

החברה לפיתוח אזור אילת בע"מ  
ת.ד. 522 טל: 08-6330011  
אילת

העתק משרדי

לשכת התכנון והתחזית  
משרד הפנים מחוז הדרום  
02.10.2003  
נתקבל

נספח מס' 7

חוות דעת בנושאי הנדסה ימית וסביבה ימית  
תכנית מפורטת מס' 53/114/03/2  
הלגונה המזרחית אילת

משרד הפנים מחוז הדרום  
חוק ותכנון קהילתי תשס"ג - 1983  
53/114/03/2  
חייסוד תכנית מס' 16/11/03  
התורה והתורה לתכנון תכנון והלשכה  
ביום 16/11/03  
למען את התכנית.  
סיגמיל סמנו  
עדה רעועה התחזית

הודעה על אישור הכנית מס' 53/114/03/2  
כורסמה בילקוט הפרסומים מס' 5237  
מיום 16/11/03

### חוות דעת בנושאי הנדסה ימית וסביבה ימית לתב"ע 2 / 03 / 114 / 53, הלגונה המזרחית אילת

כללי

חוות דעת זו מוגשת לוועדה המחוזית לתכנון ובניה מחוז דרום בהמשך להחלטתה לבדוק את הצעת המתנגדים לתכנית הלגונה המזרחית ואת דו"ח "ניטור לגונה והצעת פתרונות" שהוגש ע"י חפ"א. חוות הדעת שלהלן נכתבה על סמך תכניות הלגונה, העבודות והסקרים שבוצעו, סיור שטח ושיחות עם גורמים מקצועיים בתחומים הרלוונטיים. כל התכניות והעבודות מצורפות כנספחים לחוות הדעת. במידת הצורך, יש לפנות לעבודות אלה. יש לשים לב כי חלק מההערות והמסקנות משלבות התייחסות הנדסית וסביבתית כאחד, כי הנושאים שלובים זה בזה.

#### רשימת התכניות והעבודות.

תכנית 2 / 03 / 114 / 53.  
 כל תכניות הלגונה המזרחית. ר. רביב – הנדסת חופים בע"מ. יולי 1993.  
 התנגדות לתכנית. הרודס מלונות ספא ונופש בע"מ. יוני 2002.  
 ניטור לגונה מזרחית. דו"ח ביניים ודו"ח מסכם. פרופ. בועז לזר, ד"ר יחיעם שלזינגר. פברואר 1997, ינואר 1998.  
 דוח אחרון נובמבר 2001.  
 סקר יתכנות ביולוגי. ד"ר אמציה גנין. יוני 1991.  
 הלגונה המזרחית באילת – חוות דעת סביבתית ימית. ד"ר אהוד מחרז. התקבל ב 1.9.02.  
 התייחסות להתנגדות מטעם הרודס ספא ונופש בע"מ. החברה לפיתוח חוף אילת. דצמבר 2002.  
 המלצות לטיפול בלגונה המזרחית כלגונת רחצה. ד"ר דניאל הרטמן. אפריל 2001. (בתוך התייחסות חפ"א)  
 לגונה מזרחית חקר יתכנות. אינג' ליאונרדו שטדלר. דצמבר 1990.  
 איכות מים צפויה בלגונה המזרחית באילת, ניתוח בעזרת מודלים מתימטיים. פרופ. מיכאל ויידה. יולי 1993.

#### שיחות ופגישות.

במסגרת לימוד החומר התקיימו שיחות ופגישות עם האנשים הבאים:  
 אינג' רמי רביב.  
 ד"ר אמציה גנין.  
 פרופ. בועז לזר.  
 ד"ר יחיעם שלזינגר.  
 ר"ח אתי בארי.  
 מר איתן ברגר, ימאי.  
 מר יוחנן שפיר, מומחה לעבודות ימיות.

