

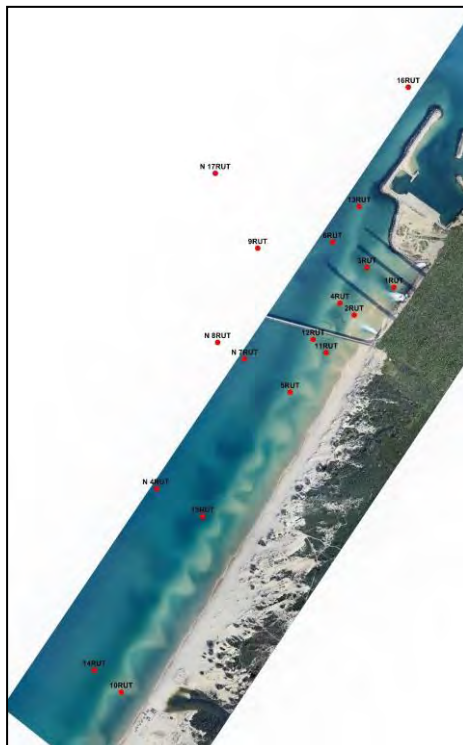
חברת החשמל לישראל בע"מ
חטיבת פרויקטים הנדסיים
מגזר הנדסה וטכנולוגיה חטיבת
מחלקת אסדרה סביבתית



ניטור הסביבה הימית

אתר תחנות הכח רוטנברג, חברת החשמל לישראל
מתקן התפלה אשקלון, חברת וי.איי.די
מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים, חברת מקורות
תחנת הכח דוראד אנרגיה
מפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת)

דו"ח לשנת 2023



אפריל 2024

ניטור הסביבה הימית

אתר תחנות הכח רוטנברג, חברת החשמל לישראל
מתקן התפלה אשקלון, חברת וי.איי.די
מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים, חברת מקורות
תחנת הכח דוראד אנרגיה
מפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת)

דו"ח לשנת 2023

מוגש למשרד להגנת הסביבה

עורך הדוח:

פרופ' יובל כהן

יועץ לחברת וי.איי.די ולחברת החשמל

שותפים בביצוע הניטור והכנת הדוח:
כפיר אברמזון, חברת החשמל (דיגום, טמפרטורה)
גידי לוי, חברת החשמל (דיגום, ביולוגיה)
חביבה שורץ, חברת החשמל (גרנולומטריה, ריכוז נתונים)

REL-4-2024

אפריל 2024

תקציר

דו"ח זה מציג את תוצאות הניטור שבוצע בשנת 2023 באזור אשקלון במטרה להעריך את ההשפעות על הסביבה הימית של תחנת הכוח רוטנברג של חברת החשמל לישראל, מתקן התפלה אשקלון של חברת וי.איי.די, מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות, תחנת הכוח של חברת דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). הניטור מתבצע עפ"י תכנית ניטור רב-שנתית שנקבעה ע"י המשרד להגנת הסביבה ועונה על הדרישות לניטור הסביבה הימית בהיתרי ההזרמה לים של הגורמים הנ"ל.

בשנת 2023 בוצע ניטור באזור ההזרמה של מי הקירור של תחנות הכח, מי הרכז של מתקני ההתפלה והתמלחת של מפעל אינטל אלקטרוניקה, אשר כלל מיפוי התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות (מדידות CTD) ובדיקות של איכות מים, של אוכלוסיות המיקרואצות בגוף המים, של איכות הסדימנט ושל אוכלוסיות החי בתוך המצע. הניטור התבצע באביב (יוני) ובקיץ (אוגוסט) בהתאם לתדירות שנקבעה בתכנית הניטור לכל אחד ממרכיביה. הדיגום שהיה אמור להתבצע בסתיו לא בוצע עקב המצב הבטחוני (מלחמת חרבות ברזל). תוצאות דיגום שהתבצע בחורף לצורך מעקב אחר ההשפעות הסביבתיות של מי הרכז ממתקני ההתפלה של מקורות אינן מוצגות בדוח עקב השבתה לא מתוכננת של המתקנים בעת הדיגום. הדוח כולל ניתוח של ממצאי הניטור שבוצע בשנת 2023 והשוואה לממצאי הניטור הרב-שנתי באזור. להלן תמצית הממצאים של הניטור בשנת 2023 והמסקנות מממצאי הניטור הרב-שנתי:

איכות מי הים: במועדי הניטור באביב 2023 פעלה בתחנת הכח רוטנברג רק יחידת ייצור אחת בתפוקה של 71% וספיקת מי הקירור הייתה חלקית. הטמפרטורות הגבוהות ביותר שנמדדו באזור הניטור ותוספות הטמפרטורה ביחס לטמפרטורות הרקע (ΔT) היו בפני המים 24.73°C ($\Delta T=1.49^{\circ}\text{C}$) ובסמוך לקרקעית 25.94°C ($\Delta T = 4.77^{\circ}\text{C}$) במרחק של 0.25 ק"מ מהמוצאים של מי הקירור של יחידות 1 ו-4 של תחנת הכח רוטנברג ושל מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון (כולל מי הרכז של מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים) (להלן - מוצאי מי הקירור ומי הרכז). בדיגום הקיץ, כאשר שלוש יחידות ייצור של תחנת הכח פעלו בתפוקה של כ-50% מתפוקת החשמל המלאה ובוצעו מדידות רק בנקודות RUT, הטמפרטורה המרבית באזור הניטור הייתה 35.44°C במרחק של 0.47 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. ביום מדידות CTD באביב פלומת מי הקירור החמים השתרעה לכיוון מערב - צפון-מערב, כאשר בפני המים הפלומה הייתה קטנה מאד וקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז ובסמוך לקרקעית הפלומה השתרעה מעט יותר מערבה וצפונה. בפני המים ערך ΔT של 1°C הגיע עד כ-0.1 ק"מ מצפון-מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז. בסמוך לקרקעית, ΔT של 1°C הגיע עד כ-1.15 ק"מ מצפון-מערב ו-1.75 ק"מ ממערב למוצאים; ΔT של 2°C הגיע עד כ-1.1 ק"מ ממערב למוצאים ועד כ-0.85 ק"מ מצפון-מערב להם. "מובלעת" נוספת של פלומת מים חמים עם ΔT של 2°C נמדדה במרחק של כ-2.3 ק"מ מדרום למוצאים. ערך ΔT של 3°C נמדד עד 0.55 ק"מ ממערב למוצאים. בהשוואה רב-שנתית של הטמפרטורות בנקודות RUT, נראה טווח טמפרטורות שונה בנקודות שונות בין השנים, אולם במרבית הנקודות יש דמיון בתפוצת הטמפרטורה בהתאם למיקום ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז. במרבית המקרים בתקופה

2013-2023, ערכי ΔT המרביים נמדדו במרחק של עד 0.5 ק"מ מהמוצאים. ערכי ΔT המרביים בפני המים ובקרקעית בתקופה זו היו $9.9-4.1^{\circ}\text{C}$ ו- $5.3-2.0^{\circ}\text{C}$ במועדי מדידות CTD בעונות האביב והסתיו, בהתאמה, למעט בסתיו 2017 שהיה חריג עם ערכי ΔT מרביים של 9.5°C בפני המים ו- 8.5°C בקרקעית. הסיבות להבדלי הטמפרטורה בין השנים בנקודות השונות הן הבדלים במספר יחידות הייצור הפועלות של תחנת הכח רוטנברג, ספיקות שונות של מי קירור, הבדלים באחוזי ייצור החשמל ביחידות הייצור, הבדלים בהיקף הפעילות של מתקן התפלה אשקלון, תנאים סביבתיים שונים (בעיקר כיוון ומהירות הרוח), מרחקים שונים של הנקודות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז ומיקום הנקודות ביחס לכיוון זרמי המוצא ומועדי דיגום שונים בטווח העונתי. בשנת 2023 ניטור האביב נערך בתאריך ממוצע ביחס לכלל שנות הניטור אך ספיקת מי קירור נמוכה ויחידת ייצור חשמל פעילה אחת בלבד במועדי הניטור הביאו לטמפרטורה הנמוכה ביותר (או קרוב לכך) שנמדדה בפני המים ברובו של אזור הניטור. בסמוך לקרקעית, הטמפרטורה בנקודות הניטור הייתה הנמוכה ביותר שנמדדה, למעט בכמה נקודות שבהן הטמפרטורה הייתה קרובה יותר לממוצע הרב-שנתי.

עקב הערבוב של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון עם מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג, כאשר כל או מרבית היחידות של תחנת הכח פועלות והספיקה של מי הקירור מרבית במרבית היחידות, מתקיים מתאם חיובי בין הטמפרטורה והמליחות של מי הים באזור הניטור ובד"כ התבנית המרחבית של המליחות באזור הניטור דומה לזו של הטמפרטורה. תפוצת המליחות הרגעית נקבעת ע"י ספיקת מי הרכז של מתקן התפלה וההשפעה המשולבת של הזרמת מי הקירור של תחנת הכח ושל התנאים הסביבתיים (כיווני ועוצמות הרוחות והזרמים הטבעיים באזור). בעת מדידות CTD באביב, כאשר מתקן התפלה אשקלון פעל בתפוקה מלאה, בתחנת הכח רוטנברג היה ייצור חשמל רק ביחידה אחת בתפוקה חלקית ובשתיים משלוש היחידות שלא ייצרו חשמל משאבות מי הקירור פעלו בהיקף חלקי. הרוח הייתה צפונית עד צפון-צפון-מזרחית, פלומת המליחות הגבוהה השתרעה בפני המים לאורך החוף בכיוון דרום ובסמוך לקרקעית לכיוון מערב ולאורך החוף בכיוון דרום. השטח של פלומת המליחות הגבוהה ($\Delta S > 1\%$) היה יותר גדול בסמוך לקרקעית מאשר בפני המים. המליחות הגבוהה ביותר בפני המים (41.55) נמדדה במרחק של כ- 0.08 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. המליחות הגבוהה ביותר בסמוך לקרקעית (41.20) נמדדה במרחק של 0.25 ק"מ מצפון-מערב למוצאים. תוספות המליחות יחסית לרקע הטבעי (ΔS) בפני המים ובסמוך לקרקעית היו 5.9% ו- 5.0%, בהתאמה. בסמוך לקרקעית השטח שבו $\Delta S > 2.5\%$ היה כ- 0.46 ק"מ².

בשני מועדי הניטור בשנת 2023, באביב ובקיץ, החמצן המומס במי הים היה רווי ביתר בכל אזור הניטור (למעט 96% רוויה בנקודה אחת בדיגום הקיץ), עם אחוזי רוויה אופייניים למים חופיים רדודים המושפעים מהגלים. תוצאות אלו גבוהות מהערך של 80% רוויה שנקבע כ"תקן למי ים" במסגרת ההמלצות של המשרד להגנת הסביבה לתקני סביבה לאיכות מי הים התיכון בישראל (להלן - תקן מי הים). בשני מועדי הניטור העכירות באזור הניטור הייתה נמוכה, עד 1.9 NTU (למעט ערך אחד של 2.4 NTU בקיץ). ערכי החציון של מדידות העכירות באביב ובקיץ היו 0.7 ו- 1.2 NTU,

בהתאמה. באביב, כאשר נמדדו גם ריכוזי חלקיקים מרחפים במי הים (TSS) והן העכירות והן ריכוזי TSS באזור הניטור היו נמוכים, נמצא מתאם לינארי בין העכירות לבין TSS. ניתוח נתוני הניטור של TSS, נוטריאנטים וכלורופיל להלן מתייחס, בין היתר, לערכי ייחוס של פרמטרים אלה אשר הוצעו ע"י חיא"ל כמייצגים של הרקע הטבעי באזור הרדוד (עד עומק מים של 15 מ') לאורך החוף, מאזור תל אביב ועד אשקלון. ריכוזים מדודים של הפרמטרים הנ"ל, או ערכי החציון שלהם באזור הניטור, בתחום של עד 50% סטייה מערכי הייחוס המוצעים (להלן - קריטריון ההתאמה לערכי הייחוס), נחשבים כהתאמה טובה לערכי הייחוס. ריכוזי TSS במי הים באזור הניטור שנמדדו באביב היו נמוכים וטבעיים לאזור, בתחום 0.4-1.9 מג"ל וערך החציון (0.88 מג"ל) היה נמוך מערך הייחוס. לא נמצא מתאם בין ריכוזי TSS והמליחות של מי הים אשר מהווה סמן לנוכחות מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון. בשני מועדי הניטור, באביב ובקיץ, נמדדו בחלק מנקודות הניטור, במיוחד בנקודות הקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז, ריכוזי נוטריאנטים גבוהים מערכי הייחוס ואף מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס, אולם גם ריכוזים אלה נמוכים יחסית לריכוזים אשר נחשבים כעלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה בסביבה הימית. ריכוזי הניטראט באזור הניטור היו בתחום 0.12-11 מיקרומולר (0.002-0.15 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הניטראט באביב היה גבוה בהרבה מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ובקיץ זהה לקריטריון ההתאמה. בחלקם, ריכוזי הניטראט שנמדדו באזור הניטור יותר גבוהים מאשר הריכוזים הגבוהים ביותר שנמדדו באותם חודשים במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון. ריכוזי החומצה הסיליצית שנמדדו בשני מועדי הניטור בכל אזור הניטור היו בתחום 1.3-13 מיקרומולר (0.04-0.36 מג"ל). בשני המועדים ערכי החציון של ריכוזי החומצה הסיליצית באזור הניטור היו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. בשני מועדי הניטור נמצא מתאם חיובי בין ריכוזי הניטראט והחומצה הסיליצית למליחות של מי הים. כנראה שהמקור לריכוזים הגבוהים, יחסית, של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו באזור הניטור הוא רכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אשר מוזרם לתוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון. ריכוזי האמוניום שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום $0.06 < 1.6$ מיקרומולר ($0.001 < 0.019$ מג"ל) וערכי החציון היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. כל ריכוזי האמוניום שנמדדו באזור הניטור נמוכים בהרבה מתקן מי הים. חנקן אורגני היווה עד 96% מכלל החנקן במועדי הניטור השונים, בהתאם לתחום ההשפעה של הזרמת הניטראט ברכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. בשני מועדי הניטור ערכי החציון של ריכוזי החנקן הכללי היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. בכל הדגימות, ריכוז החנקן הכללי היה נמוך בהרבה מתקן מי הים, שהינו גבוה בסדר גודל מערכי הייחוס לכל העונות. ריכוזי הפוספאט שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום 0.035-0.185 מיקרומולר (-0.006-0.001 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הפוספאט באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה. ריכוזי הזרחן האורגני (TOP) שנמדדו בשני מועדי הניטור היו עד כ-0.35 מיקרומולר (0.11 מג"ל). בשני המועדים לא נמצא מתאם בין ריכוזי TOP למליחות של מי הים, בניגוד לקיום מתאם כזה במרבית מועדי הדיגום בשנים הקודמות. ממצאי הניטור בשנים קודמות מצביעים על כך שבחלקם ריכוזי TOP שנמדדו באזור הניטור נובעים מהזרמה של פוליפוספונט ממתקן התפלה אשקלון, וייתכן שבמידה פחותה בהרבה גם מההזרמה של פוליפוספונט ממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים, עקב השימוש באנטיסקלנטים פוספונטים בתהליך ההתפלה. סביר להניח שהעדר המתאם בין TOP למליחות

בשני הדיגומים בשנת 2023 משקף את הירידה גדולה בשימוש באנטיסקלנטים פוספונטים במתקן התפלה אשקלון בשנה זו, וכתוצאה מכך ירידה גדולה בכמות הזרחן האורגני שהוזרם לים. כל ריכוזי הזרחן הכללי שנמדדו באזור הניטור היו נמוכים מתקן מי הים. ערך החציון של ריכוזי הזרחן הכללי באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה. בניתוח מגמות רב שנתיות (2008-2023) של ריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור ביחס להזרמה של נוטריאנטים לא ניתן להצביע על מגמות עקביות של שינויים כלליים (בכל אזור הניטור) בריכוזי הנוטריאנטים באף אחת מעונות השנה. עם זאת, באופן כללי, בשנים 2011-2023, שבהן העומסים של ניטראט וחומצה סיליצית ממי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות גדלו בשיעור ניכר, הריכוזים של נוטריאנטים אלה בתחום של 0.5 ק"מ ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה היו גבוהים יותר מאשר בשנים הקודמות. בדיגום האביב, ריכוזי הכלורופיל הגיעו עד 0.9 מקג"ל וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור היה זהה לערך הייחוס. בקיץ נמדדו בכל אזור הניטור ריכוזי כלורופיל גבוהים יותר, בתחום 0.9-3.2 מקג"ל, וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור (2.58 מקג"ל) היה גבוה ביותר מפי 3 מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס. באביב לא נמצא מתאם בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה של מי הים ואילו בקיץ נמצא מתאם לינארי שלילי בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה. מתאם זה מבטא את העובדה שנמדדו ריכוזי כלורופיל גבוהים בנקודות מרוחקות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז שלא הושפעו ממי הקירור ומי הרכז. ממצאי הכלורופיל, כולל ניתוח של ריכוזי כלורופיל באזור עזה-אשקלון על סמך תצלום לוויין מיום הדיגום בקיץ, מצביעים על השפעה של הזרמת ביוב לים מרצועת עזה (התפתחות מוגברת של אצות מול רצועת עזה שהוסעו צפונה עם זרמי הים לאזור הניטור ומעבר לו) וייתכן שגם על הסעה צפונה של כתמי כלורופיל מאזור הדלתא של הנילוס. השפעות כאלה על ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור זהו גם בחלק ממועדי הניטור בשנים קודמות. בבחינה של נתונים רב-שנתיים (2013-2023) של מדידות כלורופיל בעונות האביב והסתיו לא נראית מגמה של שינוי בריכוזי הכלורופיל עם הזמן. מסקנה זו תקפה גם לשנים קודמות ולעונות החורף והקיץ, מאז תחילת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון ומתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. השינויים הרב-שנתיים בריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור, כאמור לעיל, לא באו לידי ביטוי בריכוזי החציון של הכלורופיל. ריכוזי TOC שנמדדו באביב נמוכים מ-1 מג"ל והינם בתחום הריכוזים האופייניים במים חופיים בכלל והריכוזים שנמדדו באתרים לא מזוהמים באזור הרדוד של מימי החופים של ישראל. בבדיקות של הריכוזים הכלליים של מתכות במי הים (מומסות + ספוחות לחלקיקים מרחפים) שנדגמו באביב, כל המתכות שנבדקו (למעט אלומיניום בריכוזים טבעיים) לא התגלו בגבולות הגילוי של הבדיקות שכולם נמוכים מערכי תקן מי הים ומהתקנים הסביבתיים לאיכות מי ים של ארה"ב ושל האיחוד האירופי שמטרתם הגנה על החי הימי. ריכוזי כלור חופשי וכלור כללי שנבדקו באביב ובסתיו בשתי נקודות במרחקים של כ-0.08 ק"מ וכ-0.35 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז היו נמוכים מהריכוז המותר בהיתר ההזרמה לים של תחנת הכח - 0.2 מג"ל.

מיקרואצות בגוף המים: מאסף האצות בגוף המים נבדק באביב 2023 בשלוש נקודות הממוקמות בניצב לחוף במרחקים של 0.25 (RUT3), 0.8 (RUT9) ו-1.16 (RUT17) ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. ריכוז התאים לליטר היה דומה מאוד בשלוש הנקודות אך בניגוד לארבע שנות הדיגום הקודמות ריכוז התאים הכולל היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3. בשלוש נקודות הדיגום שלטו

הכחוליות (כ- 90% מכלל האצות). המין הנפוץ ביותר היה *Synechococcus sp.* שהינו המין השכיח ביותר במהלך שנות הניטור גם באזורים אחרים לאורך החוף של ישראל. ריכוז התאים לליטר של הכחוליות בשלוש נקודות הדיגום היה דומה מאוד לריכוז השכיח של קבוצה זו בשנות הניטור הקודמות. ריכוז המיקרואצות הקטנות מ-5 מיקרומטר היה דומה מאוד בחמש שנות הניטור. בקבוצת הדינופלגלטים, ריכוז התאים לליטר היה דומה בשלוש נקודות הדיגום ונמוך במעט מהריכוזים בארבע השנים הקודמות. בקבוצת הצורניות ריכוז התאים לליטר עלה עם המרחק מהמוצאים אך ההבדלים בין נקודות הדיגום היו קטנים; עם זאת, ריכוז הצורניות היה גבוה במעט ביחס למרבית השנים הקודמות. עושר המינים של הכחוליות היה נמוך בסדר גודל מזה של הצורניות והדינופלגלטים. ירוקיות לא הופיעו כלל בשלוש נקודות הדיגום. עושר המינים בקבוצת הצורניות ירד עם המרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. בקבוצת הדינופלגלטים, עושר המינים היה זהה בנקודות RUT9 ו-RUT17 והנמוך ביותר בנקודה RUT3. עושר המינים של הכחוליות היה נמוך בשלוש נקודות הדיגום וכלל רק שני מינים בנקודות המערביות ושלושה מינים בנקודה RUT3. מגוון המינים באביב 2023 היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3, בדומה לניטור בארבע השנים הקודמות, אך ההבדלים בין נקודות הדיגום היו קטנים מאוד. בניתוח אשכולות (Cluster analysis) ניתן לראות שמגוון המינים היה דומה מאוד בשנים 2019-2023 בשלוש נקודות הדיגום בשתי העונות. תוצאות אלה מעידות באופן עקבי על העדר השפעה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (כמו גם של הגורמים המנטרים האחרים) על מגוון המינים של אוכלוסיית האצות באזור הניטור. בדיגומי האביב קיימת מגמה עקבית של ירידה בעושר המינים של קבוצת הצורניות עם המרחק מהמוצאים. מגמה זו אינה ניכרת בדיגומי הסתיו. בקבוצת הדינופלגלטים קיימת מגמה הפוכה - בשתי העונות, בכל השנים, עושר המינים היה גבוה יותר בנקודה RUT17 בהשוואה לנקודה RUT3. יתכן שההזרמה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים, אשר עשירים בחומצה סיליצית, משפיעה על עושר המינים של הצורניות בקרבת המוצאים. עם זאת ההבדלים המובנים בין נקודות הדיגום כגון עומק, חדירת אור, אנרגיה גלים וכו', שגם הם יכולים להשפיע על הרכב אוכלוסיית האצות בקרבת החוף, מקשים על קביעת הגורמים להבדלים בעושר המינים בין נקודות הדיגום. מלבד המגמות הרב שנתיות של הבדלים בעושר המינים של קבוצת הצורניות וקבוצת הדינופלגלטים, לא נמצאו הבדלים עקביים בין נקודות הדיגום. כמו בשנים קודמות, גם בשנת 2023 ריכוז התאים של מינים בעלי פוטנציאל רעילות מקבוצת הדינופלגלטים באזור הניטור היה נמוך מאוד, בארבעה סדרי גודל פחות מהריכוזים העלולים להוות סכנה. מינים של *Pseudonitzschia spp.* מקבוצת הצורניות, שחלקם עלולים להיות בעלי פוטנציאל רעילות, הופיעו בריכוזים נמוכים מאוד (מאות תאים לליטר). בנוסף הופיעו מינים של *Chaetoceros spp.* בריכוז של יותר מ- 10^5 Cells/L בשלוש נקודות הדיגום. מינים מסוג זה ובריכוזים כאלה עלולים לגרום לתמותה עקב פגיעה בזימים של אורגניזמים כגון דגים בגלל המבנה הפיזיקלי של השלד הצורני של האצות, כאשר הדגים נמצאים בכלובים ואין להם יכולת להתרחק מאזור הריכוז הגבוה. לסיכום, הריכוזים של אצות בעלות פוטנציאל רעילות שהופיעו בנקודות הדיגום באביב 2023 היו נמוכים ולא היוו סיכון סביבתי.

איכות הסדימנט: באופן כללי, התפלגות גודל גרגירי הסדימנט באזור הניטור באביב 2023 אופיינית לסדימנט החולי באזור הרדוד של חופי ישראל אך בכמה מנקודות הדיגום שונה מההתפלגות

במרבית שנות הניטור הקודמות. כמו בארבע שנות הדיגום הקודמות, במרבית נקודות הדיגום מקטעי גודל הגרגר השכיחים היו 250-500 ו-180-250 מיקרומטר אבל בחלקן התפלגות גודל הגרגר הייתה שונה. הגורמים לשינויים בהרכב הסדימנט אינם ברורים. ריכוזי חומר אורגני (TOC) ומתכות כבדות בסדימנטים שנמדדו באביב באזור הניטור נמוכים ובתחום הערכים הטבעיים במימי החופים של ישראל. כל ריכוזי המתכות נמוכים מהריכוזים שבהם צפויות השפעות מזיקות על החי הימי (עפ"י הקריטריונים הסביבתיים ERM/ERL להגנה על החי הימי). ממצאי הניטור הרב-שנתי (יחסי ברזל-אלומיניום) מעידים שהברזל שהוזרם לים ממתקן ההתפלה לא הצטבר בסדימנטים באזור הניטור.

החי בתוך המצע: בדיגום אביב 2023 נאספו באזור הניטור, נספרו ומוינו 28,004 פרטים של חי תוך המצע. קבוצת נמטודה היוותה 76.6% מכלל האורגניזמים. הקבוצות העיקריות הנוספות שהרכיבו את חברת החי היו תולעים רב זיפיות, סרטנאים ורכיכות. ניתוחים סטטיסטיים של נתוני החי, שבוצעו על מנת לבחון את תחום ההשפעות האפשריות של ההזרמה לים של מי הקירור מתחנות הכח ומי הרכז ממתקני ההתפלה, כללו מדדים חד-משתנים של מאסף החי (מספר הפרטים, עושר הטקסונים, מגוון המינים ומדד השיוויוניות) ומבחנים רב-משתנים (MDS, Cluster analysis, Permanova). בנוסף, לצורך השוואה רב שנתית בוצעו ניתוחים רב-משתנים של נתוני הניטור של קבוצות החי הראשיות בשנים 2016–2023 (לא כולל את השנים 2018, 2020 ו-2022 בהן לא התבצע דיגום). על סמך מכלול המדדים החד-משתנים של מאסף החי באביב 2023 ניתן לקבוע שמי הקירור ומי הרכז משפיעים על הרכב חברת החי בתוך המצע בעיקר בקרבת המוצאים לכיוון צפון מערב עד למרחק של 0.35 ק"מ ולכיוון דרום מערב עד למרחק של 0.5 ק"מ. ניתוח רב-משתנים של מאסף החי בדיגום 2023 הפריד בין נקודות הדיגום העמוקות ביותר ליתר הנקודות ובין נקודות בהן נמצא הרכב גודל גרגר חריג ליתר הנקודות. נקודה נוספת שנבדלה מיתר המקבצים הייתה RUT2, הרדודה וקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז. מבחן Permanova הראה הבדלים מובהקים בהרכב חברת החי רק בין הנקודות הרדודות ביותר לעמוקות ביותר. מהשוואה של נתוני הניטור הרב שנתיים של החי בתוך המצע עולה שעל אף שברור שקיימת שונות רב שנתית ניכרת במאסף החי, שכיחות הקבוצות השונות של חי תוך המצע מושפעת יותר מהמיקום במרחב מאשר מגורם הזמן. בשנת 2023 היה מספר פרטים גבוה ביחס לארבע שנות הדיגום הקודמות אך נשמרו היחס בין הקבוצות הראשיות וההתפלגות בין נקודות הדיגום, בדומה לשנות הניטור הקודמות. ניתוח רב-משתנים של הנתונים הרב שנתיים הפריד באופן מובהק בין שלושת מעגלי המרחקים מהמוצאים ובין שלושת קטגוריות העומק (למעט בין נקודות רדודות לבין עומק בינוני). לכן ניתן להסיק כי בחמש שנות הניטור שנבחנו תחום ההשפעה המובהקת של הזרמת מי הקירור ומי הרכז על אוכלוסיות החי בתוך המצע (דילול של מספר הפרטים והמינים) היה מצומצם מאוד ומוגבל לרצועת מים רדודים (עד עומק של כ-5 מ') שהשתרעה עד למרחק של 0.6 ק"מ מדרום מערב למוצאי המים החמים והמלוחים ו-0.5 ק"מ מהחוף.

מסקנות מממצאי הניטור הרב-שנתי

המסקנות להלן מבוססות על הממצאים של הניטור מאז תחילת ההפעלה השוטפת של מתקן התפלה אשקלון בשנת 2006, ובכלל זה ממצאים של פעולות ניטור שלא מתבצעות בכל שנה ולכן לא בוצעו בשנת 2023, למעט התייחסות לממצאים של מיפוי בתימטרי ומצב קרקעית הים אשר מוצגים בשנים של ביצוע מיפוי].

- מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג מעלים את הטמפרטורה של מי הים בחלק מאזור הניטור. פיזור פלומת המים החמים מושפע בעיקר מתנאי התפעול של תחנת הכח ומתקן ההתפלה ומהתנאים הסביבתיים, בעיקר מכיוון הרוח. בדרך כלל הטמפרטורות הגבוהות ביותר והפרשי הטמפרטורה הגבוהים ביותר ביחס לרקע נמדדים בנקודות הקרובות למוצאי המים החמים (עד 0.5 ק"מ), אולם כבר במרחק של כ- 0.1 ק"מ מהמוצאים הפרש הטמפרטורה קטן מ- 10°C . במרחק של כ- 1 ק"מ מהמוצאים הפרש אינו גדול מ- 5°C -6 (נתוני השנים האחרונות). בהשוואה רב שנתית של פיזור הטמפרטורה, בנוסף לגורמים לעיל, יש להתחשב גם במועד הניטור בתוך העונה הנדגמת (בטמפרטורה הטבעית היחסית בתוך העונה).
- מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון מעלים את המליחות של מי הים בחלק מאזור הניטור אולם שינויי המליחות קטנים מתחזית מודל הפיזור של מי הרכז שנערך לפני הפעלת מתקן ההתפלה. תפוצת המליחות באזור הניטור נקבעת ע"י היקף הערבוב של מי הרכז של מתקן ההתפלה עם מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג וכיווני ועוצמות הרוחות והזרמים הטבעיים באזור. ב- 15 שנות ניטור, מאז תחילת ההפעלה השוטפת של מתקן ההתפלה בשנת 2006, תוספת מליחות גבוהה ביותר מ- 10% מהרקע הטבעי (עד 13.3%) נמדדה רק חמש פעמים (בסתיו 2017, באביב ובסתיו 2020 ובאביב ובסתיו 2022) במרחקים של עד 0.35 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. בד"כ פלומת המליחות הגבוהה משתרעת כלפי דרום ו/או מערב, אולם ייתכנו מצבים חריגים של התפשטות הפלומה כלפי צפון-מערב עד צפון. השטח בסמוך לקרקעית הים, בו המליחות של מי הים גבוהה מהרקע הטבעי בשיעור של יותר מ- 5% (כ- 2 יחידות מליחות), בד"כ מצומצם ומוגבל למרחק של עד כמה מאות מטרים ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. כאשר תחנת הכח רוטנברג פועלת בהיקף מצומצם, תוספת מליחות בשיעור של 2.5% (כ- 1 יחידת מליחות) לעומת הרקע יכולה להגיע למרחק של כמה ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- ממצאי הניטור מעידים שמי הרכז של מתקן התפלה אשקלון אינם משפיעים על העכירות ועל ריכוזי חמצן מומס, חומר מרחף, נוטריאנטים (למעט זרחן אורגני כללי), ופחמן אורגני באזור הניטור.
- ממצאי הניטור מצביעים על השפעה של רכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות (אשר מוזרם לתוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון) על ריכוזי הניטראט והחומצה הסיליצית באזור הניטור, בעיקר בתחום הקרוב למוצאי מי הרכז.
- ממצאי הניטור מצביעים על השפעה של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון על ריכוזי הזרחן האורגני במי הים באזור הניטור, כאשר נעשה במתקן שימוש בהיקף משמעותי באנטיסקלנטים פוספונטיים. ייתכן שבמידה פחותה בהרבה הממצאים מצביעים גם על השפעה של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים שגם בהם נעשה שימוש באנטיסקלנטים פוספונטיים. תוספות אלה של זרחן אורגני אינן תורמות כמויות משמעותיות של פוספאט לאזור הניטור.

- ממצאי הניטור מעידים שלהזרמה לים של מי הקירור מתחנות הכח רוטנברג ודוראד ושל מי הרכז ממתקן התפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אין השפעה על ריכוז הכלורופיל (מדד לביומסה של אצות) באזור הניטור. במהלך השנים, נמדדו באזור הניטור ריכוזי כלורופיל חריגים שכנראה נבעו מההזרמה לים של ביוב מרצועת עזה (התפתחות מוגברת של אצות באזור עזה והסעתן צפונה עם זרמי הים).
- ממצאי הניטור לא מצביעים על השפעה של תמלחות מפעל אינטל אלקטרוניקה וההזרמות לים מתחנות הכח וממתקני ההתפלה על ריכוזי מתכות כבדות במי הים באזור הניטור.
- ממצאי הניטור לא מצביעים על קשר בין ההזרמה לים של רכוז ממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (המועשרים בניטראט וחומצה סיליצית) לבין ההופעה של מיקרואצות באזור הניטור (התפלגות הקבוצות השונות במאסף האצות, ריכוזי האצות ונוכחות אצות בעלות פוטנציאל רעילות), למעט השפעה אפשרית בעונת האביב על עושר המינים של קבוצת הצורניות בקרבת מוצא הרכז.
- מבחינת עושר, התפלגות ושכיחות המינים של הקבוצות השונות של האצות, ממצאי ניטור 2023 אינם חריגים ביחס לממצאי הניטור בשנים קודמות ולממצאים של תכניות ניטור אחרות באזורים סמוכים.
- הריכוזים של האצות בעלות הפוטנציאל לרעילות שנמצאו באזור הניטור אינם מהווים סכנה. ריכוזים דומים ואף גבוהים מהם נמצאו במקומות אחרים לאורך החוף של ישראל.
- ממצאי הניטור לא מצביעים על השפעה של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון על ריכוזי פחמן אורגני ומתכות כבדות (ברזל ומתכות קורט) בסדימנטים באזור הניטור ומעידים שהמתכות המוזרמות לים ממתקן ההתפלה אינן מצטברות בסדימנטים באזור הניטור אלא מתפזרות ברחבי הים. ממצאים אלה מהווים אינדיקציה לכך שככלל, חלקיקים שמקורם במתקן ההתפלה אינם מצטברים בסדימנטים.
- בכל שנות הניטור, תחום ההשפעה המובהקת של הזרמת מי הקירור של תחנות הכח ומי הרכז של מתקני ההתפלה על אוכלוסיות החי בתוך המצע באזור הניטור (דילול של מספר הפרטים והמינים), היה מצומצם מאוד ומוגבל לרצועת מים רדודים (עד עומק של כ- 5 מ') שהשתרעה לכל היותר עד למרחק של 0.8 ק"מ מדרום מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז ו- 0.5 ק"מ מהחוף.
- תכולת הפחם הזעומה שנמצאה בסדימנט באזור מזח הפחם של תחנת הכח רוטנברג מעידה על יעילות הפעולות שנקטו למניעה וצמצום של נשירת פחם לים בעת פריקת הפחם ועל העדר השפעה משמעותית של פריקת הפחם על קרקעית הים.

