

ДОКЛАД

относно: „Проучване на възможностите за осигуряване на постоянен воден режим в поддържан резерват „Атанасовско езеро“ и предложение на идейни проектни решения за захранването му с прясна вода от морето, при неизвършване на солодобивна дейност“



	Хидрогеология: Хидробиолог-Ихтиолог: Моделиране HEC-RAS и HEC-DSS: ХТС и мултибокс модел:	инж. А. Иванов д-р Радослава Бекова инж. А. Иванов инж. И. Калчев
	Съставил:	инж. Д. Георгиев
Януари 2025		гр. Бургас

СЪДЪРЖАНИЕ

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА.....	2
СПИСЪК НА ТЕРМИНИТЕ И ОБОЗНАЧЕНИЯТА	3
I. ЦЕЛ НА ПРОУЧВАНЕТО	7
II. ОПИСАНИЕ, ХИДРАВЛИЧНИ ПОТОЦИ И ГРАНИЦИ НА ОБЕКТА. КЛАСИФИКАЦИЯ НА ЕЗЕРАТА (БАСЕЙНИТЕ).....	7
III. ПОЛЕВИ ОБСЛЕДВАНИЯ. АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ.	13
IV. ВАЛЕЖИ, ИЗПАРЕМОСТ И ИНДЕКС НА ЗАСУШАВАНЕ.	16
V. ЕКОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПР „АТАНАСОВСКО ЕЗЕРО“	19
VI. РЕГИОНАЛНИ ЗАВИСИМОСТИ НА ИЗПАРЕМОСТТА. ГЕНЕРИРАНЕ НА КЛИМАТИЧНИ ФАЙЛОВЕ ЗА МОДЕЛИРАНЕ ГОДИШЕН ХИДРОДИНАМИЧЕН ЦИКЪЛ НА ВТОК, ТЕЧЕНИЕ С ИЗПАРИЕНИЕ И ЗАУСТВАНИЕ.	211
VII. ЕКПЕРТНА ОЦЕНКА НА ВОДНИЯ И МАСОВ БАЛАНС НА БАСЕЙНИТЕ ПРИ НОРМАЛНО РЕГУЛИРАНЕ ОТ ЧС.....	232
VIII. ЗНАЧЕНИЕ НА DUNALIELLA SALINA ЗА ПЗС И КАЧЕСТВОТО НА КРИСТАЛИЗИРАНАТА МОРСКА СОЛ И ЛУГАТА	266
IX. ОЦЕНКА НА ТРАНСПОРТА, ОТМИВАНЕТО И НАТРУПВАНЕТО НА НАНОСИТЕ В БАСЕЙНИТЕ.	266
X. ЗАКЛЮЧЕНИЯ ЗА ПРИЧИНИТЕ ДОВЕЛИ ДО НЕЗАДОВОЛИТЕЛНОТО ПЗС НА ПР „АТАНАСОВСКО ЕЗЕРО“	277
XI. ХИДРОЛОГИЯ НА АТАНАСОВСКОТО ЕЗЕРО И ЗАЩИТНИТЕ КАНАЛИ	277
XII. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МИНИМАЛНОТО РАЗТОЯНИЕ ДО МЕРОДАВНАТА ЧУВСТВИТЕЛНА ЗОНА ПО ЕМПИРИЧНИ ФОРМУЛИ И ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА ДЪЛБОКОВОДНОТО ЗАУСТВАНИЕ.	311
XIII. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА МОНИТОРИНГА.....	311
XIII.1 РАЗШИРЕНИЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ И ДИАПАЗОНА ЗА МОНИТОРИНГ.....	311
XIII.2 КОНТРОЛ НА ЗАУСТВАНИЯТА В ЗАЩИТНИТЕ КАНАЛИ.	322
XIII.3 КОНТРОЛ НА НИВАТА И ДЪЛБОЧИНИТЕ НА БАСЕЙНИТЕ И КРИСТАЛИЗАТОРИТЕ.....	32
XIII.4 РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ НА КОНТРОЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ ЗА ЕУРОТРОФИКАЦИЯ И ХИПОКСИЯ.	33
XIII.5 ИЗМЕРВАНЕ НА ВАЛЕЖИТЕ И ИЗПАРИЕНИЕТО И КОНТРОЛ НА ПОТОЦИТЕ МЕЖДУ БАСЕЙНИТЕ.	33
XIV. КОЛИЧЕСТВЕННИ СМЕТКИ ПО ВАРИАНТИ СЪС ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СОЛОДОБИВА И БЕЗ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СОЛОДОБИВА33. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ДОБРАТА ПРАКТИКА НА КАЧЕСТВЕН И ЕФЕКТИВЕН СОЛОДОБИВ ПО [24]	333
XIV.1 ВАРИАНТ С НЕЗАБАВНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СОЛОДОБИВА	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.4
XIV.2 ВАРИАНТ С НАПОРЕН БАЙПАС НА КРИСТАЛИЗАТОРИТЕ, ПРОЕКТИРАН И ИЗГРАЖДАН СЪГЛАСНО [25], [26] или [27]	355
XV. ДЪЛГОСРОЧНИ МЕРКИ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ ПЗС НА ПР“АТАНАСОВСКО ЕЗЕРО“	377
XVI. СПИСЪК НА РЕФЕРЕНЦИИТЕ.	388
XVII. ПРИЛОЖЕНИЯ	399

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

ЕС	Европейски съюз
ЕРА	The Environmental Protection Agency, Американска агенция по околната среда
ЗБР	Закон за биологичното разнообразие
ЗТ	Защитена територия
ЗЗ	Защитена зона
ПР	Поддържан резерват
БФБ	Българска фондация за биоразнообразие
ПЗС	Природозащитно състояние
ЧС	Черноморски солници АД
UNEP	Програма на Обединените нации за околната среда
USACE	Корпус на инженерите на Американската армия
HEC-RAS	Програма на USACE за 1D стационарен, 1D / 2D нестационарен хидравличен анализ на потоци в реки и напорни тръбопроводи, анализ на транспорт на седименти и качество на водата

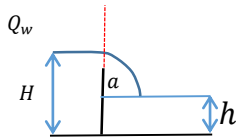
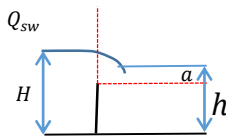
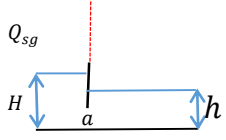
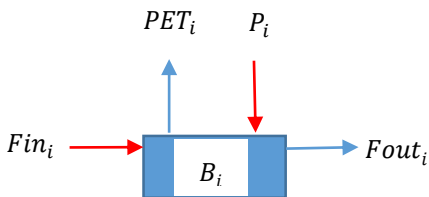
СПИСЪК НА ТЕРМИНИТЕ И ОБОЗНАЧЕНИЯТА

Термин	Описание
Вероятност за превишение	Вероятност случайна величина да получи стойност по-голяма от определена (необезпеченост). Допълнителна до 1 или 100% на обезпечеността.
Обезпеченост	Вероятност случайна величина да получи стойност по-малка от определена (вероятност за непревишение). Допълнителна до 1 или 100% на вероятността за превишение.
Режимна обезпеченост	Обезпеченост на случайна величина за дълъг период. Реципрочна на повтаряемостта.
Повтаряемост	Среден период на поява на случайна характеристика на вълната с определена стойност в години. Реципрочна на режимната обезпеченост.
Специфична плътност (Specific gravity), γ	Теглото на 1 m^3 разтвор, $\gamma = \frac{M}{V}$, kg/m^3 , където M е масата, kg , а V е обема, m^3
Скала на Боме (Boumé), $\gamma^\circ B\acute{e}$	Скала за измерване на плътността на водни разтвори в градуси на Боме - $B\acute{e}^\circ$. Създадена от френския алхимик Боме през 1768 година. Използва се в кулинарията, винарството, производството на сол и индустриалната химия. Функционалните връзки между $\gamma^\circ B\acute{e}$ и γ са: $\gamma^\circ B\acute{e} = 145 \cdot \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right), \gamma = \frac{145}{145 - \gamma^\circ B\acute{e}}$
Свойство на Боме	Основно свойство на скалата на Боме е, че при изпарение $\gamma^\circ B\acute{e}$ нараства пропорционално на намалението на обема (производната на $\gamma^\circ B\acute{e}$ по обема е отрицателна) ¹ . Изпарението от морето до кристализаторите ще доведе до намаление на обема с коефициент $\frac{24-1.8}{145}=0.15310$
Лог-логистично разпределение (log-logistic)	Вероятностно разпределение с кумулативна функция $F(x; \alpha, \beta) = \frac{x^\beta}{\alpha^\beta + x^\beta}$ и плътност $f(x; \alpha, \beta) = \frac{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) \cdot \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1}}{\left(1 + \frac{x^\beta}{\alpha^\beta}\right)^2}$. Широко се използва в хидрологията, икономиката и анализа на риска.
P, mm	Валежна височина за определен период в милиметри. Precipitation
PET, mm	Потенциална изпаряемост за определен период в милиметри. Potencial Evapotranspiration
AI	Индекс на засушаване. Aridity index. Съгласно UNEP $AI = P/PET$
$D = P - PET, mm$	Климатичен воден баланс за определен период в мм. Отрицателен, $D < 0$, ако $AI < 1$
$PET - P = -D, mm$	Полезно изпарение, отрицателен воден баланс. Разлика между потенциалното изпарение и валежите за определен период. За открити басейни без растителност и инфилтрация, полезното изпарение е пропорционално на теоретичния добив на сол по фоченския метод.
SPI	Индекс на относително засушаване, получен чрез привеждане и нормализация на емпиричния ред на валежите към лог-логистично разпределение. Изчислява се с програма. Стойностите на $SPI \in (-2.0, 2.0)$. $SPI < 0$ показва засушаване. Използва се от WMO ² и НИМХ ³ за мониторинг на засушаването. Standardized Precipitation Index.
SPEI	Индекс на относително засушаване, получен чрез привеждане и нормализация на емпиричния ред на валежите и потенциалното изпарение към лог-логистично разпределение. Изчислява се с програма. Стойностите на $SPEI \in (-2.0, 2.0)$. $SPEI < 0$ показва засушаване. Standardized Precipitation - Evapotranspiration Index.
Височинна система	Система за отчитане на геоидните височини. В България се използват три – Черноморска (Ч.С.), Балтийска (Б.С.) и Европейска (EVRs). Хидравличните изчисления в този доклад се базират на Балтийската система, т.к. източниците на информация за нивата и височините използват Б.С. Нулата на Б.С. е с 28 см над Ч.С. и с 0.23 см над EVRS.
$CH_{50\%}$	Средно ниво с обезпеченост 50%. За Черно море $CH_{50\%}=-0.28\text{m}$ в Б.С. Солниците са проектирани и експлоатирани дълги години в Ч.С. Преди въвеждането на EVRS, техническите и технологични документи са изготвяни в Б.С., затова тя се използва в този доклад. Основно изискване за хидравличните изчисления е нивата и котите да са съвместими, т.е. да са във една височинна система.
ПС - природозащитното състояние на видовете	Индикатор на биологичното разнообразие, показващ броя на видовете в %, с благоприятно, неблагоприятно-незадоволително и неблагоприятно-лошо.
Анхиалси метод	Метод на солодобив с два типа басейни – изпарители (тигани) и кристализатори, раделени на групи. Във всяка група се добива самостоятелно сол като водата се движи периодично в посока море – тигани – кристализатори.

¹ $\frac{d\gamma^\circ B\acute{e}}{dV} = -\frac{145}{M}$

² World Meteorological Organization

³ Национален институт по метеорология и хидрология

Термин	Описание																								
Фоченски (фокейски) метод	Метод на солодобов с каскада от изпарители. Водата се движи постоянно в посока море – изпарители – кристализатори. Постъпателното движение на водата се поддържа гравитачно. Плътноста на саламурата се увеличава плавно и при достигане на плътността на кристализация в последния басейн 24 градуса по Боме (24 Bé°), постъпва в кристализатори.																								
Масов баланс (МБ)	Баланс основан на закона за съхранение на масите на веществата в определен обем. За водни разтвори в отсъствие на химически реакции МБ се упрощава до водно-солев баланс (ВСБ)																								
Водно-солев баланс (ВСБ)	Масов баланс за водни разтвори в обем подложен на чисто изпарение и добавяне на вода съдържаща разтворени соли.																								
Формули за непотопен Q_w и потопен Q_{sw} преливник с тънка преграда и потопен савак Q_{sg} по [20]	   $Q_w = \left(0.402 - 0.054 \cdot \frac{H - h - a}{h} \right) \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (H - h - a)^{\frac{3}{2}}$$Q_{sw} = \sigma \cdot \left(0.402 - 0.054 \cdot \frac{H - h + a}{h} \right) \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (H - h + a)^{\frac{3}{2}}$$Q_{sg} = \mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h)}$$\sigma = 1.05 \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{a}{h} \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{H-h}{H}}, \mu = 0.62$																								
Мултибокс модел (MultyBox model)	Числов модел за ВСБ на поток, при който потока се разделя на n елемента. Всеки елемент е с обем - V_i и хомогенна плътност - B_i. Балансите на отделните елементи са свързани със система от n уравнения $F_{out_i} = F_{in_{i+1}} - PET + P; B_i = \frac{B_{0i} + F_{in_i} B_{i-1} - F_{out} B_i}{V_i} \cdot \tau_i$, където F_{in_i} е потока за време τ_i през елемент i, който се управлява динамично със закъснение. Закъснението е периода на измерване, преизчисление и корекция на потоците между басейните. Потоците се корегират чрез параметрите a_i, h_i и H_i след измерване и преизчисление на компенсиращия начален поток за периода на управление. При липса на проточност $F_{out} = 0, T_f = \infty$  $Flushing\ time, T_{fi} = \frac{V_i}{F_{out_i}}$ $F_{out_i} = F_{in_i} - PET_i + P_i, \quad i = 1 \div n$																								
Време за пълен водообмен на басейна, T_f	Време за 100% опресняване на обема на басейна. Отношение на обема към изходящия дебит. Flushing time. $T_f = \frac{V}{F_{out}}$. При липса на проточност $F_{out} = 0, T_f = \infty$																								
Еутрофикация	Процес, предизвикан от преобладаващо обогатяването на водите с биогенни елементи – съединения на фосфора и азота и недостатъчен приток на пресни води с O_2 , водещи до увеличено развитие на фитопланктона и влошаване качеството на водата.																								
Индикатори и прагове на еутрофикацията по ЕРА	Общ азот $TN < 40 \mu M/l$, общ фосфор – $TP < 0.26 \mu M/l$																								
Общи индикатори и прагове на еутрофикацията по ЕРА	Хлорофил а, $Clorofyll\ a < 1.7 \mu g/l$, Прозрачност по Сечи, $Secchi > 9\ m$																								
Еуротрофичен статус по ЕРА	<table><tr><td>Индикатор</td><td>Олиготрофичен</td><td>Мезотрофичен</td><td>Еутрофичен</td></tr><tr><td>$TP, \mu g/l$</td><td>8</td><td>27</td><td>84</td></tr><tr><td>$TN, \mu g/l$</td><td>660</td><td>750</td><td>1900</td></tr><tr><td>$Chlorophyll\ a, \mu g/l$</td><td>1.7</td><td>4.7</td><td>14</td></tr><tr><td>$Peak\ Chlorophyll\ a, \mu g/l$</td><td>4.2</td><td>16</td><td>43</td></tr><tr><td>$Secchi\ depth, m$</td><td>9.9</td><td>4.2</td><td>2.4</td></tr></table>	Индикатор	Олиготрофичен	Мезотрофичен	Еутрофичен	$TP, \mu g/l$	8	27	84	$TN, \mu g/l$	660	750	1900	$Chlorophyll\ a, \mu g/l$	1.7	4.7	14	$Peak\ Chlorophyll\ a, \mu g/l$	4.2	16	43	$Secchi\ depth, m$	9.9	4.2	2.4
Индикатор	Олиготрофичен	Мезотрофичен	Еутрофичен																						
$TP, \mu g/l$	8	27	84																						
$TN, \mu g/l$	660	750	1900																						
$Chlorophyll\ a, \mu g/l$	1.7	4.7	14																						
$Peak\ Chlorophyll\ a, \mu g/l$	4.2	16	43																						
$Secchi\ depth, m$	9.9	4.2	2.4																						