#### סיור שטח.

נערך ב 4.4.03. נקודת ההתחלה באזור שוברי הגלים בכניסה ללגונה, בשעת שפל. המים באזור שבין שוברי הגלים היו די צלולים ונקיים. כני"ל באזור תעלת הכניסה. נסענו מסביב ללגונה שחופיה נראו נקיים וגדלים בהם צמחי קנה ושתילי דקלים. החול בחופי הלגונה בצבע חום בהיר. המים היו מעט עכורים. נצפו להקות דגיגים במים. חפירה בידיים בחול החופי ליד המים גילתה שכבת חול שחור בעומק של 10-20 ס"מ. בחזית מלון הרודס הפונה ללגונה שורת ברזלים בולטים מהקרקע – בסיסי כלונסאות (!)  
 הסיור המשיך לתעלת הניקוז שממזרח ללגונה, בה זורמים מים לכיוון מפרץ אילת. משני צידיה צמחית קנה ודומיו. תחנות נוספות בסיור: הדופן המזרחית של הלגונה המרכזית, והלגונה המערבית, המרינה של אילת, המשמשת למעגן כלי שיט. מימיה עכורים ואפשר להבחין במספר כתמי שמן ליד הסירות וכן לכלוך (שאריות פלסטיק בעיקר) צף במים.

7<sup>th</sup> April 2003

**Some coastal engineering considerations in response to proposed modifications (made by 3<sup>rd</sup> parties) to the New Lagoon and the Breakwaters adjacent to Herods Palace, Red Sea, Eilat.**

Written by **Klaas van Weperen** Eur Ing  
Civil Engineer (Hydraulics and Roads) B.Sc.

## CONTENTS

Par.		Pag
1.	<b>DISCLAIMER</b>	2
2.	<b>INTRODUCTION</b>	2
3.	Description of the area	2
3.1.	Climatic and hydrographic conditions	2
3.2.	Bathimetry and topography	3
3.3.	Soil description	3
4.	<b>EXISTING BREAKWATERS</b>	3
5.	<b>NEW LAGOON SIDE SLOPES</b>	3
6.	<b>WATER CIRCULATION IN NEW LAGOON</b>	4
6.1.	General description	4
6.2.	Currents and turbidity	4
6.3.	Suggestions	5
7.	<b>OPINION OF Dr. EHUD MACHRES</b>	6
8.	<b>OPINION OF Dr. HARTMAN</b>	7
9.	<b>CONCLUSIONS</b>	8
	ANNEX I: Tables	9
	ANNEX II: Relevant persons interviewed	11
	ANNEX III: Written Sources of	12

Copyrights reserved: This publication or parts thereof may only be reproduced after receiving permission from the author.

**1. DISCLAIMER**

This report discusses only certain coastal and hydraulic engineering aspects, opinions and interpretations and is not meant to be comprehensive. Detailed technical designs, hydraulic laboratory model tests, (computerized) flow models, ground water studies, marine biology, environment, tourism, architecture, legal matters, etc. are not covered in this publication.

The owners, clients, employers, proprietors, beneficiaries, consultants, etc. of the land and the real estate should satisfy themselves with all aspects of the proposed modifications before drawing conclusions. This report should be read in its entirety and should not be quoted out of context. No rights or claims can be derived from this report.

The conclusions in this report are given in good faith and are partly based on the information presented to me in the form of documents, drawings and interviews with relevant individuals.

**2. INTRODUCTION**

Mrs. Varda Spier from Sinapsa Ltd., in her capacity as Marine and Coastal Environmental Consultant, showed me some plans and reports to modify the existing Breakwaters and the New Lagoon adjacent to Herods Palace, Red Sea, Eilat. She asked me to submit my professional opinion about certain coastal and hydraulic engineering aspects. A site visit was held on 04.04.2003.

**3. DESCRIPTION OF THE AREA****3.1. Climatic and hydrographic conditions**

Most of the year the wind is blowing from North to South. Wind-generated waves do not occur due to the absence of fetch. From October to May sudden strong winds (approx. up to moderate gale-force 6 to 7) from South to North develop from time to time. Only these particular winds create waves. This situation can happen two to four times a year and may last one to two days each time.

The Main and Lee Breakwaters were designed for a significant wave height ( $H_s$ ) of 3.00 m with a probable return period of 50 years.  $H_s$  represents the average of the largest 33% of the waves. The maximum deep-water waves ( $H_{max}$ ) observed by mariners are approx. 4.50 m (measured from crest to trough). These waves would break in the shallow waters in front of the

shoreline. Wave overtopping of the Breakwaters during these circumstances is possible.

The tidal levels and ranges are shown in Table 1.

The seawater currents along the coast are typically very weak, say 0.05 m/sec. (0.10 knots). Occasionally peaking to 0.50 - 0.60 m/sec. (1.00 knots), say one or two times a year. The direction is parallel to the coast, sometimes running to the East, sometimes running to the West.

