

**- МАКЕДОНСКО ЕКОЛОШКО ДРУШТВО -**

**УТВРДУВАЊЕ НА НИВОТО НА РЕЦЕНТНАТА И МИНАТА  
ЕУТРОФИКАЦИЈА НА ОХРИДСКОТО ЕЗЕРО СО УПОТРЕБА НА  
ДИЈАТОМЕИ КАКО ИНДИКАТОРИ**

**- Завршен извештај-**

**Раководител на проектот: Александра Цветкоска**

**Извештај за периодот: јуни-декември 2009**

**Скопје, 18.02.2010**

## **1. ВОВЕД**

Охридското Езеро е олиготрофно езеро, сместено во тектонската долина на границата помеѓу Р. Македонија и Р. Албанија. Со површина од 348km<sup>2</sup> и максимална длабочина 298m е едно од најголемите, најдлабоки и најстари езера во светот. Геолошките истражувања наведуваат дека постоењето на езерото датира уште за време на Плиоценската ера, со што неговата старост се проценува на 2-5 милиони години. Според одредени автори Охридското Езеро не само што е најстаро во Десаретската група на езера, туку е и единственото реликтно езеро на територијата на Европа, со исклучок на трансконтиненталното Касписко Езеро. Интензивните истражувања на хемиските и физичките својства на езерото, неговата историја и ендемизам, индицираат дека олиготрофниот статус на езерото најверојатно се одржува преку супресија на фотосинтетската активност како последица на физичките и хемиските својства на езерото. Од друга страна, одржувањето на олиготрофниот статус на Охридското Езеро е основен предуслов за зачувување на неговата уникатна флора и фауна.

Во последните неколку децении, посебно во периодот по Втората Светска Војна, овој исклучителен екосистем се наоѓа под огромен притисок предизвикан од човековото влијание. Како главни заканувачи на опстанокот на Охридското Езеро и неговиот жив свет се јавуваат глобалното затоплување, промената на водениот баланс како резултат на искористувањето на водата од езерото заради иригација и еутрофикацијата, како резултат на зголемениот внес на хранителни материи во екосистемот, посебно фосфорот. Еутрофикацијата претставува основен фактор во нарушувањето на рамнотежата на овој екосистем и нејзиното континуирано зголемување може да доведе до уништување и трајна загуба на голем број ендемични и реликтни видови, а со тоа и цели заедници, што претставува директна закана за биодиверзитетот на езерото.

Поради таа причина се наметна и потребата од изработка на студија за утврдување на степенот на еутрофикација на Охридското Езеро. Со истражувањето беа опфатени два аспекти на анализа. Првиот аспект се однесува на реконструкција на трофичкиот статус во текот на геолошкото минато на езерото, додека вториот на утврдување на моменталната состојба на еутрофикација. За спроведување на оваа анализа беа користени дијатомејските заедници кои според големиот број вакви истражувања се докажани како една од најдобро проучените групи кои можат да бидат користени како биоиндикатори. Ваквата анализа ќе придонесе за утврдување на степенот на загрозеност на езерото и биодиверзитетот, а добиените податоци понатаму можат да бидат искористени во насока на воспоставување на долготраен правилен менаџмент на езерото. Од друга страна, истражувањата на дијатомејските заедници кои се развивале за време на различните геолошки периоди овозможува добивање на податоци кои се однесуваат за временски период кој досега не е опфатен во ваквиот тип истражувања.

### **1. 1. Општа цел на проектот:**

Утврдувањето на еутрофикацијата како основен фактор во нарушувањето на еколошката рамнотежа на езерото, ја наметна и општата цел на проектот т.е. да се утврди степенот на еутрофикација на Охридското Езеро во текот на последните 40.000 години од геолошкото минато на езерото, како и утврдување на нивото на рецентната еутрофикација на ниво на три трансекти.

## **1.2. Посебни цели на проектот:**

Општата цел на проектот произлегува од низа од неколку меѓусебно тесно поврзани конкретни цели:

- a) Одредување на степенот на рецентната еутрофикација на езерото;
- b) Утврдување на составот, застапеноста и хоризонтална и вертикална дистрибуција на рецентната дијатомејска заедница како индикатор на степенот на еутрофикација;
- c) Утврдување на длабочината до која влијае рецентната еутрофикација;
- d) Идентификација на степенот на еутрофикација и промените во составот на дијатомејската заедница во текот на последните 40 000 години;
- e) Компарација помеѓу рецентната и фосилната дијатомејската заедница која се развивала во изминатите 40.000 години во езерото;
- f) Воспоставување на корелативни односи помеѓу овие две заедници и утврдување на степенот на промената во нив под дејство на еутрофикацијата.

## **2. АКТИВНОСТИ**

### **2.1. Теренски истражувања**

*Опис:* Во рамки на проектот беше планирано и реализирано двократно теренско истражување на Охридското Езеро. Истражувањата беа спроведени во текот на месец јули и септември 2009 година. Алголошкиот материјал е колектиран на три трансекти на локалитетите: влив на р. Сатеска, градска плажа-Охрид и пред изворите Св. Наум. Во текот на јули месец поради временски неприлики материјал е собран од трансектите Св. Наум и влив на р. Сатеска, додека во почетокот на септември е собран материјалот од трансектот градска плажа-Охрид.

