Врз основа на член 147 став (4) од Законот за водите („Службен весник на Република Македонија“ бр. 87/08, 6/09, 161/09, 83/10, 51/11, 44/12, 23/13, 163/13, 180/14, 154/15, 52/16 и „Службен весник на Република Северна Македонија“бр. 151/21), министерот за животна средина и просторно планирање донесе

ПРАВИЛНИК ЗА МЕТОДОЛОГИЈАТА И ПОСТАПКАТА ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ ЗА МЕРЕЊЕ И МОНИТОРИНГ НА КВАЛИТЕТОТ И КВАНТИТЕТОТ НА СИТЕ ВОДНИ ТЕЛА, ОСВЕН ЗА ВОДНИТЕ ТЕЛА ДЕФИНИРАНИ ВО ЧЛЕНОВИТЕ 148 И 149 ОД ЗАКОНОТ ЗА ВОДИТЕ

Член 1

Со овој правилник поблиску се пропишува методологијата и постапката за определување на параметрите за мерење и мониторинг на квалитетот и квантитетот на сите водни тела, освен за водните тела дефинирани во членовите 148 и 149 од Законот за водите.

Член 2

Целата на овој правилник е воспоставување на интегриран пристап за заштита на водните ресурси на територија на Република Северна Македонија и негова примена при изработката на Плановите за управување со речните сливови на Република Северна Македонија.

Член 3

Податоците за содржината, начинот и постапката за определување на параметрите за мерење и мониторинг на квалитетот и квантитетот на сите водни тела, освен за водните тела дефинирани во членовите 148 и 149 од Законот за водите се даден во прилог кој е составен дел на овој правилник.

Член 4

Овој правилник влегува во сила осмиот ден од денот на објавувањето во „Службен весник на Република Северна Македонија”

|  |  |
| --- | --- |
| Бр.  |   МИНИСТЕР |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 година,  |  |
| Скопје |   |

Прилог

МЕТОДОЛОГИЈА и постапка за определување на параметрите за мерење и мониторинг на квалитетот и квантитетот на водните тела

Содржина

[1. ВОВЕД 5](#_Toc76569828)

[1.1. Речник на стручни поими 6](#_Toc76569829)

[1.2. Листа на кратенки 10](#_Toc76569830)

[2. МОНИТОРИНГ НА ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ 11](#_Toc76569831)

[2.1. Следење на волуменот, нивото или протокот до степен соодветен на еколошката и на хемиската состојба и на еколошкиот потенцијал 11](#_Toc76569832)

[2.1.1. Вовед 11](#_Toc76569833)

[*2.1.2.* Мониторинг на хидроморфолошките промени 13](#_Toc76569834)

[2.2. Хидролошки режим 20](#_Toc76569835)

[2.2.1. Влијание на вештачки конструкции во речно корито во рамки на делот што се истражува (делницата) 20](#_Toc76569836)

[2.2.2. Влијание на промените низ целиот слив врз карактерот на природниот тек 20](#_Toc76569837)

[2.2.3. Влијание на промена во дневниот протек 21](#_Toc76569838)

[2.3. Надолжна поврзаност 21](#_Toc76569839)

[2.3.1. Надолжна поврзаност под влијание на вештачки градби 21](#_Toc76569840)

[2.4. Морфологија 21](#_Toc76569841)

[2.4.1. Геометрија на речното корито 21](#_Toc76569842)

[2.4.2. Подлога 22](#_Toc76569843)

[2.4.3. Вегетација и органски остатоци во речното корито 22](#_Toc76569844)

[2.4.4. Ерозија 22](#_Toc76569845)

[2.4.5. Крајбрежна структура и промени во крајбрежјето 23](#_Toc76569846)

[2.4.6. Вид/структура на вегетација на бреговите и на околното земјиште 23](#_Toc76569847)

[2.4.7. Користење на земјиштето и сродни карактеристики 23](#_Toc76569848)

[2.4.8. Интеракција помеѓу коритото на реката и подрачјето кое се поплавува 23](#_Toc76569849)

[2.5. Методологија за хидролошки мониторинг, квантитет на површински води 24](#_Toc76569850)

[2.5.1. Вовед 24](#_Toc76569851)

[2.5.2. Основни хидролошки поими 27](#_Toc76569852)

[2.5.3. Мониторинг на води на ниво на реки, езера и резервоари 28](#_Toc76569853)

[3. МОНИТОРИНГ НА ЕКОЛОШКИОТ И ХЕМИСКИОТ СТАТУС И НА ЕКОЛОШКИОТ ПОТЕНЦИЈАЛ 33](#_Toc76569854)

[3.1. Видови мониторинг 33](#_Toc76569855)

[3.1.1. Концепт на надзорен мониторинг 33](#_Toc76569856)

[*3.1.2.* Концепт на оперативен мониторинг 34](#_Toc76569857)

[3.1.3. Концепт на истражен мониторинг 36](#_Toc76569858)

[3.1.4. Фреквенција на мониторирање 36](#_Toc76569859)

[3.1.5. Колекционирање примероци 38](#_Toc76569860)

[3.1.6. Стандарди за следење на елементите за квалитет 38](#_Toc76569861)

[3.1.7. Претставување на резултатите од следењето и од класификација на еколошката состојба и на еколошкиот потенцијал 39](#_Toc76569862)

[3.1.8. Претставување на резултатите од мониторингот и класификација на хемискиот статус 40](#_Toc76569863)

[3.2. Биолошки елементи за квалитет на реките 41](#_Toc76569864)

[3.2.1. Фитобентос 41](#_Toc76569865)

[3.2.2. Макроинвертебрати 57](#_Toc76569866)

[3.2.3. Макрофити 71](#_Toc76569867)

[3.2.4. Риби 80](#_Toc76569868)

[3.3. Биолошки елементи за квалитет на езерата 91](#_Toc76569869)

[3.3.1. Фитопланктон 91](#_Toc76569870)

[3.3.2. Фитобентос 103](#_Toc76569871)

[3.3.3. Макроинвертебрати 115](#_Toc76569872)

[3.3.4. Макрофити 119](#_Toc76569873)

[3.3.5. Мониторинг на езера и акумулации врз основа на риби 124](#_Toc76569874)

[3.4. Хемиски мониторинг на површински води 131](#_Toc76569875)

[3.4.1. Вовед 131](#_Toc76569876)

[3.4.2. Физичко-хемиски својства на хемиски загадувачи 134](#_Toc76569877)

[3.4.3. Избор на соединенија што треба да се следат во седимент 134](#_Toc76569878)

[3.4.4. Избор на соединенија што треба да се следат во биотата 135](#_Toc76569879)

[3.4.5. Критериуми за избор на матрица 135](#_Toc76569880)

[3.4.6. Стратегија за колекционирање примероци 136](#_Toc76569881)

[4. ПОДЗЕМНИ ВОДИ 137](#_Toc76569882)

[4.1. Вовед 137](#_Toc76569883)

[4.2. Квантитативна состојба на подземните води 139](#_Toc76569884)

[4.2.1. Квантитативна состојба 139](#_Toc76569885)

[4.2.2. Начин на мониторинг на квантитативната состојба на подземните води 143](#_Toc76569886)

[4.3. Хемиски статус на подземните води 145](#_Toc76569887)

[4.3.1. Хемиски статус на подземната вода 145](#_Toc76569888)

[4.3.2. Толкување и изложување на хемиската состојба на подземната вода 156](#_Toc76569889)

[4.3.3. Идентификација на тенденциите кај загадувачите 157](#_Toc76569890)

[4.3.4. Изложување на состојбата на подземната вода 157](#_Toc76569891)

[4.3.5. Методи за земање примерок и анализа 157](#_Toc76569892)

[5. ЛИТЕРАТУРА 159](#_Toc76569893)

[6. ПРИЛОЗИ 165](#_Toc76569894)

[6.1. Прилог 1 165](#_Toc76569895)

[6.2. Прилог 2 171](#_Toc76569896)

[6.3. Прилог 3 182](#_Toc76569897)

[6.4. Прилог 4 184](#_Toc76569898)

# ВОВЕД

Целите на мониторингот на површинските води се обезбедување информации за:

* определување на биолошките, физичко-хемиските, морфолошките и еколошките карактеристики на водните тела;
* поддршка и валидација на процедурите за проценка на влијанијата врз водните тела;
* проценка на долгорочните измени на природните услови во водните екосистеми;
* проценка на долгорочните измени на водните екосистеми кои потекнуваат од интензивните човекови активности и
* дизајнирање ефикасни и ефектни програми за мониторинг.

Мониторинг треба да биде спроведен најмалку во текот на една година, но доколку постои висока стапка на несигурност за прецизно определување на проценката на ризикот на водните тела во сливното подрачје, потребна е подолготрајна програма за мониторинг (3-5 години). Исто така, мониторингот треба да вклучува и поголем број водни тела, мониторинг-точки и опсег на мониторирани параметри поради: а) веројатен недостиг од соодветни мониторинг информации и податоци, б) дополнување и проширување на листите за мониторинг-параметри во земјата и во ЕУ.

Мониторингот е исто така потребен за обезбедување информации за долготрајните природни промени во животната средина, како и за долготрајните промени што произлегуваат од човековите активности. Во првиот случај, мониторингот е важен бидејќи овозможува податоци за референтните состојби на животната средина и поради тоа, таквиот мониторинг е најчесто фокусиран врз водните тела кои се определени со „одличен“ и/или „добар“ статус. Ваквиот приод може да ги детектира малите и последователни промени во водната средина коишто антропогените активности најчесто ги маскираат. Во другиот случај, мониторингот е важен за утврдување, на пример, на загадувањето кое потекнува од далекусежната аеродепозиција на загадувачите. Доколку таквата човекова активност придонесува водните тела да го намалуваат својот еколошки статус, тие мора да бидат вклучени во оперативниот мониторинг.

Мониторингот користи структуриран процес за определување кои хемиски материи треба да бидат мониторирани. Тој се базира врз комбинација на сознанијата за начинот на користењето и локацијата на испуштените хемиски материи, за начинот на внес (дифузен и/или точкест извор), како и на достапните информации за потенцијалното еколошко влијание. Овие податоци исто така се и база за *проценка на ризикот*. Доколку постојат и екотоксиколошки докази (помор на хидробионите, на пример), се поставува и база за воспоставување истражувачки мониторинг којшто би ги открил непознатите причини и материи во водното тело.

При проектирањето на мрежата на станиците за мерење на количините и следење на квалитетот на површинските води и при изборот на локацијата на мерните места, треба да се води сметка за сите активности на даденото подрачје коишто можат да влијаат, како што се: географски, геолошки, климатски, хидролошки карактеристики на подрачјето, крајбрежните депонии на штетни и опасни материи, снабдувањето на населените места со вода за пиење и технолошки потреби, постојните податоци за квалитетот и квантитетот на водите и друго.

## Речник на стручни поими


## Листа на кратенки

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗВ** | **Закон за водите (Сл. весник 98/08)** |
| **СЦМ** | **суспендирана цврста материја** |
| **ПХБ** | **Polyhydroxybutyrate (PHB)**  |
| **ДДТ**  | **дихлородифенилтрихлороета** |
| **PHA** | **polyhydroxyalkanoate**  |
| **ТБТ**  | **Tributyltin (TBT)** |
| **ПАХ**  | **polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)** |
| **ИБИ** | **индексот на биотски интегритет** |
| **ИБИмк** | **македонски индекс на биотски интегритет**  |
| **EQS** | **(Environmental quality standards)** |
| **BMF** | **фактор на биомагнификација** |
| **BCF** | **факторна биоконцентрација**  |
| **РДВ** | **Рамковна директива за води 2000/60/ЕЦ** |
| **WFD** | **Water Framework Directive 2000/60/EC** |
| **УХМР** | **Управа за хидрометеролошки работи** |
| **МЖСПП** | **Министерство за животна срединаи просторно планирање** |
| **СМО** | **Светскаметеоролошка организација** |
| **WMO** | **World Meteorological Organization**  |
| **ADCP**  |  **Acoustic Doppler Current Profiler** |
| **АХС** | **автоматски хидролошки станици**  |
| **RI** | **Референтен индекс**  |
| **(MI)** | **Трофичен индекс на макрофити**  |
| **BMWP**  | **(Biological Monitoring Working Party)** |
| **ASPT**  | **(Average Score Per Taxon),** |
| **EPT**  | **индекс(бројот на Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera таксони)** |
| **SI** | **(Сапробен индекс)** |
| **ASPT** | **индекс (Average Score Per Taxon)** |
| **BMWP**  | **индекс (Biological Monitoring Working Party)** |
| **EPT**  | **индекс (број на Ephemeroptera, Plecoptera и Trichopteraтаксони)** |

# МОНИТОРИНГ НА ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ

## Следење на волуменот, нивото или протокот до степен соодветен на еколошката и на хемиската состојба и на еколошкиот потенцијал

### Вовед

Начинот на мониторинготи оценката на еколошката состојба врзоснова на хидроморфолошкитеелементиза квалитетот на водите се пропишани со овааметодологија во согласност со член 147 од Законот за води („Службен весник“ бр. 87 од 15.07.2008 година).

Хидроморфолошките карактеристики се главен предуслов за развој на биолошките заедници во потоците и реките. Зареките, се карактеризира со динамично опкружување кое постојано се менува како резултат на промените на протекот и проносот на наносот. Овие промени и последователните физички структури на речното корито, бреговите и крајбрежните појаси се важни гранични услови за речните екосистеми.

Важноста од стандардизирана методологија за проценка е поврзана со дефинирање на референтните услови исо одредување на границите на категориите на еколошкиот статус. Понатаму, хидроморфолошките карактеристики имаат главна улога во одредувањето на границите на водните тела и утврдувањето на силно изменетите водни тела.

Хидроморфолошкиот мониторинг ги вклучува следниве елементи:

1. Количина и динамика на водниот тек

Водниот тек е важен фактор којшто делува врз распространетостаи екологијата на растенијата и животните во водотеците. Например, за водната вегетација често се својствени појави на мов кај планинските, ерозивни водотеци, каде што тековите се брзи, а пороите чести. Спротивно на нив, во коритата на најдлабоките и најбавните низводни делници се појавуваат макрофити кои излегуваат од водата и оние чии лисја лебдат на површината.

1. Врска со подземните води

Подземните води се важен хидролошки елемент во одржувањето на текот, квалитетот и екологијата на површинските води, коишто се зависни од подземните. Попречните градби, насипите, канализирањето, зајакнувањето, зацврстувањето на брегот, обложување на коритото и неговото дно со камен или бетон и продлабочувањето ја менуваат должината и попречниот профил на водотекот и често вршат попречување на поврзаноста со подземните води. Како резултат на тоа, снемува специфични речни живеалишта. Прекинот на врската со подземните води влијае врзхидролошкиот режим на водотекот и на екосистемите зависни од подземните води, како дел од хидролошкиот циклус на постојан извор на чиста и квалитетна вода.

1. Континуитет на реката

Како долги линеарни екосистеми, реките и потоците се исклучително чувствителни на пресекот. Надолжната поврзаносте главна за оптималното функционирање на речните екосистеми. Присуството на попречни препреки и градби во речните корита има сериозни еколошки последици затоа што тие го спречуваат природниот тек на водата, наносот, водните организми и дрвните остатоци, што предизвикувапромени во условите и структурата на живеалиштата на животинските заедници спротиводно и низводно од преградите. Многуте видови во голема мера зависат од различните својства на живеалиштата, особено за репродукција, и имаат неопходна потреба за премин спротиводно и низводно по текот на водотекот.

1. Варијации на широчината и длабочината на водотекот

Водните текови со висок степен на природност се водат од динамичките процеси, што доведува до временски и просторни варијации во широчината и длабочината, но исто така и во низа од физички карактеристики на живеалиштата, типовите на подлоги, текот, својствата на таложење и ерозијата, итн. Овие природни варијации во основен облик често исчезнуваат како резултат на модификација и нормализирање на водотеците.

1. Структура и подлога на коритото на водотекот

Нивото на милотво водотекот природно варира во зависност од видот на делницата и хидродинамичкиот режим. Повеќето истражувани станици долж водотекот треба да имаат различни основи на коритото. Локализираните таложишта на мил, нанос, на внатрешната страна на меандерот (пруд, брег) или во напуштените речни краци не мора да означуваат негативни промени. Сепак, таложењето на речниот нанос, предизвикано од големо оптоварување на суспендирани (лебдечки) материи и/или со смалување на истечните струи во коритото, претставува голема закана за многу видови и нивните живеалишта.

Во планински и кај водотеците од горните текови би требало како подлога да превладуваат „чисти“ чакали, обли камчиња и камчиња со релативно тенок слој на подлога кај која превладува мил.

Многу карактеристични типови на различни видови водотеци не се отпорни на зголемени концентрации од цврсти материи во водата, преку намалениот пристап на светлина (потребна за фотосинтеза), затнувањето на респираторната структура, нарушената видливост или таложењето на цврсти подлоги. Низинските глинести и алувијални речни делници се склони кон таложење и природната заедница е генерално поиздржлива.

Геолошките и хидрогеоморфолошките карти честопати даваат информации за природните подлоги, како и за можните низводни промени во составот на подлогата.

1. Структура на крајбрежниот појас

Крајбрежниот појас и неговите живеалишта го поддржуваат околниот речен екосистем по целата негова должина и ги обединуваат бројните интеракции помеѓу водните и копнените компоненти на речната долина. Крајбрежниот појас, исто така, претставува витална компонента за управување со водотекот, бидејќи неговата состојба влијае врзголем број интеракции на животната средина со реката. Поради нивната просторна положба и поврзаност со речното корито, крајбрежните системи и вегетацијата повремено се поплавувани, при што играат важна улога во инфилтрацијата на водата и надополнувањето на водоносните слоеви, како и во контролата на ерозијата, транспортот и таложењето на наносот, како во речното корито така и во поплавуваниот дел на долината.

Природната структура на крајбрежните појаси честопати епод притисок на активности за заштита на брегот (насипи), профилирање и чистење на коритото. Природната вегетација исчезнува (или се проретчува), се отстрануваат дрвните остатоци, природните крајбрежни процеси (ерозија/таложење) се нарушуваат итн.

Освен со теренски истражувања, структурата на крајбрежниот појас може да се процени и со проучување на картиза користење на земјиштето, на вегетативната покривка и топографските карти.

### Мониторинг на хидроморфолошките промени

#### СТАНДАРДИ ЗА МОНИТОРИНГНА ХИДРОМОРФОЛОШКИТЕ ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТЕТ

Методите што се користат за мониторинг на хидроморфолошките елементи за квалитет мора да бидат во согласност со меѓународните и со македонските стандарди наведени во оваа методологија, до мера во која тие опфаќаат следење со коесе осигурува добивањето споредливи податоци со идентичен научен квалитет:

#### ВРЕМЕ НА МОНИТОРИНГ

Мониторингот, а со тоа и оценувањето, треба да се врши во оние делови од годината кога сите карактеристики можат со сигурност да се опишат и кога е видлива структурата на речното корито и неговата подлога. Тоа е во периоди на мали протеци (но не и кога нема протек) и кога типот или структурата на вегетацијата во речното корито, на крајбрежјето и крајбрежниот појас може точно да се евидентира (април–септември).

####  МЕСТО НА МОНИТОРИНГ

Основата на хидроморфолошкиот мониторинг е дел од водотекот на којшто се врши мониторинг (Слика 1). Големината на морфолошките форми и карактеристики се менува во зависностод големината на реката, при што колку што е поголема реката, толку се зголемува и должината на истражуваниот дел и се приспособува сразмерно на големината на водотеците. Границите помеѓу категориите за големина на водотеците се утврдуваат врз основа на проценка на достапните податоци за ширината на речното корито (карти во размер од 1:25 000) и од набљудувањата извршени на терен. Избраниот дел за истражување треба да биде репрезентативен за одбраното водно тело во однос на морфологијата на коритото, користењето на земјиштето, геологијата и геоморфологијата.

*Слика 1. Хипотетички слив што покажува два пристапикон хидроморфолошките истражувања во зависност од распростирањето на реката (дел = водно тело)*

Должината на делот за набљудување на водното тело (дел) треба да биде 200 m, 500 m, 1 km или променлива должина според големината на водотекот и степенот на морфолошка униформност и/или модификација (табела 1.)

*Табела 1. Должина на истражените делови во хидроморфолошкиот мониторинг*

На местото за мониторинг се изведува страничен (латерален) мониторинг (мониторинг на областа од една и од друга страна на коритото на водотекот). Границите на страничниот мониторинг мора да ги опфатат сите карактеристики на поплавените површини што може да се јават. Во долните делови на текот на големи, активни реки, овие својства може да се прошират и на неколку километри од коритото. Кога долината на реката не е поширока од 100 m, следењето ја вклучува реката и нејзиното поплавено подрачје. За сите други водотеци се користи стандардно растојание од 50 m од обете страни. Доколку е потребно, се користи категоријата „посебни одлики“ за да се обезбеди вклучување на сите карактеристики од значење за зачувување на животната средина, со надминување на границата од 50 м. Кога има насипи, теренското истражување не треба да се протега подалеку од насипот. Сепак, треба да се направат белешки и да се опише потенцијалната поплавена површина и карактеристиките што можат да се јават во отсуство на насипот или во случај на негово оштетување во време на поплава.

Крајбрежната вегетација се проценува во зона со широчина од 20 m долж двете страни на водотекот. Хидроморфолошките податоци се прибираат и за левиот и за десниот брег, за да се овозможи проценка за секој брег одделно или заедно за двата брега.

#### ПОТРЕБНА ОПРЕМА ЗА МОНИТОРИНГ

* теренски лаптоп или таблет со интернет-конекција;
* теренски протокол;
* прибор за пишување (хемиско пенкало, водоотпорен маркер);
* ГПС-камера;
* гумени чизми (за риболов, долги, со и без ремени);
* заштитна и теренска опрема: мантил за дожд, јакна, панталони, теренски чевли, капа или капа, крем со заштитен фактор од УВ-зрачење;
* ГПС-уред;
* топографски карти во различни размери (задолжително 1:25 000) и
* историски карти од областа на истражувањето.

#### МЕТОД НА МОНИТОРИНГ

Општата постапка за следење за проценка на хидроморфолошките карактеристики се состои од четири чекори:

* прибирање податоци;
* дефинирање на испитаните делови во самото водно тело;
* проценка на параметрите врз основа на карти и
* теренско истражување.

##### Прибирање податоци

Пред заминување на терен, важно е детално да се соберат потребните податоци и да се подготви теренското истражување. Квалитетната подготовкаво канцеларијата го намалува реалното време потребно за теренски истражувања (многу карактеристикии индикатори веќе можат да се проценат без вистински теренски истражувања) и го подобрува квалитетот на прибирањетотеренскиподатоци. Изворите за собирање на податоцитесе карти, воздушни фотографии и ГИС-леери и карти штоприкажуваат разграничување на водните тела во сливовите. За да се подготви истражување, може да се користат следниве материјали:

* топографски карти во размер 1:25 000 за да се дефинира сегашниот план на теренот;
* историски карти за споредување на закривеноста, по можност воени карти или постари историски фотографии;
* база на ГИС-леери или карти за анализа за користење на земјиштето во поплавното подрачје и сливот;
* геолошки и геоморфолошки карти (1: 100 000);
* фотографии снимани од воздух (ортофото) и/или мапи со вегетација (од далечински мониторинг) за да се процени употребата за земјиштето и вегетацијата во поплавените подрачја и крајбрежните области;
* хидролошки временски низи на податоци (протеци, водостои, итн.);
* други материјали за зафаќање на вода, управување со резервоари, итн.

##### Дефинирање на деловите за спроведување на мониторингот во рамките на водното тело

Репрезентативните локации се бираат врз основа на резултатите од горенаведените собрани податоци (Глава 1.5.1.) и целите на мониторингот. Точната локација на истражените делови се утврдува врз основа на проучување на картата, заедно со постојните сознанија од теренот. Основата за оваа работа е поделба на водотеците на водни тела. Деловите што треба да се испитаат треба да бидат означени на топографската карта, заедно со точните границина одделните истражувани делови.

**ЗАБЕЛЕШКА**: Постојат два пристапи за следење на хидроморфолошкото водно тело. Првиот е проценка на сите водни тела како една единствена единица, а другата е проценка на повеќе делови на едно водно тело, по што следи утврдување на просекотна резултатите од сите испитани делови. Кој начин ќе се избере за истражување и проценка зависи од претходно утврденатахидроморфолошка разновидност и од големината на водното тело и се базира врз стручнатапроценка на истражувачите.

##### Оценка на индикаторите базирани на карти

Проценетите индикатори темелени на карти вклучуваат индикатори на сливот и индикатори поврзани со промена на коритото. Индикаторите штосе однесуваат на обликот на речната долина (карти и авионски фотографии) исто така помагаат да се процени користењето на земјиштето и структурата на подрачјето кое се поплавува. Резултатите потоа се проверуваат на терен. Резултатите пред одење на терен се внесуваат во теренскиот протокол, заедно со другите индикатори од теренскиот протокол штоможат да се заклучат од картите. Во некои случаи, проценката на индикаторите коишто се темелат на картите ќе бидат заменети со стручни оценки, во ситуација кога картографските податоци не се достапни. Стручните оценки вклучуваат и пренос на податоци или сознание од други локации на други сливови или оближни локации спротиводноили низводно од делот којшто се истражува (Торн и сор., 1997).

##### Истражување на терен

Лицата кои спроведуваат теренски истражувања (мониторинг) мора да бидат добро запознаени со методот на истражување и со карактеристиките што се бележат. Со мониторингот се карактеризира континуирано утврдување на присуството и релативното изобилство на хидроморфолошки карактеристики и својства, без разлика дали се природни или вештачки, а не со детален опис. Комплетираните протоколи од теренските истражувања треба да бидат придружени со фотографии од локацијата со внимателно евидентирани податоци за локацијата, кои се важни за проценка на хидроморфолошките промени и како евиденција за идни споредби. Локациите (на пр. спротиводна и низводна граница, позиција, фотографија) се одредуваат точно со употреба на ГПС-опрема.

Теренското истражување треба да се спроведе во испитаните делови како што е дефинирано во точка 1.5.2. Секоја измена во локацијата на испитаниот дел од теренот треба да биде внесена во картите и да се документирана за идно користење. Точната локација на испитаните делови се менува само таму каде што теренското истражување е невозможно поради ограничен пристап до реката или потокот.

Описот на индикаторите, вклучително и сликите што покажуваат разни својства, треба да бидат понесени на терен со цел подобрување на квалитетот на оценувањето. Протоколите за теренските истражувања се пополнуваат на терен, а (претходно евидентирани) индикаторите коишто се темелат на карти (точка 1.5.3) се проверуваат секогаш кога е можно.

Работата на терен се врши со одење по двете страни на водотекот и (ако е можно) газејќи низ него. За големи реки и водени патишта штосе премногу длабоки за да се газат, следењето се врши со чамец и со повремени застанувања покрај брегот. Под одредени услови, можеби нема да биде можно да се пристапи до коритото за да се евидентираат карактеристиките како што еречното дно. Овие карактеристики понекогаш може да се видливи и од крајбрежјето, но влез во коритото со цел проверка се препорачува секаде каде што е возможно.

**ЗАБЕЛЕШКА:** При истражување на водотекот, секогаш е најважна безбедноста. Истражувачите треба да се придржуваат до европските и национални прописи за здравје и безбедност при работа, како и сите дополнителни упатства што се применуваат за работа во река или во близина на река.

#### ТЕРЕНСКИ ДНЕВНИК (ПРОТОКОЛ) ЗА ХИДРОМОРФОЛОШКИ МОНИТОРИНГ

Теренскиот протокол содржи низа индикатори што се користат за карактеризирање на водотекот и неговата околина. Исто така, тој се користи за одредување на локацијата на истражувањето и вклучува многу релевантни индикатори кои овозможуваат низа различни анализи. Повеќето индикатори можат да се користат за групирање на водотеците со идентични карактеристики, овозможувајќи споредба на хидроморфолошките и биолошките индикатори за идентичниводотеци.

Теренскиот протокол се состои од 4 елементи, кои вклучуваат три широки зони на речното опкружување (речно корито, брегови/крајбрежна зона и подрачје кое се поплавува):

1. општи податоци за истражуваниот дел;
2. хидролошки режим;
3. надолжна врска;
4. морфологија, вклучувајќи ја геометријата на коритото, подлогата, вегетацијата и органските остатоци во коритото, карактерот на ерозијата/таложењето, крајбрежната структура и промените на крајбрежјето, типот/структурата на вегетацијата на крајбрежјето и околното земјиште, користењето на земјиштето и сродните карактеристики и интеракции помеѓуречното корито и подрачјето штосе поплавува (да се побара од органот на управа надлежен за вршење хидрометеоролошки работи информација за педесетгодишни води, а доколку нема, да се истражат големите води на реката со помош на хидролошки методи со користење повеќегодишни хидролошки истражувања и мониторирања на најблиската хидролошка станица).

Првите индикатори се користат за одредување на локацијата и нејзината прецизна позиција во сливот. Многу од индикаторите можат да се оценат од картите, додека останатите треба да се оценат со помош на други релевантни извори (види точка 1.5.1.). Поединечните картографски индикатори по можност треба да се изведат од картите со исти размери, со цел да се обезбеди доследна проценка на индикаторите.

Името на истражувачот, датумот на истражувањето, одредена фотографија или скица на локацијата исто така спаѓаат во општиот дел од протоколот.

Доколку истражувачот не е сигурен во доделувањето поени, делот треба да се остави неоценет.

Во продолжение на кратко се опишани индикаторите на теренскиот протокол.

1. Општи информации за истражуваниот дел
	1. Име на река/поток

Име на реката или потокот каде што се врши мониторингот.

* 1. Име на локација

Точната локација каде што се спроведува мониторингот, обично географско обележје, името на најблиското населено место, мост или слично.

* 1. Тип на река

Тип на река според националната типологија на РСМ.

* 1. Ознака на водно тело

Код на водното тело.

* 1. Географска широчина на локацијата (по Гринич)

добиена од ГПС, ГИС или карта 1:25000

* 1. Географска должина на локацијата (по Гринич)

добиена од ГПС, ГИС или карта 1:25000

* 1. Височина на локацијата

Приближна надморска височина на локацијата добиена од ГПС, ГИС или карта 1:25000.

* 1. Екорегион/Подрегион

Име на еколошкиот регион и/или под-регион.

* 1. Сливно подрачје

Територијатана сливното подрачје (km2) се определува врз основа на ГИС или карта 1:25000. Сливното подрачје го вклучува целиот истражен дел и затоа се зема во обѕир од низводниот дел на делот којшто се истражува.

* 1. Геолошки состав на истражениот дел

Генерално се зема геологијата која доминира. Геолошкиот состав на истражениот дел (карбонатни и силикатни карпи и органска почва) се утврдуваврз основа на основната литолошка карта.

* 1. Географска широчина на почетокот на делот што се истражува

Точна географска широчина на почетокот на делот што се истражува добиен од ГИС, од карта со размер 1:25000 или од ГИС.

* 1. Географска должина напочетокотна делот што се истражува

Точна географска должина на почетокот на делот што се истражува добиен од ГИС, од карта со размер 1:25000 или од ГИС.

* 1. Надморска височина на почетокот на делот што се истражува

Приближна надморска височина на почетокот на делот што се истражува добиен од ГПС, од карта 1:25 000 или од ГИС.

* 1. Географска широчинана крајот на делот што се истражува

Точна географска широчина на крајот на делот што се истражува добиен од ГИС, од карта со размер 1:25000 или од ГИС.

* 1. Географска должина на крајот на делот што се истражува

Точна географска должина на крајот на делот што се истражува добиен од ГИС, од карта со размер 1:25000 или од ГИС.

* 1. Надморска височина на крајот на делот што се истражува

Приближна надморска височина на крајот на делот што се истражува добиен од ГПС, од карта 1:25000 или од ГИС.

* 1. Оддалеченост од извор

Оддалеченоста од изворот до локацијата за истражување во километри извадени од ГИС или карта (1: 25000).

* 1. Широчина на водотек на локација

Широчината на водотекот на локацијата во метри, добиена од ГИС (ортофото), Google Earth или ако е можно, мерено на терен со користење ласер или метро.

* 1. Пад на водотекот на делот штосе истражува (%о)

Падот на делот штосе испитува се пресметува како разлика во висината (m) помеѓу две точки (надморска височина на почетокот и крајот на делот штосе истражува) поделено со растојанието (m) помеѓу двете точки.

* 1. Скица/Фотографија

Скица или фотографија што ги покажува карактеристиките на страницата треба да биде вклучена во протоколот.

* 1. Должина на делот што се истражува

Должината на делот што се истражува во километри помеѓу две точки – почетокот и крајот на делот што се истражува.

* 1. Датум на истражување

Внес на датумот на истражувањето.

* 1. Истражувач

Име и презиме на истражувачот.

## Хидролошки режим

### Влијание на вештачки конструкции во речно корито во рамки на делот што се истражува (делницата)

Ова својство вклучува влијание на вештачки конструкции, зафатни градби (на пр. брани, преливни конструкции, мостови, премини, насипи) врз различните протекувања, било да се мали, средни или големи води, врз проносот и транспортот на нанос. Својството под 2.1. не се однесува на промените на протекувањата.

### Влијание на промените низ целиот слив врз карактерот на природниот тек

Ова својство секогаш се проценува низводно од делот (на пр. кај хидротехнички објекти, брани, зафати, итн.). Потребни се хидролошки податоци за протекувањата и водостоите на водотекот, за да се утврди значењето на промените на протекот. Овие податоци се обезбедуваат од институцијата која е одговорна за вршење на хидролошкиот мониторинг на водите во државата. Во случај кога нема достапни долгорочни хидролошки податоци за протекот на водите, може да се користи единственостручна оценка која се применува во квалитативното бодување.

### Влијание на промена во дневниот протек

Големите осцилации на протекот (при вршно користење на водите од акумулациите) се брзи зголемувања на водостоите и протекувањата како последица на испуштање вода од акумулациите на хидроелектраните со цел брзо вклучување на соодветната хидроелектрана во производството на енергија во државниот енергетски систем за производство на енергија, доведува до брзо зголемување на водостојот и протекот на водотекот, при што се јавува зголемување и паѓање на нивото на водотекот за 5, 10, 15, па и повеќе cm/min.

Ефектот од режимот на вршното протекување варира (на пр. според моментот и траењето на испуштањето, количината на водата која моментално тече во водотекот низводно како биолошки или дозволен минимум, или одреден просек), што ќе влијае врзбодувањето.

**ЗАБЕЛЕШКА:** Искачување за една категорија доколку погодената делница се наоѓа низводно од езерото/забавени акумулации или ако „дивеењето“ на протекот во реката е значително ублажено.

## Надолжна поврзаност

### Надолжна поврзаност под влијание на вештачки градби

Оваа проценка се однесува само на вештачките прегради на реките, а не на природните препреки, како што се езерата или водопадите. Не е можно да се дадат упатства за бодување во врска со големината или висината на градбите бидејќи нивниот ефект ќе варира во зависност од видот на водотекот, присутните миграторни видови итн.

**ЗАБЕЛЕШКА:** Ако браните/преградите се големи, а делот којшто се испитува (делницата) се наоѓа во низводниот дел на сливот, тие можат да влијаат врзголем број други делници спротиводно.

## Морфологија

### Геометрија на речното корито

#### Облик на планот

Во овој контекст, „облик на планот“ се однесува и на промените во појавата на кривини по должина на речното корито и на промените на коритото при течење на водотекот или појавата на повеќе корита. Ако е можно, да се користат апсолутни или евидентирани информации за промени наместо информации од разниизвори.

#### Пресек на коритото (напречен и надолжен пресек)

За ова својство треба да се користат податоци за локацијата и тие да се применат за целата делница.

### Подлога

#### Количина на вештачки тврд материјал

Проценката на неприродните седименти во речното корито се темели при забележани разлики во самото корито во однос на целиот водотек, на пример, забележано присуство на мил или на набиен чакал/бетонирање.

#### Разновидност на „природни“дна и отстапување од природните карактеристики

Се евидентираат само природни дна: мил, песок, чакал, карпи, камења, органски подлоги. Во низинските водотеци со песочни или глинести дна, различноста на дното е ограничено на помали величини на честички. Евидентирањето на дното е потешко кај поголемите и заматените водотеци и можеби ќе треба да се направи проценка.

### Вегетација и органски остатоци во речното корито

Видот и количината на вегетацијата и органските остатоци во речното корито варира во зависност од околниот вегетациски покривач на земјиштето, надморската височина, степенот на изложеност на сончевите зраци, неодамнешните поплави, итн. На пример, не се очекува појава на органски остатоци во области на голема надморска височина каде што нема копнена вегетација.

#### Отстранување на водната вегетација

Структурата на водната вегетација се проценува за време на периодот на активен раст.

#### Количина на дрвни остатоци, ако се очекуваат

Остатоците од дрво треба да се проценат од гледна точка на нивното присуство во коритото во количини што се очекува во природни услови за тој вид водотек, или отсуство, на пример поради активно отстранување, недостигодкрајбрежна вегетација во рамките и спротиводно од делницата и др.

### Ерозија

Карактеристиките на ерозијата во речното корито вклучуваат елементи на таложење (на пр. скали, рифови, гребени, острови, плитки теченија) и елементи на ерозија (на пр. езерца, длабоки јами, карпи), како и елементи како што се перничиња на водни растенија, големи остатоци од дрва и др. Овие карактеристики се првенствено мерка на комбинацијата на притисоците што делуваат врзречните процеси. Тие се проценуваат со помош на стручна проценка, врз основа на типот на водотекот, присуството и опсегот на својството што се очекуваат во скоро природни услови и интензитетот на управување во речното корито (на пр. промена на трасата, вадење чакал, раскопување) и во сливот (на пр. подземна дренажа што го зголемува приносот на седиментот). Неопходно е да се водат белешки кога поради нарушувања во сливот се јавуваат повеќе (како и помалку) својства во речното корито отколку што може да се очекува.

### Крајбрежна структура и промени во крајбрежјето

Бреговите можат да бидат изградени од тврди вештачки материјали и/или меки материјали. Оценкатана опсегот на обложеноста на крајбрежјето се темели врзпревладувачкиот присутен материјал (може да биде комбинација од двата вида). За оценка се комбинираат податоците од двата брега.

### Вид/структура на вегетација на бреговите и на околното земјиште

Се утврдува природноста на вегетацијата на крајбрежниот појас (вегетацискипојас покрај коритото), при што природноста се темели врзземјишниот покривач и не е потребно мислење од ботаничари. Со оваа методологија не е пропишана точно одредената широчина на крајбрежниот појас. Сепак, истражувачите треба да наведат (вклучително и причините) широчина на крајбрежниот појас што се користи за секоја делница што треба да се процени. Широчината можеда биде фиксна вредност (на пр. 1 m, 5 m, 20 m) или да биде поврзана со широчината на реката (на пр. 1,5 х широчина на река). Ненадејните промени на земјениот покривач може да укажуваат на граница помеѓу крајбрежниот појас и подрачјето кое се поплавува. Категориите на неприродни земјени покривачи вклучуваат: рекреативни тревници иинтензивни тревници, обработливо земјиште, урбанизирани области, итн. Категории на скоро природни земјени покривачи вклучуваат природни мочуришта, поплавени шуми/природни шумски подрачја.

### Користење на земјиштето и сродни карактеристики

Оваа карактеристикаго вклучува подрачјето кое се плави, во случај кога тоа постои. Општата цел е да се забележи природноста на вегетацијата во речниот коридор зад крајбрежниот појас каде што природноста се заснова врз земјениот покривач, поради што не е потребно мислење од ботаничар. Категории на неприродни земјени покривачи вклучуваат: рекреативни тревници и интензивни тревници, обработливо земјиште, урбанизирани области итн. Категориите на приближно природни земјени покривачи вклучуваат природни мочуришта, поплавени шуми / природни шумски области. Својствата на поплавените подрачја вклучуваат остатоци од речни корита, тресети вештачки создадени живеалишта на отворена вода.

### Интеракција помеѓу коритото на реката и подрачјето кое се поплавува

#### Степен на странично поврзување на река и подрачјето кое се поплавува

За оваа карактеристика е потребно да се знаат границите кое ги зафаќа подрачјето кое се поплавува и тоа во минатото - на пример, некои подрачја кои се поплавуваат денес може да се исчезнати поради урбанизацијата (што вклучува сè, не само неодамнешните интервенции кои го намалуваат природното поплавување на подрачјето кое се поплавува). Земјениот покривач може да биде мерка – пасишта, области со поплавени шуми и други мочуришта можат да бидат поплавувани позачестеноотколку обработливо/култивирано и урбанизирано земјиште.

#### Степенот на странично помесување на речното корито

Со оваа карактеристика се проценува способноста на реката природно (странично) да се поместува преку нејзините подрачја штосе поплавуваат, без постоење на какви било вештачки препреки.

## Методологија за хидролошки мониторинг, квантитет на површински води

### Вовед

Хидрологија е наука за движењето, дистрибуцијата и управувањето со водата на Земјата и другите планети, вклучувајќи го и водниот циклус, водните ресурси и одржувањето на сливните подрачја. Хидрологијата се занимава со движењето и дистрибуција на водите во време и простор, и над и под земјината површина, вклучувајќи ги и нивните хемиски, биолошки и физички својства и нивна интеракција со физичката средина (СМО/УНЕСКО, 1992). Таа обезбедува разбирање на различните фази на движењето на водата додека поминува од атмосферата кон Земјата, се движи на површината на земјата и под површината на земјата низ почвата и се враќа во атмосферата. Како таква, ја формира основата за проценка и управување со водните ресурси и решавање практични проблеми поврзани со поплави, суши, ерозија и пренос на седименти и загадувања на водите. Зголемувањето на притисокот врз достапните водни ресурси во потрага по подобрена економска благосостојба и грижа за загадувањето на површинските и подземните води ја имаат означено централната улога на хидрологијата во сите иницијативи за водата и животната средина.

Водата се наоѓа на земјата во значителни количини и се среќава во: течна, цврста и гасовита состојба. Ја има во: атмосферата, морињата и океаните и на копното. Бидејќи водата може лесно да се движи од една околина во друга и може да се промени од една фаза во друга како одговор на околината, таа е динамичен медиум и во просторот и во времето. Ова движење на водата претставува хидролошки циклус или воден циклус (прикажано на Слика 2).

*Слика 2.Хидролошки циклус*

Од клучно значење за развојот и благосостојба на човештвото, па и на самата наша држава, е да се дадат насоки во следењето на овој витален ресурс.

Тешко е да се постави јасна линија на поделба помеѓу наука за хидрологија и практичното управување со водите. Но едно мора да биде јасно, мониторингот на водите не може да биде извршуван само за една потреба или цел, хидролошкиот мониторинг мора да биде независен за да може да биде достапен за сите еднакво, како што е претставено на Слика 3, каде што е објаснет системот на хидрологијата.

*Слика 3. Системот на хидрологијата*

Прифатените принципи на управувањето со водните ресурси го диктираат тоа, а со цел да се постигне одржливост на животната средина и економска продуктивност;притоа, реките мора да бидат управувани на ниво на слив. Денес, кога се смета дека водата е сечија работа, разни засегнати страни на национално, како и на меѓународно ниво, учествуваат и играат важни улоги во процесот. Многу институции и агенции во рамките на една земја се ангажирани во собирање хидролошки податоци и информации. Овие податоци можат да бидат мониторирани и прибирани од разни агенции кои користат различни постапки за мерење. Недостиготодхомогеност во набљудувањата доведува до недостигоддоверба. Императив е сите овие партнери да се свесни за начинот на којштосе собираат хидролошките податоци, за ограничувањата и веродостојноста на податоците, и како со нив треба да се управува од страна на одговорни организации. Транспарентноста при собирањето, складирањето и споделувањето податоци е од суштинско значење и е елемент за соработка помеѓу разни корисници. Рамката за квалитетно управување во хидрометријата и хидролошките информации се основни при користењето хидролошки информации од разни извори. Битна институција за хидролошкиот мониторинг преставува назначената институција за вршење на работите од областа на хидрологијата, која го спроведува државниот мониторинг и врши обработка и складирање на хидролошките податоци.

### Основни хидролошки поими

#### ВОДОСТОЈ

Водостој означува ниво на водата на водотек, езеро, море, акумулација или подземна вода и се мери во метри (m) или во сантиметри (cm). Главно се означува со H (cm).

Мерењето на водостојотпреставува основен параметар во хидрологијата. Вообичаено е мерењето да се одвива на претходно одбрана локација или место, т.н. хидролошка или водомерна станица, при што водостојот се мери во однос на некоја референтна точка („нулта кота“) за која претходно геодетски е одредена надморската височина. За непосредно отчитување на водостојот се користат водомерни летви, кои се поставуваат најчесто на брегот на реката за од нив да се отчитува водостојот релативно во однос на нултата кота.

Во случај на користење автоматски механички (аналогни) или дигитални инструменти, водостојот директно се запишува на лимниграфска лента или дата логер, кои трајно го регистрираат податокот. Кај механичките водомери мерењето на нивото се врши со помош на пловки и тегови, кои механички го движат перцето (моливот) и ги запишуваат аналогно промените на нивото на лимниграфски ленти сместени во заштитни кутии, додека кај дигиталните мерни инструменти се користат сензори на притисок, радари, камери и други софистицирани инструменти. Записот со овие инструменти е дигитален и го олеснува преносот на податокот преку инструменти за трансмисија (пренос).

#### ПРОТЕК

Протекот претставува количина на водата која протекува низ некоја површина во единица време. Во хидрометријата протекот најчесто се изразува во метри кубни во секунда (m3/s), или во литри во секунда (l/s). Означувањето на протекот е со Q (m3/s).

Протекот е изведена големина која, како таква, најчесто се определува индиректно – со мерење на брзината на протекот на водата и површината на протечниот пресек:

Q = A\*V m3/s

A – површина на протечниот пресек (m2)

V – средна брзина (m/s)

За мерење на брзината на водата се користат различни видови инструменти – од класични хидрометриски крила, хемиски (методи со раствори или бои), до софистицирани ултразвучни и електромагнетни апарати и камери. Површината на протечниот профил се одредува со едноставно сондирање на протечниот пресек на одредени растојанија во зависност од ширината на водотекот или, пак, со геодетско или нивелманско снимање на конфигурацијата на теренот. Најновите ADCP инструменти (Acoustic Doppler Current Profiler), со поминување низ пресекот, директно ја мерат длабочината и широчината на пресекот, при што автоматски се добива површината на протечниот пресек. Овие инструменти се базирани врзДоплеровиот принцип, при што со испуштање сигнал ја мерат брзината на движење на честичките во водата и ја определуваат брзината на текот на водата. На крај на мерењето по определување на средната брзина и површината на пресекот се добива и резултатот, т.е. протекот на водата. Најновите инструменти за мерење протек користат камери. Камерата го снима движењето на водата на одредено растојание, при што се определува брзината на движење на водата. Знаејќи го пресекот на профилот и определувајќи ја допонително средната брзина на движење на водата се добива протекувањето, т.е. протекот на водата за тој определен профил или станица.

### Мониторинг на води на ниво на реки, езера и резервоари

#### ОПШТО

Водостојот или нивото на водата е кота на површината на водата на поток, река, езеро или друго водно тело врзано за одредена постојана точка или репер (ISO, 1988b) и може да се користи директно во прогнозирањето на протекувањата, за да се исцртаат области со опасност од поплавување или по потреба да се користи за дизајнирање структури во или во близина на водни тела. Кога е во корелација со протекот или со волуменот на одредени акумулации или езера, водостојот станува основа за определување на протекот или на податокот за складирање на водата. Подетални информации има во Прирачникот за мерење на водотеци (Manual on Stream Gauging) (СМО-бр. 519).

#### ХИДРОЛОШКА МЕРНА СТАНИЦА ЗА ХИДРОЛОШКИ НАБЉУДУВАЊА, МЕРЕЊА И МОНИТОРИНГ

##### Хидролошка станица

Секоја хидролошка служба има основна мрежа на хидролошки станици за површински води.

Изборот на мерното место е диктиран од потребите за управување со водите или барањата на хидролошката мрежа. Овие потреби и барања диктираат каде ќе биде локацијата на мерното место, но процесот на избор на локација за станица е зависен од самиот начин на мерење и условите кои го овозможуваат тоа. Поставувањето на хидролошката мерна станица е неопходна и итна во услови кога треба да се дизајнира брана или друг хидротехнички објект на реката или покрај неа. Со овие податоци ќе може да се изработи соодветниот проект. Сепак, за потребите на регионалните водни ресурси и за формулирање развоен план за водите потребно е да функционира мрежа од хидролошки станици во континуиран подолг временски период за да се осознае хидрологијата во регионот. Поради тоа, од голема важност е правилниот избор на локација за хидролошки станици.

Хидролошките станици се посетени од набљудувачи и хидролошки професионални тимови. За да функционира една станица, минимум е потребно да биде опремена со водомерна летва и еднаш дневно да биде посетувана од обучено лице (набљудувач) со задача да го забележи моменталниот водостој. Набљудувачите вршат секојдневни мерења во определено време, а и дополнително во услови на појава на големи и мали води. Редовното време за набљудување е 7:00 UTC+1.

Покрај посета на набљудувач, во мрежата на површински води одреден број на станици се опремени и со соодветна опрема, а таа опрема може да биде механичка или електронска.

Модерниот мониторинг бара воведување автоматски инструменти, така штохидролошките станици стануваат автоматски хидролошки станици (АХС). Овие инструменти вршат мерења на секои 15 минути и на тој начин овозможуваат постојани информации од терен. Автоматските инструменти опремени со модеми преку ГСМ или ГПРС-врска ги праќаат информациите на веб-страницата на хидролошката служба (УХМР), и на тој начин јавноста, медиумите и одговорните министерства добиваат навремена информација за промените на водостојот и за евентуална појава на високи води кои можат да предизвикаат поплави. Ваквите станици бараат редовно одржување и редовни средства во хидролошкиот буџет.