תוכן העניינים

עמוד	
1	1. מבוא
1	1.1 מטרת ותכנית הניטור
2	1.2 הגורמים המנוטרים
2	1.2.1 תחנת הכח רוטנברג, חברת החשמל לישראל
3	1.2.2 מתקן התפלה אשקלון, חברת וי.איי.די
3	1.2.3 מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים, חברת מקורות
4	1.2.4 תחנת הכח דוראד אנרגיה
4	1.2.5 מפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת)
5	2. ניטור הזרמות מים חמים, מי רכז התפלה ותמלחות תעשייתיות
5	2.1 העבודה בים
5	2.1.1 מועדי הניטור והתנאים הסביבתיים
6	2.1.2 נקודות הדיגום
12	2.1.3 שיטות הדיגום והמדידה
13	2.2 העבודה במעבדה
13	2.2.1 מי ים
15	2.2.2 מיקרואצות בגוף המים
15	2.2.3 משקעי קרקעית (סדימנטים)
16	2.2.4 החי בתוך המצע
16	2.3 הזרמות לים בימי העבודה בים
16	2.3.1 מים חמים מתחנת הכוח רוטנברג
17	2.3.2 מי רכז ממתקן התפלה אשקלון
17	2.3.3 מי רכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של מקורות
18	2.3.4 מים חמים מתחנת הכח דוראד ותמלחות ממפעל אינטל אלקטרוניקה
18	2.4 תוצאות
18	2.4.1 איכות מי הים
19	2.4.1.1 טמפרטורה
30	2.4.1.2 מליחות
38	2.4.1.3 חמצן מומס
39	2.4.1.4 עכירות
39	2.4.1.5 חלקיקים מרחפים (TSS)
39	2.4.1.6 נוטריאנטים
46	2.4.1.7 כלורופיל
50	2.4.1.8 פחמן אורגני מומס (TOC)
50	2.4.1.9 מתכות כבדות
51	2.4.1.10 כלור
51	2.4.2 מיקרואצות בגוף המים
61	2.4.3 איכות הסדימנט
61	2.4.3.1 גרנולומטריה
62	2.4.3.2 מתכות כבדות ופחמן אורגני
65	2.4.4 החי בתוך המצע
80	3. סיכום
88	4. מסקנות מממצאי הניטור הרב שנתי
90	5. המלצות
90	6. רשימת מקורות

רשימת נספחים:

- נספח א' - תכנית הניטור
- נספח ב' - נתוני הזרמה לים של הגורמים המנוטרים בשנת 2023
- נספח ג' - תמונות גלעיני סדימנטים
- נספח ד' - נתוני החי בתוך המצע, דיגום אביב 2023
- נספח ה' - ניתוח מגמות רב שנתי (2008-2023) של ריכוזי נוטריאנטים במי הים באזור הניטור

1. מבוא

1.1 מטרת ותכנית הניטור

דו"ח זה מציג את תוצאות הניטור שבוצע בשנת 2023 במטרה להעריך את ההשפעות על הסביבה הימית של תחנת הכוח רוטנברג של חברת החשמל לישראל, מתקן התפלה אשקלון של חברת וי.איי.די, מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות, תחנת הכוח של חברת דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). הניטור מתבצע עפ"י תכנית רב שנתית שנקבעה ע"י המשרד להגנת הסביבה ועונה על הדרישות לניטור הסביבה הימית בהיתרי ההזרמה לים של הגורמים הנ"ל. דוח הניטור נערך עפ"י דרישות המשרד להגנת הסביבה.

מרכיבי תכנית הניטור (תכניות הדיגום, הפרמטרים של הניטור ותדירות הניטור) עודכנו במהלך השנים ע"י המשרד להגנת הסביבה. המתכונת העדכנית של התכנית והשינויים בתכנית במהלך השנים מוצגים בתמציתיות בנספח א'.¹ התכנית כוללת שלושה חלקים:

- מעקב אחר השינויים המורפולוגיים המתרחשים בקרקעית הים בסביבה הסמוכה למתקנים הימיים של תחנת הכוח רוטנברג (מיפוי בתימטרי סביב בריכת מי הקירור ומזח הפחם של תחנת הכוח ובשטח בריכת מי הקירור). המיפוי הממוקד בסביבת המתקנים, שהחל בשנת 2019, החליף את המעקב אחר רוחב החוף והמיפוי הבתימטרי הנרחב באזור תחנת הכוח שבוצעו בשנים 1998-2018. החל משנת 2020 המיפוי מתבצע כל חמש שנים.
- ניטור השפעות סביבתיות אפשריות של ההזרמה לים של מי קירור חמים מתחנות הכוח רוטנברג ודוראד, של מי רכז ממתקן ההתפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות ושל תמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה. הניטור של מי הקירור החמים מתחנת הכוח רוטנברג החל בשנת 1998. ניטור ההזרמה של מי רכז ממתקני ההתפלה החל בשנת 2006, בשנת 2015 תחנת הכוח של דוראד הצטרפה לניטור ובשנת 2019 מפעל אינטל אלקטרוניקה הצטרף. תכנית הניטור כוללת בדיקות של איכות מי הים, איכות הסדימנט, מיקרואצות בגוף המים ואוכלוסיות החי בתוך המצע. מרכיבים אלה של הניטור מתבצעים בתדירויות שונות: בחלקם ארבע פעמים בשנה (בחורף, באביב, בקיץ ובסתיו), בחלקם פעמיים בשנה (באביב ובסתיו), בחלקם כל שנתיים ובחלקם כל חמש שנים. הניטור בחורף ובקיץ והבדיקות של מיקרואצות במי הים (באביב ובסתיו) נועדו אך ורק לבחינת השפעות סביבתיות פוטנציאליות של ההזרמה לים של מי הרכז של מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות.
- ניטור השפעות סביבתיות אפשריות של פריקת פחם במזח הפחם של תחנת הכוח רוטנברג. הניטור החל בשנת 2005 ומתבצע כל חמש שנים. עד שנת 2015 הניטור כלל בדיקות של תכולת פחם בסדימנט, של ריכוזי מתכות כבדות בסדימנט ושל אוכלוסיות החי בתוך המצע ב-10 נקודות מצפון ומדרום למזח הפחם. לאור תוצאות הניטור הרב-שנתי הוחלט על צמצום מתכונת הניטור החל משנת 2020 - בדיקות תכולת הפחם בסדימנט בנקודה קרובה למזח הפחם ורק במקרה שתכולת הפחם תעלה על 10%, בדיקות תכולת הפחם בסדימנט תהיה עפ"י תכנית הדיגום הקודמת.

¹ נספח א' כולל אישורים של המשרד להגנת הסביבה לשינויים בתכנית הניטור מאז 2017. פירוט של התכנית, גרסאות קודמות ועדכונים של התכנית עד לשנת 2016 מוצגים בנספח ט' של דוח הניטור לשנת 2016 (דוח חח"י 2017 - 2 - RELP).

הניטור שבוצע בשנת 2023 כלל: בדיקות של איכות מי הים, של מיקרואצות בגוף המים, של איכות הסדימנט ושל החי בתוך המצע באביב ובדיקות של איכות מי הים באביב ובקיץ. הניטור שהיה אמור להתבצע בסתיו לא בוצע עקב המצב הבטחוני (מלחמת חרבות ברזל). בחורף בוצעו בדיקות של איכות מי הים אולם התוצאות אינן מוצגות בדוח מאחר שבדיעבד הסתבר שבמועד הניטור לא התבצעה הזרמה של מי הרכז ממתקני ההתפלה של מי מליחים מקידוחים של חברת מקורות (ראו סעיף 2.1.1).

1.2 הגורמים המנוטרים

1.2.1 תחנת הכח רוטנברג, חברת החשמל לישראל

באתר תחנת הכוח רוטנברג 4 יחידות ייצור חשמל. ליחידות 1 ו-2 תפוקה מרבית של 575 מגוואט/שעה כל אחת וליחידות 3 ו-4 תפוקה מרבית של 550 מגוואט/שעה כל אחת. יחידה 1 החלה לפעול בשנת 1991, יחידה 2 החלה לפעול בשנת 1990, יחידה 3 החלה לפעול בשנת 2001 ויחידה 4 החלה לפעול בשנת 2000. לכל יחידת ייצור שתי משאבות מי ים לקירור. ביחידות 1 ו-2 ספיקת מי הקירור 41,295 מ"ק/שעה לכל משאבה (סה"כ 82,590 מ"ק/שעה לכל יחידת ייצור) וביחידות 3 ו-4 הספיקה 36,900 מ"ק/שעה לכל משאבה (סה"כ 73,800 מ"ק/שעה לכל יחידת ייצור). בפעילות מלאה של כל יחידות הייצור וכל משאבות מי הקירור, ספיקת מי הקירור הכוללת של תחנת הכוח היא 312,780 מ"ק/שעה. הפעלת יחידות הייצור, מספר המשאבות הפועלות בכל יחידה ותפוקת החשמל של כל יחידה, עד לערכים המרביים הנ"ל, משתנים בהתאם לצרכי אספקת החשמל הכוללת ע"י התחנה. שינויים בתפוקת החשמל של יחידות הייצור משפיעים על טמפרטורת מי הקירור המוזרמים לים. לתעלות המוצא של מי הקירור מוחדרים שפכים תעשייתיים מטופלים בספיקה כוללת של כ-69,000 מ"ק לשנה (ממוצע של השנתיים האחרונות). בשנים 2008-2013 הוזרמו דרך תעלות המוצא של יחידות 1 ו-4 גם תמלחות (מי רכז ממגדלי קירור) מתחנת הכוח גזר.

פעולות הבניה הימית הנלוות לתחנת הכוח הן:

- ייבוש שטח ים מדרום לבריכת ההשקטה של מי הקירור הקיימת באמצעות חול וקירות מגן מאבן טבעית. בוצע בשנים 1995/6 בהיקף של כ-40 דונם.
- בנית 4 מוצאים ימיים למי הקירור על קו החוף, מדרום לבריכת הקירור הקיימת, באמצעות תעלות בטון ושיפועי אבן טבעית.
- שינוי בריכת מי הקירור לשם בנית רציף עגינה לגוררות בתוך הבריכה אשר כלל פתיחת 80 מטר משובר הגלים המשותף לקצא"א ולחח"י, וסגירת פתח מעגן קצא"א שבמקומו נבנה רציף הגוררות.
- הקמת מזח פחם באורך 2,160 מטר מדרום לבריכת מי הקירור, בנוי על 206 כלונסאות פלדה בקוטר של 72-48 אינץ'. פריקת הפחם במזח התחילה בספטמבר 2000. בשנים 2001-2023 נפרקו 2.7-6.8 מיליון טון פחם בשנה (סה"כ 111.42 מיליון טון מתחילת הפעילות). בשנת 2023 נפרקו 0.66 מיליון טון. בשנים 2017-2022 התבצע שיפוץ של המזח אשר כלל הסרה של הצבע הישן, תיקוני ברזל לפי הצורך וצביעה מחדשת של המזח, כולל הכלונסאות, עד גובה פני הים. במרץ 2023 מזח הפחם קרס עקב תנאי מזג אוויר חריגים. בעקבות האירוע פסקה פריקת הפחם במזח ומאז פחם מתקבל בתחנת הכח באמצעות שינוע במשאיות מאתר תחנת הכוח אורות רבין ומאוניה העוגנת בנמל אשדוד.

במרץ 2022 הופסקה פעילות יחידה 1 של תחנת הכח לצורך הסבתה לגז. בשנת 2023 פעלו בכל יחידות הייצור של תחנת הכוח סולקנים (מתקני FGD) להפחתת הפליטות לאוויר של גפרית דו-חמצנית. השפכים של מתקני FGD מטופלים לפני ההזרמה לים במתקן שהוקם במסגרת הקמת יחידות 3 ו-4. ההזרמה לים מתחנת הכוח בשנת 2023 ובתקופות הדיגום בים מפורטת בנספח ב'. נתונים למועדי הניטור מוצגים גם בסעיף 2.3.1 להלן.

1.2.2 מתקן התפלה אשקלון, חברת וי.איי.די

מתקן התפלה אשקלון של חברת וי.איי.די, הממוקם בסמוך לתחנת הכח רוטנברג, מייצר עד כ- 121 מיליון מ"ק/שנה מים מותפלים בטכנולוגיה של אוסמוזה הפוכה (RO). המתקן שואב מי ים במרחק של כ- 1,100 מטרים מהחוף ומזרים לים מי רכז הכוללים תמלחת התפלה וזרמים תהליכיים (מי שטיפות של מסנני חול וראקטורי אבן גיר). מי הרכז מוזרמים לים בסמוך למוצא מי הקירור של יחידות 1 ו-4 של תחנת הכח ונמהלים במהירות עם מי הקירור מכל היחידות הפועלות של התחנה (תמונה 1.1). הרצת המתקן החלה באפריל 2005 ומנובמבר 2005 המתקן פועל בתפוקה מלאה.

תמלחת ההתפלה המוזרמת לים מכילה את המלחים שמקורם במי הים (מי הגלם) בריכוז גבוה עד פי 1.9 מריכוזם במי הגלם. בנוסף, התמלחת מכילה פחמן, חנקן וזרחן אורגניים שמקורם בתוספים של תהליך ההתפלה (אנטיסקלנטים) שמטרתם מניעת שקיעה של אבנית על ממברנות ההתפלה. מי השטיפות של מסנני החול של מתקן ההתפלה, אשר מוזרמים לים במי הרכז, מכילים חומר חלקיקי (אורגני ואי אורגני) שמקורו במי הים הנשאבים למתקן וחלקיקים/קולואידים של ברזל-הידרוקסיד ($Fe(OH)_3$) שמקורם בתוסף עזר לסינון מי הים (קואגולנט של ברזל-כלוריד). לחלקיקי הברזל-הידרוקסיד צבע אדום/כתום הנותן גוון למי השטיפות. שטיפת המסננים היא מנתית. עד מרץ 2010, בעת ביצוע שטיפות, מי השטיפות הקנו גוון למי הרכז וכתוצאה מכך נגרם כתם צבע בים. החל ממרץ 2010 מופעל במתקן ההתפלה מיכל איזון אשר קולט את מרבית מי השטיפות המנתיות של המסננים ומזרים אותם אל מי הרכז בקצב כמעט קבוע. מאז הפעלת המיכל לא נראה כתם צבע בים. בשנת 2023 יוצרו כ- 119 מלמ"ק מים מותפלים והוזרמו לים כ- 155 מלמ"ק של מי רכז. ההזרמה לים ממתקן ההתפלה בשנת 2023 ובתקופות הדיגום בים מפורטת בנספח ב'. בנספח מוצגות גם כמויות הברזל והזרחן שהוזרמו לים ממתקן ההתפלה בשנים 2012-2023. נתונים למועדי הניטור מוצגים גם בסעיף 2.3.2 להלן.

1.2.3 מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים, חברת מקורות

חברת מקורות מפעילה מערכת להתפלת מים מליחים מקידוחים באזור אשקלון אשר כוללת שלושה מתקני התפלה: גרנות, גת ולהט (ע"ש ציון כהן). מתקן התפלה גרנות הופעל בשנת 2004 עם יחידה 1, בשנת 2011 הוספה יחידה 2, בשנת 2014 הוספה יחידה 3 ובשנת 2018 הוספה יחידה 4. כיום ספיקת מי הרכז ממתקן גרנות כ- 350 מק"ש. מתקן ההתפלה גת הופעל בשנת 2004, ספיקת מי הרכז כ- 30 מק"ש. מתקן ההתפלה להט הופעל בשנת 2011 עם שתי יחידות התפלה ובשנת 2015 הוספו שתי יחידות התפלה. כיום ספיקת הרכז ממתקן להט כ- 370 מק"ש. סה"כ ספיקת מי הרכז של שלושת המתקנים היא כ- 750 מק"ש. במתקני ההתפלה גרנות ולהט קיימות מערכות לטיפול במי הרכז על ידי הוספת חומצת מלח בריכוז 33%. מי הרכז של שלושת המתקנים מוזרמים אל תוך מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון

המוזרמים לים. קו מי הרכז, באורך כולל של 29.3 ק"מ, יוצא ממתקן ההתפלה גרנות. בצומת משען מתחבר אליו קו מי הרכז ממתקן ההתפלה גת ומי הרכז ממתקן ההתפלה להט מתחברים לקו בהמשך. ההזרמה לים ממתקני ההתפלה של מקורות בשנת 2023 ובתקופות הדיגום בים מפורטת בנספח ב'. נתונים למועדי הניטור מוצגים גם בסעיף 2.3.3 להלן.

1.2.4 תחנת הכוח דוראד אנרגיה

באתר תחנת הכוח דוראד יש 2 בלוקים של יצור חשמל. בכל בלוק 6 טורבינות גז וטורבינת קיטור אחת הבנויות כמחזור משולב. התחנה החלה לפעול במאי 2014 ועובדת לפי תעו"ז. באתר יש מגדל קירור הפועל בשיטה של זרימת אויר מאולצת בזרימה מנוגדת של אויר ומי ים. מגדל הקירור מספק מי קירור לעיבוי הקיטור בשני הבלוקים וכן לקירור מערכות העזר. ספיקת מי המילוי למגדל היא כ- 2,000 מק"ש. לבריכת מגדל הקירור מוזרמים מי רכו של מתקן אוסמוזה הפוכה ושפכים תעשייתיים מטופלים בספיקה כוללת של כ-120,000 מ"ק לשנה. קו הניקוז יוצא ממגדל הקירור ומזרים את מי הקירור סמוך למוצא של יחידה 2 של תחנת הכוח רוטנברג ולכן מתקיים מיחול יעיל ומהיר של מי הקירור של דוראד עם מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג. ההזרמה לים מתחנת הכח של דוראד בשנת 2023 ובתקופות הדיגום בים מפורטת בנספח ב'. נתונים למועדי הניטור מוצגים גם בסעיף 2.3.4 להלן.

1.2.5 מפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת)

מפעל אינטל אלקטרוניקה בקרית גת מייצר מעגלים משולבים (שבבים) על גבי פרוסות סיליקון. המפעל מזרים לים תמלחת באמצעות צינור באורך 32 ק"מ אשר מתחבר למוצא הימי של תחנת הכח דוראד. התמלחת מורכבת מהזרמים שלהלן: רכו תמלחת מייצור מים מותפלים אולטרה-מטוהרים (Ultra Pure Water) ממי רשת בשיטת RO לצרכי ייצור המוליכים למחצה; נקז מגדלי קירור; רכו קולחי ממברנות RO במוצא מתקן הטיפול הביולוגי בשפכים התעשייתיים (MBR); תמלחת תעשייתית מנוטרלת, המכילה סולפאט, ותמלחת רענון שרפים בתהליך התפלת מי הרשת. בשנת 2023 הוזרמו לים כ- 1.2 מלמ"ק של תמלחת. ההזרמה לים בשנת 2023 ובתקופות הדיגום בים מפורטת בנספח ב'. נתונים למועדי הניטור מוצגים גם בסעיף 2.3.4 להלן.

מיקום המוצאים הימיים של הגורמים המנוטרים מוצג בתמונה 1.1.

תמונה 1.1: תמונת Google Earth של מוצאי מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג, מוצא מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון ושל מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של מקורות, ומוצא מי הקירור של תחנת הכח דוראד ותמלחות מפעל אינטל אלקטרוניקה.



- 1 - מי קירור "רוטנברג", יחידה 2
מי קירור "דוראד" והזרמות אינטל
- 2 - מי קירור "רוטנברג", יחידות 1, 4
מי רכז מתקן התפלה אשקלון
ומתקני התפלת מים מליחים "מקורות"
- 3 - מי קירור "רוטנברג", יחידה 3

2. ניטור הזרמות מים חמים, מי רכז התפלה ותמלחות תעשייתיות

2.1 העבודה בים

2.1.1 מועדי הניטור והתנאים הסביבתיים

הניטור בוצע באביב ובקיץ 2023, במועדים המפורטים בטבלה 2.1. ניטור חורף בוצע בפברואר אולם לאחר מכן התברר בדיעבד שבאופן חריג במועד הניטור כל מתקני ההתפלה של חברת מקורות הושבתו עקב כשל בקו מי הרכז. מאחר שכאמור הניטור בחורף נועד אך ורק לבחינת השפעות סביבתיות פוטנציאליות של ההזרמה לים של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות, תוצאות הניטור אינן רלוונטיות למטרה זו ולכן אינן מוצגות בדוח זה.

התנאים הסביבתיים במועדי הניטור היו כמפורט בטבלה 2.1. נתוני הגלים נמדדו ע"י CAMERI במד גלים הממוקם בעומק 24 מ' באשדוד (עקב קריסת מזח הפחם שעליו היה ממוקם מד הגלים והזרמים של חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל), אין נתוני גלים וזרמים מאשקלון לשנת 2023). גובה הגלים הוא גובה גל משמעותי. נתוני הרוח הם מתחנת השירות המטאורולוגי בנמל אשקלון. הנתונים המספריים והכיוונים מוצגים כטווח (לדוגמא: 3.5-4.6 מ"שנייה, מע' - צ' - צ' - מע') או כמגמה של שינוי במהלך העבודה (לדוגמא: 64 ← 25 ס"מ, מע' ← דר' - מע'). עפ"י ניתוחים סטטיסטיים של נתונים רב-שנתיים של רוחות, גלים וזרמים לאזור הניטור, התנאים הסביבתיים אשר שררו במועדי הניטור הם תנאי ים שקט אשר מייצגים את המצב ההידרוגרפי השכיח באזור. במהלך השנה הרוחות באזור אשקלון איטיות מ-8 מ"שנייה במשך כ-95% מהזמן ומ-5.5 מ"שנייה במשך 77% מהזמן (גפן גלזר, 2013); מהירות הרוח

הגבוהה ביותר במועדי הניטור הייתה 5.9 מ"ש/שניה. הגלים באזור הניטור הם בגובה של עד 1 מ' במשך 75.5% מהזמן ובגובה של עד 1.5 מ' במשך 89% מהזמן (Sladkevich et al, 2013); גובה הגל הגבוה ביותר שנמדד במועדי הניטור היה 0.68 מ' (101 ס"מ בעת דיגום המים למיקרואצות).

2.1.2 נקודות הדיגום

נקודות הדיגום של הניטור מוצגות בטבלה 2.2 ובאיורים 2.1 א, ב. המיקום של נקודות הדיגום מיוחס למרחק מהמוצאים הסמוכים של מי הקירור של יחידות 1 ו-4 של תחנת הכח רוטנברג ושל מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון (כולל מי הרכז של מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים) (להלן - מוצאי מי הקירור ומי הרכז). תבנית הדיגום כוללת שני סוגים של נקודות:

(1) נקודות למדידה *in situ*, באמצעות CTD, של התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות (איור 2.1 א). בנקודות אלו בוצעו מדידות של טמפרטורה ומליחות בפני המים (עומק 0.5 מ') ובסמוך לקרקעית. הגבול הצפוני והגבול המערבי של אזור המדידה נקבעו לפי תוצאות המדידות בשטח, על מנת לתחום את האזור בו המליחות והטמפרטורה גבוהים מערכי הרקע. בניטור האביב היו 61 נקודות אשר כיסו שטח של עד כ- 2.5 ק"מ מדרום למוצאי מי הקירור ומי הרכז, עד כ- 3 ק"מ מערבית למוצאים ועד כ- 1.2 ק"מ צפונית לבריכת מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג. ב- 4 נקודות דיגום בקרבת מזח פריקת הפחם (30, 31, 35 ו-36) לא התבצעו מדידות בשל מגבלות שייט בקרבת עבודות תיקון מזח הפחם.

(2) 18 נקודות מתוך הנקודות הנ"ל, אשר מסומנות בקידומת RUT (להלן - נקודות RUT) (איור 2.1 ב); מהן ב- 14 נקודות בוצעו בדיגום נפרד פרופילי עומק של טמפרטורה ומליחות ודיגום מים לבדיקות כימיות במעבדה; מי הים נדגמו בכל הנקודות בפני המים (עומק 0.5 מ') ובנקודות שעומקן יותר מ- 4 מ' גם כחצי מטר מעל הקרקעית; בזמן הדיגום של מי הים נבדקו באמצעות CTD גם טמפרטורה, מליחות, חמצן מומס ועכירות. נקודות RUT10 ו-RUT14, מול חוף זיקים, נקבעו כנקודות בקרה לבדיקות בנקודות הסמוכות למוצאי מי הקירור של תחנות הכוח ומי הרכז של מתקני ההתפלה. נקודה RUT17 ממוקמת בסמוך לראשי היניקה של מתקן התפלה אשקלון. בדיגום האביב נדגמו גם מים לבדיקות מיקרואצות בנקודות RUT3, RUT9 ו-RUT17. הן באביב והן בקיץ נקודה RUT1 לא נדגמה עקב מגבלות בטיחות (גלים גבוהים). ב- 13 מנקודות RUT בוצע באביב דיגום בצלילה של הסדימנט לבדיקות גרנולומטריה והחי בתוך המצע וב- 9 נקודות בוצע דיגום בצלילה של גלעיני סדימנט לבדיקות מתכות כבדות ופחמן אורגני.

טבלה 2.1: מועדי הניטור והתנאים הסביבתיים, 2023.

ק"צ	אביב	תאריך		בדיקה/דיגום	
	8.6.23	תאריך		דיגום סדימנט - חי תוך המצע, גרנולומטריה, מתכות כבדות ופחמן אורגני בסדימנט	
	12:00 – 08:30	שעות הדיגום			
	1.6.23	תאריך		מדידות CTD - מיפוי התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות	
	12:00 – 07:45	שעות הדיגום			
	27 ← 34	גובה (ס"מ)	גלים		נתונים בליחה שקדם לדיגום
	צ' ← צ' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
	2.8 - 0.2	מהירות (מ"שנייה)	רוח		נתונים בשעות הדיגום
	צ' - צ' - מע' ד'	כיוון	רוח		
	33 ← 24	גובה (ס"מ)	גלים		נתונים בשעות הדיגום
	צ' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
	5.9 - 3.7	מהירות (מ"שנייה)	רוח		נתונים בשעות הדיגום
	צ' - צ' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
21.8.23	5.6.23	תאריך		דיגום מי ים לבדיקות מעבדה, מדידות חמצן מומס, עכירות ופרופילים של מליחות וטמפרטורה	
11:15 – 08:45	11:00 – 08:20	שעות הדיגום			
46 ← 56	71 - 65	גובה (ס"מ)	גלים		נתונים בליחה שקדם לדיגום
מע' - צ' - מע'	צ' - מע' - מע' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
3.7 - 0.4	3.0 - 0.5	מהירות (מ"שנייה)	רוח		נתונים בשעות הדיגום
צ' - מע' - צ' - מע'	מע' - צ' - מע' - מע' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
52 - 46	68 - 61	גובה (ס"מ)	גלים		נתונים בשעות הדיגום
מע' - צ' - מע'	צ' - מע'	כיוון	רוח		
4.8 ← 2.4	3.4 ← 1.1	מהירות (מ"שנייה)	רוח		נתונים בשעות הדיגום
מע' - צ' - מע' ← צ' - מע'	צ' - צ' - מע' ← צ' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
	4.6.23	תאריך		דיגום מיקרואצות	
	08:30 – 08:00	שעות הדיגום			
	101 - 92	גובה (ס"מ)	גלים		נתונים בשעות הדיגום
	מע' - צ' - מע'	כיוון	רוח		
	2.2 - 1.3	מהירות (מ"שנייה)	רוח	נתונים בשעות הדיגום	
	מע' - צ' - מע' - מע' - צ' - מע'	כיוון	רוח		

טבלה 2.2: נקודות הדיגום של ניטור הזרמות מים חמים, מי רכז התפלה ותמלחות תעשייתיות – מיקום וסוג הבדיקות.²

א. נקודות למדידות CTD בלבד (מיפוי התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות), אביב 2023

כיוון מהמוצא	מרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (ק"מ)	עומק (מ') אביב 2023	רשת ישראל		רשת עולמית		נקודת דיגום
			N	E	long. E	lat. N	
W	0.49	5.0	615803	153877	34°30.795'E	31°37.969'N	7
NNW	0.76	8.4	616367	153959	34°30.845'E	31°38.274'N	8
SW	2.51	8.2	614000	152550	34°29.963'E	31°36.989'N	15
SW	1.93	5.1	614250	153100	34°30.310'E	31°37.126'N	16
SW	2.15	9.7	614400	152650	34°30.025'E	31°37.205'N	17
SW	1.88	10.1	614700	152800	34°30.119'E	31°37.368'N	19
WSW	2.29	15.3	614700	152300	34°29.802'E	31°37.366'N	20
WSW	2.75	19.8	614700	151800	34°29.486'E	31°37.365'N	21
WSW	3.22	24.3	614700	151300	34°29.170'E	31°37.363'N	22
W	3.1	27.3	615200	151300	34°29.168'E	31°37.633'N	23
WSW	2.61	21.9	615200	151800	34°29.484'E	31°37.635'N	24
WSW	2.12	18.1	615200	152300	34°29.800'E	31°37.637'N	25
WSW	1.64	13.5	615200	152800	34°30.117'E	31°37.639'N	26
WSW	1.17	7.6	615200	153300	34°30.433'E	31°37.640'N	27
W	1.12	11.3	615575	153250	34°30.400'E	31°37.843'N	29
W	2.55	25.0	615700	151800	34°29.482'E	31°37.906'N	32
W	3.05	29.3	615700	151300	34°29.166'E	31°37.904'N	33
W	3.09	30.5	616200	151300	34°29.164'E	31°38.174'N	34
WNW	1.63	19.0	616200	152800	34°30.113'E	31°38.180'N	37
WNW	3.21	31.5	616700	151300	34°29.162'E	31°38.445'N	39
WNW	2.74	29.6	616700	151800	34°29.478'E	31°38.447'N	40
WNW	2.28	26.5	616700	152300	34°29.794'E	31°38.449'N	41
WNW	1.84	22.6	616700	152800	34°30.110'E	31°38.450'N	42
NW	1.45	17.5	616700	153300	34°30.427'E	31°38.452'N	43
NNW	1.13	12.1	616700	153800	34°30.743'E	31°38.454'N	44
N	0.99	6.1	616700	154250	34°31.028'E	31°38.455'N	45
NNE	1.04	7.6	616700	154640	34°31.274'E	31°38.457'N	46
NNE	1.54	8.4	617200	154800	34°31.373'E	31°38.728'N	47
N	1.49	12.3	617200	154300	34°31.057'E	31°38.726'N	48
NNW	1.59	16.9	617200	153800	34°30.741'E	31°38.724'N	49
NW	1.82	21.5	617200	153300	34°30.425'E	31°38.723'N	50
NW	2.15	25.2	617200	152800	34°30.108'E	31°38.721'N	51
NW	2.56	29.6	617200	152300	34°29.792'E	31°38.719'N	52
NW	2.86	30.4	617700	152300	34°29.790'E	31°38.990'N	53
NW	2.53	27.7	617700	152800	34°30.106'E	31°38.991'N	54
NNW	2.25	23.9	617700	153300	34°30.423'E	31°38.993'N	55
NNW	2.06	19.7	617700	153800	34°30.739'E	31°38.995'N	56
N	1.99	15.5	617700	154300	34°31.055'E	31°38.997'N	57
N	2.03	12.3	617700	154800	34°31.371'E	31°38.998'N	58
NNE	2.19	7.6	617700	155300	34°31.688'E	31°39.000'N	59
N	0.69	5.4	616400	154500	34°31.187'E	31°38.294'N	60
NNE	0.56	4.8	616226	154611	34°31.258'E	31°38.200'N	61
NNE	1.6	3.4	617045	155255	34°31.662'E	31°38.645'N	65

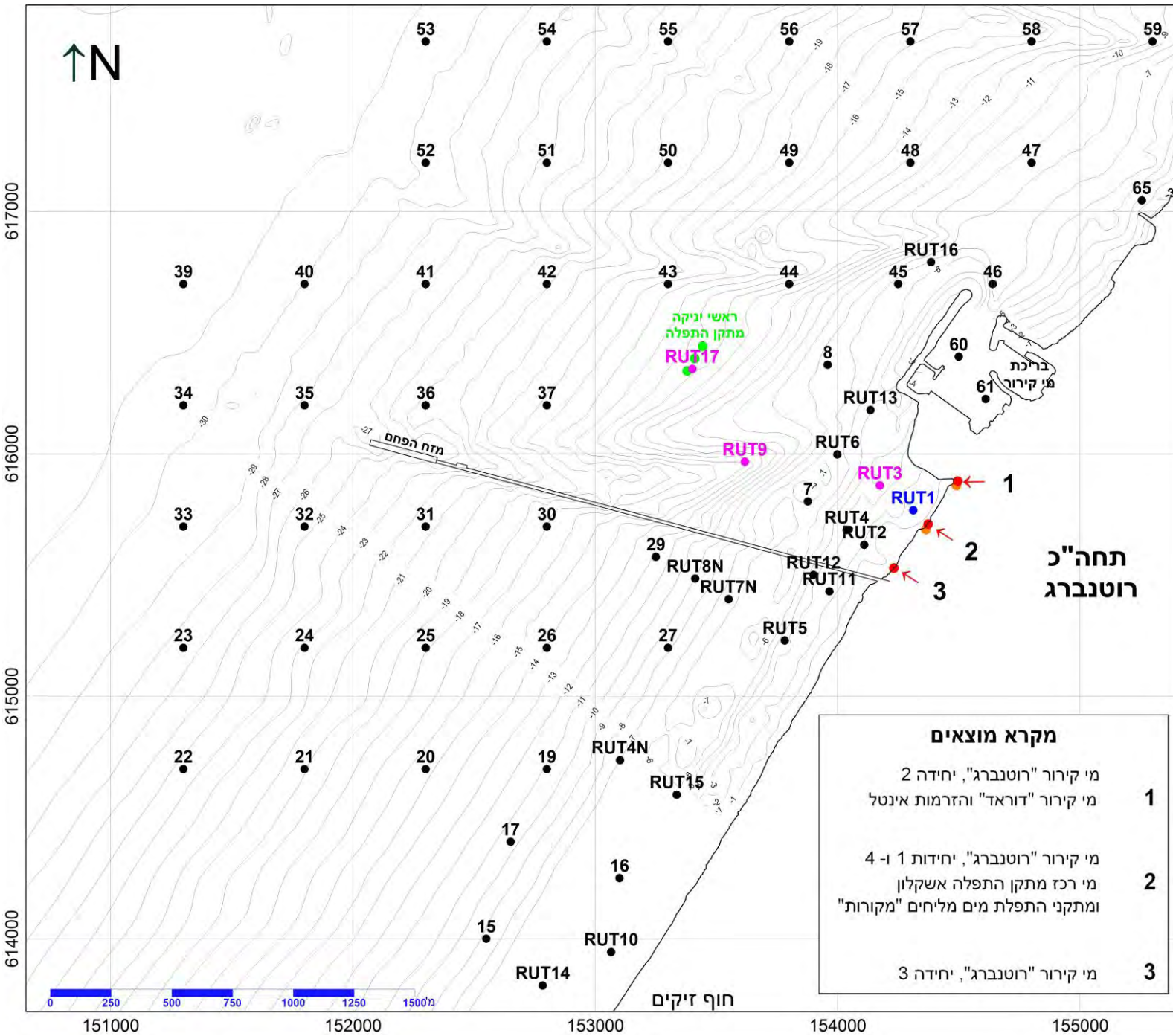
² הבדלים בין העומקים של הנקודות הרשומים בטבלה לעומקים הרשומים בתכנית הניטור יכולים להיות עקב שינויים בגובה החורל, שינויים במפלס הים, גלים, או סטיות קטנות במיקום.

