

NYMPHEA

MUZEUL ȚĂRII CRIȘURILOR, ORADEA



2013

MUZEUL ȚĂRII CRIȘURILOR

NYMPHAEA
FOLIA NATURAE BIHARIAE
XL

Editura Muzeului Țării Crișurilor
Oradea 2013

Orice corespondență se va adresa:

Toute correspondance sera envoyée à l'adresse:

Please send any mail to the following address:

Richten Sie bitte jedwelche Korrespondenz an die Adresse:

MUZEUL ȚĂRII CRIȘURILOR
RO-410464 Oradea, B-dul Dacia nr. 1-3
ROMÂNIA

Redactor șef al publicațiilor M.T.C.

Editor-in-chief of M.T.C. publications

Prof. Univ. Dr. AUREL CHIRIAC

Colegiu de redacție

Editorial board

ADRIAN GAGIU

ERIKA POSMOȘANU

Dr. MÁRTON VENCZEL, redactor responsabil

Comisia de referenți

Advisory board

Prof. Dr. J. E. MCPERSON, Southern Illinois Univ. at Carbondale, USA

Prof. Dr. VLAD CODREA, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca

Prof. Dr. MASSIMO OLMI, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy

Dr. MIKLÓS SZEKERES Institute of Plant Biology, Szeged

Lector Dr. IOAN SÎRBU Universitatea „Lucian Blaga”, Sibiu

Prof. Dr. VASILE ȘOLDEA, Universitatea Oradea

Prof. Univ. Dr. DAN COGĂLNICEANU, Universitatea Ovidius, Constanța

Lector Univ. Dr. IOAN GHIRA, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca

Prof. Univ. Dr. IOAN MĂHĂRA, Universitatea Oradea

GABRIELA ANDREI, Muzeul Național de Ist. Naturală “Grigora Antipa”, București

Fondator

Dr. SEVER DUMITRAȘCU, 1973

Founded by

ISSN 0253-4649

CUPRINS

CONTENT

Paleontologie	Paleontology
ERIKA POSMOȘANU: Taphonomic analysis of the Middle Triassic marine vertebrate assemblages from Lugașu de Sus and Peștiș (Bihor, North-Western Romania).....	5
Botanică	Botany
VASILE MAXIM DANCIU & DORINA GOLBAN: The Theodor Schreiber Herbarium in the Botanical Collection of the Țării Crișurilor Museum in Oradea, Bihor County (part I).....	19
Zoologie	Zoology
TAMÁS DOMOKOS: Shell morphological studies on * <i>UDQUDITUXP HQMP</i> (Gastropoda: Chondrinidae) populations from rock ledges (Apuseni and Poiana Ruscă Mountains, Romania)	65
ADRIAN GAGIU: The possible first record of <i>Rhynocoris punctiventris</i> (Herrich-Schäffer 1846) (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae) in Romania.....	77
Protecția Mediului	Environmental Protection
GÁBOR PAÁL: Sinteza particularităților hidrogeologice ale acviferului termal de la Băile Felix – 1 Mai.....	83
IOAN COHUT: Dinamica sistemului hidrogeotermal Oradea–Felix–1 Mai.....	109

NYMPHAEA Folia naturae Bihariae	XL	5 - 18	Oradea, 2013
---	-----------	---------------	---------------------

Taphonomic analysis of the Middle Triassic marine vertebrate assemblages from Lugașu de Sus and Peștiș (Bihor, North-Western Romania)

Erika Posmoșanu

Muzeul Țării Crișurilor, Oradea, B-dul Dacia nr. 1-3, 410684
e-mail: eposmosanu@gmail.com

Abstract. Two Middle Triassic marine vertebrate assemblages from Lugașu de Sus and Peștiș, North-Western Romania were analyzed. The marine reptiles have same representatives at Peștiș and Lugașu de Sus. Nothosaurids are more abundant at Peștiș, whereas the prolacertiform *Tanystropheus* is more frequent at Lugașu de Sus. Invertebrate fauna consist of crinoids, echinids, brachiopods and mollusks. Crinoids and terebratulid brachiopods are more common in the Lugașu de Sus fauna, bivalve diversity is higher at Peștiș, where terebratulids are missing and spiriferinid brachiopods occur. Qualitative and quantitative taphonomical analyses indicate different depositional environments for Lugașu de Sus and Peștiș bone-bearing deposits. Whereas the Lugașu de Sus marine assemblage has been deposited in a calm, low energy, lagoonal environment, the Peștiș assemblage has been accumulated in a near-shore, wave dominated, shallow marine environment.

Keywords: Taphonomy, marine vertebrates, Middle Triassic, North-Western Romania

Introduction

The marine Middle Triassic sites Lugașu de Sus and Peștiș are located near Aleșd, north-western Romania (Fig. 1). The Peștiș site was initially discovered in 1964 by geologist Dumitru Istocescu (Diaconu et al., 1965), during geological

mapping works. Istocescu reported the discovery to paleontologist Tiberiu Jurcsak from Țării Crişurilor Museum Oradea, who together with fossil preparator Elisabeta Popa, has performed several fieldtrips to Peştiş in order to collect samples of limestones and marly limestones with invertebrate and vertebrate remains for over a decade. In 1974 they discovered two other Middle Triassic outcrops with similar faunal content at Lugaşu de Sus – Gruiu Pietrii and Valea Fruntii, named later as Locus Jurcsak and Locus Popa. A third outcrop at Lugaşu de Sus, located opposite to Locus Popa, has been discovered by Radu Huza in 1992 and was named Locus Huza. The researches of these deposits were continued in 1995 due to a joint Romanian-French research project, when an excavation campaign took place. The field researches were led by Dr. Jean-Michel Mazin – University of Poitiers (at that time) and Radu Robert Huza – Țării Crişurilor Museum, with the participation of Elisabeta Popa, E. Posmoşanu – Țării Crişurilor Museum and Franck Métayer – University of Poitiers. These deposits have yielded a rich marine fauna consisting of vertebrates and invertebrates (Jurcsak 1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1982, 1987; Huza et al, 1987; Popa et al 1992; Posmoşanu, 2008). The history of the research is summarized in Popa et al (1996) and Posmoşanu (2008).

Taphonomical processes of these Triassic faunal assemblages have not been studied thoroughly. During initial research of these Middle Triassic fossil sites, little attention has been paid to the record of taphonomical field observations. There are only few notes on vertebrate taphonomy regarding the presence of tooth marks and related scavenging activity (Jurcsak, 1978). The aim of this paper is to provide qualitative and quantitative taphonomy of the Middle Triassic marine assemblage from Lugaşu de Sus and Peştiş.

Material and method

The current taphonomical analyses is based on the examination of the Triassic material hosted in the collections of Țării Crişurilor Museum Oradea (MTCO), on field observations noted during the 1995's excavation campaign and on observations made during fossil preparation process.

The Middle Triassic collection of Țării Crişurilor Museum Oradea consists of over 1300 specimens from Lugaşu de Sus and Peştiş including limestone samples with vertebrate and invertebrate remains, as well as prepared vertebrate or invertebrate specimens. Almost 57% of the specimens came from the Lugaşu de Sus deposits and 43% from Peştiş. The main part of the collection comes from the 1969-1990 field campaigns, consisting of limestone samples that have been

excavated, in most of the cases without the full record of their sedimentological context, therefore the samples are somewhat biased. The samples are partly prepared, resulting over 450 catalogued vertebrate specimens, 49% coming from Peștiș and 51% from Lugașu de Sus. There might be other hundreds of vertebrate specimens in the unprepared samples, especially if we take into account the microvertebrate remains.

Institutional Abbreviation. MTCO – Țării Crișurilor Museum Oradea.

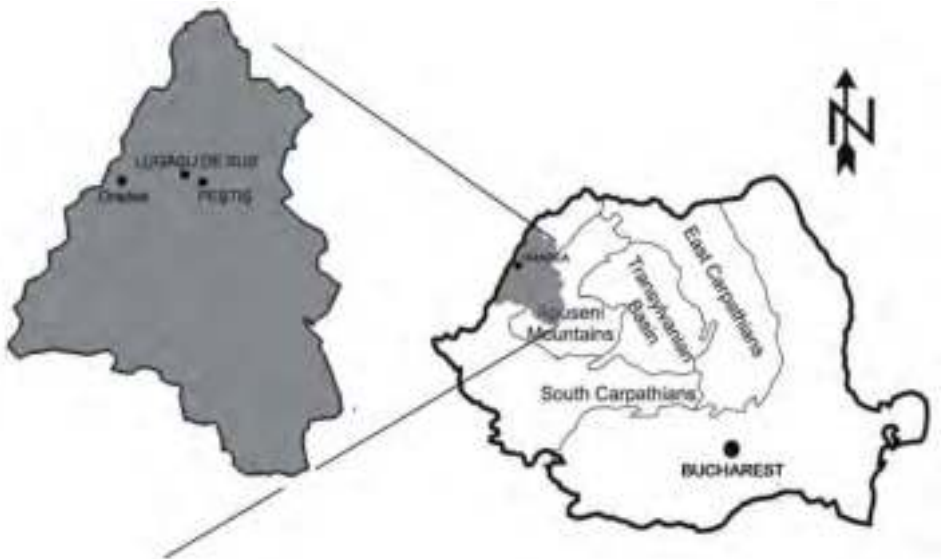


Fig. 1 - Location of Lugașu de Sus and Peștiș Middle Triassic vertebrate bearing site.

Lithological features

Lithological studies of the Triassic deposits in the area comprising Peștiș and Lugașu de Sus have been made by geologists of the Romanian Geological Institute during 1962-1970 (Diaconu et al, 1965; Istocescu et al, 1968). Istocescu et al. (1968) described the fossiliferous horizon in the North-Eastern area from Peștiș, consisting of greenish-grey marly shales, with thin black limestone intercalations. From these horizons they identified the following invertebrates: *Encrinus* sp., *Coenothyris* aff. *vulgaris*, *Aulacothyris incurvata*, *Myophoria elegans*, *Cuspidaria siliqua*, *Cassianella* sp., *Chlamys* cf. *asperulatus*, *Entolium* sp., *Modiola paronai*

and numerous vertebrate bone fragments, considering this horizon of Upper Anisian in age. They noted that this horizon is covered by grey limestones and dolomites of Ladinian age (Istocescu et al., 1968).

Jurcsak (1973) published his first paper on the Middle Triassic vertebrate fauna of Peştiş - Lion Valley, briefly describing the lithological aspects. The fossils were collected from bioclastic limestones and calcareous mudstones, which are covered by thin marly layers. Jurcsak (1976) mentioned further lithological features of the Middle Triassic deposit from Peştiş, respectively that at the base of the deposit there is a thin sandstone layer which contains some coal fragments. He noted that at Peştiş the bioclastic black limestone lumachelle frequently contained invertebrate and vertebrate remains (Jurcsak, 1976). Unfortunately, the Peştiş fossiliferous outcrop was destroyed during the road construction in the late '80s.

The Middle Triassic fossil bearing sediments from Lugaşu de Sus are represented by grey, layered limestones, which contain intercalated thin marly levels. The lithological descriptions of the two fossil deposits from Lugaşu de Sus (Gruiu Pietrii and Valea Fruntii) were briefly mentioned by Jurcsak (1976). He noted that the rare vertebrate remains are preserved in grey weathered limestone slabs, covered by greenish marly shales.

Due to the French - Romanian research team, led by Dr. Jean-Michel Mazin and Radu Robert Huza, a summer excavation campaign took place in 1995, which allowed more detailed field observations. The lithology of the three fossil sites, namely: Locus Popa, Locus Jurcsak and Locus Huza, was examined and paleontological/sedimentological material from Locus Huza was collected.

Dr. J. M. Mazin and R. Huza have established 7 different layers for Locus Huza. The main lithological layers were noted consisting of grey micritic limestones, bioclastic limestones and thin marly levels (Fig. 2):

1. Grey micritic limestones with small veins of calcite, with fragments of bivalves and rare brachiopods, rare fragments of bones (0,14 m), displayed over a marly level
2. Grey micritic limestone, with some bioclasts, bivalve external moulds and isolated crinoids, scarce fragments of bones. There is a thin marly level at the base (0,10 m)
3. Oolitic recrystallised limestone, with brachiopod and rare crinoid remains, bioclasts and pyrite (0,28 m)
4. Black-greyish recrystallised limestone (0,17 m)
5. Oolitic and bioclastic limestone, with bone fragments, brachiopods and crinoids (0,18-0,25 m)
6. Grey micritic limestone (0,08 – 0,15 m) – no record of vertebrate remains

7. Oolitic recrystallised limestone, with bioclasts and pyrite (0,10-0,15 m)

8. Calcareous mudstone and fine micritic grey limestone (0,36 m)

The most abundant layer in vertebrate skeletal elements is layer no. 5, but isolated vertebrate skeletal remains were recorded from layer no. 1 and 2 as well.

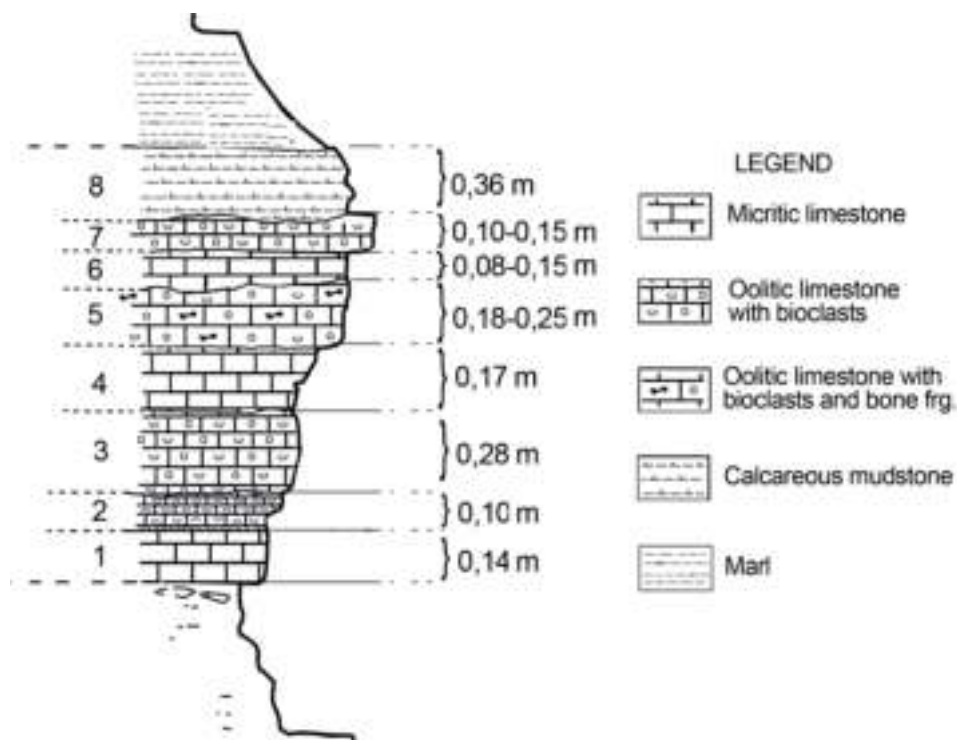


Fig. 2 – Lithology of Locus Huza – Lugașu de Sus (modified after the 1995th fieldnotes of Dr. J.M. Mazin and R. Huza)

The invertebrate faunal assemblage

Invertebrate remains from Lugașu de Sus and Peștiș represent 66% of the collected samples and 34% have a content of vertebrate skeletal remains.

Although the list of invertebrate fauna was published several times (Jurcsak, 1973, 1976, 1978), the crinoid and mollusk fauna needs to be revised. Jurcsak (1973) published the first record of vertebrates at Peștiș – Lion Valley, mentioning the abundance of invertebrate remains in comparison with vertebrate skeletal parts. Later he published the list of invertebrates from Lugașu de Sus

consisting of *Cidaris roemeri*, *Encrinus liliiformis*, *Pentacrinus* sp., *Coenothyris aff. vulgaris*, *Pleurotomaria* sp. (Jurcsak, 1976).

Crinoid columnals and pluricolumnals are over-represented in the collection, being more abundant in the Lugaşu de Sus sediments. Jurcsak (1978) summarized the invertebrate faunal list for both Middle Triassic deposits, which comprises crinoids, brachiopods and mollusks. Among the crinoid taxa Jurcsak (1978) identified *Encrinus liliiformis*, *Entrochus silesiacus*, *Dadocrinus gracilis* and *Pentacrinus dubius* and the echinoids *Cidaris roemeri* and *Miocidaris* sp. were listed. Recent analyses of the collection show that *Encrinus* occurs in both deposits, *Pentacrinus* is frequent at Lugaşu de Sus and rare at Peştiş, and *Dadocrinus* is present only at Lugaşu de Sus. Among echinids *Cidaris roemeri* occurs at Lugaşu de Sus and *Miocidaris* sp. was reported for the Peştiş assemblage.

Brachiopods were also listed by Jurcsak (1978), consisting of *Lingula* sp., *Spiriferina fragilis*, *Coenothyris vulgaris* and *Aulacothyris incurvata*. Whereas *Lingula* is present in both deposits, the terebratulid species *Coenothyris vulgaris* and *Aulacothyris incurvata* occurs only in the Lugaşu de Sus sediments and *Punctospirella (Spiriferina) fragilis* was recorded only from Peştiş.

Mollusks are represented by shells and shell fragments of gastropods and bivalves. According to Jurcsak (1978) the bivalve fauna consists of *Pseudomonotis* sp., *Lima striata*, *Chlamys* cf. *asperulatus*, *Entolium* sp., *Placunopsis* sp., *Enantiostreon difforme*, *Mytilus* sp., *Modiola paronai*, *Nucula goldfussi*, *Myophoria elegans*, *Homomya* cf. *albertii* and the gastropods comprises: *Worthenia* sp., *Loxonema detritum* and *Omphaloptycha* sp.. Bivalve and gastropod diversity is higher at Peştiş in comparison with Lugaşu de Sus. The occurrence of *Placunopsis* sp. and *Myophoria* sp. was recorded in both deposits, *Modiola* sp. was recorded frequently in the Peştiş sediments. Whereas *Chlamys* was identified only in sediments from Lugaşu de Sus, *Plagiostoma striatum (Lima striata)* was recorded only at Peştiş.

Cephalopods, which are frequent in the Muschelkalk of Germany, are very rare in the studied Middle Triassic sediments, being absent at Peştiş, only one specimen of *Ceratites* sp. was identified at Lugaşu de Sus.

The fossil bearing Middle Triassic deposit from Lugaşu de Sus also provided a cephalothorax fragment of a decapod crustacean, listed by Jurcsak (1978) as *Pemphix* sp.

The vertebrate faunal assemblage

The vertebrate fauna is diverse consisting mainly of marine reptiles and fishes. Among vertebrates marine reptiles, sauropterygians and cyamodontoid placodonts are over-represented (Jurcsak 1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1982,

1987; Huza et al., 1987; Popa et al, 1996, Posmoşanu, 2008). Jurcsak (1976) has described at Peştiş a new species of Nothosaurid, namely *Nothosaurus transsylvanicus* JURCSAK 1976, based on a skull fragment (MTCO 7653), formerly mentioned as *Nothosaurus* cf. *procerus* (Jurcsak, 1973). Later Jurcsak described a new species of *Tanystropheus*, *T. biharicus* JURCSAK 1975, based on a cervical vertebra (MTCO 8988), from Gruiu Pietrii deposit – Lugaşu de Susu de Sus.

Jurcsak (1976, 1977, 1978, 1982, 1987) has identified non-armored placodonts (Placodontoidea), namely the genera *Placodus* and *Paraplacodus*, as well as armored placodonts (Cyamodontoidea), mentioning *Psephoderma*, *Placochelys* and *Psephosaurus*. These placodonts were described based on fragmentary, isolated osteoderms or bone fragments and their identification on species level is almost impossible. Re-examination of some specimens has revealed the fact that all the remains of placodontian reptiles from Lugaşu de Sus and Peştiş represent the armored placodonts, Cyamodontoidea (Rieppel, 1995; Posmoşanu, 2008).

A caudal vertebra from Peştiş was identified as belonging to the ichthyosaurid *Mixosaurus* cf. *helveticus*. (Jurcsak, 1976), which is absent in the Lugaşu de Sus fauna.

The fish fauna is less well studied, up to now 3 selachian and 5 osteichthyes species have been identified based on isolated teeth and scales. The first report of a selachian and an osteichthyes genera from Lugaşu de Susu de Sus was made by Jurcsak (1976), based on a tooth of *Hybodus reticulatus* and scales of *Colobodus* sp. Later, Jurcsak (1977) determined from Peştiş the selachians *Hybodus* sp. and *Acrodus* sp. and a chondrosteian fish cf. *Birgeria* sp. Jurcsak (1978) also listed *Hybodus* cf. *multiconus*, *Palaeobates angustissimus*, *Birgeria* sp., *Gyrolepis quenstedti*, *Saurichtys* sp, *Colobodus* sp. and some Ganoidea indet from Peştiş and *Colobodus* sp. from Lugaşu de Sus.

The taxonomic composition of the skeletal remains from Lugaşu de Sus and Peştiş shows many similarities to the equivalent faunas from other regions of Europe. Fish diversity is higher at Peştiş, sauropterygians, prolacertiformes and cyamodontid placodonts have same representatives at Peştiş and Lugaşu de Sus. Nothosaurids are more abundant at Peştiş, whereas the prolacertiform *Tanystropheus* is more frequent at Lugaşu de Sus.

Taphonomical analyses of the fossil assemblage

Shape and size

The isolated vertebrate remains in the fossiliferous deposits from Lugaşu de Sus and Peştiş are scattered irregularly on the surface of the limestones.

Most of the bone fragments recovered from these sediments are black or dark brown in color. The vertebrate material ranges in size from microscopic remains to specimens with a maximum length of approximately 120 mm. The largest specimens are the vertebral arches of *Nothosaurus* cf. *mirabilis* and the cervical vertebra of *Tanystropheus biharicus*. The majority of the remaining bones are considerably smaller ranging between 10 and 30 mm in length.

The smallest size range is represented by microvertebrate remains. They consist especially of fish teeth, scales and dermal denticles ranging in size between 0,5-2 mm coming from Lugaşu de Sus - Locus Huza site. Samples from the first 4 level were subjected to acid preparation. Their study is undergoing and the results will be published in a separate paper.

All of the main categories of bone fragment shapes are present within the collection. In samples from Lugaşu de Sus and Peştiş the occurring shapes are discs, cuboids, rods, blades and "miscellaneous" with an irregular shape which does not fit into other categories. The most commonly occurring vertebrate shapes are discs and cuboid shapes, representing osteoderms and vertebral centra (Fig. 3).

Orientation

The long bones do not have any use for current interpretations and are scattered completely irregularly across the limestone (Fig. 4). A slightly sorting can be observed, robust elements like vertebral centra and osteoderms are over-represented and long bones are rare.

Fractures

All of the bones from the Lugaşu de Sus and Peştiş sediments are isolated and disarticulated elements. Long bone specimens are frequently broken and incomplete. The most commonly occurring breaks are transverse or straight – irregularly perpendicular through the shaft of the bone. The majority of the fragmented skeletal elements have been broken at some point in their *post mortem* history.

There are some specimens from Lugaşu de Sus which show the evidence of bite marks (Fig. 4), already noted by Jurcsak (1978), confirming the presence of scavengers.

Abrasion

Generally the bones from Lugaşu de Sus sediments are not well-rounded and do not present signs of intense abrasion, only few specimens show low grade abrasion. Bone fragments preserved in the bioclastic black limestone level at

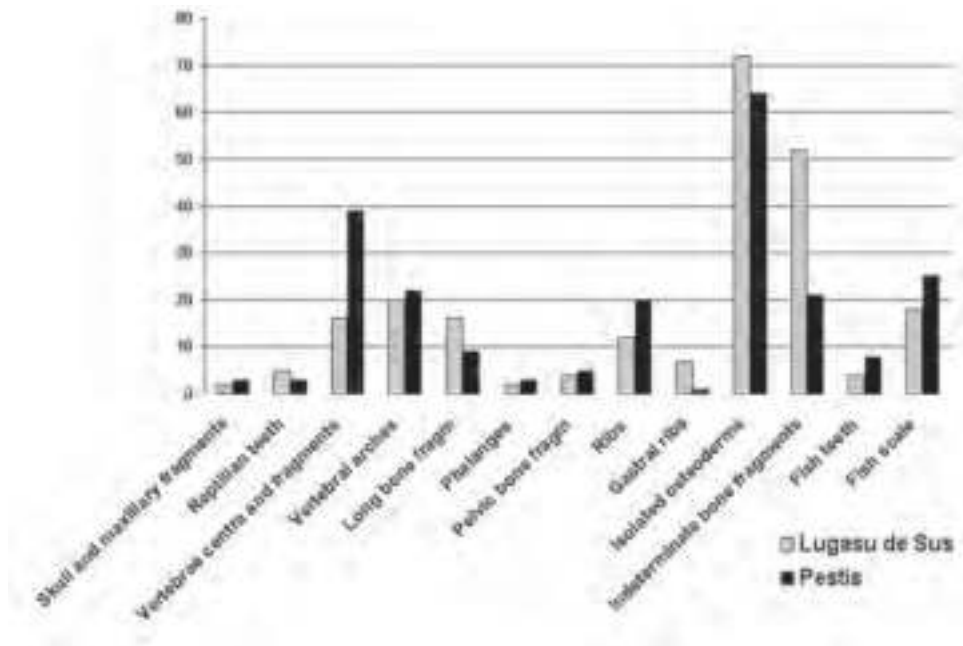


Fig. 3 – Skeletal abundance of Lugașu de Sus and Pestis marine vertebrate assemblages.



Fig. 4 – Bones with bite marks in a limestone sample from Lugaș (MTCO 9870)

Peștiș are extremely fragmented and show a higher grade of abrasion, but the bones preserved in the interbedded mudstone levels are unabraded.

Weathering

Some of the samples which were recovered from the surface of the limestone, show some degree of recent weathering. Examination of *in situ* specimens at Locus Huza confirms that the incomplete nature of the vertebrates was present before recent weathering.

Taphonomical interpretations

Experimental studies regarding taphonomic processes of terrestrial vertebrate assemblages were frequently used, but same experiments for marine vertebrate analyses are less common and have been used recently (Brandt et al., 2003a, b; Liebig et al., 2003; Irimis & Elliot, 2006). Recent studies of marine vertebrate taphonomy include geochemical analyses of the shallow marine assemblages in order to test reworking of vertebrate bones, relative abundance of trace metal elements can reflect the microenvironment of burial (Trueman et al., 2003)

Brandt et al. (2003a, b) have performed experimental studies regarding the decay processes and disarticulation in terrestrial as well as freshwater and seawater environments. They observed that decay and disarticulation time was shortest in water environment and was affected by differences in properties of the skin between species and the reaction of each type of skin to water saturation. According to Brandt et al (2003a) lizard remains floated a longer period of time (21 weeks), bacterial activity degraded the flesh, and insect larvae infected the carcasses and caused some damage but had limited actions. Other experimental studies have been performed in order to analyze how abrasion and weathering affect modern faunal assemblages in marine or freshwater environments (Irimis & Elliott, 2006; Brandt et al., 2003a,b; Liebig et al., 2003).

Near-shore wave-dominated marine environments can progressively abrade vertebrate teeth and bones (Irimis & Elliott, 2006). Bone fragments preserved in the bioclastic black limestone level at Peștiș are extremely fragmented and show a higher grade of abrasion, indicating a wave-dominated, near shore environment.

The absence or very low grade of abrasion and weathering on the Middle Triassic vertebrate specimens at Lugașu de Sus indicate that the specimens haven't been transported too far or for a long period of time. Probably the bones have been deposited in a low energy, marine environment.

Studies regarding the taphonomy of marine invertebrates are common in the last decades (Feldman, 2005; Kidwell, 1991, 2008; Tomšových, 2006; Zuschin et al., 2003) and were very useful in the interpretations of the physical taphonomy of the Lugașu de Sus and Peștiș marine assemblage.

All crinoid remains are completely disarticulated at both Lugașu de Sus and Peștiș sediments and are represented by separate columnals, ossicles, or stem parts. Individual pluricolumnals and columnals are unabraded and usually preserved on the weathered surface of the bioclastic limestone slabs at Peștiș. At Lugașu de Sus crinoids occur rarely in the first layers of the lithological sequence in micritic limestones, as well as in the oolitic, recrystallized limestones with bioclasts and disseminated pyrite, but become more abundant in the 5th layer of bioclastic limestone, co-occurring with sauropterygian and fish bone fragments.

Coenothyris is the most common taxon for the Triassic shallow marine environments, it is present in both Germanic Epicontinental Sea Realm and Northwestern Tethys (Feldman, 2005; Bonuso & Bottjer, 2008). Brachiopods having punctae, such as *Coenothyris vulgaris*, due to their low metabolic rates, the possibility to close their valves for longer periods of times and decrease the metabolic rates and respiration by the punctae, are well adapted to poor oxygen environments than any other marine organisms (Kaim, 1997). Terebratulid brachiopods, including *Coenothyris* were collected at Lugașu de Sus – Locus Huza, from the 3rd oolitic recrystallized limestone, which contains bioclasts and pyrite, indicating that the pore water in the bottom of the sediment was anoxic, at least for short periods of time. Oxygen depleting of marine environments might be caused by transgression periods resulting in biogenic influx, which increase biogenic productivity. Although *Coenothyris* is much rarer at Lugașu de Sus in comparison with the Germanic Epicontinental faunas, its depositional environment indicate a calm, shallow lagoon with periodically poor oxygen environment.

At Peștiș the brachiopods, represented by *Punctospirella fragilis*, an open shallow subtidal species, occurs in the bioclastic limestones in association with crinoid columnals and rare disarticulated bivalves, such as *Plagiostoma* and rarely *Enantiostreon difforme*. Bioclastic limestones are poorly sorted and loosely packed with disarticulated shells of the bivalves. The high degree of fragmentation of the bivalve shells indicate an accumulation caused by storm events or one that have been deposited in a near-shore, wave dominated high energy environment.

These bioclastic limestones, according to Jurcsak's observations are alternating with grey mudstone shales. Bivalve species occurring in the grey mudstones of Peștiș are more abundant in comparison with the Lugașu de Sus deposits. In these mudstones some of the shells have been completely dissolved during diagenesis and are preserved as external or internal moulds. These are

represented by semi-infaunal suspension feeders like *Modiola* sp., *Gerwilleia* sp. or *Hoernesia* sp. The isolated, disarticulated bones from these mudstones are fragmented, but generally without any sign of abrasion, therefore haven't been transported too far or for a long period of time.

Conclusions

Taphonomical analyses of the marine faunal assemblages indicates different depositional environments for the Lugaşu de Sus and Peştiş Middle Triassic deposits.

The marine reptiles like sauropterygians, prolacertiformes and cyamodontid placodonts have the same representatives at Peştiş and Lugaşu de Sus. Nothosaurids are more abundant at Peştiş, whereas the prolacertiform *Tanystropheus* is more frequent at Lugaşu de Sus. The isolated, disarticulated skeletal elements are irregularly scattered in the limestones and mudstones. The most commonly occurring vertebrate shapes are discs and cuboid shapes, representing cyamodontid osteoderms and nothosaurid vertebrae. The post mortem processes that affected the death reptile bodies include bacterial attack as the first agent in the initial decay of the carcasses. The vertebrate skeletal parts probably had arrived at the sea floor in various stages of soft tissue decay, dropped from the decomposing carcasses floating in the water.

Vertebrate specimens from Lugaşu de Sus show the evidence of bite marks, indicating that the bones might have been scattered by scavengers. The invertebrate fauna is dominated by crinoids and brachiopods, short periods of anoxic conditions are indicated by disseminated pyrite and the abundance of *Coenothyris*.

The Lugaşu de Sus marine assemblage has been deposited in a low energy, shallow lagoon environment

The lack of any sign of scavenging marks on the bones from Peştiş might indicate that the location of most of the remains was at or slightly above mean high water, which probably limited the effectiveness of scavenging animals, similar to the experiment performed by Liebig et al. (2003) on recent marine mammal carcasses. The more fragmented and abraded nature of the bones, with a mixture of brachiopod (*Punctospirella*) and bivalve shells, shell fragments and crinoid columnals, indicate a shallow marine accumulation deposited in a near-shore, wave dominated environment.

Further studies of the Middle Triassic fauna, as well as geochemical analyses will give new insights on the post-mortem history of these marine assemblages.

Acknowledgements

Thanks to Elisabeta Popa, Radu Huza and Dr. Jean-Michel Mazin for their assistance and implication in the 1995th fieldworks. I'm also grateful to Elisabeta Popa for her restless efforts in fossil preparation of the Triassic specimens.

References

- Bonuso, N. & Bottjer, D.J. 2008. – A test of biogeographical, environmental and ecological effect on Middle and Late Triassic Brachiopod and Bivalve abundance patterns. *Palaios* **23**: 43-54.
- Brandt, L. R., Hussey, M., Taylor, J. 2003a. – Decay and disarticulation of small vertebrates in controlled experiments. *Journal of Taphonomy* **1** (4): 69-95.
- Brandt, L. R., Hussey, M., Taylor, J. 2003b. - Taphonomy of freshwater turtles. Decay and disarticulation in controlled environments, *Journal of Taphonomy* **1** (2): 233-245.
- Diaconu, M., Istocescu D., Popescu F. 1965. – Asupra orizontării depozitelor mezozoice dintre Valea Loranta și Valea Peștiș (Munții Rez), *Dări de Seamă ale Ședințelor*, 51(1)(1963-1964), Institutul Geologic, București, 217-221.
- Feldman, H.R. 2005. – Paleoecology, Taphonomy, and Biogeography of a *Coenothyris* community (Brachiopoda, Terebratulida) from the Triassic (Upper Anisian–Lower Ladinian) of Israel. *Novitates, American Museum of Natural History*, No. 3479, 19 pp.
- Huza, R., Jurcsak, T., Tallodi, E. 1987. – Fauna de reptile Triasice din Bihor, *Crisia* **17**: 571-578.
- Irmis, R.B. & Elliott, D.K. 2006. - Taphonomy of a Middle Pennsylvanian Marine Vertebrate assemblage and an Actualistic Model for Marine Abrasion of Teeth, *Palaios* **21**: 466-479.
- Istocescu D., Diaconu, M., Istocescu, F. 1968. – Contribuții la studiul stratigrafic al depozitelor mezozoice de pe marginea sudică a Munților Rez (Munții Apuseni) *Dări de Seamă ale Ședințelor*, 53(3) (1965-1966), Institutul Geologic, București, 153-159.
- Jurcsak, T. 1973. – Date noi asupra reptilelor fosile de vârstă mezozoică din Transilvania, *Nymphaea* **1**: 245-261.
- Jurcsak, T. 1975. – *Tanystropheus biharicus* n. sp. (Reptilia, Squamata) o nouă specie pentru fauna triasică a României, *Nymphaea* **3**: 45-52.
- Jurcsak, T. 1976. – Noi descoperiri de reptile în Triasicul de la Aleșd, *Nymphaea* **4**: 67-105.
- Jurcsak, T. 1977. – Contribuții noi privind placodonte și sauropterygienii din Triasicul de la Aleșd (Bihor, România), *Nymphaea* **5**: 5-30.
- Jurcsak, T. 1978. – Rezultate noi în studiul saurienilor fosili de la Aleșd, *Nymphaea* **6**: 15-60.
- Jurcsak, T. 1982 – Occurrences nouvelles des Sauriens mesozoïques de Roumanie, *Vertebrata Hungarica* **21**: 175-184.

