UNIVERZA V LJUBLJANI

NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA

ODDELEK ZA GEOLOGIJO

SEDIMENTOLOŠKA, STRATIGRAFSKA IN PALEONTOLOŠKA ANALIZA PROFILA V OSEKU, SVETI TROJICI V SLOVENSKIH GORICAH

DIPLOMSKO DELO

NINA CAF

Ljubljana, junij 2015

Izjava

Spodaj podpisana Nina Caf, rojena 27.9.1992 v Mariboru, izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom: »Sedimentološka, stratigrafska in paleontološka analiza profila v Oseku, Sveti Trojici v Slovenskih goricah.« Diplomsko delo je bilo izvedeno pod mentorstvom doc. dr. Luka Galeta in as. dr. Vasje Mikuža.

Nina Caf

Ljubljana, junij 2015

Povzetek

Območje Oseka v Slovenskih goricah je v miocenu paleogeografsko pripadalo Centralni Paratetidi oz. natančneje Panonskemu morju, strukturno pa Panonskemu bazenu.

Delo je zajemalo detajlno terensko snemanje profila Osek 2, ki je debel 6,20 m. V laboratoriju smo pregledali vzorce za kalcitni nanoplankton in ostrakode ter s pomočjo literature določili vrste fosilov polžev in školjk.

Profil se začne z debelim nanosom proda s peščenim vezivom. Prodniki so metamorfni, rožencevi ali kremenovi, redkeje tufski. Sledi sljudnati meljevec s pooglenelimi ostanki kopenskih rastlin, in koreninskimi sistemi, le temu pa tanka plast sestavljena iz popolnoma fragmentiranih ostankov polžev, školjk, rastlinskih ostankov in kosti vretenčarjev. Profil se nadaljuje z devetimi debelimi plastmi meljevca, konča pa s hitrim menjavanjem zelo tankih plasti meljevca s številnimi bioturbacijami in sipinicami.

V profilu sem našla fosilne ostanke *Melanopsis fossilis fossilis, Congeria subglobosa longitesta, Mytilopsis hoernesi in Mytilopsis ornithopsis*, ki sedimente uvrščajo v panonij.

Profil v Oseku 2 odraža sedimentacijo na območju delte. Prodni nanos v spodnjem delu verjetno predstavlja zapolnitev distribucijskega kanala, meljevec z ostanki korenin in tanka plast s koncentracijo fosilnega drobirja in vretenci obrežje kanala, tankoplastnati meljevec pa sedimentacijo znotraj zaliva.

Ključne besede: paleontologija, sedimentologija, miocen, Panonsko morje, delta, *Melanopsis, Congeria*

Abstract

The area of Osek in was in Miocene paleogeographicaly a part of the Central Paratethys. The area of Slovenske gorice was structurally a part of the Pannonian basin.

At first we were working in the field in Osek 2, where we recorded the whole section in detail. The whole section is 6,20 m thick. Later in laboratory we checked all the samples from the field for calcareous nannoplankton and ostracods and also looked at all the makrofossils of shells and snails and detemined the correct species.

The section in Osek starts with a thick layer of conglomerates and sandstones with pebbles. Pebbles that were found in this part were metamorphic, quartz and tuff. In the middle part were found siltstones with mica and fossils of shells, carbonized plants and a thin layer of completly fragmented remains of snails, shells, bones of vertebrates and plants was found. The section is continued by a nine thick layers of siltstone. It ends with a rapid alternation of very thin layers of siltstone with numerous signs of bioturbation and ripples.

Fossils of *Melanopsis fossilis fossilis, Congeria subglobosa longitesta, Mytilopsis hoernesi in Mytilopsis ornithopsis* were determined. This fossils are attributing this sediments into the Pannonian.

The entire section is interpreted as delta. Conglomerate at the bottom represents channel sedimentation, the siltstone with rootlets the levee, and the siltstone layers the bay-fill muds.

Keywords: paleontology, sedimentology, miocene, Pannonian sea, delta, *Melanopsis, Congeria*

Kazalo vsebine

Povzetek.....

Abstract .....

1. Uvod.....1

2. Geografski položaj obravnavanega območja 2

3. Predhodne raziskave obravnavanega območja.....3

4. Geološka zgradba obravnavanega območja..... 4

5. Paleogeografski razvoj.....5

6. Metode dela.....6

6.1 Terensko delo 6

6.2 Laboratorijsko delo..... 6

7. Opis profila.....7

8. Paleontološka vsebina profila Osek 2 13

9. Biostratigrafija in starost.....18

10. Analiza sedimentacijskega okolja 19

11. Zaključek.....21

12. Zahvala 22

13. Literatura 23

14. Priloge 25

Kazalo slik

Slika 1: Lokacija Oseka na zemljevidu Slovenije (Vir: Geopedia). 2

Slika 2: Geološka zgradba okolice Oseka. S pravokotnikom je označena vas Osek. Povzeto po Žnidarčič in Mioč (1988). 4

Slika 3: Plast proda, ki navzgor postopoma prehaja v peščenjak. Ponekod so vidne limonitizirane površine. Viden je horizont s konkrecijami (označeno s puščico). Foto: N. Caf 7

Slika 4: Plast s fragmentiranimi ostanki fosilov mehkužcev in rastlinskih ostankov. Foto: N. Caf 8

Slika 5: Bele karbonatne konkrecije na bazi plasti. Foto: N. Caf 8

Slika 6: Valovne sipinice (črna puščica) ter konvolutna laminacija (bela puščica) . Foto: N. Caf 9

Slika 7: Plast z močno bioturbacijo, plamenastimi teksturami in rahlo valovito laminacijo. Foto: N. Caf 10

Slika 8: Sedimentološki profil Osek 2 11

Slika 9: Model delte 19

Kazalo tabel

Tabela 1: Preglednica meritev vseh obravnavanih fosilov polžev. 14

Tabela 2: Razporeditev najdenih primerkov v ustrezne biocone (po Papp, 1953). 18

1. Uvod

Območje Slovenskih goric je v slovenski geologiji še precej neraziskano območje. Za svojo diplomsko nalogo sem se odločila, da raziščem profil v Oseku, ki je že več desetletij poznan zbiralcem fosilov, vendar v akademskih krogih o njem praktično ni mogoče najti nobenih zapisov.

Celotno območje Slovenskih goric prekrivajo sedimenti in kamnine, ki so se odložile v času neogena oz. v primeru Oseka v času miocena. V tem času so se začeli odlagati morski in kasneje jezerski sedimenti, ki jih je tam odložilo Panonsko morje, ki se je kasneje razvilo v Panonsko jezero (Žnidarčič & Mioč, 1989). Razlog za prehod iz morja v jezero je bil v zaprtju številnih morskih povezav, ki so Panonsko morje povezovale z ostalimi morji ter oceani (Rögl, 1998).

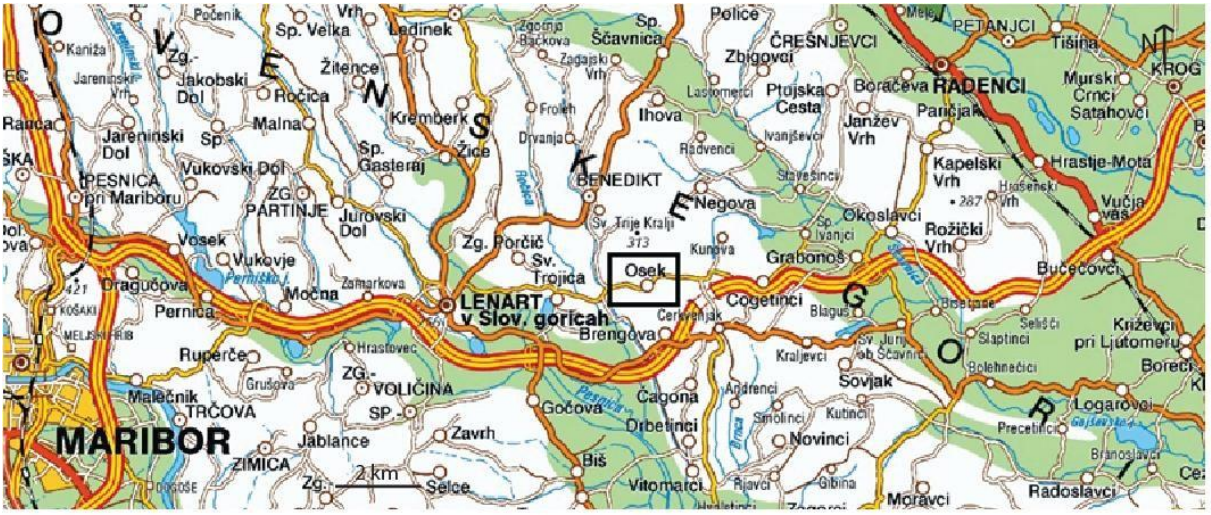
Posledično so se pogoji za življenje v Panonskem morju popolnoma spremenili. Predvsem se je zmanjšala količina slanosti in v posameznih delih jezera tudi količina kisika (nastali so disaerobni pogoji). Zaradi drastične spremembe okolja je večina organizmov je na meji med sarmatijem in panonijem izumrla. To izumrtje imenujemo SPEE (Sarmatian-Pannonian extintion event). Tako so se v novem, skoraj nenaseljenem okolju začele razvijati nove endemične vrste školjk in polžev. Primarni organizmi, ki so se naselili na območju Panonskega jezera so bile školjke rodu *Mytilopsis*, ki so se razvile že v zgornjem miocenu, vendar so bile majhne in morfološko precej nerazvite. Sledil je razvoj školjk rodu *Congeria* in polžev rodu *Melanopsis* (Harzahauser & Piller, 2007).

