, 1993) and their relics are recently presented to the tourists as important elements of both the Earth and the cultural heritage in the region.

Deposition of the Rudice Beds was terminated by the next, Late Cretaceous (Cenomanian) marine transgression. In the Moravian Karst area the marine Cretaceous sediments practically did not survive but can be observed in the Blansko Graben, as a cover of granodiorites of the Brno Massif. Denudation of the Cretaceous succession in the Paleogene gave rise to the third stage of karstification, which has lasted until the Middle Miocene (Badenian). During that time the deep karst gorges were formed together with blind valleys of the Sloupský, Bílá voda and Jedovnický creeks closed between steep rock faces (Kadlec *et al.*, 2001), and partly preserved cave systems.



Fig. 4. The Seč open pit mine of the Rudice Beds, west from Rudice village, phot. P. Migoň • Odkryvka exploatacyjna warstw rudických zwana Seč, na zachód od wsi Rudice, fot. P. Migoň

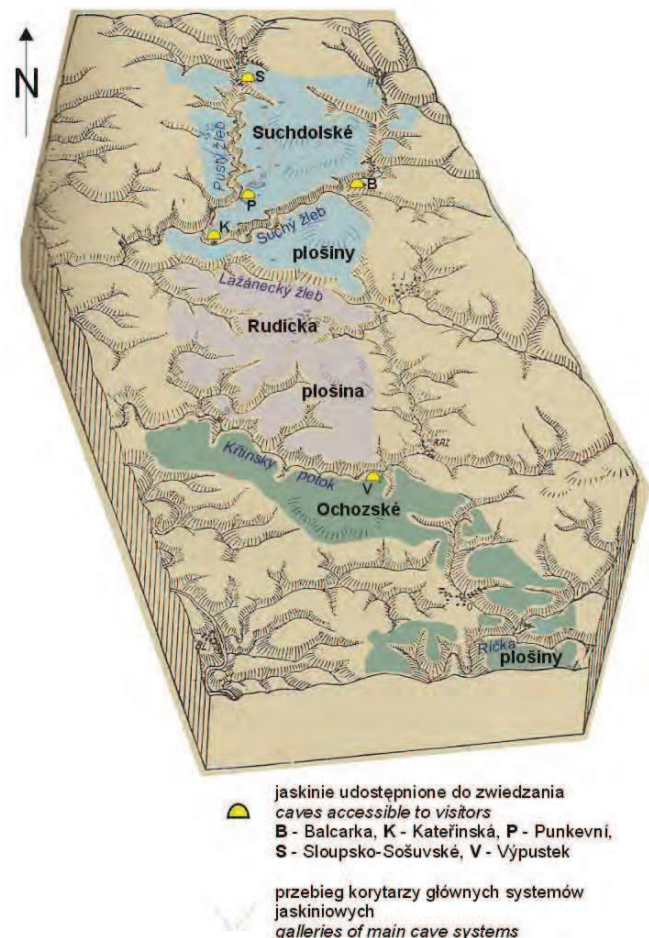


Fig. 5. Main features of karst morphology in the Moravian Karst (block diagram from Kunský 1954) • Główne rysy rzeźby krasowej Krasu Morawskiego (blokdigram z pracy Kunský 1954)

During the Badenian transgression the deep karst valleys were first submerged, followed by the whole Drahany Upland. The transgressive, sandy-clayey sediments were found in wells drilled in some gorges but erosion removed these strata from the surface of the upland. Hence, in a dry valley cutting through Lažánky almost 100-meters-thick Badenian sediments were discovered (Dvořák *et al.*, 1993; Kadlec *et al.*, 2001). The karst relief was partly buried in the Pleistocene when effective mechanical weathering, mass movements and loess deposition filled the bottoms of dolines, sinkholes and cave vestibules as well as covered some swallet systems.

Main features of karst relief

The main features of the Moravian Karst relief are deep, meandering river valleys and dry gorges as well as plateaux of various size framed by river valleys (Fig. 5). These are accompanied by second-order forms typical of karst landscape and common also in the Moravian Karst: sinkholes and tors.

Canyons and dry valleys. In the northern part of the Moravian Karst the principal feature is the Pustý žleb (Empty Canyon), about 9 kilometers long. It appears close to Sloup village, as an extension of the Luha river valley, which flows

down from the non-karstic terrain located in the north and disappears, as now-named Sloupský potok, in swallets near Sloup. Along the first 6 kilometers the gorge is dry. Its lower section is occupied by the Punkva River, which flows down onto the granodioritic Brno Massif where its valley is known under the name of Arnoštovo údolí. In the lower section the Pustý žleb is joined by the 5-kilometers-long Suchý žleb (Dry Canyon). Its extension is a dry valley named the Ostrovský žleb (Ostrovský Canyon) located between Holštejn and Ostrov u Macochy villages. Similarly to the Pustý žleb, the Suchý žleb is a distinct extension of a valley initiated in a non-karstic area drained by the Bílá voda creek. This is a perfect example of a semi-dry valley terminated by a rock wall. Both the Pustý žleb and the lower part of the Suchý žleb are deep canyons of steep, rocky walls (Fig. 6) up to 150 meters high whereas limestone spurs and cliffs reach heights up to 50 meters. Near the margin of limestone terrain the Pustý žleb merges with the Lažánecký žleb (Lažánecký Canyon). Its recent depth varies from 50 meters in the upper course to 100 meters in the lower one. As the recent valley is filled with Miocene sediments, up to 119 meters thick, the initial depth of the canyon presumably exceeded 200 meters.

In the central part of the Moravian Karst area the main feature is the Křtinský Creek Canyon, which appears in Křtiny village, at the eastern margin of the limestone terrain. After 10 kilometers the canyon merges with the Svitava River gorge near Adamov village. In its upper section the canyon is only periodically drained but in the lower part, beneath the karst spring at Byčí skála, the river is perennial. The lowest part of the valley is incised in crystalline rocks of the Brno Massif. In the lower part the depth of the valley reaches 200 meters. The southern part of the limestone belt is drained by the Říčka River and its tributaries, and by some streams directly flowing to the Svitava River. The Říčka Canyon is about 7 kilometers long and up to 130 meters deep.

Plateaux and sinkholes. The areas between the canyons are occupied by plateaux (plošiny) of relatively monotonous, rolling landscape. In the northern part of the Moravian Karst the plateaux are more compact whereas to the south they are more dissected.



Fig. 6. Steep rock slopes of the Pustý žleb canyon above the entrance to the Punkva Cave, phot. P. Migoń • Skaliste, urwiste zbocza doliny Pustý žleb powyżej wejścia do jaskiń Punkvy, fot. P. Migoń



Fig. 7. Blažkův závrť sinkhole near Ostrov u Macochy village, in the background a lapiez-covered slope, phot. P. Migoń • Lej krasowy „Blažkův závrť” koło Ostrova u Macochy, na drugim planie stok pokryty lapiezem wapiennym, fot. P. Migoń



Fig. 8. Limestone tors Kolíbky near Rudice, phot. P. Migoň • Wapienne ostańce Kolíbky koło Rudic, fot. P. Migoň

The typical features of plateaux are sinkholes (Fig. 7) and larger forms – uvalas. Some uvalas, as e.g. the Měšina and the Dolina ones located in the northern part of the Ostrovská plošina plateau, are up to 250 meters long whereas density of sinkholes reaches up to 100 per square kilometer (Dvořák *et al.*, 1993). Sinkholes and uvalas located in the farmland of the Suchdolské plošiny plateau were significantly shallowed due to soil erosion and washout into the karst depressions. In the central part of the Moravian Karst, near Rudice and Babice nad Svitavou villages, both the uvalas and sinkholes are, at least partly, fossil forms, as documented by their infilling with clays and sands of the Rudice Beds. An exceptional landform is the Macocha Mega-doline, 138 meters deep, located between the Pusty žleb and the Suchý žleb canyons. This form will be described in detail later, as it is one of the main geotourist attractions of the Moravian Karst.

Tors. These are rather rare on the Moravian Karst plateaux, which seems to be an effect of quite uniform lateral resistance of limestones to karstification. An exception is a group of tors named Kolíbky near Rudice village, which are up to 10 meters tall (Fig. 8). However, these forms also do not protrude above the plateau surface but are rather a fragment of a valley slope incised into the plateau margin.

Swallets and karst springs. The Moravian Karst has an extended system of underground drainage strongly linked to the surface systems of dolines and canyons. Its well-recognizable elements are swallets (sometimes very attractive) and karst springs. Both the past and recent underground drainage pathways control the cave systems. The northern part of the

Moravian Karst is drained by hydrological system of the Punkva River, which is recharged by two main swallet zones: Sloupský potok creek near Sloup and Bílá voda creek near Holštejn (Fig. 9) as well as by numerous smaller swallets known from both the eastern and western parts of the limestone belt. Underground flow systems merge under the Ostrovská plošina plateau forming the *Amatérská jeskyně* (Amateur Cave) which is the largest underground system in the whole Moravian Karst, of total length reaching a dozen of kilometers. The lowest part of this system is formed by partly flooded passages of the *Punkevní jeskyně* (Punkva Cave) located in the Pusty žleb. An independent hydrological system drains the upper sector of the Suchý žleb near Ostrov u Macochy village. It is recharged by swallets of the Lopač and the Krasovský creeks, and discharges in the Small Punkva Spring located downstream from the Punkva River outflow in the Pusty žleb. Hydrological peculiarity is the Ostrovská Estavel discovered north from Ostrov u Macochy village, which changes its function from swallet during low water level to karst spring during high water times.

The central part of the Moravian karst is drained by the system of the Jedovnický and Křtinský creeks. The former one enters the limestone terrain from the Drahaný Upland, then flows through about 1.5-kilometer-long canyon and passes to the underground system in a large swallet zone known as the Rudické propadání. After 10-kilometers-long underground flow the creek reappears at the surface as the Byčí skála spring.

In the southern part of the Moravian Karst area the underground flow systems are rather limited and the main surface

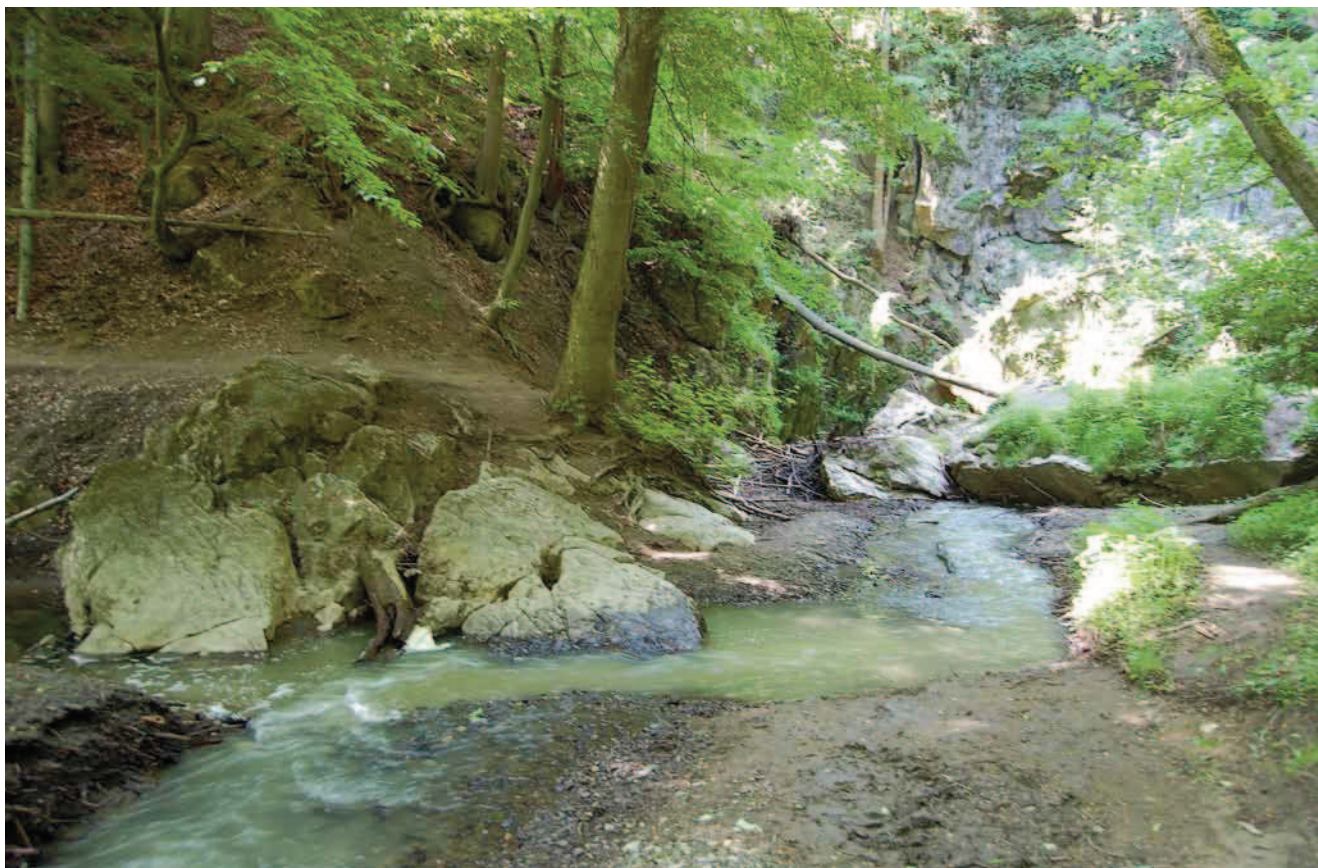


Fig. 9. Bílá voda swallets near Holštejn, phot. P. Migoń • Ponor potoku Bílá voda ponížej miejscowości Holštejn, fot. P. Migoń