##### Водомери за мерење на ниво на вода на хидролошка станица

###### Водомери без запис

Неколку типови основни водомери се користат во хидрометриската практика (HOMS C71). Основни водомери се:

(а) Вертикален водомер;

(б) Наклонет водомер;

(в) Водомер со тег поставен на жица (сајла) инсталиран на конструкција над водотекот;

(г) Означена шипка, лента, жица за мерење на растојанието до површината на водата;

(д) Максимален – Водомер за обезбедување на информација за ниво на вода во услови на поплавни бранови (поставување пловка која се движи покрај фиксирана водомерна лента).

###### Водомери со запис

Во рамки на хидрометриската практика,постојат повеќе типови водомери со континуиран запис.

Најчесто се користат инструменти штоможат да бидат механички или електронски. Кај механичките (лимниграфи), делот од пловката поврзан за тег со метална сајла (жица) е поставен во метална цевка, каде што во зависност од нивото се искачува или се спушта, притоа преку системскиот уред е поврзан со маркер (перце), којшто на специјална хартија (лимниграфска лента) го испишува нивото на водата во облик на континуирана линија. Вака добиениот континуиран цртеж се споредува со податокот од основниот водомер и информациите од набљудувачот (во точно определено време) и се обработува во канцелариски услови. Цртежот може и да се дигитализира. Ваквите инструменти можат покрај механички да бидат и батериски. Поновите водомери со запис се главно електронски, при што податокотсе мери со помош на мерни сонди – сензори (на притисок) и притоа се меморира во т.н. даталогери, кои покрај тоа што го зачувуваатподатокот, со дополнителен инструмент – модем со СИМ картичка, може да го пренесат вака измерениот и дигитален податок до одговорната институција и притоа се овозможува тојда биде презентиран на веб-страницата достапна за сите заинтересирани страни.

##### Одржување хидролошки станици и мерни профили

Нормалното функционирање на станиците зависи од нивното редовно одржување.

Новите станици се многу покомплексни и поосетливи и бараат постојано одржување. Поради големата осетливост на новиот вид на опрема на грмотевици, водни хемикалии и друго, потребно е зачестено сервисирање на овој вид станици. Опремата, сензорите и дата логерите треба редовно да се одржуваат и да се заменуваат по потреба. Зачестено се случува оштетување на електричната мрежа, а слабата мрежна покриеност со ГСМ/ГПРС дополнително предизвикува чести прекини на преносот на податоци, при што сето тоа влијае врзквалитетот на добиените податоци. Со цел подобрување на редовниот мониторинг, потребни се модерни инструменти кои редовно треба да се одржуваат, потребна е постојана грижа, постојана контрола, и тоа како од канцеларија така и со редовна посета на терен.

Нормалното одржување се одвива при секоја посета на станицата, но во одредени ситуации се организираат теренски активности со специјална намена за одржување на хидролошките станици. Покрај хидрометриските мерења и проверки на водостојот, редовни активности се:

* прочистувања на коритото од нанос и вегетацијаво близина на мерните инструменти и прагови;
* при маловодие се чистат бунарите и металните цевки од натрупаниот нанос;
* контрола на водомерните летви и нивна замена при оштетување;
* одржување на објектите каде што се сместени хидролошките инструменти;
* замена на батериите и акумулаторите, соларните панели штоги напојуваат станиците со електрична енергија
* замена на оштетени сензори и даталогери.

Повеќето од станиците се поставени на места каде што нема регулиран тек и каде што дното е исклучително променливо. За подобрување на мониторингот,пожелнае и изградба на бетонски прагови и соодветна регулација. Со овие прагови се стабилизира режимот на течење на водите низ хидролошкиот профил и процентот на точност на податоците е висок.

#### ХИДРОМЕТРИСКИ МЕРЕЊА

##### Мерења

Хидрометриските мерења се мерења на хидролошки параметри во теренски услови. Мерењата ги извршува група од хидролошки стручни лица во согласност соусвоените методи на мерења пропишани од СМО и потврдени преку светските хидролошки стандарди.

Основни параметри штосе мерат се:

* широчина на речно корито;
* длабочина на речно корито (сондирање);
* брзина на движење на водата (мерено во соодветни мерни вертикали).

Мерењата се изведуваат на следните начини:

1. директно со газење преку водотекот, се влегува во водата, се премерува широчината на реката, се врши сондирање на одредени растојанија и на крај, со хидрометриско крило се мери брзината на движењето на водотекот во одредени вертикали, во зависност од широчината на коритото, и на одредени длабочини, во зависност од длабочината на водотекот;
2. со чамец се превеслува водотекот, се сондира од чамецоти на крај се мерат брзините со хидрометриско крило (како со газење преку водотек);
3. со винда и тег од мост, на одредени растојанија се сондира, па со хидрометриско крило се мери брзината на движење на водата (како со газење преку водотек);
4. со ADCP – модерен инструмент за мерење на протек – се поминува од едната на другата страна со влечење (рачно со газење или со чамец, од едната до другата страна на бреготсо влечење, или со помош на жичница).

Дополнително се вршат и други активности, како:

* мерење температура на водата Т (°C) со термометри со куќиште (со резервоар);
* геодетски премерувања со нивелир, при што се мери речниот профил и се определува падот на теренот и водното огледало на водотекот J(°/oo);

По извршените мерења се вршат графички и аналитички пресметки за да се добие главниот параметар на истекувањето, т.е. протекот на водата Q (m3/s).

Поради типот на реките во Македонија (брзи и ерозивни), хидрометриските мерења штосе извршуваат на хидролошките станици би требало да се изведуваат барем еднаш месечно и дополнително, при промени на режимот на течење предизвикани од големи и мали води при појава или при недостиг од врнежи.

Хидрометриските мерења се мерења штосе изведуваат во теренски услови, каде што постои опасност по здравјето и животот на вработените. Можноста од опасности има големо влијание врзквалитетот на мерењето, па затоа се предвидуваат заштитни мерки штоќе го олеснат мерењето, и поради тоа вработените треба да бидат опремени со заштитна облека и опрема за сите временски услови.

##### Хидрометриски инструменти

Најчесто мерењата се изведуваат со хидрометриски крила со елиси и бројченик. Крилата обично одат заедно со метална прачка (штангла), која служи и за мерење на длабочината. При мерењата се користат и пантлики за определување на растојанието од еден до друг крај на брегот.

До квалитетни мерни продукти може да се стигне и со подобрување на мерните инструменти, а особено е важно во хидролошките служби редовно да се користи ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler, што во слободен превод може да се преведе како акустичен доплеров мерач на протек), пред сѐ поради фактот што како краен продукт на овој инструмент по извршеното мерење, се добива протекот на водата во секунда Q(m3/s) (за мерење извршено на одредено мерно место).

За овие инструменти и за мерење опасни води, се градат специјални жичници за пренос на хидрометриското крило или на ADCP-то преку реката и назад.

Покрај вакви инструменти за големи води, за мали води потребни се и хидрометриски крила со мали елиси, како и електромагнетни крила за мерење во услови каде што има трева, лисја и слично. На места каде што има карпи и големи камења се препорачува Метод на раствори (Dilution Method).

#### ПОТРЕБНА ОПРЕМА ЗА ХИДРОМЕТРИСКИ МЕРЕЊА

* Хидрометриско крило/ADCP/ или друг мерен инструмент;
* Градуирана метална прачка (штангла) за мерење на длабочината и за придржување при преминување на водотеците;
* Пантлика, метро за мерење на широчината на коритото;
* По можност, теренски лаптоп со Bluetooth;
* Теренска книшка;
* Прибор за пишување (хемиско пенкало, водоотпорен маркер);
* Камера;
* По можност, дрон за аероснимање;
* Неопренски чизми (обични, рибарски и комбинезон со ремени);
* Заштитна и теренска опрема: мантил за дожд, јакна, панталони, теренски чевли, капа;
* ГПС-уред;
* Топографски карти во различни размери (задолжително 1:25 000).

# МОНИТОРИНГ НА ЕКОЛОШКИОТ И ХЕМИСКИОТ СТАТУС И НА ЕКОЛОШКИОТ ПОТЕНЦИЈАЛ

Мрежата за мониторинг се конципира така што ќе обезбедува кохерентен и сеопфатен преглед на еколошкиот и на хемискиот статус во секој речен слив и ќе овозможува водните тела да бидат класифицирани во пет категории, доследно на нормативните дефиниции. Се обезбедуваат карта или карти на кои сеприкажани(и) мрежата/мрежите за следење на површинските води во планот за управување со речниот слив. Врз основа на карактеризацијата и оценката за влијанието, спроведени во согласност со својствата на реонот на речниотслив, врз основа на прегледотна влијанието на човековите дејства врз животната средина и економската анализа на користењето на водата и Анекс II од РДВ, и во согласност сочлен 92 од Законот за води, за секој период на којшто се применува планот за управување со речниот слив, се воспоставувапрограма за надзорен и за оперативен мониторинг. Во некои случаи можеби ќе треба да се воспостават програми за истражен мониторинг. Се следат параметрите коишто се показатели за состојбата за секој релевантен елемент за квалитетот. При избирањето на параметрите за елементите на биолошкиот квалитет, се идентификува соодветното таксономско ниво што е потребно за да се постигне адекватна сигурност и прецизност во класификацијата на елементите за квалитетот. Проценките за нивото на сигурноста и прецизноста на резултатите добиени со програмите за следење се даваат во планот.

## Видови мониторинг

### Концепт на надзорен мониторинг

#### Цел

Се воспоставуваат програми за надзорен мониторинг за да обезбедат информации за:

* дополнување и потврдување на постапката за оценување на влијанието детализирана во Анекс II од РДВ;
* ефикасен и ефективен концепт за идните програми за следење;
* оценување на долгорочните промени на условите во природата и
* оценување на долгорочните промени коишто произлегуваат од широко распространетото антропогенодејство.

Резултатите од ваквиот мониторинг се ревидираат и, во комбинација со постапката за оценување на влијанието, опишана во Анекс II од РДВ, се користат за утврдување на барањата за програмите за следење во сегашните и во последователните планови за управување со речниот слив.

#### Избор на точки за мониторинг

Надзорен мониторинг се врши на доволен број површински водни тела за да се обезбеди оценување на севкупната состојба на површинските води во рамките на секој басен или подбасен во рамките на реонот на речниот слив. При изборот на овие тела се обезбедува, таму каде што е соодветно, дека мониторингот ќе се спроведува на точките во кои:

* големината на протокот на водата е значителна во реонот на речниот слив како целина, вклучувајќи ги и точките на големите реки, каде што површината на басенот е поголема од 2.500 km2;
* волуменот на присутната вода во рамките на реонот на речниот слив, вклучувајќи ги и големите езера и резервоари, е значителен;
* важни водни тела ја преминуваат границата на земјатаина другите локации каде што се бараат, за да се оцени оптоварувањето од загадувачот што се пренесува преку границите на земјата, а којшто потоа се пренесува во морската средина.

#### Избор на елементите за квалитетот

Надзорниот мониторинг се спроведува за секоја локација за следење во период од една година, во текот на:

* периодот опфатен со планот за управување со речниот слив за:
* параметрите штосе показатели за сите елементи на биолошкиот квалитет;
* параметрите штосе показатели за сите елементи на хидроморфолошкиот квалитет;
* параметрите штосе показатели за сите елементи на општиот физичко-хемиски квалитет;
* листа на приоритетнисупстанциишто се испуштаат во речниот слив или потслив и другите загадувачи што во значителни количества се испуштаат во речниот слив или потслив,освен ако претходната примена на надзорниот мониторинг не покажала дека предметното тело достигналодобра состојба и доколку ревизијата не дала докази за влијанието на човековото дејство во Анекс II од РДВ и дека влијанијата врз телото се промениле. Во тие случаи, надзорниот мониторинг се врши еднаш на секои три планови за управување со речниот слив.

### Концепт на оперативен мониторинг

Оперативниот мониторинг се спроведува со цел:

* да се утврди состојбата на оние тела што се идентификувани како ризични за исполнувањето на нивните цели за животната средина и
* да се оценат какви било промени во состојбата на ваквите тела, коишто произлегуваат од програмите на мерки.

Програмата може да се изменува и да се дополнува за време на периодот на планот за управување со речниот слив, со оглед на информациите добиени како дел од барањата од Анекс II од РДВ или дел од мониторингот, пред сè за да се овозможи намалување на зачестеноста онаму каде што беше заклучено дека влијанието не е битно или дека релевантниот притисок е отстранет.

#### Избор на локациите за мониторинг

Оперативниот мониторинг се спроведува за сите водни тела коишто, врз основа на оценувањето на влијанијата извршено во согласност со Анекс II од РДВ или врз основа на надзорниот мониторинг, се идентификувани како ризични за исполнување на нивните цели за животната средина од член 4 од РДВ и за оние водни тела во коишто се испуштаат приоритетни супстанции. Точките за следење се одредуваат за супстанциите од листата на приоритетни супстанции, онака како што е определено во законодавството со коешто се утврдува релевантниот стандард за квалитет на животната средина. Во сите други случаи, вклучително и за супстанцииите од листата на приоритетни супстанции за кои во ваквото законодавство не е дадено никакво конкретно упатство, точките за следење се избираат како што следи:

* за телата што се изложени на ризик од значителни притисоци од точкестиот извор, доволен број точки за следење во рамките на секое тело за да се оцени магнитудата и влијанието на точкестиот извор. Онаму каде што некое тело е подложено на одреден број притисоци од точкестиот извор, точките за следење можат да бидат избрани така што ќе се оценува магнитудата и влијанието на тие притисоци како целина;
* за телата што се изложени на ризик од значителни притисоци од дифузен извор, доволен број точки за следење во рамките на изборот на телата, за да се оцени магнитудата и влијанието на притисоците од дифузниот извор. Изборот на телата треба да биде таков што тие ќе бидат репрезенти на релативните ризици од појавувањето на притисоци од дифузен извор, и на релативните ризици од неуспехот да се постигне добра состојба на површинската вода;
* за телата што се изложени на ризик од значителен хидроморфолошки притисок, доволен број точки за следење во рамките на изборот на телата, за да се оцени магнитудата и влијанието на хидроморфолошките притисоци. Изборот на телата треба да биде показател за севкупното влијание на хидроморфолошкиот притисок на којшто се изложени сите тела.

#### Избор на елементите за квалитетот

За да ја оценат магнитудата на притисокот на којшто се изложени површинските водни тела, земјата ги следионие елементи за квалитетот коишто се показатели за притисоците на коишто се изложени телото или телата. За да го оценат влијанието на овие притисоци, земјата ги следи, онака како што е релевантно:

* параметрите штосе показатели на елементот или на елементите за биолошки квалитет коишто се најчувствителни на притисоците на коишто се изложени водните тела;
* сите приоритетни супстанциии и другите загадувачи што се испуштаат во значителни количества;
* параметри коишто се показатели за елементот на хидроморфолошкиот квалитет, којшто е најчувствителен на идентификуваниот притисок.

### Концепт на истражен мониторинг

#### Цел

Истражниот мониторинг се спроведува:

* таму каде што не е позната причината за какви било пречекорувања;
* таму каде што надзорниот мониторинг укажува на тоа дека постои веројатност да не бидат постигнати целите зацртани во член 4 од РДВ за водното тело, а оперативниот мониторинг сè уште не е воспоставен, со цел да се констатираат причините поради кои водното тело или водните тела не ги постигнуваат целитеза животната средина или
* за да се констатира магнитудата и влијанијата на неочекуваното загадување,

а со него се даваат информации за воспоставување на програмата на мерки за постигнување на целите за животната средина и на посебните мерки што се неопходни за да се поправат ефектите од неочекуваното загадување.

### Фреквенција на мониторирање

За периодот на надзорен мониторинг треба да се применуваат подолунаведените интервали на фреквенција за параметрите на следење коишто се показатели на елементите за физичко-хемискиот квалитет, освен ако не би биле оправдани подолги интервали врз основа на техничките сознанија и врз основа на експертската оцена. На елементите за биолошкиот или за хидроморфолошкиот квалитет следењето се врши барем еднаш во текот на периодот на надзорното следење.

За оперативниот мониторинг, фреквенцијата на мониторирање што се бара за секој параметарсе определува така што ќе се обезбедат доволно податоци за сигурна оцена на состојбата на релевантниот елемент за квалитет. Како насочница, мониторирањето би требало да се врши во интервали не подолги од оние прикажани во долната табела, освен ако подолгите интервали не би биле оправдани врз основа на техничките сознанија и на експертската оцена.

Фреквенцијата треба да се одбере така што ќе се постигне прифатливо ниво на сигурност и прецизност. Проценките за сигурноста и прецизноста добиени со користениот систем за следење се наведуваат во планот за управување со речниот слив.

Се избира онаква фреквенција на мониторирање во којашто се води сметка за варијабилноста на параметрите што произлегува како од природните така и од атропогените услови. Времето во коешто се врши мониторингот се одбира така што ќе се минимизира влијанието на сезонските варијации врз резултатите, со што ќе се обезбеди резултатите да бидат одраз на промените кај водното тело што настанале како резултат на промените предизвикани со антропогенскиот притисок. Таму каде што е неопходно, треба да се врши дополнителен мониторинг за време на различни сезони од истата година за да се постигне оваа цел.

***Табела 2. Фреквенција на мониторинг***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Елемент на квалитет** | **Реки** | **Езера** | **Преодни** | **Крајбрежни** |
| **Биолошки** |
| Фитопланктон | 6 месеци | 6 месеци | 6 месеци | 6 месеци |
| Друга водна флора | 3 години | 3 години | 3 години | 3 години |
| Макро безрбетници | 3 години | 3 години | 3 години | 3 години |
| Риби | 3 години | 3 години | 3 години |  |
| **Хидроморфолошки** |
| Континуитет | 6 години |  |  |  |
| Хидрологија | континуирано | 1 месец |  |  |
| Морфологија | 6 години | 6 години | 6 години | 6 години |
| **Физичко-хемиски** |
| Термички услови | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци |
| Оксигенација | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци |
| Салинитет | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци |  |
| Состојба со хранливи материи | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци |
| Состојба со закиселување | 3 месеци | 3 месеци |  |  |
| Други загадувачи | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци | 3 месеци |
| Приоритетни супстанциии | 1 месец | 1 месец | 1 месец | 1 месец |

### Колекционирање примероци

На сите мерни места, примероците на вода се земат како грејферни или дискретни проби на вода, земена од определено место, на определена длабочина и во определено време.

Ваквиот начин на земање примероци на вода се препорачува кога е потребно:

* да се карактеризира квалитетот/статусот на водата, во конкретно време и на конкретно место;
* да се дадат информации за приближниот дијапазон на концентрациите;
* да се оствари земање променливи волумени на проби;
* кога се има работа со протек којшто не е постојан;
* да се откријат промените на квалитетот на водите, засновани врзрелативно кратки временски интервали.

### Стандарди за следење на елементите за квалитет

Методите што се користат за следење на типови параметри треба да бидат усогласени сомеѓународнитестандарди или со други такви национални или меѓународнистандарди со коишто ќе се гарантира дека ќе се добијат податоци со еквивалентен наученквалитет и споредливост. Во Прилог 1, Табела 1, дадени се клучните карактеристики на секој хемиски и физичко-хемиски елемент за квалитет кај реките, а во Прилог 1, Табела 2, дадени се клучните карактеристики на секој хемиски и физичко-хемиски елемент за квалитет кај езерата.

#### Стандарди за физичко-хемиските параметри

Мострите на вода, во кои се одредуваат параметрите, се земаат во согласност состандардите од Табела 3.

*Табела 3. Стандарди за земање мостри*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Земање мостри–упатство за планирање програма за земање мостри | ISO 5667-1 :2006 |
| 2. | Земање мостри–упатство за техники на земање мостри | ISO 5667-2 :1991-07 |
| 3. | Земање мостри–упатство за конзервирање и ракување сомостри | ISO 5667-3 :2012 |
| 4. | Земање мостри–упатство за земање мостри од реки и потоци | ISO 5667-6 :2005 |
| 5. | Земање мостри–упатство за контрола на квалитетот во земање и ракување сомостри на еколошка вода | ISO 5667-14:2014 |

ВоПрилог 2, Табела 1, дадени се методите и стандардитезафизичко-хемиските параметри, тешки метали и други специфични параметри во согласност соАнекс VIII од РДВ за површински и подземни води.

Стандардите за физичко-хемиските параметри се сите релевантни CEN/ISO стандарди.

#### Стандарди за колекционирање елементи за биолошки квалитет

Стандардите за колекционирање елементи за биолошки квалитет се дадени во Прилог 2, Табела 2.

### Претставување на резултатите од следењето и од класификација на еколошката состојба и на еколошкиот потенцијал

1. За категориите на површинските води, класификацијата на еколошката состојба за водното тело се претставува со наведување на пониската од вредностите за резултатите од биолошкото и од физичко-хемиското следење на релевантните елементи на квалитетот класифицирани во согласност со првата колона од табелата што е дадена подолу.Сеобезбедува карта за секој реон на речен слив, со којашто се илустрира класификацијата на еколошкиотстатус за секое водно тело, означена со боја, во согласност со втората колона од табелата дадена подолу како одраз на класификацијата на еколошкиотстатус на водното тело:

|  |  |
| --- | --- |
| Класификација на еколошкиот статус | Значење на бојата |
| Одлична | Сина |
| Добра | Зелена |
| Прифатлива | Жолта |
| Слаба | Портокалова |
| Лоша | Црвена |

1. За силно изменети и за вештачки водни тела, класификацијата на еколошкиот потенцијал за водното тело се претставува со наведување на пониската од вредностите за резултатите од биолошкото и од физичко-хемиското следење на релевантните елементи на квалитетот, класифицирани во согласност со првата колона од табелата дадена подолу. Се обезбедува карта за секој реон на речен слив, со којашто се илустрира класификација на еколошкиот потенцијал за секое водно тело, означена со боја, во однос на вештачките водни тела, во согласност со втората колона од табелата дадена подолу, а во однос на силно изменетите водни тела во согласност со третата колона од таа табела:

|  |  |
| --- | --- |
| Класификација на еколошкиот потенцијал | Значење на бојата |
| Вештачки водни тела | Силно изменети водни тела |
| Добар и повисок | Еднакви зелени и светлосиви ленти | Еднакви зелени и темносиви ленти |
| Прифатлив | Еднакви жолти и светлосиви ленти | Еднакви жолти и темносиви ленти |
| Слаб | Еднакви портокалови и светлосиви ленти | Еднакви портокалови и темносиви ленти |
| Лош | Еднакви црвени и светлосиви ленти | Еднакви црвени и темносиви ленти |

1. Исто така, со црна точка на картата, земјата ги означува оние водни тела кај кои неуспехот во постигнувањето добра состојба или добар еколошки потенцијал се должи на непочитувањето на еден или на повеќе стандарди за квалитет на животната средина, воспоставени за тоа водно тело во однос на специфичните синтетички и несинтетички загадувачи (во согласност со режимот на почитување утврден од земјата).

### Претставување на резултатите од мониторингот и класификација на хемискиот статус

Кога една водно тело постигнува усогласеност со сите стандарди за квалитет на животната средина утврдени во Анекс IX, член 16 од РДВ и со другите релевантни законски акти со коишто се зацртуваат стандардите за квалитет на животната средина, тоа се евидентира како тело кое постигнува добра хемиска состојба. Во спротивно, се евидентира дека телото не успева да достигне добар хемискистатус.

Се обезбедува карта за секој реон на речен слив со којашто се илустрира хемискиот статус за секое водно тело, означена со боја, во согласност со втората колона од табелата дадена подолу како одраз на класификацијата на хемискиотстатус на водното тело:

|  |  |
| --- | --- |
| Класификација на хемиски статус | Значење на бојата |
| Добра | Сина |
| Не успева да постигне добра | Црвена |

Покрај иницијалната типизација и карактеризација на водните тела во сливот, целите на мониторингот на површинските води се обезбедување информации за:

* определување на биолошките, физичко-хемиските, морфолошките и еколошките карактеристики на водните тела;
* поддршка и валидација на процедурите за проценка на влијанијата врз водните тела;
* проценка на долгорочните измени на природните услови во водните екосистеми;
* проценка на долгорочните измени на водните екосистеми кои потекнуваат од интензивните човекови активности и
* дизајнирање ефикасни и ефектни мониторинг-програми.

## Биолошки елементи за квалитет на реките

### Фитобентос

#### ВОВЕД

Фитобентос е групен термин штоги опфаќа автотрофните организми, главно алги кои го населуваат дното на реката. Овие организми ја населуваат површината на супстратот и можат да бидат прикрепени или подвижни. Еколошката ниша на фитобентосните алги се карактеризирасо голема листа одеколошки параметри, како што се: хидрологија, супстрат, светлина, хемиски карактеристики на водата, температура и други. Одговорите на одделните видови во фитобентосот главно зависи од видово специфична толеранција, која, пак, е определена со минимум и оптимум потреби кон еколошките параметри. Фитобентосот претставува добро структурирана заедница составена од организми со широк спектар големини, од неколку микрометри па сѐ до неколку сантиметри. Гледано долгорочно, фитобентосната заедница реагира на еколошкиот притисок (турбидитет, рН, хранителни материи, сезонски варијации, засенченост, исхрана со зообентос или риби итн.) преку промена во видовиот состав.

Фитобентосот како елемент за определување на еколошкиот статус има долга историја, започнувајќи од почетокот (Kolkwitz & Marson 1908) и особено втората половина (Sladecek 1973) и крајот на на 20. век (Rott 1991, Kelly & Whitton 1995, Lenoir & Coste 1996). Фитобентосот се користи како добар биоиндикатор однеколку причини: присутен е во скоро сите водни тела, лесно може да се колекционира, методите за обработка и идентификација се едноставни и брзи, има кратко генерациско време итн. Воедно, организмите во фитобентосот, бидејќи имаат јасно дефинирани еколошки потреби, предвидливо реагираат на промените во животната средина. Тоа овозможува да имаат добро дефинирана осетливост (оптимум и минимум), а со тоа и прецизна индикативност кон промените во животната средина.

Фитобентосот е збир на голем број видови кои припаѓаат кон различни таксономиски групи. Како најчести се јавуваат дијатомеите или силикатните алги (Bacillariophyta), цијанобактериите или модрозелените алги (Cyanobactera/Cyanophyta), зелените алги (Chlorophyta), златножолтите алги (Chysophyta), црвените алги (Rhodophyta), жолтозелените алги (Xanthophyta) итн. Од наведените групи алги, како најзастапени и најчесто употребувани се дијатомеите.

Дијатомеите се едноклеточни, еукариотски организми класифицирани како група на алги, или попрецизно, поставени се во група на организми означени како страменопили (Heterokonta). Секоја дијатомејска клетка е обвиткана со оклоп од силиката (означен како фрустула) која може да има различна форма и орнаментација. Фрустулата (клетката) е составена од неколку делови, како што се двете валви (кои можат да бидат скоро идентични или, пак, различни по орнаментација), кои се меѓусебно одделени со серија одсиликатни појаси. Фрустулата може да биде различно орнаментирана, а особено значајна е орнаментацијата на валвата која честопати е специфична за секој вид и поради тоа обезбедува важни информации за идентификација и класификација на видовите. Дијатомеите традиционално се класифицирани според обликот на нивните валви. Како резултат на тоа,тие се поделени на две големи групи: центрични (со валви штоимаат радијална симетрија) и пенатни (со валви штопоседуваат билатерална симетрија). Сепак, во последните две декади е направен значителен прогрес во познавањето на систематиката и класификацијата на дијатомеите, при што одделни групи се раздвоени да претставуваат т.н. природни групи.

Постојат различни проценки за диверзитетот на дијатомеите. Некои од постарите трудови даваат проценка за тоа дека бројот на дијатомејски видови надминува 200000 видови, но некои понови податоци укажуваат дека бројот на видови е значително помал и изнесува околу 20000 видови. Преку употребата на модерни видови концепти и зголемената употреба на деликатни ултраструктурни карактери, како и преку молекуларни анализи за диференцирање на видовите, поставена е нова проценка која изнесува 30000–100000. Се претпоставува дека моментално се познати и прифатени околу 15000 видови.

Дијатомеите можат да се сретнат насекаде на планетата, односно можат да се сретнат во извори, реки, бари, езера, како во слатководни така и во полусолени и морски води. Покрај тоа, дијатомеите можат да се сретнат и во копнените станишта, како што се влажни карпи, мовови, влажна почва, па дури и во пештери. Дијатомеите можат да се сретнат како во планктонот (живеат во слободна водена маса), така и во бентосот (се развиваат прикрепени на површината на одреден цврст супстрат како што се камења, карпи, макрофити итн). Некои видови се широко распространети, додека поголемиот број видови поседуваат тесни еколошки преференциии поради тоа се приличнокорисни во процесот на биомониторинг и биоиндикација. Одреден број видови имаат силно ограничено распространување, при што се среќаваат само во определена област или екосистем, и тие се сметаат за ендемични видови. Голем дел од ендемичните видови всушност се сретнуваат и во геолошки старите езера.

Дијатомеите се многу осетливи на еколошките флуктуации и нивниот одговор кон промените може да се согледа во промени на видовиот состав или, пак, во промените во релативната застапеност. Многу видови се специјализирани да населуваат точно определено станиште (како што се планктон, епифитон, епилитон итн) и поседуваат специфични еколошки преференциикоишто овозможуваат да се воспостават индикативни вредности за неколку важни еколошки варијабли, како што се интензитетот на светлината, достапноста на влага, температурата, соленоста, рН, концентрацијата на кислород, органските или неорганските хранителни материи.

Употребата на дијатомеи како индикатори на квалитетот на реките и езерата е широко прифатен. Методологијата е базирана врзфактот дека сите дијатомејски видови имаат лимит на толеранција, како и оптимум во однос на нивните преференцииза еколошки услови, како што се концентрација на хранителните материи, органско загадување, соленост или киселост. Загадените води имаат тенденција да поддржуваат развој на тие видови чиј оптимум одговара на нивото на загадувачка материја. Спротивно, одредени видови се нетолерантни кон повисоки нивоа на еден или повеќе полутанти, додека други видови можат да се сретнат во широк спектар на квалитетот на водата.

Бентосните дијатомеи од потопени цврсти површини или од потопени растенија (макрофити) во реки, езера и во литоралната зона на езера се собираат со цел да претставуваатрепрезентативна заедница на дијатомеи која е индикатор на квалитетот на водата. Собраните примероци се согоруваат (прочистуваат) со силно оксидирачки материи со цел да се подготват препарати за идентификација и броење на дијатомеи. Податоците добиени од микроскопската анализа на препаратите понатаму се соодветни за продуцирање индекси за квалитетот на водата базирани врздијатомеи.

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА РЕКИ ВРЗ ОСНОВА НА ФИТОБЕНТОС

##### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

###### Период на колекционирање

Колекционирањето на фитобентосот во реките треба да се изврши во доцнолето или рана есен (август-септември), за време на низок водостој и стабилни хидролошки услови. Во согласност сохидролошките услови, може да се изврши и колекционирање во текот на пролетта, најмалку две (оптимално три) недели по висок водостој.

##### Избор и големина на местото на колекционирање

Потребно е колекционирањето да се врши во главното корито на реката, односно во зоната која е константно под вода. Се препорачува да се избегнуваат места со забавен тек, бидејќи на такви места може да се развие нетипична станица. При изборот на местото за колекционирање, неопходно е детално да се прегледа локалитетот, односно брзината на текот, засенченоста изастапеноста на соодветна подлога, бидејќи овие фактори можат директно да влијаат врз составот на дијатомеите.

Потребно е да се одбере сегмент од река или крајбрежна зона на езеро која има соодветен супстрат за колекционирање на дијатомејски заедници. Како генерално правило, тоа треба да биде околу 25 m во должина, но исто така и подолги сегменти можат да се третираат како соодветни, во зависност од физичката униформност на мерното место, како и од достапноста на супстратот. Кај речни водни тела се препорачуваат мерни места со „брзаци“, бидејќи овие нудат широка варијација на природни супстрати. Се разбира дека и деловите кои имаат послаб проток се соодветни за колекционирање на материјал за дијатомеи.

Во зависност од големината на реката, колекционирањето се одвива на делови со различна должина:

* 25 m, кога сливнотоподрачје изнесува од 10 до 100 km2
* 50 m, кога сливното подрачје изнесува од 100 до 1 000 km2
* 100 m, кога сливното подрачје изнесува од 1 000 до 2 500 km2
* 250 m, сите големи реки со сливно подрачје над 2 500 km2.

За секое мерно место е потребно да се даде опис на локацијата која опфаќа: локација, должина, длабочина, тип на супстрат, процент на покровност со макрофити, засенченост итн. Ова е особено важно за првичното колекционирање на материјалите. Овие информации подоцна можат да се користат за интерпретација на податоците, но и да помогнат за идното колекционирање на материјалот. При последователни посети на мерното место, може да бидат забележани само клучните промени штосе случиле во однос на претходната посета и доколку има варијација на протоколот за колекционирање (доколку е собран друг супстрат).

##### Потребна опрема за колекционирање

За спроведување на теренските истражувања и колекционирањето материјал за дијатомеи, потребни се следниве средства: длабоки чизми, заштитна опрема (мантил за дожд, јакна, теренски обувки, капа), гумени ракавици (мали и долги), теренска торбичка со прва помош, четка за заби, нож или сличен инструмент; пластичен сад (со приближна големина од 30 cm × 20 cm или поголем), флакони (шишенца) за колекционирање на материјалот со широк отвор и волумен од минимум 50 ml; перманентен маркер (доколку се користат етикети, тогаш тие би требало да бидат отпорни на вода); фина мрежа поставена на долга дршка (доколку се колекционираат вертикални цврсти супстрати); пластични вреќички и теренски ладилник. Воедно, потребно е да се понесе и електронски уред за мерење на основните физичко-хемиски параметри, како што се pH, кондуктивноста, растворениот кислород и температурата.

##### Начин на колекционирање

###### Избор на супстрат

Дијатомеите можат да се најдат како растат на повеќето потопени супстрати. Сепак, потребно е да се истакне дека составот на дијатомеите варира и е зависен од избраниот супстрат. Идеално, би било пожелно да се собира само еден тип супстрат насите мерни места штосе вклучени во истражувањето. Зоните на речното дно со природни цврсти супстрати (како што се поголеми и помали камења) се препорачуваат да се собираат. Доколку таков природен супстрат отсуствува на мерното место, тогаш ако е возможно, да се собираат вертикалните страни на вештачки структури како што се пристаниште или потпорни ѕидови (доколку не се направени од дрвени структури). Други структури направени од човекот, како што се тули,би можело да се собираат доколку се подолг временски период потопени со цел да се обезбеди доволно време за развој на дијатомејските заедници во средината. Најмалку четири недели е препорачаното време за да се постигне добро развиена дијатомејска заедница, но во одредени услови, периодот може да зависи и од самите еколошки услови.

Примероци од дијатомеи можат да се собираат и од потопени макрофити. Онаму каде што е возможно, компаративната студија на реки треба да биде базирана врзпримероци собрани од ист вид макрофити (или група одморфолошки слични видови). Сепак, ќе има ситуации каде што другите супстрати (како што е песок или фин седимент) се карактеристични за дадено водно тело. Овие супстрати исто така можат да бидат собирани, но сепак не постои широко прифатена согласност за овој метод. Се препорачува истражувачот претходно да се консултира со техничка литература и да спроведе низа прелиминарни експерименти пред да се одлучи на овој метод. Особено треба да се земе предвид внесувањето вештачки супстрат во рамки на еуфотичната зона.

###### Природен супстрат

Генерално, камењата се пожелен супстрат за колекционирање дијатомеи, бидејќи овој супстрат е стабилен и овозможува дијатомејските заедници да се развијат. Покрај тоа може да се собира материјал и од каменчиња. Треба да се собира материјал од најмалку пет камења, но доколку не се достапникамења, тогаш материјалот треба да се собере од пет до десет каменчиња. Потребно е да се собира материјал со четкање или гребење од површина најмалку од 10 cm2. Доколку не е достапен толку супстрат, потребно е да се даде забелешка.

Следните услови на локалитетот морада бидат исполнети:

а) Зони со висока засенченост треба да бидат избегнувани. Доколку не можат да бидат избегнати, тогаш потребно е да се забележи ваквата состојба, бидејки засенчувањето може да има ефект врз составот на дијатомејската заедница. Исто така, пожелно е да се избегнуваат и зони во близина на крајбрежјето.

б) Супстратот треба да биде потопен доволно долго време да овозможи развој на стабилна дијатомејска флора. Препорачано е супстратот да биде потопен најмалку четири недели. Потребно е да се биде сигурен дека површината на супстратот е постојано потопена во овој период и дека супстратот не бил изложен на воздух. Генерално, сите длабочини на кои може лесно да се собира материјал се соодветни, сѐ додека се во рамките на еуфотичната зона.

в) Генерално, примероците треба да се собираат во рамките на главниот тек на реката. Зоните со многу слаб проток потребно е да се избегнуваат бидејќи честопати на овие места има наталожување на мртви дијатомејски клетки, како и песок и органски седимент.

Колекционирањето на примерокот потребно е да се направи од неколку локации во рамки на мерното место. Овие локации морада ги исполнуваат предусловите што се наведени погоре. Во случај соодветниот супстрат да е многу често застапен, тогаш колекционирањето треба да биде направено според случаен избор или според точно определена стратегија во рамките на мерното место.

На мерното место, пред колекционирањето на примерокот, потребно е да се отстрани можната контаминација од остатоци (седимент, песок) преку внимателно промивање на супстратот во речната вода. Потоа супстратот се поставува во пластичен сад со околу 50 ml од речната вода. Пред да започне стругањето или гребењето на материјалот од супстратот, потребно е четкичката да биде промиена со речна вода со цел да се минимизира контаминацијата со дијатомеи од претходното мерно место. Потоа енергично се струга горната површина на супстратот со цел да се отстранат дијатомејските наслаги, при што четкичката се промива повремено во водата. Нож или друг остар предмет исто така може да биде употребен за колекционирање на дијатомејските наслаги. Ова може да биде поефективен метод за отстранување на дијатомеите штосе цврсто прикрепени за супстратот. Но, од друга страна, може да биде помалку ефективен при колекционирање примерок од нерамни површини, а може да настане и поголемо оштетување на клетките, како и да доведе до поголема количина на ситни каменити честички во примерокот. Сепак, неверојатно е дека ќе има некаква квантитативна разлика во резулатите. Треба да се истакне дека како и четкичката, потребно е ножот да биде измиен во речната вода и да биде чист пред да се употребува. Доколку>75% од супстратот е покриен со филаментозни алги, тогаш се препорачува да се собира материјал од супстрат каде што ваков развој отсуствува. Потребно е да се отстранат што е можно повеќе од филаментозните алги пред да започне стругањето на супстратот. По стругањето на супстратот, тој се враќа во реката или во езерото и процесот се повторува со останатите репликати од соодветниот супстрат. На крајот суспензијата која би требало да биде кафеава и матна поради присуство на дијатомеи, се префрла од пластичниот сад во флакон (шишенце). Потоа собраниот материјал се означува со етикета на која се поставени сите податоци релевантни за примерокот. Собраниот примерок се поставува во темно и ладно место. Доколку примероците се пренесат во лабораторија во рок од 24 h, тогаш не е потребно да се додава конзеванс за време на теренските истражувања. Доколку е потребно да се додадат конзерванси, тогаш пожелно е тоа да се направи веднаш по колекционирањето на материјалот, освен ако не постојат други причини (здравствени или безбедносни) поради кои не може да се додаде конзерванс на терен.

###### Вештачки супстрат

Во случај на употреба на вештачки супстрат, се препорачува да се употребуваат супстрати со нерамни површини, како што се плочки, во однос на супстрати со мазна површина како што се предметни стакленца. Тие треба да бидат поставени во реката или во езерото доволно долг период за да се овозможи развој на дијатомејска флора која е во рамнотежа со еколошките услови. Се препорачува период од четири недели, но периодот на изложеност може да зависи и од еколошките услови на стаништето. Во некои случаи како што се олиготрофни услови, ниска температура, висока засенченост, потребно е времето на експозиција да биде подолго.

Деталниот метод ќе зависи од типот на супстратот кој е избран. Ако се користат плочки со нерамна површина, тогаш примероците се собираат на ист начин како што е опишано погоре за колекционирање на примерок од природен супстрат. Доколку се употребува јаже, тогаш последните 5 cm се отстрануваат со помош на ножици или, пак, се четкаат (стругаат) со четкичка и се поставуваат во пластично шишенце.

Сепак, потребно е да се преземат одредени мерки на претпазливост при дизајнирање и поставување вештачки супстрати, со цел тоа да не е во колизија со други активности во реката, како и да се намали ризикот одвандализам. Дополнително, може да се постават дупликати од супстратот со цел да се спречи можното губење на супстратот или, пак, евентуалниот вандализам.

Во случај вештачки супстрати да се користат за компаративни студии во исто водно тело, тогаш е многу важно сите супстратида се поставени во исти услови. Покрај должината на изложеноста,потребно е и почетниот датум да биде ист со цел да се обезбеди исто влијание на хидролошките настани врз развојот на дијатомејските заедници.

###### Потопени макрофити и макроалги

Колекционирањето примероци од потопени макрофити и макроалги опфаќа колекционирање на цело растение (пет примероци) и негово поставување во пластична вреќичка. Потоа, во пластичен сад, интензивно се меша растението во дестилирана или деминерализирана вода со цел да се одвојат прикрепените дијатомеите. Потоа макрофитите се отстрануваат од пластичниот сад и добиената суспензијасе остава да се исталожи, а супернатантот се отстранува. Алтернативно е да се отсечат делови од растението по случаен избор со помош на ножици и нож, коишто се поставуваат во пластично шишенце. Овие делови понатаму во лабораторија можат да бидат дополнително поделени и ако е потребно, делови од макрофитите заедно со прикачените дијатомеи се поставуваат директно во сад за согорување. Во случај на колекционирање примерок од филаментозни макроалги, исто така е возможно да се собере примерок со исцедување на материјалот и да се собере суспензијата (која би содржела епфитски алги) во пластично шишенце.

###### Eмерзни макрофити

Генерално, примероци од емерзни макрофити можат да се собираат само ако тие делови од растението се постојано потопени во вода и не се контаминирани со седимент од дното. Делови од растението кои се потопени во водата се отсекуваат и се поставуваат во пластично шишенце, а потоа шишенцето се превртува неколку пати. Во лабораторија, дијатомеитеможат да се отстранат од површината на растението со стругање или со четкање. Ако дијатомејските наслаги се деликатни (слабо развиени), тогаш се препорачува да се отсечат 5-6 растенија и да се пренесат директно во пластично шишенце за материјал.

##### Припрема пред микроскопска анализа

По враќањето во лабораторија, собраните примероци потребно е да бидат поставени на темно и ладно во период од 24 часа, со што би се овозможило суспендираниот материјал да се исталожи на дното од шишенцето. Се препорачува дел од супернатантот по исталожувањето да се отстрани. Алтернативно, примерокот може да се исцентрифугира и повторно дел од супернатантот да се отстрани. Брзината и времето потребно да се изврши целосна седиментација на сите дијатомеи (вклучувајќи ги многу малите видови) ќе зависи од карактеристиките на центрифугата која се користи. Пожелно е да се спроведат прелиминарни тестови со цел да се осигуридека не се останати дијатомеи во супернатантот при определената брзина и време. Ако е потребно да се додадат конзерванси;ако не се додадени за време на теренот, тогаш е моментот кога се додаваат. Притоа сите идни ракувачи со конзервираниот материјал би требало да бидат информирани за природата и начинот на додавање на конзервансите.

Се препорачувапрелиминарна микроскопска анализа на примерокот. Потребно е да се забележат некои невообичаени појави, како што е голем број на празни фрустули. Треба да се напомене и дека дел од примерокот мора секогаш да биде зачуван, особено во случаи со проблеми настанати во текот на чистењето (согорувањето) на материјалот и припремата на препаратите.

##### Конзервирање и чување на примероците

Со цел да се спречи делбата на клетките на дијатомеите, како и декомпозиција на органската материја, може да се додаваат различни конзерванси. Доколку примерокот се процесира во тек на неколку часаод моментот на собирање, тогаш не е потребно да се додаваат конзерванси. Во тој случај, потребно е да се преземат чекори за минимизирање на клеточната делба, како што е чување во темен и ладен простор (теренски ладилник). За краткотрајно чување на материјалите може да се користи Луголов раствор, но за подолготрајно чување овој растворне се препорачува. Најчесто препорачани конзерванси за долготрајно чување на материјалот се 1–4 % формалин (формалдехид) и 70% етанол. Исто така примероците можат да се чуваат и без конзерванси, но во замрзната состојба.

##### Означување и етикетирање на примероците

Колекционираниот материјал се означува со етикета на која се поставени сите податоци релевантни за примерокот. Етикетата мора да ги содржи следните податоци: 1) каталошки број на примерокот; 2) поширокиот регион, односно сливно подрачје; 3) име на реката; 4) име и шифра на мерното место; 5) супстратот штое колекциониран; 6) датум на колекционирање.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА ПРИМЕРОКОТ

##### Потребна опрема за лабораториска обработка

За правилно и ефикасно спроведување на постапката за чистење (согорување) на дијатомејскиот примерок, потребно е опремата и лабораториски материјали да бидат однапред подготвени. За чистење на примерокот се користат:

* Стаклени епрувети (cca 15 ml);
* Метален држач за епрувети;
* Водена бања или електрична плоча,
* Центрифуга;
* Лабораториска вага;
* Садови со дестилирана вода;
* Пластични капалки со дестилирана вода;
* Пластични епрувети за чување на прочистениот примерок;
* Автоматски пипети;
* Пластични пипети;
* Предметни стакленца;
* Покровни стакленца;
* Перманентни маркери;
* Хоризонтална метална масичка;
* Грејач или пламеник;
* Жилет или нож;
* Впивателна хартија.

##### Чистење на дијатомејскиот примерок

Подготовката на трајни препарати може да се врши од жив или од конзервиран примерок. Доколку за изработка на препаратите се користи конзервиран материјал, примероците се исплакнуваат со дестилирана вода со цел да се отстрани формалинот. Плакнењето се изведува на следниот начин: се зема 1,0–1,5 ml од примерокот, се поставува во стаклена епрувета и се додава 10 ml дестилирана вода, по што се центрифугира 2–5 минути на 2000 вртежи/мин. Добиениот супернатант се декантира и повторно се додава 10 ml дестилирана вода. Оваа постапка се повторува трипати. При последното центрифугирање, се отстранува супернатантот, а добиениот талог понатаму се користи за согорување (чистење) на примерокот за дијатомеи.

За чистење на собраните примероци можат да се користат низа методи. Сепак, од долгогодишно искуство во повеќе лаборатории се предлага методотна чистење со помош на 37% HCl и презаситен раствор на калиум перманганат KMnO4. За таа цел е потребно да се имаатцентифугални епрувети (15–20 ml)во којшто се поставува околу 0,5–1 ml од собраниот материјал. Потоа се додава калиум перманганат KMnO4, околу 1,5–2 ml. Вака подготвениот материјал се остава преку ноќ (24h), по што се додаваат 3–4 ml калиум перманганат. Епруветките се поставуваат на водено купатило на температура околу 95оС за време од 30–45 минути (до обезбојување на супернатантот). Потоа во епруветите се додава дестилирана вода до определено ниво (околу 10 ml) и тиесе центрифугираат на 2000 вртежи/мин за време од 7–10 минути. Супернатантот се отстранува и талогот неколкукратно се исплакнува со дестилирана вода. По постигнувањето на скоро неутрална рН, супернатантот се декантира и се додава дестилирана вода.

##### Подготовка на трајни препарати

Од добиената дијатомејска суспензија се капнуваатна покровно стакленце неколку капки. Со цел да има подобра дистрибуција на дијатомејските валви и фрустули, може претходно на покровното стакленце да се додаде дестилирана вода со висок менискус, по што се додаваат неколку капки од дијатомејската суспензија. Вака приготвеното стакленце со материјал се остава на воздушно испарување (околу 24h). Наредниот ден на предметното стакленце се поставува една капка смола Naphrax,односно медиум за вклопување (вештачка смола со висок индекс на рефракција) и потоа покровното стакленце,кое е комплетно исушено, се превртува и се поставува на капката од смола. Вака поставените стакленца се загреваат на хоризонтална метална масичка или грејач (грејно тело со рамна површина), додека смолата незоврие слабо. Потоа препаратот се поставува на рамна подлога и покровното стакленце нежно се притиска со цел да се отстранат меурчињата воздух. По ладењето на препаратот, се врши отстранување на вишокот смола со помош на остар предмет (нож или жилет) и препаратот се пребришува со помош на впивачка хартија. Вака добиениот препарат е траен и се обележува со етикети на коиштосе дадени најважните информации за материјалот, како што се: локалитет, мерно место, тип на супстрат, време на собирање на материјалот, тип на смола, каталошко бројче (кое би требало да биде идентично со каталошкиот број на материјалот). По потреба може да се додаваат и други информации, како што се време на согорувањето, длабочина на која е собран материјалот итн. Вака подготвениот препарат е подготвен за набљудување со помош на олеоимерзиона техника на светлосен микроскоп.

##### Микроскопирање, детерминација и квантификација на дијатомеи

Подготвените препарати се набљудуваат со помош на светлосен микроскоп опремен со високо зголемување (100х) и со олеоимерзиони леќи*.* Употребата на фазен контраст или диференцијална интерференца (Nomarski) е исто така препорачана. Потребно е микроскопот да биде опремен и со средство за мерење (како што е, на пример, окуларна скала). Опрема за фотомикроскопија или видео е многу корисно да се поседува бидејќи некои од видовите штосе тешки за идентификација можат подоцна да се анализираат. Ваквата опрема може да помогне и во определување на други морфометрички карактеристики, како што се густината на стриите или ареолите.

