



אשקלון תא שטח 38 – דוח ניטור 2017-2018



כתיבה: ד"ר רוני נהוראי

נתניה, אייר תשע"ט, מאי 2019

תוכן עניינים

1	מבוא.....	5
1.1	אזור העבודה.....	5
1.2	הזנת חול – סקירה כללית.....	6
1.3	נתוני סערות חורף.....	7
2.	שיטות המדידה והניטור.....	9
2.1	מדידה ימית ומדידה קרקעית.....	9
2.2	מדידות פוטוגרמטריות.....	10
2.3	אורתופוטו.....	10
2.4	LIDAR.....	10
2.5	מיפוי תלת ממדי.....	11
2.6	נתוני גלים וזרמים.....	11
2.7	עיבוד הנתונים.....	11
3.	ניתוח התוצאות.....	12
3.1	שינויים במאזן החול.....	12
3.2	גלישות מדרון ונסיגת המצוק.....	14
3.3	נסיגת בסיס המצוק.....	18
3.4	נסיגת קו החוף.....	20
3.5	ניטור רצועת החוף.....	22
4.	סיכום.....	23
5.	רשימת ספרות.....	25
6.	נספחים.....	26

רשימת איורים

- איור 1.1 אשקלון תא שטח 38. 5.....
- איור 1.3.1. גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חיא"ל מתחנת חדרה. 8.....
- איור 1.3.2. גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חיא"ל מתחנת חדרה (עד 13.11.17) ומתחנת אשקלון (14.11.17-18.4.18). 9.....
- איור 3.1 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה בין 15.04.2018 ו-6.02.2017 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 הירוק מעיד על גריעה והחום מעיד על תוספת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא. 13.....
- איור 3.2.1. 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 3.2.2. 15.....
- איור 3.2.2. התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בין השנים 2017-18 (תמונה עליונה), 2016-17 (תמונה אמצעית), 2015-16 (תמונה תחתונה). באדום מקווקוו מוצגים מיקומי חתכים טיפוסיים במקומות בהם התרחשה נסיגה משמעותית (איור 3.2.1). 16.....
- איור 3.2.3. השוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016 – 2018. 17.....
- איור 3.3.1. נסיגת בסיס המצוק בין השנים 1997 – 2019. 18.....
- איור 3.3.2. מחזוריות קריסת ושטיפת טאלוסים (משמאל למעלה, נגד כוון השעון). 18.....
- איור 3.3.3. נסיגת בסיס המצוק במעביר המים בשנים 1998 – 2018. קריסת מעביר המים והתפתחות צניר במוצא שפך תעלת הניקוז. 19.....
- איור 3.3.4. נסיגת המצוק במרפסת התצפית מול מלון הולידיי אין בשנים 2013 – 2019. 20.....
- איור 3.3.5. ארוזיה במצוק כתוצאה מצינורות ניקוז גלויים בגג המצוק. 20.....
- איור 3.4.1. נסיגת קו החוף בין השנים 1986-2019 למעלה – קו החוף מאפריל 2019 (בירוק) ומאפריל 2018 על רקע אורתופוטו ממאי 2019. למטה – נסיגת קו החוף מיולי 1986 ועד אפריל 2019. רוחב הנסיגה כ-51 מ'. 21.....
- איור 3.4.2. נסיגת קו החוף כ-1000 מ' מצפון לתא 38 בין השנים 1986-2019. בירוק – קו החוף מאפריל 2019 בשחור – אפריל 2018 ובוורוד – מיולי 1986, על רקע אורתופוטו ממאי 2019. רוחב התרחבות קו החוף בין 9-17 מ'. 22.....
- איור 3.5.1. מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה ברצועת החוף 2017-2018. החישובים מבוססים על נתוני LIDAR מ-3.2017, 10.2018. 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.....

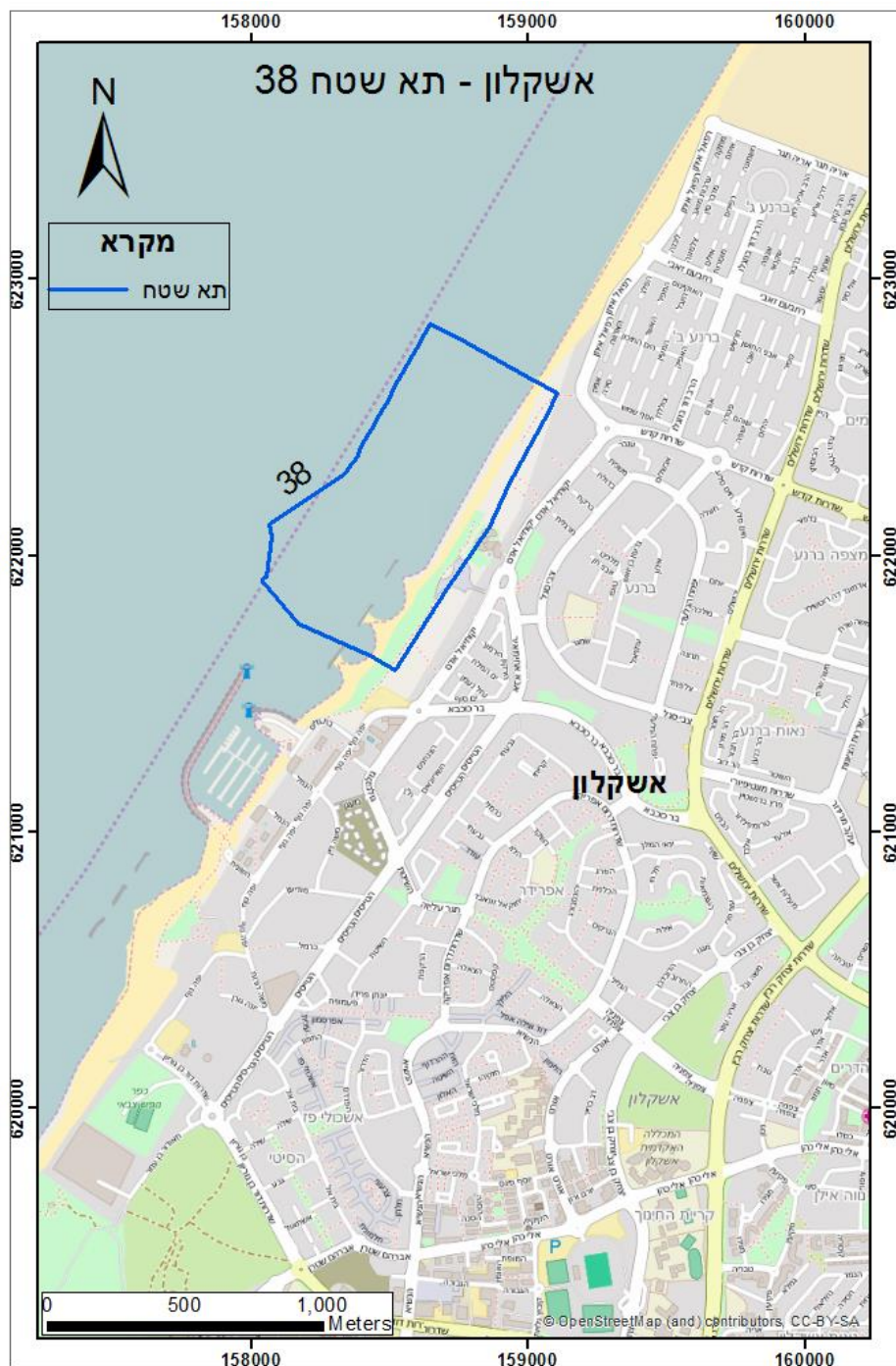
רשימת טבלאות

- טבלה 1.2. סיכום פעולות מדידה והזנה/שינוע חול בתא שטח 38 אשקלון. 7.....
- טבלה 1.3. הסתברות סטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות. 8.....
- טבלה 2.6. נתוני גלים וזרמים ברשות החברה. 11.....
- טבלה 3.1. שינוי בנפחים לפני ואחרי הטלה והזנת חול בתא שטח 38 אשקלון. 14.....
- טבלה 3.2. חישוב שטחים וכמויות לטאלוסים שנשטפו, טאלוסים חדשים והתמוטטות מצוק. 16.....
- טבלה 3.4.1. איבוד שטח מ-1986 כתוצאה מנסיגת קו החוף. 21.....

1. מבוא

1.1 אזור העבודה

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, 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 מכון). 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.