Namen diplomske naloge je bil raziskati profil Osek 2, opredeliti sedimentacijsko okolje ter določiti starost kamnin, ki so bile najdene na tem območju.

V ta namen sem najprej popisala celotni profil, zbrala vse najdene fosile in vzorce kamnin. Določila sem ime in starost najdenih fosilov. V literaturi sem poiskala v kakšnem okolju so se razvijali najdeni fosili ter preverila, če se njihov habitat sklada z interpretacijo sedimentacijskega okolja.

2. Geografski položaj obravnavanega območja

Osek je vas v Slovenskih goricah, ki leži približno 2 km vzhodno od Sv. Trojice v Slovenskih goricah (Slika 1).



Slika 1: Lokacija Oseka na zemljevidu Slovenije (Vir: Geopedia).

Vas tvorita Spodnji in Zgornji Osek. Povprečna nadmorska višina vasi je 300 metrov. Območje je večinoma prekrito s kmetijskimi površinami.

Raziskan profil se nahaja na koordinatah 46°39′ N in 15°55′ E.

3. Predhodne raziskave obravnavanega območja

Na območju Slovenskih goric je bilo opravljenih zelo malo geoloških raziskav.

Po Žnidarčič in Mioč (1989) je Winkler (1913) preučeval geološko zgradbo Štajerske kotline. Ugotovil je, da so na tem območju zastopani sedimenti od burdigalija do sarmatija.

Po Žnidarčič in Mioč (1989) je Benesch (1914) ugotovil, da so na severozahodnem delu Slovenskih goric pod terciarnimi sedimenti metamorfne kamnine, ki so permske, jurske in kredne starosti. Na istem območju je našel paleozojske in mezozojske kamnine, za katere je predpostavljal, da so prišle na površje z luskanjem.

Žnidarčič in Mioč (1989) sta v okviru Osnovne geološke karte (list Maribor) določila, da gradijo območje Oseka miocenske kamnine, natančneje kamnine panonijske starosti.

Planjšek s sodelavci (2002) so opisali kamnolom Osek 1, ki ga gradijo ooidni apnenci in peščenjaki sarmatijske starosti.

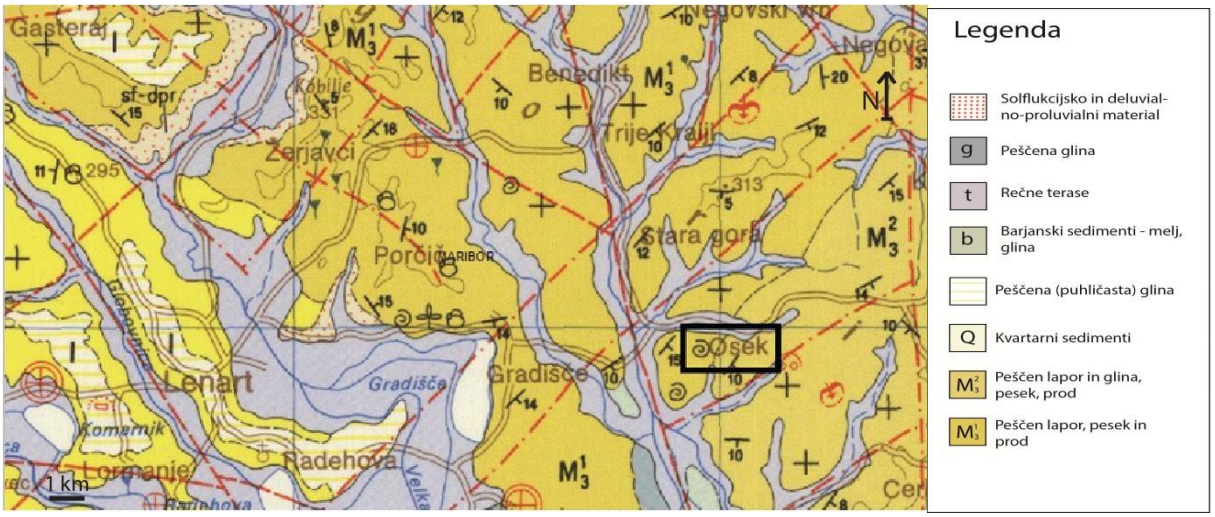
Bartol (2008) je na območju Slovenskih goric preučeval kalcitni nanoplankton v badenijskih plasteh. Osredotočil se je predvsem na območje med Šentiljem in Lenartom.

4. Geološka zgradba obravnavanega območja

Osek danes leži na številnih gričih, ki so sestavljeni iz miocenskih sedimentnih kamnin. Med sedimenti prevladujejo predvsem pesek, prod, peščen lapor in glina ter med sedimentnimi kamninami peščenjak, meljevec, laporovec in litotamnijski apnenec. V dolinah so kvartarni nanosi, ki jih je tam odložil potok Drvanja ter v spodnjem delu kraja tudi reka Pesnica (Žnidarčič & Mioč, 1989).

Žnidarčič in Mioč (1989) sta območje Slovenskih goric uvrstila v tektonsko enoto Panonskega bazena in jih razdelila na več blokov, in sicer mariborski, jareninski, lenarški, negovski in gornjeradgonski. Bloke ločujejo številni prelomi, ki potekajo v smeri NW-SE. Območje Oseka leži v lenarškem bloku. Najstarejši sedimenti in sedimentne kamnine , ki jih najdemo na območju Panonskega morja so konglomerat, peščenjak, peščen lapor, vmes pa se še pojavljajo posamezne plasti dacitnega in andezitnega tufa ter posamezne žile dacita. So helvetijske starosti in se nahajajo v mariborskem bloku.

Placer (2008) prav tako uvršča širše območje Svete Trojice v strukturno enoto Panonskega bazena, v katerem so se od ottnangija do panonija odlagali sedimenti Panonskega morja.



Slika 2: Geološka zgradba okolice Oseka. S pravokotnikom je označena vas Osek. Povzeto po Žnidarčič in Mioč (1988).

5. Paleogeografski razvoj

V začetku sarmatija je na območju Panonskega bazena nastalo epikontinentalno morje, ki je imelo največji obseg ravno v zgornjem sarmatiju. Številne depresije, ki so bile tektonskega izvora so bile zapolnjene z vulkanskimi in sedimentnimi kamninami (Magyar et al., 1999). Prišlo je do padca slanosti in zvišanja alkalnosti v morjih, kar je povzročilo izumrtje večine stenohalinih organizmov. Hkrati je povzročilo razvoj številnih endemičnih vrst, ki so se razvile na celotnem območju Paratetide. Posledično so v takšnem okolju manjkale številne morske vrste npr. radiolariji, planktonske foraminifere, korale in ehinodermi. Najdenih pa je bilo veliko bentoških foramenifer, ostrakodov ter mehkužcev (Steininger & Wessely, 2000). Fauna, ki se je v sarmatiju razvila na območju Dunajskega in Štajerskega bazena se je ohranila tudi v panoniju na območju Vzhodne Paratetide in območju Dacije (Rögl, 1998).

V začetku panonija se je nadaljevalo narivanje in dvigovanje Karpatov, kar je povzročilo dokončno prekinitev med Centralno Paratetido in Mediteranskim morjem. To je povzročilo še dodatni padec v slanosti vode in razvoj endemičnih vrst (Steininger & Wessely, 2000).