Потребно е да се има и опрема за запишување и чување на податоците. Всушност, ова може да биде проформа-табела со листа на имиња на видови и простор каде што би се внесувале бројките од броењето на видовите. Ова може да биде одредена тетратка организирана на тој начин што идентитетот на набљудуваните валви и бројките можеда бидат јасно запишани. Сепак, се смета дека подобар приод е со употреба на компјутерски програми со директно внесување на податоците. Дизајнот на табелите или програмите мора да ги земе предвид потребите на контролата на квалитет штосе во употреба.

Одделни видови дијатомеи или видови комплекси се релативно тешки за идентификација, па поради тоа е потребно да се има и опрема за верификација на идентитетот на видовите кои тешко се идентификуваат. Оваа опрема може да биде во неколку форми: цртежи, микрофотографии со висока резолуција или пак направени снимки од видео. Сепак, исто така е многу корисно да се има можност за повторно пронаоѓање на единката на препаратот. Доколку таксономска помош е достапна во институцијата, тогаш доволно ќе биде да се запишат координатите на микроскопот преку Верниеровата скала. Доколку се врши набљудување на препаратот на друг микроскоп, тогаш е потребно да се има опрема за да се определи апсолутната позиција на единката на препаратот.

За правилна идентификација на дијатомеите потребно е да има и клучеви за идентификација, флори и иконографии на дијатомеи. Списокот на потребна литература за идентификација на дијатомеите е даден подолу.

###### Определување таксономски критериуми за анализа

Во поново време, актуелна е дебатата за основите на дијатомејската таксономија, што доведе до постоење паралелни системи на номенклатура. Важно е, кога се употребуваат дијатомеи за проценка на квалитет на вода, да се осигурида не настанува конфузија околу коректното име кое се аплицира на идентификуваниот таксон. Сепак е потребно барем минимално ниво на познавање на таксономијата на дијатомеите во студии каде што се определува квалитетот на водата. Повеќето биотички индекси на загадување се базираат врзидентификација на нивото на видовите, иако во одредени случаи можат да се базираат и врзродови, или пак врзмешавина на родови и видови.

Се препорачува да се применува номенклатура од флори кои се релевантни за истражуваното подрачје, како што се национални или регионални листи на видови. Доколку листите штосе присутни во индексите и листите штосе на националните/ регионалните листи се разликуваат, тогаш листата на индексот треба да биде усогласена со таа на листата на видови. Ова е неопходно да се направи на почеток и коректната номенклатура да биде применувана при стандардната процедура. Имињата на авторите, заедно со имињата на таксономските трудови кои се користени, е потребно да бидат цитирани во сите случаи каде што постои можност за номеклатурна конфузија.

###### Определување мерки за броење

Во праксата постојат различни процедури кои се применуваат за броење на дијатомеи, дали во форма на валви или фрустули како единици, или, пак, без разлика дали станува збор за валви или фрустули. Сепак, многу е важно начинот на броење да е однапред специфициран и документиран.

Поради јасните дефиниции што е валва, односно фрустула, преку употребата на валви или фрустули (две валви се еднаквина една фрустула) како основни единици, се гарантира универзална споредливост на резултати од различни студии, а се овозможуваат и дополнителни анализи (како што е, на пример, пресметување на биомасата итн).

Во случај на мали дијатомеи, како што се некои ахнантоидни или навикулоидни видови, постои голема веројатно да не може да се разликува дали станува збор за интактна фрустула или пак изолирана валва. Сепак, ефектот на ваквата несигурност при броењето и определувањето на релативната застапеност на видовите, многу веројатно ќе биде мал. Во случај на употреба на други дефиниции штоне ја дефинираат разликата меѓу валви и фрустули, тогаш неопходно е однапред да се дефинира начинот на броење на колониите и посебните единки кои се одвоени од колонијата. Компарабилностана ваквиот метод на броење може да биде ограничена при споредба на броењата со други студии.

###### Определување на големината на примерокот

Бројот на единки штосе неоходни да се избројат со цел да се пресметаат индексите за загадување базирани врздијатомеи, ќе зависи од употребата на податоците. Генерално, типична големина на броење изнесува 300 до 500 единки, иако поголем или помал број на изброени валви може да биде соодветен за определени цели. Помалиот број изброени валви може да предизвика одредени статистички грешки во одделни апликации. Сепак, неопходно е однапред да се определат максималниот и минималниот број на единки кои ќе се избројат.

###### Определување на начинот на броење

Окуларната скала или другата опрема за мерење мора да биде однапред калибрирана со микрометарска скала. Резултатите од калибрацијата мораат да бидат поставени на место каде што луѓето кои работат со микроскопот лесно ќе ги воочат. Се смета дека резолуција од 1 μm е најсоодветна за рутинска анализа. Сепак, софтвер за фотографирање или видео исто така се препорачува да се користи. Вториот окулар може да биде опремен со соодветни помошни средства за броење. Тоа може да биде во неколку форми, како што се правоаголна мрежа или мрежа во облик на буквата Н.

Можностите за броење се следните:

 а) полека се врши вертикален или хоризонтален трансект при што секоја дијатомеја се идентификува и се додава во вкупниот број на идентификувани валви во колку што е поставена на една од линиите на окуларната мрежа;

 б) сите дијатомеи штосе набљудуваат на видното поле се идентификуваат и се бројат пред препаратот да се придвижи по хоризонтален или вертикален трансект до следното видно поле или, пак, се бира ново видно поле по случаен избор;

 в) кога вкупниот број на дијатомејски единки е прецизно дефиниран, тогаш може да се примени комбинација од овие два приоди, започнувајќи од првото видно поле до завршување со броење по должина на трансектот.

Независно од приодот, оваа процедура се повторува сѐ додека не се избројат доволно дијатомејски единки. Дополнително, неопходно е да се воспостави домашно правило со цел да ги покрие ситуациите кога дијатомејата е само делумно видлива во рамки на дефинираната зона на броење. На пример, такво правило може да вклучува дијатомеи кои се само делумно видливи во близина на горната, но и на долната маргина (во случај на хоризонтален трансект) или од левата, а не од десна маргина (во случај на вертикален трансект). Прецизна форма на ова правило не е толку значајна, како што е значајна конзистентноста на неговата примена во текот на анализите на примероците. Независно дали се користи хоризонтален или вертикален трансект, многу е важно набљудуваното видно поле да не се преклопува со следното, односно претходното видно поле, како и со претходниот трансект. Растојанието на кое се поместува препаратот при секоја можност, мора да ги земе предвид и дијатомеите кои се само делумно видливи на видното поле. Доколку анализата на примерокот не може да се заврши во текот на една сесија, тогаш потребно е да се забележи и позицијата на секој трансект и крајното видно поле. На ваков начин следните трансекти нема да се преклопуваат со претходните трансекти кои се прегледани.

###### Третман на скршени или други неидентификувани дијатомеи

Со цел да се отстрани ризикот од вклучување одделни фрагменти на скршени валви или фрустули во броењето, потребно е однапред да се воспостави конзистентен приод. Возможни приоди се:

* да се вклучат скршени единки само ако околу ¾ од единката е присутна;
* да се вклучат само скршени единки ако најмалку едниот крај и централното поле се присутни;
* да се исклучат сите скршени единки.

Сепак, вториот приод тешко може да се примени кај видови кај кои отсуствува централно поле. Во овие услови, бројот на единки кои се присутни во примерокот може да се претпостави од вкупниот број изброени полови на валвите поделено на два.

Дијатомејската единка би можело да не биде идентификувана одголем број причини, како што се: странична поставеност (плеурален изглед), присуство на материјал штоја препокрива валвата со што е отежнат јасен изглед на таксонот, или пак таксонот не може да биде идентификуван од анализаторот. Во случај материјалотда ги препокрива голем број од валвите и оневозможува правилна идентификација, тогаш е потребно да се направи нов препарат со употреба на разблажена суспензија или, пак, да се определи соодветно време на исталожување и издвојување на дијатомеите од контаминирачките материи.

Некои од видовите можат да се идентификуваат и при страничен изглед, поради тоа што страничниот (плеуралниот) изглед е карактеристичен (како што е случајот со *Rhoicosphenia abbreviata*) или бидејќи страничниот изглед може да биде поврзан со голема доза на сигурност со определен таксон којшто е поставен валвално и е присутен во примерокот. Сепак, ова не е возможно секогаш, и во случај на двоумење, анализаторот треба да ги забележи страничните изгледи на најниско таксономско ниво до кое тие можат да бидат со сигурност определени (како, на пример, „неидентификувана *Gomphonema* sp.“или, пак, „неидентификувана пенатна дијатомеја“). Ваквиот приод треба да биде применуван на сите единки кои се присутни на препаратот, а не можат да бидат идентификувани од анализаторот. Големиот број вакви единки може да укажува на проблем со препаратот или, пак, со вештината на лицето кое ја врши идентификацијата. Генерално, за одредени индекси не е неопходно да се идентификуваат сите видови. Сепак, за индекси каде што е претпоставено дека сите дијатомејски таксони во примерокот се идентификувани, се препорачува не повеќе од 12%‚ од вкупниот број избројани валви, да биде составен од единки кои не се идентификувани на ниво на видови. За индекси базирани на родови или, пак, на мешавина од родови и видови, не повеќе од 5% од вкупниот број на дијатомејски таксони е составен од единки кои не се идентификувани барем до ниво на род.

###### Процедура на броење

Терминот „дијатомејска единица“се употребува во ова поглавје со цел да се избегнат проблемите штосе наведени погоре. Овој термин се однесува или на валви или на фрустули, во зависност од приодот којшто е прифатен при одредена студија.

а) Се поставува препаратот на микроскоп и се впишуваат сите релевантни информации од препаратот на формуларот со листата на видови или, пак, во компјутерската програма. Препорачана минимална информација е бројот на примерокот, името на водното тело, името на мерното место и датумотна собирање на примерокот. Други важни податоци се и датумот на анализата, како и името на лицето што анализира.

б) Се избира соодветна почетна позиција на препаратот. Работ на исушената суспензија на покровното стакленце може да се искористи како почетна позиција, но доколкуе прифатен овој приод, тогаш мора да се осигура дека нема значајни „ефекти на раб“, односно дека на работ се концентрирани поголем број валви споредено со останатиот дел од препаратот. Доколку дистрибуцијата на дијатомеите на препаратот не е хомогена, тогаш ќе мора да се припреми нов препарат.

Алтернативен приод е да се употребуваат трансекти преку определување на случајно видно поле. Тогаш, случајното видно поле треба да биде лоцирано со помош на Верниеровата скала на микроскоп преку употреба на табела со случајни броеви или функции на случајни броеви во рамки на компјутерската програма.

 в) Со употреба на објектив со големо зголемување се идентификуваат сите дијатомејски единици на видното поле. Се употребува и механизам за фино фокусирање со цел да се определи разликата меѓу единечна валва или, пак, целосна фрустула (доколку е ова возможно). Доколку единица мерка за броење е валва, тогаш целосната фрустула се брои како две единици. Целосната фрустула има две јасни рамнини на фокус кога стриите, рафата или други структури се јасно видливи. Со помош на фино фокусирање возможно е овие две рамнини (валви) да се диференцираат. Исто така целосната фрустула обично има други оптички карактеристики во однос на единечната валва.

 г) Случајно формиратните филаменти или, пак, колониите треба да се забележат како соодветен број на дијатомејски единици. Ако голем број на дијатомејски единици се најдат во филаменти или колонии, тогаш е потребно да се направи нов препарат со употреба на поагресивна мешавина на оксидирачки материи.

 д) Доколку дијатомејската единица не може да биде идентификувана поради било која причина, тогаш треба се следи процедурата опишана погоре. Пожелно е да се направат микрофотографии, односно дигитални фотографии или цртежи и тие да бидат испратени до поискусни колеги. Исто така неопходно е да се направат и одредени забелешки, како што се: обликот и димензиите на дијатомејската единица, густина на стриите и нивна поставеност (во центарот и половите), облик и големина на централното поле, број и позиција на ареоли или стигми, како и форма на краевите на рафата.

 ѓ) Кога сите видови на првото видно поле се идентификувани и изброени, броењето треба да продолжи според процедурата која е опишана погоре. Овој процес треба да продолжи сѐ додека не се постигне бараниот број дијатомејски единици.

 е) Во одредени случаи корисно е да се продолжи со набљудување на препаратот и по постигнување на бараниот број дијатомејски единици, при што видовите кои се видени, а не се присутни во броењето треба да се идентификуваат и да се забележат со ,,присутни’’. Дополнително набљудување со помош на објектив со помало зголемување (на пример 400 ×) исто така може да биде корисно со цел да се утврди присуство на поголеми видови како што се Gyrosigma, Didymosphenia, кои можат да не бидат регистрирани при набљудување на повисоко зголемување.

 ж) На крај на анализата, препаратот треба да се отстрани од масичката на микроскопот и да се избрише имерзионото масло, како од препаратот така и од објективот.

 На пример, ако *Cocconeis placentula* сочинува 200 единици од вкупно 300, тогаш се применува посебна процедура која е неопходна со цел да се избројат останатите таксони различни од *C. placentula*. Притоа, броењето се спроведува сѐдодекане се постигне вкупен број 300 единици од овие таксони. Потоа бројот на *C. Placentula*треба да биде зголемен за фактор 3, со цел да ја рефлектира неговата релативна застапеност во примерокот. Ваквиот приод ќе овозможи да се избројат и субдоминантните видови кои се статистички значајни. Сепак, употребата на овој приод ќе зависи од методот на проценка којшто се употребува, како и од ситуациите каде што тојможе да се употребува. Во случај на негова употреба, потребно е да се забележи и специфицира.

###### Архивирање податоци, препарати и примероци

Дијатомејските препарати се постојан податок за состојбите на мерното место и тие во иднина можат повторно да се анализираат на различни начини. За таа цел е многу важно препаратите да бидат чувани на соодветен начин, како што се локалните или национални хербариуми. Во овој случај, етикетата на препаратот мора да ги содржи сите потребни информации кои ќе го поврзуваат на недвосмислен начин со останатите детали за мерното место, како што се координати, хемиски или хидролошки податоци.

Суспензијата од исчистени дијатомеи исто така треба да биде означена на јасен начин и да биде зачувана на соодветно место и начин за да овозможи од неа да се направат во иднина нови препарати доколку е потребно тоа. Се препорачува и употребана конзерванси, како што се етанол или формалин, со цел да се спречи микробиолошки раст или хемиска дисолуција на дијатомеите. Исто така се препорачува и да се зачува дел од фиксираниот материјал за,доколку е потребно, дасе проверат одредени резултати за кои постои сомневање.

#### ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУС ВРЗ ОСНОВА НА ФИТОБЕНТОС

Со цел да се определи нивото на одреден притисок во водното тело, се воведува биолошки индекс или бодување коее специфично дизајниранода го процени притисокот. Овој индекс или бодување се базира врзрелативната застапеност на видовите кои се присутни во примерокот. Притисоци кои најчесто се проценуваат со употреба на бентосните дијатомејски заедници се: органско загадување, еутрофикација, салинитет и ацидификација. Дополнително, некои индекси го определуваат „генералниот квалитет на водата“.

Во повеќе трудови можат да се најдат описи и проценки на голем број индекси кои се употребуваат во моментов. Повеќето од нив се развиени за да се употребуваат на определено географско подрачје, иако повеќекратното тестирање покажува дека некои индекси имаат и поширока валидност. Пред да се употреби индексот за првпат во одредено подрачје, потребно е да се направи и прелиминарна проценка на индексот. Оваа проценка треба да ги земе предвид аутоеколошките информации на видовите, како и физичките и хемиските параметри на мерното место со цел да се обезбеди јасна еколошка интерпретација на резултатите. Од особено значење е доминантните и субдоминантните видови присутни во дадениот регион да се исто така присутни во индексот.

Потребно е да се истакне дека сите притисоци не се покриени со овие индекси. Така, на пример, високите концентрации на тешки метали имаат силно влијание врз составот на дијатомеите, но овој тип на притисок не е вклучен во индексите. Доколку постои сомневање дека постојат други притисоци штоне се споменати погоре, тогаш потребно е да се консултира научна литература или, пак, експерт во даденото поле.

За проценка на еколошкиот статус на речните водни тела врзоснова на фитобентос, генерално се користат два типа на притисок и во согласност сотоа, два типа биотички индекси:

* висина на оптеретувањето со хранителни материи изразена како Трофички индекс на дијатомеи;
* степен на органско оптеретување изразен како Сапробен индекс на дијатомеи.

Се препорачува да се користи компјутерската програмаOMNIDIA (Lecointe и сор, 2008) којаштоги содржи вредностите за sjи vj за околу 6500 дијатомејски видови. При тоа најчесто користени индекси се IBD, EPI-D, SI, TI и IPS. Сите овие индекси можат да се пресметаат со помош на програмот OMNIDIA.

##### Пресметка на индексите на трофичност и сапробност врзоснова на фитобентос

Трофичкиот индекс на дијатомеи е показател којшто укажува на оптеретување на водното тело со хранителни материи, односно степенот на трофија врз основа на застапеноста на дијатомејските видови. Сапробниот индекс е показател на органското оптеретување (сапробност) којшто укажува на количината на органски материи во речното водно тело. За секој дијатомејски вид се дефинирани индикативните големини (како за трофичност така и за сапробност), односно за секој вид е дадена индикативна вредност (толерантност кон трофија или сапробност) и индикативна тежина (осетливост кон трофија или сапробност).

За пресметка на трофичкиот и сапробниот индекс, се користи равенката дадена од Zelinka-Marvan (1961):

Каде што:

*Ai* = вкупен број на валви на одреден вид во примерокот;

*Vi* = индикативна вредност (толерантност) на дадениот вид;

*Ti* = индикативна тежина (осетливост) на дадениот вид.

Вкупниот број валви Ai на одреден вид претставува број на валви од видот на 400 изброени дијатомеи.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ФИТОБЕНТОС ВО РЕКИ

Теренскиот протокол за колекционирање фитобентос во реки треба да ги содржи следните податоци:

* број на протоколот, односно каталошкиот број на примерокот;
* име на личноста која го врши колекционирањето;
* име на реката;
* код, односно име на водното тело;
* типот на водното тело;
* координати на мерното место (географска ширина и должина);
* надморска висина на мерното место;
* сливна површина на мерното место (km2);
* датум на колекционирање;
* фотографија на местото на колекционирање;
* опис на место на колекционирање;
* брег (лев, десен или средина);
* дел од реката (извор, поток, река, влив);
* облик на речната долина;
* засенченост (во %);
* брзина на водениот тек во m/s (0 – 10, 10 – 30, 30 – 60, повеќе од 60);
* покриеност со алги (ретко, повремено, често, доминантно);
* покриеност со водена вегација во % (субмерзна, емерзна);
* супстрат (во %);
	+ макро/мегалитaл– камења поголеми од 20 cm;
	+ микро/мезолитал – крупен чакал и мали камења со големина од 2–20 cm;
	+ чакал – фин и чакал со средна голема од 0,2–2 cm;
	+ псамал – песок со големина од 0,063–2 mmи
	+ пелал – мил со големина < 0.063 mm
* висина на водата (поплава, висока вода, нормално ниво, ниска вода, непроточна вода);
* заматеност на водата (0 – нема, 1 – мала, 2 – средна, 3 – висока)
* температура на водата (°C), температура на воздухот (°C), растворен кислород (mg/L), заситеност со кислород (%), кондуктивност (μS/cm), pH;
* боја, мирис, пена, видлив отпад;
* видливи знаци на редукциски процес (црн седимент и мирис на H2S);
* видливи знаци на загадување (комунални отпадни води, води од земјоделие, индустриски отпадни води и др.);
* начин на колекционирање на фитобентос (нож, четкичка);
* тип на колекциониран супстрат;
* конзервирање на терен (додаден конзерванс или без конзервирање);
* останатите забележани појави да бидат внесени во Напомена.

### Макроинвертебрати

#### ВОВЕД

Со цел да се воспостави рамка за заштита на површинските и подземните води на територијата на ЕУ, во 2000 донесена е Рамковната директива за води (РДВ). Главна цел на Директивата е постигнување добар статус на водите на територијата на ЕУ до 2015,што подразбира најмалку добар еколошки и добар хемиски статус. *Еколошка состојба/статус* претставува израз за квалитетот на структурата и функционирањето на водните екосистеми поврзани со површинските води и класифицирани во согласност со Анекс V од РДВ. *Еколошкиот потенцијал* е статус на силно изменети или вештачки водни тела.Постојат 5 класи на еколошки статус, и тоа: одличен (I), добар (II), прифатлив (III), слаб (IV) и лош (V), односно 4 за еколошки потенцијал.

При класификација на еколошката состојба/потенцијал на површинските води се применуваат елементи на квалитетот штосе всушност индикатори за состојбата. Притоа, биолошките елементи се задолжителни, додека физичко-хемиските, хемиските и хидро-морфолошките параметри претставуваатнивна поддршка. Како најважни биолошки елементи (акватична флора и фауна) при мониторирање на водитесе издвојуваат: алги (фитобентос и фитопланктон), макроинвертебрати, макрофити и рибна фауна.

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА РЕКИТЕ ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ

Значаен дел од разнообразието во водните екосистеми се однесува на макроинвертебратите (водни безрбетници). Поимот макроинвертебрати не претставува таксономска категорија, туку вештачки воспоставена терминологија која се однесува на дел од групите на безрбетни животни штого населуваат водниот екосистем. Тие претставуваат хетерогена колекција на еволутивно разнообразни таксони,што ги прави особено интересни за проучување. Диверзитетот на макроинвертебрати, претставен одполжави, школки, црви, пијавици, ракови и водни инсекти јасно го надминува оној на рибите и макрофитите. Се проценува дека бројот на видовитебезрбетници кои го населуваат дното на водните екосистеми изнесува повеќе и од 100000.

Овие водни организми со димензии поголеми од 1 mm го поминуваат целиот, или дел од својот животен циклус на дното на реките и езерата, населуваат различни типови на подлоги (седимент, растителни делови, макрофити, филаментозни алги) и од тие причини во литературата често се именуваат како бентосни макроинвертебрати или макрозообентос. Тие се послабо подвижни во споредба со повеќето други групи на акватични организми, лесно се колекционираат и имаат релативно долг животен циклус. На тој начин, макроинвертебратите ги рефлектираат неповолните услови во водната средина во текот на кој било стадиум од нивниот развој.

Макроинвертебратите претставуваат значајна функционална компонента во трофичката каскада на водниот екосистем и важна алка во синџирот на исхрана. Учествуваат во трансформирање на алохтоните материи, главниот енергетски влез во водниот екосистем, во храна за повисоките трофички нивоа. Преку различните аспекти на исхрана, животните на дното го потпомагаат процесот на минерализација и последователно, процесот на самопрочистување.

Токму, Рамковната директива за води го истакнува значењето на макроинвертебратите, доделувајќи им го приматот на задолжителен биолошки елемент во евалуација на квалитетот на еден воден екосистем, од причини што:

* голем е бројот на видови кои го населуваат дното на водните екосистеми и на тој начин може да се следи широк спектар на одговори;
* дел се слабо подвижни и седентарни, па споредтоа немаат способност да ги избегнат промените што се случуваат во средината;
* како резултат на релативно долгиот животен циклус, макроинвертебратите ги интегрираат временските промени на условите во водната средина.

Анализата на физичко-хемиските параметриинформира за квалитетот на водата, типот и концентрацијата на загадувачот во моментот на колекционирање, но не и за неговиот ефект врз акватичните организми, додека преку структурата на водните безрбетници се добива јасна слика за долготрајното влијание на факторите на средината.

##### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

###### Период на колекционирање

За полесно и побезбедноколекционирање примероци од **големи** и **многу големи реки**се препорачувапериодот на ниски води (август – ран октомври).

Во зависност од типот на водотекот и од надморската висина, најдобар период за земање примероци од **мали водотеци** е периодот пролет-рано лето (април–јуни), пред да настане масовно излетување на возрасните инсекти.

За **водотеците кои пресушуваат** во текот на летото, најдобро време за колекционирање примероци е периодот март–мај, пред тие да пресушат.

Пред да отпочне колекционирањето примероци, потребно е периодот на стабилно и ниско ниво на водата да е доволно долг, за да се развие стабилна заедница на макроинвертебрати.

Не се препорачува колекционирање:

* во период на високи води и до 3 недели по висок водостој;
* во период на суша и кратко по суша;
* во период на сите други нарушувања предизвикани од природни појави.

###### Избор и големина на местото на колекционирање

Определувањетона местото на колекционирање на примероците е клучен елемент во планирањето и изработката на една мониторинг-студија. Секое мерно место е само еден мал фрагмент на вкупниот простор во сливното подрачје и може да прикаже директна информација само за тоа што се случува на таа определена точка. Најважна цел е да се избере место на колекционирање кое е репрезентативно за целиот фрагментна определениот водотек. Познавањето на сливното подрачје, потенцијалните извори на загадување и хидролошките услови се главен предуслов за добивање на најреалните податоци за хемиските и биолошките карактеристики на речниот екосистем.

Должината на местото (секторот) на колекционирање зависи од површинатана сливот и изнесува:

* 25 m, ако површината на сливот е од 10 до 100 km2 (мали водотеци);
* 50 m, ако површината на сливот е од 100 до 1000 km2 (средно големи водотеци);
* 100 m, ако површината на сливот е од 1 000 до 10 000 km2 (големи водотеци);
* 250 m, за областите поголеми од 10 000 км2 (многу големи водотеци).

Треба да се избегнува колекционирање примероци во близина на хидротехнички објекти, како што се мостови, преливи, брани и друго. Овие структури предизвикуваат промена во брзината на водата, во типот на подлогата, како и во заедницата на водни безрбетници, поради штоструктурата на заедницата не е репрезентативна за одреденоповршинсководно тело.

###### Потребна опрема за колекционирање

Колекционирањетона макроинвертебрати се врши со употреба на рачна бентосна мрежа или со Сурберова мрежа (Слика 4).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| a) | б) |

Слика 4.а) Рачна бентосна мрежа; б)Сурберова мрежа.

**Рачна бентосна мрежа**

* димензии на металната рамка: ширина 25 cm, висина 25 cm;
* рамката мора да се прицврсти на метален или на дрвен држач;
* должина на мрежата најмалку 50 cm, со големина на окцата од 0,5 mm (500 μm);
* големина на пробна единица (1 колекционирана површина) изнесува 0,25 m х 0,25 m (0,0625 m2).

**Сурберова мрежа**

За колекционирање примероци во мали или плитки водотеци со покрупен супстрат, се препорачува Сурберова мрежа со:

* димензии на металната рамка: ширина 25 cm, висина 25 cm;
* должина на мрежата најмалку 50 cm со големина на окцата од 0,5 mm (500 μm);
* големина на пробна единица (1 колекционирана површина) изнесува 0,25 m х 0,25 m (0,0625 m2).

Дополнителна опрема:

* садови за транспортирање примероци со широк отвор;
* кадичка;
* пинцети,
* етикети;
* графитен молив;
* водоотпорен фломастер;
* раствор од 4% формалдехид или 96% етил алкохол;
* гумени чизми (високи рибарски со и без ремени);
* заштитна и теренска опрема: дождовен мантил, јакна, панталони, теренски чевли, капа или шапка, кремсо заштитен фактор против УВ-зрачење;
* гумени ракавици штодостигаат до рамениците;
* одвртувач (шрафцигер) или тесна шпатула;
* четка;
* теренски протокол и теренски клучеви за идентификација на поединечнигрупина макроинвертебрати штосе регистрираат на терен и повторно се враќаат во водата (поточенрак, големи школки и друго);
* теренска кутија за прва помош и
* појас за спасување при колекционирање примероци од големи реки.

###### Методи на колекционирање

За колекционирање на макроинвертебрати од мали реки и од реки со средна големина кои може да се прегазат, се препорачува методот на колекционирање од сите достапни микростаништа (англ. „Мulti-habitat sampling“, MHS) на мерното место. Овој методсе предлага и за големи и многу големи реки, но колеционирањето примероци е ограничено на крајбрежната зона, на длабочина од 1,5 m.

*ЗАБЕЛЕШКА: Методите и опремата за колекционирање бентосни макроинвертебрати во реките мора да се во согласност со европскиот стандард EN ISO 10870: 2012. Water quality - Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters*

Споредовој метод, секолекционираат 20 потпримероци по должина на секторот на колекционирање, распределени според застапеноста на различни типови на микростаништа (AQEM Consortium, 2002). Не се врши колекционирање од микростаниште застапено помалку од 5% на мерното место, тукусамо се евидентира во протоколот. Типот на микростаништето претставува комбинација од неоргански и органски супстрат.

Потпримерокот подразбира стационарно колекционирање, кое се изведува со позиционирање на мрежата и подигнување на подлогата од површина еднаква на површината на металната рамка на стандардната мрежа (0,25 m х 0,25 m), со големина на окцата од 500 μm. Од вкупно 20 потпримероци, бројот на потпримероци од секој тип на микростаниште треба да соодветствува на застапеноста на соодветното микростаниште на мерното место (секторот).

За да се соберат сите присутни видови на мерното место, длабочината на слојот на колекционирање мора да биде соодветна на типот на супстратот,и тоа:

* 5 – 10 cmод меки подлоги и фин органски материјал: *psamal*, фини честички органска материја (англ.: *fine particulate organic matter*–*FPOM*);
* 10 – 15 cm одподлоги со средна големина: *akal*, *mikrolital*, крупни честички на органска материја (англ.:*сoarse particulate organic matter* – CPOM)
* 15 – 20 cmод големи подлоги: makrolital, живи делови од копнени растенија.

Збирот од 20 потпримероци претставува композитен примерок колекциониранодповршина со големина од 1,25 m2.

Начин на колекционирање

1. Прв чекор е детална класификација на микростаништето (минерален супстрат и органска подлога) прикажана во Табела 4. Типовите на минерални и органски микростаништа се илустративно прикажани на Слики 5 и 6.

Табела 4. Класификација на микростаниште (супстрат).

|  |  |
| --- | --- |
| **Mинерални микростаништа** | **Органски микростаништа** |
| Megalital (> 40 cm) - Mg(големи камења, блокови и карпи) | Fital - F(кончести алги, слоеви алги на камен) |
| Makrolital (20 cm - 40 cm) - Ma(големи камења) | Fital - F(потопени алги, мов и макрофити) |
| Mezolital (> 6,3 cm - 20 cm) - Mz(камен со големина на дланка) | Fital - F(емерзна макрофитска вегетација пр. *Typha* sp.,*Carex* sp., *Pragmithes* sp.) |
| Mikrolital (> 2 cm – 6,3 cm) - Mi(среден и крупен чакал) | Fital - F(живи делови на копнени растенија, корени од крајбрежна вегетација) |
| Akal (> 0,2 - 2 cm) - Ak(ситен чакал) | Ksilal - X(големи трупци, гранки, корени во водотекот) |
| Psamal/Psamopelal (> 6,3 μm - 2 mm) - P(органски мил, песок) | CPOM - POM(крупни честички на органска материја; листови) |
| Argilal (< 6,3 μm) - Ar(глина) | FPOM(фини честички на органска материја) |
| Tehnolital 1(вештачка подлога,напр. бетон) | Канализациски габи и бактерии(пр.*Sphaerotilus* и органска тиња) |
| Tehnolital 2(вештачко бетонирано корито) | Черупки(насобрани куќички од полжави и школки) |

1. Втор чекор е проценка на процентуалната застапеност (учество) на секој тип на микростаниште на мерното место (Слика 5), што се внесува во теренскиот протокол, вклучувајќи го и супстратот настанат под влијание на човекот (*tehnolital*) доколку е присутен. Препорачливо е да се одреди застапеноста на микростаништа од брегот на реката, без да се влезе во водата.
2. Трет чекор е дефинирање на бројот на потпримероци, споредзастапеностана секој тип на микростаниште на секторот на колекционирање (Слика 5).Еден потпримерок треба да се колекционираод секое микростаниште застапено со повеќе од 5%, при штовкупно 20 потпримероци треба да бидатраспоредени во рамките на секторот на колекционирање. На пример, на секторот на колекционирање *mezolital*е застапен со 50%, akal 30% и psamal 20% од површината на дното, потребно е да се соберат 10 потпримероци наmezolital, 6 на akal и 4 потпримероци на psamal. Тип на микростаниште застапено со помалку од 5%, во теренскиот протокол се означува само со знакот плус.
3. Четврт чекор е колекционирање примероци, со следниве препораки:
* Колекционирањето примероци започнува од најнизводниот дел на секторот за колекционирање.
* Во плитките делови од водотекот, колекционирањето може да се изведе со употреба на Сурберова мрежа. За префрлање на супстратот од хоризонталната рамка во мрежата, се употребуваат метални или пластични лопатки.
* Доколку се колекционира со рачна мрежа, примерокот може да се собере на два начина, во зависност од длабочината на водотекот:
* Во плитките делови, мрежата се повлекува по дното 25 cmили покрупниот супстрат од површина 25 cm х 25 cm рачно се префрла во мрежата. Откако ќе се колекционираат3-4 потпримероци, на брегот се одвојуваат макроинвертебратите од органските и неоргански честички така што собраниот материјал се пренесува во пластична кофа со вода, се прегледуваат поголемите камења и *fital*-оти притоа се одвојуваат животните. Преостанатата фауна на макроинвертебрати се одделува од седиментот со метод на плакнење и декантирање низ мрежа со големина на окца од 500 μm. Постапката се повторува неколку пати.
* Во подлабоките делови од водотекот, примероци може да се колекционираат со поставување на рачната мрежа исправено, цврсто на супстратот и со отворот во спротивна насока од течението на водата. Подводната вегетација, камењата и останатите тврди супстрати се размрдуваат со механички удар со нога неколку пати, при што подлогата се подига на длабочина од 10 до 15 cm (Кick and Sweep метод, Слика 6).На тој начин, акватичните безрбетници, со помош на струењето на водата, се транспортираат директно во мрежата.Постапката се повторува уште еднаш на истото место откако ќе се разбистри водата. Мрежата треба да биде доволно блиску за да можат макроинвертебратите да бидат пренесени со водната струја, но доволно далеку за да не влезат големи количини на песок и чакал во мрежата. Исто така, се препорачува да се соберат дрвените остатоци во кадичка, за подоцна да може со пинцета да се одвојатприцврстените животни. По три-четири повторувања на постапката, собраниот материјал се измива со повлекување на мрежата по водата, итоа спротивно од правецот на водната струја и рачно се размешува за да се отстранат ситните честички седимент. Потоа, од мрежата се отстранува поголемиот супстрат од којшто претходно се отстранети сите организми. На тој начин се намалува волуменот на примерокот за транспорт.

Земањето примероци се разликува во зависност од типот на микростаниште, како што е прикажано во Табела 5.

Табела 5. Начин на колекционирање од различни типови на микростаништа (супстрати).

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип на микростаниште** | **Начин на колекционирање** |
| Megalital | Од карпите со рака, четка или со друг остар предмет се отстрануваат организмите и се измиваат во мрежата. Кога се земаат примероци од различни места од карпите, посебно се земаат за секој дел (предна страна, задна страна, работ на карпата), а потоа сите собрани примероци се собираат во еден потпримерок. Собраниот материјал се измива со повлекување на мрежата во вода, итоа спроти насоката на водната струја. |
| Makrolital и mezolital | Прво, од камењата се собираат прицврстените организми и се измиваат во мрежата. Потоа камењата се преместуваат, поголемите камења се ставаат во мрежа и во неа рачно или со пинцета се собираат сите присутни организми, додека преостанатиот супстрат се поместува и се промешува. Во различни делови од водотекот, при собирање потпримероци, може да се употребиразлична опрема за колекционирање. |
| Mikrolital | Се промешува пред мрежата и се подига супстратот. За промешување на подлогата до длабочина од 15-20 cm се користи цврст предмет. Мрежата се држи доволно близу до подигнатиот супстрат и се настојува што е можно помалку неоргански супстрат да навлезе во мрежата. Во брзотечечките делови од реката (брзаците) може да се користи Сурберова мрежа. |
| Ksilal | При земањето примероци, се препорачува да се избегне свежо паднато дрво во водата, бидејќи сѐуште нема добро развиена биолошка заедница. Поголемите парчиња дрво се измиваат, се собираат организмите, а потоа се враќаат во реката, а корените се протресуваат и добро се измиваат во мрежата за да се отстранат организмите. |
| Големи честичкиоргански материи; лисја– CPOM | Кога се колекционира, се препорачува да се избегнат свежо паднати лисја во водата, бидејќи сè уште немаат добро развиена биолошка заедница. Листовите се измиваат на терен и не се носат во лабораторија. |
| Mакрофити | Макрофитите по потреба може да се донесат во лабораторија за понатамошна анализа, бидејќи некои организми, на пример, двокрилците од фамилијата *Simuliidae* и *Chironomidae*, понекогаш тешко се одвојуваат на терен. Се препорачува квантитативно колекционирањена еднакви деловиод корења, стебла и лисја, а не да се колекционираат со рачна мрежа потопените делови од макрофитите. |

Теренска обработка на примерокот

* Од колекционираниот примерок се отстрануваат поголемите камења, при што се проверуваатдали на нив има заостанати организми. Општо земено, почувствителните организми, како што се трепчестите црви (Turbellaria), при конзервирање се оштетуваат или се контрахираат, затоа треба да се одвојат и по можност да се детерминираат веднаш на терен, или живи да се складираат во посебни епрувети без супстрат, за да не се оштетат во текот на транспортот. Овие примероци во текот на транспортотдо лабораторијата треба да се чуваат во фрижидер.
* Големи, ретки и заштитени водни безрбетници, кои може лесно да се детерминираат на терен, се евидентираат во теренскиот протокол и потоа се враќаат во водата (пр. големи школки, поточни ракови и друго).
* Колекционираниотматеријал се складира во садови за транспорт или кеса и се конзервира со формалдехид (4% конечна концентрација на формалдехид) или 96% етил алкохол (70% конечна коцентрација на етил алкохол). Доколку за конзервирање се употребува етил алкохол,најпрво од примерокот треба да се отстрани водата, а дури потоа се додава етил алкохол. Единките кои се прилепиле за мрежата се отстрануваат со пинцета. Во или на садот со примерокотзадолжително се лепи водоотпорна етикета на која сезапишани сите потребни податоци.
* Водоотпорната етикета мора да ги содржи следниве податоци напишани со графитен молив или фломастер отпорен на вода и алкохол:
	+ име на водотекот;
	+ мерно место;
	+ датум на колекционирање.

На садот со колекционирани примероци се запишуваат истите податоци како и на етикетата. Ако примерокот од едно мерно место се распредели во неколку сада,тогаш етикетите и садовите соодветно се нумерираат (на пр. 1/2, 2/2, итн.).

По завршеното колекционирање, целата употребена опрема добро се измива и се прегледува да не заостанале некои единки и на тој начин се подготвува за следното колекционирање. Понекогаш опремата треба да се стерилизира со потопување во алкохол, ако примерокот е земен на места со можни инфекции (заразни), на пример, болеста чума која се јавува кај поточниот и речниот рак.

По извршеното колекционирање се прегледува теренскиот протокол, се проверува дали ги содржи сите потребни податоци и се запишуваат можните проблеми настанати во текот на колекционирањето, коишто би можеле да влијаат врзквалитетот на примероците.

##### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА ПРИМЕРОКОТ

###### Изолација на макроинвертебрати

Во лабораторија, примерокот од макроинвертебрати се раздвојува на помали примероци со цел да се скрати времето потребно за обработка на примерокот. Ова првенствено се однесува на примероци со изразено густи популации на макроинвертебрати. Случајниот избор на потпримероци овозможува од големиот примерок да се одбере помал број потпримероци штоќе го претстават целокупниот примерок. Примерокот прво се хомогенизира, а земањето потпримероци се изведува со помош на специјална опремаза земање потпримероци. На овој начин се обезбедува пропорционална застапеност на организмите во примерокот.

Лабораториска опрема за земање потпримероци:

* кадичка;
* метална или пластична мрежа поделена на 30 квадрати со иста големина; секој квадрат претставува еден потпримерок (Слика 5);
* лажичка или лопатка за изолирање на материјал од кадичката;
* пластични садови, вреќички (кеси) или кивети;
* етил алкохол;
* ракавици;
* ножици;
* етикети и
* графитен молив.

Организмите се изолираат на следниов начин:

* Во лабараторијата од кесата или од садот со примерокот се одлева алкохол низ мрежа со големина на окцата од 500 μm во соодветен сад, а собраниот материјал се измива со проточна вода и се става во кадичката.

Слика 5. Мрежа поделена на 30 квадрати со иста големина, сместена во кадичка со опрема за земање потпримероци; секој квадрат претставува еден потпримерок.

* За анализа не е неопходно да се одвојаторганизмите од целиот примерок, туку материјалот се распределува во кадичката заземање потпримероци, која е поделена на 30 еднакви квадрати. Од петте случајно избрани квадрати/потпримероци, се издвојуваат сите макроинвертебрати (Слика 5).

Слика 6. Постапка приземање потпримерок.

* Издвојувањето на организмите е завршено доколку во пет потпримероци се утврдат најмалку 500 единки.
* Во случај кога од наведената површина не се изолирани повеќе од 500 единки, се прегледуваат дополнителни квадрати, сѐ додека бројот на организми не ги достигне потребните 500 единки.
* Организмот припаѓа на еден потпримерок доколку главата, или поголемиот дел од телото, лежи во квадратот.
* За организми коишто лежат на горната или на десната граница помеѓу два потпримерока (квадрати), се смета дека му припаѓаат на тој потпримерок.
* При анализа на примерокот не се земаат предвид делови од тело на макроинвертебрати (нозе, жабри, антени и сл), кукли, празни кошулки од инсекти, празни куќички од полжави, школки и од ларви на водни молци (Trichoptera) и возрасни единки.
* Кај малкучетинестите црви (Oligochaeta), се брои целиот примерок или само предниот дел од телото.
* За изолација на организмите, се користи стереолупа.
* Водните безрбетници се раздвојуваат по таксономски групи и се складираат во одделни епрувети со 75% етил алкохол. Во секоја епруветасе става етикета со назначено име за групата, датум и местото на колекционирање. Складираните организми подоцна се детерминираат до пониски систематски категории.

###### Идентификација на макроинвертебрати

Во Табела 6 е прикажанопотребното ниво на идентификација на макроинвертебратиприпроценка на еколошкиот статус на реките. Се препорачува што е можно подетална идентификација, доколку е можно до ниво на вид.

Табела 6. Задолжително ниво за идентификација на макроинвертебрати.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Систематска група** | **Ниво на идентификација** | **Системска група** | **Ниво на идентификација** |
| Porifera | род | Ephemeroptera | род, вид |
| Hydrozoa | род | Trichoptera | род, вид |
| Bryozoa | присуство | Odonata | род, вид |
| Тurbellaria | род, вид | Megaloptera | род, вид |
| Oligochaeta | фамилија, род, вид | Heteroptera | род, вид |
| Hirudinea | род, вид | Coleoptera | род, вид |
| Mollusca | род, вид | Diptera | фамилија, род, вид |
| Crustacea | род, вид | Hydracarina | присуство |
| Plecoptera | род, вид |  |  |

***ПРЕПОРАКА:*** *Никогаш не треба да се идентификуваат единки под таксономското ниво за кое сте стручни. Не обидувајте се да го одредите идентитетот на единката со погодување. Доколку не може да ја идентификувате единката до потребното таксономско ниво, идентификувајте ја до таксономското ниво за кое сте сигурни или побарајте помош од експерт.*

Макроинвертебратите се идентификуваат со помош на соодветни детерминатори за одделни таксономски групи на бинокулар со висока резолуција (на пр. ZEISS - STEMI 508).

По идентификација се изготвува т.н. оперативна (работна) листа на таксони,која подоцна се применува за пресметка на соодветни параметри (индекси) за проценка на еколошкиот статус. За рутински мониторинг,неопходно е да се изработи листа на таксони вообичаено користени во биолошки мониторинг.

###### Квантификација на макроинвертебрати

По идентификација на таксоните, прво се пресметува бројот на единки регистрирани во петте случајно избрани квадрати/потпримероци, а потоа вредноста се екстраполира (се множи со 6) за целиот примерокот (30 квадрати/потпримероци) колекциониран од површина со големина од 1,25 m2.На тој начин се пресметува бројноста (густината) на таксоните на површина од 1,25 m2 (ind./1,25 m²).

За да се пресмета бројноста на таксоните на површина од 1m2 (ind./m²), потребно е бројот на единки регистрирани на површина од 1,25 m2 да се помножи со фактор 0,8. Пресметката се врши во MS ексел-табела.

***ЗАБЕЛЕШКА:*** *Колекционирањето примероци и лабораториската анализана примероците мора да бидат во согласност со европските стандарди EN 16150:2012. Water quality - Guidance on prorata Multi-Habitat sampling of benthic macroinvertebrates from wadeable rivers и EN 27828:1994. Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.*

Во вака изготвените ексел-табели се внесуваат соодветни кодови (ID\_ART) за различни таксони и на тој начин се добиваат ASTERIX табели спремни за импортирање во компјутерската програма ASTERICS (верзија 4.0.3).

##### ПРЕСМЕТКА НА ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИ СТАТУС ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ

###### Индекси за проценка на еколошки статус врз основа на макроинвертебрати

Проценката на еколошкиот статус на реките се врши со примена на биолошки параметри (индекси) кои најчесто се употребуваат во мониторинг-студии:SI (Сапробен индекс адаптирана српска верзија на Zelinka & Marvan), биотичките индекси BMWP (Biological Monitoring Working Party) и ASPT (Average Score Per Taxon), EPT индексот (бројот на Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera таксони) и Број на таксони (Number of taxa).

**SI**(Сапробен индекс)

Биолошки индекс којшто укажува на оптеретувањето со лесно разградливи органски материи, односно на сапробноста.

**Број на таксони** (Number of taxa)

Индекс којшто укажува на составот на заедницата на макроинвертебрати, односно на разнообразиетона таксони. Намаленото разнообразие укажува на деградација и загадување, особено со органски материи. Исто така, помал број таксони е карактеристичен за изворите, што е последица на природните карактеристики на изворот (стабилна, релативно ниска температура, ниски концентрации на растворен кислород), а не на загадување.

**BMWP индекс** (Biological Monitoring Working Party)

Индекс штоја зема предвид толеранцијата кон загадување на поединечнифамилии на макроинвертебрати, а неговата вредност се добива со собирање на индикаторските вредности (бодови) за поединечнифамилии евидентирани во примерокот.

**ASPT индекс** (Average Score Per Taxon)

Индекс којшто ја зема предвид толеранцијата кон загадување поединечнифамилии на макроинвертебрати. ASPT индексот претставува количник помеѓу BMWP индексот и бројот на евидентирани фамилии во примерокот.

**EPT индекс** (број на Ephemeroptera, Plecoptera и Trichopteraтаксони)

Индекс којшто укажува на општа деградација на водотекот, бидејќи Еphemeroptera, Plecoptera и Trichoptera таксоните се чувствителни на различни типови деградација и загадување, а особено на намалениконцентрации на кислород и намалена брзина на водата.

###### Утврдување на припадноста на мерното место кон речен тип на водотек

За проценка на еколошкиот статус, потребно е да се утврди на кој тип на водотек (речен) припаѓа мерното место на колекционирање, бидејќи границите помеѓу класите за различни индекси се утврдуваат во зависност од типот на водотекот.

###### Пресметка на индекси

Изготвената ASTERIX табела се импортира во компјутерската програма ASTERICS (верзија 4.0.3) и на тој начин се пресметуваат сите претходно наведени индекси. Програмата е достапна на: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/en/download/berechnung/>

##### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ ВО РЕКИ

Еден од главните предуслови за успешна теренска работа е користењето ефикасен, лесно применлив и прецизен теренски протокол којшто содржи информации како за мерното место, така и за колекционираниот материјал. Во Прилог 4 е даден пример за тоа како треба да изгледа еден теренски протокол.

### Макрофити

#### ВОВЕД

Водните макрофити се клучни компоненти во водните и мочуришните екосистеми. Како примарни производители, тие се наоѓаат во основата на синџирите на исхрана на тревојадните организми, обезбедувајќи храна на безрбетниците, рибите и птиците, и органски јаглерод за бактериите. Нивните стебла, корени и лисја служат како подлога за перифитонот и засолниште за бројни безрбетници,риби, водоземци и влекачи. Биохемиските процеси, движењето на водата и динамиката на седиментацијата во водните тела во голема мера се под директно влијание на макрофитите. Доброто познавање на функциите на водните макрофити е значајно за разбирање на основните процеси на екосистемот, како и за бројни прашања поврзани со нивната реставрација, со третманотна отпадни води и управувањето со инвазивни видови.

Водните живеалишта се комплексни средини со просторна хетерогеност во хидрологијата и снабдувањето со ресурси. Тие често поддржуваат сложени вегетациски мозаици, кои обезбедуваат живеалиште за разновидни заедници на организми, безрбетници и ’рбетници.Промените во вегетацијата предизвикани од зголемено внесување хранливи материи (честопати од антропогени активности) резултираат во промени во живеалиштата.Како, на пример, зголемениот истек на фосфор од земјоделски површини и населени места во водните живеалишта предизвикува замена на ретката макрофитна вегетација (Eleocharis spp.) со високи густи макрофити (Typha spp.), што резултира со важни последици по ларвените заедницина комарците.

Макрофитите се разновидна и хетерогена група и може едноставно да се дефинираат како форми на макроскопска водна вегетација видлива со голо око.Макрофитите вклучуваат таксономски многу разновидни претставници: макроалги (на пример, Chara и Nitella), мовови (на пример, Sphagnum и Riccia) и васкуларни растенија.Васкуларните растенија претставуваат најголема група на макрофити, вклучувајќи водни папрати (Azolla, Salvinia), голосемени (ретки) и скриеносемени (монокотиледони и дикотиледони).Постојат бројни обиди за класификација на макрофитите, но сеопфатна е унифицираната „еколошка“ класификација направена врз основа на животните форми (групирани според односот на растенијата кон нивото на водата и подлогата) и класификациите врз основа на растот (групирани според структурната сличност и односите со физичката средина).

