

Biostratigrafická a paleoenvironmentální interpretace mikrofosilií ze souvrství „Schneckengraben“ ve spodní skupině gosauské křídý v okolí Wörschach-Liezen v Severních Vápencových Alpách

Microfossil record of the “Schneckengraben Formation” (Lower Gosau Subgroup of the Wörschach-Liezen, Northern Calcareous Alps) and its biostratigraphic and paleoenvironmental interpretation

HARALD LOBITZER¹ – MARCELA SVOBODOVÁ² –
LENKA HRADECKÁ³ – LILIAN ŠVÁBENICKÁ³

¹ Harald Lobitzer, Sigmund Freud Strasse 158, A-8990 Bad Aussee;
harald.lobitzer@aon.at

² Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6;
msvobodova@gli.cas.cz

³ Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1;
lenka.hradecka@geology.cz, lilian.svabenicka@geology.cz

Please cite this article as: Lobitzer, H. – Svobodová, M. – Hradecká, L. – Švábenická, L. (2019): The microfossil record of the “Schneckengraben Formation” (Lower Gosau Subgroup of the Wörschach-Liezen, Northern Calcareous Alps) and its biostratigraphic and palaeoenvironmental interpretation. – Geoscience Research Reports, 52, 1, 111–116. (in Czech)

Key words: Northern Calcareous Alps, Lower Gosau Subgroup, Coniacian, foraminifers, palynomorphs, nannofossils

Summary: In the framework of cooperation between the Austrian Geological Survey which has financially supported field works, Czech Geological Survey and the Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, v. v. i., a multidisciplinary research of Mesozoic deposits has been carried out by authors of this paper over the last thirty years in the Northern Calcareous Alps including the Gosau Group. Although the biostratigraphy is here based on macrofauna, the microfossils helped to clarify both relative age of deposits and their paleoenvironment.

The “Gosau of Wörschach-Liezen” is situated in the mountain ranges north of the Enns valley (Fig. 1) between the village of Wörschach and the district town Liezen in Styria (Steiermark). This area of the Northern Calcareous Alps is tectonically strongly disturbed and only isolated outcrops of Gosau Group sediments of the Coniacian to Paleogene age overlay the Triassic carbonate rocks (Fig. 2). The lower part of the Gosau Group sequence is represented by several hundreds of meters thick conglomerates of the Kreuzgraben Formation with isolated intercalations of bedded sandstones and grey sandy marls, which Pober (1984) called the “Schneckengraben Formation”. Sediments locally show a rich but poorly preserved brackish and/or marine macrofauna, that provides only insufficient stratigraphic data. Janoschek (1968) and Pober (1984) report finds of the ammonite *Protexanites bourgeoisi* (De Grossouvre), which confirm the Upper Coniacian age. Wille-Janoschek in Janoschek (1968) mentioned in the washed material

indeterminable Robuli, miliolids, ostracods, small gastropods, bivalves, echinoderms, fish teeth and coal particles. However, Pober (l.c.) did not investigate any microfossils.

Detailed studies of microfauna, palynomorphs and calcareous nannofossils provided further stratigraphic and paleoenvironmental data. Samples WW1–WW5 taken at the classic locality “Schneckengraben” and its surrounding outcrops are represented mostly by green-grey sandy claystones and grey marlstones.

Samples WW2, WW3 and WW5 provided tests of foraminifers. Relatively rich benthic foraminifers with *Gaudryina pyramidata*, *G. rugosa*, *Tritaxia tricarinata*, *Lenticulina* sp., *Stensioeina exsculpta*, *Quadriformina allomorphinoides*, and *Dorothyia conula* were observed only in sample WW5. Sample WW3 contains scarce foraminifers of genera *Quinqueloculina* and *Spirillina* that tolerate possible changes in water salinity.

Minor and poorly preserved calcareous nannofossils of an amount of 1–3 fragments per 10 fields of view of the microscope were found in samples WW1, WW2 and WW5. Species *Micula staurophora*, zone UC10 indicates the Middle Coniacian age. Presence of nannofossils confirms the marine environment.

The majority of collected sediments (samples WW1–WW4) included numerous well-preserved phytoclasts of yellow, brown and black color shades, palynomorphs with the predominance of angiosperm pollen of the Normapolles group, small reticulate tricolpates, fern spores, conifer pollen, fragments of dinoflagellate cysts, and acritarchs. Some palynomorphs were filled with pyrite crystals that resulted in their corrosion. Genus *Oculopolis* (Fig. 3-1) proves the Coniacian–Maastrichtian age. Palynomorphs were not found in sample WW5.