- Jurcsak, T. 1987. – Triassic reptilian fauna from Bihor, Romania, *In* Currie, P. M. and Coster, E. H. (eds.). *Fourth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Drumheller: Short Papers: Occasional Papers of the Tyrell Museum of Palaeontology* **3**: 125-128.
- Kaim, A. 1997. – Brachiopod-bivalve assemblages of the Middle Triassic Terebratula Beds, Upper Silesia, Poland, *Acta Palaeontologica Polonica* **42**(2): 333-359.
- Kidwell, S.M. 1991. – Taphonomic feedback (Live/Dead Interactions) in the Genesis of Bioclastic Beds: Keys to Reconstructing Sedimentary Dynamics. *In* Einsele et al. eds. *Cycles and Events in Stratigraphy*, pp. 270-282.
- Kidwell, S.M. 2008. – Ecological fidelity of open marine molluscan death assemblages: effects of post-mortem transportation, shelf health, and taphonomic inertia. *Lethaia* **41**:199–217.
- Liebig, P.M., Taylor, T.A. and Flessa, K. 2003. – Bones on the beach: Marine mammal Taphonomy of the Colorado Delta, Mexico. *Palaaios* **18**: 168-175.
- Popa, E., Tallodi, E., Huza, R.R., Mazin, J-M. 1992. – Les sites triasiques de Peştiş et de Lugaş - Bihor, Roumanie, historique et. Perspectives. *Nymphaea* **22**: 43-51.
- Posmoşanu, E. 2008. – Notes on a Cyamodontoid maxillary from the Middle Triassic site Lugaşu de Sus (W. Romania). *Nymphaea* **35**: 27-34.
- Rieppel, O. 1995. – The genus *Placodus*: Systematics, Morphology, Paleobiogeography, and Paleobiology, *Fieldiana, Geology,NS* **31**: 1-44.
- Tomšových, A. 2006. – Linking taphonomy to community-level abundance: Insights into compositional fidelity of the Upper Triassic shell concentrations (Eastern Alps), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **235**(4): 355-381.
- Trueman, C.N., Benton, M.J., Palmer, M.R. 2003 – Geochemical taphonomy of shallow marine vertebrate assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **197**: 151-169
- Zuschin, M. Stachowitsch, M. Stanton, R.J. 2003. – Patterns and processes of shell fragmentation in modern and ancient marine environments. *Earth Science Reviews* **63**: 33-82.

NYMPHAEA Folia naturae Bihariae	XL	19 - 63	Oradea, 2013
---	-----------	----------------	---------------------

The Theodor Schreiber Herbarium in the Botanical Collection of the Țării Crișurilor Museum in Oradea, Bihor County (part I)

Vasile Maxim Danciu & Dorina Golban

Țării Crișurilor Museum, B-dul Dacia nr. 1-3, 410464 Oradea, Romania
E-mail: siledanciu@yahoo.com

Abstract. This paper aims to initiate the evaluation of the data and information contained in a herbarium bound and with hard covers, labeled with the name of Theodor Schreiber, and representing a part of a larger herbarium included in the Botanical Collection of the Țării Crișurilor Museum in Oradea in 1955 by transfer from the then Highschool no. 4 in Oradea. The bound volume contains 92 sheets, respectively 187 pages with botanized plants received from different collectors of that epoch. The collection is considered to date from the 19th century and the collection areas are mostly from the former Austro-Hungarian Empire (mostly from Austria, but also from Switzerland, Hungary, Slovakia, Slovenia, Italy, the Czech Republic, Germany and Romania). After processing the material, we arranged it according to an updated taxonomic classification, specifying the accepted name, and where it was possible, the location, the date and the author of the collection (where mentioned or identified by signature). Here we present a number of 200 species belonging to 118 genera and 45 families.

Introduction

This paper attempts to value the information contained in the bound, hard-covered herbarium labeled with the name of Theodor Schreiber (Szárnövények készítette Schreiber Th. – 1866), representing a part of a larger herbarium belonging

to the same author but whose sheets are not bound. This herbarium entered in the Botanical Collection of the Țării Crișurilor Museum on December 15, 1955, being transferred from the Highschool no. 4 in Oradea, the former Gymnasium of the Premonstratensian Order which functioned around the Premonstratensian Monastery of the "Mother of Sorrows", the today National College „Mihai Eminescu". This paper refers only to the bound, hard-covered herbarium which contains 92 sheets, respectively 187 numbered pages with botanized plants, collected by several authors whose names, acronyms or signatures are not always mentioned and neither are the date or location of their collection. Even when signatures existed and locations were mentioned, the legibility of the handwriting often proved indecipherable. The collection period should be the 19th century if considered the time mentions on some labels. As with regard to the collection areas, most of them belong to the former Austro-Hungarian Empire, which are today in several European countries, mostly in Austria, but also in Switzerland, Hungary, Slovakia, Slovenia, Italy, the Czech Republic, Germany and Romania. Among the collectors we identified there are personalities famous in the world of naturalists (herbalists) at the time, who specialized in plant taxonomy, even if their work was more or less connected to botany (as they were doctors, pharmacists or teachers). Thus we mention the names of a number of collectors in the Austrian areas such as Jakob Juratzka, J. C. Equis a Pittoni, Gustav Mayr, J. Reiche, Alois Friedrich Rogenhofer, Robert Rauscher, J. v. Niessl ori Andorfer; or of seome collectors who activated in Austrian, German and Hungarian areas such as H. W. Reichardt, P. Krabler, Joseph Leithner, J.N. Buek or Johan Baptist Duftschmid. We also found collectors who worked in more restricted areas, such as Ettel Josephine Kablik (J. Kablikova) in the Czech Republic (Boemia), Elise Braig in Italy (Trieste), Wilhelm August Schneller in Slovakia (Bratislava), Julius Wolff in Transylvania (Cluj), and Winkler Moritz who collected in Germany, Hungary and Switzerland. Besides the fact that they are names of collectors that we found nothing special about or their signatures could not be deciphered, there are samples with no mention of any author.

Material and method

The examined material represents an album-like, bound, hard-covered herbarium consisting of 92 sheets, respectively 187 numbered pages, containing botanized plants in the collection of the Țării Crișurilor Museum in Oradea, as highlighted

by the inventory number following the botanical denominations next to the number of the page where the plant is found. When rendering the names of the species, we considered the accepted scientific name, with the mention of the reference source of its first description and its synonyms. To verify and update the data, we used the database of Royal Botanical Garden Edinburgh – *Flora Europaea* and *uBio Portal* (www.ubio.org/portal/-5k), and The Plant List database (<http://www.theplantlist.org/>). When presenting the systematical units, we consulted the study of V. Ciocârlan (2000), which follows the rules and recommendations of the International Code for Botanical Cataloguing, and the site *Systema Naturae 2000* (<http://taxonomicom.taxonomy.nl>) in order to update the taxonomic classification (the variant entered after April 7, 2012). We also mentioned the current locations of the collecting sites, the date and the collector's name when it was mentioned and the signature was legible.

Abbreviations used: n.= number of inventory; ref. = reference index for the first description of the species; leg. = the author who collected and determined the plant; Ord.= order; Fam. = Family.

Systematic part

Kingdom *Plantae* Haeckel, 1866

Viridiplantae Cavalier-Smith, 1981

Streptophyta

Embryophyta Endlicher, 1836 „*polysporangiophytes*”

Phylum *Tracheophyta* Sinnott, 1935 ex Cavalier-Smith, 1998

Subphylum *Euphyllophytina*

Infraphylum „*Radiatopses*” Kenrick & Crane, 1997 „*lignophytes*”

Clas. *Spermatopsida* „*core seed plants*”

Subclas. *Magnoliidae* Novák ex Takhtajan, 1967 „*core angiosperms*”

Superord. *Lilianaes* Takhtajan, 1967 „*commelinids*”

Ord. *Alismatales* R. Br. ex Bercht. & J. Presl, 1820

Fam. *Zosteraceae* Dumortier, 1829, nom. cons.

Gen *Zostera* C. Linnaeus, 1753

Zostera marina L. – (n. 8233/p. 185. 83) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 968 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature

Ord. *Asparagales* Link, 1829

Fam. *Alliaceae* Batsch ex Borkh., 1797, nom. cons.

Subfam. *Allioideae* (Borkh., 1797) Herb., 1837

Trib. **Allieae** (Borkh., 1797) Dumort., 1827

Gen. **Allium** C. Linnaeus, 1753

Allium senescens L. subsp. **montanum** (F. W. Schmidt) Holub – (n. 8233/p. 79) – Ref.: Folia Geobot. Phytotax. (Prague) 5:341 (1970); Syn.: *A. fallax* Schult. & Schult., nom. illegit.; *A. lusitanicum* Lam.; *A. montanum* F.W.Schmidt, non Schrank; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Fam. **Amaryllidaceae** Jaume Saint-Hilaire, 1805, nom. cons.

Trib. **Galantheae** Parl., 1858

Gen. **Galanthus** C. Linnaeus, 1753

Galanthus nivalis L. – (n. 8233/p. 80/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 288 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Fam. **Asparagaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib. **Hyacintheae** Dumort., 1827

Gen. **Scilla** C. Linnaeus, 1753

Scilla bifolia L. – (n. 8233/p. 81) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 309 (1753); Syn.: *S. bifolia* L. subsp. *bifolia* var. *nivalis* (Boiss) Baker; *S. subtriphylla* Schur; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Subfam. **Convallarioideae** (Dumort., 1827) Herb., 1837

Trib. **Convallarieae** Dumort., 1827

Gen. **Convallaria** C. Linnaeus, 1753

Convallaria latifolia Jacq. – (n. 8233/p. 76) – Ref.: Fl. Austriac. 3: 18, t. 232. 1775; Syn.: *C. hirta* Bosc ex Poir.; *Polygonatum hirtum* (Bosc ex Poir) Pursh; *P. latifolium* (Jacq.) Desf.; - Austria, Vienna, no date, leg. illegible signature.

Fam. **Orchidaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Orchidoideae**

Trib. **Orchideae** Small, 1933

Subtrib. **Orchidinae** Rchb., 1841

Gen. **Dactylorhiza** Necker ex Nevski, 1937

Dactylorhiza maculata (L.) Soó – (n. 8233/p. 176. 74) – Ref.: Nom. Nov. Gen. *Dactylorhiza* 7 (1962); Syn.: *Orchis maculata* L.; *O. maculata* L. subsp. *maculata* var. *maculata*; *O. cornubiensis* Pugsley; *Dactylorchis maculata* (L.) Verm.; *D. maculata* (L.) Verm. subsp. *maculata*; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Ord. **Liliales** Perleb, 1826

Fam. **Liliaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Lilioideae**

Trib. **Lloydieae**

Gen. **Gagea** R.A. Salisbury, 1806

Gagea arvensis (Pers) Dumort. – (n. 8233/p. 80/a) – Ref.: Fl. Belg. 140 (1827); Syn.: *G. arvensis* Schult.; *G. villosa* (M. Bieb.) Duby; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Fam. **Melanthiaceae** Batsch, 1802, nom. cons.

Gen. **Veratrum** C. Linnaeus, 1753

Veratrum nigrum L. – (n. 8233/p. 77) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1044 (1753); - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt (stem and foliage)

V. nigrum L. – (n. 8233/p. 78) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1044 (1753); - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt. (bloom).

Ord. **Poales** Small, 1903

Fam. **Juncaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Gen. **Juncus** C. Linnaeus, 1753

Juncus bufonius L. – (n. 8233/p. 75) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 328 (1753); Syn.: *J. dregeanus* C. Presl.; *J. divaricatus* Gilib.; - Austria, Vienna, no date, leg. no signature

J. inflexus L. subsp. inflexus – (n. 8233/p. 74) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 326 (1753); Syn.: *J. glaucus* Ehrh. ex P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.; - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

Fam. **Cyperaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Caricoideae**

Gen. **Carex** C. Linnaeus, 1753

Carex digitata L. – (n. 8233/p. 24) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 975 (1753); Syn.: *C. digitata* L. subsp. *piroskana* (Nyár) S.Eerb. & Nyár.; *C. digitata* L. subsp. *bulgarica* (Velen) Nyman; *C. ornithopoda* auct. balcan. pro parte, non Willd.; - unmentioned location, no date, leg. no signature (ex Herbario Jos. Bon. Holzingerj).

C. flacca Schreb. subsp. flacca – (n. 8233/p. 23) – Ref.: Spicil. Fl. Lips. App. 178 (1771); Syn.: *C. glauca* Scop.; *C. glauca* Scop. subsp. *glauca*; *C. diversicolor* Crantz var. *claviformis* (Hoppe); *C. diversicolor* Crantz var. *diversicolor* pro parte; - Austria, Vienna, May 17, 1855, leg. J. Juratzka.

C. michelii Host – (n. 8233/p. 18/a) – Ref.: Syn. Pl. Austr. 507 (1797); - Austria, Vienna, no date, leg. illegible signature.

C. pendula Huds. – (n. 8233/p. 19) – Ref.: Fl. Angl. ed. 1 352 (1762); Syn.: *C. maxima* Scop.; - Slovakia, Bratislava (Pressburg), no date, leg. Schneller.
Obs.: Labels are mixed: *Carex pendula* with *Carex remota* L. (!?).

C. pilosa Scop. – (n. 8233/p. 25) – Ref.: Fl. Carn. ed. 2 2: 226 (1772); - Austria, Vienna, April 25, 1878, leg. J. Juratzka.

C. praecox Schreb. – (n. 8233/p. 26) – Ref.: Spicil. Fl. Lips. 63 (1771); Syn.: *C. schreberi* Schrank.; *C. schreberi* Schrank subsp. *schreberi*; *C. schreberi* Schrank subsp. *curvata* (Knaf) P. Fourn.; - unidentified location, no date, leg. no signature

C. remota L. – (n. 8233/p. 20) – Ref.: Fl. Angl. 24 (1754); Syn.: *C. axillaris* Gooden.; - Slovakia, Bratislava (Pressburg), no date, leg. Schneller.
- Obs. Labels are mixed: *C. pendula* with *C. remota* L. (!?)

C. sempervirens Vill. – (n. 8233/p. 22) – Ref.: Hist. Pl. Dauph. 2: 214 (1787); Syn.: *C. ferruginea* Scop. subsp. *ferruginea* var. *sempervirens* (Vill.) Fiori.; *C. sempervirens* Vill. subsp. *granatica* (Braun-Blanq) C. Vicioso; *C. sempervirens* Vill. subsp. *tristis* auct. eur., non (M. Bieb.) Kük.; *C. tatroum* (Zapal) Racib.; - Austria, Vienna, no date, leg. J. Juratzka.

C. stenophylla Wahlenb. – (n. 8233/p. 21) – Ref.: Kungl. Svenska Vet.-Akad. Handl. nov. ser. 24:142 (1803); Syn.: *C. divisa* Huds. subsp. *divisa* var. *stenophylla* (Wahlenb) Fiori; *C. uralensis* C. B. Clarke.; - Austria, Vienna (in arenois - ?), June 15, 1850, leg. J. Juratzka.

Subfam. **Cyperoideae**

Trib. **Cypereae** Dumort., 1829

Gen. **Cyperus** C. Linnaeus, 1753

Cyperus longus L. – (n. 8233/p. 27) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 45 (1753); Syn.: *Chlorocyperus longus* (L.) Palla; *Cyperus myriostachys* Ten.; *C. preslii* Parl.; *Pycnus longus* (L.) Hayek; - Austria, Vienna, no date, leg. Rogenhofer.

Fam. **Gramineae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons., nom. alt.

Subfamily **Chloridoideae**

Trib. **Cynodonteae** Dumort., 1824

Gen. **Crypsis** W. Aiton, 1789, nom. cons.

Crypsis alopecuroides (Piller & Mitterp) Schrad. – (n. 8233/p. 28) – Ref.: Fl. Germ. 167 (1806); Syn.: *C. nigricans* Guss.; *Heleochoa alopecuroides* (Piller &

Mitterp) Host ex Roem.; - Hungary, Szeged, no date, leg. Gustav Mayr

Subfam. **Pooideae**

Trib. **Poeae** R. Br., in M. Flinders, 1814

Gen. **Sesleria** Scopoli, 1760

Sesleria caerulea (L.) Ard. – (n. 8233/p. 18/b) – Ref.: Animadv. Bot. Spec. Alt. 18 (1764); Syn.: *S. caerulea* (L.) Ard. subsp. *uliginosa* (Opiz) Hayek.; *S. uliginosa* Opiz; - Austria, unidentified location, no date, leg. no signature.

„**core angiosperms**”, „**eudicots**”

Superord. **Ranunculanae** Takhtajan ex Reveal, 1992

Ord. **Ranunculales** Dumortier, 1829

Fam. **Berberidaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Berberidoideae**

Trib. **Berberideae** Rchb., 1832

Gen. **Berberis** C. Linnaeus, 1753

Berberis vulgaris L. – (n. 8233/p. 82) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 330 (1753); - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reicherdt.

Fam. **Ranunculaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Ranunculoideae**

Trib. **Adonideae** Horan., 1847

Gen. **Adonis** C. Linnaeus, 1753

Adonis aestivalis L. – (n. 8233/p. 114) – Ref.: Sp. Pl. ed. 2 771 (1762); - unidentified location, May 1855, leg. no signature.

Trib. **Anemoneae** DC., 1817

Gen. **Anemone** C. Linnaeus, 1753

Anemone halleri All. – (n. 8233/p. 110) – Ref.: Auctorium synops. meth. stirp. horti reg. Taurine 40. 1773 (Mélanges Philos. Math. Soc. Roy. Turin 5:92. 1774); Syn.: *Pulsatilla halleri* (All) Willd.; - unmentioned location, no date, leg. J. v. Niessl.

A. nemorosa L. – (n. 8233/p. 111) – Ref.: Sp. pl. 1:541. 1753; Syn.: *A. nemorosa* var. *nemorosa* L.; *Anemonidium nemorosum* (L.) Holub.; - Switzerland, in Nuen, Baldern, April, May 4, leg. no signature.

A. sylvestris L. – (n. 8233/p. 106) – Ref.: Sp. Pl. 1: 540. 1753 (1 May 1753); Syn.: *A. sylvestris* Vill.; *A. sylvestris* var. *ochotensis* Fisch.; - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

Gen. **Hepatica** P. Miller, 1754

Hepatica nobilis Schreb. – (n. 8233/p. 53/a) – Ref.: Gard. Dict. ed. 8 no. 1 (1768);

Syn.: *H. triloba* Chaix.; *Anemone angulosa* auct., non Lam.; *A. hepatica* L.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Gen. ***Pulsatilla*** P. Miller, 1754

***Pulsatilla vulgaris* Mill.** – (n. 8233/p. 107) – Ref.: Gard. dict. ed. 8: *Pulsatilla* no. 1. 1768; Syn.: *Anemone pulsatilla* L.; *A. serotina* (Schur) Coste; *Pulsatilla vulgaris* var. *serotina* Schur.; - unidentified location, no date, leg. no signature.

***P. vernalis* (L.) Mill.** – (n. 8233/p. 108) – Ref.: Gard. Dict., ed. 8. n. 3. 1768 [16 Apr. 1768]; Syn.: *Anemone vernalis* L.; - The Czech Republic, beim Teufelgärtchen, no date, leg. Josephine Kablik.

Trib. ***Delphinieae*** Schrödinger, 1909

Gen. ***Consolida*** (DC) S.F. Gray, 1821

Consolida regalis* Gray subsp. *regalis – (n. 8233/p. 115) – Ref.: Nat. Arr. Brit. Pl. 2: 711 (1821); Syn.: *Delphinium consolida* L.; *D. consolida* L. subsp. *arvense* (Opiz) Graebn.; *D. consolida* L. subsp. *consolida*; *Consolida regalis* Gray subsp. *arvensis* (Opiz) Soó; - Austria, Vienna, no date, leg. no signature.

Trib. ***Helleboreae*** DC., 1817

Gen. ***Trollius*** C. Linnaeus, 1753

***Trollius europaeus* L.** – (n. 8233/p. 105) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 556 (1753); - unidentified location, no date, leg. Rogenhofer.

Trib. ***Ranunculeae***

Gen. ***Ranunculus*** C. Linnaeus, 1753

***Ranunculus acris* L.** – (n. 8233/p. 113) – Ref.: Sp. pl. 1:554. 1753; Syn.: *R. acer* Auct.; *R. stevenii* Beck; - unidentified location, no date, leg. no signature.

***R. bulbosus* L.** – (n. 8233/p. 112) – Ref.: Sp. pl. 1:554. 1753; Syn.: *R. bulbosus* L. var. *dissectus* Barbey.; *R. bulbosus* L. var. *valdepubens* (Jord) Briq.; - Austria, Graz, Blabutsch, May 15, 1845, leg. J. v. Niessl.

„**core eudicots**”

Superord. ***Rosanae*** Takhtajan, 1967

„**fabids**”

Ord. ***Cucurbitales*** Juss. ex Bercht. & J. Presl, 1820

Fam. ***Cucurbitaceae*** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons

Subfam. ***Cucurbitoideae***

Trib. ***Benincaseae*** Ser., 1825

Gen. ***Bryonia*** C. Linnaeus, 1753

Bryonia alba L. – (n. 8233/p. 177. 75) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1012 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature.

Gen. **Ecballium** A. Richard, in Bory de St.-Vincent, 1824, nom. cons.

Ecballium elaterium (L.) A. Rich. – (n. 8233/p. 183. 81) – Ref.: Dict. Class. Hist. Nat. 6: 19 (1824); Syn.: *Momordica elaterium* L.; - Italy, Trieste (S. Anare), 20.09.1855, leg. Elise Braig.

Ord. **Fabales** Bromhead, 1838

Fam. **Leguminosae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Gen **Lembotropis**

Lembotropis nigricans (L.) Griseb. subsp. **australis** (Freyn ex Wohlf.) Holub – (n. 8233/p. 144. 2) – Ref.: Syn.: *Cytisus australis* (Freyn ex Wohlf) Rothm.; *C. nigricans* L. var. *australis* (Freyn ex Wohlf) Hayek; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. no signature.

L. nigricans (L.) Griseb. – (n. 8233/p. 145. 43) – Ref.: Spicil. Fl. Rumel. 1: 10 (1843); Syn.: *Cytisus nigricans* L.; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Subfam. **Papilionoideae** (Giseke, 1792) DC., 1825

Trib. **Galegeae** Bronn, in B.C.J. Dumortier, 1827

Gen. **Astragalus** C. Linnaeus, 1753

Astragalus cicer L. – (n. 8233/p. 146. 44) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 757 (1753); - Austria, Viena, June 12 1856, leg. illegible signature.

Gen. **Colutea** C. Linnaeus, 1753

Colutea arborescens L. – (n. 8233/p. 147. 45) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 723 (1753); Syn.: *C. arborescens* var *bullata* G. Nicholson.; *C. arborescens* subsp. *gallica* forma *brevialata*; - Austria, Vienna, no date, leg. no signature.

Trib. **Hedysareae** DC., 1825

Gen. **Onobrychis** P. Miller, 1754

Onobrychis viciifolia Scop. – (n. 8233/p. 182. 80) – Ref.: Fl. Carn. ed. 2 2: 76 (1772); Syn.: *O. sativa* Lam.; *O. sativa* Lam. var. *sativa*; *O. vulgaris* Hill; - Austria, Vienna, no date, leg. Dr. Rauscher

Trib. **Loteae** DC., 1825

Gen. **Anthyllis** C. Linnaeus, 1753

Anthyllis montana L. – (n. 8233/p. 152. 50/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 719 (1753);

Syn.: *Vulneraria montana* Scopoli.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Trib. **Trifolieae**

Gen. **Medicago** C. Linnaeus, 1753

Medicago sativa L. – (n. 8233/p. 149. 47) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 778 (1753); - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Andorfer

M. sativa L. subsp. **falcata** (L.) Arcang. – (n. 8233/p. 150. 48) – Ref.: Comp. Fl. Ital. ed. 1 160 (1882); Syn.: *M. falcata* L.; *M. falcata* L. var. *falcata*; *M. romani-ca* Prodán; - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt

Fam. **Polygalaceae** Hoffmanns. & Link, 1809, nom. cons.

Trib. **Polygaleae**

Gen. **Polygala** C. Linnaeus, 1753

Polygala amara L. – (n. 8233/p. 151. 49/a) – Ref.: Syst. Nat. ed. 10 2: 1154 (1759); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

P. chamaebuxus L. – (n. 8233/p. 152. 50/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 704 (1753); Syn.: *Chamaebuxus alpestris* Spach.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Polygala vulgaris L. – (n. 8233/p. 151. 49/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 702 (1753); Syn.: *P. angustifolia* Lange.; *P. carniolica* A.Kern. var. *stojanovii* (Stef) Stoj. & Stef.; *P. ciliata* Lebel ex Gren.; *P. vulgaris* L. subsp. *tempskayana* (Degen & Dörfel) Hayek; - Austria, Graz, (Blabutsch bei Gratz), no date, leg. no signature.

Ord. **Fagales** Engler, 1892

Fam. **Betulaceae** Gray, 1821, nom. cons.

Subfam. **Betuloideae**

Gen. **Alnus** P. Miller, 1754

Alnus incana (L.) Moench – (n. 8233/p. 180. 78) – Ref.: Meth. 424 (1794); - Austria, Vienna, no date, leg. J. Juratzka

Ord. **Malpighiales** C. Martius, 1835

Fam. **Euphorbiaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Gen. **Euphorbia**

Euphorbia cyparissias L. – (n. 8233/p. 97) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 461 (1753); - unidentified location, no date, leg. Dr. G. Mayr

Fam. **Linaceae** A.P. de Candolle ex Perleb, 1818, nom. cons.

Subfam. **Linoideae**Trib. **Lineae** Rchb., 1832

Gen. **Linum** C. Linnaeus, 1753

Linum catharticum L. – (n. 8233/p. 73) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 281 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature.

L. flavum L. – (n. 8233/p. 71) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 279 (1753); Syn.: *L. hungaricum* Podp.; - Austria, Lunz (in grammosis arudis), no date, leg. no signature.

L. tenuifolium L. – (n. 8233/p. 72) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 278 (1753); - Slovenia, Krain bei Teriantschitsch, no date, leg. J. v. Niessl.

Fam. **Salicaceae** Mirbel, 1815, nom. cons.

Trib. **Saliceae**

Gen. **Salix** C. Linnaeus, 1753

Salix alba L. – (n. 8233/p. 179. 77) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1021 (1753); - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher

S. elaeagnos Scop. – (n. 8233/p. 178. 76) – Ref.: Fl. Carn. ed. 2 2: 257 (1772); Syn.: *S. incana* Schrank.; - Austria, Vienna, 19.04. and 20.08.1855, leg. J. Juratzka

Fam. **Violaceae** Batsch, 1802, nom. cons.

Subfam. **Violoideae**Trib. **Violeae**

Gen. **Viola** C. Linnaeus, 1753

Viola biflora L. – (n. 8233/p. 58/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 936 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

V. odorata L. – (n. 8233/p. 58/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 934 (1753); Syn.: *V. stolonifera* Rodr.; - unmentioned location, no date, leg. no signature

V. tricolor L. – (n. 8233/p. 57/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 935 (1753); - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

Ord. **Rosales** Perleb, 1826

Fam. **Rosaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib.: **Potentilleae**Subtrib.: **Fragariinae**

Gen. **Fragaria** L.

Fragaria vesca L. – (n. 8233/p. 104) – Ref.: Reference: Sp. Pl. ed. 1 494 (1753); Syn.: *F. vesca* subsp. *vesca*.; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Andorfer.

Trib. **Rubeae**

Gen. **Rubus** C. Linnaeus, 1753

Rubus humifusus **Weihe & Nees** – (n. 8233/p. 102) – Ref.: Comp. Fl. Germ. 1: 685 (1825); syn: *R. flagellaris* var. *humifusus* (Torr. & Gray) Boivin; - unidentified location, no date, leg. Reicher.

R. pallidus **Weihe & Nees** – (n. 8233/p. 103) – Ref.: Comp. Fl. Germ. 1: 682 (1825); - unidentified location, no date, leg. no signature.

Fam. **Urticaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib. **Parietarieae** Gaudich., in H.L.C. de Saulces de Freycinet, 1830

Gen. **Parietaria** C. Linnaeus, 1753

Parietaria officinalis **L.** – (n. 8233/p. 29) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1052 (1753); Syn.: *P. erecta* Mert. & W.D.J.Koch.; - Austria, Vienna (Prater Park), Jun 19 1856, leg. illegible signature. (label: Ex Herbario Jos. Ron. Holzinger).

„malvids”

Ord. **Brassicales** Bromhead, 1838

Fam. **Cruciferae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons., nom. alt.

Gen. **Erophila** DC.

Erophila verna (**L.**) **Chevall.** – (n. 8233/p. 142. 0/b) – Ref.: Fl. Gén. Env. Paris ed. 1 2: 898 (1827); syn.: *Draba verna* L.; *D. verna* L. subsp. *verna*; *Erophila stenocarpa* Jord.; *E. vulgaris* DC.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Gen. **Kernera** Medik.

Kernera saxatilis (**L.**) **Rchb.** – (n. 8233/p. 141. 39/b) – Ref.: Handb. ed. 2 2: 1142 (1828); Syn.: *Cochlearia saxatilis* L.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Trib. **Cardamineae** Dumort., 1827

Gen. **Barbarea** R. Brown, in W. Aiton & W.T. Aiton, 1812, nom. cons.

Barbarea vulgaris **R. Br.** – (n. 8233/p. 137. 5) – Ref.: Hort. Kew. ed. 2 4: 109 (1812); Syn.: *B. arcuata* (Opiz ex J. Presl & C. Presl) Rchb.; *B. iberica* (Willd) DC.; *B. lyrata* Asch.; *B. macrophylla* Halácsy; - Austria, Graz, Schlossberg, May 14, 1855, leg. J. v. Niessl.

Gen. **Cardamine** C. Linnaeus, 1753

Cardamine bulbifera (**L.**) **Crantz** – (n. 8233/p. 140. 38) – Ref.: Class. Crucif. 127 (1769); Syn.: *Dentaria bulbifera* L.; - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

C. pratensis L. – (n. 8233/p. 139. 7) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 656 (1753); - Austria, Graz, no date, leg. Niessl

Gen. **Nasturtium** R. Br.

Nasturtium sp. – (n. 8233/p. 138. 6) – Ref.: Hort. Kew. ed. 2 4: 109 (1812); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Trib. **Iberideae** Webb & Berthel., 1837

Gen. **Iberis** C. Linnaeus, 1753

Iberis amara L. – (n. 8233/p. 141. 39/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 649 (1753); Syn.: *I. coronaria* hort.; *I. pinetorum* Pau; - unidentified location, no date, leg. no signature.

Trib. **Thlaspideae**

Gen. **Thlaspi** C. Linnaeus, 1753

Thlaspi arvense L. – (n. 8233/p. 142. 0/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 646 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Fam. **Resedaceae** Augier, 1801 ex Martinov, 1820, nom. cons.

Trib. **Resedae**

Gen. **Reseda** C. Linnaeus, 1753

Reseda phyteuma L. – (n. 8233/p. 99) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 449 (1753); Syn.: *R. aragonensis* Loscos & J. Pardo; *R. litigiosa* Sennen & Pau; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Vialbrunner.

Ord. **Geraniales** Dumortier, 1829

Fam. **Geraniaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib. **Geranieae** (A. L. de Jussieu, 1789) Sweet, 1820

Gen. **Erodium** L'Hérit.

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. – (n. 8233/p. 143. 1) – Ref.: Hort. Kew. ed. 1 2: 414 (1789); Syn.: *E. viscosum* sensu Samp., vix (Mill) Steud.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Ord. **Malvales** Dumortier, 1829

Fam. **Malvaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Malvoideae**

Trib. **Malveae** J. Presl, 1826

Gen. **Abutilon** P. Miller, 1754

Abutilon theophrasti Medik. – (n. 8233/p. 186. 84) – Ref.: Künstl. Geschl. Malv.-

Fam. 28 (1787); Syn.: *A. avicennae* Gaertn.; - Hungary, Szeged, no date, leg. Dr. Gustav Mayr.

Fam. **Thymelaeaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Thymelaeoideae** (A. L. de Jussieu, 1789) Burnett, 1835

Trib. **Daphneae** (Vent., 1799) Meisn., 1841

Gen. **Daphne** C. Linnaeus, 1753

Daphne cneorum L. – (n. 8233/p. 84) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 357 (1753); Syn. *D. julia* Koso-Pol.; - Austria, Vienna, no date, leg. no signature.

„**core eudicots**”

Ord. **Saxifragales** Dumortier, 1829

Fam. **Crassulaceae** J. St.-Hil., 1805, nom. cons.

Subfam. **Sedoideae**

Trib. **Sedeae**

Gen. **Sedum** C. Linnaeus, 1753

Sedum album L. – (n. 8233/p. 94) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 432 (1753); Syn.: *S. atho-um* DC.; *S. serpentini* Janch.; *S. vermiculifolium* P. Fourn.; - unidentified location, July 1846, leg. illegible signature.

Gen. **Sempervivum** C. Linnaeus, 1753

Sempervivum arachnoideum L. - (n. 8233/p. 101/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 465 (1753); - unidentified location, no date, leg. illegible signature

S. funckii Braun ex W. D. J. Koch – (n. 8233/p. 101/a) – Ref.: Anton Hartinger, *Sempervivum funckii*, Braune - Funk's Hauswurz., 1882, *Atlas der Alpenflora* Volume 2, p. 170.; - unidentified location, no date, leg. no signature.

S. hirsutum Pollini – (n. 8233/p. 100) – Ref.: Fl. Veron. 2: 113 1822; - Austria, Vienna, no date, leg. Miller.

Fam. **Grossulariaceae** A.P. de Candolle, 1805, nom. cons.

Gen. **Ribes** C. Linnaeus, 1753

Ribes alpinum L. – (n. 8233/p. 51) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 200 (1753); Syn.: *R. lucidum* Kit.; - unidentified location, July 1852, leg. illegible signature (label: Wiener Tausch-Herbarium)

Fam. **Saxifragaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Genus **Saxifraga** C. Linnaeus, 1753

Saxifraga hirculus L. – (n. 8233/p. 85/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 402 (1753); Syn.: *S.*

autumnalis L.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. aizoides L. – (n. 8233/p. 85/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 403 (1753); Syn.: *S. aizoides* Miégev.; *S. autumnalis* auct., vix L.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. exarata Vill. – (n. 8233/p. 86/a) – Ref.: Prosp. Pl. Dauph. 47 (1779); Syn.: *S. muscoides* Wulfen, non All.; *S. adenophora* K. Koch; *S. varians* Sieber; *S. tenuifolia* Rouy & E. G. Camus; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. adscendens L. – (n. 8233/p. 86/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 405 (1753); Syn.: *S. controversa* Sternb.; - unidentified location (altitude 4500 m), no date, leg. no signature.

S. androsacea L. – (n. 8233/p. 87/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 399 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. stellaris L. – (n. 8233/p. 87/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 400 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature

S. aspera L. – (n. 8233/p. 88/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 402 (1753); Syn.: *S. etrusca* Pignatti; - unmentioned location, no date, leg. no signature

S. tridactylites L. - (n. 8233/p. 88/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 404 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. rotundifolia – (n. 8233/p. 89) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 403 (1753); Syn.: *S. olympica* Boiss.; - unidentified location , July 6 , 1854, leg. illegible signature.

S. facchinii W. D. J. Koch – (n. 8233/p. 90/a) – Ref.: Flora (Regensb.) 25: 624 (1842); - unmentioned location, no date, leg. no signature (Obs.: missing plant).

S. squarrosa Sieber - (n. 8233/p. 90/b) – Ref.: Flora (Regensb) 4: 99 (1821); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

S. paradoxa Sternb. – (n. 8233/p. 184. 82) – Ref.: Revis. Saxifr. 22 (1810); Syn.: *Zahlbrucknera paradoxa* (Sternb) Rchb.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Superord. **Caryophyllanae** Takhtajan, 1967
Ord. **Caryophyllales** Juss. ex Bercht. & J. Presl, 1820
Fam. **Amaranthaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Chenopodioideae**Trib. **Atripliceae** Duby, 1828

Gen. **Atriplex** C. Linnaeus, 1753

Atriplex laciniata L. – (n. 8233/p. 65) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1053 (1753); Syn.: *A. sabulosa* Rouy.; *A. arenaria* J.Woods; *A. maritima* L.; - Austria, Vienna, no date, leg. H. W. Reichardt.

A. tatarica L. – (n. 8233/p. 64) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 1053 (1753); Syn.: *A. laciniata* auct., non L.; *A. laciniata* sensu H. J. Coste, non L.; *A. tornabenii* Tineo; - Austria, Vienna, Sept. 21, 1856, leg. J. Juratzka.

Trib **Chenopodieae** Dumort., 1829

Gen. **Chenopodium** C. Linnaeus, 1753

Chenopodium vulvaria L. – (n. 8233/p. 66) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 220 (1753); Syn.: *C. foetidum* Lam.; *C. olidum* Curtis; - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

Fam. **Caryophyllaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.Subfam. **Alsinoideae**Trib. **Alsineae** Lam. & DC., 1806

Gen. **Stellaria** C. Linnaeus, 1753

Stellaria holostea L. – (n. 8233/p. 92) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 422 (1753); - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Subfam. **Caryophylloideae**Trib. **Caryophylleae** Lam. & DC., 1806

Gen. **Dianthus** C. Linnaeus, 1753

Dianthus superbus L. – (n. 8233/p. 91) – Ref.: Fl. Suec. ed. 2 146 (1755); - unidentified location, no date, leg. illegible signature.