Најшироко прифатена класификација на макрофитите е поделбата на четири големи категории:

* Слободно лебдечки макрофити;
* Макрофити прицврстени или вкоренети за подлогата;
* Со пловечки листови;
* Потопени;
* Емерзни.

Слободно лебдечките макрофитиги вбројуваат најмалите скриеносемени (Lemna, Salvinia), како што се и растенијата од родот Wolffia, со ширина од само 1 mm. Нивните лисја и репродуктивни органи се воздушни и/или лебдат и бидејќи не се вкоренети во седиментите, нивната апсорпција на хранливите материи е целосно од вода.

Пловечките макрофити ги опфаќаатвидовите од родот Nymphaea, обично се јавуваат на длабочина на вода од ~ 0,5 до 3 m. Тие имаат долги листни дршки, листови приспособени на механичкиот стрес и воздушни или пловечки репродуктивни органи.

Потопените макрофити (Chara, Elodea, Utricularia, Myriophyllum) се најадаптирани за живеење во водна средина. Дистрибуцијата на скриеносемените е ограничена на длабочина од околу 10 m, додека претставниците на другите таксономски групи се јавуваат на сите длабочини во рамки на фотичкатазона. Тие често имаат издолжени, расчленети листови и воздушни, пловечки или (ретко) потопени репродуктивни органи.

Емерзните макрофити обично се јавуваат во горната крајбрежна зона на длабочина од околу 1-1,5 m, нивните корени и ризомски системи често се приспособени на трајно анаеробни седименти и имаат воздушни репродуктивни органи. Оваа група вклучува прилично разновидни видови на растенија кои можат понатаму да се категоризираат во две групи: 1) ерективни растенија (на пр. Typha, Phragmites) и 2) субмерзни растенија (на пр.Ludwigia spp., Myriophyllum aquaticum, Nasturtium officinale и др.)

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА РЕКИ ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОФИТИ

Рамковната директива за вода 2000/60/EC (Европската комисија), која стапи на сила кон крајот на 2000 година, бара сеопфатна биолошка проценка на водните тела, заснована врзбиоценози, типични за природниот пејзаж, како референца. Врз основа на систематско зафаќање на разни групи организми, кои вклучуваат и водни макрофити, експертите вршат еколошка класификација на водните тела во однос на деградацијата предизвикана од антропогените влијанија. Проценката се движи од статусна класа 1 = „Висока“ до статусна класа 5 = „Лоша“.

Веќе долго време сме свесни за фактот дека водните макрофити се погодни за проценка на загадувањето на проточните води. Бидејќи се растителни организми, тие особено служат како одлични индикатори за трофичност. Тие исто така покажуваат изразена реакција на антропогени промени во природните услови кои превладуваат во проточните води и сеодлични индикатори за промени во режимот на проток, како на пр. каптирање. Понатаму, специфичноста на вегетацијата на макрофитите е одраз на структурните услови што се наоѓаат во водното тело, како, на пример,разновидноста и динамиката на подлогата или нивото на инженерски работи реализирани на бреговите на реките, а делумно и во потопените текови.

Две својства ги прават макрофитите непроценливи индикатори. Како прво, тоа е нивната долговечност. Тие остануваат на истите места претежно во текот на неколку вегетациски периоди и затоа се во можност да ги интегрираат условите на локацијата за значително подолг временски период отколку компонентите штопокажуваат краткорочни реакции. Така што, не станува збор за никаква проценка за „брза слика“. Покрај тоа, макрофитите секогаш остануваат на истото место и затоа не се во можност да избегнат притисок и други влијанија врз животната средина. Ова овозможува точна локализација на изворите на притисок, како и на нивната област на влијание заедно со дел од проточната вода.

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

##### Период на колекционирање

Колекционирањето на макрофитите треба да се врши помеѓу средината на јуни и средината на септември. Најдобар период за земање примероци е при среден или низок водостој, најмалку четири недели по висок водостој. Иако некои макрофити се видливи и надвор од оваа сезона, други не се, па оттука и резултатот нема да претставува точна претстава за еколошкиот статус поради видовите што недостасуваат. Дури и во рамките на сезоната на истражување, постојат разлики во степенот на застапеност. За да се минимизираат ваквите разлики во рамките на сезоната во резултатот, треба да се спроведат истражувања последователно во исто време кога ќе се споредуваат различни места на истата река во истата година, и во исто време од сезоната на истражување секоја година кога се прави споредба на истата локација во различни години.

Онаму каде што споредуваните истражувања не можат да се преземат во исто време од сезоната, треба да се биде претпазлив при споредување на резултатите поради природните варијации во рамки на сезоната. Некои макрофитски видови имаат забрзан раст на почетокот на сезоната, а други не достигнуваат максимална големина до крајот на летото. Ова може да резултира со промени во вкупниот процент на покровност од почетокот до крајот на летото.

За да се оцени локацијата за еколошки статус, се препорачува минимум едно истражување годишно за три години, а истражувањата да се вршат во исто време од сезоната секоја година. Доколку се спроведе второ истражување на локација во истата година, тогаш треба да има минимум седум недели помеѓу истражувањата и да се регистрираат податоци за сезонски разлики во растот. Се препорачува ваквите истражувања да се прават само за цели на калибрација, за да се обезбеди индикација за варијациите во рамките на сезоната.

##### Избор и големина на местото на колекционирање

**Избор на репрезентативен локалитет**–еколошкиот статус на репрезентативен локалитет се мери во однос на отстапувањето на вредностите на избраниот параметар на биолошкиот елемент за квалитет во однос на референтната вредност. Бројот и распоредот на локалитетите треба да гарантираатдека е снимена репрезентативна макрофлора, која ги отсликува антропогените влијанија и вклучува делови изложени како на сонце така и насенка. Природните својства на подлогата, длабочината на водата, засенчувањето на брегот, тип на проток, итн., треба да биде сличен на референтниот локалитет, за да може полесно да се одвојат разликите во флората штопроизлегуваат од антропогено влијание од оние штосе резултат на хидроморфолошкиот фактор.

Должината на секторот зависи од општите еколошки услови на реката. Ако условите на животната средина се униформни, може да се избере подолг дел, а ако условите на животната средина се менуваат почесто по должина на водотекот (на пример, ако се јавуваатводопади, промени во наклонот, подлогата иоколната вегетација, засенчување, итн.), треба да се одбере пократок дел со повеќе или помалку униформни карактеристики. Во услови на поголема разновидност, треба да се направат повеќебројни но помали сектори.

Должината на местото (секторот) на колекционирање зависи од површината на сливот, за да се избере репрезентативен дел од крајбрежјето потребно е да е долг 50–100 m без видливи надворешни нарушувања (на пр. мостови и други градби, притоки, нарушен брег, итн.), т.е. сектор што најдобро ќе ги претставува општите услови на водотекот во истражуваниот дел. Ако се одбере сектор во близина на мост, тогаш земањето примероци треба да започне низводно од мостот и така низводно да продолжи по текот на реката.

Колекционирањето треба да започне во една точка и да се движи низводно по реката и доколку по одбраниот сектор од 50 m со понатамошното движење во следните 25 m не се регистрираат нови видови, треба да се престане со собирањето материјал. Прирастот на видовите во големите реки е бавен, затоа и одбаниот сектор може да се протега до 500 m. Во големи реки, ако е возможно, примероци се земаат одделно, од левата и од десната страна и резултатот е средна вредност од двете страни.

Важно е точно да се лоцира местото на земање примероци за да се повтори и во идните истражувања. Препорачливо е да се користат обележувачи или трајни карактеристики на полето, како што се меѓи, карактеристични дрвја итн. Исто така секторите треба да се геореференцираат (препорачано со GPS-уред), за да се олесни обработката на податоците во географскиот информациски систем (ГИС), при пренос на податоците и зачувувањето, како и за подготовка на тематски мапи штого прикажуваат статусот, исто така олеснета ќе биде и споредбата при долгорочното следење.

##### Потребна опрема за колекционирање

* Топографски карти 1:25 000 или 1:50 000;
* GPS-уред;
* Гребло на јаже;
* Телескопски гребла со различни екстензии;
* Теренски протокол;
* Копии од претходниот анкетен лист (ако е испитано претходно) за секторите кои треба да се испитаатсо локација и/или скица за да се овозможи точна локација на должината на истражувањето;
* Двоглед;
* Водоотпорен маркер, обележувач на масло, отпорен на етил алкохол;
* Поларизирачки очила;
* Камера со поларизирачки објектив;
* Подводна камера;
* Хартиени крпи;
* Хербар;
* Мерач на длабочина;
* Рачна лупа (зголемување 10-20x);
* пластични кеси од 1 L со патент;
* пластични кеси од 25 L;
* Хартиени кеси за земање примероци од мов;
* Бела изолациона лента;
* Пластични садови за примероци (широк отвор на вратот со волумен од 500 – 1.000 ml);
* Патен ладилник (за чувствителни примероци);
* Уред за гледање под вода (пластична цевка со стаклено дно, т.н. акваскоп);
* Бела пластична када за преглед на примероци и фотографирање;
* Чамец за земање примероци на големи реки;
* Конзерванс (50% етил алкохол и глицерин во сооднос 1:1) или FOA (30 делови на дестилирана вода, 15 делови од 96% етил алкохол, 5 делови прибл. 35% раствор на формалдехид и 1 дел оцетна киселина);
* Клучеви (детерминатори) за одредување;
* Гумени чизми;
* Заштитна и теренска опрема: мантил за дожд, јакна, панталони, теренски чевли, теренски сандали, капа, крем со УВ заштитен фактор;
* Теренска торбичка за прва помош и
* Безбедносен појас за земање примероци одголеми реки.

#####  Начин на колекционирање

Ова поглавје ги опишува сите чекори потребни за да се изврши стандардизирано истражување на вегетацијата на макрофитите на лице место. Овој метод е развиен врз основа на пристапот опишан од KOHLER (1978) кон крајот на 70-тите години за мапирање на водната вегетација со проточни води и е специфичен за барањата на Рамковната директива за вода.

Прв чекор, местото на колекционирање прецизно да се геокодифицира. Покрај прецизно запишани координати со GPS-уред, добро е да се обезбедат непроменливи податоци за ориентација, како што се граници на теренот, дрвја, мостови, патишта и други структури. Во протоколот за теренски истражувања се внесуваат податоци за хидроморфолошките карактеристики на секторот од речното корито.

На плитки места, секторот се испитува пешки со чизми во цикцак-линија. Се зема примерок во спротивна насока од струјата, така што заматувањето на водата нема да пречипри проверувањето. Кога, поради природата на протокот или подлогата, не е безбедно да се премине водотекот, набљудувањето ќе се изврши од брегот илипримероци ќе се земат со гребло на телескопска рачка и/или гребло на јаже. Делови со подлабока вода се прегледуваат од брод.

##### Таксономски и еколошки групи штосе истражуваат

Треба да се евидентираат следниве видови:

* + 1. Хидрофити („вистински водни растенија“/видови кои трајно живеат во вода);
		2. Амфифити (видови кои можат да живеат во вода потполно потопени или привремено да живеат надвор од вода и на брегот) и
		3. Хелофити (мочуришни растенија на кои корењата им се во вода, а стеблото и лисјата над водата) со
		4. Charophyceae (од групата на слатководни зелени алги);
		5. Bryophyta (Мовови);
		6. Pteritophyta (Папрати) и
		7. Spermatophyta (Семенски растенија).

На мерното место се наведува вегетацијата што расте во водата (при среден водостој): хидрофити и амфифити. Во посебен дел од списокот, препорачливо е да се наведат видовите кои се само делумно потопени во вода (т.н. хелофити) и оние што ја сочинуваат крајбрежната вегетација. Овие видови треба да бидат јасно одделени, бидејќи не се користат директно при проценка на статусот на водата, но можат да обезбедат дополнителни корисни информации за статусот и еколошките услови на реката.

##### Складирање/транспорт на растителен материјал

Кога се мапираат макрофитите, утврдувањето на видовите, по правило, може да се изврши директно на местото на истражувањето (може да биде потребна само лупа). Растенијата чии видови не можат да се утврдат на самото место, треба да бидат однесени во лабораторијаза определување под микроскоп. Тука треба да се следи следниот пристап за различните таксономски групи:

* **Charophyta**

Растенијата треба да бидат спакувани во пластични кеси на херметички начин со употреба на многу мали количини вода и да се чуваат ладни (приближно 5 °C). На кесите мора да бидат наведени името на локацијата и проценката на количината релевантни за видовите. На овој начин, примероците на Characea може да се складираат за околу една до две недели.Ако утврдувањето не е можно во овој период, примероците од растенијата мора да се фиксираат во 70% алкохол. Ако не е достапна друга опција, растенијата може да бидат и хербаризирани.

* **Bryophyta**

Примероците од мов, доколку е можно, треба да се сортираат според нивниот вид.Примероците се сушат со впивачка хартија (кујнскаролна) и се ставаат во хартиени кеси.На кесите се запишува името на локацијата и проценетата покровност на растението, подлогата (на пр. камен, дрво, тиња, почва), како и местото на растење (под вода, област на потопување со вода или зона на прскање на вода). Кесите мора да се чуваат на таков начин што ќе се овозможи примероците да се исушат што е можно побрзо.

* ***Pteridophyta*и*Spermatophyta***

Исто како примероците од Characea, папратите и високите водни растенија се пакуваат херметички во пластични кеси со употреба на многу мали количини вода и означување на името на локацијата и проценетата покровност на растението и се чуваат на ладно место.Колку што е можно, видовите треба да се детерминираатистиот ден. Ако тоа не е можно, растителниот материјал може да се чува во фрижидер неколку дена до една недела (во зависност од видот). Ако утврдувањето не може да се изврши во овој период или ако е планирано зачувување, материјалот мора да се стави во 70% алкохол или да се хербаризира.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА ПРИМЕРОКОТ

##### Опрема за лабораториска работа

Следната лабораториска опрема е потребна за лабораториска обработка на макрофити:

* стерео лупа со стерео зум до 40x или повеќе;
* бинокуларен микроскоп со:
* 10х окулари за зголемување, од кои едниот има очен микрометар;
* леќи 10x, 20x, 40x или 60x и 100x;
* дигитален фотоапарат поврзан на компјутер и
* механичкаподлога;
* стаклени капалки, стаклени чаши, петриеви садови, шишиња со прскалки;
* предметни и покровни стакленца;
* кесички за примероците од мов;
* впивачка хартија и соодветни преси;
* фини пинцети, хистолошки игли, жилети за пресеци од делови на растенијата;
* 5% хлороводородна или оцетна киселина;
* лабораториски протокол и
* клучеви за одредување.

##### Детерминација на макрофити

Видовите кои не можат да се одредат на терен се определуваат во лабораторија, доколку се собрани во стадиум без доволно таксономски карактеристики, се одредуваат до ниво на род.

Макрофитите се определуваат со помош на клучеви за одредување, стерео лупа и микроскоп, со набљудување на деловите на растението потребни за одредување. Честопати делови или цели растенија кои потекнуваат од живеалишта со карбонатна подлога се калцифицираат. Во овој случај, делови или целото растение се потопуваат во 5% хлороводородна или оцетна киселина за да се отстрани неорганскиот карбонатен слој и да се видат структурите потребни за одредување. Ова најчесто се прави со мововите.

##### Складирање на растителниот материјал

Вишите растенија најчесто се чуваат во хербариум, освен некои нежни и ситни, кои се лесни за складирање во конзерванс за полесна идентификација (на пр. теснолисните видови од родот Potamogeton, видови од родот Callitriche). Мововите најдобро е да се исушат на воздух и да се чуваат во хартиени обвивки (пликови) без да се пресуваат, додека мов во конзерванс се препорачува да се чува доколку некои одредувачки својства може да се изгубат за време на хербаризирањето.

Секој примерок треба да биде обележан одделно, да се чува на ладно место и да се одреди што е можно поскоро. Потребно е доволно вода (конзерванси) да се додаде во пластичните кеси или садови во кои се чуваат макрофитите за да се покријат растенијата. Следното што треба да се направи е на садовите, со водоотпорно пенкало или со фломастер, да се означи:

* името на реката;
* редниотброј на секторот и точката на земање примероци и
* датумот на земањето примероци.

##### Обработка на компјутерски податоци

Земањето примероци од макрофити се изведува со надолжни трансекти. За прикажување на резултатите, многу често, покрај класичната пресметка на индексот за проценка на еколошкиот статус, потребно е да се прикаже и дистрибуцијата на одредени видови на мапите, за кои се користат компјутерски ГИС-програми.

#### ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУС ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОФИТИ

Составот и покровноста на макрофитите го рефлектираат квалитетот на екосистемот како целина. Тие се еден од биолошките елементи што се бараат со Рамковната директива на ЕУ за води (WFD) (Directive 2000/60/EC) за проценка на еколошкиот статус на реките. Во Европа се развиени неколку системи базирани на макрофити за проценка на квалитетот на водата (претежно трофичен статус), на пр. британскиот среден трофички ранг (MTR) (Holmes et al., 1999), германскиот трофичен индекс на макрофити (TIM) (Schneider and Melzer, 2003) и францускиот индекс на биолошки макрофити за реки (IBMR) (Haury et al.), 2006). Во сите овие индекси, општата хипотеза земена предвид претпоставува дека дистрибуцијата на водни макрофити во екосистемите реагира на пораст на фосфор (Р) и/или азот (N). Од друга страна, некои автори (на пр. Wiegleb, 1984; Demars and Edwards, 2009) покажаа дека не е лесно да се оддели индивидуалниот ефект на збогатување на хранливите материи (неоргански Р, N) од другите варијабли на животната средина. Затоа, Demars и Edwards (2009) сугерираат дека одговорите на макрофитните видови на збогатување на хранливите материи треба да се изучуваат во хомогени групи дефинирани од фактори како што се алкалноста и наклонот.

Проценката на еколошкиот статус врз основа на макрофитите, преку утврдување на степенот на општа деградација, ќе биде образложенапреку следниве два индекси:

* Референтен индекс (RI);
* Трофичен индекс на макрофити (TIM).

##### Референтен индекс (RI)

Референтниот индекс се користи за одредување на степенот на општа деградација на водотеците.Познато е дека еутрофикацијата и физичкото нарушување на протокот може да доведе до промени во дистрибуцијата на макрофитите, намалување на бројот на видовите и поголемо присуство на поотпорни видови (Preston, 1995; Egertson et al., 2004). За проценка на речното место, неопходна е појава на најмалку три индикаторски таксони, во спротивно проценката ќе се смета за неоснована.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ МАКРОФИТИ ВО РЕКИ

Теренскиот протокол за колекционирање на примероци од макрофити во реки треба да ги содржи следниве податоци:

* број на протоколот/код на примерокот;
* име на личноста која го врши колекционирањето;
* име на реката и најблиската населба;
* код на водното тело;
* опис на локалитетот;
* координати на мерното место (географска должина и ширина);
* сливна површина на мерното место (km2);
* наклон на делот (%);
* датум на колекционирање;
* фотографија на местото на колекционирање;
* должина на секторот за колекционирање (m):
	+ лев брег (делови 1, 2, 3, ...),
	+ десен брег (делови 1,2,3,…),
* влијанија (акумулација, прилив, одлив, други);
* степен на проток на вода (m/s) (0 – нема, 1 – мал, 2 – среден, 3 – голем);
* разновидност на проток на вода (0 – нема, 1 – мал, 2 – среден, 3 – голем);
* заматеност (0 –нема, 1 – мал, 2 – среден, 3 – голем);
* засенчување (0 – ниту еден, 1 – мал, 2 – среден, 3 – голем);
* супстрат (во %)
	+ макро/мегалитaл– камења поголеми од 20 cm;
	+ микро/мезолитал – крупен чакал и мали камења со големина од 2-20 cm;
	+ чакал – фин и чакал со средна голема од 0,2-2 cm;
	+ псамал – песок со големина од 0,063 – 2 mmи
	+ пелал – мил со големина < 0.063 mm
* наклон на потопена подлога (1 - рамен, 2 - среден, 3 - стрмен, о - вертикален);
* водена вегетација (без мов)
	+ список на видови и нивна покриеност според скалата на KOHLER (1978)
* мов
	+ список на видови и нивна покриеност според скалата на KOHLER (1978)
* за секој вид дополнително: видот на подлогата на која е утврден мов (камен, глина, друга почва, дрво, итн.) и положба на мовта во однос на постојниот водостој (потопен, ниво со вода и во зона за прскање);
* Другите набљудувања кои не се опфатени со горенаведеното се внесуваат во делот Белешки.

### Риби

#### ВОВЕД

Составот и кондицијата (состојбата) на рибните популации во лентичните и лотичните водни тела во голема мера е показател за нивата глобална еколошка состојба. Во споредба со останатите биолошки елементи за определување на квалитетот на водите, рибите како најдинамични од нив во однос на просторната и временската распределба во текот на деноноќието, сезоните и годините, во одделни моменти претставуваат многу брза индикативна, а во одделни случаи, многу спора компонента за оценка и проценка на квалитетот на реките и езерата. Од друга страна, пак, особено рибите со подолг животен век се најподатливата биолошка компонента за форензичко иследување на подолгорочни загадувачки влијанија врз водните екосистеми, како што се перзистентните органски и неоргански загадувачи. Воедно, серија на историски презервирани одделни коскени (отолити) и рожнати (крлушки) творби од одделни риби можат да бидат подалекусежни (историски) форензички елементи за стекнување сознанија не само по однос на загадувањето, туку и по однос на самата примарна продукција (еден од основните показатели на трофијата) на големите езерски екосистеми. Гледано од аспект на мониторинг на т.н. приоритетни супстанцииво водните екосистеми, рибите се клучна компонента за детектирање на нивното присуство, заедно со школките (Bivalvia), како најакумулативен медиум во биотската компонента.

Имајќи предвид дека рибите претставуваат најискористуваната биолошка компонента од акватичниот жив свет глобално, која се употребува за човекова исхрана, голем дел од одделни видови риби во светот се загрозени и се во фаза на исчезнување или веќе исчезнати. Истото се однесува и за рибите во нашата држава, што е изразено преку нивен прелов (риболов вон рамките на биолошката одржливост на рибната популација), а рибната разновидност во нашите води изобилува со ендемични видови кои заслужуваат посебно внимание и заштита. Друга влошувачка компонента по однос на состојбите во рибниот фонд е присуството на, случајно или намерно, т.н. воведени алохтони видови риби, од кои некои се и инвазивни. Последново е општ проблем присутен во голем дел од слатките води глобално и претставува огромен проблем по однос на еколошката класификација на квалитетот на водите.

Рибната населба во Република Северна Македонија, од хидролошки, биоценолошки и управувачки (заштита и искористување) аспект, припаѓа кон три морски сливови раздвоени на четири областни речни басени или, во согласностсо Законот за води, речни сливови на реките Вардар, Црн Дрим, Струмица и Јужна Морава.

Тие се: Егејски слив – реката Вардар со притоките и вештачките езера на нив и Дојранското Езеро (подрачје на речен слив на река Вардар); Јадрански слив – реката Црн Дрим со притоките и вештачките езера на нив, заедно со Преспанското и Охридското Езеро (подрачје на речен слив на река Црн Дрим); Црноморски – реката Струмица (Струмешница) со притоките и вештачките езера на нив (подрачје на речен слив на река Струмица) и областаДунавски Речен Басен со најгорниот тек на Биначка Морава (подрачје на речен слив на река Јужна Морава).

Долгорочниот биолошки мониторинг на рибите во реките се спроведува на секои 2 (две) години, а на езерата на 3 (три). Во зависност од новонастанати и инцидентни еколошки промени, се спроведува дополнителен мониторинг.

Во согласност сопозитивните законски одредби, мониторингот на рибите го реализираат овластени институции од областа на рибарството или експерти за слатководно рибарство.

Во рамките на овој документ, ќе биде претставена методологија за мониторинг на рибите од аспект на еколошкиот статус на дадени водни тела во Р.С. Македонија.
Документот е наменет за корисници кои се упатени во рибната проблематика и во безбедноста на работата во теренски и лабораториски услови.

#### МОНИТОРИНГ ЗА РИБИ НА РЕКИТЕ

##### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

Колекционирањето на рибите треба да обезбеди податоци за видовиот состав на присутната рибна населба, нивната кондиција (состојба), абунданцијата по видови, должинско-возрастен состав, степенот на обновување на рибната популација по видови и дополнително, ефектот од влијанието на одделни стресори врз рибите.

###### Периодна колекционирање

Периодот на колекционирање во најголема мера зависи од хидролошката состојба на реките и од рамномерната дистрибуција на рибите во нив, односно нема групирање на рибите за мрест или миграција. Најповолен период е во месеците септември и октомври.

###### Избор и големина на местото на колекционирање

Местата за земање примероци треба да бидат избрани на начин со којшто ќе се опфати разновидноста на сите типови на застапени живеалишта. Големината на станицата за земање мостри мора да биде доволна за да се вклучи просторот за живеење на доминантнитевидови и да ги вклучисите карактеристични живеалишта, односно да го претставува квалитетот на рибната заедница. Исто така, мерната станица треба да биде избрана врз основа на биолошки (вегетативна покривка, талог), релјефни (разлеаност, наклон) и хидрографски (длабочина, тековна брзина) фактори. Дополнително, мерната станица мора да биде доволна голема, така што може да се извршат дополнителни потези за земање примероци што претставуваат потпримери (последново особено се однесува на поголемите, односно пошироките речни текови). Изборотна бројот на станици во водното тело мора да биде доволен за проценка на квалитетот на структурата, густината и возрасните структури на населението во рамките на рибните заедници со вклучување на што е можно повеќе живеалишта.

При изборот на местото (станица) за земање примероци, треба да се земе предвид најлесниот можен пристап до самото место за земање примероци и претходно познавање на одредена станица. На местото за земање мостри се вршат географски мерења (координати со користењеGPS), се фотографира местото и се наведува името на станицата. На секоја мерна станица потребно е да се пополни теренскиот протокол за земање примероци од риба кои ги содржат информациите наведени во потпоглавје 2.4. Теренскиот протокол, како и други потребни белешки, неопходно е да се подготват пред да се оди на терен на класичен начин (на хартија) или во електронска форма (на таблет).

###### Потребна опрема за колекционирање

Потребната опрема се состои од:

* Уред (агрегат) за електрориболов;
* покровна мрежа (сачма, сертме); за долните текови на реката Вардар,дополнително – чамец и троструки стоечки мрежи со различни димензии на окцата и мрежи со консеквентни наизменични платна со различни димензии на окцата според стандардотМКС EN 14757:2009;
* Кофи за уловена риба;
* Уред за мерење температура, концентрација и раствореност на кислород, спроводливост и рН;
* Теренска вага;
* Ихтиометар (линијар);
* Лента за должинско мерење од 50м;
* Садови за складирање на примероците риби;
* Термо стабилни садови (преносни термоси –фрижидерчиња) за транспорт на свежи примероци;
* Прибор за дисекција;
* 4% раствор на формалдехид;
* Теренски протокол;
* Водоотпорен фломастер;
* Графитно и хемиско пенкало;
* Обувки и облека за терен (гумени чизми, ракавици, мантили);
* Фотоапарат;
* GPS-уред;
* Појас за спасување и
* Комплет за прва помош.

###### Методи на колекционирање

Во случајоткај реките, постојат дваметоди за колекционирање (улов) на риби, и тоа: со активен риболовен алат и со пасивен. Активниот алат се риболов со електрицитет (агрегат за еднонасочна струја)и покровни мрежи (сертме), а пасивниот е со троструки (со три платна) стоечки мрежи. Првиот се карактеризира со краток временски период на риболов, додека вториот е вообичаено со подолго време на експозиција во водите.Изборот на методите е во согласност состандардотМКС EN 14962:2009 со одделни дозволиви модификации.

Риболовните алати треба да се адаптирани кон локалните услови и соодветни на очекуваната рибна заедница. Појдовните информациипо однос на составот на рибите во дадени реки можат да се стекнат од постојните Риболовни основи за нив, кои се објавени од страна на Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство во различни изданија на „Службен весник на Република Северна Македонија“ или сите на едно место, на следниов линк од Риболовната федерација на РСМ.:

[http://www.mrf1952.mk/informacii/osnovi/%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-2017-2022](http://www.mrf1952.mk/informacii/osnovi/%C3%91%C2%80%C3%90%C2%B8%C3%90%C2%B1%C3%90%C2%BE%C3%90)

Начин на колекционирање

За разлика од другите биолошки компоненти неопходни за мониторинг, колекционирањето на рибите подлежи на поголеми законски рестрикции и постапки, при што доколку не е потребно нивното жртвување (конзервирање, дискеција, екстракција на одделни органи или ткива за понатамошни согледувања), целно прегледаните животоспособни примероци е неопходно да бидат вратени во средината на колекционирање. Сходно на тоа, се применуваат начини на колекционирање штоедновремено овозможуваат максимална податливост на потребните параметри и одржување на животоспособноста на рибите.

Риболов со електрицитет (шокирање) во согласност состандардотМКС EN 14011:2009

Колекционирањето на овој начин се состои од електрориболов со уред (агрегат) којшто генерира еднонасочна струја што може да се нагодиво напонот (V- волти) и јачината (A- ампери) и којшто може да се носи на грб на операторот или да биде стациониран на брегот. Во вториот случај се потребни двајца оператори – еден кој ги контролира параметрите на струјата кај генераторот и друг кој активно лови (електрошокира) во водата. Операторите за овој начин на колекционирање е неопходно да имаат соодветна обука за работа и безбедност при работа со електрориболов и претходно искуство.

Риболовот со струја, според стандардот, се врши со одење низ реката спротиводно по должински трансекти на реките од 100м, за брзите планински, и 300м во литоралната зона за пониските и пошироки текови на реките. За последниве тоа може да се прави и од чамец.

Потребно е да се има предвид дека по јаки дождови, висока заматеност и ниски температури на водата (помали од 5 0С) риболовот не се изведува.

Електрориболовот на потесни и брзи водотеци со одење по реката (претежно пастрмски води) може да се изведува во текот на целиот ден, додека кај пошироките и побавни токови најцелисходно е тоа да биде во раните утрински или доцните попладневни часови од денот.

При електрориболовот, покрај операторот, неопходна е екипа од неколку помошници кои одат зад операторот (ако е со газење по реката) и дел од нив се опремени со рибни црпалки (кепчиња) за собирање на шокираните риби, а дел со садови (кофи) за одржување на рибите до нивната обработка на терен. Во случај кога не е можно целосно собирање на таквите примероци, се запишува само бројноста по видови на воочените риби. При електрориболов од чамец, бројот на помошници за црпење на рибите е помал,во согласност соголемината на чамецот.

Уловените примероци риба се ставаат во помали садови штоги носат други помошници кои одат зад првите помошници. Потоа рибите се префрлаат во садовите штосе на брегот за нивно одржување во жива состојба до нивното мерење и враќање во природната средина.

Риболов со покровна мрежа (сертме, сачма)

Овој начин на колекционирање се применува како дополнувањена електрориболовот, и тоа вопошироките и подлабоките делови од реките, каде што не е можно да се изведува електрориболов.

Риболов со стоечки мрежи

Ваквиот начин на земање примероци од рибната населба се употребува вошироки и споротечечки водотеци каде што се очекува дека претходно наведените два начини не се целисходно применливи.

Мрежите се поставуваат попречно на водотекот, на начин на којшто ќе обезбеди нивната стагнатност (опстојувањена местото на поставување) и ефикасност (улов). Периодот на нивната експозиција за улов е од самрак до зора.

Теренска обработка на примероците

Во согласност сопоставеноста за најдобро можно враќање на животоспособните риби по нивното колекционирање, најголем дел од потребните параметри (видот на рибата, должината, полот – доколку постои полов диморфизам кај одделни риби) се податливи за отчитување веднаш по или при самиот лов на рибите. Ова е особено применливо кај електрориболовот и покровните мрежи (сертме). Ова е од особена важност за автохтоните пастрмки како риби со споро темпо на раст.

Уловените примероци, врз основа на надворешните морфолошки обележја (“Handbook of European freshwater fishes” by M. Kottelat and J. Freyhof (2007)), се распределуваат по видови, се мери нивната тотална должина (mm), тежина (gr), се одредува полот (при постоење на полов диморфизам) и истите се запишуваат во протоколната листа на рибни параметри. Од репрезентативните примероци одразлични должински класи од секој вид на рибите се земаат крлушки (по пат на површинско стружење со нож или скалпел под грбната перка) зарадиопределување на возрастаисе складираат во кесички со херметичко затворање соодветно означени по однос на видот на рибата, локацијата и датумот на колекционирање. Одделни единки од рибите при нивното мерење и се фотографираат. Водата во садовите во кои се чуваат уловените примероци постојано се менува со свежа од самата река каде што се вршат теренските мерења, со што уловените примероци се одржуваат во живот. Животоспособните примероци потоа се враќаат во реката.

Статистички задоволителен репрезентативен број на примероци се одделува за нивна презервација (во 4% раствор на формалдехид или за замрзнување) со соодветна обележаност за понатамошнилабораториски иследувања. Исто така, во случај на сомнеж при одредувањето на видот (хибриди, многу сродни видови, млади единки, нови видови), таквите примероци се презервираат и се носат во лабораторија за понатамошна детерминација.

##### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА РИБИТЕ

Лабораториската обработка опфаќа видова детерминација на рибите чија видова припадност не била можна за определба на терен поради недоволно јасните морфолошки обележја, како и за единки од слабо познати и нови видови.

Колекционираните рибни крлушки се анализираат за определување на возраста во согласност со соодветните ихтиолошки методи. Потоа тие се складираат за нивна долготрајна понатамошна употреба.

Во зависност од потребите, дел од свежите примероци се дисекцираат за утврдување на половата зрелост, за издвојување одделни органи и ткива за понатамошни следења на присуството на одделни перзистентни загадувачки супстанции.

Сите податоци добиени на терен и во лабораторија се внесуваат во одделни пишани и електронски формати за понатамошна обработка и анализа во зависност од потребите. Дел од електронските формати треба да се во \*.xlsили \*.dbfформа, која лесно може да се вчита (пренесе) во базата на податоци креирана за таа намена, од каде што понатаму се изведуваат сите потребни пресметки и статистички анализи.

##### ИНДЕКС ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУСНА РЕКИТЕ ВРЗ ОСНОВА НА РИБИТЕ

Рибите како биолошка компонента ја имаат докажано својата соодветност како индикатори за нарушувања од страна на човекот од многу причини:

* Рибите се присутни во повеќето површински води;
* Идентификувањето на рибите е релативно лесно и нивната таксономија, еколошкитепобарувања и историјата на животот се генерално попознати отколку за видовите во другите биолошки компоненти;
* Рибите имаат сложени модели на миграција што ги прави чувствителни на прекините во миграциониот континуитет;
* Долготрајноста на многу видови риби овозможува проценките да бидат чувствителни на нарушувањапреку релативно долги временски периоди;
* Природната историја и чувствителноста на нарушувањата се добро познати за многу од видовите и нивните одговори на стресните фактори на животната средина често се познати;
* Рибите генерално зафаќаат високи трофични нивоа и со тоа ги интегрираат условите од пониските трофични нивоа. Покрај тоа, различни видови риби претставуваат различни трофични нивоа: омниворни, хербиворни, инсективорни, планктиворни и писциворни;
* Рибите зафаќаат различни живеалишта во реките: бентосни, пелагијални, реофилни, лимнофилниитн. Видовите имаат специфични побарувања за живеалишта и затоа покажуваат предвидливи одговори кон предизвикани измени во живеалиштата од страна на човекот;
* Забавениот раст и обновувањето на популацијата лесно се проценуваат и го одразуваат стресот;
* Рибите се вредни економски ресурси и се од интерес на јавноста. Користењето на рибите како индикатори даваат лесно и интуитивно разбирање на односите причини-последици за засегнатите страни надвор од научната заедница.

###### Индекс за проценка на еколошкиот статус врз основа на рибите

За оценка на еколошкиот статус врз основа на рибите како биолошки елемент е потребно одредување на модулот на општата деградација заснован врзквантитативниот индекс на биотски интегритет (ИБИмк).

Табела бр.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Биолошки елемент****на квалитет** | **Индекс** | **Оптеретување на кое укажува биолошкиот индекс**  | **Модул** |
| Риби | Квантитативен индекс на биотски интегритет (ИБИмк) | Општа деградација | Општа деградација |

Принципот на индексот на биотски интегритет (ИБИ, Кар 1981) се заснова на фактот дека рибните заедници реагираат на човечките измени на водните екосистеми напредвидлив и квантитабилен начин. IBI е алатка за квантифицирање на човековите притисоци со анализа на промените на структурата на рибните заедници. Оригиналниот IBI (Karr 1981) користи неколку компоненти на рибините заедници, на пр. таксономски состав, трофични нивоа, изобилство и здравје на рибите. Секоја компонента се квантифицира со метрика (на пр. пропорција на нетолерантни видови). Метрика е мерлива променлива или процес што претставува аспект на биолошката структура, функција, или друга компонента на рибната заедница и промените во вредноста на степенот на човековото влијание. Во зависност од основните биолошки хипотези, метриката може да се намали (на пример, број на чувствителни видови) или да се зголеми (на пример, број на толерантни видови) во зависност од интензитетот на човековите нарушувања.

###### Утврдување на припадноста на мерното место кон речен тип на водотек

Типовите на речен водотек се категоризираат во согласност соРамковната директива за води според следната табела:

Табела бр.8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категорија** | **Широчина** **м** | **Макс. длабочина****м** |
| Водотек од категорија 1 | < 5 | < 1 |
| Водотек од категорија 2 | > 5 | < 2 |
| Водотек од категорија 3 | < 30 | > 2 |
| Водотек од категорија 4 | 30 - 100 | > 2 |
| Водотек од категорија 5 | > 100 | > 2 |

###### Пресметка на квантитативниот македонски индексна биотски интегритет (ИБИмк)

Елементи за пресметување на квантитативниот македонски индекс на биотски интегритет (ИБИмк)

Индексот е мултиметриски исе пресметува врз основа на следните елементи на индексот:

* Релативна застапеност на инсективорни/инверзибилни видови;
* Релативна застапеност на фитофилни видови;
* Релативна застапеност на литофилни видови;
* Релативна застапеност на реофилни видови;
* Релативна застапеност на бентосни видови;
* Релативна застапеност на инвазивни и воведени видови;
* Симпсонов индекс на разновидност (диверзитет) и
* Изедначеност за реципрочниот индекс на разновидност на Симпсон.

За да може да се пресмета овој индекс, претходно е потребно:

* Да се детерминираат рибите до ниво на видови;
* Да се одреди вкупниот број на видови;
* Да се одреди релативната застапеност на одделни индикаторски таксономски семејства или родови во %;
* Да се одреди трофичкиот состав спрема исхраната, односно застапеностана омниворни и писциворни риби;
* Да се групираат видовите во категории на толерантност на животните услови (толерантни, резидентни речни видови, диадромни видови, недораснати миграторни видови, како и нови и воведени видови) и да се изрази нивната релативна застапеност (%).

а) Симпсонов индекс за разновидност и изедначеност за реципрочниот Симпсонов индекс на разновидност

Преку Симпсоновиот индекс, разновидноста на заедницата се искажува како веројатност дека две случајно колекционирани единки му припаѓаат на ист вид. Се пресметува според формулата (Krebs, 1999):

каде што:

D – Симпсоновиот индекс

p – учеството на i-тиот вид во заедницата,

додека реципрочниот Симпсонов индекс по формулата:

2

Симпсоновиот индекс поголема тежина полага на честите видови во мострите (пробите). Се движи во опсег од 0 до 1. Реципрочниот Симпсонов индекс се наоѓа во опсег од 0 до s (вкупниот број видови во мострата). Изедначеноста за реципрочниот Симпсонов индекс на разновидност се пресметува по формулата:

каде што:

E1/D= изедначеност за реципрочниот Симпсонов индекс,

D – Симпсоновиот индекс,

s – бројот на видовите во пробата.

Вредноста на E1/D варира во опсегот од 0 до 1 и не е под влијание на ретките видови во мострата.

Симпсоновиот индекс и индексот на изедначеност за реципрочниот Симпсонов индекс со теоретскиот максимум на тој индекс се пресметува за целата заедница.

б) Релативна застапеност на показателите/индексите

За потребите на пресметките на Релативна застапеност на показателите/индексите, потребна е изработка на податоци за типски автохтони заедници (ТАЗ) на риби за соодветните речни текови, еколошките особености на рибите (тип на исхрана, супстрат за мрестење, еколошките станишни припадности, типот на делот од водната колона на живеење, инвазивност), како и референтите вредности на ИБИмк за типските заедници. Секоја типска автохтона заедница на риби е составена од одреден број видови риби.

Сите вредности на анализираната мостра се ставаат во однос со вредностите на референтната мостра, односно со типската автохтона заедница и се изразуваат во децимален облик на скала од 0 до 1.

Пресметка на релативната застапеност на показателите/индексот:

Во случаи кога бројот на видови застапени во мострата е помал од 3, тогаш вредноста се проценува со квалитативна споредба со референтната мостра и вредноста на показателот се изразува со римски броеви. Во најголем број на случаи тоа се однесува на пастрмски води, така штозаедницата е истоветна со изворната ТАЗ, но матеметичката пресметка не е во целост можна бидејќи за пресметка на индексот на разновидност во заедницата се потребни најмалку три членови (видови). Во тој случај, состојбата се оценува како многу добра и тоа со оцена 1, ама за разлика од квантитативниот метод, се користи римскиот број еден (I).

Mакедонски индекс на биотски интегритет (ИБИмк) се пресметува како средна вредност од сите показатели/индекси.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ РИБИ ВО РЕКИ

Теренскиот протокол за колекционирање примероци (мостри) од риба во реки треба да ги содржи следниве информации:

* Фотографија од местото за земање мостри;
* Опис на станицата (местото) за земање мостри;
* Име на водотекот и најблиската населба;
* Код и име на водното тело;
* Код и име на мерната станица;
* Координати на мерната станица (географска ширина и должина);
* Подрачје на сливот; наклон, надморска височина;
* Датум и време на земањето мостри;
* Име на лицето кое зело мостра;
* Наведување дали е можно да се премери целата ширина на водотекот;
* Должина на трансектот (електрориболов).
* Абиотски услови/мерењана терен
* ниво на водата (високо, средно, ниско);
* проценет проток (m3/s) (низок, среден, висок);
* проценета брзина (m/s);
* заматеност (ведро, средно облачно, многу облачно);
* температура на водата и воздухот (°C);
* растворен кислород (mg / L);
* сатурација на кислород (%);
* кондуктивитет (спроводливост).
* Рибарски алати
* име на електроагрегатот и спецификации;
* тип на мрежата и големина на окцата;
* покровна површина на мрежата;
* должина на мрежата и големина на окцата.
* Риболов:
* почеток и крај на ловот;
* времетраење на земањето мостри;
* должина на трансектот (за електрориболов).
* Број на уловени риби;
* Број на уловени видови;
* Теренски список на видови со основни мерки и белешки (тотална должина(цм), тежина (г), пол, крлушки, болести и оштетувања);
* Другите опсервации што не се опфатени погоре се внесуваат во делот Белешки.

## Биолошки елементи за квалитет на езерата

### Фитопланктон

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА ЕЗЕРА ВРЗ ОСНОВА НА ФИТОПЛАНКТОН

Фитопланктонот е составен од алгални планктонски заедници штоја населуваат слободната водна маса на различни водни екосистеми, како што се морињата, езерата, барите, а понекогаш и споротечечките реки. Овие организми поседуваат механизми со помош на кои се приспособиле активно или пасивно да се одржуваат на површината на водата. Активното одржување е овозможено со помош на органели како што се флагелуми или цилии, додека, пак, пасивното најчесто е претставено со намалување на специфичната тежина со помош на гасни вакуоли, продолжетоци, израстоци и сл. Најчесто алгите го населуваат планктонот до одредена длабочина поради недостигот одсветлина во подлабоките слоеви на водата. Колку и кои заедници ќе бидат присутни зависи од голем број физичко-хемиски карактеристики на водата, како што се нејзината проѕирност, температурата, количеството растворени органски и неоргански материи и сл. При погодни услови, алгите се способни масовно да се размножуваат формирајќи „воден цвет“.

Во најголем број случаи, планктонските заедници не се константни во однос на времето и просторот. Покрај сезонските варијации, фитопланктонот може да има и варијации во текот на годините, особено во однос на застапеноста на видовите. Заедниците од година во година немаат точно време на појавување и поради тоа, појавата на одреден вид може силно да варира, така што доминантните видови не се секогаш исти. Средната густина на популациите во текот на сезоните може да варира во 6–9 ред на големини. Групата алги кои се означуваат како цијанобактерии или модрозелени алги (Cyanophyceae, Cyanobacteria, Cyanoprokaryota) е позната по својата способност да формираат масовен и, во некои случаи, и токсичен „воден цвет“. Сепак, во фитопланктонот се јавуваат и голем број други групи алги, како што се зелените, силикатните, златните, динофитите итн.

Фитопланктонот вклучува организми со широк спектар на големина и клеточен волумен, од најмали со дијаметар на клетка од 1 µm, до најголеми форми штосе видливи со голо око. Проценката на еколошкиот статус на езерата најчесто се засноваврзследните параметри: видов состав, застапеност на фитопланктонот (биомаса) и фреквенција и интензитет на водниотцвет.

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

##### Период на колекционирање

Колекционирањето примероци од фитопланктон во езерата се одвива во текот на еден ден, еднаш месечно почнувајќи од април до септември во тековната година. Периодот помеѓу две теренски кампањи треба да биде најмалку три недели.

##### Избор на место за колекционирање

Примероците за квалитативна и квантитативна анализа на фитопланктонот се колекционираат од чамец, од најдлабокиот дел на езерото.

##### Потребна опрема за колекционирање

За правилно колекционирање на фитопланктон од езерата, потребна е следната опрема:

* Чамец;
* GPS-уред;
* Длабиномер;
* Secchi диск;
* Опрема за навиткување јаже (чекрк);
* Опрема за интегрирано колекционирање композитен примерок вода;
* Опрема за длабинскоколекцинирање вода;
* Цевка за колекционирање во плитки езера;
* Планктонска мрежа со димензија на пори од 10 μm;
* Пластична канта со волумен од 10 L;
* Стаклени безбојни шишиња со широко грло и затворач (200-250 ml) за чување на примерокот;
* Пластични шишенца (до 100 ml) за чување квалитативен планктон колекциониран со планктонска мрежа;
* Преносен ладилник;
* Електронски инструмент за мерење на основните физичко-хемиски параметри на водата (рН, кондуктивност, температура, растворен кислород);
* Фотоапарат;
* Теренски протокол;
* Водоотпорен маркер;
* Гумени чизми;
* Заштитна и теренска опрема (мантил за дожд, јакна, теренски чевли, капа);
* Заштитни ракавици;
* Појас за спасување;
* Теренска торба за прва помош.

##### Методи на колекционирање

При секое колекционирање фитопланктон, секогаш е потребно да се земаат координатите со помош на GPS-уред, за даможеколекционирањето секогаш да се врши на исто место. Независно од тоа дали се колекционираат длабоки или плитки езера, прво би треба да се измерат температура на воздухот и водата, како и концентрацијатана растворен кислород во водниот столб на секој метар длабочина, сѐ до 1 m од дното. Кај длабоки езера, тоа е потребно да се направи до минимална длабочина од 30 m. Потоа во езера штосе стратифицирани, потребно е да се определи длабочината на еуфотичната зона. Длабочината на еуфотичната зона се пресметува така што Secchi длабочината се множи со коефициентот 2,5 (Zeu = Secchi длабочина x 2,5).

Во текот на колекцинирањето, опремата за колекционирање не смее да го допре дното на езерото, што би довело до контаминација на примерокот. Во таков случај колекционирањето се повторува, но на место подалеку од локацијата каде што е измешан седиментот.

Шишенцата за чување на примероците фитопланктон претходно се означуваат со водоотпорен маркер или со водоотпорни етикети со цел да се избегне замена на примероците. Водоотпорните етикети можат претходно да бидат испечатени со оставен празен простор за дополнителни податоци, коишто би се запишувале за време на теренското колекционирање. За пишување на етикетите на терен, неопходно е да се користат водоотпорни маркери. Шишенцата со примероците требаат да бидат транспортирани до лабораторија во темен, преносен ладилник на температура од 4-10 °C. Теренскиот протокол за колекционирање исто така треба да биде подготвен пред заминувањето на терен во класичен (хартиен) облик и во електронски облик (на пример, на таблет).

Примероците за дополнителните анализи на фитопланктон, како и примероците за останатите физичко-хемиски параметри (хлорофил А, хранителни материи итн.), треба да се земат од истиот измешан примерок од којшто е земен примерок фитопланктон. Тоа би значело дека собраниот волумен на композитниот примерок треба да биде доволно голем за сите потребни анализи.

###### Колекционирање примерок за квалитативна анализа

Примероците за квалитативна анализа се колекционираат со планктонска мрежа со обем на пори од 10 µm. Примерокот се зема од еднаква длабочина како и композитниотпримерок. Примерокот се зема на начин што планктонската мрежа се спушта до одредената длабочина и потоа полека и со еднаква брзина се повлекува кон површината. Примерокот штона тој начин се колекционирал во садот на дното од планктонската мрежа внимателно се претура во шишенце кое претходно е соодветно означено. Потоа планктонската мрежа се плакненеколкукратно со езерска вода за да се собере и заостанатиот примерок на внатрешната страна на мрежата и тојсе додава во шишенцето со примерокот. Доколку се користи планктонска мрежа со вентил на дното, тогаш мора да се внимава, во текот на колекционирањето и исплакнувањето,вентилот дабиде затворен. Шишенцето со примерокот се поставува во теренски ладилник и таму се чува за време на транспортот до лабораторија. Посекое колекционирање, планктонската мрежа мора добро да се измие со вода од езерото, а потоа во лабораторија со водоводна вода како би се намалила можноста за контаминација на следните примероци. Во случај една иста планктонска мрежа да се користи за колекционирање примероци од повеќе мерни места, потребно е на терен да се земе и чиста водоводна вода за да може уште на терен да се измие мрежата. Алтернативно е да се понесат повеќе планктонски мрежи штоби се користеле на секое мерно место.