*Методи:* Трите трансекти се на длабочина од 0.5-50 m при што материјалот е колектиран на секои 5 m длабочина, започнувајќи од крајбрежниот регион. Самото колектирање е извршено со помош на багер со посебен механизам на затворање со кој се овозможува земање на седимент од дното кој понатаму се користи за испитување на бентосната дијатомејска заедница или во одредени случаи на епифитонот.

*Учесници:* Александра Цветкоска, Елена Јовановска, Александар Павлов, доц. д-р Златко Левков.

*Резултати:* Како резултат на теренското истражување беше овозможено добивање на доволен број на материјали од различни длабочини на езерото заради анализа на рецентната дијатомејска заедница.

### **2.2. Припрема на трајни препарати**

*Опис :* Во текот на август и септември 2009 год. беа направени над 200 трајни препарати од седиментот (корот) и околу 100 препарати од рецентните материјали од Охридското Езеро кои овозможуваат утврдување на составот на дијатомејската заедница која се развивала во езерото во текот на последните 40 000 години и реконструкција на нивото на еутрофикација во тој временски интервал, како и утврдување на рецентната еутрофикација..

*Методи:* Материјалот од 14 m кор од езерото е поделен во вкупно 64 материјали кои се земани на интервал од 10 cm, со исклучок на последните 50 m каде примероците се земани во интервал од по 4 cm. Од рецентните материјали се земени вкупно 30

примероци кои се анализирани. Заради отстранување на органскиот дел и карбонатите најпрво е извршено согорување на материјалите, при што материјалите од корот беа согорени според методот за согорување на длабоки корови со користење на HCl и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. За согорување на рецентните материјали е користен посебен метод на согорување со додавање на KMnO<sub>4</sub> и HCl. Понатаму од сите материјали се припремени трајни препарати со вклопување во медиум Zugaх.

*Учесници:* Цветкоска Александра, Данијела Митиќ-Копања, Елена Јовановска, Драгана Маневска и Александар Павлов. .

*Резултати:* Вкупно се припремени 328 препарати и истите се соодветно означени и депонирани. Моментално се чуваат во Лабораторијата за систематика и филогенија на алги.

### **2.3. Анализа на препарати**

*Опис:* Анализата на препаратите опфаќаше микроскопско набљудување на трајните препарати на зголемување x1500 пати, фотографирање со помош на дигитален фотоапарат и припрема на таблици со микрофотографии на набљудуваните дијатомејски таксони на зголемување x1500 пати. Особено внимание е посветено на претставниците од родот *Cyclotella* како доминантни во седиментот на Охридското Езеро, особено на поголеми длабочини. При тоа комплексот *Cyclotella hustedtii* е поделен во две категории според големината на валвата, додека комплексот *Cyclotella ocellata* е поделен на шест категории според големината на валвата и бројот на оцели во централното поле, кои се сметаа за битна таксономска карактеристика.

*Методи:* Идентификацијата е извршена со помош на достапната литература, додека броењето на препаратите е вршено по методот на линиски трансект со вкупно изброени 400 валви. Во колку на еден препарат не се утврдени доволен број валви, броењето е извршено на два или три препарати припремени од истиот материјал.

*Учесници:* Цветкоска Александра, Елена Јовановска и Александар Павлов. .

*Резултати:* Во рецентните материјали се утврдени вкупно 222 таксони. За спроведување на статистичката анализа земени се вкупно 85 таксони кои се застапени барем на три препарати со вкупен број на изброени валви - 10. Во корот од Охридското езеро се утврдени 160 таксони. Од нив за статистичка анализа се земени вкупно 38 таксони кои имаат поголема застапеност во седиментот.

### **2.4. Статистичка анализа**

*Опис:* Добиените податоци беа статистички обработени со програмскиот пакет Statistica for Windows во насока на постигнување на главната цел и утврдување на степенот на мината и рецентната еутрофикација на езерото.

*Методи:* Беа користени кластер анализите, при што беа поврзувањето беше според Weighted pair-group average, додека одалеченоста на кластерите беше определена според Squared Euclidian distances.

*Учесници:* Александра Цветкоска, Елена Јовановска и доц. д-р Златко Левков.

*Резултати:* Во однос на податоците добиени со анализа на рецентните примероци беше утврдено постоење на три кластери, а исто толку кластери беа утврдени и со анализата на материјалите од корот (види подолу).

### **3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**

#### **3.1. Утврдување на рецентна еутрофикација на Охридското Езеро со помош на дијатомеи**

Статистичките анализи, базирани на податоците добиени од набљудувањето и броењето на трајните препарти покажа постоење на три кластери (групи) на мерни места (График 1). При тоа кластерите I и II се поделени дополнително на уште три подкластери (подгрупи).

**Кластер I.** Во овој кластер главно се групирани мерните места на помала длабочина воден столб (рецентни седименти на длабочина на дното) од 0,5- 5 m. Во оваа група се поставени и седиментите од Св. Наум на длабочина од 5- 15 m.

- i. T6-1, T6-2;
- ii. T6-3, T6-4, T6-5, T4-1, T4-2, T4-3;
- iii. T3-1, T3-2, T3-3.