Trib. **Sileneae**

Gen. **Lychnis** C. Linnaeus, 1753

Lychnis viscaria L. – (n. 8233/p. 93) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 436 (1753); Syn.: *Viscaria viscosa* Asch.; *V. vulgaris* Bernh.; - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

Gen. **Silene** C. Linnaeus, 1753

Silene latifolia Poir. subsp. **alba** (Mill) Greuter & Burdet – (n. 8233/p. 33) – Ref.: Willdenowia 12: 189 (1982); Syn.: *S. pratensis* (Rafn) Godr.; *S. alba* (Mill) E.

H. L. Krause; - Austria, Vienna (In pratis fertility in Vienna), no date (July ?), leg. A. Czagl.

Fam. **Phytolaccaceae** R. Brown, 1818, nom. cons.

Subfam. **Phytolaccoideae**

Gen. **Phytolacca** C. Linnaeus, 1753

Phytolacca americana L. – (n. 8233/p. 95) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 441 (1753); Syn.: *P. decandra* L.; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date leg. Andorfer. (stem, leaf and inflorescence)

P. americana L. – (n. 8233/p. 96) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 441 (1753); Syn.: *P. decandra* L.; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Andorfer (leaf)

Fam. **Polygonaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfamily **Polygonoideae**

Trib. **Persicarieae** Dumort., 1827

Gen. **Fagopyrum** P. Miller, 1754, nom. cons.

Fagopyrum esculentum Moench – (n. 8233/p. 83) – Ref.: Meth. 290 (1794); Syn.: *Polygonum fagopyrum* L.; *Fagopyrum vulgare* T. Nees; *F. sagittatum* Gilib.; - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher

Superord. **Asteranae** Takhtajan, 1967 „**Jamiids**”

Fam. **Boraginaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Heliotropioideae**

Gen. **Heliotropium** C. Linnaeus, 1753

Heliotropium europaeum L. – (n. 8233/p. 52) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 130 (1753); Syn.: *H. europaeum* L. subsp. *europaeum* var. *tenuiflorum* Guss.; *H. europaeum* L. subsp. *tenuiflorum* (Guss) Nyman.; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Vialbrunner .

Ord. **Gentianales** Lindley, 1833

Fam. **Gentianaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib. **Gentianeae** (A. L. de Jussieu, 1789) Dumort., 1829

Subtrib. **Gentianinae** (A. L. de Jussieu, 1789) G. Don, 1837-1838

Gen. **Gentiana** C. Linnaeus, 1753

Gentiana acaulis L. – (n. 8233/p. 61/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 228 (1753); Syn.: *G. kochiana* E. P. Perrier & Songeon.; *G. excisa* C. Presl; - Slovenia, Carniola, bei Teriantschitsch, no date, leg. J. v. Niessl .

G. cruciata L. – (n. 8233/p. 60) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 231 (1753); Syn.: *Tretorhiza*

cruciata (L.) Delarbre; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Subtrib. **Swertiinae** (Griseb) Rchb., 1837

Gen. **Gentianella** Moench, 1794

Gentianella ciliata (L.) Borkh. – (n. 8233/p. 61/b) – Ref.: Arch. Bot. (Roemer) 1(1): 29 (1796); Syn.: *Gentiana ciliata* L.; - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

Gen. **Swertia** C. Linnaeus, 1753

Swertia perennis L. – (n. 8233/p. 69) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 226 (1753); - The Czech Republic (Sudetenland), im Niefengebirge, no date, leg. Josephine Kablik.

Fam. **Rubiaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons. – coffee (?)

Subfam. **Rubioideae**

Trib. **Rubieae**

Gen. **Asperula** C. Linnaeus, 1753

Asperula arvensis L. – (n. 8233/p. 32) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 103 (1753); - Austria, Graz (Blabutach bei Gratz), no date, leg. no signature.

Gen. **Galium** C. Linnaeus, 1753

Galium sp. – (n. 8233/p. 31) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 105 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. Dr. Rauscher.

Ord. **Lamiales** Bromhead, 1838

Fam. **Labiatae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons., nom. alt.

Subfam. **Ajugoideae**

Trib. **Ajugeae** Benth., 1829

Gen. **Ajuga** C. Linnaeus, 1753

Ajuga genevensis L. – (n. 8233/p. 130. 8/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 561 (1753); - un-mentioned location, no date, leg. no signature

Subfamily **Lamioideae**

Tribe **Marrubieae** Vis., 1847

Gen. **Marrubium** C. Linnaeus, 1753

Marrubium peregrinum L. – (n. 8233/p. 119) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 582 (1753); Syn.: *M. civice* Klokov.; *M. creticum* Mill.; - Slovakia, Bratislava (Pressburg), no date, leg. Schneller.

Subfam. **Nepetoideae**

Trib. **Mentheae** Dumort., 1827

Subtrib. **Menthinae** Endl., 1838Gen. **Hyssopus** C. Linnaeus, 1753**Hyssopus officinalis** L. – (n. 8233/p. 118) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 569 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. H. W. ReichardtGen. **Prunella** C. Linnaeus, 1753**Prunella vulgaris** L. – (n. 8233/p. 129. 7) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 600 (1753); - Slovakia, Bratislava (Pressburg), no date, leg. SchnellerFam. **Oleaceae** Hoffmannsegg & Link, 1813-1820, nom. cons.Trib. **Oleeae** Hoffmanns. & Link ex Dumort., 1827Subtrib. **Ligustrinae** Koehne, 1893Gen. **Ligustrum** C. Linnaeus, 1753**Ligustrum vulgare** L. – (n. 8233/p. 17) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 7 (1753); - Austria, unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.Gen. **Syringa** C. Linnaeus, 1753**Syringa vulgaris** L. – (n. 8233/p. 16) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 9 (1753); - Austria, unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher. (Wiener Trusch-Herbarium)Fam. **Orobanchaceae** Ventenat, 1799, nom. cons.Trib **Rhinantheae**Gen. **Bartsia** C. Linnaeus, 1753**Bartsia alpina** L. – (n. 8233/p. 131. 29/b,) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 602 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.Gen. **Euphrasia** C. Linnaeus, 1753**Euphrasia alsa** F. Muell. – (n. 8233/p. 136. 4) – Ref.: Trans. & Proc. Philos. Inst. Victoria 1: 107 1855; Syn. *E. scabra* var. *alsa* (F. Muell) J. H. Willis.: - unidentified location, no date, leg. no signature .Gen. **Melampyrum** C. Linnaeus, 1753**Melampyrum nemorosum** L. – (n. 8233/p. 117) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 605 (1753); Syn.: *M. subalpinum* auct., non (Jur) A.Kern.; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.Gen. **Pedicularis** C. Linnaeus, 1753**Pedicularis rostratocapitata** Crantz – (n. 8233/p. 131. 29/a,) – Ref.: Stirp. Austr.

ed. 2 2: 320 (1769); Syn.: *P. jacquinii* W. D. J. Koch; *P. rostrata* L.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Gen. **Rhinanthus** C. Linnaeus, 1753

Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich – (n. 8233/p. 120) – Ref.: Hist. Pl. Palat. 2: 177 (1777); Syn.: *R. alectorolophus* (Scop) Pollich var. *modestus* Chabert; *R. major* L., nom. ambig. subsp. *major* var. *major*; *Alectorolophus patulus* Sterneck.; *Rhinanthus patulus* (Sterneck) Schinz & Thell.; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Fam. **Plantaginaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. **Antirrhinoideae** (Pers., 1807) Kostel., 1834

Tribe **Antirrhineae** Dumort., 1827

Gen. **Chaenorhinum** (A.P. de Candolle, in Lamarck & A.P. de Candolle, 1815) H. G. L. Reichenbach, 1828, nom. corr.

Chaenorhinum minus (L.) Lange – (n. 8233/p. 127. 5) – Ref.: Prodr. Fl. Hisp. 2: 577 (1870); Syn.: *Linaria minor* (L.) Desf.; - Austria, Vienna, no date, leg. Miller

Gen. **Kickxia** Dumortier, 1827

Kickxia elatine (L.) Dumort. – (n. 8233/p. 121) – Ref.: Fl. Belg. 35 (1827); Syn.: *Linaria elatine* (L.) Mill.; *L. elatine* (L.) Mill. subsp. *elatine*; *Elatinoides elatine* (L.) Wettst.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Gen. **Linaria** P. Miller, 1754

Linaria alpina (L.) Mill. – (n. 8233/p. 123. 2) – Ref.: Gard. Dict. ed. 8 no. 4 (1768); Syn.: *L. petraea* Jord.; - unmentioned location, no date, leg. no signature.

L. genistifolia (L.) Mill. – (n. 8233/p. 125. 4) – Ref.: Gard. Dict. ed. 8 no. 14 (1768); - Austria, Vienna, no date, leg. Miller

L. genistifolia (L.) Mill. – (n. 8233/p. 128. 6) – Ref.: Gard. dict. ed. 8: *Linaria* no. 14. 1768; Syn.: *Antirrhinum genistifolium* L. (basionym); - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher

L. vulgaris Mill. – (n. 8233/p. 124. 3) – Ref.: Gard. Dict. ed. 8 no. 1 (1768); - Austria, Vienna, no date, leg. no signature.

Genus **Misopates** Rafinesque, 1840

Misopates orontium (L.) Raf. – (n. 8233/p. 130. 8/b) – Ref.: Autikon Bot. 158 (1840); Syn.: *Antirrhinum orontium* L.; - unidentified location, no date, leg. no signature.

Subfam. **Digitalidoideae** (Augier, 1801 ex Martinov, 1820) Luerss., 1882

Trib. **Digitalideae** (Augier, 1801 ex Martinov, 1820) Dumort., 1829

Genus **Digitalis** C. Linnaeus, 1753

Digitalis grandiflora Mill. – (n. 8233/p. 132. 0) – Ref.: Gard. Dict. ed. 8 no. 4, Corr. (1768); Syn.: *D. ambigua* Murray.; - Austria, Styria, Limberg, July 1859, leg. no signature.

Trib. **Veroniceae**

Gen. **Veronica** C. Linnaeus, 1753

Veronica alpina L. – (n. 8233/p. 14./b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 11 (1753); Syn.: *V. pumila* All.; - Austria, - unmentioned location, no date, leg. no signature.

V. arvensis L. – (n. 8233/p. 14./a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 13 (1753); Syn.: *V. demissa* Samp.; *V. racemifoliata* Pérez Lara.; - Austria, Vienna, no date, leg. no signature.

V. austriaca L. – (n. 8233/p. 2) – ref.: Syst. Nat. ed. 10 2: 849 (1759); Syn.: *V. latifolia* L., nom. ambig.; *V. maxima* Mill.; - Romania, Cluj, Cluj-Napoca (Claudiopoli), July 1885, leg. Wolff.

V. austriaca L. – (n. 8233/p. 6) – Ref.: Syst. Nat. ed. 10 2: 849 (1759); Syn.: *V. maxima* Mill.; *V. latifolia* L., nom. ambig.; - Austria, Styria, in monte Wotsch., solo dolomitico. Majo, no date, leg. J. C. Equs a Pittoni.

V. austriaca var. dentata (F. W. Schmidt) Koch – (n. 8233/p. 5) – Ref.: Syst. Nat. ed. 10 2: 849 (1759); Syn.: *V. prostrata* var. *angustifolia* Reichenb., *V. schmidtii* R. & Sch.; *V. teucrium* subsp. *austriasca* (L.) Celak; *Veronicastrum dentatum* (F.W. Schmidt) Opiz.; *Veronica austriaca* L.; - unidentified location, (H. Krentz), no date, leg. Zelenka. (label: Wiener Tausch-Herbarium).

V. bellidioides L. – (n. 8233/p. 13/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 11 (1753); - Austria, Tirol, Nassfeld, leg. illegible signature.

V. chamaedrys L. – (n. 8233/p. 15) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 13 (1753); - Austria, Graz, no date, leg. Niessl.

V. fruticans Jacq. – (n. 8233/p. 9/b) – Ref.: Enum. Stirp. Vindob. 2, 200 (1762); Syn.: *V. saxatilis* Scop.; - unidentified location, July 12, 1849, leg. C. Cramcs.

V. hederifolia L. – (n. 8233/p. 11/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 13 (1753); Syn.: *V. lappago* Schrank; - Austria, Vienna, no date, leg. Leithner.

V. longifolia L. – (n. 8233/p. 4) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 10 (1753); Syn.: *Pseudolysimachium longifolium* (L.) Opiz; *Veronica septentrionalis* Boriss.; *V. ticinensis* Polini; - Austria, Vienna, no date, leg. Leithner.

V. montana L. – (n. 8233/p. 8/a) – Ref.: Cent. Pl. 1: 3 (1755); - Germania, Wulfsen to Aachen; 09.07.1856, leg. P. Krabler (label: Aus der Flora von Aachen)

V. opaca Fr. – (n. 8233/p. 12/a) – Ref.: Nov. Fl. Suec. ed. 1 64 (1819); Syn.: *Cochlidiosperma opaca* (Fr.) Opiz.; *Veronica agrestis* subsp. *Opaca* (Fr.) Bonnier & Layenes; - unidentified location, 1850, leg. Griecrank (?).

V. peregrina L. – (n. 8233/p. 13/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 14 (1753); - Germany, Thuringia, Naumburg, no date, leg. J. N. Buek.

V. persica Poir. – (n. 8233/p. 11/a) – Ref.: Encycl. Méth. Bot. 8: 542 (1808); Syn.: *V. buxbaumii* Ten., non F. W. Schmidt; *V. byzantina* (Sibth. & Sm.) Degen; - Austria, Vienna, no date, leg. illegible signature.

V. praecox All. – (n. 8233/p. 12/b) – Ref.: Auct. Fl. Pedem. 5 (1789); - France, Lyon a Dessines, no date, leg. no signature (Herbier Jordan)

V. prostrata L. – (n. 8233/p. 9/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 2 17 (1762); Syn.: *V. teucrium* L. subsp. *prostrata* (L.) Rouy.; - Germany, Brandenburg, Postdam-Mittelmark, Parsberg bei Truenbrietzen, March, 1846, leg. illegible signature.

V. scutellata L. – (n. 8233/p. 8/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 12 (1753); - The Czech Republic, Region Usti, Teplitz in Bohemia; 1853, leg. M. Winkler

V. serpyllifolia L. – (n. 8233/p. 10/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 12 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. Leithner.

V. spicata L. – (n. 8233/p. 1) – ref.: Sp. Pl. ed. 1 10 (1753); Syn.: *Pseudolysimachium spicatum* (L.) Opiz; *P. spicatum* (L.) Opiz subsp. *spicatum*; - unmentioned location, August 1856, leg. Braunstigel.

V. spicata L. subsp. orchidea (Crantz) Hayek – (n. 8233/p. 3) – Ref.: Ill. Fl. Mitteleur. ed. 1 6(1): 46 (1913); Syn.: *V. orchidea* Crantz.; *V. orchidea* Crantz subsp. *orchidea*; *Pseudolysimachium spicatum* (L.) Opiz subsp. *orchideum* (Crantz) Hartl; - Romania, Cluj, Cluj-Napoca (Claudiopoli), July 1885, leg. Wolff.

V. triphyllos L. – (n. 8233/p. 14./c) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 11 (1753); - Austria, unidentified location, no date, leg. no signature.

V. urticifolia Jacq. – (n. 8233/p. 7) – Ref.: Fl. Austr. 1: 37 (1773); Syn.: *V. latifolia* auct., non L.; *V. maxima* auct., non Mill.; - unidentified location, June 1856, leg. Dr. Duftschmid.

V. verna L. – (n. 8233/p. 10/b) – Syn.: *V. brevistyla* Moris.; - Austria, Vienna, no date, leg. Miller

Subfam. **Globularioideae** (DC., in Lamarck & A.P. de Candolle, 1805) Luer., 1882

Gen. **Globularia** C. Linnaeus, 1753

Globularia cordifolia L. – (n. 8233/p. 30/b) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 96 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature.

G. vulgaris L. – (n. 8233/p. 30/a) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 96 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. H. W. Reichardt .

Subfam. **Gratioloideae** (Augier, 1801 ex Martinov, 1820) Luer., 1882

Trib. **Gratioleae** (Augier, 1801 ex Martinov, 1820) Benth., 1835

Gen. **Gratiola** C. Linnaeus, 1753

Gratiola officinalis L. – (n. 8233/p. 133.1) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 17 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Fam. **Scrophulariaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Trib. **Scrophularieae**

Gen. **Scrophularia** C. Linnaeus, 1753

Scrophularia auriculata L. – (n. 8233/p. 134.2) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 620 (1753); Syn.: *S. balbisii* Hornem.; *S. aquatica* auct., non L.; *S. cretica* Boiss. & Heldr.; *S. oblongifolia* Loisel.; *S. paui* Merino; - unidentified location, no date, leg. no signature (label: Wiener Tausch-Herbarium)

S. canina L. – (n. 8233/p. 135.3) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 621 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature (label: Wiener Tausch-Herbarium)

Gen. **Verbascum** C. Linnaeus, 1753

Verbascum chaixii Vill. subsp. **orientale** Hayek – (n. 8233/p. 67) – Ref.: Prodr. Fl. Penins. Balcan. 2: 127 (1929); Syn.: *V. orientale* M. Bieb., non (L.) All.; *V. longicarpum* Degen & Prodán; - Austria, Vienna, July 16, 1856, leg. J. Juratzka.

Ord. **Solanales** Dumortier, 1829

Fam. **Solanaceae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Gen. **Atropa** C. Linnaeus, 1753

***Atropa bella-donna* L.** – (n. 8233/p. 54) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 181 (1753); - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

„**campanulids**”

Ord. **Apiales** Nakai, 1930

Fam. **Umbelliferae** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons., nom. alt.

Gen **Cnidium** Cusson.

***Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell.** – (n. 8233/p. 36) – Ref.: Ill. Fl. Mitteleur. ed. 1 5(2): 1305 (1926); Syn.: *C. venosum* W.D.J.Koch.; - Austria, Ganserndorf, Marchegg, no date, leg. no signature.

Gen **Meum** Mill.

***Meum athamanticum* Jacq.** – (n. 8233/p. 34) – Ref.: Fl. Austr. 4: 2 (1776); Syn.: *Ligusticum meum* (L.) Crantz.; *Meum nevadense* Boiss.; - unidentified location in the Alps, August 16, 18.., leg. J. Rayer.

Subfam. **Apioideae**

Trib. **Apieae** Takht. ex V.M. Vinogr., 2004

Gen. **Athamanta** C. Linnaeus, 1753

***Athamanta cretensis* L.** – (n. 8233/p. 37) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 245 (1753); - unidentified location, 13.08.1852, leg. J. Juratzka.

Gen. **Bupleurum** C. Linnaeus, 1753

***Bupleurum bicaule* subsp. *pusillum* (Krylov) Czubarov** – (n. 8233/p. 63) – Ref.: *Turczaninowia* 7(3): 66 2004; Syn.: *B. bicaule* var. *pusillum* (Krylov) Gubanov; *B. pusillum* Krylov.; - Switzerland, in monte Geissberg prope, no date, leg. no signature.

***B. falcatum* L.** – (n. 8233/p. 62) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 237 (1753); Syn.: *B. woronowii* Manden.; *B. sibthorpiantum* Sm.; *B. rossicum* Woronow; *B. parnassicum* Halácsy; *B. olympicum* Boiss.; - unidentified location, no date, leg. no signature.

***B. gerardi* All.** – (n. 8233/p. 39) – Ref.: Mélang. Philos. Math. Soc. Roy. Turin (Misc. Taur.) 5: 81 (1774); Syn.: *B. australe* Jord.; *B. filicaule* Brot.; *B. jacquinianum* Jord.; *B. affine* sensu H. J. Coste, non Sadler - Austria, Vienna, no date, leg. C. Petter.

***B. praealtum* L.** – (n. 8233/p. 47) – Ref.: Fl. Monsp. 12 (1756); Syn.: *B. junceum* L.; - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

Gen. **Falcaria** Fabricius, 1759, nom. cons.

Falcaria vulgaris Bernh. – (n. 8233/p. 40) – Ref.: Syst. Verz. Erfurt 176 (1800); Syn.: *F. rivini* Host; *F. sioides* Asch.; *Carum falcaria* (L.) Lange; *Prionitis falcaria* (L.) Dumort.; - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt .

Gen. **Oenanthe** C. Linnaeus, 1753

Oenanthe aquatica (L.) Poir. – (n. 8233/p. 38) – Ref.: Encycl. Méth. Bot. 4: 530 (1798); Syn.: *O. phellandrium* Lam.; - Austria, Vienna, no date, leg. Leithner.
- Obs.: degraded plant.

O. fistulosa L. – (n. 8233/p. 35) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 254 (1753); - Germany, Brandenburg, Postanm (?) -Mittelmark, Treuenbrietzen, Juny 1855, leg. Pausner.

Gen. **Seseli** C. Linnaeus, 1753

S. annuum L. – (n. 8233/p. 42) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 260 (1753); Syn.: *S. coloratum* Ehrh.; *S. bienne* Crantz; - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt.

S. elatum L. subsp. gouanii (W. D. J. Koch) P. W. Ball – (n. 8233/p. 46) – Ref.: Feddes Repert. 79: 64 (1968); Syn.: *S. gouanii* W.D.J.Koc.; *S. hercegovinum* K. Maly; *S. bosnense* K. Maly; - Italy, Trieste, Monte Spacato, 1854, leg. E. Braig.

S. leucospermum Waldst. & Kit. – (n. 8233/p. 43) – Ref.: Pl. Rar. Hung. 1: 92 (1802); - unmentioned location, no date, leg. Beyer.

S. montanum L. – (n. 8233/p. 45) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 260 (1753); Syn.: *S. glaucum* L.; - Austria, Vienna, no date, leg. illegible signature (label: Wiener Tausch-Herbarium)

S. pallasii Besser – (n. 8233/p. 44) – Ref.: Cat. Pl. Horto Cremen. 130 (1816); Syn.: *S. varium* Trevir.; - Austria, Vienna, no date, leg. illegible signature (label : Wiener Tausch-Herbarium)

Trib. **Caucalideae** Spreng., in J.J. Roemer & J.A. Schultes, 1820

Gen. **Daucus** C. Linnaeus, 1753

Daucus carota L. – (n. 8233/p. 49) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 242 (1753); Syn.: *D. communis* Rouy & E. G. Camus; *D. gingidium* L.; - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

Subfam. **Saniculoideae**

Trib. **Saniculeae**

Gen. ***Sanicula*** C. Linnaeus, 1753

Sanicula europaea L. – (n. 8233/p. 50) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 235 (1753); - unidentified location, July 1856, leg. Dr. Rauscher.

Trib. ***Laserpitieae*** Coss. & Germ., 1845

Gen. ***Laserpitium*** C. Linnaeus, 1753

Laserpitium prutenicum L. – (n. 8233/p. 41) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 248 (1753); - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

Trib. ***Peucedaneae*** (W.D.J. Koch, 1824) Dumort., 1827

Gen. ***Peucedanum*** C. Linnaeus, 1753

Peucedanum cervaria (L.) Lapeyr. – (n. 8233/p. 48) – Ref.: Hist. Abr. Pyr. 149 (1813); - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher.

Ord. ***Asterales*** Link, 1829

Fam. ***Campanulaceae*** A. L. de Jussieu, 1789, nom. cons.

Subfam. ***Campanuloideae***

Trib. ***Campanuleae*** Dumort., 1827

Gen. ***Adenophora*** F.E.L. Fischer, 1823

Adenophora lilifolia (L.) Ledeb. ex A. DC. – (n. 8233/p. 187. 85) – Ref.: Monogr. Camp. 358 (1830); Syn.: *A. lamarckii* auct., non Fisch.; *A. stylosa* auct., non Fisch.; - Austria, Vienna, Sept. 21, August 28, 1855, leg. J. Juratzka

Gen. ***Campanula*** C. Linnaeus, 1753

Campanula rotundifolia L. – (n. 8233/p. 70) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 163 (1753); Syn.: *C. pinifolia* R.Uechtr. ex Panckic. (?); *C. racemosa* KrasKan (?); - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Tribe. ***Phyteumateae*** Dumort., 1827

Gen. ***Phyteuma*** C. Linnaeus, 1753

Phyteuma orbiculare L. – (n. 8233/p. 68) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 170 (1753); Syn.: *P. cordifolium* Vill.; *P. fistulosum* Rchb.; *P. tenerum* Rich. Schulz subsp. *anglicum* Rich. Schulz; - Austria, Graz, no date, leg. J. v. Niessl.

Family ***Compositae*** Giseke, 1792, nom. cons., nom. alt.

Gen. ***Hypochoeris***

Hypochoeris radicata L. – (n. 8233/p. 165. 63) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 810 (1753); - unidentified location, no date, leg. Dr. Rauscher

Subfam. **Asteroideae**Trib. **Anthemideae** Cass., 1819Subtrib. **Achilleinae** K. Bremer & Humphries, 1993Gen. **Achillea** C. Linnaeus, 1753**Achillea millefolium** L. – (n. 8233/p. 161. 59) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 899 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. Dr. G. Mayr**A. setacea** Waldst. & Kit. – (n. 8233/p. 162. 60) – Ref.: Pl. Rar. Hung. 1: 82 (1801-1802); Syn.: *Achillea kummerleana* Prodán.; - unidentified location, no date, June 1846, leg. no signature.Subtrib. **Anthemidinae** Dumort., 1827Gen. **Anthemis** C. Linnaeus, 1753**Anthemis ruthenica** M. Bieb. – (n. 8233/p. 163. 61) – Ref. Fl. Taur.-Cauc. 2: 330 & 465 (1808); Syn.: *A. neilreichii* J. Ortman.; - unidentified location, no date, leg. illegible signature.**A. tinctoria** L. – (n. 8233/p. 164. 62) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 896 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.Subtrib. **Artemisiinae** Less., 1830Gen. **Artemisia** C. Linnaeus, 1753**Artemisia austriaca** Jacq. – (n. 8233/p. 170. 68) – Ref.: Fl. Austr. 1: 61 (1773); Syn.: *A. repens* Pall. ex Willd.; - unidentified location, no date, leg. no signature.**A. pontica** L. – (n. 8233/p. 171. 69) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 847 (1753); - Austria, Vienna, no date, leg. RogenhoferSubtrib. **Leucantheminae** K. Bremer & Humphries, 1993Gen. **Leucanthemum** P. Miller, 1754**Leucanthemum vulgare** Lam. – (n. 8233/p. 167. 65) – Ref.: Fl. Fr. ed. 1 2: 137 (1779); Syn.: *Chrysanthemum leucanthemum* L.; - Austria, Graz (Blabutsch bei Gratz), no date, leg. no signature.Trib. **Astereae** Cass., 1819Subtrib. **Asterinae** Dumort., 1827Gen. **Aster** C. Linnaeus, 1753**Aster linosyris** (L.) Bernh. – (n. 8233/p. 156. 54) – Ref.: Syst. Verz. Erfurt 151 (1800); Syn.: *Linosyris vulgaris* Cass. ex DC.; *Aster savii* Arcang.; - Austria, Graz, no date, leg. Dr. G. Mayr

A. tripolium L. – (n. 8233/p. 154. 52) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 872 (1753); Syn.: *Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium* (L.) Greuter.; *T. vulgare* Nees; - unidentified location, no date, leg. no signature.

Trib. **Helenieae** Lindl., in J.C. Loudon, 1829

Subtrib. **Chaenactidinae** Rydb., 1914

Gen. **Arnica** C. Linnaeus, 1753

Arnica montana L. – (n. 8233/p. 166. 64) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 884 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature.

Trib. **Heliantheae** Cass., 1819

Subtrib. **Coreopsidinae** Dumort., 1829

Gen. **Bidens** C. Linnaeus, 1753

Bidens tripartita L. – (n. 8233/p. 175. 73) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 831 (1753); Syn.: *B. bullata* L.; *B. orientalis* Velen.; - unidentified location, no date, leg. no signature.

Trib. **Inuleae** Cass., 1819

Gen. **Inula** C. Linnaeus, 1753

Inula conyza DC. – (n. 8233/p. 155. 53) – Ref.: Prodr. 5: 464 (1836); Syn.: *Conyza squarrosa* L.; *Inula vulgaris* Trevis.; *Jacobaea conyza* (DC.) Merino; *Inula suaveolens* Jacq.; - Austria, Graz, no date, leg. no signature.

I. germanica L. – (n. 8233/p. 153. 51) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 883 (1753); Syn.: *I. media* W.D.J.Koch.; - unidentified location, no date, leg. H. W. Reichardt

Gen. **Pulicaria** J. Gaertner, 1791

Pulicaria vulgaris Gaertn. – (n. 8233/p. 168. 66) – Ref.: Fruct. Sem. Pl. 2: 461 (1791); Syn.: *P. prostrata* Asch.; - Hungary, Szeged, no date, leg. Dr. G. Mayr

Trib. **Senecioneae**

Subtrib. **Senecioninae** Dumort., 1827

Gen. **Senecio** C. Linnaeus, 1753

Senecio abrotanifolius L. – (n. 8233/p. 169. 67) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 869 (1753); Syn.: *Jacobaea abrotanifolia* (L.) Moenc.; - unidentified location, no date, leg. C. J. v. Niessl

Subfam. **Carduoideae**

Trib. **Cardueae** Cass., 1819, nom. corr.

Subtrib. **Carlinae** Dumort., 1827

Gen. **Carlina** C. Linnaeus, 1753

Carlina vulgaris L. – (n. 8233/p. 173. 71) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 828 [1231] (1753);

- unidentified location, July 1850, leg. Dr. Rauscher

Subtrib. **Centaureinae** Dumort., 1827

Gen. **Centaurea** C. Linnaeus, 1753

Centaurea calcitrapa L. – (n. 8233/p. 160. 58) – Ref.: Syn.: Pl. ed. 1 917 (1753); syn.: *C. adulterina* Moretti; *C. calcitrapa* L. subsp. *torreana* (Ten.) Nyman; *C. calcitrapa* L. subsp. *horrida* (Ten) Arcang.; *C. myacantha* DC.; *C. macroacantha* Guss.; - unidentified location, July 22, 1856, leg. illegible signature. (label: Ex Herbario Jos. Bon. Holzinger).

C. jacea L. – (n. 8233/p. 158. 56) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 914 (1753); Syn.: *C. commutata* (W. D. J. Koch) Stankov.; *C. variabilis* H. Lév.; *C. amara* L. subsp. *amara* var. *amara* forma *amara* proles *amara*; - unmentioned location, no date, leg. H. W. Reichardt.

C. montana L. – (n. 8233/p. 159. 57) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 911 (1753); Syn.: *C. angustifolia* Mill.; - Austria, Bezirk Krems-Land, Langenlois, no date, leg. Valbrunner .

C. nigra L. – (n. 8233/p. 157. 55) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 911 (1753); - unidentified location, no date, leg. leg. H. W. Reichardt.

Subtrib. **Echinopsidinae** K. Friedrich & G. D. Rowley, 1976

Gen. **Xeranthemum** C. Linnaeus, 1753

Xeranthemum annuum L. – (n. 8233/p. 172. 70) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 857 (1753); - unidentified location, no date, leg. no signature.

Subfam. **Cichorioideae**

Trib. **Lactuceae** Cass., 1819

Subtrib. **Scorzonerinae** Dumort., 1827

Gen. **Scorzonera** C. Linnaeus, 1753

Scorzonera purpurea L. – (n. 8233/p. 174. 72) – Ref.: Sp. Pl. ed. 1 791 (1753); - unmentioned location, no date, leg. no signature.

Concluding remarks

As mentioned before, this bound, hard-covered herbarium, labeled with the name of Theodor Schreiber (Szárnövények készítette Schreiber Th. – 1866; Fig.1), represents a part of a larger herbarium belonging to the same author but whose sheets are not bound. As a result of presenting the taxonomic part and the data obtained from the labels indicating the taxa, the dates and locations, where identified, as well as the names of the collectors, we find that the collection area is Central Europe, a region which, by its position, is the geographical core of Europe. Within this area there are two large countries (Germany and Poland) and six

smaller countries (Austria, the Czech Republic, Switzerland, Slovakia, Slovenia, Hungary), as well as a very small country such as Liechtenstein, to which the Transylvanian territory can be added, now part of Romania.

The way in which the herbarium is structured, starting right from the herbo-rization of plants, probably made on another occasion, as well as their fixation and labelling, the existence or absence of some data such as those related to location, habitat, date, signature, and their relocation on bound sheets, page after page, with several labels cut and used to secure the plant as the plants are arranged in a certain taxonomic order (definitely not after the region of origin or identity of the collector), all this should point to the very purpose of its creation, respectively, the destination of its particular use, which can be either the basic motivation of a collector, a work of academic nature, or a work with some pedagogical purpose, if we consider the amateurish style of its organization. The collection includes specimens received from other botanists of the time, such as Michael Fuss (Sibiu), Jakob Juratzka (Vienna), Heinrich Wilhelm Reichardt (Jihlava), Josephine Kablik (Vrchlabi), Francesco Ambrosi (Trento) and others from Berlin and Württemberg. The collection also contains a miniherbarium of mosses. Three of the names of the botanists contributing to the herbarium of Sighișoara (J. Juratzka, H. W. Reichardt, and Josephine Kablik; see Figs 2-4) are mentioned in the collection of the Țării Crișurilor Museum in Oradea too (Fig. 10). It seems that at that time, this kind of exchange between persons interested in botany, even though not always localized, dated, or signed, was a practice to a certain professional level. Linked to natural sciences, sometimes the exchangers were teachers, physicians, pharmacists, monks, priests, archaeologists, officers, or employees of the administration. Accepting such an interpretation, we could get to the name of the botanical collection contained in the present herbarium of Schreiber Th. (we could not identify so far another personality of the time with this name but that of George Theodore Schreiber (1848-1912), whose signature was Dr. Theodor Schreiber, a former archaeologist, art historian and preserver, who was the director of the Museum of Fine Arts in Leipzig from 1866 till his death). Schreiber was and still is a relatively common surname in the German, Austrian, Hungarian, even Transylvanian onomastics, so that the spectrum of identification is too broad. Yet this interpretation can be narrowed down if we consider that the label on the cover is written in Hungarian and that the dates mentioned in the herbarium and on the cover refer to the year 1866. Other possibilities could be a monk in the Order Premonstratens, a teacher who taught at the gymnasium functioning within their monastery, or a graduate from this gymnasium which existed there in the 19th century.

As we have shown, many of the collectors collected their material on the present territory of Austria, among the identified locations being Vienna and its

surroundings, Linz (Upper Austria), Langenlois (Lower Austria), Graz (Styria); but we are positive that there are still other locations whose names were not available or not specified, such as parts of the other regions, southern of western. Among them we mention the names of Jakob Juratzka (1821-1878), J. C. Equis a Pittoni (1797-1878), H. W. Reichardt (1835-1885), J. Reiche, Alois Friedrich Rogenhofer (1831-1897), Robert Rauscher (1806-1890), J. Leithner (1809-?), C. Petter, Teithner and Miller, for the region of Vienna, Andorfer and Vialbrunner for Longenlois, J. v. Niessl for Graz. As we speak of the Austrian-Hungarian Empire, we come across names of collectors such as Wilhelm August Schneller (1807-1886), a Slovak officer and amateur botanist who collected from Bratislava (Pressburg, today in Slovakia), or Ettel Josephine Kablik (1787-1863), a Czech botanist and palaeontologist who collected from the present territory of the Czech Republic, in the area of the Karkonosze Mountains (Riesengebirge), as well as Elise Braig (1803-?) who collected in Trieste, a territory of present day Italy. We come across other names such as J. N. Buek (1779-1856), P. Krabler (1856) or C. E. Duftschmid, who collected on the territory of today's Germany (see Figs 6-9), or Gustav Mayr (1830-1908), who collected on the territory of today's Hungary (Fig. 5). Winkler Moritz (1812-1889) was a collector who worked at the time both in Switzerland, Germany and present day Hungary, and J. v. Niessl collected both in Austria and present day Slovenia (the former Krai region). For Transylvania, a region now in Romania, there is the name of Julius Wolff (1844-1921), a pharmacist in Turda who collected in the region of Cluj (Claudiopolis, today Cluj-Napoca; see Figure 1). As we have already mentioned, there are also unidentified locations and names of collectors about whom we could not find anything, as well as illegible signatures. There are sheets that have no mention of location, date or author.