### 3.2. Bathymetry and topography

The typical beach slope gradients, measured between the +1.66m and -7.00 m contour lines, are shown in Table 2. The natural ground above the waterline runs from a level of 0.00m until approx. +3.00 m to +4.00 m.

### 3.3. Soil description

The typical soil classification in the New Lagoon is shown in Tables 4-A and 4-B. The ground water level, prior to the excavation of the New Lagoon, is reported to be approx. +0.20 m / +0.60 m.

## 4. **EXISTING BREAKWATERS**

This rubble mound structure was built between 1994 and 1995. No damage to the structure was detected after the earthquake of 22.11.1995. A slight accretion of sediments is visible near the roots of the Main and Lee Breakwater. Beach erosion appears to be not significant. The shoreline runs more or less in a straight line, only to be interrupted by the Breakwaters.

Sedimentation near the entrance of the Breakwaters seems to be not significant. No maintenance dredging activities were reported after the initial excavation in 1995 until -2.50 m. The Breakwaters serve two purposes, namely:

- to protect the New Lagoon, the Channel and the bridge foundations against extreme high waves induced by strong South to North winds;
- to prevent sedimentation in the Channel entrance near the foreshore.

If the Breakwaters would be removed, it is likely that the Channel entrance needs to be dredged periodically between the +1.00m and -2.50 m contour lines. The entrance of the Channel would be clogged with beach sediments due to wave action.

The drawings show that the planned Main Breakwater has a slightly different shape and location than the 'As-Made' structure. However, this situation does not disturb the functionality of the structure.

## 5. NEW LAGOON SIDE SLOPES

The natural angle of repose for underwater slopes is shown in Table 3.

The boreholes drilled in the New Lagoon suggest rather poor soil conditions for engineering purposes: silty sand, clayey sand, poorly graded sand, clay and silt (see Tables 4-A and 4-B). The SPT ('Standard Penetration Test') N-values in borehole no. 2 indicate 'loose' to 'medium dense' in situ compactness of the ground until a depth of -6.00 m.

The constructed slopes in the New Lagoon are respectively 1 : 15 and 1 : 20. These slopes are gentle enough to ensure their stability and to prevent caving in and/or collapse, as is proven during the last eight years. Steeper slopes without the installation of slope protection (e.g. rock layers) may result in instability due to wave action, earth quakes and/or agitation by swimmers.

The natural Red Sea slopes, as shown in Table 2, and the natural angle of repose for underwater slopes (see Table 3) suggest that the designed slopes in the New Lagoon are logic: not too steep and not too gentle.

## 6. WATER CIRCULATION IN NEW LAGOON

### 6.1. General description

The refreshment of the seawater in the New Lagoon is extremely important. Planktonic algae flow from the Red Sea into the New Lagoon and feed themselves with nutrients. The optimum temperature for the algae to grow is around 25° C. The sources of these nutrients are believed to be sewage, waste, garbage and groundwater. Due to lack of oxygen the algae die and sink to the bottom of the New Lagoon. Organic material builds up over a period of time and creates a mud layer. The thickness of the organic layer was approximately 5 to 15 cm, measured in 08/1997. The visibility here is much less than in the Red Sea. The feasibility studies expected a water circulation of two to three days. The latest studies suggest that the average refreshment of the water takes some ten days.

It was said that no mud exists between the Breakwaters or in the Channel. We understand that the organic material also exists in the Old Lagoon and that this area was dredged a few years ago. The mud was dumped at sea.

We observed gasoline and garbage floating in the Old Lagoon. It was said that the visibility in the Old Lagoon improves when relatively few tourists reside in Eilat.

The New Lagoon is destined only for swimmers, while in the Old Lagoon only boats are allowed. We observed no swimmers in the New Lagoon during our visit.

## 6.2. Currents and turbidity

One report shows the measured currents in the Channel under the bridge to be:

- max. 17.5 cm / sec. (0.34 knots) from South to North during Flood;
- max. 15.0 cm / sec. (0.29 knots) from North to South during Ebb.

The width under the bridge is smaller than in the rest of the Channel: approx. 10 m between the piles.

The hydraulic 'wet' profile (expressed in  $m^2$ ) in the New Lagoon is much larger than in the Channel. **Flow** [ $m^3 / sec.$ ] = **Velocity** [ $m / sec.$ ] x **Profile** [ $m^2$ ]. If the Flow is constant, then the velocity goes down when the profile increases.