Во **првата подгрупа (подкластер) i** влегуваат мерните места од трансекот Св. Наум на длабочина од 0.5-1.5 m. На оваа длабочина како супстрат се сретнува главно песок и генерално не постои значителна разлика и помеѓу останатите физичко-хемиски параметри (Pavlov et al. 2010). Видовиот состав на дијатомеи е претставен со доминација на видовите *Amphora indistincta* Levkov, *Geissleria ohridana* Levkov, *Navicula mollicula* Hustedt и *Placoneis balcanica* (Hustedt) Lange-Bertalot, Metzeltin & Levkov кои се високо специфични за ваков вид супстрат. Овие видови се среќаваат во типично олиготрофни услови со ниска содржина на хранителни материи.

Во **втората подгрупа (подкластер) ii** влегуваат мерните места од Св. Наум на длабочина од 5-15 m и мерните места во градот Охрид на длабочина од 0.5-5 m. Супстратот е мешавина од песок и фин органски седимент. Во овој дел делумно влегува и појасот на *Chara* (Трајановска 2009). Ваквата групираност на мерните места укажува дека постои модификација во хоризонталната и вертикалната дистрибуција на дијатомејските заедници во регионот на градот Охрид. Се смета дека настанатата промена е резултат на еутрофикацијата на езерскиот екосистем. Имено, појавата на органски седимент во крајбрежниот регион на Охридскиот залив, овозможува појава на дијатомеи специфично врзани за ваквиот супстрат. Од друга страна, со зголемувањето на длабочината се намалува и количината на достапна светлина. Како резултат на ова видовите кои се приспособени за живот во услови на намалена количина светлина во заливот кај Св. Наум се развиваат на поголема длабочина (5-15 m), додека во Охридскиот залив овие видови се јавуваат на помала длабочина т.е. 0,5-5 m. Ваквата дистрибуција на дијатомејските заедници укажува и на намалување на транспарентноста на водата, што се јавува како резултат на зголемената примарна продукција во регионот на градот Охрид (Митиќ 1992, Митиќ & Патчева 1999).

На овие мерни места покрај изразената доминација на претставниците од родот *Cyclotella*, се јавуваат и следните претставници *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *Planothidium* sp. aff. *frequentissimum*, *Pseudostaurosira brevistriata* и *Staurosirella* spp.

Во **третата подгрупа (подкластер) iii** се групирани мерните места околу вливот на реката Сатеска на длабочина од 0.5-5 m. Иако генерално овој подкластер е групиран со останатите два подкластери, сепак тука се јавуваат најзначани промени во

составот на дијатомејската заедница која се развива во литоралот на ова мерно место. Како доминантни претставници се јавуваат таксоните *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnеcki, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula pseudoantonii* Z. Levkov & D. Metzeltin, како и претставници од родот *Cyclotella*. Ваквиот состав на дијатомејската заедница го одразува влијанието на еутрофикацијата на ова мерно место и го определува вливот на р. Сатаеска како едно од најизложените и најзагрозени мерни места од влијанието на еутрофикацијата. Промените кои настанале на овој локалитет беа воочливи и во текот на теренските истражувања при што беше утврдена најголема заматеност на водата како резултат на вливот на вода со зголемена количина на органски седимент. Видовите *A. minutissimum* и *C. placentula* се типични еутрофни индикатори и често се развиваат во големи популации на места богати со фосфати.

**Кластер II.** Во овој кластер се јавуваат главно мерните места на длабочина од 5-30 m од Охридскиот Залив и влив на р. Сатеска и мерни места на длабочина од 40 и 50 m во близина на Св. Наум. Како и во случајот со претходниот кластер, и овој кластер е поделен на три подгрупи:

- i. T4-5, T4-6, T4-8, T6-6;
- ii. T6-7, T6-8, T6-9, T6-10, T4-4, T4-7, и T3-7;
- iii. T3-4, T3-5, T3-6, T3-8.

Во **првата подгрупа (подкластер) i** се групирани мерните места на длабочина од 15, 20 и 30 m на мерното место Охридски залив и 20 m длабочина во близина на Св. Наум. Генерално на оваа длабочина како супстрат се јавува фин органски седимент (мил), а на одредени места и популации на школката *Dreissena*. Како карактеристични претставници од дијатомејската заедница се јавуваат видовите од комплексот *Cyclotella ocellata* Pantocsek, *Halamphora parathumensis* Levkov, Pavlov & Jovanovska, *Diploneis marginestriata* Hustedt и *Nitzschia* spp. Ваквиот дијатомејски состав е карактеристичен за олиготрофни до мезотрофни води. Овие видови главно се развиваат во услови на намален интензитет на светлина. Поголем број автори сметаат дека видот *Cyclotella ocellata* е еутрофен индикатор кој често се јавува во планктонските заедници на плитки езера. Сепак, едно од клучните прашања е дали популациите од Охридското Езеро припаѓаат кон дадениот вид, или пак истите припаѓаат кон некој различен вид, кој морфолошки е сличен на *C. ocellata*. Слична е и состојбата со видот *Asterionella formosa*, кој е исто така означен како еутрофен вид, додека поголем број автори го наведуваат како субдоминантен вид во планктонот на Охридското Езеро. Молекуларните анализи на *A. formosa*, покажале дека популациите од Охридското Езеро драстично се разликуваат во однос на сите останати популации од Европа. На таков начин се поставува и прашањето дали *C. ocellata*, како доминантен вид во бентосот на Охридското Езеро е со слични еколошки преференци како и останатите популации во Европа. Според нашите согледувања, и дополнителни анализи на материјалот на СЕМ, овие популации најверојатно припаѓаат кон друг вид, морфолошки близок до *Cyclotella ocellata*.