ב. נקודות RUT

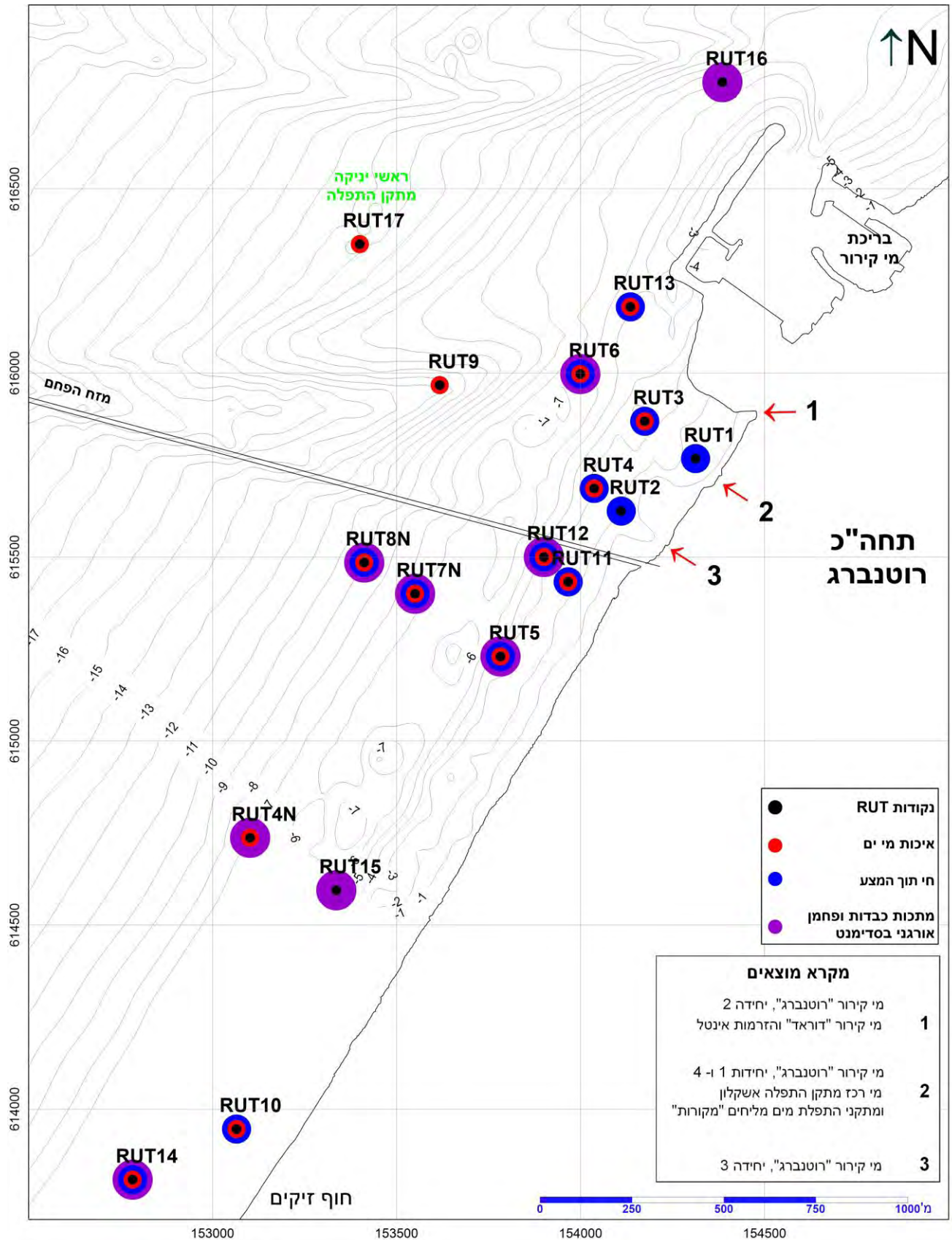
בדיקות	כיוון ממוצאי מי הקירור ומי הרכז	מרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (ק"מ)	עומק (מ') אביב 2023	רשת ישראל		רשת עולמית		נקודת דיגום
				N	E	long. E	lat. N	
מתכות כבדות במים; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	NNW	0.08	1.4	615767	154312	34°31.070'	31°37.951'	*RUT1
CTD בלבד; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	WSW	0.28	1.4	615625	154110	34°30.943'	31°37.873'	*RUT2
מיקרואצות; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	WNW	0.25	2.7	615869	154174	34°30.983'	31°38.005'	RUT3
איכות מי המים; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	W	0.35	2.7	615686	154037	34°30.897'	31°37.906'	RUT4
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט	SW	1.61	6.4	614737	153102	34°30.309'	31°37.389'	RUT4N
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	SSW	0.77	3.5	615230	153782	34°30.737'	31°37.658'	RUT5
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	NW	0.47	4.3	615997	153999	34°30.872'	31°38.074'	RUT6
איכות מי המים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	WSW	0.89	5.9	615400	153550	34°30.590'	31°37.749'	RUT7N
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	WSW	1	7.9	615485	153412	34°30.502'	31°37.795'	RUT8N
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מיקרואצות	W	0.8	11.8	615967	153617	34°30.630'	31°38.057'	RUT9
איכות מי המים; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	SSW	2.20	2.6	613946	153065	34°30.289'	31°36.961'	**RUT10
איכות מי המים; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	SW	0.5	3.2	615433	153966	34°30.853'	31°37.769'	RUT11
איכות מי המים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	SW	0.53	3.7	615500	153900	34°30.811'	31°37.805'	RUT12
איכות מי המים; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	NNW	0.52	4.2	616180	154135	34°30.957'	31°38.174'	RUT13
איכות מי המים; מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט; החי בתוך המצע וגרנולומטריה	SW	2.49	5.1	613808	152783	34°30.111'	31°36.885'	RUT14
מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט	SW	1.54	4.1	614594	153336	34°30.458'	31°37.313'	RUT15
מתכות כבדות במים; מתכות כבדות ו-TOC בסדימנט	N	1.06	6.5	614772	154385	34°31.113'	31°38.504'	RUT16
איכות מי המים; מיקרואצות	NNW	1.16	15.5	616350	153400	34°30.491'	31°38.263'	RUT17

* הנקודות לא נדגמו ביום הדיגום לאיכות מי ים – העומק בקרקעית מיום מדידת CTD. ** הנקודה הוזזה כ-300 מ' צפונה מהמיקום המקורי, מאחר שהייתה בתוך תחום חוף רחצה מוכרז. המיקום החדש מחוץ לתחום חוף הרחצה, בעומק ומרחק מהחוף דומים לנקודה המקורית.

איור 2.1 א: מפת נקודות הדיגום של ניטור הזרמות מים חמים, מי רכז התפלה ותמלחות תעשייתיות 2023. **ורוד** – דיגום מיקרואצות; **כחול** – לא נמדד בניטור האביב (ביום הדיגום לאיכות מי הים) ובקיץ; בנקודות RUT בוצעו בדיקות איכות מי הים ומתכות כמפורט בטבלה 2.2 ב ואיור 2.1 ב.



איור 2.1 ב: מפת נקודות RUT. נקודות הדיגום לבדיקות איכות מי הים, איכות הסדימנט והחי בתוך המצע.



2.1.3 שיטות הדיגום והמדידה

הדיגומים והמדידות בים בוצעו על ידי חברת החשמל (חח"י). הגעה לכל נקודה התבצעה באמצעות סירה וניווט באמצעות מכשיר GPS מתוצרת Garmin, דגם Montana 650. הסטייה המירבית של הניווט: 5 מ'. מדידות CTD באביב בוצעו באביב במכשיר Maestro³ של חברת RBR ובקיץ במכשיר SBE19 plusV2 SeaCAT Profiler של חברת Sea-Bird Scientific.³ מי הים נדגמו באמצעות בקבוק ניסקין בנפח 8 ליטר. דגימות לבדיקות השונות הועברו לבקבוקי פלסטיק או זכוכית, לפי העניין, ונשמרו בקירור עד המסירה לבדיקה במעבדה. דגימות לבדיקת הריכוזים הכלליים של מתכות במי-ים הועברו לבקבוקי LPDE עם חומצה חנקתית נקיה ביחס של 15 מ"ל ל-100 מ"ל. דגימות לבדיקת מיקרואצות נאספו במיכל בנפח 5 ליטר מעומק של כחצי מטר.

דיגום הסדימנטים בוצע בצלילה. לבדיקה גרנולומטרית נאספו 7 ס"מ עליונים של הסדימנט למיכל בנפח של 100 סמ"ק (דגימה אחת בכל נקודת דיגום). לבדיקת מתכות כבדות ופחמן אורגני נאספו גלעינים באורך 12 ס"מ (אחד בכל נקודת דיגום). תכולת המתכות הכבדות נבדקה ב-1 ס"מ העליון. תמונות הגלעינים מוצגות בנספח ג'.

לדיגום החי בתוך המצע נאספה שכבת סדימנט של 7 ס"מ עליונים באמצעות core בנפח 550 סמ"ק, הבנוי מצינור בקוטר 10 ס"מ, שבחלקו העליון רשת בגודל עין של 250 מיקרומטר (תמונה 2.1). בכל נקודת דיגום נדגמו 3 חזרות. חצי מהדגימות הועברו לשימור באלכוהול (99%) באמצע הדיגום והיתר מיד עם סיום הדיגום.

תמונה 2.1: core לדיגום החי בתוך המצע



³ עקב בעיה בחייושן החמצן של ה-CTD של RBR, בדיגום האביב בדיקות החמצן המומס בוצעו בשיטת וינקלר.

2.2 העבודה במעבדה

פירוט הבדיקות, השיטות והגורמים המבצעים מוצג בטבלה 2.3.

2.2.1 מי ים

הדגימות לבדיקת נוטריאנטים במי הים הוקפאו ונשמרו קפואות עד לבדיקה. נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט+ניטריט, חנקן כללי, זרחן כללי, חומצה סיליצית ואמוניום) נבדקו בשיטה פוטומטרית (אמוניום בשיטה פלואורימטרית) וזרימה מקוטעת (segmented flow), במכשיר AA-3 של Seal Analytical, בשיטה רגישה המותאמת במיוחד למי ים ובשיטות המומלצות על ידי החברה. דגימות לבדיקת כלורופיל סוננו דרך פילטרים של GF/F והוקפאו עד לבדיקה. כלורופיל נמדד בשיטה פלואורימטרית (SM-10200H-3 עם שינויים קלים). דגימות המים לבדיקת פחמן אורגני כללי (TOC) הוחמצו ונשמרו בקירור עד לבדיקה שבוצעה בשיטת Super Critical Wet Oxidation (SCWO) עם סנסור למדידת פחמן דו-חמצני (IRGA) לאחר חמצון הדוגמה עם פר-סולפאט. לבדיקת חלקיקים מרחפים (TSS), נפח מדוד של מים סונן דרך פילטר ניטרוצלולוז $0.45\mu\text{m}$ שנשקל מראש. הפילטרים נשמרו בהקפאה עד לייבוש ונשקלו לאחר הייבוש. לקבלת משקל החומר המרחף, משקל הפילטר טרם הסינון הופחת ממשקלו עם החומר המסונן. הריכוזים הכלליים של המתכות במי הים (מומסות + ספוחות לחלקיקים) נמדדו באמצעות ICP-MS (דיוק השיטה נבדק באמצעות סטנדרט בינלאומי).

טבלה 2.3: הפרמטרים שנבדקו, פירוט השיטות, גבולות הגילוי והכימות והגורם שביצע כל בדיקה.

תווך	פרמטר	יחידות	שיטה/מכשיר	גבול גילוי של השיטה	גבול כימות של השיטה	מעבדה
מי ים	טמפרטורה, מליחות, חמצן מומס, עכירות		Maestro RBR (באביב) SeaBird CTD, SBE19 plusV2 Seacat (בקיץ)			חח"י
מי ים	נוטריאנטים		שיטה פוטומטרית במכשיר אוטואנלייזר AA3 SEAL Analytical אמוניום נבדק עם גלאי פלואורסנציה	0.05	0.18	חיא"ל
	ניטראט + ניטריט	μM		0.0008	0.0025	
		mg/L as N		0.10	0.32	
	אמוניום	μM		0.0013	0.0044	
		mg/L as N		0.25	0.84	
	חנקן כללי	μM		0.0035	0.0118	
		mg/L as N		0.009	0.030	
	פוספאט	μM		0.0003	0.0009	
		mg/L as P		0.02	0.07/0.08	
	זרחן כללי	μM		0.0005	0.0022/4	
		mg/L as P		0.03	0.08	
	חומצה סיליצית	μM		0.0007	0.0023	
		mg/L as Si				
חיא"ל	כלורופיל	$\mu\text{g/L}$	SM-10200H-3 עם שינויים קלים	0.01	0.03	
	TSS	mg/L	סינון דרך פילטר $0.45 \mu\text{m}$ ייבוש ושקילה (עבור סינון 4 ליטר דוגמה)	0.62	1.04	
בקטוכם	TOC	ppm	שיטת SCWO ב- TOC analyzer	0.05	0.1	
מכון גיאולוגי	מתכות כבדות	$\mu\text{g/L}$	ICPMS	0.1-3 תלוי במתכת		
	כלור	mg/L	HACH	0.02		
חיא"ל	מיקרואצות		זיהוי וספירה במיקרוסקופ אפיפלואורוסנטי			
חח"י	גרנולומטריה		ניפוי דרך סדרת נפות ושקילה			
	TOC	% weight	עיכול וטיטריציה פוטנציומטרית	0.062 תלוי בגודל הגרר	0.014 תלוי בגודל הגרר	
		מתכות כבדות	$\mu\text{g/g}$	ספקטרופוטומטריה של בליעה אטומית עם להבה ובתנור גרפיט	0.008-43 תלוי במתכת	0.013-72 תלוי במתכת
	כספית	ng/g	Cold vapor AF	0.3	0.2	
חי תוך המצע	רמה טקסונומית נמוכה ככל הניתן		מיון, זיהוי, ספירה			ד"ר אורית ברנע

2.2.2 מיקרואצות בגוף המים

ספירת כחוליות ואצות איאוקריוטיות קטנות, עד 5 מיקרומטר, בוצעה בשיטה המתוארת ע"י Booth 1987) עם מספר התאמות. דוגמאות מים (100 מ"ל) סוננו וקובעו על גבי פילטר פוליקרבונט $0.45\mu\text{m}$. הפילטר הועבר לזכוכית נושאת והונח על גבי טיפת שמן אימרסיה. על גבי הפילטר הונחה טיפת שמן אימרסיה נוספת והפילטר כוסה ע"י זכוכית מכסה. הדוגמא נשמרה בהקפאה עד לספירה באמצעות אובייקטיב $\times 100$. לספירת התאים הגדולים מ- $5\mu\text{m}$ דגימות המים (500 מ"ל) סוננו דרך פילטר פוליקרבונט $3\mu\text{m}$ ומהם הוכנו פרפרטים בשתי שיטות: (א) שיטת שמן האימרסיה הנ"ל; הספירה נעשתה באמצעות אובייקטיב $\times 40$. (ב) בשיטת FTF - הפילטר עם פני הדגימה המרוכזת והמשומרת הונח על גבי טיפת מי-ים שהושמה על גבי זכוכית נושאת. הזכוכית הנושאת הונחה מיד על גבי משטח חלק של קרח יבש. לאחר קפיאת התאים הפילטר נתלש והדוגמא כוסתה בשכבה דקה של ג'ל גליצרין. עם התייבשות הג'ל, הונחה עליו טיפת גליצרול, שכוסתה בזכוכית מכסה. הדוגמא נשמרה בהקפאה עד לבדיקה. הספירה של כל הפילטרים נעשתה באמצעות מיקרוסקופ אפילוורוסנטי Olympus BX51 באמצעות אובייקטיב $\times 40$.

במטרה לבחון אם קיימת השפעה של מי הרכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות על שכיחות והרכב חברת המיקרואצות, בוצעו ניתוחים סטטיסטיים של נתוני המיקרואצות שכללו: (1) ניתוחים שנתיים חד-משתנים על כלל מאסף המיקרואצות - מספר הפרטים (Abundance) N , עושר הטקסונים (Richness) S ומגוון המינים (Diversity) d ע"פ Margalef; (2) ניתוח רב שנתי (2019-2023) בעזרת מבחן רב משתני Cluster analysis, לבחינה של ההפרדה בין נקודות הדיגום על סמך מגוון המינים של מאסף האצות, במטרה לבחון מגמות ארוכות טווח. האנליזה הסטטיסטית בוצעה בעזרת תוכנת PRIMER7⁴. בוצעה המרה לוגריתמית $\text{Log}(x+1)$ של שכיחות האצות למזער את תחום מספר הפרטים לסקלה אחידה.

2.2.3 משקעי קרקעית (סדימנטים)

גלעיני הסדימנטים הוקפאו והשכבה העליונה של כל גלעין (0-1 ס"מ) יובשה בליאופיליזר. הסדימנטים המיובשים עברו ניפוי דרך נפה של $1000\mu\text{m}$ ונלקחו לבדיקה. כספית, ניקל, כסף, ארסן, אבץ ונחושת נבדקו לאחר עיכול בחומצה חנקתית מרוכזת (70%) במיקרוגל לפי תכנית ייעודית. מנגן, קדמיום, עופרת, ברזל, כרום ואלומיניום נבדקו לאחר עיכול שלם במיקרוגל עם תערובת של חומצה פלואורית ומי מלך (ASTM 1983). כספית נבדקה בשיטה של Cold Vapor עם גלאי של פלואורסנציה אטומית במכשיר Millennium System של PS Analytical. יתר המתכות נבדקו בספקטרוסקופיה של בליעה אטומית בלהבה (במכשיר Agilent SpectraAA 280) או בתנור גרפיט (במכשיר Agilent GTA 120,240Z). דיוק השיטות נבדק באמצעות סטנדרטים בינלאומיים אשר עברו תהליך כימי זהה לזה שעברו הדגימות. תכולת TOC נקבעה בטיטרציה פוטנציומטרית לאחר עיכול עם אשלגן דיכרומאט. לבדיקה הגרנולומטרית הסדימנט יובש ב- 105°C והופרד באמצעות

⁴ Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. <https://www.primers-e.com>

מערכת של שש נפות בקוטר 8', בגדלים של 63, 125, 180, 250, 500, 1000 μm , ע"י טלטול במטלטלת נפות במשך 10 דקות. הסדימנט מכל פרקציה נשקל וחלקו היחסי בדגימה חושב. דיוק הבדיקה חושב על סמך השוואה של סכום משקלי המקטעים של גודלי הגרגר השונים למשקל דגימת הסדימנט לפני ההפרדה. בכל הבדיקות השגיאה הממוצעת הייתה פחות מ-0.5%.

2.2.4 החי בתוך המצע

הדגימות המשומרות באלכוהול (99%) סוננו ברשת 250 μm והועברו לשימור באלכוהול (96%) עם חומר הצבע Rose Bengal. בוצע רישום ומיון בעלי החיים לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר שניתן. מיון וספירת החי בוצעו בעזרת בינוקולר מתוצרת OLYMPUS דגם SZX16.

הניתוחים הסטטיסטיים של נתוני החי בתוך המצע, שבוצעו במטרה לבחון את תחום ההשפעות האפשריות של ההזרמה לים של מי הקירור מתחנות הכח ומי הרכז ממתקני ההתפלה, כללו: (1) ניתוחים שנתיים חד-משתנים על כלל מאסף החי (שלוש החזרות בכל נקודת דיגום) - מספר הפרטים (N (Abundance), עושר הטקסונים (S (Richness), מגוון המינים (Diversity) d' (Margalef) וממדד השיוויוניות (Evenness) J' (Pielou); (2) ניתוחים רב-משתנים - Cluster analysis ו-nMDS - לבחינה של הפרדה בין נקודות הדיגום על סמך מאסף החי (ממוצעי שלוש החזרות בכל נקודת דיגום); (3) ניתוח רב משתני, באמצעות מבחן (Pair-Wise Test) Permanova, של הקשר של הגורמים הקבועים, עומק ומרחק של נקודות הדיגום ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, לדמיון בין נקודות הדיגום על סמך מאסף החי (ממוצעי שלוש החזרות בכל נקודת דיגום); (4) ניתוחים רב-משתנים, כאמור לעיל, על קבוצות החי הראשיות בלבד להשוואה רב שנתית (2023-2016). הניתוחים הסטטיסטיים בוצעו באמצעות תוכנת PRIMER 7. על כל נתוני החי בוצעה המרה לוגריתמית $\text{Log}(x+1)$ על מנת למזער את הטווח של מספרי הפרטים לסקלה אחידה (מזעור השפעה של מינים דומיננטים).

2.3 הזרמות לים בימי העבודה בים

2.3.1 מים חמים מתחנת הכוח רוטנברג

ההזרמה לים של מי קירור מתחנת הכוח רוטנברג במועדי הניטור מוצגת בטבלה 2.4 - ספיקת המים מכל יחידת ייצור, טמפרטורת המים ואחוז תפוקת החשמל של כל יחידת ייצור (מתוך כושר הייצור המירבי כמפורט בסעיף 1.2.1) ומשטר ההכלרה. בנספח ב' מוצגות טמפרטורות המים בשבוע שלפני כל מועד ניטור בכל אחת מיחידות הייצור.

טבלה 2.4: ההזרמה לים של מי קירור מתחנת הכח רוטנברג בימי מדידות CTD, הדיגום לבדיקות איכות מים ודיגום מיקרואצות בשנת 2023 - ספיקת המים מכל יחידת ייצור, טמפרטורת המים ביציאה ממערכת מי הקירור (בשעה 12:00 בצהריים), אחוז תפוקת החשמל של כל יחידת ייצור ומשטר ההכלרה.

שעות הכלרה	יחידה *4			יחידה *3			יחידה *2			יחידה *1			תאריך
	אחוז תפוקת ייצור	ספיקה	טמפ	אחוז תפוקת ייצור	ספיקה	טמפ	אחוז תפוקת ייצור	ספיקה	טמפ	אחוז תפוקת ייצור	ספיקה	טמפ	
	%	מק"ש	°C	%	מק"ש	°C	%	מק"ש	°C	%	מק"ש	°C	
9:00-11:00	71	73,800	29.9	0	36,890	23.1	השבתה			0	41,295	22.5	1.6.23
8:00-10:00	69	73,800	29.5	0	36,890	22.8				0	82,590	26.2	5.6.23
הכלרה רציפה	49	73,800	37.3	50	73,800	36.5	54	41,295	46.6	0	82,590	31.3	21.8.23

* נמדד בתעלה קרוב למוצא בים; ** נמדד ביציאה מהמעבה - טמפרטורה גבוהה בכ- 2°C מהטמפרטורה הנמדדת קרוב לתעלות המוצא.

2.3.2 מי רכז ממתקן ההתפלה אשקלון

מתקן התפלה אשקלון פעל בתפוקה מלאה בכל מועדי הניטור. ההזרמה לים של מי הרכז ממתקן ההתפלה במועדי הניטור מוצגת בטבלה 2.5. איכות מי הרכז של מתקן ההתפלה שהוזרמו לים בשנת 2023 ובשבוע שלפני כל מועד ניטור מוצגת בנספח ב'.

טבלה 2.5: הזרמה לים של מי רכז ממתקן התפלה אשקלון בימי מדידות CTD, הדיגום לבדיקות איכות מים ודיגום מיקרואצות בשנת 2023 (מק"י = מ"ק/יום).

תאריך	רכז מתקני התפלה	שטיפות מסנני חול	שטיפות מסנני אבן גיר	שטיפות מניקיונות	תמיסת שימור	סה"כ הזרמה (רכז+שטיפות)	סה"כ שאיבת מי ים	סה"כ מוצר
	מק"י	מק"י	מק"י	מק"י	מק"י	מק"י	מק"י	מק"י
1.6.23	427212	3093	2008	0	0	432313	771543	339230
4.6.23	440201	6258	1	0	0	446460	788985	342525
5.6.23	440244	4680	1360	0	0	446284	790524	344240
21.8.23	448089	4972	0	0	0	453061	811266	358205

2.3.3 מי רכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של מקורות

ההזרמה לים של מי רכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של מקורות במועדי הניטור מוצגת בטבלה 2.6. ההזרמה של מי הרכז של מתקני ההתפלה בשנת 2023 מוצגת בנספח ב'.

טבלה 2.6: הזרמה לים של מי רכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של מקורות בימי מדידות CTD, הדיגום לבדיקות איכות מים ודיגום מיקרואצות בשנת 2023.

תאריך	כמות מי רכז, מק"י
1.6.23	14,774
4.6.23	13,471
5.6.23	14,522
21.8.23	16,875

2.3.4 מים חמים מתחנת הכח דוראד ותמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה ההזרמה לים של מי קירור מתחנת הכח דוראד ושל תמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה בימי העבודה בים מוצגת בטבלה 2.7. ההזרמה של מי הקירור והתמלחות בשנת 2023 מוצגת בנספח ב'.

טבלה 2.7: הזרמה לים של מי קירור מתחנת הכוח דוראד ותמלחות ממפעל אינטל אלקטרוניקה בימי מדידות CTD, הדיגום לבדיקות איכות מים ודיגום מיקרואצות בשנת 2023. כמויות התמלחות של אינטל שהוזרמו לדוראד כלולות בכמויות של מי הקירור של דוראד שהוזרמו לים.

תמלחות אינטל			דוראד			
תאריך	מי קירור מק"י	טמפ כניסה °C	טמפ יציאה °C	הזרמה לדוראד מק"י	הזרמה לים מק"י	סה"כ הזרמה מק"י
1.6.23	28,004	24.2	30.8	3778	0	3778
4.6.23	29,040	24.0	29.0	3609	0	3609
5.6.23	27,228	24.6	29.5	3777	234	4011
21.8.23	31,625	32.6	36.8	3761	0	3761

2.4 תוצאות

2.4.1 איכות מי הים

בפרק זה, ניתוח נתוני TSS, נוטריאנטים וכלורופיל מתייחס, בין היתר, לערכי ייחוס של פרמטרים אלה בתחום הרדוד לאורך החוף של ישראל (עד עומק מים של 15 מ'), באזור שמדרום לתל אביב עד אשקלון. ערכי ייחוס אלו הוצעו ע"י חיא"ל בדוח שהוגש למשרד להגנת הסביבה ביולי 2017 ופורסמו במאמר המבוסס על הדוח (קרוס וחובריה, 2017; Kress et al, 2019). ערכי הייחוס המוצעים, אשר מוצגים בטבלה 2.13, אמורים לייצג את הרקע הטבעי לאזור, במגבלות של היקף המידע שהיה קיים בעת קביעתם. ערכי הייחוס נקבעו כערך החציון של כל המדידות שבוצעו באזור בשנים 2010-2014 במסגרת תכנית הניטור הלאומית ותכניות ניטור מקומיות שונות, להוציא בנקודות המושפעות מהזרמות אנתרופוגניות (נתוני ניטור רוטנברג לא נלקחו בחשבון עקב ההזרמות של נוטריאנטים לאזור הניטור). לצורך חישוב ערכי הייחוס, עונות השנה הוגדרו ע"י חיא"ל עפ"י הטמפרטורה של מי הים כלהלן: חורף (ינואר-מרץ); אביב (אפריל-יוני); קיץ (יולי-אוקטובר); סתיו (נובמבר-

דצמבר). הגדרות אלו שונות בחלקן מההגדרות האסטרונומיות של העונות (עפ"י אורך היום) אשר שימשו לקביעת מועדי ניטור רוטנברג. בשנת 2023 לשוני בהגדרת עונות השנה לא הייתה משמעות מעשית.⁵

בניתוח נתוני הניטור בדוח זה, ריכוזים מדודים של הפרמטרים הנ"ל, או ערכי החציון שלהם באזור הניטור, בתחום של עד 50% סטייה מערכי הייחוס המוצעים (להלן - קריטריון ההתאמה לערך הייחוס), נחשבים כהתאמה טובה לערכי הייחוס, כפי שנעשה בשנים קודמות (כהן וחוברי, 2023-2019).

2.4.1.1 טמפרטורה

הטמפרטורה בשנת 2023

איורים 2.2 ו-2.3 מציגים את פיזור הטמפרטורה של מי הים באזור הניטור - בפני המים (עומק 0.5 מ') ובסמוך לקרקעית - על סמך מדידות CTD באביב (1.6.23). נקודות הניטור במפות הטמפרטורה משתרעות עד כ- 2.5 ק"מ מדרום ו- 3.1 ק"מ ממערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז ועד כ- 1 ק"מ מצפון לבריכת מי הקירור. ערכי הטמפרטורה רשומים במפות בנקודות המדידה. איורים 2.4 ו-2.5 מציגים את תוספת הטמפרטורה ביחס לטמפרטורת הרקע (ΔT) בפני המים ובסמוך לקרקעית. טמפרטורות הרקע נקבעו על סמך המדידות מצפון לבריכת מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג - ממוצע הטמפרטורות בעומק 0.5 מ' ובקרבת הקרקעית (בנפרד) בנקודות 53-59. טמפרטורות הרקע שחושבו: בפני המים $23.24 \pm 0.05^\circ\text{C}$ ובסמוך לקרקעית $21.17 \pm 0.84^\circ\text{C}$. בטבלאות 2.8 ו-2.9 מוצגות טמפרטורות המים באביב (5.6.23) ובקיץ (21.8.23) שנמדדו בנקודות RUT במקביל לדיגום לצורך בדיקת איכות מי הים. פרופילי עומק של הטמפרטורה בנקודות RUT באביב (5.6.23) מוצגים באיור 2.6.

הטמפרטורות המרביות שנמדדו באביב היו בפני המים 24.73°C ($\Delta T = 1.49^\circ\text{C}$) ובסמוך לקרקעית 25.94°C ($\Delta T = 4.77^\circ\text{C}$), בנקודה RUT3, במרחק 0.25 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, ביום הדיגום לאיכות מי הים; בדיגום הקיץ, בו בוצעו מדידות רק בנקודות RUT, הטמפרטורה המרבית הייתה 35.44°C בנקודה RUT6, במרחק של 0.47 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.

באביב, כאשר בתחנת הכח רוטנברג היה ייצור חשמל רק ביחידה אחת בתפוקה של 71% ובשתיים משלוש היחידות שלא ייצרו חשמל משאבות מי הקירור סחררו מי ים בהיקף חלקי (טבלה 2.4), מתקן התפלה אשקלון פעל בתפוקה מלאה והרוח הייתה צפונית עד צפון-צפון-מזרחית, פיזור מי הקירור החמים היה בעיקר לכיוון מערב - צפון-מערב. בפני המים, פלומת מי הקירור הייתה קטנה מאד והתרכזה בקרבת מוצאי מי הקירור. בסמוך לקרקעית, הפלומה הייתה קצת יותר גדולה והשתרעה בעיקר לכיוון מערב וצפון. בפני המים, ערך ΔT של 1°C הגיע עד כ- 0.1 ק"מ מצפון-מערב

⁵ בשנים שבהן ניטור הסתיו בוצע בחודש אוקטובר תוצאות ניטור הסתיו הושו לערכי הייחוס לעונת הקיץ.

למוצאי מי הקירור ומי הרכז. בסמוך לקרקעית, ΔT של 1°C הגיע עד כ- 1.15 ק"מ מצפון-מערב ו- 1.75 ק"מ ממערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז⁶; ΔT של 2°C הגיע עד כ- 1.1 ק"מ ממערב למוצאים ועד כ- 0.85 ק"מ מצפון-מערב להם. "מובלעת" נוספת של פלומת מים חמים עם ΔT של 2°C נמדדה במרחק של כ- 2.3 ק"מ מדרום למוצאים. ערך ΔT של 3°C נמדד עד 0.55 ק"מ ממערב למוצאים.

השוואה רב-שנתית

איורים 2.7-2.8 מציגים את הטמפרטורה בפני המים ובסמוך לקרקעית שנמדדה בעונת האביב בנקודות RUT בימי הדיגום לבדיקת איכות מי הים בכל שנה מאז 2006, השנה שבה החל לפעול מתקן התפלה אשקלון^{7,8}, האיורים ממחישים את טווחי הטמפרטורה בנקודות השונות ואת מידת השינוי בין הנקודות השונות בתנאים שונים. בחלק מנקודות הניטור ההבדלים בין השנים מגיעים עד כ- 10°C ויותר.

הבדלי הטמפרטורות בזמן (בין השנים באותן נקודות) ובמרחב (בין נקודות הדיגום השונות) נובעים משילוב של כמה גורמים:

- ספיקת מי הקירור של תחנת הכח - ככל שיותר יחידות ייצור פועלות וככל שתפוקתן גדולה יותר כך ספיקת מי הקירור הנפלטים גדולה יותר. במרבית הזמן, אך לא תמיד, שתי משאבות מי הקירור של כל יחידת ייצור פועלות בספיקה מלאה.
- תפוקת החשמל של יחידות הייצור השונות - ככל שתפוקת החשמל של יחידת ייצור גבוהה יותר, גדלה כמות החום המועברת למי הקירור ולכן הטמפרטורה של מי הקירור הנפלטים מיחידת הייצור גבוהה יותר.
- פעילות מתקן התפלה אשקלון - היקף הפעילות של מתקן ההתפלה קובע את ספיקת מי הרכז המוזרמים לים. ככל שספיקת מי הרכז גדולה יותר, הצפיפות של הזרם המעורב של מי הקירור ומי הרכז גדולה יותר וגוברת הנטייה שלו לשקוע לכיוון הקרקעית.
- התנאים הסביבתיים - רוחות, גלים וזרמים. ההשפעה העיקרית היא של כיוון ועוצמת הרוח, מה גם שהניטור מתבצע במצבי ים שקטים, בעיקר מבחינת הגלים, וכך השפעת הגלים פחותה עוד יותר.
- מיקום נקודות הדיגום ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז - ככל שמרחק הנקודה ממוצאי מי הקירור ומי הרכז גדול יותר, ההשפעה המרחבית של המים החמים והמלוחים קטנה, אקראית

⁶ בעונת האביב מתקיים שיכוב טבעי של הטמפרטורה בקרבת הקרקעית. מאחר וטמפרטורת הרקע בסמוך לקרקעית נקבעה מטמפרטורות שנמדדו בעומקים שונים, השיכוב הטבעי יוצר מלכתחילה ΔT של 1°C בקרבת החוף, גם ללא השפעת מי הקירור של תחנת הכח.

⁷ מאחר שהערבוב של מי הקירור עם מי הרכז של מתקן ההתפלה משפיע על הצפיפות של פלומת המים החמים והמלוחים ולכן על הפיזור המרחבי של הטמפרטורה, אין טעם בהשוואה של פיזור הטמפרטורה בשנים שלפני תחילת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון לשנים בהן המתקן פעל.

⁸ מאחר שבשנת 2023 לא בוצע דיגום בסתיו, לא מוצגת בדוח זה השוואה רב-שנתית של מדידות הטמפרטורה בעונת הסתיו כפי שנעשה בדוחות הניטור של שנים קודמות. להשוואה רב-שנתית של המדידות בשנים 2006-2022 ראו הדוח לשנת 2022 (כהן וחובריו, 2023).

או כמעט בלתי מורגשת, אבל גם למיקום ביחס לכיוונים של זרמי מי הקירור ומי הרכז יש השפעה.

- מועדי הדיגום - הבדלים במועדי המדידה בין שנה לשנה משפיעים על הטמפרטורה האבסולוטית הנמדדת, עקב הבדלים בטמפרטורת הרקע של מי הים.

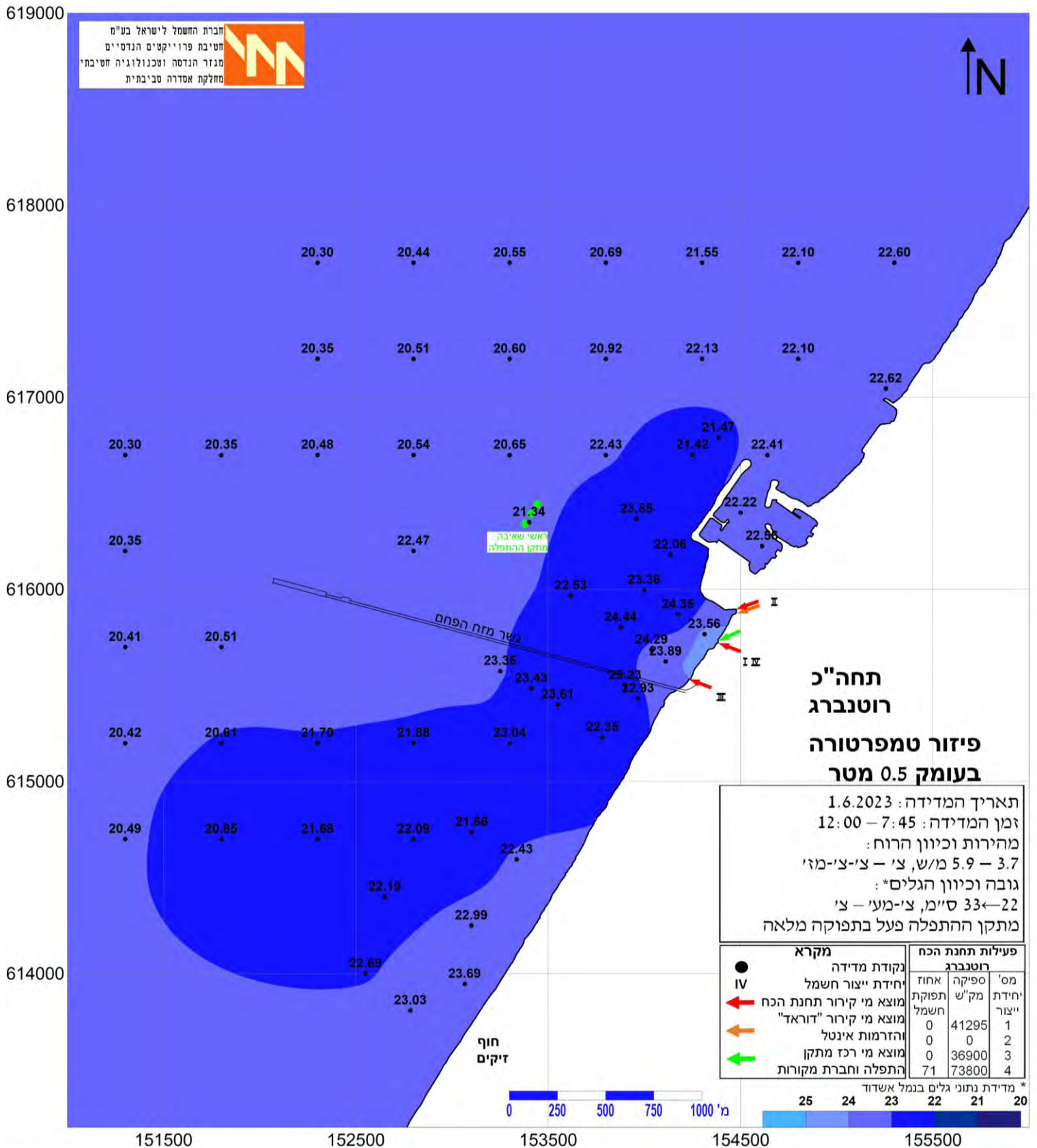
בדרך כלל, הטמפרטורות הגבוהות ביותר באזור הניטור נמדדות בנקודות הקרובות למוצאי המים החמים, אך לעיתים נקודות אלו יכולות להיות מחוץ לפלומת המים החמים. נקודות RUT11, RUT12 ו-RUT12 הן דוגמאות לכך - כאשר הפלומה נוטה לכיוון הטמפרטורה בהן גבוהה מאד ובמקרים אחרים היא יכולה להיות נמוכה יחסית (לדוגמא, בפני המים באביב 2021).