Na meji med sarmatijem in panonijem je bil nivo morske gladine zelo nizek, kar je povzročilo erozijo zgornje in srednjemiocenskih sedimentov, kar je opazno v nastanku erozijske diskordance, ki označuje mejo med sarmatijem in panonijem (Kovač et al., 1998). Regresija bi lahko bila posledica tektonskih dejavnikov, saj sovpada s kompresijo na območju Karpatov. Drugi razlog za regresijo je predpostavil Magyar s sodelavci (1999), saj meni, da bi lahko prišlo do evstatičnega nihanja morske gladine, ki sovpada s padcem morske gladine v vseh svetovnih oceanih. Centralni del Panonskega bazena je posledično okopnel, le v Dunajskem in Štajerskem bazenu se je ohranilo več vodnih teles (Magyar et al., 1999).

V spodnjem panoniju je prišlo do transgresije jezera na območje Štajerskega bazena (Steininger & Wessely, 2000). Transgresija je bila prisotna na celotnem območju Panonskega bazena, na kar nakazujejo predvsem fosilni ostanki mehkužcev, saj najdemo povsod na območju Panonskega bazena enak razvoj mehkužcev (Magyar et al., 1999). Posledično se je pred 11,6 milijoni let na območju nekdanjega Paratetinega morja izoblikovalo Panonsko jezero. V globljih delih jezera je prišlo do disoksičnih pogojev, ki so posledica zelo dobro razvite hipolimnije. V različnih delih jezera so se odlagale različni sedimenti in sedimentne kamnine. Odlagale so se sivo modre plasti gline in laporja, deltni prodnati sedimenti, peščenjaki, bele plasti laporja in lignit (Harzhauser & Piller, 2007).

Štajerski in Dunajski bazen sta ostala del jezera tudi po prenehanju transgresije, medtem ko sta se Transilvanski bazen in bazen na območju vzhodne Slovaške postopoma začela zapolnjevati s fluvialnimi in deltnimi sedimenti, ki so se izlivali proti današnji Madžarski. Kasneje se je Panonsko jezero ponovno zmanjšalo in predvsem iz severovzhoda in severozahoda so se začele izlivati reke, ki so tvorile delte. Reke so se izlivale tako v vzhodni del jezera, ki je bil že delno zapolnjen, kot tudi v zahodni del, ki je obsegal predvsem Štajerski in Dunajski bazen (Magyar et al.,1999).

6. Metode dela

6.1 Terensko delo

Terensko delo je zajemalo detajlno snemanje profila Osek 2.

Za določitev starosti kamnin sem odvzela dva vzorca laporovca za analizo kalcitnega nanoplanktona in tri vzorce kamnin, ki so tehtali okoli 100 g, za raziskave ostrakodov. Za določitev makrofavne sem nabrala številne fosile školjk, polžev, rastlinskih ostankov in kosti.

6.2 Laboratorijsko delo

Vzorca, ki se ga pobrala za kalcitni nanoplankton je pregledal dr. Miloš Bartol. Vzorce školjk in polžev sem preparirala s pomočjo igel in noža. Dobila sem deset popolnih primerkov polžev, en popoln primerek školjke ter pet nepopolnih vzorcev školjk. Vzorce rastlinskih ostankov sem prav tako očistila in jih slikala.

Preparacijo vzorcev za ostrakode sem izvedla na Oddelku za geologijo. Vzorce kamnin, ki sem jih pobrala na terenu, sem zdrobila na koščke velikosti 2 cm. Vzorce sem prelila s 500 ml destilirane vode in 100 ml H_2O_2. V mikroskopirnici sem po končani preparaciji vzorce pregledala z bilokularno lupo, vendar so bili vsi negativni.

7. Opis profila

Profil leži v bližini dveh umetno nastalih jezer. Na eni strani jezer je cesta, na drugi strani pa stena, ki predstavlja profil Osek 2.

Najnižji del profila se nahaja na zahodni strani, kjer je vidnih 42 cm peščenega proda (Slika 3). Prod navzgor prehaja v peščenjak ter postopoma v sljudnati meljevec. 15 cm pod zgornjo mejo je bil najden horizont s številnimi nepravilnimi konkrecijami. Prodniki so v spodnjih delih vzporedni s plastjo in so v povprečju veliki 4 cm. Večinoma so kremenovi, vendar najdemo tudi zaobljene klaste roženca, tufa ter sljudnatega meljevca. Kamnina je na določenih delih limonitizirana.

Slika 3: Plast proda, ki navzgor postopoma prehaja v peščenjak. Ponekod so vidne limonitizirane površine. Viden je horizont s konkrecijami (označeno s puščico). Foto: N. Caf

Zgornja meja je limonitizirana in neravna. Naslednja plast je debela 135 cm. Gre za maloprodnati sljudni meljevec s številnimi rastlinskimi ostanki, kjer so lahko deli rastlin dolgi tudi do 25 cm. Najdeni so bili tudi številni razvejani fosilni koreninski sistemi. Fosilna stebla rastlin so vzporedna s plastnatostjo, koreninski sistemi so približno pravokotni na plastnatost. Prehod v naslednjo plast je postopen.

Naslednja plast je debela 2 do 3 cm (Slika 4). V njej najdemo številne fragmentirane ostanke fosilov mehkužcev (polžev, školjk) ter rastlinskih ostankov. Fragmentirani ostanki tvorijo 50% celotne plasti, ostalih 50% pa predstavlja meljevec. V tem horizontu sem našla tudi tri vretenca, ki pripadajo sesalcu.

Slika 4: Plast s fragmentiranimi ostanki fosilov mehkužcev in rastlinskih ostankov. Foto: N. Caf

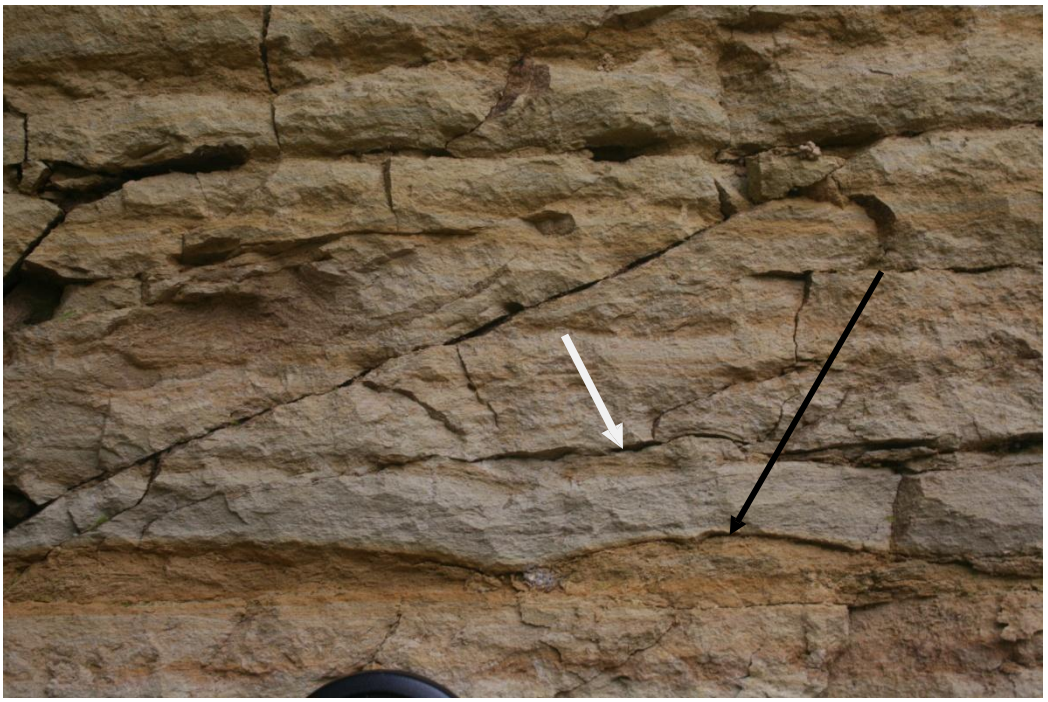
Sledi paket devetih plasti. Prva plast je debela 7 cm. Sestavlja jo meljevec in vsebuje številne rastlinske ostanke ter drobir mehkužcev (fosili polžev rodu *Melanopsis* in školjk rodu *Congeria*). Fragmenti so razporejeni bolj ali manj naključno. Prevladujejo juvenilni ostanki školjk in polžev. Naslednja plast je 3 cm debela plast sljudnatega meljevca, kjer najdemo posamezne fragmente školjk. Sledita dve plasti debeli 7 cm in jih sestavljajo meljevci, ki so v sredini plasti limonitizirani. Najdejo se številne naključno orientirane školjke, redki so tudi fosili polžev, ki so fragmentirani. Naslednja plast je debela 38 cm. Na bazi so številne bele karbonatne konkrecije (Slika 5).

