

החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון בע"מ  
The Mediterranean Coastal Cliffs Preservation Government Company Ltd.



## אשקלון תא שטח 38 – דוח ניטור 2016-2017



כתיבה: ד"ר רוני נהוראי

נתניה, שבת תשע"ח, פברואר 2018

## תוכן עניינים

5	מבוא	1.
6	סקירה כללית	2.
6	נסיגת קו החוף	2.1
7	נסיגת בסיס המצוק	2.2
8	נתוני גלים	2.3
10	כמויות חול שהוזנו והמיקום	3.
13	שיטות המדידה והניטור	4.
13	מדידה ימית ומדידה קרקעית	4.1
14	מדידות פוטוגרטריות	4.2
14	אורתופוטו	4.3
14	LIDAR	4.4
15	מיפוי תלת ממדי	4.5
15	נתוני גלים וזרמים	4.6
15	עיבוד הנתונים	4.7
16	ניתוח התוצאות	5.
16	שינויים במאזן החול 2016-2017	5.1
18	גלישות מדרון ונסיגת המצוק 2016-2017	5.2
22	ניטור רצועת החוף	5.3
23	סיכום	6.
24	רשימת ספרות	7.
25	נספחים	8.

## רשימת איורים

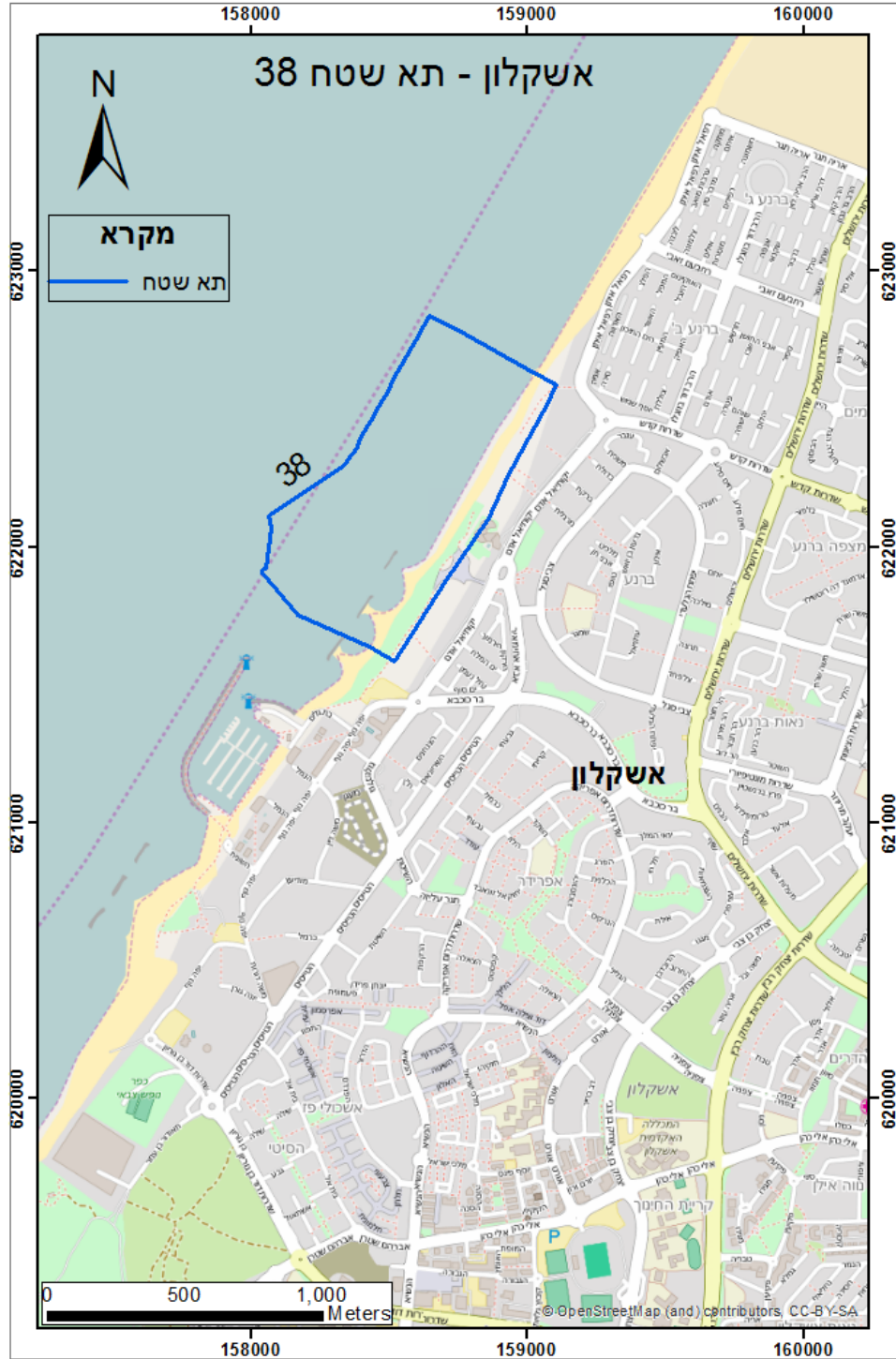
5. איור 1.1 אשקלון תא שטח 38.....
7. איור 2.1.1 נסיגת קו החוף בין השנים 1986-2017.....
- למעלה – קו החוף מ- 6.2017 (בירוק) על רקע אורתופוטו משנת 1997. למטה – קו החוף מ-17.07.1986
7. על רקע אורתופוטו מ-6.2017. רוחב הנסיגה כ-55 מ'.....
7. איור 2.2.1 נסיגת בסיס המצוק בין השנים 1997-2017.....
8. איור 2.2.2 נסיגת בסיס המצוק במעביר המים בשנים 1998-2018.....
8. איור 2.2.3 נסיגת המצוק במרפסת התצפית מול מלון הולידיי אין בשנים 2013-2018.....
9. איור 2.3.1 גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חיא"ל מתחנת חדרה.....
- שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.**
11. איור 3.1 אתרי הטלת החול.....
- מצפון לשובר הגלים הצפוני באשקלון בחודשים יולי-אוגוסט 2015. החול נשאב בחוף קצא"א והועבר באמצעות ספינה לחוף אשקלון צפון (איור ב', ג'). החול הוטל בשלושה מוקדים (חצים צהובים באיור א').
11. הנקודות הירוקות והאדומות מציינות את מיקום עגינת הספינה בזמן הטלת החול.....
12. איור 3.2 העברת חול מהמרינה לשובר הצפוני.....
- חול שנצבר בכניסה למרינה, נשאב והועבר לאחסון על החוף. בפברואר 2016, כ-11,000 מ"ק חול הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה לחוף מול השובר הצפוני (תיחום בקו אדום).....
12. איור 3.3 העברת חול מהמרינה לאורך החוף.....
- בדצמבר 2016 ובדצמבר 2017, כ-7800, 20,000 מ"ק חול בהתאמה, הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה ופוזרה בחוף עד מצפון למלון הולידיי אין (תיחום בקו אדום).....
12. איור 3.4 הטלת חול שבוצעה ע"י חברת החשמל בתאריכים 7-21.04.2017, בכמות של 37,850, בעומק 6.5 – 8.5 מ'. מיקומי ההטלה מוצגים בעיגולים צהובים.....
13. איור 5.1.1 הטלת חול שבוצעה ע"י חברת החשמל בתאריכים 7-21.04.2017. מיקומי ההטלה מוצגים עיגולים צהובים. ברקע - מפת הפרשים בין מדידה בתימטרית לפני הטלת החול (6.02.2017) לבין מדידה בתימטרית לאחר ההטלה (11.07.2017).....
17. איור 5.1.2 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה.....
- בין 6.2.2017 ו-7.11.2016. למעלה – מפת חישוב נפחים בין שתי התקופות. הצבע האדום מראה על תוספת חול והצבע הכחול מראה על גריעה של חול. למטה – מפת הפרשי הגובה, כאשר הצבע הכחול מעיד על גריעה והחום מעיד על תוספת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא.....
17. איור 5.2.1 חתכים טיפוסיים לנסיגת המצוק בין 2015 ל-2016. קווי המצוק מבוססים על נתוני Lidar מ-6/2015 (בכחול) ו-3/2016 (באדום). מיקומי החתכים מוצגים באיור 5.3.2.....
19. איור 5.2.2 מבט מהצד על התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בשנת 2017.....
20. איור 5.2.3 התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בין השנים 2017 (בתמונה העליונה והאמצעית) 2016 (בתמונה התחתונה). באדום מקווקוו מוצגים מיקומי חתכים טיפוסיים במקומות בהם התרחשה נסיגה משמעותית (איור 5.2.1).....
21. איור 5.2.4 השוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016 – 2017.....
22. איור 5.3.1 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה ברצועת החוף 2016-2017.....
- החישובים מבוססים על נתוני LIDAR מ-3.2016, 3.2017. למעלה – מפת הפרשי הגובה, כאשר הצבע הכחול מעיד על תוספת והאדום מעיד על גריעת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא. למטה – מפת חישוב נפחים. הצבע האדום מראה על תוספת חול והצבע הכחול מראה על גריעה של חול. התמוטטות המצוק בצבע צהוב.....
- 22.....