If present, both foraminifers and calcareous nannofossils prove the Coniacian. Palynomorphs from WW1 and WW2 samples correspond to the Coniacian age, while those from WW3 and WW4 samples point to a wider stratigraphic range – the Senonian. The occurrence of *Micula staurophora* (Fig. 4-1, 2) indicates the nannoplankton zone UC10, the base of which is correlated with the Middle Coniacian (Burnett 1998). The presence of microfossils implies a shallow sea of common salinity near the land. Benthic foraminifers and nannofossils, and the absence of palynomorphs in WW5 sample show a deeper marine environment. An exception represents sample WW4 where only sporomorphs were found. Green algae *Chomotriletes minor* (Fig. 3-3) emphasize here fresh waters and swamps.

Based on these data, the paleoenvironment can be interpreted as a shallow water near the land with fluctuating salinity and/or a gradual sea water level rising (Fig. 5). The presence of freshwater

algae *Chomotriletes* together with dinocysts of genus *Chatangiella* occurring in shallow marine environment, and pollen grains *Classopollis classoides* characterizing the marshes deposits support

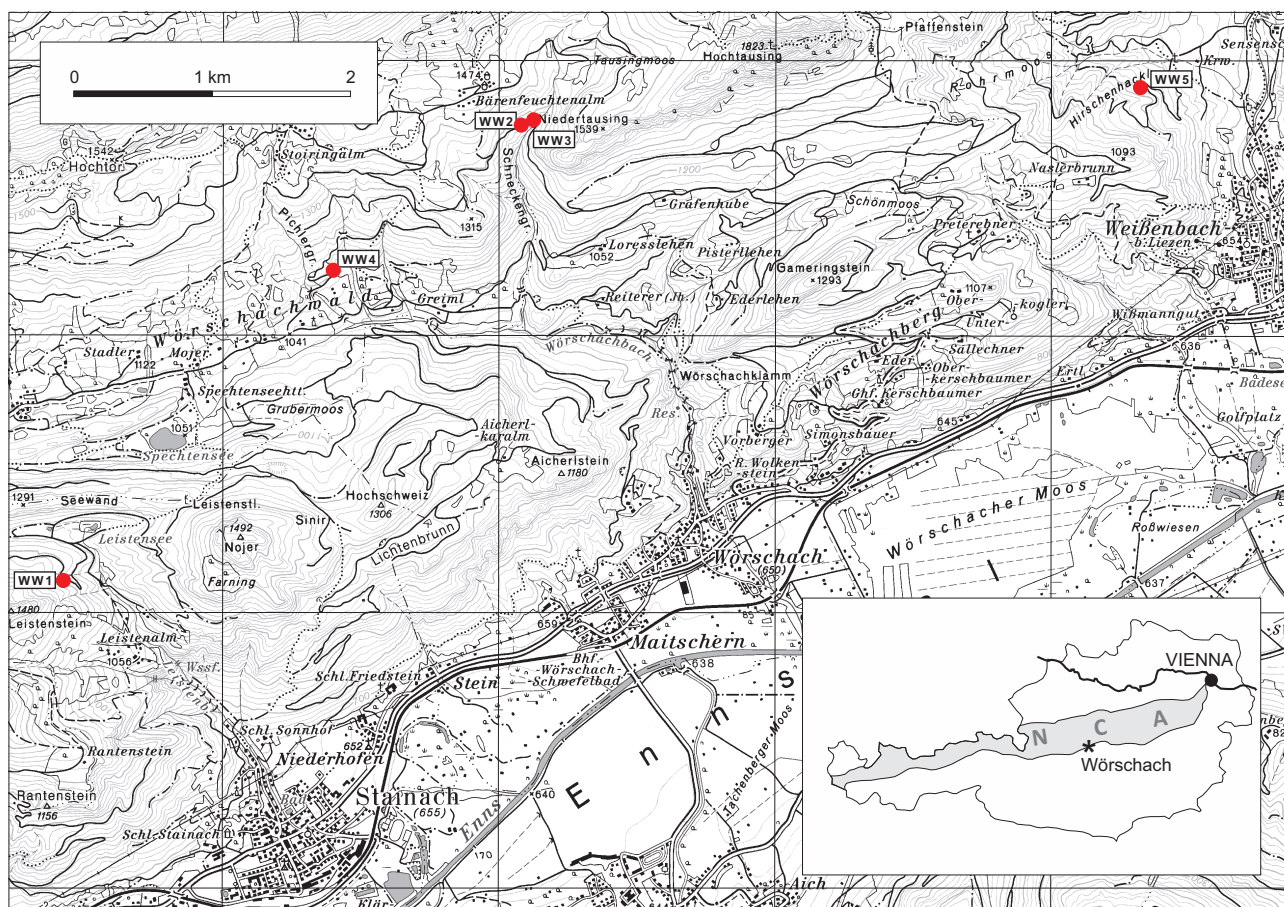
the coastal waters. The above interpretations point to a marine transgression. Stratigraphic age: Middle Coniacian with possible extension to the Santonian.