flows: Říčka and Ochozský potok creeks are perennial along their entire courses whereas underground drainage occurs only in lower courses of short creeks flowing from the plateau, as e.g. the Hostěnický potok creek.

Caves. In the Moravian Karst area over 1,000 caves were discovered (Balák, 2009). Their entrances (some have been known since centuries) are located mostly on rocky walls of karst canyons, less commonly in sinkholes scattered over the plateaux. Intensive speleological exploration, particularly breaking through sumps allowed speleologists to find connections between many caves which now form extended cave systems (Havel *et al.*, 1993). The longest in the area is the system of the Amatérská jeskyně (Amateur Cave) under the Suchdolské plošiny, where the total length of passages reaches about 35 kilometers. Hence, the distant Punkva and Sloupsko-Sošuvské caves are, in fact, members of the same, vast underground system. The discoveries were initiated in 1960s when an entrance was found in a sinkhole and, as a result, the Stará Amatérská jeskyně (Old Amateur Cave) was recognized. In the following years a new, extended system of passages and chambers was found and named the Nová Amatérská jeskyně (New Amateur Cave). Moreover, connections were proved with caves in the vicinity of Holštejn village. Further connections were found in 1975 – with the Macocha Mega-doline and the Punkva Cave, and in 2005 – with the Sloupsko-Sošuvské Caves (Rubín, 2006). The second largest underground system (total length about 13 kilometers) is that of the Rudické propadání – Byčí skála jeskyně, located in the central part of the Moravian Karst. The connection between two well-known and explored caves was discovered in 1985,

after breaking through one of sumps, which blocked underground flow of the Jedovnický Creek. A part of this system is the Rudická propast, which connects the cave with the surface. It is the deepest (153 meters) shaft in the Czech Republic. Moreover, this system includes also the largest cavern in Czech Republic – the Obří dóm, which is 70 meters long and over 60 meter high. In the southern part of the Moravski Kras such huge underground systems do not occur – the longest (about 1.7 kilometer) is the Ochozská Cave in the Říčka river valley.

Caves in the Moravian Karst have complicated history. The development of some karst systems can be traced back to the times preceding the Badenian transgression when karst canyons were generated, deeper than the recent ones (Kadlec *et al.*, 2001). The horizontal passages of the New Amateur and Byčí skála caves are supposed to have developed during that karstification episode. The latter resulted from the activity of the Jedovnický Creek, which flowed in the past into the limestone formation in swallets near Rudice village but at the level 130 meters lower than recently (Dvořák *et al.*, 1993). During the Badenian transgression some caves were apparently entirely filled with sediments and have not been rejuvenated later although marine Badenian sediments are very rare in the caves of the Moravian Karst (Otava *et al.*, 2003). The post-Badenian denudation resulted in the removal of the bulk of sediments from canyons and enabled the development of new underground drainage systems, only partly controlled by the preexisting ones. In the Pleistocene, some of canyons were filled with sediments, particularly in the swallet zones, as documented in the vicinity of Holštejn village (Kadlec *et al.*, 2000).

Recently, several levels can be distinguished in many caves (particularly in those developed in valley sides), which indicates gradual lowering of drainage base level. The elevations drops between levels may locally reach even 100 meters (as in the Sloupsko-Sošuvské caves). The levels are connected with sinkholes and shafts whereas the lowest levels are drained by underground rivers.

Some caves of the Moravian Karst are valuable palaeontological and archaeological sites. Their vestibules have been penetrated or even settled by humans since the Palaeolithic. The best-known sites are located in the Kůlna, Pekárna and Byčí skála caves. In the latter the grave of a personage from the Iron Age (5th century BC) was discovered. The fossils of Pleistocene fauna are known from the Kateřinska and the Výпустek caves.

Development of geotourist attractions

The area of the Moravian Karst is under legal protection executed by the Agency for Nature Conservation and Landscape Protection of the Czech Republic. It is a protected landscape area (Chráněná krajinná oblast Moravský kras – CHKO), established in 1956. Totally, 92 km² of land is under control but within this zone there are several smaller areas protected as national nature reserves and individual objects – the nature monuments. The CHKO supervises the tourist development of the area, controls the design and execution of local nature protection plans, and the educational functions of tourism (design and conservation of educational trails). The show caves are under the control of the Board of Caves of the Moravian Karst (Správa jeskyní Moravského krasu) but the development of caves must be negotiated with the CHKO. Popularization of the Earth heritage sites and local cultural heritage are partly under responsibility of local communities, as e.g., in Rudice village.

Caves

In the Moravian Karst five caves are recently open for tourism: Punkevní, Sloupsko-Sošuvské, Kateřinská, Balcarka and Výпустek (Fig. 1). The first four caves are located in the northern part of the area whereas the Výпустek Cave is in the central part, near Křtiny village. In the years 1966–1975 also the Ochozská Cave, in the southern part of the area, was accessible to tourists but frequent floods and problems with proper conservation of the trail led to its closure. Moreover, it is possible to enter the vestibules of many small caves and rock shelters, particularly those located close to the tourist trails (e.g., Jáchymka Cave in the Křtinský Creek valley or Lidomorna Cave near Holštejn). The remaining caves, particularly the deep ones and those with sediments rich in fossils and archaeological artifacts are closed to the public and their entrances are locked. The CHKO is authorized to grant permissions for cave penetration to the groups organized by the Czech Speleological Society.

The best-known cave in the Moravian Karst is undoubtedly the Punkva Cave (Fig. 10). It is famous because of the connection with the Macocha Mega-doline and the rafting route down the underground sector of the Punkva River (Fig. 11).



Fig. 10. Sketch map of the Punkva Cave and Macocha Mega-doline, displayed at the information panel at the entrance to the cave, phot. P. Migoń • Plan Jaskini Punkvy i jej relacja przestrzenna do przepaści Macocha ukazane na panelu informacyjnym przed wejściem do jaskini, fot. P. Migoń



Fig. 11. Subterranean flow of the Punkva River in the Punkva Cave – a part of tourist trail, phot. P. Migoń • Podziemny przepływ rzeki Punkvy w Jaskini Punkvy, włączony w przebieg trasy zwiedzania, fot. P. Migoń



Fig. 12. Speleothems in the Přední dóm (‘Fore-hall’) in the Punkva Cave, phot. P. Migoń • Szata naciekowa w komorze „Přední dóm” w Jaskini Punkvy, fot. P. Migoń



Fig. 13. ‘Dwarf’ and ‘Vase’ stalagmites in the Punkva Cave, phot. P. Migoń • Formy naciekowe „Karzeł” i „Waza” w Jaskini Punkvy, fot. P. Migoń



Fig. 14. Speleothems of the Eliščina Cave – a part of the Sloupsko-Sošuvské caves system, fot. P. Migoń • Szata naciekowa Jaskini Eliščinej – część jaskiń Sloupsko-Sošuvskich, fot. P. Migoń



Fig. 15. Curious speleothems in the Sloupska Cave, phot. P. Migoń • Osobliwe formy naciekowe w Jaskini Sloupskiej, fot. P. Migoń

The cave system is 4 kilometers long, from which 1.25 kilometer is open to visitors. The exploration history of the cave is interesting: it has lasted from 1909 to 1933 and included the draining of so-called “bad sump”, 80 meters long and 20 meter deep, which enabled the explorers to move to the Macocha Mega-doline along the underground river course. In order to develop the trail, a gallery was cut above the sump. Many chambers in the cave have spectacular speleothems (Fig. 12, 13).

The longest tourist trail was developed in the Sloupsko-Sošuvské cave system. The caves were described in the 17th century and were developed for tourism in 1881. Many visitors and experts regard them as the most interesting in the whole Moravian Karst region. They were formed in the swallet zone of the Sloupský Creek. The extended variant of tourist trail is 1.7 kilometer long and needs 2 hours walk. The whole, 4.2-kilometers-long cave system includes two levels connected with 90-meters-deep shafts. The trail passes over the shafts through steel bridges. The caves is famous of speleothems of remarkable size (e.g., in a fragment named Eliščina jeskyně – the Elise Cave) and diversity (Fig. 14, 15). An exceptional form is the “The Candlestick”, which is the symbol of the cave (Fig. 16). The system includes also the Kůlna Cave renowned for fossils and human artifacts from which the oldest were dated back to the Middle Palaeolithic

(about 120,000 years BC). The younger discoveries are traces of Neanderthal humans (from about 50,000 years BC) as well as members of the Gravettian and the Magdalenian cultures (about 22,000 years BC). At the entrance to the Kůlna Cave a thick succession of cave sediments was exposed (Fig. 17).

The Kateřinská Cave, located in the lower segment of the Suchý žleb, is only 950 meter long but has famous, huge chambers. The largest chamber, named Hlavní dóm (Main House), is 97 meters long, up to 44 meters wide and 20 meters high. Similar in size is the Dóm zkázy (Destruction Hall) chamber located in the deeper part of the cave. Bottoms of both chambers are covered with huge limestone blocks, which indicates that roof collapses played a crucial role in their evolution (Fig. 18). The speleothems include famous “bamboo forest” – some tens of thin stalagmites and columns, up to 4 meters high (Fig. 19). The cave is also appreciated as a palaeontological site, especially rich in cave bear bones. It is suggested that the Kateřinská Cave, now entirely dry, is a fragment of an old hydrological system of the pre-Punkva River, when the Punkva Cave did not exist and the underground river flowed to the Suchý žleb.

The smallest show cave is the Balcarka jeskyně (930 meters long). The entrances are located in a rocky slope of the upper reach of Suchý žleb, near Ostrov u Macochy village. The generally narrow passages form three levels connected with shafts.