Вака добиениот примерок фитопланктон се користи за подоцнежна идентификација на алгалните видови присутни во примерокот. Доколку се користат и за идентификација на дијатомеи, тогаш мрежата мора да биде со обем на пори од најмногу 10 µm. За Охридското Езеро, каде што застапеноста на фитопланктонот е ниска, а се јавуваат и видови со мали димензии, потребно е да се користи планктонска мрежа со обем на порите од 6 µm.

###### Колекционирање примерок за квантитативна анализа

Примерокот за квантитативна анализа на фитопланктонот е композитен примерок којшто е земен од целиот воден стоб со помош на посебна опрема за колекционирање. Во зависност од типот на езерото и неговата стратификација, прво се одбира начинот на колекционирање:

а) фаза на мешање на водата (нема стратификација на вода)

Во текот на фазата на мешање на водата во плитки езера, потребно е да се колекционира композитен примерок од целиот воден столб до длабочина од 1 m над дното од езерото. Во текот на фазата на мешање на водата во длабоки езера, потребно е да земе композитен примерок со длабочина најмногу до 20 m или до длабочина 1 m над днотона езерото.

 б) фаза на летна стагнација

Во текот на летната стагнација во полимиктични езера, односно езера со најголема длабочина до 10 m, колекционирањето на примерокот се протега до длабочина од 6 m или длабочина 1 m над дното на езерото. За колекционирање во стратифицирани (длабоки) езера со длабочина поголема од 10 m, постои разлика за колекционирање во зависност од турбидитетот (заматеноста) на езерото.

* Турбидни езера, кај кои длабочината на еуфотичната зона е помала од длабочината на епилимнионот, композитниот примерок се добива со колекционирање на целиот столб на епилимнион.
* Бистри езера, кај кои длабочината на еуфотичната зона е поголема од длабочината на епилимнионот, композитниот примерок се добива со колекционирање на целиот воден столб на еуфотичната зона.

###### Колекционирање примерок за квантитативна анализа со помош на интегриран собирач

Препорачан методза колекционирање фитопланктон за квантитативна анализа е со помош на интегриран собирач. Тоа е репрезентативен и, пред сѐ,најдобриот методза колекционирање фитопланктон бидејќи примерок од целиот воден столб се собира континуирано. На интегрираниот собирач се програмира длабочината на колекционирање и потоа со рачната единица се спушта нешто подлабоко од посакуваната длабочина. Електронскиот дел на собирачот го регулира собирањето вода во текот на спуштањето. Потоа целокупната вода од собирачот се испушта во пластична канта за да се избегне таложење во самиот собирач. Квантитативниот примерок од фитопланктон, како и другите примероци за останатите параметри, се земаод пластичната канта.

За да се колекционира композитен примерок од целиот воден столб, може да се користат и стандардни длабински (цевкасти) собирачи. Длабинскиот профил ќе биде покриен со земање на потпримероци во текот на целиот воден столб. Кога длабочината на колекционирање на композитниот примерок е однапред одредена да не преминува длабочина од 10 m (плитки или турбидни езера), оддалеченоста помеѓу пробите не смее да биде поголема од 1 m. Кога длабочината на колекционирање на композитниот примерок преминува 10 m (длабоки и бистри езера во кои еуфотичниот слој и/или епилимнионот надминуваат 10 m), тогаш оддалеченоста на пробите може да биде најмногу 2 m. Пробите собрани на различни длабочини треба да се измешаат во пластична канта со поклопец, запримерокот да биде заштитен од директни сончеви зраци или временски непогоди како што е дожд. Во зависност од бројот на пробите, вкупниот волумен мора да биде доволен за колекционирање на примерок за фитопланктон, како и за сите останати примероци за концентрација хранителни материи, хлорофил Аитн.

###### Колекционирање примерок за квантитативна анализа со помош на цевкаст собирач

За колекционирање композитен примерок со помош на цевкаст собирач е потребна силиконска цевка со минимален внатрешен обем од 2 cm, јаже, гумен чеп и тег (прстен направен од не’рѓосувачки челик на влезниот дел од цевката). Цевката на влезниот дел има прицврстен тег на којшто е поврзано јаже. Тегот овозможува вертикално да се постави цевката по должината на водниот столб. Колекционирањето на композитниот примерок се одвива така што цевката полека се спушта во вода со крајот на којшто е тегот. Кога цевката ќе се спушти на посакуваната длабочина, горниот крај на цевката се затвора, а долниот крај на цевката полека се повлекува кон површината со помош на јажето. Така собраниот примерок вода се пренесува во пластична канта. Оваа постапка може да повтори неколку пати доколку не е собран доволен волумен вода за колекционирање на сите примероци (фитопланктон, хлорофил *а*, хранителни материи итн).

По употребата, опремата мора убаво да измие со вода и пред нејзиното складирање и чување, мора добро да се исуши.

##### Конзервирање и чување на примероците

###### Конзервирање на примероците

Квалитативните примероци од фитопланктон се поставуваат во пластични шишенца со волумен од 100 ml. Овие примероци не се конзервираат на терен бидејќи ќе се користат за детерминација на видови од жив материјал. По завршената детерминација, примероците се конзервираат со 96% етил алкохол до конечна концентрација од 20%. Вака конзервирани примероци можат да се користат за подготовка на трајни препарати за детерминација на дијатомеи. Доколку е потребно да се зачува дел од примерокот заради потврда на детерминацијата на поединечнивидови, примерокот може да се конзервира и со формалин до конечна концентрација од 4%.

Композитните примероци се чуваат во стаклени шишенца со широко грло со волумен од 200-250 ml. Тиесе фиксираат со Луголов раствор. Кисел Луголов раствор се користи кога epH <7, а базна кога epH>7. Стандардно, примероците се конзервираат со Луголов раствор во однос 5 ml раствор на 1 L примерок. Се препoрачува да не се користи повеќе од 2 ml Луголов раствор на 1 L примерок за мезотрофни и особено за олиготрофни езера, бидејќи поголема количина на растворот ја менува структурата на алгите, со што се отежнува нивната детерминација. Генерално, се следи правилото конечната боја на конзервираниот примерок да биде боја на коњак. Потребно е да се напомене дека Луголовиот раствор е фотолабилен и поради тоа шишенцата со примероците мораат да се чуваат на темно. Користењето на шишенца со затемнето стакло е отежнато бидејќи не може јасно да се воочи бојата на конзервираниот примерок.

###### Чување на примероците

Квалитативните примероци, односно живите примероци мораат да се чуваат на темно, на температура од 4 до 10 оС. Примероците штосе колекционирани од езера со висока температура треба постепено да оладат за да не дојде до оштетување на клетките. Анализата на живите примероци мора да се спроведе во тек на 36 часа, а најдобро е да се прегледаат во тек на 24 часа.

Конзервираните примероци со Луголов раствор се чуваат на темно на температура од 4 до 8 оС, освен ако не се анализираат во тек на три недели, кога можат да бидат чувани и на темно на собна температура. Нивото на примерок во шишенцето потребно е да биде означено со водоотпорен маркер за да се знае дали дел од примерокот е испарен, што е многу битно за подоцнежното пресметување на бројот на клетки во фитопланктонот. Генерално, конзервираните примероци можат да се чуваат на темно на температура од 4 до 8 оС максимално една година. За подолготрајно чување, се препорачува конзервирање со формалин.

##### Означување и етикетирање на примероците

Шишенцата со примероците фитопланктон мора да имаат етикета на која ќе бидат напишани следните податоци:

* Каталошки број или шифра на примерокот;
* Назив на езерото или
* Назив на водното тело;
* Назив и шифра на мерното место
* Датум на колекционирање;
* Длабочина на колекционирање.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА

##### Опрема потребна за микроскопирање на примероци од фитопланктон

За микроскопирање на примероци од фитопланктон, потребна е следната лабораториска опрема:

* Инверзен микроскоп со Nomarski DIC и/или фазен контраст којшто содржи кондензор со голема работна далечина и нумеричка апаратура >0.5; окулари 10х или 15х од кои еден има окуларен микрометар во случај мерењето да не се врши со помош на компјутерски програм; објективи 10х, 20х, 40х, 60х и 100х, со Nomarski DIC и/или фазен контраст.
* Комори за седиментација по Utermöhl со цилиндри од 10, 50 и 100 ml и обем од 25 mm;
* Дигитална камера поврзана со компјутер;
* Стаклени капалки, стаклени чаши, шишињаза дестилирана вода;
* Предметни и покровни стакленца;
* Имерзионо масло;
* Лабораториски протокол.

Целата опрема мора да биде калибрирана за одредени волумени на садови за седиментација, големина на коморите и сите зголемувања на кои ќе се одредува бројноста на фитопланктонот.

##### Квалитативна анализа на примероци од фитопланктон

Квалитативната анализа опфаќа одредување на квалитативниотсостав на фитопланктонот, односно детерминација на видовите и оценка на релативната бројност. За таа цел се користи живиот примерок на фитопланктон. За одредување на квалитативниот состав, може да се користи инверзен или класичен светлосен микроскоп со објективи од 10x, 20x, 40x, 60x и 100x со Nomarski DICи/или фазен контраст. Анализата, бидејќи се прави на жив примерок, потребно е да се направи во тек на 24 часа, а во исклучителни случаи може и во тек на 36 часа. Во тек на детерминација на секој вид се доделува релативна бројност од 1 до 5 според скалата дадена на Табела 9.

Табела 9. Скала за оценка на релативната бројност на видовите во фитопланктонот

|  |  |
| --- | --- |
| **Релативна бројност** | **Опис** |
| 1 | Повремен вид |
| 2 | Редок вид |
| 3 | Умерено присутен вид |
| 4 | Броен вид |
| 5 | Масовно застапен вид |

##### Квантитативна анализа на примероци од фитопланктон

 Постапката за квантитативна анализа, односно одредување на бројноста на фитопланктонот вклучува регистрирање на воочените видови и нивниот број на позната површина на комората за броење. Кога се познати површината и волуменот на целата комора, се пресметува концентрација на секој поединечен вид, односно број на клетки на литар. Понатаму, квантитативната анализа вклучува и мерење на големината на секој поединечен вид и пресметување на нивниот биоволумен и биомаска, која за позната површина и волумен на целата комора се пресметува во концентрација(mg L-1).

##### Подготовка на примерок за анализа

Пред да се започне со анализата, примероците се вадат од ладилникот и сеоставаат на собна температура да се загреат. Со текот на чувањето на примерокот, суспендираните честици се наталожуваат на дното, при што може да дојде до агрегација на алгите или нивна атхезија за суспендираните честици, или на други алги. Затоа е потребна ресуспензија која се постигнува со нежно протресување на примерокот. Тоа може да се направи рачно или механички. Рачната хомогенизација мора секогаш да се прави на ист начин за да се намали стандардната грешка. Се препорачувада се врши хомогенизација на примерокот со комбинација на хоризонтално тркалање и вертикално промешување. Бројот на мешања мора да биде јасно дефиниран и идентичен за сите примероци.

##### Подготовка на потпримерок за анализа и полнење на седиментациска комора

Похомогениизацијата на примерокот, комората се полни со излевање на одреден волумен во седиментациската колона или во цилиндарот за седиментација. Правилното полнење на комората е исклучително важно бидејќи влијае врз крајната распределба на честиците во комората. Случајната распределба на честиците во комората овозможува воедначено броење, односно овозможува точност. Комората се полни со директно излевање на хомогенизираниот примерок од шишенцето. Точниот волумен на примерок којшто се таложи зависи од густината на алгите во примерокот. За олиготрофни езера, најчесто е потребно да се исталожи и до 100 ml од примерокот. Кога во примерокот е присутна голема количина на суспендирани честици, потребно е да се разреди хомогенизираниот примерок. Разредувањето се прави на начин што со автоматска или стаклена пипета се зема одреден волумен од примерокот и потоа се поставува во седиментациската комора. Остатокот од цилиндарот се полни до врвот со филтрирана водоводна вода во која е додадена приближноеднаква концентрација од Луголовиот раствор како и во примерокот. Се препорачува помалите волумени примерок (2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml и 25 ml) да се исталожуваат во цилиндри од 50 ml, за да се добие рамномерна распределба на честиците во седиментациската комора. За оптимално полнење на седиментациската комора потребно е целиот користен прибор да биде поставен на собна температура.

Комората се поставува на вертикална подлога и се полни со примерокот во еден потег така штона површината на седиментациската комора да не остане воздух, по што се поклопува со покровно стакло и притоа мора да се избегне формирање меурчиња воздух. Седиментацијата се одвива на темно, на цврста вертикална подлога во времетраење во зависност од количината на примерокот (Табела 10).

Табела 10. Време на седиментација на хомогенизирани примероци конзервирани со Луголов раствор

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Волумен на седиментациска комора (mлL)** | **Висина на цилиндер****(cm)** | **Време потребно за седиментација (h)** |
| 2 | 1 | 3 |
| 10 | 2 | 8 |
| 25 | 5 | 12 |
| 50 | 10 | 24 |
| 100 | 20 | 48 |

Важно е да се напомене дека при предолгото седиментирање, се формираат меурчиња воздух коишто го отежнуваат процесот на микроскопија. Доколку во примерокот се присутни видови коишто поради својата структура не се таложат (на пример, цијанобактерии/модрозелени алги со гасни вакуоли), тогаш во примерокот може да се додадат 5 до 10 капки ледена оцетна киселина пред хомогенизацијата. Откако седиментацијата на примерокот е завршена, седиментацискиот цилиндар се отстранува со помош на квадратно стакло и на тој начин се затвора комората. При постапката на затворање, мора да се избегнува формирање меурчиња воздух.

Кога комората е затворена, тогаш е подготвена за микроскопирање. Притоа треба да се внимава комората да се пренесе до микроскопот без вибрации за да не дојде до придвижување на наталожените честици.

##### Микроскопирање примерок за квантитативна анализа

Изборот на начинот на броење зависи од густината на алги во примерокот. Стратегиите за броење можат да бидат следните:

 а) броење во рамки на пробните полиња – независно од зголемувањето, се бројат алгите во пробните полиња коишто можат да бидат видно поле или поле на окуларната мрежа (Слика 2а);

 б) броење во рамки на трансектот – независно од зголемувањето, се бројат алги во трансект, во ширина на видното поле или на окуларната мрежа (Слика 2б);

 в) броење во рамки на целата комора – на зголемување од 100х се прегледува пола или цела комора, при што се бројат видовите со големи димензии (Слика 2в).

 Квантитативната анализа, односно броењето на клетките, опфаќа три чекори:

1. На зголемување од 400х, со користење пробни полиња или трансекти треба да се пребројат видовите со мали димензии. Потребно е да се пребројат толку видни полиња или трансекти за да се избројат најмалку 400 единки (клетки, ценобии, колонии или филаменти);
2. На зголемување од 200х, се пребројуваат 1-4 трансекти за да се пребројат средноголеми видови штосе премали за броење на мало зголемување, а се преголеми да може квалитетно да се прегледаат преку пробните полиња на големо зголемување;
3. На мало зголемување од 100х, треба да се преброи пола или цела комора за да се пребројат големите видови. Комората треба да се прегледа со детална низаодхоризонтални трасекти и да се пребројат видовите со големи димензии, големи колонии или филаментозни видови, како и ретките видови.

При броење на алгите со методот на случајни полиња, мора да се има доследен пристап во одлучување која од клетките поставена на работ на окуларната мрежа ќе се брои. Се препорачува клетките, колониите и филаментите кои преминуваат или се сечат со горниот раб и левата страна на мрежата да не се бројат, додека оние објекти штого преминуваат дното и десната страна на окуларната мрежа се бројат. Во случај кога видното поле претставува пробно поле, тогаш клетките, колониите или филаментите штосе сечат со работ на левата половина не се бројат, асе бројат оние објекти штого преминуваат работ на десната половина на видното поле.

##### Стратегија на броење

а) Броењето алги во случајно избрани пробни полиња е соодветно за броење на видови со мали и средни димензии во примероци со голема густина;

б) броење алги во трансект е соодветно за броење на видови со мали и средни димензии во примероци со средна густина;

в) броење алги во цела комора е соодветно за броење видови со мали и средни димензии во примероци со мала густина и за броење видови со големи димензии без ограничување на нивната густина во примерокот.

Слика 8. Методна броење случајно одбрани пробни полиња (а); трансект (б) и цела комора (в) според Breirley и сор. (2007)

Препораки за броење алги:

* Колониите од родот *Microcystis*се се бројат во целата комора или во трансект, додека поединечните клетки од истиот род (тиесе присутни доколку колониите се распаднати) се бројат по методот на случаен избор на полиња.
* Видовитекај кои е присутна голема варијабилност во големина на клетките можат да се поделат во големински категории, на пример кај Bacillariophyceae <8 μm, 8-14 μm, 14-20 μm, >20 μm.
* Броењето кај колонијални и кончести облици опфаќа пребројување на сите клетки во целата колонија, односно филамент. Доколку колонијата е изразено голема или, пак, клетките во колонијата се многу мали, тогаш пребројувањето се врши на најмалку 30 помали сегменти и се пресметува средна вредност на бројот на клетките во однос на просечната големина на сегментот. Со помош на така добиена вредност на бројот на клетките, се прави проценка на односот на мерната единица и големината на колонијата. Кај облици чиј филамент создава спирални конци (на пр. *Ananbaena* spp.), се брои среден број клетки по навој и се проценува број на навои по филамент. Множењето на тие два броја ќе го даде проценетиот број клетки по филамент. И покрај информацијата за бројот на клетките во поединечните колонии, филаменти, кога се применува правилото кое се однесува на броење на најмалку 400 единки, тогаш колонијата или филаментот се означуваат како една единица.
* Празните силикатни клетки од дијатомеи не се бројат, додека празните лорики на видови како *Dinobryon*spp. се бројат, бидејќи најчесто поради додавањето конзерванс во примерокот, самата клетка испаднала од лориката.

##### Чистење дијатомејски примерок и изработка на трајни препарати

За одредување на дијатомеи во примерокот од фитопланктон, потребно е да се подготват трајни препарати според постапката која е детално опишана во поглавјата 3.2.2.2. Чистење на дијатомејскиот примерок и 3.2.2.3. Подготовка на трајни препарати

##### Микроскопирање на примерокот и квантитативна анализа на дијатомеи

Поголемиот број дијатомеи е многу тешко да се детерминираат во тек на квалитативната анализа на примерок од фитопланктон, особено на зголемувања од 100х, 200х или 400х, па поради тоа тие се бројат описно или по големински категории. За секој поединечен вид или описна категорија (на пример, мали центрици, средни центрици, тенки *Fragilaria*итн) ќе се одредат уделите на поединечните видови на траен препарат на зголемување од 1000х. Уделите се добиваат на тој начин што се одредуваат видовите во рамки на 50 случајно преброени алги. Конечниот број на клетки во рамки на поединечните видови се добива така што добиените удели се применуваат на изброената вредност на должинската или описната категорија.

##### Пресметување на бројот на клетките

 Бројот на преброени клетки потребно е да се пресметаат како број на клетки на литар (бр.кл.L-1). Тоа се пресметува со помош на следната формула

N=x η

Каде што:

N – број на клетки на литар (бр. L-1)

x – вкупен број на сите преброени клетки, ценобии, колонии или филаменти по пробни полиња, трансекти или комора

η – коефициент

Кофициентот (η) се пресметува по следната формула:

Каде што:

η – е коефициент

Pk – е површина на коморатаизразена во mm2 или во проценти (100 %)

Px – е површина на трансект или сите пробни полиња изразена во mm2 или во проценти (x %)

Vs – е волумен од потпримерокот којшто се седиментира во ml.

##### Пресметување биомаса на фитопланктон

Бројноста на изброените клетки во фитопланктонот не ја одразува реалната застапеност на дадениот вид во вкупната биомаса на фитопланктонот. Неколку преброени големи клетки или единици (ценобии, колонии, филаменти) можат позначително да придонесат во вкупната биомаса во однос на многу ситни клетки. Поради тоа биомасата е порелевантна мерка во однос на бројноста на фитопланктонот при оценка на еколошката состојба, па поради тоа е битно таа точно да биде пресметана.

Секој вид во фитопланктонот се опишува со најслично (по можност едноставно) геометриско тело. Ако не е можно некој вид да се опише со едноставно геометриско тело, тогаш се користат комбинација од геометриски тела или нивни делови. Во повеќето случаи, определувањето на геометриското тело мора да биде базирано на една клетка, но кај колонијалните видови, каде што обликот на поединечната клетка е тешко препознатлив, може да се користи геометриско тело за целата колонија. Пописот на геометриските тела со формулите за пресметување на нивните волумени, пописот на алгите со соодветните геометриски тела, како и факторите за пресметување на трета димензија која често не е видлива се дадени во стандардот EN 16695 – Water quality – Guidance on the estimation of phytoplankton biovolume.

Потребните димензии (радиус, висина, должина, ширина) на соодветното геометриско тело треба да се измерат за секој вид. Потребно е да се измерат околу 20 единки од ист вид за да се осигури дека стандардната грешка е помала од 10%. Ако варијабилноста на даден вид е мала, тогаш можат да измерат и само 5-10 клетки. Исто така, ако во примерокот има само неколку клетки од даден вид, тогаш може да се измерат и помалку клетки. Мерењето на клетките бара многу време, па поради тоа во мониторинг можат да се користат средни вредности на клетките пресметани со сопствени мерења во текот на минатите години при истражувањата на истото подрачје. Во текот на оваа постапка, потребно е повремено да се проверуваат димензиите на клетките дали одговараат на моменталните средни вредности.

Мерењето се спроведува со помош на окуларен микрометар или со помош на дигитална камера и соодветен софтвер. Мерењето се одвива во текот на броењето на клетките на големо зголемување со цел да се постигне поголема прецизност. Окуларниот микрометар или дигиталната камера морада бидат соодветно калибрирани со помош на објективна скала на препарат, и тоа за секој окулар посебно.

Врзоснова на пресметките на волуменот на соодветните геометриски тела на алгите се добива волумен којшто се нарекува биоволумен и се изразува како mm3L-1. Со претпоставка дека густината на алгите е еднаква на густината на водата (1 gcm-3), биомасата се претвора од биоволумен на следниот начин

1 mm3L-1 = 1 cm3m3 = 1 mgL-1

1 mm3m3 = 106µm3L-1 = 1 µgL-1

Вкупната биомаса на поединечните видови се пресметува така што пресметаната биомаса на клетката се множи со бројот на клетки. Вкупната биомаса на фитопланктонот е збир на сите биомаси на утврдените видови.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ФИТОПЛАНКТОН ВО ЕЗЕРА

Теренскиот протокол за колекционирање фитопланктон се пополнува на терен и мора да ги содржи следните податоци:

* број на протокол, односно каталошкиот број на примерокот;
* име на личноста која го врши колекционирањето;
* име на езерото;
* код, односно име на водното тело;
* код или име на мерното место;
* координати на мерното место (географска ширина и должина);
* време и датумна колекционирање;
* длабочина од која се колекционира;
* начин на колекционирање (интегрирано, по длабочина, со помош на цевка);
* дел штосе колекционира (еуфотична зона, епилимнион, цел воден столб);
* длабочина на епилимнион;
* проѕирност (Secchi длабочина);
* длабочина на еуфотична зона;
* начин на конзервирање;
* вредност на температурата на водата, концентрација и заситеност со кислород измерена од површината до длабочината на колекционирање;
* попис на земени проби (квалитативна и квантитативна анализа);

останатите забележани појави да бидат внесени во Напомена.

### Фитобентос

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА ЕЗЕРА ВРЗ ОСНОВА НА ФИТОБЕНТОС

Макрофитите и фитобентосот формираат еден биолошки елемент којшто треба да се анализира во слатководните водни тела. Но, во многу европски земји тиесе работат како посебни елементи. Иако постојат голем број студии за употреба на фитобентосот за мониторинг на реките, за неговата употреба во езера постојат многу помал број податоци. Фитобентосот се анализира од аспект на видов состав и застапеност на поединечните видови. Најголем број податоци се однесуваат на дијатомеите и нивни индекси и трансфер-функции. Методи за проценка на биомасата во фитопланктонот не се користат бидејќи неколку студии покажале дека биомасата на фитобентосот не корелира добро со нивото на хранителни материи поради влијанијата како што се исхрана од зообентос, компетиција со фитопланктон итн. Студиите на фитобентосот се базираат врзниза различни методи и покажуваат дека фитобентосот е релевантен за рутински мониторинг.

Фитобентосот во езерата има неколку предности, како што се: лесно се колекционира со стандардни методи; предвидливо реагира на промени во животната средина; составен е од примарни продуценти коишто први реагираат на промените во животната средина; има генерациско време од неколку саати до неколку дена; времето на одговор кон промените се брзи, но исто така и времето на опоравување е кратко; повторното населување е многу побрзо во однос на останатите заедници; сочинува голем број видови штосе соодветни за статистички анализи; видовите имаатпознати граници на толеранција или осетливост кон специфични услови во животната средина итн.

Во фитобентосот, како особено добри индикатори како на долгорочни така и на краткорочни промени во животната средина, се дијатомеите. Методите за оценка на еколошкиот статус на езерата базирани на дијатомеите даваат добри и прецизни информации за еколошката состојба. Сепак, за употреба на дијатомеите во проценката на еколошкиот статус, потребно е да се има добро познавање на таксономијата на видовите и да се користат стандардни методи и точно да се спроведуваат.

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

##### Период на колекционирање

Генерално, диверзитетот на дијатомеите варира од сезона до сезона, и варијабилност може да постои и помеѓу различните супстрати. Исто така и продукцијата на дијатомеи е варијабилна во текот на сезоните. Поинтензивен раст на дијатомеи во планктонот најчесто се забележува во текот на пролетта и, со нешто послаб интензитет, во текот на доцната есен. Иако бентосните дијатомеи се помалку истражени, сепак слична шема може да се забележи со максимален раст на дијатомеите во текот на пролетта и есента и поголема застапеност на зелените и модрозелените алги во текот на летните месеци. Повеќе студии укажуваат дека не постојат значителни разлики во составот на дијатомеите во олиготрофни езера, додека разликитесе поизразени во еутрофни. Сезонските ефекти можат да се забележат преку влијание на засенчувањето од фитопланктон, макрофити и емерзна вегетација. Засенчувањето може да доведе до намалување на густината на дијатомејските клетки, а кога листовите од макрофитите ќе паднат на дното и ќе го покријат супстратот, предизвикуваат поизразено засенчување.

Поради овие природни сезонски и сукцесивни промени, се препорачува да се колекционира материјал во текот на пролетта или во текот на рана есен. Сепак, доколку се прават споредби меѓу различни езера, важно е тие да се прават само на примероци кои се колекционирани во иста сезона со цел да се минимизираат ваквите ефекти. Но, со цел добро да се карактеризира фитобентосот, потребно е да се колекционираат примероци во различни сезони. Според тоа, препорачливо е да се колекционира двапати годишно во текот на тригодишниот извештаен период.

##### Избор и големина на место на колекционирање

Како место за колекционирање се избира незасенчен дел од 100 m, којшто содржи соодветен супстрат за колекционирање. Потоа, како репрезентативен се избира пократок делод околу 10 m во должина, но може да се изберат и подолги сегменти во зависност од физичката униформност на мерното место и достапноста на соодветен супстрат. При изборот на мерното место, треба да се избегнуваат места со доток или истек на вода. Колекционирањето се врши на длабочина до 60 cm при стабилен водостој, што би значело да најмалку четири недели нивото на водата мора да биде стабилно за да се воспостави оптимална колонизација на алгите. Промени во квалитативната застапеност на алгите често може да се забележи и макроскопски (со голо око) преку промена на бојата и текстурата на самиот супстрат.

Детален опис на мерното место (локација со GPS, должина на сегментот, типот на супстратот, процент на покриеност со макрофити, засенченост) е потребен особено при првото колекционирање. Исто така е препорачано да се направии фотографија на мерното место. Овие информации понатаму ќе служат како помош при интерпретација на резултатите и, исто така, за идните колеги кои ќе колекционираат полесно да ја најдат локацијата. Во текот на следните посети на мерното место, забелешките можат да се однесуваат само на главните промени кои настанале од претходната посета или се направила некоја промена во протоколот на колекционирање.

##### Потребна опрема за колекционирање

Потребната опрема за колекционирање ги содржи следните елементи:

* теренски протокол (во испечатена или дигитална форма);
* длабоки чизми;
* заштитна опрема (мантил за дожд, јакна, теренски обувки, капа);
* гумени ракавици (мали и долги);
* теренска торбичка со прва помош;
* четка за заби;
* нож или сличен инструмент;
* пластичен сад (со приближна големина од 30 cm × 20 cm или поголем);
* флакони (шишенца) за колекционирање на материјалот со широк отвор и волумен од минимум 50 ml;
* конзерванс;
* перманентен маркер (доколку се користат етикети, тогаш тие би требало да бидат отпорни на вода);
* теренски ладилник;
* електронски уред за мерење на основните физичко-хемиски параметри, како што се pH, кондуктивност, растворен кислород и температура;
* GPS-уред.

##### Начин на колекционирање

Примероците се колекционираат од супстрат штое постојано потопен во вода. Во основа колекционирањето се врши по принципот „колекционирање на едно микроживеалиште“. Се колекционира од цврст супстрат, односно пет камења од различни места на локалитетот. Во случај на мерното место да нема репрезентативен супстрат, односно камења, тогаш се колекционира алтернативно микроживеалиште, како што е емерзна вегетација. Во ваков случај се колекционираат пет дела од различни растенија со должина од 10 cm кои биле постојано потопени во вода.

Најдобар супстрат за колекционирање на примероци фитобентос од езера е камен со димензии од 6 до 20 cm. Примерокот се собира од најмалку пет камења кои морада бидат потопени минимум четири недели за да се соберепотполно развиен биофилм. Доколку на местото на колекционирање нема камења со дадените димензии, тогаш може да се собира материјал и од поголеми камења (> 20 cm) или од десет помали камења со димензии од 2 до 6 cm.

Камењата се ставаат во пластичен сад (со приближна големина од 30 cm × 20 cm или поголем) со околу 50 ml вода, а биофилмот со помош на четка или нож се плакнево садот. Постапката се повторува на сите камења. Похомогенизацијата, добиениот примерок се префрлува во шишенцето и се фиксира.

Доколку отсуствуваат камења, се колекционира од емерзни растенија, при што се собира само делови од растението кои се трајно потопени во водата и не се во допир со дното на езерото. Примерокот од растенијата се колекционира со сечење на пет индивидуи на висина на водена површина и на најнискиот дел. Деловите од растенијата кои не биле целосно потопени се отстрануваат. Потоа може да се иструга со помош на четкичкаили со нож во пластичен сад со околу 50 ml вода. Похомогенизацијата, добиениот примерок се префрлува во шишенцето и се фиксира. Постои и можност собраните растенија да се стават или во пластична кеса, или во шишенца за чување на примерокот, а потоа во лабораторија да се спроведе истата постапка како на терен.

При колекционирањето на фитобентос, на мерното место потребно е да се измери и температурата на водата, рН, кондуктивноста, концентрацијата на растворен кислород и степенот на заситеност со кислород. Овие податоци се внесуваат во теренскиот водич.

Треба да се има предвид дека,доколку се користи четкичказа заби за колекционирање на фитобентос, тогаш таа е потребно добро да се исчисти за да ненастанеконтаминација.

##### Конзервирање и чување на примероците

Со цел да се спречи делбата на клетките на дијатомеите, како и декомпозиција на органската материја, може да се додаваат различни конзерванси. Доколку примерокот се процесира во тек на неколку часаод моментот на собирање, тогаш не е потребно да се додаваат конзерванси. Во тој случај, потребно е да се преземат чекори за минимизирање на клеточната делба, како што е чување во темен и ладен простор (теренски ладилник). За краткотрајно чување на материјалите може да се користи Луголов раствор, но за подолготрајно чување тојне се препорачува. Најчесто препорачани конзерванси за долготрајно чување на материјалот се 1-4 % формалин (формалдехид) и 70% етанол. Исто така, примероците можат да се чуваат и без конзерванси, но во замрзната состојба.

##### Означување и етикетирање на примероците

Колекционираниот материјал се означува со етикета на која се поставени сите податоци релевантни за примерокот. Етикетата мора да ги содржи следните податоци: 1) каталошки број на примерокот; 2) име на езерото; 3) име и шифра на мерното место; 5) супстратот штое колекциониран; 6) датум на колекционирање.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА ПРИМЕРОКОТ

##### Потребна опрема за лабораториска обработка

За правилно и ефикасно спроведување на постапката за чистење (согорување) на дијатомејскиот примерок, потребно е опремата и лабораториските материјали да бидат однапред подготвени. За чистење на примерокот се користат:

* Стаклени епрувети (cca 15 ml);
* Метален држач за епрувети;
* Водена бања или електрична плоча;
* Центрифуга;
* Лабораториска вага;
* Садови со дестилирана вода;
* Пластични капалки со дестилирана вода;
* Пластични епрувети за чување на прочистениот примерок;
* Автоматски пипети;
* Пластични пипети;
* Предметни стакленца;
* Покровни стакленца;
* Перманенти маркери;
* Хоризонтална метална масичка;
* Грејач или пламеник;
* Жилет или нож;
* Впивачка хартија.

##### Чистење на дијатомејскиот примерок

Подготовката на трајни препарати може да се врши од жив или конзервиран примерок. Доколку за изработка на препаратите се користи конзервиран материјал, примероците се исплакнуваат со дестилирана вода со цел да се отстрани формалинот. Плакнењето се изведува на следниот начин: се зема 1,0-1,5 ml од примерокот и се поставува во стаклена епрувета и се додава 10 mлдестилирана вода, по што се центрифугира 2–5 минути на 2000 вртежи/мин. Добиениот супернатант се декантира и повторно се додава 10 ml дестилирана вода. Оваа постапка се повторува трипати. При последното центрифугирање се отстранува супернатантот, а добиениот талог понатаму се користи за согорување (чистење) на примерокот за дијатомеи.

За чистење на собраните примероци можат да се користат низа методи. Сепак, од долгогодишно искуство, во повеќе лаборатории се предлага методотна чистење со помош на 37% HCl и презаситен раствор на калиум пермангант KMnO4. За таа цел, потребно да се има центифугални епрувети (15–20 ml), во кои се поставува околу 0,5–1 ml од собраниот материјал. Потоа се додава калиум перманганат KMnO4, околу 1,5–2 ml. Вака подготвениот материјал се остава преку ноќ (24h), по што се додаваат 3-4 ml калиум перманганат. Епруветките се поставуваат на водено купатило на температура околу 95оС за време од 30–45 минути (до обезбојување на супернатантот). Потоа во епруветите се додава дестилирана вода до определено ниво (околу 10 ml) и истите се центрифугираат на 2000 вртежи/мин за време од 7–10 минути. Супернатантот се отстранува и талогот неколкукратно се исплакнува со дестилирана вода. По постигнувањето на скоро неутрална рН, супернатантот се декантира и се додава дестилирана вода.

##### Подготовка на трајни препарати

Од добиената дијатомејска суспензија се капнуваат на покровно стакленце неколку капки. Со цел да има подобра дистрибуција на дијатомејските валви и фрустули, може претходно на покровното стакленце да се додаде дестилирана вода со висок менискус, по што се додаваат неколку капки од дијатомејската суспензија. Вака приготвеното стакленце со материјал се остава на воздушно испарување (околу 24h). Наредниот ден на предметно стакленце се поставува една капка смола Naphrax, односно медиум за вклопување (вештачка смола со висок индекс на рефракција) и потоа покровното стакленце, кое е комплетно исушено, се превртува и се поставува на капката од смола. Вака поставените стакленца се загреваат на хоризонтална метална масичка или грејач (грејно тело со рамна површина) додека смолата не зоврие слабо. Потоа препаратот се поставува на рамна подлога и покровното стакленце нежно се притиска со цел да се отстранат меурчињата воздух. По ладењето на препаратот се врши отстранување на вишокот смола со помош на остар предмет (нож или жилет) и препаратот се пребришува со помош на впивачка хартија. Вака добиениот препарат е траен и се обележува со етикети на кои се поставени најважните информации за материјалот, како што се: локалитет, мерно место, тип на супстрат, време на собирање на материјалот, тип на смола, каталошко бројче (кое би требало да биде идентично со каталошкиот број на материјалот). По потреба може да се додаваат и други информации, како што се времето на согорување, длабочината на која е собран материјалот итн. Вака подготвениот препарат е подготвен за набљудување со помош на олеоимерзиона техника на светлосен микроскоп.

##### Микроскопирање, детерминација и квантификација на дијатомеи

Подготвените препарати се набљудуваат со помош на светлосен микроскоп опремен со високо зголемување (100х) и со олеоимерзиони леќи*.* Употребата на фазен контраст или диференцијална интерференца (NomarskiDIC) е исто така препорачана. Потребно е микроскопот да биде опремен и со средство за мерење (како што е на пример окуларна скала). Опрема за фотомикроскопија или видео е многу корисно да се поседува бидејќи некои од видовите кои се тешки за идентификација можат подоцна да се анализираат. Ваквата опрема може да помогне и во определување на други морфометрички карактеристики, како што се густина на стриите или ареолите.

Потребно е да се има и опрема за запишување и чување на податоците. Всушност, ова може да биде проформа-табела со листа на имиња на видови и простор каде што би се внесувале бројките од броењето на видовите. Ова може да биде одредена тетратка организирана на тој начин што идентитетот на набљудуваните валви и бројките можеда бидат јасно запишани. Сепак се смета дека подобар приод е со употреба на компјутерски програми со директно внесување на податоците. Дизајнот на табелите или програмите мора да ги земе предвид потребите на контролата на квалитет штосе во употреба.

Одделни видови дијатомеи или видови комплекси се релативно тешки за идентификација, па поради тоа е потребно да се има и опрема за верификација на идентитетот на видови кои тешко се идентификуваат. Оваа опрема може да биде во неколку форми: цртежи, микрофотографии со висока резолуција или, пак, направени снимки од видео. Сепак, исто така е многу корисно да се има можност за повторно пронаоѓање на единката на препаратот. Доколку таксономска помош е достапна во институцијата, тогаш доволно ќе биде да се запишат координатите на микроскопот преку Верниеровата скала. Доколку набљудувањето на препаратот се врши на друг микроскоп, тогаш е потребно да се има опрема за да се определи апсолутната позиција на единката на препаратот.

За правилна идентификација на дијатомеите, потребно е да има и клучеви за идентификација, флори и иконографии на дијатомеи. Списокот на потребна литература за идентификација на дијатомеите е даден подолу.

###### Определување таксономски критериуми за анализа

Во поново време е актуелна дебатата за основите на дијатомејската таксономија, што доведе до постоење на паралелни системи на номенклатура. Важно е кога се употребуваат дијатомеи за проценка на квалитетот на водата, да се осигурида не настанува конфузија околу коректното име кое се аплицира на идентификуваниот таксон. Сепак е потребно барем минимално ниво на познавање на таксономијата на дијатомеите во студии каде што се определува квалитетот на водата. Повеќето биотички индекси на загадување се базираат врзидентификација на ниво на видови, иако во одредени случаи можат да се базираат и врзродови, или пак врзмешавина на родови и видови.

Се препорачува да се применува номенклатура од флори кои се релевантни за истражуваното подрачје, како што се национални или регионални листи на видови. Доколку листите кои се присутни во индексите и листите кои се на националните/ регионалните листи се разликуваат, тогаш листата на индексот треба да биде усогласена со таа на листата на видови. Ова е неопходно да се направи на почеток и коректната номенклатура да биде применувана при стандардната процедура. Имињата на авторите, заедно со имињата на таксономските трудови штосе користени, потребно е да бидат цитирани во сите случаи каде што постои можност за номенклатурна конфузија.

###### Определување мерки за броење

Во практиката постојат различни процедури штосе применуваат за броење на дијатомеи, дали во форма на валви или фрустули како единици, или пак без разлика дали станува збор за валви или фрустули. Сепак, многу е важно начинот на броење да е однапред специфициран и документиран.

Поради јасните дефиниции што е валва односно фрустула, преку употребата на валви или фрустули (две валви е еднакво на една фрустула) како основни единици, се гарантира универзална споредливост на резултати од различни студии, а се овозможуваати дополнителни анализи (како што е, на пример, пресметување на биомасата итн).

Во случај на мали дијатомеи, како што се некои ахнантоидни или навикулоидни видови, постои голема веројатност да не може да се разликува дали станува збор за интактна фрустула или пак изолирана валва. Сепак, ефектот на ваквата несигурност при броењето и определувањето на релативната застапеност на видовите, многу веројатно ќе биде мал. Во случај на употреба на други дефиниции штоне ја дефинираат разликата меѓу валви и фрустули, тогаш неопходно е однапред да се дефинира начинот на броење на колониите и посебните единки кои се одвоени од колонијата. Компарабилностана ваквиот метод на броење може да биде ограничена при споредба на броењата со други студии.

###### Определување големина на примерокот

Бројот на единки што е неопходно да се избројат со цел да се пресметаат индексите на загадување базирани на дијатомеи ќе зависи од употребата на податоците. Генерално, типичната големина на броење изнесува од 300 до 500 единки, иако поголем или помал број изброени валви може да биде соодветно за определени цели. Помалиот број изброени валви може да предизвика одредени статистички грешки во одделни апликации. Сепак, неопходно е однапред да се определат максималниот и минималниот број на единки штоќе се избројат.

###### Определување начин на броење

Окуларната скала или другата опрема за мерење мора да биде однапред калибрирана со микрометарска скала. Резултатите од калибрацијата морада бидатпоставени на место каде што луѓето кои работат со микроскопот лесно ќе ги воочат. Се смета дека резолуција од 1 μm е најсоодветна за рутинска анализа. Сепак, исто така се препорачува да се користисофтвер за фотографирање или видео. Вториот окулар може да биде опремен со соодветни помошни средства за броење. Тоа може да биде во неколку форми, како што се правоаголна мрежа или мрежа во облика буквата Н.

 Можностите за броење се следниве:

 а) полека се врши вертикален или хоризонтален трансект при што секоја дијатомеја се идентификува и се додава во вкупниот број идентификувани валви доколку е поставена на една од линиите на окуларната мрежа;

 б) сите дијатомеи штосе набљудуваат на видното поле се идентификуваат и се бројат пред препаратот да се придвижи по хоризонтален или по вертикален трансект до следното видно поле или, пак, се избира ново видно поле по случаен избор;

 в) кога вкупниот број дијатомејски единки е прецизно дефиниран, тогаш може да се примени комбинација од овие два приоди, започнувајќи од првото видно поле до завршувањето со броење по должина на трансектот.

 Независно од приодот, оваа процедура се повторува сѐ додека не се избројат доволно дијатомејски единки. Дополнително, неопходно е да се воспостави домашно правило со цел да ги покрие ситуациите кога дијатомејата е само делумно видлива во рамките на дефинирата зона на броење. На пример, такво правило може да вклучува дијатомеи штосе само делумно видливи во близина на горната, но и на долната маргина (во случај на хоризонтален трансект) или од левата, а не од десната маргина (во случај на вертикален трансект). Прецизната форма на ова правило не е толку значајна, колкушто е значајнаконзистентноста на неговата примена во текот на анализите на примероците. Независно дали се користи хоризонтален или вертикален трансект, многу е важно набљудуваното видно поле да не се преклопува со следното, односно со претходното видно поле, како и со претходниот трансект. Растојанието на кое се поместува препаратот при секоја можност мора да ги земе предвид и дијатомеите штосе само делумно видливи на видното поле. Доколку анализата на примерокот не може да се заврши во текот на една сесија, тогаш потребно е да се забележи и позицијата на секој трансект и крајното видно поле. На ваков начин следните трансекти нема да се преклопуваат со претходните трансекти штосе прегледани.

###### Третман на скршени или други неидентификувани дијатомеи

Со цел да се отстрани ризикот од вклучување одделни фрагменти на скршени валви или фрустули во броењето, потребно е однапред да се воспостави конзистентен приод. Возможни приоди се:

* да се вклучат скршени единки само ако е присутна околу ¾ од единката;
* да се вклучат само скршени единки ако се присутни најмалку едниот крај и централното поле;
* да се исклучат сите скршени единки.

Сепак, вториот приод тешко може да се примени кај видови кај кои отсуствува централно поле. Во овие услови, бројот на единки штосе присутни во примерокот може да се претпостави од вкупниот број изброени полови на валвите поделено на два.

Дијатомејската единка би можело да не биде идентификувана одголем број причини, како што се странична поставеност (плеурален изглед), присуство на материјал којшто ја препокрива валвата со што е отежнат јасен изглед на таксонот или, пак, таксонот не може да биде идентификуван од анализаторот. Во случај материјалот да препокрива голем број од валвите и оневозможува правилна идентификација, тогаш е потребно да се направи нов препарат со употреба на разблажена суспензија или, пак, да се определи соодветно време на наталожување и издвојување на дијатомеите од контаминирачките материи.

Некои од видовите можат да се идентификуваат и при страничен изглед, поради тоа што страничниот (плеуралниот) изглед е карактеристичен (како што е случајот со *Rhoicosphenia abbreviata*) или бидејќи страничниот изглед може да биде поврзан со голема доза на сигурност со определен таксон којшто е поставен валвално и е присутен во примерокот. Сепак, ова не е возможно секогаш и во случај на двоумење, анализаторот треба да ги забележи страничните изгледи на најниско таксономско ниво до кое тие можат да бидат со сигурност определени (како на пример, „неидентификувана *Gomphonema* sp.“или, пак, „неидентификувана пенатна дијатомеја“). Ваквиот приод треба да биде применуван на сите единки штосе присутни на препаратот, а не можат да бидат идентификувани од анализаторот. Големиот број вакви единки може да укажува на проблем со препаратот или, пак, со вештината на лицето кое ја врши идентификациата. Генерално, за одредени индекси не е неопходно да се идентификуваат сите видови. Сепак, за индекси каде што се претпоставува дека сите дијатомејски таксони во примерокот се идентификувани, се препорачува не повеќе од 12% од вкупниот број избројани валви да биде составен од единки штоне се идентификувани на ниво на видови. За индекси базирани врзродови или, пак,врзмешавина од родови и видови, не повеќе од 5% од вкупниот број на дијатомејски таксони е составен од единки штоне се идентификувани барем до ниво на род.

###### Процедура на броење

Терминот „дијатомејска единица“ се употребува во ова поглавје со цел да се избегнат проблемитештосе наведени погоре. Овој термин се однесува или на валви или на фрустули, во зависност од приодот кој е прифатен при одредена студија.

а) Се поставува препаратот на микроскоп и се впишуваат сите релевантни информации од препаратот на формуларот со листата на видови или во компјутерската програма. Препорачана минимална информација е бројот на примерокот, името на водното тело, името на мерното место и датумотна собирање на примерокот. Други важни податоци се и датумот на анализата, како и името на лицето што анализира.

б) Се избира соодветна почетна позиција на препаратот. Работ на исушената суспензија на покровното стакленце може да се искористи како почетна позиција, но доколкуе прифатен овој приод, тогаш мора да се осигуридека нема значајни „ефекти на раб“, односно дека на работ се концентрирани поголем број на валви споредено со останатиот дел од препаратот. Доколку дистрибуцијата на дијатомеите на препаратот не е хомогена, тогаш ќе мора да се подготви нов препарат.

Алтернативен приод е да се употребуваат трансекти преку определување на случајно видно поле. Тогаш, случајното видно поле треба да биде лоцирано со помош на Верниеровата скала на микроскоп, преку употреба на табела со случајни броеви или функции на случајни броеви во рамки на компјутерската програма.

 в) Со употреба на објектив со големо зголемување се идентификуваат сите дијатомејски единици на видното поле. Се употребува и механизам за фино фикусирање со цел да се определи разликата меѓу единечна валва или, пак, дали станува збор за целосна фрустула (доколку е ова возможно). Доколку мерка единица за броење е валва, тогаш целосната фрустула се брои како две единици. Целосната фрустула има две јасни рамнини на фокус кога стриите, рафата или други структури се јасно видливи. Со помош на фино фокусирање, возможно е овие две рамнини (валви) да се диференцираат. Исто така, целосната фрустула обично има други оптички карактеристики во однос на единечната валва.

 г) Случајно формиратните филаменти или, пак, колониите треба да се забележат како соодветен број на дијатомејски единици. Ако голем број дијатомејски единици се најдат во филаменти или колонии, тогаш е потребно да се направи нов препарат со употреба на поагресивна мешавина на оксидирачки материи.

 д) Доколку дијатомејската единица не може да биде идентификувана одкоја било причина, тогаш треба се следи процедурата опишана погоре. Пожелно е да се направат микрофотографии, односно дигитални фотографии или цртежи и да бидат испратени до поискусни колеги. Исто така треба да се направат и одредени забелешки, како што се: облик и димензиина дијатомејската единица, густина на стриите и нивна поставеност (во центарот и половите), облик и големина на централното поле, број и позиција на ареолите или стигмите, како и форма на краевите на рафата.

 ѓ) Кога сите видови на првото видно поле ќе бидатидентификувани и изброени, броењето треба да продолжи според процедурата која е опишана погре. Овој процес треба да продолжи сѐ додека не се постигне бараниот број дијатомејски единици.