## רשימת טבלאות

- טבלה 2. הסתברות סטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות. 9.....
- טבלה 3.1 סיכום פעולות מדידה והזנה/שינוע חול בתא שטח 38 אשקלון. 10.....
- טבלה 4.6.1 נתוני גלים וזרמים ברשות החברה. 15.....
- טבלה 5.1.1 שינוי בנפחים לפני ואחרי הטלה והזנת חול בתא שטח 38 אשקלון. 18.....
- טבלה 5.2.1. חישוב שטחים וכמויות לטאלוסים שנשטפו, טאלוסים חדשים והתמוטטות מצוק. 20.....

# 1. מבוא

תא שטח 38 ע"פ הגדרתו בתמ"א 13 שינוי 9א', נמצא מצפון למרינה באשקלון. אורך המקטע כ- 1150 מ' ושטחו כ-657 קמ"ר. נמצא בין נקודות ציון 621592, 621592, 158434 (דרום) ו-622627, 159042.



איור 1.1 אשקלון תא שטח 38.

המצוק החופי באשקלון מצפון למרינה (תא שטח 38) נמצא תחת שחיקה מתמדת ואגרסיבית המתבטאת בנסיגה של קו החוף ונסיגת המצוק. הגורמים המשפיעים על התמוטטות המצוק הינם גלי הים שיוצרים חתירה וסחיפה, פעולות אנושיות בים בחוף ובגג המצוק (מבנים ימיים, שינוי בניקוז מי גשמים, כרייה והרס מכונן). קצב החתירה של גלי הים בבסיס המצוק תלוי ברוחב הרצועה החולית בחוף הים, בעוצמת הגלים ובכיוונם.

החל מקיץ 2015 בוצעו פעולות הטלת חול בחוף אשקלון כפתרון למענה זמני דחוף לייצוב ולהרחבה של רצועת החוף במטרה להגן על התמוטטות המצוק. הטלת החול מחייבת פעולות ניטור רצופה על מנת להבין את השינויים בפרופיל החוף וקרקעית הים. פעולות ניטור אלה יסייעו בהבנת התהליכים של הסעת החול והפקת לקחים לפעולות הזנת חול עתידיות.

בעבודה זו יוצגו ממצאים ראשוניים הקשורים בנסיגת קו החוף, בסיס המצוק ושינויים ברצועת החוף ובקרקעית הים במים הרדודים בעקבות הזנת חול בתא שטח 38 באשקלון.

## **2. סקירה כללית**

### **נסיגת קו החוף**

במשך 30 השנים האחרונות (1986-2017) קו החוף נסוג ב-55 מ' (איור 2.1.1). עיקר הנסיגה היא מצפון לשוברי הגלים, וככל שנצפין מתא השטח הנסיגה הולכת וקטנה (כ-15 מ' נסיגה, קילומטר צפונית לתא השטח).

קו החוף מ-2017 מבוסס על תצלום אורתופוטו מחודש יוני. קו החוף משנת 1986, מבוסס על מפה טופוגרפית שנמדדה בשיטה הפוטוגרמטרית בתאריך 17.07.1986. יש לקחת בחשבון סטייה של מס' מטרים בקו החוף, עקב סטייה בעיגון המרחבי של המפה הטופוגרפית מול האורתופוטו.





**איור 2.1.1 נסיגת קו החוף בין השנים 1986-2017.**

**למעלה – קו החוף מ- 6.2017 (בירוק) על רקע אורתופוטו משנת 1997. למטה – קו החוף מ- 17.07.1986 על רקע אורתופוטו מ-6.2017. רוחב הנסיגה כ-55 מ'.**

**נסיגת בסיס המצוק**

נסיגת בסיס המצוק נעה בין 12-22 מ' בין השנים 1997 ל-2017 (איור 2.2.1). ביטוי לנסיגה ניתן לראות היטב במעביר המים (איור 2.2.2) שנבנה על קיר מצוק הכורכר ב-1998, ועם נסיגת המצוק נשאר חשוף עם תעלת הבטון המובילה אליו. נסיגת המצוק במעביר המים כ-18 מ' נכון ל-30.1.2017 (מדוד בשטח והן מהאורתופוטו). עדות נוספת לנסיגת המצוק ניתנת לזיהוי במרפסת התצפית ליד מלון הולידיי אין (איור 2.2.3).



**איור 2.2.1 נסיגת בסיס המצוק בין השנים 1997-2017.**



**איור 2.2.2 נסיגת בסיס המצוק במעביר המים בשנים 1998–2018.**



**איור 2.2.3 נסיגת המצוק במרפסת התצפית מול מלון הולידיי אין בשנים 2013-2018 .**

#### **נתוני גלים**

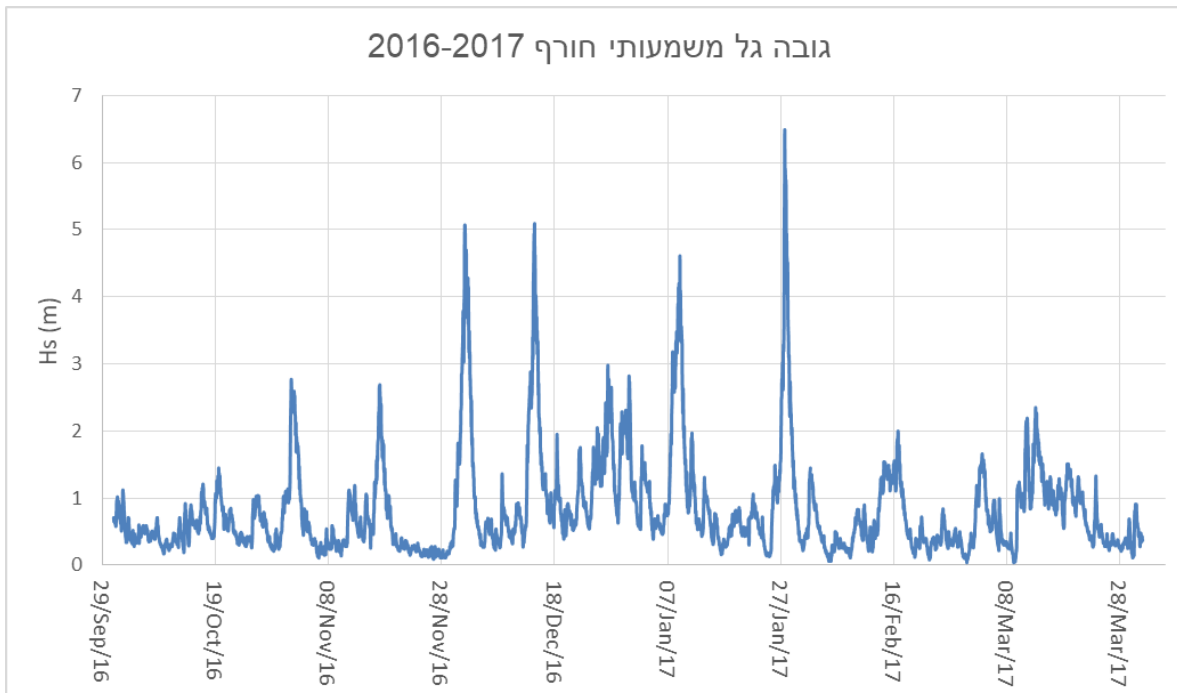
גובה הגל המשמעותי (Significant wave height- SWH, Hs, Hmo) מוגדר כגל שגובהו שווה לגובה הממוצע של שליש מהגלים הגבוהים ביותר. סערה מוגדרת כאירוע שבו גובה הגלים המשמעותיים 3.5 מ' ויותר, כל עוד שהגלים המשמעותיים גבוהים מ-2 מ' מופיעים ברציפות במשך 6 שעות. בממוצע מופיעות סערות כאלו כחמש פעמים בשנה (אלמגור ופרת, 2012). בטבלה 2 מוצגת ההסתברות הסטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות (Corinthe 2017). על פי ההסתברות מגיעים גלים בגובה 6.2 מ' לחופי הארץ פעם ב-5 שנים.



טבלה 2. הסתברות סטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות.

Return Period (Year)	Offshore wave conditions Hs (m)	Offshore wave conditions Tp (s)	Offshore wave conditions Dir (°N)
1	4.8	11.5	290
5	6.2	13	290
10	6.8	13.5	290
20	7.4	14	290
50	8.2	15	290
100	8.7	15.5	290

בחורף 2016-2017 התרחשו כ-4 סערות משמעותיות. הסערה החזקה ביותר התרחשה ב-27 לינואר 2017 עם גובה גל משמעותי של 6.5 מ' (טבלה 2), בעל זמן חזרה של אחת ל-5 שנים.



איור 2.3.1. גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חיא"ל מתחנת חדרה.