החל מיולי 2017 מבוצעים עבודות להנחת גיאויובים (שקי חול מטובעים) מול חופי אשקלון. חלק מהגאויובים ניזוקו במהלך חורף 2018-19 ועוברים תהליך שיקום.

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

1.2 הזנת חול – סקירה כללית

בין יולי 2015 לדצמבר 2017 בוצעו ארבעה פרויקטים של הזנת חול (טבלה 1.2):

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.
 2. פברואר 2016: כ-11,000 מ"ק חול הועברו בשינוע יבשתי מהכניסה למרינה ופוזרו בחוף מול השובר הצפוני. 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.
 4. 7-21.04.2017: הטלת חול ע"י חברת החשמל בכמות של 37,850, בעומק 6.5 – 8.5 מ'.
 5. 19.07.2017 – תחילת עבודות הנחת גיאויובים מול מלון הולידי אין. המקור לחול מהמרינה באשקלון.
 6. דצמבר 2017 : שינוע חול מהמרינה בכמות של כ-20,000 קוב.
- סה"כ חול שהוסף במרחב החוף כ-110,000 מ"ק, ובים הוספו כ-37,800 מ"ק.

טבלה 1.2. 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+קרקעית	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
אפריל 2018	בתימטריה+קרקעית	1.4 קמ"ר
אוקטובר 2018	LIDAR	לאורך החוף
• אוקטובר 2018	בתימטריה	0.3 קמ"ר
ינואר 2019	בתימטריה	0.67 קמ"ר

• מדידה בשטח מצומצם.

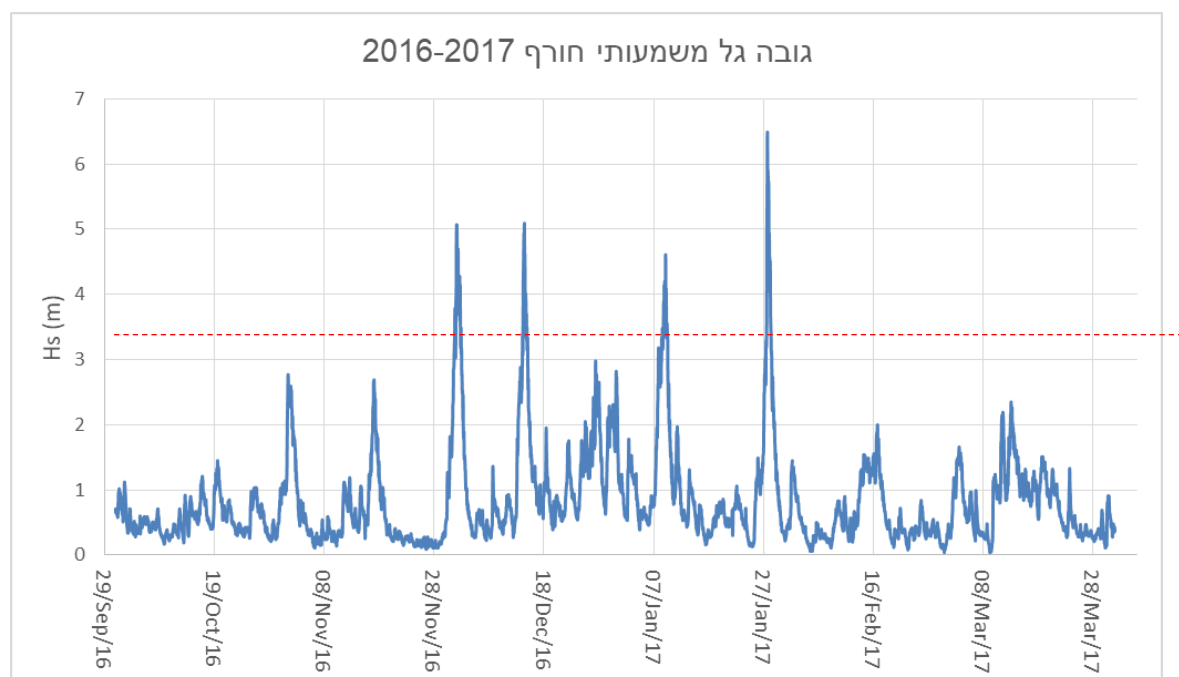
1.3 נתוני סערות חורף

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 1.3 מוצגת ההסתברות הסטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות (Corinthe 2017). על פי ההסתברות מגיעים גלים בגובה 6.2 מ' לחופי הארץ פעם ב-5 שנים.

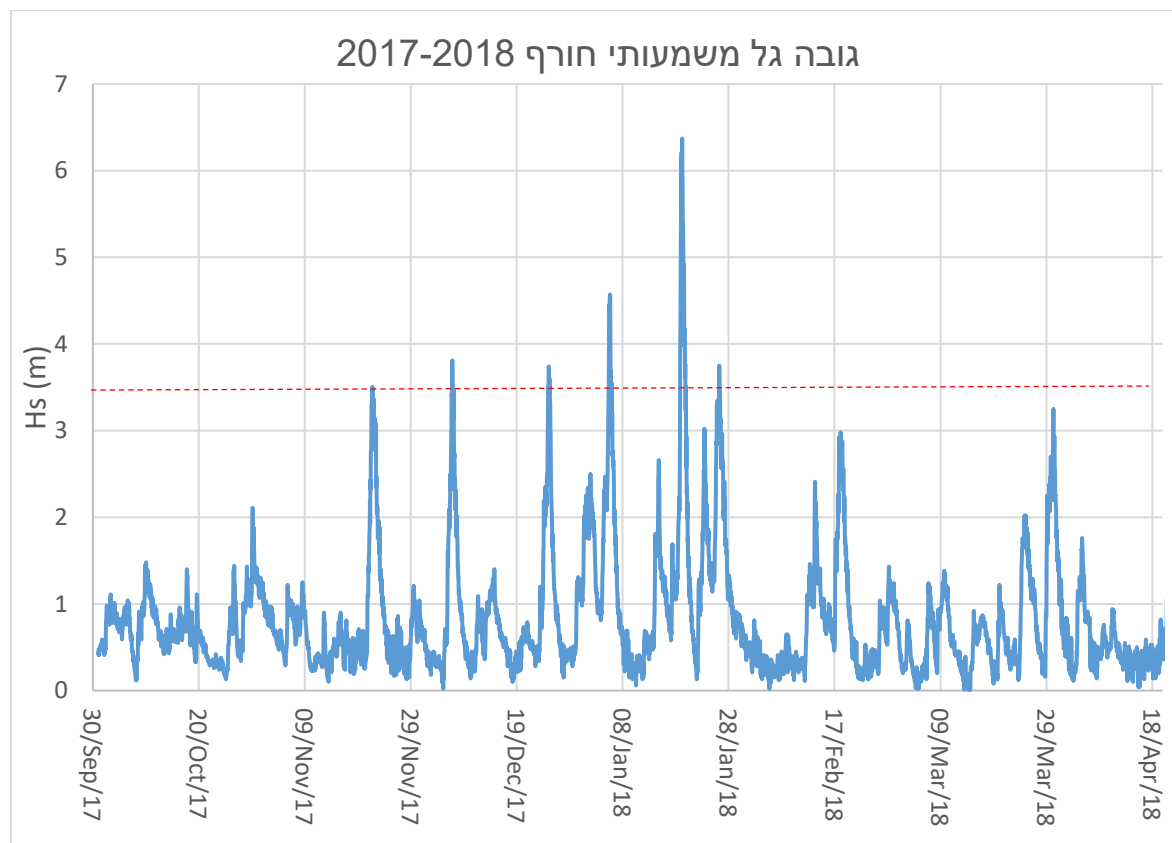
טבלה 1.3 הסתברות סטטיסטית לזמן חזרה להופעת סערות

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

בהשוואה לחורף הקודם חל גידול בכמות סערות החורף, אך קיימת ירידה בעוצמת גובה הגלים (איורים 1.3.1, 1.3.2). בחורף 2016-2017 התרחשו כ-4 סערות משמעותיות. הסערה החזקה ביותר התרחשה ב-27 לינואר 2017 עם גובה גל משמעותי של 6.5 מ', בעל זמן חזרה של אחת ל-5 שנים. בחורף 2017-2018 התרחשו כ-6 סערות משמעותיות. הסערה החזקה ביותר התרחשה ב-19 לינואר 2018 עם גובה גל משמעותי של 6.3 מ', בעל זמן חזרה של אחת ל-5 שנים.



איור 1.3.1. גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חי"ל מתחנת חדרה.