Slika 5: Bele karbonatne konkrecije na bazi plasti. Foto: N. Caf

Sledi plast, ki je debela 39 cm. V spodnjem delu je vzporedno laminirana. Tu najdemo redke rastlinske ostanke ter drobne školjke. (približno 2% površine). Školjke so večinoma s konveksno stranjo obrnjene navzgor, redke pa so orientirane povsem naključno. V srednjem delu plasti so fosili polžev *Melanopsis* sp., kjer so predvsem večji fosili vzporedni z plastnatostjo, manjši pa so orientirani naključno. V spodnjem delu sem našla ostanke školjk *Congeria* sp., ki so precej redko posejani v kamnini. Najden je bil tudi horizont limonitnih konkrecij, ki se nahaja približno v sredini plasti. V tej plasti je bil odvzet vzorec za nanoplankton. V naslednjih dveh plasteh (prva je debela 13 cm, druga 10 cm) je sljudnati meljevec, ki je ponekod limonitiziran. Najdejo se redki ostanki školjk in rastlinskih stebel, ki so vzporedne s plastnatostjo. Sledi 28 cm debela plast meljevca, kjer je opazna konvolutna laminacija. Najdeni so bili redki ostanki rebrastih drobnih školjk ter rastlinski ostanki. Prisotna je pogosta bioturbacija. Naslednja plast je debela 13 cm. Meljevec je v spodnjem delu horizontalno laminiran, v zgornjem delu pa prevladuje konvolutna laminacija. Laminacija je v spodnjih delih precej slabše vidna kot v zgornjih.

Sledi 11 cm debela plast meljeveca, znotraj katerega so številne pogreznitvene teksture ter peščene žoge. V srednjem delu je vzporedna laminacija.

Naslednja plast meri v debelino 8,5 cm. Na bazi so sipinice z valovno dolžino 15 cm, maksimalna višina sipinic pa predstavlja 3 cm. (Slika 6). V preostalem delu horizonta je ponekod vidna konvolutna laminacija.



Slika 6: Valovne sipinice (črna puščica) ter konvolutna laminacija (bela puščica) . Foto: N. Caf

Naslednja plast je debela 13 cm. V spodnjem delu je opazna horizontalna laminacija, v zgornjem pa horizontalna in konvolutna laminacija.

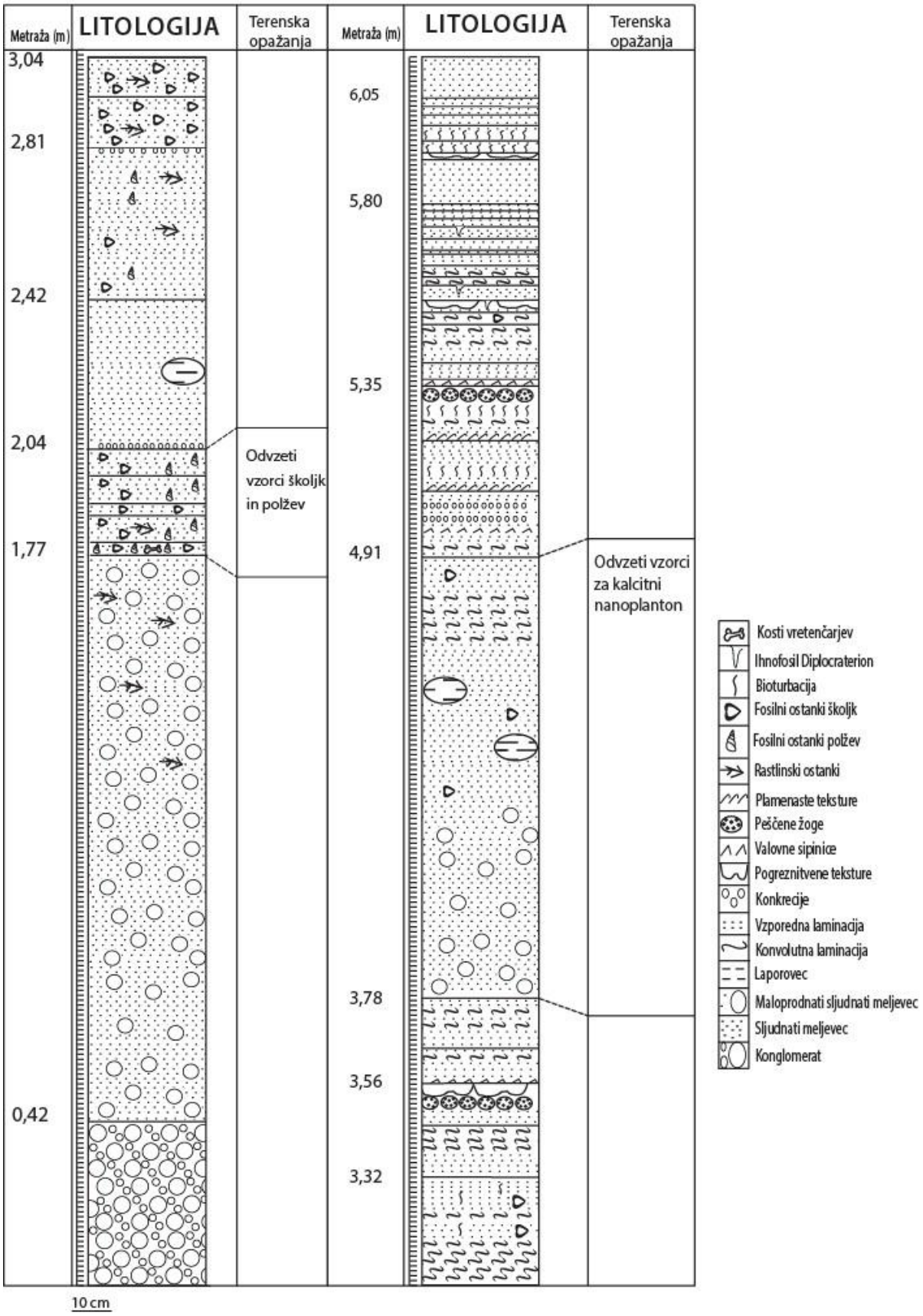
Sledi 113 cm debela plast, kjer se v spodnjem delu postopoma menjavata meljevec in bolj peščen prod. Opazna je vzporedna laminacija in redke rebrate školjke, ki so s konveksno stranjo obrnjene navzgor. V zgornjem delu je sljudnati meljevec, ki je konvolutno laminiran in prisotne so redke rebrate školjke in rastlinski ostanki. Vmes so leče laporovca.

Naslednja plast je 17 cm debela plast meljevca. V spodnjem delu sta vzporedna in konvolutna laminacija. V sredini plasti so tanke sipinice z višino 0,5 cm in valovno dolžino 15 cm. Navzgor sledijo limonitne konkrecije, ki so valjaste in paličaste oblike. V zgornjem delu se ponovno pojavi horizontalna laminacija. Sledi 13 cm debela plast, kjer se v spodnjem delu pojavi bolj rjav meljevec s plamenastimi teksturami (Slika 7) ter rahla valovita laminacija z močno bioturbacijo.

Slika 7: Plast z močno bioturbacijo, plamenastimi teksturami in rahlo valovito laminacijo.
Foto: N. Caf