 е) Во одредени случаи е корисно да се продолжи со набљудување на препаратот и попостигнувањето на бараниот број дијатомејски единици, при што видовите штосе видени а не се присутни во броењето треба да се идентификуваат и да се забележат со ,,присутни’’. Дополнително набљудување со помош на објектив со помало зголемување (на пример 400 х) исто така може да биде корисно со цел да се утврди присуство на поголеми видови, како што се Gyrosigma, Didymosphenia, кои можат да не бидат регистрирани при набљудување на повисоко зголемување.

 ж) На крај на анализата, препаратот треба да се отстрани од масичката на микроскопот и да се избрише имерзионото масло, како од препаратот така и од објективот.

 На пример, ако *Cocconeis placentula* сочинува 200 единици од вкупно 300, тогаш се применува посебна процедура која е неопходна со цел да се избројат останатите таксони различни од *C. placentula*. Притоа, броењето се спроведува сѐдодекане се постигне вкупен број 300 единици од овие таксони. Потоа бројот на *C. Placentula*треба да биде зголемен за фактор 3, со цел да ја рефлектира неговата релативна застапеност во примерокот. Ваквиот приод ќе овозможи да се избројати субдоминантните видови штосе статистички значајни. Сепак, употребата на овој приод ќе зависи од методот на проценка којштосе употребува, како и ситуациите каде што тојможе да се употребува. Во случај на негова употреба, потребно е да се забележи и да се специфицира.

###### Архивирање податоци, препарати и примероци

Дијатомејските препарати се постојан податок за состојбите на мерното место и тиево иднина можат повторно да се анализираат на различни начини. За таа цел е многу важно препаратите да бидат чувани на соодветен начин, како што се локалните или национални хербариуми. Во овој случај, етикетата на препаратот мора да ги содржи сите потребни информации што ќе го поврзуваат на недвосмислен начин со останатите детали за мерното место, како што се координатите, хемиските или хидролошките податоци.

Суспензијата од исчистени дијатомеи исто така треба да биде означена на јасен начин и да биде зачувана на соодветно место и начин за да овозможиод неа да се направат во иднина нови препарати,доколку е тоа потребно. Се препорачува и употребата на конзерванси како што се етанол или формалин, со цел да се спречи микробиолошки раст или хемиска дисолуција на дијатомеите. Исто така се препорачува и да се зачува дел од фиксираниот материјал за,доколку е потребно, да се проверат одредени резултати за коишто постои сомневање.

#### ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУС ВРЗ ОСНОВА НА ФИТОБЕНТОС

##### Индекси за проценка на еколошкиот статус врз основа на фитобентос

Најчесто, при оценка на еколошкиот статус на езерата врз основа на фитобентос, се користат дијатомеите. Во најголем број европски земји се користат индекси штосе базирани на дијатомеи. Според Kelly и сор. (2014), за фитобентос на езера, дијатомеите најчесто се користат за определување на еутрофикацијата, односно азотни и фосфорни хранителни материи.

Покрај поединечните индекси, можат да се користат и мултиметриски индекси бидејќи овие може да покажуваат подобра корелација меѓу стресори и дијатомејските индекси во однос на едностраните индекси. Во основа, и мултиметриските индекси ги содржат дијатомејските индекси штосе базираат на равенството според Zelinka-Marwan (1961).

Каде што:

*pj* – ерелативна застапеност на видот „j“во примерокот

*sj* – е осетливост на видот „j“(оптимум)

*vj* – е толерантност, односно индикаторска вредност на видот „j“

Се препорачува да се користи компјутерската програмаOMNIDIA (Lecointe и сор, 2008),којаштоги содржи вредностите за sjи vj за околу 6500 дијатомејски видови. Притоа најчесто користени индекси се IBD, EPI-D, SI, TI и IPS. Сите овие индекси можат да се пресметаат со помош на програматаOMNIDIA.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ФИТОБЕНТОС ВО ЕЗЕРА

Теренскиот протокол за колекционирање фитобентос во езера треба да ги содржи следните податоци:

* број на протокол, односно каталошкиот број на примерокот;
* име на личноста која го врши колекционирањето;
* име на езерото;
* код, односно име на водното тело;
* типот на водното тело;
* координати на мерното место (географска ширина и должина);
* надморска висина на мерното место;
* датум на колекционирањето;
* фотографија на местото на колекционирање;
* опис на местото на колекционирање;
* засенченост (во %);
* брег (регулиран или природен);
* оддалеченост од брегот до местото на колекционирање (m);
* видливо загадување (нема, малку, средно, силно);
* цветање на алги (да, не);
* покриеност со алги (ретко, повремено, често, доминантно);
* покриеност со водена вегација во % (субмерзна, емерзна);
* супстрат (во %);
	+ макро/мегалитaл– камења поголеми од 20 cm;
	+ микро/мезолитал – крупен чакал и мали камења со големина од 2–20 cm;
	+ чакал – фин и чакал со средна голема од 0,2–2 cm;
	+ псамал – песок со големина од 0,063 – 2 mmи
	+ пелал – мил со големина < 0,063 mm
* висина на водата (поплава, висока вода, нормално ниво, ниска вода, непроточна вода);
* заматеност на водата (0 – нема, 1 – мала, 2 – средна, 3 – висока);
* температура на водата (°C), температура на воздухот (°C), растворен кислород (mg/L), заситеност со кислород (%), кондуктивност (μS/cm), pH;
* боја, мирис, пена, видлив отпад;
* видливи знаци на редукциски процес (црн седимент и мирис на H2S);
* видливи знаци на загадување (комунални отпадни води, води од земјоделие, индустриски отпадни води и др.);
* начин на колекционирање фитобентос (нож, четкичка);
* тип на колекциониран супстрат;
* конзервирање на терен (додаден конзерванс или без конзервирање);
* останатите забележани појави да бидат внесени во Напомена.

### Макроинвертебрати

#### БИОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА ЕЗЕРА И АКУМУЛАЦИИ ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ

Наспроти екстензивната примена на бентосните макроинвертебрати во мониторингот на речните екосистеми, еколошката проценка на стоечките води е главно фокусирана врзодговорот на фитопланктонот на содржината на нутритиенти и, во помала мера, на заедницата од профундалот. До неодамна, макроинвертебратите беа најчесто користената група на водни организми за следење на промената на водената средина во реките, додека при мониторингот на езерата беа помалку применувани. Во природните и вештачките езера постои помала разновидност на таксони отколку во реките, а во заедницата доминираат претставници на Oligochaeta и Diptera (Chironomidae). Еутрофикацијата (од антропогено или природно потекло) има најголемо влијание врз езерата, па затоа се анализира заедницата на профундалот во стратифицираните езера, бидејќи таа најдобро гирефлектиравлијанијата имајќи предвид дека а) профундалот е структурно помалку комплексен и,според условите, се одликува со помалку разновидна фауна на макроинвертебрати и б) концентрацијата на кислород и снабдувањето на органска материја од фотичката зона се директно поврзани со продуктивноста на езерата.

Во согласност сопрепораките на РДВ, неопходен е мониторинг на бентосната заедница и од литоралот на езерата, иако на просторот на Европа нејзината примена во регионалниот мониторинг е силно ограничена. Имено, бројни антропогени активности имаат негативно влијание врз крајбрежјето на езерата предизвикувајќи значајни промени во составот и структурата на бентоценозата. Од тие причини, се препорачува истражување на двата длабински региони, литорал и профундал.

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

##### Период на колекционирање

Примероците на макроинвертебрати се колекционираат во текот на април или мај, бидејќи вообичаено во овој период од годинатабројноста и разнообразието на таксони се најголеми, особено ако кон крајот на летото се јавува хипоксијата во најдлабокиот слој на водата.

##### Избор на место за колекционирање

Избор на соодветно место за колекционирање примероци во езерата и акумулациите се врши на начин сличен како кај течечките води. Сепак, не постои широко прифатено мислење кои делови од езерата треба да бидат дел од стандардната постапка за колекционирање примероци. Од тие причини, постои можност за избор.

Во езерата се препорачува колекционирање макроинвертебрати од два типа на мерни места:

1. Од зона на литорал, плитка и често изобилува со субмерзни водни макрофити;
2. Од зона на профундал, на голема длабочина.

##### Потребна опрема за колекционирање

* мапа со размер 1:25 000 или 1:50 000;
* теренски протокол;
* рачна бентосна мрежа (со должина најмалку 50 cm и големина на окцата од 0,5 mm);
* Eкманов багер;
* чамец;
* графитен молив и хемиско пенкало;
* мерач за длабочина;
* гумени чизми;
* сад со широк отвор;
* фломастер отпорен на вода и алкохол;
* водоотпорни етикети;
* пластична кадичка;
* мрежа за пресејување со дијаметар на окцата од 0,5 мм;
* пинцети;
* раствор за фиксирање;
* фотоапарат;
* GPS-апарат;
* гумени чизми (високи рибарски, со и без ремени);
* заштитна и теренска опрема: мантил за дожд, јакна, панталони, теренски чевли, капа или шапка;
* кремсо заштитен УВ-фактор;
* теренска кутија за прва помош;
* појас за спасување.

##### Методи на колекционирање

Различна е постапката и начинот на колекционирање од двете групи на мерни места. Сепак, постојат општи критериуми за избор на место на колекционирање штоовозможуваат репрезентативност на примерокот за соодветно водно тело, како за литоралната така и за зоната на профундал. Исто така, треба да се земат предвид разликите во условите штопостојат во различните зони од езерскиот екосистем, особено во езерата и акумулациите со изразена термичка стратификација на водата.

Колекционирањето во плитката, литорална зона на езерото (камен, макрофитска вегетација) главно се врши со рачна бентосна мрежа (Слика 16а) според меѓународниот стандард EN 27828: 1998.

Од друга страна, примероците од длабоката зона на езерото (профундал) се колекционираат со примена на соодветни багери, како на пример со Екманов и Петерсонов багер(Слика16б), во согласност сомеѓународниот стандард EN9391:1995. Примероците во стратифицираните езера се собираат од дното на најдлабоките делови на езерото, додека во нестратифицирани, плитки езера, примероци се собираат од централниот дел на езерото. И во двата типа на езера или акумулации, се колекционираат по 5 потпримероци од дното со големина на површина од 0,0225 m2 (вкупно 0,1125 m2). На тој начин, се обезбедува квантитативна анализа на фауната на дното.

###### Теренска обработка на примерокот

На терен примероците се исплакнуваатниз мрежа или сито со големина на окцата од 0,5 mm, за да се отстрани тињата и другите ситни честички. Оваа постапка го намалува волуменот на примерокот.

Примероците се складираат восадови за примероци со широк отвор и се конзервираат со 4% формалдехид или 70% етил алкохол.

Секој колекциониран примерок складиран во сад за примероцитреба да биде соодветно обележан. За таа цел,се користат етикети испишани со графитен молив штосе ставаат во садот со примерокот, но и од неговата надворешна страна.Етикетите треба да ги содржат следните информации:

* името на езерото;
* ознака на местото за колекционирање примероци;
* длабочината на местото за колекционирање примероци;
* датум и време на колекционирање.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА

##### Изолација на макроинвертебрати

Колекционираните и правилно означени примероци се транспортираат во лабораторија за понатамошна обработка (Слика 18). Во лабораторија од целиот примерок, со употреба на стерео микроскоп (лупа), се одвојуваат и се пребројуваат претставниците на поединечнигрупи во посебно означени епрувети со 70% етил алкохол. Исто така, во епруветите треба да се стави етикета со податоци за примерокот (име на езерото, ознаката за местото на колекционирање, датум на колекционирањето) и таксономската група.

##### Идентификација на макроинвертебрати

Во Табела 11 е прикажано потребното ниво на идентификација на макроинвертебрати при проценка на еколошкиот статус на езерата. Се препорачува што е можно подетална идентификација, доколку е можно –до ниво на вид.

***Препорака:*** *Никогаш не треба да се идентификуваат единки под таксономското ниво за кое сте стручни. Не обидувајте се да го одредите идентитетот на единката по пат погодување. Доколку не може да ја идентификувате единката до потребното таксономско ниво, идентификувајте ја до таксономското ниво за кое сте сигурни или побарајте помош од експерт.*

Табела 11. Задолжително ниво за идентификација на макроинвертебрати.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Систематска група** | **Ниво на идентификација** | **Системска група** | **Ниво на идентификација** |
| Turbellaria | род, вид | Trichoptera | род |
| Oligochaeta | фамилија, род | Odonata | род, вид |
| Hirudinea | род, вид | Megaloptera | род, вид |
| Mollusca | род, вид | Heteroptera | род, вид |
| Crustacea | фамилија, род, вид,  | Coleoptera | род, вид |
| Plecoptera | Род | Diptera | фамилија, род |
| Ephemeroptera | род, вид | Hydracarina | присуство |

Макроинвертебратите се идентификуваат со помош на соодветни детерминатори за одделни таксономски групи на бинокулар со висока резолуција (на пр. ZEISS - STEMI 508).

##### Квантификација на макроинвертебрати

За да се пресмета бројноста на таксоните на површина од 1m2 (ind./m²), потребно е бројот на единки регистрирани на површина од 0,1125 m2да се помножи со фактор 8,9. Пресметката се врши во MS ексел-табела.

#### ПРЕСМЕТКА НА ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУС/ПОТЕНЦИЈАЛ ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ

##### Индекси за проценка на еколошкиот статус/потенцијал врз основа на макроинвертебрати

Проценката на еколошкиот статус/потенцијал на езерата и акумулациите се врши со примена на бројот на EPT индексот (број на такони од Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), регистрирани во литоралот на езерата и акумулациите, како и врз основа на бентосната фауна од подлабоките делови (профундал) со примена на индексите: % Tubificidae (Oligochaeta) и % Oligochaeta/Oligochaeta + Chironomidae (O/O+C).

**EPT индексот** (број на Ephemeroptera, Plecoptera и Trichopteraтаксони)

Индекс што укажува на општа деградација на литоралната зона, бидејќи Еphemeroptera, Plecoptera и Trichoptera таксоните се чувствителни на различни типови на деградација и загадување, а особено на намалени концентрации на кислород во водата.

**% Tubificidae (Oligochaeta)**

Индекс штоукажува на оптеретување со хранливи материи (еутрофикација). Неговата вредност претставува процентуална застапеност на претставниците од фамилијата Tubificidae во вкупната бентосната фауна од профундалот на езерата.

**% Oligochaeta/Oligochaeta + Chironomidae индексот (O/O+C)**

Индекс штоукажува на оптеретување со хранливи материи (еутрофикација). Индексот претставува количник од процентуалната застапеност на претставниците одOligochaeta и сумата од Oligochaeta и Chironomidae.

##### Утврдување на припадноста на мерното место кон езерски тип на водотек

За проценка на еколошкиот статус/потенцијал, потребно е да се утврди на кој тип на езеро припаѓа мерното место на колекционирање, бидејќи границите помеѓу класите за различни индекси се утврдуваат во зависност од типот на езерата.

##### Пресметка на индекси

За пресметување на ЕРТ индексот, се изготвува ASTERIX табела која се импортира вокомпјутерската програма ASTERICS (верзија 4.0.3). Програмата е достапнана:<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/en/download/berechnung/>.Индексите базирани на заедниците на Oligochaeta и Chironomidaе се пресметуваат со употреба на MS Ексел.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ МАКРОИНВЕРТЕБРАТИ ВО ЕЗЕРА И АКУМУЛАЦИИ

Еден од главните предуслови за успешна теренска работа е користењето ефикасен, лесно применлив и прецизен теренски протокол којшто содржи информации како за мерното место така и за колекционираниот материјал.

### Макрофити

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

Колекционирањето на макрофити треба да се направи во текот на летото и раната есен кога макрофитите се оптимално развиени, т.е. од јуни до септември, од кои јули и август се оптимални за колекционирање. Предвременотоземање примероци може да ги предизвика следниве тешкотии:

* Бидејќи растенијата сè уште не се оптимално развиени или штотуку започнале да се развиваат, процентуалните бројки ќе бидат помали;
* Одредувањето нецелосно развиени растенија е многу тешко, па дури и невозможно.

Исто така, не се препорачува земање примероци подоцна, бидејќи вегетативните делови на многу видови исчезнуваат пред зимата, а растението преживува во форма на трајни органи.Во оптималниот период на земање примероци, земањето мостри не треба да се врши за време на високи води.Треба да поминат најмалку четири недели по појавата на висок водостој и колекционирањето макрофити.

##### Големина на трансект, метод на колекционирање и проценка на бројност

* Макрофитите се колекционираат од брод или со нуркање, по должина на трансектите кои се ширина од 2 – 6m, т.е. 1 – 3m од секоја страна на бродот.
* Трансектите се нормални во однос на крајбрежјето и се протегаат од него до длабоката граница на макрофитите.
* Во зависност од големината на езерото и разновидноста на макрофитската вегетација, се земаатпримероци на секои 5-10 m, а координатата на секоја точка се снима со GPS-уред. Во дното на езерата, кои се покриени со макрофитска вегетација, трансектите се прават попречно преку целото езеро, а бројот на точките на кои се зема примерокот се одредува како 15% од вкупната ширина на езерото.
* Трансектите исто така можат да бидат поделени во различни зони на длабочина што одговараат на различни макрофитски заедници или на појавата и исчезнувањето на одредени видови или значителна промена во нивната бројност.
* За трансектите, треба да се избере хомогена област што одговара на општите услови во езерото.
* Во секоја точка треба да се земат најмалку три примероци за да се соберат по можност сите видови.
* За да се процени бројот, треба да се користи уред што може да се гледа под вода.
* Во секоја точка, потребно е да се измери длабочината на ехо-уредот и транспарентноста на дискот Secchi, да се направи комплетен список на видови макрофити и макроалги и да се процени нивната бројност според скалата на Kohler (1978). Примероците треба да се одредат до ниво на вид, ако се присутни сите таксономски карактеристики.
* Се земаат примероци со гребла, гребла на јаже или стап (во зависност од длабочината на водата) или директно со нуркање. Бројот на трансекти зависи од големината на езерото.

##### Потребна опрема за колекционирање

Опрема за колекционирање на терен:

* Брод;
* Гумени чизми или чизми за риболов;
* Топографски карти 1:25 000 или 1:50 000;
* GPS-уред;
* Двоглед;
* Гребло на јаже или телескопски столб;
* Тетратка или протоколи од терен;
* Графитни моливи и водоотпорно пенкало;
* Камера со поларизирачки објектив;
* Подводна камера;
* Лупа (зголемување најмалку 10x);
* Пластични кеси (најдобро за длабоко замрзнување, различни волумени);
* Пластични контејнери и вреќи со различна големина за примероци;
* Патен ладилник (за чувствителни примероци);
* Водоотпорни етикети;
* Водоотпорен метар на лента;
* Клучеви за детреминација;
* Уред за гледање под вода (пластична цевка со стаклено дно – акваскоп), маска за нуркање;
* Комплетна опрема за нуркање приспособена за нуркање во ладна вода;
* Очила со поларизирачки леќи;
* Бела пластична када за преглед на примероци и фотографирање;
* Конзерванс (етил алкохол, 50% и глицерин во сооднос 1:1);
* Гумени чизми (рибарски чизми, со и без ремени);
* Заштитна и теренска опрема: водоотпорен мантил, јакна, панталони, теренски чевли, капа или капа, крем со заштитен фактор од УВ зрачење.

##### Таксономски и еколошки групи штосе истражуваат

Од таксономските групи во водните макрофити се вклучени повеќе (или васкуларни) растенија (*Tracheophyta*), мовови (*Bryophyta*) и претставници од фамилијата *Charopyceae*.

Еколошки, се земаат примероци од видови штосе целосно потопени во вода, чии лисја и цвеќиња лебдат или пливаат цели на водата и растенија штопретежно се потопуваат во вода и само во помала мера излегуваат од водата. Во посебен дел од списокот, препорачливо е да се наведат видовите кои се само делумно потопени во вода (т.н. хелофити) и оние што ја сочинуваат крајбрежната вегетација. Овие видови треба да бидат јасно одделени затоа што најчесто не се користат директно при проценка на статусот на водата, но можат да обезбедат дополнителни корисни информации за состојбата и еколошките услови на езерата.

Видовите макрофити кои потешко се одредуваат (мовови, лутичиња (*Ranunculus* spp., *Potamogeton* spp., *Calitriche* spp. и *Charophyceae*) треба да се чуваат за подоцна да се одредат во лабораторија.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА

##### Опрема потребна за лабораториска работа

За лабораториска обработка на макрофитите, потребна е следната лабораториска опрема:

* Стерео лупа со стерео зум до 40x или повеќе;
* Бинокуларен микроскоп со:
* 10х очила за зголемување, од кои едниот има очен микрометар;
* леќи 10x, 20x, 40x или 60x и 100x;
* дигитален фотоапарат поврзан на компјутер;
* механички држач;
* Стаклени капалки, стаклени чаши, петриеви садови, шишиња со шприц;
* Обвивки за егзистенции на мов;
* Впивачкахартија за хербаризирање растенија и соодветни преси;
* Фини пинцети, хистолошки игли, жилети за дисекција на делови од растенија;
* 5% хлороводородна или оцетна киселина;
* Лабораториски протокол и
* Клучеви за детерминација.

##### Детерминација на макрофити

Лабораториската обработка на макрофити вклучува определување на видови штоне можат да се одредат на терен. Макрофитите треба се одредат на нивото на видовите. Ако фазата на развој е без потребните таксономски карактеристики и не е можно утврдување на видот, тие се одредуваат до ниво на род.

Макрофитите се определуваат со помош на детерминатори за одредување, лупа и микроскоп, набљудувајќи ги деловите на растението потребни за одредување. Честопати делови или цели растенија кои потекнуваат од живеалишта со карбонатна подлога се калцифицираат. Во тој случај, делови или цели растенија се потопуваат во 5% хлороводородна или оцетна киселина за да се отстрани неорганскиот карбонат и да се видат структурите потребни за одредување.

##### Складирање на растителниот материјал

Повеќето растенија се чуваат најчесто во хербариум, освен некои нежни и помали, штосе лесни за складирање во конзерванси за полесна идентификација (на теснолисни видови од родот Potamogeton, видови од родот Callitiche). Најдобро е мовтада се исуши во воздух без да се пресува и да се хербаризира и да се чува во хартиени обвивки (пликови), додека, пак, повеќе се препорачува да се чува во конзерванс бидејќи некои одредувачки својства на мовтаможе да се изгубат за време на хербаризирањето.

Секој примерок треба да биде обележан одделно, да се чува на ладно место и да се детерминира што е можно поскоро. Во пластичните кеси или садови во кои се чуваат макрофити треба да се додаде вода (конзерванс) онолку колку што е потребно за да се покријат растенијата. Следното што треба да се направи е да се означат садовите со водоотпорен фломастер:

* име на езерото, редниот број на пресекот (секторот) и точката на колекционирање и
* датум на колекционирањето.

##### Компјутерска обработка на податоците

Земањето примероци од макрофити се изведува со надолжни пресеци. За прикажување на резултатите, многу често, покрај класичната пресметка на индексот за проценка на еколошкиот статус, потребно е да се прикаже и дистрибуцијата на одредени видови на мапите, за коишто се користат компјутерски ГИС-програми.

#### ИНДЕКСИ ЗА ПРОЦЕНКА НА ЕКОЛОШКИОТ СТАТУС ВРЗ ОСНОВА НА МАКРОФИТИ

Од 1970-те, макрофитите се користат како индикаторски организми за езерата (Suominen, 1968;Kurimo, 1970; Uotila, 1971). Водните растенија се особено соодветни за долгорочна проценка на трофичните услови (Melzer, 1999). За разлика од елементите што побрзо реагираат, како на пример фитопланктонот, макрофитите нудат предност дури и од поединечно мапирање во периодот на вегетација.

##### Индекси за проценка на еколошкиОТ статус врз основа на макрофити

Проценката на еколошкиот статус врз основа на на макрофитите, преку утврдување на степенот на општа деградација, ќе биде образложенапреку следниве два индекси:

* Референтен индекс (RI);
* Трофичен индекс на макрофити (MI).

###### Пресметка на референтниот индекс (RI)

За пресметка на референтниот индекс се сметаат исклучиво потопени видови, т.е. сите потопени видови што растат, како и оние со пловечки лисја. Амфифитните таксони се земени предвид ако се потопени, хелофитните видовине се разгледуваат.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ МАКРОФИТИ ВО ЕЗЕРА

Теренскиот протокол за колекционирање примероци од макрофити во езера треба да ги содржи следниве податоци:

* име на езерото/акумулацијата;
* код на водното тело;
* код и име на видот на езерото;
* име на личноста која го врши колекционирањето;
* датум на колекционирање;
* наклон на крајбрежјето (1 – рамен, 2 – среден, 3 – стрмен, о – вертикален);
* супстрат (%);
* мегалит (> 40 сm);
* макролитал (20 – 40 сm);
* мезолит (6,3 – 20 сm);
* микролит (2,0 – 6,3 сm);
* акал (0,2 – 2,0 сm);
* псамал (0,063 – 0,2 сm);
* пелал (<0,063 сm);
* наклон на потопената подлога во крајбрежната зона (1 – рамен, 2 – среден, 3 – стрмен, о – вертикален);
* вид на потопена подлога во крајбрежната зона (%);

##### ПОДАТОЦИ ЗА ТРАНСЕКТОТ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ

* метод на земање примероци (со нуркање или од брод);
* уред за земање примероци (гребло со јаже, телескопско гребло со рачка);
* за време на земањето мостри, ГПС-уредот мора да го запише движењето долж трансектот;
* снимете го следново на секоја точка за земање мостра на трансектот:
* име или број на точката;
* должина и ширина на точката на колекционирање;
* длабочина на колекционирање;
* транспарентност (длабочина на Secchi);
* сите идентификувани видови на макрофити и макроалги;
* подлога (каде што може да се одреди во зависност од длабочината и видливоста; на пример, со помош на гребло;
* мегалитал (> 40 сm);
* макролитал (20 – 40 сm), мезолитал (6,3 – 20 сm), микролитал (2,0 – 6,3 сm), акал (0,2 – 2,0 сm);
* псалм (0,063 – 0,2 сm) и пелал (<0,063 сm);
* Другите набудувања штоне се опфатени погоре се внесуваат во делот Белешки.

### Мониторинг на езера и акумулации врз основа на риби

Табела 12. Општа категоризација на езерата

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категорија** | **Присуство или отсуство на пелагијална или профундална зона** | **Површина****км2** |
| Езерска категорија 1 | Со или без пелагијална или профундална зона | < 0,5 |
| Езерскакатегорија2 | Без пелагијална или профундална зона | >0,5 |
| Езерскакатегорија3 | Со пелагијална и профундална зона | > 0,5 |

#### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ПРИМЕРОЦИ И ПОДАТОЦИ

Во РС. Македонија се застапени 53 природни и вештачки (акумулации) езера. Природните се застапени со трите големи тектонски езера (Охридско, Преспанско и Дојранско) и со мали глацијални планински езера. Во последниве, според референтните показатели, рибите отсуствуваат.

Трите природни езера, кои се трансгранични,претставуваат значајни рибни ресурсиштоактивно се ловат по пат на стопански риболов од сите држави кои ги делат езерата. Во поново време, претходно Дојранското а тековно Преспанското, страдаат од драстични намалувања на волуменот. Тоа неминовно се рефлектира и врз состојбата на рибната автохтона заедница во секој однос. Исто така, присуството на релативно големиот број алохтони видови и во трите езера уште повеќе влијае врзеколошката состојба на рибната населба во нив.

Како за реките така и за езерата, кај нас не е воведен соодветен мониторинг на рибите од нив. И покрај постоењето евиденција за риболов по однос на видовите штосе ловат од страна на концесионерите на рибите од езерата, таапонатаму не се обработуваправилно од страна на институциите задолжени за тоа (МЗШВ, Државен завод за статистика). Како резултат на ова, количините се претставени како производство на риба во езера и рибници по видови риба и неупатените корисници се повикуваат на нив како веродостојни. Од друга страна, таквите погрешни податоци се проследуваат во релевантните извештаи за производство на риба во државата до други меѓународни релевантни институции од областа на рибарството и на тој начин, погрешно се запишуваат во официјалните соодветни извештаи.

Уште еден момент којшто не се реализира, а е значаен за оценка на еколошката состојба на езерата каде што се врши стопански риболов е реализирањето на мониторингот на квалитетот на водата и живиот свет на определените места во езерото, како и увид на примероци од уловените риби во согласност со нивната пропишаност во Риболовните основи за секоја риболовна вода.Врз основа на тие услови е доделена концесијата за заштита и користење на рибите од соодветните езера.

Трансграничната особеност на трите големи езера неминовно го усложнува управувањето со рибниот фонд од аспект на негова заштита и искористување со оглед дека сѐуште не се постигнати договори за заеднички менаџмент и мониторинг. Така, парцијално изведуваните мониторинзи на рибите од една или од друга држава можат да дадат само парцијални одговори на одделни прашања, како и однос на оценката на еколошкиот статус на езерата.

Во периодот од 2013 до 2015 година, за првпат е спроведен мониторинг на Охридското и на Преспанското Езеро врз основа на рибите во согласност со Рамковната директива за води на ЕУ, со примена на CEN(МКС) 14757 стандардот. Исто така, извршена е пресметка на прелиминарен езерски рибен индекс за оценка на еколошката состојба. Во мониторингот не учествуваше Република Грција.

Употребениот МКС 14757за Охридското Езеро не одговараше во целост на особеностите на езерото и на неговата рибна населба. За пополнување на празнините, во 2019 година беше направен пилот-мониторинг на пастрмките од езерото со модифицирање на методот на колекционирање.

Во акумулациите, рибните заедници во нормални услови соодветствуваат на оние од рекитештоги полнат акумулациите. Акумулациите со примарна намена за производство на електрична енергија и за наводнување, едновремено се користат и за аквакултура. Единствено кај акумулациите со примарна намена за водоснабдување на вода за пиење не постои аквакултура.

Во голем дел од акумулациите има зголемување набројот на видовите штоне припаѓаат на типичната автохтона заедница поради намерна транслокација на видови од други водни тела на територијата на нашата држава, како и порадиприсуството на алохтони видови. Присуството на инсталации за кафезно производство на риби уште повеќе го усложнува процесот на оптеретеност со нутриенти и промени во трофичкиот статус на акумулациите. Претходните моменти, како и постојаните драстични промени на волуменот на акумулациите (претежно по однос на намалувањето во согласност сонамената), дополнително влијаат за неподатливост на мониторинг на рибите за оценка на еколошкиот статус. Од тука произлегува дека мониторингот на рибите само кај акумулациите за водоснабдување со питка вода може да биде податлив за определба на еколошкиот статус. Но, и тука постои одреден проблем по однос на достапноста кон сите микрохабитати, доколку пред формирањето на акумулацијата не е отстранета дрвенестата растителност, односно неможност за примена на соодветни методи за колекционирање мостри од рибите.

##### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ПРИМЕРОЦИ

######  Во природните езера

Колекционирањето мостри од риби се врши во согласност со стандардот МКС 14757 и потребните модификации по однос на целните видови: за Охридското Езеро – за пастрмката, белвицата и крапот; за Преспанското Езеро –за крапот и за Дојранското Езеро –за сомот и крапот. Тоа е во согласност со стандардот МКС 14962.

Период на колекционирање

Во согласност со стандардот 14757, колекционирањето се врши во временски период кога температурата на водата е под 150Ц (во есен), кога рибите се сѐуште активни, а нема нивно агрегирање за репродукција и се применува на трите езера. Горенаведените модификации по однос на колекционирањето на целните видови во езерата се применуваат: во Охридското за време на летото, а во Преспанското и Дојранското во периодот мај-јуни.Регуларниот (оперативен) мониторинг на риби на природните езера се изведува во интервал од 3 години и по потреба (надзорен или истражувачки), во зависност од евентуални нагли промени во средината.

Избор на место за колекционирање

Местата за колекционирање мостри од риби за оперативниот мониторинг се наведени во соодветните риболовните основи за секое од трите езера. Дополнително се по една точка во пелагијалот над централната езерска рамнина.

Потребна опрема за колекционирање

Колекционирањето во езерата се врши со помош на пловен објект – чамец со моторен погон или брод за научно-истражувачки цели, при што риболовните алати се поставуваат во езерото или влечат по езерската шир. Управувачот со пловните објекти мора да поседува дозвола за управување пловен објект со моторен погон, во согласност соЗаконот за внатрешна пловидба на РС. Македонија.

Риболовен алат:

* Мрежи со повеќе платна со различни димензии на окцата, пелагијални влакови (повлечни мрежи), единечни и троструки мрежи со одредена димензија на окцата на главното платно, блинкери на влечење, повлечни мрежи, струкови (сом и јагула);
* Садови во кои се собираат мрежите со уловот;
* Садови за одржување на животоспособните единки за нивно враќање во езерото;
* Пластични кесички и кеси за сортирање на уловот;
* Соодветна ХТЗ опрема за екипата;
* Ихтиометар;
* Вага;
* ГПС-уред;
* Уред за мерење температура, концентрација и раствореност на кислород, спроводливост и рН;
* Фотоапарат;
* Дистанцомер;
* Ехосоундер (ехолот) за одредување на длабочината и отчитување на кофигурацијата на дното;
* Водоотпорни фломастери;
* Прибор за дисекција;
* 4% формалдехид и соодветни садови за конзервирање;
* Фрижидерчиња;
* Теренски протокол и друга опрема во зависност од потребите.
* *Во одделни случаи се користи и посебен чамец адаптиран за електрориболов*

Методи на колекционирање

 а) Пасивен метод

Овој метод опфаќа колекционирање (лов) на риби по пат на поставување стоечки риболовни алати (сите типови на шкржни мрежи и струкови) во езерото во приквечерните и нивно подигнување во раните утрински часови, односно со временска експозиција од самрак до зори.

Шкржните монофиламенти мрежи, според делот од водната колона во кои се поставуваат, можат да бидат бентосни (на дното во литоралот, сублиторалот или профундалот) и пелагијални (лебдечки и каскадно поставени).

Во согласност состандардот МКС 14757, сет од 10 мрежи со повеќе платна со различни димензии на окцата (MMG – multimeshgillnets: 10 платна со окца од 5мм до 45мм и височина од 1,5м) се употребува при едно колекционирање по локалитет. Бентосните мрежи се поставуваат на дното во различни појаси на длабочини, и тоа: 0–3м, 3–6м и 6–12м. За Охридското Езеро бентосните мрежи се поставуваат и во сублиторалниот појас во реонот на местата за мониторинг (длабочина 16–50м) и во профундалниот (длабочина од 80 – 130м). Во однос на бреговата линија, мрежите последователно се поставуваат нормално (перпендикуларно), паралелно или косо.

Пелагијалните лебдечки MMG-мрежи (со 9 платна со димензии на окцата од 8мм до 45мм и височина од 6м) се поставуваат во каскадна серија во повеќе наврати во пелагијалот, додека не се опфати целата водна колона од површината до дното. На двата хоризонтални краеви мрежите се усидруваат.

Единечните и троструките монофиламентни мрежи (со три паралелни платна) се поставуваат исто така на дното, и тоа во литоралот и сублиторалот со експозиција на лов во истиот период од деноноќието како и бентосните мрежи.

Секоја од мрежите и во трите случаи е соодветно обележана. Најголем дел од рибите уловени со шкржните мрежи (особено оние во помалите окца) се животонеспособни и не можат да бидат вратени во езерата.

Струковите (низа од странично прикачени на основен конец јадици со жив мамец) за јагула (во Охридското Езеро) се поставуваат на дното во литоралот и преодната зона од литорал кон сублиторал. За сомот (во Дојранското Езеро) се поставуваат на дното на длабочини поголеми од 3м. Тие се применуваат во летниот период.

 б) Активен метод

Опфаќа употреба на активни риболовни алати, и тоа: повлечни мрежи – плажни и пелагијални влакови и влачиња; блинкер со влечење и електрориболов со посебен чамец за електрориболов.

Плажното влаче или уште наречено „кључ“ (со должина од 100м и височина на крилата од 3м и димензии на окцата од 10мм) се употребува во пролетно-летните периоди на песочен терен каде што дното не е обраснато со макрофитска вегетација. Се поставува со помош на чамец, а потоа рачно се влече од брегот. Се употребува на трите езера.

Пелагијалниот влак се користи во летниот период, за лов на пастрмка, белвица и плашица како целни видови исклучително за Охридско Езеро и се влече со брод за научно-истражувачки цели или со други, за таа намена, приспособени пловни објекти по пелагијалот на длабочини кои ја следат термоклината, и тоа во раните утрински или приквечерни и ноќни часови.

Блинкерот со влечење се користи за лов на пастрмка во летниот период кога таа е во вегетативна фаза и престојуваво пелагијалниот дел од Охридското Езеро. Се користи во турнуси (наврати) во текот на целото деноноќие.

Риболовот со електрориболов со посебен чамец се користи на места обраснати со макрофитска вегетација и до длабочина од 3м. Неговата употреба е како надополнувањена претходните риболовни алати во пасивниот метод и е применлив на сите три езера.

Рибите колекционирани со активниот метод се поживотоспособни од оние ловени со пасивниот метод.

Теренска обработка на примерокот

Теренската обработка на примероците риби се разликува во зависност од тоа дали е применет пасивен или активен метод.

 а) Пасивен метод

Вадењето на риболовните алати се врши со помош на пловниот објект со којшто се поставувани. При вадењето на рибите од шкржните мрежи, во согласност со МКС 14757, тие се селектираат по вид и големината на окцата и бројот на мрежата во кои се уловени и се складираат во пластични кесички за понатамошна лабораториска обработка. Доколку во мострите се среќаваат животоспособни единки од ендемичните видови со мала популациска густина, таквите единки веднаш, со најголема претпазливост од нивно оштетување, се мерат по однос на должината и тежината, се запишуваат параметрите од мрежата и се враќаат во езерото. Складираните единки се чуваат на ладно во термоси (фрижидерчиња) до нивното транспортирање во лабораторија.

Во случајот на примената на струкови, постапката е еднаква со онаа од активниот метод.

 б) Активен метод

Рибите добиени од овој метод во најголем број се животоспособни и неопходните мерења по однос на должина и тежина, како и одредувањето на половата припадност (доколку постои полов диморфизам) се вршат на самиот пловен објект и потоа се враќаат во езерото. Во случаи когаво пробата се застапени поголем број единки, тие се чуваат во соодветни садови за одржување во живот до нивното проследување на мерењата. Репрезентативен дел од примероците по потреба се издвојува за конзервирање или понатамошна лабораториска обработка.

###### Во акумулации

Колекционирањето примероци риби во акумулациите чијашто примарна намена еснабдување со вода за пиење се врши исто како и во природните езера со примена на активниот метод со електрориболов во плитките делови (МКС14011) и со примена на пасивниот метод со бентосни и пелагијални мрежи во согласност со стандардот МКС 14757.

Теренската обработка на примероците е еднаква на онаа опишана за природните езера (поглавје [3.3.5.1.1.1.5.](#_Теренска_обработка_на) од овој документ).

##### КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ ПОДАТОЦИ

Методот на колекционирање податоци без риболов за проценка на состојбите на рибите во природните езера е од големо значење. Како неопходни се историските податоци за рибарскиот улов по видови, како компонента на деградација и е во согласност со МКС 14962. Во рамките на истиот стандард, подводниот надзор и надзорот со ехосонар се податливи методи. За последниве се потребни обучени лица по соодветната методика.

###### Методи на колекционирање

Риболовна статистика

Податоците се прибираат директно од концесионерот на рибите за дадената риболовна вода (езеро), или од Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство на РС. Македонија изразени како улов на риба по видови и години. Податоците понатаму статистички се обработуваат.

Не сите риби од рибната заедница се предмет на риболов.

Хидроакустика – Ехосонарски надзор

Се врши со помош на софистицирани ехосонари кои располагаат со соодветен софтвер за понатамошна обработка на добиените податоци од ехонадзорот. Ехосонарот се користи со помош на пловен објект и тоа вдолж зададени трансекти од езерата врз основа на експертска проценка, а брзината на поминување на трансектот се приспособува во согласност со спецификите на уредот (ехосонарот). Се користи претежно во пелагијалните води во текот на цела година и кој било период од деноноќието, во зависност од зацртаните цели.

Подводни активности

На плитките делови од езерата се применува идентификување и броење на рибите по пат на нуркање само со маска за нуркање и цевка за дишење. Применлив за трите природни езера. Изведувачите не треба да поседуваат посебна обука, туку да се потпрат на сопственото искуство за нуркање во плитки води на овој начин.

Во подлабоките делови од Охридското Езеро (до 30м длабочина), за следење на состојбите на одредени рибни природни плодишта, се користи и методот на длабинско нуркање со боци компримиран воздух за дишење. Притоа се врши видеозапис или фотографирање на потребните делови од езерското дно и рибите. Видеозаписите и фотографиите се анализираат понатаму во лабораторија.

#### ЛАБОРАТОРИСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА

Лабораториската обработка опфаќа видова детерминација на рибите чија видова припадност не била можна за определба на терен поради недоволно јасните морфолошки обележја, како и за единки од слабо познати и нови видови.

Колекционираните рибни крлушки се анализираат за определување на возраста во согласност со соодветните ихтиолошки методи. Тие потоа се складираат за нивна долготрајна понатамошна употреба.

Во зависност од потребите, дел од свежите примероци се дисекцира за утврдување на половата зрелост, за издвојување одделни органи и ткива за понатамошни следења на присуство на одделни перзистентни загадувачки супстанции.

Сите податоци добиени на терен и во лабораторија се внесуваат во одделни пишани и електронски формати за понатамошна обработка и анализа во зависност од потребите. Дел од електронските формати треба да се во \*.xlsили \*.dbfформа, која лесно може да се вчита (пренесе) во базата на податоци штое креирана за таа намена, од каде што понатаму се изведуваат сите потребни пресметки и статистички анализи.

#### ТЕРЕНСКИ ПРОТОКОЛ ЗА КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ РИБИ ВО ЕЗЕРА И АКУМУЛАЦИИ

Теренскиот протокол за колекционирање примероци (мостри) од риба во езера и акумулации треба да ги содржи следниве информации:

* Код и име на водното тело;
* Датум и време на земањето мостри;
* Фотографија од местото за земање мостри;
* Опис на станицата (местото) за земање мостри (длабочина, хабитат, оддалеченост од брегот);
* Код и име на локалитетот;
* Координати на поставување на риболовниот алат (географска ширина и должина) за пасивните методи;
* Опис на трансектот (за активните методи);
* Време на експозиција на риболовните алати и нивната поставеност во однос на брегот;
* Податоци за временските услови (ветер, бран, наоблаченост, лунарна состојба);
* Име на одговорното лице и учесници во тимот кој ја зема мострата.
* Абиотски услови/мерења на терен:
* температура на водата и воздухот (°C);
* транспарентност (прозрачност) по Secchi;
* растворен кислород (mg / L);
* сатурација на кислород (%);
* кондуктивитет (спроводливост).
* Рибарски алати:
* име на риболовните алати и нивни спецификации;
* тип на мрежата и големина на окцата за стоечки (бентосни и пелагијални) алати;
* должина на мрежата и големина на окцата за повлечни алати.
* Риболов:
* почеток и крај на ловот;
* времетраење на земањето мостри;
* должина на трансектот (за активни риболовни алати);
* Број на уловени риби;
* Број на уловени видови;
* Теренски список на видови со основни мерки и белешки (тотална должина(цм), тежина (г), пол, крлушки, болести и оштетувања);
* Другите опсервации што не се опфатени погоре се внесуваат во делот Белешки.

## Хемиски мониторинг на површински води

### Вовед

Класификацијата на РДВ за хемиски статус на водно тело се заснова врзусогласеност со EQS (Environmental quality standards). Директивата 2013/39/СЕ ги поставува еколошките стандарди за квалитет за 41 супстанција во водната матрица, но исто така им дава можност на земјите да изведат EQS за талог и/или биота. Фреквенцијата на следење на приоритетните супстанции во водната колона (цела вода или растворена) се разликува од оние воседиментите и биотата и јасно е дека изборот на матрицата што треба да се следи ќе биде стратешки во однос на трошоците и ресурсите за проверка на усогласеноста. Минималната фреквенција потребна за следење на водата на приоритетните супстанции е еднаш месечно (еднаш на секои 3 месеци за загадувачи специфични за речните сливови), но за седименти и биота, фреквенцијата на мониторингот може да биде еднаш годишно, освен ако техничкото знаење и стручната (експертска) проценка не оправда друг интервал.

Главната цел на РДВ е постигнување добар хемиски статус за сите водни тела, но земјaтa можеда одлучи за матрицата за одредени супстанции.

На пример, седиментот (талогот) е препорачана матрица за проценка на хемискиот статус за некои метали и хидрофобни соединенија во морските и лентичните (стоечки) водни тела. Во динамичните водни лотични тела, седиментите најчесто не обезбедуваат соодветна матрица за проверка на усогласеноста поради високата варијабилност. Понатаму, во такви водни тела, седиментите може да бидат премногу нарушени за да бидат репрезентативни или во некои случаи да се отсутни. Во овие случаи, оваа проценка може да се изврши со мерење на концентрациите во суспендирана цврста материја (СЦМ). Во големи низински реки, наместо СЦМ, може да се користи свежо депониран талог (седимент) собран од седиментни стапици. Во вториот случај, мора да се потврди еквивалентноста помеѓу СЦМ и свежо депонираниот талог.

Заради следење на трендот, талогот (седиментот) или алтернативно СЦМ и биотата се најпогодни матрици за многу супстанции затоа што тие го интегрираат, временски и просторно, загадувањето во одредено водно тело; промените на загадувањето во овие компоненти не се толку брзи како во водната колона и може да се направат долгорочни споредби. Директивата 2013/39/ЕC дава индикации за супстанциите што треба да се земат предвид за следење на трендот, како и за фреквенцијата на следење на тие супстанции.

Барањата за следење во голема мера зависат од притисоците и влијанијата што се идентификувани за специфичното водно тело. Затоа, барањата за следење можат да се менуваат со тековните проценки и промените во антропогените притисоци и влијанија.

#### Општо – Дизајн за следење

Мрежата за набљудување на површинските води се воспоставува во согласност со барањата од член 8 од Рамковната директива за води (РДВ). Мрежата за мониторинг е дизајнирана така што обезбедува кохерентен и сеопфатен преглед на еколошкиот и хемискиот статус во секој речен слив.

Врз основа на карактеризацијата и проценката на влијанието извршена во согласност со член 5 и Анекс II на РДВ, земјата утврдува за секој период на управување со речен слив три вида на програми за мониторинг:

* надзорен мониторинг;
* оперативен мониторинг и
* доколку е потребно, истражен мониторинг.

#### Дизајнирање на надзорен/оперативен мониторинг

Сите расположливи информации за хемиски притисоци и влијанија треба да се користат за поставување на стратегијата за мониторинг. Таквите информации вклучуваат својства на супстанциите, проценки на притисокот и влијанието и дополнителни информации за изворите, на пример, податоци за емисии, податоци за тоа каде и зашто се користи супстанцијата и постојните податоци за мониторинг со брани во минатото.

Во многу случаи, ќе биде релевантно да се користи пристап напостепенскрининг, за да се идентификуваат непроблематичните области, проблематичните области, главните извори итн. Овој пристап може, на пример, да започне со обезбедување преглед на очекуваните жаришта и извори за да добиете прв впечаток за обемот на проблемот. Потоа, може да се изврши пофокусиран мониторинг насочен конрелевантни проблематични области. За многу супстанции, скринингот на нивоата во водата, како и во биота со ограничена подвижност и во седиментот, ќе биде најдобриот начин да се добијат оптимални информации во дадена количинана ресурси. Кога ќе се идентификуваат проблематичните области, може да се изврши анализа на ограничен број примероци на вода.

Програмите за следење ќе треба да ја земат предвид варијабилноста во времето и просторот (вклучувајќи ја и длабочината) воводното тело. Треба да се земат и да се анализираат доволни примероци за соодветно да се карактеризираат ваквите варијабилности и да се генерираат значајни резултати со соодветна доверба.

Користењето на нумерички модели со доволно ниво на доверба и прецизност за дизајнирање на програмите за мониторинг исто така може да биде корисно.

Документацијата за прогресивно намалување на концентрацијата на приоритетни супстанции и други загадувачи и принципот на невлошување секлучни елементи на РДВ и бараат соодветно следење на трендот. Земјата треба да го земепредвид ова при дизајнирањето на нејзините програми за мониторинг. Податоците добиени однадзорниот и од оперативниот мониторинг можеда се користат за оваа намена.

#### Стратегија за земање примероци

Во зависност од целта на мониторингот, треба да се земат физичко-хемиските својства на супстанцијата што треба да се следи и својствата на водното тело од каде што се колекционира испитуваната вода, примероци на седимент и/или биота.

Поставувањето на стратегијата за мониторинг вклучува одлуки за локациите за земањемостри, фреквенциите и методите на земање мостри. Овој избор е компромис помеѓудоволното покривање на примероците во време и простор за да се генерираат значајни резултати со соодветна доверба и ограничување на трошоците за мониторинг.

Бидејќи воспоставувањето стандарди за квалитет на животната средина (EQS) е ограничено за мнозинството приоритетни супстанции само на вода, основниот матрикс за проценка на усогласеноста во однос на EQS е само вода, или за металите, течна фракција добиена со филтрација на целиот примерок од вода. EQS кои се однесуваат на концентрациите во биота се воспоставени само за жива, хексахлоробензен и хексахлорбутадин на ниво на реонот. Со цел да им се овозможи на земјите флексибилност во зависност од нивната стратегија за следење, тие можат или да ги следат и да ги применат EQS за биота, или да воведат построги EQS за вода со цел да се обезбеди исто ниво на заштита како EQS за биота. Понатаму, земјата може да избере да воспостави и примени EQS за седимент и/или биота за други супстанции наведени во Директивата. Овие EQS ќе понудат барем исто ниво на заштита како EQS завода.

За другите загадувачи, матриксот за анализа треба да биде во согласност со матриксот за која се изведени националните EQS.