V rámci spolupráce Rakouské geologické služby (Geologische Bundesanstalt Wien) a České geologické služby a Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., byl v posledních třiceti letech proveden multidisciplinární výzkum mezozoických sedimentů v Severních Vápencových Alpách ve spodní skupině gosau. Ačkoliv biostratigrafie svrchní křídý gosau je založena především na makrofauně (např. Kollmann – Summesberger 1982, Egger et al. 2000, Summesberger et al. 2009), mikrofosilie pomohly i ve spodní skupině gosau upřesnit jak relativní stáří vrstev, tak jejich paleoenvironmentální vývoj (Wagreich 1992, 1998, Hradecká et al. 1999, 2006, Szente et al. 2010). Cílem studia mikrofosilií na klasické lokalitě Schneckengraben (Pober 1984) bylo upřesnit biostratigrafii a vývoj sedimentačního prostředí.

Geologie

Gosauská skupina oblasti Wörschach-Liezen ve Štýrsku je geograficky situována na sever od údolí Enns mezi vesnicí

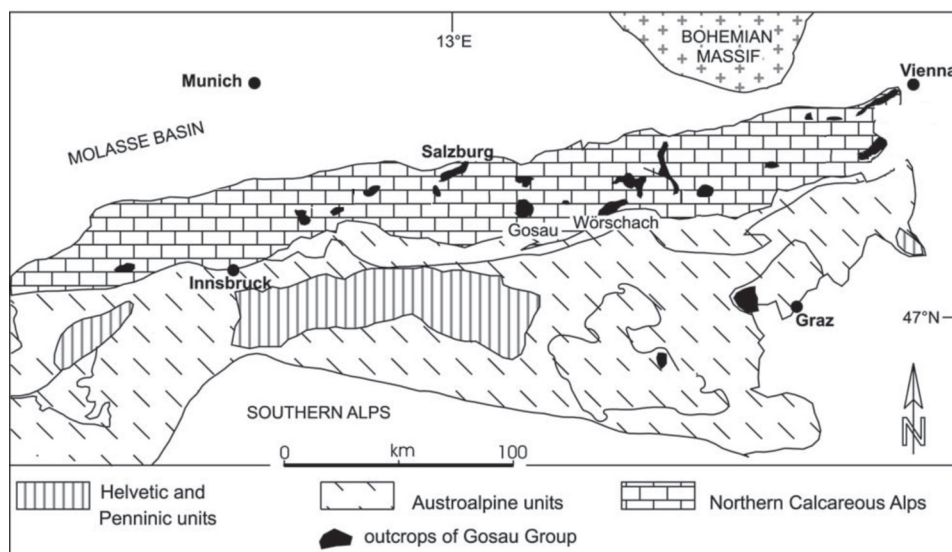
Wörschach a západním předměstím Liezen (obr. 1). Toto území náleží k jižnímu okraji Severních Vápencových Alp. Údolí Enns, směru téměř V-Z, je geologicky predisponováno tektonickou linií mezi Severními Vápencovými Alpami a komplexem austroalpínského krystalinika včetně jednotek helvetika a penninika (obr. 2). Oblast je silně tektonicky postižená. Gosauská skupina, zde sedimenty coniackého až paleogenního stáří, je přítomna v izolovaných odkryvech a překrývá karbonátové horniny triasu. Spodní skupina gosau, Schneckengraben Formation, v této oblasti tvoří několik stovek metrů mocné konglomeráty s izolovanými vložkami hnědých a šedých vrstevnatých pískovců a písčitých slínovců. Místy bohatá, avšak špatně zachovaná makrofauna dokládá brakické a/nebo marinní prostředí, ale zatím neposkytla přesnější údaje o geologickém stáří. Janoschek (1968) a Pober (1984) odtud uvádějí nález amonita *Protexanites bourgeoisi* (De Grossouvre), který indikuje svrchní coniac. Z výplavů uvádí Wille-Janoschek (in Janoschek 1968) blíže neidentifikované Robuli, miliolidy, ostrakody, malé gastropody, mlže, ježovky, rybí zoubky



Obr. 1. Geografické schéma s vyznačením odběru vzorků.

Fig. 1. Geographic scheme showing samples location.

Obr. 2. Geologická skica oblasti „Gosau of Wörschach-Liezen“. 1 – helvetikum a penninikum, 2 – austroalpínské jednotky, 3 – Severní Vápencové Alpy, 4 – výchozy gosauské křídy. Fig. 2. Geological sketch map of the “Gosau of Wörschach-Liezen”. 1 – Helvetic and Penninic units, 2 – Austroalpine units, 3 – Northern Calcareous Alps, 4 – outcrops of Gosau Group.



a úlomky uhlí. Pober (1984) v popisu typové lokality souvrství Schneckengraben mikrofosilie nezmiňuje.