Fig. 16. The 'Candle' stalagmite – a symbol of the Sloupsko-Sošuvské caves system, phot. P. Migoń • Stalagmit “Świecznik” – symbol jaskiń Sloupsko-Sošuvskich, fot. P. Migoń



Fig. 17. Succession of cave deposits exposed in the Kůlna Cave, phot. P. Migoń • Odslonięty profil osadów jaskiniowych w Jaskini Kůlna, fot. P. Migoń

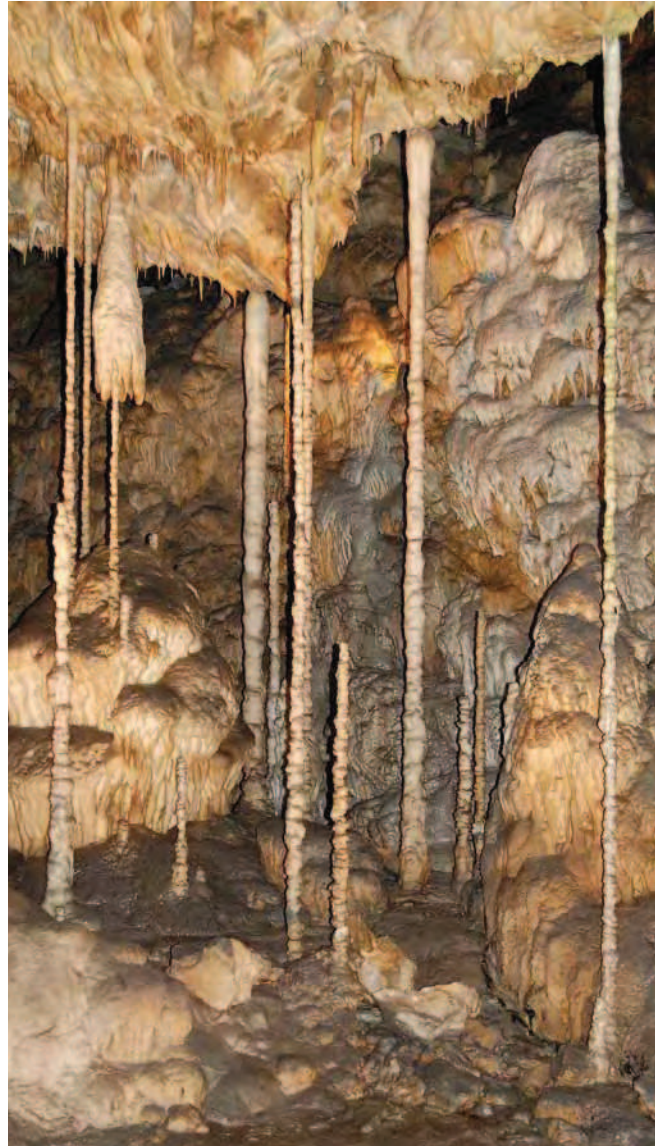


Fig. 19. The 'Bamboo grove' in the Kateřinska Cave, phot. P. Migoń • „Bambusowy lasek” w Jaskini Kateřinskiej, fot. P. Migoń



Fig. 18. The “Hlavní dóm” (‘Main Hall’) chamber in the Kateřinska Cave, with talus produced by chamber roof collapse, phot. P. Migoń • Komora „Hlavní dóm” w Jaskini Kateřinskiej, z rumowiskiem bloków oderwanych od stropu, fot. P. Migoń



Fig. 20. The 'Wilson's Rotund' shaft in the Balcarka Cave, phot. P. Migoń • Studnia „Rotunda Wilsona” w Jaskini Balcarka, fot. P. Migoń

The main attractions are: spectacular speleothems and the Wilsonova rotunda (Wilson's Rotunda) – 10-meters-high chimney of a regular, cylindrical shape (Fig. 20). The symbol of the cave is the curved stalactite named Handžár (Fig. 21), which has been stolen from the cave and now only its replica is exposed. In the years 2007–2009 the tourist trail was renovated and the old installations were replaced. A part of the trail is an archaeological exhibition.

The Výpustek cave is a natural and cultural peculiarity. It is located in the left slope of the upper Křtinský Creek valley, about 20 meters above the valley bottom. The cave is a part of a palaeo-swallet system, which includes the adjacent caves. The active swallets of the Křtinský Creek are located immediately beneath the entrance, in the valley floor. The cave has been known for a long time and was visited as early as in the 19th century when abundant Pleistocene fauna fossils were discovered. In the first half of the 20th century the exploitation of cave sediments rich in phosphatic clays has commenced. This mining activity, continued until the beginning of World War II, has resulted in the removal of sediments from many chambers and in enlargement

of cave space. Before the war the Czechoslovak army took the cave and organized a warehouse, and at the end of the war Germans allocated there an armament factory. Both military assignments contributed to the devastation of the cave, e.g., the cave floor was levelled and concreted, and cave microclimate was much modified by ventilation systems. In 1945 the existing machinery was partly dismantled and removed, and partly destroyed with explosives. The blasts left particles of dark powder in roof speleothems. After the war the exploration has started but in early 1960s the cave was again passed to the army and transformed into a shelter for high command of Czechoslovak army in the case of nuclear war (Fig. 22). Hence, the passages in the eastern part of the cave were concreted and command posts with communication centers were built. The area around the cave was fenced and the site gained the top-secret status. The army left the cave in 2001 and some years later it has been returned to the Board of Caves of the Moravian Karst. After long development works the cave was finally open to the public in 2008. The tourist trail is 550 meters long and includes the former anti-atomic shelter, and chambers of the armament factory.



Fig. 21. Decorations of the Balcarka Cave, with the replica of 'Handžár' stalactite, phot. P. Migoń • Szata naciekowa Jaskini Balcarka, z repliką stalaktytu „Handžár”, fot. P. Migoń



Fig. 23. The 'Hřebenač' tor near Sloup, phot. P. Migoń • Ostaniec „Hřebenač” koło Sloupu, fot. P. Migoń



Fig. 22. The 'Bear Chamber' in the Výpustek Cave and the entrance to underground shelter, phot. P. Migoń • Komora „Medvědí sál” w Jaskini Výpustek i wejście do podziemnego schronu, fot. P. Migoń



Fig. 24. The 'Čertova branka' rock tunnel in the Pustý žleb Canyon, upstream from the Punkva Cave, phot. P. Migoń • Tunel skalny „Čertova branka” w dolinie Pustý žleb, powyżej Jaskini Punkvy, fot. P. Migoń

The large chambers are interesting objects but anthropogenic activity significantly damaged the speleothems.

Educational trails

In the area of the Moravian Karst numerous educational trails of various length and exploring different themes were designated, mostly related to karst geology and geomorphology.

1. The trail near the Sloupsko-Sošuvské Caves. The close vicinity of the Sloupsko-Sošuvské Caves is an example of long-lasting swallet zone at the margin of the limestone massif. Characteristic landform is the karst tor named Hřebenáč with a relic of passage developed along a distinct, vertical discontinuity (Fig. 23). Behind the tor there are recent swallets of the Sloupský Creek. As their capacity is insufficient during high rainfalls, the whole area at the cave entrance may become back-flooded. The slope above the entrance has numerous limestone tors, which form about 1 kilometer-long belt. The information panels are placed along the path connecting the exit and the entrance to the cave.

2. The Skalní Mlýn – Macocha Mega-doline – Punkva Cave – Skalní Mlýn round trail. The trail leads from the merge of the Pustý žleb and the Suchý žleb canyons towards the plateau, here reduced to a narrow ridge between two canyons, then approaches the Macocha Mega-doline, descends to the bottom of the Pustý žleb and leads back to the Skalní Mlýn passing the Punkva Cave. Along the trail two principal landforms of the Moravian Karst can be seen: canyons and plateaux. In the dry segment of the Pustý žleb, above the Punkva spring there is an interesting passage named Čertova branka (Fig. 24). Located at the inner part of river bend, the passage is a relic of an ancient cave through which waters of the Punkva Creek passed under the ridge. Downstream from the caves the creek again disappears partly in swallets, as described in the special information panel. However, the top attractions of the trail are the Punkva Cave and the Macocha Mega-doline.

The Macocha Mega-doline is located on the Macoška plošina (Macocha Plateau). It is a huge doline of dimensions 174 x 76 meters and 138.5 meters deep, as measured to water table of the lower pond, which itself is 49 meters deep (Fig. 25, 26). The origin of this karst form is complex (Kučera *et al.*, 1981).



Fig. 25. The Macocha Mega-doline – a view from above, phot. P. Migoń • Przepaść Macocha – widok z góry, fot. P. Migoń

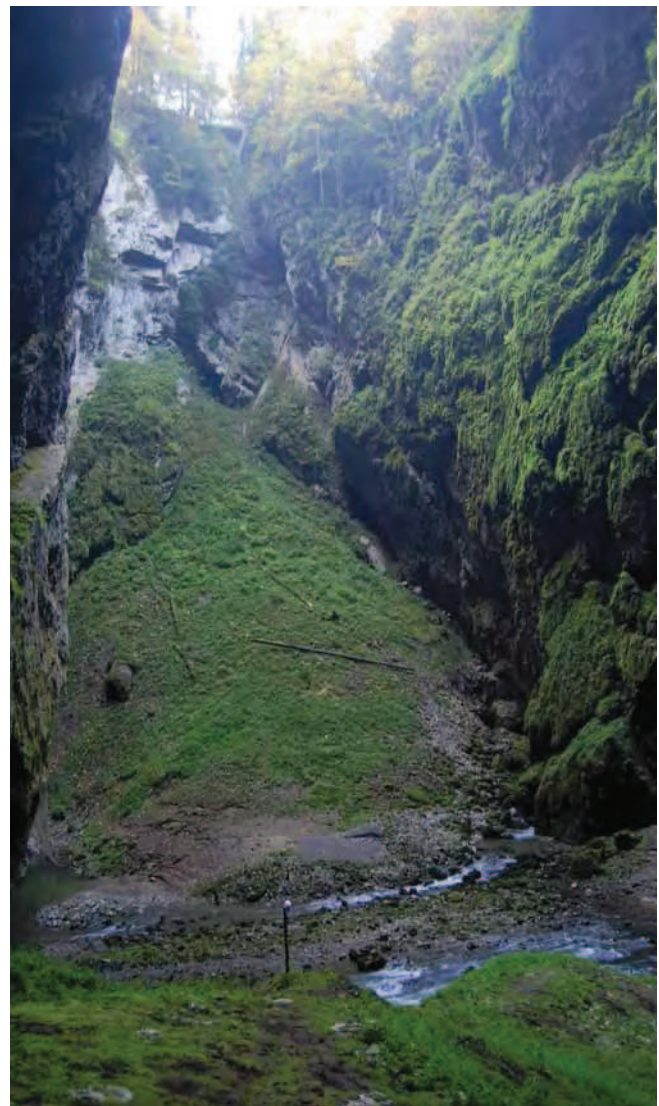


Fig. 26. The Macocha Mega-doline – a view from below, phot. P. Migoń • Przepaść Macocha – widok z dołu, fot. P. Migoń

It seems to be a combination of two forms: deep sinkhole and a cave chamber. In the latter the successive roof collapses took place until the last one opened the connection with the surface. The bottom of the doline, where the Punkva River flows, is covered by limestone rubble and rock fragments still fall down from the walls. Two observation platforms located at the rim and several tens of meters below it enable the visitors to admire the landform. Approximately from the site of recent rim platform the first descent to the Macocha was accomplished in 1723. The Macocha Mega-doline is the only such landform in the Moravian Karst.

3. The trail around the Rudice swallet zone. The trail is located between Jedovnice and Rudice villages, and includes two parts: the eastern one leads around ponds in Jedovnice and the western one passes down the Jedovnický Creek and further, to the plateau of the Rudicka plošina. Karst features are exposed mostly along the western section. The most important site is the Rudické propadání at the termination of the Jedovnický Creek blind valley where water flows underground in an impressive swallet (Fig. 27) and falls down the 86-meters-high system of shafts to the level 200 meters below the plateau surface. At this level the creek flows to the southwest. Above the swallet the rock walls are 30 meters high. The trail leads to the swallet and ascends to the plateau surface passing by the Kolíbky rock walls where entrances to small caves and rock shelters are visible. Then the trail heads towards Rudice village and returns back to Jedovnice over the plateau surface, passing by the group of sinkholes named Klímovy závrt. Apart from karst features, the relics of historic mining and smelting operations are visible along the trail. About 300 meters before the swallet the old ironwork Stará Hut was located.