Термин	Описание			
Трофичен индекс по Карлсон ⁴ , <i>TSI</i> . Изчислим трофичен индекс от 0 до 100 [18]. Олиготрофичен 0 – 35, Мезотрофичен* 35 – 55, Еутрофичен 55 – 85 Хипереутрофичен** > 85	Трофичен индекс, <i>TSI</i>	Сечи диск <i>Secchi depth, m</i>	Общ фосфор, <i>TP, µg/l</i>	Хлорофил а <i>Chlorophyll a, µg/l</i>
	0	64	0.75	0.04
	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
	40*	4	12	2.6
	50*	2	24	6.4
	60	1	48	20
	70	0.5	96	56
	80**	0.25	192	154
	90**	0.12	384	427
	100**	0.062	768	1 183
Хипоксия	Недостиг на кислород предизвикващ масово измиране. Появява се в екосистеми със хипереутрофичен статус.			
Аноксия	Липса на кислород, която убива дънните живи организми и създава мъртви зони.			
Балтийска хипоксия	Ниски нива на разтворен кислород $O_2 < 2 \text{ mg/l}$ в дънните слоеве, които се срещат редовно в Балтийско море. Основната причина за хипоксията е прекомерното натоварване с хранителни вещества от човешката дейност, причиняващо цъфтеж на водораслите. Потъвайки на дъното, последните се разлагат изразходвайки кислорода по-бързо, отколкото може да се добави обратно в системата чрез физическите процеси на смесване. Аноксията убива дънните живи организми и създава мъртви зони.			
Индикатори и прагове на Балтийска хипоксия	Разтворен кислород $O_2 < 2 \text{ mg/l}$ Корелация между ⁵ O_2 и TP $TP > 0.117 - 0.040 \cdot O_2$ или $O_2 < 3 - 25 \cdot TP$			
Мътност на водата	Мътността на водата се дължи на неразтворени (суспендирани) частици от органичен и неорганичен произход, които попадат във водата след отмиване от придънния слой, от дъждовете или от микроорганизми живеещи в нея.			
Суспендирани частици, <i>SS</i>	Микроскопични частици транспортирани от водния поток и/или утаяващи се на дъното на басейните			
Обща суспендирана утайка, <i>TSS, mg/l</i>	Теглото на сухото вещество по ISO 11923:1997 ⁶ . Включва фитопланктон, пясък, ил, канализация, гниещи растения и глина.			
Прозрачност на водата, <i>SD, cm</i>	Определя се от мътността и цвета на водата. Измерва се с диск на Секки в сантиметри.			
Емпирична зависимост между общата суспендирана утайка, <i>TSS, mg/l</i> и прозрачността по Секки, <i>SD, cm</i> ⁷	$TSS = 3417420 \cdot SD^{-1.3827}$			
Скорост на утаяване, (Хидравлична едрина), <i>mm/h</i>	Скоростта <i>u</i> , с която се утаяват частици с размер <i>d</i> и във водата			
	Суспензно вещество	Размер, <i>d, µm</i>	Хидравлична едрина, <i>u, mm/h</i>	Време за оттаяване на дълбочина 1m
	Колоидни частици	200 ÷ 1	0.0252	4 year
	Фитопланктон	15	0.0216	4 year
	Тънка глина	1000 ÷ 500	2.52 ÷ 0.612	15 ÷ 60 days
	Глина	2 700	18	2 days
	Тиня	50 000 ÷ 27 000	1 800 ÷ 6 120	10 ÷ 30 min

⁴ Carlson. A trophic state index for lakes, 1977

⁵ Базирана на данни от Балтийско море [17]

⁶ ISO 11923:1997 Water quality — Determination of suspended solids by filtration through glass-fibre filters

⁷ Изведена от изследванията публикувани в [19]

Термин	Описание
Формула на Замарин [21]. Транспортираща способност на поток със скорост v . Количество S , g/m^3 на SS с хидравлична едрина u , m/s	Количество SS , което водния поток транспортира, преди SS с едрина u , да успеят да се утаят на дъното. S съответствува на средната мътност на потока от частици с определена хидравлична едрина u . $S = 11 \cdot v \sqrt{\frac{R \cdot I \cdot v}{u}}$
Турбидиметър	Уред за измерване на мътността. Мътността се измерва в FNU или NTU
FTU (Formazin Turbidity Unit)	Единица за измерване на мътност по $ISO 7027$. $1 FTU \approx 1 NTU$
NTU (Nephelometric Turbidity Unit)	Единица за измерване на мътност по $ISEPA, Method 180.1$. $1 NTU \cong 0.597 \cdot TSS + 0.771, g/m^3$
Формула на Стокс за хидравлична едрина при ламинарен режим	$u = k_{lam} \cdot \frac{g \cdot d^2}{4 \cdot \nu} \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\rho},$ където, $k_{lam} = 0.22$ за кълбовидна форма на частиците, $g = 9.81$, d е диаметъра на частиците, ν е кинематичния вискозитет, $\rho_s = 2.650, 1.325$ или $1.138 g/cm^3$ съответно за глина, хумус и фитопланктон, а $\rho \approx 1.088$ е плътността на водата зависеща от температурата и солеността.
<i>E.coli</i> , Чревни ентерококи	Бактерии съдържащи се канализационни води от БФК и в непречистени дъждовни води
<i>E.coli</i> , Ешерихия коли	Бактерия съдържаща се канализационни води от БФК и в непречистени дъждовни води

I. Цел на проучването

Проучването се основава на Договора между РИОСВ Бургас и Геотест Консулт от 2024 година.

Сигналите за критично влошаване на природозащитния статус на ПР „Атанасовско езеро“ са получавани по реда на мониторинга и контрола от ИАОС и РИОСВ Бургас и докладите на БФБ в рамките на дейност D2 „Лагуната на живота“.

Общата оценка на докладите [4] ÷ [8] за природозащитния статус на ПР „Атанасовско езеро“ е U2 – неблагоприятно лошо.

Констатациите на БФБ са непроменени за 2019 ÷ 2023 години, независимо от предприетите и отчетени мерки. Тази устойчивост на неблагоприятните събития показва, че истинските причини за критичното влошаване на природозащитния статус остават неразкрити.

Тенденциите за влошаване на ПЗС се открояват още от [3] - Проект за актуализиране на план за управление на поддържан резерват Атанасовско езеро 2015. Това налага в изследването на причините да се включи по - дълъг период, на практика от създаването на ПР „Атанасовско езеро“ през 2003 година.

ЗБР в чл. 29. (1) т.2 дава приоритет на превантивните действия за избягване на предсказуеми неблагоприятни събития. Осигуряването на постоянен (динамично устойчив) воден режим, основан на актуални климатични данни, хидроложки, хидродинамични, хидрогеоложки, хидравлични и хидрохимични проучвания, както и на съвременни методи за моделиране на сложните хидродинамичните процеси в екосистемите е един от най-ефективните методи за обосноваване на възможни превантивни действия за възстановяване на природните местообитания и местообитания на видове или на популации на растителни и животински видове в ЗТ и ЗЗ.

Целта на проучването е в съответствие с чл.29 (2), т.2 на ЗБР и на основание подробен системен и екосистемен анализ на основните фактори на ПЗС да се направи пълноценна инженерно-техническа оценка на необходимите превантивни дейности за опазване и възстановяване на приоритетните местообитания в ПР „Атанасовско езеро“.

Анализа на случайните фактори влияещи върху ПЗС – хидрохимия и ниво на морето, климат, РЕТ, Р, AI и техните глобални промени е изложен в параграфите по долу преди дейностите свързани със солодобива. Последните се извършват от Черноморски солници АД, те са детерминирани и могат да се регулират.

II. Описание, хидравлични потоци и граници на обекта. Класификация на езерата (басейните).

Границите на ПР „Атанасовско езеро“ са определени със Заповед No.РД-418 от 18.06.2007 г., бр. 61/2007 на Държавен вестник и актуализирани със Заповед No.РД-659 от 19.07.2024 г., бр. 72/2024 на Държавен вестник.

Забранени на дейности:

- Забранява се строителството на сгради и пътища, с изключение на разширението на пътя Бургас-Поморие;
- Забранява се разкриване на кариери, изменянето на водния режим, замърсяването с химически вещества, промишлени и битови отпадъци;
- Забранява се създаването на лични и помощни стопанства за домашни животни;
- Забранява се ловуване, гърмене и използването на водоемите за развъждане на диви и домашни животни;
- Забранява се събирането на яйца и развалянето на гнездата на птиците;
- Забранява се засипването на крайбрежната езерна ивица;

Разрешени на дейности:

- Разрешава се обработването на селскостопанските земи;
- Разрешава се пашата на домашни животни с изключение на свине;
- Разрешава се осъществяването на солодобив и калодобив, без да се нарушават екологичните условия в резервата;
- Разрешава се изграждането на база за научни изследвания и за стопанисване на резервата;
- Разрешава се изграждането на парк ""Езеро"" в южната част на езерото.

ПР „Атанасовско езеро“ обхваща две групи басейни (каскади) - изпарители с легла – северна и крайбрежна и една обща преди кристализаторите. Кристализаторите не попадат в резервата, т.к. са хиперхалинни със соленост $\geq 24 \text{ Be}^\circ$.

Концентрираната саламура в кристализаторите се разделя на две фази – твърда и течна. Последните се обработват от Черноморски солници АД. Твърдата фаза съдържа основно морска сол, а течната - соли на Са, Mg, Na и К. В много държави след извличането на NaCl, по химичен път се добива Mg, Br и др.

Северната каскада започва от главния савак и включва изпарители 1÷8, след което преминава в северните легла 19÷23.

Крайбрежната каскада започва също от главния савак и включва изпарители 9÷18, след което преминава в северните легла 24÷27.

Общата каскада включва басейни 28÷32 и се зауства в кристализаторите.

Между всички съседни басейни има преливници, с които се регулира потока. Потокът е пропорционален на полезното изпарение, $PET - P$. Ако последното е отрицателно, преливниците се затварят.



Фигура 1. Граници на обекта

Главни особености на ПР „Атанасовско езеро“, пренебрегвани в извършваните досега анализи и доклади, е че:

- водата в басейните не е стояща, а движеща се постъпателно с регулирана от ЧС скорост,
- водата е разтвор с различна плътност, което трябва задължително да се отчита във ВСБ,

- времето на 100% водообмен $T_f = 408$ дни, изчислено с мултибокс модела, е константа за всички басейни (включително кристализаторите)
- средната скорост на потока, изчислена с мултибокс модела е 1.735 m/h

Хидравличния наклон между езерата в каскадите е малък ($\sim 0.06 \text{ ‰}$), но достатъчен за обезпечаване на потока с необходимия компенсиращ изпаряването дебит ($\sim 0 \div 0.3 \text{ m}^3/\text{h}$). Дебита се регулира чрез отваряне или затваряне на междинните преливници и регулиране на главния савак. Ако валежите преобладават за продължително време, ЧС извеждат излишната дъждовна вода с помпи.

При регулирането на потоците от саламура между басейните, за всеки басейн се установява относително постоянна плътност, която нараства **мултипликативно по Боме** към кристализаторите до 24 Bé° и до запълването на последния басейн (разпределителя).

Последното явление се обяснява със свойството на Боме и може да се изведе в правило:

В последователна каскада от изпарители с постоянен компенсиращ полезното изпарение поток, плътността за всеки от басейните клони към константа. Тази константа ще наречем равновесна константа на Боме на басейна.

Управлението на компенсиращия поток трябва да обезпечава повишение нивото на всеки от басейните $\leq 0.2 \text{ m}$, което благоприятствува гнезденето на защитените видове. Последния басейн (разпределителя) след запълване и достигане на плътност 24 Bé° се изпуска в кристализаторите. Обема на последния басейн е определящ за броя на циклите на солодобива и компенсиращия поток.

Благодарение на описаното явление водния и солевия баланс за всеки басейн е сезонно устойчив и се колебае около константата на Боме, което способствува за устойчиво ПЗС на ПР „Атанасовско езеро“.

Правилото на равновесната константа на Боме е изведено числово при моделирането на ВСБ с мултибокс модела по-долу. Началните константи са уникални за всяка система от басейни. За ПР „Атанасовско езеро“ началните константи, които остават равновесни, са предоставени от ЧС и РИОСВ Бургас.

По исторически данни тези константи са установени след три годишна експлоатация, т.е. след около 6 цикъла на производство на сол.

Обема на компенсиращия поток изчислен за изпарение от 0.15 m от сумарната площ на басейните е:

$$\sum V_i \cdot 0.15 = 8\,006\,338 \cdot 0.15 = 1\,200\,951 \text{ m}^3 \quad (1)$$

Динамично определеното времетраене на цикъла на компенсиране на 0.15 m полезно изпарение, от типичната метеорологична година трае:

$$\frac{1\,200\,951}{8\,006\,338} \cdot 365 = 106 \text{ дни} \quad (2)$$

При средна дълбочина на басейните 0.50 ± 0.15 , процента на водообмен за един цикъл е $\frac{0.150}{0.575} \sim 26\%$.

Времето за водообмен T_f е времетраенето необходимо за 100% водообмен с прясна морска вода.

$$T_f = \frac{106}{0.26} \sim 408 \text{ дни} \quad (3)$$

Годишния водообмен за 365 дни, ще опресни водите в солниците до $\frac{365}{408} = 89.5\%$.