Of the references related to the Central European flora, respectively those of authors with works from countries that compose that region and which we consider to successfully complement the material we presented, we mention the studies and articles published since the 19th century, which is the period when the herbarium was completed. Thus we can enumerate the works on the Alps flora authored by K.W. Della Torre & A. Hartinger (1882-1884), A. W. Bennett (1897), Beck-Mannagetta G. & Lerchenau G. (1907, 1908, 1913), those about the northern-western Carpathian flora authored by Sagorski E. & Schneider G. (1891, 1893) and Sabransky H. (1886) or those about the vegetation of the Danube countries, such as the works of A. J. Kerner (1863, 1875). There are works that refer to the flora in Austria, such as those of Nikolaus Joseph Jacquin (1773-1778; 1781-1793; 1797-1804) and Joseph Franz Jacquin (1811-1844), Nicolaus Thomas Host (1827-1831), Franz von Hausmann (1851), Victor von Janka (1858), Jakob Juratzka (1871), Otto Wilhelm Thome (1885), G. Beck-Mannagetta (1890-1893),

Halacsy E. (1891), K. W. Della Torre & L. Sarnthein (1900-1913), or to the flora in the Czech Republic and Slovakia, as the studies of L. J. Celakovsky (1868-1889; 1879-1897), respectively L. Bertova et al. (1966-1997). Concerning the Hungarian flora, we find significant representatives such as Fr. Waldstein & P. Kitaibel (1802-1812), Victor von Janka (1862), Borbas Vince (1886, 1890), J. Tuzson (1904, 1907); the Swiss flora is studied in the works of A. Gremli (1867, 1870, 1887). The Transylvanian flora was presented at that time and later by J. C. G. Baumgarten (1816), J. F. Schur (1886), Fr. F. Fronius (1855, 1857-58, 1873), F. Porcius (1868, 1881, 1893), Victor von Janka (1869), Simonkai L. (1887), F. Pax (1920), I. Prodan (1928, 1931), E. J. Nyarady & R. Soó (1952-1976). As a comparative study on the Central European flora, we mention the collective work of H. Meusel et al. (1965).

In conclusion, the material presented here is a botanical collection from that time, the botanized samples being assembled in a 'catalogue-type' herbarium with bound sheets and hard covers (see Appendix 1). The label on the cover has the name Schreiber Th. and the year 1866 on it, so we assume that this must be the name of its collector. The name, however, must have a certain relation to the gymnasium of the Order of Premonstratens Monastery, whose monks were in Oradea in 1804, that religious institution functioning until 1949 when the school and the cells were nationalized, being replaced by High School no. 4 in Oradea. The biologic material in the herbarium, although collected in the 19th century, displays a relatively good state of preservation, yet there are several damaged pieces, some even missing. It includes species of the Kingdom *Plantae*, Phylum *Tracheophyta*, Class *Spermatopsida*, Subclass *Magnoliidae*, representing 200 taxa which belong to 118 genera and 45 families.

References

- Baumgarten, J. C. G. 1816 – Enumeratio stirpium magno Transsilvaniae principatui praepimis indigenarum in usum nostratum botanophilorum conscripta inque ordineum sexualinaterum concinnata. Libraria Camesianae, Vienna, 4 volumes.
- Beck-Mannagetta, G. 1890-1893 – Flora von Nieder-Osterreich, C. Gerold, Vienna (2 Vol.).
- Beck-Mannagetta, G. 1891 – Die vegetationsverhältnisse der Lander illyrischen begreifend Sudkroatien, die Quarnero-Inseln, Dalmatien, Bosnien und die Hertegovina, Montenegro, Nordalbanien, den Sanzak Novipazar und Serbien. Vienna, 1901.
- Beck-Mannagetta, G., Lerchenau G. 1907 – Vegetationsstudien in den Ostalpen. I. Die Verbreitung der mediterranen, illyrischen und mitteleuropäischen Flora im Isonzo-Tale. Holder, Vienna.
- Beck-Mannagetta, G., Lerchenau G., 1908 – Vegetationsstudien in den Ostalpen. II. Die illyrische und mitteleuropäisch-alpine Flora im Oberen Save-Tale Krains. Holder, Vienna.
- Beck-Mannagetta, G., Lerchenau G., 1913 – Vegetationsstudien in den Ostalpen. III. Die

- pontische Flora in Karnten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis des Bestandes und Wesens einer postglazialen Warmeperiode in Ostalpen. Holder, Vienna.
- Bennett, A. W., 1897 – The Flora of the Alps; being a description of all the species of flowering plants indigenous to Switzerland; and of the Alpine species of the adjacent mountain district of France, Italy, & Austria including the Pyrenees, 2 volumes. John C. Nimmo, London.
- Bertova L., Futák J., Goliašová K. (eds.), 1966–1997. Flora Slovenska. Vols. 1–5. Veda Press, Bratislava.
- Borbás, V. 1886 – A Magyar homokpuszták növényvilága. Budapest.
- Borbás, V. 1890 – Közép-Európa, különösen Magyarország kakukkfűvei. Budapest.
- Brands, S. J. (comp) 1989-present. Systema Naturae 2000. *The Taxonomicon*. Universal Taxonomic Services, Zwaag, The Netherlands. [<http://taxonomicon.taxonomy.nl/>].
- Celakovsky, L. J. 1868-1889 – Prodomus kveteny ceske. Prague.
- Celakovsky, L. J. 1879-1897 – Analytika kvetena Cech, Moravy a rakouskeho Slezsk. Prague.
- Ciocârlan V., 2000 – Flora ilustrată a României – Pteridophyta et Spermatophyta, second edition. Ed. Ceres, Bucharest.
- Della Torre, K. W., Hartinger, A., 1882-1884 - Atlas der Alpenflora. Verlag der Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Vienna.
- Della Torre, K. W., Sarnthein, L., 1900-1913 – Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstentums Liechtenstein. Ed. Wagner, Innsbruck.
- Fronius, F. F., 1855 – Zwei botanische Exursionen in die Frumoase und den Buschetsch. Verhandl. Und Mitt. Nr. 6.
- Fronius, F. F., 1857-1858 – Flora von Schassburg ein Beitrag zur Flora von Siebenburgen. Schässburger Gymnasialprogramm.
- Fronius, F. F., 1873 – Zur Erinnerung an Dr. Johann Christian Gottlob Baumgarten. *Archiv für siebenburgische Landeskunde, Neue Folge* 11.
- Gremli, A., 1867 – Excursionsflora für die Schweiz. Ed. Christen, Aarau.
- Gremli, A., 1870 – Beiträge zur Flora der Schweiz. Ed. J. J. Christen, Aarau.
- Gremli, A., 1887 – Neue Beiträge zur Flora der Schweiz. Ed. Wirz-Christen, Aarau.
- Halacsy E., 1891 – Österreichische Brombeeren. Verh. Zool. Bot. Ges., Vienna.
- Hausmann, Fr. von, 1851 – Flora von Tirol. Ein Verzeichniss der in Tirol und Vorarlberg wild wachsenden und häsinger gebauten Gefasspflanzen. Mit berücksichtigung ihrer Verbreitung und örtlichen Verhältnisse verfasst und nach Koch's Synopsis der deutschen Flora geordnet. Ed. Wagner, Innsbruck.
- Host, N. T., 1827-1831 – Flora Austriaca. C. F. Beck., Vienna, 1827 Vol.1., 1831 Vol. 2.
- Kerner, A. J., 1863 – Das pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck.
- Kerner, A. J., 1875 – Vegetationsverhältnisse des mittlern und ostlichen Ungarn und Siebenbürgen. Innsbruck.
- Jacquin, N. J. von, Scheidl, F. A. von, Kaiwoda, L. J. J. M., 1773-1778 – Florae Austriacae, sive, Plantarum selectarum in Austriae archiducatu: sponte crescentium icones, ad vivum coloratae, et descriptionibus, ac synonymis illustratae/opera et sumtibus Nicolai Josephi Jacquin. 5 volumes. Ed. Leopoldi Joannis Kaiwoda, Vienna.
- Jacquin, N. J., 1781-1793 – Icones Plantarum Rariorum. 3 volumes, Vienna.
- Jacquin, N. J., 1797-1804 - Plantarum rariorum Horti Cesarei Schoenbrunnensis. 4 volumes.

- Publisher Viennae: Apud C.F. Wappler; Londini: Apud B. et J. White; Lugduni Batavorum: Apud S. Et J. Luchtmans.
- Jacquin, J. F., Fenzl E., Schreibers I., 1811-1844 – *Eclogae Plantarum Rariorum aut minus Cognitarum quas ad vivum descripsit et Iconibus coloratis illustravit*. A. Strauss, Vienna.
- Jacquin, J. F., Fenzl E., Schreibers I., 1813-1844 – *Eclogae Graminum Rariorum aut minus Cognitarum: quae ad vivum descripsit et Iconibus coloratis illustravit*. A. Strauss et Sommer, Vienna.
- Janka, V. von, 1858 – Zur flora austriaca. Aus den Verhandlungen der KK Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, **8**: 429-432.
- Janka, V. von, 1862 – Aus der Flora von Ungarn. *Österreichische botanische Zeitschrift* **12** (9): 280-284.
- Janka, V. von, 1869 – Kleine Reformen im Gebiet der Flora Siebenbürgens. *Österreichische botanische Zeitschrift* **19** (3): 74-76, ed. Springer.
- Juratzka, J., 1871 – Zur Moosflora der Obersteiermark. KK Ed Botanische Zoologisch-Gesellschaft, 814 pp.
- Meusel, H., Jäger, E., Weinert, E., 1965 - *Vergleichende Chorologie der Zentraleropäischen Flora*. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Nyarády E. J., Soó R., 1952-1976 – *Kolozsvár és környékének flórája*, I-IX. Cluj.
- Pax, F., 1920 – *Pflanzengeographie von Rumänien*. Halle.
- Prodan, I., 1928 – *Flora mică ilustrată a României*. Ed. Minerva, Cluj, 518 pp.
- Prodan, I., 1931 – *Flora Câmpiei Ardelene - Studiu floristic, ecologic și agricol*. Cartea Românească. Cluj.
- Porcius, F., 1868 – *Enumeratio plantarum phanerogamicarum districtus quondam Naszodensis*.
- Porcius, F., 1881 – *Diagnozele plantelor cryptogame vasculare, care provin spontaneu in Transilvania*.
- Porcius, F., 1893 – *Diagnozele plantelor fanerogame si cryptogame vasculare, care cresc spontaneu în Transilvania și nu sunt descrise în opul lui Koch Synopsis Florae Germanicae et Helveticae*.
- Sabransky, H., 1886 – *Beitrage zur brombeerenflora der kleinen Karpathen,...*
- Sabransky, H., 1886 – *Die brombeeren der Oststeiermark,...* 19 pp.
- Sagorski, E., Schneider, G., 1891 – *Flora der Centralkarpathen (mit spezieller Berücksichtigung der in der Hohen Tatra)*, 2 vol. Leipzig.
- Sagorski, E., 1893 – *Floristische Mittheilungen aus dem hercynischen und sudeto-carpathischen Gebiete. (Mittheilungen des Thüringischen botanischen Vereins, Neue Folge*, **5**: 49-57.
- Schur, J.F., 1886 – *Enumeratio Plantarum Transsilvaniae*. Guilielmus Braumüller, Vienna, 984 pp.
- Simonkai, L., 1887 – *Enumeratio Florae Transsilvanicae vasculosae Critica*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, XLIX, 678 pp.
- Thome, O. W., 1885 – *Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz in Wort und Bild für Schule und Haus*. Gera.
- Tuzson, J., 1904 – *A bükkfa korhadása és konzerválása*. Budapest.
- Tuzson, J., 1907 – *A növényvilág fejlődéstörténete (Sillabus)*. Szabad Egyetem, Budapest.
- Waldstein, Fr. von, Kitaibel, P., 1802-1812 – *Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae*, 3 vol.. Ed. M. A. Schmidt, Vienna.

Appendix 1

Botanical collectors identified from herbarium Schreiber - Part I.

Full Name	Abbreviation	Alternative names	Dates	Countries, Provinces, areas
Andorfer.	Andorfer.			Austria
	Beyer		1852-1932	Germania, Italia, Elvetia
	Bogenhufer			
	Braunstigel			
Braig Elise	Elise Braig	E. Braig	1803 - ?	Italia (Trieste)
Buek, Johannes Nicolaus	J.N. Buek	J.N. Buek -bis	1779-1856	Germania
Cramcs C.	C. Cramcs			Austria
Czagl. A.	A. Czagl			Austria
Dufschmid	Dufschmid			Austria
Equs a Pittoni, J.C.	J.C. Equs a Pittoni.	Josef Claudius Pittoni	1797-1878	Austria,
	Griecrank (?)			
Juratzka Jakob (Jacob)	J. Juratzka		1821-1878	Austria
Kablik Ettel Josephine	Josephine Kablik	J. Kablikova	1787-1863	Cehia (Boemia)
Krabler P.	P. Krabler		1856	N. Austria, Germania (Brandenburg, Pommern.)
Leithner, Joseph, Baron von	Leithner	Baron von Leithner	1809-?	Austria, Ungaria
Limberg	Limberg			
Gustav Mayr	Gustav Mayr	Gustav L. Mayr	1830-1908	Austria
	Miller			
J. v. Niessl.	J. v. Niessl	Niessl.		Austria
	Pausner			
	C. Petter			Austria
Rauscher Robert	Rauscher		1806-1890	N. Austria
Rayer Jacob.	J. Rayer			
Reichardt Heinrich Wilhelm	H.W. Reichardt	Heinricus Guilielmus Reichardt	1835-1885	Austria, Germania, Europa Centrala
Reiche J.	Reiche			Austria (Tirol & Vorarberg)
Rogenhofer Alois Friedrich	Rogenhofer		1831-1897	Austria
Schneller Wilhelm August	Schneller		1807-1886	Cehia, Bratislava
	Teithner			Austria
	Zelenka			Cehia (?)
	Vialbrunner			Austria
Winkler Moritz	M. Winkler		1812-1889	Germania, Ungaria, Elvetia
Wolff Julius	Wolff	Julius Wolff	1844-1921	Romania, (Transilvania - Cluj, Turda)



P. 1.

P. 1. - *Veronica spicata* L. – leg. Braunstigel (unmentioned location).

P. 2-3 - *Veronica latifolia* L. & *V. orchidea* Crantz.; - leg. Wolff (in Cluj).



P. 2.

P. 3.

Fig. 1 - The cover of the Schreiber Th. herbarium (Szárnövények készítette Schreiber Th. – 1866) and the first three pages of the herbarium.



Fig. 2 - Portrait of Jakob Juratzka (1821-1878) and three of the specimens collected by him.



Fig. 3 - Josephine Kablik (1787-1863), portrait and two of the specimens collected by her (together with one collected by Dr. Rauscher).



Fig. 4 - Four specimens in the herbarium, collected by Heinrich Wilhelm Reichardt (1835-1885).



Fig. 5 - Portrait of Gustav Mayr (1830-1908) and three of the specimens collected by him.



leg. W. A. Schneller (Bratislava)



leg. Elise Braig (Trieste)



leg. P. Krabler & leg. M. Winkler



leg. J. Rayer

Fig. 6 - Plant specimens collected Wilhelm August Schneller, Elise Braig, P. Krabler, M. Winkler, and J. Rayer.



leg. Andorfer



leg. Joseph Leithner



leg. J. v. Niessl.



leg. Miller

Fig. 7 - Plant specimens collected by Andorfer, Joseph Leithner, J. v. Niessl and Miller.



leg. J. C. Equis a Pittoni.



leg. Dr. Duftschmid.



leg. Rogenhofer



leg. J. N. Buek.

Fig. 8 - Plant specimens collected by J. C. Equis a Pittoni., J. B. Duftschmid, A. F. Rogenhofer, and J. N. Buek.



leg. A. Czagl.



leg. Czagl.



leg. Leithner & Czagl.



leg. C. Petter

Fig. 9 - Plant specimens collected by A. Czagl (3 specimens), Leithner and C. Petter.



Fig. 10 - The Mater Dolorosa Church of the the Premonstratensian Monastery and the National College „Mihai Eminescu”, the former High School no.4 in Oradea, from where the „Schreiber Th. Herbarium” was transferred.

<p style="text-align: center;">NYMPHAEA Folia naturae Bihariae</p>	<p style="text-align: center;">XL</p>	<p style="text-align: center;">65 - 76</p>	<p style="text-align: center;">Oradea, 2013</p>
---	--	---	--

Shell morphological studies on *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) populations from rock ledges (Romania: Apuseni and Poiana Ruscă Mountains)

Tamás Domokos

Rábay u. 11., H-5600 Békéscsaba, Hungary,
e-mail: tamasdomokos@freemail.hu

Abstract. I present morphometric results for some population of the *Granaria frumentum* from Munții Apuseni and Munții Poiana Ruscă . I set side by side July mean temperatures according to weather references and temperatures calculated with arithmetic and graphic morpho-thermometer method. I showed the difference at best is 0.6°C according to Sólymos & Sümegi method and 3.2°C if the Domokos & Fűköh method is applied. Moreover arithmetic mean of *Granaria frumentum* height and temperature calculated with morpho-thermometer method of Sólymos & Sümegi is increasing southward.

Keywords: shell variability, shell morphometry, macroclimate, microclimate, morpho-thermometer method

Introduction

The very first Hungarian work on shell morphometry and variability was published by M. Rotarides in 1927. He studied the relationship between shell parameters (H: height, W: width, H/W: elongation, see Fig. 1) and environmental factors (climate, habitat) using correlative statistical techniques. Subsequently Agócsy 1962, 1963 and Fűköh 1980 investigated the effect of climatic factors on the shell parameters and their distributions for molluscs species. With time quantitative atti-

tude in shell-morphometric studies became standard and the use of morphometric results in climate reconstruction soon followed (Domokos 1982, 1982-1983, 1987, 2001, 2002; Domokos & Fűkőh 1986; Sűmegi 1989, 1996; Sűlymos & Nagy 1997; Sűlymos & Domokos 1999; Sűlymos & Sűmegi 1999; Sűlymos et al. 2002; Bába & Domokos 2002).

Granaria frumentum is mostly a drought resistant species living in short grassland and rocky periphery, it is a very variable species (Soós 1943). Among others Gittenberger 1984, Bank 2007, Sűlymos et al. 2003 studied taxonomical problem of *Granaria frumentum frumentum*. In Romanian territory Grossu 1993 distinguished six *Granaria frumentum* forms: *curta*, *elongata*, *illyrica* (= *hungarica*), *cylindracea*, *minor*, *castanea*. Fehér et al. 2010 differentiated five morphotypes within the eastern part of the species range : *hungarica* (M. Kimakowicz 1890), *illyrica* (Rossmässler 1835), *atracta* (Pilsbry 1918), *subaii* (Fehér 2010) (Fig. 2). Fehér et al. (2010) mentions two subspecies from Romania: *Granaria frumentum frumentum* and *Granaria frumentum hungarica*, the latter with its cervical swelling absent-weak and weak palatal plicae. *Granaria frumentum* subspecies are not differentiated in this study because the sampled populations are likely to belong to the *frumentum* subspecies, and the two Romanian subspecies are likely to interbreed.

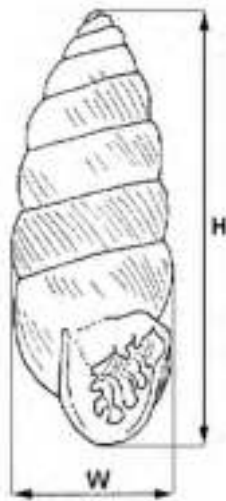


Fig. 1 – The measurement of shell parameters in *Granaria frumentum*. H: height, W: width.

In this paper I compare predicted temperature values by the different shell morpho-thermometer methods (Domokos & Fűkőh 1986; Sűlymos & Domokos 1999; Sűlymos & Sűmegi 1999; Sűlymos 2002) based on *Granaria frumentum* populations collected from rock ledges.

The shell morpho-thermometer is based on the relationship between the shell morphometry (mode or arithmetic means of height – Fig.3.) and macroclimate factors, such as temperature and humidity (Fig.3–5.). Two methods are, one graphic and one arithmetic, have been proposed by Domokos & Fűkőh 1986, Sólymos & Domokos 1999, Sólymos & Sűmegi 1999. Temperature can be calculated by the aid of diagrammatic read of from Fig. 3. or by equation of the regression line (Fig. 5.), which has the following equation: $PT1 = (AM - 2,1747) / 0,2824$ where PT1 is the temperature calculated with morpho-thermometer method, AM is arithmetic mean of height measurements. The correlations between modes of height and annual temperature (Sólymos & Domokos 1999) and July mean temperature was positive (Fig. 3., 5.). On the other hand the correlation between modes of height and relative humidity (Fig.4.) or annual amount of precipitation was negative (Sólymos & Domokos 1999).



Fig. 2 – Schematic distribution map of *Granaria frumentum* roughly indicating the ranges of subspecies, which are mentioned in Fehér et al. 2010 study (empty area→*frumentum*, very rarely dotted→doubtful, rarely dotted→*apennina*, grated→*illyrica*, frequently dotted→*hungarica*, vertically lined→*atracta*, horizontally lined→*subaii*).

Materials and methods

The author sampled populations from rock ledge in different dates from the following locations (Fig. 6): Torda, Cheile Turzii, south exposition (1982: Munții Gilăului- Muntele Mare); Hunedoara, front of Cetate Corvineștilor, south exposition (1982: Munții Poiana Ruscă); Vadu Crișului, Defileul Crișul Repede, west exposition (2004: Munții Padurea Craiului); Sighiștel Pass, northwest and southeast exposition (2010: Munții Bihor). Sample size of the *Granaria frumentum* populations in were 57, 28, 32; 40, 32, 62, respectively (Table 1 and 2).

I used full-grown and intact shells for the measurements of the height (H) and width (W) of shells in mm with 0.1 mm accuracy. Thereafter I drew height and width distribution curves of the different populations with 0.3 mm interclass intervals (Fig. 7–10) as well as made two tables with size distribution characteristics (N: number of cases, H: height, W: width, AM: arithmetic mean, Mo: mode, SD: standard deviation, Min: minimum, Max: maximum value, d: range, Tm: July mean temperatures, PT: temperatures calculated with morpho-thermometer method, ΔT : difference between Tm and PT).

July mean temperatures shown in Tables 1 and 2 are according to Csűrös 1973, Bleahu 1978, and Monografia Carstului Munții Pădurea Craiului, as well as Atlas Republica Socialistă România.

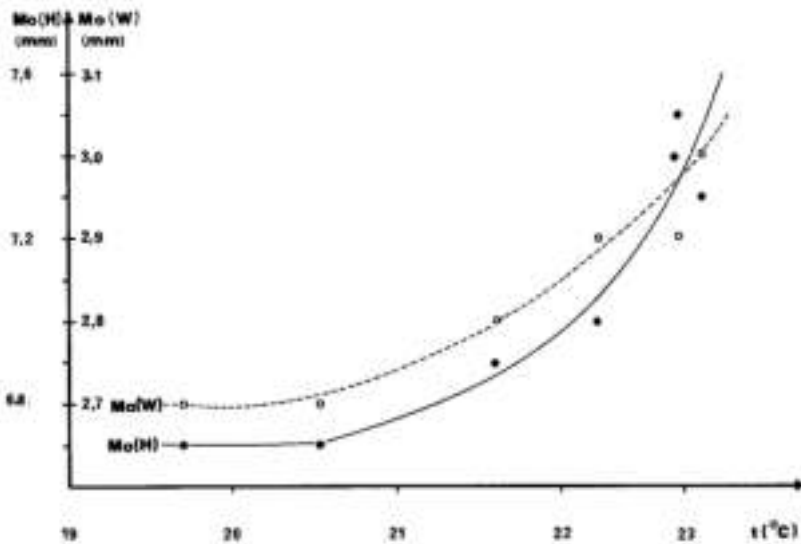


Fig. 3 – Relationship between height and width modes (MO) of *Granaria frumentum* and July mean temperature in Uppony Valley (Domokos & Fűkőh 1986).

Results and discussion

On the basis of size distribution curves (Fig. 7–8) and size distribution parameters it can be ascertained that the climatic factors varied in the Pass of Sighiștel. In NW1 biotope a mixture of *Granaria frumentum* sample was found with

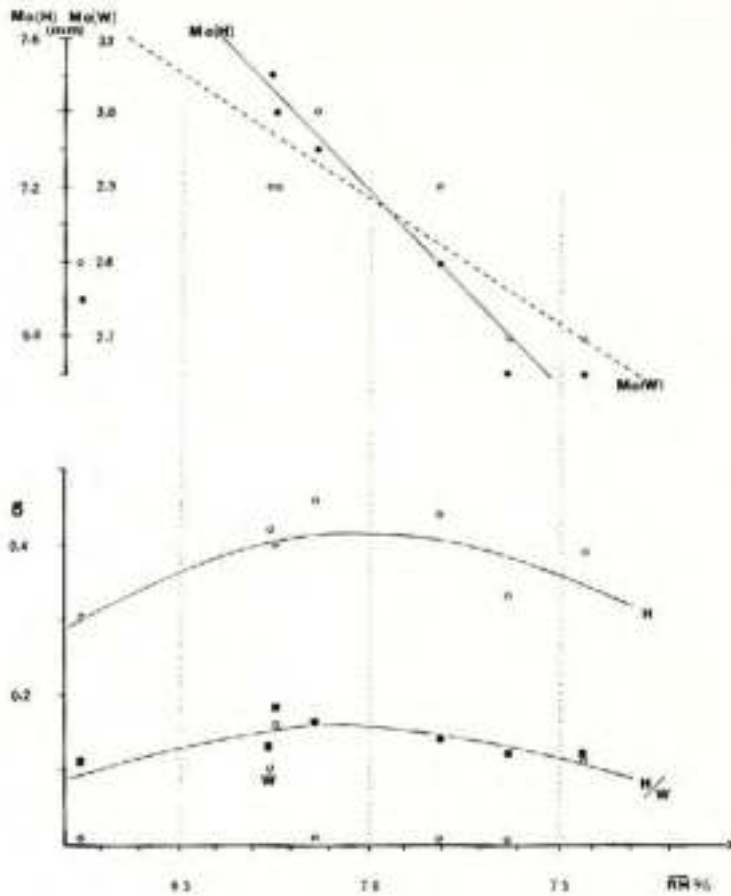


Fig. 4 – Relationship between modes (MO) of *Granaria frumentum* as well as standard deviation (σ) and relative humidity (RH) in Uppony Valley (Domokos & Fűköh 1986)

and M-shaped distribution. It is likely that some specimens were washed down from higher and warmer rock ledges and led to the M-shaped mixture distribution.

Due to the climate conditions, firstly exposition to sun and washing down height orders of arithmetic mean is following: NW1—8.0 mm (PT1: 20.6°C); SE—7.9

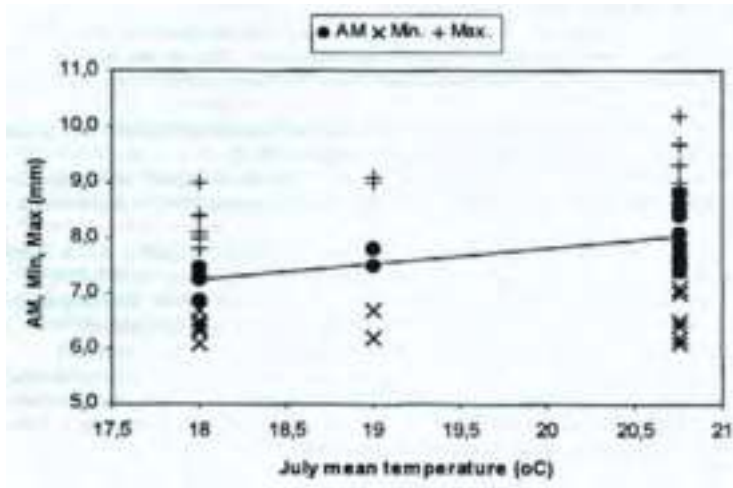


Fig. 5 – Connection between July mean temperature (°C) and means of height (AM), minimum (Min) and maximum (Max) of *Granaria frumentum* populations from three sampling areas: Kereszteskő, Oltárkő (Mid-Mountain Range, N Hungary), Szársomlyó (Villány Hills, S Hungary) (Sólymos & Sümegi 1999).



Fig. 6 – Hydrographic sketchmap of the sampling sites in Hungary (smaller empty circles) and Romania (larger empty circles).

mm (PT1: 20.3 °C); NW2—7.6 mm (PT1:19.2°C). Results indicate that predicted temperatures calculated from morpho-thermometer-method (Sólymos & Sümegi 1999) are more precise. The difference is approximately +2.0 °C (Table 1). Relative positions and modes of the frequencies distribution curves of width (W) shows similar order (Fig.8).

Temperature calculated with morpho-thermometer method (Domokos & Fűkőh 1884) was found to be less precise with a difference of +5.4°C between July mean temperature and morpho-thermometer method (Table 2.). This value is approximately double of the one gained by equation of the regression line (Sólymos & Sümegi 1999). Contrary to this, results from southeastern part of the Hungarian Lowlands showed opposite tendency with respect to precision of the predictions (Domokos & Sólymos 2013).

The following group of samples consists of three sites. Between these (Cheile Vadu Crişului, CheileTurzii, Hunedoara) the distances were relatively large.

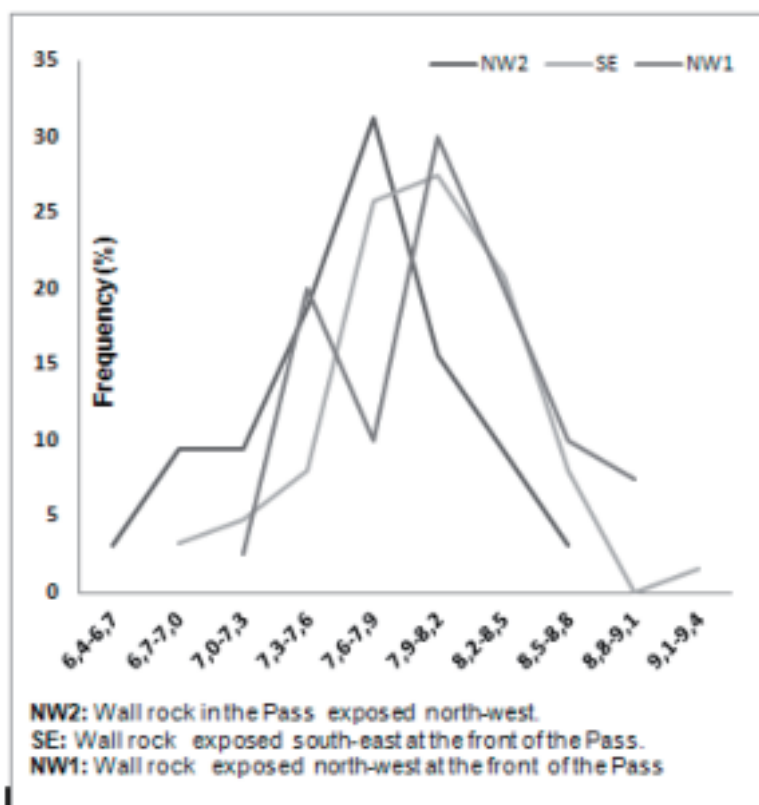


Fig. 7 – Frequency distribution curves of height in the Pass of Sighiştel (2010).

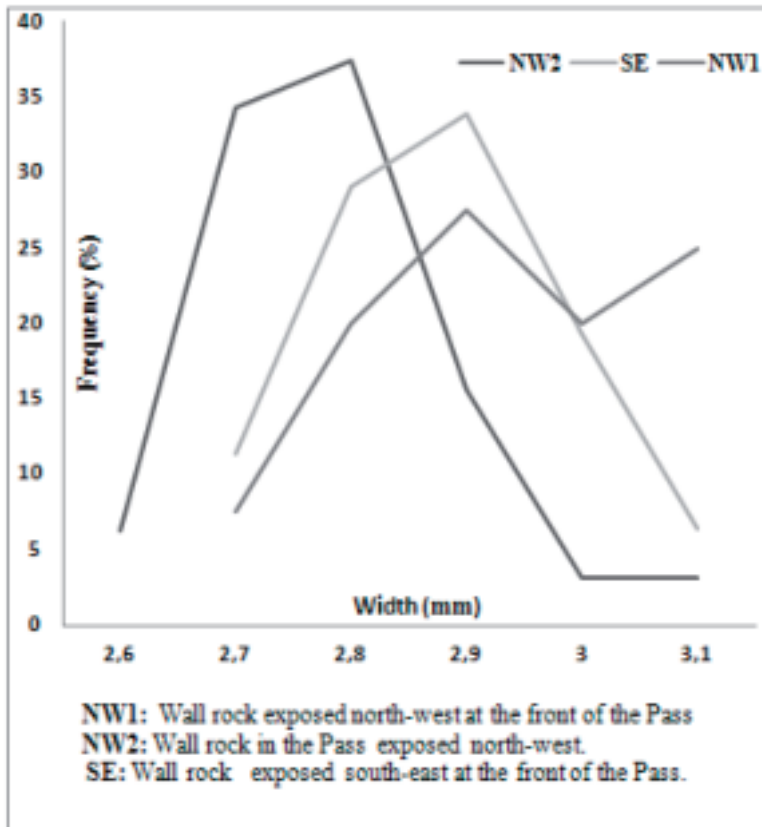


Fig. 8 – Frequency distribution curves of width in the Pass of Sighiștel (2010).

Cheile Turzii approximately 50 km, however Honedora approximately 125 km in a southerly direction (south component) from Vadu Crișului (Fig.5). According to expectations, the arithmetic mean of *Granaria frumentum* height (H) and PT1 was increasing southwards (6.9 mm –16.7°C → 7.1 mm –17.4°C → 7.8 mm –19.9°C). A significant difference (–2.3 °C) was found between July mean temperature and morpho-thermometer method (Sólymos & Sümegi 1999) in Cheile Vadu Crișului. It is likely that habitat specific microclimate greatly caused the deviation from the macroclimate based expectation. Difference between PT and PT1 values are significant in this group of samples too. The Tm and PT values in Cheile Turzii were especially different (18.0 °C and 22.3°C).

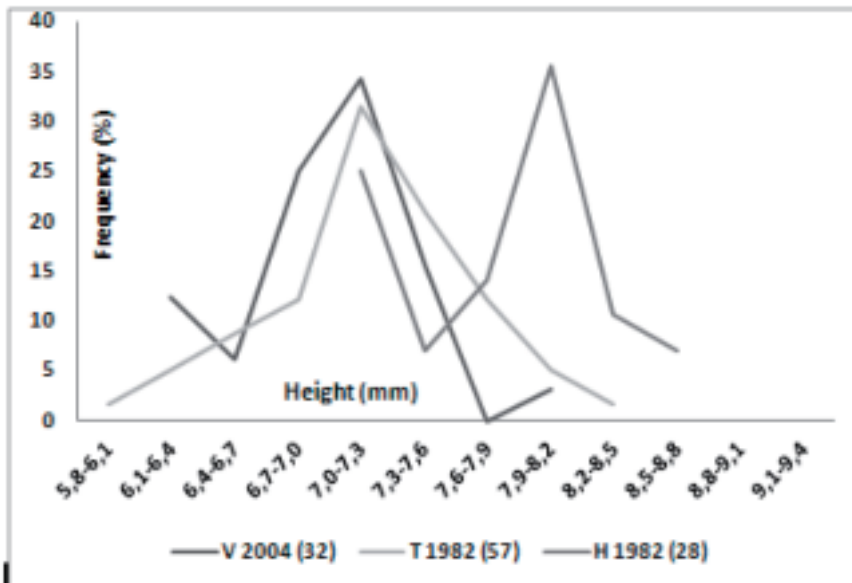


Fig. 9 – Frequency distribution curves of height [V= Vadu Crişului, T= Cheile Turzii, H= Hunedoara; (number of individuals)].