### 3. כמויות חול שהוזנו והמיקום

בין יולי 2015 לדצמבר 2017 בוצעו ארבעה פרויקטים של הזנת חול (טבלה 3.1):

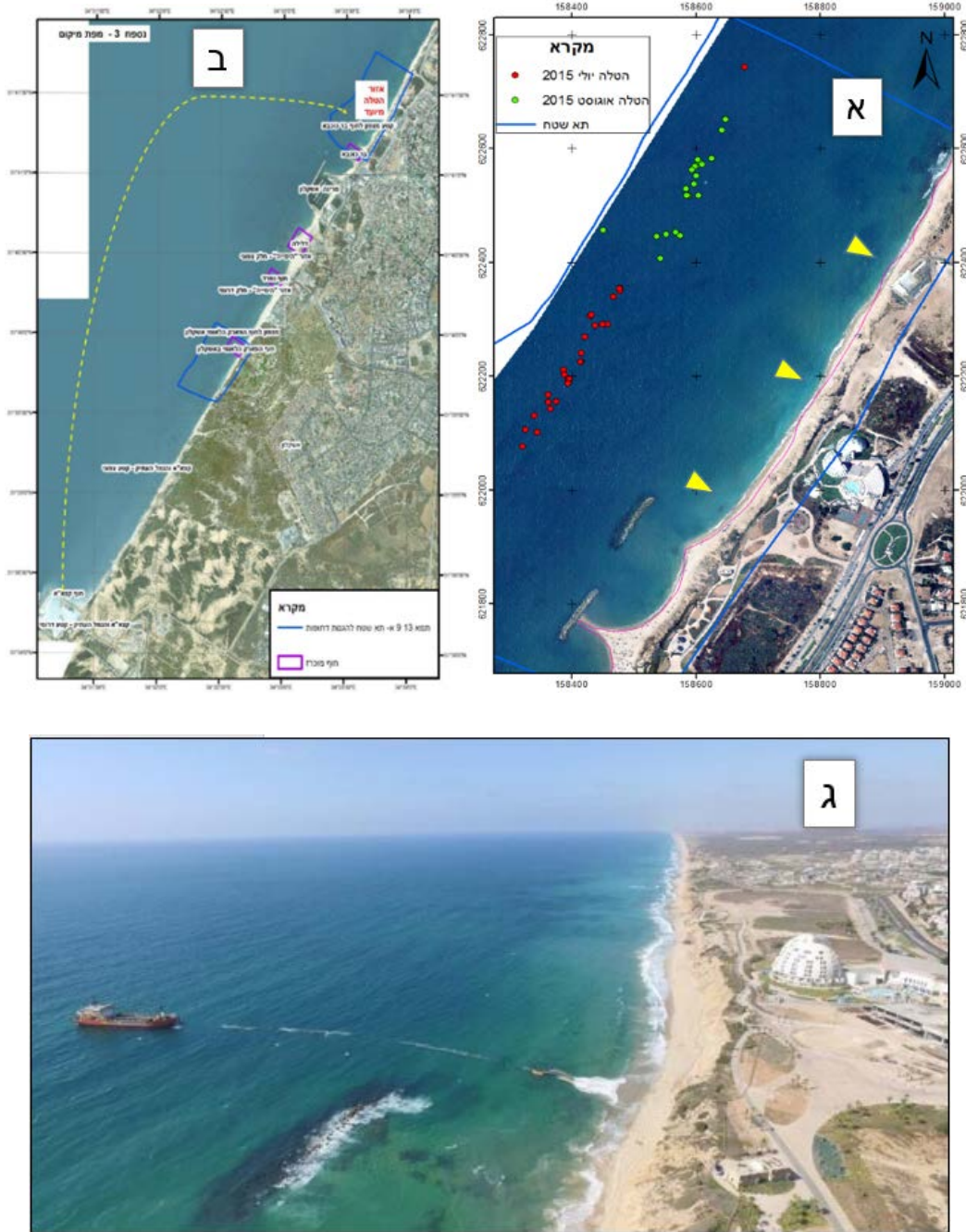
1. 19.7.2015 עד 10.8.2015: הוזנו כ-71,200 מ"ק שמקורם מחפירת מעגן קצא"א וחח"י. החול הוטל בשלושה מוקדים בטווח קווי הרוחב 622600-621600, בקו המים וסמוך לו. הזנת החול בוצעה ע"י מחפר ימי צפונה משובר הגלים הצפוני (איור 3.1).
2. פברואר 2016: כ-11,000 מ"ק חול הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה ופוזרו בחוף מול השובר הצפוני. (איור 3.2) מקור החול הינו חול ימי שנצבר בכניסה למרינה, נשאב והועבר לאחסון זמני על החוף.
3. 12.12.2016 עד 19.12.2016: שינוע חול מהמרינה בכמות של 7,800 קוב (איור 3.3).
4. 7-21.04.2017: הטלת חול ע"י חברת החשמל בכמות של 37,850, בעומק 6.5 – 8.5 מ' (איור 3.4).
5. 19.07.2017 – תחילת עבודות הנחת גיאויטויבים מול מלון הולידי אין. המקור לחול מהמרינה באשקלון.
6. דצמבר 2017 : שינוע חול מהמרינה בכמות של כ-20,000 קוב (איור 3.3).

סה"כ חול שהוסף במרחב החוף כ-110,000 מ"ק, ובים הוספו כ-37,800 מ"ק.

טבלה 3. סיכום פעולות מדידה והזנה/שינוע חול בתא שטח 38 אשקלון.

תאריך	פעולה	כמות/שטח
יוני 2015	LIDAR	-
יולי 2015	בתימטריה	0.73 קמ"ר
אוגוסט 2015	בתימטריה	0.73 קמ"ר
יולי-אוגוסט 2015	הזנת חול	71,200 מ"ק
פברואר 2016	שינוע חול	11,000 מ"ק
מרץ 2016	LIDAR	לאורך החוף
אפריל 2016	בתימטריה	1.6 קמ"ר
נובמבר 2016	בתימטריה	1.9 קמ"ר
דצמבר 2016	שינוע חול	7,800 מ"ק
פברואר 2017	בתימטריה	1.3 קמ"ר
מרץ 2017	LIDAR	לאורך החוף
אפריל 2017	הטלת חול-חח"י	37,850 מ"ק
• יולי 2017	בתימטריה	0.35 קמ"ר
דצמבר 2017	שינוע חול	20,000 מ"ק

מדידה בשטח מצומצם לפני עבודות להנחת הגאוטיוב.



אזורים 3.1. אתרי הטלת החול

מצפון לשובר הגלים הצפוני באשקלון בחודשים יולי-אוגוסט 2015. החול נשאב בחוף קצא"א והועבר באמצעות ספינה לחוף אשקלון צפון (איור ב', ג'). החול הוטל בשלושה מוקדים (חצים צהובים באיור א'). הנקודות הירוקות והאדומות מציינות את מיקום עגינת הספינה בזמן הטלת החול.



**איור 3.2. העברת חול מהמרינה לשובר הצפוני.**

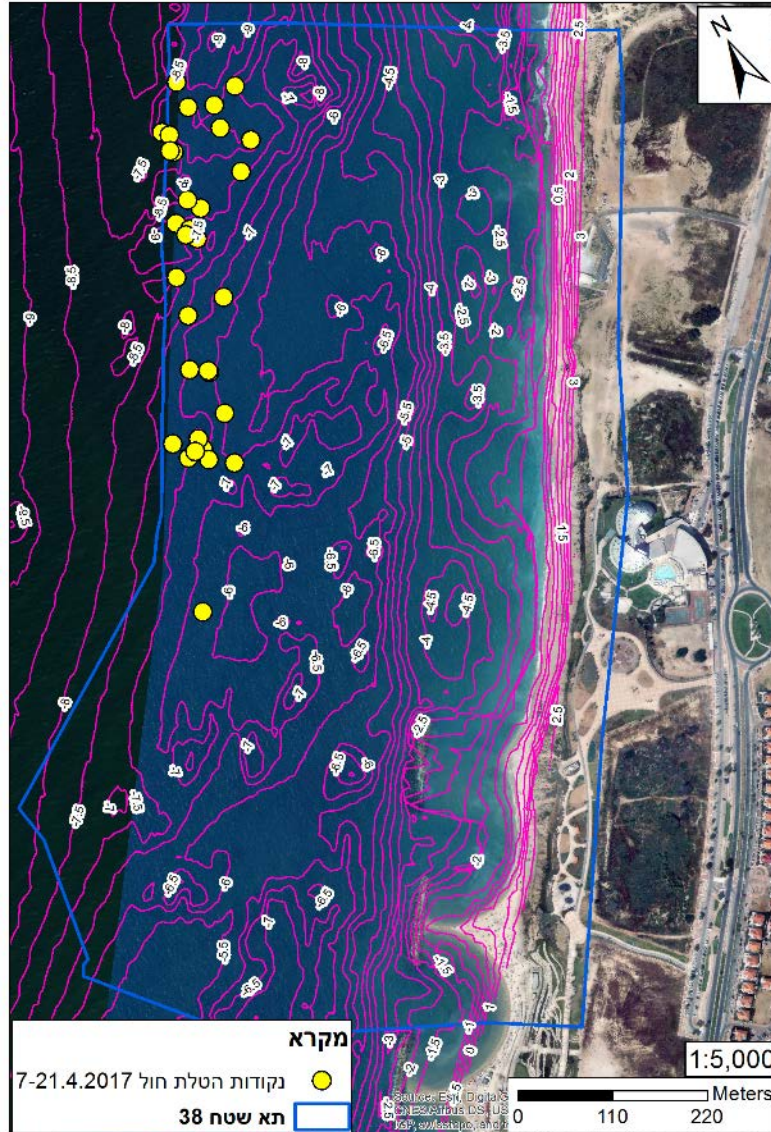
**חול שנצבר בכניסה למרינה, נשאב והועבר לאחסון על החוף. בפברואר 2016, כ- 11,000 מ"ק חול הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה לחוף מול השובר הצפוני (תיחום בקו אדום).**