בשנת 2023 ניטור האביב נערך בתאריך ממוצע ביחס לטווח התאריכים בכלל שנות הניטור מאז 2006. בפני המים, הטמפרטורות ברוב נקודות הדיגום היו הנמוכות ביותר שנמדדו או קרוב לכך. בנקודה RUT3, בה הטמפרטורה הייתה הגבוהה ביותר, הטמפרטורה נמוכה בכ- 3°C מהממוצע הרב שנתי. בשאר הנקודות הטמפרטורה הייתה נמוכה בכ- 3.5°C - 7°C מהממוצע. בסמוך לקרקעית, ברוב הנקודות, הטמפרטורה הייתה הנמוכה ביותר שנמדדה, אך במספר נקודות הטמפרטורה הייתה קרובה יותר לממוצע הרב שנתי, ובנקודה RUT3 היא אף הגיעה לטמפרטורה הממוצעת. בנקודות RUT11 ו-RUT12, בהן הטמפרטורה הייתה גבוהה ברוב שנות הניטור (ביחס לנקודות דיגום אחרות), לא נמדדה באביב 2023 השפעה של מי הקירור, הן בפני המים והן בסמוך לקרקעית, ובהתאם הפרש הטמפרטורה ביחס לממוצע הרב שנתי היה הגדול ביותר בשני העומקים. אמנם מועד המדידה באביב 2023 לא היה מוקדם ביחס לתאריכי כלל שנות המדידה, אך הספיקה הנמוכה של מי קירור חמים והעובדה שרק יחידת ייצור אחת של תחנת הכח רוטנברג פעלה, היו גורם ההשפעה הגדול ביותר על הטמפרטורה הנמוכה בשני העומקים בכלל נקודות הניטור ביחס לשנים קודמות.

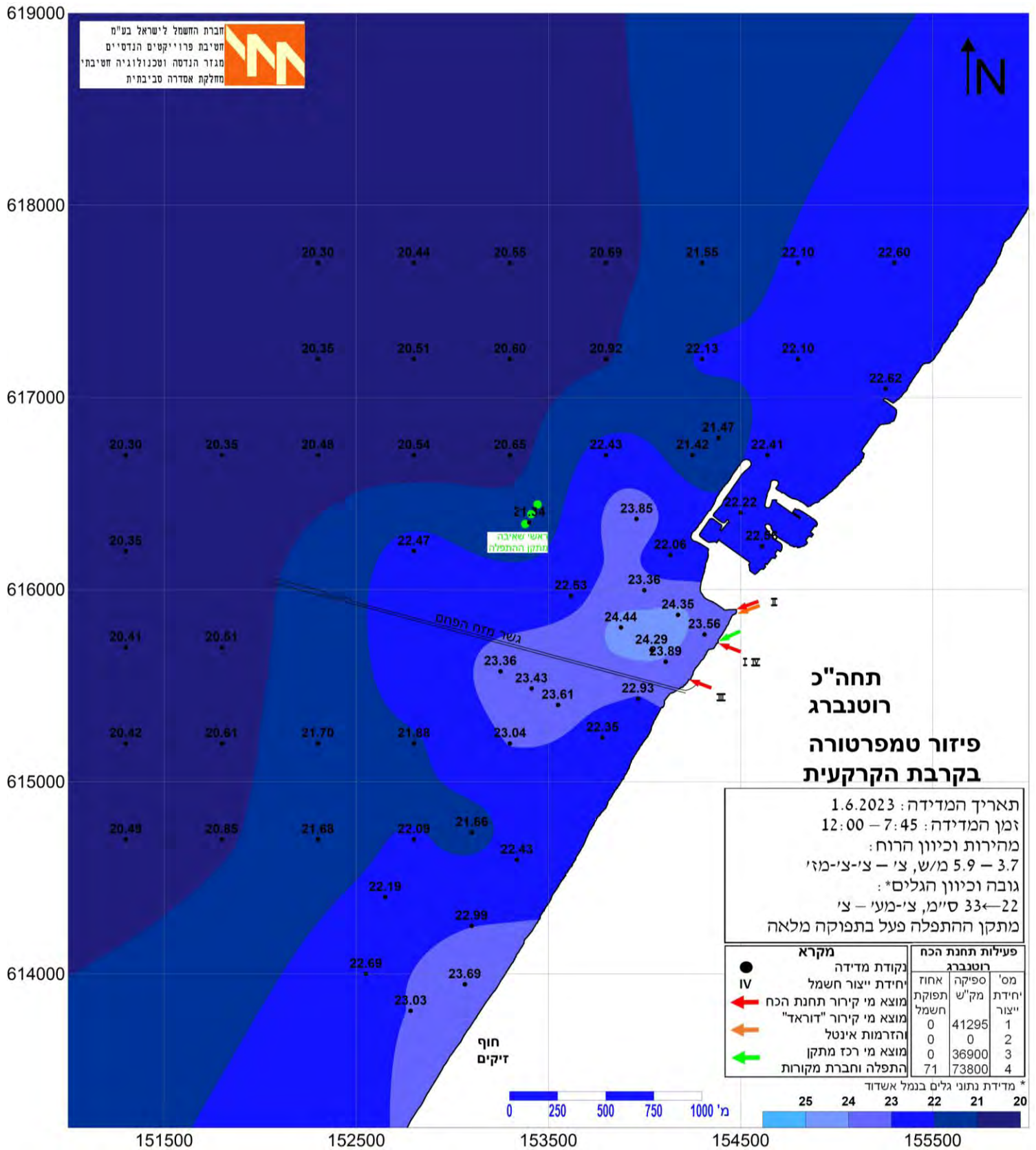
מהמפות של ערכי ΔT באזור הניטור בשנים האחרונות (2013-2023) עולות כמה הכללות:

- א. ערכי ΔT הגבוהים ביותר נמדדו לרוב עד 0.5 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (נקודות RUT1, RUT2, RUT4, RUT11).
- ב. במועדי הניטור בעונת האביב, ערכי ΔT המרביים בפני המים ובסמוך לקרקעית היו 4.5°C עד 9.9°C , בהתאמה, ובמועדי הניטור בסתיו ערכי ΔT המרביים היו נמוכים יותר, 2.0°C עד 5.3°C , למעט סתיו 2017, סתיו 2020 וסתיו 2022 שהיו חריגים עם ערכי ΔT גבוהים יותר.
- ג. במרחק של כ- 1 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, במרבית השנים ערכי ΔT לא עלו על 3°C (גפן גלזר וחובריה, 2014, 2015; אברמזון וחובריו, 2016; שפיר וחובריה, 2017; כהן וחובריו, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

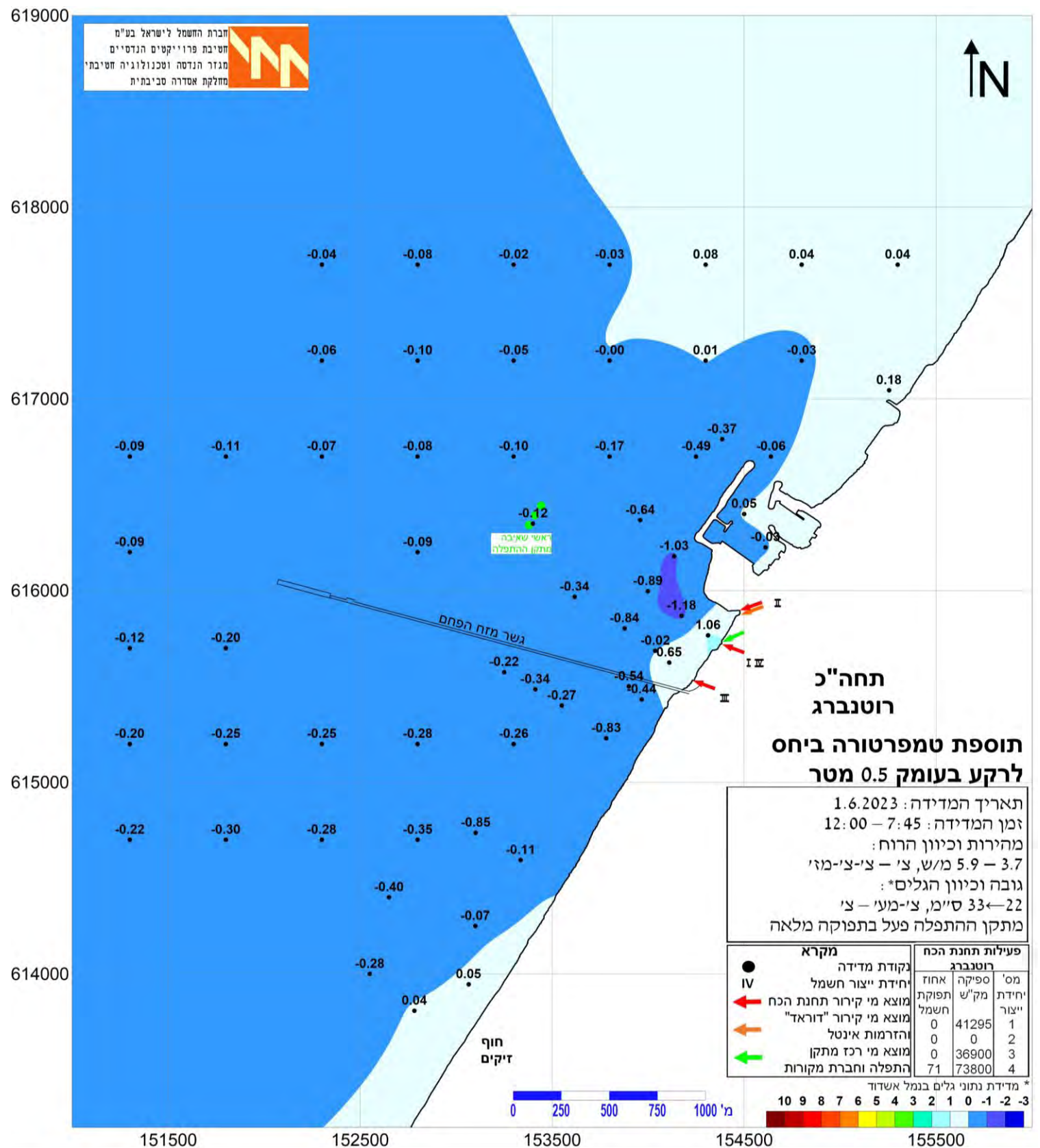
איור 2.2: פיזור טמפרטורה (°C) בפני המים (עומק 0.5 מ') באזור הניטור באביב (1.6.23).



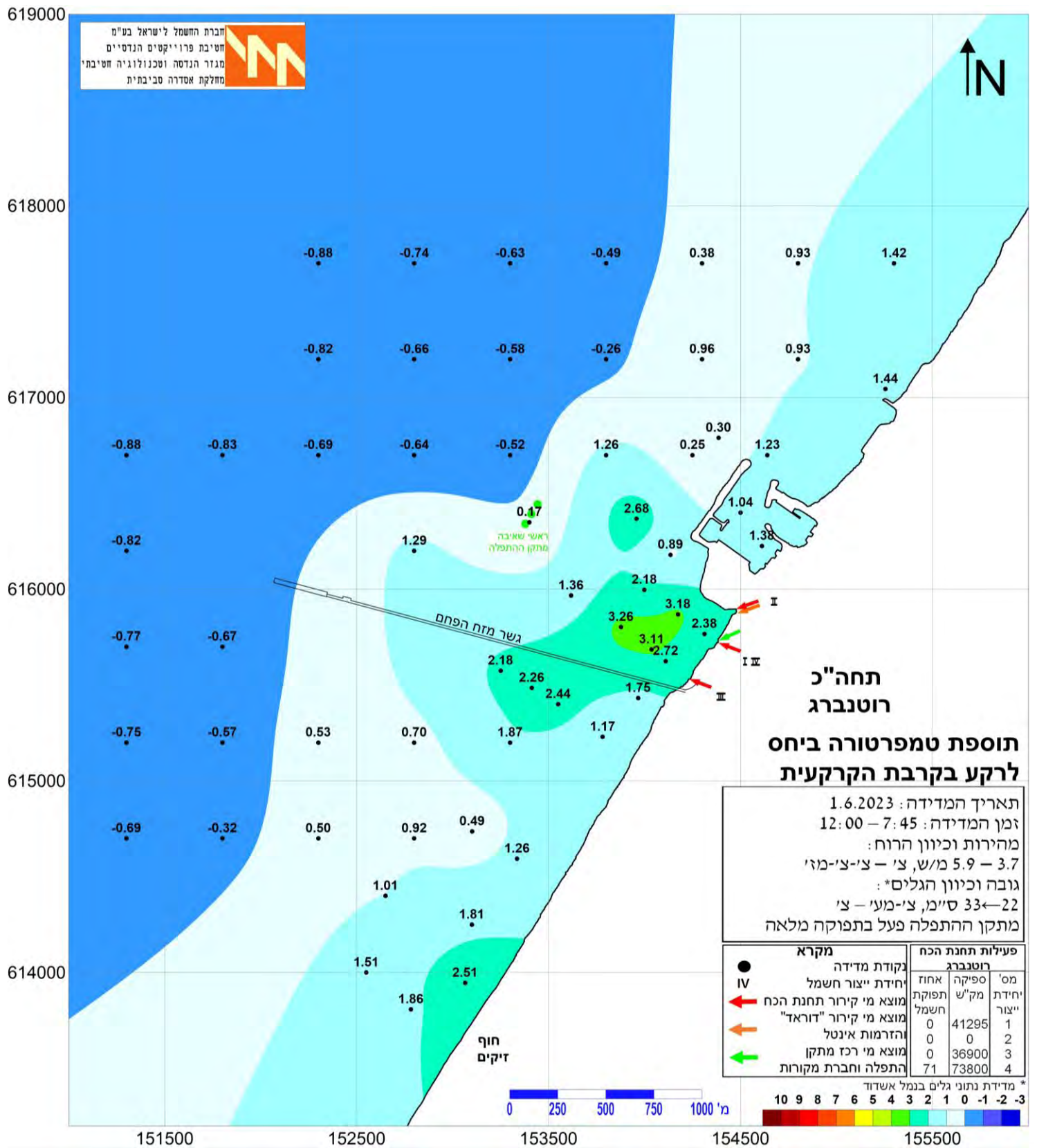
איור 2.3: פיזור טמפרטורה (°C) בסמוך לקרקעית באזור הניטור באביב (1.6.23).



איור 2.4: תוספת הטמפרטורה ביחס לרקע (°C, ΔT) בפני המים (עומק 0.5 מ') באביב (1.6.23).



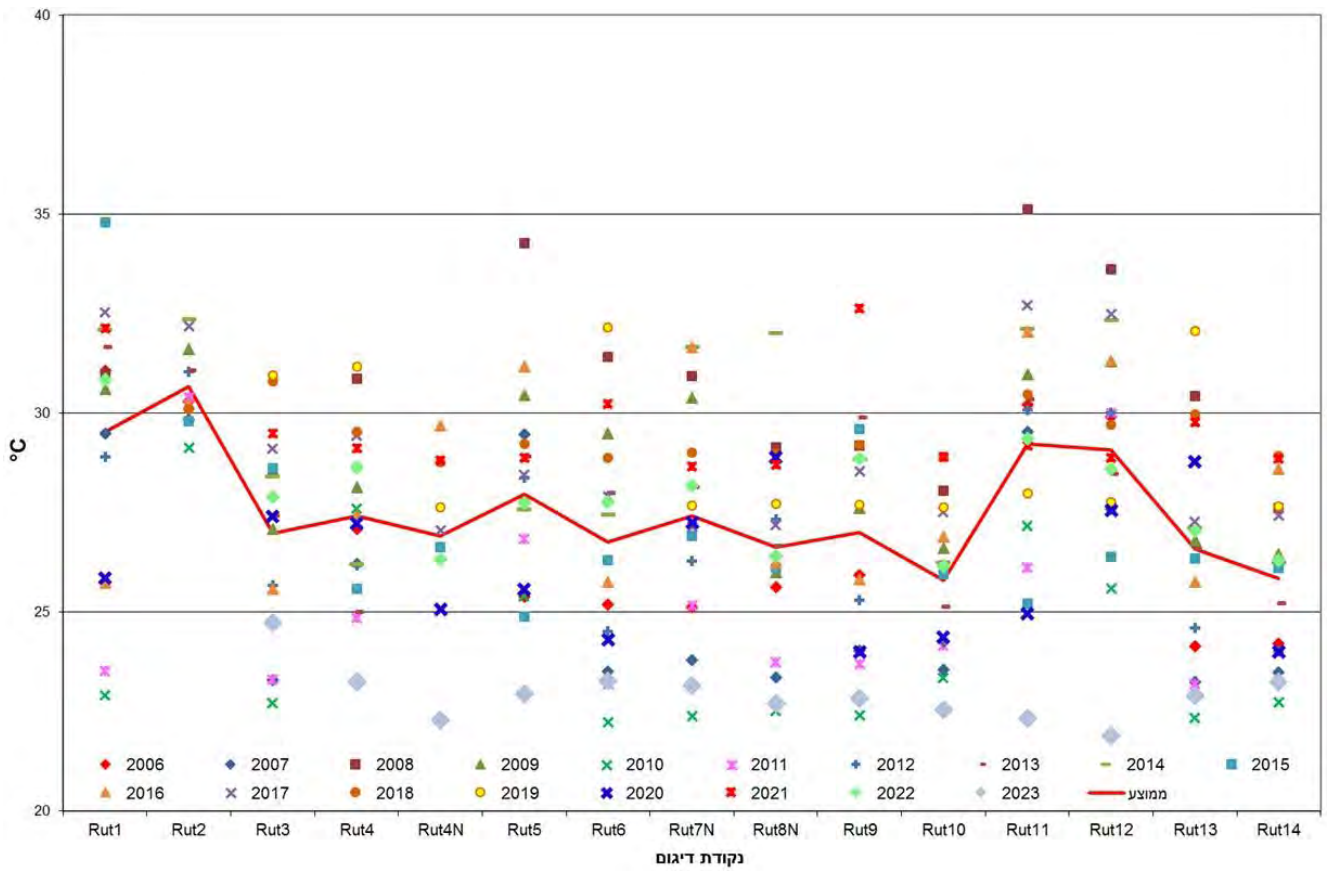
איור 2.5: תוספת הטמפרטורה ביחס לרקע (°C, ΔT) בסמוך לקרקעית באביב (1.6.23).



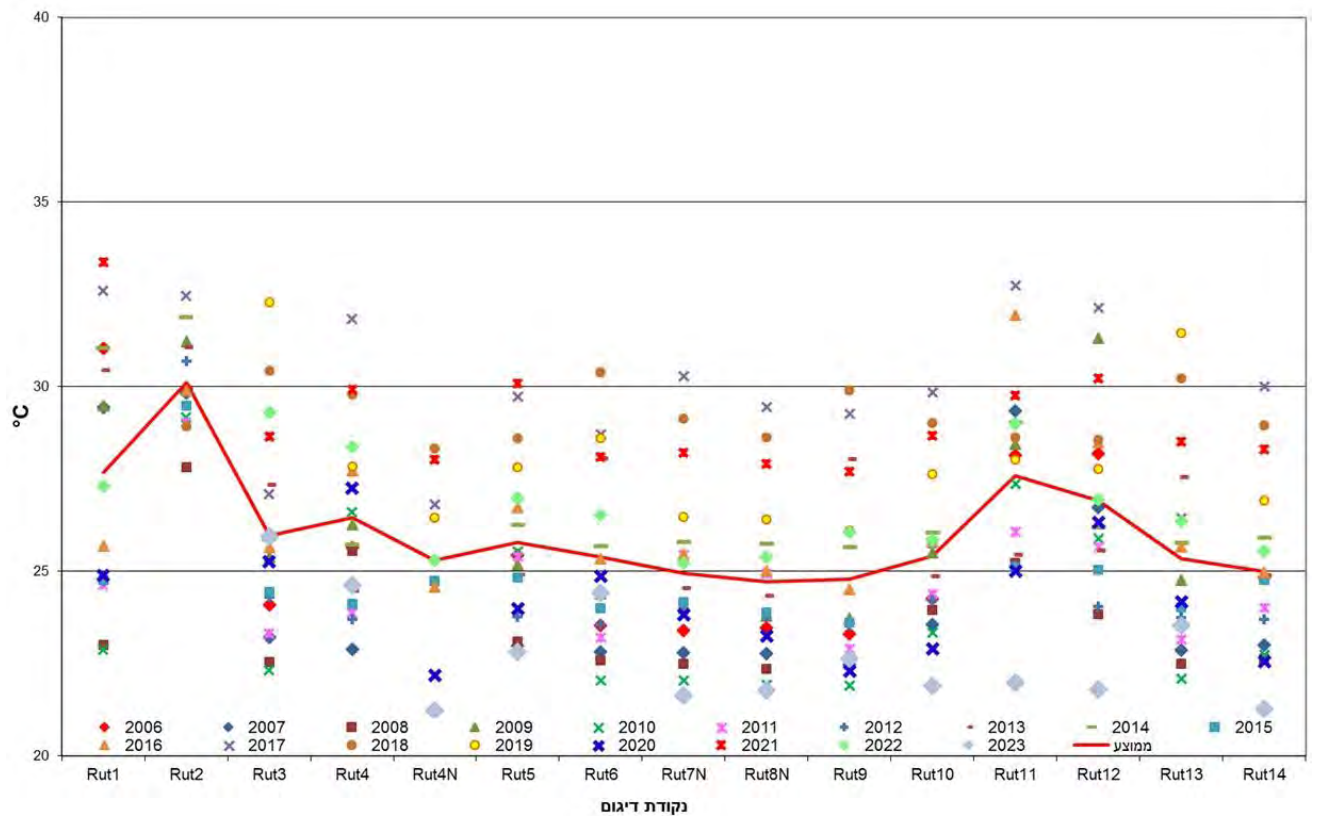
איור 2.6: פרופילי עומק של טמפרטורה בנקודות RUT באביב (5.6.23).



איור 2.7: טמפרטורה בנקודות RUT בשנים 2006-2023 - אביב, פני המים.



איור 2.8: טמפרטורה בנקודות RUT בשנים 2006-2023 - אביב, סמוך לקרקעית.



טבלה 2.8: איכות מי הים, אביב (5.6) 2023.

Station	Depth	Temp	Salin	ΔS^*	Turb	O ₂	O ₂	TSS	NO ₃ + NO ₂		NH ₄		TN		PO ₄		TOP		TP		Si(OH) ₄		TOC	Chl-a
	m	°C		%	NTU	mg/L	Sat %	mg/L	μM	mg/L N	μM	mg/L N	μM	mg/L N	μM	mg/L P	μM	mg/L P	μM	mg/L P	μM	mg/L Si	mg/L	μg/L
RUT-3	0.4	24.73	41.97	7.0	1.03	7.14	109.5	1.18	11	0.1509	1.1	0.0151	19	0.2659	0.185	0.0057	0.205	0.006	0.39	0.0119	8.8	0.2453	0.67	0.32
RUT-4	0.6	23.24	39.84	1.6	0.69	7.21	106.5	1.01	5.0	0.0706	0.55	0.0077	12	0.1666	0.097	0.0030	0.153	0.005	0.25	0.0077	3.5	0.0977	0.74	0.55
RUT-4N	0.6	22.29	39.39	0.4	0.66	7.41	107.3	1.42	2.2	0.0311	0.39	0.0055	8.7	0.1215	0.071	0.0022	0.129	0.004	0.20	0.0061	2.4	0.0678	0.61	0.54
	6.4	21.22	39.12	-0.3	1.06	7.27	103.2	0.88	1.1	0.0155	0.06	0.0008	9.9	0.1389	0.061	0.0019	0.069	0.002	0.13	0.0041	2.3	0.0638	0.72	0.64
RUT-5	0.5	22.93	39.70	1.2	0.49	7.26	106.6	0.86	3.5	0.0494	0.30	0.0042	8.6	0.1208	0.074	0.0023	0.096	0.003	0.17	0.0053	2.9	0.0820	0.87	0.81
RUT-6	0.7	23.26	39.32	0.2	0.46	7.34	108.1	0.71	0.74	0.0104	0.08	0.0011	7.7	0.1078	0.043	0.0013	0.057	0.002	0.10	0.0030	1.6	0.0448	0.65	0.42
	4.3	24.40	40.81	4.0	0.76	7.34	111.2	0.86	4.5	0.0630	0.09	0.0013	11	0.1533	0.092	0.0029	0.098	0.003	0.19	0.0057	3.7	0.1030	0.63	0.36
RUT-7N	0.5	23.16	39.73	1.3	0.67	7.28	107.3	0.89	3.1	0.0438	0.45	0.0063	10	0.1460	0.084	0.0026	0.106	0.003	0.19	0.0060	3.2	0.0888	0.66	0.66
	5.9	21.64	39.30	0.2	0.90	7.33	104.9	0.89	2.1	0.0298	0.78	0.0109	9.3	0.1298	0.066	0.0020	0.174	0.005	0.24	0.0073	3.0	0.0832	0.68	0.61
RUT-8N	0.7	22.71	39.25	0.0	0.43	7.20	105.0	0.65	0.19	0.0027	0.88	0.0123	8.5	0.1184	0.047	0.0015	0.093	0.003	0.14	0.0042	1.3	0.0358	0.66	0.37
	7.9	21.77	39.43	0.5	1.34	7.29	104.7	1.23	1.5	0.0210	0.12	0.0017	8.1	0.1135	0.064	0.0020	0.096	0.003	0.16	0.0050	2.5	0.0706	0.83	0.53
RUT-9	0.4	22.84	39.22	0.0	0.24	7.34	107.2	0.53	0.41	0.0057	0.56	0.0078	7.1	0.0994	0.035	0.0011	0.065	0.002	0.10	0.0030	1.5	0.0409	0.86	0.36
	11.8	22.64	39.54	0.8	0.97	7.47	109.0	0.77	3.2	0.0442	0.21	0.0029	8.1	0.1128	0.059	0.0018	0.091	0.003	0.15	0.0047	2.3	0.0652	0.71	0.47
RUT-10	0.5	22.56	39.40	0.4	1.89	7.16	104.2	1.93	1.0	0.0141	0.25	0.0035	8.0	0.1123	0.046	0.0014	0.174	0.005	0.22	0.0068	2.5	0.0694	0.73	0.88
RUT-11	0.7	22.33	39.51	0.7	0.81	7.34	106.5	1.28	1.7	0.0231	0.24	0.0034	9.5	0.1324	0.065	0.0020	0.145	0.005	0.21	0.0066	2.8	0.0787	0.76	0.65
RUT-12	0.7	21.89	39.39	0.4	0.73	7.22	103.8	0.39	1.6	0.0217	0.15	0.0021	7.4	0.1037	0.070	0.0022	0.100	0.003	0.17	0.0051	2.7	0.0764	0.69	0.50
RUT-13	0.8	22.90	39.43	0.5	0.14	7.31	107.1	0.45	0.28	0.0039	0.36	0.0050	7.9	0.1103	0.040	0.0012	0.090	0.003	0.13	0.0039	1.9	0.0518	0.68	0.47
	4.2	23.54	40.35	2.9	0.73	7.60	113.1	0.66	0.82	0.0115	< 0.06	< 0.0008	7.0	0.0977	0.042	0.0013	0.088	0.003	0.13	0.0039	1.7	0.0479	0.75	0.42
RUT-14	0.6	23.25	39.64	1.0	1.00	7.31	107.8	1.10	2.3	0.0325	0.15	0.0021	10	0.1417	0.049	0.0015	0.101	0.003	0.15	0.0048	2.6	0.0739	0.70	0.64
	5.1	21.26	39.12	-0.3	1.68	7.31	103.8	1.75	0.84	0.0118	0.08	0.0011	9.0	0.1261	0.060	0.0019	0.090	0.003	0.15	0.0046	2.1	0.0574	0.75	0.74
RUT-17	0.8	22.96	39.26	0.1	0.27	7.44	109.0	0.53	0.38	0.0053	< 0.06	< 0.0008	7.6	0.1065	0.035	0.0011	0.075	0.002	0.11	0.0033	1.6	0.0437	0.73	0.46

* ΔS = תוספת מליחות מעל הרקע הטבעי.

ריכוזי נוטריאנטים בפונט נטוי הם בין גבול הגילוי לגבול הכימות של השיטה.

טבלה 2.9: איכות מי הים, קיץ (21.8) 2023.

Station	Depth	Temp	Salin.	Turb.	O ₂	O ₂	NO ₃ + NO ₂		NH ₄		TN		PO ₄		TOP		TP		Si(OH) ₄		Chl-a
	m	°C		NTU	mg/L	Sat %	μM	mg/L N	μM	mg/L N	μM	mg/L N	μM	mg/L P	μM	mg/L P	μM	mg/L P	μM	mg/L Si	μg/L
RUT-3	0.5	34.67	42.45	1.22	6.44	115.7	10	0.1422	0.75	0.0105	20	0.2757	0.127	0.0039	0.346	0.011	0.473	0.0147	10	0.2806	0.90
RUT-4	0.6	33.59	39.86	1.02	6.33	110.4	0.86	0.0120	0.64	0.0090	12	0.1645	0.113	0.0035	0.296	0.009	0.409	0.0127	5.9	0.1663	1.57
RUT-4N	0.5	31.33	39.65	0.88	6.49	109.2	0.31	0.0043	0.61	0.0085	10	0.1403	0.135	0.0042	0.258	0.008	0.393	0.0122	6.4	0.1795	2.58
	6.3	30.99	39.55	1.16	5.94	99.4	0.21	0.0029	0.30	0.0042	11	0.1533	0.110	0.0034	0.220	0.007	0.330	0.0102	6.6	0.1837	3.15
RUT-5	0.7	31.65	39.75	1.16	6.38	108.0	0.56	0.0078	0.20	0.0028	11	0.1520	0.113	0.0035	0.183	0.006	0.296	0.0092	5.9	0.1644	2.90
RUT-6	0.3	34.38	40.11	1.38	6.16	108.9	1.9	0.0266	0.22	0.0031	11	0.1558	0.167	0.0052	0.111	0.003	0.278	0.0086	6.5	0.1820	1.28
	4.8	35.44	42.29	2.42	6.17	112.1	11	0.1543	0.65	0.0091	20	0.2857	0.120	0.0037	0.303	0.009	0.423	0.0131	13	0.3615	1.52
RUT-7N	0.6	31.48	39.69	1.27	6.46	109.1	0.35	0.0049	1.6	0.0210	11	0.1495	0.105	0.0033	0.227	0.007	0.332	0.0102	6.2	0.1744	2.87
	5.9	31.13	39.6	1.6	6.25	104.9	0.19	0.0027	1.2	0.0167	10	0.1467	0.120	0.0037	0.244	0.008	0.364	0.0113	6.2	0.1739	3.06
RUT-8N	0.4	31.15	39.58	1.17	6.29	105.5	0.14	0.0020	0.31	0.0043	11	0.1508	0.112	0.0035	0.193	0.006	0.305	0.0095	6.5	0.1812	2.57
	8.0	30.95	39.54	1.21	6.04	101.0	0.14	0.0020	0.40	0.0056	10	0.1460	0.105	0.0033	0.205	0.006	0.310	0.0096	6.3	0.1775	2.71
RUT-9	0.5	31.54	39.71	1.77	6.29	106.2	0.12	0.0017	0.53	0.0074	11	0.1516	0.091	0.0028	0.233	0.007	0.324	0.0100	7.0	0.1971	2.23
	11.3	31.27	39.76	1.47	5.71	96.1	1.3	0.0178	0.36	0.0050	10	0.1450	0.126	0.0039	0.120	0.004	0.246	0.0076	7.8	0.2173	2.50
RUT-10	0.6	31.57	39.78	1.23	6.45	109.1	0.30	0.0042	0.23	0.0032	11	0.1533	0.103	0.0032	0.239	0.007	0.342	0.0106	6.0	0.1686	2.74
RUT-11	0.7	32.05	39.76	1.25	6.4	109.0	0.26	0.0036	0.22	0.0031	11	0.1589	0.105	0.0033	0.373	0.012	0.478	0.0148	5.9	0.1658	2.60
RUT-12	0.6	31.96	39.74	1.17	6.43	109.4	0.47	0.0066	0.74	0.0104	11	0.1575	0.101	0.0031	0.367	0.011	0.468	0.0145	5.9	0.1663	2.71
RUT-13	0.6	34.09	40.57	1.29	6.14	108.2	2.6	0.0358	0.27	0.0038	13	0.1788	0.098	0.0030	0.292	0.009	0.390	0.0121	7.3	0.2044	1.66
	4.6	33.76	41.35	1.52	6.5	114.6	3.4	0.0477	0.15	0.0021	13	0.1828	0.102	0.0032	0.264	0.008	0.366	0.0113	8.0	0.2240	2.28
RUT-14	0.4	31.54	39.75	1.12	6.53	110.3	0.30	0.0042	0.41	0.0057	11	0.1533	0.107	0.0033	0.201	0.006	0.308	0.0095	5.8	0.1621	2.95
	4.3	31.63	39.84	1.11	6.45	109.2	0.22	0.0031	0.40	0.0056	11	0.1490	0.122	0.0038	0.217	0.007	0.339	0.0105	5.9	0.1663	3.01
RUT-17	0.6	31.04	39.54	1.25	6.17	103.4	0.13	0.0018	0.28	0.0039	9.1	0.1271	0.087	0.0027	0.138	0.004	0.225	0.0070	6.7	0.1868	2.17

ריכוזי נוטריאנטים בפונט נטוי הם בין גבול הגילוי לגבול הכימות של השיטה.

המליחות בשנת 2023

איורים 2.9 ו-2.10 מציגים את פיזור המליחות של מי הים באזור הניטור באביב (1.6.23) בפני המים (עומק 0.5 מ') ובסמוך לקרקעית. ערכי המליחות רשומים במפות בנקודות המדידה. באיורים 2.11 ו-2.12 מוצגים שינויי המליחות (באחוזים) ביחס למליחות הרקע (ΔS) באביב, אשר מהווים מדד לתחום ההשפעה של מי הרכז של מתקן ההתפלה בזמן המדידה (למען הבהירות מוצגים בצבע רק שינויים גדולים מ-0.5% אבל כל הערכים רשומים בנקודות המדידה). מליחות הרקע (הסביבה הטבעית), 39.23 ± 0.08 , נקבעה כממוצע של מדידות CTD בפני המים ובסמוך לקרקעית בנקודות הדיגום הצפוניות ביותר (53 – 59), מחוץ לתחום ההשפעה של מי הרכז (מוערך שהשגיאה בהערכת מליחות הרקע היא לכל היותר ± 0.2 יחידות מליחות). מודגש ששינוי של 2.5% במליחות ביחס למליחות הרקע שווה להבדל של כ-1.0 יחידות מליחות שהינו בטווח השינויים הטבעיים באזורים רדודים לאורך החוף.

בטבלאות 2.8 ו-2.9 מוצגות מדידות המליחות באביב (5.6.23) ובקיץ (21.8.22) אשר בוצעו בנקודות RUT במקביל לדיגום לצורך בדיקות איכות מי הים. בטבלה של נתוני האביב מוצגים גם ערכי ΔS יחסית למליחות הרקע הרשומה לעיל. באיור 2.13 מוצגים פרופילי עומק של המליחות בנקודות RUT באביב. התנודתיות הרבה של הפרופילים בנקודות הרדודות, שבהן ניכרת ההשפעה של מי הרכז, משקפת את המבנה המורכב של עמודת המים (microstructure) שנוצר עקב האינטראקציה בין מי הרכז וסילוני מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג לגורמים הטבעיים.

באופן כללי, עקב הערבוב של מי הרכז המלוחים הנפלטים ממתקן התפלה אשקלון עם מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג, כאשר כל או מרבית היחידות של תחנת הכח פועלות והספיקה של מי הקירור מרבית במרבית היחידות, מתקיים מתאם חיובי בין הטמפרטורה והמליחות של מי הים באזור הניטור והתבנית המרחבית הכללית של המליחות דומה לזו של הטמפרטורה. תפוצת המליחות הרגעית נקבעת ע"י ספיקת מי הרכז של מתקן ההתפלה וההשפעה המשולבת של הזרמת מי הקירור של תחנת הכח ושל התנאים הסביבתיים (כיווני ועוצמות הרוחות והזרמים הטבעיים באזור). ההשפעה של זרמי מי הקירור מורגשת בעיקר בסמוך לחוף וככל שמתרחקים ממנו תפוצת המליחות בפני השטח מושפעת יותר מכיווני ועוצמת הרוחות והזרמים הטבעיים. המתאם בין הטמפרטורה והמליחות במועדי המדידה באביב 2023 מוצג באיור 2.14.

בעת מדידות CTD באביב, כאשר מתקן התפלה אשקלון פעל בתפוקה מלאה, בתחנת הכח רוטנברג היה ייצור חשמל רק ביחידה אחת בתפוקה של 71% ובשתיים משלוש היחידות שלא ייצרו חשמל משאבות מי הקירור סחררו מי ים בהיקף חלקי והרוח הייתה צפונית עד צפון-צפון-מזרחית, פלומת המליחות הגבוהה השתרעה בפני המים לאורך החוף בכיוון דרום ובסמוך לקרקעית לכיוון מערב ולאורך החוף בכיוון דרום. השטח של פלומת המליחות הגבוהה ($\Delta S > 1\%$) היה יותר גדול בסמוך לקרקעית מאשר בפני המים. המליחות הגבוהה ביותר בפני המים ($\Delta S = 5.91\%$, 41.55) נמדדה בנקודה RUT1, הקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז, והמליחות הגבוהה ביותר בסמוך לקרקעית ($\Delta S = 5.01\%$, 41.20) נמדדה

בנקודה RUT3 במרחק של 0.25 ק"מ מצפון מערב למוצאים. בסמוך לקרקעית השטח שבו $\Delta S > 2.5\%$ היה כ- 0.46 ק"מ².