Во **втората подгрупа (подкластер) ii** влегуваат мерните места на длабочина од 25-50 m во близина на Св. Наум и длабочина од 10 и 25 m на локалитетите влив на р. Сатеска и градска плажа-Охрид. Самата групација на овие мерни места во еден кластер повторно го потврдува заклучокот кој произлезе од групирањето на мерните места во првиот кластер. Имено и тука може да се види дека видовите кои бараат помала количина на светлина на локалитетот во близина на Св. Наум се развиваат на поголема длабочина, се до 50 m, додека истите видови на мерните места кај Охридскиот залив и кај вливот на р. Сатеска се јавуваат на помала длабочина, т.е. до 25 m. Тоа уште еднаш

го потврдува зголемувањето на количината на органски седимент кај градот Охрид и р. Сатеска, што претставува директен доказ за зголемена еутрофикација на овие две мерни места за разлика од мерното место кај Св. Наум каде што овој процес се одвива со помал интензитет. Како доминантни таксони во дијатомејската заедница се јавуваат повторно видовите од комплексот *Cyclotella ocellata* Pantocsek, во асоцијација со *Navicula cf. cryptoteneloides*, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot и *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round кои се типични за ваков вид супстрат, а нивната екологија дополнително го потврдува влијанието на еутрофикацијата на двете мерни места.

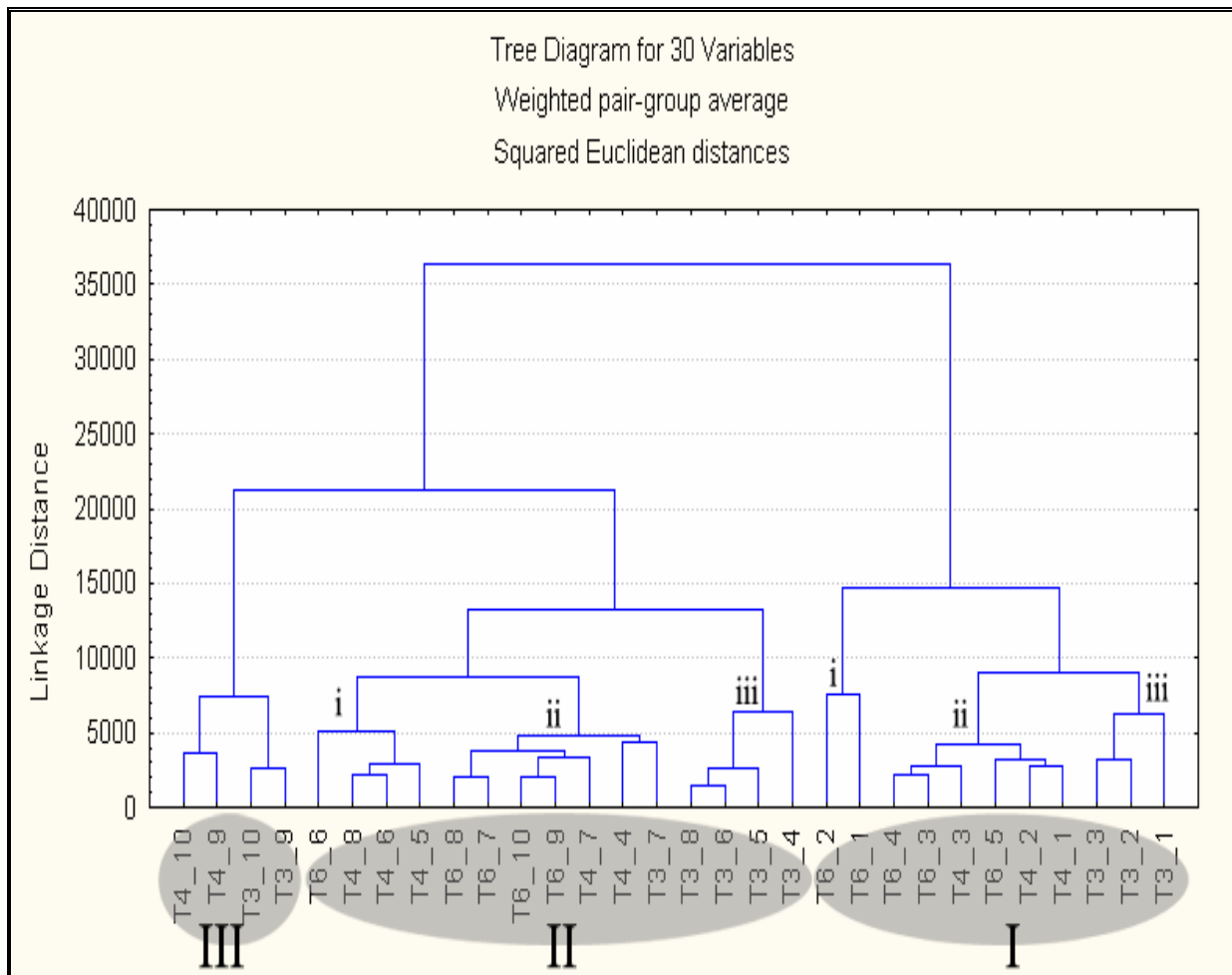
Во **третата подгрупа (подкластер) iii** се групирани исклучиво мерните места од локалитетот влив на р. Сатеска на длабочина од 10-30 m. Како доминантни видови дијатомеи на ова мерно место се утврдени видови од родот *Cyclotella*, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Hippodonta sp.*, *Navicula praeterita* Hustedt, *Nitzschia recta* Hantzsch и *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round. Ваквиот состав на дијатомејската заедница и издвојувањето на овој локалитет како една посебна подгрупа ја потврдуваат разликата на ова мерно место со останатите и укажуваат на зголеменото ниво на еутрофикација.