Material

Vzorky byly odebrány severně od obce Wörschach u západního okraje města Liezen jak z klasické lokality Schneckengraben Formation (WW2 a WW3), tak z okolních výchozů (WW1, WW4 a WW5; obr. 1).

Wörschach

WW1: Výchoz podél lesní cesty z Leistensee směrem k JZ před malým sesuvem kamenů, který přetíná cestu. Zelenošedé písčité slíny s fosilními zbytky.

WW2, WW3: Klasická lokalita souvrství Schneckengraben, asi 500 m z. od Niedertausig. WW2: 15 m z. od lesní cesty, která toto souvrství přetíná. Šedé břidlicové slíny.

WW3: Západní svah potoka Schneckengraben v místě křížení lesní cesty. Šedé břidlicové slíny.

WW4: Výchoz tmavošedých písčitých slínů a pískovců nad první serpentinou lesní cesty ze Spechtensee na SV ke klasické lokalitě Schneckengraben.

WW5: Vzorek byl odebrán ve svahu nad druhou serpentinou lesní cesty Hirschenhackl, s. od Weissenbachu u Liezen. Zelenavě šedé měkké slíny s písčitou příměsí a s úlomky černé organické hmoty (uhlí a rostlinné zbytky).

Metody

Vzorky byly připraveny v laboratořích České geologické služby v Praze-Barrandově.

Mikrofauna, foraminifery: sedimenty byly plaveny na sítu o velikosti ok 0,063 mm, se zachováním hrubé frakce. Vyplavený materiál byl studován pod binokulárním mikroskopem Nikon SMZ645.

Vápnité nanofosilie: pro přípravu preparátů byla ze sedimentů dekantací separována frakce 2–30 μ m (Švábenická

2012). Vzorky byly studovány ve světelném mikroskopu Nikon Microphot-FXA v procházejícím a polarizovaném světle s použitím imerzního objektivu 100 $\times$, SW ACT-1. Stratigrafické korelace vycházejí ze standardních nanoplanktonových zón UC (Upper Cretaceous) Burnett (1998). Výplavy mikrofauny a preparáty jsou uloženy v České geologické službě, Klárov 131/3, Praha 1.

Palynologie: při laboratorním zpracování vzorků byly použity obvyklé metody pro separaci palynomorf z vápnito-jílovitých typů hornin (HCl, HF, KOH, acetolýza). Trvalé preparáty byly studovány a fotodokumentovány ve světelném mikroskopu Leica DM2500 za použití imerzního objektivu. Preparáty jsou uloženy v Geologickém ústavu AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, Praha 6.

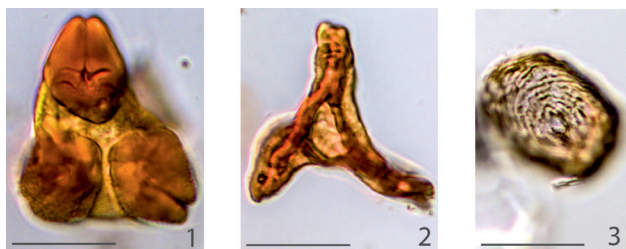
Výsledky

Mikrofauna

Foraminifery jsou v sedimentech přítomny minimálně. Výjimku tvořily vzorky WW5 a WW3, ve kterých bylo nalezeno několik druhů s většinou špatně zachovanými, často rekrystalizovanými schránkami. Ve vzorku WW5 to byly druhy *Gaudryina pyramidata*, *G. rugosa*, *Tritaxia tricarinata*, *Lenticulina* sp., *Stensioeina exsculpta*, *Quadriformina al-lomorphinoides* a *Dorothia conula*, které indikují coniacké stáří. Vzorek WW3 obsahoval ojedinělé schránky rodů *Quinqueloculina* a *Spirillina* z čeledi Miliolidae. Vzorky WW1, WW2 a WW4 neobsahovaly žádné foraminifery, pouze ojedinělé úlomky jehlic hub a schránek gastropodů a mlžů.

Palynologie

V preparátech jsou četné fyto-klasty žluté, hnědé až černé barvy, vzácná, ale dobře zachovaná palynomorfa s převahou pylů krytosemenných rostlin ze skupiny Normapolles, drobné retikulární trikolpáty, spory kapradin, pyly konifer,



Obr. 3. Palynomorfy z lokalit Wörschach WW1 a WW4, měřítko 20 µm.

Fig. 3. Palynomorphs from the localities Wörschach WW1 and WW4, scale bar 20 µm.

1 – *Oculopollis* sp., WW1, 2 – *Complexiopollis christae*, WW1, 3 – *Chomotriletes minor*, WW4.

úlomky cyst obrněnek a akritarcha (obr. 3). Část palynomorf je vyplněna krystaly pyritu, které částečně způsobily jejich korozi a často znesnadňují určování palynomorf.