ערכי ΔS בשיעור של 1%-2.5% בסמוך לקרקעית הגיעו בכיוון מערב עד למרחק של כ- 1.8 ק"מ מהחוף ובכיוון דרום לאורך החוף עד גבול המדידה. כאמור, שינוי מליחות זה הינו בטווח השינויים הטבעיים באזור הניטור אולם תפוצתו המרחבית מעידה על תבנית הפיזור של מי הרכז במועד המדידה.

השוואה רב-שנתית

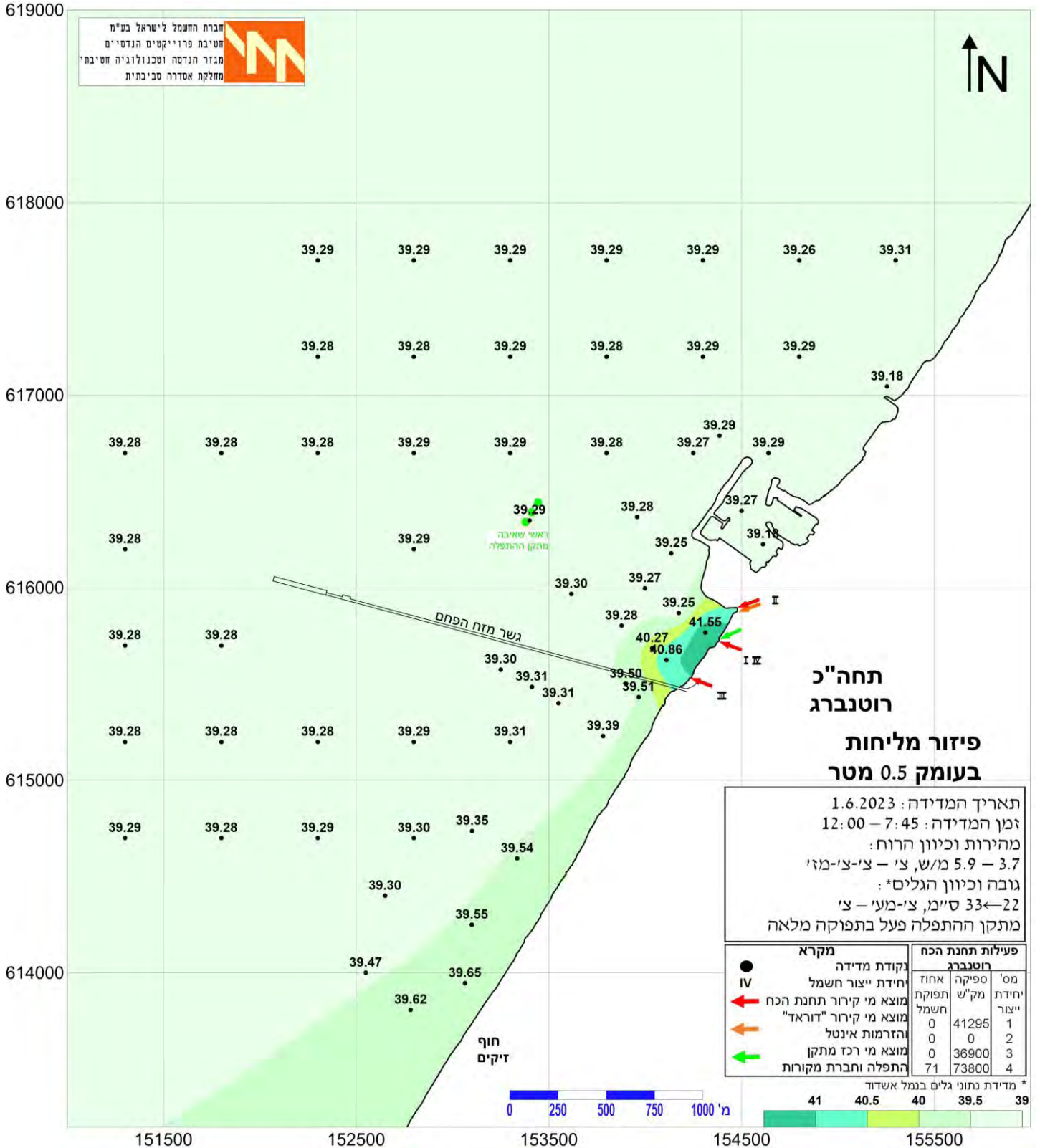
להשוואה רב-שנתית של שינויי המליחות באזור הניטור יש משמעות מאד מוגבלת עקב הבדלים במליחות הרקע, בהזרמות של מי הרכז ומי הקירור ובטמפרטורה של מי הקירור (היקף הייצור של מתקן התפלה אשקלון והפעילות של תחנת הכח רוטנברג) והבדלים בתנאים הסביבתיים (הרוח ומצב הים) בימי הדיגום. עם זאת, מבחינה של שינויי המליחות באזור הניטור באחת-עשרה השנים האחרונות (2013-2023), אשר מוצגים בטבלה 2.10, עולות שתי מסקנות:

א. בכל השנים, שינויי המליחות שנמדדו באזור הניטור היו קטנים מהתחזיות של מודל הפיזור של מי הרכז ממתקן התפלה אשקלון, אשר הופעל ע"י המכון לחקר הנדסה ימית (CAMERI) לפני הפעלת מתקן ההתפלה לצורך הערכה סביבתית (Sladkevich and Kit, 2004). השוואה ישירה של תחזיות המודל והתוצאות של מדידת המליחות איננה אפשרית עקב הבדלים בין נתוני הקלט של המודל למצב בפועל במועדי המדידה (הספיקות של מי הרכז של מתקן ההתפלה, היקף הפעילות של תחנת הכח רוטנברג והתנאים הסביבתיים). עם זאת יש לציין שעפ"י תחזיות המודל, במצב ים שקט (ללא רוח וגלים) ופעילות מלאה של תחנת הכח (מיהול מרבי של מי הרכז עם מי הקירור), בסמוך לקרקעית היו צפויות מליחות של 53, 49 ו- 44 במרחקים של 0.05, 0.1, ו- 0.2 ק"מ מהחוף, בהתאמה (ערכי ΔS של 35%, 24% ו- 11%, בהתאמה). בפועל, למעט בסתיו 2017, בסתיו 2020 ובאביב 2022, בכל שנות הניטור, גם כאשר תחנת הכח לא הייתה בפעילות מלאה, לא נמדדה בסמוך לקרקעית, בכל אזור הניטור ובכלל זה בסמוך למוצאי מי הקירור ומי הרכז, תוספת מליחות גבוהה מכ- 11%. בסתיו 2017, בסתיו 2020 ובאביב 2022 נמדדו תוספות מליחות גבוהות יותר בשטחים מצומצמים, בתחום 12.7%-13.3%, אבל גם במקרים חריגים אלה, תוספות המליחות היו קטנות בהרבה מהתוספות המרביות עפ"י תחזיות המודל.

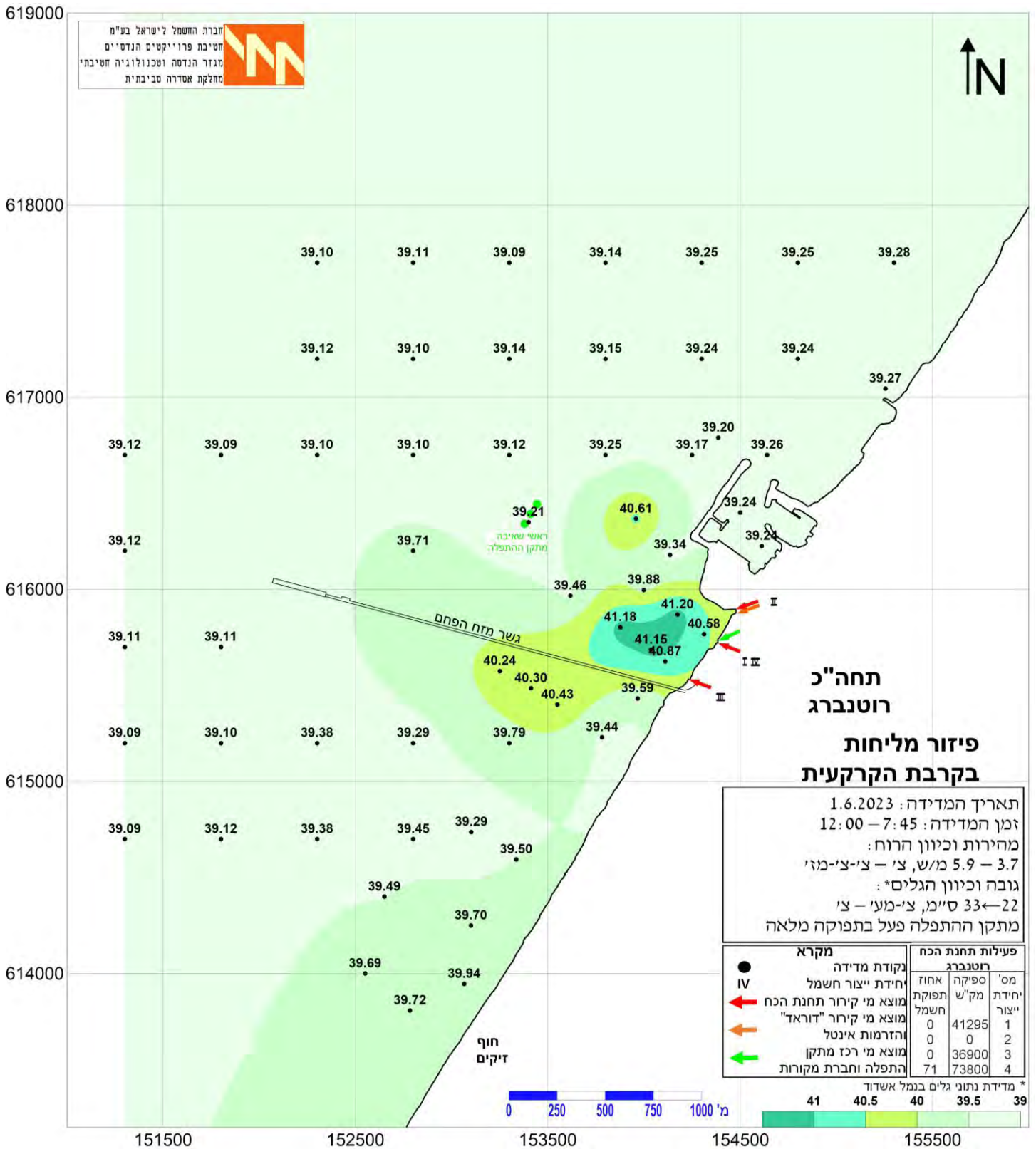
ב. בכל השנים, השטח בסמוך לקרקעית שבו $\Delta S > 5\%$ לא עלה על 0.4 ק"מ². בכל השנים, למעט באביב 2019, ערך ΔS הגיע ל- 5% ויותר רק כאשר לא פעלו יחידה 1 או יחידה 4 של תחנת הכח, אשר מזרימות מי קירור בסמוך למוצאי מי הרכז של מתקן ההתפלה. נראה שלהשבתה של אחת משתי יחידות ייצור אלה יש השפעה יותר גדולה על תפוצת המליחות בסמוך לקרקעית מאשר להשבתה של יחידה 2 או של יחידה 3 של תחנת הכח, כפי שהומחש במיוחד בסתיו 2021, כאשר הושבתו שתי היחידות 2 ו-3 ולמרות זאת ערך ΔS לא הגיע ל- 5%. מודגש שמספר היחידות הפועלות של תחנת הכח איננו מייצג באופן מלא את ההשפעה של פעילות תחנת הכח על תפוצת המליחות. הגורמים המשפיעים הנוספים הם מספר המשאבות הפעילות של כל יחידת ייצור (קובע את הספיקה של מי הקירור ולכן את שיעור המיהול של מי הרכז) ואחוז תפוקת החשמל של כל יחידת ייצור (קובע את

הטמפרטורה של מי הקירור ולכן משפיע על הצפיפות של התערובת של מי הקירור ומי הרכז אשר משפיעה על הפיזור המרחבי שלה).

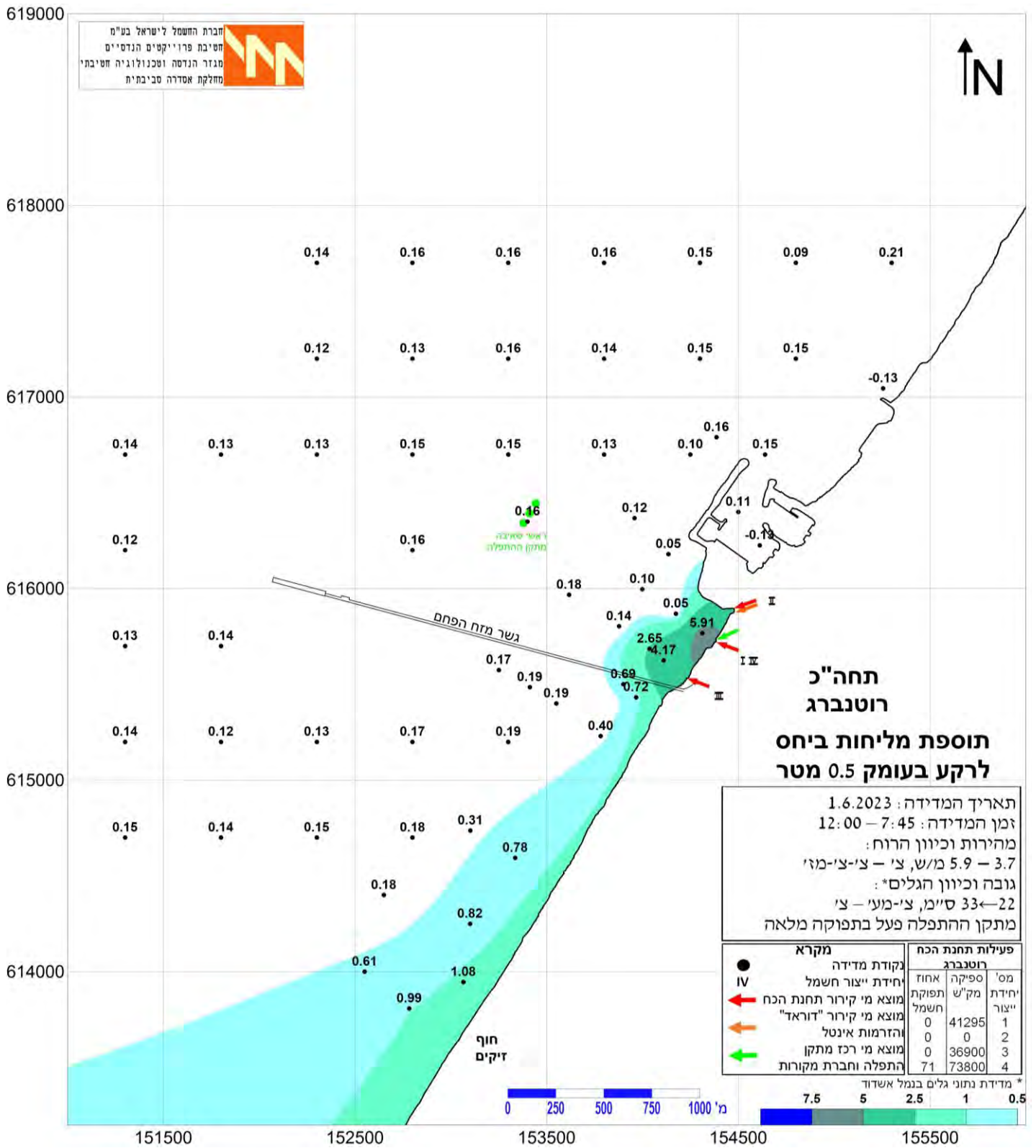
איור 2.9: פיזור המליחות בפני המים (עומק 0.5 מ') באזור הניטור באביב (1.6) 2023.



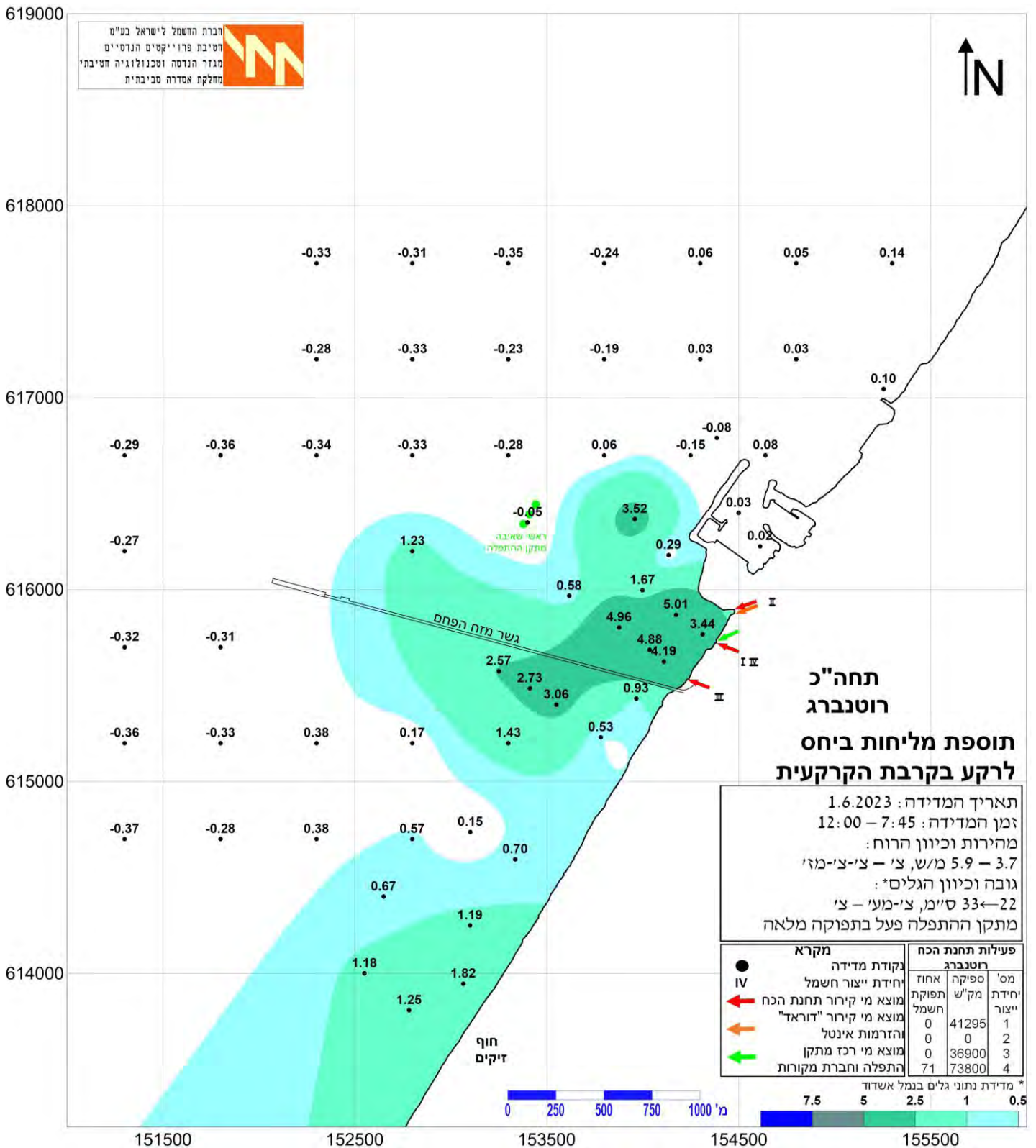
איור 2.10: פיזור מליחות בסמוך לקרקעית באזור הניטור באביב (1.6) 2023.



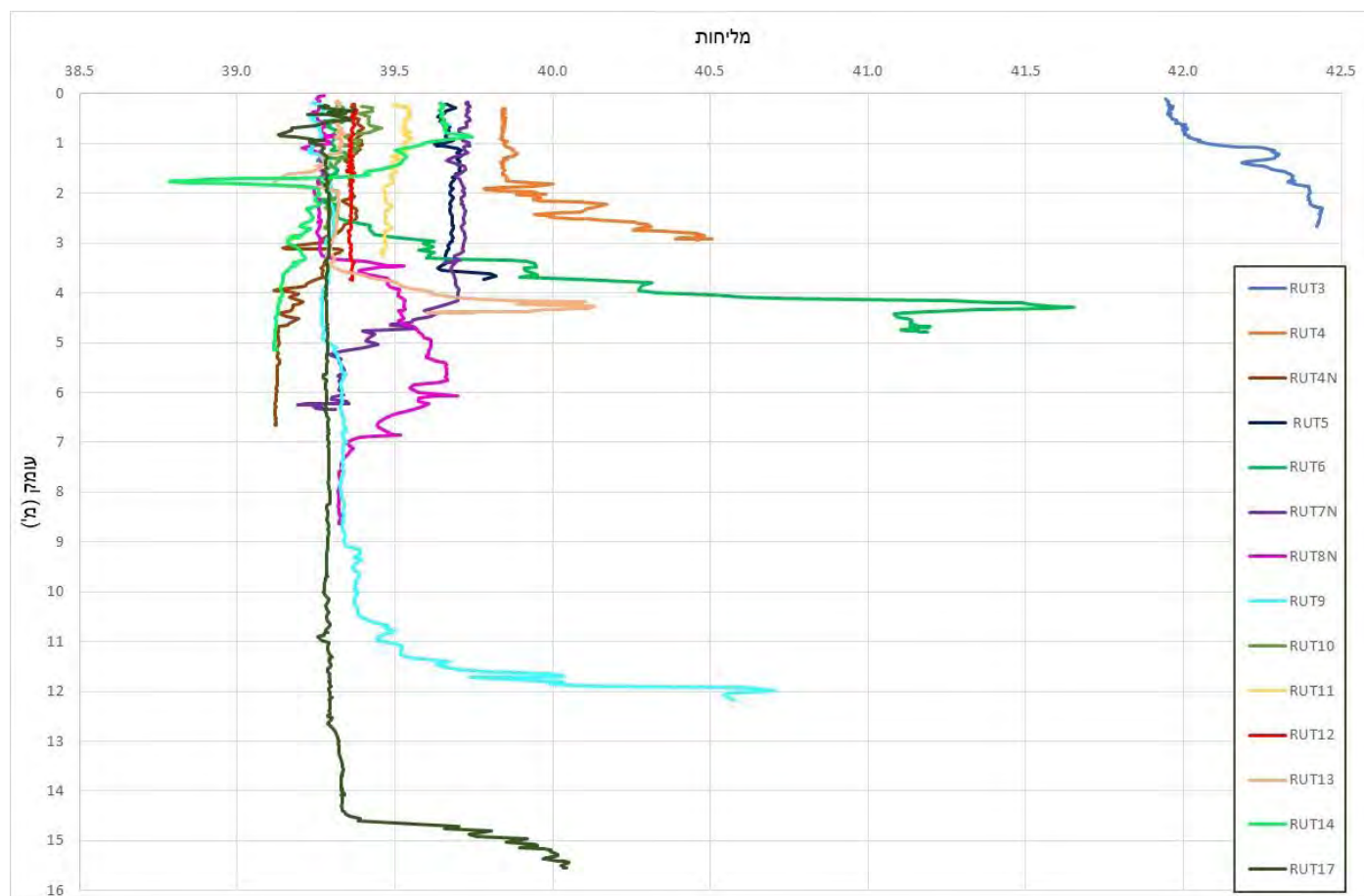
איור 2.11: תוספת המליחות ביחס לרקע (ΔS %) בפני המים (עומק 0.5 מ') באביב (1.6) 2023.



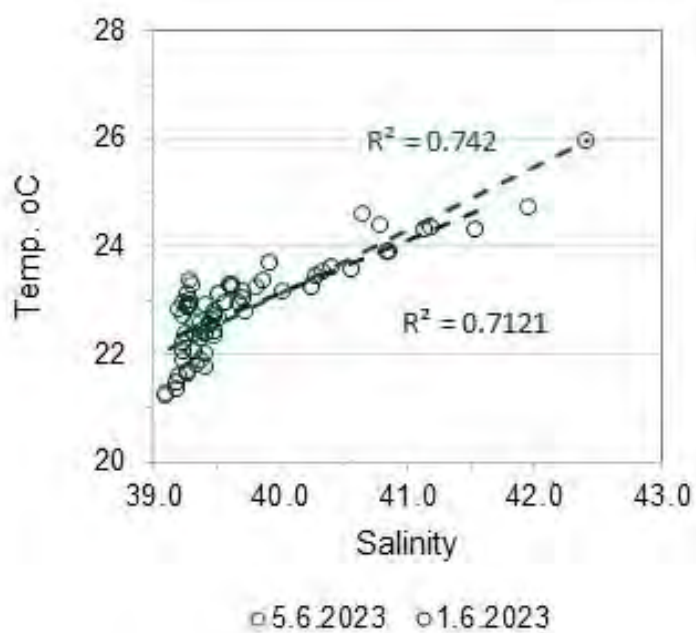
איור 2.12: תוספת המליחות ביחס לרקע (% ΔS) בסמוך לקרקעית באביב (1.6) 2023.



איור 2.13: פרופילי עומק של מליחות בנקודות RUT באביב (5.6) 2023.



איור 2.14: יחסי טמפרטורה-מליחות בנקודות RUT באביב 2023 במועדי מדידות CTD (1.6) והדיגום לבדיקות איכות מי הים (5.6).



טבלה 2.10: סיכום של שינויי המליחות בסמוך לקרקעית באזור הניטור בשנים 2013-2023 על סמך

מדידות CTD

שנה	עונה	מספר יחידות מושבתות של תחנת הכח [היחידות המושבתות]	ערך מרבי ΔS %	שטח, ק"מ ² ΔS > 5%	שטח, ק"מ ² ΔS > 2.5%
2013	אביב	1 [4]	7.0	0.06	1.40
	סתיו	2 [4, 1]	8.3	0.20	1.30
2014	אביב	0	3.1	0	0.007
	סתיו	1 [3]	<0.9	0	0
2015	אביב	0 (ב)	4.0	0	0.03
	סתיו	3 [4, 2, 1]	9.0	0.04	1.20
2016	אביב	1 [2]	4.7	0	0.09
2017	אביב	1 [1]	8.2	0.35	>1.20
	סתיו	1 [1]	12.8	0.40	1.60
2018	אביב	1 [1] (ג)	7.1	0.24	2.30
	סתיו	1 [2]	8.3	0.24	1.50
2019	אביב	1 [2] (ד)	6.4	0.19	0.70
	סתיו	1 [4]	8.5	0.24	1.1
2020	אביב	1 [4] (ה)	10.5	0.25	0.65
	סתיו	1 [4]	12.7	0.22	0.79
2021	אביב	1 [3]	3.1 (ו)	0	0 (ו)
	סתיו	2 [3, 2]	4.8	0	0.67
2022	אביב	1 [1]	13.3	0.38	1.26
	סתיו	2 [2, 1] (ז)	11.1	0.17	0.25
2023	אביב	3 [1, 2, 3] (ח)	5.01	0	0.46

הערות לטבלה: (א) מקורות לנתוני 2013-2022: גפן גלזר וחבריה (2014, 2015); אברמזון וחבריו (2016); שפיר וחבריה (2017); כהן וחבריו (2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023). (ב) בנוסף, רק 50% ספיקה של משאבות מי הקירור ביחידה 2. (ג), (ד) ביחידה 2 לא היה ייצור חשמל אבל משאבות מי הקירור פעלו בספיקה מלאה. (ה) ביחידה 2 לא היה ייצור חשמל אבל משאבות מי הקירור פעלו ב- 50% תפוקה. (ו) רק בנקודה אחת הייתה תוספת מליחות של 3.1%. (ז) ביחידה 2 לא היה ייצור חשמל אבל משאבות מי הקירור פעלו ב- 50% תפוקה. (ח) ביחידות 1 ו-3 לא היה ייצור חשמל אבל משאבות מי הקירור של שתי היחידות פעלו ב- 50% תפוקה.

2.4.1.3 חמצן מומס

ריכוזי החמצן המומס במי הים באזור הניטור היו כ- 7.1-7.6 מג"ל באביב וכ- 5.5-6.5 בקיץ (טבלאות 2.8, 2.9). בשני מועדי הניטור החמצן המומס היה רווי ביתר בכל אזור הניטור (למעט 96% רווייה בנקודה אחת בקיץ), עם אחוזי רווייה אופייניים למים חופיים רדודים המושפעים מהגלים (עד 116%). תוצאות אלו גבוהות מהערך של 80% רווייה שנקבע כ"תקן למי ים" במסגרת ההמלצות של המשרד להגנת הסביבה לתקני סביבה לאיכות מי הים התיכון בישראל (אגף ים וחופים, המשרד לאיכות הסביבה, 2002 (להלן - תקן מי הים)).

2.4.1.4 עכירות

בשני מועדי הניטור העכירות באזור הניטור הייתה נמוכה, עד 1.9 NTU (למעט ערך אחד של 2.4 NTU בקיץ), (טבלאות 2.8, 2.9). ערכי החציון של מדידות העכירות באביב ובקיץ היו 0.7 ו- 1.2 NTU, בהתאמה. באביב, כאשר נמדדו גם ריכוזי חלקיקים מרחפים במי הים (TSS) והן העכירות והן ריכוזי TSS באזור הניטור היו נמוכים, נמצא מתאם לינארי בין העכירות לבין TSS.

2.4.1.5 חלקיקים מרחפים (TSS)

ריכוזי TSS במי הים באזור הניטור שנמדדו באביב היו נמוכים וטבעיים לאזור, בתחום 0.4-1.9 מג"ל (טבלה 2.8). ערך החציון (0.88 מג"ל) היה נמוך מערך הייחוס (טבלה 2.11)⁹ ולא נמצא מתאם בין ריכוזי TSS והמליחות של מי הים, אשר מהווה סמן לנוכחות מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.

2.4.1.6 נוטריאנטים

ריכוזי ניטראט+ניטריט (להלן - ניטראט), אמוניום, חנקן כללי (TN), פוספאט, זרחן אורגני (TOP), זרחן כללי מומס (TP) וחומצה סיליצית באזור הניטור באביב ובקיץ מוצגים בטבלאות 2.8 ו-2.9. היחסים בין ריכוזי הניטראט, אמוניום, חומצה סיליצית, פוספאט ו-TOP לבין המליחות של מי הים בשני הדיגומים מוצגים באיור 2.15. באיורים 2.16 ו-2.17 מוצגים היחסים בין הריכוזים של ניטראט ו-TOP באזור הניטור בכל מועדי הניטור בשבע השנים האחרונות (2017-2023) לבין המליחות של מי הים, בהתאמה. בטבלה 2.11 מוצגים הטווחים וערכי החציון של ריכוזי הנוטריאנטים שנמדדו בכל אזור הניטור בשנת 2023, בהשוואה לערכי הייחוס המתאימים.

בשני מועדי הניטור נמדדו בחלק מנקודות הניטור, במיוחד בנקודות הקרובות למוצא מי הרכז של מתקן התפלה, ריכוזי נוטריאנטים גבוהים מערכי הייחוס ואף מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס (טבלה 2.11), אולם גם ריכוזים אלה נמוכים יחסית לריכוזים אשר נחשבים כעלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה בסביבה הימית (באזורים של ים פתוח).

חנקן

ריכוזי הניטראט שנמדדו באביב ובקיץ בכל אזור הניטור, היו בתחום 0.12-11 מיקרומולר (0.002-0.15 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הניטראט היה באביב גבוה בהרבה מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ובקיץ זהה לקריטריון ההתאמה. בחלקם, ריכוזי הניטראט שנמדדו באזור הניטור יותר גבוהים מאשר הריכוזים הגבוהים ביותר שנמדדו באותם חודשים במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.

בשני מועדי הניטור נמצא מתאם חיובי בין ריכוזי הניטראט למליחות של מי הים, כפי שנמצא במרבית מועדי הניטור בשנים קודמות (איורים 2.15, 2.16), אולם לאור האמור לעיל ברור שמי הרכז של מתקן

⁹ השוואה של ריכוזי TSS לתקן מי הים אינה מוצגת כאן כי התקן מתייחס "לממוצע העונתי הטבעי" אולם עפ"י ההצעה של חי"א"ל לערכי ייחוס, המצב הטבעי בכל עונה מיוצג נכון יותר ע"י ערכי חציון מאשר ע"י ערכים ממוצעים.

התפלה אשקלון אינם המקור לריכוזים הגבוהים של ניטראט שנמדדו ביים. כמו בשנים הקודמות, הממצאים מצביעים על כך שכנראה המקור הוא מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אשר מוזרמים לתוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון. בטבלה 2.12 מוצגים הריכוזים הממוצעים של ניטראט במי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים בשנת 2023 (נספח ב') והריכוזים המחושבים לימי הדיגום של מי היים לאחר המיהול עם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון. הריכוזים המתקבלים, 145 עד 166 מיקרומולר, יכולים להסביר את הריכוזים הגבוהים שנמדדו ביים (גם בהתחשב במיהול עם מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג).

ריכוזי האמוניום שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום $0.06 < 1.6$ מיקרומולר ($0.001 < 0.019$ מג"ל) וערכי החציון היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. כל ריכוזי האמוניום שנמדדו באזור הניטור נמוכים בהרבה מתקן מי היים (0.5 מג"ל ממוצע ו- 2.4 מג"ל מרב, או 36 ו- 171 מיקרומולר, בהתאמה), שהינו גבוה בשניים/שלושה סדרי גודל מערכי הייחוס לכל עונות השנה. כמו במרבית הדיגומים בשנים קודמות, בשני מועדי הדיגום ב- 2023 לא נמצא מתאם בין ריכוזי האמוניום למליחות (איור 2.15).

חנקן אורגני, המחושב כהפרש בין חנקן כללי (TN) לחנקן האי-אורגני (ניטראט + אמוניום), היווה עד 96% מכלל החנקן בשני מועדי הניטור, בהתאם לתחום ההשפעה של הזרמת הניטראט ברכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. במרבית הדגימות שבהן ריכוזי הניטראט היו בתחום הריכוזים הטבעיים, חנקן אורגני היווה יותר מ- 80% מכלל החנקן. הן באביב והן בקיץ ערכי החציון של ריכוזי החנקן הכללי היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. בכל הדגימות, ריכוז החנקן הכללי היה נמוך בהרבה מתקן מי היים (1.0 מג"ל או 71 מיקרומולר), שהינו גבוה בסדר גודל מערכי הייחוס לכל העונות.

חומצה סיליצית

ריכוזי החומצה הסיליצית שנמדדו בשני מועדי הניטור בכל אזור הניטור היו בתחום 1.3-13 מיקרומולר (0.04-0.36 מג"ל). הן באביב והן בקיץ ערכי החציון של ריכוזי החומצה הסיליצית באזור הניטור היו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס ונמצא מתאם חיובי בין ריכוזי החומצה הסיליצית למליחות, כפי שנמצא במרבית מועדי הניטור בשנים הקודמות (איור 2.15). ממצאים אלה וחישובים של הזרמות החומצה הסיליצית לים מצביעים על כך שכנראה המקור לריכוזים הגבוהים, יחסית, של חומצה סיליצית שנמדדו ביים הוא מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. עפ"י נתוני ההזרמה לים של מתקני ההתפלה של מים מליחים (נספח ב'), לאחר המיהול עם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון מתקבלים ריכוזי חומצה סיליצית של 81 עד 93 מיקרומולר (טבלה 2.12). נתונים אלה יכולים להסביר את הריכוזים הגבוהים שנמדדו ביים.

זרחן

ריכוזי הפוספאט שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום 0.035-0.185 מיקרומולר (0.001-0.006 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הפוספאט באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה. בדיגום האביב נמצא מתאם בין ריכוזי

הפוספאט למליחות (איור 2.15), בניגוד למרבית הדיגומים בשנים קודמות (בכל השנים 2008-2023 נמצא מתאם רק ב- 17 מתוך 49 דיגומים).