4. The trail along the old mining sites around Rudice. Rudice was the main center of mining operations in the Moravian Karst. The industrial interest focused on the Rudice Beds, which fill deep karst depressions. Initially, the iron ore was mined, replaced by the refractory clays. The trailhead is located in the center of Rudice from which the round trip leads through the old mining camps in Panské boudy, Černé

hlíny and Luže to the south and west from the village, near the still operating Seč mine (Fig. 4). The old marks of mining leases can be seen on the way. The description of the trail can be found in a guide edited by the Czech Speleological Society (Balák, Chaloupka, 2007). The trail joins with the one around the swallet zone (see above).



Fig. 28. Remnants of the “Hut Františka” ironwork in the Křtinský Creek valley, phot. P. Migoň • Pozostałości ośrodka hutniczego „Hut Františka” w dolinie potoku Křtinskiego, fot. P. Migoň



Fig. 29. Karst springs of the Jedovnický Creek in the Křtinský Creek valley, phot. P. Migoň • Wywierzyska potoku Jedovnickiego w dolinie Křtinskiego potoku, fot. P. Migoň

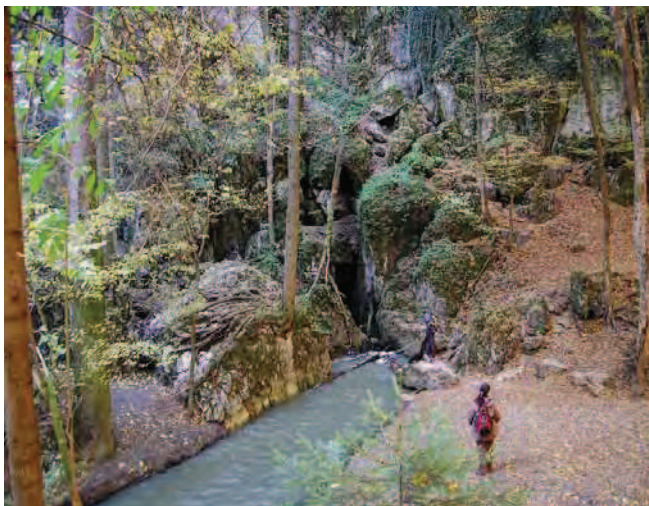


Fig. 27. The Rudice swallet – October, 2010, phot. P. Migoň • Ponor „Rudické propadání” – stan z października 2010 r., fot. P. Migoň



Fig. 30. The Byčí skála (Bull Rock) – cave entrance is located at the base of rock wall, phot. P. Migoň • „Byčí skála” (Bycza Skála). Wejście do jaskini znajduje się u podnóża ściany skalnej, fot. P. Migoň

5. The trail in the Křtinský Creek valley, in the Byčí skála nature reserve. The 4-kilometers-long trail leads along the lower reach of the Křtinský Creek valley, known under the name Josefovské údolí. The trail combines the karst and the mining operations problems. The large ironwork Huť Františka located in the valley (Fig. 28) has processed iron ore mined in the adjacent plateaux until the 19th century. Up the valley there is the Jáchymka Cave where phosphatic clays were excavated. Now, visitors can walk along a labyrinth of chambers and galleries left after mining operations. In its final segment the trail leads to the karst spring of the Jedovnický Creek (Fig. 29) and to the entrance to the Byčí skála cave system. The cave is closed to the public. Over the entrance a magnificent rock wall can be seen (Fig. 30), and besides there is a steeply ascending rock tunnel.

6. The trail in the Říčka River valley, in the vicinity of the Ochozská cave. The most interesting sites in the southern part of the Moravian karst are located along the thematic nature trail in the Říčka River valley, near the Ochoz u Brna village. The trail leads partly along the valley bottom where entrances to numerous caves can be seen, then towards the popular archaeological excavations in the Pekárna Cave, then ascends along a dry, tributary valley named Kamenný žlíbek onto the plateau, to the swallets of the Hostěnický Creek and, finally, it descends to the main valley.

Tourist trails and other forms of tourist development

Apart from special educational trails, the geotourist sites can be visited using a dense network of marked tourist trails as well as from unmarked backcountry roads. Such trips are facilitated by available tourist maps, as e.g., very precise, 1:25,000 scale map “Okolí Brna – východ” (Vicinity of Brno – East) (printed in 2006). Below, some interesting sites are presented, which are located outside the educational trails but easily accessible from common tourist trails.

In the northern part of the Moravian Karst, in the vicinity of Holštejn visitors can recognize the swallet system of the Bílá voda creek. The red trail follows the scarp at the western slope of the valley where numerous cave entrances are visible – the palaeo-swallets of the Bílá voda creek. The easily accessible is the Lidomorna Cave, used in the past as a starvation dungeon of now-ruined Holštejn Castle. About 150 meters downstream there exist active swallets of the Bílá voda creek, especially spectacular in the Spring (Fig. 9). Further, the valley becomes semi-blind and continues over the next about 3 kilometers as a dry Ostrovský Canyon towards Ostrov u Macochy, where it meets tributaries from non-karstic terrains.



Fig. 31. Dry valley at Ostrov u Macochy. The Balcarka Cave is located in the limestone spur on the opposite valley slope, phot. P. Migoń • Sucha dolina krasowa pod Ostrowem u Macochy. W wapiennej ostrodze na przeciwległym zboczu znajduje się Jaskinia Balcarka, fot. P. Migoń

Interesting surface karst landforms can be seen in the vicinity of the Balcarka Cave. The dry canyon close to the entrance is a typical dry valley, well-visible due to deforested terrain (Fig. 31). Opposite to the cave entrance, in the valley bottom, one can recognize a regular sinkhole named the Blažkův závrt (Fig. 7). The slope above is a karren field with limestone ridges up to 1 meter high.

The marked, hiking or bike trails enable the tourist to access the full lengths of both the Pustý žleb and the Suchý žleb canyons as well as the Ostrovská Plateau between Ostrov u Macochy village and Suchý žleb, the latter incised above the passages and chambers of the Amatérská jeskyně cave. On the plateau the shallow, grassy sinkholes can be seen.

In the central part of the Moravian karst noteworthy is the green trail from Rudice to Křtiny villages. The trail passes the forested plateau over the Byčí skála cave system. Around, there are numerous sinkholes filled with clays of the Rudice Beds, which were excavated in the past. Flooded open pits of Černe hlíny and U Panských bud originate from those operations.

In the southern part of the Moravian Karst an interesting karst feature is the Malá Macocha sinkhole near Babice nad Svitavou village, which is also a site of residual clays mining, and the lowermost part of the Říčka River valley, between the confluence of the Ochozski Creek and Brno.

Another example of popularization of the Earth heritage is the open-air exhibition of rocks from the Moravian Karst and its vicinity, somehow confusingly named “The Rudice geopark” (Fig. 32). Here, several blocks of various limestones from the karst terrain as well as granites from the Brno Massif and conglomerates from the Drahany Upland are displayed. Besides, there are several information panels. In an adjacent windmill there is an information post where printed materials can be obtained. A similar open-air geological exhibition exists at the entrance to the Kateřinska Cave.

Interesting supplements to field excursions can be museums. In the Anthropos pavillon in Brno (a part of the Moravian Regional Museum) there is an exhibition of fossils and artifacts discovered in caves of the Moravian Karst.



Fig. 32. Part of geological open-air exhibition in Rudice village, phot. P. Migoń • Fragment ekspozycji geologicznej na wolnym powietrzu we wsi Rudice, fot. P. Migoń



Fig. 33. Examples of information panels in the Moravian Karst, phot. P. Migoń. A – regional geology displayed in panel in Rudice, B – block diagram of the northern part of the Moravian Karst (panel at the entrance to the Sloupsko-Sošuvské Caves system), C – the Macocha Mega-doline and its relation to the Punkva Cave (panel at the Macocha Mega-doline), D – description of the swallet zone in Rudice (educational trail panel No. 10), E – ground sketch map of the Sloupsko-Sošuvské Caves system (panel at the cave entrance)

• Przykłady paneli informacyjnych w Krasie Morawskim, fot. P. Migoń. A – budowa geologiczna regionu na tablicy w Rudicach, B – blokdiagram północnej części Krasu Morawskiego (tablica przy wejściu do Jaskiń Sloupsko-Sošuvskich), C – przepaść Macocha i jej relacja do Jaskini Punkvy (tablica przy przepaści Macocha), D – opis strefy ponorowej w Rudicach (stanowisko nr 10 ścieżki dydaktycznej), E – plan Jaskiń Sloupsko-Sošuvskich (tablica przed wejściem do jaskini)

Both the District Museum in Blansko and the CHKO headquarter offer the exhibitions of the nature and material culture of the Moravian Karst area.

The tourist information along the trails and at the most important karst objects must be mentioned and appreciated. The information panels are well-designed, highly informative and present interesting graphics. The designers used photographs (also archival), maps, graphs and block diagrams (Fig. 33). Highly valuable is also graphically standardized series of guidebooks to the caves. Books can be bought at the entrances to caves or at the main visitor center at Skalní Mlýn in the Punkva River valley. Polish version of a guidebook to the most popular Punkva Cave is available as well. Finally, the webpage of the Board of Caves of the Moravian Karst (www.cavemk.cz) provides comprehensive information and its Polish version is available.

The Moravian Karst versus karst features in Poland

A short distance to the Moravian Karst from Czech-Polish state border makes this tourist destination attractive also for Polish tourists, as documented by an increasing number of visitors from Poland. Therefore, it is reasonable to ask which karst features observed in the Moravia are absent in the karst regions in Poland, so that the visit can supplement the experience from the Polish karst regions. The Moravian Karst is an example of upland karst relief developed over a vast area of exposed limestone formations showing rather insignificant vertical drops. In Poland such relief can be encountered in the uplands of southern Poland but closer analogies to Moravia can be found only in the Kraków-Częstochowa Upland, despite the fact that the age of limestone formation and the geological structure are different. Hence, the top values of the Moravian Karst are:

- the presence of extended, multi-level cave systems with drainage very much independent from the valley pattern at the surface;
- possible visits of organized groups to several, large and diversified caves in which the visitors can recognize features absent from Polish caves (e.g., underground rivers, chambers of volumes up to several thousands of cubic meters, speleothems more abundant and more diversified than in Poland);

- the presence of handbook examples of karst forms related to swallet zones – blind and semi-blind valleys;
- the Macocha Mega-doline – the only such landform in Central Europe;
- the presence of an extended system of karst valleys: gorges and canyons, many kilometers long;
- the presence of fossil karst forms of quite precisely determined Mesozoic age along with accompanying residual sediments;
- generally, more distinct karst landforms, which presumably results from the position of the Moravian Karst outside the range of glaciation – the factor responsible for obliteration of older karst landforms in southern Poland.

Conclusions

Summing up, the Moravian Karst is a region of exceptional geotouristic value due to the abundance and diversity of karst landforms. Moreover, the tourist development of karst features is most adequate, also for the cognitive tourism. A dense network of hiking, biking and educational trails located close to the Brno agglomeration enables the visitors the quick and easy access to all valuable sites. Educational function of geotourism is accomplished by the high efficiency of knowledge transfer to the public by high-class information panels in the field and by published materials. □

Streszczenie

Udostępnianie geoturystyczne form krasowych w Krasie Morawskim (Republika Czeska)

Piotr Migoń

Kras Morawski (Moravský kras), położony w południowej części Moraw, w Republice Czeskiej, to obszar o bardzo dużym zróżnicowaniu form i procesów krasowych, długiej historii rozwoju krasu, znany z licznych jaskiń o fantastycznie rozwiniętej szacie naciekowej, przy tym łatwo dostępny i bardzo dobrze zagospodarowany. Podobnie jak polska Jura Krakowsko-Częstochowska jest on przykładem krasu wyżynnego.

Kras Morawski od dawna przyciągał turystów udostępnionymi do zwiedzania jaskiniami, które przystosowano do ruchu turystycznego już w początkach XX wieku. Obecnie, na potrzeby turystyki coraz silniej eksponowane są także inne elementy dziedzictwa Ziemi: rozwój budowy geologicznej, funkcjonowanie systemów krasowych czy eksploatacja i przeróbka surowców mineralnych związanych ze środowiskiem krasowym. Powiększająca się liczba tras edukacyjnych i gęsta sieć szlaków turystycznych powoduje, że Kras Morawski jest niezwykle atrakcyjnym obszarem z punktu widzenia geoturystyki.