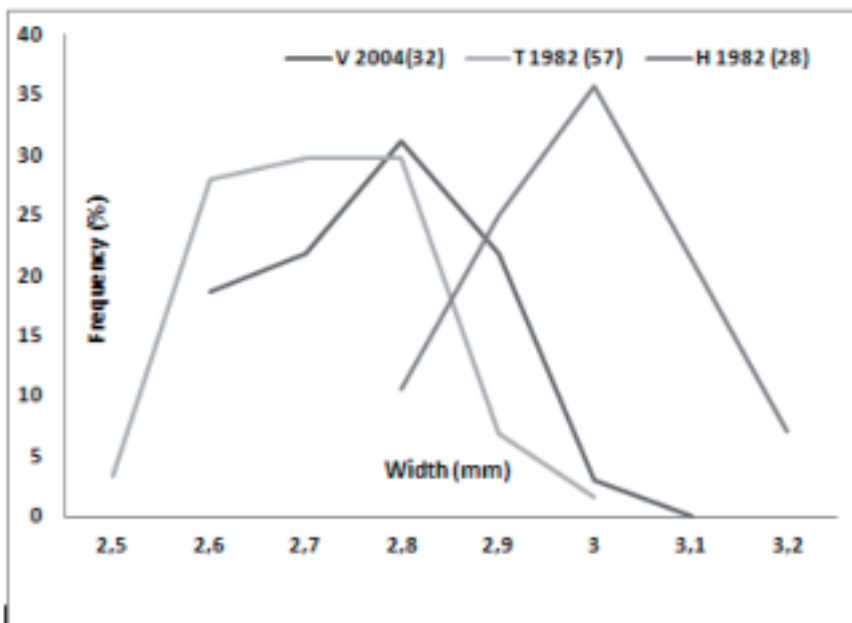


Fig. 10 – Frequency distribution curves of width [V= Def. Vadu Crişului, T= Cheile Turzii, H = Hunedoara; (number of individuals)].

Table 1. Size distribution parameters of H (height) of the measured *Granaria frumentum* populations. (N: number of cases, AM: arithmetic mean, MO: mode, SD: standard deviation, Min: minimum value, Max: maximum value, d: range of measuring, Tm: July mean temperatures according to references. PT1: temperatures calculated with morpho-thermometer method (Sólymos & Sümegi 1999), ΔT : difference between Tm and PT1).

Sampling sites	Exposure	N	AM	MO	SD	Min	Max	d	Tm (°C)	PT1 (°C)	ΔT (°C)
Sighiștel	1. NW1	40	8.0	8.0	0.48	7.1	8.8	1.7	18.0	20.6	2.6
	2. NW2	32	7.6	7.8	0.48	6.6	8.7	2.1		19.2	1.2
	3. SE	62	7.9	—	0.45	6.9	9.1	2.2		20.3	2.3
Vadu Crișului	W	32	6.9	7.1	0.42	6.1	7.9	1.8	19.0	16.7	2.3
Cheile Turzii	S	57	7.1	7.1	0.48	6.0	8.0	2.0	18.0	17.4	0.6
Hunedoara	S	28	7.8	—	0.48	7.0	8.7	1.7	20.6	19.9	0.7

Table 2. Size distribution parameters of height (H) of the measured *Granaria frumentum* populations. (PT: temperatures calculated with morpho-thermometer method (Domokos & Fűköh 1986), further parameters are explained in Table 1).

Sampling sites	Exposure	N	AM	MO	SD	Min	Max	d	Tm (°C)	PT (°C)	ΔT (°C)
Sighiștel	1. NW1	40	8.0	8.0	0.48	7.1	8.8	1.7	18.0	—	—
	2. NW2	32	7.6	7.8	0.48	6.6	8.7	2.1		23.4	5.4
	3. SE	62	7.9	—	0.45	6.9	9.1	2.2		—	—
Vadu Crișului	W	32	6.9	7.1	0.42	6.1	7.9	1.8	19.0	22.3	3.2
Cheile Turzii	S	57	7.1	7.1	0.48	6.0	8.0	2.0	18.0	22.3	4.3
Hunedoara	S	28	7.8	—	0.48	7.0	8.7	1.7	20.6	—	—

Acknowledgements

I would like to thank P. Sólymos and M. Venczel for their helpful comments and information.

References

- Agócsy, P. (1962): A study of the climatic factors influencing the distribution of Mollusc species Hungary. — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* **54**: 473–481.
- Agócsy, P. (1963): The examination of some edible snail (*Helix pomatia*) populations (mollusca). — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, **55**: 513–520.
- Bába, K. & Domokos, T. (2002): Seasonal malacological investigations on the willow forest fauna (Csigáserdő) on the active flood plain of the Fekete-Körös River near Dénesmajor. — *NEV Malakologischen Gessellschaft* **10**: 31–42.
- Bank, R. (2007): Fauna Europaea: Mollusca, Gastropoda. Fauna Europaea version 1.3 — [http:// www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) (April 2008)
- Bleahu, M. (1978): Munții Codru Moma. București.
- Csűrös, I. (1973): Az erdélyi-Mezőség élővilágáról. Kriterion, București.
- Domokos, T. (1982): Morphometrical study of the chronocline of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Gastropoda: Chondrinae). — *Miscellanea Zoologica Hungarica* **1**: 45–51.
- Domokos, T. (1982–83): Shell morphometry of *Chondrula tridens* (O.F. Müller) from the surroundings of Békéscsaba (Gastropoda, Enidae). — *Soosiana* **10–11**: 125–134.
- Domokos, T. (1987): The influence of climate on the form of *Helicigona banatica* snail shells at a site of occurrence in the Alföld. — *Alföldi Tanulmányok* **11**: 45–60. [in Hungarian with English and Russian abstract]
- Domokos, T. (2001): Data on the shell morphology of the *Chilostoma banatica* (E.A. Rossmässler, 1838) and its climate dependence in the Sitka Forest (Békés County, Gyulavári)(Mollusca, Gastropoda. — *Soosiana* **29**:11–26.
- Domokos, T. (2002): The changes of the existence of *Cochlodina laminata* closed by climate based upon observation in Békéscsaba, Békés County. — *Malakológiai Tájékoztató*, **20**: 35–46. [in Hungarian with English abstract].
- Domokos, T. & Fűköh, L. (1986): Relationship between microclimate and the shell morphometry of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Gastropoda, Chondrinidae) — Proceedings of the 8 th International Malacological Congress, Budapest, 69–74.
- Domokos, T. & Sólymos, P. (2013): The influence of climate on the form of *Granaria frumentum* (Draparnaudi, 1801) in the southeastern part of the Hungarian Lowlands (Gastropoda: Chondrinidae). Manuscript, 11 p. [in Hungarian with English abstract].
- Fehér, Z., Deli, T. & P. Sólymos (2010): Revision of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Mollusca, Gastropoda, Chondrinidae) subspecies occurring in the eastern part of the species range. — *Journal of Conchology* **40**(2): 201–217.

- Fűköh, L. (1980): Adatok az Upponyi-szoros csigafaunájához. Beiträg zur Molluskenfauna der Schlucht von Uppony. — *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* **6**: 137–145. [in Hungarian with German abstract].
- Gittenberger, E. (1984): Vicariantists and dispersalists among the Chondrinidae (Gastropoda, Pulmonata). In: Solem, A. & van Bruggen A. C. (eds) World-wide Snails: Biogeographical studies on non-marine Mollusca, 55-59. Brill Archive, Leiden.
- Grossu, A. (1993): The catalogue of the Molluscs from Romania — *Trav. Mus. Hist. nat. „Grigore Antipa”*, **33**: 291–366.
- Rotaridesz, M. (1927): A variabilitásról és tanulmányozásának módszereiről. — *Állattani Közlemények* **24**: 143-163.
- Sólymos, P. & Domokos, T. (1999): A possible connection between macroclimate and shell morphometry of *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (Gastropoda:Chondrinidae). — *Malakológiai Tájékoztató* **17**: 75-82.
- Sólymos, P., Fehér, Z. & Eröss, Z. (2003): Geographic variation of the land snail *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) in Central and Southeast Europe.— *Bulletin of the Malacological Society of London* **40**: 13.
- Sólymos, P. & Nagy, A. (1997): The recent mollusc fauna of the Szársomlyó (S Hungary): spatial pattern and microclimate. *Malakológiai Tájékoztató* **16**: 35–42.
- Sólymos, P. & Sümegi, P. (1999): The shell morpho-thermometer method and its application in palaeoclimatic reconstruction. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis, Sectio Geologica* **32**: 137–148.
- Sólymos, P., Sümegi, P. & Domokos, T. (2002): The shell morpho-thermometer method and its uses in palaeoecology. — *Földtani Közöny*, **132** (különszám): 257–263. [in Hungarian with English abstract]
- Soós, L. (1943): A Kárpát-medence Mollusca-faunája. — Akadémia Kiadó, Budapest, 1-478.
- Sümegi, P. (1989): A Hajdúság felső pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (Őslénytani, szedimentológiai, geokémiai) vizsgálatok alapján. — Unpublished doctoral thesis, KLTE, Debrecen, 1-75. [in Hungarian]
- Sümegi, P. (1996): Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti rekonstrukciója és rétegtani értékelése. — Unpublished PhD thesis, KLTE, Debrecen, 1-120. [in Hungarian]
- Welter-Schultes, F. (2012): European non-marine molluscs, a guid for species identification. Planet Poster Editions, Göttingen.
- ***Atlas Republica Socialistă România. Editura Academiei Republicii Socialiste România. Bucureți. 1979.
- ***Monografia Carstului Munții Pădurea Craiului. Cluj-Napoca, 2002.
- ***<http://www.profundegeogra.eu/harti-romania.2013>.

NYMPHAEA Folia naturae Bihariae	XL	77 - 82	Oradea, 2013
---	-----------	----------------	---------------------

The possible first record of *Rhynocoris punctiventris* (Herrich-Schäffer 1846) (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae) in Romania

Adrian Gagi

Țării Crișurilor Museum, Bd. Dacia 1-3, RO-410464 Oradea, Romania
adriangagiurdslink.ro

Abstract. Imagos and nymphs of the eastern Mediterranean Reduviid *Rhynocoris punctiventris* (Herrich-Schäffer 1846), apparently established, were observed and collected for the first time in Romania in June 2013 in two protected areas in the country's northwest.

Introduction

Rhynocoris (Rhynocoris) punctiventris (Herrich-Schäffer 1846) (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae) is one of the ten species of *Rhynocoris* in Europe. It is an eastern Mediterranean species and its previously known range includes the Balkan and Crimea Peninsulas, Russia, Cyprus, Syria, and Turkey, up to central Asia (Özsarak & Kiyak 2001, Yildirim et al. 2010). In Romania three *Rhynocoris* species are known, namely *R. annulatus* (Linnaeus 1758), the west-palaeartic *R. iracundus* (Poda 1761), and *R. niger* (Herrich-Schäffer 1842). There are no available records for the occurrence of *R. punctiventris* in Romania.

The other European species of the genus are *R. bipustulatus* (Fieber 1861) (in Greece), *R. cuspidatus* Ribaut 1921 (in France, Spain and Portugal), *R.*

erythropus (Linnaeus 1767) (in France, Spain, Portugal, Switzerland, Germany, Italy, and Croatia), *R. ibericus* Kolenati 1857 (in Greece), *R. lineaticornis* (Reuter 1895) (in Spain), and *R. rubricus* (Germar 1814) (in France, Switzerland, Italy, Austria, the Czech Republic, Slovakia, Slovenia, Croatia, Serbia, and Albania) (Aukema 2012).

The aim of the present paper was to document the possible first occurrence of *R. punctiventris* in Romania.

Material and methods

On June 5, 2013, while monitoring the fauna in the Pârâul Pețea natural reserve in Băile 1 Mai, northwestern Romania, dozens of imagos and nymphs of *R. punctiventris* were observed and photographed on *Urtica* and various shrubs on the stream shore, close to groups of Aphididae. A week later, on June 12, 2013, during the monitoring in the Natura 2000 site ROSCI0008 Betfia, 5 km southeast from the first reserve, four *R. punctiventris* imagos (two males and two females) were captured on grass at the foot of Șomleu Hill, then they were prepared and included in the museum's collection. The specimens were identified using the publications of Dioli (1990) and Putshkov (2002).

Results and discussion

Two forms of imagos were observed, both having red corium and white-and-black connexival spots. The blacker, mature and more abundant form has black dorsal side of head, black scutellum with whitish tip, red pronotum with lighter, almost whitish posterior lobes, red anterior part of pronotum with black border and median stripe, black membrane, and red femurs and tibiae (first two femurs with 1-2 black dots or small spots). The redder form (probably newly moulted individuals) is almost all red, except the white and black connexival spots, whitish membrane, black antennae and knees, brownish red scutellum, dorsal side of head and two dots on the anterior lobe of pronotum.

R. punctiventris differs from *R. iracundus* by its connexivum with black spots surrounded with a whitish halo and the lack of black stripes on the abdomen (Yildirim et al. 2010), it is distinguished from *R. iracundus* and *R. rubricus* by its lack of consistent femoral black stripes, and it lacks the whitish longitudinal stripe on the scutellum which is characteristic for *R. erythropus* (Dioli 1990). *R. punctiventris* is also characterized by the whitish posterior border of pronotum, and by its reddish underside of the head, coxae, trochanters and considerable

parts of pectus and abdomen. The length with wings is usually 15.0—18.0 (males) and 17.0—20.0 (females) mm. (Putshkov 2002). The total lengths of the collected specimens are 9.5, 10 (males) and 11, 10.5 mm. (females), indicating suboptimal developmental conditions. *R. punctiventris* var. *dimidiatus* Dispons 1964 was described from Israel on morphological grounds (yellow anterior lobe with the exception of antennal tubercles, a small oval black mark on the clypeus) (Putshkov & Pluot-Sigwalt 2008). The observed imagos do not match the description of that variety, having almost entirely black heads, with red rostrums.



Fig. 1 - A newly moulted *Rhynocoris punctiventris* imago in the Pârâul Pețea natural reserve (photo O. Pascu).

The observed nymphs were fifth instars, since they have developed alary tubercles, but no sclerified plates on tergites are apparent, to allow a possible analogy with the description of *R. albopilosus* nymphs, although those plates were characteristic to each species (Kwadjo et al. 2012, Villiers 1948). The presence of many nymphs indicates reproduction of the species in the reserve.

Although the whitish posterior margin of the pronotum is a diagnostic character for *R. punctiventris*, its discontinuity (being present only on the posterior lobes of the pronotum) and the reddish underside of abdomen (a less reliable character) might make the identification of specimens doubtful, taking into account

the high intraspecific variability of *R. iracundus* and *R. punctiventris* (Putshkov, pers. comm.). Thus, further investigation is needed in the field to confirm the presence of the species.

As for historical data on the distribution of *R. punctiventris*, in the A. L. Montandon collection of Palearctic Heteroptera preserved in the „Grigore Antipa” National Museum of Natural History in Bucharest there are only five specimens, collected from Syria, „Amasia (Asie Mineure)”, Tokat (northern central Turkey), Istanbul, and „Sarepta (Asie Mineure)” (Sarafand, Lebanon) (Sienkiewicz 1964). More recently, *R. punctiventris* was collected in northwestern and central Greece (Günther 1990), and it is a frequent and widely distributed species in all regions of Turkey (Dursun 2011, Özşaraç & Kiyak 2001, Şerban 2010). In Iran it occurs in the northeast, center and southwest (provinces Razavi Khorasan, Esfahan and Fars) (Ghahari et al. 2012, Rahimi et al. 2010). Its occurrence in Ukraine seems restricted to the Crimea peninsula (see also the Hemiptera collection of the Siberian Zoological Museum in Novosibirsk, Russia, curators G. S. Zolotareno and S. E. Tshenyshev).

Little is known on the biology of the species, while many aspects may be inferred by analogy with other *Rhynocoris* species, which are generalist predators. In Turkey, *R. punctiventris* occurs often on the ground, under low vegetation, on grasses, trees or shrubs, similar to the two present occurrences, and it preys on various insects (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera) (Yildirim et al. 2010). Regarding a comparison with a hypothetical „phitophilia” (plant preference) of Reduviids (Bérenger 2005), on the account of the few data on the biology of *R. punctiventris* available by now it may be inferred that it stayed associated primarily and mainly with its preys. Furthermore, while usually the inflorescences of *Verbascum*, *Asphodelus*, *Dittrichia*, and others are used by *Rhynocoris* species as hunting grounds to prey on the insects visiting the flowers, a curious behavior of phytophagy was reported in Spain for *R. erythropus*, which pierced the closed flowers of *Verbascum* sp. searching for nectar in a way similar to other Harpactorinae (*Zelus*, *Repipta*, *Ricolla*) in tropical countries (Baena 2011), although that behavior may be an occasional way to get water during hot and dry summers.

Further studies on the biology of *R. punctiventris* are needed to assess whether such a behavior occurred in this species, too, or about its overwintering strategy, voltinism, possible impact on local insects, and other aspects (*R. erythropus* overwinters as nymphs in Spain) (Baena 2011). Its establishment in the Pârâu Pețea natural reserve and in its surroundings seems likely, while it is still unclear if these occurrences represented a northward range expansion of an oriental-mediterranean species due to climate warming or just a case of incomplete distribution data in central and eastern Europe.

Acknowledgements

The author wishes to thank the Reduviidae specialist Paride Dioli (Museo Civico di Storia Naturale Morbegno, Italy) for confirming the identification of specimens, to Pavel Putshkov (Schmalhausen Institute of Zoology, Kyiv, Ukraine) for his critical comments, and to Ovidiu Pascu for taking the photographs.

References

- Aukema, B. 2012. – Fauna europaea: Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae. Fauna Europaea version 2.5, <http://www.faunaeur.org>.
- Baena, M. 2011. - Unusual feeding habits in four Iberian Heteroptera (Hemiptera). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* **48**: 399–401.
- Bérenger, J.-M. 2005. - Les Reduviidae phytophiles (Insecta, Hemiptera, Heteroptera). Particularités biologiques, morphologiques, anatomiques. De la zoophagie à la phytophagie? Unpublished thesis.
- Dioli, P., 1990. - *Rhynocoris iracundus* (Poda, 1761) e *Rhynocoris rubricus* (Germar, 1816). (Insecta, Heteroptera, Reduviidae). *Il Naturalista Valtellinese - Atti del Museo civico di Storia Naturale di Morbegno* **1**: 55-60.
- Dursun, A., 2011. - A study on the Nabidae and Reduviidae (Hemiptera: Heteroptera) of the Kelkit Valley and Amasya, Turkey. *Acta entomologica serbica*, **16(1/2)**: 35-43.
- Ghahari, H., Chérot, F., Moulet, P., Carpintero, D. L., Linnavuori, R. E., Sakenin, H., Ostovan, H. 2012. - Heteroptera (Insecta) fauna of Iranian cotton fields and surrounding grasslands. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* **64** (1): 3-13.
- Günther, H. 1990. - Contribution to the Heteroptera fauna of the Balkan peninsula. *Scopolia Supplement* 1: 39-52.
- Kwadjo, K. E., Doumbia, M., Haubruge, E. 2012. - Description et distinction des larves et des exuvies de *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Heteroptera: Reduviidae). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* **65**: 15-23.
- Özsaraç, Ö., Kiyak, S. 2001. - A Study on the Heteroptera Fauna of Bozçaada (Çanakkale Province). *Turkish Journal of Zoology* **25**: 313-322.
- Putshkov, P. V. 2002. - *Rhynocoris persicus* (Heteroptera, Reduviidae): three species or one?. *Vestnik zoologii*, **36(5)**: 27-34.
- Putshkov, P. V., Pluot-Sigwalt, D. 2008. — Les hétéroptères (Insecta, Hemiptera) décrits par Paul Dispons. Inventaire commenté des spécimens types conservés au Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. *Zoosystema* **30** (1): 149-201.
- Rahimi, M., Awal M. M., Mehneh, A. H. 2010. – Introduction to assassin bugs (Het.: Reduviidae) in Mashhad region (Khorasan Razavi province) and their distribution. *Munis Entomology and Zoology Journal* **5**, Supplement: 945-948.
- Şerban, C. 2010. - Faunistic data on some true bugs species (Insecta: Heteroptera) from west Turkey (Results of the “Taurus” - 2005 and „Focida” - 2006 expeditions). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa”* **53**: 171-180.
- Yildirim, E., Moulet, P., Külekçi, G., Bulak, Y. 2010. - Contribution to the knowledge of Reduviidae (Hemiptera) fauna of Turkey. *Linzer biologische Beiträge* **42/1**: 825-831.

- Sienkiewicz, I. 1964. – The catalogue of the „A. L. Montandon collection” of Palaearctic Heteroptera preserved in the „Grigore Antipa” Museum of Natural History, Bucharest. „Gr. Antipa” Museum of Natural History, 148 pp.
- Villiers, A. 1948. - Faune de l'empire française IX: Hémiptères Reduviidae de l'Afrique noire. Office de la Recherche Scientifique Coloniale, Paris, 488 pp.

NYMPHAEA Folia naturae Bihariae	XL	83 - 107	Oradea, 2013
---	-----------	-----------------	---------------------

Sinteza particularităților hidrogeologice ale acviferului termal de la Băile Felix – 1 Mai

Gábor Paál

H-7627 Pécs, Meszes-dűlő 7/a, e-mail: paal.gabor@upcmail.hu

Rezumat. Acviferul , manifestat sub forma izvoarelor termale și exploatat prin mai multe foraje, reprezintă un sistem fisural de mică extindere, delimitat și ecranat hidrolic de falii, fara continuarea acviferului. Interpretarea complexă a datelor, analiza condițiilor hidrogeologice, geotermice, hidrodinamice și chimice-izotopice au condus la elaborarea ipotezei potrivit căreia acviferul de la Băile Felix-1 Mai reprezintă aria naturală de descărcare a sistemului convectiv hidrotermal dezvoltat în rocile triasice din subsolul municipiului Oradea. Măsurătorile hidrodinamice speciale executate în ambele zone au confirmat valabilitatea ipotezei, dovedind cu date concrete unitatea hidrolică a celor două acvifere. Legătura dintre ele se realizează prin zonele de minimă rezistență hidrolică, oferite de intersecția mai multor aliniamente tectonice majore, create în cursul evoluției Depresiunii Panonice. Izvoarele termale sublacustre ale rezervației Pârâul Peșea reprezintă punctele naturale de descărcare ale acestui sistem. Fiind situate în zonele de aflorare și pozițiile cele mai elevate ale rețelei de fisuri, izvoarele funcționează ca piezometre naturale, reacționând instantaneu la extrageri din punctele mai coborâte ale sistemului prin scăderea debitului descărcat. Întrucât cantitatea afluzului ascendent din profunzime este constantă, depășirea îndelungată a debitului exploatabil, pe lângă secarea izvoarelor sublacustre ale rezervației, va deregla funcționarea întregului acvifer, periclitanđ însăși funcționalitatea stațiunilor. Deoarece alimentarea acviferului de la Băi este condiționată de parametrii acviferului adânc de la Oradea, atât intensificarea exploatării, cât și reinjectarea apelor răcite trebuie efectuată cu atenție deosebită acordată menținerii temperaturilor și presiunilor de zăcământ, care mențin fluxul ascendent al realimentării.

Cuvinte cheie: acvifer geotermal, convecție hidrotermală, test hidrodinamic, Pârâul Peșea

Introducere

Supraviețuirea speciilor de plante și animale relict și endemice din rezervația naturală Pârâul Peșea este periclitată tot mai mult de conturbările repetate ale funcționării izvoarelor sublacustre care alimentează cu apă termală rezervația. Publicitatea și mediatizarea intensă a problemei au scos la iveală faptul că părțile interesate în gospodărirea, administrarea și în utilizarea resurselor de ape termale din zonă nu cunosc rezultatele multiplelor cercetări executate în deceniile, chiar și în secolele trecute, privind particularitățile funcționării acviferelor termale.

Prezenta lucrare a fost întocmită cu scopul sintetizării acestor date și cunoștințe, în vederea fundamentării sistemului unitar de gospodărire, care să asigure menținerea în condiții optime atât a rezervației naturale, cât și a utilizărilor aferente apelor termale din zonă.

1. Fundamentarea teoretică

Dintre multiplele proprietăți speciale ale apei, sunt trei care au rol hotărâtor în formarea și funcționarea sistemelor hidrogeotermale: densitatea, vâscozitatea și termo-elasticitatea. Apele subterane ajunse la adâncimi mari se încălzesc sub efectul căldurii Pământului, ceea ce are ca efect schimbarea radicală a celor trei proprietăți. Greutatea specifică și vâscozitatea apei la 100 °C sunt substanțial mai mici decât la 0 °C. Sub efectul temperaturii apa se dilată, ceea ce înseamnă că într-un spațiu subteran poros sau fisurat crește presiunea internă a apei. Dacă stratul sau corpul de rocă este suficient de gros și destul de permeabil, aceste modificări fac ca în corpul de apă să înceapă mișcări ascensionale, declanșând „convecția termică”. În stare naturală, diferențele gradientului de presiune, create de schimbările proprietăților fizice, forțează apele ușurate spre suprafață, vâscozitatea scăzută facilitând filtrarea chiar și prin spațiile intergranulare, sau fisurile cele mai mici. Inerția termică a apei contribuie la menținerea temperaturii ridicate în cursul ascensiunii, dar pe trasee mai lungi are loc o reducere treptată, cauzând scufundarea lentă a maselor răcite. Se formează astfel celule convective, în care are loc o mișcare de rotație a apei, guvernată de regimul termic. Convecția este prezentă în toate formațiunile poroase sau fisurate suficient de groase, dar manifestarea lor la suprafață are loc în condiții tectonice speciale, prin faliile care intersectează formațiunea acviferă. În lipsa acestor condiții, multe sisteme convective rămân ascunse, detectarea lor necesitând metode sofisticate de cercetare.

Permeabilitatea crescută a zonelor faliante joacă un rol hotărâtor în menținerea circulației convective și în funcționarea acestor sisteme. Existența rețelelor

de fisuri în zonele faliate determină variația largă a permeabilității, de la ordinul centimetrilor la peste sute de metri. Cercetarea directă a curgerii și filtrației apei prin aceste rețele este deosebit de dificilă, dar studierea diverselor proprietăți ale izvoarelor termale de la capătul faliilor permit deducții asupra particularităților acestui fenomen (Rowland et al., 2008).

Convecția hidrotermală face posibil ca apele supraîncălzite la adâncimi mari, greu accesibile prin foraje, să ajungă la adâncimi relativ mici, permițând exploatarea cantităților mai mari de energie geotermală, în condiții mult mai economice. Marea majoritate a resurselor geotermale cunoscute și exploatare în lume sunt sisteme convective active, în care fluidele circulă descendent dinspre zona de realimentare și se încălzesc, fapt în urma căruia urcă spre zonele de descărcare (izvoare termale, fumarole, emanații de vapori etc.) (Sorey, 1982).

Exploatarea prin foraje a unui sistem hidrotermal convectiv determină scăderea treptată a presiunii de zăcământ, implicit a gradientilor de presiune, cauzând scăderea debitului și temperaturii descărcărilor naturale de la suprafață. Intensitatea exploatării, proprietățile hidraulice ale rocilor colectoare, adâncimea intervalelor puse în exploatare și poziția sondelor de reinjectare sunt factorii cei mai importanți în determinarea amplitudinii acestor scăderi. Se poate afirma că, după un timp, convecția naturală în acviferul geotermal va fi menținută datorită nu descărcărilor de la suprafață, ci extragerilor prin forajele de exploatare. Astfel, sistemul convectiv natural devine convectiv artificial, fără manifestări la suprafață.

Literatura de specialitate este bogată în documente care tratează problema convecției apelor subterane, existând un larg consens în privința rolului acestui fenomen în hidraulica subterană.

2. Sumarul condițiilor geologice și hidrogeologice

Cele două stațiuni s-au constituit în jurul unor izvoare naturale de ape termale. La sfârșitul sec. XIX, lângă aceste izvoare s-a executat câte un foraj, dintre care cel de la Felix a oferit cel mai mare debit artezian la nivel european: 19.000 m³/zi. Forajul de la Băile Episcopiei (1 Mai), în schimb, a funcționat doar prin pompare, din cauza condițiilor hidrogeologice speciale, care atunci nu erau cunoscute încă. Această diferență a determinat și evoluția deosebită a stațiunilor, Băile Felix dezvoltându-se mult mai intens. La început, cercetarea zonei a fost axată mai mult pe studierea compoziției chimice, a efectelor terapeutice, precum și a faunei și florei termofile din apele pârâului Peștea. Tendințele dezvoltării accentuate a celor două stațiuni au impus abia în anii 70 efectuarea cercetărilor geologice-hidrogeologice și geofizice complexe pentru majorarea debitelor utilizabile.

Spațiul limitat al acestui articol nu permite prezentarea detaliată a geologiei și hidrogeologiei zonei (cei dornici de aflarea amănunțelor sunt invitați să consulte vasta bibliografie prezentată), motiv pentru care prezentăm doar acele detalii care sunt determinante în funcționarea sistemului:

- acviferele termale cunoscute în zonă sunt cantonate în formațiuni aparținând autohtonului de Bihor din Munții Apuseni, alcătuite din roci de vârstă cristalino-mezozoică, cele din urmă fiind preponderent formațiuni carbonatate (calcare, dolomite);
- sedimentarea mezozoică a fost întreruptă de mai multe perioade lungi de exondare: după triasic, jurasic, cretacicul inferior și superior. Cauzele acestor întreruperi erau mișcările tectonice ale diverselor faze orogenice, care au afectat întreaga arie alpino-carpatică;
- exondările au avut ca efect erodarea parțială și uneori totală a depozitelor, sub influența eroziunii de suprafață. Seriile rocilor carbonatice tipice autohtonului de Bihor au suferit intense fenomene de carstificare în timpul exondărilor;
- formarea și evoluția Depresiunii Panonice a fost evenimentul structural major care a dezmembrat unitatea geosinclinalului alpin, determinând scufundarea sedimentelor depuse în ciclul permian-cretacic la adâncimi mari, care în zona Câmpiei de Vest a țării depășesc uneori valoarea de 3000 m. Dezmembrarea în blocuri și scufundarea acestora în trepte succesive au avut loc în lungul faliilor, care sunt elemente determinante și în funcționarea acviferelor;
- din punct de vedere tectonic, zona Băilor se află la conexiunea mai multor unități tectonice majore, aparținând Munților Apuseni și Depresiunii Panonice. Această poziție specială a luat naștere în timpul următoarelor evenimente structurale majore:
 - individualizarea bazinului Panonic și scufundarea lui rapidă, odată cu ridicarea Apusenilor, în timpul fazelor austrice și laramice ale orogenezei alpine;
 - separarea bazinelor Borodului și Beiușului în lungul unor aliniamente tectonice majore, începând cu mișcările laramice;
 - continuarea subsidenței diferențiate a celor trei bazine în tot timpul neogenului.
- accidentul tectonic major care delimitează dinspre vest zona Băilor (denumită falia Velența) reprezintă totodată una dintre faliile marginale ale Depresiunii Panonice. La vest de această zonă majoră de ruptură (care este formată probabil din câteva aliniamente paralele), sedimentele mezozoice se află decalate cu peste 1000 m adâncime, cu scufundare treptată spre vest, înspre zonele mai adânci ale structurii bazinului (Paál, 1975);

- limita nordică a blocului suspendat al Băilor o formează sistemul faliiilor din marginea sudică a Depresiunii Borodului, care este un golf intramontan al Depresiunii Panonice, conturat în senonian;
- aflându-se în zona de contact a acestor mari unități structurale, zona Băilor poartă amprenta multiplelor mișcări tectonice. În cursul explorărilor hidrogeologice, teritoriile din jurul Băilor au fost investigate prin numeroase foraje, care spre nord, vest și sud nu au interceptat continuarea acviferului termal și nici măcar rocile colectoare calcaroase, de vârstă cretacică. Spre est, calcarul este prezent în Dealul Șomleu, care este ultima apariție vestică a acestei formațiuni extinse în Pădurea Craiului, dar fără rețeaua fisurală plină de apă termală. Astfel, s-a conturat un teritoriu foarte restrâns de bloc calcaros, fragmentat în mici compartimente delimitate de falii și acoperite doar de o pătură subțire de sedimente mai tinere. Schița structurală este redată în fig. 1, iar profilele geologice caracteristice în fig.2;
- prospecțiunile electrometrice au evidențiat poziția și extinderea acestor falii, iar cele termometrice au precizat forma anomaliilor geotermice, conturând distinct porțiunile fracturilor circulate de ape termale;
- cercetarea printr-un foraj adânc a subasementului zonei Băilor (forajul 4768, care s-a executat în cadrul investigațiilor pentru precizarea realimentării acviferului de la Băi) a indicat prezența rocilor triasice, identice cu cele de la Oradea, dar cu debite neînsemnate (2 l/s) de apă termală;
- acviferul termal de la Băi este cantonat în rețeaua de fisuri din partea superioară a calcarelor cretacic inferioare. Distribuția spațială a fisurației este neregulată, dar destul de uniformă pe teritoriul Băilor. În cea mai mare parte a teritoriului, paleorelieful calcaros este acoperit de marnocalcare senoniene, care formează ecranul superior impermeabil al acviferului, având rol important în hidraulica sistemului;
- în stiva groasă a calcarelor barremiene, pe lângă acest acvifer superior, denumit complexul I, s-au descoperit și alte sisteme fisurale, la adâncimi mai mari, care conțin ape cu debite și temperaturi tot mai reduse. Această inversiune termică este caracteristică alimentării ascendente, fluxul cald urcând până la interceptarea acoperișului impermeabil, în drumul spre punctele de descărcare. Rețelele inferioare, neavând contact cu suprafața, nu sunt circulate atât de intens, cantonând ape mai reci (forajul 4012 și Izbuc);
- sistemul fisural saturat cu apă termală are o poziție ușor înclinată dinspre nord spre sud. Practic, aflorează pe teritoriul Băilor 1 Mai, unde este acoperit doar de o pătură foarte subțire de depozite cuaternare care în lungul văilor este subțiată de eroziunea cursurilor de ape superficiale. Spre sud, în direcția Bă-

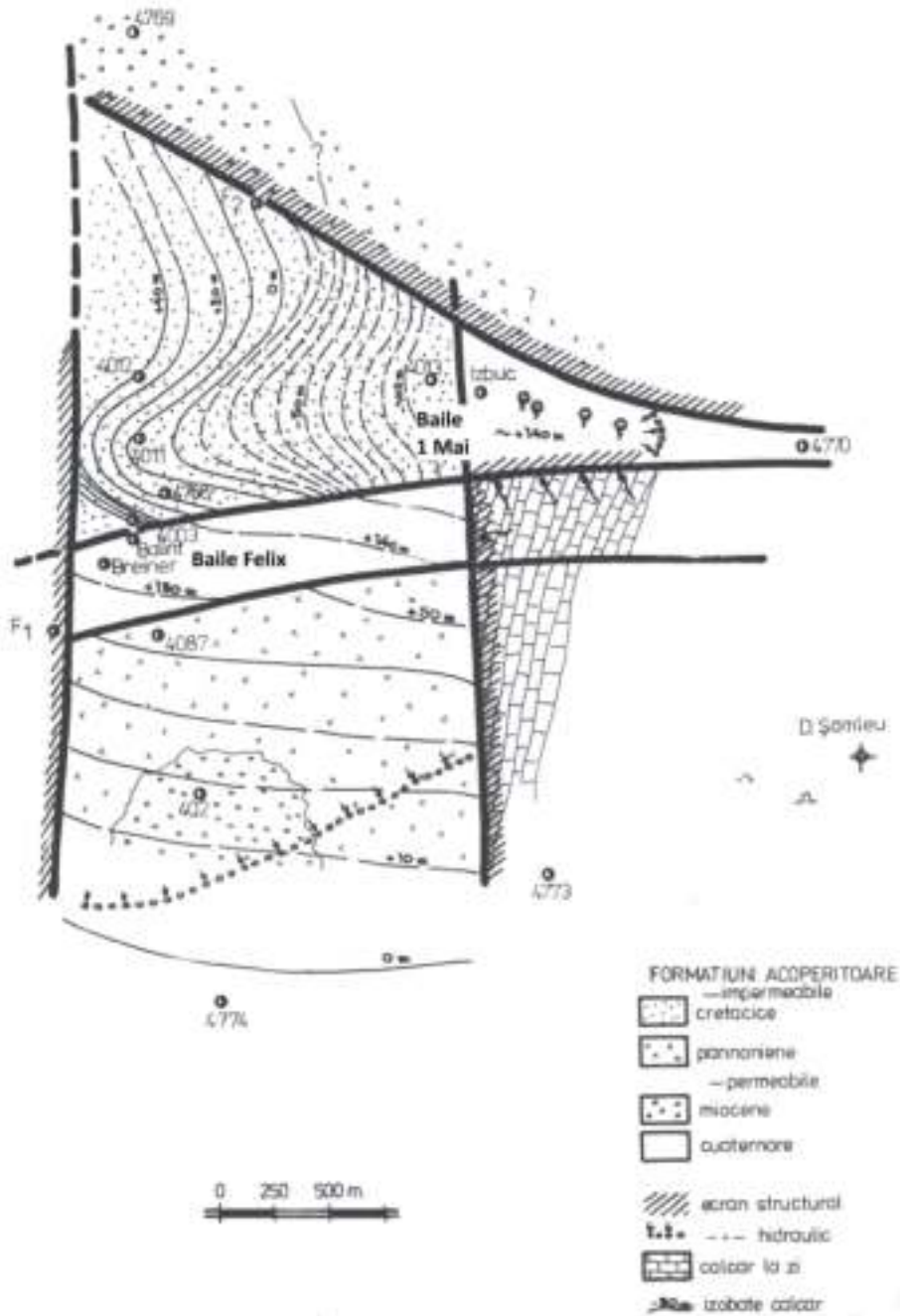


Fig.1 - Harta lito-structurală a complexului I.