Таблица 1. Класификация на водата по соленост

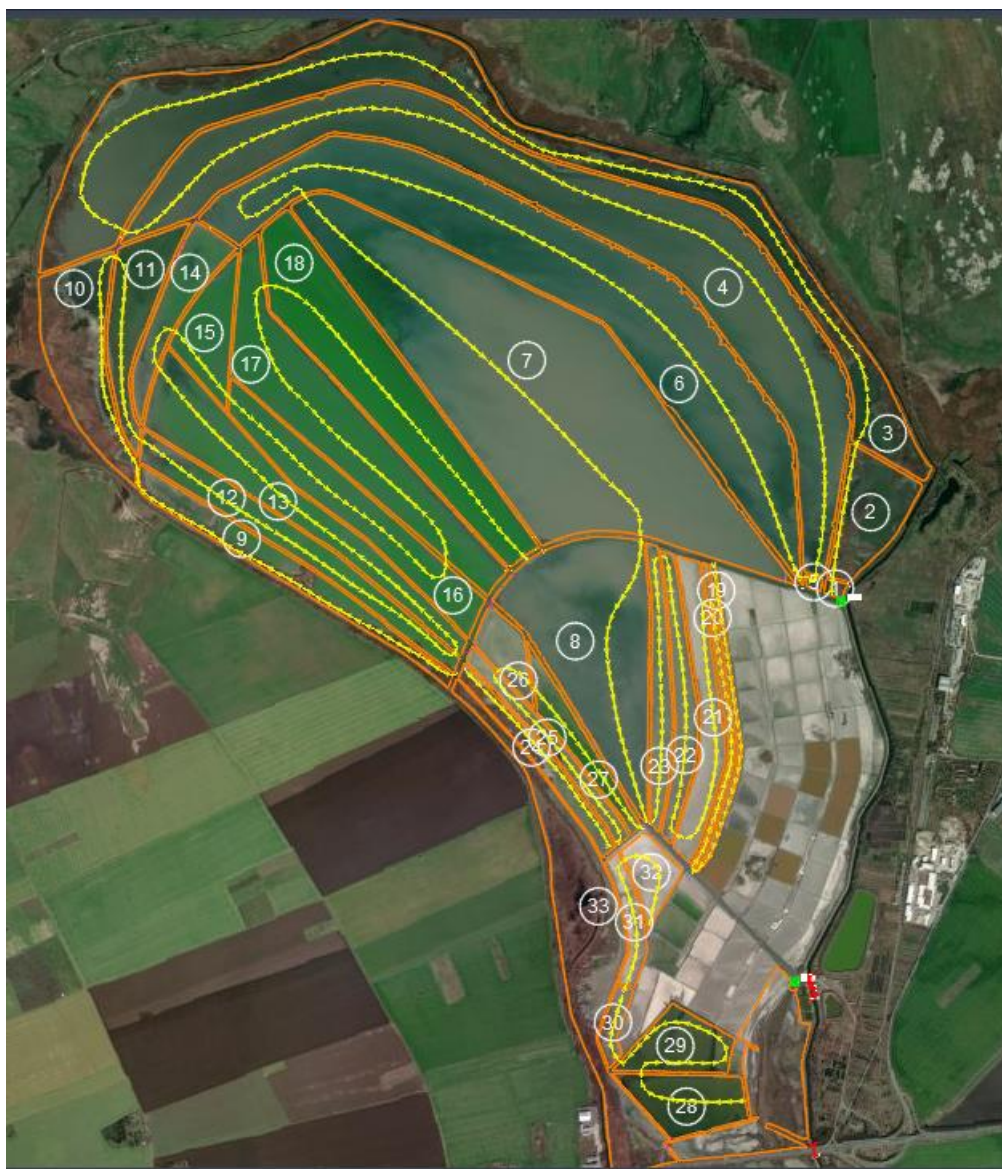
Клас	Вид	Вид, en	Соленост S, ‰	Плътност Boumé, Bé, °	Плътност D, kg/m ³	Сол ено ст S, g/l
I	Сладководни	Freshwater	0.5	0	1000	0
II	Средно солени	Oligohalline	5	0.58	1004	4
III	Солени	Mesohalline (Black Sea Nord lake)	17	1.8	1013	13
III	Солени	Mesohalline (Black Sea)	18	2	1014	14
III	Солени	Mesohalline (Black Sea South lake)	22	2.5	1018	18
IV	"	Polyhalline (Ocean)	40	4.5	1032	32

Клас	Вид	Вид, en	Соленост S, ‰	Плътност Boumé, Bé, °	Плътност D, kg/m ³	Сол еност S, g/l
V	"	Metahalline	70	7.8	1057	57
VI	Свръхсолени	Hyperhalline	> 70	7.8	> 1057	57
VI	"	Слънчево раче (Артемия)	80	8.8	1065	65
VI	"	Кремъчни водорасли, синьо-зелени бактерии	130	14.3	1109	109
VI	"	Отделя се Гипс	150	16.3	1127	127
VI	"	Червени едноклетъчни водорасли	180	19.5	1155	155
VI	"	Активни солници	200	21.5	1174	174
VI	"	Кристализация	225	24	1198	198
VI	"	Кристализация	240	25.5	1213	213
VI	"	Слънчево раче още (Артемия)	280	29.3	1253	253

Таблица 2. Регистър на координатите на гранични точки на обекта.

No	lat-wgs-84	lon-wgs-84	h-EVRS, m	h-balt,m
1	42°35'31.12"	27°28'39.59"	38.43	-0.5
2	42°35'34.91"	27°28'21.8"	38.44	-0.49
3	42°35'44.8"	27°28'9.53"	38.45	-0.48
4	42°35'49.95"	27°27'52.95"	38.45	-0.48
5	42°35'45.42"	27°27'35.75"	38.46	-0.47
6	42°35'42.99"	27°27'17.74"	38.47	-0.46
7	42°35'40.3"	27°26'59.78"	38.47	-0.46
8	42°35'29.02"	27°26'49.45"	38.48	-0.45
9	42°35'17.53"	27°26'39.4"	38.48	-0.45
10	42°35'6.02"	27°26'29.38"	38.48	-0.45
11	42°34'56.24"	27°26'22.89"	38.48	-0.45
12	42°34'58.42"	27°26'40.6"	38.48	-0.45
13	42°34'49.3"	27°26'49.17"	38.47	-0.46
14	42°34'41.76"	27°27'2.79"	38.46	-0.47
15	42°34'33.85"	27°27'17.82"	38.45	-0.48
16	42°34'26.62"	27°27'33.55"	38.44	-0.49
17	42°34'19.43"	27°27'49.28"	38.43	-0.5
18	42°34'11.28"	27°28'4.12"	38.42	-0.51
19	42°34'1.08"	27°28'16.34"	38.41	-0.52
20	42°33'47.79"	27°28'20.39"	38.41	-0.52
21	42°33'34.22"	27°28'22.35"	38.4	-0.53
22	42°33'20.99"	27°28'26.74"	38.39	-0.54
23	42°33'7.88"	27°28'31"	38.38	-0.55
24	42°33'5.02"	27°28'39.11"	38.38	-0.55
25	42°33'7.07"	27°28'57.3"	38.37	-0.56
26	42°33'10.95"	27°29'11.88"	38.37	-0.56
27	42°33'24.56"	27°29'12.57"	38.38	-0.55
28	42°33'33.79"	27°29'4.86"	38.38	-0.55
29	42°33'24.55"	27°28'54.8"	38.38	-0.55
30	42°33'32.35"	27°28'43.62"	38.39	-0.54
31	42°33'43.01"	27°28'43.77"	38.4	-0.53
32	42°33'51.46"	27°28'53.61"	38.4	-0.53

No	lat-wgs-84	lon-wgs-84	h-EVRS, m	h-balt,m
33	42°34'4.53"	27°28'58.86"	38.4	-0.53
34	42°34'18.08"	27°28'56.36"	38.41	-0.52
35	42°34'31.17"	27°28'54.4"	38.41	-0.52
36	42°34'26.78"	27°29'11.95"	38.4	-0.53
37	42°34'30.51"	27°29'25.93"	38.4	-0.53
38	42°34'41.91"	27°29'36.08"	38.4	-0.53
39	42°34'45.77"	27°29'45.11"	38.4	-0.53
40	42°34'53.22"	27°29'57.09"	38.41	-0.52
41	42°35'6.04"	27°30'1.06"	38.41	-0.52
42	42°35'16.1"	27°30'11.85"	38.41	-0.52
43	42°35'17.82"	27°30'10.54"	38.41	-0.52
44	42°35'8.11"	27°29'57.89"	38.41	-0.52
45	42°34'56.95"	27°29'47.24"	38.41	-0.52
46	42°34'46.33"	27°29'37.94"	38.41	-0.52
47	42°34'55.55"	27°29'29.71"	38.41	-0.52
48	42°35'7.46"	27°29'20.86"	38.42	-0.51
49	42°35'18.71"	27°29'10.38"	38.42	-0.51
50	42°35'27.46"	27°28'57.45"	38.43	-0.5



Фигура 2. Карта на басейните

Таблица 3. Регистър на басейните

No	Площ, m^2	Име	Тип	Каскада	Константа, $^{\circ}Bé$
1	5 504	Външен ретензор I	изпарител	Северна	1.80
2	135 333	Външен ретензор I	изпарител	Северна	
3	917 153	Външен ретензор I	изпарител	Северна	2.12
4	1 050 289	Външен ретензор II	изпарител	Северна	
5	3 811	Външен ретензор II	изпарител	Северна	2.49
6	970 852	Външен ретензор III	изпарител	Северна	2.93
7	1 295 358	Вътрешен ретензор	изпарител	Северна	3.45
8	455 904	Основно езеро	изпарител	Северна	4.06
9	146 142	Крайбрежен I	изпарител	Крайбрежна	
10	212 358	Крайбрежен I	изпарител	Крайбрежна	4.12
11	135 732	Крайбрежен II	изпарител	Крайбрежна	
12	173 526	Крайбрежен II	изпарител	Крайбрежна	4.84
13	274 382	Крайбрежен III	изпарител	Крайбрежна	
14	102 617	Крайбрежен III	изпарител	Крайбрежна	
15	101 902	Толбухин	изпарител	Крайбрежна	5.70

No	Площ, m ²	Име	Тип	Каскада	Константа, °Bé
16	222 621	Крайбрежен IV	изпарител	Крайбрежна	6.70
17	396 079	Толбухин I	изпарител	Крайбрежна	7.89
18	441 369	Толбухин II	изпарител	Крайбрежна	9.28
19	29 186	I легло	концентратор	Северна	
20	30 945	I легло	концентратор	Северна	7.37
21	127 957	II легло	концентратор	Северна	8.67
22	95 437	III легло	концентратор	Северна	10.20
23	88 060	IV легло	концентратор	Северна	12.00
24	71 810	Крайбрежно легло I	концентратор	Крайбрежна	6.54
25	61 578	Крайбрежно легло II	концентратор	Крайбрежна	7.69
26	53 906	Крайбрежно легло III	концентратор	Крайбрежна	9.05
27	71 763	Крайбрежно легло IV	концентратор	Крайбрежна	10.65
28	112 388	Дървен басейн	концентратор	Обща	12.53
29	97 293	Дървен басейн	концентратор	Обща	14.74
30	26 356	Легло V	концентратор	Обща	17.34
31	44 118	Легло V	концентратор	Обща	20.40
32	54 609	Разпределител	разпределител	Обща	24.00
33	351 067	Не се използва		Обща	

III. Полеви обследвания. Анализ и сравнение на резултатите.

Настоящият доклад се състави на основание на договор 848/05.11.2024г. между РИОСВ Бургас и Геотест консулт ЕООД и съдържа резултатите от проведените полеви, лабораторни и камерални работи, свързани с проучване на възможностите за осигуряване на постоянен воден режим в поддържан резерват „Атанасовско езеро“ и предложение на идейни проектни решения за захранването му с прясна вода от морето, при неизвършване на солодобивна дейност.

Екипът на „Геотест консулт“ ЕООД изказва специална благодарност на РИОСВ Бургас за предоставените архивни данни, на Българска Фондация по биоразнообразие за предоставените физикохимични данни, събрани през периода 2019-2024г. при изпълнението на Проект "Поддържане на симбиозата човек-езеро в полза на европейско значими видове и местообитания/ LIFE17 NAT/BG/000558 („Лагуната на живота“/ The Lagoon of Life), на ДП РВД за предоставените метеорологични данни от Летище Бургас.

За оценка на моментното състояние на поддържан резерват „Атанасовско езеро“ през периода Ноември – Декември 2024г. бяха извършени следните дейности:

- 1) Геодезическа снимка на басейни, каналите и съоръженията в характерни точки.
- 2) Преглед на съществуващите зауствания и водовземания.
- 3) Пробовземане от референтните точки по плана за управление.
- 4) Полеви замервания на соленост, температура, РН, дълбочина и прозрачност на водата.
- 5) Представени са лабораторни анализи на водата, извършени в Лаборатория за изпитване към Лемна екоинвест – България АД със сертификат за акредитация Рег. №118 ЛИ/31.01.2024г., издаден от ИА БСА.
- 6) Обход и събиране на седименти и бентосни проби (едно пробонабиране) и при наличие на вода. Събрани са проби за таксономичен анализ на бентос и фитопланктон. Вzeti са съпътстващи физикохимични параметри, подкрепящи оценката по биологичните елементи за качество
- 7) Анализи на пробите съгласно плана за управление и сравнение с сезонните резултати от плана за управление.
- 8) Преглед на плановете за управление и тяхното изпълнение.
- 9) Закупуване на климатични данни от Летище Бургас, Черноморски Солници и глобални сателитни данни за 5 годишен период.
- 10) Генериране на типична часова климатична година за района. Калибриране със закупените данни и наблюдения.



Снимки при геодезическо заснемане



Снимки при пробовземане и полеви измервания

Полевите измервания, резултатите от анализите както и тематичните доклади са предоставени в приложенията. По долу е представено отклонението от константа на Боме за всеки басейн по данни от последните измервания.

Таблица 4. Отклонение от равновесната константа на Боме

No	Константа, °Bé	Плътност, т/м3	C, mS/cm	S, ‰	Отчетена S, ‰	Точка	Оператор	Година	Увеличение %
1	1.8	1.013	25.36	15.71	22.3	Nal1	БФБ	2024	41.91%
2									
3	2.12	1.015	29.83	18.75					
4									
5	2.49	1.018	35.02	22.32	36.40	Nal2	БФБ	2024	63.05%
6	2.93	1.021	41.06	26.54					
7	3.45	1.025	48.10	31.53	94.44	Nal3	БФБ	2024	199.56%
8	4.06	1.029	56.29	37.41	84.73		БФБ	2024	126.49%

No	Константа, °Bé	Плътност, т/м3	C, mS/cm	S, ‰	Отчетена S, ‰	Точка	Оператор	Година	Увеличение %
9									
10	4.12	1.029	57.11	38.00	53.70	Nal4	БФБ	2024	41.31%
11									
12	4.84	1.035	66.80	45.06					
13									
14									
15	5.7	1.041	78.11	53.42					
16	6.7	1.049	91.32	63.32					
17	7.89	1.058	106.77	75.06	93.39	Nal5	БФБ	2024	24.42%
18	9.28	1.069	124.87	89.00	93.39	Nal5	БФБ	2024	4.93%
19									
20	7.37	1.054	100.01	69.90					
21	8.67	1.064	116.95	82.87					
22	10.2	1.076	136.81	98.29					
23	12	1.091	160.15	116.66	135.00	GT1	Geotest	2024	15.72%
24	6.54	1.048	89.15	61.69	84.46	Nal6	БФБ	2024	36.91%
25	7.69	1.056	104.24	73.12					
26	9.05	1.067	121.90	86.70					
27	10.65	1.080	142.63	102.85	135.00	GT1	Geotest	2024	31.26%

Отклонението на солеността е системно и показва трайна промяна на ПЗС. Състоянието на кристализаторите, показва, че те не се подготвят периодично за следващия цикъл.

Съществени са и отклоненията на еуротрофичния статус изчислен по скалата на ЕПА за годините 2019 ÷ 2023 от приетия за нормален за крайбрежни води.

Таблица 5. Отклонение на еуротрофичния статус от нормалния

Индикатор	Максимум за 2019 ÷ 2023 година, по данни на БФБ	Норма за крайбрежни води	Увеличение, пъти
<i>TP, µg/l</i>	0.7	0.3	2.3
<i>TN, µg/l</i>	1 500	56	26.8
<i>Chlorophyll a, µg/l</i>	150	3.3	45.5
<i>Peak Chlorophyll a, µg/l</i>	280	3.3	84.9
<i>Secchi depth, m</i>	0.24	9	38

При нормално хранване с морска вода, плътността на водата в басейните нараства по правилото на Боме с 25% или 1.25 пъти, както би нараствала и концентратията за всеки индикатор от нормата за крайбрежни води.

Трофичният индекс изчислен по прозрачност $SD = 24\text{ cm}$ е 85 или хипереутрофичен, а най-неблагоприятния индикатор на Балтийска хипоксия изчислен по данните на БФБ е $TP = 0.8$ при $O_2 = 6.37$. Стойността на $TP = 0.8$ е значително над допустимата, което е индикация за настъпили процеси на хипоксия.

Огромната разлика с резултатите от Таблица 5, както и индикацията за Балтийска хипоксия показва, че е налице:

- замърсяване през охранителния канал с фосфати,
- недостатъчна проточност на хранящия поток с морска вода през всички басейни,
- липса на поток отмиващ SS , фитопланктона и микроорганизмите консумиращи O_2 .

Последното се вижда от анализа на годишния добив на морска сол, който показва, че нормалния фоченски метод на практика е прекратен след 2013 г.