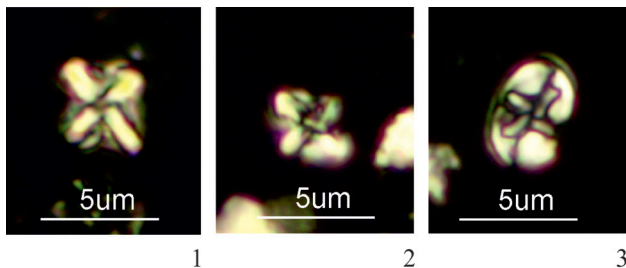
Vápnité nanofosilie

V preparátech byl dominantní složkou anorganický materiál. Nanofosilie, většinou však jejich úlomky, se vyskytovaly ojediněle s četností cca 1–2 jedinci v deseti zorných polích mikroskopu. Ve společenstvech kvantitativně převládaly plakolity *Watznaueria barnesiae*. Ostatní druhy byly přítomny v jednotlivých exemplářích včetně stratigraficky významného *Micula staurophora* (obr. 4-1, 2). Malé úlomky nanofosilií o velikosti 1–2 µm nebylo možné identifikovat. Ve vzorcích WW3 a WW4 nebyly vápnité nanofosilie nalezeny.

Dokumentace a biostratigrafické a paleoenvironmentální interpretace

WW1

Sedimenty poskytly velmi chudé společenstvo nanofosilií s *Ahmuellerella octoradiata*, *Biscutum* sp., *Corollithion* ?*madagaskarensis*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Cylindralithus biarcus*, *Eiffellithus eximius*, *E. nudus*,



Obr. 4. Lokalita Wörschach. Stratigraficky důležité vápnité nanofosilie, jejichž první výskyt je uváděn v coniacu. Polarizované světlo. Fig. 4. Wörschach locality. Stratigraphically important calcareous nanofossils, the first occurrence which is mentioned in the Coniacian. Polarized light.

1 – *Micula staurophora*, WW1, 2 – *Micula staurophora*, WW5, 3 – *Eiffellithus nudus*, WW1.

E. perch-nielseniae (obr. 4-3), *Helicolithus* cf. *compactus*, *Chiastozygus litterarius*, *Lithraphidites carniolensis*, *Micula staurophora* (3 jedinci), *Prediscosphaera cretacea*, *Retacapsa angustiforata*, *R. crenulata*, *Rhagodiscus achlyostaurion*, *Staurolithites* sp., *Tegumentum stradneri*, *Watznaueria barnesiae*, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Z. noeliae*.

Palynofacie je tvořena četnými fytoklasty žluté, hnědé až černé barvy s chudým, ale dobře zachovaným společenstvem palynomorf, ve kterém převládají pyly krytosemenných rostlin ze skupiny Normapolles [*Complexiopollis christae* (obr. 3-2), *C. complicatus*, *Complexiopollis* sp., *Oculopollis* spp. (obr. 3-1), *Plicapollis* sp., *Minorpollis* sp., *Emscheripollis* sp.], dále drobnými retikulátními trikolpáty *Tricolpopollenites parvulus*, sporami kapradin (*Corrugatisporites* sp., *Klukisporites* sp.), pyly konifer (*Classopollis classoides*, *Parvisaccites radiatus*, *Alisporites bilateralis*, *Cycadopites* sp.) a většinou pouze úlomky cyst obrněnek (*Isabelidinium* sp., *Spinidinium* sp., *Xiphophoridium alatum*) a drobnými kulovitými akritarchami (*Micrhystridium fragile*, *Micrhystridium* sp.). Část palynomorf vyplňují krystaly pyritu, které způsobují jejich korozi.

Vápnité nanofosilie s *Micula staurophora* (obr. 4-1, 2) dokládají střední coniac, zónu UC10. Převaha pylových zrn *Complexiopollis* a častý výskyt rodu *Oculopollis* odpovídá rovněž coniackému stáří. Obdobné společenstvo palynomorf středněconiackého stáří uvádí Siegl-Farkas (1994) u Bad Aussee. Relativně četné palynomorfy a naopak velmi vzácné vyskyty většinou úlomků nanofosilií indikují mělké moře o normální salinitě v blízkosti pevniny. Foraminifery nebyly v tomto vzorku přítomny, ve výplavech byly vzácně nalezeny jehlice hub a schránky malých mlžů a plžů.

WW2

Sedimenty obsahovaly ojediněle úlomky nanofosilií *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Eiffellithus* sp., *Prediscosphaera ponticula*, *Rhagodiscus achlyostaurion*, *R. angustus*, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Z. noeliae*. Výplavy poskytly jehlice hub a úlomky schránek mlžů a plžů.