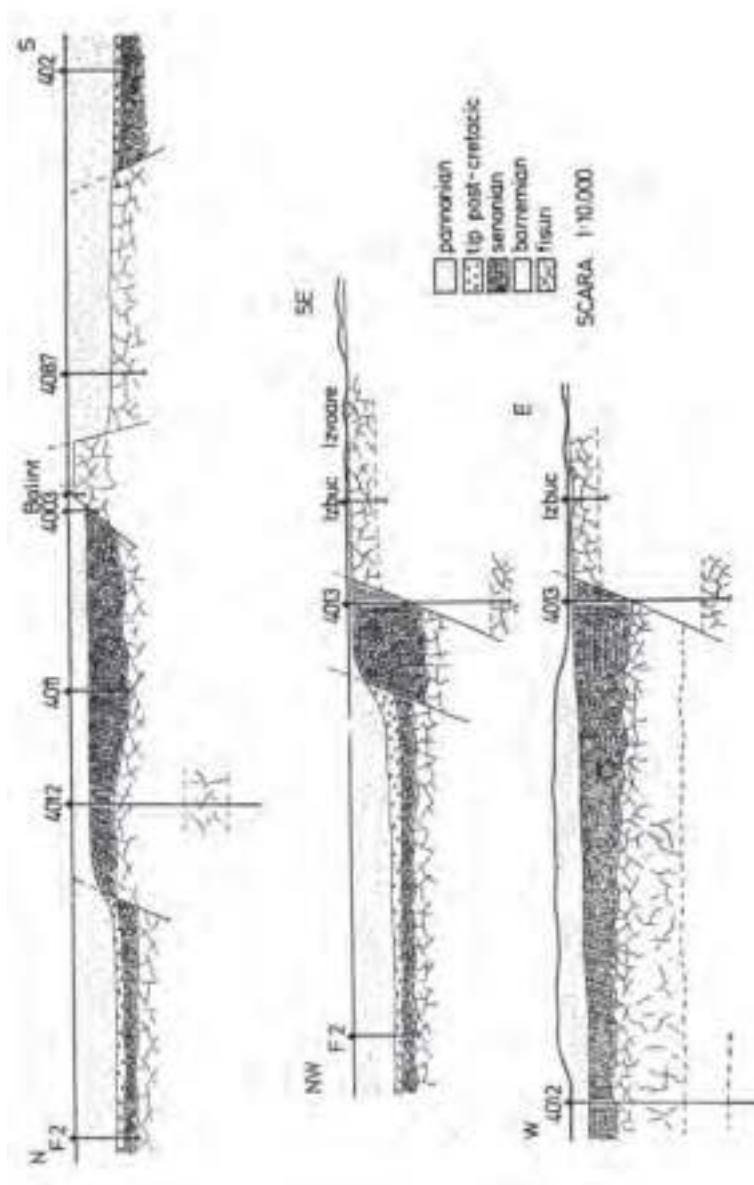


Fig.2 - Secțiuni geologice

- ilor Felix, sistemul fisural se afundă sub stiva rocilor impermeabile de vârstă senoniană, acviferul trecând de la un regim cu nivel liber la unul sub presiune;
- în majoritatea forajelor din zona Băilor, interceptarea acviferului a decurs practic după același scenariu: la (sau imediat după) atingerea calcarelor interceptarea unei fisuri, din care s-au produs erupții masive și greu controlabile de apă termală, cu debite foarte mari. Primul foraj din Băile Felix a erupt în ziua de 4 decembrie 1885, cu 220 l/s după atingerea unui gol carstic, coloana de apă țâșnind la 8 m înălțime. Forajul F2 de la Rontău a atins succesiv mai multe fisuri extinse și goluri din care au erupt ape cu debite și temperaturi diferite. În final, sapa s-a antrenat pe o fisură (sau cavernă) în care a avansat liber pe zeci de metri. Coloana de prăjini s-a extras cu mari dificultăți, constatându-se că prăjinile s-au curbat și întortocheat, mulându-se după pereții fisurii sau cavernei;
 - cu ocazia erupțiilor, de fiecare dată s-a constatat reacția aproape instantanee a izvoarelor naturale sau chiar secarea lor, revenirea acestora având loc mult mai lent, după oprirea erupțiilor;
 - în subsolul teritoriului situat între Băi și granița de stat, adică în fundamentul Câmpiei de Vest, structura formațiunilor autohtonului este la fel de compartimentată prin activitatea faliiilor. Aria subsidentă Oradea – Butan, care a funcționat în tot cursul mezozoicului ca o zonă puternică de acumulare și sedimentare, este dezmembrată de aliniamente tectonice active cel puțin din eocretacic (nu avem indicații suficiente despre tectonica mai veche) în mai multe compartimente structurale. Cel mai vestic, groapa Giriș-Sântandrei, a fost intens antrenată în scufundările senoniene, apoi mio-pliocene, fundamentul mezozoic ajungând astfel la adâncimi extreme și devenind izolat din punct de vedere hidrogeologic. Orizonturile acvifere testate în această zonă conțin ape hipertermale (uneori peste 100 °C) fosile, cu mineralizație extrem de ridicată, depășind 20 g/l, ceea ce denotă caracterul izolat și lipsa circulației active (Cohut & Paál, 1985);
 - la est de această zonă scufundată s-a delimitat zona Oradea, care face trecerea spre unitățile mai elevate din est (depresiunea Borod) și sud-est (zona Felix-1 Mai). Triasicul cu precădere dolomitic al zonei cantonează acviferul hipertermal exploatat prin forajele din oraș. Temperatura apelor este în concordanță cu gradientul geotermic ridicat caracteristic Depresiunii Panonice. Mineralizația scăzută (1 – 2 g/l) și faciesul hidrochimic sunt tipice sistemelor deschise, cu realimentare și circulație activă;
 - compoziția chimică, spectrul elementelor minore și radioactive prezintă tipuri, caractere și concentrații similare pentru apele ambelor acvifere, cu diferențe normale datorate poziției rocii colectoare și traseului urmat (Mot & Paál, 1979). Este de remarcat faptul că din 1861 – data primei analize chimice – nu au survenit

- modificări esențiale în tipul și caracterul chimismului apelor din cele două stațiuni;
- determinările de tritium din anii 1969-71 au indicat participarea apelor recent infiltrate la debitele totale de realimentare în raport de cca. 1/8 (Țenu, 1975). Repetarea ulterioară a acestor determinări a indicat scăderea treptată și însemnată a conținutului, de la valorile inițiale de 16 TU la valori sub 0,7 în anul 2005, ceea ce este o indicație clară a diminuării aportului de ape tinere în această zonă (Țenu & Diaconu, 2010).

3. Hidrodinamica acviferului termal

Literatura de specialitate conține o serie de date, detalii și amănunte care oferă indicații asupra regimului hidraulic al sistemului acvifer, făcând posibilă precizarea căilor și modalităților de realimentare. În afară de aceste indicații indirecte, există studii, documente și rapoarte care descriu testele și măsurătorile directe asupra funcționării și regimului celor două acvifere, executate în anii trecuți și a căror valabilitate nu a fost pusă sub semnul întrebării, nici infirmată de teste mai recente.

3.1. Indicații și argumente indirecte

- a) Studiul geotermic detaliat executat (Veliciu, 1986) a conturat în zona Băilor câte o anomalie de 15-20 °C la adâncimea de 40 m, datorată fluxului ascendent de apă caldă la adâncime mică. Forma anomaliilor indică legătura strânsă a alimentării cu ape calde a rețelei de fisuri cu faliile marginale ale zonei, ele fiind situate în lungul faliilor din valea pârâului Peșea și a pârâului Hidișel în Băile Felix.
- b) Cercetarea hidrochimică și izotopică complexă și îndelungată a indicat atât unitatea celor două acvifere, cât și faptul că ele fac parte din circuitul hidrologic activ, fiind sisteme deschise, realimentate din precipitații, care după un parcurs subteran ajung din nou la suprafață (Tenu, 1975; Tenu, 1981; Tenu & Diaconu, 2010). Concentrația în izotopi stabili a pus în evidență existența unei singure componente de realimentare pentru ambele acvifere.
- c) Chimismul și radioactivitatea apelor termale din zona Oradea și zona Băilor prezintă o evidentă înrudire, în timp ce conținutul în gaze nobile (He) indică o circulație pe fracturi adânci. Lipsa tritiului din apele de la Oradea exclude prezența infiltrațiilor mai tinere de 50 de ani.
- d) Unitatea sistemului a fost dovedită și de reacția unitară a celor două acvifere, înregistrată după seismul major vrâncean din 4 martie 1977, care s-a manifestat prin creșterea mineralizației totale și creșterea raportului ionic HCO_3/SO_4 (Tenu & Diaconu, 2010.)

- e) Tendința de întinerire a apelor, stabilită pe baza vârstelor de ^{14}C (de la 18.400 ani în 1969, la 12.150 ani în 1987) este explicată prin dezechilibrarea regimului natural de realimentare, din cauza exploatării intensive. Fenomenul a cauzat activizarea dinamicii subterane, reducerea timpului de rezidență a apei, scăderea conținutului izotopului ^{13}C indicând scurtarea timpului de contact necesar echilibrării normale dintre apă și rocă (Tenu & Diaconu, 2010).
- f) În compoziția apei exploatare din sonda Balint (cea mai veche din zonă) s-a observat pe perioada ultimilor 90 de ani o creștere continuă a conținutului de HCO_3 (de la 190 la 410 mg/l). În aceeași perioadă, în apa sondei Izbuc din stațiunea 1 Mai, conținutul a rămas constant (350 mg/l), creșterea putând fi consecința unei exploatare prea intense (Tenu, 1981).
- g) Compoziția chimică urmărită pe surse oferă indicații asupra circulației apelor pe canale și căi separate. De exemplu, apele din sondele Balint și 4003, situate doar la 20 m distanță, se deosebesc în valoarea constantă a raportului HCO_3/SO_4 , care este 1,2 la Balint și 2 la 4003.
- h) Măsurătorile de temperatură efectuate din 1863 au indicat creșterea generală a temperaturii apei tuturor izvoarelor naturale, ca efect al marelui cutremur din 1834.
- i) Asemănător chimismului, și temperatura apei din diverse sonde, chiar foarte apropiate, este diferită. Referindu-ne la același exemplu: sonda Balint deversează apă de 49°C , în timp ce apa din 4003 are 46°C . Izvorul natural Balint, de la capătul superior al faliei, are temperatura de 46°C . Se pare că atât cele două sonde, cât și izvorul natural, captează câte o fisură din zona de zdrobire a unei falii, dar în această zonă probabil există căi și canale separate, a căror apă se formează prin amestecarea maselor ascendente pe planul principal de ruptură.
- j) Determinarea temperaturilor de zăcământ pe baza geotermometrelor chimice indică temperatura inițială (de echilibru din adâncime) de 85°C a apelor din acviferul stațiunilor, ceea ce corespunde temperaturilor acviferului triasic.
- k) Apa celor două acvifere provine dintr-o sursă comună de realimentare, din precipitațiile infiltrate în zonele de afloriment din Munții Apuseni. Faciesul hidrochimic inițial, caracteristic părții nordice a zonei Oradea, indică traseul inițial comun, după care are loc separarea direcțiilor de curgere, una devenind ascensională. Acest facies inițial (foarte puțin modificat în urma reechilibrărilor pe traseul ascensional) caracterizează compoziția apelor din acviferul de la Felix.

3.2. Indicații directe

- a.) Seismul puternic declanșat în 15 octombrie 1834, cu epicentrul în zona văii Ierului, a determinat formarea unui nou izvor termal, la cca. 60 m de Ochiul Mare (Mayer, 1861).

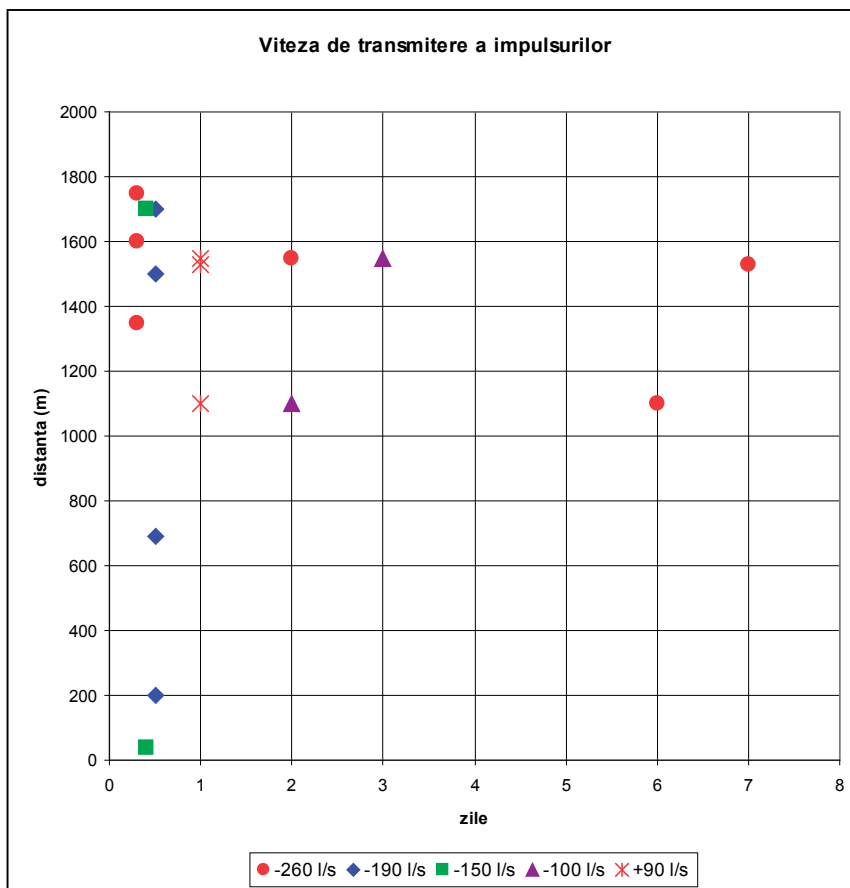


Fig.3 – Viteza de transmitere a efectelor erupțiilor în cadrul acviferului.

- b.) În anul 1842, cu ocazia unor amenajări asupra acestui nou izvor, s-a produs o erupție vehementă de apă termală, acompaniată de scăderea substanțială a debitului din Ochiul Mare, aflat la 60 m distanță. Autorul subliniază că izvorul principal și-a revenit foarte lent, dar niciodată n-a mai atins puterea inițială.
- c.) În monografia scrisă în 1861, medicul Băilor Episcopiei menționează existența mai multor băi și bazine părăsite, rămase fără apă, în amonte de Ochiul Mare.
- d.) Băile construite deasupra mai multor izvoare termale („baia de nămol”, „baia domnilor”, „baia Ștefan”, „baia Elisabeta”, „baia turcească” etc.) la vest de Ochiul Mare au dispărut, singura sursă naturală rămasă în funcțiune fiind izvorul Frederich.
- e.) Executarea forajelor din zona Băilor a avut loc de fiecare dată cu erupții puternice de apă, resimțite imediat de izvoarele sublacustre ale rezervației. Aceste

erupții s-au produs după atingerea calcarului și pătrunderea sapei în fisuri, fracturi, goluri și canale subterane, uneori de dimensiuni și adâncimi mari. Viteza de transmitere a efectelor erupțiilor în cadrul acviferului este prezentată în graficul din fig.3. Pe baza interpretării efectelor (Paál, 1976), s-a putut stabili că erupții de 50 l/s se resimt imediat la izvoare, dar nu au efect în părțile mai adânci ale acviferului, nici după 3 zile. Erupții în jur de 100 l/s. opresc funcționarea izvoarelor naturale și produc scăderea debitului tuturor sondelor, cu excepția forajului 4003, restabilirea debitelor începând după cel mult o zi (vezi valoarea de +90 l/s). Erupții mai mari de 150 l/s. produc dereglarea întregului acvifer, secarea instantanee a izvoarelor, scăderea accentuată a debitelor forajelor intervenind după cel mult o zi. Compensarea efectelor erupției, adică revenirea debitelor, variază între 4 – 8 zile, ceea ce poate indica existența căilor de alimentare separate ale forajelor, situate chiar și la distanțe foarte mici (de exemplu 4003 și Balint).

f.) Debitul unui foraj nu depinde de grosimea intervalului deschis, interceptarea unei singure fisuri putând drena întregul debit al acviferului, oferit de denivelarea posibilă în locul respectiv. Astfel forajul F2 Rontău, situat la cota cea mai de jos dintre toate sondele din zonă, a produs erupțiile cele mai puternice (50, 100, 170 și 260 l/s). Exploatarea acestui foraj a contribuit substanțial la tulburarea echilibrului sensibil dintre rata alimentării și a extragerii.

3.3. Teste, măsurători de interferență.

3.3.1. Testul de la Felix – 1Mai

În anul 1979 a fost proiectat și executat testul răspunsurilor impulsionale, cu scopul precizării debitelor exploatabile din acviferul utilizat în cele două stațiuni, care să asigure totodată menținerea stării naturale a izvoarelor sublacustre din rezervația naturală (Paál, 1979). Testul s-a efectuat, după închiderea totală a sondelor, prin punerea treptată în producție a surselor artificiale. După fiecare majorare a debitului extras, ceea ce era echivalent cu un impuls aplicat asupra regimului hidraulic, s-a urmărit răspunsul la impuls: schimbările nivelurilor în sursele încă închise și scăderea debitelor în sursele puse deja în producție, precum și variația debitelor izvoarelor.

Concluziile celor șase faze cu o durată totală de 70 de zile au permis stabilirea fluxului realimentării, a curbei generale de indicație (debit – denivelare), precum și a debitelor optime repartizate pe surse. S-a putut constata comportarea hidraulică unitară a complexului acvifer superior, care se realimenta cu un debit de 300–350 l/s.

3.3.2. Testul de la Oradea

După începerea exploatării intensive în scopuri energetice a acviferului

termal de la Oradea, în octombrie 1982 a fost observat primul semnal negativ din Băile Felix – 1 Mai, manifestat prin scăderea debitului natural al surselor termale (izvoare și sonde). Tendințele extinderii utilizării energiei geotermale în orașul Oradea au impus proiectarea și executarea unui test de interferență, în vederea stabilirii parametrilor principali ai acviferului. Întrucât scăderea presiunii surselor din cele două Băi, urmărită prin măsurători sistematice, s-a menținut și în anii următori, era de așteptat ca testul de la Oradea să ofere indicații și asupra legăturilor hidraulice dintre cele două zone aferente.

Primul și deocamdată singurul test hidrodynamic al acviferului triasic s-a efectuat în anul 1984 (Cohut & Paál, 1985; Plaviță, 1985; Plaviță & Cohut, 1990). La data de 27 august, toate sondele termale din Oradea au fost închise timp de 28 de zile, concomitent cu monitorizarea variației parametrilor urmăriți, în special a presiunii. După perioada de închidere a fost pusă în producție sonda 4796, cu poziție centrală, măsurându-se în continuare variația presiunii în sondele închise. Cu o periodicitate de 6-7 zile, s-a trecut la deschiderea succesivă a tuturor sondelor, ajungându-se în final la un debit total de 150 l/s.

La 45 de zile după închiderea sondelor din Oradea, debitul artezian al sondelor din cele două stațiuni a crescut cu 35,4 l/s, iar Izvorul Frederich de la Băile 1 Mai, care secase în octombrie 1983, a început din nou să debiteze. Trebuie subliniat că acest efect pozitiv asupra debitelor a avut loc într-o perioadă în care în cele două Băi au fost extrase cele mai mari cantități de apă termală înregistrate vreodată: media lunară a fost de 198 l/s în iulie și august, respectiv 195 l/s în septembrie. Redeschiderea în octombrie a sondelor din Oradea a determinat secarea imediată a izvorului Frederich și scăderea debitului total al sondelor din perimetrul Felix – 1 Mai de la 211 la 203 l/s. Astfel, ipoteza de lucru formulată pe baza interpretării datelor geologice și hidrogeologice complexe (Paál, 1975) și fundamentată prin măsurători de interferență executate în stațiuni a fost dovedită prin măsurători concrete.

3.4. Analogii

Judecând după datele literaturii de specialitate și după cele menționate în introducere, sistemele convective hidro-geotermale reprezintă mai degrabă o regulă și nu o excepție în formarea izvoarelor termale. Unitatea hidrolică a acviferelor termale superficiale, cu izvoare naturale, și a acviferelor adânci, cantonate în formațiuni de vârste diferite și care sunt despărțite și spațial, situate la intervale de adâncime mult decalate, nu este o raritate nici în aria intracarpatică, nici în alte părți ale lumii. De exemplu, evaluarea resurselor geotermale de joasă și medie temperatură din SUA a indicat că, din totalul de peste 1.300 de sisteme identifica-

te, peste 95 % sunt sisteme hidrotermale convective, în care mișcarea ascendentă transportă căldura în acvifere mai superficiale sau se descarcă la suprafață sub forma izvoarelor (Culver, 1995). În Serbia au fost deosebite 8 sisteme convective numai în zona de contact a Depresiunii Panonice cu Munții Dinarici, care drenează apele acviferelor adânci în sisteme superficiale, deseori cu izvoare termale (Dokič et al., 2005). De jur împrejurul Bazinului Intracarpatic se cunosc multe asemenea sisteme termale, cu arii extinse de alimentare în zonele marginale muntoase, rezervoare primare în formațiunile afundate în subasamentul depresiunii, de unde – prin convecție termică – apele ajung din nou la suprafață.

Pentru ilustrare, prezentăm scurta descriere a unui sistem aproape identic, situat pe marginea opusă a Depresiunii Panonice, la numai 200 km de Băile Felix – 1 Mai. Pe malul vestic al Dunării, în capitala Ungariei se cunosc peste 120 de izvoare termale naturale, dispuse în lungul unei zone faliate, care desparte Munții Transdanubieni de aria scufundată a Depresiunii Panonice, care în zona capitalei prezintă un extins golf cu direcție nordică. În lungul „liniei termelor” sau „faliei izvoarelor termale”, triasicul - în principal dolomitic - de la suprafață se afundă în câteva trepte până la adâncimi în jur de 2.000 m. Atât la suprafață, cât și în subteran, triasicul este acoperit de roci calcaroase eocene, ceea ce denotă o îndelungată exondare jurasică-cretacică, în timpul căreia au avut loc erodări și carstificări intense. Infiltrațiile extinse zone muntoase situate la vest - sud-vest de capitală urmăresc trasee subterane condiționate de tectonica accentuată, organizându-se în trei sisteme diferențiate pe verticală care ajung la suprafață în trei zone alăturate, înșirate în lungul „liniei termale”. Apele sistemului adânc ajung în stivele dolomitice din fundamentul câmpiei, la 1.500 – 2.500 m adâncime, și cu regim geotermic ridicat.

Transformările proprietăților fizice creează gradientii necesari convecției, afluxul ascendent în planul rupturilor ajungând la suprafață în partea sudică a liniei termelor. Întrucât Dunărea urmărește în această zonă aliniamentul faliei, ea formează o bază de eroziune puternică și drenează o mare cantitate de ape fierbinți, prin izvoarele de pe fundul albiei. O cantitate mai mică apare la poalele muntelui de pe malul vestic al fluviului, în peste 120 de izvoare cu temperaturi până la 65 °C. Faciesul hidrochimic este identic cu cel al apelor de la Oradea – Felix, fiind sulfatate-bicarbonatate, calco-magneziene, cu mineralizație între 1,2 – 1,7 g/l. Vârsta absolută, stabilită pe baza conținutului în ^{14}C , variază între 5.000 – 16.000 de ani (Goldscheider et al., 2010).

S-a presupus încă din sec. al XVIII-lea că sursa acestor ape nu poate fi căutată decât în subsolul câmpiei de la poalele munților, adică sub oraș, la est de Dunăre. După primul foraj, săpat în 1867 pe insula Margareta, au fost săpate

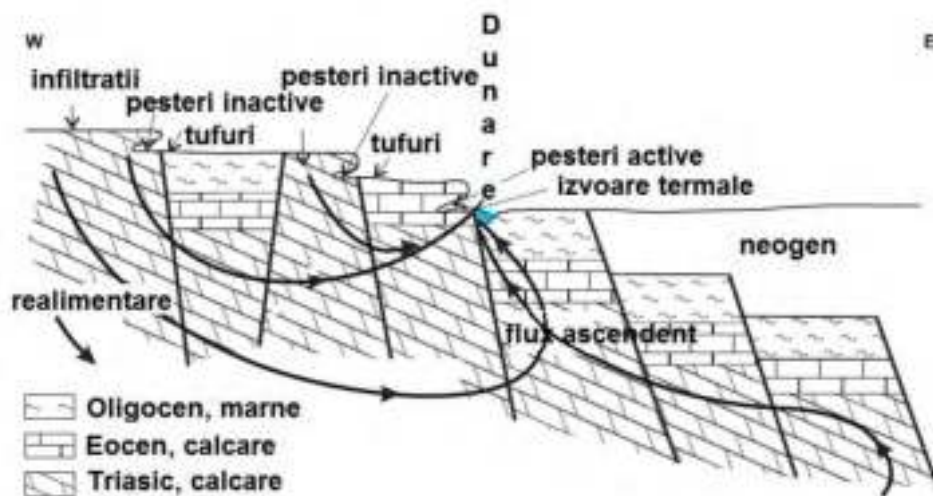


Fig. 4. - Modelul sistemului hidrotermal de la Budapesta

până azi peste 80 de sonde, având ape cu temperatura de max. 80 °C. Debitul lor exploatat este în jur de 250 l/s, în timp ce debitul izvoarelor naturale a fost estimat la peste 500 l/s. Secarea unor izvoare sau grupe de izvoare a fost sesizată deja la primele foraje (de exemplu, cele de pe insula Margareta au dispărut imediat după executarea forajului), în prezent existând restricții severe în avizarea noilor foraje, iar activitatea de utilizare energetică a apelor termale (practicată în trecut) a fost restricționată în favoarea utilizărilor balneo-terapeutice.

Masivul dolomitic, calcaros este străbătut de vaste sisteme carstice, etajate în urma evoluției sistemului, care s-a scufundat treptat, odată cu coborârea bazei de eroziune. Atât în peșterile inactive, cât și în cele de la și de sub nivelul actual de deversare, sunt deosebit de clare amprentele speleogenezei hipogene, hidrotermale. Figura 4. redă modelul concepțional al sistemului mai sus prezentat.

3.5. Modelul concepțional

Detaliile anterior prezentate permit sintetizarea lor în modelul concepțional al acviferelor, care fac parte din hidrostructura regională a mezozoicului din Apusenii nordici (fig. 5.).

În extremitatea vestică a structurii, scufundată în subsolul Câmpiei de Vest și ajunsă în regimul geotermic anomal de ridicat, în seriile rocilor carbonatate de vârstă triasică, fisurate și intens fracturate de tectonismul avansat al depresiunii,

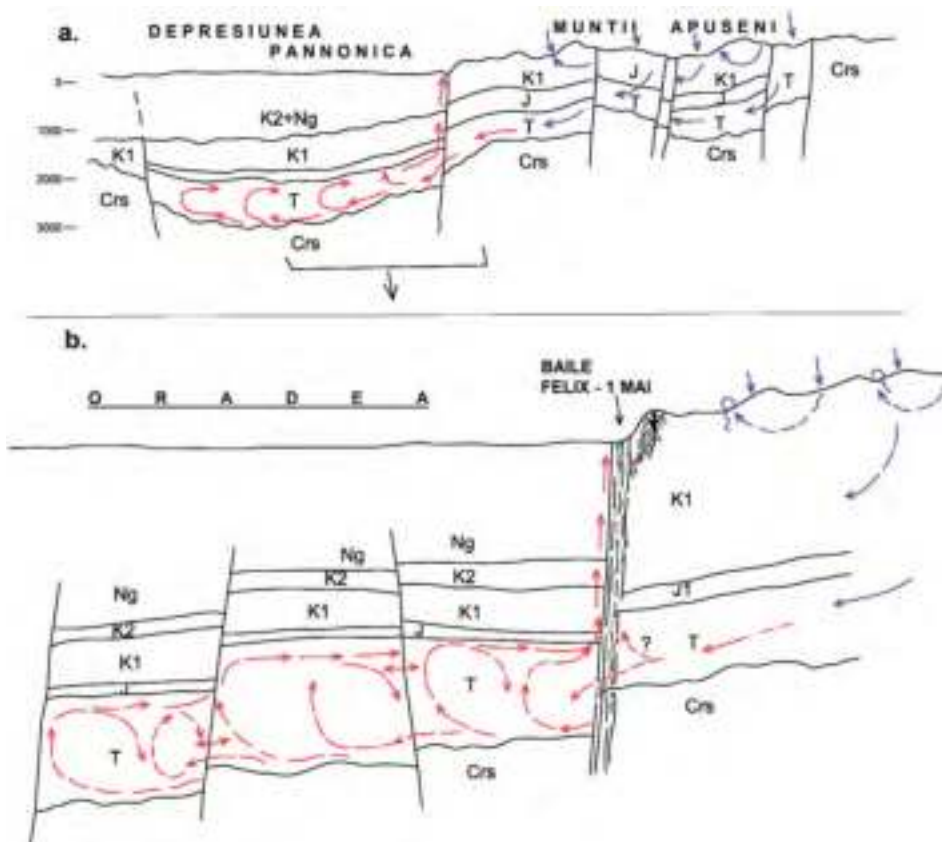


Fig. 5 - Modelul concepțional al hidrostructurii regionale (a) și al sistemului hidrotermal Oradea – Felix (b)

s-au creat condiții prielnice declanșării mișcărilor convective. Faliile marginale ale depresiunii fac legătura directă între acviferul adânc și suprafață, permeabilitatea lor avansată drenând sistemul convectiv presurizat și dilatat din adâncime. Întrucât în zona Băilor se intersectează mai multe asemenea falii majore (marginale ale depresiunilor Panonice, Borodului și Beiușului), rezistența hidraulică minoră a zonelor de zdrobire oferă căi favorabile acestei alimentări ascensionale. În partea de jos a fig. 5. este redat – într-o formă extrem de simplificată – acest mecanism, împreună cu modelul concepțional al sistemului acvifer Oradea – Felix. Trebuie subliniat, că după prima formulare a ipotezei (Paál, 1972), bazată pe rezultatele cercetării prin foraje adânci a subsolului orașului Oradea (Vasilescu, Nechiti, 1968), și finalizarea ei pe baza interpretării complexe a datelor și investigațiilor (Paál, 1975), precum și a confirmării prin măsurători concrete, ipoteza a fost ac-

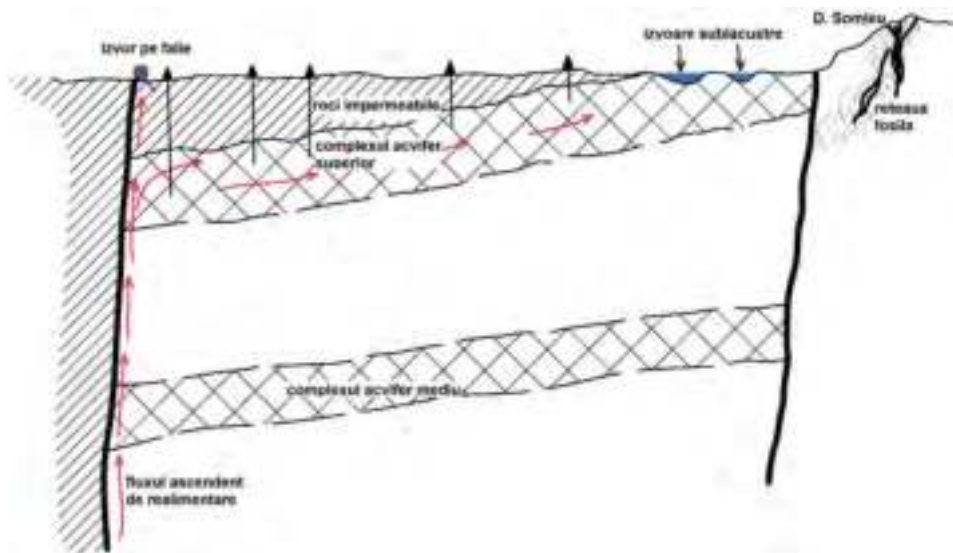


Fig. 6 - Modelul concepțional al acviferului de la Băi.

ceptată, citată, preluată și aplicată în cadrul investigațiilor, studiilor și lucrărilor executate asupra teritoriului (Cohuț, 1986; Bretotean et al., 1998; Tenu, 1981; Lund, 1997; Tenu & Diaconu, 2010, etc.), recent fiind folosită și la fundamentarea unui proiect comunitar, în scopul valorificării energetice mai eficiente a apelor termale în Oradea (Transgex, 2010).

Modelul acviferului din Băile Felix – 1 Mai este mult mai simplu (fig. 6). Aproape de suprafață, fluxul ascendent interceptează rețeaua de fisuri de la partea superioară a blocurilor calcaroase din zona Băilor, parțial acoperite de roci impermeabile. În porțiunile lipsite de aceste roci sau acolo unde eroziunea a subțiat sedimentele postglaciare, are loc deversarea apelor de adâncime, prin izvoare termale. Modelul subliniază totodată și cauzele dereglărilor constatate în funcționarea izvoarelor sublacustre ale rezervației Pârâul Pețea: poziția altimetrică cea mai ridicată în care se află izvoarele cauzează reacția lor imediată la extragerile de apă prin foraje din zonele mai adânci ale sistemului fisural (folosind un exemplu primitiv, dar tipic: apa nu ajunge la etajul 10 dacă mai jos toate robinetele sunt deschise). Secarea izvoarelor nu poate avea altă cauză decât scăderea presiunii hidrostatice, fie din cauza exploatării excesive în zona Băilor, fie în urma diminuării aflului ascendent de realimentare, dar nici efectul combinat nu poate fi exclus teoretic.

4. Evoluția sistemului hidrogeotermal

4.1. Trecutul acviferului

În formarea sistemului hidrotermal Oradea – Felix, rolul hotărâtor revine formării și scufundării Bazinului Panonic, în urma căreia s-au creat condițiile fizice necesare declanșării convecției și formării prin lărgire și diluare a căilor de ascensiune în zonele de minimă rezistență, create de tectonica disjunctivă intensă a fazelor extensionale și a punctelor de deversare la suprafață.

În prezent nu dispunem de date necesare pentru a preciza locul și timpul apariției la suprafață a primelor manifestări ale acestui sistem. Teoretic, se poate presupune că întreaga stivă de roci calcaroase, dolomitice a autohtonului de Bihor a fost saturată cu ape infiltrate de la suprafață. În compartimentele vestice, după scufundarea lor în fundamentul depresiunii, sub influența puternicei anomalii geotermice a avut loc probabil o treptată modificare a faciesului hidrochimic, cu creșterea concentrației și modificarea spectrului spre tipul apelor fosile (care se recunosc și azi în blocurile tectonice izolate din apropierea graniței, de exemplu în zona Borș). Modificarea parametrilor fizici ai apei, determinată de regimul termic, a cauzat declanșarea mișcărilor ascensionale pentru detensionarea întregului sistem. Căile filtrației subterane erau oferite de suprafețele de stratificație, fisurile din corpurile rocilor, dar mai ales de zonele permeabile ale marilor fracturi. Cavitația hipogenă era probabil activă în lărgirea acestor căi (dovedită și de dimensiunile avenului de pe Dealul Șomleu), formând o rețea de canale în planul zonelor faliate, prin care se scurgeau ape venite din diverse părți ale acviferului, ca urmare a diferențelor dintre permeabilitatea rocii colectoare și a celei a faliei (Lopez, Smith, 1995). Stabilitatea parametrilor fizico-chimici ai apelor din diverse surse și ușoarele diferențe dintre ele sunt indicații în favoarea existenței mai multor canale individuale de transport, din adâncime înspre suprafață.