ריכוזי TOP (המחושב כהפרש בין זרחן כללי לפוספאט) שנמדדו בשני מועדי הניטור היו עד כ- 0.35 מיקרומולר (0.11 מג"ל). בשני מועדי הניטור לא נמצא מתאם בין ריכוזי TOP למליחות של מי הים (איור 2.15), בניגוד לקיום מתאם כזה במרבית מועדי הדיגום בשנים הקודמות מאז שנת 2009 (ראו טבלה 8 בנספח ה' ואיור 2.17). ממצאי הניטור בשנים קודמות מצביעים על כך שבחלקם ריכוזי TOP שנמדדו באזור הניטור נובעים מהזרמה של פוליפוספונט ממתקן התפלה אשקלון, וייתכן שבמידה פחותה בהרבה גם מההזרמה של פוליפוספונט ממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים, עקב השימוש באנטיסקלנטים פוספונטים בתהליך ההתפלה. סביר להניח שהעדר המתאם בין TOP למליחות בשני הדיגומים בשנת 2023 משקף את הירידה הגדולה בשימוש באנטיסקלנטים פוספונטים במתקן התפלה אשקלון בשנה זו, וכתוצאה מכך ירידה גדולה בכמות הזרחן האורגני שהוזרם לים (כ-6 טון בשנת 2023 לעומת כ-30 טון ויותר בשנים 2017-2021) (איור 2.18).¹⁰

כל ריכוזי הזרחן הכללי שנמדדו באזור הניטור היו נמוכים מתקן מי הים (0.1 מג"ל או 3.2 מיקרומולר). ערך החציון של ריכוזי הזרחן הכללי באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה (טבלה 2.11). באופן כללי, היחסים בין ריכוזי הזרחן האורגני והפוספאט אשר נמדדים באופן שגרתי במי הרכז של מתקן ההתפלה, כמו גם ממצאי הניטור הרב-שנתי של שני הפרמטרים בים, מצביעים על כך שתרכובות הפוליפוספונט אשר מוזרמות לים ממתקני ההתפלה אינן תורמות כמויות משמעותיות של פוספאט לאזור הניטור. מסקנה זו תואמת לידע על התכונות של תרכובות אלו (קצב איטי של פירוק יחסית לקצב המיהול בים).

מגמות רב-שנתיות

ניתוח מגמות רב-שנתיות (2008-2023) של ריכוזי הנוטריאנטים במי הים באזור הניטור ביחס להזרמה של נוטריאנטים לאזור מפורט בנספח ה. ¹¹ המסקנות העיקריות הן:

לא ניתן להצביע על מגמות רב-שנתיות עקביות של שינויים כלליים בריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור באף אחת מעונות השנה. עם זאת, באופן כללי, בשנים 2011-2023, שבהן העומסים של ניטראט וחומצה סיליצית ממי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות גדלו בשיעור ניכר, הריכוזים של נוטריאנטים אלה בתחום של 0.5 ק"מ ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה היו גבוהים יותר מאשר בשנים הקודמות. ריכוזי ניטראט גבוהים מ-10 מיקרומולר נמדדו בתחום של 0.5 ק"מ מהמוצא בכמה מקרים בתשע השנים האחרונות (2015-2023) שבהן הייתה עליית מדרגה נוספת

¹⁰ על מנת לבחון את תרומת האנטיסקלנטים היה נכון יותר לבדוק מתאם בין זרחן אורגני מומס (DOP) לבין המליחות של מי הים. אבל, מאחר שבחיא"ל בודקים דוגמאות לא מסוננות, הריכוזים המדווחים הם זרחן כללי (TP) ופוספאט ולכן ההפרש בין TP לפוספאט הוא זרחן אורגני כללי (TOP). להערכת חיא"ל התרומה של זרחן חלקיקי ל- TOP זניחה ולכן ערכי TOP קרובים לערכי DOP.

¹¹ ניתוח זה נדרש ע"י המשרד להגנת הסביבה החל מדו"ח הניטור לשנת 2017 בהקשר להזרמה לים של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים.

בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות. רק בשנים 2011-2022 נמדדו באזור הניטור, בעיקר בתחום של 0.5 ק"מ ממוצא מי הרכז, ריכוזי חומצה סיליצית גבוהים מ-10 מיקרומולר. ערכי החציון של הריכוזים של כל הנוטריאנטים באביב ובסתיו בכל אזור הניטור השתנו בתקופת הניטור במתכונת לא אחידה ולא עקבית. השינויים העיתיים בריכוזי החציון של הניטראט והחומצה הסיליצית, אשר כללו עליות וירידות, לא תואמים למגמה הכללית של עליה בעומסים של נוטריאנטים אלה ממתקני ההתפלה של מקורות בשנים 2011-2021 וירידה בעומסים בשנים 2022 ו-2023.

השינויים הרב-שנתיים בריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור לא באו לידי ביטוי בריכוזי החציון של הכלורופיל, שבמרבית תקופת הניטור תאמו לערכי הייחוס, למעט כמה ריכוזי חציון חריגים אשר משקפים כנראה הסעה לאזור הניטור של כתמי כלורופיל שנוצרו מול רצועת עזה בעקבות הזרמת ביוב לים (ראו סעיף 2.4.1.7 להלן).

טבלה 2.11: ערכי הייחוס של נוטריאנטים, כלורופיל ו-TSS לאורך החוף הדרומי הרדוד של ישראל (קרב וחבוריה, 2017) והטווחים וערכי החציון של פרמטרים אלה שנמדדו באזור הניטור בשנת 2023. ריכוזי הנוטריאנטים מוצגים ביחידות מיקרומולר וגם ביחידות מג"ל (בסוגריים). ערך חציון מודגש - גבוה מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס (+50%).

ק"צ	אביב	ק"צ	אביב	
ניטראט+ניטריט, μM (מג"ל N)		אמוניום, μM (מג"ל N)		
0.30 (0.004)	0.26 (0.004)	0.31 (0.004)	0.28 (0.004)	ערך ייחוס
0.45 (0.006)	0.39 (0.006)	0.47 (0.006)	0.42 (0.006)	ערך ייחוס + 50%
11-0.28 (0.15-0.004)	1.1-<0.06 (0.029-<0.001)	10-0.12 (0.14-0.002)	1.6-0.15 (0.019-0.002)	טווח ריכוזים 2023
2.0 (0.022)	0.2 (0.003)	0.31 (0.004)	0.40 (0.006)	חציון 2023
חנקן כללי, μM (מג"ל N)		חומצה סיליצית, μM (מג"ל Si)		
6.38 (0.089)	7.94 (0.111)	1.33 (0.037)	1.56 (0.044)	ערך ייחוס
9.57 (0.134)	11.91 (0.167)	2.00 (0.056)	2.34 (0.066)	ערך ייחוס + 50%
19-7.1 (0.27-0.10)	20-9.1 (0.28-0.13)	8.8-1.3 (0.25 - 0.04)	13-5.8 (0.36-0.16)	טווח ריכוזים 2023
9.0 (0.12)	11 (0.153)	2.5 (0.07)	6.4 (0.18)	חציון 2023
פוספאט, μM (מג"ל P)		TDP ¹² , μM (מג"ל P)		
0.110 (0.003)	0.059 (0.002)	0.131 (0.004)	0.119 (0.004)	ערך ייחוס
0.165 (0.005)	0.089 (0.003)	0.197 (0.006)	0.179 (0.006)	ערך ייחוס + 50%
0.185-0.035 (0.006 - 0.001)	0.135-0.087 (0.004-0.003)	0.205-0.057 (0.006-0.002)	0.473-0.225 (0.147-0.007)	טווח ריכוזים 2023
0.061 (0.002)	0.110 (0.003)	0.096 (0.003)	0.339 (0.011)	חציון 2023
כלורופיל, $\mu\text{g/L}$		TSS, מג"ל		
0.54	0.52	1.55	לא נבדק וגם לא נקבע ערך ייחוס	ערך ייחוס
0.81	0.78	2.33	עקב חוסר בנתונים	ערך ייחוס + 50%
0.88-0.32	3.15-0.90	1.75-0.39		טווח ריכוזים 2023
0.53	2.58	0.88		חציון 2023

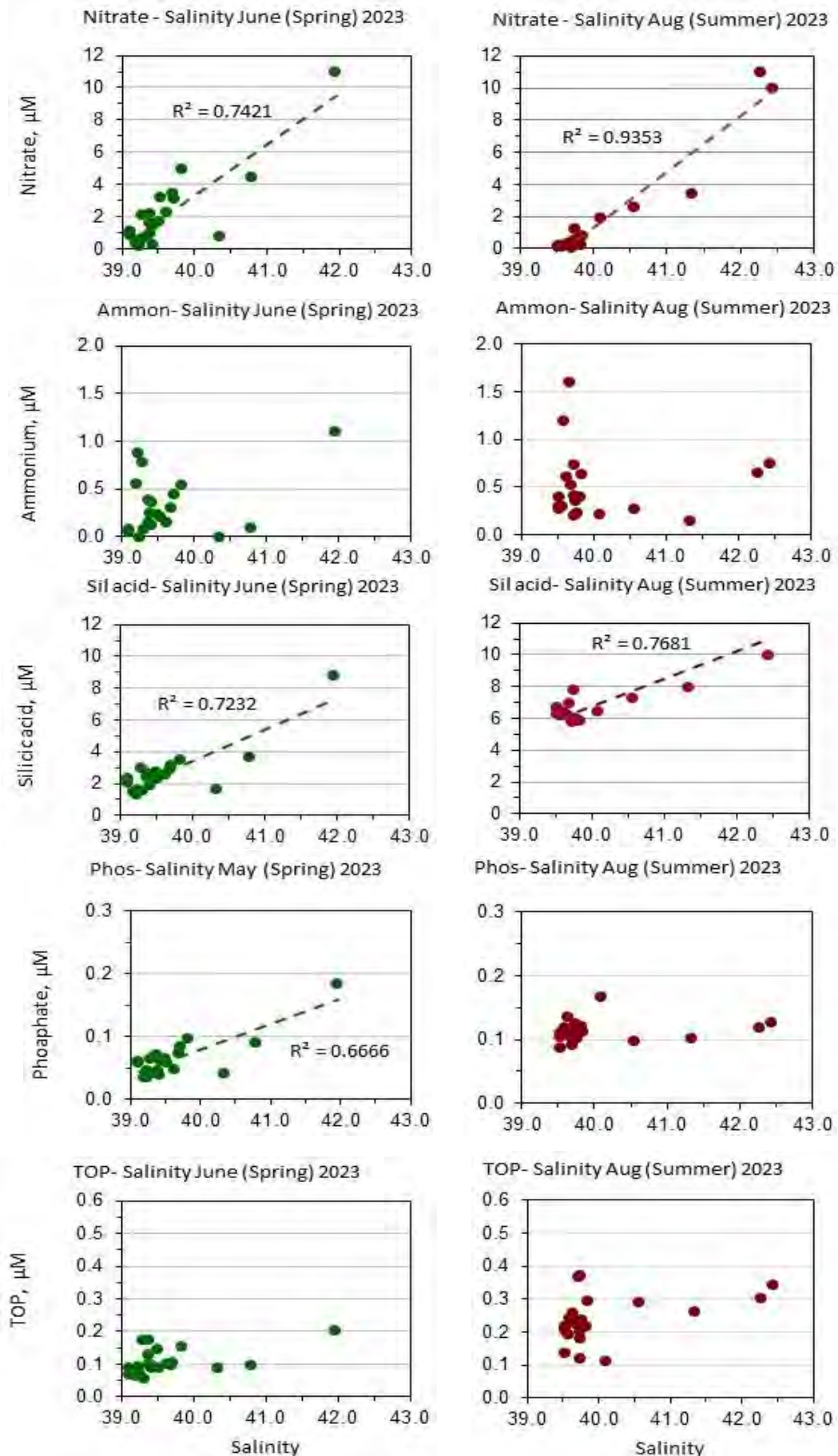
טבלה 2.12: ריכוזי ניטראט וחומצה סיליצית (ממוצעים לשנת 2023) ברכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים והריכוזים המחושבים לימי הדיגום של מי הים בשנת 2023 לאחר המיהול עם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.¹³

תאריך 2023	מי רכז התפלת מים מליחים מבארות מק"י	מי רכז התפלה אשקלון מק"י	יחס מיהול	ניטראט במי רכז התפלת מים מליחים, מיקרומולר	ניטראט ממי רכז התפלת מים מליחים לאחר מיהול במי רכז של מתקן התפלה אשקלון, מיקרומולר	חומצה סיליצית במי רכז התפלת מים מליחים לאחר מיהול במי רכז של מתקן התפלה אשקלון, מיקרומולר	חומצה סיליצית במי רכז התפלת מים מליחים, מיקרומולר
5.6	14,522	446,460	31	4,493	145	2,516	81
21.8	16,875	453,061	27	4,493	166	2,516	93

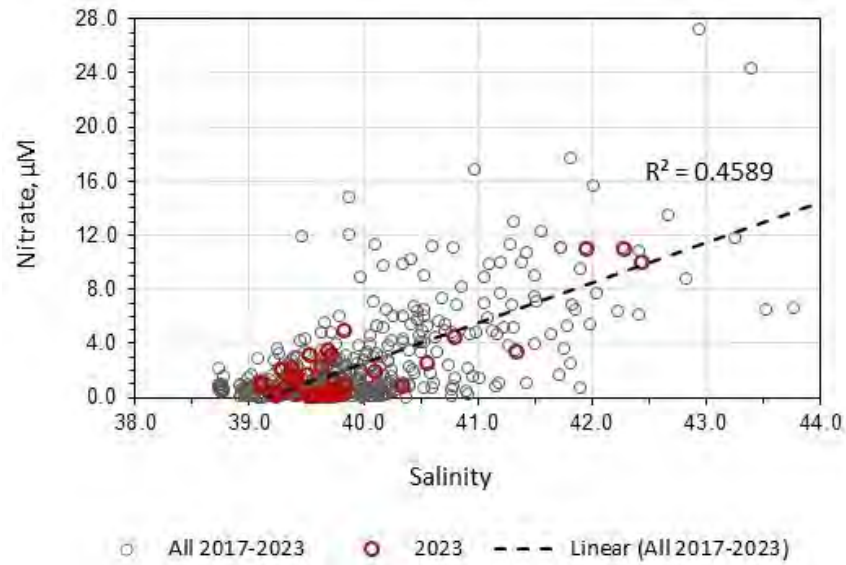
¹² ערך הייחוס נקבע לזרחן כללי מומס (TDP). אבל בניטור נבדק זרחן כללי (TP) אשר כולל גם זרחן חלקיקי. להערכת הייחוס ערכי TDP קרובים לערכי TP.

¹³ הריכוזים הממוצעים השנתיים של ניטראט וחומצה סיליצית לקוחים מנספח ב'. לאור סטיות התקן הקטנות לריכוזים הממוצעים השנתיים, מוערך שהשגיאה עקב שימוש בממוצעים השנתיים לחישובים בטבלה היא עד כ- 10%.

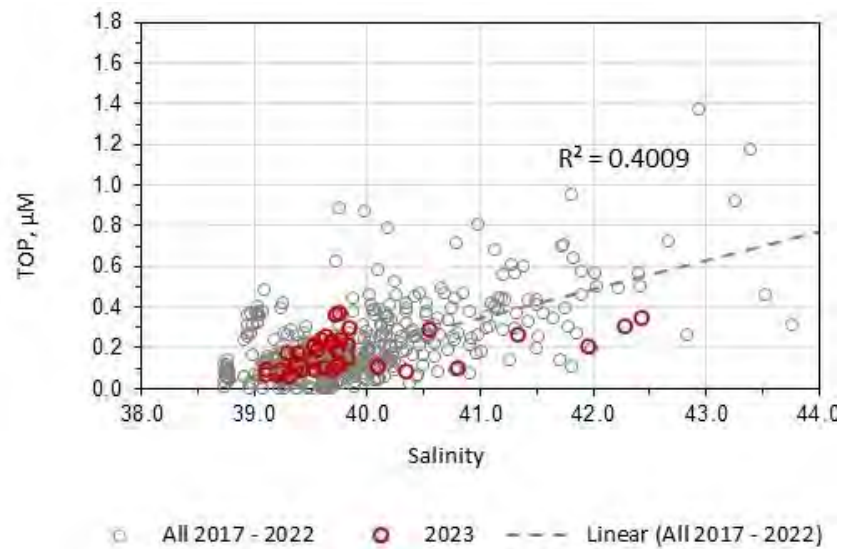
איור 2.15: היחסים בין ריכוזי ניטראט, אמוניום, חומצה סיליצית, פוספאט ו- TOP לבין המליחות של מי הים באזור הניטור באביב ובקיץ 2023. קווי רגרסיה לינארית ורמת המתאם מוצגים כאשר $R^2 > 0.3$.



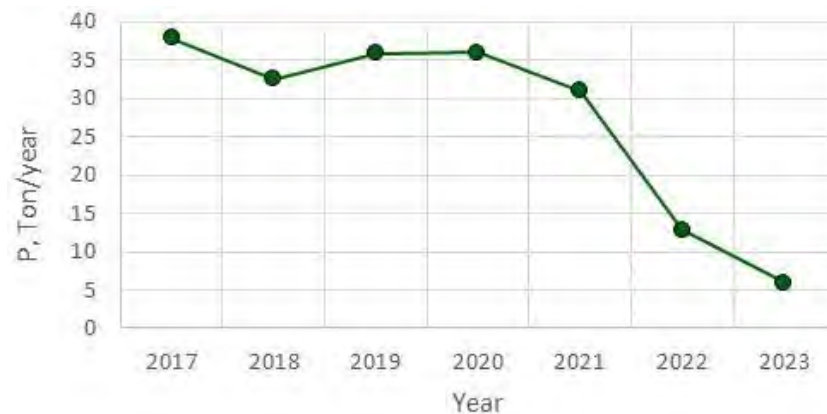
איור 2.16: היחסים בין ריכוזי ניטראט למליחות של מי הים באזור הניטור, בכל מועדי הניטור, בשנים 2017-2023. נתוני 2023 מודגשים באדום.



איור 2.17: היחסים בין ריכוזי TOP למליחות של מי הים באזור הניטור, בכל מועדי הניטור, בשנים 2022-2017 ובשנת 2023.



איור 2.18: הזרמה לים של זרחן אורגני משימוש באנטיסקלנטים פוספונטים במתקן התפלה אשקלון בשנים 2017-2023. מקור הנתונים: נספח ב'.



2.4.1.7 כלורופיל

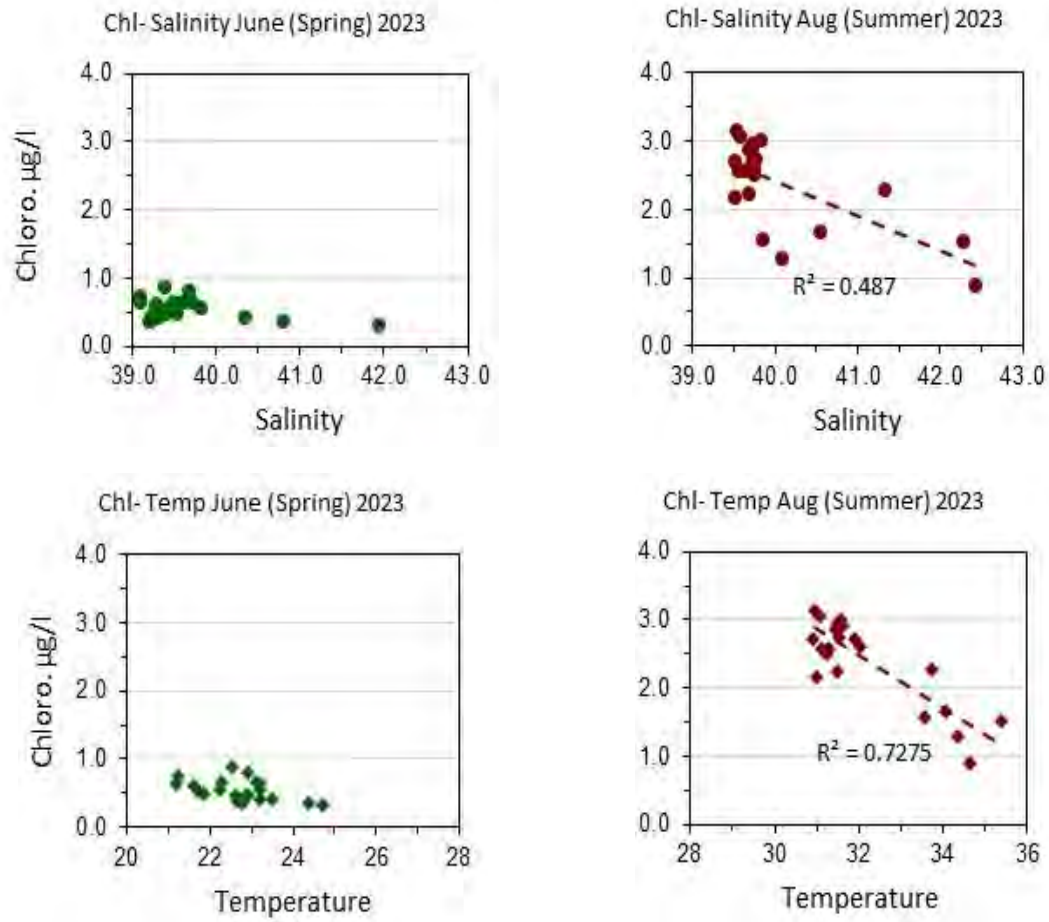
ריכוזי הכלורופיל שנמדדו באזור הניטור באביב ובקיץ מוצגים בטבלאות 2.8 ו-2.9. היחסים בין ריכוזי הכלורופיל למליחות ולטמפרטורה של מי הים מוצגים באיור 2.19. בטבלה 2.11 מוצגים ערכי הייחוס של כלורופיל והטווחים וערכי החציון של ריכוזי הכלורופיל שנמדדו בכל אזור הניטור ב-2023. באביב, ריכוזי הכלורופיל הגיעו עד 0.9 מקג"ל וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור היה זהה לערך הייחוס. לעומת זאת, בקיץ נמדדו בכל אזור הניטור ריכוזי כלורופיל גבוהים יותר, בתחום 0.9-3.2 מקג"ל, וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור (2.58 מקג"ל) היה גבוה ביותר מפי 3 מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס. באביב לא נמצא מתאם בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה של מי הים ואילו בקיץ נמצא מתאם לינארי שלילי בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה. מתאם זה איננו מבטא השפעה של מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג ומי הרכז של מתקני ההתפלה אלא את העובדה שנמדדו ריכוזי כלורופיל גבוהים בנקודות מרוחקות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז שלא הושפעו ממי הקירור ומי הרכז, ובכלל זה נקודות הבקרה RUT10 ו-RUT14 ונקודה RUT17.

באיור 2.20 מוצגת אנליזה של ריכוזי כלורופיל באזור עזה – אשקלון על סמך תצלום לוויין מיום הדיגום בקיץ. לאורך כל החוף, ממעגן עזה ועד מרינה אשקלון, מצפון לאזור הניטור, נראים ריכוזי כלורופיל גבוהים יחסית. מדרום למעגן עזה הריכוזים הגבוהים יחסית ממוקדים במרחק של כ-1.5 ק"מ מהחוף. ממצאים אלה מצביעים על התפתחות מקומית מוגברת של אצות באזור עזה, כנראה עקב הזרמה של ביוב לים, שהוסעו צפונה עם זרמי הים לאזור הניטור ומעבר לו. יתכן שהממצאים מעידים גם על הסעה צפונה של כתמי כלורופיל מאזור הדלתא של הנילוס. השפעות כאלה על ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור זוהו גם בחלק ממועדי הניטור בשנים קודמות ותועדו במהלך השנים באמצעות תצלומי לוויין (לדוגמה: גפן גלזר וחובריה, 2014; Silverman et al, 2017; חרות וחובריו, 2022, 2023).

באיור 2.21 מוצגים היחסים בין ריכוזי כלורופיל למליחות ולטמפרטורה של מי הים באזור הניטור בעונות האביב והסתיו באחת-עשרה השנים האחרונות, 2013-2023. בבחינה של הנתונים הרב-שנתיים לא נראית מגמה של שינוי בריכוזי הכלורופיל עם הזמן. מסקנה זו תקפה גם לשנים קודמות ולעונות החורף והקיץ, מאז תחילת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון ומתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (ראו דוחות ניטור קודמים). ריכוזי כלורופיל חריגים (≥ 1.2 מקג"ל) שנמדדו בחלק ממועדי הניטור במהלך השנים מצביעים כאמור על הסעה צפונה של כתמי כלורופיל מאזור עזה ומאזור הדלתא של הנילוס. ראוי לציין שריכוזי כלורופיל גבוהים במיוחד כפי שנמדדו בקיץ 2023 נמדדו במהלך התקופה המוצגת באיור 2.20 רק באביב 2013.

המסקנה הכללית אשר עולה מהממצאים של הניטור הרב-שנתי של כלורופיל היא שלהזרמות של מי הקירור מתחנות הכח רוטנברג ודוראד ושל מי הרכז ממתקן התפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אין השפעה משמעותית על הביומסה של אצות באזור הניטור.

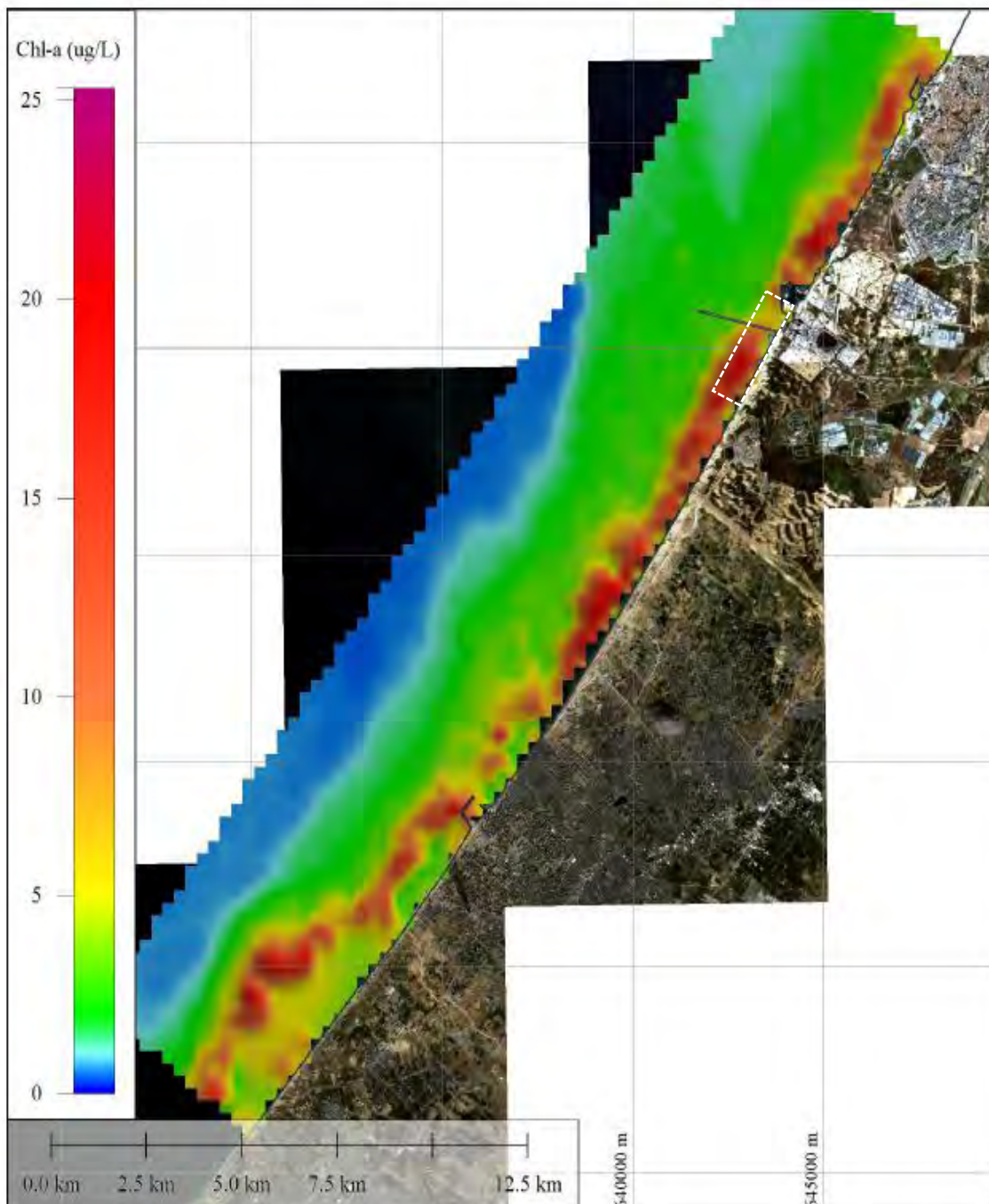
איור 2.19: היחסים בין ריכוזי כלורופיל למליחות ולטמפרטורה של מי הים באזור הניטור באביב ובקיץ 2023. קווי רגרסיה לינארית ורמת המתאם מוצגים כאשר $R^2 > 0.3$.



איור 2.20: אנליזה של ריכוז כלורופיל על סמך תצלום לוויין Sentinel-3 מתאריך 21.8.2023 לאזור עזה-אשקלון עם רזולוציה של 300 מ'. האלגוריתם לריכוז הכלורופיל איננו מכויל. עיבוד הנתונים בוצע ע"י ד"ר גדעון טיבור, חיאל. המסגרת הלבנה תוחמת את אזור ניטור איכות מי הים (נקודות RUT).

Gaza to Ashkelon

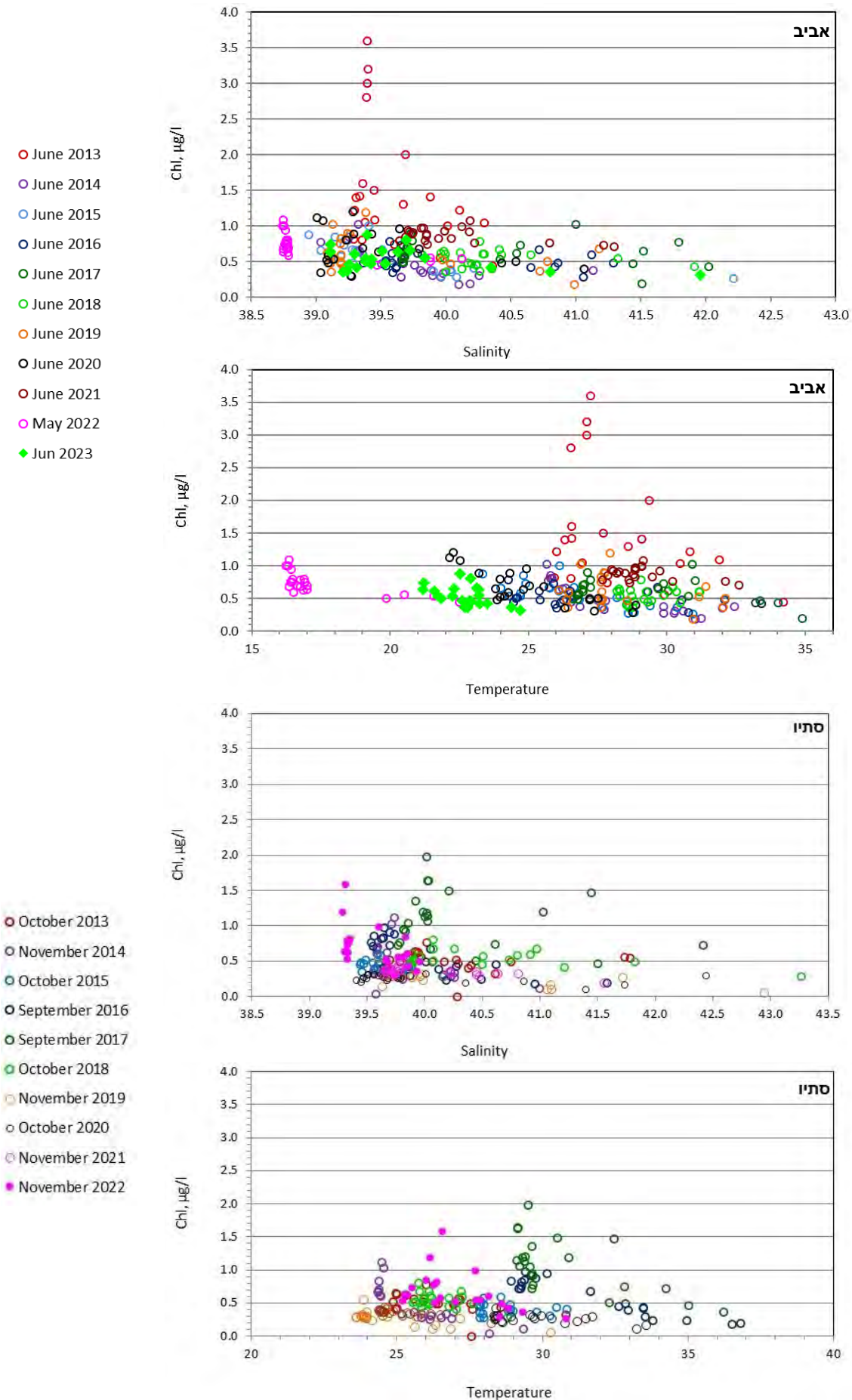
Sentinel-3 _ Aug. 21, 2023 08:01 GMT



Chl-a ($\mu\text{g/L}$)

Note: algorithm not calibrated

איור 2.21: היחסים בין ריכוזי כלורופיל למליחות ולטמפרטורה של מי הים באזור הניטור בעונת האביב בשנים 2013-2023 ובעונת הסתיו בשנים 2013-2022.



2.4.1.8 פחמן אורגני מומס (TOC)

ריכוזי TOC שנמדדו באביב מוצגים בטבלה 2.8. כל הריכוזים נמוכים מ-1 מג"ל והינם בתחום הריכוזים האופייניים במים חופיים בכלל (עד כ- 6 מג"ל, Kennish, 1997) והריכוזים שנמדדו באתרים לא מזהמים באזור הרדוד של מימי החופין של ישראל במסגרת תכניות ניטור וסקרים שונים.

2.4.1.9 מתכות כבדות

תוצאות הבדיקות של הריכוזים הכלליים של מתכות במי הים (מתכות מומסות + ספוחות לחלקיקים מרחפים), שנדגמו באביב, מוצגות בטבלה 2.13. בהשוואה לתקן מי הים ולתקנים לאיכות מי ים של ארה"ב ושל האיחוד האירופי שמטרתם הגנה על החי הימי.^{14,15,16} בכל נקודות הדיגום, כל המתכות שנבדקו (למעט אלומיניום בריכוזים טבעיים) לא התגלו בגבולות הגילוי של הבדיקות שכולם נמוכים מערכי התקנים הסביבתיים המחמירים ביותר. ברור שלהזרמת התמלחות ממפעל אינטל אלקטרוניקה, שהיא הסיבה לבדיקה של מתכות פעמיים בשנה בכל שנה, כמו גם להזרמות מהמפעלים האחרים, אין השפעה על ריכוזי המתכות במי הים באזור הניטור.

¹⁴ קריטריונים לאיכות מי ים של הסוכנות להגנת הסביבה של ארה"ב (US EPA, 2020) שמטרתם לספק הגנה על החי הימי. התקנים מתייחסים לריכוזים הכלליים של המתכות (מתכות מומסות+ספוחות לחומר מרחף):

CCC= Criteria Continuous Concentration
CMC= Criteria Maximum Concentration

¹⁵ תקנים לאיכות מי ים של האיחוד האירופי (דירקטיבת המים European Union, 2013 - WFD) שמטרתם לספק הגנה על החי הימי. התקנים מתייחסים רק למתכות המומסות (עוברות פילטר של 0.45 מיקרומטר) ולכן הם מחמירים.

AA=Annual Average
MAC=Maximum Allowable Concentration

¹⁶ ההשוואה של תוצאות הניטור לשלוש המערכות השונות של תקנים סביבתיים, על אף שלכל אחת ממערכות התקנים יש רציונל שונה, היא דרישה מפורשת של המשרד להגנת הסביבה.

טבלה 2.13: הריכוזים הכלליים (מומס + חלקיקי) של מתכות כבדות במי הים באזור הניטור בדיגום אביב (5.6) 2023, התקן המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה לאיכות מי הים התיכון (תקן הג"ס) והתקנים לאיכות מי ים (ריכוזים כלליים של מתכות) של ארה"ב ושל האיחוד האירופי.

Station	Depth	Al	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
	m	µg/L											
RUT 1	0.4	31	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 4N	0.6	19	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	6.4	27	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 5	0.5	24	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 6	0.7	11	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	4.3	12	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 8N	0.7	11	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	7.9	34	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 9	0.4	10	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	11.8	40	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 14	0.6	26	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	5.1	23	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 15	0.7	27	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	4.1	40	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
RUT 16	0.7	9	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
	6.5	11	<1	<7	<0.1	<10	<1	<50	<2	<2	<0.1	<10	<5
תקן הג"ס	ממוצע		3	36	0.5	10	5			10	5	60	40
	מרב		7	69	2	20	10			50	20	150	100
תקן US EPA	CCC			36	8.9	50.3	3.7			8.3	8.5	71.1	85.6
	CMC		2.2	69	40.2	1108	5.8			74.7	220.8	290.6	95.1
תקן EU WFD	AA				0.2					8.6	1.3		
	MAC				0.45					34	14		

2.4.1.10 כלור

תוצאות בדיקות כלור חופשי וכלור כללי באביב מוצגות בטבלה 2.14; כולן נמוכות מהריכוז המותר בהיתר ההזרמה לים של תחנת הכח רוטנברג, 0.2 מג"ל. יש לציין שבהתאם להוראות היתר ההזרמה מתבצעות בדיקות שבועיות של כלור חופשי בתעלות המוצא של מי הקירור של כל יחידת ייצור, עוד טרם ההזרמה לים. בבדיקות אלו לא נמדדו ריכוזים גבוהים מ-0.2 מג"ל (הנתונים דווחו למשרד להגנת הסביבה).