איור 1.3.2. גובה גל משמעותי מחורף 2016-2017. המקור – נתונים של חיא"ל מתחנת חדרה (עד 13.11.17) ומתחנת אשקלון (14.11.17-18.4.18).

2. שיטות המדידה והניטור

לצורך ניטור תנועת החול החופי בוצעו מדידות קרקעיות ופוטוגרטריות ותאום טופוגרפי בין המדידה היבשתית לימית. בנוסף נעשה שימוש במדידה בשיטת ה-LIDAR עבור ניטור נסיגת המצוקים לשנים 2017-2018. סיכום המדידות מרוכז בטבלה 1.2.

2.1 מדידה ימית וקרקעית

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 הבטימטרית בוצעה ע"י חברת "ליה-מרין". המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבטימטרית לקרקעית בוצעה ע"י חברת "הלפרין פלוס".

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

ד) 7.11.2016 – מדידה קרקעית + בטימטרית. מדידה בטימטרית בוצעה ע"י חברת EDT. המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבטימטרית לקרקעית בוצעה ע"י "חברת אופק צילומי אוויר".

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

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

ז) 15.04.2018 – מדידה קרקעית + בטימטרית. מדידה בטימטרית בוצעה ע"י חברת "ליה". המדידה הקרקעית וכן ההתאמה בין המדידה הבטימטרית לקרקעית בוצעה ע"י "דארקר".

ח) 16.10.2018, 22.01.2019 - מדידה בטימטרית בוצעה ע"י חברת "ליה" עבור בקרה על עבודות הגיאויטוב.

2.2 מדידות פוטוגרמטריות

המיפוי הפוטוגרמטרי 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.

2.3 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), מאי 2019 (כל רצועת החוף, 10 ס"מ).

2.4 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, 15:30-17:37), 11.4.17 (9:26-10:21). לשנת 2018: 5-12.10.18.

2.5 מיפוי תלת ממדי

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

2.6 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 פרוט 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' (616053.2, 152029.2).
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 2.6. נתוני גלים וזרמים ברשות החברה

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

2.7 עיבוד הנתונים

עיבוד הנתונים נעשה בתוכנות QGIS 2.18, ArcGIS 10.6, 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, 2019 התבססו על אורתופוטו. בנוסף נעשתה דגימה של קו החוף מ-17.07.1986 ו-9.06.1991, מתוך מפה טופוגרפית שנמדדה

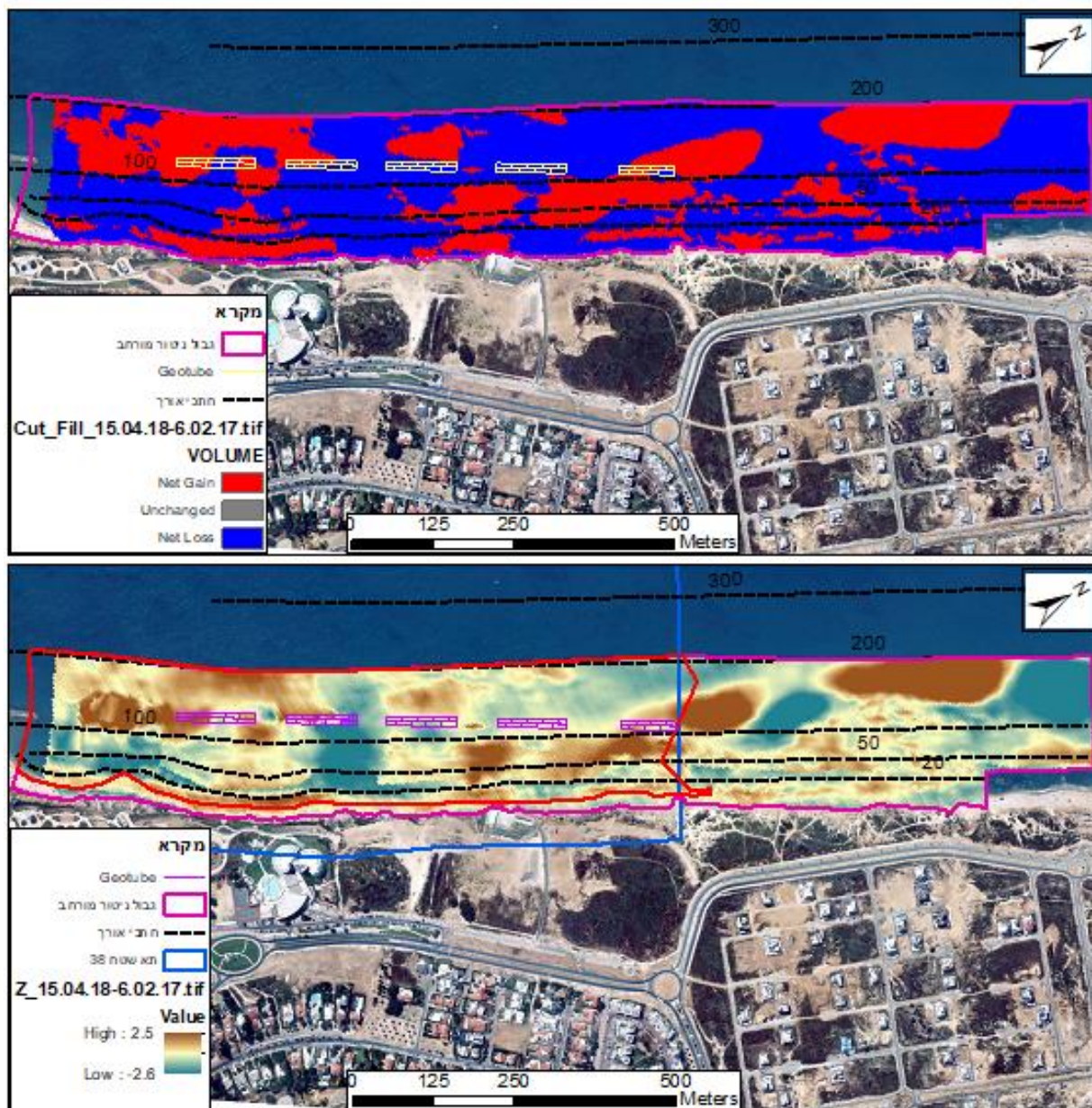
בשיטה הפוטוגרמטרית, ע"י חברת "הנדסה ימית ואזרחית בע"מ", עבור עיריית אשקלון. קו החוף נקבע לפי קו הגבול בין חול רטוב לחול יבש. נתוני ה-LIDAR ספקו טופוגרפיה של החוף בסיס וגג המצוק ובאמצעותם נעשה זיהוי נסיגת המצוק, טאלוסים שנשטפו וטאלוסים חדשים שנוצרו. פעולת הזיהוי נעשתה ע"י המכון הגאולוגי וכללה יצירת פוליגונים וחישוב כמויות ומסוכמים בדו"ח שהוגש לחברה להגנות המצוקים (כץ וחובריו, 2019).

3. ניתוח התוצאות

3.1 שינויים במאזן החול

בפרק זה מוצג מאזן החול החל מפעולת הזנת החול שבוצעה ביולי 2015 ועד המדידה העדכנית באפריל 2018. נכון לתאריך כתיבת הדו"ח הוקמו 5 גאוטיובים, ארבעת הדרומיים ניזוקו במהלך החורף האחרון מסיבות שונות, כאשר הצפוני ביותר נשאר בשלמותו. הגאוטיובים יושבים ברצועה של יצירת השרטונות לאורך החורף. יש לבחון לאורך זמן את השפעת הגאוטיובים על תנועת החול ותהליך יצירת השרטונות.

חישוב הנפחים נעשה על רצועה ברוחב 200 מ' (איור 3.1), 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'. ניתן לזהות נסיגה והצטברות של חול בגובה 2.5 מ' ברצועה בין 50 - 200 מ' מהחוף. מאזן החול הכללי בתחום תא 38, מהניטור ביולי 2015 מראה על מאזן שלילי בנפח של כ-16,000 מ"ק (טבלה 3.1).



איור 3.1 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה בין 15.04.2018 ו-6.02.2017. 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 הירוק מעיד על גריעה והחום מעיד על תוספת חול. הפרשי הגובה מצוינים במקרא.

טבלה 3.1 שינוי בנפחים לפני ואחרי הטלה והזנת חול בתא שטח 38 אשקלון.