**איור 3.3. העברת חול מהמרינה לאורך החוף.**

**בדצמבר 2016 ובדצמבר 2017, כ- 7,800 , 20,000 מ"ק חול בהתאמה, הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה ופוזרה בחוף עד מצפון למלון הולידי אין (תיחום בקו אדום).**





**איור 3.4. הטלת חול שבוצעה ע"י חברת החשמל בתאריכים 7-21.04.2017, בכמות של 37,850, בעומק 6.5 – 8.5 מ'. מיקומי ההטלה מוצגים בעיגולים צהובים.**

#### **4. שיטות המדידה והניטור**

לצורך ניטור תנועת החול החופי בוצעו מדידות קרקעיות ופוטוגרמטריות ותאום טופוגרפי בין המדידה היבשתית לימית. בנוסף נעשה שימוש במדידה בשיטת ה-LIDAR עבור ניטור נסיגת המצוקים לשנים 2016-2017. סיכום המדידות מרוכז בטבלה 3.

##### **מדידה ימית ומדידה קרקעית**

מדידה בתימטרית של קרקעית הים בתא שטח 38 בוצעה מעומק 1.5- מ' ועד 10- מ', בקווי מדידה במרווח של 25 מ'. דיוק המדידה עומד על 1% מהעומק. השלמת הבתימטריה נעשתה ע"י מדידה קרקעית מבוהן



המצוק ועד עומק 1.5- מטר (לא ניתן לבצע מדידת Single beam אפקטיבית בעומקים רדודים מ-1.5 מ' ולכן בעומקים אלה בוצעה מדידה קרקעית).

המדידות נעשו בנקודות הזמן הבאות:

א) 13.7.15 - לפני הטלת החול. המדידה הבתימטרית בוצעה ע"י חברת EDT. המדידה נעשתה ע"י סונר חד ערוצי (Single beam) שהוצב על גבי הספינה "M/K simrad echo" (דגם מכשיר EA-400P, תוצרת konsberg) ומדד את עומק קרקעית הים. המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבתימטרית לקרקעית בוצעה ע"י חברת "הלפרין פלוס".

ב) 28.8.2015 - כשלושה שבועות לאחר סיום ההטלה האחרונה. המדידה הבתימטרית בוצעה ע"י חברת "ליה-מרין". המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבתימטרית לקרקעית בוצעה ע"י חברת "הלפרין פלוס".

ג) 22.4.16 - כתשעה חודשים לאחר ההטלה. המדידה הבתימטרית בוצעה ע"י חברת EDT. המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבתימטרית לקרקעית בוצעה ע"י "חברת אופק צילומי אוויר".

ד) 7.11.2016 - מדידה בתימטרית בוצעה ע"י חברת EDT. המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבתימטרית לקרקעית בוצעה ע"י "חברת אופק צילומי אוויר".

ה) 6.02.2017 - מדידה בתימטרית בוצעה ע"י חברת EDT.

ו) 11.07.2017 - מדידה בתימטרית בוצעה ע"י חברת "ליה" בתחום עבודות הנחת הגיאויטיוב. המדידה נעשתה ע"י סונר רב ערוצי (MULTI BEAM – דגם מכשיר 250 KHz GeoSwath) לפי דרישות התקן הבינלאומי-IHO S 44, ובעל דיוק אנכי עד 25 ס"מ במים הרדודים ביותר.

#### **מדידות פוטוגרטריות**

המיפוי הפוטוגרטרית בוצע ע"י חברת הלפרין-פלוס וכלל את כל קטעי המצוקים ומשולב עם המדידה הקרקעית. המפות הוכנו בקנה"מ 1:2500, ומבוססות על צילום מה- 4.7.2015.

#### **אורתופוטו**

לצורך ניטור אחר נסיגת קווי החוף, בסיס וגג המצוק נעשה שימוש באורתופוטו מהמועדים הבאים: מאי 1997 (רזולוציית התצלום – 1.25 מ'), מרץ 2002 (1 מ'), אוגוסט 2010 (0.5 מ'), פברואר 2014 (0.5 מ'), פברואר 2016 (0.5 מ'), יוני 2016 (אשקלון בלבד, 5 ס"מ).

#### **LIDAR**

מד טווח הלייזר (LIDAR – Light Detection and Ranging) משמש כטכנולוגיה נפוצה להכנת מפות בהפרדה גבוהה. לצורך הניטור נעשה שימוש בסורק לייזר אווירי בדיוק של 4 נקודות למ"ר. הדיוק האנכי עומד על כ- 15 ס"מ. נתוני ה-LIDAR (דגם Optech ORION H300) סופקו ע"י חברת "אופק צילומי אוויר" עבור קו החוף

מקיסריה עד אשקלון לשנים 2015-2016. תאריכי ושעות איסוף המידע לשנת 2015: 12.6.15 (-9:10:12:30), 15.6.15 (15:30-16:00). לשנת 2016: 4.3.16 (13:25-14:19), 5.3.16 (10:12-12:13). לשנת 2017: 8.4.17 (10:24-14:42), 11.4.17 (15:30-17:37), 9.9.17 (9:26-10:21).

### מיפוי תלת ממדי

מיפוי תלת ממדי ברזולוציה מרחבית של 3 ס"מ, בוצע ע"י חברת סימפלקס ב- 10.06.2017 באזור אשקלון.

### נתוני גלים וזרמים

החברה מחזיקה ברשותה נתוני גלים וזרמים מתחנות שונות (חדרה, אשקלון, אשדוד) ומשתפת פעולה עם חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) בתחזוקת תחנות מדידה בחדרה ואשקלון שמזרימים נתונים בזמן אמת. להלן פירוט הנתונים:

1. תחנת אשקלון: התחנה פועלת החל מ-13.8.2017 בשיתוף עם חיא"ל ומזרימה נתונים בזמן אמת. ברשות החברה נתוני גלים וזרמים מהתאריכים 18.6.2015-20.9.2012. מיקום מד ה-ADCP בקצה המזח של תחנת הכוח באשקלון במרחק של 2.2 ק"מ מהחוף בעומק 26 מ' (152029.2, 616053.2).
2. תחנת חדרה: התחנה מזרימה נתונים בזמן אמת החל מ-20.5.2017 בשיתוף עם חיא"ל. ברשות החברה נתוני גלים וזרמים החל מ-4.1.2004.
3. נתניה: הוצבו שני מדי ADCP באופן זמני ע"י חיא"ל בתאריכים 5.1.17 – 26.4.17. מיקומי המדים: (א) מד דרומי: 184149.5, 690335.4, בעומק 15.5 מ'. (ב) מד צפוני: 184650.2, 692461.9, בעומק 15.6 מ'.