Таблица 6. Годишен добив на сол – Северни солници

Година	Добив на сол, т/годишно
2000	22 507
2001	43 970
2002	3 863
2003	45 980
2004	11 739
2005	11 777
2006	26 182
2007	36 106
2008	30 109
2009	37 662
2010	3 987
2011	16 991
2012	26 304
2013	27 352
2014	653
След 2014	
Среден добив до 2013 година	27 464

Изчисленият с мултибокс модела добив по фоченския метод за 0.15 т изпарение при средногодишно 0.485 т от типичната метеорологична година е 10 809 т, а продължителността на цикъла е 106 дни. Средногодишния добив ще бъде $\frac{0.485}{0.15} * 10\,809 = 34\,950\text{ т}$. Средния добив до 2013 година от 27 464 т показва средногодишно полезно изпарение 0.38 т, следователно полезното изпарение се е увеличило с 27.6 % за 10 години.

IV. Валежи, изпаряемост и индекс на засушаване.

Целта на настоящия параграф е да покаже фундаменталното значение на полезното изпарение за функционирането на солниците и тенденциите за неговите промени, в контекста на глобалните промени на климата.

Съгласно [1] и Фигура 5, средно-годишната сума на валежите за 40 годишен период (1930-1970) е 500 мм, а изпаряемостта за същия период е 800 мм - Фигура 6. Индекса на засушаване за същия период е:

$$AI = \frac{P}{PET} = 0.625 \quad (4)$$

Климата в района на ПР „Атанасовско езеро“ по UNEP е бил **влажен до полусух**.

Таблица 7. Класификация на климата по засушаване по индекса на UNEP

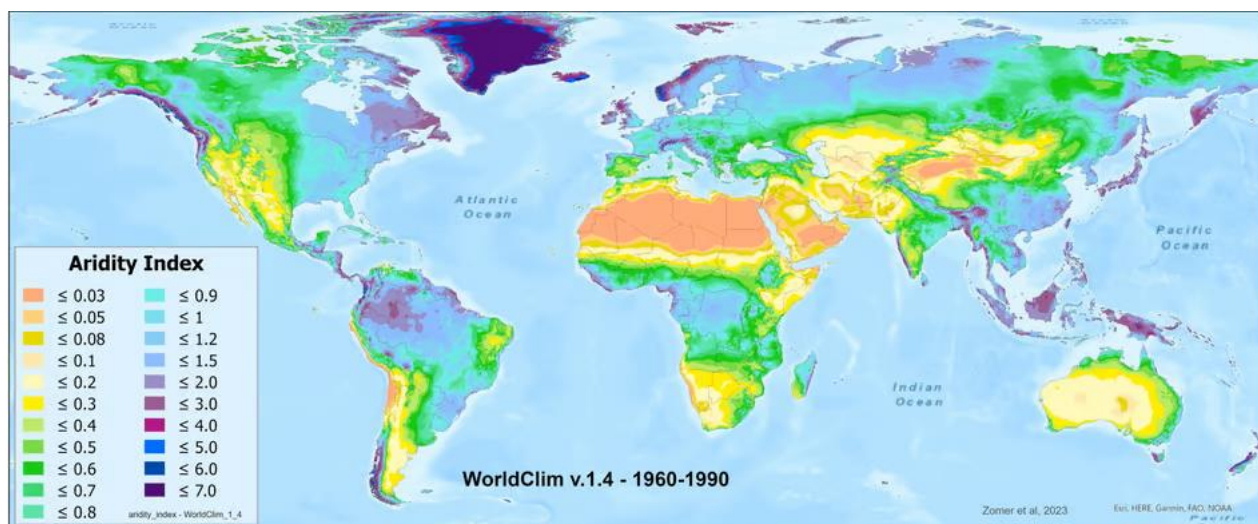
Класификация	Индекс на засушаване, AI
Свърхсух	$AI < 0.05$
Сух	$0.05 < AI < 0.20$
Полусух	$0.20 < AI < 0.50$
Влажен до полусух	$0.50 < AI < 0.65$

Частичните данни за годините 2018 ÷ 2022 взаимствани от [7], по измерени от Черноморски солници АД стойности показват, че AI се е променил съществено към **сух и полусух**.

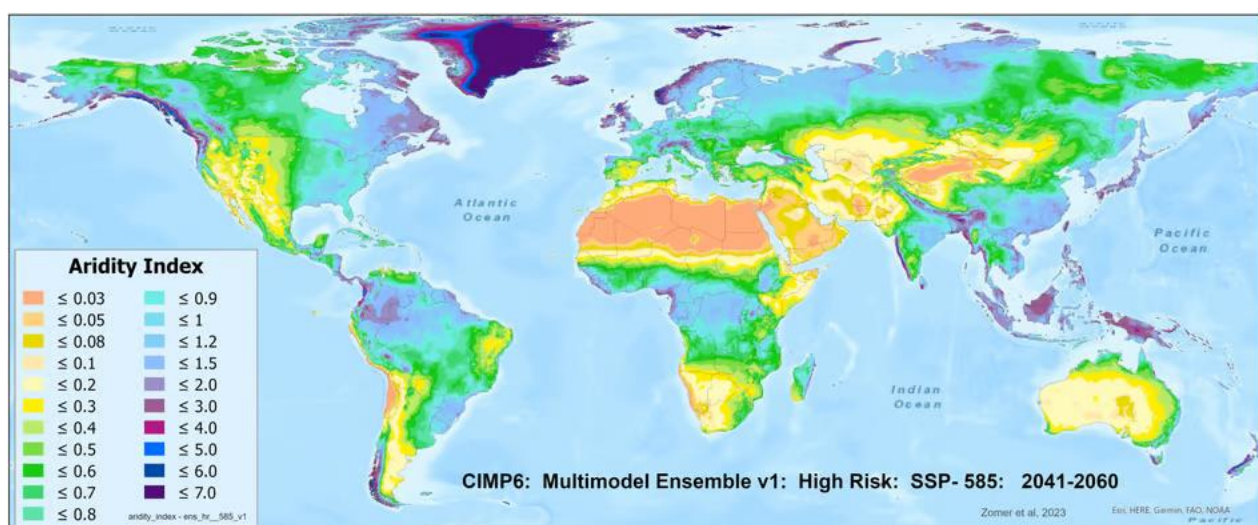
Таблица 8. Индекс на засушаване по измерени от Черноморски солници АД стойности

Години	2018	2019	2020	2021	2022
Валежи, мм	416.5	291.5	171.5	296.5	171.5
Изпарение, мм	841.5	825	846	696	876.5
AI	0.49	0.35	0.2	0.43	0.2

Сравнението на AI с атласите на UNEP за периоди 1960 ÷ 1990 и 2041÷2060 година показва, че засушаването се променя от $AI = 0.6$ към $AI = 0.5$. Разликата с измерените стойности за 2018 ÷ 2022 е малка, но съществена за класификацията по AI и водния баланс на влажна зона ПР „Атанасовско езеро“.



Фигура 3. Индекс на засушаване на UNEP за периода 1960÷1990 година



Фигура 4. Прогнозен индекс на засушаване на UNEP за периода 2041÷2060 година

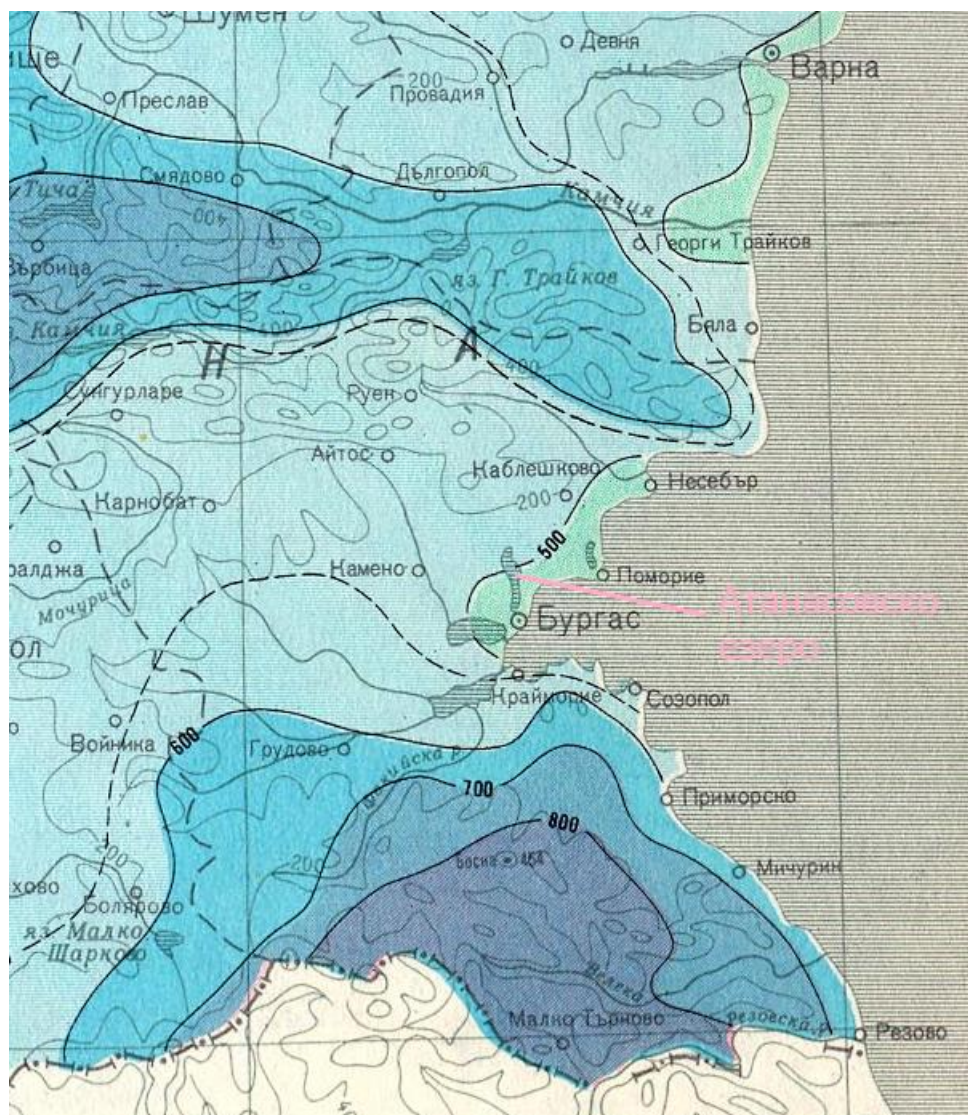
Отчитайки важноста на климатичния анализ на засушаването и необходимостта от верификация на данните от различни източници бяха закупени и извлечени от глобални сайтове следните данни:

- метеорологични почасови данни от Летище Бургас за 2019 ÷ 2024 година
- почасови данни от OneWeather.com⁸ за 2018 ÷ 2024 година
- почасови данни от <https://re.jrc.ec.europa.eu/> за 2018 ÷ 2024 година
- типична метеорологична година от <https://re.jrc.ec.europa.eu/>

Данните за климата са обработени и визуализирани с HEC-DSSVue. Получените DSS файлове са използвани за изчисляване на полезното изпарение и моделиране в HEC-RAS и мултибокс модела.

⁸ Използвани са данни от:

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
 Canadian Meteorological Center (CMC)
 Deutscher Wetter Dienst (DWD)
 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)
 MétéoFrance
 Italian Association of Expert on Weather (AMPRO)
 Hellenic National Meteorological Service
 Japan Meteorological Agency (JMA)
 Norwegian Meteorological Institute

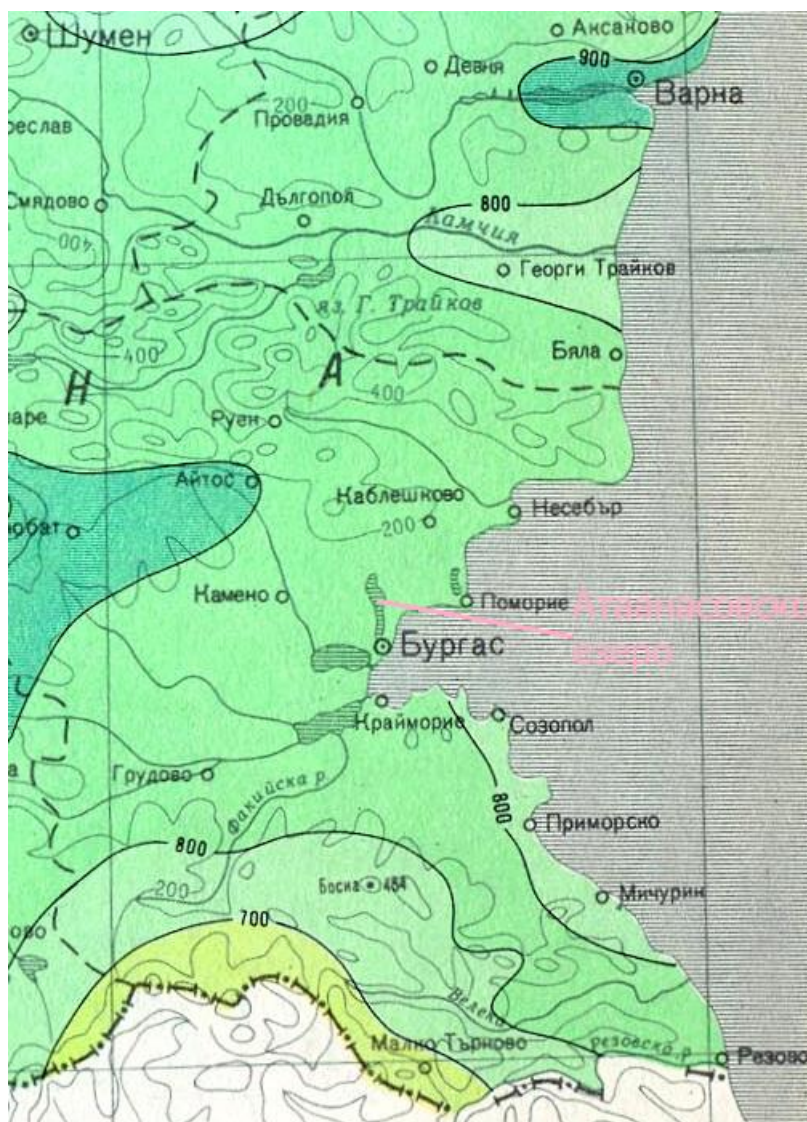


Фигура 5. Валежи 1930-1970 година

Важна особеност на фоченския метод, който е реализиран в ПР „Атанасовско езеро“ е, че кристализацията на различните соли настъпва при различна концентрация. Благодарение на бавното постъпателно движение на водата, при утаяването на кристалите те се сепарират. Така се повишава чистотата на извличаната морска сол (NaCl).

Таблица 9. Кристализация на морски соли по [13]

Плътност t/m^3	Плътност $^{\circ}Be$	Обем, л	CaCO ₃	CaSO ₄	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	NaBr	KCl
1.026	4	1.0000							
1.050	7	0.5330	0.0642						
1.126	16	0.1900	0.0530	0.5600					
1.202	24	0.1120		0.9070					
1.214	26	0.0950		0.0508	3.2614	0.0040	0.0078		
1.221	26	0.0640		0.1476	9.6500	0.0130	0.0356		
1.236	28	0.0390		0.0700	7.8960	0.0262	0.0434	0.0728	
1.257	30	0.0302		0.0144	2.6240	0.0174	0.0150	0.0358	
1.278	32	0.0230			2.2720	0.0254	0.0240	0.0518	
1.307	34	0.0162			1.4004	0.5382	0.0274	0.0620	
Сума, г			0.1172	1.7498	27.1074	0.6242	0.1532	0.2224	
Остатък, г					2.5885	1.8545	3.1640	0.3300	0.5339
Общо, г			0.1172	1.7498	29.6959	2.4787	3.3172	0.5524	0.5339



Фигура 6. Изпаряемост 1930 ÷ 1970 година

V. Екологична характеристика на ПР „Атанасовско езеро“

Акваторията и територията на ПР „Атанасовско езеро“ е влажна зона, която изпълнява екологични функции на регулатор на водния режим и е местообитание на характерна екосистема от флора и фауна. Водата е със сезонно променлив състав и може да бъде както сладка, така и бракична или солена.