V zgornjem delu je kamnina bolj peščena s svetlo zelenimi laminami. Naslednja plast je debela 14 cm. V spodnjem delu so vzporedna laminacija ter plamenaste teksture. V zgornjem delu je opazna najprej vzporedna laminacija nato konvolutna laminacija z bioturbacijo ter peščene žoge. Sledi le 2 cm debela plast, kjer sem opazila sipinice z valovno dolžino 20 cm. Naslednja plast je debela 4 cm. Opazila sem vzporedno laminacijo. Naslednja plast je 10 cm debela plast meljevca, kjer imamo v spodnjem delu najprej horizontalno laminacijo. V srednjem delu je konvolutna laminacija ter v zgornjem delu ponovno horizontalna in konvolutna laminacija. Naslednji dve plasti sta debele 3 cm. Prva plast je sestavljena iz sljudnega meljevca, kjer lahko v srednjem delu opazimo konvolutno laminacijo ter ostanke majhnih školjk, ki so s konveksno stranjo obrnjene navzgor. Druga plast ima progreznitvene teksture in sledi vkopavanja ihnofosila *Diplocraterion*. Naslednja je 4 cm debela plast, kjer imamo meljevec, ki je vzporedno laminiran in prav tako vsebuje sledi vkopavanja ihnofosila *Diplocraterion*, kjer je jasno opazno premikanje navzgor. Sledi 2 cm debela plast meljevca, kjer je spodnji del svetlo rjav, zgornji del pa je temnejši. Celotna plast je konvolutno

laminirana. Naslednja je 3 cm debela plast meljevca, kjer je najprej vzporedna laminacija, v zgornjem delu pa sledi konvolutna laminacija. V 2,5 cm debeli plasti meljevca, ki sledi, sem našla prodnik kremena. Sledita dve plasti. Prva je debela 1cm, druga pa 3 cm. V 3 cm debeli plasti imamo v spodnjem delu zelenosiv meljevec, v sredini je približno 8 mm debela lamina, ki je rjave barve. V zgornjem delu sledijo lamine, ki so zelenorjave in vsebujejo sledi vkopavanja ihnofosila *Diplocraterion*. Naslednja je plast meljevca, ki je debela 2,5 cm in ima sledove vkopavanja ihnofosila *Diplocraterion*. Sledi 2 cm debela plast meljevca, kjer nisem našla nobenih tekstur. Naslednja je 2 cm debela plast, kjer se vertikalno menjavata zelenosiv meljevec z rjavo sivim meljevcem. Sledijo 4 plasti s skupno debelino 11 cm, kjer nisem našla nobenih tekstur. V naslednji plasti, ki je debela 2 cm, sem našla pogreznitvene teksture. Sledita dve plasti meljevca, prva je debela 3 cm, druga 4 cm, ki sta močno bioturbirani z vertikalnimi, poševnimi in horizontalnimi pasovi. Lahko bi šlo tudi za konvolutno laminacijo z ostrimi, ravnimi mejami. V naslednji 3 cm debeli plasti meljevca ni bilo opaznih nobenih tekstur. Sledi 2 cm debela plast meljevca z vzporedno laminacijo in nato prav tako 2 cm debela plast s konvolutno laminacijo. Navzgor sledijo nekaj centimetrov debele plasti v skupni debelini približno 30 cm, kjer ni bilo posebej opaznih tekstur.



Slika 8: Sedimentološki profil Osek 2.

8. Paleontološka vsebina profila Osek 2

V profilu Osek 2 sem našla veliko število različnih fosilov. Prevladujejo predvsem fosili školjk in polžev, sledijo fosilni ostanki rastlin ter ostanki vretenc.

V laboratoriju sem pregledala vzorce kamnin in naredila analizo, če so prisotni ostrakodi, a so bili vzorci negativni.

V vzorcu laporovca, ki sem ga odvzela za analizo nanoplanktona, je dr. Miloš Bartol našel le en primerek kokolita *Coccolithus pelagicus*, ki pa je splošno razširjen in kaže na prisotnost morskega okolja. Najverjetneje kaže na zadnje ostanke morja, ki se je počasi začelo umikati iz tega območja. Najden primerek ni veliko pripomogel k natančnejši dataciji kamnin.

Sistematika polžev je povzeta po Bouchet & Rocroi (2005)

Classis: **Gastropoda** Cuvier, 1797

Cladus: **Sorbeoconcha** Ponder & Lindberg, 1997

Superfamilia: **Cerithioidea** Fleming, 1822

Familia: **Melanopsidae** H. Adams & A. Adams, 1854

Genus: **Melanopsis** Férussac, 1807

Melanopsis fossilis fossilis (Martini-Gmelin, 1790)

(Tab. 1, sl. 1-6)

1953 *Melanopsis fossilis fossilis* (Martini- Gmelin) – Papp, 133, Tab. 10, sl. 2-3, 5

1985 *Melanopsis fossilis fossilis* (Martini-Gmelin) – Papp, 284, Tab. 32, sl. 11-14

Material:

Našla sem 10 popolnoma ohranjenih primerkov, ki sem jih izmerila in določila vrsto. Primerki so bili v profilu najdeni na zahodni strani profila v plasti s fragmentiranimi ostanki mehkužcev ter naslednjih štirih plasteh, ki sledijo fragmentirani plasti. Plasti so sestavljene iz meljeveca, kjer pa najdemo številne rastlinske ostanke ter fosilne ostanke polžev in školjk.

Opis:

Višina hišice variira med 2,2 in 3,1 cm, širina pa med 1,3 in 1,8 cm. Hišica je ovalna in ima ozek vrh ter od 4 do 5 zavojev. Primerki imajo višino ustja med 1,1 cm in 2,2 cm ter širino ustja med 0,8 cm in 1,4 cm. Razpon apikalnega kota je med 56° in 51° (Tabela 1). Na lupini so številna vzdolžne odebelitve, ki so zelo tanko in gosto razporejene po celotni površini lupine.

Tabela 1: Preglednica meritev vseh obravnavanih fosilov polžev.

Številka polža	Višina (cm)	Širina (cm)	Višina ustja (cm)	Širina ustja (cm)	Apikalni kot (°)	Število zavojev
1	3,1	1,8	2,2	1,4	52	4
2	2,7	1,6	1,8	1,0	55	4
3	2,8	1,4	1,8	0,9	52	4
4	2,5	1,5	1,6	0,9	51	5
5	2,4	1,4	1,1	1,0	56	4
6	2,3	1,4	1,6	1,1	55	4
7	2,6	1,4	1,6	1,0	54	4
8	2,2	1,3	1,5	0,8	53	4
9	2,3	1,4	1,8	0,9	52	4
10	2,5	1,4	1,6	1,0	53	5

Fosilne ostanke sem uvrstila v isto podvrsto, vendar se med seboj nekoliko razlikujejo. Prvi primerek (Tab. 1, sl. 1-2) se razlikuje od ostalih po velikosti, saj je nekoliko večji in širši od ostalih ter ima širše ustje. Tretji, šesti, osmi in deveti primerek (Tab. 1, sl. 3-4) so precej podobni prvemu primerku, vendar so manjši. Ostali primerki (Tab. 1,sl. 5-6) so v primerjavi z prejšnjimi primerki še manjši (v povprečju visoki 2,3 cm) ter imajo debelejša vzdolžne odebelitve, ki so manj pogosto razporejene. Papp (1953), je znotraj iste podvrste prepoznal še tri variacije, ki jih je uvrstil v isto podvrsto, a v različne zaporedne biocone. Predpostavil je, da gre za filogenetski razvoj vrste. Ko sem jemala vzorce za raziskavo, nisem točno zapisala, iz katere plasti je bil odvzet posamezen vzorec, zato ne morem določiti, ali je opazen postopen filogenetski razvoj vrste znotraj profila, kot trdi Papp (1953) oziroma ali je hkrati živelo več variacij.

Geografska razširjenost in stratigrafski razpon:

Polži rodu *Melanopsis* so bili precej razširjeni na območju Panonskega jezera. Najdenih je bilo veliko različnih osebkov, ki so si morfološko precej podobni, vendar se vseeno nekoliko razlikujejo. Tako še vedno lahko govorimo o isti vrsti ali isti podvrsti. Razlike so nastale predvsem zaradi geografske izolacije ali reprodukcijske izolacije različnih populacij. Najdeni so bili primerki, kjer se niso samo razmnoževali osebki znotraj iste vrste oz. rodu *Melanopsis*, ampak je celo prišlo do razmnoževanja z osebki, ki pripadajo rodu *Melanoptychia*. *Polžke Melanopsis fossilis* lahko najdemo v srednjem panoniju (Harzhauser et al., 2002).

Ekologija:

Predstavniki družine Melanopsidae živijo še danes v okolici Črnega morja in Kaspijskega jezera, na Novi Zelandiji in Novi Kaledoniji (Mikuž, 2005). Zanje je značilno, da živijo v brakični ali sladki vodi (Rögl, 1998). Polži se premikajo po jezerskem dnu in se hranijo z organskimi delci (rastlinami, algami, dentritusom) in muljem (Mikuž, 2005).

Sistematika školjk je povzeta po: Schultz 2005

Classis: **Bivalvia** Linné, 1758

Subclassis **Heterodonta** Neumayr, 1884

Ordo **Veneroida** H. Adams & A. Adams, 1856

Superfamilia **Dreissenoidea** Gray in Turton, 1840

Familia **Dreissenidae** Gray in Turton, 1840

Genus **Mytilopsis** Conrad, 1858

Mytilopsis hoernesi (Brusina, 1892)

Tab. 2, sl. 1

1953 *Congeria hoernesi* (Brusina 1892)- Papp, 168, Tab. 15, sl. 6-7.