Kras Morawski na tle Masywu Czeskiego

Obszar zwyczajowo nazywany Krasem Morawskim znajduje się w południowo-wschodniej części Masywu Czeskiego, bezpośrednio na północ od Brna – drugiego pod względem

wielkości miasta Republiki Czeskiej (Fig. 1). W podziale fizyczno-geograficznym Republiki Czeskiej (Demek, Mackovčín, 2006) jest on wyróżniany jako mikroregion w obrębie Wyżyny Drahańskiej, która jest z kolei częścią Wyżyny Brneńskiej, stanowiącej południowo-wschodni fragment Wyżyny Czesko-Morawskiej. Podstawą wyróżnienia Krasu Morawskiego jako osobnego mikroregionu jest występowanie rzeźby krasowej na podłożu wapiennym. Nadaje ona obszarowi specyficzny rys, odróżniający go od przyległych wysoczyzn zbudowanych ze skał niekrasowych.

Wapień, które są środowiskiem procesów krasowych Krasu Morawskiego, występują w pasie o ogólnej rozciągłości północ – południe, długości około 25 km i zmiennej szerokości 3–5 km (Fig. 2). Południowa część Krasu Morawskiego, położona bliżej Brna, jest w dużej mierze zalesiona i rozcięta głębokimi dolinami rzecznyymi. Części: środkowa i północna mają charakter rozległych płaskowyżów o wysokości 480–550 m n.p.m., mniej jest natomiast głębokich dolin. Bezpośrednio na zachód od obszaru występowania wapieni, w pobliżu jego środkowej części, leży miejscowość Blansko, która jest centrum lokalnego ruchu turystycznego.

Ewolucja budowy geologicznej

Wapień występujący w Krasie Morawskim pochodzi z środkowego i późnego dewonu (żywet-fran-famen) oraz wczesnego karbonu (turnej). Osadzały się one w środowisku morskim, na podłożu zbudowanym z granodiorytów masywu brneńskiego przykrytych gruboziarnistymi utworami lądowymi (początek środkowego dewonu) (Fig. 3). Sedymentacja wapieni trwała z przerwami około 10 milionów lat, a ich całkowita miąższość dochodzi do 1000 m (Dvořák *et al.*, 1993).

W profilu stratygraficznym wyróżniane są dwie główne jednostki: niższa, tzw. warstwy z Macochy i wyższa, tzw. warstwy z Lišeni, które z kolei dzielą się na jednostki niższego rzędu, wydzielane na podstawie zróżnicowania wieku i facji. Efektowne formy krasowe rozwinęły się przede wszystkim w warstwach z Macochy, tworzących zachodnią część pasa występowania wapieni.

Warstwy z Macochy to głównie uławiczone facje lagunowe, zajmujące około 80–90% powierzchni Krasu Morawskiego oraz podrzędnie występujące, masywniejsze wapienie rafowe (Dvořák *et al.*, 1993) o niewielkiej zawartości materiału klastycznego, przyniesionego z pobliskiego lądu. Są one zwyczajowo dzielone na cztery litotypy, określane w literaturze czeskiej jako wapienie vavříneckie, josefovskie, lažáneckie i vilémovické (Fig. 2), chociaż według nowszych publikacji są to różne facje jednego kompleksu węglanowego (Müller, Novák, 2000).

Regresja morska w początkach fąmenu zmieniła warunki sedymentacji i wyznaczyła początek osadzania warstw z Lišeni, dzielonych na wapienie křtínskie i hádsko-říčské. W porównaniu z warstwami z Macochy, młodsze wapienie zawierają mniej węglanu wapnia, a więcej materiału terygenicznego, a konsekwencją tych różnic jest wyraźnie słabszy rozwój zjawisk krasowych. Na przełomie turneju i wizenu sedymentacja węglanowa została zastąpiona depozycją klastyczną (przeważnie gruboklastyczną), w efekcie czego powstał gruby kompleks zlepieńców Kulmu, z domieszką piaskowców szarogłazowych i iłowców. Obecnie skały Kulmu występują na wschód od Krasu Morawskiego i budują rozległy płaskowyż wschodniej części Wyżyny Drahańskiej, ale w karbonie ich zasięg był znacznie większy w kierunku zachodnim. Cechy petrofizyczne wapieni dewońskich wskazują, że ich nakład musiał mieć grubość kilku kilometrów (Müller, Novák, 2000). Konsekwencją waryscyjskich ruchów górotwórczych były różnorodne deformacje wapieni dewońskich zarówno typu fałdowego, jak i uskoku, w tym nasunięcia i uskoki przesuwce.

Efektom niszczenia górotworu waryscyjskiego było odsłonięcie wapieni dewońskich, które od schyłku paleozoiku podlegały krasowieniu. Proces ten został przerwany w późnej jurze, gdy Kras Morawski znalazł się w zasięgu transgresji jurajskiej (Hanzlíková, Bosák, 1977). Relikty utworów jurajskich znane są z południowej i środkowej części regionu.

Ustąpienie morza jurajskiego i ponowne odsłonięcie wapieni zapoczątkowało nowy etap intensywnej denudacji i rozwoju rzeźby krasowej. Zapisem tego okresu są warstwy rudyczne, występujące w środkowej części Krasu Morawskiego (Bosák, 1978). Ich grubość przekracza miejscami 100 m, a zachowały się one w głębokich i rozległych depresjach krasowych, porównywanych z tropikalnym krasem kopiastym („cockpit karst”; Panoš, 1964). Warstwy rudyczne to głównie piaski kwarcowe i utwory ilaste z kaolinitem, halozytem i smektytem, będące produktem redepozycji pokryw zwierzelinowych z przyległych obszarów zbudowanych ze skał krystalicznych (Fig. 4). W spągu warstw rudycznych powstały nagromadzenia rud żelaza o przeciętnej zawartości około 38% Fe (miejscami dochodzącej do 75%). Były one kilkakrotnie przedmiotem eksploatacji (Souchopová, Hypr, 1993), a pozostałości kopalń i hut są dzisiaj prezentowane jako

ważny składnik dziedzictwa Ziemi i dziedzictwa kulturowego obszaru.

Sedymentację warstw rudycznych przerwała kolejna transgresja morska, która miała miejsce w późnej kredzie (cenoman). Morskie utwory kredowe na obszarze Krasu Morawskiego praktycznie nie zachowały się, natomiast można je obserwować w rowie tektonicznym Blanska, gdzie zalegają bezpośrednio na granodiorytach masywu brneńskiego.

Denudacja pokrywy kredowej w paleogenie spowodowała ekshumację mezozoicznej rzeźby krasowej i otworzyła nowy etap rozwoju krasu, trwający aż do środkowego miocenu (baden). Powstały wówczas głębokie jary krasowe, zamknięte ścianami skalnymi ślepe doliny potoku Sloupskiego, potoku Bílá voda i potoku Jedovnickiego (Kadlec *et al.*, 2001) oraz część zachowanych do dziś systemów jaskiniowych.

Podczas transgresji badeńskiej zalane zostały najpierw głębokie doliny rozcinające krasowy płaskowyż, a w późniejszym etapie pogrążona została cała Wyżyna Drahańska. Piaszczysto-ilaste utwory morskiego badenu zostały stwierdzone wierceniami w niektórych jarach, np. w suchej dolinie biegnącej przez Lažánky zachował się pakiet tych osadów o miąższości ponad 100 metrów (Dvořák *et al.*, 1993; Kadlec *et al.*, 2001), natomiast z powierzchni płaskowyżu zostały one usunięte przez erozję.

Relief krasowy uległ częściowemu pogrzebaniu w plejstocenie. Wydajne wietrzenie mechaniczne, transport stokowy i depozycja lessu przyczyniły się do wypełnienia osadami den dolinnych, lejów krasowych, przyotworowych części jaskiń i zasypania niektórych systemów ponorowych.

Główne cechy rzeźby krasowej

Główne rysy rzeźby Krasu Morawskiego tworzą głębokie, kręte doliny rzeczne i suche jary (tzw. „žleby”) oraz płaskowyże o różnym zasięgu, ograniczone przez te doliny (Fig. 5). Na nie nakładają się formy niższego rzędu, w tym leje krasowe i skałki ostańcowe – formy typowe dla obszarów krasowych i powszechne w Krasie Morawskim.

Jary i suche doliny. W północnej części obszaru krasowego najważniejszą formą jest jar Pusty žleb, o długości blisko 9 km. Rozpoczyna się on koło miejscowości Sloup i jest kontynuacją doliny rzeki Luhy, spływającej z położonego dalej na północ obszaru niekrasowego i ginącej (już pod nazwą potoku Sloupskiego), w ponorach poniżej Sloupu. Przez pierwszych 6 km Pusty žleb jest pozbawiony stałego odwodnienia, dopiero w dolnym odcinku jego dnem płynie rzeka Punkva. W jego dolnej części uchodzi do niego Suchý žleb, o całkowitej długości 5 km. Jego przedłużeniem ku północy jest sucha dolina pomiędzy miejscowościami Holštejn i Ostrov u Macochy, która nosi nazwę Ostrovski žleb. Podobnie jak Pusty žleb, także system Ostrovský žleb-Suchý žleb jest kontynuacją wyraźnej formy dolinnej, biegnącej z obszaru niekrasowego, odwadnianej przez potok Bílá voda i będącej znakomitym przykładem doliny półślepej, zamkniętej skalną ścianą. Pusty žleb i dolny odcinek jaru Suchý žleb mają charakter głębokich jarów o skalistych zboczach (Fig. 6), których wysokość sięga 150 m, a wapienne żebra i urwiska dochodzą do 50 m wysokości. Niemal na granicy obszaru występowania wapieni Pusty žleb przyjmuje z lewej strony Lažánecký žleb. Jego obecna głębokość wynosi około 50 m w odcinku górnym i 100 m

w odcinku dolnym. Jest on wypełniony grubą do 119 m serią utworów miocenu, tak więc pierwotna głębokość jaru przekraczała 200 m.

W środkowej części Krasu Morawskiego główną doliną jest jar Křtinského potoku, rozpoczynający się w miejscowości Křtiny, na wschodniej granicy obszaru wapiennego i uchodzący po 10 km do przełomowej doliny rzeki Svitavy koło Adamova. W górnej części jar jest odwadniany epizodycznie, w dolnej, poniżej strefy wywierzyskowej pod Byčí skálą (Byczą Skalą), permanentnie. Głębokość jaru w dolnym odcinku osiąga 200 m. Południowa część pasa wapiennego jest odwadniana przez potok Říčka i jego dopływy, a także potoki uchodzące bezpośrednio do rzeki Svitavy. Jar potoku Říčka ma około 7 km długości i głębokość do 130 m.

Plaskowyże i leje krasowe. Pomędzy jarami krasowymi rozciągają się płaskowyże o stosunkowo mało urozmaiconej, falistej rzeźbie. W północnej części Krasu Morawskiego są one bardziej zwarte, ku południowi rośnie stopień ich rozczłonkowania. Charakterystycznym rysem ich rzeźby są leje krasowe (Fig. 7) i uwały. Niektóre z nich, jak np. uwały Měšina i Dolina, położone w północnej części płaskowyżu Ostrowskiego, dochodzą do 250 m długości. Zagęszczenie lejów krasowych dochodzi do 100 na 1 km² (Dvořák *et al.*, 1993). Niektóre z nich, położone wśród pól uprawnych płaskowyżu Suchdolskiego, uległy znacznemu spłyceciu wskutek erozji gleby i jej zmywania do obniżen krasowych. W środkowej części obszaru, w okolicach Rudic i Babic nad Svitavou, uwały i leje krasowe są przynajmniej częściowo formami kopalnymi, o czym świadczy ich wypełnienie przez ily i piaski warstw rudických. Wyjątkową formą rzeźby krasowej jest głęboka na 138 m przepaść (studnia) krasowa Macocha, leżąca pomiędzy jarami Pusty i Suchy žleb. Ponieważ jest ona równocześnie jedną z głównych atrakcji geoturystycznych Krasu Morawskiego, zostanie bliżej omówiona w dalszej części artykułu.