טבלה 4.6.1. נתוני גלים וזרמים ברשות החברה

תחנת מדידה	חיא"ל + MCCP	נתונים היסטוריים חיא"ל
אשקלון	החל מ-13.8.2017	6.2015 - 9.2012
חדרה	החל מ-20.5.2017	החל מ-1.2004
נתניה	26.4.2017 – 5.1.2017	

### עיבוד הנתונים

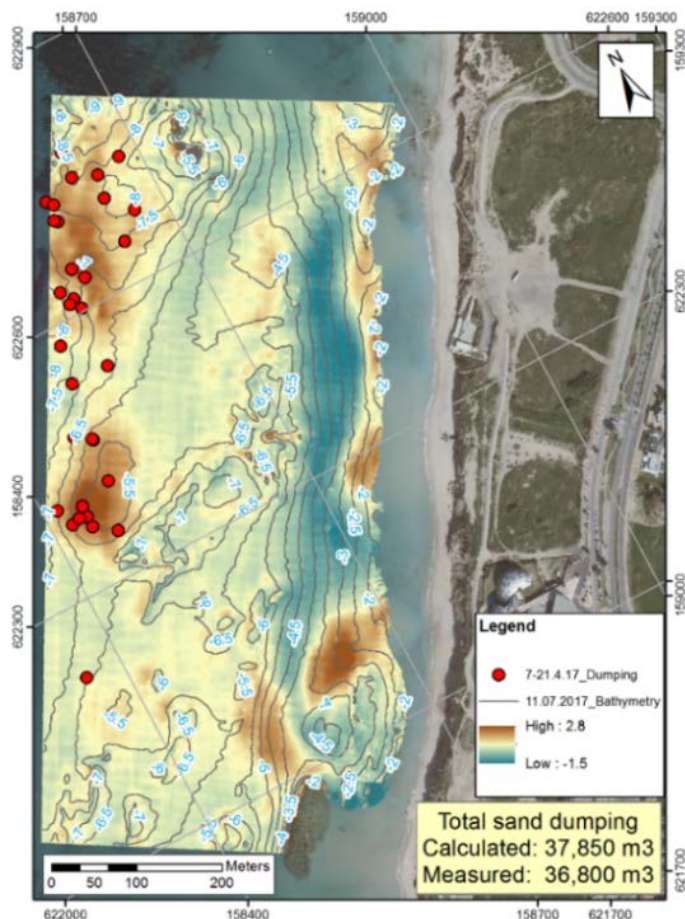
עיבוד הנתונים נעשה בתוכנות QGIS 2.14, ArcGIS 10.5, TerraExplorer Pro. קווי בסיס מצוק וראש מצוק נדגמו מתצלומי אורתופוטו 1997, 2002 ובשנים 2015-2017 מבוססים על הצלבת נתוני LIDAR ופוטוגרמטריה. דגימת קווי חוף מהשנים 1997, 2002, 2010, 2014 התבססו על אורתופוטו. בנוסף נעשתה דגימה של קו החוף מ-17.07.1986 ו-9.06.1991, מתוך מפה טופוגרפית שנמדדה בשיטה הפוטוגרמטרית, ע"י חברת "הנדסה ימית ואזרחית בע"מ", עבור עיריית אשקלון. קו החוף נקבע לפי קו הגבול בין חול רטוב

לחול יבש. נתוני ה-LIDAR ספקו טופוגרפיה של החוף בסיס וגג המצוק ובאמצעותם נעשה זיהוי נסיגת המצוק, טאלוסים שנשטפו וטאלוסים חדשים שנוצרו. פעולת הזיהוי נעשתה ע"י המכון הגאולוגי וכללה יצירת פוליגונים וחישוב כמויות ומסוכמים בדו"ח שהוגש לחברה להגנות המצוקים (כץ וחובריו, 2018).

## 5. ניתוח התוצאות

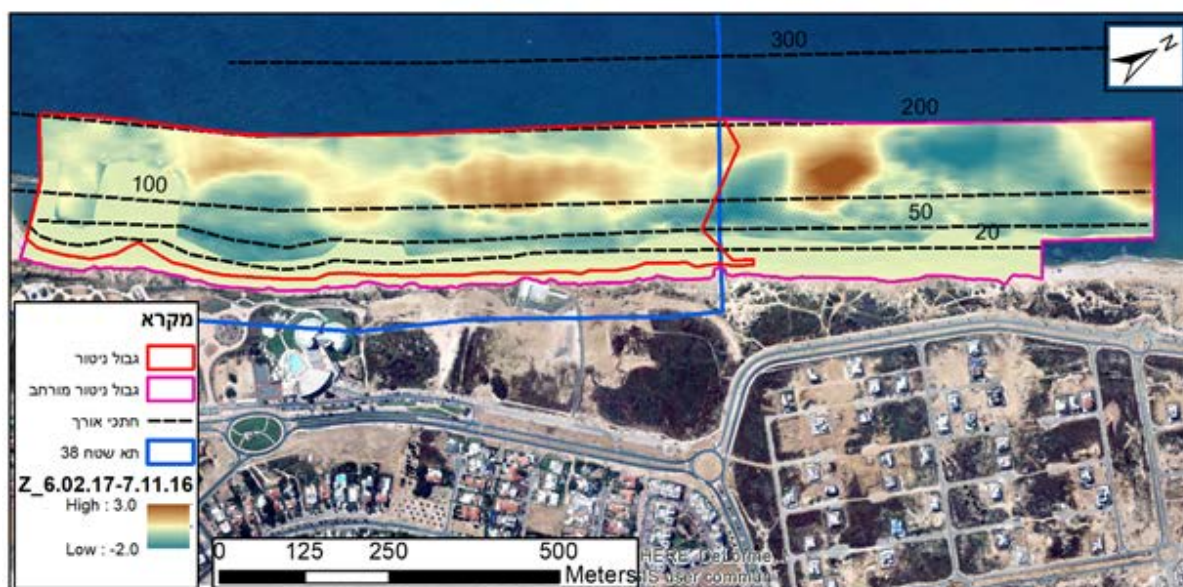
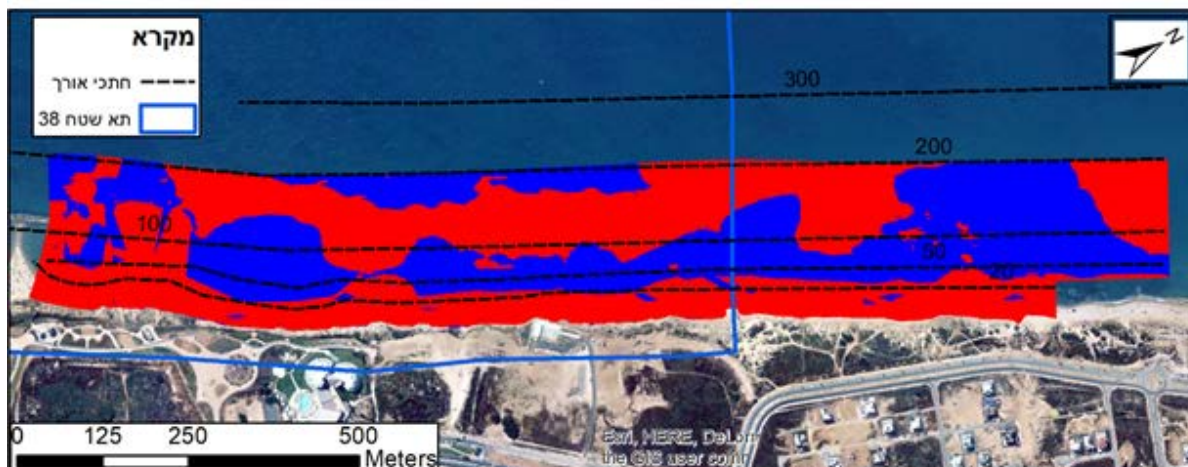
### שינויים במאזן החול 2016-2017

בפרק זה מוצג מאזן החול החל מפעולת הזנת החול שבוצעה ביולי 2015 ועד המדידה העדכנית בפברואר 2017. הטלת חול משמעותית בוצעה ע"י חברת החשמל (איור 5.1.1) ב-7-21.04.2017. חושב הפרש גובה בין מדידה לפני (6.02.2017) ואחרי הטלת החול (11.7.2017). מניתוח מפת הפרשים ניתן להסיק שרוב החול נשאר באותו מיקום של ההטלה ובהפרש גובה עד 2.8 מ'. יש לבחון השפעת סופות חורף עתידיות על שינויים בגובה החול.



**איור 5.1.1. הטלת חול שבוצעה ע"י חברת החשמל בתאריכים 7-21.04.2017. מיקומי ההטלה מוצגים בעיגולים אדומים. ברקע - מפת הפרשים בין מדידה בתימטריה לפני הטלת החול (6.02.2017) לבין מדידה בתימטריה לאחר ההטלה (11.07.2017)**

חישוב הנפחים נעשה על רצועה ברוחב 200 מ' (איור 5.1.2), רצועה זו נקבעה לפי גבול פזור החול והתייצבות בעומק הקרקעית, החל מעומק 4-6 מ' (הסבר מפורט בדו"ח ניטור מס' 2, פברואר 2017). נפחי החול חושבו בשני מצבים: בגבול תא השטח וגבול מורחב צפונה ב-1100 מ'. בדומה לניתוחים הקודמים גם כאן ניתן לזהות נסיגה והצטברות של חול בגובה 3 מ' ברצועה בין 50 - 200 מ' מהחוף. מאזן החול הכללי בתחום תא 38, מהניטור ביולי 2015 מראה על מאזן חיובי בנפח של כ-60,000 מ"ק, כאשר כ-90,000 נוספו בשינוע או הטלת חול (טבלה 5.1.1).



איור 5.1.2 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה

בין 6.2.2017 ו-7.11.2016. למעלה – מפת חישוב נפחים בין שתי התקופות. הצבע האדום מראה על תוספת חול והצבע הכחול מראה על גריעה של חול. למטה – מפת הפרשי הגובה, כאשר הצבע הכחול מעיד על גריעה והחום מעיד על תוספת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא.

טבלה 5.1.1 שינוי בנפחים לפני ואחרי הטלה והזנת חול בתא שטח 38 אשקלון.