The Lagoon seems to behave like a 'Sink Hole' (also known as 'Sediment Trap' or 'Settlement Basin') due to the small currents. The low velocity seems to create not sufficient turbidity to flush out the algae and/or the organic materials.

## 6.3. Suggestions

Some suggestions to reduce the problem of organic matter settling on the floor of the New Lagoon are listed below. All these suggestions, either alone or combined, should be further investigated for feasibility and detailed design.

- 1) Dredge the existing mud layers in both Lagoons. If the mud contains hazardous materials, it should be disposed of in a safe location.
- 2) Installation of a water pump to transfer continuously 'not-fresh' seawater from the New Lagoon to the Old Lagoon or to the Eastern Wadi. First the dredging works must be completed, because the mud should not be recirculated. This solution could (partly) help to flush-out the algae and/or mud in the Old Lagoon. It will probably also lower the water temperature in one or both Lagoons.
- 3) The fish, salt and agricultural industries around the Lagoon should draw their raw seawater directly from the Lagoon instead of from the Red Sea.

This will increase the water circulation. These industries discharge their waste-water in the Wadi located East of the New Lagoon.

- 4) Reduce the 'wet' profile in the Lagoon. For example by adding one or more islands. This will reduce the water mass in the Lagoon, thus increase the water velocity. Less water in the Lagoon will shorten the re-circulation time. A higher water velocity will flush-out more algae and/or mud.
- 5) Installation of geo-textile sheets or clay layers on the Lagoon floor to prevent contact between the nutrients in the groundwater and the seawater in the New Lagoon. It should first be proven that the nutrients in the ground-water are a major cause for the algae growth.
- 6) Any combination of the above suggestions.

#### 7. OPINION OF Dr. EHUD MACHRES

Dr. Ehud Machres forwarded his opinion in his report (without date) called 'Eastern Lagoon, Eilat, Marine Environment Opinion', received by the Ministry of the Interior on 01.09.2002. His main suggestions to improve the water circulation in the New Lagoon and my comments are summarized below.

- 1) *'Remove the Breakwaters, so that the waves can enter the New Lagoon unhindered'.*

Most of the year proper wind-generated waves do not develop due to the prevailing winds from North to South. Approx. two to four times per year a sudden wind from South to North creates waves during approx. one or two days per occurrence. It is doubtful if these limited wave occurrences are sufficient to ensure good water circulation at all times of the year.

In the existing situation an open connection exists between the Red Sea and the New Lagoon. The Ebb and Flood waters can stream almost unhindered through the Breakwaters entrance and the Channel, although probably with a slight delay. High and low tides can be observed in the New Lagoon. The water can flow also between the rocks of the Breakwaters due to the so-called 'porosity' of the rubble mound structure.

- 2) *'Removal of the Breakwaters would improve the landscape and the horizon'.*

The crest of the Breakwaters stick out approx. 2.50 m above the waterline, while the largest width of the Main Breakwater is approx. 18.50 m at WL = 0.00 m. Other structures (hotels, etc.) in the vicinity are much taller, wider and more prominent.



- 3) *'Make the Channel wider by at least 50 m, so more fresh water can enter into the Lagoon'.*

A hydraulic model test should be made to substantiate this statement. To make the Channel wider would decrease the water velocity there. The model test should determine if the reduced velocity in the wider Channel will be sufficient to flush-out the algae and/or mud. The two bridges would have to be lengthened.

- 4) *'Make the slopes in the Lagoon 1 : 4 ('like the natural slopes in Eilat') to reduce the width of the tidal zone. The waves have then less opportunity to agitate the mud on the slopes'.*

As explained in paragraph 7-1 above, proper wind-generated waves do not occur during most of the year. The natural slopes above and below the waterline in Eilat are given in Tables 2 and 3. The proposed gradient of 1 : 4 is much steeper than the natural slopes in Eilat and could create instability over a given time.

- 5) *'Add coarse sediments ('typical Eilat sand') on the slopes to prevent murkiness of the water'.*

According to the boreholes (see Tables 4-A and 4-B) the typical Eilat sand is rather fine. Biological experts should confirm if coarse sediments on the slopes would prevent murky water or oxydize the water and what is the optimum grain size.

- 6) *'Deepen the Lagoon until -6 m'.*

Deepening the Lagoon to -6 m would create a substantial 'Sink Hole' for the mud and garbage. Steep slopes would have to be made, which is not recommended (see paragraph 7-4 above). We don't want to collect mud, but flush-out the algae and/or mud. The interaction between the nutrients in the groundwater and the algae in the seawater should be studied if you dig such a deep hole.