**Кластер III.** Во овој кластер (група) се јавуваат мерните места на длабочина 40-50 m на локалитетите влив на р. Сатеска и градска плажа-Охрид. Во оваа подгрупа се јавува еден подкластер:

i. T4-9, T4-10, T3- 9, T3-10

Како супстрат на овие мерни места се јавува фин органски седимент, а дијатомејската заедница која се развива е исклучиво поврзана за ваков тип станиште. Како доминантни таксони се утврдени *Cyclotella hustedtii* Jurilj, *Cyclotella ocellata* Pantocsek, *Gomphonema sp.*, и *Rhoicosphaenia sp.* Одделувањето на овие мерни места како посебен кластер укажува на разликата помеѓу овие две мерни места и мерното место во близина на Св. Наум. Дијатомејската заедница која се развива на длабочина од 40-50 m во близина на градот Охрид и кај вливот на р. Сатеска се разликува од онаа која се развива на истата длабочина во близина на Св. Наум. Со ова се согледува и зголеменото оптоварување на овие два локалитети со органска материја и зголеменото ниво на еутрофикација. Ваквиот состав на дијатомејската флора на овие два трансекти укажува на фактот дека еутрофикацијата на Охридското Езеро се протега и до најдлабоките слоеви. Дополнително, составот на дијатомеи од трансектот во близина на градот Охрид значително се разликува од материјалите собрани од Jurilj (1949, 1954) од истото мерно место. Ваквиот факт укажува дека во изминатите 60 години еутрофикацијата довела до значителни промени во составот и дистрибуцијата на дијатомеите. Тука мора да се земе предвид и фактот дека длабочината од 20-50 m се смета за најзначајниот регион за развој на ендемичната и релиткната флора и фауна. Ваквите показатели укажуваат на силна загрозеност на оваа флора и драстично намалување на ареалот на распространување.

График 1. Статистичка анализа на рецентна еутрофикација



Дополнително од Графикот може да се уочи и јасна разграниченост на стаништата според длабочина. Имено, во досегашните истражувања на Охридското Езеро, не е направена јасна разлика помеѓу соодветните региони: литорал, сублиторал и профундал. Од овие истражувања може да се направи поделба на следните станишта: *i) литорал*: од 0-(10) m; *ii) сублиторал* од 5(10)m -30 (40) m и *iii) профундал* над 40-50 m. Воедно може да се види и разлика во длабочината до која се протега соодветната зона. Литоралната зона во регионот на Св. Наум се протега до длабочина од 15 m, додека на останатите мерни места до 5 m. Ова укажува дека најзначни промени предизвикани од еутрофикацијата се утврдени токму во литоралниот регион.

### **3.2. Утврдување на еутрофикацијата на Охридското Езеро во последните 40.000 години**

Во ова истражување за прв пат беше вклучена и реконструкција на еутрофикацијата на Охридското Езеро кои што резултати беа добиени со испитување на составот на дијатомејската зедница присутна во 15 m долг седимент (кор) од езерото. Корот (Co 1202) е колектиран во текот на септември-октомври 2007 во северо-источниот дел на езерото, на длабочина на водениот столб од 145 m. Изборот на



локалитетот за земање на 15 m долгата секвенца седимент се должи на предходно изработена сеизмолошка студија на езерото. Тефростратиграфските испитувања на корот укажуваат на постоење на 10 тефра слоеви и крипслоеви (слоеве од вулкански материјал). Геохемиските корелации помеѓу овие слоеви и ерупциите на вулканите во Италија, како и доплонително извршените датирања со радиоактивен јаглен овозможиле воспоставување на релативно точна хронологија на корот Co 1202.