תקופת מדידה	1	2	3	4	5	סה"כ
תאריך ניטור ראשוני	13-Jul-15	28-Aug-15	22-Apr-16	7-Nov-16	6-Feb-17	13-Jul-15
תאריך ניטור שני	28-Aug-15	22-Apr-16	7-Nov-16	6-Feb-17	15-Apr-18	15-Apr-18
עונה	קיץ	סתיו-חורף	אביב-קיץ	חורף	קיץ	2.9 שנים
הטלת חול	71,200	11,000	אין	7,800	אין	90,000
שטח הניטור (מ"ר)	209,240	209,240	209,240 (א) 370,000 (ב)	209,240 (א) 370,000 (ב)	370,000 (ב)	209,240 (א) 370,000 (ב)
שטח תוספת חול (מ"ר)	185,951	112,370	87,340	125,470 (א) 209,750 (ב)	128,000 (ב)	-
שטח איבוד חול (מ"ר)	23,289	96,870	121,900	84,800 (א) 157,000 (ב)	228,600 (ב)	-
יחס בין תוספת/איבוד	8	1.2	0.7	1.5 (א) 1.3 (ב)	0.6 (ב)	-
נפח תוספת חול (מ"ק)	73,526	68,868	34,565 73,400	46,200 (א) 85,000 (ב)	68,567 (ב)	227,000 (ב)
נפח איבוד חול (מ"ק)	-3,134	-66,135	-49,810 -76,000	-44,230 (א) -98,900 (ב)	-126,041 (ב)	-301,000 (ב)
שינוי נטו בנפח (מ"ק)	70,392	2,733	-15,246 -2,600	1,970 (א) -13,900 (ב)	-57,474 (ב)	-16,000 (ב)
טווח סטיית נפח מדידה-1%	704	27	152	139	574	-
הפרש ימים	46	238	199	91	433	1,007
שטף ליום (נפח נטו/יום)	1530	11	-77 -13	22 (א) -153 (ב)	-132 (ב)	16 (ב)

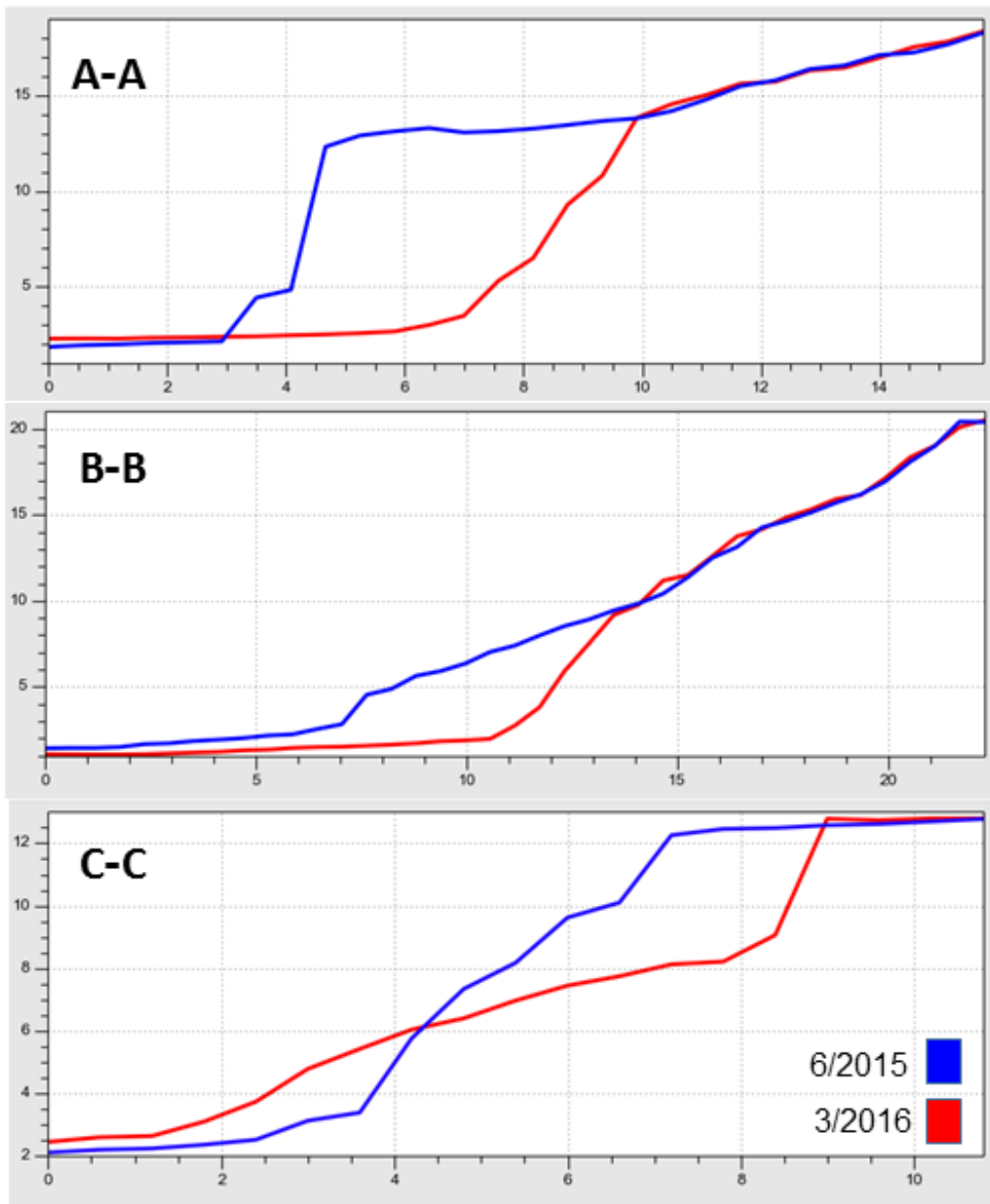
(א) נפחים מחושבים עבור שטח של 209,000 מ"ר.

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

3.2 גלישות מדרון ונסיגת המצוק

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

ניתן לחלק את נסיגת בסיס המצוק לשלושה מצבים: (1) התמוטטות המצוק ושטיפה ע"י הגלים של תוצרי ההתמוטטות לרגלי בסיס המצוק (חתך A-A, איור 3.2.1), (2) שטיפה של בסיס המצוק (חתך B-B), (3) התמוטטות המצוק והערמות תוצרי ההתמוטטות בבסיס המצוק (חתך C-C).



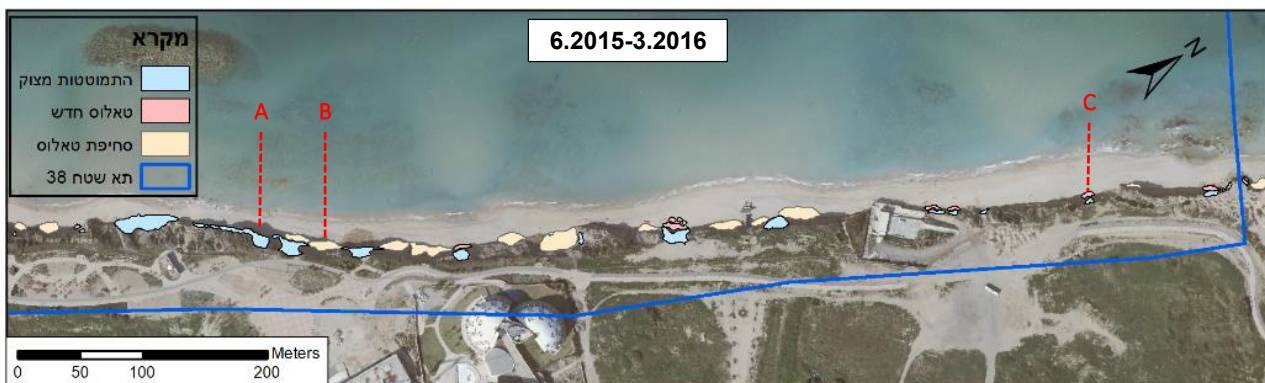
איור 3.2.1. חתכים טיפוסיים לנסיגת המצוק בין 2015 ל-2016. קווי המצוק מבוססים על נתוני Lidar מ-6/2015 (בכחול) ו-3/2016 (באדום). מיקומי החתכים מוצגים באיור 3.2.2.

באיור 3.2.2, 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, 10/2018 (כץ וחובריו, 2019). בטבלה 3.2 מסוכמים חישוב השטחים והנפחים לתא שטח 38. בשנת 2018 נרשמה עלייה (כ-27%) בנפח גריעת החול מהמצוק (2,720 מ"ק) לעומת 2017 (2,150 מ"ק). גריעת החול מהמצוק¹ לשנת 2018 מהווה כ-8% מכלל כמות החומר לאורך כל המצוק החופי (2,720 מ"ק מתוך 36,500 מ"ק), לעומת שנת 2017 בה גריעת החול מהמצוק היוותה כ-11% (2,150 מ"ק מתוך 20,000) (כץ וחובריו 2018).