ПР „Атанасовско езеро“ е влажна зона от международно значение, чиито флора и фауна подлежат на закрила съгласно Рамсарската конвенция от 1971 година.

Основният фактор, който разграничава влажните зони от другите форми на релефа или водни басейни е характерната растителност от водни растения (хидрофити) и влаголюбиви растения (хигрофити). Влажните зони се смятат за биологично най-разнообразните от всички екосистеми, предоставяйки хабитат за широк кръг растителни и животински видове.

Друга важна особеност на ПР „Атанасовско езеро“ е, че сезонната устойчивост на режима на влажност и концентрация на разтворените соли се постига чрез регулиране на втока на прясна морска вода и оттока на излишната дъждовна вода. Регулирането компенсира климатично променливите валежи и изпаряемост. Регулирането се изпълнява от Черноморски солници АД като единствен производител на българска морска сол чрез управление на оттока на излишната дъждовна вода, втока на прясна морска вода в изпарителите и извличане на твърдата и течната фаза след концентраторите. При регулирането опитни технолози поддържат солеността в басейните в определени технологични граници в зависимост от отношението $AI = \frac{P}{PET}$ чрез саваци и помпи между басейните. Басейните са изолирани от околните водосбори чрез предпазна дига (охранителен вал) и отводнителни канали – Западен,

Югозападен, Североизточен и Югоизточен. В Западния отводнителен канал се заустват Курбар дере, Петмез дере и др., а в Североизточния Дермен дере и река Азмака. Югоизточния отводнителен канал е свързан и с морето и захранва както Северните, така и Южните солници. Водовземаването се регулира от ЧС чрез саваци между Югоизточния канал и крайните изпарители.

Независимо от плътността на морската вода, съгласно закона на Марсет⁹ съотношението между разтворените соли е относително постоянно, а разликата в концентрацията при кристализация позволява разделяне (сепарация) на различните соли.

Таблица 10. Съдържание в 1 m³ саламура при 24°Вé

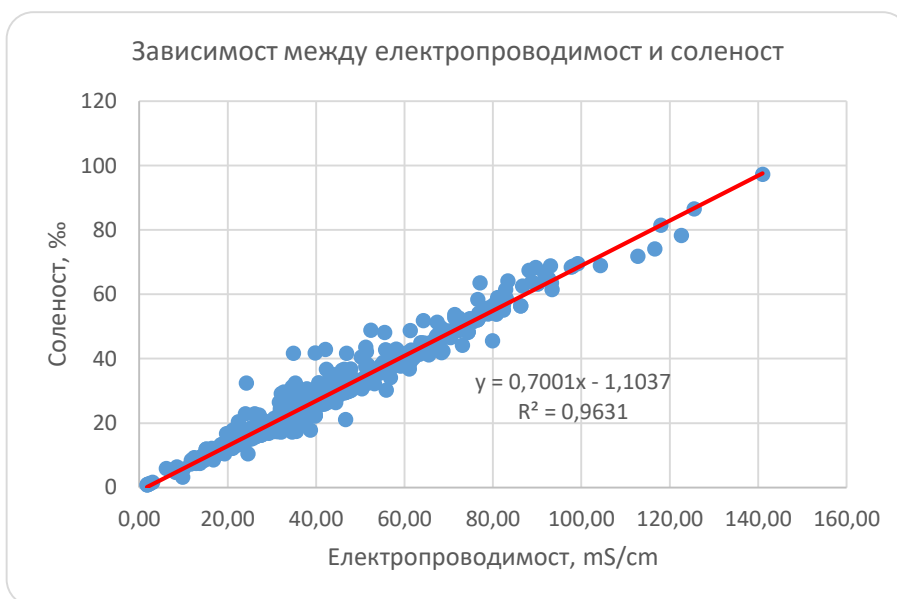
Вещество	Формула	%	g	Утаители	Ограничение по Наредба [16]
Вода	H2O	96.79%	1 202 000	1÷32	
Калциев карбонат (варовик)	CaCO3	0.01%	117	24÷29	≤ 60
Калциев сулфат (гипс)	CaSO4	0.15%	1 750	24÷32	≤ 60
Натриев хлорид (сол)	NaCl	2.47%	29 696	24÷32	
Магнезиев хлорид	MgCl2	0.21%	2 479	24÷32	≤ 90
Магнезиев сулфат	MgSO4	0.28%	3 317	24÷32	≤ 90
Натриев бромид	NaBr	0.05%	552	24÷32	
Калиев сулфат	KCl	0.04%	534	24÷32	

Потока от прясна морска вода, регулиран от ЧС изпълнява и важна екологична функция на транспорт и отмиване на SS от главния савак до кристализаторите. Липсата на отмиването на SS довежда до хипоксия и впоследствие до аноксия на част от басейните в каскадата.

Допускането на непълно отмиване¹⁰ при наличие на замърсяване с фосфорни и азотни съединения, какъвто е случаят с Балтийско море, довежда до възникване на мъртви зони, с които сега се борят прибалтийските държави.

Предоставените материали физикохимични данни от Българска Фондация по биоразнообразие, събрани през периода 2019-2024г. при изпълнението на Проект "Поддържане на симбиозата човек-езеро в полза на европейско значими видове и местообитания/ LIFE17 NAT/BG/000558 („Лагуната на живота“/ The Lagoon of Life), съдържат резултати от проведени полеви тестове. Отчетени са дълбочините на водата, температурата, солеността, електропроводимостта, PH, разтворен кислород, наситеност на кислород в наблюдателни пунктове, характеризиращи различни басейни.

Отчетените резултати за солеността са до 70 ‰. По тази причина, за установяване на връзката между солеността и електропроводимостта бяха статистически обработени 662 резултата от преки измервания.



⁹ Закон за постоянство на солевия състав на световния океан.

¹⁰ Съответства на случая $T_f \rightarrow \infty$, т.е. времето за 100% опресняване клони към безкрайност.

За получаване на точни стойности всички резултати за солеността, отчетена над 70 ‰ са обработени с уравнението

$$Y=0.7001 \cdot X-1.1037$$

Коефициентът на определеност при обработката е $R^2=96.31\%$, т.е. установена е много висока корелация.

Получените резултати са приложени в таблиците в Приложение 4.

VI. Регионални зависимости на изпаряемостта. Генериране на климатични файлове за моделиране годишен хидродинамичен цикъл на вток, течение с изпарение и заустване.

В съществуващите източници отсъства почасова изпаряемост. За изчисление на почасовата изпаряемост е приета формулата на Олдомани от [15]:

При изчисление на почасовата изпаряемост е приета формулата на Олдомани от [15], която описва връзката между изпарението, измерено по време на пълна хидрологична година за плитък водоем и петте най-важни метеорологични фактора в процеса на изпарение, събрани на границата на този водоем

$$E = (0,111 R_s + 0,174 T^{\circ}w - 0,061 T^{\circ}a - 0,012 H_r + 0,518 V - 0,244) / 24$$

където: E е изпарението в (mm/day); R_s е радиация, достигаща повърхността на езерото в (MJ/m²/day); $T^{\circ}a$ е средната дневна температура на въздуха (°C); $T^{\circ}w$ е средната дневна температура на водата (°C); H_r е средната дневна относителна влажност на въздуха в (%); V е средната дневна скорост на вятъра в (m/s).

За плитки езера (средна дълбочина по-малка от един метър), температурата на повърхностния слой вода може да се оцени по следното уравнение: $T^{\circ}w = 1,167 T^{\circ}a - 0,175$

Таблица 111. Сравнение на полезното изпарение по различни източници по формулата на Олдомани

	ДП РВД		Черн. Солници		Типична метеорологична година OneWeather.com	
	Изпарение	Полезно изпарение (mm/h)	Изпарение	Полезно изпарение (mm/h)	Изпарение	Полезно изпарение (mm/h)
	Април-Октомври	Април-Октомври	Април-Октомври	Април-Октомври	Април-Октомври	Април-Октомври
2018			785.9	55.6	822.5	485.0
2019	779.2	524.8	389.0	533.5		
2020	834.5	633.9	315.5	674.5		
2021	779.0	464.0	683.0	399.6		
2022	817.5	668.0	330.0	705.0		
2023	855.8	660.6				

Оригиналната формула на Олдомани е регионализирана. Зависимостта от относителната влажност клони към 0, затова RH и коефициента пред нея тук отсъствуват.

$$PEP = \frac{(0.0662 \cdot R_s \cdot Cl + 0.0156 \cdot T + 0.0019 \cdot V + 0.0303)}{24} \quad (5)$$

където:

$PEP, mm/h$ е изпарението в милиметри в час

$R_s, W/m^2$ е радиацията върху хоризонтална повърхнина, в W/m^2 от PVGIS (c) European Union.

Cl е облачността като отношение, от <https://oneweather.org/archive/>

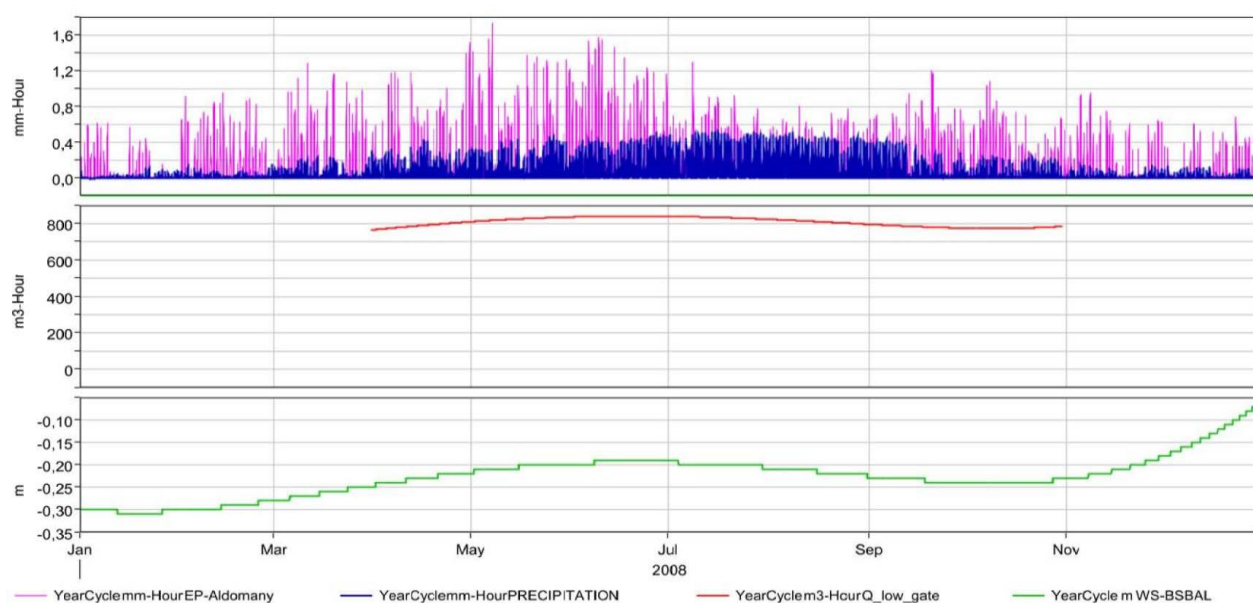
T е температурата в °C, <https://oneweather.org/archive/>

V е скоростта на вятъра в m/s, <https://oneweather.org/archive/>

Коефициентите **0.0662**, **0.0156**, **0.0019** и **0.0303**, са изчислени по МНК по действителните месечни изпарения за 2018,2019,2020, 2021 и 2022 година, частично измерени от Черноморски солници АД.

Таблица 122. Изчисление на регионалните коефициенти на Олдомани по МНК.

Година	Коефициент за Rs, W/m2	Коефициент за T, °C	Коефициент за RH, %	Коефициент за V, m/s
2018	0.059089764	0.015341117	1.56421E-08	0.001869
2019	0.061564335	0.015397761	1.56E-08	0.001869099
2020	0.07520859	0.015752866	1.56E-08	0.00186976
2021	0.05948263	0.015486017	1.56E-08	0.001869277
2022	0.075591137	0.015790189	1.56E-08	0.001869799
Средно	0.066187291	0.01555359	1.56421E-08	0.001869387
Отклонение	0.007370058	0.00017435	1.55166E-14	3.13943E-07
Окончателно	0.0662	0.0156	0	0.0019



Фигура 7. Годишен график на изпарението, валежите, нивото на морето и регулиращия поток по типичната метеорологична година от файла atanasovsko-TMY-2005-2023.dss.

Таблица 133. Сравнение на полезното изпарение по различни източници изчислени с регионалните коефициенти на Олдомани

Year	Precipitation (mm)	PRECIP-NIMH (mm)	PRECIP-AIRPORT (mm)	EP-Aldomany	EP-Jensen	PRECIP-EXCESS	NIMH-EXCESS
1931-1970	500			800		-300	
2018	787	671		1 190	1 102	-403	-520
2019	521	417	352	1 158	1 038	-637	-741
2020	451	355	332	962	870	-511	-607
2021	817	749	623	994	870	-177	-244
2022	498	397	278	1 028	918	-530	-631
2023	631	495	370	567	455	64	-73
2024	647	381		1 271	1 161	-625	-890
TMY	617			1 102	946	-485	

VII. Експертна оценка на водния и масов баланс на басейните при нормално регулиране от ЧС.

За извършване на баланса е разработен подробен мултибокс модел. Всеки басейн е отделен елемент на модела. Площите на басейните са изчислени със Civil 3D, разположението на преливниците и нивата са заснето с GPS. Проводимостта на входния савак и преливниците са проверени по формули (6)-(9) от [20].

Формула за непотопен преливник с тънка преграда (Базен - Чугаев):

$$Q_w = \sigma \cdot \left(0.402 - 0.054 \cdot \frac{H-h-a}{h}\right) \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (H-h-a)^{\frac{3}{2}} \quad (6)$$

Където:

Q_w е преминаващото водно количество

H е водното ниво преди преградата

h е водното ниво след преградата

a е превишението на преградата над h

b е ширината на преливника

g е земното ускорение

Формула за потопен преливник с тънка преграда (Базен - Чугаев):

$$Q_{sw} = \sigma \cdot \left(0.402 - 0.054 \cdot \frac{H-h+a}{h}\right) \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (H-h+a)^{\frac{3}{2}} \quad (7)$$

Където:

Q_{sw} е преминаващото водно количество

H е водното ниво преди преградата

h е водното ниво след преградата

a е превишението на преградата над h

b е ширината на преливника

g е земното ускорение

σ е емпирически коефициент на Базен

$$\sigma = 1.05 \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{a}{h}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{H-h}{H}} \quad (8)$$

Формула за потопен савак:

$$Q_{sg} = \mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H-h)} \quad (9)$$

Където:

Q_{sg} е преминаващото водно количество

H е водното ниво пред савака

h е водното ниво след савака

a е височината на отвора на савака

b е ширината на савака

g е земното ускорение

$\mu = 0.62$ е емпиричен коефициент

Регулирането на водния баланс става динамично чрез височината на преградата на преливниците и височината на отвора на главния савак с отчитане на котите на водното ниво преди и след съоръженията. По формулите се изчислява дебита на всяко съоръжение, който трябва да компенсира целевото полезно изпарение 0.15 m. Компенсиращия дебит е съобразен с изискването за максимално колебание на нивата ± 0.2 m¹¹ и обема на последния басейн, който трябва да се изпуска в кристализаторите. Моментата на изпускане се контролира по запълването и плътността на последния басейн. Полезното изпарение, $PET - P$ се променя непрекъснато, но чрез регулирането на сумарния пропуснат обем прясна морска вода се достига до желаната плътност 24°Bé. Правилото на Боме гарантира, че след няколко цикъла ще се достигнат равновесните константи за всеки басейн.

За изчислението на цикъла с описания мултибокс модел е съставена електронна таблица. Необходимите функции са програмирани с VBA за Excel. Получената производителност по цикъл с полезно изпарение 0.15 m е 10 809 t. Реалната средногодишна производителност на Северните Бургаски солници за 1954 ÷ 2013 година е ~ 27 000 t.