Naopak palynofacie je tvořena četnými fytoklasty hnědé až černé barvy, krystalky pyritu a ojedinělými palynomorfami. V rámci angiosperm ze skupiny Normapolles převládá rod *Oculopollis*, méně *Complexiopollis* a rod původně popsáný jako *Semioculopollis*, který je nově přiřazen k rodu *Oculopollis* (Pollette and Batten 2017), se objevuje v coniacu. Z pylů konifer je přítomen pouze *Classopollis classoides*. V rámci dinocyst převažují mělkovodní peridinioidní cysty *Isabelidinium* cf. *cooksoniae*, *Chatangiella* cf. *victoriensis*, *Chatangiella* sp., *Palaeohystrichophora infusorioides* a akritarcha *Micrhystridium* spp.

Přítomnost peridinioidních dinocyst indikuje mělké pobřežní vody. Ojedinělé úlomky foraminifer a nanofosilií relativní stáří neupřesňují, ale upozorňují na blízkost mělkého moře.

WW3

V sedimentech byly zjištěny vzácné schránky foraminifer rodů *Quinqueloculina* a *Spirillina* a velmi chudé společenstvo palynomorf s ojedinělými zástupci rodu *Oculopollis*, konifer *Classopollis classoides*, dinocyst *Chatangiella*

Sample No.	Microfossils	Calcareous nanofossils	Palynomorphs	Stratigraphic age	Paleoenvironment
WW5	fragments of benthic foraminifers <i>Gaudryina pyramidata</i> , <i>G. rugosa</i> , <i>Tritaxia tricarinata</i> , <i>Dorothia conula</i> , <i>Quadrimorphina allomorphinoides</i> , <i>Stensioeina exculpta</i> , <i>Lenticulina</i> sp.	poor assemblage with <i>Micula staurophora</i>	barren of palynomorphs	Middle Coniacian UC10 Zone	shallow sea
WW1	barren of foraminifers	poor assemblage with <i>Micula staurophora</i> and <i>Eiffellithus nudus</i>	<i>Complexiopollis complicatus</i> <i>Plicapollis peneserta</i> <i>Oculopollis</i> spp. <i>Chatangiella victoriensis</i> <i>Classopollis classoides</i>	Middle Coniacian UC10 Zone	nearshore sea of normal salinity
WW2	extremely rare, fragmented tests	extremely rare, fragments	<i>Oculopollis</i> spp. <i>Semioculopollis</i> sp. <i>Isabelidinium cooksoniae</i> <i>Chatangiella victoriensis</i>	Coniacian	shallow nearshore sea short distance from shoreline fluctuating salinity
WW3	rare foraminifers of genera <i>Quinqueloculina</i> and <i>Spirulina</i>	barren of nanofossils	rare pollen <i>Oculopollis</i> sp. <i>Classopollis classoides</i> <i>Chatangiella victoriensis</i> <i>Michrystidium</i> , <i>Baltisphaeridium</i>	Coniacian-Maastrichtian	fluctuating salinity brackish
WW4	barren of foraminifers	barren of nanofossils	rare angiosperms <i>Oculopollis</i> green algae <i>Chomotriletes minor</i>	Coniacian-Maastrichtian	fresh water marshes

Obr. 5. Model pravděpodobného paleoenvironmentálního vývoje sedimentů svrchní křídy v oblasti Wörschach-Liezen, spodní skupina Gosau, Severní Vápencové Alpy.

Fig. 5. A scheme of possible paleoenvironmental development of the Upper Cretaceous deposits in the Wörschach-Liezen region, Lower Gosau Subgroup, Northern Calcareous Alps.

victoriensis, *Isabelidinium* sp. a akritarch *Michrystidium* spp., *Baltisphaeridium* sp. Výskyty *Oculopollis* a *Ch. victoriensis* naznačují stáří v intervalu coniac až maastricht. Nanofosilie zde nebyly zjištěny. Jejich absence indikuje prostředí mělkých pobřežních vod s kolísající salinitou.

Velmi vzácné výskyty foraminifer rodů *Quinqueloculina* a *Spirulina*, které mohou tolerovat případné změny salinity, a absenci nanofosilií lze srovnat s lokalitou Brennetgraben u Bad Ischl (Hradecká et al. 2006), která byla interpretována jako coniac v marinním vývoji.

WW4

Sedimenty obsahovaly pouze palynomorfy se vzácnými angiospermami rodu *Oculopollis* spp., s drobnými retikulátními trikolpáty *Tricolpopollenites* sp., koniferami *Inaperturopollenites* sp., s úlomky dinocyst a zelených řas. Vzácně byla zaznamenána bisakátní pylová zrna konifer přelapovaná ze starších triasových sedimentů.