טבלה 2.14: ריכוזי כלור חופשי וכלור כללי במי הים בדיגום אביב (5.6) 2023.

נקודת דיגום	כלור חופשי, מג"ל	כלור כללי, מג"ל
RUT1	0.02	0.05
RUT4	0.04	0.06

2.4.2 מיקרואצות בגוף המים

בטבלה 2.15 מוצגות תוצאות בדיקות המיקרואצות במי הים שנדגמו באביב (4.6) 2023, בנקודות RUT3 (250 מטר ממוצאי מי הקירור ומי הרכוז) (להלן בפרק זה - המוצאים), RUT9 (800 מטר מהמוצאים) ו- RUT17 (1,160 מטר מערבית למוצאים, בסמוך לראשי היניקה של מי הגלם של מתקן התפלה אשקלון; איור 2.1א). טבלה 2.16 ואיור 2.22 מציגים את עושר (מספר) המינים של קבוצות המיקרואצות ואת ריכוזי תאי האצות (מספר הפרטים בליטר) ומגוון המינים בדיגום. טבלה 2.17 מציגה את משתני המאסף הכלליים בשלוש נקודות הדיגום באביב 2023 ובאביב ובסתיו בארבע השנים הקודמות 2019-2022.

טבלה 2.18 מציגה את עושר המינים של קבוצות הדינופלגלטים והצורניות בחמש השנים האחרונות. איור 2.23 מציג באופן השוואתי את ריכוז תאי האצות בשנים 2019-2022 בשתי העונות (בשנת 2023 רק באביב). איור 2.24 מציג ניתוח אשכולות של מגוון המינים של מאסף האצות בשנים 2019-2022 בשתי העונות (בשנת 2023 רק באביב). טבלה 2.19 מציגה את מספר התאים לליטר של שלושה מיני דינופלגלטים בעלי פוטנציאל רעילות בדיגום אביב 2023, בדיגומים בשנים קודמות ובאזורים אחרים לאורך החוף של ישראל.

האצות סווגו ל-5 קבוצות גודל והשתייכות טקסונומית: (1) תאים קטנים מ-2 מיקרומטר, קבוצה הכוללת בעיקר את הכחוליות החד תאיות (Cyanobacteria) הנפוצות מהמין *Synechococcus sp.*; (2) אצות קטנות מ-5 מיקרומטר הכוללות בעיקר אצות אאוקריוטיות קטנות; (3) אצות גדולות מ-5 מיקרומטר של מיני דינופלגלטים (Dinoflagellates); (4) אצות צורניות (Diatoms) גדולות מ-5 מיקרומטר; (5) אצות ירוקיות (Chlorophyceae).

עושר המינים של הכחוליות בדיגום האביב היה נמוך בסדר גודל מזה של הצורניות והדינופלגלטים; מקבוצת הירוקיות לא נספרו פרטים כלל בשלוש נקודות הדיגום. עושר המינים בקבוצת הצורניות ירד עם המרחק מהמוצאים והיה גבוה בהרבה בנקודה RUT3 בהשוואה לנקודות RUT9 ו-RUT17 (הפרש של 20 ו-24 מינים, בהתאמה). בקבוצת הדינופלגלטים, עושר המינים היה זהה בנקודות RUT9 ו-RUT17 והנמוך ביותר בנקודה RUT3. עושר המינים של הכחוליות היה נמוך בשלוש נקודות הדיגום: 3 מינים בנקודה RUT3 ושניים בנקודות המערביות (טבלה 2.16). מקבוצת הירוקיות לא נספרו פרטים כלל בשלוש נקודות הדיגום; תופעה זו אינה חריגה - בניטור האביב בכל שנות הניטור מאז 2014 נמצאו שני מיני ירוקיות לכל היותר.

ריכוז התאים לליטר והרכב הקבוצות של המיקרואצות היה דומה בשלוש נקודות הדיגום: הגבוה ביותר בנקודה RUT3 והנמוך ביותר בנקודה RUT17, אך כאמור ההבדלים היו קטנים (איור 2.22).

הכחוליות הופיעו בשכיחות הגבוהה ביותר בשלוש נקודות הדיגום והיוו 89.6%; 91.1% ו-88.6% מכלל האצות בנקודות RUT3, RUT9 ו-RUT17, בהתאמה. המין השליט מהכחוליות היה *Synechococcus sp.*, שהופיע בשכיחות דומה מאוד בשלוש הנקודות. מין זה שכיח בחופי הארץ והופיע בריכוזים דומים בניטור בשנים קודמות בשתי העונות (כהן וחוברי, 2018-2023) וגם באזורים אחרים בחוף הישראלי, כגון אזור אשדוד בשנים 2015-2021 (סיסמה - ונטורה, 2021; 2022). ריכוז התאים לליטר של הדינופלגלטים עלה עם המרחק מהמוצאים אך היה דומה בשלוש הנקודות. בקבוצת הצורניות ריכוז התאים לליטר עלה עם המרחק מהמוצאים והיה גבוה פי 3 בנקודה RUT17 בהשוואה לנקודה RUT3. אצות הקטנות מ-5 מיקרומטר הופיעו בריכוזים של 10^7 תאים לליטר בשלוש הנקודות. ריכוזן היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3 והנמוך ביותר בנקודה RUT9 (איור 2.22).

התפלגות המינים מהקבוצות השונות בשלוש נקודות הדיגום באביב 2023: מקבוצת הכחוליות הופיעו 3 מינים בלבד, המינים *Synechococcus sp.* ו-*Leptolyngbya sp.* בשלוש הנקודות והמין *Hyella sp.* בנקודה RUT3 בלבד. בקבוצת הדינופלגלטים מרבית הפרטים היו מינים לא מזוהים הקטנים מ-15 מיקרומטר שהיוו 82.0%, 84.0% ו-89.7% מסך הדינופלגלטים בנקודות הדיגום RUT3, RUT9 ו-RUT17.

RUT17 בהתאמה. מיני דינופלגלטים שהופיעו בריכוז תאים לליטר גבוה מ- 10^3 היו *Peridinium quinquecorne* ו- *Scrippsiella sp.* בשלוש הנקודות, המין *Ceratium kofoidii* בנקודות RUT3 ו-RUT9 בלבד, והמין *Protoperdinium sp. (AG134)* בנקודה RUT9 בלבד (טבלה 2.15). בקבוצת הצורניות מינים מהסוג *Chaetoceros spp.* הופיעו בריכוזים גבוהים מ- 10^5 תאים לליטר; ריכוזם עלה עם המרחק מהמוצאים והיה גבוה פי 4 בנקודה RUT17 בהשוואה לנקודה RUT3. מינים נוספים שהופיעו בריכוזים גבוהים מ- 10^4 היו *Bacteriastrum sp.* ו- *Cylindrotheca closterium* בנקודה RUT3 בלבד, המין *Chaetoceros didymus* בנקודות RUT9 ו-RUT17 בלבד והמין *Guinardia striata* בנקודה RUT17 בלבד. אצות קטנות מ- 5 מיקרומטר הופיעו בריכוז של 10^7 תאים לליטר בשלוש הנקודות, ריכוזן היה כמעט זהה בנקודות RUT3 ו-RUT17 ונמוך במעט בנקודה RUT9. מעבר לקבוצות העיקריות של האצות הופיעו באביב מינים של *Emiliana huxleyi* בשלוש נקודות הדיגום בריכוז של 10^4 תאים לליטר (טבלה 2.15).

השוואה בין ממצאי שנת 2023 לממצאי ארבע השנים הקודמות (2019-2022)

עושר מינים - באביב 2023, בדומה לניטור האביב בארבע השנים הקודמות, עושר המינים של קבוצת הדינופלגלטים עלה עם המרחק מהמוצאים. עושר המינים של הצורניות, שכאמור ירד עם המרחק מהמוצאים, היה גבוה משמעותית בנקודה RUT3 בהשוואה לשנים קודמות, ושכיח בשתי הנקודות המערביות. בדיגומי האביב, בכל השנים, קיימת מגמה עקבית של ירידה בעושר המינים של קבוצת הצורניות עם המרחק מהמוצאים. מגמה זו אינה ניכרת בדיגומי הסתיו. בקבוצת הדינופלגלטים קיימת מגמה הפוכה - בשתי העונות, בכל השנים, עושר המינים היה גבוה יותר בנקודה RUT17 בהשוואה לנקודה RUT3 (טבלה 2.18). יתכן שההזרמה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (אשר עשירים בחומצה סיליצית) משפיעה על עושר המינים של הצורניות בקרבת המוצאים. עם זאת, ההבדלים המובנים בין נקודות הדיגום כגון עומק, חדירת אור, אנרגיית גלים וכו', שגם הם יכולים להשפיע על הרכב אוכלוסיית האצות בקרבת החוף, מקשים על קביעת הגורמים להבדלים בעושר המינים בין נקודות הדיגום. מלבד המגמות הרב שנתיות של הבדלים בעושר המינים של קבוצת הצורניות וקבוצת הדינופלגלטים, לא נמצאו הבדלים עקביים בין נקודות הדיגום. בקבוצת הכחוליות, עושר המינים בשנת 2023 היה נמוך בשלוש נקודות הדיגום ביחס לשנים קודמות, אך בדומה לדיגומי העבר באביב, עושר המינים בנקודה הקרובה למוצאים היה גבוה יותר. בקבוצת הירוקיות, באביב 2023 לא הופיעו פרטים כלל. עושר המינים וריכוז התאים לליטר של הירוקיות היה נמוך מאוד גם בדיגומי העבר והתופעה של העדר פרטים מקבוצה זו בשלוש נקודות הדיגום הייתה גם בסתיו 2022 (כהן וחובריו 2023).

ריכוז התאים - בשנת 2023 באביב, הגורם המשפיע ביותר על ריכוז התאים הכללי הוא המין *Synechococcus sp.* מהכחוליות, שבדרך כלל ריכוזו גבוה בשני סדרי גודל לפחות מהריכוזים של המינים האחרים. באביב 2023 ריכוז תאי הכחוליות בשלוש נקודות הדיגום היה דומה מאוד לריכוז השכיח של קבוצה זו בניטור בשנים הקודמות. בניגוד למרבית המקרים בארבע השנים הקודמות הריכוז הכללי של תאים לליטר היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3 (למעט שנת 2021 בה ריכוז התאים לליטר היה גבוה יותר בנקודה RUT3 מאשר בנקודה RUT9 בלבד; טבלה 2.17). ריכוז המיקרואצות הקטנות מ- 5 מיקרומטר

בנקודה RUT3 היה דומה לשנת 2022 וגבוה במעט ביחס לריכוז בנקודה זו בשנים 2019-2021. בנקודות המערביות שכחותן הייתה מאוד דומה בחמש שנות הניטור. בקבוצת הדינופלגלטים, ריכוז התאים לליטר היה דומה בשלוש נקודות הדיגום, ונמוך במעט מריכוזן בארבע השנים הקודמות. בקבוצת הצורניות, ריכוז התאים לליטר היה גבוה במעט ביחס למרבית השנים הקודמות (איור 2.23).

מגוון המינים - באביב 2023 מגוון המינים היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3 אך ההבדלים בין נקודות הדיגום היו קטנים מאוד (טבלה 2.17). תוצאות אלה ממשיכות את המגמה הרב שנתית של מגוון מינים קצת יותר גבוה בקרבת המוצאים. בניתוח אשכולות (Cluster analysis) ניתן לראות שמגוון המינים היה דומה מאוד בחמש שנות הניטור בשלוש נקודות הדיגום בשתי העונות (איור 2.24). נתוני 2019-2023 מתקבצים לשני מקבצים עיקריים: הראשון מורכב משלוש הנקודות מדיגומי סתיו 2022 ואביב 2021, מנקודות RUT3 ו-RUT17 מדיגום סתיו 2019 ומנקודה RUT17 מסתיו 2020. המקבץ השני (הכולל תתי מקבצים שההבדלים ביניהם קטנים מאוד) מורכב מיתר הנקודות מכל השנים. נקודה RUT17 מדיגום אביב 2019 נפרדת מיתר הנקודות מכיוון שבדיגום זה מגוון המינים בנקודה זו היה נמוך יחסית. תוצאות אלה מעידות באופן עקבי על העדר השפעה של ההזרמה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מליחים מקידוחים (כמו גם של הגורמים המנוטרים האחרים) על מגוון המינים של אוכלוסיית האצות באזור הניטור.

מינים בעלי פוטנציאל רעילות

בטבלה 2.19 מוצגים הריכוזים של שלושה מיני דינופלגלטים בעלי פוטנציאל רעילות שהופיעו באביב 2023, *Dinophysis caudata*, *Akashiwo sanguinea* ו-*Prorocentrum minimum*, בהשוואה לריכוזים שהופיעו באזור הניטור בשנים קודמות ולריכוזים שנמצאו בכמה תכניות ניטור אחרות לאורך החוף של ישראל מאז שנת 2008. כמו בשנת 2022, הריכוזים של שלושת המינים באזור הניטור באביב 2023 היו נמוכים מאוד - ריכוז מרבי של מאות תאים לליטר. בניטור באזור אשדוד בשנת 2021, מינים אלה הופיעו בריכוזים דומים לאלה שהופיעו בניטור רוטנברג בשנת 2022 (סיסמה-ונטורה, 2022). באזור שורק ובאזור אשקלון (הניטור הלאומי) בקיץ 2022 ריכוז התאים לליטר היה דומה אף הוא לממצאי ניטור רוטנברג בשנים 2022/23 ולא עלה על מאות תאים לליטר כאשר המין *Prorocentrum minimum* לא הופיע כלל בשני האתרים (רהב וחובריו, 2023). מאחר שההשפעה השלילית על הסביבה והסכנה להרעלה ממינים אלה מתחילות בריכוזי תאים של $10^6 - 10^7$ Cells/L, ניתן לקבוע בוודאות שבשנת 2023 מינים אלה לא היוו סיכון סביבתי באזור הניטור. מינים של *Pseudonitzschia spp.* מקבוצת הצורניות, שחלקם עלולים להיות בעלי פוטנציאל רעילות, הופיעו באביב 2023 בריכוזים נמוכים מאוד (מאות תאים לליטר). מיני ה-*Pseudonitzschia* עלולים להפריש רעלנים מסוג Domoic acid ברמות מסוכנות רק בריכוזים גבוהים מ- 4.0×10^6 Cells/L (Bates et al., 1998; 2018). בנוסף הופיעו מינים של *Chaetoceros spp.* בריכוז של יותר מ- 10^5 Cells/L בשלוש נקודות הדיגום. מינים מסוג זה בריכוזים כאלה עלולים לגרום לתמותה של דגים עקב פגיעה בזימים בגלל המבנה הפיזיקלי של השלד הצורני של האצות, אבל רק כאשר הדגים נמצאים בכלובים ואין להם יכולת להתרחק מאזור הריכוז הגבוה. לסיכום, הריכוזים של אצות בעלות פוטנציאל רעילות שהופיעו בנקודות הדיגום באביב 2023 היו נמוכים ולא היוו סיכון סביבתי.

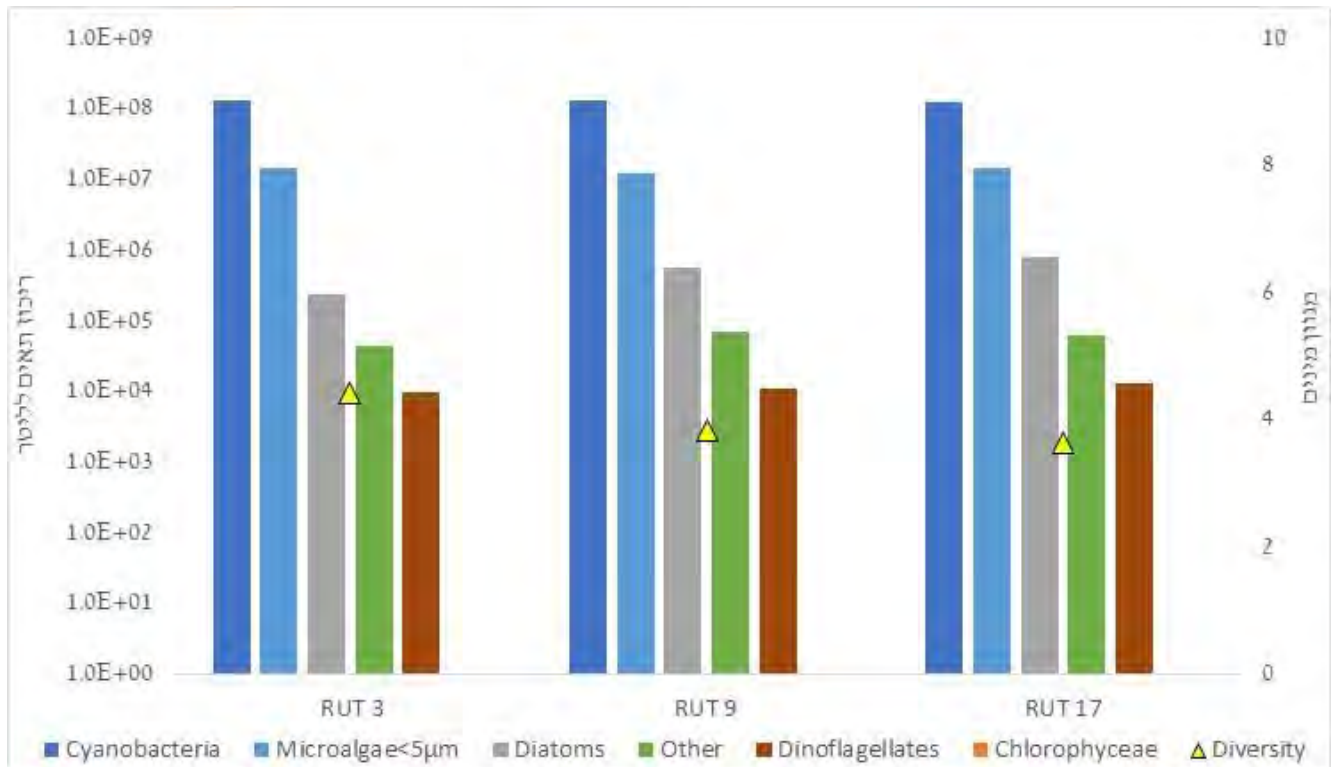
טבלה 2.15: תוצאות ניטור מיקרואצות שנדגמו באביב (4.6) 2023.

	Rut 3	Rut 9	Rut 17		Rut 3	Rut 9	Rut 17
Dinoflagellates				Diatoms			
<i>Ceratium candelabrum</i>		5		<i>Achnanthes spp.</i>	5		5
<i>Ceratium furca</i>		10	5	<i>Amphora spp.</i>	10	5	15
<i>Ceratium karstenii</i>			5	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	2120	405	490
<i>Ceratium kofoidii</i>	80	215	190	<i>Asteroplanus karianus</i>	25		
<i>Ceratium macroceros</i>	5		5	<i>Bacillaria paxillifera</i>	45	55	
<i>Dinophysis caudata</i>	15	65	20	<i>Bacteriastrium sp.</i>	5.1E+04	2.1E+03	3.1E+03
<i>Diplopsalis sp.</i>	25	20	35	<i>Bellerochea spp.</i>	220	30	5
<i>Gonyaulax polygramma</i>	5	20	15	<i>Cerataulus radiatus</i>	5		
<i>Gonyaulax scrippsae</i>	15	20	50	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	60	230	220
<i>Gonyaulax sp.</i>			5	<i>Chaetoceros danicus</i>	5	160	210
<i>Gonyaulax spinifera</i>		5		<i>Chaetoceros didymus</i>	100	1175	1570
<i>Gymnodinium spp.</i>		10		<i>Chaetoceros spp.</i>	1.8E+05	5.7E+05	8.0E+05
<i>Gymnodinium sp. (595A)</i>		70	10	<i>Cochlearisigma falcatum</i>	10		
<i>Peridinium quinquecorne</i>	745	490	255	<i>Coscinodiscus spp.</i>	40	60	50
<i>Podolampas palmipes</i>			5	<i>Cyclotella sp.</i>		10	5
<i>Pronoctiluca spinifera</i>		10		<i>Cylindrotheca closterium</i>	5067	80	65
<i>Prorocentrum balticum</i>		5		<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	10		
<i>Prorocentrum compressum</i>	5	5	5	<i>Diploneis spp.</i>	10		
<i>Prorocentrum gracile</i>	40	40		<i>Fragilaria sp.</i>	20		
<i>Prorocentrum micans</i>	10	60	35	<i>Grammatophora serpentina</i>	30		5
<i>Prorocentrum minimum</i>		10	15	<i>Guinardia striata</i>	225	465	1520
<i>Prorocentrum oblongum</i>	5		5	<i>Hemiaulus hauckii</i>	10	60	35
<i>Prorocentrum rotundatum</i>	15	45	35	<i>Leptocylindrus danicus</i>	195	50	45
<i>Prorocentrum triestinum</i>	15	25	10	<i>Licmophora spp.</i>	105	60	35
<i>Prorocentrum sp. (330A)</i>		10	35	<i>Lyrella hennechi</i>	15		
<i>Protoberidinium bipes</i>		10	5	<i>Lyrella sp. (55A)</i>	25	5	
<i>Protoberidinium conicum</i>			5	<i>Lyrella sp. (497A)</i>	15		
<i>Protoberidinium depressum</i>		5		<i>Lyrella sp. (750A)</i>	5		
<i>Protoberidinium excentricum</i>			5	<i>Meuniera membranacea</i>	290	25	280
<i>Protoberidinium pyriforme</i>		5	10	<i>Navicula cancellata</i>	10	10	
<i>Protoberidinium steinii</i>			5	<i>Navicula sp. (19A)</i>	25	5	10
<i>Protoberidinium sp. (54)</i>	5	5	15	<i>Navicula sp. (19A2)</i>		5	
<i>Protoberidinium sp. (AG134)</i>		190	60	<i>Navicula sp. (45A)</i>	25	10	
<i>Protoberidinium spp.</i>	10	5		<i>Navicula sp. (313)</i>	75		
<i>Scrippsiella sp.</i>	775	385	515	<i>Navicula sp. (320)</i>	35	10	
<i>Torodinium robustum</i>		10		<i>Navicula sp. (968)</i>		5	
<i>Warnowia spp.</i>	5		10	<i>Navicula sp. (1015)</i>	75	5	15
<i>Unidentified <15µm</i>	8.1E+03	9.2E+03	1.2E+04	<i>Navicula sp. (1315)</i>			15
				<i>Navicula sp. (1530)</i>	60		
Cyanobacteria				<i>Navicula sp. (1549a)</i>	235	40	40
<i>Hyella sp.</i>	5			<i>Navicula sp. (1557)</i>	40		
<i>Leptolyngbya sp.</i>	5200	4850	2350	<i>Navicula sp. (1590)</i>	70	5	
<i>Synechococcus sp.</i>	1.3E+08	1.3E+08	1.2E+08	<i>Navicula sp. (1755)</i>			10
				<i>Navicula sp. (1910)</i>	10		
Euglenophyceae				<i>Navicula sp. (1949a)</i>	105		
<i>Euglena sp.</i>	115	15	10	<i>Navicula spp.</i>	465	120	35
<i>Eutreptia sp.</i>	25	10	5	<i>Nitzschia longissima</i>	10	5	5
				<i>Nitzschia lorenziana</i>			5
Dictyochophyceae				<i>Nitzschia rectilonga</i>	5		
<i>Dictyocha fibula</i>	15	15	10	<i>Nitzschia sp. (1045A)</i>	5		
				<i>Nitzschia sp. (244A1)</i>	5		
Prymnesiophyceae				<i>Nitzschia sp. (592A)</i>			5
<i>Chrysochromulina sp.</i>	65	80	95	<i>Odontella aurita var. minima</i>	5		
				<i>Odontella mobiliensis</i>	5		
Prymnesiophyceae				<i>Pleurosigma spp.</i>	10		
<i>Emiliania huxleyi</i>	4.3E+04	7.2E+04	6.2E+04	<i>Proboscia alata</i>	160	400	260
<i>Coccolithophorid (1870a)</i>	5			<i>Proboscia indica</i>	90	110	100
				<i>Pseudonitzschia spp.</i>	55	255	150
Microalgae <5µm	1.5E+07	1.2E+07	1.5E+07	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	70	70	
				<i>Rhizosolenia imbricata</i>	45	35	
				<i>Streptotheca tamesis</i>	15		
				<i>Surirella spp.</i>		10	
				<i>Thalassionema nitzschioides</i>			30
				<i>Thalassiosira spp.</i>	120	50	15
				<i>Toxonidea sp.</i>	5		

טבלה 2.16: עושר מיני מיקרואצות בנקודות הדיגום בחלוקה לקבוצות העיקריות, באביב 2023.

	RUT 3	RUT 9	RUT 17
Dinoflagellates	18	29	29
Diatoms	56	36	32
Cyanobacteria	3	2	2
Chlorophyceae	0	0	0
Other	7	6	6

איור 2.22: התפלגות ריכוז תאי מיקרואצות (Cells/L) ומגוון מינים (d), באביב 2023.



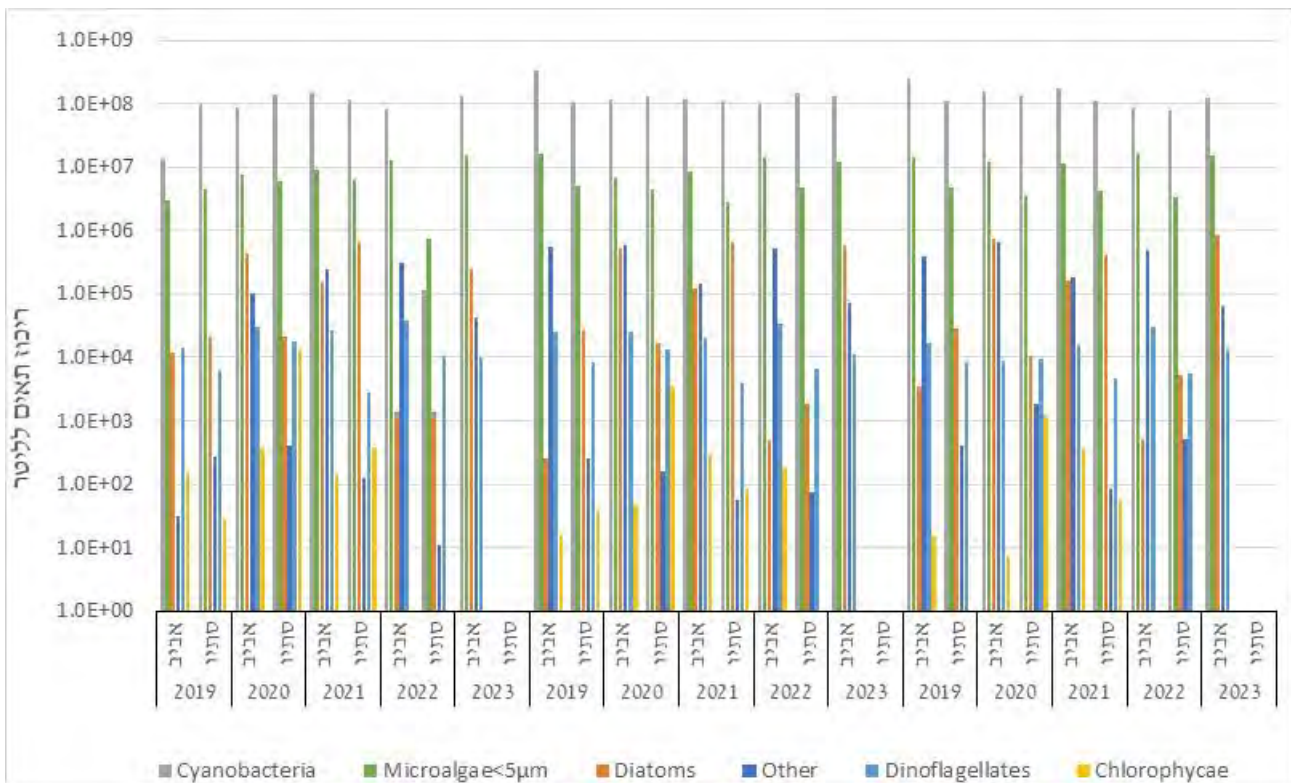
טבלה 2.17: משתני המאסף הכלליים של אוכלוסית המיקרואצות בשלוש נקודות הדיגום באביב ובסתיו בשנים 2019 – 2023 (בשנת 2023 אביב בלבד). עושר טקסונים (S (Richness), מספר פרטים N (Abundance), מגוון המינים (Diversity) d, ומדד השיוויוניות (Evenness) J'.

		S		N		d		J'	
		אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו
RUT 3	2019	75	104	1.7E+07	1.0E+08	4.45	5.59	0.113	0.039
	2020	88	89	9.6E+07	1.4E+08	4.73	4.68	0.072	0.041
	2021	114	83	1.6E+08	1.3E+08	5.98	4.40	0.051	0.053
	2022	98	90	9.6E+07	8.5E+05	5.28	6.52	0.091	0.109
	2023	84		1.5E+08		4.25		0.078	
RUT 9	2019	70	90	3.4E+08	1.1E+08	3.51	4.81	0.047	0.042
	2020	75	92	1.3E+08	1.3E+08	3.97	4.86	0.062	0.033
	2021	100	87	1.3E+08	1.1E+08	5.30	4.63	0.059	0.034
	2022	84	112	1.1E+08	1.5E+08	4.47	5.90	0.091	0.030
	2023	73		1.5E+08		3.83		0.073	
RUT 17	2019	55	99	2.6E+08	1.1E+08	2.79	5.29	0.056	0.039
	2020	80	103	1.7E+08	1.3E+08	4.17	5.46	0.071	0.028
	2021	106	80	1.8E+08	1.2E+08	5.52	4.25	0.054	0.041
	2022	83	118	1.1E+08	8.3E+07	4.44	6.42	0.105	0.035
	2023	69		1.4E+08		3.63		0.087	

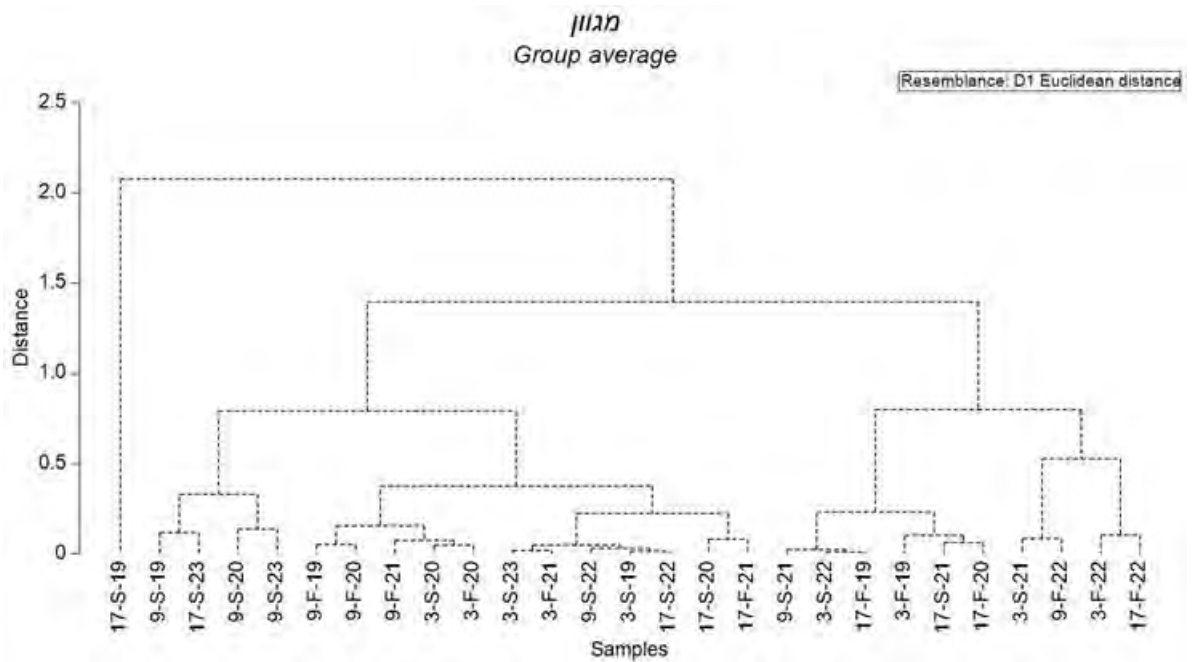
טבלה 2.18: עושר המינים (S) של קבוצות הדינופלגלטים והצורניות בשנים 2019-2023.

		Dinoflagellates		Diatoms	
		אביב	סתיו	אביב	סתיו
2019	RUT 3	20	42	39	46
	RUT 9	30	41	22	42
	RUT 17	33	54	11	35
2020	RUT 3	27	29	44	40
	RUT 9	27	31	33	39
	RUT 17	31	49	34	45
2021	RUT 3	43	41	48	30
	RUT 9	47	49	37	36
	RUT 17	50	43	31	37
2022	RUT 3	50	43	35	40
	RUT 9	45	65	27	29
	RUT 17	56	67	17	46
2023	RUT 3	18		56	
	RUT 9	29		36	
	RUT 17	29		32	

איור 2.23: התפלגות ריכוז תאי מיקרואצות (Cells/L) באביב ובסתיו, בשנים 2019 – 2023.



איור 2.24: ניתוח אשכולות (Cluster analysis) של מגוון המינים ע"פ Margalef בדיגומי אביב וסתיו 2019-2023¹⁷ (בציר X: מספר למטה – מס הנקודה, אות אנגלית - עונה, מספר קרוב לציר - שנת הדיגום)



¹⁷ בשנת 2023 דיגום אביב בלבד

טבלה 2.19: השוואת ההופעה (מספר תאים בליטר) של 3 מינים של דינופלגלטים בעלי פוטנציאל רעילות בניטור לאורך החוף של ישראל בשנים 2010-2023.¹⁸ המספרים בטבלה הם טווח הריכוזים בכל נקודות הדיגום בכל מועד דיגום. מספר אחד בלבד מציין שהמין נמצא רק בנקודת דיגום אחת.

ניטור/סקר	דיגום	<i>Dinophysis caudata</i>	<i>Akashiwo sanguinea</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
רוטנברג	אביב 2023	15 - 80		0 - 30
	אביב 2022	45 - 18		295 - 68
	סתיו 2022	22 - 17		50 - 12
	אביב 2021	0 - 5		318 - 1553
	סתיו 2021	0 - 3	0 - 3	58 - 110
	אביב 2020	43 - 18	3	10
	סתיו 2020	22 - 12	2	32 - 2
	אביב 2019	122 - 16		5150 - 1490
	סתיו 2019	6 - 4		34 - 8
	אביב 2018	32 - 10	8	150 - 88
	סתיו 2018		156 - 4	20 - 9
	אביב 2017	488 - 228		3200 - 14000
	סתיו 2017	13	118 - 2	5 - 4
	אביב 2016	20 - 10	14 - 8	592 - 282
	סתיו 2016	2	8 - 2	54 - 16
	אביב 2015	126 - 40		4
	אורות רבין	סתיו 2015		152 - 30
אביב 2014		50 - 14	1	8 - 4
סתיו 2014			16	304 - 130
אביב 2015		4 - 2	2	27 - 2
סתיו 2015			86 - 80	130 - 52
אביב 2014		5 - 3		154 - 65
סתיו 2014			1232 - 260	284 - 102
אביב 2013		20	2	6 - 2
סתיו 2013			4	18 - 10
אביב 2012		48 - 18	2	51 - 11
סתיו 2012		2 - 1		80 - 60
ניטור אדמה-אגן/פז"א/אשדוד התפלה (ניטור מיקרואצות הופסק לאחר שנת 2021)	אביב 2011	19-42		8 - 4
	סתיו 2011	4	94 - 42	4640 - 60
	אביב 2010	27 - 3	4	11 - 3
	סתיו 2010	5	2	12 - 8
	אביב 2021	348 - 140		290 - 98
	סתיו 2021		12 - 8	228 - 190
	אביב 2020	20 - 31		
	סתיו 2020	0 - 2	0 - 10	44 - 50
	אביב 2019	74 - 42		11093 - 9813
	סתיו 2019	6	83 - 68	8 - 5
	אביב 2018	43 - 8		851 - 592
	סתיו 2018		100 - 6	490 - 160
	אביב 2017	262 - 237		1147 - 1120
סתיו 2017	18 - 14	54 - 24	120 - 76	
אביב 2016	70 - 32	3	3	
סתיו 2016	6 - 3	1195 - 985	65 - 30	
אביב 2015	270 - 36		1387 - 1280	
סתיו 2015		30 - 22	480 - 28	
אביב 2013	53 - 35		118 - 46	
סתיו 2013	3	3850 - 1983	1300 - 600	
אביב 2012	37 - 5	5	480 - 48	
סתיו 2012	10	75 - 52	64 - 40	
אביב 2011	150 - 82	2		

¹⁸ ניטור רוטנברג, ניטור אורות רבין באזור חדרה, ניטור אדמה-אגן/פז"א/אשדוד התפלה באזור אשדוד, סקר רקע להקמת מתקן התפלה שורק, ותכנית הניטור הלאומית. לרשימת המקורות המלאה ראו דוחות הניטור לשנים שבטבלה.