¹¹ Изискването е за гнездящите близо до водата защитени видове



Таблица 14. Мултибокс модел

ID	Наименование	Тип	Група		Цикъл	Площ, м2	Параметри	Стойности	Обем, м3/цикъл	Изпарение, м3/цикъл	Поток, м3/цикъл	Сумарен поток, м3/цикъл	Сумарен обем, м3/цикъл	Плътност, Вё°	Плътност, т/м3	S, %	C, mS/cm
1	Външен ретензор I част	Изпарител	север	1.8	I	5 504	Полезно изпарение, м	0.15	2 752	413	2 339	2 339	2 752	1.80	1.0127	15.7	25
2	Външен ретензор I част	Изпарител	север	1.8	I	135 333	Плътност, Вё°	1.80	67 667	10 150	57 517	59 856	70 419				
3	Външен ретензор I част	Изпарител	север	1.8	I	917 153	Дълбочина, м	0.50	458 577	68 786	389 790	449 646	528 995	2.12	1.0149	18.7	30
4	Външен ретензор II част	Изпарител	север	2.2	II	1 050 289			525 145	78 772	446 373	896 019	1 054 140				
5	Външен ретензор II част	Изпарител	север		II	3 811			1 906	286	1 620	897 638	1 056 045	2.49	1.0176	22.3	35
6	Външен ретензор III част	Изпарител	север	2.5	III	970 852			485 426	72 814	412 612	1 310 250	1 541 471	2.93	1.0208	26.5	41
7	Вътрешен ретензор	Изпарител	север	3.5	I	1 295 358			647 679	97 152	550 527	1 860 778	2 189 150	3.45	1.0245	31.5	48
8	Основно езеро	Изпарител	север	4	I	455 904			227 952	34 193	193 759	2 054 537	2 417 102	4.06	1.0290	37.4	56
9	Крайбрежен I	Изпарител	крайбрежна		I	146 142	Плътност, Вё°	3.50	73 071	10 961	62 110	62 110	73 071				
10	Крайбрежен I	Изпарител	крайбрежна		I	212 358			106 179	15 927	90 252	152 363	179 250	4.12	1.0294	38.0	57
11	Крайбрежен II	Изпарител	крайбрежна		II	135 732			67 866	10 180	57 686	210 049	247 116				
12	Крайбрежен II	Изпарител	крайбрежна		II	173 526			86 763	13 014	73 749	283 797	333 879	4.84	1.0348	45.1	67
13	Крайбрежен III	Изпарител	крайбрежна		III	274 382			137 191	20 579	116 612	400 410	471 070				
14	Крайбрежен III	Изпарител	крайбрежна		III	102 617			51 309	7 696	43 612	444 022	522 379				
15	Толбухин	Изпарител	крайбрежна		III	101 902			50 951	7 643	43 308	487 330	573 330	5.70	1.0412	53.4	78
16	Крайбрежен IV	Изпарител	крайбрежна		I	222 621			111 311	16 697	94 614	581 944	684 640	6.70	1.0488	63.3	91
17	Толбухин I	Изпарител	крайбрежна		I	396 079			198 040	29 706	168 334	750 278	882 680	7.89	1.0580	75.1	107
18	Толбухин II	Изпарител	крайбрежна		I	441 369			220 685	33 103	187 582	937 859	1 103 364	9.28	1.0689	89.0	125
19	I легло	концентратор	север		I	29 186	Плътност, Вё°	6.26	14 593	2 189	12 404	12 404	14 593				
20	I легло	концентратор	север		II	30 945			15 473	2 321	13 152	25 556	30 066	7.37	1.0539	69.9	100
21	II легло	концентратор	север		I	127 957			63 979	9 597	54 382	79 937	94 044	8.67	1.0641	82.9	117
22	III легло	концентратор	север		I	95 437			47 719	7 158	40 561	120 498	141 763	10.20	1.0762	98.3	137
23	IV легло	концентратор	север	12	I	88 060			44 030	6 605	37 426	157 924	185 793	12.00	1.0909	116.7	160

ID	Наименование	Тип	Група		Цикъл	Площ, м2	Параметри	Стойности	Обем, м3/цикъл	Изпарение, м3/цикъл	Поток, м3/цикъл	Сумарен поток, м3/цикъл	Сумарен обем, м3/цикъл	Плътност, Вё°	Плътност, т/м3	S, %	C, mS/cm
24	Крайбрежно легло I	концентратор	крайбрежна		I	71 810	Плътност, Вё°	5.56	35 905	5 386	30 519	188 443	221 698	6.54	1.0476	61.7	89
25	Крайбрежно легло II	концентратор	крайбрежна		I	61 578			30 789	4 618	26 171	214 614	252 487	7.69	1.0564	73.1	104
26	Крайбрежно легло III	концентратор	крайбрежна		I	53 906			26 953	4 043	22 910	237 524	279 440	9.05	1.0671	86.7	122
27	Крайбрежно легло IV	концентратор	крайбрежна		I	71 763			35 882	5 382	30 499	268 023	315 321	10.65	1.0799	102.8	143
28	Дървен басейн	концентратор	солници север		I	112 388			56 194	8 429	47 765	315 788	371 515	12.53	1.0953	122.1	167
29	Дървен басейн	концентратор	солници север		I	97 293			48 647	7 297	41 350	357 137	420 162	14.74	1.1140	145.1	196
30	Легло V	концентратор	солници север		I	26 356			13 178	1 977	11 201	368 339	433 340	17.34	1.1369	172.7	230
31	Легло V	концентратор	солници север		I	44 118			22 059	3 309	18 750	387 089	455 399	20.40	1.1650	205.8	270
32	Разпределител	концентратор	солници север	14	I	54 609			27 305	4 096	23 209	410 298	482 703	24.00	1.2000	245.9	318
									Сума, м3	600 475							
									Добив, т/цикъл	10 809							

Изчисления добив е за цикл на полезното изпарение 0.15 m, който по типичната метеорологична година е спродължителност около 106 дни. Типичния годишен добив, на основание типичното годишно средно изпарение от Таблица 11 ще бъде $\frac{0.485}{0.15} * 10\,809 = 34\,950\,t$

VIII. Значение на *Dunaliella salina* за ПЗС и качеството на кристализираната морска сол и лугата

Dunaliella salina обитава солени и хиперсолени води. Тя е в началото на трифичната верига поддържаща биоразнообразието в ПР „Атанасовско езеро“, затова значението и за ПЗС на резервата е фундаментално.

Dunaliella salina е изключително устойчива и оцелява дори между кристалите на солта отделяйки органични вещества, като β -каротин и глицерол, полезни за козметичната промишленост. Последните забавят процеса на кристализация, влошават качеството на морската сол и увеличават разходите за пречистването и.

Постъпвайки в кристализаторите като суспендирани частици, тя преобладава в състава на *SS* и влияе неблагоприятно върху образуването на монокристалите, които кристализират като агломерации от миникристали. В агломерациите се задържат както примесите влошаващи качеството на солта (соли на *K*, *Ca* и *Mg*), така и органични вещества отделени при оцеляването на *Dunaliella salina*.

Спектрометрични изследвания са показали, че агломерациите от миникристали превъзхождат по размери монокристалите, получени от стерилен разтвор на *NaCl* [22].

Присъствието на *Dunaliella salina* в кристализаторите е неизбежно, но полезно на ПЗС, т.к. отделяните в кристализаторите заедно с нея суспендираните частици водят до пречистване на басейните и избягване на хипоксията и аноксията.

От друга страна *Dunaliella salina* силно влияе върху процеса на кристализация, забавя образуването на кристалите и променя формата им. При пречистването на солта в лугата остават неорганичните примеси заедно с органичните произведени от *Dunaliella salina*.

IX. Оценка на транспорта, отмиването и натрупването на наносите в басейните.

Изчисленията с мултибокс модела показват, че при нормална експлоатация на солниците по фоченския метод, потока от прясна морска вода, компенсиращ изпарение от 0.15 *m* през типичната метеорологична година, ще се редуцира от 1 200 951 *m*³ с 600 475 *m*³ пред кристализаторите за 106 дни със средна скорост 1.735 *m/h*.

Изчисленията на транспорта на наносите, за целите на настоящия доклад са направени по формулата на Замарин [21], а хидравлическата едрина е изчислена по метода на Грейс. Емпиричната формулата на Замарин (10) е изведена по данни от канали в Средна Азия, а метода на Грейс е кодиран с функция на VBA по [23].

$$S = 11 \cdot v \sqrt{\frac{R \cdot I \cdot v}{u}} \quad (10)$$

където, *v* = 0.00048 *m/s* е средната скорост на компенсиращия поток от морска вода, *R* = 4 *m* е средния хидравличен радиус на басейните, *I* = 0.000127 е хидравличния наклон, равен на измерения геодезически и *u* е изчислената по метода на Грейс хидравлична едрина.

Таблица 15. Оценка на количеството на транспортираните наноси до кристализаторите.

Описание	Размер, d, μm	Хидравлична едрина, <i>m/s</i>	Време до утаяване, <i>h</i>	Път до утаяване, <i>km</i>	Транспортирани наноси, <i>S, g/m</i> ³ , по Замарин
Колоидни	1	6.70323E-13	207 196 932	359 487	3 204
ФПЧ-2.5	2.5	4.18951E-12	33 151 597	57 518	1 282
ФПЧ-10	10	6.70311E-11	2 072 006	3 595	320
Фитопланктон	15	1.50818E-10	920 902	1 598	214
Колоидни	20	2.68118E-10	518 013	899	160
Колоидни	30	6.03252E-10	230 234	399	107
Колоидни	50	1.67562E-09	82 888	144	64
Колоидни	72	3.47436E-09	39 975	69	45
Колоидни	100	6.70158E-09	20 725	36	32
Кристализатори	145	1.40883E-08	9 858	17	22
Тънка глина	200	2.67986E-08	5 183	9	16

Описание	Размер, $d, \mu m$	Хидравлична едрина, m/s	Време до утаяване, h	Път до утаяване, km	Транспортирани наноси, $S, g/m^3$, по Замарин
	500	1.67334E-07	830	1	6
Глина	1000	6.68192E-07	208	0	3
	2500	4.15268E-06	33	0	1
Тиня	5000	1.64369E-05	8	0	1
	25000	0.000355265	0	0	0
	50000	0.000999345	0	0	0

За периода от 106 дни, средния транспорт на наносите до кристализаторите, изчислен за SS с диаметър $d < 100 \mu m$ е $5\,428\, g/m^3$, което съответствува на средна прозрачност $105.8\, cm$. Тази прозрачност се постига при нормална експлоатация на солниците, т.е. при редовно отмиване на наносите през кристализаторите.

Важно е да се отбележи, че отмиващата способност на саламурата нараства с увеличение на солеността към кристализаторите, а отмиването на SS от фитопланктона е по-голямо, т.к. обемното му тегло е около $1\,050\, kg/m^3$.

Изчисленията на S са приблизителни:

- изчисленията на u по метода на Грейс се основават на т.н. кинематически вискозитет, а не на реалния физически вискозитет, отчитащ изотропната турбулентност по Колмогоров,
- при изчисленията на средната скорост на потока не са взети предвид силите на Кориолисовото ускорение и ветровото вълнение. Последните са значителни за широки и плитки басейни.

Независимо от горните забележки, оценката на S и съответните TSS и прозрачност са достоверни и с висока вероятност показват качествените промени на ПЗС на ОП „Атанасовско езеро“.

През последните години ЧС практикуват т.н. „оводняване“, което компенсира донякъде изпарението и разрежда саламурата временно. Тази практика довежда до отклонение от равновесните константи на Боме и фатално намаление на прозрачността, т.к. няма преминаване през кристализаторите и отмиване на SS . Намалението на прозрачността до $0.24\, cm$ по Секки, съответствува на увеличение на TSS до $42\,197\, g/m^3$, което отговаря на осемкратно натрупване на SS без отмиване.

При нормална експлоатация, изходящия поток за всеки басейн $Fout_i$ се влива като Fin_{i+1} в следващия басейн от каскадата. Невъзможно е да се направи байпас на редицата $i = 1, 2, \dots, 32$, т.е. отмиването на SS , задължително обхваща всички басейни. Така се обезпечава устойчив водно-солев баланс, както и баланс на TSS за всички басейни и местообитания.

Индикаторите за еутрофикация, изчислени по данните на БФБ, полевите изследвания и Доклада на д-р Бекова, показват високи степени на еутрофикация по всеки индикатор, а трофичния индекс по Карлсон е 85 или хипереутрофичен. Индикатора за Балтийска хипоксия е много над корелационната права $TP - O_2$. Резултатите на базовите показатели от Докладите на БФБ потвърждават най-тревожните тенденции – хипереутрофикация и хипоксия.

X. Заключение за причините довели до незадоволителното ПЗС на ПР „Атанасовско езеро“

Основната причина довела до незадоволителното и лошо ПЗС е неотмиването на финните наноси през кристализаторите. Този факт означава, че $Fout_{32} = 0$ за дълъг период от време, т.е. през разпределителя (басейн 32) не се подава саламура към кристализаторите.

Нормалния солодобив е съпроводен с периодичното пропускане на саламурата през кристализаторите, при което саламурата се разделя на твърда фаза – кристализирана сол с примеси и течна фаза – луга с примеси. Последната подлежи на отстраняване от кристализаторите и утилизиране, а кристализираната сол подлежи на изсушаване, пречистване и извозване, при което стойността и нараства многократно.

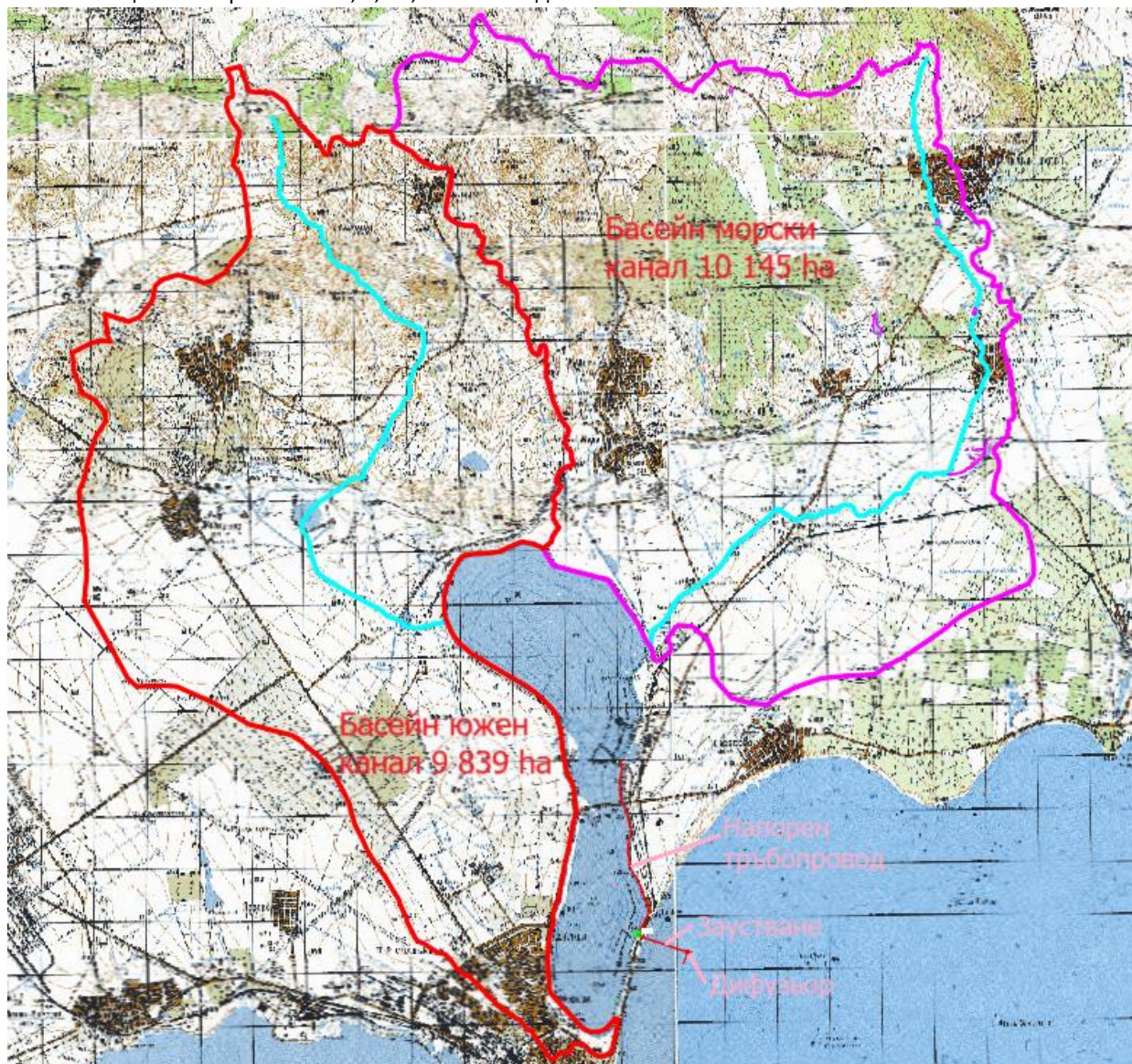
XI. Хидрология на Атанасовското езеро и защитните канали

Отводняването на Северните и Южните солници е задължение на ЧС. То е от фундаментално значение за производството на морска сол с чистота съответстваща на [16].