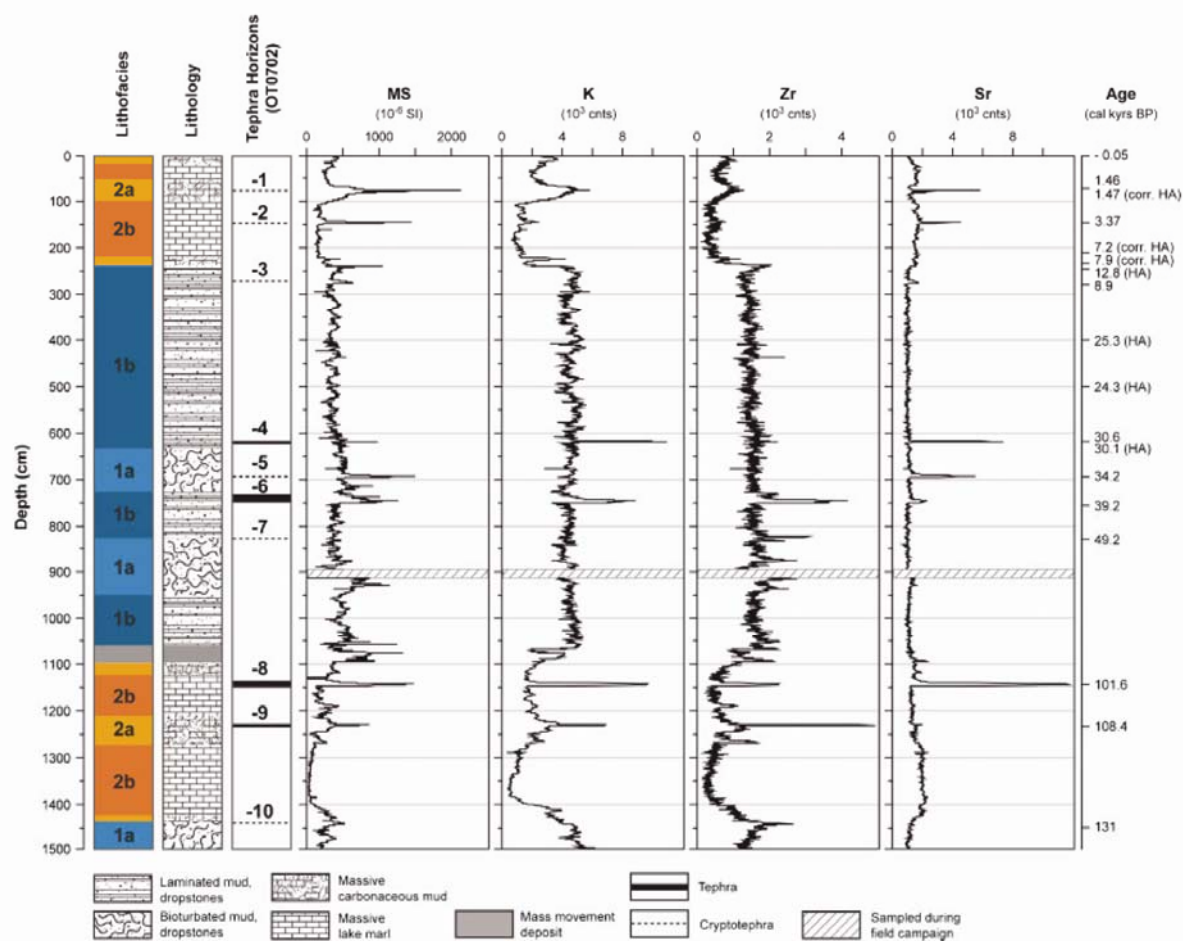
Според направениот модел за односот должина на кор-старост изработен од страна на Vogel и сор., Co1202 го опфаќа последниот циклус на глацијација-интерглацијација и се протега се до фазата на морски изотопи (MIS) 6. Од друга страна во самиот кор се јавува прекин (hiatus) во седиментите со интервал од 16.000 години и според проценките го опфаќа периодот помеѓу 82.000 и 98.000 cal. a BP.

Составот на седиментот во корот е силно променлив и укажува на постоење на два литофациеси (литолошки профили) кои јасно се разликуваат меѓусебно. Првиот профил се одликува со висока количина на CaCO<sub>3</sub>, ТОС и ниска количина на песочни наноси. Ваквиот состав како и магнетските испитувања на овој профил го поврзуваат со фазата на интерглацијација MIS 5 и периодот на Холоценот. Вториот профил се одликува со висока количина на песок и камен и ниска концентрација на CaCO<sub>3</sub>. Магнетните испитувања и составот на овој профил го поврзуваат неговото постоење со периодите на глацијација MIS 6, 4, 3 и 2. Покрај оваа генерализација и поврзувањето на овие профили со глацијалните и интерглацијалните климатски услови, се утврдени и краткотрајни климатски промени кои најверојатно можат да бидат поврзани со Dansgaard/Oeschger, и Heinrich настаните. Вулканските ерупции во Медитеранот пак се добро документирани со варијабилни кои се однесуваат на промени во хидрологијата на езерото.

Првичните резултати за промените на површинската температура на водата, кои се добиени со користење TEX86 палеотермометар, индицираат на температурна разлика од 5-6 °C помеѓу последниот глацијален максимум и периодот на Холоценот, како и температури повисоки за 2°C за време на Eemian во споредба со Холоцен.