Rod *Oculopollis* dokládá interval coniac–maastricht. Sedimenty byly deponovány v mělkých vodách, zelené řasy *Chomotriletes minor* (pravděpodobně čeledi Oedogoniaceae, obr. 3-3) dokládají sladkovodní prostředí, pravděpodobně marše, tedy pevninu v úrovni mořské hladiny, která je zaplavována mořským přílivem.

WW5

Sedimenty obsahovaly ojedinělé schránky bentických foraminifer *Gaudryina pyramidata*, *G. rugosa*, *Tritaxia tricarinata*, *Lenticulina* sp., *Stensioeina exculpta*, *Quadrimorphina allomorphinoides* a *Dorothia conula*.

Společenstvo vápnných nanofosilií bylo velmi chudé, s druhy *Biscutum coronum*, *Broinsonia enormis*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Eiffellithus eximius*, *E. perch-nielsoniae*, *E. turriseiffelii*, *Micula staurophora* (1 exemplář), *Nannoconus* sp., *Placodiscus fibuliformis*, *Prediscosphaera cretacea*, *P. cf. grandis* (1 fragment), *Retacapsa angustiforata*, *R. crenulata*, *Staurolithites* sp., *Watznaueria barnesiae*. Palynomorfy nebyly v tomto vzorku zjištěny.

Jak foraminifery, tak nanofosilie dokládají coniacké stáří sedimentů. Přítomnost *Micula staurophora* indikuje zónu

UC10, jejíž báze je korelována sází středního coniacu (Burnett 1998). Přítomnost uvedených mikro- a nanofosilií indikuje moře o normální salinitě.

Interpretace a závěr

Palynofacie ze vzorků WW1 a WW2 odpovídá coniackému stáří, zatímco palynomorfy ze vzorků WW3 a WW4 lze korelovat s širším intervalem coniac–maastricht. Nález sladkovodních řas *Chomotriletes* spolu s dinocystami rodu *Chatangiella* (WW4), vyskytujícími se v mělkovodním mořském prostředí, a s pylovými zrny *Classopollis classoides*, charakterizující maršové sedimenty, indikují mělkomořské přibřežní prostředí.

Druh *Micula staurophora*, jehož první výskyt je korelován sází zóny UC10, dokládá geologické stáří od středního coniacu výše. Ve společenstvech byl zjištěn i *Eiffellithus nudus* (WW1), který je uváděn rovněž od coniacu. Sedimenty, ve kterých nebyly nanofosilie zjištěny, mohou upozorňovat na kolísání salinity – brakické až sladké vody (obr. 5).

Mikrofosilie ve vzorcích WW1 až WW5 indikují mělké pobřežní vody s kolísáním salinity. Rozvoj zelených řas, úlomky dinocyst, ale absence foraminifer a vápnného nanoplanktonu ve vzorku WW4 naznačují sedimentaci v brakické vodě. Celkově lze prostředí interpretovat jako mořskou transgresi, která v oblasti Wörschach-Liezen nastala ve středním coniacu (obr. 5).

Poděkování. Autoři děkují Rakouskému geologickému ústavu za finanční podporu při sběru materiálu a dr. G. W. Mandlovi za přípravu obr. 1. Mikrofosilie byly studovány v rámci Výzkumného záměru České geologické služby a RVO67985831 Geologického ústavu AV ČR, v. v. i. Poděkování patří rovněž recenzentům.

Literatura

BURNETT, J. A. (1998): Upper Cretaceous. In: BOWN, P. R., ed.: Calcareous nanofossil biostratigraphy. – Cambridge Univ. Press, 132–199.