תקופת מדידה	1	2	3	4	סה"כ
תאריך ניטור ראשוני	13-Jul-15	28-Aug-15	22-Apr-16	7-Nov-16	13-Jul-15
תאריך ניטור שני	28-Aug-15	22-Apr-16	7-Nov-16	6-Feb-17	6-Feb-17
עונה	קיץ	סתיו-חורף	אביב-קיץ	חורף	1.7 שנים
הטלת חול	71,200	11,000	אין	7,800	90,000
שטח הניטור (מ"ר)	209,240	209,240	(א) 209,240 (ב) 370,000	(א) 209,240 (ב) 370,000	(א) 209,240 (ב) 370,000
שטח תוספת חול (מ"ר)	185,951	112,370	87,340	125,470 (א) 209,750 (ב)	-
שטח איבוד חול (מ"ר)	23,289	96,870	121,900	(א) 84,800 157,000 (ב)	-
יחס בין תוספת/איבוד	8	1.2	0.7	1.5 (א) 1.3 (ב)	-
נפח תוספת חול (מ"ק)	73,526	68,868	34,565 73,400	46,200 (ב) 85,000	223,159 158,400
נפח איבוד חול (מ"ק)	-3,134	-66,135	-49,810 -76,000	(א) 44,230 (ב) -98,900	-163,309 -174,900
שינוי נטו בנפח (מ"ק)	70,392	2,733	-15,246 -2,600	(א) 1,970 (ב) -13,900	59,849 -16,500
טווח סטיית נפח מדידה-1%	704	27	152	139	-
הפרש ימים	46	238	199	91	574
שטף ליום (נפח נטו/יום)	1530	11	-77	(א) 22	104
			-13	-153	

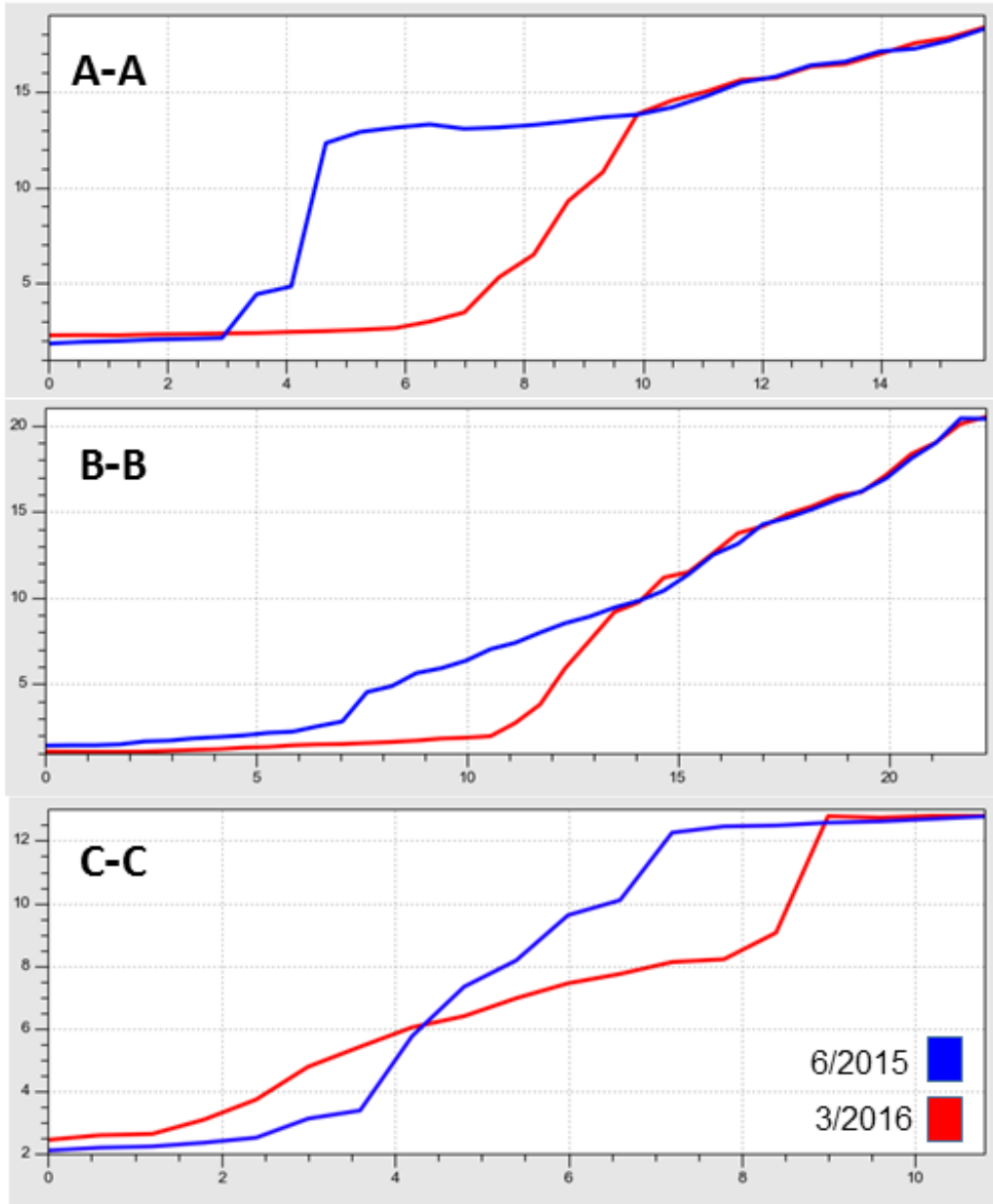
(א) נפחים מחושבים עבור שטח של 209,000 מ"ר.  
(ב) נפחים מחושבים עבור שטח מדידה מורחב צפונה 370,000 מ"ר.

### גלישות מדרון ונסיגת המצוק 2016-2017

גלישות חומר כורכרי מהמדרון לתחתית המדרון מהוות הגנה טבעית על בוחן המצוק, ככל והטאלוסים אינם מפונים בוחן המצוק מוגנת. תצפיות שמראות על פינוי טאלוסים מעידות על פעילות גלי הים על בוחן המצוק.

ניתן לחלק את נסיגת בסיס המצוק לשלושה מצבים: (1) התמוטטות המצוק ושטיפה ע"י הגלים של תוצרי ההתמוטטות לרגלי בסיס המצוק (חתך 1, איור 5.2.1), (2) שטיפה של בסיס המצוק (חתך 2), (3) התמוטטות המצוק והערמות תוצרי ההתמוטטות בבסיס המצוק (חתך 3).





**איור 5.2.1. חתכים טיפוסיים לנסיגת המצוק בין 2015 ל-2016. קווי המצוק מבוססים על נתוני Lidar מ-6/2015 (בכחול) ו-3/2016 (באדום). מיקומי החתכים מוצגים באיור 5.2.3.**

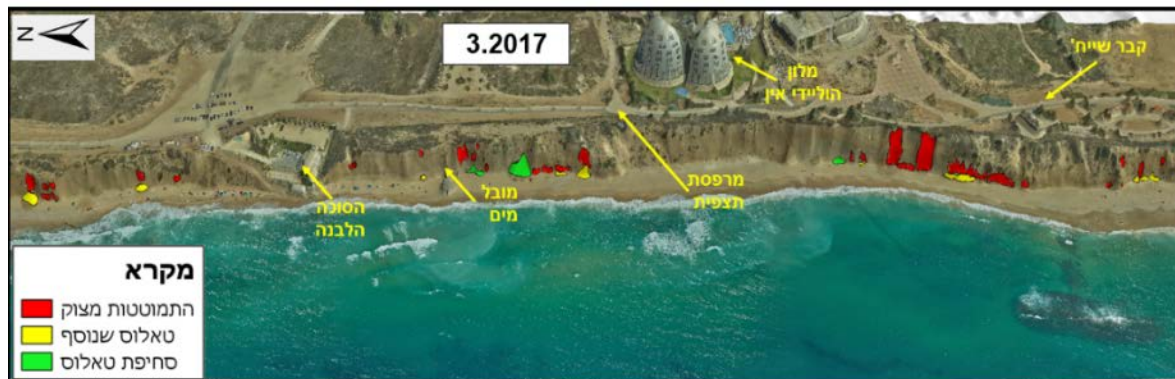
באיורים 5.2.2, 5.2.3 מוצגים אזורים של יצירת טאלוסים חדשים, אזורים בהם נשטפו טאלוסים וכן אזורים של התמוטטות מצוק. זיהוי הטאלוסים וחישובי הנפחים והשטחים מבוססים על נתוני LIDAR מהשנים 3/2016, 3/2017 (כץ וחבריו, 2018). בטבלה 5.2 מסוכמים חישוב השטחים והנפחים לתא שטח 38. בשנת 2017 נרשמה ירידה משמעותית (כ-66%) בנפח גריעת החול מהמצוק (2,150 מ"ק) לעומת 2016 (6,500 מ"ק).