După formarea punctelor de deversare la suprafață, întregul sistem acvifer regional al autohtonului, de la zonele muntoase până la fundamentul depresiunii, a devenit deschis din punct de vedere hidrolic, apele la început fosilizate au fost drenate și înlocuite treptat de ape meteorice slab mineralizate. Vârsta aparentă de 18.000 – 12.000 ani este în concordanță cu lungimea drumului parcurs de particulele de apă infiltrate în Munții Pădurea Craiului, prin rețelele de fisuri, preponderent fine, ale rocilor.

Până în prezent nu au fost detectate puncte mai vechi, ante-cuaternare, de deversare ale sistemului. Judecând după caracterul puternic transgresiv al sedimentației pliocene, care a avansat chiar și peste formațiunile fundamentului cristalin de pe rama bazinului, în timpul panonianului sistemul hidrotermal era pro-

abil ascuns, acoperit. Unii autori nu exclud ca și în prezent să existe mai multe asemenea sisteme hidrotermale ale fundamentului, ascunse sub cuvertura groasă a sedimentelor pliocene (Paucă, 1979).

Pentru elucidarea vârstei și modelului de funcționare a acviferului de tip Felix, a fost studiat și blocul calcaros al Dealului Șomleu (Cohut & Paál, 1985), care adăpostește un fenomen carstic deosebit: un aven de 80 m adâncime („craterul” orădenilor), aproape de vârful dealului, într-o zonă total lipsită de fenomene exocarstice. În jurul avenului exista o zonă intens dezvelită în urma exploatării calcarelor cretacee, precum și în urma intenselor săpături paleontologice. S-a descoperit aici o bogată faună din perioadele glaciare, preponderent termofilă, care a dispărut brusc la începutul glaciației Mindel (Jurcsák, 1972).

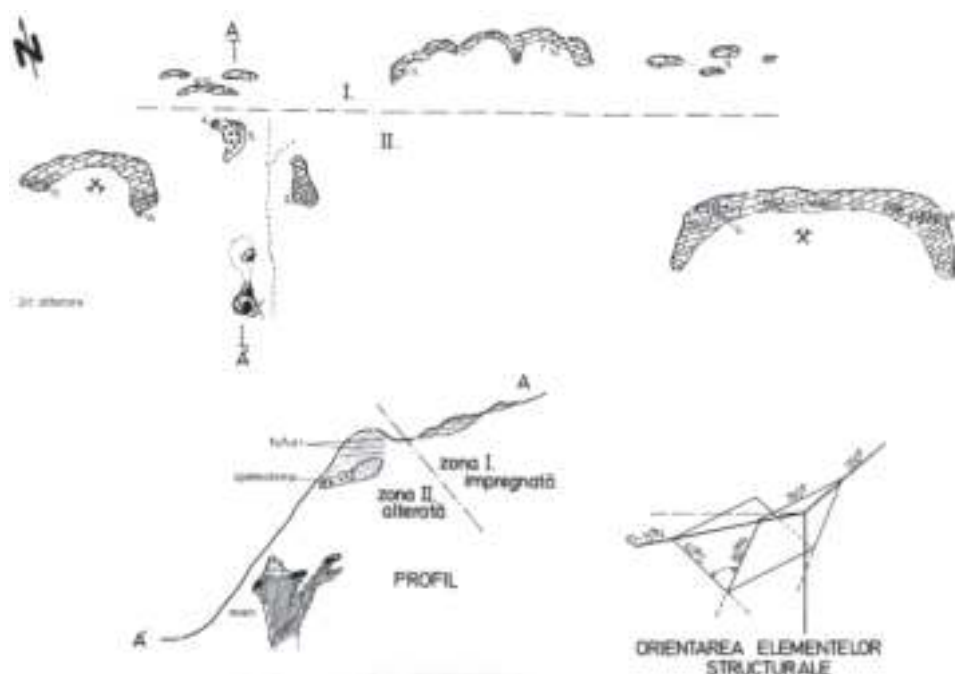


Fig. 7 - Schița aureolei de alterare de pe Dealul Șomleu

Calcarele din jurul avenului sunt afectate de procesele alterării hidrotermale. După intensitate s-au putut deosebi două zone: cea nordică, în care fracturile și fisurile calcarelor sunt umplute cu cristale bine dezvoltate de calcit, iar în alte locuri calcarul cenușiu este numai albit în jurul fisurii. În zona sudică, mai puternic alterată, au fost identificate câteva puncte (punctele 2, 13, 14) unde amplitudinea procesului de transformare presupune aportul mai intens al soluțiilor, prin canale și goluri subterane mai mari. În aceste puncte s-au format brezii calcaroase cimenta-

te cu calcit, pline de cuiburi și geode căptușite cu cristale prismatice mari de calcit. La cota cea mai joasă a zonei se găsește avenul Betfia (Hudra Bradii), un larg horn de 80 m adâncime, cu câteva galerii orizontale scurte în talpă. Este important de reținut că inițial nu avea deschidere la suprafață, fiind descoperit de un localnic în cursul exploatării calcarului, deschizând marginea sudică a hornului. Configurația pereților, cu nișe mari, concave, precum și îngustarea spre suprafață sunt semne elocvente ale carstului hidrotermal, epigenic (Klimchouk, 2007). Deasupra punctului de acces se pot observa atât continuarea canalului în sus, cât și ramificarea nișelor spre punctele cele mai alterate de deasupra.

Alterarea hidrotermală a zonei era cauzată de efluențe intense de ape termale, care circulau în principal pe sistemele majore de fracturi, orientate pe două direcții perpendiculare, concordante cu elementele tectonice detectate geofizic pe Dealul Șomleu. Pe baza cercetărilor, pare fundamentată ipoteza potrivit căreia aceste efluențe formau izvoare sublacustre, cu condiții prielnice precipitării tufurilor calcaroase, iar întreaga zonă era alimentată de jos, prin canalul vertical al avenului, generat de coroziunea hidrotermală epigenă.

Pe profilul transversal al aflorimentului (fig. 7) se remarcă, peste depozitele tipice fazei carstice, o stivă groasă de sedimente depuse în mediu acvatic (probabil lacustru), constituită din sedimente argiloase, cretoase, prăfoase, cu dese intercalații de tufuri calcaroase, poroase, indicând existența ivirilor de ape puternic saturate cu bicarbonați de calciu. Această zonă de izvoare calde atrăgea și adăpostea o faună bogată și variată, indicată de fosilele descoperite.

Cercetarea zonei a oferit suficiente argumente pentru formularea ipotezei potrivit căreia avenul de pe Dealul Șomleu reprezenta prima zonă de descărcare naturală cunoscută a sistemului convectiv Oradea – Felix. Schimbările din cuaternar, evenimentele postglaciare, modificările tectonice, precum și scufundarea bazei de eroziune, prin formarea văilor din jurul dealului, au creat posibilitatea formării actualelor izvoare de la baza Dealului Șomleu, concomitent cu secarea rețelei anterioare. După glaciațiunea Würm, apare fauna hidrotermală specifică de la Băile Episcopiei, datată și confirmată paleontologic, cu Melanopside care marchează sensibil alternanțele climatice din post-würmian. Depozitele groase de tufuri calcaroase, care acoperă suprafețe mari în jurul Haieului, presupun reactivizarea carstificării hipogene în crearea noilor puncte de descărcare a apelor termale (Paucă, 1979).

4.2. Prezentul acviferului

Testele de interferență executate au indicat atât unitatea hidraulică a acviferului din rocile triasice de la Oradea cu acviferul din rocile cretacic inferioare de la

Băi, cât și interconexiunea celor două acvifere, realimentarea lor unică, precum și influența modificărilor survenite în sistemul mai adânc de la Oradea asupra sistemului superficial din subsolul stațiilor. Trăsăturile hidrogeologice specifice zonei Băilor fac ca izvoarele naturale sublacustre, aflându-se la cotele cele mai ridicate, să funcționeze ca adevărate piezometre ale întregului sistem. Având în vedere că realimentarea rețelei de fisuri de la Băi avea valoarea de 300-350 l/s în 1979 (de atunci nu au fost executate măsurători în acest sens), depășirea acestei rezerve exploatabile prin noi surse de extragere are ca efect scăderea nivelului piezometric sub cota izvoarelor naturale – implicit, secarea lor (Paál, 1981).

Executarea și exploatarea îndelungată a forajului F2 Rontău, odată cu exploatarea nerațională a acviferului crețacic în perioada 1977 – 1984, au contribuit substanțial la dezechilibrarea acviferului, la scăderea treptată a debitului și chiar la secarea temporară a izvoarelor naturale. În această perioadă au fost introduse procedee de utilizare energetică a apelor termale în centralele termice ale marilor complexe balneo-terapeutice (preîncălzirea apei calde menajere cu apă termală), activitate care era echivalentă cu exploatarea permanentă și îndelungată a forajelor. Dar tot în această perioadă a început și extinderea utilizării apelor hipertermale în diverse scopuri la Oradea. Astfel, în cartierul Nufărul, deci foarte aproape de liniile tectonice care probabil sunt căile principale de ascensiune către zona Felix, s-a trecut la prepararea apei calde menajere a întregului cartier și la reinjectarea apei răcite în subteran.

Conturbările constatate în funcționarea izvoarelor sublacustre ale rezervației pot fi puse deci pe seama ambelor activități: acviferul de la Băi era realimentat cu cantități mai mici și din acvifer se extrăgea mai multă apă decât inițial. Ambele au contribuit la scăderea nivelului piezometric al acviferului, cauzând secarea izvoarelor. Sub influența acestor efecte negative au fost executate investigații speciale, care au stabilit rezerva exploatabilă din ambele acvifere la valoarea de 300 l/s, din care 210 l/s în cele două stațiuni și 90 l/s în acviferul triasic de la Oradea, cifre stabilite în avizele de exploatare.

Schimbările intervenite după anul 1990 au avut ca efect neglijarea pe de o parte a rezultatelor cercetărilor deceniilor trecute, pe de altă parte înmulțirea beneficiarilor și a utilizatorilor de apă geotermală, iar coordonarea centrală a gospodăririi resurselor a trecut sub autoritatea mai multor organe.

4.3. Viitorul acviferului

Evaluarea comportării viitoare a acviferului are două variante. Dacă nu vor fi respectate proprietățile naturale ale acviferului de la Băi (sintetizate în acest articol) și vor fi exploatare debite peste nivelul realimentării (valoarea actuală ar

trebui precizată printr-un nou test de interferență), nivelul piezometric va scădea în continuare, după secarea definitivă a izvoarelor afectând pe rând forajele, în măsura denivelărilor locale ale fiecăruia. Cu timpul, exploatarea arteziană va trebui înlocuită cu exploatarea prin pompe submersibile. După cum sugerează rezultatele investigațiilor izotopice, exploatarea peste limita realimentării are ca efect dinamizarea curgerii subterane, creșterea vitezelor fiind acompaniată de scăderea presiunii hidraulice. Efectul poate fi atât diminuarea capacității sistemului (luând în calcul și scăderea treptată a precipitațiilor datorită schimbărilor climatice, precum și scăderea infiltrațiilor datorită defrișărilor), cât și diluția componentei principale, în caz că pe parcursul subteran există condiții prielnice intersectării orizonturilor acvifere mai reci și mai diluate.

Traducerea în viață a intențiilor utilizării intensive energetice a apelor termale în Oradea este o posibilitate reală, care însă trebuie efectuată pe baza cercetării mai riguroase a efectelor asupra realimentării zonei stațiunilor. În afară de testul executat în 1984 n-a existat nici o încercare pentru precizarea și confirmarea rezultatelor primului test, deși la Oradea s-a trecut la săparea mai multor foraje noi și la exploatarea unora prin pompe submersibile de mare capacitate. Reinjectarea impusă în scopul menținerii presiunii de zăcământ (implicit a presiunilor necesare pentru menținerea alimentării zonei Băilor) se practică însă fără modelarea efectelor termice, ceea ce poate influența negativ regimul convectiv natural de alimentare a zonei Băilor. Singura modelare efectuată pe baza testului din 1984 (Antics, 2000) asupra extinderii exploatării prin reinjectare a avut la bază un model cu granița estică având presiune constantă, ceea ce nu reflecta situația dovedită prin măsurători.

5. Concluzii

Analizarea, interpretarea și sintetizarea cercetărilor, investigațiilor, observațiilor și măsurătorilor complexe, executate asupra acviferelor din subsolul stațiunilor Felix – 1 Mai și al municipiului Oradea permite enunțarea următoarelor concluzii:

- a. Acviferul de la Băile Felix – 1 Mai reprezintă un sistem fisural de mică extindere, care drenează, sub forma izvoarelor termale, debite în jur de 300-350 l/s (valoare stabilită în 1979!). Întrucât acest acvifer este înconjurat de zone lipsite de ape termale, alimentarea lui nu poate fi decât ascensională, din profunzime, pe căi create în planul liniilor tectonice confirmate de măsurători geofizice.
- b. Investigarea complexă a acviferului și a zonelor adiacente, descoperirea și cercetarea acviferului geotermal adânc din subsolul Oradei, precum și analiza com-

- plexă a condițiilor hidrogeologice, geotermice, hidrodinamice, chimice-izotopice au condus la elaborarea ipotezei potrivit căreia acviferul de la Băile Felix-1 Mai reprezintă aria naturala de descărcare a sistemului convectiv hidrotermal dezvoltat în rocile triasice din subsolul municipiului Oradea.
- c. Măsurătorile hidrodinamice speciale executate în ambele zone au confirmat valabilitatea ipotezei, dovedind cu date concrete unitatea hidrolică a celor două acvifere.
 - d. Legătura dintre acvifere se realizează prin intersecția mai multor aliniamente tectonice majore, create în cursul evoluției Depresiunii Panonice și situate la est de Oradea, care despart marginea vestică a catenei muntoase a Apusenilor de limita estică a depresiunii.
 - e. Condiționarea tectonică a acviferului de la Băi atrage atenția asupra riscului eventualelor cutremure, care pot avea efecte atât negative, cât și pozitive.
 - f. Izvoarele termale sublacustre ale rezervației Pârâul Pețea reprezintă punctele naturale de descărcare ale acestui sistem. Fiind situate în pozițiile cele mai elevate ale rețelei de fisuri, izvoarele funcționează ca piezometre naturale, reacționând instantaneu la extrageri din punctele mai coborâte ale sistemului, prin scăderea debitului descărcat. Depășirea ratei de realimentare naturală determină încetarea activității izvoarelor, în urma scăderii nivelului piezometric.
 - g. Întrucât cantitatea afluxului ascendent din profunzime este constantă, depășirea îndelungată a debitului exploatabil – pe lângă secarea izvoarelor sublacustre ale rezervației – va dereglă funcționarea întregului acvifer, scăderea treptată a nivelului piezometric necesitând în final trecerea la exploatarea forajelor prin pompare. Nu se poate exclude, în caz extrem, nici secarea întregului acvifer.
 - h. Deoarece alimentarea acviferului de la Băi depinde de parametrii acviferului adânc de la Oradea, atât intensificarea exploatării, cât și reinjectarea apelor răcite trebuie efectuată cu atenție deosebită, acordată susținerii temperaturilor și presiunilor de zăcământ care mențin fluxul ascendent al realimentării. Planurile de dezvoltare trebuie fundamentate pe modelări hidrolice, executate cu programe speciale, adecvate apelor geotermale, și trebuie bazate pe datele măsurătorilor hidrodinamice executate periodic în sondele termale.

Lucrări citate

- Antics, M. 2000. - Computer simulation of geothermal reservoirs in the Pannonian Basin, Eastern Europe. - *Proceedings World Geothermal Congress 2000*, Kyushu - Tohoku, Japan: 2497-2502.

- Bretotean, M., Mircescu, V., Blidar, I. 1998. – The analysis of the behavior mode exploitation of the superior Cretaceous thermomineral aquifer system of Baile Felix – 1 Mai related to the Triassic geothermal aquifer system Oradea with the purpose to determine the exploitable resources of water. - *Proceedings of the International Symposium on Mineral and Thermal Groundwater*, Miercurea Ciuc : 31–39.
- Cohut, I. 1986. – Sistemul hidrogeotermal Oradea–Felix. – *Crisia* **16**: 617-628.
- Cohut, I., Paál, G. 1985. - Studiul legăturilor hidrodinamice dintre ariile geotermale Oradea si Felix. – Arhiva Întreprinderii de Foraj și Lucrări Geologice Speciale I.F.L.G.S. București, 81p.
- Cohut, I., Paál, G., Plaviță, R. 1985. – Studiu și documentație de evaluare a rezervelor de căldură ale sistemelor hidrogeotermale din zona Crișul Negru- Someș. - Arhiva Institutului de Geologie si Geofizică București, 163p.
- Cohut, I., Paál, G., Plaviță, R. 1986. – Studiul privind posibilitățile de exploatare industrială a perimetrului hidrogeotermal Oradea, cu calculul rezervelor de căldura la data de 1 ian. 1986. - Raport. Arhiva Institutului de Geologie și Geofizică București.
- Culver, G. 1991. – Direct use reservoir models, how we think they work. - *Geo-Heat Center Quarterly Bulletin* **13**(1): 1-7.
- Goldscheider N., Mádl-Szönyi J., Eröss A., Schill E. 2010. - Review: Thermal water resources in carbonate rock aquifers. - *Hydrogeology Journal* **18**: 1303–1318.
- Jurcsák, T., 1970. – Date paleontologice privind vârsta teraselor și a locurilor fosilifere din împrejurimile orașului Oradea. - *Caiet de comunicări „Muzeul Țării Crișurilor” Oradea*, 11-42.
- Klimchouk, A.B. 2007. – Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. –Special Paper no. 1, National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad, NM, 106 pp.
- Lund, J.W. 1997. – District Heating Systems in Oradea, Romania. - *Geo-Heat Center Bulletin*, August 1997: 9-12.
- Mayer, A. 1861. – A nagyváradi hévizek.
- Lopez, D.L., Smith, L. 1995. – Fluid flow in fault zones: Analysis of the interplay of convection circulation and topographically driven groundwater flow. – *Water Resources Research* **31**(6): 1489-1503.
- Mot, O., Paál, G. 1979. - Cercetarea compoziției izotopice a substanțelor dizolvate in apele geotermale din partea de nord a Câmpiei de Vest, prin activare neutronică și analiza gamaspectroscopică. – Studiu, Arhiva Institutului de Învățământ Superior, Oradea.
- Paál, G. 1972. - Raport hidrogeologic privind perspectiva de dezvoltare a zonelor Băilor Felix – 1 Mai. - Arhiva Consiliului Popular al Județului Bihor.
- Paál, G. 1975. – Contribuții la hidrogeologia zăcământului de ape termale din zona Oradea-Felix. *Nymphaea* **3**: 5-22.
- Paál, G. 1979. - Documentație cu calculul rezervelor de ape subterane termominerale din cretacul de la Băile Felix – 1 Mai, la data de 1.ian.1979. - Arhiva Ministerului Turismului.
- Paál, G. 1981. - Exploatarea zăcământului geotermal de la Băile Felix – 1 Mai. Arhiva Institutului de Învățământ Superior, Oradea.
- Paucă, M. 1979. - O mare îndelung studiată, dar încă insuficient cunoscută: Marea Pano-nică. *Nymphaea* **7**: 15-35.

- Plaviță, R. 1985. – Modelul de zăcământ al perimetrului hidrogeotermal Oradea, dedus pe baza datelor geologice, chimice și termometrice. - Studii tehnice și economice, Institutul de Geologie și Geofizică București.
- Plaviță, R., Cohut, I. 1990. – Interference Tests in the Western Plain of Romania.- *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. 14, Part II, August 1990.
- Rowland, J.C., Manga, M., Rose, T.P. 2008. - The influence of poorly interconnected fault zone flow paths on spring geochemistry - *Geofluids* 8: 93–101.
- Sorey, M.L. 1982. - Geothermal Reservoirs in Hydrothermal Convection Systems. – *Proceedings Eighth Workshop Geothermal Reservoir Engineering*, Stanford, California, SGP-TR-60.
- Țenu, A. 1975. – Cercetări hidrogeologice complexe asupra apelor termale din zona Băilor Felix și 1 Mai. - *Studii de Hidrogeologie*, IMH București, pp.75-133.
- Țenu, A. 1981. – Zăcămintele de ape hipertermale din nord-vestul României. – Editura Academiei, 208 p.
- Țenu, A., Diaconu, M. 2010. – Thermal Aquifers in Mesozoic Karstified Limestones from Oradea – Băile Felix - 1 Mai Area, Western Romania. In: Orășeanu, I., Lurkiewicz, A. (Ed.): *Karst Hydrogeology of Romania*. – Oradea.
- Transgex SA 2010. – Valorificarea energiei geotermale în asociație cu pompe de căldură și gaze naturale, pentru producerea agentului termic de încălzire și preparare a apei calde de consum la consumatorii cartierului Nufărul I. – Studiu de fezabilitate, Oradea.
- Vasilescu, Gh., Nechiti, G. 1968. – Contribuții la cunoașterea geologiei și hidrogeologiei zonei orașului Oradea. - *Buletinul Societății de Științe Geologice din România* 10: 291-307.
- Veliciu, S., Zamfir, A. 1986. – Studiul geotermal al ariei Oradea – Băile Felix. - Arhiva Institutului de Geologie și Geofizică București.

Summary

The aquifer from Felix – 1 Mai spas with thermal springs and lots of wells is located in a fissures network of cretaceous limestones, fragmented and isolated in a few tectonic blocks. Complex interpretation of geological, hydrogeological, hydrochemical-isotopic and historical data concluded that the thermal aquifer represents the natural manifestation of the convective hydrothermal system located in triassic limestones and dolomites, exploited by wells in Oradea city. Special measurements executed in both aquifers revealed their hydraulic unity. The connection between the two aquifers, situated near the surface and at 2000 – 2500 m depth, is realised through the major tectonic marginal lines of the Pannonian Basin. The subaquatic thermal springs of Peșea River natural reserve are situated at most elevated levels of the Felix – 1 Mai aquifer, and, like natural piezometers, reacts immediately to any overexploitation. Since the recharge of aquifer is constant, after the disappearance of thermal springs the sustained overexploitation may lead to the collapse of the whole system. Given the demonstrated hydraulic unity of aquifers, extraction and reinjection of the triassic aquifer must be executed carefully with regard to this interconnection.

NYMPHAEA Folia naturae Bihariae	XL	109 - 125	Oradea, 2013
---	-----------	------------------	---------------------

Dinamica sistemului hidrogeotermal Oradea–Felix–1 Mai

Ioan Cohut

Oradea, Parcul Petőfi nr. 11, e-mail: nelucohut@gmail.com

Rezumat. Fenomenele negative înregistrate în zona rezervației naturale de la Băile 1 Mai (atât în perioada 1982-1983, cât și, mai pregnant, după 2010) au fost, indubitabil, generate de supraexploatarea acviferului, debitele extrase depășind rata realimentării. Depășirea reîncărcării naturale va conduce la secarea emergențelor naturale (și deci la posibila dispariție a rezervației), urmată de scăderea treptată a debitelor la toate sursele de apă termală din cele două stațiuni, trecerea la exploatarea în pompaj și chiar de oprirea afluxului ascendent, din profunzime, deci de posibilitatea dispariției stațiunilor balneare.

Cuvinte-cheie: sistem hidrogeotermal, resurse geotermale, Felix-1 Mai, Oradea

Introducere

Originea apelor calde de la Băile Felix-1 Mai (atestată istoric încă din sec. XIII și folosite de-a lungul întregului Ev Mediu), a putut fi explicată abia după identificarea zăcămintului de ape geotermale din subsolul municipiului Oradea și a extinderii acestuia spre est, în zona Tileagd-Aleșd. Sistemul hidrogeotermal Oradea-Felix-1 Mai este cantonat în formațiunile fisurate ale carbonatitelor triasice din zona Aleșd-Tileagd-Oradea și în cele cretacice din zona Băilor Felix-1 Mai. Acest sistem face parte din structura hidrogeologică mezozoică a părții de nord a Munților Pădurea Craiului, structură dezvoltată în calcarele și dolomitele prezente

atât la suprafață, cât și scufundate, în jumătatea vestică a Depresiunii neogene Vad-Borod precum și în zona Oradea (unde ecranările tectonice exclud orice legătură hidrodinamică cu structuri învecinate, dispuse atât în vest, cât și în nord sau sud). Singura fereastră tectonică prin care apele geotermale încălzite în celula convectivă Oradea pot circula este deschisă spre sud-est, adică spre zona Băilor Felix-1 Mai .

Ipoteza unei legături hidrodinamice între acviferul triasic Oradea (situat la adâncimea de 2300-2800 m și având ape cu temperaturi de 75-105 °C) și cel cretacic de la Felix-1 Mai, aflat la 7 km spre sud-est (și care produce ape cu temperaturi de 35-49 °C de la adâncimi de 50-350 m), a fost avansată de geologul G. Paál în 1975, în cadrul studiului hidrogeologic care a fundamentat dezvoltarea Băilor Felix-1 Mai. Cuprinderea în aceeași unitate hidrodinamică a celor două zăcăminte a fost susținută prin temeinice studii interdisciplinare elaborate în perioada 1968-1988, când datele de cunoaștere geologică, hidrogeologică, hidrodinamică, hidrochimică și de izotopi de mediu, precum și testele de interferență au demonstrat atât caracterul deschis al sistemului (care presupune existența unei realimentări permanente, apele făcând parte din circuitul hidrologic activ), cât și, mai ales, legătura intrinsecă între volumele de apă extrase din sistem (prin sonde și izvoare) și rata realimentării (resursele exploatabile totale).

Originea și funcționarea sistemului hidrogeotermal Oradea-Băile Felix-Băile 1 Mai

Modelul hidrogeologic al sistemului hidrogeotermal convectiv Oradea-Felix ia în considerare existența unei alimentări naturale a acviferului – în cadrul circuitului hidrologic activ – prin infiltrarea apelor meteorice în arealul părții nordice a Munților Pădurea Craiului (unde carbonatitele mezozoice aflorază la zi, pe suprafețe însumând sute de km²). După atingerea zonei de saturație, apa subterană se canalizează – sub acțiunea câmpului gravitațional – spre zonele cu sarcini piezometrice reduse (descărcările naturale de la Felix-1 Mai, generate de acțiunea eroziunii asupra unei zone de întretăieri favorabile ale faliilor carpatice, orientate est - vest, cu cele panonice, orientate nord - sud).

Continuitatea hidraulică (din zona de alimentare până în zona de descărcare) este asigurată – în principal – de existența căilor preferențiale de curgere (faliile cu extensie regională și fețe de strat, largite prin dizolvare și susținute de brechiile existente în planul lor), dar și a căilor secundare (fisurații mecanice sau chimice existente în masivele de roci calcaroase și dolomitizate de vârstă mezozoică). Descărcarea din zona Felix-1 Mai se realizează ascendent, prin accidente tectoni-

ce, în jurul cărora s-au format arii mai restrânse, de alterare hidrotermală, care alcătuiesc complexele acvifere cretacice ale Băilor Felix-1 Mai (Cohut & Paál 1985).

Apele provin din precipitațiile căzute în Munții Pădurea Craiului, curg spre vest, încălzindu-se treptat (Aleșd 44 °C, Tileagd 56 °C, Oradea-est 70 °C, Oradea-centru 80 °C și Oradea-vest 100 °C) și se descarcă – încă de la sfârșitul terțiarului - prin izvoarele din zona Băilor 1 Mai, inițial în zona Dealului Șomleu de la Betfia, ulterior, la cote tot mai joase, de-a lungul Pârâului Pețea, ultimele emergențe fiind izvoarele sublacustre din rezervația naturală, în Ochiul Mare.

Cercetările speciale făcute pentru bauxită de Întreprinderea de Prospecțiuni și Explorări Geologice au indicat că în zona Munților Pădurea Craiului - pe o suprafață de 525 km² exista un însemnat deficit al bilanțului hidrologic: pentru perioada octombrie 1982 - octombrie 1983, un debit de 945 l/s din ape meteorice captate în subteran și dirijat spre sisteme hidrogeologice nu se descarcă la suprafață în cadrul zonei. Din acest debit, circa 300 l/s se dirijează spre nord, unde nivelul de bază al curgerii îl reprezintă fundamentul cristalin care suportă stiva carbonatitelor mezozoice (Orășeanu 1985). Aceste roci (în principal calcare și dolomite triasice), prin compartimentele tectonice ce delimitează și fragmentează Depresiunea neogenă a Borodului, coboară în trepte spre vest, până în zona Oradea.

Dovezile cele mai concludente privind zona de alimentare a sistemului geotermal Aleșd-Oradea-Felix sunt oferite de interpretarea analizelor chimice și a izotopilor de mediu (Gilău et al. 1983, Țenu 1981). În acest sens au fost analizate comparativ probe de rocă și apă din Munții Pădurea Craiului (zona de alimentare), Oradea (principala celulă de convecție) și Felix-1 Mai (zona de descărcare). În Munții Pădurea Craiului au fost analizate apele de suprafață (afluenți ai râului Crișul Repede) și apele carstice din zonă; mineralizația acestora este de 0,2-0,3 g/l, fiind de tip bicarbonatic-calcice, respectiv calco-magneziene, corespunzător chimismului rocilor carbonatate străbătute. Pentru comparație, au fost efectuate analize chimice și în Masivul Vlădeasa, unde predomină roci insolubile, de tip eruptiv, apele prelevate aici au o mineralizație foarte redusă (sub 0,1 g/l), fiind de tip bicarbonatato-calco-magnezian.

Apele geotermale din Oradea au un chimism asemănător rocilor de contact, anhidritul având influența majoră, deci apele au un conținut ridicat de sulfat (500-800 mg/l), moderat sau slab de bicarbonați (100-250 mg/l) și ridicat de calciu și magneziu.

Apele din zona Felix-1 Mai au o mineralizație mai redusă, cu predominanța bicarbonatului, datorită atât amestecului apei geotermale provenite din colectorul triasic cu ape subterane reci, de mică și medie adâncime, venite dinspre est, cât mai ales a precipitării unei părți din sulfatul de calciu dizolvat (pe traseul

ascendent dintre Oradea și Felix-1 Mai și în special în fisurile colectorului cretacic).

Înrudirea apelor geotermale din zona Oradea cu cele din zona Felix-1 Mai este ilustrată atât de evidenta interdependență dintre concentrația ionilor și mineralizația totală, cât și de compoziția în microelemente, frecvența elementelor de vanadiu, cobalt, nichel și mangan fiind de același ordin de mărime în ambele acvifere (Gilău et al. 1985).

Legătura genetică a rocilor și apelor din zonele Pădurea Craiului și Oradea-1 Mai-Felix este subliniată și prin spectrul de emisie gamma în urma activării cu neutroni, care arată aceeași frecvență de ultramicroelemente, cu peak-uri la aceleași valori energetice, suprapunerea fiind aproape perfectă.

Compoziția de izotopi de mediu stabili aduce de asemenea argumente privind geneza apelor geotermale din sistemul hidrogeotermal Oradea-Felix.

Conținutul în deuteriu (Țenu et al. 1981) și variațiile acestuia în timp indică faptul că valoarea relativ mică a concentrației, de 144-145 ppm D/H (față de standardul Viena-SMOW, de $155,7 \pm 0,05$ ppm D/H), poate fi atribuită provenienței apei de la o altitudine mai ridicată și din zone cu ape preponderent reci. La toate sondele din Oradea s-a constatat variația în timp a conținutului de deuteriu, dovadă a influenței variației sezoniere, deci apele fac parte din circuitul hidrologic activ. Determinările pe probe prelevate din apele carstice din Munții Pădurea Craiului au indicat același conținut de deuteriu (144-146 ppm D/H), însă cu variații sezoniere mai mari, fapt ce atestă originea lor comună și proveniența apelor geotermale din apele de precipitații infiltrate în munți.

Conținutul de izotopi de mediu stabili și radioactivi a fost studiat în mai multe etape de Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie (Țenu 1981, Țenu & Diaconu 2010). Deuteriul, O-18 și C-13 sunt exprimați în δD , $\delta^{18}O$ și $\delta^{13}C$, adică în termeni de diferență în părți la mie a conținutului în izotopul respectiv din probe, față de cel al standardului Viena-SMOW pentru deuteriu și O-18 și standardului P.D.B. pentru C-13.

Pentru apele din zona Oradea, analizele din perioada 1976-1979 au stabilit valori medii ale deuteriului de -73,4 ‰ și ale oxigenului 18 de -11,1 ‰ valori aproape identice cu cele determinate la Felix ($\delta D = -69,1$ ‰ și $\delta^{18}O = -10,0$ ‰), fapt ce atestă originea lor comună. Îmbogățirea relativă în O-18 la Oradea se datorează timpului de rezidență mai mare în colector, fapt ce favorizează schimbul de izotopi între rocă și apă (pe când apele descărcate în Felix-1 Mai străbat doar zona de est a perimetrului geotermal Oradea).

În apele geotermale din Oradea s-a constatat prezența C-13 îmbogățit, datorită procesului de schimb ionic cu rocile colectorului, având valori $\delta^{13}C$ cuprinse între 3,2 ‰ și 3,7 ‰ (P.D.B.)

Vârsta și evoluția în timp a apelor geotermale din sistemul Oradea-Băile Felix-Băile 1 Mai

Pentru stabilirea vârstei apelor geotermale din sistemul hidrogeotermal Oradea-Felix, în perioada 1976-1979 au fost determinați izotopii radioactivi de tritium și carbon. În apele acviferului triasic Oradea tritiul lipsește cu desăvârșire (aceasta indicând faptul că timpii de rezidență ai apei în subteran sunt superiori posibilităților de datare ale acestui radioizotop, care se limitează la max. 50 de ani), fapt ce exclude prezența apelor meteorice de infiltrație în ultimii 40 de ani. Vârsta aparentă a apelor din colectorul triasic Oradea, determinată pe baza concentrației de C-14, era cuprinsă între 22900 ani la sonda 4006 și 32700 ani la sonda 4767, sondele 4081, 4004 și 4005 având ape de vârstă apropiată (23450-23900 ani). La Băile Felix (Țenu 1981), vârsta aparentă era cuprinsă între 17500 ani la sonda 4012 (care produce din complexul II, de la adâncimea de 400-650 m) și 22500 ani la sonda 4087 (care produce din complexul I, de la adâncimea de 125-160 m).

Ambele acvifere fac parte din circuitul hidrologic activ (a cărui limită, datată prin radiocarbon, este estimată la 35000-40000 ani), fiind cele mai tinere ape subterane de profunzime din întreaga Câmpie de Vest. Diferența de vârstă între Oradea și Felix-1 Mai poate fi explicată prin diferența de parcurs subteran, apele din zona Felix-1 Mai având un traseu mai scurt, prin estul perimetrului Oradea (fără a trece prin tot colectorul Oradea), pe sistemele de falii Velența și 1 Mai.

Reluarea cercetărilor în anul 1987 și apoi în 2005 privind izotopii de mediu stabili și radioactivi (Țenu & Diaconu 2010) a permis unele constatări interesante, legate în special de "întinerirea" apelor zăcămintului Oradea-Felix, fapt sugerat de valorile mai negative ale compoziției în izotopi de mediu stabili (valorile C-13 pentru Oradea-Felix și O-18 pentru Felix-1 Mai), față de determinările din perioada 1977-1979. Sărăcirea apelor în C-13 și O-18 este consecința unui schimb mai redus de izotopi dintre apă și roca carbonată, datorită reducerii timpului de rezidență în colector prin intensificarea exploatarea acviferului triasic.

În zona Felix-1 Mai, pe lângă reducerea conținutului în C-13 (de la -3,8 ‰ în 1977 la -11,3 ‰ în 1987), se remarcă și negativarea valorilor O-18, din cauza curgerilor mai rapide în această parte a acviferului, iar dreapta de corelare deuteriu-oxigen 18 sugerează existența unui posibil aport de ape meteorice recente, fapt ilustrat de evoluția conținutului în deuteriu: de la -64,3 ‰ în 1969, la -69,0 ‰ în 1977 și la -72,8 ‰ în 1987. Pe această dreaptă se înscrie și compoziția izotopică a sondei Aleșd, ceea ce ar fi un indiciu al intensificării alimentării din Munții Pădurea Craiului, datorate depresionării artificiale (producție prin sonde) din perimetrele Oradea și Felix, prin trasee care străbat Depresiunea Borodului, la care

se adugă în mod cert și antrenarea unei anumite alimentări directe, cu apa rece din estul Băilor Felix-1 Mai (prin infiltrații în zona dealului Șomleu, unde află rezervele calcaroase și sunt vizibile numeroase doline). Determinările de tritium pentru acviferul de la Felix-1 Mai au permis atât constatarea scăderii în timp a valorilor medii în primul interval de timp (1969-1971), cât și evaluarea participării cantitative a unor ape relativ recent infiltrate la realimentare, prin zone apropiate exurgențelor din cele două stațiuni, la circa 1/8 din debitele totale de realimentare ale zonei montane (Țenu 1975).