Skalki. Na płaskowyżach Krasu Morawskiego niewiele jest ostańcowych form skalnych, co wydaje się być konsekwencją niewielkiego, lateralnego zróżnicowania odpornościowego wapieni. Wśród nich rozmiarami wyróżniają się „Kolíbky” koło Rudic – grupa skałek wapiennych o wysokości do 10 m (Fig. 8), ale i one nie wznoszą się ponad powierzchnię płaskowyżu, tylko tworzą fragment zbocza wciętej w płaskowyż, nieckowatej doliny.

Strefy ponorów i wywierzysk. Kras Morawski posiada rozbudowany system podziemnego odwadniania, korespondujący w dużym stopniu z wyżej przedstawionym systemem dolin i kanionów. Jego widocznymi przejawami są ponory, miejscami bardzo efektowne, oraz strefy wywierzyskowe. Do współczesnych i dawnych przepływów podziemnych nawiązują systemy jaskiniowe. Północną część obszaru krasowego odwadnia system hydrologiczny rzeki Punkvy. Jest on zasilany przez dwie główne strefy ponorowe: potoku Sloupskiego koło Sloupu i potoku Bílá voda pod Holštejnem (Fig. 9), a także liczne, mniejsze ponory, leżące po wschodniej i zachodniej stronie pasa wapieni. Podziemne przepływy łączą się pod płaskowyżem Ostrowskim, modelując największy w Krasie Morawskim system jaskiniowy Jaskini Amaterskiej, w której łączna długość przepływów podziemnych wynosi kilkanaście kilometrów. Jej najniższym członem są

częściowo zalane korytarze w Jaskini Punkvy. Niezależny system odwadnia górną część jaru Suchy žleb koło Ostrova u Macochy. Ciekawostką hydrologiczną jest „Ostrowska estavela”, położona na północ od miejscowości Ostrov u Macochy, czyli miejsce pełniące funkcję ponoru przy niskich stanach wód, a źródła krasowe podczas stanów wysokich.

Odwodnienie podziemne środkowej części Krasu Morawskiego dokonuje się przez system Jedovnickiego potoku – Křtinského potoku. Potok Jedovnický spływa na obszar wapienny z Wyżyny Drahańskiej, kontynuuje swój bieg w dolinie jarowej na odcinku około 1,5 km, a następnie znika pod ziemią w dużej strefie ponorowej, określanej jako „Rudické propadání”. Na powierzchnię wypływa ponownie pod ścianą skalną Byčí skálą, po pokonaniu pod ziemią blisko 10 km.

W części południowej Krasu Morawskiego przepływy podziemne nie są już tak rozbudowane, a główne potoki – Říčka i Ochozský – prowadzą stale wodę na całej swojej długości. Odwodnienie podpowierzchniowe obejmuje głównie dolne odcinki krótkich potoków spływających z wierzchołków, na przykład Hostěnickiego potoku.

Jaskinie. Na obszarze Krasu Morawskiego udokumentowano istnienie ponad 1000 jaskiń różnej wielkości (Balák, 2009). Wejścia do nich, w części znane już od wielu wieków, znajdują się głównie na skalistych zboczach jarów krasowych, rzadziej w lejach krasowych na płaskowyżach. Intensywnie prowadzona eksploracja speleologiczna, w szczególności pokonanie syfonów wzdłuż podziemnych przepływów rzek, sprawiła jednak, że wiele jaskiń zostało ze sobą połączonych i tworzą one dzisiaj rozległe systemy (Havel *et al.*, 1993). Największy jest system Jaskini Amaterskiej pod Płaskowyżem Suchdolskim, którego łączna długość korytarzy wynosi około 35 km. Dlatego położone w znacznej odległości od siebie jaskinie Punkvy i Sloupsko-Sošuvské są w rzeczywistości fragmentami tego wielkiego systemu.

Początek współczesnym odkryciom dała eksploracja jednego z lejów krasowych pod koniec lat 60 XX wieku i rozpoznanie Jaskini Starej Amaterskiej. W kolejnych latach udało się nie tylko odkryć rozległe korytarze i komory nazwane Jaskinią Nową Amaterską, ale także połączyć je z jaskiniami okolic Holštejna, w 1975 r. znaleziono połączenie z przepaścią Macocha i Jaskinią Punkvy, a w 2005 r. – z jaskiniami Sloupsko-Sošuvskimi (Rubín, 2006).

Drugim pod względem wielkości jest system jaskiniowy Rudické propadání – Byčí skálą w środkowej części Krasu Morawskiego, o całkowitej długości 13 km. Połączenie dwóch odrębnych i znanych od dawna jaskiń nastąpiło w 1985 r., po pokonaniu jednego z syfonów na drodze podziemnego przepływu potoku Jedovnickiego. Częścią systemu jest Rudická propast, łącząca powierzchnię terenu z wnętrzem jaskini. Ma ona 153 m głębokości i jest najgłębszą studnią jaskiniową w całej Republice Czeskiej. Wnętrze systemu kryje też największą na terenie Republiki Czeskiej komorę jaskiniową – Obří dóm, o długości 70 m i wysokości ponad 60 m.

W części południowej obszaru Morawskiego Krasu nie są znane tak duże systemy jaskiniowe, a najdłuższym znanym obiektem jest Jaskinia Ochozská w dolinie potoku Říčka (około 1,7 km korytarzy).

Jaskinie Krasu Morawskiego mają złożoną historię, a rozwój niektórych z nich można śledzić wstecz, aż do cza-

sów poprzedzających transgresję morza bałtyckiego i okresu istnienia głębokich (głębszych niż obecne) jarów krasowych (Kadlec *et al.*, 2001). Przypuszcza się, że już wtedy istniały poziome korytarze jaskiń: Nowej Amaterskiej i Byčí skála. Te ostatnie powstały przez działalność potoku Jedovnickiego, który wnikał do wnętrza górotworu na poziomie około 130 m niższym niż ma to miejsce obecnie, w ponorach pod Rudicami (Dvořák *et al.*, 1993). Podczas transgresji niektóre jaskinie zostały całkowicie wypełnione osadami i w późniejszym okresie nie zostały odreparowane, aczkolwiek osady morskie badenu są generalnie bardzo rzadkie w jaskiniach Krasu Morawskiego (Otava *et al.*, 2003). Denudacja post-bałtycka spowodowała natomiast uprzętnienie większości osadów z dolin jarowych i umożliwiła rozwój nowych systemów podziemnego drenazu, częściowo tylko nawiązujących do wcześniejszych. Z kolei w plejstocenie nastąpiło zasypanie części dolin, zwłaszcza w strefach ponorowych, udokumentowane na przykład w okolicy Holštejnu (Kadlec *et al.*, 2000). Obecnie w wielu jaskiniach, szczególnie położonych w obrębie zboczy dolinnych, można wyróżnić kilka pięter, wskazujących na etapowe obniżanie się bazy erozyjnej. Różnica wysokości między nimi dochodzi miejscami do 100 m (Jaskinie Sloupsko-Sošuvské), a połączenie tworzą studnie i kominy. Najniższe partie części jaskiń są drenowane przez podziemne potoki.

Niektóre jaskinie Krasu Morawskiego są cennymi stanowiskami paleontologicznymi i archeologicznymi. Ich partie wejściowe były odwiedzane, a nawet zasiedlane przez ludzi począwszy od paleolitu. Do najbardziej znanych obiektów tego typu należą jaskinie Kůlna, Byčí skála z prawdopodobnym miejscem pochówku ważnej osobistości z epoki żelaza (V w. p.n.e.) i Jaskinia Pekárna. Obfitość szczątków kostnych zwierząt plejstocenijskich stwierdzono m.in. w jaskiniach Kateřínskiej i Výпустek.

Formy udostępniania atrakcji geoturystycznych

Obszar Krasu Morawskiego znajduje się pod ochroną prawną, obecnie realizowaną przez Agencję Ochrony Przyrody i Krajobrazu Republiki Czeskiej. Ma on status obszaru chronionego krajobrazu (Chráněná krajinná oblast Moravský kras – CHKO), który został powołany w 1956 r. i zajmuje powierzchnię 92 km². W obrębie CHKO znajdują się liczne, mniejsze obszary chronione – narodowe rezerваты przyrody, a także obiekty objęte ochroną indywidualną jako pomniki przyrody. Do zadań CHKO należy między innymi nadzór nad udostępnianiem regionu dla ruchu turystycznego, sporządzanie i wykonywanie planów ochrony, a także rozwój edukacyjnej funkcji turystyki przez wyznaczanie i utrzymywanie tematycznych ścieżek edukacyjnych. Pieczę nad jaskiniami przystosowanymi do zwiedzania sprawuje Zarząd Jaskiń Krasu Morawskiego, przy czym zasady ich udostępniania są uzgadniane z CHKO. Popularyzacja obiektów dziedzictwa Ziemi, także opieka nad obiektami lokalnego dziedzictwa kulturowego, są również przedmiotem działań społeczności lokalnych, na przykład w Rudicach.

Jaskinie

Na obszarze Krasu Morawskiego udostępniono do zwiedzania pięć jaskiń: Punkevní, Sloupsko-Sošuvské, Kateřínská, Balcarka i Výпустek (Fig. 1). Cztery pierwsze znajdują

się w północnej części Krasu, zaś Jaskinia Výпустek w jego środkowej części, koło miejscowości Křtiny. W latach 1966–1975 dostępna była także Jaskinia Ochozská, położona w południowej części regionu, ale częste wezbrania wód i problemy z utrzymaniem trasy turystycznej zdecydowały o jej zamknięciu dla ruchu turystycznego. Możliwe jest także wejście do partii przyotworowych wielu mniejszych jaskiń i schronisk podskalnych, z których część jest położona przy szlakach turystycznych (np. Jaskinia Jáchymka w dolinie Křtinského potoku czy Jaskinia Lidomorna koło Holštejnu). Pozostałe jaskinie, zwłaszcza te głębokie i zawierające namuliska bogate w skamieniałości i artefakty, są niedostępne, a wejścia do nich są zamknięte. Pozostają one pod nadzorem CHKO, który udziela zezwoleń na ich penetrację grupom Czeskiego Towarzystwa Speleologicznego.

Najbardziej znaną z jaskiń Krasu Morawskiego jest niewątpliwie Jaskinia Punkvy (Fig. 10). O jej popularności decydują dwie cechy: podziemne połączenie z przepaścią krasową Macocha oraz spływ łodziami podziemnym odcinkiem rzeki Punkvy (Fig. 11). System jaskiniowy ma 4 km długości, z czego 1250 m udostępniono do zwiedzania. Bardzo interesująca jest historia eksploracji jaskini, trwającej w latach 1909–33. Między innymi wypompowano wtedy wodę z tzw. „złego syfonu” o długości 80 m i głębokości 20 m, aby dotrzeć wzdłuż podziemnej rzeki do przepaści Macocha. Przy udostępnianiu jaskini nad syfonem przebito tunel. Wiele komór jaskini posiada bogatą szatę naciekową (Fig. 12, 13).

Najdłuższa trasa turystyczna została udostępniona w systemie Jaskiń Sloupsko-Sošuvskich, opisywanych już w XVII w., a udostępnionych do zwiedzania w roku 1881. Przez wielu jest ona uważana za najbardziej interesującą w całym Krasie Morawskim. Dłuższy wariant trasy liczy 1,7 km, a zwiedzanie trwa dwie godziny. System o całkowitej długości 4,2 km powstał w strefie ponorowej potoku Sloupskiego i składa się z dwóch pięter połączonych studniami o głębokości do 90 m. Studnie te zostały udostępnione przez przerzucenie nad nimi metalowych pomostów. Jaskinia imponuje szatą naciekową zarówno pod względem rozmiarów (np. w części zwanej Jaskinią Eliščina), jak i zróżnicowania (Fig. 14, 15). Do wyjątkowych form naciekowych należy m.in. Świecznik, który stał się symbolem jaskini (Fig. 16). Częścią systemu jaskiniowego jest też Jaskinia Kůlna, znana z bogatych znalezisk paleontologicznych i archeologicznych. Najstarsze artefakty pochodzą ze środkowego paleolitu, sprzed około 120 tys. lat. Z młodszych okresów pochodzą ślady pobytu neandertalczyków (ok. 50 tys. lat temu) i ludzi kultur: graweckiej i magdaleńskiej (od 22 tys. lat temu). W wejściowej części Jaskini Kůlna został odsłonięty i opisany gruby profil osadów jaskiniowych (Fig. 17).