טבלה 3.2. חישוב שטחים וכמויות לטאלוסים שנשטפו, טאלוסים חדשים והתמוטטות מצוק

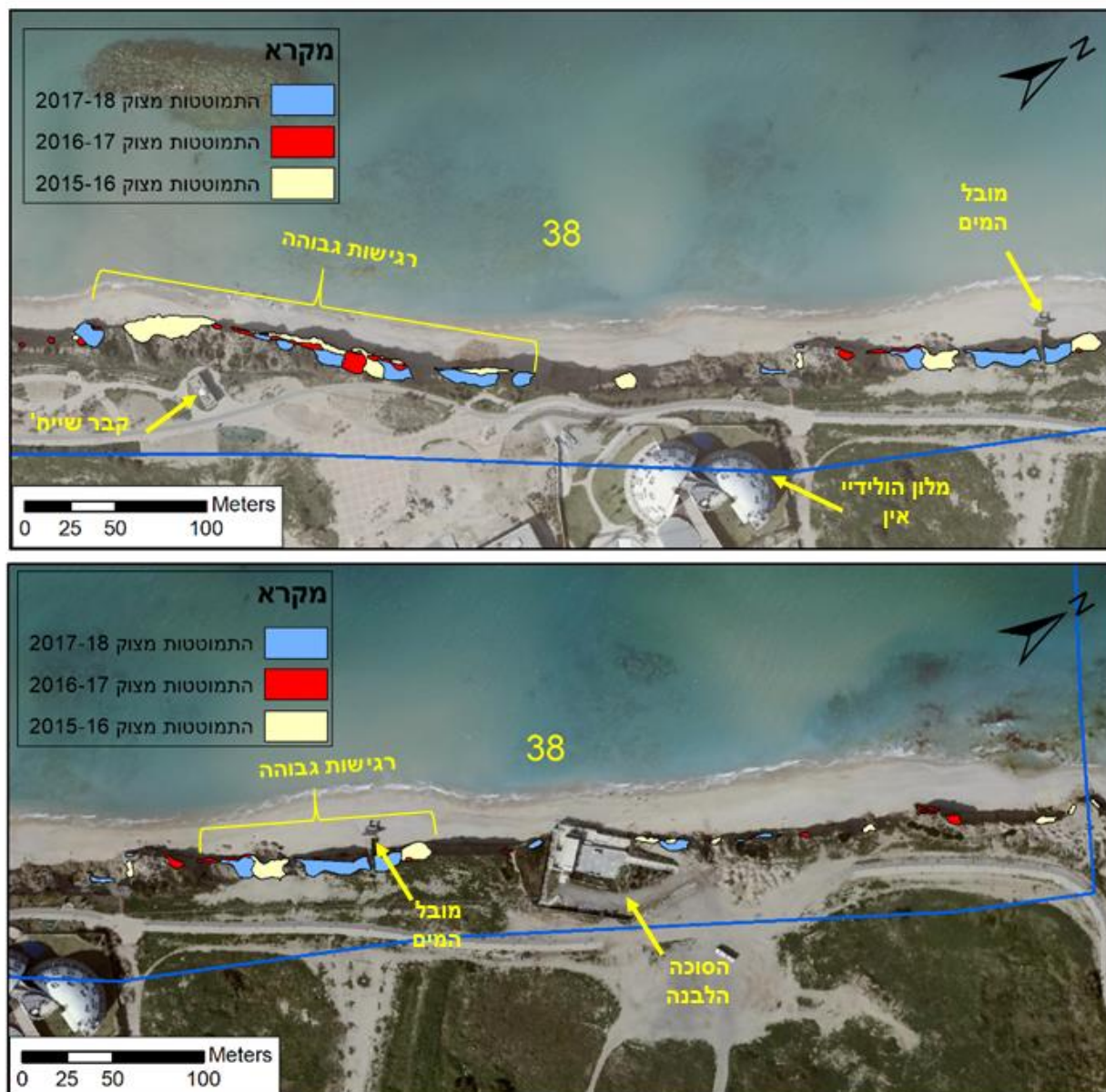
תאריך צילום	תקופת ניטור	מס' חודשים	יחידה	טאלוסים שנשטפו	טאלוסים חדשים	התמוטטות מצוק	סה"כ גריעה (במ"ק) ¹
10.2018	4.17-10.18	19	שטח (מ"ר)	350	1310	1509	-
			כמות (מ"ק)	424	1441	3737	2720
3.2017	3.16-4.17	13	שטח (מ"ר)	368	454	970	-
			כמות (מ"ק)	386	368	2132	2150
3.2016	6.15-3.16	10	שטח (מ"ר)	1852	294	1685	-
			כמות (מ"ק)	1909	382	5012	6539

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



איור 3.2.2. התמוטטות מצוק, טאלוסים חדשים וסחיפת טאלוסים בין השנים 2017-18 (תמונה עליונה), 2016-17 (תמונה אמצעית), 2015-16 (תמונה תחתונה). באדום מקווקו מוצגים מיקומי חתכים טיפוסיים במקומות בהם התרחשה נסיגה משמעותית (איור 3.2.1).

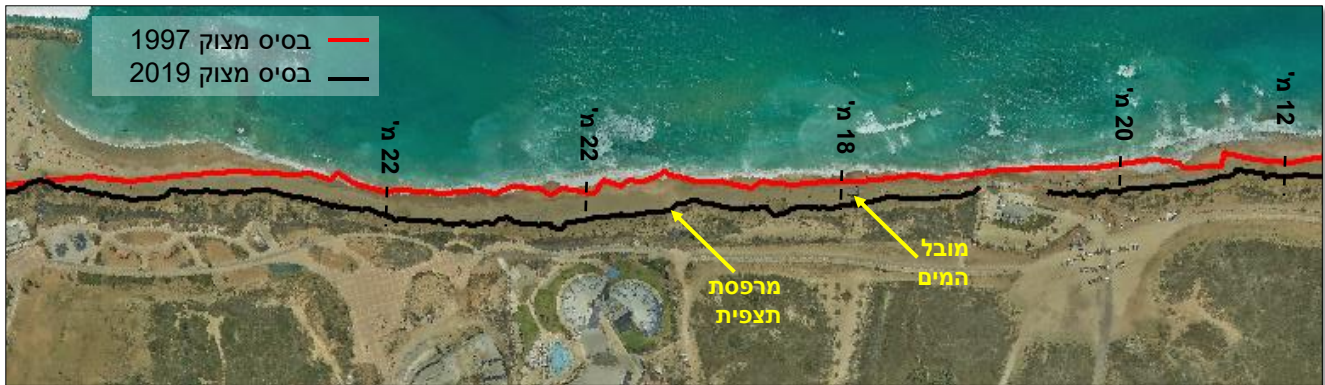
מהשוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2017-2018 (איור 3.2.3) ניתן לזהות אזורים בהם יש קריסות חוזרות ונשנות בעיקר מול שובר הגלים הצפוני (משוקע) ומצפון למלון הולידיי אין ועד למובל המים. המצוק ברצועה מול מלון הולידיי נשאר יציב יחסית עם קריסה אחת במשך שלוש שנים.



איור 3.2.3. השוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016 – 2018.

3.3 נסיגת בסיס המצוק

נסיגת בסיס המצוק נעה בין 12-22 מ' בין השנים 1997 ל-2019 (איור 3.3.1). הגורם העיקרי לנסיגה הוא תהליך מחזורי של פגיעת גלי הים בבסיס המצוק, יצירת צנירים וקריסת המצוק (איור 3.3.2). ביטוי לנסיגה ניתן לראות היטב במעביר המים (איור 3.3.3) שנבנה על קיר מצוק הכורכר ב-1998, ועם נסיגת המצוק נשאר חשוף עם תעלת הבטון המובילה אליו. נסיגת המצוק במעביר המים כ-20 מ' נכון ל-2019. עדות נוספת לנסיגת המצוק ניתנת לזיהוי במרפסת התצפית ליד מלון הולידיי אין (איור 3.3.4). גורם נוסף לנסיגת המצוק מניקוז לא מוסדר בגג המצוק (איור 3.3.5).



איור 3.3.1 נסיגת בסיס המצוק בין השנים 1997-2019.