По однос на испитувањата на дијатомејската заедница беа прегледани и изброени 34 препарати. Вкупно се утврдени 185 таксони присутни во корот од кои за статистичка анализа и опис се земено само 41 кои на препаратите беа изброени со 7 или повеќе валви. Дополнително бројот се намалува на 26 заради поделбата на видовите *Cyclotella hustedtii* Jurilj и *Cyclotella ocellata* Pantocsek на повеќе групи според големината и бројот на оцели. Како карактеристичен таксон кој доминира по целата должина на корот се јавува *Cyclotella hustedtii* Jurilj, при што на препаратите е голем процентот на овој таксон во плеурална поставеност (girde view), а генерално зачуваноста на дијатомејските валви по целата должина на корот е многу ниска и голем дел од валвите се оштетени и самата силициумова обвивка е во помала или поголема мера разложена, што од друга страна го отежнува или комплетно го оневозможува детерминирањето на видовите. Видовите од комплексот *Cyclotella ocellata* Pantocsek се јавуваат во испрекинати временски интервали и тоа во периодот од 1 535 до 7 200 години и повторно во периодот пред 35 000-39 000 години. Друг интересен податок е појавувањето на таксонот *Stephanodiscus galileensis* Hakansson & Ehrlich само во временскиот интервал од 2 060 до 13 460 години. Како други доминантни таксони кои се јавуваат по целата должина на корот се *Aulacoseira* sp., *Cocconeis disculus* (Schumann) Cleve и *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round. Во периодот помеѓу 18.000 и 25.000 години е карактеристично дека во материјалот исклучиво доминира видот *Cyclotella hustedtii* Jurilj.

Слика 1. Старосна граница на кор Co1202



Статистичките анализи базирани на набљудувањето и броењето на вкупно 34 пепарати од материјалите од корот чија процената старост е 47 000 години покажа постоење на три кластери (групи) според проценетата старост (График 2) и дополнително два периоди, кои се одделуваат и не се групираат со предходните.

**Кластер I.** Во оваа група (кластер) влегуваат временските периоди од 1 115 до 8 900 години.

**I.** 1115, 1535, 2050, 2650, 4 800, 6 050, 7 200, 8 900 cal. a BP

Овој временски интервал го опфаќа постгласијалниот период, а како доминантни видови во дијатомејската заедница се јавуваат *Cyclotella hustedtii* Jurilj, *Cyclotella ocellata* Pantocsek, *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Placoneis balcanica* (Hustedt) Lange-Bertalot, Metzeltin & Levkov и *Stepanodiscus galileensis* Hakansson & Ehrlich. Самото групирање на овие временски интервали се поврзува и со појавата на првата криптотефра (вулкански слој) во Охридското Езеро. Истражувањата на Vogel и сор. укажуваат дека овој слој претставува комбинација на

две последователни ерупции на вулканите Сомма и Везув кои се случиле една по друга во доцниот Холоцен во временски интервал од околу 40 години. Претпоставката е дека овие ерупции датираат од 1.478 cal.a BP и 1.438 cal. BP.

**Кластер II.** Во вториот кластер (група) се поврзани материјалите кои потекнуваат од временскиот интервал од 31 550 до 47 000 cal. a BP.

**II.** 31 550, 32 780, 33 800, 35 900, 36 550, 41 500, 44 150, 47 000 cal. a BP

Временскиот интервал групиран во овој кластер одговара на период на постгласијација, а дополнително ги опфаќа тефрата означена како ОТО702-4 (620-617cm) и криптотефрата ОТО702-5 (696-698cm). Терфата (вулканскиот слој) 4 одговара на ерупцијата на вулканот Campi Flegrei и претставува еден од најважните стратиграфски маркери за Горен Плеистоцен на целото подрачје на централниот Медитеран. Податоците од овој временски период наведуваат на одредени промени во хидролошкиот режим на Охридското Езеро и најверојатно намалување на нивото на водата во езерото, кои ефекти подоцна се елиминирани за време на гласијалниот преиод. Криптотефрата 5 потекнува од ерупцијата Codola за која се претпоставува дека потекнува од вулканите Somma-Vesuvius или Campi Flegrei. Значајно за појавата на оваа криптотефра е тоа што вулкански слоеви од Codola ерупцијата за прв пат се откриени на Балканскиот Полуостров, со што значително се зголемува подрачјето на влијание на оваа ерупција. Карактеристично за дијатомејската заедница која се развивала во овој временски период е присуството на видовите *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Aulacoseira* sp., *Aulacoseira temperei*, *Cocconeis pseudothumensis* Reichardt, како и очигледната доминација на видот *Cyclotella hustedtii* Jurilj. Процентот на оштетени (разложени) дијатомејски валви во овој временски преиод се движи од 20-35%.

**Кластер III.** Во третиот кластер (група) се поврзани материјалите кои потекнуваат од временскиот интервал од 14 600 до 30 600 cal. a BP.

**III.** 14 600, 15 300, 17 350, 18 300, 19 400, 20 100, 20 950, 23 00, 24 000, 25 300, 26 200, 27 550, 28 700, 30 000 и 30 600 cal. a BP.

Временскиот интервал кој е прикажан со овој кластер одговара на периодот на гласијација. Карактеристично за дијатомејската заедница од овој временски период е комплетна доминација на видот *Cyclotella hustedtii* Jurilj, со тоа што процентот на оштетени и разложени валви во одредени материјали надминува и над 50%. Ваквиот состав на дијатомејската заедница го отсликува периодот на гласијација како период на намалена продукција заради промена на температурниот и водениот режим на езерото. Притоа овој период се карактеризира како мирен без присуство на некои позначителни промени на стратиграфијата на езерото.