În zona Oradea nu s-a modificat semnificativ compoziția izotopică în privința deuteriului și a oxigenului, întinerirea apelor fiind dedusă pe baza negativării carbonului C-13 și pe baza scăderii vârstelor aparente medii pe acvifer stabilite prin radiocarbon, de la 20300 ani în 1976 la 13740 ani în 1987.

Evoluția valorilor C-14, exprimată în procente carbon modern (PMC), în acviferul triasic Oradea prezintă o rată de creștere (în perioada 1977-1987) de 0,57 PMC/an, deci o creștere totală de 5,7 PMC, ceea ce înseamnă o vârstă aparentă mai "tânără" cu aproximativ 1500 ani la sonda 4006 și 2400 ani la sonda 4005 (Țenu et al. 1988).

Pentru zona Felix-1 Mai, evoluția valorilor pentru C-14 are două perioade distincte:

- 1969-1977, când rata de creștere anuală a fost de 0,18 PMC;
- 1977-1987, când această rată s-a triplat (ajungând la 0,58 PMC).

Ruperea de pantă înregistrată în anul 1977 s-a datorat atingerii capacității maxime de debitare a perimetrului Felix-1 Mai (ca urmare a punerii în exploatare a sondelor 4003, 402 și 4087 în perioada 1975-1976 și a dezechilibrului produs în sistem prin erupția cu circa 200 l/s. și apoi punerea în producție a sondei F2 Rontău). Începând cu 1977, s-a evidențiat un echilibru foarte sensibil și extrem de labil între rata alimentării naturale și volumul extras în perimetrul Felix-1 Mai.

Trebuie remarcat faptul că în perioada 1977-1987, atât la Oradea, cât și la Felix, valoarea gradientilor de PMC/an este aproape identică și, în același timp, foarte mare, acest fapt reprezentând **un prim semnal serios privind depășirea ratei alimentării naturale** (evaluată la 300-320 l/s) de către producția cumulată a celor două perimetre (în perioada 1984-1986, debitul mediu extras pe Oradea a fost de 118 l/s, iar cel extras din perimetrul Felix 1 Mai, prin sonde și izvoare, a depășit 250 l/s).

Cunoscând faptul că determinările de izotopi de mediu constituie cel mai sensibil indicator al unor posibile modificări în evoluția unui acvifer, permițând decelarea unor tendințe de evoluție – negativă, de cele mai multe ori - cu mult timp înainte ca instrumentele clasice (analize fizico-chimice și

măsurători hidrodinamice) să le poată sesiza, este absolut necesar să se țină seama de noile constatări, înainte ca schimbările de fond, în colectorul triasic, să devină greu reversibile.

Pentru precizări suplimentare este necesară determinarea curbei de corelare deuteriu-oxigen 18 pentru apele geotermale și pentru apele meteorice din zonă și din Munții Pădurea Craiului, mărirea numărului de analize și repetarea lor periodică, întrucât o întinerire accentuată a apelor în zona Oradea (prin exploatarea acviferului fără injecție), ar duce în mod cert la scăderea presiunii de zăcământ (deci la reducerea debitelor arteziene), cu consecințe negative asupra eficienței exploatării zăcământului Oradea, precum și asupra debitării arteziene a izvorului Ochiul Mare din Băile 1 Mai și a funcționării sondelor care asigură aprovizionarea cu apă termală de tratament a Băilor Felix-1 Mai.

Spre deosebire de sistemul hidrogeologic Aleșd-Oradea-Felix (de tip deschis, făcând parte din circuitul hidrologic activ, având vârsta apelor de 18-22 mii ani) (Țenu 1981), la vest de acesta, în zona grabenelor Borș și Toboliu, au fost evidențiate acvifere care produc tot din triasicul mediu, dar care, datorită ecranărilor tectonice, nu participă la circuitul hidrologic activ, apele fiind puternic mineralizate, de tip stagnant, cu vechime de peste 2 milioane ani.

Influența antropică asupra sistemului hidrogeotermal Oradea-Băile Felix-Băile 1 Mai

Regimul geotermic pronunțat al perimetrului hidrogeotermal Oradea este datorat fluxului termic crescut, caracteristic întregii unități structurale din care face parte (Depresiunea Panonică). Cu toată situarea sistemului la extremitatea răsăriteană a bazinului, la contactul cu Munții Apuseni de nord, considerăm că pe aria restrânsă a sistemului, aportul conductiv de căldură trebuie să fie relativ constant. Variațiile de temperatură la nivelul rocilor triasice în zona Oradea, pe o arie restrânsă, sugerează existența unei convecții puternice în partea estică a perimetrului de exploatare Oradea (Plaviță 1989).

Variația gradientului geotermic mediu de la 2,6 °C/100 m în estul perimetrului Oradea, la 4,1 °C/100 m în vestul acestuia (pe o distanță de doar 10 km și în condițiile unui flux geotermic relativ constant), nu poate fi decât consecința convecției produse de circulația apelor mai reci, venite dinspre est și nord-est prin intermediul unei rețele de fracturi majore sintetizată sub numele de fală Velența (orientată nord-sud) și care interceptează faliile orientate est-vest ale Depresiunii Vad-Borod. Sondele săpate în apropierea faliei Velența au la adâncimea izobatică de -2.400 m temperaturi statice stabilizate de 74-78 °C, în timp ce sondele din

vestul perimetrului au, la aceeași adâncime, temperaturi de 105-111 °C. Pentru o răcire atât de pronunțată și strict localizată, a fost necesar un timp îndelungat și vehicularea unor mase importante de ape mai reci. Menționăm că în ultimii 125 ani (după punerea în producție a sondei Balint de la Băile Felix), prin izvoarele naturale și prin sondele geotermale exploatate în perimetrele Oradea și Felix a fost extras un volum de peste 1,22 miliarde m³, din care 95 % în perimetrul Felix și 5 % în perimetrul Oradea (Cohut et al.1985).

Se menționează că la doar 5 km nord-vest de perimetrul Oradea se află în exploatare sistemul hidrogeotermal Borș, care, la aceeași adâncime izobatică, având aceleași roci triasice drept colector și același flux termic din profunzime, are o temperatură de 130-135 °C, în timp ce sondele 4767 și 1717 au temperaturi de 109 °C și respectiv 113 °C. Diferența de aproximativ 20 °C nu poate fi explicată decât prin răcirea mai pronunțată a colectorului triasic Oradea datorită circulației apelor mai reci venite dinspre est pe căi preferențiale de curgere (falii din interior și falia de contur a perimetrului), care au influențat și zona nord-vestică a perimetrului.

Prima intervenție antropică importantă în evoluția sistemului hidrogeotermal Oradea-Felix-1 Mai a fost săparea sondei Balint la Băile Felix (1885), care, intersectând o fisură în calcare, la adâncimea de 47,5 m, a produs artezian cu un debit de 195 l/s și o temperatură de 49 °C, și a sondei Iz buc de la 1 Mai (1886), urmate de forajul și darea în exploatare a încă opt sonde în perioada 1965-1975, ajungându-se ca extracția totală de apă termală prin sonde (cca. 260 l/s în perioada 1977-1982 și apoi sub 200 l/s în anul 1984 și următorii) și prin izvoarele naturale (cca.140 l/s în perioada 1977-1980, 116 l/s în 1982, 76 l/s, apoi 59 l/s în 1983, respectiv 1984) să egaleze și uneori să depășească fluxul realimentării, rata acesteia (implicit a rezervei dinamice posibil de extras prin sonde și izvoare naturale) fiind stabilită printr-un test de interferență efectuat în 1979 la valoarea de 300-350 l/s (Paál 1981).

Acviferul de la Felix-1 Mai este cantonat în sistemul fisural, cu caracter carstic din calcarele cretacice, într-o zonă puternic tectonizată, în care falii profunde asigură căile de acces ascensional al apelor fierbinți ce provin din colectorul triasic de la Oradea, acestea amestecându-se cu apele reci din orizonturile cretacice. Un argument în plus privind căile de alimentare cu ape fierbinți, din profunzime pe căi preferențiale de curgere, o constituie și inversiunea termică măsurată în sonda 4012: 49 °C la 150 m adâncime, 42 °C la 470 m și 34 °C la adâncimea de 1200 m.

Prospecțiunea geotermică de suprafață a confirmat supoziția unui puternic control structural disjunctiv al Băilor, prin convecția pronunțată, ascendentă de-a lungul faliilor (marcată de anomalia geotermică pozitivă de 15-20 °C la adân-

cimea de 40 m) (Veliciu și Zamfir, 1986). Spre comparație, în zonele situate la est și la sud de Băile Felix se înregistrează o valoare regională de 11,8 °C, iar în zona Oradea (unde apa geotermală este cantonată sub 2000 m adâncime, temperaturile sunt, tot la 40 m, de 13,5-13,9 °C).

Faliile din cadrul zonei Felix-1 Mai au putut fi trasate pe baza diferențelor litologice, precum și a interpretărilor hidrogeologice, geofizice și geotermice, evidențiindu-se falia 1 Mai, cu orientare aproximativ nord-sud și falia Copăcel-Vârciorog, cu orientare est-vest (Paal 1975). Temperatura apelor din emergențele naturale și din foraje (28-49 °C) nu poate fi explicată prin simpla încălzire a apelor reci datorită gradientului geotermic regional (50-60 °C/km pentru un flux caloric de cca.90 mW/mc), ci prin aportul masiv de ape fierbinți din profunzime, ce pot avea doar o singura sursă: celula convectivă triasică din perimetrul geotermal Oradea.

Pentru elucidarea provenienței apelor termale din Felix-1 Mai a fost săpat forajul geologic de referință (4768) cu adâncimea de 3170 m, care a întâlnit doar slabe acumulări de ape termale în calcarele slab fisurate jurasice (589-2080 m) și în cele triasice (intervalul 2204-3170 m).

Evoluția debitului potențial mediu al sondelor din Felix-1 Mai în perioada ianuarie 1976-februarie 1985 (perioadă în care au existat și fonduri de cercetare și specialiști de înaltă calificare antrenați în investigarea interdisciplinară a posibilităților optime de valorificare a resurselor exploatabile de ape geotermale și termominerale ale sistemului), are două perioade distincte: perioada 1976-1982, în care debitul mediu anual se menține între 265 și 255 l/s, și perioada 1983-1984, în care tendința de scădere se accentuează brusc, debitul mediu ajungând la 220 l/s. în 1983 și apoi la 201 l/s. în 1984, an în care media lunii august a ajuns la 186 l/s. (ca urmare a intensificării extracției în scop balneo-terapeutic și mai ales pentru agrement). Scăderea potențialului de debitare arteziană a perimetrului geotermal cretacic de la Băi s-a resimțit începând cu cea de a doua jumătate a anului 1982, când au încetat să debiteze izvoarele naturale din amonte de Ochiul Mare (izvorul sublacustru al Pârâului Pețea) și a încetat să debiteze artezian sonda Iz buc (care funcționa în regim eruptiv încă de la finele secolului XIX !).

Evoluția consumului mediu anual cumulat pe cele două stațiuni are o puternică tendință de creștere (în funcție de dezvoltarea stațiunilor, dar și de lipsa unui control eficient asupra utilizării raționale a apei extrase), de la 88 l/s. în 1976 la 145 l/s. în 1984, consumurile maxime înregistrându-se în lunile de vară (mai-septembrie): 160 l/s. în 1977 și 198 l/s în 1984, iar cele minime în perioada de iarnă: 70 l/s în 1976 și 105 l/s în 1984.

Volumele anuale extrase prin sondele din perimetrul Băilor Felix-1 Mai au crescut de la 2,8 mil. m³ în 1976 la 4,5 mil. m³ în 1984, cu un total extras de 33,5

mil. m³ între 1 ianuarie 1976 și 31 decembrie 1984.

Pe baza studiului cu calculul rezervelor (Paál 1979), au fost avizate ca rezerve exploatabile de cat. B pentru complexul I 300 l/s (din care 200 din sonde și 100 din izvoare), iar pentru complexul II 80 l/s cu destinație explicită pentru agrement. Testul de interferență, care a fundamentat propunerea de rezerve geologice, a reliefat și o interdependență între sondele în exploatare, pe de o parte, și între sonde și izvoare, pe de altă parte; în același timp a fost dovedit rolul negativ al sondei F 2 Rontău în dezechilibrarea hidrodinamică a complexului acvifer I (resimțită cu pregnanță în zona rezervației naturale de la Băile 1 Mai), deci atingerea capacității maxime de debitare.

Din cauza exploatării abuzive și necontrolate prin sondele din zona Felix-1 Mai, izvoarele din amonte de Ochiul Mare și sonda Izbuc și-au încetat debitarea arteziană la finele anului 1982, iar în luna ianuarie 1983 a înghețat apa pe întreaga suprafață a Ochiului Mare (ceea ce nu s-a mai întâmplat în timp istoric și nici în timpul ultimei glaciațiuni), din cauza încetării debitării izvorului sublacustru. A fost primul semnal serios de alarmă privind riscul dispariției florei și faunei protejate din rezervație și al reducerii debitelor în Băile 1 Mai.

Revenirea la o situație cât de cât normală s-a datorat atât măsurilor de raționalizare a extracției din acviferul cretacic de la Băile Felix-1 Mai, cât și optimizării exploatării perimetrului hidrogeotermal Oradea (cu reinjectarea unei părți din apa extrasă), ca urmare a testului de interferență efectuat în perioada august-octombrie (Cohut, Plavița 1990). Testul a constatat în închiderea tuturor sondelor din perimetrul Oradea pe o perioadă de 28 de zile, urmată de punerea în producție a sondei 4696 cu un debit artezian de 30 l/s. și urmărirea efectului în toate sondele din Oradea, dar și în cele din zona Băilor. Au fost apoi deschise pe rând toate sondele din Oradea, astfel încât la sfârșitul lunii octombrie debitul total a ajuns la 142,3 l/s.

Efectul închiderii din 27 august 1984 s-a resimțit în perimetrul Felix-1 Mai încă din prima decadă a lunii septembrie, când debitul potențial al sondelor a crescut de la 178,4 l/s. în 4 septembrie, la 202,2 l/s în 23 septembrie, creșterea continuând până la mijlocul lunii octombrie, când atinge valoarea de 211,7 l/s., valoare ce se menține și în luna noiembrie, ca apoi să scadă ușor (203 l/s în decembrie - ianuarie și 200 l/s. în februarie). Închiderea pe Oradea s-a resimțit pregnant asupra debitului izvoarelor: 59 l/s în 27 august 1984 și 95 l/s în decembrie 1984. Acest test a demonstrat practic legătura hidrodinamică dintre acviferele exploatare în perimetrele Oradea și Felix-1 Mai, legătură sugerată de G. Paál prin studiile efectuate în perioada 1975-1979 și confirmată prin studiile elaborate de prestigioși cercetători ai domeniului (A.Țenu, L.Gilău, R.Plavița, S.Veliciu și A.Zamfir). În toa-

te aceste studii se argumenta unitatea hidrodinamică a sistemului hidrogeotermal Oradea-Felix, alimentarea cu ape din precipitații căzute în zona Munților Pădurea Craiului, descărcarea sistemului – prin izvoare naturale sau prin sonde – făcându-se la Băile Felix-1 Mai. A fost argumentată și lipsa oricărui aport de apă termală dinspre estul și sud-estul zonei Felix-1 Mai, arie cu flux geotermic normal, lipsită de acumulări de ape subterane calde (fapt confirmat de rezultatele forajelor săpate pe văile Pețea și Hidișel în amonte de cele două stațiuni).

Semnalul de alarmă tras de scăderea drastică a debitelor emergențelor naturale de la Băile 1 Mai din perioada 1982-1985 nu a fost luat în serios de entitățile care aveau prin lege obligația de a veghea asupra corectei exploatare a zăcământului de ape geotermale: nici cei ce aveau licență de exploatare nu urmăreau volumele extrase și nici nu asigurau o judicioasă utilizare a apei termale, nici cei puși să controleze buna, corecta și completa gospodărire a resursei geologice nu impuneau respectarea reglementărilor din respectivul domeniu, ba chiar avizau săparea de noi sonde într-un perimetru în care extracția depășise deja rata alimentării naturale. S-a ajuns astfel în ultimii trei-patru ani la o situație limită, în care chiar și puternicul izvor sublacustru din rezervația de la Băile 1 Mai (care acum 35 de ani avea un debit minim de 136 l/s) să-și înceteze temporar debitarea, iar izvoarele sublacustre din amonte să nu mai debiteze în ultimii 25 de ani.

În perimetrul Oradea, intrat în exploatare în anul 1963, sunt în prezent în producție 11 sonde și în injecție o sondă, cumulativul extras depășind 49 milioane m³ apă geotermală. La nici una dintre sondele din perimetru nu s-au constatat modificări semnificative ale debitului, temperaturii sau presiunii. Zăcământul are o alimentare naturală, care este probabil mai mare decât potențialul actual al sondelor, dar care este în mod sigur mai mare decât debitele medii de 110-130 l/s realizate în perioada de maximă extracție din anii 1984-1986, întrucât nu s-a observat nici cel mai mic semn de declin al producției în Oradea (semnale de alarmă au apărut însă în zona 1 Mai încă din 1983, când extracția pe Oradea s-a suprapus cu exploatarea abuzivă și mult peste debitele avizate a se scoate prin sondele din perimetrul Felix-1 Mai). Faptul că în timpul închiderii tuturor sondelor din perimetru timp de 28 de zile (testul de interferență din 1984) presiunea statică de zăcământ s-a stabilizat la valoarea ei inițială (deși în lunile precedente debitul mediu extras a depășit 130 l/s), atestă, pe lângă o comunicare hidrodinamică rapidă, o alimentare naturală mare (Plaviță, Cohut, 1990). În același timp, însă, închiderea de pe Oradea a condus la creșterea debitelor emergențelor naturale din 1 Mai, fapt ce a atestat concret conexiunea hidrodinamică dintre acviferul triasic din subsolul orașului Oradea și cel cretacic din zona Felix-1 Mai.

În exploatarea zăcământului hidrogeotermal Oradea au existat trei perioa-

de distincte:

- perioada cercetării geologice prin foraje (1963-1982), în care au fost săpate și probate 11 din cele 14 sonde ale perimetrului și au fost produse doar 5 sonde (4005, 4006, 4004, 4081 și 4767), cu un debit anual mediu de 37 l/s și un cumulativ extras de 16,9 milioane m³;
- perioada exploatării experimentale (1983-1995), în care extracția a crescut spectaculos (datorită utilizării din ce în ce mai intense a energiei geotermale), numărul sondelor de producție ajungând la 11 (cu excepția perioadei 1987-1989, când au produs doar 10 sonde). Debitul mediu anual a crescut de la 69 l/s în 1982 la 132 l/s în 1984, scăzând apoi (datorită restricționării impuse în martie 1987 și unei utilizări mai judicioase, coroborate cu taxarea energiei termice consumate de fiecare utilizator) la 97 l/s în 1990 și 78 l/s în 1993, ca să ajungă la 73 l/s în 1994 și 71 l/s în 1995.
- perioada exploatării comerciale (1996-prezent), în care producția de energie termică înmagazinată în apa geotermală este condiționată de posibilitățile de consum. Titularul licenței de exploatare și-a modernizat tehnologia și infrastructura de extragere și vehiculare a apei geotermale (pompe submersibile cu convertizoare de frecvență, automatizarea și contorizarea, utilizarea țevilor preizolate, reinjectarea parțială a apei geotermale uzate termic în colectorul de origine la dubletul Nufărul, producerea energiei electrice într-o stație pilot la centrala geotermală din cartierul Loșia Nord etc.) și a săpat două noi sonde (prima în zona Nufărul II, lângă șoseaua de centură, a doua spre vest de gara Loșia, în zona silozurilor de cereale, ambele deschise la triasic), fiind pregătit să acționeze pentru creșterea substanțială a aportului energiei geotermale - curată și ieftină - în balanța energetică a municipiului Oradea.

Volumul de apă geotermală extras anual a crescut de la 1,1 milioane m³ în perioada 1976-1981 la 1,88 milioane m³ în anul 1982 (un an de tranziție, în care au fost probate 6 sonde dintre care la 4 au fost efectuate și stimulări acide) și la 2,44 milioane m³ în anul 1983, pentru ca apoi să crească la 3,1 milioane m³ în 1984 și 1985, maximul de 3,27 milioane m³ fiind atins în 1986. În perioada 1987-1990 volumul anual extras s-a menținut în jurul valorii de 2,5 milioane m³, pentru ca apoi să coboare la 2,3 milioane m³ în 1991 și la 2,1 milioane m³ în 1993, astfel încât în anul 1994 volumul extras a fost doar de 1,88 milioane m³, iar în 1995 de 1,86 milioane m³.

Cumulativul extracției a evoluat aproape liniar în perioada 1976-1981, valoarea acestuia la finele anului 1981 fiind de 15,06 milioane m³. În perioada 1982-

1995 s-a extras un volum total de 34,3 milioane m³ (adică o medie anuală de 2,45 milioane m³), în timp ce, în perioada 1996-2010, extracția anuală a scăzut la o medie anuală de 1,7- 1,8 mil. m³, cumulativul extras în 15 ani fiind de 26 milioane m³.

În septembrie 1992 a început exploatarea dubletului de sonde 4797-4081 din cartierul Nufărul, proiectat pentru un debit artezian de 30 l/s și o temperatură de 73 °C, în care apa geotermală (produsă artezian sau în pompaj submersibil) este vehiculată prin bateria de schimbătoare de căldură în plăci (unde cedează căldura apei reci de la rețeaua orașului), apa caldă de consum menajer fiind apoi pompată spre consumatori. Din schimbătoarele de căldură, apa geotermală uzată termic (20-30 °C, în funcție de temperatura apei reci și de solicitările de consum) este preluată de pompele de injecție și reintrodusă în zăcământ prin sonda de injecție, la adâncimi de 2.200-2.450 m și la presiuni de 3-4 bar.

Exploatarea experimentală a acviferului geotermal Oradea din ultimii 15 ani a permis stabilirea principalelor caracteristici ale acestuia:

- este un sistem cu alimentare activă, apa făcând parte din circuitul hidrologic activ (vârsta apei: 18-20.000 ani), extragerea a peste 49 milioane m³ de apă în ultimii 30 de ani neafectând semnificativ presiunea de zăcământ;
- apa geotermală nu are caracter încrustant și nici nu corodează, iar din punct de vedere al compoziției chimice nu prezintă pericol de poluare (mineralizație 0,8-1,4 g/l);
- temperatura apei la suprafață variază între 70 °C în zona Velența și 105 °C în zona loșia Nord, temperatura medie ponderată a celor 12 sonde din perimetru fiind de 87 °C în erupție liberă și 90 °C în pompaj;
- debitele arteziene ale sondelor variază între 5 și 30 l/s, în funcție de condițiile geologice locale, iar debitele posibil de obținut în pompaj submersibil pot fi de 20-50 l/s;
- colectorul permite reinjectarea apei geotermale uzate termic la presiuni sub 10 bar, chiar la debite de 25-40 l/s; buna funcționare a primului dublet geotermal din cartierul Nufărul confirmă această soluție și impune generalizarea exploatării cu injecție.

Concluzii și prognoze asupra evoluției zăcământului hidrogeotermal

Situația prezentă este extrem de îngrijorătoare atât în ceea ce privește existența florei și faunei din rezervație, cât mai ales asupra perspectivelor de funcționare la capacitate a stațiunilor balneologice Felix și 1 Mai, din cauza scăderii presiunii hidrostatice a acviferului și a diminuării afluxului de apă geotermală din

profunzime, generate de dezechilibrarea gravă a raportului dintre alimentarea naturală a sistemului hidrogeotermal Oradea - Felix 1 Mai și extracția de apă caldă prin sondele de exploatare și prin izvoarele naturale. Dacă nu se aduce extracția la nivelul alimentării naturale, vor dispărea speciile termofile din rezervație, iar în bazele de tratament și agrement (inclusiv în pensiunile și vilele) din Felix-1 Mai apa se va încălzi de la soare sau se va aduce prin conducte apă geotermală de la Oradea.

Scăderea nivelului hidrodinamic din zona Rezervației Naturale Pârâul Peșea, inclusă în situl Natura 2000 ROSCI0098 Lacul Peșea, este consecința directă și indubitabilă a depășirii reîncărcării naturale a acviferului de către extracția realizată prin totalitatea sondelor care produc din acviferul cretacic de la Felix-1 Mai, situația hidrogeologică a izvorului sublacustru fiind cel mai sensibil indicator a stării zăcământului a cărui bună funcționare constituie baza supraviețuirii Băilor Felix-1 Mai.

Se impune de urgență inventarierea tuturor forajelor existente, autorizate sau nu de ANRM, de pe raza localităților Sânmartin, Rontău, Băile 1 Mai, Haieu, Băile Felix, Cordău și Betfia, care extrag apa caldă din zăcământul Felix-1 Mai. Concomitent, va trebui întocmit inventarul, de asemenea oficial, al tuturor surselor de apă rece autorizate în zonă de Administrația Bazinală Ape Crișuri. Doar după cuantificarea și monitorizarea tuturor surselor și a parametrilor lor de exploatare se va putea stabili capacitatea reală a zăcământului și se va putea determina valoarea totală a extracției pentru actualele folosințe, inclusiv debitul necesar conservării ecosistemului din rezervația naturală.

În Oradea nu vor fi probleme, întrucât reinjecția va garanta menținerea presiunii de zăcământ, iar generalizarea pompajului submersibil (asistat de variatoare de frecvență) va asigura o exploatare rațională, capabilă să valorifice imensele resurse de căldură ale zăcământului pentru creșterea aportului de energie geotermală în asigurarea cu energie termică ieftină și curată a populației municipiului (cu condiția ca și Primăria să acționeze în acest sens).

În zona Oradea, evidențele hidrodinamice, termice, chimice și izotopice atestă existența unor celule convective (care includ tot masivul de roci triasice), precum și a circulației fluidelor preponderent prin estul și nordul perimetrului (de-a lungul sistemelor de falii Velența și Tilecuș), dar și circulația mai lentă, pe căi secundare, prin întregul colector, fapt ce a permis înlocuirea apei inițiale. Stabilitatea chimică a sistemului presupune menținerea aceluiași căi secundare de parcurs prin zăcământ, iar fenomenele hidrodinamice, termice, chimice și izotopice semnalate prin intensificarea extracției ar putea să evidențieze mai pregnant aceste căi de curgere. Debitul total de alimentare a fost estimat la 300-320 l/s (prin testele

din 1978 și 1984) și a fost confirmat de scăderea presiunii în zona Felix-1 Mai în perioada de maximă extracție în perimetrul Oradea (1984-1986), când debitul total extras în cele două perimetre a depășit rata alimentării, ajungând la 340-360 l/s. Pentru a nu impieta asupra cerințelor de tratament de la Băile Felix-1 Mai, Ministerul Geologiei a dispus restricționarea extracției la Oradea **până la realizarea exploatării cu reinjecție**. În acest sens, Consiliul Interdepartamental pentru Omologarea Rezervelor de Substanțe Minerale Utile a avizat ca rezerve exploatabile (de bilanț), pentru o perioadă de 10 ani, un debit mediu de 90 l/s (în erupție liberă, fără injecție).

Din păcate, acest aviz nu se referă și la măsurile ce trebuiau luate de urgență la nivelul extracției din zăcământul Felix-1 Mai pentru înlăturarea cauzelor care au generat depletarea temporară a izvorului sublacustru din Ochiul Mare, izvorul actual al Pârâului Peța, **dintre care cea mai importantă ar fi fost interzicerea săpării de noi sonde în perimetrul hidrogeotermal Felix-1 Mai**.

Rezultatele foarte bune obținute în ultimii ani la dubletul Nufărul din Oradea sunt o garanție a corectitudinii alegerii procedeelelor tehnologice și a utilajelor și o încurajare a continuării acțiunii de trecere la exploatarea în pompaj, cu reinjecție pe tot perimetrul Oradea, concomitent cu retehnologizarea infrastructurilor de producere, transport și distribuție a energiei geotermale.

Din păcate, Primăria municipiului nu impune entităților din subordinea sa (CET și Termoficare) cooperarea cu producătorul de energie geotermală pentru valorificarea întregii capacități a dubletului geotermal, astfel că acesta produce doar la jumătate din potențialul său.

Dezvoltarea exploatării și valorificării zăcământului geotermal Oradea se poate realiza doar reinjectând apa uzată termic (tehnologie care va asigura menținerea presiunii în zăcământ, creșterea gradului de recuperare a rezervelor de căldură și reechilibrarea raportului dintre rata alimentării naturale a sistemului hidrogeotermal Oradea-Felix și totalul extracției, raport grav afectat de exploatarea abuzivă și necontrolată prin sondele din perimetrul Felix-1 Mai. Perspectivele introducerii în circuitul energetic al municipiului Oradea a acestei resurse "curate" și practic inepuizabile sunt susținute de existența concomitentă a resursei energetice și a utilizatorilor, în condițiile unui preț unitar de livrare a energiei termice competitiv cu cel rezultat din alte surse de energie și - foarte important - în condiții de protecție a mediului înconjurător (prin înlocuirea căldurii rezultate din arderea combustibililor fosili).

Pentru atragerea de noi resurse geotermale în circuitul energetic al municipiului Oradea, la solicitarea Primăriei, S. C. Transgex S. A. Cluj-Napoca a comandat în noiembrie 1985 elaborarea unei documentații cu calculul rezervelor

de căldură ale zăcământului, în condițiile realizării exploatării cu reinjecție, concomitent cu generalizarea extracției cu pompe submersibile, în cadrul unei exploatări industriale pe o perioadă de minimum 20 de ani.

Printr-o atentă analiză a tuturor datelor de cunoaștere obținute în decursul a peste treizeci de ani de cercetare (geologică, hidrogeologică, chimică, izotopică și hidrodinamică) și a celor rezultate din urmărirea parametrilor de producție din perioada de exploatare experimentală, s-a elaborat un model de zăcământ (Cohut et al. 1997) pe baza căruia a fost posibilă simularea comportării viitoare a acviferului (în exploatare cu reinjecție prin opt dublete), acestea fundamentând evaluarea rezervelor posibil de extras din zăcământ cu actualul parc de sonde (la care se vor adăuga încă minimum trei sonde noi, din care două sonde de injecție).

Rezervele exploatabile de căldură ale perimetrului geotermal Oradea (calculate pentru data de 1 ianuarie 1996, cu o asigurare de 20 de ani) au fost evaluate - în mod conservativ, până la confirmarea premizelor privind schimbul termic în colector, consecutiv reinjecției - la 38×10^{15} J (respectiv 9 milioane Gcal), corespunzător producerii cu un debit constant de 240 l/s și reinjecției a cel puțin 85 % din acesta, timp de 20 de ani. Luând în calcul un grad de utilizare de 60 % din oferta de căldură, orașul ar putea beneficia anual de circa 270000 Gcal. pentru încălzire și preparare apă caldă de consum menajer. Gradul de valorificare ar putea crește semnificativ prin producerea energiei electrice și prin utilizarea pompelor de căldură. Volumul maxim posibil de extras în această perioadă este de aproximativ 150 milioane m³ de apă geotermală (Cohut et al. 1997).

Cunoscând atât rezervele exploatabile de căldură ale zăcământului Oradea, cât și modalitățile de valorificare eficientă a acestora, se poate fundamenta dezvoltarea viitoare a celui mai puternic și mai bine cercetat perimetru geotermal din țară. Această dezvoltare se va răsfrânge benefic atât asupra populației și a balanței energetice a municipiului Oradea, cât și asupra mediului înconjurător, contribuind – prin reinjecția apei geotermale uzate termic – la creșterea gradului de recuperare a căldurii din zăcământ și la ameliorarea condițiilor de debitare în regim artezian a emergențelor naturale și a sondelor din perimetrul Băilor Felix-1 Mai. Existența concomitentă în timp și spațiu a imensei resurse de energie din zăcământul geotermal Oradea și a uriașului consumator de energie termică (în domeniul 90-30 °C) reprezentat de termoficarea municipiului Oradea, constituie argumentul principal în susținerea, cu maximă fermitate profesională și cetățenească, a propunerii de dezvoltare a exploatării geotermale, care în prezent este departe de o valorificare cât de cât eficientă a resursei. Această dezvoltare incumbă însă implicarea fermă a Primăriei și a Consiliului Local în valorificarea energiei geotermale, curate, ieftine și practic inepuizabile, în folosul orădenilor.

Lucrări citate

- Cohut, I., Paál, G., Plavita, R. 1985 - Studiu și documentație de evaluare a rezervelor de căldură ale sistemelor hidrogeotermale din zona Crișul Negru- Someș. Arhiva Institutului de Geologie și Geofizică București, 163 p.
- Cohut, I., Paál, G. 1985 - Studiul legăturilor hidrodinamice dintre ariile geotermale Oradea și Felix. Arhiva Intreprinderii de Foraj și Lucrări Geologice Speciale I.F.L.G.S. București, 81 p.
- Cohut, I. 1986 - Sistemul hidrogeotermal Oradea-Felix. *Crisia* **16**: 617-628.
- Cohut, I., Antics, M., Rosca, M. 1995 - Studiu geologic de sinteză cu calculul rezervelor de căldură din perimetrul geotermal Oradea pentru data de 1 ian. 1996. Arhiva S.C. Transgex S.A. Cluj-Napoca. 74 p.
- Gilău, L. et al. 1983 - Urmărirea chimismului apelor geotermale și a relațiilor rocă-apă pentru zona Oradea-Felix. Raport, Arhiva Institutului de Învățământ Superior Oradea. 38 p.
- Gilău, L. et al. 1985 - Urmărirea variației în timp a caracteristicilor fizico-chimice ale apelor geotermale. Raport. Arhiva Universității din Oradea, 103 p.
- Orășeanu, I., Rusu, T., Gaspar, E., Iurkiewicz, A., Pop, I. 1985 - Drenajele subterane din Munții Pădurea Craiului. Al III-lea Simpozion de Carstologie, Cluj-Napoca.
- Paál, G. 1975 - Contribuții la hidrogeologia zăcământului de ape termale din zona Oradea-Felix. *Nymphaea* **3**: 5-38.
- Paál, G. 1979 - Calculul rezervelor exploatabile de ape subterane termale din Băile Felix-1 Mai. *Arhiva Institutului de Învățământ Superior Oradea*.
- Paál, G. 1981 - Exploatarea zăcământului geotermal de la Băile Felix-1 Mai. Arhiva Institutului de Învățământ Superior Oradea.
- Plaviță, R. 1989 - Reservoir model of the Oradea geothermal resources area deduced from the geological, chemical and thermal data. *Studii tehn. Econom., Institutul de geologie și geofizică, seria E*, **15**: 133-141.
- Plaviță, R., Cohut, I. 1990 - Interference tests in the Western Plain of Romania. *Geothermal Resources Council Transactions* **14** (2): 953-958.
- Țenu, A. 1975 - Cercetări hidrogeologice complexe asupra apelor termale din zona Băilor Felix și 1 Mai. *Studii de hidrogeologie-I.M.H.*: 75-133.
- Țenu, A. 1981 - Zăcăminte de ape hipertermale din nord-vestul României. Editura Academiei, București, 208 p.
- Țenu, A., Davidescu, F. 1988 - Environmental isotopic studies on mineral and thermal waters in Romania; a review over the last 25 years. Proceedings of the International Symposium on Mineral and Thermal Groundwater, Miercurea Ciuc, Romania: 271-281.
- Țenu, A., Diaconu, M. 2010 - Thermal aquifers in Mesozoic karstified limestones from Oradea-Băile Felix & 1 Mai area, western Romania. *Karst Hydrogeology of Romania*, 444 p.
- Veliciu, S., Zamfir, A. 1986 - Studiul geotermic al zonei Oradea-Felix. Raport, Arhiva Institutului de Geologie și Geofizică București, 56 p.