גריעת החול מהמצוק<sup>1</sup> לשנת 2017 מהווה כ-10% מכלל כמות החומר לאורך כל המצוק החופי (2,150 מ"ק מתוך 20,000 מ"ק), לעומת שנת 2016 בה גריעת החול מהמצוק היוותה כ-22% (6,500 מ"ק מתוך 29,300) (כץ וחובריו 2018).

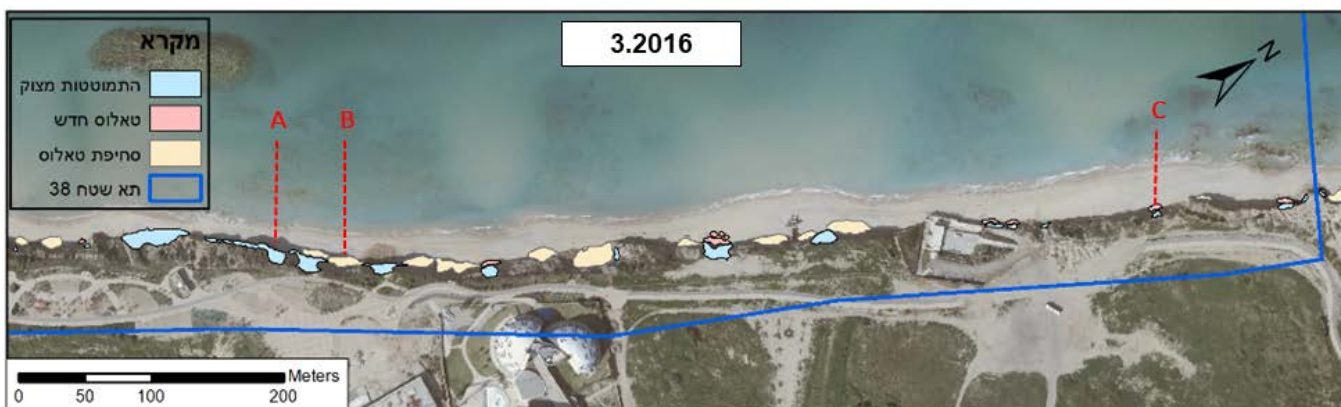
טבלה 5.2. חישוב שטחים וכמויות לטאלוסים שנשטפו, טאלוסים חדשים והתמוטטות מצוק

שנה	יחידה	טאלוסים שנשטפו	טאלוסים חדשים	התמוטטות מצוק	סך הכל גריעה (נתונים במ"ק) <sup>1</sup>
2017	שטח (מ"ר)	368	454	970	-
2017	כמות (מ"ק)	386	368	2132	2150
2016	שטח (מ"ר)	1852	294	1685	-
2016	כמות (מ"ק)	1909	382	5012	6539

1. סה"כ גריעת חומר מצוק מהמערכת החופית (כשל מצוק + סחיפת טאלוסים - טאלוסים שנוספו)



איור 5.2.2. מבט מהצד על התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בשנת 2017.



**איור 5.2.3 התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בין השנים 2017 (בתמונה העליונה והאמצעית) 2016 (בתמונה התחתונה). באדום מקווקוו מוצגים מיקומי חתכים טיפוסיים במקומות בהם התרחשה נסיגה משמעותית (איור 5.2.1).**

מהשוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016- 2017 (איור 5.2.4) ניתן לזהות אזורים בהם יש קריסות חוזרות ונשנות בעיקר מול שובר הגלים הצפוני (משוקע) ומצפון למלון הולידיי אין ועד למובל המים. המצוק ברצועה מול מלון הולידיי נשאר יציב יחסית עם קריסה אחת במשך שנתיים.



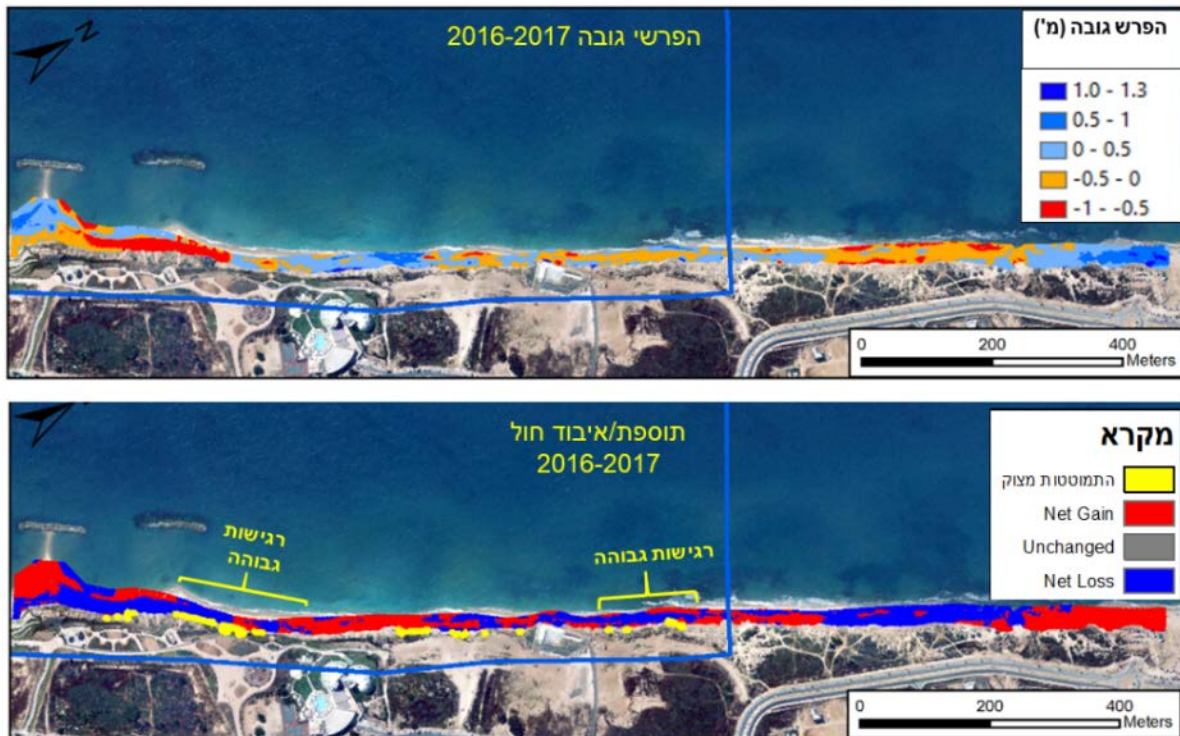


## איור 5.2.4. השוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016 – 2017.

### ניטור רצועת החוף

בין השנים 1986 ל-2017 נסוג קו החוף בשיעור של כ-50 מ' (2.1.1). הנסיגה התרחשה בתהליך הדרגתי והואצה עם בניית המרינה. בפרק זה נעשה ניתוח בין 3.2016 ל-3.2017 עבור הפרשי גבהים (איור 5.3.1 למעלה) וכמויות מילוי/חפירה (איור 5.3.1 למטה). ממפת הפרשי הגובה עולה כי בהשוואה בין שתי התקופות, באזור מול השובר הצפוני השקוע קיימת גריעה של חול (עד גובה -1 מ'), ברצועת החוף מול מלון הולידיי אין, לאורך כ-250 מ', קיימת תוספת של חול (+1 מ'). יש לציין שהחישוב כולל שנוע חול בכמות של 7,800 קוב שבוצע בדצמבר 2016 מהשובר הצפוני השקוע ועד מלון הולידיי אין.

ברצועת החוף מול השובר השקוע, יש התאמה בין האזור בו יש אבוד חול (צבע כחול) לבין קריסות המצוק (צבע צהוב) באזור שהוגדר כבעל רגישות גבוהה (איור 5.3.1 למטה, איור 5.2.4). לעומת זאת ברצועת החוף מול מלון הולידיי אין, באזור בו יש תוספת חול, לא התרחשו קריסות מצוק.



## איור 5.3.1 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה ברצועת החוף 2016-2017.

החישובים מבוססים על נתוני LIDAR מ-3.2016, 3.2017. למעלה – מפת הפרשי הגובה, כאשר הצבע הכחול מעיד על תוספת והאדום מעיד על גריעת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא. למטה – מפת חישוב נפחים. הצבע האדום מראה על תוספת חול והצבע הכחול מראה על גריעה של חול. התמוטטות המצוק בצבע צהוב.