Покрај наведените три групи (кластери), статистичките анализи на Co1202 покажаа одвојување на два временски периоди како самостојни кои не би можеле да бидат поврзани со останатите. Тоа се:

а) 3 370 cal. a BP

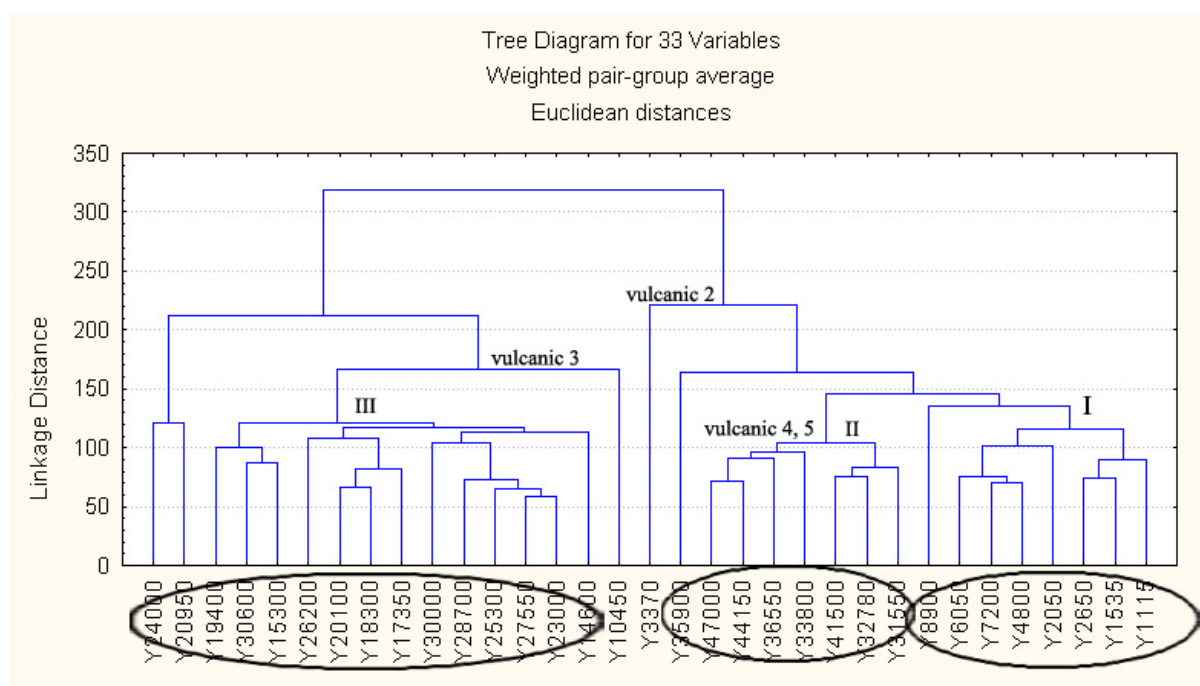
б) 10 450 cal. a BP

Првата година 3 370 cal. a BP одговара на криптотефрата ОТО702-2. Составот на минералите во оваа криптотефра ја поврзува со FL ерупцијата на вулканот Етна. Карактеристично за дијатомејската заедница од овој временски период е присуството

на видот *Cyclotella ocellata* Pantocsek како и видот *Stephanodiscus galileensis* Hakansson & Ehrlich.

Втората година 10 450 cal. а ВР одговара на криптотефрата ОТО702-3 чие потекло се поврзува со ерупцијата Mercato на вулканот Везув. Оваа криптотефра претставува маркер за раниот Холоцен на Балканскиот Полуостров. Карактеристично е што процентот на разложени дијатомејски валви на препаратите кои потекнуваат од оваа криптотефра надминува 75%.

**График 2.** Статистичка анализа на кор Co1202



#### **4. ЗАКЛУЧОК**

Спроведеното истражување претставува пионерско истражување на полето на палеоекологијата и употребата на дијатомеите во палеолимолошки реконструкции во Р. Македонија. Од друга страна ваквите анализи се надополнети и поврзани со анализа на моменталниот степен на еутрофикација на Охридското Езеро со цел да се добие целосна слика за моменталната загрозеност на овој езерски екосистем.

Анализите на моменталниот степен на еутрофикација покажаа зголемување на нивото на еутрофикација на Охридското Езеро. Притоа два локалитети се потврдени како “ hot spots “ на еутрофикацијата. Тоа се локалитетите градска плажа – Охрид и влив на р. Сатеска. Зголеменото ниво на еутрофикација на овие две мерни места е докажано квалитативно со промените во составот на дијатомејската заедница и квантитативно со хемиски анализи кои потврдуваат зголемен внес на N и P. Сепак како најкритична точка со највисоко ниво на еутрофикација е потврден вливот на р. Сатеска.

Палеоеколошката реконструкција на нивото на еутрофикација на Охридското Езеро не покажува значителни варијации на трофичката состојба на езерото.

Палеорекострукцијата опфати временски интервал од 47 000 години со кој се опфатени периодот на глацијација и интерглацијација. Карактеристично за глацијалноит пероид е ниската продукција која се согледува преку составот на дијатомејската заедница. Инерглацијалниот период се одликува со зголемен диверзитет на видови и зголемена продукција, но сепак езерото не претрпува значителни промени и ја задржува својата олиготрофна состојба.

Сепак ова се одредени првични резултати кои треба да бидат надоплонети со пообемни понатамошни истражувања.

## **5. ПРИЛОГ**

Табела 1. Состав на рецентната дијатомејска флора во трите анализани трансекти

Табела 2. Состав на фосилната дијатомејска флора во анализираниот кор.