Глобалните промени в климата водят до съществени изменения във водния баланс на влажните зони. Според публикуваните данни в [28] за България, речния отток е намалял средно с 35% за 10 години. Анализа на тренда на

полезното изпарение за солниците показва, че през последните 50 години то се увеличава с 3 *mm*, или 1% годишно, докато валежите са относително устойчиви.

Отчитайки горните тенденции, по съществуващите атласи на модула на оттока и годишна сума на валежите, както и на двата водосбора на Атанасовското езеро е направена актуализирана оценка на годишния отток и разчет на максималните оттоци с повтаряемост 1.5, 2, 20, 50 и 100 години.



Фигура 8. Водосборни басейни на Морския и Южния канал

№	Параметър	Обозначение	Канал Юг	Морски канал	Дименсия
1	Зона на интензивност по Димовски		II	II	
2	Зона на максимален 24 часов дъжд по Герасимов		IV	IV	
3	Зона на редулция по Герасимов		IV	IV	
4	Площ		9 839	10 145	ha
5	Модул на оттока		1	1	l/s/km ²
6	Средногодишен отток, m ³ /s		0.0984	0.1015	m ³ /s
7	Коефициент на Манинг		0.146971	0.150899	
8	Среден скатен наклон		20.454669	3.349317	%
9	Езерна площ		71.8	7.9	ha
10	Езерно отношение		0.007297	0.000779	
11	Езерен коефициент		0.851883	0.981667	

№	Параметър	Обозначение	Канал Юг	Морски канал	Дименсия
Повтаряемост 1.5 години					
1	Коефициент за обеспеченост 33%	K_p	0.741762	0.741762	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 33%	H_p	32.902487	32.902487	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.18	0.179855	
5	Време на дотичане	τ	2554	3736	min
6	Средна скорост на течението	v	0.155509	0.130667	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	1.220087	1.27	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 33%	Q_p	0.479438	0.42059	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	73 469	94 270	m^3
Повтаряемост 2 години					
1	Коефициент за обеспеченост 50%	K_p	0.844838	0.844838	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 50%	H_p	37.474643	37.474643	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.19	0.189855	
5	Време на дотичане	τ	2396	3531	min
6	Средна скорост на течението	v	0.165782	0.138259	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	1.195667	1.29	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 50%	Q_p	0.580822	0.518348	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	83 490	109 802	m^3
Повтаряемост 5 години					
1	Коефициент за обеспеченост 80%	K_p	1.253503	1.253503	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 80%	H_p	55.601911	55.601911	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.240322	0.239711	
5	Време на дотичане	τ	1899	2929	min
6	Средна скорост на течението	v	0.209135	0.166656	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	1.099096	1.29	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 80%	Q_p	1.165891	1.062282	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	132 849	186 681	m^3
Повтаряемост 10 години					
1	Коефициент за обеспеченост 90%	K_p	1.562647	1.562647	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 90%	H_p	69.31466	69.31466	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.290644	0.289566	
5	Време на дотичане	τ	1599	2554	min
6	Средна скорост на течението	v	0.248337	0.19114	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	1.059822	1.179133	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 90%	Q_p	1.952085	1.627256	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	187 320	249 336	m^3

№	Параметър	Обозначение	Канал Юг	Морски канал	Дименсия
Повтаряемост 20 години					
1	Коефициент за обеспеченост 95%	K_p	1.871791	1.871791	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 95%	H_p	83.027409	83.027409	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.340966	0.339422	
5	Време на дотичане	τ	1380	2216	min
6	Средна скорост на течението	v	0.287756	0.220285	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	1.029736	1.136878	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 95%	Q_p	3.039751	2.490622	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	251 734	331 133	m^3
Повтаряемост 50 години					
1	Коефициент за обеспеченост 98%	K_p	2.280456	2.280456	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 98%	H_p	101.154676	101.154676	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.391127	0.389422	
5	Време на дотичане	τ	1192	1918	min
6	Средна скорост на течението	v	0.33307	0.254547	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	0.997141	1.099589	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 98%	Q_p	4.714335	3.842572	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	337 298	442 113	m^3
Повтаряемост 100 години					
1	Коефициент за обеспеченост 99%	K_p	2.5896	2.5896	
2	Максимален 24 часов валеж	$\bar{H}$	44.357208	44.357208	mm
3	Максимален 24 часов валеж с обеспеченост 99%	H_p	114.867425	114.867425	mm
4	Изчислителна стойност на отточния коефициент	φ	0.441288	0.439422	
5	Време на дотичане	τ	1068	1719	min
6	Средна скорост на течението	v	0.371935	0.283966	m/s
7	Коефициент на редукция	$\bar{\psi}$	0.975506	1.07476	
8	Добавка за грунт	Q_s	0.083415	0.086006	m^3/s
9	Оразмерително количество с обеспеченост 99%	Q_p	6.565094	5.334594	m^3/s
10	Обем на вълната	W_p	420 632	550 193	m^3

Средно годишния дъждовния поток вливащ се в морския канал е 101 l/s, а в южния канал е 99 l/s.

Съгласно [30], оразмерителното дъждовно количество за жилищни и благоустроени райони е с период на еднократно претоварване 2 години и съответствува на повтаряемост на оразмерителния дъжд 20 години.

Изчисленията по Методиката на проф. Герасимов от [31], максимални 20 годишни количества са 3.04 m³/s и 2.50 m³/s съответно за Южния и Морския канал. Тези количества могат да се поемат от каналите, които са оразмерени за 5 m³/s.

Високата 20 годишна вълна от 251 734 m³ на Южния канал ще се поеме от басейн „Двора“ в южната част на солниците. Високата 20 годишна вълна от 331 133 m³ на Морския канал, който е и хранителен за Северните и Южните солници ще се поеме от изпарителите на Северните и Южните солници през хранителните савази.

Средногодишния отток от Южния канал, 101 l/s задължително трябва да се зауства дълбоководно, т.к. е замърсен с E.colli, F.colli I и SS и попада в зона за къпане.

Средногодишния дъждовен отток от Морския канал тече в горните слоеве на канала и частично се смесва с морската вода, като намалява незначително началната соленост. Основната част от дъждовния канал се е зауствала в морето, което е недопустимо по съвременните норми за заустване във води за къпане.

XII. Определяне на минималното разстояние до меродавната чувствителна зона по емпирични формули и избор на местоположението на дълбоководното заустване.

Необходимите степени на разреждане, които определят размери на зоната на смесване приемаме както следва:

- За TSS от изискването за прозрачност в зоните за къпане 4.31%
- За Чревни ентерококи от изискването за качество на водите за къпане 2.86%

Степента на разреждане на разстояние x от източника по посока на течението определяме по формулите [29]:

$$\frac{C_{max}}{C_0} = erf \left(\sqrt{\frac{1.5}{(1+8 \frac{k_0 \cdot x}{u \cdot B^2})}} \right) \quad (11)$$

$$\frac{C_{max}}{C_0} = erf \left(\sqrt{\frac{1.5}{(1+8 \frac{k_0 \cdot x}{u \cdot B^2})}} \right) \cdot e^{-\frac{2.3}{T_{90}}} \quad (12)$$

$$C_0 = 0.31 \cdot \left(\frac{1}{B^3 \cdot H^3} \right)^{\frac{5}{Q}}, \text{ при } H \cdot \left(\frac{U^3}{B} \right) \leq 5 \quad (13)$$

$$C_0 = 0.31 \cdot \left(\frac{U \cdot H^2}{Q} \right), \text{ при } H \cdot \left(\frac{U^3}{B} \right) > 5 \quad (14)$$

$$B = \frac{Q \cdot g \cdot (\rho_a - \rho_e)}{\rho_a} \quad (15)$$

$$k_0 = \alpha \cdot L^{4/3} \quad (16)$$

$$erf(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^y e^{-v^2} dv \quad (17)$$

където, erf е функцията на грешките, $\alpha = 0.0005$ е коефициент, $L = 500 \text{ m}$ е ширината на факела, k_0 е коефициента на хоризонтална дифузия, $Q = 0.300 \text{ m}^3/\text{s}$ е оразмерителното водно количество, $g = 9.81$, $\rho_a = 1014 \text{ kg/m}^3$ е плътността на морската вода, $\rho_e = 1000 \text{ kg/m}^3$ е плътността на заустваната вода, B е коефициента на плавучест на заустваната вода, C_0 е началната концентрация, $H = 20 \text{ m}$ е дълбочината на дюзата, $u = 0.04 \text{ m/s}$ е скоростта на течението, $T_{90} = 72 \text{ h}$ е периода на 90% измиране на ентерококите, $C_{max} = 0.0431$ и 0.0286 за уравнения (11) и (12) съответно, а $x \text{ m}$ е търсеното разстояние.

Прилагайки последователно формулите (11)(3)÷(17) (9)определяме:

- $x = 834 \text{ m}$ за TSS и
- $x = 774 \text{ m}$ за Чревни ентерококи.

С оглед на точността на емпиричния метод определяме точката на заустване на разстояние $1\,000 \text{ m}$ южно от бреговата линия с координати Lat-wgs84= 42°31'33.53" и Lon-wgs84= 27°30'4.77" и дълбочина около 8 метра

XIII. Предложения за подобряване на мониторинга

XIII.1 Разширение на параметрите и диапазона за мониторинг

Диапазона на всички базови параметри на мониторинга трябва да съответствува със запас на възможните за всеки басейн. За филтриране на възможни грешки и контрол на точността, измерванията трябва да са няколкократно или да се измерват по няколко различни методи. Това се отнася най-вече за солеността. Най-добре е солеността да се измерва по скалата на Боме с контрол от измерената електропроводимост.

Точките за мониторинг трябва да обхващат всички басейни от 1 до 32, както и възможните зауствания и водовземания.

Задължително трябва да се измерва прозрачността с диск на Секки. За контрол на базовите измервания на прозрачността могат да се използват калибрирани турбидиметри. Корелацията между прозрачност по Секки - $SD, \text{ cm}$, мътност - NFU или FNU и $TSS, \text{ g/m}^3$ трябва да се проверява лабораторно периодически.

Таблица 16. Очаквани стойности на основните физични параметри на водата.

ID	Наименование	Плътност, $Bé^{\circ}$	Плътност, t/m^3	Соленост, S, ‰	Електропроводимост, C, mS/cm	Прозрачност, SD, cm
1	Външен ретензор I част	1.80	1.013	16	25	126
2	Външен ретензор I част		1.015			125
3	Външен ретензор I част	2.12	1.015	19	30	125
4	Външен ретензор II част		1.018			125
5	Външен ретензор II част	2.49	1.018	22	35	125
6	Външен ретензор III част	2.93	1.021	27	41	125
7	Вътрешен ретензор	3.45	1.025	32	48	124
8	Основно езеро	4.06	1.029	37	56	124
9	Крайбрежен I		1.029			124
10	Крайбрежен I	4.12	1.029	38	57	124
11	Крайбрежен II		1.035			123
12	Крайбрежен II	4.84	1.035	45	67	123
13	Крайбрежен III		1.041			122
14	Крайбрежен III		1.041			122
15	Толбухин	5.70	1.041	53	78	122
16	Крайбрежен IV	6.70	1.049	63	91	121
17	Толбухин I	7.89	1.058	75	107	120
18	Толбухин II	9.28	1.069	89	125	119
19	I легло		1.054			121
20	I легло	7.37	1.054	70	100	121
21	II легло	8.67	1.064	83	117	120
22	III легло	10.20	1.076	98	137	118
23	IV легло	12.00	1.091	117	160	117
24	Крайбрежно легло I	6.54	1.048	62	89	121
25	Крайбрежно легло II	7.69	1.056	73	104	120
26	Крайбрежно легло III	9.05	1.067	87	122	119
27	Крайбрежно легло IV	10.65	1.080	103	143	118
28	Дървен басейн	12.53	1.095	122	167	116
29	Дървен басейн	14.74	1.114	145	196	114
30	Легло V	17.34	1.137	173	230	112
31	Легло V	20.40	1.165	206	270	109
32	Разпределител	24.00	1.200	246	318	106

XIII.2 Контрол на заустванията в защитните канали.

Защитните канали предпазват солниците от смесване с води от околните реки и дерета. Влиянието на дъждовете в акваториите на басейните не е голямо и може да се регулира с помпи или чрез преливниците между басейните.

Поддръжката на охранителния вал е много важна за регулирането на солодобива и е задължение на ЧС. Охранителния вал трябва редовно да се инспектира за възможни течове от предпазните канали към басейните. За ремонт на охранителния вал и дигите трябва да се използват глинести почви с минимален коефициент на филтрация.

XIII.3 Контрол на нивата и дълбочините на басейните и кристализаторите.

Каскадата от басейни е гравитачна с минимална денивелация между басейните. Това определя важността на геометричната нивелация на нивата и короните на дигите и пътеките, която трябва да бъде в единна височинна система. Най-удобно е да се създаде мрежа от репери и пегели (водомерни рейки) пред и след водосливите и саваците.

Реперите и нулите на пегелите трябва да се контролират периодично от геодезист, докато отчетите по тях могат да се правят от технолог или технически ръководител.

Дълбочините могат да се измерват с GPS от лодка с подходящ непотъващ щок, като преди и след всеки галс се извършва контролно измерване на близък репер.

При липсата на отмиване на наносите, те постепенно се натрупват и намаляват дълбочините по-бързо, отколкото при нормален солодобив. При постепенно възстановяване на солодобива и съответно скоростта на отмиване на *TSS* е важно да се следи промяната на дълбочините.

В дългосрочен план трябва да се предвижда драгиране и утилизация на натрупаните наноси в изпарителите и концентраторите.

Възстановяването и почистването на дъната на кристализаторите е особено важно за качеството и цената на добиваната сол. Осъвременяването на технологията на солодобива в кристализаторите и премахването на вредните примеси в крайната продукция е от ключово значение за успешния икономически модел на модерния солодобив.

XIII.4 Регионализация на контролните параметри за еутрофикация и хипоксия.

Проблемите на ПЗ “Атанасовско езеро” биха се овладели много по-рано, при наличие на подходяща регионална система за мониторинг и сигнализиране на еутрофикацията и хипоксията.

Системата трябва да се създаде на основание най-съвременни знания за природата и екологията на регулирани солени лагуни. Създаването и е от компетенциите на БФБ, МОСВ, БАН, ИОБАН и редица други научни институти.