Jaskinia Kateřínská, położona w dolnej części Suchego Żlebu, ma całkowitą długość tylko 950 m, natomiast wyróżnia się rozmiarami komór jaskiniowych. Największa z nich – Hlavní dóm – ma długość 97 m, przy szerokości do 44 m i wysokości 20 m. Niewiele mniejszy jest położony w głębi jaskini Dóm zkázy. Na dnie obu komór zalegają ogromne bloki wapienne, wskazując na kluczową rolę obrywów ze stropu w ich ewolucji (Fig. 18). Wśród szaty naciekowej największą osobliwością jest tzw. „las bambusowy”, czyli kilkadziesiąt wąskich stalagmitów i kolumn o wysokości do

4 m (Fig. 19). Jaskinia jest także znana ze znalezisk paleontologicznych, głównie kości niedźwiedzia jaskiniowego. Przypuszcza się, że Jaskinia Kateřinská, obecnie całkowicie sucha, jest częścią starego systemu jaskiniowego rzeki pra-Punkvy, utworzonego w czasach, gdy Jaskinia Punkvy jeszcze nie istniała, a wody podziemnej rzeki kierowały się do jaru Suchy žleb.

Najmniejszą z udostępnionych jaskiń północnej części Krasu Morawskiego jest Balcarka (930 m długości). Otwory wejściowe znajdują się w skalistym, lewym zboczu górnego odcinka jaru Suchy žleb, koło miejscowości Ostrov u Macochy. Dość wąskie korytarze jaskini tworzą trzy piętra połączone studniami. Do głównych atrakcji należy bardzo bogata szata naciekowa oraz studnia Rotunda Wilsona, o regularnym, walcowatym kształcie (Fig. 20). Symbolem jaskini jest zakrzywiony stalaktyt Handžár (Fig. 21). Jako ciekawostkę warto odnotować, że padł on ofiarą kradzieży i dziś oglądana forma jest tylko repliką. Częścią trasy turystycznej jest też ekspozycja archeologiczna.

Jaskinia Výпустek jest osobliwością nie tylko przyrodniczą, ale i kulturową. Wejście znajduje się w lewym zboczu górnego odcinka potoku Křtinského, około 20 m ponad dnem doliny. Jaskinia jest częścią systemu paleoponorowego, do którego należą też sąsiednie jaskinie. Czynne ponory Křtinského potoku znajdują się bezpośrednio poniżej, w dnie doliny. Jaskinia znana była od dawna i zwiedzana już w XIX w. Znaleziono tu liczne kości fauny plejstocenijskiej. W pierwszej połowie XX w. rozpoczęto w niej eksploatację namuliska bogatego w gliny fosforanowe, która trwała aż do II wojny światowej. Efektem eksploatacji było uprzętnienie wielu komór z osadów i powiększenie w ten sposób ich rozmiarów. Jeszcze przed II wojną światową jaskinię przejęła armia czechosłowacka, urządzając w niej magazyn. Pod koniec wojny w jej obszernych komorach ulokowano niemiecką fabrykę uzbrojenia. Użytkowanie przez obie armie spowodowało zmiany antropogeniczne środowiska jaskiniowego, m.in. wyrównanie i wybetonowanie spągu komór oraz modyfikację mikroklimatu jaskini przez założenie systemów wentylacyjnych. W 1945 r. część maszyn zdemontowano, a część zniszczono za pomocą materiałów wybuchowych. Śladami eksplozji są drobiny ciemnego prochu na szacie naciekowej stropów komór. Po wojnie przez krótki czas w jaskini prowadzono prace eksploracyjne, ale na początku lat 60. została ona ponownie przejęta przez wojsko. Przedostatnim etapem w historii Jaskini Výпустek było funkcjonowanie w niej schronu dla wyższego dowództwa armii czechosłowackiej, przygotowanego na wypadek wojny jądrowej (Fig. 22). Korytarze we wschodniej części jaskini zostały wybetonowane, urządzono w nich stanowiska dowodzenia i łączności, teren na zewnątrz został ogrodzony, a obiekt objęty klauzulą najwyższej tajności. Wojsko opuściło jaskinię Výпустek w roku 2001 i kilka lat później została ona przekazana Zarządowi Jaskiń Krasu Morawskiego. W roku 2008, po długotrwałych pracach przygotowawczych, jaskinia została udostępniona do zwiedzania. Na trasie długości 550 m znajduje się zarówno dawny schron przeciwatomowy, jak i komory fabryki uzbrojenia. Konsekwencją zmian antropogenicznych jest znaczny stopień dewastacji pierwotnej szaty naciekowej.

Ścieżki edukacyjne

Na obszarze Krasu Morawskiego wytyczono i zagospodarowano liczne ścieżki edukacyjne, o różnej długości i tematyce. Większość z nich w różnym zakresie uwzględnia tematykę geologiczną i geomorfologiczną krasu.

1. Ścieżka koło Jaskiń Sloupsko-Sošuvskich. Najbliższe okolice Jaskiń Sloupsko-Sošuvskich są przykładem długo funkcjonującej strefy ponorowej na krawędzi masywu wapiennego. Charakterystyczną formą jest odosobniony ostaniec krasowy „Hřebenáč” z reliktem korytarza jaskiniowego założonego na wyraźnej, pionowej nieciągłości (Fig. 23). Za nim znajdują się współczesne ponory potoku Sloupskiego. Ponieważ ich chłonność jest niewystarczająca podczas silnych opadów, cała powierzchnia przed wejściem do jaskiń ulega zalaniu. Zbocze powyżej wejścia do jaskini obfituje w formy skalne, ciągnące się pasem o długości blisko 1 km. Tablice informacyjne znajdują się przy chodniku łączącym wejście i wyjście z jaskini, uzupełniając w ten sposób trasę jej zwiedzania.

2. Ścieżka okrężna Skalní Mlýn – przepaść Macocha – Jaskinia Punkvy – Skalní Mlýn. Trasa prowadzi od miejsca połączenia jarów Pusty žleb i Suchy žleb na płaskowyż, tu zredukowany do wąskiej ostrogi pomiędzy dwoma jarami, następnie dochodzi do przepaści Macocha, po czym sprowadza turystę na dno jaru Pusty žleb i obok Jaskini Punkvy wraca do Skalnego Mlýna. Zobaczyć tu można dwa podstawowe elementy morfologii Krasu Morawskiego: jary i płaskowyże z lejami krasowymi. W bezwodnym odcinku jaru, powyżej wywierzyska Punkvy, interesującą formą jest skalny tunel Čertova branka (Fig. 24). Jest to relikտ dawnej jaskini przepływowej, którą wody potoku Punkvy przecinały ostrogę skalną. Poniżej jaskiń wody rzeki Punkvy są ponownie pochłaniane częściowo przez ponory, a miejsce to zaopatrzone w specjalną tablicę informacyjną.

Największą osobliwością tej trasy, obok Jaskini Punkvy, jest jednak tzw. przepaść Macocha, położona w części Płaskowyżu Macochy. Jest to potężna studnia krasowa, o wymiarach 174 x 76 m i głębokości 138,5 m do lustra wody w tzw. dolnym jeziorcu, którego głębokość liczy dalsze 49 m (Fig. 25, 26). Jej geneza jest złożona (Kučera *et al.*, 1981). Studnia powstała prawdopodobnie przez połączenie dwóch form: głębokiego leja krasowego i komory jaskiniowej, w której miały miejsce sukcesywne obrywy stropu, aż ostatni z nich połączył komorę z powierzchnią terenu. Dno studni, przez które przepływa rzeka Punkva, jest utworzone przez rumowisko wapieni, a ze ścian stale odpadają odłamki skał. Blizsze przyjrzenie się studni zapewniają dwa pomosty widokowe: górny, na krawędzi płaskowyżu i dolny, kilkadziesiąt metrów niżej. Mniej więcej z tego miejsca dokonano w roku 1723 pierwszego zejścia na dno studni. Studnia krasowa Macochy jest jedyną tego typu formą krasową w całym Masywie Czeskim.

3. Ścieżka wokół rudickiej strefy ponorowej. Trasa wytyczona pomiędzy Jedovnicami a Rudicami składa się z dwóch części: wschodniej, wiodącej wokół stawów w Jedovnicach i zachodniej, prowadzącej w dół doliny Jedovnickiego potoku i na płaskowyż Rudic. Z punktu widzenia form krasowych ciekawsza jest część zachodnia. Jej najważniejszym punktem jest efektowny ponor zwany Rudické propadání, położony

w zakończeniu ślepej doliny Jedovnickiego potoku (Fig. 27). Powyżej niego wznoszą się wapienne ściany o wysokości do 30 m. Za otworem wejściowym wody potoku spadają systemem studni o łącznej głębokości 86 m, po czym kontynuują przepływ w kierunku południowo-zachodnim, na głębokości około 200 m pod powierzchnią płaskowyżu. Od ponorów ścieżka wyprowadza nas na płaskowyż, mijając po drodze skalne ściany Kolíbek, w których widoczne są otwory niewielkich jaskiń i schronisk. Dalej trasa prowadzi do Rudic, po czym wraca do Jedovnic powierzchnią płaskowyżu, mijając grupę lejów krasowych, zwanych Klímovy závrt. Oprócz tematyki krasowej na trasie jest obecna problematyka dawnego górnictwa i hutnictwa. Około 300 m przed ponorem znajdowały się zabudowania huty żelaza Stará Hut.

4. Ścieżka śladami dawnego górnictwa wokół Rudic. Rudice były głównym ośrodkiem górnictwa w Krasie Morawskim. Przedmiotem zainteresowania były warstwy rudyczne wypełniające głębokie depresje krasowe, a eksploatowano tu początkowo rudy żelaza, a później ily ogniotwale. Tematyczna ścieżka górnicza prowadzi przez miejsca dawnej eksploatacji (Panské boudy, Černé hlíny, Luže), położone na południe i zachód od Rudic, obok wciąż eksploatowanego wyrobiska Seč (Fig. 4), ukazuje też dawne oznaczenia pól górniczych. Początek i koniec trasy znajduje się w centrum Rudic, a jej opis można znaleźć w przewodniku wydanym przez Czeskie Towarzystwo Speleologiczne (Balák, Chaloupka, 2007). Przebieg ścieżki zazębia się z przebiegiem trasy wokół rudycznej strefy ponorowej.

5. Ścieżka w dolinie Křtinského potoku, w rezerwacie Byčí skála. Ścieżkę o długości około 4 km poprowadzono dolnym odcinkiem doliny Křtinského potoku, noszącym nazwę Josefovské údolí. Łączy ona problematykę krasową i surowcową, jako że w dolinie mieścił się duży ośrodek hutniczy, zwany Huť Františka (Fig. 28), gdzie do XIX w. przerabiano rudę żelaza wdożywianą na przyległych płaskowyżach. Nieco wyżej, w górę doliny znajduje się Jaskinia Jáchymka, która była miejscem eksploatacji glin fosforanowych. Po ich wyeksploatowaniu pozostał oglądany dziś labirynt komór i korytarzy. W końcowym odcinku ścieżka doprowadza nas do strefy wywierzyskowej Jedovnickiego potoku (Fig. 29) i do wejścia do systemu jaskiniowego Byčí skála. Jaskinia jest niedostępna dla turystów, natomiast ponad wejściem można podziwiać imponującą ścianę skalną (Fig. 30) i stromo wznoszący się skalny tunel.