2005 *Mytilopsis hoernesi* (Brusina 1892)- Schultz, 784, Tab. 107, sl. 1a-1b, 2a-2b, 3a-3c.

Material:

Našla sem en nepopoln primerek brez spodnjega dela lupine.

Opis:

Mytilopsis hoernesi tvori na sredini lupine precej podoben greben, ki sem ga opazila tudi pri *Congerii subglobosa longitesta*, vendar veliko bolj ostro prehaja v spodnji del lupine. Na eni strani lupina ostro zavije navzdol in tvori konveksno obliko. Na drugi strani lupina rahlo povije in tvori konkavno obliko. Greben oz. vrh lupine zavije proti tistemu delu lupine, ki vzdolžno ostro zavije proti koncu lupine. V višino meri 2,7 cm ter v širino 2,5 cm.

Razprava:

Mytilopsis hoernesi je manjša od drugih najdenih vrst *Congeria subglobosa longitesta* ter *Mytilopsis ornitopsis*. Značilno je, da ima *Mytilopsis hoernesi* bolj kvadratno in tanjšo lupino kot *Congeria subglobosa longitesta*. Od *Mytilopsis ornitopsis* se razlikuje predvsem po bolj okrogli obliki lupine.

Mytilopsis ornithopsis (Brusina, 1892)

Tab. 2, sl. 2

2005 *Mytilopsis ornithopsis* (Brusina 1892) - Schultz, 790, Tab. 106, sl. 19.

Material:

Našla sem en nepopoln primerek, kateremu manjka desni del lupine.

Opis:

Mytilopsis ornithopsis ima precej veliko lupino, ki ima na sredini greben, ki se proti vrhu sklepa oža. Vrh lupine zavije v smer, kjer lupina od grebena vpada konkavno navzdol. Na tem delu je lupina precej širša kot na drugi strani grebena in na drugi strani lupina konveksno povije navzdol. Meja med grebenom in preostalim delom lupine je precej ostra. V višino meri 5,0 cm ter v širino 5,2 cm.

Razprava:

Rod *Mytilopsis* se je razvil že v zgornjem oz. srednjem miocenu in je preživel SPEE izumrtje. V sarmatiju se je najprej razvila *Mytilopsis praeornithopsis.* Iz te vrste se je kasneje v začetku panonija, natančneje v bioconi B (po Papp, 1953), razvila *Mytilopsis ornithopsis*. V poznem zgornjem panoniju se je iz *Mytilopsis ornithopsis* razvila *Mytilopsis hoernesi.*

Ekologija:

Školjke rodu *Mytilopsis* so predstavljale primarne organizme v novem nenaseljenem in neuravnoteženem ekosistemu. Za njih je bilo značilno, da so bile majhne in morfološko precej primitivno razvite. Vrste so se v panoniju postopoma razvijale in morfološko postajale vedno večje kot primarni osebki, ki so živeli na meji med sarmatijem in panonijem (Harzhauser, Mandic, 2010).

Za školjke *Mytilopsis* je značilno, da so živele blizu obale in so bile pritrjene na podlago ali pa so celo živele pritrjene na lupino kakšne druge školjke oz. polža, potopljenih rastlin ali znotraj lignitnih rastlinskih ostankov (epibiont). Živele so v večjih populacijah. Značilno je bilo, da so živele v območju z malo kisika (Harzhauser, 2004).

Classis: **Bivalvia** Linnaeus, 1758

Ordo: **Veneroida** Gray, 1854

Superfamilia: **Dreissenoidea** Gray & Turton, 1840

Familia: **Dreissenidae** Gray & Turton, 1840

Genus: **Congeria** Partsch, 1836

Congeria subglobosa longitesta (Papp, 1953)

(Tab. 2, sl. 3-4)

1953 *Congeria subglobosa longitesta* (Hoernes 1870) – Papp, 215, Tab. 20, sl. 2.

2005 *Congeria subglobosa longitesta* (Papp 1953) – Schultz, 826, Tab. 113, sl. 1a-1b

Material:

Našla sem en primerek z obema loputama.

Opis:

Školjka je sestavljena iz dveh okroglih in zelo debelih lupin, ki skupaj tvorita srčasto obliko školjke. V višino meri 4,7 cm, v širino pa 2,8 cm. Na sredini je lupina precej zavita in tvori majhen greben, ki je precej velik in nima ostre meje, ampak postopoma prehaja v spodnji del lupine. Na eni strani grebena lupina ostro zavije navzdol in tvori konveksno obliko lupine. Na drugi strani grebena lupina rahlo povije in tvori konkavno obliko. Vrh je precej zavit v smeri konveksnega dela loput.

Geografska razširjenost in stratigrafski razpon:

Školjke rodu *Congeria* so bile razširjene na območju Paratetide. Razvile so se na območju Panonskega bazena oz. natančneje na območju Panonskega jezera v panoniju in so predstavljale endemične vrste za to območje. Ravno iz tega razloga jih ne moremo primerjati z razvojem školjk v ostalih delih Centralne Paratetide. Prva poznana vrsta, ki se je razvila na območju Panonskega jezera je bila *Congeria partschi*, ki se je razvila pred 11,5 milijona let, kar predstavlja začetek panonija. Skozi celotni panonij so bile zelo razširjene, saj se je razvilo približno 27 vrst kongerij, na prehodu v pliocen pa so izumrle (Harzhauser & Mandic, 2010).

Ekologija:

Za školjke *Congeria* je značilno, da so živele v jezerskem oz. brakičnem okolju z nizko stopnjo slanosti (*R*ögl, 1998). Školjke so živele plitvo zakopane v sediment in bile pritrjene z bisusnimi nitmi na podlago (Mikuž, 2005). Zanimivo je, da je bil sediment, v katerega so bile pritrjene, precej reven z kisikom. Da so sploh lahko preživele, so živele v sožitju s kemosintetskimi bakterijami, ki so jim dovajale potrebno energijo, da so lahko preživele precej toksično okolje in hkrati omogočale razvoj močne lupine (Harzhauser & Mandic, 2010).

9. Biostratigrafija in starost

Papp je leta 1953 razdelil celotno območje panonija na biocone A do F. Posamezna biocona je definirana na podlagi skupine školjk *Congeria*, ki so živele v tistem času. Na podlagi te razvrstitve so kasneje v iste biocone razvrstili tudi ostale fosile polžev in školjk, ki so živele v posamezni bioconi. V Tabeli 2 sem razvrstila posamezne fosilne vrste v biocone, kar nam daje bolj natančen pregled, koliko je star profil. V mlajši literaturi avtorji povzemajo biostratigrafsko razdelitev panonija, ki jo je določil Papp, zato sem tudi sama uporabila njegovo razporeditev fosilov v ustrezne biocone.

Tabela 2: Razporeditev najdenih primerkov v ustrezne biocone (po Papp, 1953).