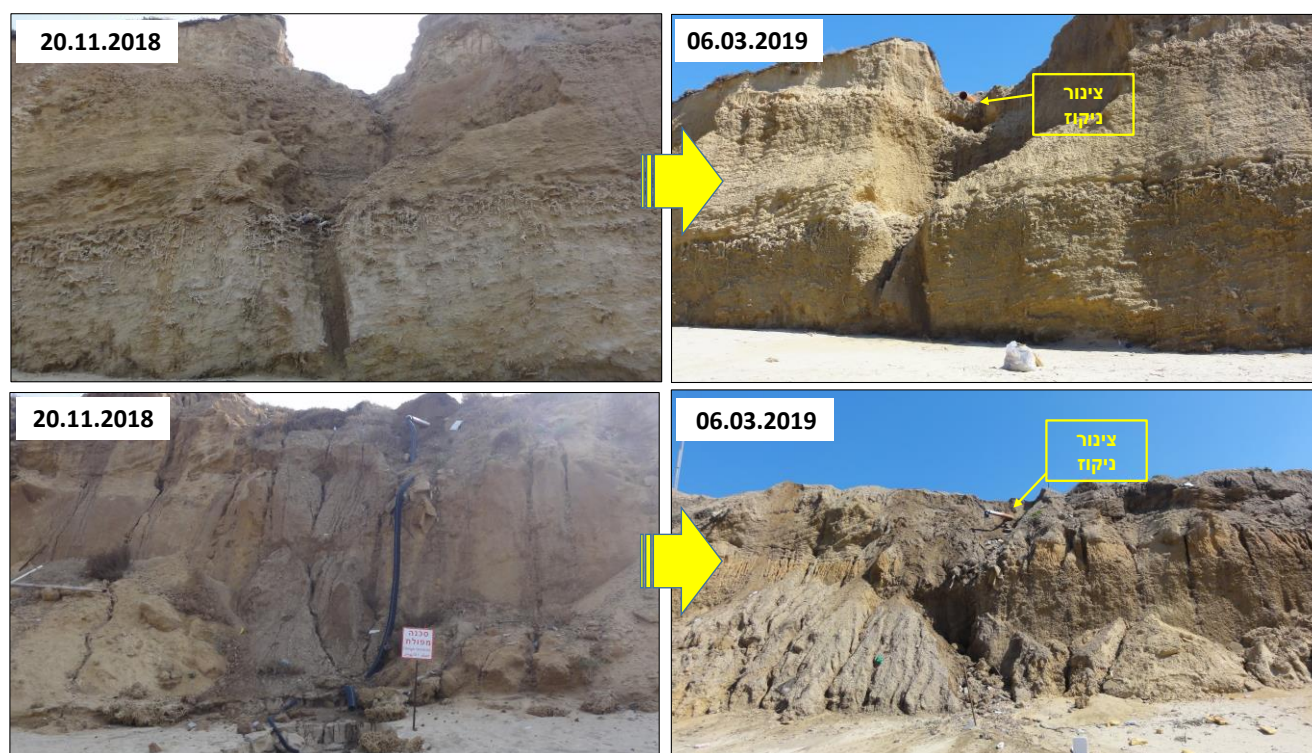
איור 3.3.2 מחזוריות קריסת ושטיפת טאלוסים (משמאל למעלה, נגד כוון השעון).



איור 3.3.3. נסיגת בסיס המצוק במעביר המים בשנים 1998–2018. קריסת מעביר המים והתפתחות צנור במוצא שפך תעלת הניקוז.



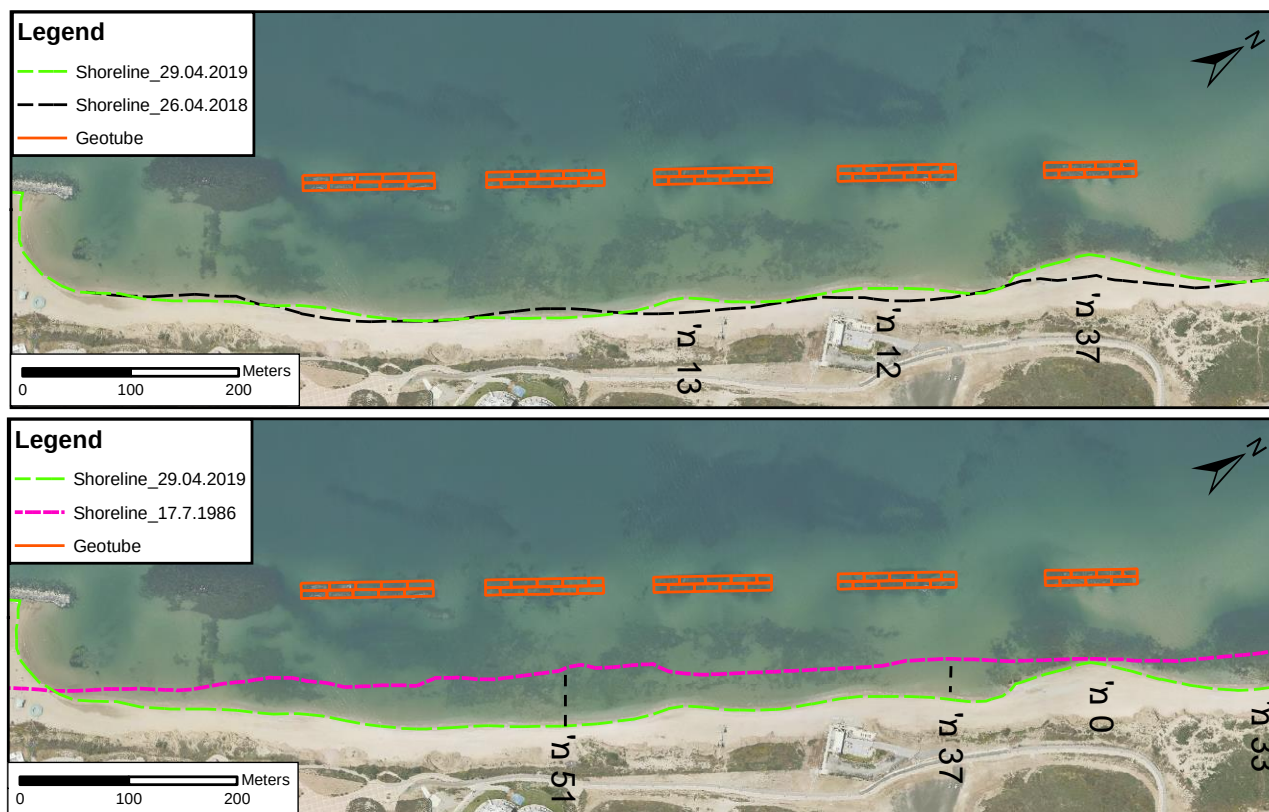
איור 3.3.4. נסיגת המצוק במרפסת התצפית מול מלון הולדיי אין בשנים 2013-2019.



איור 3.3.5. ארוזיה במצוק כתוצאה מצינורות ניקוז גלויים בגג המצוק.