- EGGER, J. – KOLLMANN, H. A. – SANDERS, D. – SUMMESBERGER, H. – WAGREICH, M. (2000): Cretaceous of eastern Austria. – Field trip Guide of the 6th International Cretaceous Symposium Vienna, 1–56, Wien.
- HRADECKÁ, L. – LOBITZER, H. – OTTNER, F. – SACHSENHOFER, R. F. – SIEGL-FARKAS, Á. – ŠVÁBENICKÁ, L. – ZORN, I. (1999): Biostratigraphy and Palaeoenvironment of the marly marine transgression of Weissenbachalm Lower Gosau-Subgroup (Upper Turonian-Lower Santonian Grabenbach-Formation, Northern Calcareous Alps, Styria). – Abh. Geol. B.-A. 56, 2, 475–517.
- HRADECKÁ, L. – LOBITZER, H. – SVOBODOVÁ, M. – ŠVÁBENICKÁ, L. (2006): Spodní gosauská podskupina mezi Wolfgangsee a Traunsee (Salzkammergut, Horní Rakousko), Lower Gosau Subgroup between Wolfgangsee and Traunsee (Salzkammergut, Upper Austria). – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2005, 149–151.
- JANOSCHEK, W. (1968): Oberkreide und Alttertiär im Bereich von Wörschach (Ennstal, Steiermark) und Bemerkungen über das Alttertiär von Radstadt (Pongau, Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., 138–155, Wien.
- KOLLMANN, H. A. – SUMMESBERGER, H. (1982): Excursions to Coniacian-Maastrichtian Stages in the Austrian Alps. – 4. Meeting, Working Group Coniacian-Maastrichtian Stages, 1–105, Wien.
- POBER, E. (1984): Stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der Gosau von Wörschach (Steiermark). Unpubl. PhD Thesis. – 149 str., Univ. Wien. Wien.
- POLETTE, F. – BATTEN, D. J. (2017): Fundamental reassessment of the taxonomy of five Normapollis pollen genera. – Rev. Palaeobot. Palynol, 243, 47–91.
- SIEGL-FARKAS, Á. (1994): Palynologische Untersuchungen an ausgewählten Vorkommen der Gosauschichten Österreichs. Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 2, 107–122. – Wien.
- SUMMESBERGER, H. – WAGREICH, M. – BRYDA, G. (2009): Upper Maastrichtian cephalopods and the correlation to calcareous nannoplankton and planktic foraminifera zones in the Gams Basin (Gosau Group; Styria, Austria). – Ann. Naturhist. Mus. Wien 111A, 159–182.
- SZENTE, I. – BARON-SZABO, R. C. – HRADECKÁ, L. – KVAČEK, J. – SVOBODOVÁ, M. – ŠVÁBENICKÁ, L. – SCHLAGINTWEIT, F. – LOBITZER, H. (2010): The Lower Gosau Subgroup of the Kohlbachgraben and "Station Billroth" North of St. Gilgen (Turonian-?Coniacian, Salzburg, Austria). – Abh. Geol. B.-A. 65, 135–154.
- WAGREICH, M. (1992): Correlation of Late Cretaceous calcareous nannofossil zones with ammonite zones and planktonic Foraminifera: the Austrian Gosau sections. – Cretac. Res. 13, 505–516.
- WAGREICH, M. (1998): Lithostratigraphie, Fazies und Sequenzstratigraphie der Gosau Gruppe von Bad Ischl und Strobl am Wolfgangsee (Oberturon-Maastricht, Nördliche Kalkalpen, Österreich). – Jb. Geol. B.-A. 141, 2, 209–234.
- WILLIAMS, G. L. – FENSOME, R. A. – MAC RAE, R. A. (2017): The Lentin and Williams Index of Fossil Dinoflagellates 2017 Edition. – 972 str. AASP Contr. Ser. 48.

Appendix

Druhy uvedené v textu podle abecedního pořádku rodových jmen.

Taxa mentioned in the text in the alphabetical order of genera epithets

Foraminifery (Foraminifera)

Dorothyia conula (Reuss)

Gaudryina pyramidata Cushman

Gaudryina rugosa d'Orbigny

Quadriformina allomorphinoides (Reuss)

Stensioeina exsculpta (Reuss)

Tritaxia tricarinata (Reuss)

Vápnité nanofosilie (Calcareous nannofossils)

Ahmuelierella octoradiata (Görka) Reinhardt

Biscutum coronum Wind and Wise

Broinsonia enormis (Shumenko) Manivit

Corollithion ?madagaskarensis Perch-Nielsen

Cribrosphaerella ehrenbergii (Arkhangelsky)

Deflandre

Cylindralithus biarcus Bukry

Eiffellithus eximius (Stover) Perch-Nielsen

Eiffellithus nudus Shamrock

Eiffellithus perch-nielseniae Shamrock

Eiffellithus turreseiffelii (Deflandre) Reinhardt

Helicolithus compactus (Bukry) Varol and Girgis

Chiastozygus litterarius (Görka) Manivit

Lithraphidites carniolensis Deflandre

Micula staurophora (Gardet) Stradner

Placodiscus fibuliformis (Reinhardt) Hoffmann

Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky) Gartner

Retacapsa angustiforata Black

Retacapsa crenulata (Bramlette and Martini) Grün

Rhagodiscus achlyostaurion (Hill) Doeven

Tegumentum stradneri Thierstein

Watznaueria barnesiae (Black) Perch-Nielsen

Zeugrhabdotus diplogrammus (Deflandre) Burnett

Zeugrhabdotus noeliae Rood

Palynomorfy (Palynomorphs)

Alisporites bilateralis Rouse

Chatangiella victoriensis (Cookson and Manum) Lentin and Williams

Chomotriletes minor (Kedves) Pocock

Classopollis classoides (Pflug) Pocock and Jansonius

Complexiopollis christae (Amerom) Krutzsch

Isabelidinium cooksoniae (Alberti) Lentin and Williams

Micrhystridium fragile Deflandre

Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre

Parvisaccites radiatus Couper

Xiphophoridium alatum (Cookson and Eisenack) Sarjeant