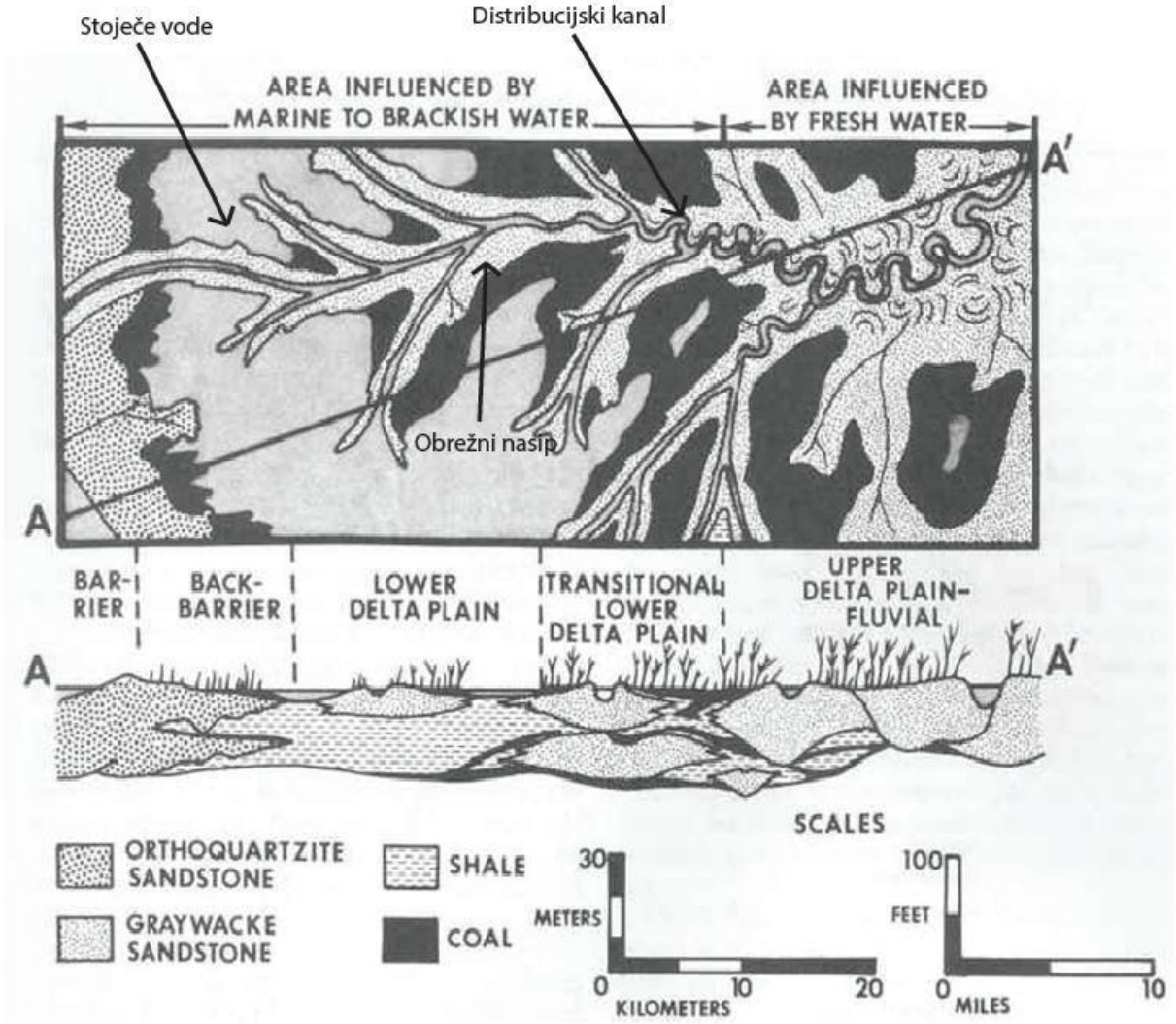
Biocone / Vrsta	A	B	C	D	E	F
Melanopsis fossilis fossilis						
Congeria subglobosa longitesta						
Mytilopsis hoernesi						
Mytilopsis ornithopsis						

Iz Tabele 2 je razvidno, da so fosilni ostanki, ki so bili najdeni v profilu Osek 2 živeli v različnih obdobjih panonija. Fosilni ostanki so bili najdeni v horizontih v srednjem delu profila. Iz tega lahko sklepamo, da so bili fosili na to območje preneseni s določenim transportom, najverjetneje s rečnim transportom. Menim, da so bili fosilni ostanki preneseni na to območje v sredini panonija, nekje v času med bioconama C in D.

V tem času so na celotnem območju Panonskega bazene začeli zapolnjevati delte. (Kovač et. al., 1998).

10. Analiza sedimentacijskega okolja

Menim, da je profil v Oseku povezan s izlivanjem reke v Panonsko jezero v obliki delte. Profil se namreč začne s peščenim prodom. Za nastanek proda oz. peščenjaka je potrebna velika energija vode, ki pa je ponavadi prisotna v rečnem distribucijskem kanalu, kjer voda stalno teče. Sledi maloprodnati meljevec s številnimi koreninskimi sistemi in fragmentiranimi ostanki mehkužcev in vretenčarjev, ki so bili najdeni v meljevcu. To nam kaže na obrežne zasipe, ki se ponavadi pojavljajo v obliki obale. Na obsežni nasip kažejo tudi kosti vretenčarjev, ki so bile najverjetneje odložene na obali reke oz. delte. Preostali del profila predstavljajo meljevci, ki kažejo na nizko energijo vode. Nizka energija vode nam kaže na stoječe vode, torej na jezero ali na morje, vendar najdeni fosili, predvsem rod *Congeria*, kažejo na prisotnost jezera oz. na brakično okolje.



Slika 9: Model delte (Iz: Fisher et al., 1969 – po Evans, 2003; dostopno na: http://www.geology2.pitt.edu/GeoSites/delta%20environments%201a.jpg)

Panonsko jezero je bilo v začetku še popolnoma slano jezero. Sčasoma se je začela slanost zaradi prekinitve dotoka nove morske vode zmanjševati in šele v poznem panoniju je bilo

Panonsko jezero v celoti sladko (Steininger & Wessely, 2000). S tem lahko razložimo tudi najdbo kokolita *Coccolithus pelagicus*, ki kaže na prisotnost morskega oz. brakičnega okolja. Med tankimi plastmi meljevca se pojavlja še debeljša plast, kjer je vertikalno menjavanje meljevca in peščenjaka. Ta plast najverjetneje predstavlja nanos prebojnih pahljač reke.

Menim, da je profil Osek 2 nastal na prehodu med zunanjim delom delte in jezerom. Pri tem je prihajalo do mešanja sedimentov med distribucijskimi kanali, obsežnimi zasipi in območji, ki so bila stalno zalita.

Juhasz s sodelavci (1999) je preučeval različne profile na območju Madžarske in ugotovil, da so se v spodnjem delu profilov, ki jo je poimenoval transgresivna enota, odložili prodnati peščenjaki, peščenjaki, meljeveci ter laporni meljeveci. Sledila je spodnja agradacijska enota, kjer so se odlagali peščenjaki in laporasti meljevci, vmes pa so bile najdene plasti prodnatega peščenjaka ter meljevca. Sledi progradacijska enota, ki je sestavljena predvsem iz meljevca in peščenjaka. Za to enoto je značilno, da delta postopoma neha napredovati in se razvije obala. Progradacijski enoti ponovno sledi zgornja agradacijska enota, ki jo sestavljajo meljevci in peščenjaki. Zadnja enota je pliocenska agradacijska enota, ki se od miocenskih agradacijskih enot razlikuje po različni fauni, ki je bila najdena v kamninah.

Profil v Oseku je precej krajši kot pa so opisani profili na Madžarskem in menim, da v tako kratkem profilu ni mogoče, da bi se izmenjali procesi transgresije, agradacije ter progradacije. Glede na določen čas nastanka profila v Oseku, ki sem ga določila s pomočjo fosilov, menim, da profil v Oseku predstavlja le en del opisanih profilov, ki jih je opazoval Juhasz s sodelavci (1999), in sicer generalno višanje morja oz. transgresijo, ki se je začela v sredini panonija.

11. Zaključek

Sedimenti in sedimentne kamnine profila v Oseku 2 so se odložili v času panonija, ko se je na območju Panonskega bazena razvilo Panonsko jezero.

V spodnjem delu profila najdemo večinoma prod oz. maloprodnat peščenjak. V zgornjem delu profila najdemo večinoma meljevce z vmesnimi lečami laporovcev.

V profilu Osek 2 sem našla fosilne ostanke *Melanopsis fossilis fossilis, Congeria subglobosa longitesta, Mytilopsis hoernesi* ter *Mytilopsis ornithopsis*. Fosili so bili najdeni v meljevcu, v srednjem delu profila.

Melanopsis fossilis fossilis so živeli na jezerskem dnu, kjer so se premikali in se prehranjevali z organskimi ostanki. Školjke *Congeria* so bile plitvo zakopane v sediment, kjer so živele v sožitju z kemosintetskimi bakterijami, ki so jim dovajale kisik. Školjke *Mytilopsis* so živele blizu obale, kjer so bile pritrjene na podlago ali lupino kakšnega drugega polža ali školjke.

Zaporedje plasti v profilu Osek 2 odraža sedimentacijo v različnih podokoljih delte: prod v spodnjem delu profila se je odlagal v distribucijskem kanalu; meljevec s koreninami rastlin in plast s koncentriranimi fragmenti mehkužcev, rastlinskim drobirjem in vretenci sesalcev pripada obrežnim zasipom; sledijo še plasti meljevca, ki so nastale v zalivu, v območju zunanjega dela delte, kjer so bile stoječe vode.

12. Zahvala

Zahvaljujem se svojima mentorjema prof. dr. Luki Galetu ter as. dr. Vasji Mikužu, ki sta mi skozi celotni proces pisanja diplomske naloge pomagala s številnimi nasveti in mi nudila podporo.

Zahvalila bi se tudi dr. Milošu Bartolu, ki mi je pomagal pri določevanju kalcitnega nanoplanktona ter Marijanu Grmu, ki mi je pomagal pri ostalem laboratorijskem delu. Zahvala gre tudi mag. Matiji Križnarju iz Prirodoslovnega muzeja Slovenije, ki mi je pokazal profil Osek 2 ter mi pomagal pri iskanju literature.