### Физичко-хемиски својства на хемиски загадувачи

Изборот на матрицата што треба да се следи зависи прво од физичко-хемиските својства на супстанциите. Листата на приоритетни супстанции содржи неколку (класи на) супстанции кои имаат мала растворливост во вода, соодветен висок коефициент на поделба на октанол/вода (logKow; види Табела 1 од Прилог 3) и висок потенцијал за биоакумулација и биоконцентрација.

### Избор на соединенија што треба да се следат во седимент

Главниот критериум за избор на органски соединенија што треба да се следат во седиментите е нивното физичко-хемиско претпочитање на цврстата фаза, односно слабо растворлив карактер во вода. Колку е похидрофобно (по водоодбивно) соединение, толку е помалку растворливо во вода, и затоа е поголема веројатноста да се апсорбира во честичките на седиментот. Едноставна мерка за хидрофобноста на органското соединение е коефициентот на партиција на октанол-вода (Kow), што е добар предиктор за потенцијалот на поделба на загадувачот во органскиот дел на талогот (Koc).

Како по правилото на палецот, соединенија соlog KОW> 5 препорачливо е да се мерат во седиментите или во суспендирани честички (СЧ), додека соединенија со log KОw<3 препорачливо е да се мерат во вода. На пример, HCB (хексахлоробензен ; logKOW= 5,7) не е препорачливо да се следи во вода, туку во талог или во суспендирани честички, затоа што претпочита да се апсорбира на честичките на седиментот (т.е. органски јаглерод).

Атразин, од друга страна, со logK OW~ 2,5, треба да се следи во вода, а не во талог, поради неговата висока растворливост во вода.

За соединенија со log KOWпомеѓу 3 и 5, седиментот матрица или суспендирани цврсти честички е *изборен*и ќе зависи од степенот на контаминација. Ако степенот на контаминација за хидрофобно соединение е непознат или се очекува да биде низок, талогот треба да биде дополнителна матрица за следење (поради акумулација).

### Избор на соединенија што треба да се следат во биотата

Главниот критериум за избор на соединенија што треба да се следат во биотата е нивната физичко-хемиска склоност кон оваа матрица (на пример,разни метали и липофилни соединенија); на метаболитската  ефикасност за прочистување на различни видови организми,а исто така треба да се земе предвид за следење на флората и фауната.

Според програмите за мониторинг и многу научни студии, најчестите супстанции што се анализираат во водната биота се органохлорирани соединенија (особено ПХБ, ДДТ и неговите метаболити и органохлорирани пестициди), ПАХ (само во школки бидејќи делумно се метаболизираат во риби), ТБТ и метали во трагиштоимаат тенденција да се акумулираат.

#### Органски соединенија

За органски супстанции, следењето во биотата треба да се изврши кога факторот на биомагнификација (BMF) е>1 или кога факторот на биоконцентрација (BCF) е>100; ако не е достапен валиден измерен BMF или BCF (BAF), logKOW>3 може да се смета како индикатор за потенцијал за биоакумулација.BMF е односот на концентрацијата на супстанцијата во организмот во споредба со концентрацијата во елементите на исхрана (пленот). BCF е односот на концентрацијата на супстанцијата во организмот со нејзината концентрација во водата.

Исто така, треба да се осигуридека нема својство на олеснување како што е брза деградација (подготвена биоразградливост или полуживот на хидролиза <12h на pH 5-9, 20 °C). Ако е така, тогаш не се препорачува следење на биотата. Информациите за молекуларната големина може да бидат показател за ограничен потенцијал за биоакумулација на супстанцијата, бидејќи многу обемните молекули потешко ќе поминат низ клеточните мембрани.

#### Метали

Биомагнификацијата на металите во водните организми ретко се забележува и, доколку се појави, обично вклучува органометални форминаметали(напр.метилжива);недостигодбиомагнификацијанетреба да се толкува како недостиг од изложеност или отсуство на грижа за трофичен трансфер. Дури и во отсуство на биомагнификација,водните организми можат да биоакумулираат релативно големи количини на метали и тоа може да стане значаен извор на метал којшто е потребен во исхраната за нивните предатори.

За метали не треба да се користи BCF; тоа е затоа што моделот на хидрофобна поделба, давајќи повеќе или помалку постојан однос Сбиота/ Сводасоразлична надворешна концентрација (не се однесува на метали). Понатамошните индикации за метали се вклучени во TGD-EQS [EC, 2010].

### Критериуми за избор на матрица

Врз основа на правилото споменато погоре, направена е разлика помеѓу претпочитаните (Р), факултативни (О) и непрепорачливи (Н) матрици за следење на приоритетните супстанции во Табела 1.

* Преферирано (П): Мониторингот треба да се изврши во оваа матрица.
* Факултативно (Ф): Мониторингот може да се изврши во оваа матрица, но исто така и во другите оддели/матрици; изборот ќе се изврши и врз основа на степенот на контаминација на одредена матрица.
* Непрепорачливи (Н): Следењето во оваа матрица не се препорачува, освен ако не постојат докази за можност за акумулација на соединението во оваа матрица.

За металите, поради високата варијабилност на овие соединенија, оваа разлика не може да се направи освен кога тие се во форма на органометали (на пр. метилжива).

Во некои случаи, седимент и биота се претпочитани матрици и изборот треба да се направи врз основа на локална контаминација и врз основа на добиениот EQS.

Овие критериуми не се задолжителни и може да се изберат соодветни матрици врз основа на знаењето, под услов да ги имаат предвид индикациите на Директивата 2008/105/ЕЗ.

### Стратегија за колекционирање примероци

#### ГЕНЕРАЛНИ ПОТРЕБИ И ЗАЕДНИЧКИ АСПЕКТИ НА МОНИТОРИНГ НА СЕДИМЕНТИ И БИОТА

Главната цел на секое мерење е да овозможи донесување одлуки. Целисходноста на намената е најважниот услов на секоја стратегија за земање примероци. Соодветноста за целите на дизајнот за земање примероци, сепак, може да се процени само од сигурни проценки на неговата несигурност и влијанието врз целите на следењето (мониторингот). Тековната практика при проценка на неизвесноста во мониторингот на животната средина ги следи општите принципи утврдени во Водичот за изразување на несигурност во мерењето [ISO 1993], чија основна филозофија е одобрена во сите документи за стандардизација издадени од меѓународни и национални тела за стандардизација. Поимот „несигурност“ е тесно поврзан со другите концепти на мерења како што се „точност“, „грешка“, вистинитост, пристрасност и прецизност [EURACHEM, 1995]. Во овој контекст, треба да се потсетат на следниве важни разлики [EURACHEM, 2007]:

* Несигурноста е опсег на вредности што се припишуваат врз основа на резултатот од мерењето и другите познати ефекти, додека „грешката“ е единствена разлика помеѓу резултатот и „вистинската вредност“.
* Несигурноста вклучува надоместоци за сите ефекти што можат да влијаат врзрезултатите (т.е. и случајни и систематски грешки); прецизноста ги вклучува само ефектите што варираат за време на набљудувањата (т.е. само некои случајни грешки).
* Несигурноста важи за правилна примена на постапките за мерење и земање примероци, но не е наменета да дава додатоци за груби грешки на операторот.

Затоа е очигледно дека чинот на земање примерок воведува несигурност во резултатот од мерењето. Покрај тоа, протоколите за земање мостри никогаш не се совршени, бидејќи не можат да ја предвидат секоја можна евентуалност во моментот на земањето мостри.

Во контекст на ова упатство, главните извори на несигурност во врска со мониторингот на седиментот и на биотата се природната просторна и временска варијабилност во рамките на местото за земање примероци (или популацијата), како и процесот на мерење вклучувајќи го и чинот на земање примероци, последователните чекори на пред-третманот и складирање на примерокот до неговото мерење. Природната варијабилност и самиот чин на земање примероци се секако најважните и, воедно, најмалку контролираните соработници.

Додека земањето примероци и мерењата може да се проценат до одреден степен со употреба на класични алатки за контрола на квалитетот и мерења како што се празни места, референтни материјали, меѓусебни споредби и така натаму, влијанието на природната варијабилност може да се справи само ако има доволно информации за системот достапни во фазата на планирање на програмата за мониторинг. Колку што е поголема комплексноста или хетерогеноста на проучуваното водно тело, толку е поголем бројот на примероци што треба да се испитаат и, оттаму, мониторингот станува поскап.

Во овој контекст, правилно дефинирање на опсегот и целите на следење на програмата се од клучна важност, бидејќи тие се клучни фактори за дефинирање на точките (местата) за земање примероци, фреквенцијата, времетраењето и методологијата, вклучувајќи пред-третман на мострата и последователните мерења и испитувања. Основна цел е мониторингот да биде дизајниран на таков начин што статистички може да се детектираат можни грешки што се појавуваат при земањето мостри и мерењето.

Прелиминарна или истражувачка програма за земање примероци може да биде корисна за да се обезбедат релевантни информации за дизајнирање на финалната програма за земање примероци. Во истражувачки студии, податоците можат статистички да се анализираат на повеќе начини за повеќе намени. Сепак, сè уште треба да има јасно разбирање за тоа што треба да се измери од која популација и како треба да се изберат примероците. Стратегијата за земање мостри е есенцијална компонента на податоците и може да ја ограничи нивната употреба и толкување.

Квантитативни цели за избрана примарна цел треба да се утврдат и за истражувачки студии.

Во Прилог 2, Табела 1. Мониторинг матрици за приоритетни супстанции и одделни други полутанти наведени според ДирективатаEQS.

# ПОДЗЕМНИ ВОДИ

## Вовед

Секојахидролошка служба имаосновна мрежа на хидролошкистаници за подземни води со чијапомош се следи нивото на подземните води од првиотаквифер во одреденисливниподрачја, алувијалнирамнини или водни тела.

Со помош на овие информации за подземните води од првиот водоносен слој,заинтересиранитестраниможат да дознаат на кое ниво во одреденоподрачје би можело да очекуваат да наидат на подземна вода. Во ситуација кога некој сака да користиподземна вода за наводнување или водоснабдување, би можел да гипланирасвоите активности, но и да гидимензионирасвоитепумпи за црпењеподземна вода. Од друга страна, аконекој сака да гради во одреденаобласт, би можел да се информира на кое ниво би можела да дојдеподземната вода, па на тој начин навремено би се информирал како да го заштитисвојотобјект од дејство на подземната вода.

При хидролошки мониторинг на подземни води, основни параметри кои се мерат се:

* Ниво на подземната вода, слој на првиот аквифер;
* температура на водата Т (°C).

На хидролошките станици за подземни води се вршат секојдневни или периодични мерења. За таа намена се ангажираат набљудувачи, а на одредени места се поставуваат и автоматски инструменти. Основните активности на набљудувачите за подземни води е да го измерат нивото на подземната вода, а информацијата да ја достават до УХМР. Овие податоци се проверуваат, се анализираат и се складираат во хидролошката база на податоци.

Добрата поставеност на пиезометрите е многу важна за правилно одредување на подземните текови и количини. Потребно е ангажирање за обезбедување нови пиезометарски дупнатини,и тоа на целата територија на државата.

Нормалното функционирање на станиците зависи од нивното редовно одржување.

Контролните мерења во рамки на хидролошката мрежа за подземни води се изведува два до четири пати годишно или минимум еднаш. Ова е со цел да се изврши контрола на пиезометрите и да се провери точноста на измерените податоци од набљудувачите.

Во делот за подземните води, од особена важност е да се извршуваат редовни прочистувања на пиезометрите. Со повремени испумпувања на водата од пиезометарот се спречува негово запоставување, а со тоа се продолжува и неговиот работен век.

Нивото на подземните води не се менува толку брзо како нивото на површинските води, но сепак на одредени места има потреба од воведување на дигитални рекордери, а и автоматски онлајн инструменти за регуларен мониторинг.

Модернизацијата е неопходна. Опремувањето со автоматски онлајн инструменти секако е иднината на мониторингот на подземните води, а опремувањето на станиците со дигитални мерни рекордери ќе ја олесни работата и контролата на податоците, што ќе доведе до квалитетни и сигурни податоци. Со модернизација на мониторингот директно би се добиле нови податоци и информации и тоа достапни 24/7, 365 дена во годината. На овој начин би имале информации од терен и би можело да се алармира за одредени опасности предизвикани од висок водостој на подземните води.

Информацијата за нивото на подземната вода е од големо значење како за земјоделството, енергетиката, така и за градежништвото. За секој објект, особено во загрозени подрачја од подземни води, би било добро да се знае каков е режимот на движење на подземната вода која во одредена ситуација би можела да предизвика влијание врзнеговите темели или заштитни ѕидови на подземните простории.

Редовната контрола на подземната вода би дала насоки на влијанието на промените на температурата врз земјата и почвата, но и првични информации за различни влијанија врз водните ресурси. Температурата на водата дава директна информација за евентуалните варијации на климата во регионот (актуелни климатски промени).

## Квантитативна состојба на подземните води

### Квантитативна состојба

Подземното водно тело ќе биде во добар квантитативен состојба ако:

* расположливиот ресурс на подземна вода не ја надминедолгорочната годишна просечна стапка на апстракција;
* нивото и протекот на подземните води се доволни за исполнување на целите на животната средина за придружните површински води и копнените екосистеми зависни од подземните води; и
* антропогените измени на насоката на протек што произлегуваат од промена на нивото не предизвикуваат солен раствор или друго навлегување.

#### Дефиниција за квантитативната состојба

|  |  |
| --- | --- |
| Елементи | Добра состојба |
| Ниво на подземната вода | Нивото на подземната вода во подземното водно тело е такво што достапниот ресурс на подземна вода нема да биде надминат со долгорочна годишна просечна стапка на експлоатација. Според тоа, нивото на подземната вода не е предмет на таквите антропогенски измени коишто би резултирале со: – непостигнување на цели за животната средина определени во член 73 од Законот за води за придружните површински води,– какво било влошување на состојбата на ваквите води,– какво било значително оштетување на копнените екосистеми коишто се непосредно зависни од подземното водно тело,а измени во насока на протокот, коишто произлегуваат од промените на нивото, можат да се јавуваат привремено или континуирано во просторно ограничено подрачје, но ваквите пренасочувања не предизвикуваат навлегување на солена вода или на друг вид навлегување и не укажуваат на оддржлива и на јасно идентификувана антропогенски предизвикана тенденција во насоката на протокот, за којашто постои веројатност дека ќе резултира со такви навлегувања. |

#### Параметар за класификација на квантитативната состојба

Параметар за класификација на квантитативната состојба е:

**Режим на нивото на подземната вода**

Иако Директивата го идентификува нивото на подземните води како метричкаединица за одредување на квантитативнатасостојба, во практиката, барањата за проценка на состојбата значат дека ќе бидат потребни дополнителни придружни информации. Препорачаните параметри за целите на квантитативна проценка на подземните води вклучуваат:

* нивоа на подземните води (водоносен слој на првиот аквифер)мерени во бунари или пиезометри (дупнатини издупчени во почвата со намера да се врши мониторинг на подземните води, т.е. да се следи нивото на првиот аквифер);
* пролетни текови;
* карактеристики на протек и/или етапно ниво на текови на површински води за време на периоди на суша (т.е. кога компонентата на протек директно поврзана со врнежи од дожд може да се занемари и испуштањето да се одржи значително од подземните води);
* нивоа на количество вода во значителни мочуришта и езера зависни од подземните води.

Изборот на точките и параметрите за мониторинг мора да се заснова врззвучен идеен модел на водното тело што треба да се следи.

Дополнителниотмониторинг за поддршка на карактеризацијата и класификацијата на подземните води може да вклучува:

* мониторинг на хемиски и индикаторски параметар (на пример, температура, електрична спроводливост) за солен раствор или други навлегувања на води. За островските водоносни слоеви може да биде соодветно и да се следи зоната на транзиција на свежа/солена вода. Ова може да вклучува:
* врнежи од дожд и компоненти потребни за пресметување на испарување–транспирација (за пресметување на надополнување на подземните води);
* еколошко следење на копнените екосистеми зависни од подземните води (вклучително и еколошки индикатори); и
* црпење на подземни води (и вештачко полнење).

Специфичните барања за податоците за поддржувачки мониторинг, како дополнување на знаењето добиено од следењето на нивото на подземните води, во голема мера ќе се утврдат со алатките/методите што ќе се користат за поддршка на проценката на ризикот или состојба при оваа проценка.

Клучно за избор на параметар е колку е битен параметарот за хидрогеолошкиот амбиент што се следи и значењето на неговата улога во одредувањето на ризикот или состојбата.

Во некои хидрогеолошки анализи се укажува дека следењето на нивото на подземните води во пиезометарската дупнатина може да биде несоодветно за целите за утврдување на квантитативната состојба и во некои случаи да биде погрешно. Во овие околности, карактеристиките на протекот на поврзаните водотеци или извори може да обезбедат подобри податоци со кои може да се изврши проценка. Ова е најверојатно случај во подрачја на ниска пропустливост/фрактурирани водоносни слоеви. Има случаи кога нивото на водата останува повеќе или помалку стабилно, но вода од други водоносни слоеви, површински води или друга вода е вишок. Доколку постои ризик од навлегување на води, тогаш треба да се следат соодветни индикатори за квалитетот на водата, на пр. електрична спроводливост и температура на водата.

#### Следење на квантитативната состојба на подземната вода

Следењето на квантитативната состојба на подземните води се воспоставува во согласност со барањата од член 74 од ЗВ. Мрежата за следење се конципира така што ќе се обезбеди сигурна оцена за квантитативната состојба на сите подземни водни тела и групи водни тела, вклучувајќи ја и оцената за достапниот ресурс на подземна вода. Земјите-членки на ЕУ обезбедуваат карта или карти на која/кои е прикажана мрежата за следење на подземните води во планот за управување со речниот слив.

#### Мрежа за следење наквантитативната состојба на подземната вода

Воспоставувањето на мрежата за следење на квантитативната состојба на подземната вода е потребна за:

* да се помогне во постапката на нивна карактеризација;
* да се утврди квантитативниот статус на подземните водни тела;
* да се поддржи проценката на хемискиот статус и анализата на трендот и
* да се поддржи дизајнирањето и проценката на програмата за мерки.

Како и со другите мрежи за мониторинг, дизајнот за мониторинг треба да се заснова врзконцептуално разбирање на системот на подземните води и притисоците. Клучните елементи на квантитативното концептуално разбирање ќе бидат:

* проценки на полнење и рамнотежата на водата; и/или
* постојни проценки на нивото или испуштањето на подземните води и релевантни информации за ризиците за површински води зависни од подземните води и копнените екосистеми зависни од подземните води;
* степенот на интеракција помеѓу подземните води и сродните површински и копнени екосистеми каде што оваа интеракција е важна и може потенцијално да влијае врзстатусот на површинското водно тело.

Развојот на мрежата за следење на квантитативната состојба на подземните води еочекуван. Податоците собрани од новите точки за мониторинг што се користат за подобрување и рафинирање на концептуалниот модел се потребни за лоцирање на секоја точка за мониторинг во подземните водни тела како целина и се дел од програмата за квантитативно следење.

Имплементацијата на нумеричките модели на подземната вода или хидролошкиот модел што ги интегрира подземните и површинските води се корисни алатки при составување и толкување на квантитативните податоци за следење и идентификување на изворите и екосистемите во ризик. Понатаму, проценките на неизвесноста што може да се добијат со нумеричките модели можат да помогнат во идентификување на делови од подземно водно тело, каде што дополнителните точки на податоци ќе додадат најмногу на описот на количината и протекот на подземните води. Сепак, најточни се оние податоци кои се поддржани со мерења од терен.

#### Густина на локациите за следење на квантитативната состојба на подземната вода

Во мрежата се вклучуваат доволен број репрезентативни точки за следење за да се процени нивото на подземната вода во секое подземно водно тело или група тела, при што се води сметка за краткорочните и за долгорочните варијации во надополнувањето, а пред сè:

* за подземните водни тела идентификувани како ризични за постигнување на целите за животната средина во согласност со чл.73 од ЗВ со кои се утврдуваат целите на животната средина, да се обезбеди доволна густина на точките за следење за да се оцени влијанието на експлоатацијата и на испуштањата врз нивото на подземната вода;
* за подземните водни тела во чиишто рамки подземната вода тече преку границата на земјатачленка на ЕУ, да се обезбедат доволен број точки за следење, за да се процени насоката и степенот на протекот на подземната вода преку границата на земјатачленка.

За подземните водни тела или група на тела проценети како „неизложени на ризик“, следењето може да се минимизира. Навистина, следењето не треба да се наоѓа во секое тело или во групата, под услов истите да се хидрогеолошки споредливи.

Во подземните водни тела или групите подземни водни тела проценети како „изложени на ризик“, дистрибуцијата на точките за мониторинг ќе ја рефлектира потребата да се разберат хидрогеолошките услови што се однесуваат на рецепторите идентификувани како „изложени на ризик“ и на нивната важна перцепција. Густината на следењето мора да биде доволна за да се обезбеди соодветна проценка на влијанијата како резултат на апстракции/црпења и испуштања на нивото на подземните води.

Специфични одредби се однесуваат на оние тела на подземни води кои ја преминуваат границата помеѓу две или повеќе држави, како и за локацијата на местата каде што има црпење на подземни води кои обезбедуваат повеќе од 10 м³ на ден или опслужуваат повеќе од 50 лица, каде што има стапка на апстракција/црпење, директните испуштања во подземните води итн. Бројот на места за земање примероци треба да биде доволен за да може да се процени насоката и стапката на протек на подземните води преку границата на државата.

#### Зачестеност на следењето на квантитативната состојба на подземната вода

Зачестеноста на следењето треба да биде доволна за да се овозможи оценување на квантитативната состојба на секое подземно водно тело или група тела, при што се води сметка за краткорочните и за долгорочните варијации во надополнувањето. Особено за подземните водни тела идентификувани како ризични за постигнување на целите за животната средина во согласност со чл.73 од ЗВ со кои се утврдуваат целите на животната средина, да се обезбеди доволна зачестеност на мерењата за да се оцени влијанието на експлоатацијата и на испуштањата врз нивото на подземната вода.

За подземните водни тела во чиишто рамки подземната вода тече преку границата на земјата-членка, да се обезбеди доволна зачестеност на мерењата за да се процени насоката и степенот на протек на подземната вода преку границата на државата.

Фреквенцијата на следење претежно зависи од карактеристиките на водното тело и местото на следење, соодветно. Подрачјата со значителна годишна варијабилност треба да се следат почесто од локациите со мала варијабилност. Општо, месечниот мониторинг ќе биде доволен за мониторинг на квантитетот каде што варијабилноста е мала, но би се претпочитал дневен мониторинг (особено при мерење на протоците). Фреквенцијата треба да се ревидира бидејќи се подобрува знаењето за одговорот и однесувањето на водоносникот и во однос на значењето на какви било промени во притисоците врз подземното водно тело. Ова ќе обезбеди одржување ефективна програма.

#### Толкување и излагање на квантитативната состојба на подземната вода

Резултатите добиени од мрежата за следење за подземната водна површина или на група тела се користат за да се оцени квантитативната состојба на тоа тело или на тие тела. Во зависност од анализите, државата обезбедува карта на добиената оцена за квантитативната состојба на подземните води, означена со бои, во согласност со следниов режим:

**Добра:** зелена

**Слаба:** црвена

### Начин на мониторинг на квантитативната состојба на подземните води

#### ПИЕЗОМЕТАРСКА СТАНИЦА НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Во однос на карактеристиките на аквиферот и режимот на подземните води од првиот издан, се утврдуваат следниве критериуми за воспоставување мрежа на подземни водни станици од првиот водоносен слој од интерес за целата земја:

1. еден пиезометар (бунар) е поставен долж поголемите алувијални површини на максимално растојание од 40 км;
2. во зони со високо ниво на подземна вода и во области со интензивно земјоделско производство со примена на мелиоративни мерки, се поставуваат станици за контрола на режимот на подземни води на секои 5 до 20 км2;
3. во области каде што поради интензивна експлоатација на подземни води има значителни промени во потенцијалниот градиент, се поставуваат станици за да се контролира промената на потенцијалниот градиент во опсег од 5: 1000 до 5: 10000;
4. во зоната на влијание на акумулациите врз режимот на подземните води, крајбрежните станицисе поставуваат по должината на акумулацијата на секои 2 до 10 км;
5. станиците се поставуваат и во алувијалните области што ги пресекува државната граница.

#### Опрема за мерење

Мерењето на нивото на подземната вода од I-во ниво во станиците и во другите објекти се врши со разни прибори, таканаречени нивомери (контактметри). Постојат повеќе типови на нивомери со потребна точност на мерењето од ±1 до 2 cm, а најупотребувани се водната свирка, контактметарот и лимниграфскиот инструмент. Сите типови на инструменти даваат добри резултати.

* Водната свирка е механички инструмент кој се употребува и при длабочини до 20м.
* Контактометарот е електронски инструмент со светлосен и звучен сигнал, а во зависност од должината на лентата се мерат поголеми длабочини.
* Во набљудувачките станици во кои се јавуваат поголеми осцилации на нивото на подземните води како и на местата каде подземните и површинските води се во взаемна врска се поставуваатлимниграфи или автоматски станици кои непрекинато го бележат водостојот на подземните води. Поради малитеколебања на подземните води (во однос на површинските) најпогоден размер е 1:2 или 1:10.

#### Планирање на мерењата

Врз основа на препораките на Упатството за мерење на подземни води и извори и Guide to Hydrological Practices WMO, дефинирани се условите за мерење на водостојот на подземнита вода од I-во ниво. Точни податоци можат да се добијат само тогаш кога се вршат редовни мерења, најмалку 6 пати во месецот и тоа на пропишан интервал (секој 5-ти, 10-ти, 15-ти, 20-ти, 25-ти и последниот ден во месецот).

Мерење на водостојот на подземните води од I-во ниво се врши со цел да се добијат податоци за квантитативните карактеристики на одредени водоносни слоеви. Доколку истите се помалку од 6 пати месечно даваат само општа слика за нивото на подземните води.

При порастот на водостојот на подземните води после подолг дождлив период или за време на топење на снежниот покривач, мерењата треба да се вршат почесто. Во крајбрежните станици каде подземните води се во взаемна врска со површинските води за време на висок водостој на водотекот неопходно е да се мери секој ден. На секоја станица мерењата треба да се вршат во исто време.

#### Подготовка на мерната опрема

Подготовка на мерната и пратечката опрема за мерење на водостојот на подземните води се врши во согласност со важечките хидролошки прописи (проверка на исправноста и калибрација на инструментите за водостој) по препорака на производителот и во согласност со препораките на Упатството за мерење на подземни води и извори и Guide to Hydrological Practices WMO.

#### Постапката на мерење

Постапката за мерење на водостојот на подземните водиод I ниво се врши во согласност со документите кои се користат за оперативна работа на ХС, а во согласност со препораките на Упатството за мерење подземни води и извори и Guide to Hydrological Practices WMO.

Металниот дел на контактметарот каде што се наоѓа сензорот внимателно се спушта во пиезометарот и кога ќе дојде во контакт со водата,тој дава звучен или светлосен сигнал. Растојанието од нивото на водата до горниот раб на цевката се отчитува на лентата која е гравирана на 1 cm.

#### Пресметки, прикажување и подготовка на извештајот

Пресметките, прикажувањето на резултатите и подготовката на извештајот се врши спореддокументите штосе користат за оперативна работа на хидролошките станици за подземни води, а во согласност со Guide to Hydrological Practices WMO.

Набљудувачот на терен ги запишува резултатите од мерењата во соодветна колона во соодветни бележници. По истекот на месецот, набљудувачот ги препишува податоците од Бележникотво картичката за месечен извештај којшто го доставува до Управата за хидрометеоролошки работи во Скопје, аБележникот се испраќа по истекот на годината.

Во Управата за хидрометеоролошки работи резултатите од мерењата се средуваат, се анализираат и се обработуваат во годишни прегледи со истакнати карактеристични (минимални, просечни и максимални месечни и годишни) вредности. Овие податоци потоа се внесуваат во соодветни таблици каде што се добиваат карактеристични вредности за цел период, со што се формира базата на податоци.

#### Процена на несигурноста од резултатите од мерењето

Во зависност од мерниот инструмент, можни се мали отстапување при отчитувањата и при споредбата со горниот раб на цевката од пиезометарот. Тие се движат во рамки од ±1 cm.

#### Валидација на методот

Стандардизираниот метод за мерење на водостојот на подземнитеводи од I ниво е врз основа на Законот за хидрометеоролошка дејност (Службен весник на РМ, бр 103 од 19.08.2008 г.) и по препораките на СМО (Guide to Hydrological Practices WMO-No.168, 2008), Упатството за мерење подземни води и извори (Сојузен хидрометеоролошки завод – Белград), а се применува во УХМР на Република Македонија од 1947 година.

## Хемиски статус на подземните води

### Хемиски статус на подземната вода

Програмите за следење подземни води се потребни за да обезбедат кохерентен и сеопфатен преглед на статусот на водата во секој речен слив, за да се открие присуството на долгорочни антропогено предизвикани трендови во концентрациите на загадувачите и да се обезбеди усогласеност со целите на заштитената област. Сигурните и споредливи методи за следење на подземните води се важна алатка за проценка на квалитетот на подземните води (и ова се применува и за квантитетот).

Подземното водно тело ќе биде во добар хемиски статус доколку се исполнети следниве критериуми:

* Општ квалитет на водата: Концентрациите на загадувачи не треба да ги надминуваат стандардите за квалитет што се применуваат според релевантно национално законодавство што е во согласност со чл. 17 од РДВ;
* Влијанија врз екосистемите: Концентрацијата на загадувачи не треба да биде таква што би резултирала во неможност запостигнување на целите на животната средина наведени во чл.73 од ЗВ, со коишто се утврдуваат целите на животната средина за придружните површински води, ниту во какво било значајно намалување на еколошкиот или хемискиот квалитет на таквите тела, како и со какво било значително оштетување на копнени екосистеми коишто директно зависат од подземното водно тело;
* Солен упад: Концентрациите на загадувачи не треба да покажуваат ефекти на солен раствор или други упади, измерени со промените во спроводливоста.

Во согласност созаконот за водите и РДВ се бара да се воспостават програми за надзорен и оперативенмониторинг со којштоби се обезбедиле потребни информации за поддршка на проценка на хемискиот статус и идентификување и следење на трендовите на загадувачите.

#### Дефиниција за хемискистатус на подземна вода

Дефиниција за добар хемиски статус на подземна вода

|  |  |
| --- | --- |
| **Елементи** | **Добра состојба** |
| Општо | Хемискиот состав на подземното водно тело е таков што концентрациите на загадувачите: – онака како што се определени подолу, не покажуваат ефекти на навлегување на соленоста или на другите видови навлегувања;– не ги надминуваат стандардите за квалитет применливи според другите релевантни законски акти на Заедницата, во согласност со член 17 од РДВ;– не се такви што нивниот резултат би бил непостигнување на целите за животната средина определени во чл.73 од ЗВ, со коишто се утврдуваат целите на животната средина, за придружните површински води или какво било значително влошување на еколошкиот или на хемискиот квалитет на ваквите тела или какво било значително оштетување на копнените екосистеми што зависат непосредно од подземното водно тело. |
| Спроводливост | Промените во спроводливоста не укажуваат на навлегување на соленост или друг вид навлегување во подземното водно тело |

#### Параметри за класификација на хемискиот статус

Во сите избрани подземни водни тела се следи следниов комплет суштински параметри:

* содржина на кислород;
* pH вредност;
* спроводливост;
* нитрати;
* амониум.

И кај телата кои, во согласност со чл.92 од ЗВ, се идентификувани како мошне ризични за постигнување добар статус, се следат оние параметри коишто се показатели за влијанието на тие притисоци.

И кај меѓудржавните водни тела се следат оние параметри штосе релевантни за заштитата на сите намени што ги обезбедува протокот на подземната вода.

#### Мониторинг на хемискиотстатус на подземната вода

Врз основа на карактеризацијата и оценувањето на влијанието спроведени во согласност со чл.71 од ЗВ, за анализа на притисоците и карактеристики на водното тело и во согласност со чл.92 од ЗВ, за секој период на којшто се применува планот за управување со речниот слив, државите воспоставуваат програма за надзорно следење.

Резултатите од оваа програма се користат за да се воспостави програма за оперативно следење, којашто треба да се применува во текот на преостанатиот период од планот.

Мрежата за следење се конципира така што ќе се обезбеди кохерентен и сеопфатен преглед на хемискиотстатус во секој речен слив и ќе се открие присуство на долгорочни антропогенски предизвикани нагорни тенденции кај загадувачите.

##### Надзорен мониторинг

###### Цел

Надзорно следење се спроведува со цел: да се дополни и да се потврди постапката за оценување на влијанието,да се обезбедат информации што треба да се користат во оценувањето на долгорочните тенденции произлезени од промените како во природните услови, така и преку антропогеното дејство.

Надзорното следење се фокусира врзподземните водни тела како целина и е потребнозаради:

* Проверка на проценките на ризик: се дополнува и се потврдува постапката за карактеризација и проценка на ризикотво однос на ризиците од неуспехот да се постигне добра хемиска состојба на подземните води;
* Класифицирање на подземните водни тела: да се потврди статусот на сите подземни водни тела или групи тела, утврдени дека не се изложени на ризик врз основа на проценките на ризикот; и
* Проценка на трендовите: да се дадат информации за употреба при проценка на долгорочните трендови во природните услови и концентрациите на загадувачи што произлегуваат од човековата активност.

Надзорниот мониторинге потребен е за подземни водни тела или групи подземни водни тела во ризик,во согласност со барањата на РДВ. Програмата мора да се спроведува за време на секој циклус на управување со речен слив, без оглед дали е загрозено подземното водно тело (или група тела).

Мониторингот на надзорот треба да се преземе во секој плански период и во оној степен што е неопходен за соодветно дополнување и потврдување на постапката за проценка на ризик за секое тело или група тела на подземни води.

Програмата за надзорен мониторинг исто така ќе биде корисна за дефинирање на природните нивоа и карактеристиките во рамките на подземните водни тела. Ова ќе овозможи да се проценат идните промени во условите, да се добијат референтни податоци и да се испитаат типологиите. Оваа информација ќе биде корисна за карактеризирање на прекугранични водни тела и како основа за известување.

Исто така, треба да се утврди прифатлив ризик да не се идентификува нов притисок на загадување или промена на трендот и оваа информација да се користи при утврдување на целите за следење, управување со програмата (и) за мониторинг и проценка на квалитетот и варијабилноста на податоците.

######  Избор на локации за надзорен мониторинг

За секојод следниве мониторинзи се избираат доволен број локации за следење: тела идентификувани како ризични по примената на карактеризацијата извршена во согласност со чл.92 од ЗВ,тела коишто ја поминуваат границата на државата.

Изборот на места за земање примероци и нивната работа е од голема важност за резултатите од подоцнежната процедура за проценка, особено затоа што загадувачите честопати се нерамномерно распоредени низ подземните води. Просторната дистрибуција на загадувачи е поврзана со локацијата на различни притисоци, на пр. точкести и дифузни извори (различни видови на употреба на земјиштето). Дополнително, телото на подземните води е тродимензионално и концентрацијата на загадувачи може значително да варира во вертикална и странична насока. Заедничките варијации на хидродинамичките и хидро-геохемиските карактеристики во рамките на подземните води може да имаат значително влијание врз специфичното ширење на загадувачите на параметрите и треба да се земат предвид при изборот на местата за следење. Понатаму, физичко-хемиските параметри (на пр. електроспроводливоста, температурата и концентрациите на загадувачи) во плитки водоносни слоеви понекогаш откриваат посебна варијација во текот на годината.

Процесот на избор треба да се заснова врзтри главни фактори:

* идејниот модел (и), вклучувајќи проценка на хидролошките, хидрогеолошките и хидрохемиските карактеристики на телата на подземните води вклучувајќи ги и карактеристичните времиња на патување, дистрибуција на различни видови на употреба на земјиштето (на пр. населба, индустрија, шума, пасиште/земјоделско земјиште), чувствителност на патот, чувствителност на рецепторите и постојните податоци за квалитетот;
* проценка на ризик и ниво на доверба во проценката; вклучувајќи ја и дистрибуцијата на клучните притисоци;
* практични размислувања во врска со соодветноста на индивидуалните точки на земање примероци во согласност со чл.19 од ЗВ со кои се дефинира економска анализа.

Ефективна мрежа за набљудување ќе биде мрежата во која мерните места ќе можат да ги следат потенцијалните влијанија на идентификуваните притисоци и состојбата на квалитетот на подземните води по патеките на проток во телото. Онаму каде што проблемите со ризикот се однесуваат на специфични рецептори, како што се екосистемите, дополнителни точки на земање мостри може да се фокусираат во области близу до овие рецептори. Во овие случаи, каде што локацијата на притисоците (извори на точки) е добро позната, точките за земање примероци често ќе се користат за да се помогне во изолирање на влијанија од различни типови притисок, да се процени степенот на влијанието на теренот и да се утврди судбината на загадувачот и транспортот помеѓу притисокот и рецепторот. Во некои случаи, ова може да вклучува употреба на примероци на повеќе нивоа, како што е наведено во чл.19 од ЗВ за економска анализа, ваквите инсталации можат да бидат многу скапи.

Факторите за избор на локација се базираатврзследниве клучни принципи:

* Соодветни типови на локации: Изборот треба да се заснова врзрегионалниот концептуален модел на подземните водни тела (или група тела) и преглед на постојните и предложени места за следење, локалниот концептуален модел. Надзорното следење не треба да се разгледува како изолиран концепт, бидејќи индивидуалните притисоци и ефективноста на програмите на мерки, може да дадат преглед на квалитетот на водата во подземните водни тела или група на подземни водни тела. Големите апстракции и извори може да обезбедат соодветни места за земање примероци, бидејќи тие црпат вода од голема површина и волумен на водоносен слој, особено во хомогени системи. Изворите особено се препорачуваат во водоносни слоеви со доминантен проток на карсти или плитки фрактури. Сепак, репрезентативната мрежа за мониторирање идеално треба да се заснова врзизбалансирана мешавина од различни типови на места за земање примероци, како и употреба на локации за земање примероци (на пример, апстракција, следење и сл.). Во некои хидрогеолошки системи каде што подземните води значително придонесуваат за протокот на (основниот) тек на површинските води, тогаш земањето примероци од површинските води може да обезбеди репрезентативен примерок за подземни води.
* Репрезентативност: Во некои системи за водоносни слоеви може да се појави раслојување. Во овој случај, локацијата на точките за набљудување мора да биде фокусирана врзоние делови од подземното водно тело штосе најмногу подложни на загадување. Ова честопати ќе бидат горните делови. Меѓутоа, за да се обезбеди репрезентативна проценка на дистрибуцијата на загадувачи на подземните води како целина, исто така, потребен е дополнителен мониторинг во другите делови на подземното тело.
* Тела под „ризик“: Местото за надзорно следењеќе обезбеди основа за оперативен мониторинг, т.е. врз основа на резултатите, мрежата може соодветно да се приспособи. Мерните местата може да се користат за двете програми.
* Тела кои „не се изложени на ризик“ каде што проценката на ризикот е мала: Бројот на точки за мониторинг треба да биде доволен за да биде репрезентативен за опсегот на условите на притисок и патека во подземните водни тела (или група тела) со цел да обезбеди податоци неопходни за дополнување на проценката на ризикот, односно зголемување на довербата. Локацијата на точките за земање примероци може да се фокусира врзнајчувствителните области на подземните водни тела за секоја комбинација на притисок/патека. Конечната дистрибуција по групирањето ќе зависи од достапноста на соодветни места за надзор и распределбата на притисоците. Како општ водич, се препорачуваат минимум 3 точки во подземно водно тело или група тела. Меѓутоа, каде што подземните водни тела се големи и хетерогени, веројатно ќе бидат потребни значително повеќе точки за следење за да се исполнат целите на мониторингот.
* Групи подземни водни тела каде што притисокот е ограничен (низок или отсутен): Во овие групи подземни водни тела што се дефинираат како „неизложени на ризик“ и довербата во проценката на ризикот е голема, мерните места за земање мостри ќе бидат потребни, пред сѐ, за проценка на нивото на природната заднина и природните трендови. Затоа, локациите треба да бидат избрани соодветно.

###### Избор на параметри за надзорен мониторинг

Препорачаниот клучен сет на детерминанти содржи: растворен кислород, pH-вредност, електроспроводливост, нитрат, амониум, температура и збир на главни и траги на јони. Параметрите, како што се температурата и множеството главни и траги на јони, формално не се потребни од страна на РДВ, но може да бидат корисни за да се потврди проценката на ризикот во согласност со чл.71 од ЗВ и концептуалниот модел. Дополнителни компоненти (на пр. тешки метали и релевантни основни радионуклиди) ќе бидат потребни за проценка на нивото на природност, односно заднина (фон).

Исто така, ќе бидат потребни дополнителни индикатори/детерминанти за следењена подземните води онаму каде што има влијание човековата активност, каде што земјиштето се користи со цел да се обезбеди дополнителна валидација на проценките на ризикот од РДВ и да се провери дали има нови идентификувани притисоци.

Покрај тоа, на сите локации се препорачува следење на нивото на водата со цел да се опише (и протолкува) „физичкиот статус на локацијата“ и да се интерпретираат (сезонските) варијации или трендови во хемискиот состав на подземните води.

###### Зачестеност/фреквенција на надзорен мониторинг

Изборот на соодветна фреквенција за следење генерално ќе се заснова врзконцептуалниот модел и постојните податоци за следење на подземните води. Кога има соодветно познавање на системот за подземни води и веќе е воспоставена програма за долгорочен мониторинг, тоа треба да се искористи за да се утврди соодветна фреквенција за надзорниот мониторинг. Таму каде што знаењето е несоодветно, а податоците не се достапни, Табелата 1 предлага фреквенции за надзорен мониторинг,што може да се усвојатза различни типови на водоносни слоеви. Од голема важност е промената на моделите на концентрација со времето што влијае врзизбраната фреквенција на следење, како и врззголеменото познавање на концептното разбирање. Општо земено, плитките подземни водни тела се прилично динамични во однос на количината и варијациите на квалитетот на водата. Доколку се појави ваква варијабилност, фреквенцијата на следење треба соодветно да се избере со цел соодветно да се карактеризира оваа варијабилност.

Во помалку динамичните системи на подземни води, два примероцигодишно можат да бидат доволни првично за надзорниот мониторинг. Доколку овој мониторинг не покаже значителна варијација во текот на циклусот на речен слив (шест години), може да биде соодветно понатамошно намалување на фреквенцијата на земање мостри.

Поради евентуалнаповрзаност со временските промени на моделите на концентрација, особено во прилично динамичните системи на проток на подземните води, земањето мостри на локацијата за следење мора да се изврши на исто растојание на времето. Ова гарантира споредливи резултати од мониторингот и соодветна проценка на трендот.

Резултатите од надзорниот мониторинг треба редовно да се прегледуваат и соодветно да се приспособуваат на фреквенциите за да се обезбеди целосно исполнување на барањата за информации и одржување ефективна програма.

Табела 13. предложена фреквенција/динамика за надзорен мониторинг (каде што познавањето на водоносните системи е нецелосно)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Тип на водоносни слоеви** |
| ограничен | неограничен |
| Значаен меѓугрануларен проток  | Фрактуиран проток | Проток на карст |
| Значајно длабоко со заеднички проток | Плиток проток |
| Иницијална фреквенција-кор и дополнителни параметри | Двапати во годината | квартално | квартално | квартално | квартално |
| Долгорочна фреквенција на кор пареметрите | Општо висок мод преносливост | На секои2 години | годишно | Двапати во годината | Двапати во годината | Двапати во годината |
| Општо ниска преносливост | На секои6 години | годишно | годишно | годишно | Двапати во годината |
| Дополнителни параметри (тековна валидација)  | На секои6 години | На секои6 години | На секои6 години | На секои6 години | - |

***Забелешка:*** *Оваа табела предлага фреквенции за следење кои можат да се користат како водич онаму каде што концептуалното разбирање е ограничено и не се достапни податоци. Онаму каде што има добро разбирање за квалитетот на подземните води и однесувањето на хидрогеолошкиот систем, може да се усвојат алтернативни фреквенции на следење колку што е потребно.*

##### Оперативен мониторинг

###### Цел

Оперативното следење се спроведува во периодите меѓу програмите за надзорно следење заради: воспоставување на хемиската состојба на сите подземни водни тела или групи тела што се дефинирани како ризични и заради утврдување на присуството на нагорна тенденција на концентрација на кој било загадувач што е предизвикан од антропогените влијанија.

Оперативниот мониторинг се фокусира врзподземните водни тела како целина. Потребна е програма за „оперативно следење“ за да се утврдат:

* хемискатасостојба на сите подземни водни тела или групи тела, утврдени како „изложени на ризик“;
* присуство на какви било долгорочни нагорни трендови на концентрација на загадувачки средства генерирани од антропогено влијание; и
* може да се искористи и за проценка на ефективноста на спроведените програмина мерки за да се врати телото во добар статус или заради справување со нагорните трендови на концентрациите на загадувачите.

Оперативниот мониторинг се спроведува на тела „изложени на ризик“, коиштоне ги исполниле целите на РДВ. Овој вид на мониторинг се спроведува во периодите помеѓу надзорниот мониторинг. За разлика од надзорниот мониторинг, оперативниот мониторинг е фокусиран врзпроценка на специфичните и идентификувани ризици за постигнување на целите на РДВ.

При дизајнирање програма за оперативно следење, мора да се дефинира потребната доверба во резултатите од мониторингот. Потребната доверба во оперативниот мониторинг зависи од варијабилноста на изворот на влијание и предметните својства на подземните води или водоносни слоеви, како и ризикот во случај на грешка. Во принцип, неизвесноста од процесот на следење не треба да додаде значително несигурноста за контролирање на ризикот.

Треба да се воспостави прифатливоста при неможноста да се идентификува нов ризик или да се контролира познат ризик, и притоа да се користи поставување цели за варијабилноста на предметните својства и да се користи за контрола на квалитетот на следењето во однос на варијабилноста на податоците.

###### Избор на параметри за оперативен мониторинг

Во повеќето случаи, на секоја мерна станица ќе бидат потребни за следење како основните, така и избраните детерминанти.

Процесот на избор ќе се заснова врз:

* Карактеризација и концептен модел (и) вклучувајќи проценка на подложноста на патеката на подземните води, чувствителноста на рецепторите, времето потребно за секоја програма на мерки да биде ефективна и можноста за разликување помеѓу ефектите на различните мерки.
* Проценка на ризикот и нивото на доверба во проценката; вклучувајќи ја и дистрибуцијата на клучните притисоци идентификувани во процесот на карактеризација и што може да предизвика телото да се класифицира како во лош статус.
* Практични размислувања во врска со соодветноста на индивидуалните точки за земање мостри.

###### Избор на локацииза оперативен мониторинг

 Оперативното следење се врши за сите оние подземни водни тела или групи тела коишто, врз основа на оценувањето на влијанието извршено во согласност со чл.92 од ЗВ и врз основа на надзорното следење, се идентификувани како ризични за исполнување на целите од чл.73 од ЗВ со коишто се утврдуваат целите на животната средина. Изборот на локациите за следење треба да биде одраз на тоа колку податоците од следењето од таа локација го отсликуваат квалитетот на релевантното подземно водно тело или тела.

При избор на мерните места за следење, на локациите треба да им се даде приоритет врз основа на:

* Достапност на соодветни постојни мерни места(на пример, од програмата за надзорно следење) штообезбедуваат репрезентативни примероци;
* Потенцијал за поддршка на различни програми за следење на РДВ (на пример, соодветни извори можат да дејствуваат како мерни места за земање примероци за квалитет, квантитет и површински води);
* Потенцијал за интегриран повеќенаменски мониторинг, на пр. комбинирање барања за мониторинг на Директивата за нитрати, мониторинг на заштитената област на вода за пиење, мониторинг поврзан со регистрација на производи за заштита на растенијата или биоцидни производи, мониторинг на во согласност со Директивата ИСКЗ и усогласеност на Директивата за подземни води;
* Потенцијални врски со постојните/планираните места за следење на површинските води.

Онаму каде што проблемите со ризикот се однесуваат на специфични рецептори, како што се екосистемите, дополнителни точки на земање мостри може да се фокусираат во области близу до овие рецептори. Овој мониторинг, како и придонесот за проценка на статусот и трендот, исто така, може да помогне да се разликуваат влијанијата од различните видови притисок, да се процени просторниот степен на влијанија и да се одреди судбината на загадувачот и транспортот помеѓу изворот и рецепторот. Оваа информација ќе биде важна за процесот на проценка и карактеризација на ризик. Може да вклучува следење на горните делови на водоносникот и евентуално истекување на вода од почви, на пр. земање примероци од повеќе нивоа, лизиметри и земање примероци од поле.

Каде што притисоците и ризиците се однесуваат на самата подземна вода, на пр. дифузни притисоци, точките на земање мостри ќе бидат распределени низ целото тело и ќе бидат фокусирани на различните притисоци и нивната дистрибуција во рамките на подземните водни тела. Кога е потребно, може да биде соодветно да се фокусираат ресурсите врзнајрепрезентативните или најчувствителните комбинации на притисоци и подложност на подземните води.

###### Зачестеност на оперативниот мониторинг

Оперативното следење се врши во периодите меѓу програмите за надзорно следење, со зачестеност што е доволна за да се откријат влијанијата на релевантните притисоци, минимум еднаш годишно.

Изборот на фреквенција за мониторинг генерално ќе се заснова врз концептуалниот модел и особено, карактеристиките на водоносникот и неговата подложност на притисоци од загадување. Во Табела 2 се предлагаат фреквенции/зачестеност на следење за оперативен мониторинг за различни типови на водоносни слоеви онаму каде што концептуалното разбирање е ограничено и постојните податоци не се достапни. Онаму каде што има добро разбирање за квалитетот на подземните води и однесувањето на хидрогеолошкиот систем, може да се усвојат алтернативни фреквенции на следење колку што е потребно.