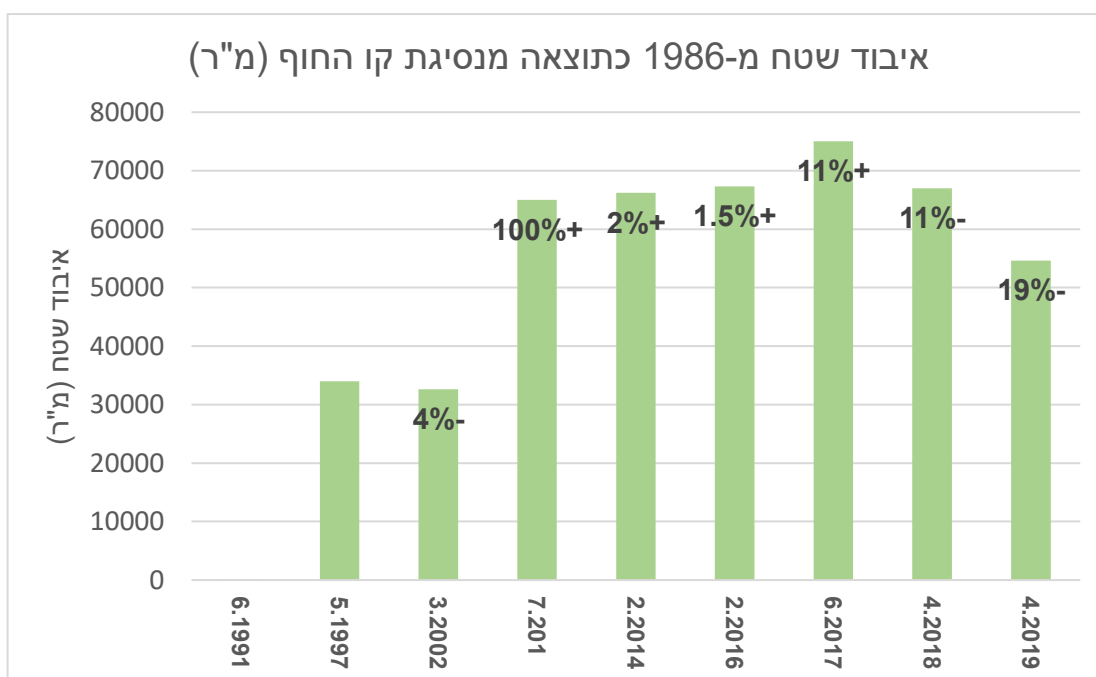
3.4 נסיגת קו החוף

במשך 30 השנים האחרונות (1986-2019) קו החוף נסוג ב-50 מ' לערך (איור 3.4.1). הנסיגה התרחשה בתהליך הדרגתי והואצה עם בניית המרינה. עיקר הנסיגה היא מצפון לשוברי הגלים, וכל שנצפין מתא השטח הנסיגה הולכת וקטנה (כ-15 מ' נסיגה, קילומטר צפונית לתא השטח). במהלך השנה האחרונה, (איור 3.4.1) בתא 38 נצפתה התרחבות של החוף בצורה אליפטית (תופעה זו מוכרת כ-Salient), מול הגאומיובים ברוחב שנע בין 12-37 מ', בעיקר מול הגיאומיוב הצפוני שנשאר בשלמותו לאחר החורף האחרון. בטבלה 3.4.1 מסוכמים איבוד שטח במ"ר ואחוז השינוי כתוצאה מנסיגת קו החוף מ-1986.

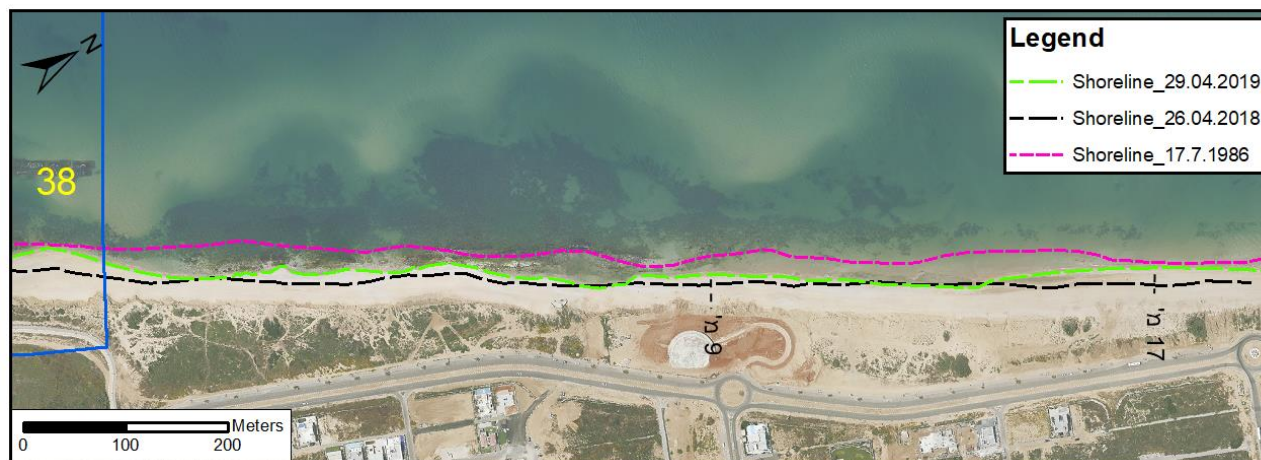


איור 3.4.1. נסיגת קו החוף בין השנים 1986-2019. למעלה – קו החוף מאפריל 2019 (בירוק) ומאפריל 2018 על רקע אורתופוטו ממאי 2019. למטה – נסיגת קו החוף מיולי 1986 ועד אפריל 2019. רוחב הנסיגה כ-51 מ'.

טבלה 3.4.1 איבוד שטח מ-1986 כתוצאה מנסיגת קו החוף



המשך מגמת התרחבות החוף נצפתה כ-1000 מ' צפונה מתא שטח 38 (איור 3.4.2) וזאת בהשוואה בין תצלומי אוויר מאפריל 2019 לאפריל 2018 ולקווי החוף מהשנים 2010, 2014, 2016, 2017. ההתרחבות מגיעה ל-9 מ' בחלק הדרומי והמרכזי ומגיעה ל-17 מ' בחלק הצפוני. השוואת קו החוף הנוכחי לקו החוף מ-1986 (שמהווה את קו הבסיס לפני בניית המרינה באשקלון), מראה כי בחלק הצפוני קו החוף הנוכחי מתלכד עם קו החוף מ-1986.

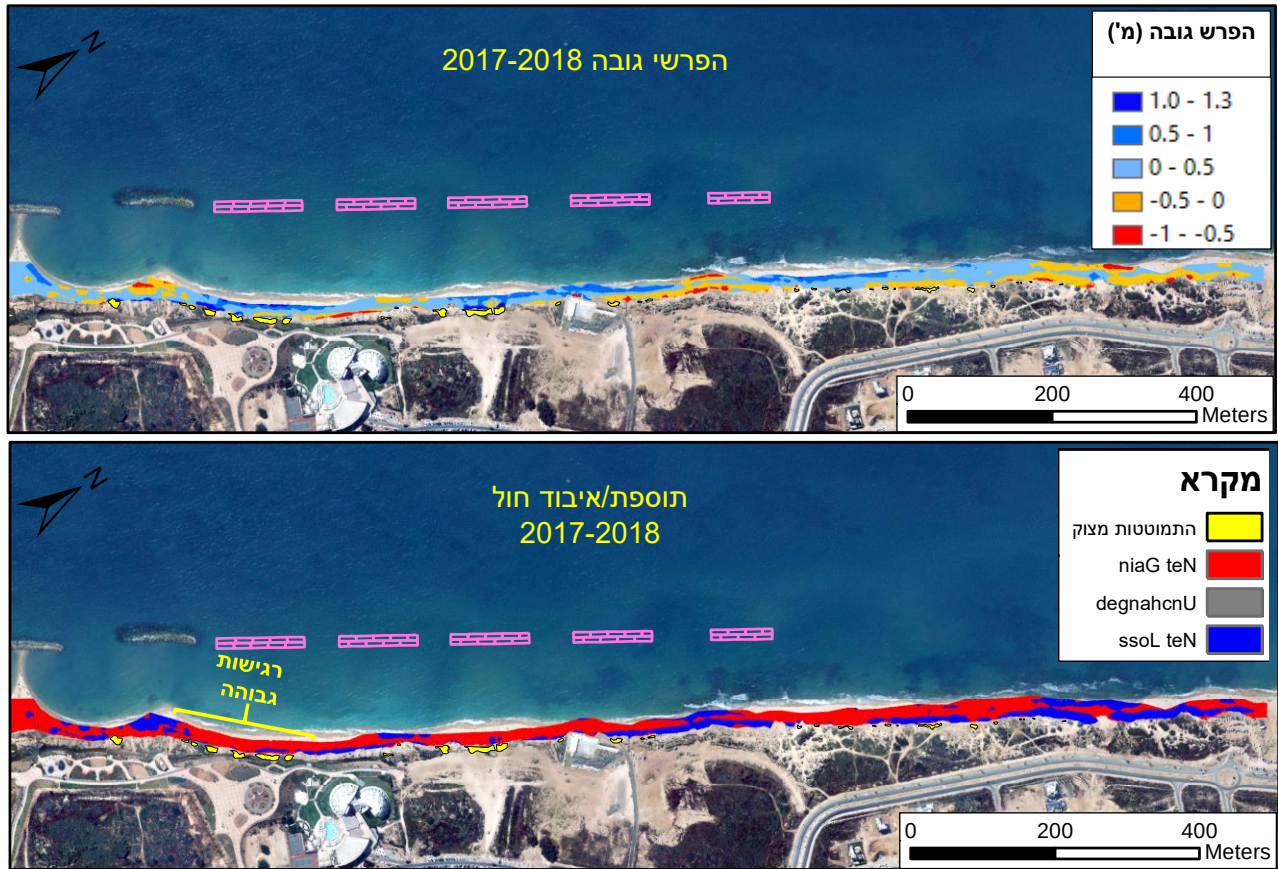


איור 3.4.2. נסיגת קו החוף כ-1000 מ' מצפון לתא 38 בין השנים 1986-2019. בירוק - קו החוף מאפריל 2019 בשחור - אפריל 2018 ובוורוד - מיולי 1986, על רקע אורתופוטו ממאי 2019. רוחב התרחבות קו החוף בין 9-17 מ'.