Zahvala gre tudi mojim sošolcem s katerimi sem preživela neštete ure na faksu, v študijski sobi ter predvsem na terenu.

Posebna zahvala gre mojima staršema Silvi in Milanu, ki sta me skozi vsa študijska leta podpirala in verjela vame!

Vsem iskrena hvala!

13. Literatura

Bartol, M. Taksonomija in paleoekologija kalcitnega nanoplanktona iz badenijskih plasti v Slovenskih goricah : doktorska disertacija. Ljubljana, 2008, 144 str.

Bouchet, P & Rocroi, J.P. 2005: Classification and Nomenclatur of Gastropod Families. Malacologia, 47/2: 1-397.

Caf, N., Mikuž, V., Križnar, M., Bartol, M. & Gale, L. 2014: Sedimentološka, paleontološka in stratigrafska analiza profila Osek pri Sv. Trojici v Slovenskih goricah. V: Rožič B., Verbovšek T., Vrabec Mi. (uredniki), Povzetki in ekskurzije 4. Slovenski geološki kongres, Ankaran, 8.-10. Oktober 2014. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta (Ljubljana): 9-10.

Caf, N., Mikuž, V., Križnar, M. & Gale, L. 2015: Fosili profila »Osek 2« pri Sveti Trojici v Slovenskih goricah. Konkrecija, 4: 13-16.

Harzhauser, M. 2004: Oligocene gastropod faunas of the Eastern Mediterranean (Mesohellenic Trough/Greece and Esfahan-Sirijan basin/Central Iran). Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 248: 93-181.

Harzhauser, M., Piller, E. W. & Steininger, F. F. 2002: Circum- Miocene biogeographic evolution – the gastropods point of view. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 183: 103-133.

Harzhauser, M. & Mandic, O. 2010: Neogene dreissenids in Central Europe: evolutionary shifts and diversity changes. In: Velde van der G., Rajagopal S. & Vaate bij de A. (eds): The Zebra mussel in Europe. Margraf publishers, str. 11-29.

Harzhauser, M. & Piller, E.W. 2007: Benchmark data of a changing sea – Palaeogeography, Palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the miocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 253: 8-31, doi:10.1016/j.palaeo.2007.03.031.

Juhasz, E., Kovacs O. L., Müller, P., Toth-Makk, A., Phillips, L. & Lantos, M. 1999: Climatically driven sedimentary cycles in the late miocene sediments of the Pannonian basin, Hungary. Tectonophysics 282: 257-276.

Kováč M., Baráth I., Kováčová Slamková M., Pipík R., Hlavatý I. & Hudáčková N 1998: Late miocene paleoenviroments and sequence stratigraphy: Northern Vienna basin. Geologica carpathica, 49: 445- 458.

Magyar, I., Geary, H. D. & Müller, P 1999: Paleogeographic evolution of the late miocene lake Pannon in Central Europe. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 147: 151-167.

Mikuž, V. 2005: Panonijski mehkužci iz okolice Čanja pri Sevnici. Geologija, 48/2: 225-243, doi: 10.5474/geologija.2005.019.

Papp, A. 1953: Die Molluskenfauna des Pannon des Wiener Beckens. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien.

Papp, A. 1985: Die Mollusken-Fauna des Pannonien der Zentralen Paratethys. In: Papp, A., Jámbor, Á. & F.F. Steininger, (Edit.), Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der Zentralen Paratethys, Bd. VII, M_6 Pannonien (Slavonien und Serbien). Akadémiai Kiadó (Wien): 274-339.

Placer, L. 2008: Principles of the tectonic subdivison of Slovenia. Geologija, 51/2: 205-217, doi:10.5474/geologija.2008.021.

Planjšek, M., Mirtič, B. & Aničić, B. 2002: Naravovarstveno ovrednotenja nahajališč miocenskih sedimentnih kamnin v kamnolomih severovzhodne Slovenije. Geologija, 45/2: 485-492, doi:10.5474/geologija.2002.053

Rögl, F. 1998: Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 99 A, 279-310.

Schultz., O. 2005: Bivalvia neogenica (Solenoidea - Clavagelloidea). In: W. E. Piller (editor), Catalogus Fossilium Austriae. Band 1/Teil 3. Ein systematisches Verzeichnis aller auf österreichischem Gebiet festgestellten Fossilien. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien): V, 691-1067 + Taf. 96-152.

Steininger, F. F. & Wessely G. 2000: From the Tethyan ocean to the Paratethys sea: Oligocene to neogen stratigraphy, paleogeography and paleobiogeography of the circum-Mediterranean region and the oligocene to neogene basin evolution in Austria. Milleilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 92: 95-116.

Žnidarčič, M. & Mioč, P 1988: Osnovna geološka karta SFRJ, Maribor in Leibnitz 1:100 000. Zvezni geološki zavod Beograd.

Žnidarčič, M & Mioč, P. 1989: Tolmač za lista Maribor in Leibnitz. Osnovna geološka karta SFRJ. Zvezni geološki zavod Beograd (Beograd): 1-60.

PRILOGE

Tabla 1:

Slika 1: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št 1

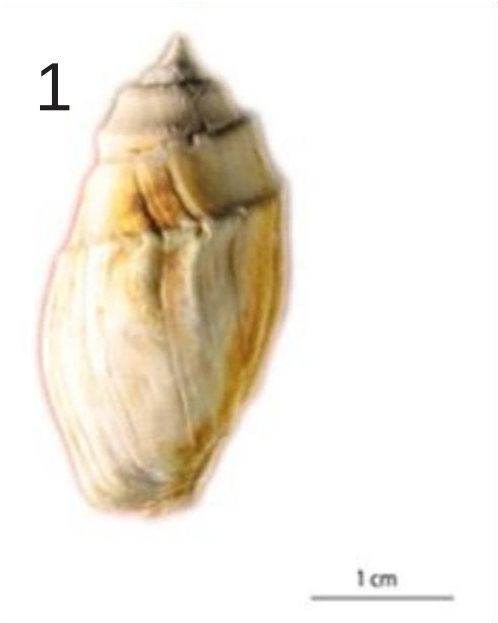
Slika 2: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št. 1 – zadnja stran

Slika 3: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št. 2

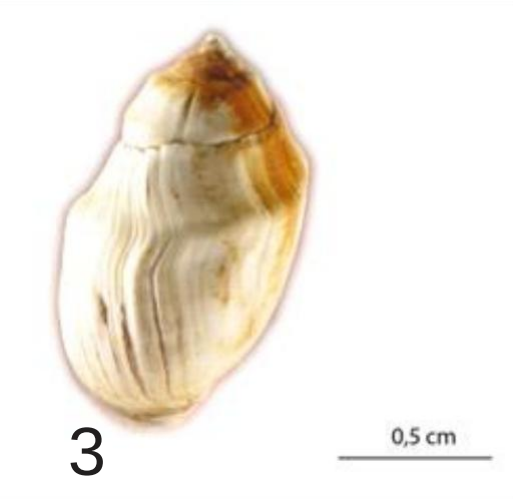
Slika 4: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št. 2 – zadnja stran

Slika 5: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št. 3

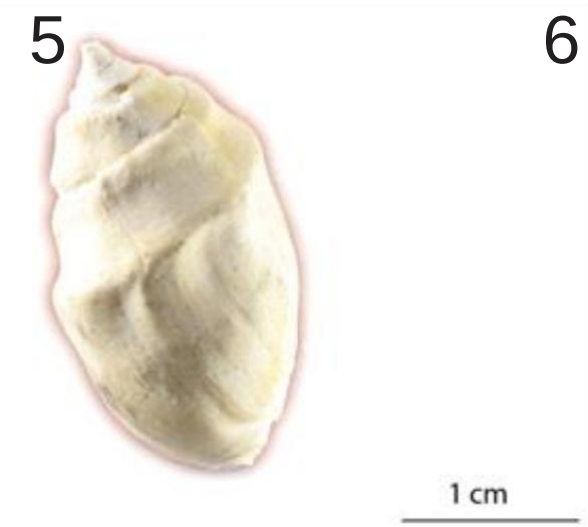
Slika 6: *Melanopsis fossilis fossilis* – primerek št. 3 – zadnja stran


1
1 cm

2
1 cm


3
0,5 cm

4
0,5 cm


5
1 cm

6
1 cm

Tabla 2:

Slika 1: *Mytilopsis hoernesi*

Slika 2: *Mytilopsis ornithopsis*

Slika 3: *Congeria subglobosa longitesta* (ena lupina)

Slika 4: *Congeria subglobosa longitesta*

1

2

3

4