## 8. OPINION OF Dr. HARTMAN

Dr. Hartman suggests to manage the New Lagoon like an artificial swimming pool. This would mean, inter alia:

- installation of water circulation pumps and filters;
- adding chemicals such as chloride.

This solution would require large amounts of chemicals. The amount of water in the New Lagoon is much higher than in an average public swimming pool. The chemicals can not be contained, because of the Ebb tides. Large quantities of chemicals would flow unhindered into the Red Sea.

## 9. CONCLUSIONS

The conclusions listed below reflect my personal opinions. They should be checked further for their feasibility (all aspects), detailed design, costs, etc.

- 1) The existing Breakwaters protect the hinterland infrastructure and landscape against high waves.
- 2) The existing Breakwaters prevent siltation / sedimentation in the Channel entrance.
- 3) The side slopes of the New Lagoon are natural, have proven to be stable and should maintain their existing gradients. Steeper slopes would require slope protection.
- 4) The mud in both Lagoons should be dredged.
- 5) Circulate the water continuously with a water-pump either:
  - from the New Lagoon into the Old Lagoon or:
  - from the New Lagoon into the Eastern Wadi.
- 6) The water circulation would be improved, if all the industries around the New Lagoon draw their raw seawater directly from the New Lagoon and continue to discharge their waste-water into the Eastern Wadi.
- 7) If chemicals would be added to the New Lagoon, the Ebb tides would
- 8) transport those chemicals (or a part thereof) into the Red Sea.
- 9) Conduct further investigations in and around the New Lagoon to examine the:
  - Ground water seepage;
  - Permeability of the soil;
  - Effect of the proposed water-circulation pump on the ground-water levels;
  - Volume of the mud to be dredged;
  - Disposal locations for the mud.

Signed:

7th April 2003



Klaas van Weperen Eur Ing  
Civil Engineer (Hydraulics and Roads) B. Sc.

הערה:

חוות הדעת של אינג' קלאס ון ופרן נעשתה בצורה עצמאית וללא קריאה מקדמית של תגובת אינג' רמי רביב.

TABLES

Table 1: Tidal levels and ranges, Red Sea, Eilat

Return period	Tide (m)		
	High	Low	Range
Month	+0.55	-0.30	0.85
Year	+0.90	-0.55	1.45
5 years	+1.05	-0.70	1.75
10 years	+1.17	-0.78	1.95
25 years	+1.29	-0.86	2.15
50 years	+1.35	-0.90	2.25

Table 2: Typical coastal slope gradients, Red Sea, Eilat

Contour line		Slope gradient	
from	to	Between contours	cumulative
+1.66	0.00	1 : 16	--
0.00	-1.00	1 : 13	1 : 13
-1.00	-2.00	1 : 17	1 : 15
-2.00	-3.00	1 : 87	1 : 39
-3.00	-4.00	1 : 27	1 : 36
-4.00	-5.00	1 : 19	1 : 33
-5.00	-6.00	1 : 17	1 : 30
-6.00	-7.00	1 : 16	1 : 28

Table 3: Typical underwater side slopes for various soil types  
Natural angle of repose

Soil type	Still water	Active water
Sandy clay	1 : 2	1 : 4
Coarse sand	1 : 3	1 : 6
Fine sand	1 : 4	1 : 11
Mud and silt	1 : 6 to 1 : 57	1 : 11 or gentler

Table 4-A: Typical soil classification, New Lagoon, Eilat

level (m)	BH-1		BH-2		BH-3		BH-4	
	Type	SPT	Type	SPT	Type	SPT	Type	SPT
+2 to +1	CL		CL		SM, CL		CL	
+1 to 0	CH, CL		CL		CL		CL	
0 to -1	CH, CL		CL	12	CL, CH		CL, SM	
-1 to -2	SC		CL, SC SM		CH, SP	37	SM, CH CL	
-2 to -3	SC, SP	45	ML, CH CL	7	SC, SM		SM	25
-3 to -4	SM		ML	11	ML	27	SM, SP	41
-4 to -5	SP, SM ML	58	SC, SM ML, CL		SM	55	SP, SM	34
-5 to -6	ML, SP SM	82	SM	5	SM	57	SP, SM	

Table 4-B: Legend

BH1 = Borehole bo. 1

SPT = Standard Penetration Test (N-Value)