3.5 ניטור רצועת החוף

בפרק זה נעשה ניתוח בין 3.2017 ל- 10.2018 עבור הפרשי גבהים (איור 3.5.1 למעלה) וכמויות מילוי/חפירה (איור 3.5.1 למטה). ממפת הפרשי הגובה עולה כי בהשוואה בין שתי התקופות, קיימת באופן כללי מגמה של תוספת בנפח החול ועלייה בגובה רצועת החוף.

באזור מול השובר הצפוני השקוע קיימת גריעה של חול (עד גובה 1- מ'), יש לציין כי קריסות המצוק המשיכו להתרחש אף על פי שיש עלייה בנפח החול ולמרות ההגנה של הגיאוטילים.



איור 3.5.1 מפות הפרשי גבהים ומילוי/חפירה ברצועת החוף 2017-2018.
 החישובים מבוססים על נתוני LIDAR מ-2017, 10.2018. 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.

4. סיכום

- נסיגת בסיס המצוק נעה בין 8-22 מ' בין השנים 1997 ל-2019. 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 2018 נרשמה עלייה (כ-27%) בנפח גריעת החול מהמצוק (2,720 מ"ק) לעומת 2017 (2,150 מ"ק).
- גריעת החול מהמצוק לשנת 2018 מהווה כ-8% מכלל כמות החומר לאורך כל המצוק החופי (2,720 מ"ק מתוך 36,500 מ"ק), לעומת שנת 2017 בה גריעת החול מהמצוק היוותה כ-10% (2,150 מ"ק מתוך 20,000 מ"ק) (כך וחובריו 2018). השוני לא מעיד בהכרח על מגמה ארוכת טווח.

- מהשוואת התמוטטות המצוק בין השנים 2016-2019 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 שלוש שנים.
- מניתוח תצלומי אוויר ומפות פוטוגרמטריות עולה כי בין השנים 1986-2019 קו החוף נסוג כ-50 מ', 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 1982-2010 קו החוף נסוג בכ-50 מ' מצפון למרינת אשקלון.
- החל מיולי 2017 מבוצעים עבודות להנחת גיאודיובים (שקי חול מטובעים) מול חופי אשקלון. חלק מהגיאודיובים ניזוקו במהלך חורף 2018-19 ועוברים תהליך שיקום.
- קריסות המצוק המשיכו להתרחש אף על פי שיש עלייה בנפח החול ולמרות ההגנה החלקית של הגיאודיובים.
- במהלך השנה האחרונה נצפתה התרחבות של החוף בצורה אליפטית (תופעה זו מוכרת כ-Salient) מול הגאודיובים ברוחב שנע בין 12-37 מ', בעיקר מול הגיאודיוב הצפוני שנשאר בשלמותו לאחר החורף האחרון.
- המשך מגמת התרחבות החוף נצפתה כ-1000 מ' צפונה מתא שטח 38 וזאת לראשונה מ-2010.
- ניתוח נוסף באמצעות LIDAR סוכם בדו"ח נפרד של המכון הגאולוגי. (כץ וחובריו 2019). 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.

5. 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., כרובי, א., סגל, ע., עופרי, ע., התמוטטות וסחיפת המצוק החופי בין השנים 2017 ו-2018. המכון הגאולוגי דו"ח GSI/13/2019. 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.

6. נספחים

נספח 1

סיכום הפעילות לאורך המצוק החופי (2017 - 2018) במקטעי העבודה של תמ"א 13/9. מקטעי החוף אשר גריעת החומר בהם התרחשה מחוץ למקטעים המפורטים בטבלה 1 מצוינים באפור בהיר¹, (כץ וחובריו, 2019).

מקטע	אורך	כשל מצוק		סחיפת טאלוס		טאלוסים שנוספו		סה"כ גריעה
		מספר קריסות	נפח כולל (m ³)	מספר פוליגונים	נפח כולל (m ³)	מספר טאלוסים	נפח כולל (m ³)	
1	תל עפר	0	0	0	0	0	0	0
2	בית חנקין	0	0	0	0	0	0	0
3	אולגה כפר נופש	0	0	1	-113 ±36	0	0	-113 ±36
4	בית ינאי	0	0	0	0	0	0	0
5	בית ינאי צפון	0	0	0	0	0	0	0
6	בית ינאי דרום	6	-222 ±21	0	0	5	82 ±40	-140 ±45
7	נעורים	4	-213 ±20	6	-199 ±59	4	109 ±33	-303 ±70
8	כפר נוער נעורים	11	-271 ±54	1	-1 ±3	9	354 ±118	82 ±130
9A	חוף נעורים	0	0	0	0	0	0	0
9B	חוף נעורים דרומי	0	0	0	0	0	0	0
10	בלו ביי	2	-5 ±2	6	-414 ±107	2	3 ±4	-416 ±107

-101 ±40	68 ±19	3	-107 ±34	2	-62 ±10	6	318	נתניה צפון	11
-50 ±19	0	0	-50 ±19	1	0	0	0	החוף הנפרד	12
85 ±47	197 ±40	3	-8 ±7	2	-104 ±24	3	232	שדרות ניצה	13
0	0	0	0	0	0	0	0	חוף העונות חוף האמפי	14
-4,573 ±862	3,266 ±351	20	-3,299 ±686	24	-4,540 ±386	39	2,837	נתניה חוף סירונית וארגמן	15A
-155 ±37	0	0	-129 ±37	1	-26 ±4	3	570		15B
-209 ±102	151 ±90	3	0	0	-360 ±47	5	210	דרום נתניה	16
-170 ±50	0	0	-150 ±50	3	-19 ±2	1	196	חוף געש	17
-1,721 ±80	85 ±17	2	-64 ±8	1	-1,742 ±78	3	350	אפולוניה צפון	18
-717 ±36	21 ±12	3	-90 ±13	1	-648 ±31	6	144	אפולוניה דרום	19
-253 ±17	20 ±10	1	0	0	-273 ±14	4	187	חוף נוף ים	20
-21 ±29	0	0	-21 ±29	3	0	0	130	גלי תכלת	21

-74 ±28	14 ±6	2	-50 ±26	1	-38 ±8	2	370	חוף השרון הרצליה	22
-29 ±7	0	0	0	0	-29 ±7	1	795	חוף אכדיה	23
-21 ±18	20 ±14	2	-16 ±9	1	-25 ±7	3	216	חוף נפרד הרצליה	24
-1,166 ±215	183 ±112	12	-520 ±145	10	-829 ±112	18	620	חוף הצוק תל אביב	25
0	0	0	0	0	0	0	345	סי אנד סאן	26
-12 ±10	0	0	-12 ±10	2	0	0	904	תל אביב מרכז	27
0	0	0	0	0	0	0	261	תל ברוך	28A
0	0	0	0	0	0	0	262	תל ברוך	28B
0	0	0	0	0	0	0	734	הילטון תל אביב	29
0	0	0	0	0	0	0	635	חוף נחום גולדמן	30
-118 ±21	0	0	-118 ±21	1	0	0	546	יפו חוף עליה	31
0	0	0	0	0	0	0	250	בת ים צפון	32
-25 ±13	0	0	-25 ±13	1	0	0	850	בת ים מרכז	33
-202 ±34	0	0	-83 ±29	2	-119 ±18	2	375	בת ים דרום	34

0	0	0	0	0	0	0	177	פלמחים	35
0	0	0	0	0	0	0	170	בית קברות פלמחים	36
-74 ±13	4 ±3	1	0	0	-78 ±13	2	284	תל יבנה ים	37
-3,145 ±353	1,242 ±172	11	-804 ±164	11	-3,583 ±261	14	1,130	אשקלון צפון	38
0	0	0	0	0	0	0	642	אשקלון גן לאומי	39

1. מקטעי החוף אשר גריעת החומר בהם התרחשה מחוץ למקטעים הראשיים המפורטים בטבלה 1 (מקטעים : 1.
- 3, 21 - 37).