## 6. סיכום

### להלן עיקר המסקנות:

- מניתוח תצלומי אוויר ומפות פוטוגרמטריות עולה כי קו החוף נסוג כ- 56-32 מ', בין השנים 1986-2017, כאשר הנסיגה המשמעותית התרחשה בדרום תא השטח ומצפון לשוברי הגלים. ככל שנצפין הנסיגה הולכת וקטנה. חיזוק לכך ניתן למצוא בעבודתם של קליין וחובריו (2010) שמצאו כי בין השנים 2010-1982 קו החוף נסוג בכ-50 מ' מצפון למרינת אשקלון.
- נסיגת בסיס המצוק נעה בין 22-8 מ' בין השנים 1997 ל-2017. עדות לנסיגת המצוק היא בחשיפת מובל המים שנבנה על קיר מצוק הכורכר ב-1998, ועם נסיגת המצוק נשאר חשוף עם תעלת הבטון המובילה אליו.
- בשנת 2017 נרשמה ירידה משמעותית (כ-66%) בנפח גריעת החול מהמצוק (2,150 מ"ק) לעומת 2016 (6,500 מ"ק). בהשוואה לממוצע 5 שנים הקודמות (2011-2016) חלה ירידה בכמות החול מ-11,000 ל-2,150 מ"ק (כך וחובריו 2017), מה שמעיד על האפקטיביות בפעולת הזנת החול שעמדה בפני כארבע סערות משמעותיות.
- גריעת החול מהמצוק לשנת 2017 מהווה כ-10% מכלל כמות החומר לאורך כל המצוק החופי (2,150 מ"ק מתוך 20,000 מ"ק), לעומת שנת 2016 בה גריעת החול מהמצוק היוותה כ-22% (6,500 מ"ק מתוך 29,300) (כך וחובריו 2018). השוני לא מעיד בהכרח על מגמה ארוכת טווח.
- מהשוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016-2017 ניתן לזהות אזורים בהם יש קריסות חוזרות ונשנות בעיקר מול שובר הגלים הצפוני (משוקע) ומצפון למלון הולידיי אין ועד למובל המים. המצוק ברצועה מול מלון הולידיי נשאר יציב יחסית עם קריסה אחת במשך שנתיים.
- רצועת החוף הצמודה מצפון לשובר הגלים הצפוני היא הפגיעה ביותר, ההשפעות פוחתות עם ההתקדמות צפונה. רצועת החוף מול שובר זה נסוגה ב-25 מ' בין השנים 2014-2016 כתוצאה משקיעת השובר.
- ניתוח נוסף באמצעות LIDAR סוכם בדו"ח נפרד של המכון הגאולוגי. (כך וחובריו 2018). הדו"ח מציג את מצב המצוק העכשווי לעומת השנה הקודמת והצגת כל אירועי ההתמוטטות החדשים (מהשנה החולפת) וכן שטיפת טאלוסים (תוצרי גלישות קדומות יותר שנערמו בבסיס המצוק) ויצירת טאלוסים חדשים.



## 7. רשימת ספרות

אלמגור, ג., פרת, א., 2016. חוף הים התיכון של ישראל – מהדורה רביעית. המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/13/02, 470 עמ'.

כץ, ע., מושקין, ע., בוסתן, ע., כרובי, א., שמש, ר., עופרי, ע., התמוטטות וסחיפת המצוק החופי בין השנים 2016 ו-2017. המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/01/2018. דו"ח עבור החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון.

קליין, מ., לייכטר, מ., דרור, א., 9/2014. שינויים במיקום קו החוף לאורך חופי ישראל. אוניברסיטת חיפה, החוג לגיאוגרפיה ולימודי סביבה. דו"ח עבור המשרד להגנת הסביבה. 90 ע'.

Corinthe for MCCP. Geotextile structures for beach protection, Ashkelon, Israel. Design of the marine works. Design report area 39. August 2017.

## 8. נספחים

### נספח 1

כמויות חול שהוזנו בתא שטח 38 בחודש אפריל 2017 ע"י חברת החשמל.

Dredging vessel TSHD 'EDT Yam'  
Dumping records of Ashkelon EAPC  
Period: April 2017

Time given in Israeli Summer Time from 24.03.2017

Load #	Date	Time Dump	Dump Coordinates Y (N)	Dump Coordinates X (E)	Dump Coordinates Lat (N)	Dump Coordinates Long (E)	Volume (m3)
ASHK 58	07.04.17	15:40	622218.5	158355.0	31 41.428492	034 33.557314	1,217
ASHK 59	07.04.17	20:30	622461.2	158492.8	31 41.560237	034 33.643587	1,194
ASHK 60	08.04.17	0:30	622474.3	158474.4	31 41.567283	034 33.631895	1,222
ASHK 61	08.04.17	5:20	622410.9	158486.2	31 41.533001	034 33.639606	1,194
ASHK 62	08.04.17	10:30	622531.1	158502.2	31 41.598097	034 33.649301	1,194
ASHK 63	08.04.17	15:40	622530.4	158548.7	31 41.597863	034 33.678726	1,194
ASHK 64	08.04.17	20:10	622385.2	158444.5	31 41.518963	034 33.613323	1,165
ASHK 65	09.04.17	0:20	622407.5	158416.5	31 41.530914	034 33.595492	1,194
ASHK 66	09.04.17	5:10	622353.8	158469.2	31 41.502072	034 33.629048	1,250
ASHK 67	09.04.17	10:05	622604.7	158553.7	31 41.638063	034 33.681584	1,108
ASHK 68	09.04.17	14:10	622371.4	158444.8	31 41.511502	034 33.613571	1,194
ASHK 69	09.04.17	18:20	622384.5	158424.7	31 41.518542	034 33.600782	1,222
ASHK 70	09.04.17	21:15	622398.3	158445.1	31 41.526034	034 33.613676	624
ASHK 71	13.04.17	2:05	622387.6	158435.1	31 41.520206	034 33.607394	1,108
ASHK 72	13.04.17	6:00	622463.2	158492.4	31 41.561323	034 33.643342	1,137
ASHK 73	16.04.17	12:35	622634.4	158573.7	31 41.654203	034 33.694123	1,222
ASHK 74	16.04.17	16:45	622677.1	158662.6	31 41.677607	034 33.750268	1,194
ASHK 75	17.04.17	10:15	622745.2	158615.6	31 41.714318	034 33.720285	1,251
ASHK 76	17.04.17	14:15	622632.1	158539.7	31 41.652834	034 33.672630	1,251
ASHK 77	17.04.17	18:45	622618.5	158550.4	31 41.645557	034 33.679439	1,222
ASHK 78	18.04.17	6:40	622614.8	158543.9	31 41.643483	034 33.675349	1,250
ASHK 79	18.04.17	11:40	622707.1	158576.9	31 41.693570	034 33.695887	1,194
ASHK 80	18.04.17	16:40	622649.7	158635.1	31 41.662667	034 33.732947	1,222
ASHK 81	18.04.17	21:10	622576.3	158511.0	31 41.622578	034 33.654717	1,137
ASHK 82	19.04.17	2:00	622777.0	158618.1	31 41.731491	034 33.721740	1,222
ASHK 83	19.04.17	6:45	622650.1	158564.8	31 41.662687	034 33.688468	1,222
ASHK 84	19.04.17	12:45	622706.2	158637.8	31 41.693247	034 33.734455	1,023
ASHK 85	20.04.17	14:15	622733.3	158643.9	31 41.707953	034 33.738195	1,222
ASHK 86	20.04.17	19:05	622733.5	158575.1	31 41.707857	034 33.694641	1,251
ASHK 87	20.04.17	0:00	622726.8	158581.8	31 41.704247	034 33.698922	1,279
ASHK 88	21.04.17	4:35	622741.4	158676.1	31 41.712448	034 33.758584	1,251
ASHK 89	21.04.17	9:30	622710.1	158573.4	31 41.695153	034 33.693689	1,222
							<b>37,851</b>

## נספח 2

סיכום הפיעולות לאורך המצוק החופי בין השנים 2016 ו- 2017.

מקטע	אורך (קילומטר)	כשל מצוק - מספר קריסות	כשל מצוק - נפתח כולל (m <sup>3</sup> )	סחיפת טאלוס - מספר פוליגונים	סחיפת טאלוס - נפתח כולל (m <sup>3</sup> )	מספר טאלוסים שנוספו	טאלוסים שנוספו - נפתח כולל (m <sup>3</sup> )	סך הכל גריעה <sup>1</sup> - (m <sup>3</sup> )
עין הרים	3.0	10	-44 -/+14	5	-30 -/+13	1	5 -/+2	-69 -/+19
נעורים	5.3	99	-865 -/+176	18	-246 -/+108	35	595 -/+148	-516 -/+254
נתניה העיר	3.1	104	-2,071 -/+303	3	-144 -/+36	50	1,692 -/+258	-523 -/+399
נתניה דרום	4.0	55	-2,862 -/+428	10	-66 -/+33	31	2,106 -/+452	-822 -/+623
געש	10.0	179	-16,543 -/+1,373	51	1,965 -/+570	87	6,119 -/+920	-12,389 -/+1,748
אשקלון צפון	3.0	69	-2,132 -/+203	8	-386 -/+77	14	368 -/+95	-2,150 -/+236
אשקלון דרום	3.5	26	-2,945 -/+270	7	-162 -/+44	6	54 -/+14	-3,053 -/+273
סיכום	31.9	542	-27,462 -/+1518	102	-2,999 -/+589	224	10,939 -/+7,071	-19,522 -/+1,948

1. סך הכל גריעת חומר מצוק מהמערכת החופית (כשל מצוק, טאלוסים שנוספו וסחיפת טאלוסים).  
(כך וחובריו, 2017)