			SPT N-values
CL	Lean clay		
CH	Fat clay	0 - 4	Very loose
SC	Clayey sand	4 - 10	Loose
SP	Poorly graded	10 - 30	Medium dense
SM	Silty sand	30 - 50	Dense
ML	Silt	> 50	Very dense

ANNEX II

RELEVANT PERSONS INTERVIEWED

The following persons were interviewed:

**Dr. Amatzia Genin** (by telephone)  
Interuniversity Institute for Marine Sciences, Eilat  
Researcher biological oceanography

**Eng. Rami Raviv**  
R.Raviv - Coastal Engineering Ltd.  
One of the designers of the New Lagoon and Breakwaters

**Varda Spier**  
Sinapsa Ltd.  
Consultant for Marine and Coastal Environment  
Marine Biologist

**Captain Itai Be'eri** (by telephone)  
Pilot for the Port of Eilat (retired)  
30 years maritime career

**Johanan Spier**  
Oceana Marine Research Ltd.  
Marine contractor and diver in Eilat from 1968 to 1985

**Eitan Berger**  
Owner and skipper of yacht L'amie  
Mariner in Eilat since 1986

**ANNEX III**

**WRITTEN SOURCES OF INFORMATION**

American Society for Testing and Materials  
ASTM Volume 04.08 Soil and Rock

British Standard BS 6349 : Part 5 : 1991 - Maritime Structures  
Code of practice for dredging and land reclamation

Set of design drawings for Breakwaters and New Lagoon dated 01.08.1993  
Issued by R. Raviv - Coastal Engineering Ltd.

Feasibility study dated 12.1990 issued by CAMERI - Coastal and Marine Engineering  
Research Institute. Report no. 272/90 written by Eng. L. Stadler

Report written by Dr. Ehud Magles (without date) called 'Eastern Lagoon, Eilat,  
Marine Environment Opinion', received by the Ministry of the Interior on 01.09.2002.

תרגום הערות ומסקנות אינג' ון ופרן בנושאי ההנדסה הימית.

א. הערות אינג' ון ופרן לחוות הדעת של ד"ר מחרז.

- שוברי הגלים בכניסה ללגונה מאפשרים מעבר מים מהים ללגונה ובחזרה, אם כי יתכן שעם מעט עכוב.
- שוברי הגלים בכניסה ללגונה אינם מהווים מחסום נופי, כי גובהם אינו עולה על 2.50 מ' מעל פני הים. מבני בני המלון בחזית החוף מהווים מחסום פיזי גדול יותר.
- יש לבצע בדיקת מודל הידראולי כדי לבחון את הצעת ד"ר מחרז בדבר הרחבת תעלת הכניסה ב 50 מ' לפחות. הרחבת התעלה תוריד את מהירות כניסת המים. על המודל יהיה לקבוע אם המהירות הנמוכה תספיק כדי לשטוף החוצה מהלגונה בוץ ואו אצות. בנוסף, יהיה צורך להאריך את שני הגשרים מעל תעלת הכניסה.
- יצירת שיפוע של 1:4 בחופי הלגונה הינו תלול בהרבה מהשיפועים הטבעיים בחופי אילת ויכול לגרום לחוסר יציבות של החוף בזמן נתון כלשהו.
- ע"פ בדיקות קידוחים (ראה טבלאות A4, B4) החול באילת הוא די עדין. יש לאשר ע"י מומחים אם סדימנטים בעלי גרגר גדול המורבדים על השיפועים ימנעו את עכירות המים או יחמצנו את המים, ומהו הגודל האופטימלי של גרגרי החול בשיפועים.
- העמקת הלגונה עד לעומק של 6 מ' תגרום ליצירת "בור שקיעה" לחומר האורגני השחור ולפסולת. ההעמקה תיצור גם שיפועים חזקים שאינם מומלצים. המטרה אינה איסוף חומר שחור אלא שטיפתו והחלפתו. יש לבדוק את האינטראקציה בין הנוטריאנטים במי התהום והאצות שבמי הים אם תופרים לעומק כזה.

ב. הערות אינג' ון ופרן לחוות הדעת של ד"ר הרטמן.

הפתרון של ניהול הלגונה המזרחית כבריכת שחיה, כולל בין השאר התקנת משאבות לצירקולציה של המים ופילטרים וכן הוספת כימיקלים כמו כלור למים. הדבר ידרוש כמויות גדולות של כימיקלים. נפח המים בלגונה המזרחית גבוה בהרבה מזה של בריכת שחיה ממוצעת. התוספים הכימיים לא ישארו בלגונה כי תנועות הגאות והשפל יעבירו כמויות גדולות של כימיקלים לים סוף.