При дефинирање на фреквенцијата на земање примероци на секоја локација за следење, треба да се размисли за:

* барања за проценка на трендот;
* дали локацијата е ажурирана и дали има директен притисок. Локациите штосе директно под притисок може да бараат почест мониторинг;
* нивото на доверба во проценките на ризикот во согласност со чл.71 од ЗВ со коишто се утврдуваат анализа на притисоците и карактеристиките на водното телои промените во проценките со текот на времето;

Од суштинско значење сефреквенциите и тајмингот на земањето примероци да бидат приспособени (зголемени) соодветно и дека земањето примероци треба да се одвива во исто време (и) секоја година, или под исти услови, за да се овозможат споредливи податоци за проценка на трендот, точна карактеризација и проценка на статусот; и

- протоколи за користењето на земјиштето, на пр. периодот на примена на пестициди или нитрати. Ова е особено важно за системот за брз проток, како карстните водоносни слоеви и/или плитките подземни водни тела.

Земањето примероци за оперативен мониторинг мора да се продолжи сѐ додека не се утврди дека подземното водно тело нема повеќе лош статус или не е под ризик да биде во лош статус и при тоа да има соодветни податоци за да се докаже пресврт на трендовите.

Табела 14. Предложена фреквенција на оперативен мониторинг

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Тип на водоносни слоеви** |
| ограничен | Неограничен |
| Значаен меѓугрануларен проток  | Фрактуиран проток | Проток на карст |
| Значајно длабоко со заеднички проток | Плиток проток |
| Високо ранливо подрачје | По континуиран притисок | годишно | Двапати во годината | Двапати во годината | квартално | квартално |
| Сезонски/наизменичен притисок | годишно | Годишно | соодветно | соодветно | соодветно |
| Ниско ранливо подрачје | По континуиран притисок | годишно | Годишно | Двапати во годината | Двапати во годината | квартално |
| Сезонски/наизменичен притисок | годишно | Годишно | соодветно | соодветно | соодветно |
| Проценка на трендот | годишно | Двапати во годината | Двапати во годината | Двапати во годината | - |

### Толкување и изложување на хемиската состојба на подземната вода

При оценувањето на состојбата, резултатите од одделните точки за следење во рамките на подземното водно тело треба да се групираат за телото како целина. Добрата состојба којашто треба да ја постигне подземното водно тело, за оние хемиски параметри за коишто во националното законодавството се зацртани стандарди за квалитет на животната средина, се пресметува како:

* средна вредност од резултатите на следењето на секоја точка во подземното водно тело или група тела, и
* во согласност со член 17 од РДВ.

За преставување, односно изложување на податоците за хемиската состојба на подземната вода, потребно е државата да обезбеди карта на хемиската состојба на подземната вода, означена со бои, како што е назначено подолу.

 **Добра:** зелена

 **Слаба:** црвена

Исто така, со црна точка на картата се означуваат оние подземни водни тела коишто се изложени на значителна и на одржлива нагорна тенденција во концентрациите на кој било загадувач, кои произлегуваат од влијанието на човекот. Свртувањето на тенденцијата во спротивна насока на картата се означува со сина точка.

Овие карти се вклучуваат во планот за управување со речниот слив.

### Идентификација на тенденциите кај загадувачите

За да се идентификуваат нагорните тенденции во концентрациите на загадувачите,потребно е да се користат податоци како од надзорното, така и од оперативното следење, коишто се предизвикани од долгорочните антропогени активности. Се идентификува базична година или период од којашто треба да се пресмета идентификацијата на тенденцијата. Пресметувањето на тенденциите се врши за подземно водно тело или, таму каде што е соодветно, за група подземни водни тела. Свртувањето на тенденцијата во спротивна насока се демонстрира статистички и се наведува нивото на сигурност поврзано со идентификацијата.

### Изложување на состојбата на подземната вода

Во планот за управување со речен слив потребно е да се обезбеди карта на којашто се прикажани квантитативната и хемиската состојба на секое подземно водно тело или група тела, означени со боја, во согласност со барањата од точките 2.2.4 и 2.4.5 од Анекс V на РДВ. Државата може да реши да не се обезбедуваат одделни карти од точките 2.2.4 и 2.4.5 од Анекс V на РДВ, но во тој случај обезбедуваат .посочување, во согласност со барањата од точка 2.4.5 од Анекс V на РДВ на картата што се бара со оваа точка, на оние точки коишто се изложени на значителна и на одржлива нагорна тенденција во концентрацијата на секој загадувач или на секое свртување на таквата тенденција во спротивна насока.

### Методи за земање примерок и анализа

Земањето примероци и анализа треба да се вршат во согласност со објавените меѓународни и национални стандардни методи, освен ако не е изречно оправдано да не се направи тоа, на пример, поради отсуство на соодветни стандардни методи.

Поради техничките тешкотии во пристапот до подземните води и брзите промени во хемијата што можат да се случат откако водата ќе се земе од местото на потекло, земањето мостри за следење на подземните води бара внимателно планирање и избор на најсоодветна опрема и методи.

Стандардните методи за земање примероци се генерално помалку прецизни од аналитичките, делумно поради различните услови на теренот на различните места и различните цели на земање примероци, а делумно поради тоа што процесот на стандардизирање на примероците во моментов е помалку напреднат од оној за хемиска анализа. Земањето примероци и активност на хемиски мониторинг на подземните води е во согласност со:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Земање мостри – Упатство за земање на мостри од подземни води | ISO 5667-11 :2009  |

Методите за земање мостри за следење на подземните води мора да ги земат предвид регионалниот и локалниот концептуален модел:

* хидрогеолошките услови (слоевит аквифер, проток на порозна/пукнатина/фрактура, пропустливост и сл.)
* физичко-хемиските својства (нестабилност на супстанции, својства на атсорпција, реактивност и сл.) на детермини и примероци земени за нив;
* видот на параметрите што се мерат (хемиски, биолошки, физички) и
* карактеристиките на точката на земање мостри (на пример, дијаметар на бунарот, должина на екранот, длабочина на земање мостри, статички/проток).

Нестабилните параметри, како што се pH, температурата, спроводливоста, растворениот кислород и кога е потребно, редокс-потенцијалот и заматеноста треба да се измерат на терен, што е можно побрзо. За ова епотребна специјална калибрирана опрема со јасни упатства и процедури за работа.

Слично на тоа, третманот на примерокот, како што е зачувување или филтрирање на примероци од вода, мора да се изврши на терен без аерација и што е можно побрзо, со цел да се избегнат промени во дистрибуцијата помеѓу растворените и честичките во фазите во примерокот.

Нови аналитички методи и параметри треба да се применат врзпрограмите за мониторинг за да се подобри квалитетот на мониторингот и да се обезбеди ефикасност. За оние нови аналитички методи и нови параметри, стандардните методи можеби сè уште не се достапни. Во тие случаи, потребни се „домашни“ потврдени методи и нивната примена мора да биде документирана соодветно и редовно да се оценува ефикасноста на новите методи (Прилог 2, Табела 1).

# ЛИТЕРАТУРА

* Закон за водите („Службен весник на Република Македонија“ бр.87/08, 6/09, 161/09, 83/10, 51/11, 44/12, 23/13, 163/13, 180/14, 154/15 и 52/16)
* ПРАВИЛНИК ЗА ПОСТАПКИТЕ И НАЧИНОТ НА НАБЉУДУВАЊA И МЕРЕЊА НА КВАЛИТАТИВНИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВОДИТЕ ВО МРЕЖАТА НА ХИДРОЛОШКИТЕ СТАНИЦИ („Службен весник на Република Македонија“ бр.33/10)
* Рамковна директива за води Directive 200/60/EC
* Directive 2014/101/EC
* Directive 2013/39/EC
* Directive 2007/60/EC
* Metodologija monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja –2016 година Загреб
* Упатство за мерење на протек на вода 2017 (основно СХМЗ, СФРЈ, 1974);
* Guide to Hydrological Practices WMO-No.168, 2008;
* Manual on Stream Gauging Volume I – Fieldwork WMO-No. 1044, 2010
* Guidance document No.7 – MonitoringundertheWaterFrameworkDirective
* Guidance document No.19 – Surface water chemical monitoring
* Guidance document No.25 - CHEMICAL MONITORING OF SEDIMENT AND BIOTA
* Bennion, H., Kelly, M.G., Juggins, S., Yallop, M.L., Burgess, A., Jamieson, J.& Krokowski, J. (2014): Assessment of ecological status in UK lakes using benthic diatoms. Freshwater Science, 33(2), 639-654
* Breirley, B., Carvalho, L., Davies, S. & Krokowski, J. (2007): Guidance on the quantitative analysis of phytoplankton in Freshwater Samples. Phytoplankton Counting Guidance. 24 pp.
* Carvalho, L., Poikane, S., Solheim, A.L., Phillips, G., Borics, G., Catalan, J., de Hoyos, C., Drakare, S., Dudley, B., Jarvinen, M., Laplace-Treyture, C., Maileht, K., Mcdonald, C., Mischke, U., Moe, J. Morabito, G.. Noges, P., Noges, T., Ott, I., Pasztaleniec, A., Skjelbred, B.& Thackeray, S. (2012): Strength and uncertainty of lakephytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. Hydrobiologia 704: 127-140
* Coesel, P.F.M. & Meesters, K.J. (2009): European Flora of the Desmid Genera Part 2: *Staurastrum* and *Staurodesmus*. KNNV Publishing, Zeist. 358 pp.
* Coesel, P.F.M. & Meesters, K.J. (2009): Desmids of the lowlands – Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands. KNNV Publishing, Zeist. 352 pp
* Cox, E. J., (1996): Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall, London. 168 pp.
* Cvetkoska, A., Hamilton, P.B., Ognjanova–Rumenova, N. & Levkov, Z. (2014): Observations of the genus *Cyclotella* (Kützing) Brébisson in ancient lakes Ohrid and Prespa and a description of two new species *C. paraocellata* sp. nov. and *C. prespanensis* sp. nov. Nova Hedwigia 98 (3–4): 313–340.
* Cvetkoska, A., Levkov, Z., Hamilton, P.B. & Potapova, M. (2014): The biogeographic distribution of *Cavinula* (Bacillariophyceae) in North America with the descriptions of two new species. Phytotaxa 184(4): 181–207.
* Dell’Uomo, A., Torrisi, M., Cavalieri, S.& Corsini, A. (2004): L’indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acquae correnti Linne guida. Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per I servizi Tecnici, Centro Tematico Nazionale “Acque Interne e Marino Costiere”, pp. 1-101.
* Ettl, H. (2010): Süßwasserflora von Mitteleuropa 9. Chlorophyta I: Phytomonadina. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 824 pp.
* Ettl, H. & Gärtner, G. (2009): Süßwasserflora von Mitteleuropa 10. Chlorophyta II: Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. Springer-Verlag, Stuttgart. 436 pp.
* Hofmann, G., Werum, M. & Lange-Bertalot, H. (2013): Diatomeen Im Süsswasser-Benthos Von Mitteleuropa: Bestimmungsflora Kieselalgen Für Die Ökologische Praxis. Gantner Verlag, Ruggell. 908 pp.
* John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. (2011): The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, Cambridge. 877 pp.
* Joosten, A.M.T. & Joosten, T. (2006): Flora of the Blue-Green Algae of the Netherlands. Volume 1: The Non-Filamentous Species of Inland Waters. KNNV Publishing, Zeist. 240 pp.
* Jovanovska, E. & Levkov, Z. (2020): The genus *Diploneis* in the Republic of Macedonia. Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats 9: 527-699. Koeltz Scientific Books.
* Jovanovska, E., Nakov, T. & Levkov, Z. (2013): Observations of the genus *Diploneis* (Ehrenberg) Cleve from Lake Ohrid, Macedonia. Diatom Research 28(3): 237-262.
* Jüttner, I., Williams, D.M., Levkov, Z., Falasco, E., Battegazzore, M., Cantonati, M., Van de Vijver, B., Angele, C. & Ector, L. (2015): Reinvestigation of the type material for *Odontidium hyemale* (Roth) Kützing and related species, with description of four new species in the genus *Odontidium* (Fragilariaceae, Bacillariophyta). Phytotaxa 234(1): 1–36.
* Kelly, M.G. & Whitton, B.A. (1995): The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. Journal of Applied Phycology 7: 433–444.
* Kelly, M., Acs, E., Bertrin, V., Bennion, H., Borics, G., Burgess, A.. Denys, L., Ecke, F., Kahlert, M., Karjalainen, S.M., Kennedy, B. Marchetto, A.. Morin, S.. Picinska-Fałtynowicz, J., Phillips, G., Schönfelder, I., Schönfelder, J., Urbanič, G., van Dam, H.& Zalewski, T. (2014): Water Framework Directive intercalibration technical report: lake phytobenthos ecological assessment methods. European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy: 140 pp.
* Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaften 26: 505–519.
* Komárek, J. (2013): Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Cyanoprokaryota 3: Heterocytous Genera. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
* Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2000): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Cyanoprokaryota 1: Chroococcales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
* Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Cyanoprokaryota 2: Oscillatoriales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
* Krammer, K. (2000): Diatoms of Europe. Vol 1. The Genus *Pinnularia*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 701 pp.
* Krammer, K. (2002): Diatoms of Europe. Vol 3. *Cymbella*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 584 pp.
* Krammer, K. (2003): Diatoms of Europe. Vol 4. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbula,* Supplements to Cymbelloid Taxa. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 530 pp.
* Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2004): Süßwasserflora von Mitteleuropa 4. Bacillariophyceae 4.Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Achnanthes* s. l., *Navicula* s. str., *Gomphonema*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 468 pp.
* Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2007): Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae. 2.Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 610 pp.
* Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2008): Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 3.Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 598 pp.
* Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2010): Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 876 pp.
* Kristiansen, J. & Preisig, H.R. (2007): Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyte and Haptophyte Algae 2. Teil: Synurophyceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 252 pp.
* Krstic, S., Levkov, Z. & Stojanovski, P. (1997b): Use of algae for monitoring rivers in Macedonia. In: Prygiel J., Whitton B.A. & Bukowska J. (eds.): Use of Algae for Monitoring Rivers 3: 145–153.
* Lange-Bertalot, H. (2001): Diatoms of Europe. Vol 2. *Navicula* Sensu Stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* Sensu Lato, *Frustulia*. Gantner Verlag, Koenigstein. 526 pp.
* Lange-Bertalot, H., Bąk, M. & Witkowski, A. (2011): Diatoms of Europe. Vol 6. *Eunotia* and some related genera. Gantner Verlag, Koenigstein. 747 pp.
* Lecointe, C., Coste, M. &Prygiel, J. (1993): “Omnidia”: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia 269/270: 509-513.
* Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. (2008) OMNIDIA version 5.2 software for diatom-based water quality assessment.
* Lenoir, A. & Coste, M. (1996): Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network, In: Whitton B.A., Rott E. (Eds.), Use of Algae for Monitoring Rivers II, Universität Innsbruck, Innsbruck, pp. 29–45.
* Levkov, Z. (2009): *Amphora* sensu lato. Diatoms of Europe, Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats 5: 1–916. A.R.G. Gantner Verlag. K.G.
* Levkov, Z. & Ector, L. (2010): A comparative study of *Reimeria* species (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 90(3–4): 469–489.
* Levkov, Z. & Williams, D.M. (2011): Fifteen new diatom (Bacillariophyta) species from Lake Ohrid, Macedonia. Phytotaxa 30: 1–41.
* Levkov, Z. & Williams, D.M. (2012): Checklist of diatoms (Bacillariophyta) from Lake Ohrid and Lake Prespa (Macedonia), and their watersheds. Phytotaxa 45: 1–76.
* Levkov, Z. & Williams, D.M. (2014): Observations on *Caloneis* Cleve (Bacillariophyceae) species from the ancient lakes Ohrid and Prespa. Nova Hedwigia Beiheft 143: 141–158.
* Levkov, Z., Krstic, S., Metzeltin, D. & Nakov, T. (2007): Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid (Macedonia). Iconographia Diatomologica 16: 1–603. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
* Levkov, Z., Caput-Mihalic, K. & Ector, L. (2010): A taxonomical study of *Rhoicosphenia* Grunow (Bacillariophyceae) with a key for identification of taxa. Fottea 10: 1–56.
* Levkov, Z., Metzeltin, D. & Pavlov, A. (2013): *Luticola* and *Luticolopsis*. Diatoms of Europe, Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats 7: 1–697. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
* Levkov, Z., Mitić-Kopanja, D. & Reichardt, E. (2016): The genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats 8: 1–552. Koeltz Scientific Books.
* Levkov, Z., Tofilovska, S., & Mitić-Kopanja, D. (2016): The diatom genus *Craticula* Grunow (Bacillariophyceae) from Macedonia. Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences 37(2): 129–165.
* Levkov, Z., Tofilovska, S., Jovanovska, E., Cvetkoska, A. & Metzeltin, D. (2016): Revision of the *Stauroneis smithii* Grunow (Bacillariophyceae) species complex from Macedonia. Botanica Serbica 40(2): 167–178.
* Levkov, Z., Vidaković, D., Cvetkoska, A., Mitić-Kopanja, D., Krstić, S., Van de Vijver, B. & Hamilton, P. B. (2019): Observations of the genus *Muelleria* (Frenguelli) Frenguelli (Bacillariophyceae) from the Republic of North Macedonia. Plant ecology and Evolution 152(2): 293–312.
* Mitić-Kopanja, D., Wetzel, C.E., Ector, L. & Levkov, Z. (2014): Two new *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyceae) species from Macedonia and comparison with type material of G. brebissonii Kützing. Fottea 14(2): 149–160.
* Pavlov A. & Levkov, Z. (2013): Observations on the genus *Pinnularia* section Distantes (Bacillariophyta) from Macedonia; diversity and distribution. Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences, MASA Vol. 34: 33–57.
* Pavlov, A. & Levkov, Z. (2013): Diversity and distribution of *Eunotia* Ehrenberg in Macedonia. Phytotaxa 86: 1–117.
* Pavlov, A., Levkov, Z., Williams, D.M. & Edlund, M.B. (2013): Observations on *Hippodonta* (Bacillariophyceae) in selected ancient lakes. Phytotaxa 90: 1–53.
* Pavlov, A., Jovanovska, E., Wetzel, C.E., Ector, L. & Levkov, Z. (2016): Freshwater *Mastogloia* (Bacillariophyceae) taxa from Macedonia, with a description of the epizoic *M. sterijovskii* sp. nov. Diatom Research 31(2): 85–112.
* Popovský, J. & Pfiester, L. (2008): Süßwasserflora von Mitteleuropa 6. Dinophyceae (Dinoflagellida). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 272 pp.
* Rieth, A. (2009): Süßwasserflora von Mitteleuropa 4. Xanthophyceae 2. Teil. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 147 pp.
* Rott, E. (1991): Methodological aspects and perspectives in the use of periphyton for monitoring and protecting rivers. In: Whitton B.A., Rott, E. & Friedrich, G/ (eds.) Use of Algae for Monitoring Rivers. 9-16
* Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N. & Ortler, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern Österreichs, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Wasserwirtschaftskataster. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien.
* Sladecek, V. (1973): System of Water Quality from the Biological Point of View. Advances in Limnology, 7: 1-218.
* Starmach, K. (1985): Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyceae und Haptophyceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 515 pp,
* Wołowski, K. & Hindák, F. (2005): Atlas of Euglenophytes. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava. 136 pp.
* Zelinka, M., & Marwan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit flieβender Gewässer. Archiv für Hydrobiologie 57: 389-407.
* AQEM CONSORTIUM (2002): Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.
* EN 27828:1994. Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates
* EN ISO 9391:1995. Water quality - Sampling in deep water for macro-invertebrates - Guidance on the use of colonization, qualitative and quantitative samplers
* EN ISO 10870:2012. Water quality - Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters.
* EN 16150:2012. Water quality - Guidance on prorata Multi-Habitat sampling of benthic macroinvertebrates from wadeable rivers.
* Demars, B.O.L., Edwards, A.C., 2009. Distribution of aquatic macrophytes in contrasting river systems: a critique of compositional-based assessment of water quality. Sci. Total Environ. 407, 975–990.
* Egertson, C.J., Kopaska, J.A., Downing, J.A., 2004. A century of change in macrophyte abundance and composition in response to agricultural eutrophication. Hydrobiologia 524, 145–156.
* Friedrich, G., 1990: Eine Revision des Saprobiensystems. – Z. Wasser- Abwasser-Forsch. 23: 141–152.
* Haury, J., Peltre, M.-C., Tremolieres, M., Barbe, J., Thiebaut, G., Bernez, I., Daniel, H., Chatenet, P., Haan-Archipof, G., Muller, S., Dutartre, A., Laplace-Treyture, C., Cazaubon, A., Lambert-Servien, E., 2006. A new method to assess water tro phy and organic pollution – the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR):its application to different types of river and pollution. Hydrobiologia 570,153–158.
* Holmes, N.T.H., Newman, J.R., Chadd, S., Rouen, K.J., Saint, L., Dawson, F.H., 1999. Mean Trophic Rank: A Users Manual. R&D Technical Report E38. Environment Agency of England & Wales, Bristol.
* Kohler, A., 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süwasserbiotopen. Landschaft+Stadt 10, 73–85.
* Kurimo, U., 1970. Effect of pollution on the aquatic macrofloraof the Varkaus area, Finnish Lake District. Annales BotaniciFennici 7: 213–354.
* Lehmann, A., Lachavanne, J.B., 1999: Changes in the water quality of lake Geneva indicated by submerged macrophytes Freshwater Biology, 42 (3) pp. 457-466
* Melzer, A., 1999. Aquatic macrophytes as tools for lakemanagement. Hydrobiologia 395(396): 181–190.
* Preston, C.D., 1995. Pondweeds of Great Britain and Ireland. Botanical Society of the British Isles, London.
* Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J., 2006. Instruction Protocol for the Ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency.
* Schneider, S., Melzer, A., 2003. The Trophic Index of Macrophytes (TIM) – a new tool for indicating the trophic state of running waters. Int. Rev. Hydrobiol. 88, 49–67.
* Schönfelder, I., 1997. Eine Phosphor-Diatomeen-Relation für alkalische Seen und Flüsse Brandenburgs und ihre Anwendung für die paläolimnologische Analyse von Auensedimenten der unteren Havel. – Dissertationes Botanicae 238. J. Cramer, 148 S
* Suominen, J., 1968. Changes in the aquatic macroflora of thepolluted Lake Rautavesi, SW-Finland. Annales BotaniciFennici 5: 65–81.
* Uotila, P., 1971. Distribution and ecological features of hydrophytesin the polluted Lake Vanajavesi, S-Finland.
* Annales Botanici Fennici 8: 257–295.
* Wiegleb, G., 1984. A study of habitat conditions of the macrophytic vegetation in selected river systems in western Lower Saxony (Federal Republic of Germany). Aquat. Bot. 18, 313–352.

# ПРИЛОЗИ

## Прилог 1

Табела 1. Клучни карактеристики на секој хемиски и физичко-хемиски елемент за квалитет кај реките

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Аспект / одлика** | **Топлинска услови** | **Услови за оксигенација** | **Соленост** | **закиселување** | **Хранливи материи** |
| **Индикативно измерени параметри/ елементи за квалитет** | температура | Растворен кислород(mg/Lи%sat) | Кондуктивност, Caконцентрација | pH,ANC,алкалност | TP,TN,SRP, NO3+ NO2, NH4 |
| **Притисоци на кои елементите за квалитетодговараат** | Прилив,испуштање на вода, испуст од индустрија | Органско загадување, испуст од индустрија | Истек од земјоделие, испуст од индустрија | испуст од индустрија, кисел дожд | Испуштање од земјоделие, индустрија и урбана средина |
| **Ниво и извори на варијабилност на елементите за квалитет** | Променлива. Влијание од климатски услови | Умерена. Се менува поради дишење. Мали варијации кај реките со брз проток. | Низок.Се менува како резултат на проток на вода | Променлив во зависност од капацитетот на пуфер, проток на вода и др. | Променлив во зависност од користење на земјиште, капацитет на пуфер, температура/растворен кислород, присуство на врзувачки метали и др. |
| **Мониторинг разгледување, вршење** | Сезонско раслојување (стратификација) и мешање (кај длабоки води), испуштена ладна вода | Бирани/дневни варијации | Сезонско раслојување и мешање во длабоки води | Сезонски варијации | Извори (дифузен/точкест), доволно видови штоовозможуваат дискриминација на изворот |
| **Методологија на земање примероци** | In-situ со употреба на потопна сонда | In-situ со употреба на потопна сонда или земање на примерок и титрација поWinklers | In-situ со употреба на потопна сонда | In-situ со употреба на потопна сонда,земање примероци | Земање примероци на терен, пo што следи лабoраториска анализа |
| **Време период за земање на примероците** | Сите годишни времиСите сезони | Сите годишни времиња | Сите годишни времиња | Сите годишни времиња,посебно внимание во период на топење на морска сол или снег | Сите годишни времиња. Особено по случување на зголемен проток.Не се врши кога има снежна ледена покривка |
| **Вообичаена големина на „ примерок“** | Едно мерење или профил на воден столб | Едно мерење или профил на воден столб | Едно мерење | Едно мерење | Едно мерење или профил на длабок воден столб |
| **Леснотија на земање на примероци/мерења** | Едноставно користење подводна сондаin-situ | Едноставно користење подводна сондаin-situ или земање на примерок по што следи титрација поWinklers | Едноставно користење подводна сондаin-situ | Едноставно користење подводна сондаin-situ. Земање примерок и потоа лабораториска анализа | Едноставно.Примерок од површинска вода или профил со користење длабински примерок |
| **ISO/CENстандарди** | Да | да | да | Да | да |
| **Применливо за реките** | Умерено. стратификацијата може да биде присутна во длабоко, кај реки со бавни текови. Може да помогне за откривање термално загадување | Умерено. Осиромашувањето со кислород може да биде присутно во длабоките делови кај реки со бавни токови или низводно од сливот | високо | низок. Проблем кај стоечки (непроточни) води | високо |

Табела 2. Клучни карактеристики на секој хемиски и физичко-хемиски елемент за квалитет кај езерата

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Аспект / одлика** | **транспаретност** | **Топлинска услови** | **Услови за оксигенација** | **соленост** | **закиселување** | **Хранливи материи** |
| **Индикативно измерени параметри/елементите за квалитет** | Secchi depth, за матеност,боја,TSS | температура | растворен кислород, DO, вкупен оксигенски јаглерод, БПК, ХПК, растворен оксидативен јаглерод | кондуктивност | алкалност,pH,ANC | Total P, SRP, Total N, N-NO3,N-NO2,N-NH4 |
| **Релевантност на елементите за квалитет** | Еутрофикација, закиселување | Хидролошки циклус, биолошки активности | Продукција, респирација/дишење, минерализација |  | Капацитет на пуфер, чуствителност на закиселување | еутрофикација |
| **Притисоци на кои елементите за квалитетодговараат** | Испуштање од земјоделство, индустрија и урбана средина | Термички испуштања. Управување со вода во акумулации | Еутрофикација, органско загадување, испуст од индустрија | испуст од индустрија, истек  | испуст од индустрија,кисел дожд | Испуштање од земјоделие, индустрија и урбана средина |
| **Ниво и извори на варијабилност на елементите за квалитет** | Висока, под влијание на алохтони автохтони материјал | Високо, под влијание на климатски услови, топографија, морфологија и големина на водно тело | Променлив, Се менува поради дишење, фотосинтеза | Нискосредно под влијание на климатски случувања | Ниско-средно под влијание на климатски случувања | Нискосредно под влијание на климатски случувања |
| **Мониторинг разгледување, вршење** | Сезонски варијации | Сезонски варијации (мешање и раслојување) |  Променлива варијација. Висок градиент кај слоевитеи (стратификувани)езера | Сезонски варијации | Сезонски варијации | доволно видови кои овозможуваат дискриминација на изворот (дифузен/точкест) |
| **Методологија на земање примероци** | *In situ* користејќи Secchi discTSS: Земање примерок проследено со лабораториска анализа | *In situ*  | On-line податоци, аквизација; *in-situ* со употреба на потопна сонда при собирање податоци од терен проследено со лабораториска титрација наWinklers | In-situ со употреба на потопна сонда | *In situ* мерење на pH со туба.Земање примерок проследено со лабораториска анализа | Земање примероци на терен, по што следи лабораториска анализа |
| **Типична/вообичаена фрквенција на земање на примероци** | Месечно/квартално поврзано со периодичноста на земање примероци од биолошките елементи. | Месечно/квартално | Во зависност на морфолошките карактеристики на езерото: дневно/месечно, или на крајот на периодот на стратификација (доцна зима ако има снежна покривка или доцна лето) | Месечно/квартално. Треба да се мери за време на топење на снег или кога има големи врнежи од дожд  | Месечно/квартално. Треба да се мери за време на топење на снег или кога има големи врнежи од дожд  | Месечно/квартално.  |
| **Време во годината за земање на примероците** | Сите сезони | Сите сезони | Сите сезони | Сите сезони | Сите сезони | Сите годишни времиња. Или особено за време на вегетациски период, SRP исто така на крајот на зимата на дното од езерото  |
| **Вообичаена големина на „ примерок“** | In-situ набљудување. Земање примероци за хемиска анализа (turb,TSS) | Профил на воден столб | Единствени мерења, профил на воден столб.100мл титрација наWinklers | In-situсо профил на воден столб, интегриран или единствен примерок од испуст (во зависност од целта на мониторингот) | Единечен примерок од испуст/излез на езерото или веритикален профил | интегриран или единствен примерок или профил на воден столб(100-500 мл) |
| **Леснотија на земање на примероци/мерења** | Едноставно со користење in-situ сонда или примероци за вода | Едноставно со користење in-situ сонда или примероци за вода | Едноставно користење подводна сондаin-situ или земање примерок по што следи титрација | Едноставно користење подводна сондаin-situ | Едноставно  | Релативно лесно, длабински примероци кај езера кои се длабоки |

## Прилог 2

Табела 1: Методи и стандарди за физичко-хемиски параметри, тешки метали и други специфични параметриза површински и подземни води

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ред.****бр** | **Назив на параметарот** | **Методи и стандардипо коиштосе одредува параметарот** |
|  | **ОРГАНОЛЕПТИЧКИ И ФИЗИЧКИ ПОКАЗАТЕЛИ** |
| 1 | Видливи отпадни материи | Визуелно |
| 2 | Забележлива боја | ISO 7887:1994 AWWA-2120 (B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2-2EPA Metodа 110.2 и 110.3.  |
| 3 | Забележлива миризба | EPA Metodа140.1. AWWA-2150 (A-B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2-12 |
| 4 | Матност NTU | ISO 7027:1990 AWWA-2130 (B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2-9EPA Metodа 180.1  |
| 5 | Матност SiО2 | Аналогна на Стандардни методи за вода 20 издание 4500-SiО2 B |
| 6 | Температура | 13.060.01 JUSH. Z1. 106:1970 EPA 170.1 AWWAMethod 2550 B [1998],Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2-61 |
| 7 | pH-вредност | ISO 10523:1994 EPAMetodа150.1 AWWA-4500 (B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-8713.060.30 JUS H.Z1. 111:1987  |
| 8 | Електроспроводливост | ISO 7888:1985 AWWA-2510 (B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2-46EPA Metodа120.1  |
|  | **АЛКАЛИТЕТ** |
| 9 | Алкалност | ISO9963-1:1994 ISO9963-2:1994 13.060.30 JUS H. Z1. 124:1974 AWWA 2320 (A-B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2–27.EPAметода 310.1  |
| 10 | Киселост | EPAметода 305.1. |
|  | **КИСЛОРОДНИ ПОКАЗАТЕЛИ** |
| 11 | Растворен кислород | ЈУСISO 5813:1994ЈУСISO 5814:1994EPAметода 360.2 AWWA 4500-OB, Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4–129 AWWA 4500-OG, Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4–134, ИСО 5813 (1983) |
| 12 | БПК5 | EPAметода 450.1 ISO 5815:1989 ЈУСISO 5815:1994AWWA-5210 A-CСтандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 5–3 |
| 13 | ХПК-бихроматно | ISO6060:1989 AWWA-5220 (A-B) (C –D) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.5–15, EPA Метода 410.2  |
| 14 | ХПК-пермаганатно | ISO 8467:1993 AWWA-4500-KMnO4 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4–154 |
|  | **ПОКАЗАТЕЛИ НА МИНЕРАЛИЗАЦИЈА** |
| 15 | Суспендирани материи | ISO 11923:1997 AWWA-2540 (D) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.2–57. EPAметода 160.2  |
| 16 | Вкупни растворени материи | ЕПАметода 160.1 AWWA-2540 C, Стандардни методи за испитувањевода и отпадна вода 20-то издание стр.2–56 |
|  | **ТВРДИНА** |
| 17 | Вкупна тврдина  | ISO 6059:1984AWWA-2340 (A-C) Стандардни методи за испитување на вода и отпадна вода 20-то издание стр.2–36,EPA Metodа 130.2 |
| 18 | Карбонатна тврдина | ISO 6059, 2340C Стандардни методи за испитување на вода и отпадна вода 20-то издание стр.2–36, 130.2 EPA-NERL |
|  | **AНИOНИ И ДРУГИ ШТЕТНИ МАТЕРИИ** |
| 19 | Амониум  | ISO 5664:1984 ISO 7150-1:1984 ISO 7150-2:1992 ISO 6778:1992 AWWA 4500 –NH3 (A-F) Стандардни методи за испитување на вода и отпадна вода 20-то издание стр.4–103, AWWA-4500- NH3 (C). Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-105, Spectroquant 14752, содветна на EPA 350.1, APHA 4500-NH3 D, и ИСО 7150/1 |
| 20 | Фосфати ивкупен фосфат | ISO 6878-1:1986 AWWA 4500-P (A-B, D-E) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4–139–146,EPAметода 365.1+2+3+4Spectroquant 14848 содветна на EPA 365.2+3, US Стандардни методи за вода 4500-P E, ИСО 6878/1 и EN 1189 |
| 21 | Нитрати | ISO 7890-3:1988 ISO 7890-1:1986 ISO 7890-2:1986 ISO О 13395:1996 AWWA 4500-NO3 (A-F) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-114,EPAметода 352.1 Aquanal (Формирање на азот со цревено-виолетова боја со N(naphtyl) ethylene diammonium dichloride |
| 22 | Нитрити | ИСО 6777:1984AWWA 4500-NO2 (A-B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-112,ISO 13395:1996 EPAметода 354.1 |
| 23 | Вкупен азот по Kjeldahl | ISO 5663:1984 AWWA 4500-Norg (A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-123EPAметода 351.4. EPAметода АН 300  |
| 24 | Сулфати | ISO9280:1990 AWWA 4500-SO42- (A, E) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-176,EPAметода 375.4 Schmidt метода – Одредување на сулфати со бариум хромат, 375.2 ЕПА Metodа, 375.4 ЕПА Metodа  |
| 25 | Сулфиди | ISO 10530:1992AWWA 4500-S2- (A-D, F, G) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 4-165,EPA метода 376.1+ 2  |
| 26 | Флуориди | ISO 10359 :1992Spectroquant 14598 содветна на EPA 340.3, US Methods 4500-F- E. |
| 27 | Цијаниди | ISO 6703-1:1984ISO 6703-2:1984. AWWA 4500-CN- (A-F) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 4-35,Spectroquant 14800 содветна на EPA 335.2, ISO 6703 и DIN 38405 Д13+14 |
| 28 | Хлориди | ISO 9297:1989ISO 9280:1990 AWWA 4500-Cl (A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.4-53ISO 7379, EPAметода 325.2, ES 628:2001 |
| 29 | Слободен хлор | ISO 7393/1 : 1985 |
| 30 | Слободен јаглерод диоксид,  | AWWA4500-CO2 (A-D) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 4-26 |
|  | **ТЕШКИ МЕТАЛИ** |
| 31 | Натриум и калиум | ISO 9964-1:1993ISO 9964-2: 1993ISO 9964-3: 1993 AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37ISO 14911:1998 EPAметода 258.1 EPAметода 273.1 EPAметода 273.2  |
| 32 | Калциум и магнезиум | ISO 6058:1984 ISO 6059:1984 ISO 7980:1986AWWA 3500-Ca (A-B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-64AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37EPAметода 213.1 EPAметода 242.1  |
| 33 | Вкупен хром  | ИСО 9174: 1990AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-26AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37EPAметода 218.1 EPAметода 218.2  |
| 34 | Хром (Vl)  | ISO 11083:1994 AWWA 3500 –Cr (B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 43-66,EPAметода 218.5  |
| 35 | Манган | ISO 6333:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13,AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-26,AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37,EPA метода 243.1 EPAметода 243.2  |
| 36 | Железо | ISO 6332:1988, AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13AWWA 3113(A-B) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-26AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37EPAметода 236.1 EPA метода 236.2 EN ISO 11885  |
| 37 | Олово | ISO 8288:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-13AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-26AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр. 3-37EPAметода 239.1 EPAметода 239.2 EN ISO 11885  |
| 38 | Никел | ISO 8288:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-13,AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-26,AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-37EPAметода 249.1 EPAметода 249.2 EN ISO 11885  |
| 39 | Кобалт | ISO 8288: 1986AWWA 3500-CoСтандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-70  |
| 40 | Кадмиум | ISO 5961:1994 ISO 8288:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-13,AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-26,AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-37,EPA метода 213.1 EPAметода 213.2 EN ISO 11885  |
| 41 | Цинк | ISO 8288:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-13,AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-37,EPAметода 289.1 EPAметода 289.2  |
| 42 | Бакар | ISO 8288:1986AWWA 3111(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-13,AWWA 3113(A-C) Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-26,AWWA 3120 Стандардни методи за испитување вода и отпадна вода 20-то издание стр.3-37,EPAметода 220.1 EPAметода 220.2  |

Табела 2

|  |
| --- |
| Стандарди за мерење на биолошките елементи за квалитет |
| EN ISO 5667-3:2012 | Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of samples |
| Стандарди за фитопланктон |
| EN 15204:2006 | Water quality — Guidance standard on the enumeration of phytoplanktonusing inverted microscopy (Utermöhl technique) |
| EN 15972:2011 | Water quality — Guidance on quantitative and qualitative investigations ofmarine phytoplankton |
| ISO 10260:1992 | Water quality — Measurement of biochemical parameters —Spectrometricdetermination of the chlorophyll-a concentration |

|  |
| --- |
| *Стандарди за макрофити и фитобентос* |
| EN 15460:2007 | Water quality — Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes |
| EN 14184:2014 | Water quality — Guidance for the surveying of aquatic macrophytes in running waters |
| EN 15708:2009 | Water quality — Guidance standard for the surveying, sampling and labora­ tory analysis of phytobenthos in shallow running water |
| EN 13946:2014 | Water quality — Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes |
| EN 14407:2014 | Water quality — Guidance for the surveying of aquatic macrophytes in running waters |

|  |
| --- |
| Стандарди за макроинвертбрати |
| EN ISO 10870:2012 | Water quality — Guidelines for the selection of sampling methods and devicesfor benthic macroinvertebrates in fresh waters |
| EN 15196:2006 | Water quality — Guidance on sampling and processing of the pupal exuviaeof Chironomidae (order Diptera) for ecological assessment |
| EN 16150:2012 | Water quality — Guidance on pro rata multi-habitat sampling of benthicmacro-invertebrates from wadeable rivers |
| EN ISO 19493:2007 | Water quality — Guidance on marine biological surveys of hard-substrateCommunities |
| EN ISO 16665:2013 | Water quality — Guidelines for quantitative sampling and sample processingof marine soft-bottom macro-fauna |

|  |
| --- |
| Стандарди за риби |
| EN 14962:2006 | Water quality — Guidance on the scope and selection of fish samplingMethods |
| EN 14011:2003 | Water quality — Sampling of fish with electricity |
| EN 15910:2014 | Water quality — Guidance on the estimation of fish abundance with mobilehydroacoustic methods |
| EN 14757:2005 | Water quality — Sampling of fish with multi-mesh gillnets |
| Стандарди за хидроморфолошки параметри |
| EN 14614:2004 | Water quality — Guidance standard for assessing the hydromorphologicalfeatures of rivers |
| EN 16039:2011 | Water quality — Guidance standard on assessing the hydromorphologicalfeatures of lakes |

## Прилог 3

Супстанциите означени со \*)се предложените со Директивата 2008/105/ЕС за мониторинг на трендот за седименти и биота. Вредностите за logKOWсе земени од Водичот за хемиски мониторинг бр.19. Вредностите за BCFсе земени од податоците за приоритетни супстанции во јавниот на CIRCA.

 (http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework\_directive/i-priority\_substances/supporting\_background/substance\_sheets&vm=detailed&sb=Title).

P= препорачливи матрици, O = факултативни матрици, N = непрепорачливи матрици, n.a. = неприменливо

*Табела 1. Мониторинг матрици за приоритетни супстанции и одделни други полутанти наведени според EQSДирективата*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Priority Substance*** | ***BCF*** | ***Log KOW*** | ***Water*** | ***Sediment/SPM*** | ***Biota*** |
| ***Alachlor*** | ***50*** | ***3.0*** | ***P*** | ***O*** | ***N\_*** |
| ***\*) Anthracene*** | ***162-1440*** | ***4.5*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***Atrazine*** | ***7,7-12*** | ***2.5*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***Benzene*** | ***13*** | ***2.1*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***\*) Brominated diphenyl ethers a*** | ***14350-1363000*** | ***6.6*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***\*) Cadmium and its compounds*** |  | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** |
| ***\*) C10-13-chloroalkanes*** | ***1173-40900*** | ***4.4-8.7*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Chlorfenvinphos*** | ***27-460*** | ***3.8*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***Chlorpyrifos (-ethyl, -methyl)*** | ***1374*** | ***4.9*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***1,2-Dichloroethane*** | ***2-<10*** | ***1.5*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***Dichloromethane*** | ***6,4-40*** | ***1.3*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***\*) Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)*** | ***737-2700*** | ***7.5*** | ***N*** | ***O*** | ***O*** |
| ***Diuron*** | ***2*** | ***2.7*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***Endosulfan*** | ***10-11583*** | ***3.8*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***\*) Fluoranthene*** | ***1700-10000*** | ***5.2*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***\*) Hexachlorobenzene*** | ***2040-230000*** | ***5.7*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***\*) Hexachlorobutadiene*** | ***1,4-29000*** | ***4.9*** | ***O*** | ***O*** | ***P*** |
| ***\*) Hexachlorocyclohexane b*** | ***220-1300*** | ***3.7-4.1*** | ***O*** | ***O*** | ***P*** |
| ***Isoproturon*** | ***2,6-3,6*** | ***2.5*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***\*) Lead and its compounds*** |  | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** |
| ***\*) Mercury and compounds c*** |  | ***n.a.*** | ***N*** | ***O*** | ***P*** |
| ***Naphthalene*** | ***2,3-1158*** | ***3.3*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***Nickel*** |  | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** | ***n.a.*** |
| ***Nonylphenols d*** | ***1280-3000*** | ***5.5*** | ***P*** | ***P*** | ***O*** |
| ***Octylphenold*** | ***471-6000*** | ***5.3*** | ***P*** | ***P*** | ***O*** |
| ***\*) Pentachlorobenzene*** | ***1100-260000*** | ***5.2*** | ***N*** | ***P*** | ***O*** |
| ***Pentachlorophenol*** | ***34-3820*** | ***5.0*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***\*) Polyaromatic Hydrocarbonse*** | ***9-22000*** | ***5.8-6.7*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Simazine*** | ***1*** | ***2.2*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***\*) Tributyltin compounds*** | ***500-52000*** | ***3.1-4.1*** | ***O*** | ***O*** | ***P*** |
| ***Trichlorobenzenes*** | ***120-3200*** | ***4.0-4.5*** | ***O*** | ***O*** | ***O*** |
| ***Trichloromethane*** | ***1,4-13*** | ***2.0*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***Trifluralin*** | ***2360-5674*** | ***5.3*** | ***N*** | ***P*** | ***O*** |
| ***DDT (including DDE, DDD)*** |  | ***6.0-6.9*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Aldrin*** |  | ***6.0*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Endrin*** |  | ***5.6*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Isodrin*** |  | ***6.7*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Dieldrin*** |  | ***6.2*** | ***N*** | ***P*** | ***P*** |
| ***Tetrachloroethylene*** |  | ***3.4*** | ***O*** | ***O*** | ***N*** |
| ***Tetrachloromethane*** |  | ***2.8*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |
| ***Trichloroethylene*** |  | ***2.4*** | ***P*** | ***N*** | ***N*** |

*aIncluding Bis(pentabromophenyl)ether, octabromo derivate and pentabromo derivate*

*b HCH (all isomers) - BCF (lindane)*

*c methylmercury*

***d*** *Nonyl- and Octylphenols do not follow the classical Kow partition, because they can establish hydrogen bonds by the phenolic hydroxyl.*

*eIncluding Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(g,h,i)perylene, Benzo(k)fluoranthene,*

*Indeno(1,2,3-cd)-pyrene. For these compounds the metabolisation in higher trophic levels should be taken into account.*

## Прилог 4

Протокол за теренски анализи и собирање материјал за макроинвертебрати

*Опис на мерно место*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Водотек: |  | Забелешка за мерно место |  |
| Име на мерно место: |  | Код на мерно место: |  |
| Координати на мерно место – GPS | Географскаширина |  |
| Географскадолжина |  |
| Надморска височина |  |
| Дата на колекционирање: |  | Колекционираноод: |  |
| Брег: | лев; [ ] центар; [ ] десен; |
| Тип на водотек: | [ ] извор; [ ] поток; [ ] река; [ ] устие; [ ] дотек; [ ] езеро; [ ] мочуриште; [ ] блато; [ ] акумулација; застоена вода; [ ] канал |
| Облик на речната долина: | [ ] клисура[ ] речно корито[ ] меандер[ ] поплавена рамнина |
| Сооднос на брзаци/заезерувања (m): Проценка на секторот којшто е 20 од ширината на водотекот или 100 m | Просечна ширина на водотекот (m):  |
| Големина на водотек | должина (min)\_\_\_\_\_\_; должина (max):\_\_\_\_\_\_\_; просечна должина (m):\_\_\_\_\_\_\_\_; просечна површина (*ha*):\_\_\_\_\_\_\_\_\_; длабочина (min):\_\_\_\_\_\_\_\_; длабочина (max):\_\_\_\_\_\_\_\_; просечна длабочина (m):\_\_\_\_\_\_\_\_;[ ] нема; [ ] мала; [ ] умерена; [ ] голема |
| Сенка: |
| Крајбрежна вегетација (видови): |  |
| Водна вегетација: | [ ] надводна; [ ] подводна; [ ] флотантна; [ ] слободно-флотантна; [ ] алги; [ ] \_\_\_\_\_\_\_  |
| Застапеност на природни микрохабитати (%): (вкупно 100%) | [ ] megalital – плочи> 40 cm | % | Нацрт на мерно место:Должина на колекциониран сектор: |
| [ ] macrolital – блокови 20 – 40 cm | % |
| [ ] mesolital – поголеми камења 6-20 cm | % |
| [ ] microlital – камења 2-6 cm | % |
| [ ] akal – чакалl 0,2 - 2 cm | % |
| [ ] psammal – песок 6μm-0,2cm | % |
| [ ] argyllal – тиња, глина <6 μm | % |
| [ ] fital (FIT) – живи растителни делови | % |
| [ ] ksilal (KSI) – мртви растителни делови | % |
| [ ] particles of org. mat. (POM)-парчиња на органска материја. |
| Микрохабитати креирани под антропогено влијание (%): (total 100%) | [ ]  насипи | % |
| [ ] регулирано корито | % |
| [ ] друго (на пр.,чамец, брод...) | % |

*Абиотички показатели*

|  |  |
| --- | --- |
| Ниво на водата: | [ ] поплава; [ ] високи води; [ ] нормално ниво; [ ] ниски води; [ ] истечни; [ ] неистечни |
| Проток – m3/s | [ ] мал[ ] умерен[ ] висок | брзина – m/s: | [ ]  0,02-0,2 [ ] 0,2-2,0 [ ] >2,0 |
| Транспарентност: | [ ] бистро; [ ] заматено; [ ] загадено;  |
| температура на водата (◦C) |  | температура на вода (◦C) |  |
| растворен кислород (mg/L) |  | заситеност со кислород (%) |  |
| кондуктивитет (µS/cm) |  | pH |  |

*Еколошкизначајнипореметувања/знаци*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Боја |  | мирис |  |
| пенливост |  | видливи отпадоци |  |
| видливи знаци на редукциски процеси | [ ] црн седимент / сапропел[ ] мириса на H2SБактерии и филаментозни алги:[ ]  малку; [ ] умерено; [ ] многу[ ]  друго | загадување | [ ] отпадни води од домаќинство[ ] ефлуентодпречистителната станица[ ]  влијание на земјоделие[ ] истек од индустрија[ ] сомневањезаинцидентно загадување[ ]  друго |
| посебни услови | [ ] екстремен проток/врнежи[ ] друго | физичкинарушувања | [ ] насипи(спротиводноод левата страна)[ ] спротиводнобрана [ ] низводнобрана  |

*Постапка за колекционирање на макроинвертебрати*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [ ]  рачна бентосна мрежа | колекциониран микрохабитат | Meg-LIT | Mac- Lit | Mes-Lit | Mic- Lit | Alk | Psam | KSI | FIT | POM |
| ширина на мрежа: m | број на реплики |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [ ] багер | колекциониран микрохабитат |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| површина на багер: m2 | број на реплики |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [ ]  вештачки супстрат | колекциониран микрохабитат |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| тип: | време на колонизирање (недели) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [ ] друго | колекциониран микрохабитат |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | број на реплики |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| брзина/проток: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| длабочина (cm): |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| река/езероилилотик (LOT)/лентик (LEN): |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ракувањесо примероци: | [ ]  конзервирање на терен |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | [ ] без конзервирање |  |  |  |  |  |  |  |  |  |