XIII.5 Измерване на валежите и изпарението и контрол на потоците между басейните.

На основание измерените нива на пегелите и праговете на водосливите, количеството на валежите и изпарението, а като и на компютърна програма моделираща водно-солевия и *TSS* баланс, дежурния технолог управлява потоците между басейните. Програмата може да бъде съобразена със заключенията на този доклад и да се усъвършенствува заедно с добрата практика на солодобива. Възлагането за проектиране на такава програма с подходяща визуализация на процесите и мониторинговите данни в реално време е от компетенциите на ЧС.

XIV. Количественни сметки по варианти със възстановяване на солодобива и без възстановяване на солодобива

Възстановяване на добрата практика на качествен и ефективен солодобив по [24].

Има три основни области в процеса на производство на слънчева сол, които определят качеството на солта и добивът на продукция.

Първо, това е зоната за предварително концентриране на саламурата. Основната задача там е да се увеличи концентрацията на соли в морската вода от началната плътност от 3,85°Вè до 26°Вè, когато NaCl започне да се утаява. В този процес трябва да бъдат изпълнени няколко изисквания:

- Морската вода трябва да увеличава концентрацията си постепенно, без обратно смесване.
- Морската вода не трябва да се губи поради просмукване.
- Дъното на езерата трябва да е непроницаемо и тъмно, за да се улесни максималното поглъщане на слънчевата радиация.
- Морската вода трябва да остане бистра, позволявайки на слънчевата радиация да достигне дъното на езерата.
- Примесите, като калциев карбонат и калциев сулфат, трябва да кристализират в максимална възможна степен, преди саламурата да достигне плътност от 26°Вè, когато NaCl започне да се утаява.
- Хранителните вещества и биологичният материал, присъстващи във хранящата морска вода, трябва да се оставят да бъдат консумирани изцяло от последователността на видовете, чийто живот се поддържа от съответната соленост на саламурата.
- Саламурата, влизаща в кристализаторите, не трябва да съдържа излишни органични материали, което би повлияло негативно на поведението на кристализацията на солта.

Второ, това е зоната на кристализация на солта, където NaCl се утаява от саламурата, прогресираща от плътност от 26°Вè до 28,5°Вè. Кристализаторите трябва да отговарят на следното:

- Саламурата не трябва да се губи поради просмукване.

- Саламурата трябва да подкрепя съществуването на Halobacterium, която оцветява саламурата в червено и увеличава абсорбцията на слънчева радиация. Halobacterium също окислява органичните вещества, което е пагубно за качеството на солта. Органичните вещества причиняват образуването на фини, нечисти кристали и агломерати с примеси, уловени вътре. Саламура без органични вещества позволява растежа на големи, бистри и чисти кристали на солта.

- Оцветеният слой солен разтвор трябва да е достатъчно дебел, за да се избегне отражението на слънчевата радиация от кристалите на бялата сол и те се връщат обратно в атмосферата.

- Саламурата трябва да премине през кристализаторите без обратно смесване, така че само на 28,5°Вс саламурата да се източва, улеснявайки по-бързото изпаряване и избягвайки замърсяването на солта с примеси, като магнезий, сулфат и др.

- Конструкцията на кристализаторната дига трябва да предотвратява замърсяването на солта с неразтворими вещества.

- Методът на прибиране на реколтата трябва да възстанови максимален процент кристализирана сол, като избягва замърсяване с неразтворим материал в долната част на кристализаторите.

Трето, обработката на слънчевата сол пречиства солта преди доставката. Процесът на пречистване трябва да отговарят на следните изисквания:

- Да се отстрани маточната течност от кристалите на солта, така че повърхността на солните кристали да бъде без магнезиеви и сулфатни примеси.

- Да се отстрани гипсовите кристали и неразтворимите примеси от солта, така че кристалът на солта на повърхността ще бъде без калциев сулфат и неразтворими вещества, а солта ще бъде бяла.

- Да се отстрани излишната влага от солта, така че да не се оттича саламура от солта по време на обработка и съхранение, причиняващи допълнителни загуби.

- Да се обработва солта с минимална консумация на енергия и вода и го правете с минимална загуба на натриев хлорид.

Горните изисквания могат да бъдат изпълнени чрез:

- правилно проектиране на соларните солници, като се вземат предвид климатичните и геоложките условия, качеството на морската вода и експлоатацията на солниците,

- слънчевите солници са отворена екологична система със собствен живот, затова метаболизмът на хранителните вещества трябва да бъде разбран и правилно управляван, за да се постигнат целите на производството - висок капацитет и качество на солните кристали, които трябва да са големи, твърди, бистри и чисти отвътре.

- трябва да се използва процес на пречистване на солта, който пречиства повърхността на солния кристал напълно и с минимално потребление на комунални услуги и минимални загуби.

Таблица 17. Количествена сметка с прогнозна стойност по основния вариант съгласно описанието на основните средства.

№	Описание	Ед. мярка	Количество
1	Ремонт на охранителен вал 14 500 м, 5%	м	725
2	Ремонт на диги 52 500 м, 10%	м	5 250
3	Ремонт на пътеки 15 700 м, 10%	м	1 570
4	Доставка на глинеста почва	м ³	35 000
5	Възстановяване на дървени саваци	бр	40
6	Възстановяване на съоръженията по дековилните линии	бр	20
7	Възстановяване на дековилните линии	м	11 000
8	Възстановяване на гара „Солници“	бр	1
9	Възстановяване на ПС 7	бр	1
10	Възстановяване на навеси	бр	7
11	Възстановяване на складове	бр	5
12	Възстановяване на МТБ и инфраструктура	бр	1
13	Доставка на комбайни за кристализирана сол	бр	2
14	Доставка на дъмperi за кристализирана сол	бр	4
15	Доставка на инсталация за рафиниране на сол	бр	1
16	Строителство на хале за ремонт на техника	бр	2

17	Технически проект	бр	1
18	Работен проект	бр	1

Вариант с напорен байпас на кристализаторите, проектиран и изграждан съгласно [25], [26] или [27]

По този вариант преди пълноценното възстановяване на солодобива се предвижда извеждане на саламурата с концентрация $24^{\circ}Bé$ по протежение на морския захранващ и отводнителен канал с **напорен** тръбопровод, събирателна шахта и помпена станция с капацитет 300 l/h и напор ~ 10 m до реконструираната ПС-1. Смесените води от западния канал, преминаващи в южния се заустват в морето също през реконструираната ПС-1. Така с едно дълбоководно заустване се обслужват както солниците така и отводнителните канали извеждащи дъждовните води с дифузно замърсяване. Дифизьора ще се монтира на дълбочина и разстояние от брега, достатъчни за опазване на плажовете и водите за къпане.

Таблица 187. Количествена сметка с прогнозна стойност съгласно описанието на предвижданите дейности .

Описание	Ед. мярка	Количество (приблизително)
Почистване всички крайбрежни басейни от тръстиката	дка	1400
Възстановяване целостта на охранителната дига 14500м 5%	л.м.	725
Доставка на глинеста почва	м ³	35000
Ремонт на диги 52 500 м, 10%	лм	5250
Ремонт на пътеки 15 700 м, 10%	лм	1570
Почистване западен отводнителен канал и захранващият с морска вода канал	бр.	1
Изготвяне на технически проект, включващ и проект в зоната на съществуващите помпи за изграждане на система от саваци за отклоняване на водата	бр.	1
Възстановяване и почистване на разделителен канал	бр.	1
Изграждане на дървени регулируеми саваци	бр.	25
Ремонт на регулируеми саваци (след техническо обследване)	бр.	40
Изграждане на оповестителна система за следене на нивата на водата, с възможност за отчитане на солеността.	Съгласно технически проект	1
Изграждане на мрежа от опорни точки и репери	Съгласно технически проект	1
Възстановяване на трафопоста	бр.	1
Напорна канална помпена станция за Q=300 l/s осигуряване на проточността на басейните и отвеждане на сгъстената саламура (съгласно технически проект)	бр.	1
Събирателна шахта в разпределителя (басейн 32)	Бр.	1
Напорен тръбопровод до западния отводнителен канал	л.м	400
Подържане на съоръженията, регулиране на саваците, както и подържане на база данни от извършваните замери	Екип на договор или на постоянен щат	Ежегоден разход
Анализ на собствеността	бр.	1
Маркиране на границите	бр.	1
Норми за солодобивната технология	бр.	1
Геодезическо заснемане и отразяване в кадастралните и устройствени планове	бр.	1
Проучване за създаване на нов водоем и изготвяне на технически проект	бр.	1

Предвижданото заустване в морето на южния отводнителен канал трябва да се проектира като **напорно** дълбоководно заустване през реконструираната ПС-1. Следвайки действащите стандарти [25], оразмерителното количество на заустването трябва да се увеличи с 300 l/s, както е посочено в предния параграф.

Границата на смесване на дълбокоморското заустване е преизчислена в предния параграф.

Таблица 19. Допълнителна количествена сметка за вариант с напорен байпас и дълбоководно заустване

№	Описание	Ед. мярка	Количество
1	Напорна канална помпена станция за дълбоководно заустване с увеличен капацитет	бр	1
2	Събирателна шахта в края южния отводнителен канал	бр	1
3	Изкоп за полагане на напорен тръбопровод в пясък	m^3	200
4	Доставка и полагане на напорен тръбопровод в изкоп	m	200
5	Доставка и полагане на напорен тръбопровод под вода	m	1 000
6	Доставка и монтаж на дифузьор на дълбочина 8 m	бр	1
7	Укрепване на напорен тръбопровод под вода	m	300



Фигура 9. Инсталация за рафиниране на сол



Фигура 10. Съвременен солокомбайн.

XV. Дългосрочни мерки за възстановяване ПЗС на ПР“Атанасовско езеро“

Предвид рязката промяна на международните цени на качествената морска сол – почти 1000 пъти в сравнение с началото на приватизацията на солниците, предлагаме външно управление на солодовивния отрасъл:

- Назначаване на управляващ междуведомствен орган – МИ, МЗХ, МОСВ и МЕ,
- Избор на консултант,
- Организиране на търг за отдаване на концесия на северните солници,
- Контрол на изпълнението на концесионния договор.
- Анализ на собствеността: Препоръчва се да се извърши анализ на територията за изясняване на собствеността върху имотите. При констатиране несъответствия, те да се коригират съгласно Закона за защитените територии (ЗЗТ).
- Маркиране на границите: Да се осъществи цялостно маркиране на терена с трайни маркери по границите на Природната забележителност (ПР) и Защитената местност (ЗМ).
- Предложение за създаване на междуведомствена работна група:
- Междуведомствена група за управление на Атанасовското езеро: Може да се създаде междуведомствена работна група за трайно решаване на проблема с управлението и ползването на Атанасовското езеро. Групата трябва да разработи нормативно регулиране на ползването на езерото, съобразено с действащата природозащитна и екологична уредба.
- Междуведомствена комисия: Да се сформира комисия с представители на МОСВ, МИ, МРРБ и други заинтересовани страни за привеждане на дейността на оператора на солниците в съответствие с действащата нормативна уредба
- Норми за солодобивната технология:
- Залагане на изрични режими и норми: Необходимо е да бъдат заложени стриктни режими и норми за предотвратяване на нарушаване на солодобивната технология от страна на „Черноморски солници“ АД в плана за управление на ПР Атанасовско езеро и ЗМ Бургаско солници.
- Наблюдение на инвестиционните интереси:

- Наблюдение на инвестиционния интерес за застрояване на източния бряг на Южно езеро: Да се предприемат навременни административни и нормативни действия, ако се установи потенциално негативно въздействие от инвестиционни проекти върху природозащитното състояние на местообитанието.
- Управление и защита на територията:
- Геодезическо заснемане: Да се извърши пълно геодезическо заснемане на езерото от лицензирана фирма. Резултатите да бъдат отразени в кадастралните и устройствени планове, като при разминавания се актуализира кадастралната информация и се отразят корекциите в Актуализираната заповед за обявяване.
- Интегриран подход за решаване на проблемите: За ефективно решаване на проблемите, свързани с урбанизацията на ПР и ЗМ, трябва да се осигури съвместно сътрудничество между архитекти, градоустроители, еколози, биолози и граждани. Необходимо е спазване на режимите на защитените територии и зоните от мрежата Натура 2000, без да се допускат компромиси.
- Предотвратяване на наводнения:
- Периодично почистване на охранителния канал: Трябва да се осигури редовно почистване на водната растителност в охранителния канал за поддържане на проектната проводимост. За премахване на растителността се препоръчва използването на биологични методи чрез зарияване с растителоядни риби, като шаран, амур, и толстолоб.
- Съгласуване на изпускането на води от микроязовири: Процедурата за изпускане на води от микроязовирите по южните склонове на Айтоската планина трябва да бъде съгласувана с „Черноморски солници“ АД, за да се предотвратят негативни ефекти върху водния режим на езерото.
- Проучване за създаване на нов водоем: Препоръчва се проучване на възможностите за изграждане на голям стоящ водоем североизточно от охранителния канал, който да поеме водните количества по време на проливни дъждове и да намали риска от наводнения.

XVI. Списък на референциите.

- [1] Агроклиматичен атлас на България 1982
- [2] Пчеларов. План за управление на поддържания резерват Атанасовско езеро 2003.
- [3] Проект за актуализиране на план за управление на поддържан резерват Атанасовско езеро 2015
- [4] Спас Узунов, Георги Гюзелев. Годишен доклад местообитание 1150* 2019
- [5] Спас Узунов, Георги Гюзелев. Годишен доклад местообитание 1150* 2020
- [6] Спас Узунов, Георги Гюзелев. Годишен доклад местообитание 1150* 2021
- [7] Спас Узунов, Георги Гюзелев. Годишен доклад местообитание 1150* 2022.
- [8] Спас Узунов, Георги Гюзелев. Годишен доклад местообитание 1150* 2023.
- [9] Спас Узунов, Таня Георгиева-Шнел, Георги Гюзелев, Дияна Костовска. Матрица за интегриран мониторинг на природно местообитание 1150* 2019.
- [10] Спас Узунов, Дияна Костовска. Въведение в управлението на влажните зони.
- [11] HEC-DSSVue User's Manual.
- [12] HEC-RAS Water Quality Technical Reference-v6.4.1.
- [13] Horne. Marine chemistry.
- [14] Davis. Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks.
- [15] Aldomany. Direct measurements and New Mathematical Methods to Estimate the Pond Evaporation of French Midwest
- [16] Наредба за изискванията към състава и характеристиките на солта за хранителни цели 2001
- [17] Conley. Ecosystem thresholds with hypoxia
- [18] Carlson. A trophic state index for lakes
- [19] Adhar. The waters transparency model of Lake Laut 2021
- [20] Чугаева. Гидравлика 1971
- [21] Караушев. Теория и методи расчета речных наносов 1977
- [22] Giordano. Dunaliella salina (Chlorophyceae) affects the quality of NaCl crystals 2014
- [23] Intermezzo. Settling velocity of solid particle in a liquid
- [24] Sedivy. Environmental balance of salt production speaks in favour of Solar saltworks 2009.

-
- [25] БДС EN 16932-2:2018 Отводнителни и канализационни системи извън сгради. Помпени системи. Част 2: Напорни системи
 - [26] БДС EN 1671:2004 Напорни канализационни системи извън сгради
 - [27] BS EN 01671-1997 (2000) Pressure sewerage systems outside buildings
 - [28] MOSV. First biennial transparency report of Bulgaria 2024
 - [29] Mukhtasov. Probabilistic ocean outfall design. St. John's Newfoundland Canada. May, 1998.
 - [30] БДС EN 752:2017 Отводнителни и канализационни системи извън сгради. Управление на канализационната система.
 - [31] Хидрологичен ръчник. Изчисляване на максималния отток при липса на данни.

XVII. Приложения

- {01} Бекова. Доклад Атанасовско езеро 2024.
- {02} Правен анализ ПР „Атанасовско езеро“.
- {03} Климатични данни.
- {04} Физико-химични данни