ג. מסקנות אינג' ון ופרן.

המסקנות שלהלן הן דעתי האישית. עליהן להיבדק בהמשך לייתכנותן בכלל ההיבטים, כמו תכנון מפורט, עלויות וכדו'.

1. שוברי בגלים הקיימים מגינים על תשתית החוף ועורפו מגלי סערה.
2. שוברי הגלים הקיימים מונעים הצטברות משקעי סדימנט בתעלת הכניסה.
3. שיפועי צידי הלגונה הינם טבעיים, הוכחו כיציבים ואמורים לתחזק את עצמם בשיפוע זה. שיפועים תלולים יותר ידרשו הגנה.
4. יש לחפור ולסלק את הבוץ מקרקעית שתי הלגונות.
5. יש להניע את המים באופן תמידי ע"י משאבות מים באחת משתי הדרכים: מהלגונה המזרחית אל המערבית, או מהלגונה המזרחית אל תעלת הניקוז המזרחית.
6. הצירקולציה של המים תשתפר אם המפעלים שמצפון ללגונה ישאבו את מי הים הדרושים להם (והנשאבים כיום מהים) מהלגונה המזרחית וימשיכו להזרים את הקולחים שלהם לתעלת הניקוז המזרחית.
7. אם יוסיפו כימיקלים למי הלגונה הם יעברו (בחלקם לפחות) לים סוף.
8. יש לבצע חקירות ובדיקות באזור הלגונה בנושאים: חלחול/חדירות מי תהום, חדירות קרקע הלגונה, השפעת שאיבת מי הלגונה על רמות מי התהום, נפח הבוץ שצריך לחפור, איתור מקום לשפיכת הבוץ החפור.



הסביבה הימית.

החברה לפיתוח חוף אילת הזמינה ניטור סביבתי של הלגונה המזרחית מפרופ. בועז לזר ומד"ר יחיעם שלזינגר. הניטור בוצע בשנים 1996-1997 וסוכם בשני דוחות. בנוסף בוצע ניטור נוסף במשך תקופה קצרה בסוף שנת 2000. הניטור כלל תיאור ובדיקת פרמטרים פיזיים וסביבתיים רבים בלגונה וסביבתה (ראה בנספחים).

הדו"ח הסביבתי האחרון מסוף שנת 2000 מראה כי מי הלגונה צלולים יותר ממה שנצפה בשנים 96-97, יש ירידה בכמות הכלורופיל ובכמות המיקרו אצות, היצרנות הראשונה נטו בלגונה גבוהה יותר מאשר במי הים הפתוח וחלק מחומר זה מצטבר בקרקעית, רמת הנוטריאנטים בלגונה גבוהה יותר מאשר בים הפתוח, ריכוזי החומר האורגני ירדו בתחומי המים הרדודים בלגונה (אזור הכרית) אולם נותרו בתחומי העומק באופן אחיד על פני השטח, איכות המים מבחינה בקטריאלית מעולה ובעלי חיים ימיים מצויים בלגונה, באזוריה החוליים ועל המצע הסלעי שבתעלחות הכניסה. בדו"ח מופיעות מספר המלצות לשיפור נוסף של מי הלגונה.

מידע חשוב התווסף בעת האחרונה לנתונים המדעיים על הלגונה - תוצאות ביניים של עבודת מחקר המתבצעת ע"י המכון הגיאולוגי עבור המשרד לאיכות הסביבה, לבחינת תכולת מי התהום בחוף הצפוני. אנליזות מקדוחים שבוצעו באזור הלגונה המזרחית מראות כי רמת הנוטריאנטים במי התהום שם גבוהה בהרבה מרמת הנוטריאנטים במי צפון מפרץ אילת. (מידע טלפוני באדיבות פרופ. בועז לזר וד"ר אמציה גנין). ידוע גם כי מי התהום באזור גבוהים ושכבת קרקעית הלגונה מחלחלת חלקית מהיותה מורכבת בחלקה מחול. יש לאמת את ההנחה כי מי התהום העשירים בנוטריאנטים מחלחלים (חלקית!) אל הלגונה.