6. Ścieżka w dolinie potoku Říčka, w okolicach Jaskini Ochozskiej. Najbardziej interesujące miejsca w południowej części Krasu Morawskiego znajdują się na trasie ścieżki przyrodniczej w dolinie potoku Říčka, koło miejscowości Ochoz u Brna. Prowadzi ona częściowo dnem doliny, gdzie znajdują się otwory licznych jaskiń, tworzących strefę paleo-ponorową, następnie suchą, boczną doliną, zwaną Kamenný žlíbek, potem obok znanego stanowiska archeologicznego w Jaskini Pekárna wspina się na płaskowyż, do ponorów potoku Hostěnickiego, po czym schodzi w dół, do głównej doliny.

Szlaki turystyczne i inne formy udostępniania

Niezależnie od specjalnie przygotowanych ścieżek dydaktycznych pod kątem geoturystycznym mogą być wykorzystywane pozostałe odcinki gęstej sieci znakowanych szlaków turystycznych, a także nieznakowane drogi leśne i polne.

Korzystanie z nich ułatwiają dostępne na rynku mapy turystyczne, np. bardzo dokładna mapa „Okolí Brna – východ” (Okolice Brna – wschód), w skali 1 : 25 000 (wydana w roku 2006). Poniżej przedstawiono kilka interesujących miejsc położonych poza ścieżkami dydaktycznymi, ale łatwo dostępnych szlakami turystycznymi.

W północnej części Krasu Morawskiego, w okolicach wsi Holštejn można zapoznać się z systemem ponorowym potoku Bílá voda. Szlak czerwony prowadzi po zachodniej stronie doliny, wzdłuż skalnej skarpy, w której znajdują się wejścia do licznych jaskiń – paleoponorów. Łatwo dostępna jest jaskinia Lidomorna, w przeszłości wykorzystywana jako loch głodowy znajdującego się wyżej zamku Holštejn (obecnie w ruinie). Około 150 m w dół potoku znajdują się czynne ponory potoku Bílá voda, szczególnie efektowne w okresie wiosennym (Fig. 9). Dalej dolina przybiera charakter doliny półślepej i jako bezwodny Ostrovský žleb kontynuuje się przez około 3 km do miejscowości Ostrov u Macochy, gdzie otrzymuje dopływy z obszaru niekrasowego.

Interesujące formy krasu powierzchniowego występują w okolicy Jaskini Balcarka. Suchý žleb przy jaskini jest typową doliną suchą, dobrze widoczną dzięki bezleśnemu terenowi (Fig. 31). Naprzeciwko jaskini, w dnieniu doliny, znajduje się regularnego kształtu lej krasowy Blažkův závrt (Fig. 7), a zbocze powyżej ma charakter pola żeber krasowych o wysokości do 1 m.

Znakowane szlaki turystyczne, piesze bądź rowerowe, udostępniają na całej długości Pustý žleb i Suchý žleb, a także powierzchnię płaskowyżu Ostrowskiego między Ostrovem u Macochy a jarem Pustý žleb. Z tego ostatniego, prowadzącego nad korytarzami i komorami Jaskini Amaterskiej, widoczne są płytkie, trawiaste leje krasowe.

W środkowej części Krasu Morawskiego na uwagę zasługuje szlak zielony z Rudic do Křtin, prowadzący zalesionym płaskowyżem, ponad systemem Jaskini Byčí skála. W tym rejonie licznie występują leje krasowe, w dużej części wypełnione iłami warstw rudnickich, w przeszłości eksploatowanymi. Takie pochodzenie mają zalane wodą wyrobiska „U Černých hlín” i „U Panských bud”. W rejonie południowym do godnych odwiedzenia obiektów geoturystycznych należy lej krasowy Malá Macocha koło Babic nad Svitavou, także będący w przeszłości miejscem eksploatacji rezidualnych glin i ilów, oraz najniższy fragment doliny potoku Říčka, pomiędzy ujściem potoku Ochozskiego a Brnem.

Do innych form udostępniania zasobów dziedzictwa Ziemi należy otwarta ekspozycja skał występujących w Krasie Morawskim i najbliższej okolicy, nieco mylnie nazwana Geoparkiem Rudice (Fig. 32). Zgromadzono tu kilkanaście bloków skalnych, reprezentujących główne odmiany wapieni oraz granitoidy masywu brneńskiego i zlepieńce z Wyżyny Drahaňskiej. Obok umieszczono kilka tablic informacyjnych, a w pobliskim wiatraku znajduje się punkt informacji turystycznej i prowadzona jest sprzedaż wydawnictw. Podobna ekspozycja geologiczna na wolnym powietrzu znajduje się przed wejściem do Jaskini Kateřinskiej.

Uzupełnieniem wizyty w terenie może być odwiedzenie ekspozycji muzealnych. W pawilonie Anthropos w Brnie, będącym częścią Morawskiego Muzeum Regionalnego, wystawione są szczątki kostne i artefakty odnalezione w ja-

skiniach Krasu Morawskiego. Z przyrodą i kulturą materialną regionu można też zapoznać się w Muzeum Okręgowym w Blansku i w siedzibie CHKO.

Na wyróżnienie zasługuje sposób przekazu informacji na szlakach turystycznych i przy najważniejszych formach krasowych. Panele informacyjne są eleganckie, czytelne i bardzo interesujące graficznie. Przy ich projektowaniu wykorzystano fotografie (także archiwalne), mapy, schematy i blokdiagramy (Fig. 33). Na podobnie wysoką ocenę zasługuje seria przewodników po udostępnionych jaskiniach, przygotowana w jednolitym układzie graficznym. Można je nabyć w poszczególnych jaskiniach oraz w głównym ośrodku informacyjnym w Skalnym Młynie w dolinie Punkvy. Przewodnik po najbardziej popularnej Jaskini Punkvy jest dostępny także w polskiej wersji językowej. Bardzo bogata treściowo jest też strona internetowa Zarządu Jaskiń Krasu Morawskiego (www.cavemk.cz) posiadająca także polską wersję językową.

Kras Morawski a kras w Polsce

Niewielka odległość Krasu Morawskiego od granic Polski sprawia, że jego popularność wśród polskich turystów stale wzrasta. Zasadne staje się zatem pytanie, w jakim zakresie region ten ukazuje zjawiska i formy krasowe, które trudno zaobserwować w krasowych obszarach Polski.

Kras Morawski jest przykładem rzeźby krasowej typu wyżynnego, rozwijającej się na stosunkowo rozległych powierzchniowo wychodniach skał węglanowych, przy umiarkowanych deniwelacjach. W Polsce ten typ rzeźby krasowej występuje w pasie wyżyn południowopolskich, ale tylko na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej można doszukać się bliższych analogii do Krasu Morawskiego, pamiętając, że wiek wapieni i style budowy geologicznej obu regionów są odmienne. Z tego punktu widzenia do największych walorów Krasu Morawskiego należą:

- obecność rozbudowanych, wielopoziomowych systemów jaskiniowych, z systemem podziemnego drenażu w znacznej mierze niezależnym od powierzchniowej sieci dolinnej;

- możliwość zorganizowanego zwiedzenia kilku dużych jaskiń o zróżnicowanym charakterze, w których występują elementy nieobecne w jaskiniach udostępnionych do zwiedzania w Polsce (np. podziemna rzeka, głębokie studnie, komory o kubaturze do kilku tysięcy metrów sześciennych, znacznie bogatsza i bardziej urozmaicona szata naciekowa);
- występowanie podręcznikowych przykładów dolin ślepych i półślepych, związanych ze strefami ponorowymi;
- przepaść Macocha – jedyna tego typu forma krasowa w Europie środkowej;
- występowanie rozbudowanego systemu dolin krasowych: jarów i kanionów, o długości wielu kilometrów;
- występowanie krasu kopalnego wraz z towarzyszącymi osadami rezydualnymi, którego wiek mezozoiczny został dość precyzyjnie oznaczony;
- ogólnie większa wyrazistość form rzeźby krasowej, do czego zapewne w sporym stopniu przyczyniło się położenie Krasu Morawskiego poza zasięgiem zlodowacenia północnego, które spowodowało częściowe zatarcie starszych form krasowych na wyżynach południowej Polski.

Wnioski

Kras Morawski jest regionem o wyjątkowych walorach geoturystycznych. Decyduje o tym nie tylko bogactwo, czytelność i długa historia rozwoju występujących tam form krasowych, ale także bardzo dobry sposób ich udostępnienia dla ruchu turystycznego, w tym dla turystyki poznawczej. Gęsta sieć szlaków pieszych, rowerowych i ścieżek edukacyjnych, przy równoczesnej, łatwej dostępności regionu, położonego w bezpośrednim pobliżu aglomeracji Brna, pozwala na szybkie i łatwe dotarcie do wszystkich zasługujących na uwagę przejawów krasu. Edukacyjny wymiar geoturystyki jest natomiast realizowany przez stojący na wysokim poziomie przekaz treści merytorycznych zarówno na tablicach informacyjnych w terenie, jak i w specjalnych publikacjach.

References (Literatura)

- Balák, I., 2009. Moravský kras. In: Hromas, J. *et al.* (ed.), *Jeskyně*. Chráněná území ČR XIV. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 393–510.
- Balák, I., Chaloupka, A., 2007. *Naučná stezka Rudické doly*. Česká speleologická společnost, Rudice, 20 pp.
- Bosák, P., 1978. Geneza i wiek warstw rudických w Krasie Morawskim (CSRS). *Kras i Speleologia*, 2: 27–37.
- Demek, J., Mackovčín, P. (eds), 2006. *Hory a nížiny*. Zeměpisný lexikon ČR. Agentura Ochrany přírody a krajiny České republiky. Brno, 583 pp.
- Dvořák, J., Štelcl, O., Demek, J., Musil, R., 1993. Geologie a geomorfologie Moravského krasu. In: Musil, R. (ed.), *Moravský kras. Labirynty poznání*. GEO program, Adamov: 31–75.
- Hanzlíková, E., Bosák, P., 1977. Microfossils and microfacies of the Jurassic relict near Olomoučany (Blansko district). *Věstník ÚÚG*, 52: 73–79.
- Havel, H., Příbyl, J., Slezák, L., Balák, I., Vodička, J., 1993. Speleologické průzkumy a objevy v Moravském krasu v letech 1945 až 1993. In: Musil, R. (ed.), *Moravský kras. Labirynty poznání*. GEO program, Adamov: 103–181.
- Kadlec, J., Hercman, H., Nowicki, T., Glazek, J., Vít, J., Šroubek, P., Diehl, J.F., Granger, D., 2000. Dating of the Holštejn Cave deposits and their role in the reconstruction of semiblind Holštejn Valley Cenozoic history (Czech Republic). *Geologos*, 5: 57–64.
- Kadlec, J., Hercman, H., Beneš, V., Šroubek, P., Diehl, J.F., Granger, D., 2001. Cenozoic history of the Moravian Karst (northern segment): cave sediments and karst morphology. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 86: 111–160.
- Kučera, B., Hromas, J., Skřivánek, F., 1981. *Jeskyně a propasti v Československu*. Akademia, Praha, 252 pp.
- Kunský, J., 1954. *Zjawiska krasowe*. PWN, Warszawa.
- Müller, P., Novák, Z. (ed.), 2000. *Geologie Brna a okolí*. Český geologický ústav, Praha, 90 pp.
- Otava, J., Hladil, J., Petrová, P., Hladilová, Š., 2003. Nálezy badenských fosilií v jeskyni Svážná studna, Moravský kras – důsledky pro speleogenезi. *Geol. výzk. Mor. Slez.* v r. 2002: 25–26.
- Panoš, V., 1964. Der Urkarst in Ostflügel der Böhmisches Masse. *Z. Geomorphologie N.F.*, 8: 105–162.
- Rubín, J. (ed.), 2006. *Přírodní klenoty České republiky*. Akademia, Praha, 318 pp.
- Souchopová, V., Hypr, D., 1993. Nerostné suroviny a jejich těžba. In: Musil, R. (ed.), *Moravský kras. Labirynty poznání*. GEO program, Adamov: 195–217.
- Web sites:
www.cavemk.cz