ד"ר אהוד מחרז מציין בעבודתו כי התחממות המים גורמת להתפתחות צמדת ים ובלוטי ים. לא ברור למה הכוונה ב"צמדת ים". הדוחות הסביבתיים של פרופ. לזר וד"ר שלזינגר מציינים את קבוצות בעלי החיים שנצפו בלגונה ובלוטי הים הן אחת מהקבוצות. אותן קבוצות בעלי חיים נמצאות גם מחוץ ללגונה, במפרץ אילת.

אנו מאמצים את המלצות ד"ר בועז לזר וד"ר יחיעם שלזינגר בהקשר הסביבה הימית והחופית בדו"ח שלהם משנת 2001 עם מספר שינויים ותוספות. ראה להלן.

הצעות והמלצות

אנו מציעים / ממליצים על מספר פעולות היכולות לשפר ולתקן את מצבה הפיזי של הלגונה המזרחית כדי שתתאים טוב יותר ליעדה מתוך הערכה כי הדבר אפשרי וישים. ההמלצות שלהלן כוללות את הצעות והמלצות המהנדס הימי והיעוצת הסביבתית. ההמלצות יכולות להיות מיושמות בנפרד, במקביל, כולן או חלקן, לפי החלטות הגורמים המוסמכים.

להלן המלצותינו:

1. מומלץ ליעד את הלגונה המזרחית לרחצה בלבד.
2. מומלץ להשאיר את שוברי הגלים בכניסה ללגונה כי הם עוזרים לשמור על חזית החוף ועל הכניסה לתעלה בעת סערות דרומיות ואינם מפריעים לתחלופת המים בלגונה. אין משמעות לשינוי בקונפיגורציה של שוברי הגלים – מצב קיים מול מתוכנן.
3. תפירת והוצאת שכבות החומר השחור בשתי הלגונות – המזרחית והמערבית. אם החומר מכיל חמרים מסוכנים יש לשכבו באתרים המתאימים לכך.

4. ריבוד קרקעית הלגונה לאחר הפירת החומר השחור בחול גס יותר שיקטין משמעותית את האבק המרחף העולה מרגלי המתרחצים ויעזור בחמצון החומר האורגני השוקע. ראה גם הצעה 8.
5. מומלץ לשפר את תנועת המים בלגונה ע"י יצירת מערכת צירקולציה אקטיבית של המים בשאיבה, שתתחיל לעבוד מיד עם תום ניקוי הקרקעית והחלפת החול. סיחרור המים צפוי גם להוריד את הטמפרטורה במי הלגונה.
6. בחינת דרכי שאיבת המים מהלגונה ליצירת הצירקולציה. מוצעות האופציות הבאות לבחינה:
  - שאיבה ללגונה המרכזית וממנה למערבית. לא מומלץ מבחינה סביבתית.
  - שאיבה לתעלת הניקוז המזרחית (תעלת הקינט).
  - שאיבת מי ים ע"י המפעלים שמצפון ללגונה השואבים כיום כל אחד לחוד מים מהים: ערדג, מפעל המלח, מפעל האצות והמכון לחקלאות ימית.הבחינה תכלול אספקטים הנדסיים, סביבתיים, אקולוגיים, כלכליים וכדומה לכל אחת מהאופציות.
7. הורדת נפח המים בלגונה ע"י תוספת אי אחד או יותר. פעולה זו תקטין את מסת המים ותגביר את מהירות זרימת המים בלגונה. כמות קטנה יותר של מים בלגונה תקצר את זמן הצירקולציה.
8. אפשרות התקנת יריעות גיאו טקסטיליות בקרקעית או הרבדה בשכבת חרסית למניעת מגע בין מי התהום ומי הים בלגונה, אך רק לאחר שהוכח כי הנוטריאנטים במי התהום מהווים את הגורם הדומיננטי להיווצרות החומר האורגני בלגונה.
9. למראה חוף נקי, ניקוי כל צמחית הקנה שהתפתחה בהיקף הלגונה, כולל כל קני השורש, באופן מתמיד.
10. פיקוח קפדני על מערכת ההשקיה ומניעה מוחלטת של זרימת מים כתוצאה מתקלות צנרת.
11. פתרונות ביולוגיים (ע"י בעלי חיים) אינם מומלצים.
12. טיפול כימי במים בדומה לבריכות שחיה אינו מומלץ.
13. המשך ניטור סביבתי של הלגונה (כולל אימות ההנחה של חדירת נוטריאנטים מהקרקעית) למעקב ולהמלצות לטיפולים עם הזמן.