טבלה 2.19, המשך:

ניטור/סקר	דיגום	<i>Dinophysis caudata</i>	<i>Akashiwo sanguinea</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
ניטור אדמה- אגן/פז"א/אשדוד התפלה	סתיו 2011	15 - 4	814 - 558	5208 – 3200
	אביב 2010	108-276		386 - 88
	סתיו 2010	18 - 8	115 - 93	7080 - 2013
סקר רקע שורק	אביב 2009	466 – 16		24 - 4
	סתיו 2008	16 – 7	112 – 14	89 – 14
ניטור לאומי שורק (15 מ')	קיץ 2022	34	194	37
	קיץ 2021	23	15	
	קיץ 2020		145	170
	קיץ 2019			
	קיץ 2018	6	936	3467
	קיץ 2017	5	40	2133
	קיץ 2016		136	38
	קיץ 2015	2	6	21867
	קיץ 2014		58	3776
	קיץ 2013	7	33	
	קיץ 2012		98	10
	קיץ 2011	23	56	440
	קיץ 2010	17	274	209
	קיץ 2009	20	106	11000
	קיץ 2008		5	31000
ניטור לאומי אשקלון (15 מ')	קיץ 2022	8	125	
	קיץ 2021	3	66	
	קיץ 2020		1806	26
	קיץ 2019		206	42,560
	קיץ 2018		434	170
	קיץ 2017		55	5200
	קיץ 2016		36	2773
	קיץ 2015	3	3	44331
	קיץ 2014		70	8206
	קיץ 2013		83	15
	קיץ 2012		135	5
	קיץ 2011	10	492	480
	קיץ 2010	7	290	3822
	קיץ 2009	13	133	27
	קיץ 2008	12	110	65067

2.4.3 איכות הסדימנט

2.4.3.1 גרנולומטריה

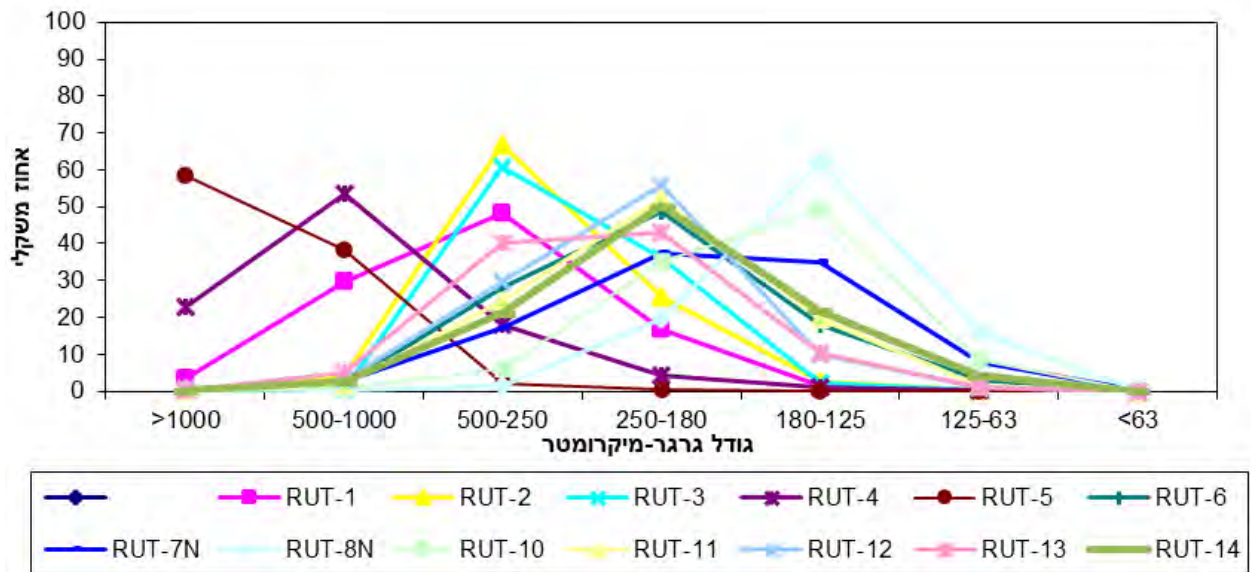
טבלה 2.20 ואיור 2.25 מציגים את תוצאות האנליזה הגרנולומטרית של הסדימנטים בנקודות RUT שבהן בוצע דיגום של החי בתוך המצע באביב 2023. באופן כללי, התפלגות גודל גרגירי הסדימנט באזור הניטור אופיינית לסדימנט החולי באזור הרדוד של חופי ישראל (אלמגור ופרת, 2012), אך בכמה מנקודות הדיגום שונה מההתפלגות במרבית שנות הניטור הקודמות.

בארבע שנות הדיגום הקודמות התפלגות גודל הגרגר הייתה בימודלית, כאשר מקטעי גודל הגרגר השכיחים היו 500-250 ו-180-250 מיקרומטר. כך נמצא גם באביב 2023 במרבית נקודות הדיגום אבל בחלקן התפלגות גודל הגרגר הייתה שונה. בנקודה RUT5 החרגה בהרכב הסדימנט הייתה הגדולה ביותר: בארבע שנות הדיגום הקודמות מקטעי גודל הגרגר 500-125 ו-1000-500 מיקרומטר היוו 80%-90% ו-3%-15% מהסדימנט, בהתאמה, ואילו באביב 2023 הם היוו 3% ו-97% מהסדימנט, בהתאמה. בדיגום אביב 2021 עומק נקודה זו היה 3 מטר, ובדיגום אביב 2023 עומקה היה 4 מטר. הסיבה להעמקה איננה ידועה אך ייתכן שהיא גרמה לחשיפת חול גס יותר. גם נקודה RUT4 הייתה חריגה: בשנות הדיגום הקודמות מקטעי גודל הגרגר 500-125 ו-1000-500 מיקרומטר היוו 92%-97% ו-3% מהסדימנט, בהתאמה, ואילו באביב 2023 הם היוו 23% ו-76% מהסדימנט, בהתאמה. בנקודה RUT8N החרגה הייתה בכיוון ההפוך: המקטע הגדול בתרומתו היה 180-125 מיקרומטר (תופעה שנצפתה בעבר בניטור סתיו 2019), ובנוסף מקטע גודל גרגר 125-63 מיקרומטר גדל בכ-10%, ביחס לשנות הדיגום הקודמות. גם בנקודות RUT7N ו-RUT10 חלקו של מקטע זה היה גדול ביחס לשנים קודמות אך במידה פחותה. הגורמים לשינויים אלה בהרכב הסדימנט אינם ברורים.

טבלה 2.20: התפלגות גודל הגרגר בסדימנטים באזור הניטור, אביב (8.6.23) 2023. הערכים בטבלה הם אחוז משקלי מכלל הסדימנט בכל מקטע גודל גרגר.

נקודת דיגום	>1000	500-1000	500-250	250-180	180-125	125-63	<63
	מקטע גודל גרגר μm						
RUT-1	3.65	29.84	48.06	16.80	1.59	0.06	0.00
RUT-2	0.22	4.39	66.64	25.76	2.73	0.26	0.01
RUT-3	0.11	0.68	60.71	36.03	2.38	0.08	0.00
RUT-4	22.89	53.70	18.13	4.19	0.97	0.11	0.01
RUT-5	58.61	38.57	2.22	0.35	0.20	0.05	0.00
RUT-6	0.05	1.89	28.27	48.66	18.18	2.93	0.02
RUT-7N	0.11	2.54	17.16	37.49	34.91	7.74	0.05
RUT-8N	0.49	0.25	1.48	19.54	62.12	15.89	0.23
RUT-10	0.23	0.72	5.96	35.15	49.25	8.67	0.02
RUT-11	0.16	1.86	24.51	52.45	19.50	1.52	0.01
RUT-12	0.50	3.27	29.59	55.72	9.79	1.13	0.00
RUT-13	0.18	5.24	40.14	42.83	10.40	1.19	0.01
RUT-14	0.21	2.56	21.16	50.17	21.76	4.13	0.02

איור 2.25: התפלגות גודל הגרגר בסדימנטים באזור הניטור, אביב (8.6) 2023



2.4.3.2 מתכות כבדות ופחמן אורגני

תמונות של גלעיני הסדימנטים שנבדקו מוצגות בנספח ג'. ריכוזי פחמן אורגני (TOC) ומתכות כבדות בסדימנטים שנמדדו באביב 2023 באזור הניטור מוצגים בטבלה 2.21. בטבלה מוצגים גם ריכוזי המתכות שנמדדו באזור אשקלון במאי 2005, לפני התחלת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון, במסגרת ניטור מזח הפחם של חברת החשמל (להלן- נתוני הרקע) (קרב וספר, 2005), והקריטריונים לאיכות סדימנטים של מינהל האוקיאנוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA) (Buchman, 2008). הקריטריונים של NOAA מתייחסים לריכוזי מתכות העלולים לגרום להשפעות מזיקות על החי הימי ומגדירים שתי רמות של ריכוזים: ERL (Effects Range Low) - ריכוזים שמתחת להם השפעות מזיקות צפויות רק לעיתים נדירות; ERM (Effects Range Median) - ריכוזים שמעל להם השפעות מזיקות צפויות לעיתים קרובות. ריכוזי מתכות נמוכים מ- ERL נחשבים כריכוזים שאינם מהווים סיכון משמעותי לחי הימי, כולל למינים רגישים.

מהנתונים בטבלה 2.21 עולה: (א) ריכוזי TOC בסדימנטים באזור הניטור נמוכים, דומים בכל נקודות הדיגום ובתחום הערכים הטבעיים במימי החופים של ישראל; (ב) ריכוזי המתכות בסדימנטים בכל נקודות הדיגום נמוכים ובתחום הערכים הטבעיים במימי החופים של ישראל בכלל (Herut et al, 1993), כמו גם בתחום של נתוני הרקע; (ג) ריכוזי כל המתכות נמוכים מערכי ERL. אותם ממצאים נמצאו בניטור בשנים קודמות מאז 2007, לאחר התחלת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון. יש לציין שבכמה מקרים בשנים קודמות, כמו גם בנתוני הרקע, נמצאו בסדימנטים ריכוזי כרום גבוהים מערך ERL. באותם סדימנטים נמצאה העשרה גם בברזל ומנגן. ההעשרה בשלוש המתכות, שנמצאה גם במקומות אחרים

לאורך החוף של ישראל, מאזור פלמחים ודרומה, קשורה כנראה במקור מינרלוגי טבעי (מינרלים כבדים) (חרות וחוברין, 2013).¹⁹

טבלה 2.21: ריכוזי מתכות כבדות ופחמן אורגני בסדימנטים באזור הניטור - זיגום אביב (8.6) 2023, נתוני הרקע משנת 2005 (ניטור מזח הפחם) והקריטריונים לאיכות סדימנטים ERM, ERL.

Station	Hg	Cd	Ag	Cu	Zn	Ni	As	Pb	Cr	Mn	Fe	Al	TOC
	ng/g dry wt.			µg/g dry wt.						% dry wt.			
RUT 4N	1.82	32.7#	<13	1.95	3.46	1.8	2.7	3.9	35	177	0.53	1.55	0.066
RUT 5	0.85	<31	<13	1.56	0.71#	0.4	1.7	1.1	4.4	37.5	0.09	0.19	0.076
RUT 6	1.27	<31	<13	1.56	1.61	1.1	1.9	2.8	7.7	59.2	0.17	0.92	0.070
RUT 7N	1.88	32.1#	<13	1.82	1.26	1.3	2.6	3.4	28	197	0.51	1.16	0.070
RUT 8N	3.52	<31	<13	2.45	3.46	2.0	2.9	4.2	27	185	0.50	1.71	0.071
RUT 12	1.33	<31	<13	1.63	1.57	1.1	2.2	3.0	8.7	67.4	0.21	1.00	0.060
RUT 14	1.91	31.9#	<13	1.53	2.04	1.7	2.0	3.6	27	171	0.49	1.27	0.057
RUT 15	1.50	31.6#	<13	1.42	2.60	1.8	2.8	3.9	25	161	0.46	1.53	0.051
RUT 16	1.34	<31	<13	1.43	1.35	1.4	2.7	3.0	14	95.6	0.25	1.04	0.067
2005 Data	2.8-20	<200		0.95-8.88	1.3-29.0	0.73-6.29		<2.0-5.9	5.0-81.7	63-1722	0.13-3.78	0.92-83	
ERL	150	1200	1000	34	150	21	8.2	47	81				
ERM	710	9600	3700	270	410	52	70	220	370				

- ערך בין גבול הגילוי לגבול הכימות של השיטה.

מאז התחלת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון, אשר מזרים אל הים חלקיקים/קולואידים של ברזל-הידרוקסיד, מתבצע מעקב אחר ריכוז הברזל בסדימנטים באזור הניטור. בדיקת הצטברות פוטנציאלית של ברזל מבוססת על היחס בין ריכוזי הברזל והאלומיניום בסדימנטים. פרמטר זה שבו אלומיניום משמש "כמנרמל גיאוכימי" מנטרל את השונות הטבעית של ריכוז הברזל אשר נובעת מהשונות של הרכב הסדימנטים מבחינת גודל וסוג הגרגירים.^{20, 21} מגמת עליה עם הזמן בערך של פרמטר זה מצביעה על הצטברות ברזל בסדימנטים ולהיפך - העדר מגמת עליה בזמן מעיד שהברזל אינו מצטבר בסדימנטים ומתפזר ברחבי הים.

יחסי ברזל-אלומיניום בסדימנטים באזור הניטור מאז שנת 2007 מוצגים באיור 2.26 בהשוואה לנתוני הרקע. תוצאות הניטור ב- 2023 מוצגות בנפרד מכל תוצאות הניטור בשנים 2007-2021 המקובצות יחד,

¹⁹ גם בטבלה 2.24 ניתן לראות שבנקודות שבהן ריכוזי הכרום בסדימנט גבוהים, יחסית, גם ריכוזי המנגן והברזל גבוהים יחסית, אם כי רמת ההעשרה (הטבעית) בשלוש המתכות איננה גבוהה כפי שנמצא בחלק מהשנים הקודמות.

²⁰ שיטה מקובלת להערכה של רמת הזיהום של סדימנטים במתכות, מומלצת גם לאזור הים התיכון (Herut and Sandler, 2007).

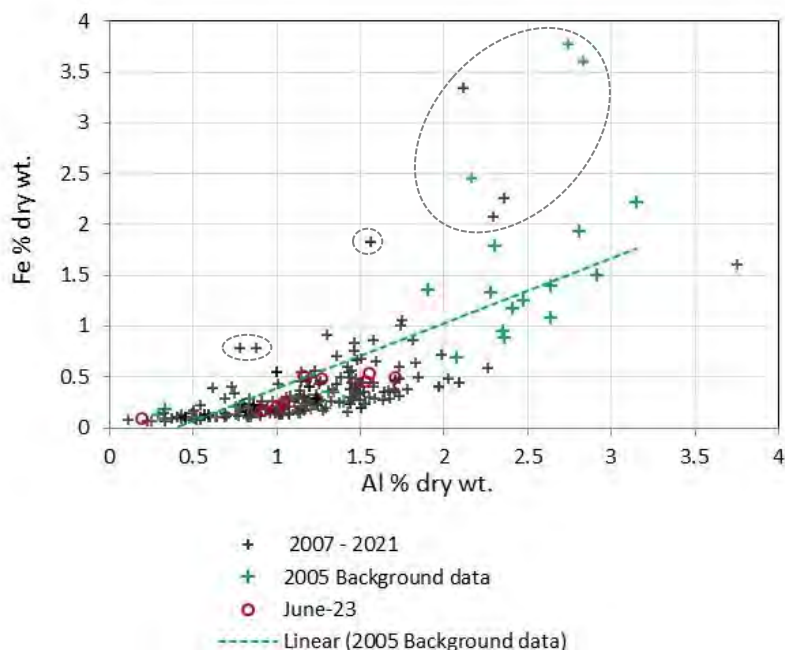
²¹ אלומיניום נוכח כמרכיב קורט בקואגולנט ומוזרם אל הים ממתקן התפלה ביחד עם הברזל אבל הכמויות זניחות יחסית לכמויות הברזל (כמה מאיות אחוז מכמות הברזל שהוזרמה לים). לכן בבדיקת היחס ברזל/אלומיניום בסדימנטים אפשר להתעלם מתרומת האלומיניום ממתקן התפלה ולהתייחס לאלומיניום בסדימנטים כרקע הטבעי.

לצורך השוואה. דגימות שבהן נמצאה העשרה בברזל, מנגן וכרום, כאמור ממקור טבעי, תחומות במעגלים. קו הרגרסיה מייצג את הרקע הטבעי שנקבע ע"י חי"ל על סמך נתוני הרקע תוך הזנחת הדוגמאות התחומות במעגל. מהנתונים ברור שיחסי ברזל-אלומיניום בסדימנטים באזור הניטור בתקופה שמאז התחלת פעילותו של מתקן ההתפלה (כ- 18 שנים שבמהלכן הוזרמו לים כ- 1700 טון ברזל) טבעיים לאזור ומעידים שאין מגמת הצטברות של ברזל בסדימנטים עם הזמן.

המסקנה שהברזל המוזרם אל הים ממתקן ההתפלה אינו מצטבר בסדימנטים באזור אשקלון אלא מתפזר ברחבי הים מאששת את ההערכה המוקדמת שלא צפויה הצטברות. הערכה זו התבססה, בין היתר, על הידע הקיים על המשטר ההידרודינמי וההסעה האינטנסיבית של סדימנטים באזור ותואמת לממצאים על ריכוז הברזל בחלקיקים מרחפים במי הים באזור הניטור שנבדק בעבר במשך יותר מעשור, כמו גם להערכות בספרות המקצועית.²²

יש לציין שהברזל-הידרוקסיד הנפלט ממתקן ההתפלה איננו רעיל (UNEP, 2008) ואין בספרות המקצועית עדויות להשפעות מזיקות של ברזל בסדימנטים על החי הימי, בריכוזים דומים לאלה המצויים באזור אשקלון. מאחר שהברזל מהווה סמן לנוכחות של חלקיקים שמקורם במי השטיפה הנגדית של המסננים של מתקן ההתפלה, המשמעות האקולוגית של הממצאים לעיל היא שחלקיקים כאלה אינם מצטברים בקרקעית באזור הרדוד של מדף היבשת ולכן אין חשש שיגרמו להפרעה פיסית לחי הקרקעית.

איור 2.26: יחסי ברזל-אלומיניום בסדימנטים באזור הניטור בשנים 2007-2023 ונתוני הרקע משנת 2005. הדגימות מהשנים 2007-2021 מקובצות יחד. דגימות שבהן נמצאה העשרה ניכרת בברזל, מנגן וכרום תחומות במעגלים. קו הרגרסיה מייצג את הרקע הטבעי (נתוני 2005).



²² לדוגמה (ההדגשה לא במקור):

"If the spent filter backwash water is discharged without treatment, ferric oxyhydroxide flocs may settle on the seabed or, **more likely, be dispersed**" (Kahn et al, 2009).

2.4.4 החי בתוך המצע

מאסף החי בתוך המצע ב- 13 נקודות RUT שנדגמו באביב מוצג בנספח ד' (כל הדגימות) ובטבלה 2.22 (ממוצעים של שלוש החזרות בכל נקודת דיגום). נספרו בסה"כ 28,004 פרטים אשר מוינו לקבוצות טקסונומיות ראשיות: רכיכות (Mollusca), סרטנאים (Crustacea), תולעים רב-זיפיות (Polychaeta) ותולעים נימיות (Nematoda), ובמידת האפשר לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר. איורים 2.27 ו- 2.28 מציגים את הופעת החי הכללית עם הפרדה של מערכת הנמטודה המהווה את החלק הארי של האורגניזמים, ובחלוקה לקבוצות החי הראשיות. בנוסף לקבוצות הראשיות של בעלי החיים המרכיבים את חברת החי בתוך המצע, מופיעים מדי שנה בעלי חיים נוספים במספרים גבוהים בנקודות מסוימות. באביב 2023 הייתה נוכחות גבוהה במיוחד של פרטים מסדרת אקוולה (Acoela) ממערכת (Xenacoelomorpha) ושל תולעים רב-זיפיות ממשפחת Saccocirridae. קשה להצביע על הגורם הישיר לכך, אך נמצא מתאם חיובי בין שכיחות תולעים אלה להרכב גודל הגרגר של הסדימנט.

זמן הדור של בעלי החיים המרכיבים את חברת חי תוך המצע יכול להיות קצר (במינים מסוימים 3-6 חודשים) ולכן חברה זו מגיבה במהירות לשינויים עונתיים וסביבתיים (Higgins et al., 1988). בתוצאות ניטור 2023 ניכרת התופעה העונתית האופיינית לאביב של ריבוי פרטים מתת-מערכת הסרטנאים (מחלקת הסרטנים העילאיים Malacostraca; 2498 פרטים) ומיעוט פרטים מתת-מחלקת השטרנגליים (Copepoda, 62 פרטים בלבד). משפחת Gammaridae של סרטנים שטצדאים (Amphipoda) הייתה דומיננטית והיוותה 96% מסך הסרטנים בדיגום. התפלגות זו בין קבוצות הסרטנים אופיינית לעונת האביב. בנוסף הופיעו פרטים מרובים של צדפות מהסוג Donax בנקודות העמוקות (630 פרטים). בדיקה של נתוני הניטור הרב-שנתי העלתה כי שכיחותו של סוג זה באביב גבוהה בסדר גודל משכיחותו בסתיו.

הטמפרטורה והמליחות של מי הים באזור הניטור נמדדים בכל עונה במועדים ספציפיים, בד"כ סמוכים לדיגום החי בתוך המצע. נתוני הניטור הרב-שנתי מצביעים על תפוצה מרחבית דומה של ההבדלים בין הטמפרטורה והמליחות הנמדדים בנקודות RUT ביחס לערכי הרקע במרביתם של מועדי הניטור. עם זאת, ברור ששני הפרמטרים מושפעים מתנאי מזג האוויר ומעוצמות הזרימה במוצאים של מי הקירור של תחנות הכח ומי הרכז של מתקני ההתפלה ששררו בכל יום מדידה ולכן נתוני המדידות ביום מסוים לא בהכרח מייצגים את התנאים הסביבתיים בנקודות הדיגום השונות לאורך זמן. לכן, הניתוח של הרכב מאסף החי בנקודות הדיגום השונות נעשה ביחס לגורמים הקבועים של עומק הנקודות והמרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, בהנחה שבכל נקודת דיגום הגורמים הקבועים מייצגים ברמה סבירה את הממוצע לאורך זמן של מכלול התנאים הסביבתיים אשר משפיעים על בעלי החיים.

כאמור, בדיגום אביב 2023 האורגניזמים השכיחים ביותר היו ממערכת הנמטודה - 21,442 פרטים בסה"כ (שלוש החזרות) שהיוו 76.6% מסך כל בעלי החיים (נספח ד'). בנקודות הרדודות שכיחות הנמטודה הייתה גבוהה יותר מאשר בנקודות העמוקות (איור 2.27) אולם לא נמצא מתאם לעומק הנקודות או למרחק הנקודות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. באופן כללי, שכיחות הנמטודה באזור הניטור הייתה גבוהה יחסית לדיגומי האביב בשנות ניטור קודמות וניתן לראות מגמה של עליה בשכיחות של קבוצה זו במהלך שנות הניטור (איור 2.33).

במחלקת התולעים הרב-זיפיות נספרו בכל נקודות הדיגום 2000 פרטים, שהיוו 7.1% מכלל האורגניזמים בדיגום. שכיחות התולעים הרב-זיפיות בדיגום אביב 2023 הייתה גבוהה באופן חריג ביחס לשנים עברו בגלל ריבוי פרטים ממשפחת Saccocirridae בנקודות RUT1 ו-RUT5 (177 ו-812 פרטים בהתאמה). מעבר לכך המשפחות השכיחות ביותר היו Spionidae, Orbiniidae ו-Nephtyidae (310, 425 ו-101 פרטים, בהתאמה). משפחות אלה אופייניות לאזור הרדוד של החוף החולי הישראלי (חרות וחובריו, 2016) והיו השכיחות ביותר גם בניטור האביב בשנים 2019 ו-2021 (כהן וחובריו, 2020, 2022). לא נמצא מתאם בין שכיחות כלל הפרטים של התולעים הרב-זיפיות למיקום של נקודות הדיגום ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז או לעומק הנקודות. לעומת זאת, נמצא מתאם חיובי בין שכיחות הפרטים ממשפחות Spionidae ו-Nephtyidae לבין העומק. בנוסף, נמצא מתאם חיובי בין משפחת Spionidae לבין גודל גרגר דק (קטן מ-180 מיקרומטר) ובין משפחות Orbiniidae ו-Saccocirridae לבין מקטעי הגרגרים הגדולים מ-500 מיקרומטר. תוצאות אלה מצביעות על הזיקה בין משפחות אלה לגודל הגרגר של בית הגידול, כפי שידוע מהספרות המקצועית (Beesley et al., 2000 ; Meibner et al., 2008).

מתת-מערכת הסרטנאים נספרו 2604 פרטים, שהיוו 9.3% מכלל האורגניזמים בדיגום. מתוכם 2498 ממחלקת סרטנים עילאיים (Malacostraca) שהיוו 95.9% מכלל הסרטנים. המשפחה השכיחה ביותר, עם 2374 פרטים שהיוו 95.0% ממחלקה זו הייתה Gammaridae, השייכת לסדרת שטצדאים (Amphipoda). תת-מחלקת שטרגליים (Copepoda), שאינה שכיחה באביב, מנתה 62 פרטים בלבד שהיוו 2.4% מסך הסרטנים. הסדרה השכיחה הייתה Harpacticoida (53 פרטים). ממחלקת הצדפונאים (Ostracoda) נמצאו 44 פרטים בלבד. התפלגות זו בין קבוצות הסרטנים אופיינית לעונת האביב. לא נמצא מתאם בין שכיחות הסרטנאים לעומק הנקודות אך נמצא מתאם חיובי למרחק הנקודות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. כמו כן, נמצא מתאם חיובי בין מחלקת סרטנים עילאיים לבין מקטע גודל הגרגר של 125-180 מיקרומטר. יתכן שהסיבה לכך שנמצא מתאם למרחק של נקודות הדיגום מהמוצאים ולא לעומקן היא ההתפלגות החריגה של גודל הגרגר בסדימנטים יחסית לשנים קודמות (טבלה 2.20) - אחוז גבוה של מקטע גודל הגרגר של 125-180 מיקרומטר בנקודה RUT10 הרדודה והמרוחקת מהמוצאים, בה נמצאה השכיחות הגבוהה ביותר של סרטנים עילאיים, לעומת אחוז נמוך של מקטע זה בנקודות RUT4 ו-RUT5 הקרובות יחסית למוצאים, בהן מספר הפרטים של הסרטנים העילאיים היה קטן מאד.

ממערכת הרכיכות נספרו 831 פרטים, שהיוו 3.0% מסך הפרטים בדיגום. מתוכם 10 פרטים ממחלקת החלזונות (Gastropoda) וכל השאר צדפות (Bivalvia). במחלקת הצדפות השכיחות הגבוהה ביותר הייתה של מינים לא ידועים מהסוג Donax, ושל המינים *Donax trunculus* ו-*Donax venustus* (630, 106 ו-46 פרטים שהיוו 76.70%, 12.9% ו-5.6% מסך הצדפות, בהתאמה). מרבית הצדפות נכחו בנקודות RUT7N ו-RUT8N (מאות פרטים) ובנקודות RUT10, RUT14 ו-RUT4 (עשרות פרטים). בנקודות RUT1, RUT2, RUT3, RUT5 ו-RUT11 הופיעו 3 צדפות לכל היותר (איור 2.28). החלזונות נמצאו רק בנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N (7 ו-3 פרטים, בהתאמה). נמצא מתאם חיובי בין שכיחות הצדפות והחלזונות לעומק של נקודות הדיגום ושל הצדפות בלבד גם למרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. בנוסף נמצא מתאם חיובי בין מחלקות אלה למקטע גודל הגרגר הקטן מ-180

מיקרומטר. באופן כללי שכיחות הפרטים במחלקות והחלזונות הייתה גבוהה יחסית לדיגומי עבר ושל הצדפות באזור הממוצע הרב שנתי.

קבוצה נוספת שהופיעה בשכיחות גבוהה יחסית הייתה סדרת אקוולה, ממנה נספרו 1070 פרטים (3.8% מכלל הפרטים בדיגום), 97% מהם בנקודות RUT4 ו-RUT1. גם באביב 2021 סדרה זו הופיע בשכיחות גבוהה מאוד. באופן כללי יש עליה בשכיחות אקוולה במהלך השנים, למעט שנת 2019 בה סדרה זו לא הופיעה כלל. לא נמצא מתאם בין סדרה זו לעומק נקודות הדיגום או המרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכו, אך נמצא מתאם חיובי למקטע גודל הגרגר 500-1000 מיקרומטר ומתאם שלילי למקטע 180-250 מיקרומטר.

באביב 2023 הנקודות החריגות מבחינת הרכב חי תוך המצע היו RUT1, RUT3, RUT4, RUT5, RUT8N ו-RUT10. בנקודות RUT1, RUT4 ו-RUT5 היה ריבוי של Saccocirridae; תופעה זו נמצאה גם בעבר בנקודה RUT1 (לאחרונה בשנת 2016) אך לא בנקודות RUT4 ו-RUT5. הסיבה לכך יכולה להיות השינוי שחל בנקודות אלה מבחינת הרכב גודל הגרגר של הסדימנט, בו המקטע הגס עלה בשיעור מאד משמעותי על חשבון המקטע של גרגר דק. חיזוק לכך ניתן לראות במתאם החיובי בין הופעת משפחה זו למקטע גודל גרגר הגדול מ-500 מיקרומטר ומתאם שלילי למקטע גודל גרגר 180-250 מיקרומטר. בנקודות RUT1 ו-RUT4 הייתה שכיחות גבוהה מאוד של פרטים של אקוואלה. גם במקרה זה נמצא מתאם חיובי למקטע גודל גרגר 500-1000 מיקרומטר ומתאם שלילי למקטע 180-250 מיקרומטר. ידוע מהספרות המקצועית שתולעים מקבוצות אלה מעדיפות בתי גידול חוליים בעלי גודל גרגר גס (1986 Meibner et al, 2008; Jouk & Schockaert, 2002; Martens & Schockaert). נקודה RUT5 הייתה חריגה ביותר גם מבחינת יתר הקבוצות של חברת חי תוך המצע. נמטודה הופיעה בשכיחות הנמוכה ביותר בדיגום (153 פרטים בלבד), מהסרטנים הופיעו רק 12 פרטים ורכיכות לא נמצאו כלל. כאמור, עומקה של נקודה זו באביב 2023 היה גדול במטר מעומקה באביב 2021, דבר היכול אולי להסביר את הרכב הסדימנט החריג. בנקודה RUT3 היו מעט מאוד פרטים מכל הקבוצות למעט נמטודה שהופיעה בשכיחות הגבוהה ביותר בדיגום. בנקודה זו, בדומה לנקודה RUT2 (בה יש דילול של עושר הטקסונים ומספר הפרטים ברב הדיגומים), מקטע גודל גרגר שבין 180-500 מיקרומטר היה הגבוה ביותר (96% ו-92%, בהתאמה). בנוסף, נקודות אלה קרובות מאוד למוצאי מי הקירור ומי הרכו (פחות מ-0.3 ק"מ) וסביר להניח שהן מושפעות מזרמי המים היוצאים מהמוצאים. בנקודות RUT8N ו-RUT10 הייתה שכיחות גבוהה מאוד של סרטנים ממשפחת Gammaridae (וב-RUT8N גם של צדפות) בהשוואה ל-4 שנות הדיגום הקודמות (איור 2.32). גם בנקודות אלה הרכב הסדימנט היה חריג וכלל מקטע גודל גרגר הקטן מ-185 מיקרומטר באחוזים גבוהים יחסית (78% ו-58% מכלל הסדימנט, בהתאמה). בכל אזור הניטור נמצא מתאם חיובי בין השכיחות של Gammaridae לבין מקטע גודל גרגר 125-180 ובמקרה של הצדפות מתאם חיובי למקטעים הקטנים מ-180 מיקרומטר.

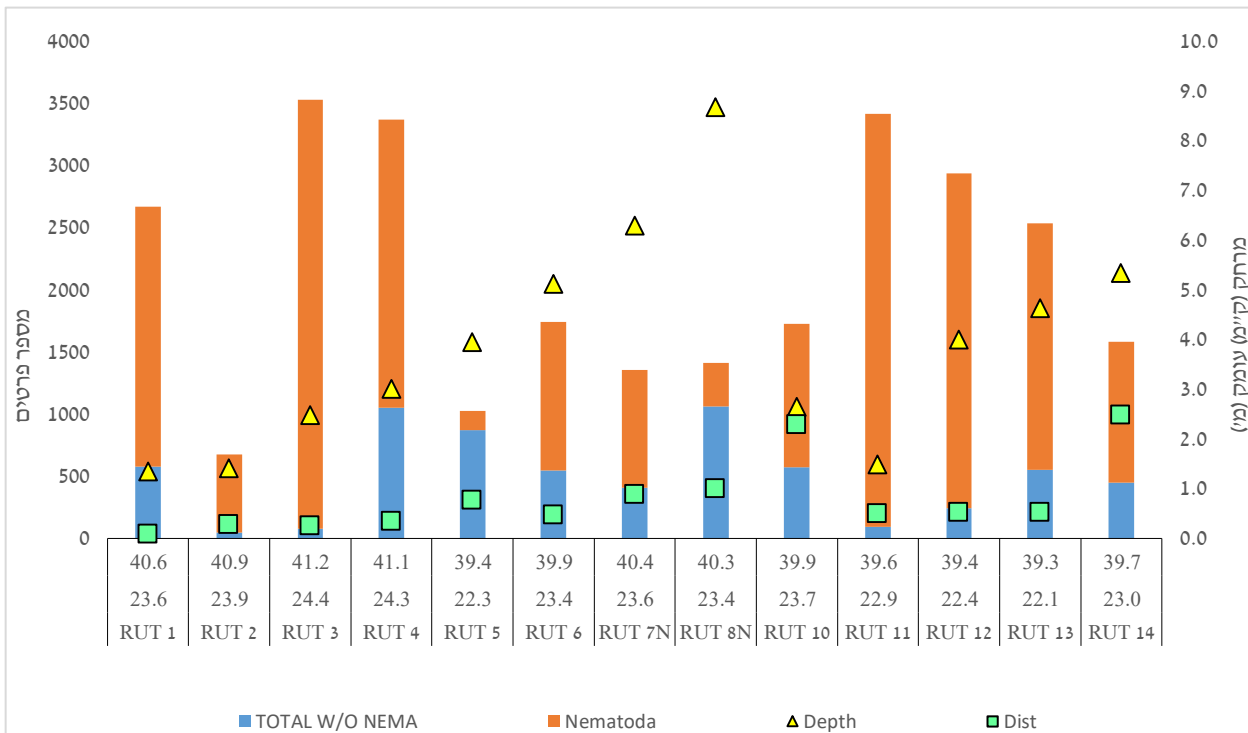
ניתן לסכם כי באביב 2023 מספר הפרטים הכולל היה גבוה ביחס לשנים קודמות בעיקר בגלל שכיחות גבוהה מאוד של נמטודה וריבוי פרטים של אקוואלה אבל גם של סרטנים ותולעים רב-זיפיות. ברוב נקודות הדיגום היחס בין התולעים הרב-זיפיות לבין הסרטנאים + רכיכות היה קטן מ-1 (איור 2.29),

כפי שהיה בדיגומי העבר (למעט שנת 2021 בה יחס זה היה הפוך ברב הנקודות). נקודות הדיגום בהן יחס התולעים הרב-זיפיות לסרטנאים + רכיכות היה גדול מ-1 היו RUT1, RUT4, RUT5 ו-RUT12, שמרחקן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז הוא 0.1-0.8 ק"מ, בעומקים של 1.5-4 מטר. בנקודות RUT1, RUT4 ו-RUT5 כנראה שהסיבה לכך היא השינוי המשמעותי שחל בהרכב הסדימנט עם מקטעי גרגר גס באחוזים גבוהים מאוד. בנקודה RUT12 היו הרבה תולעים רב-זיפיות ממשפחת Orbiniidae אך המדדים של משתני המאסף בנקודה זו אינם מעידים על הפרעה משמעותית בהרכב אוכלוסיית חי תוך המצע.

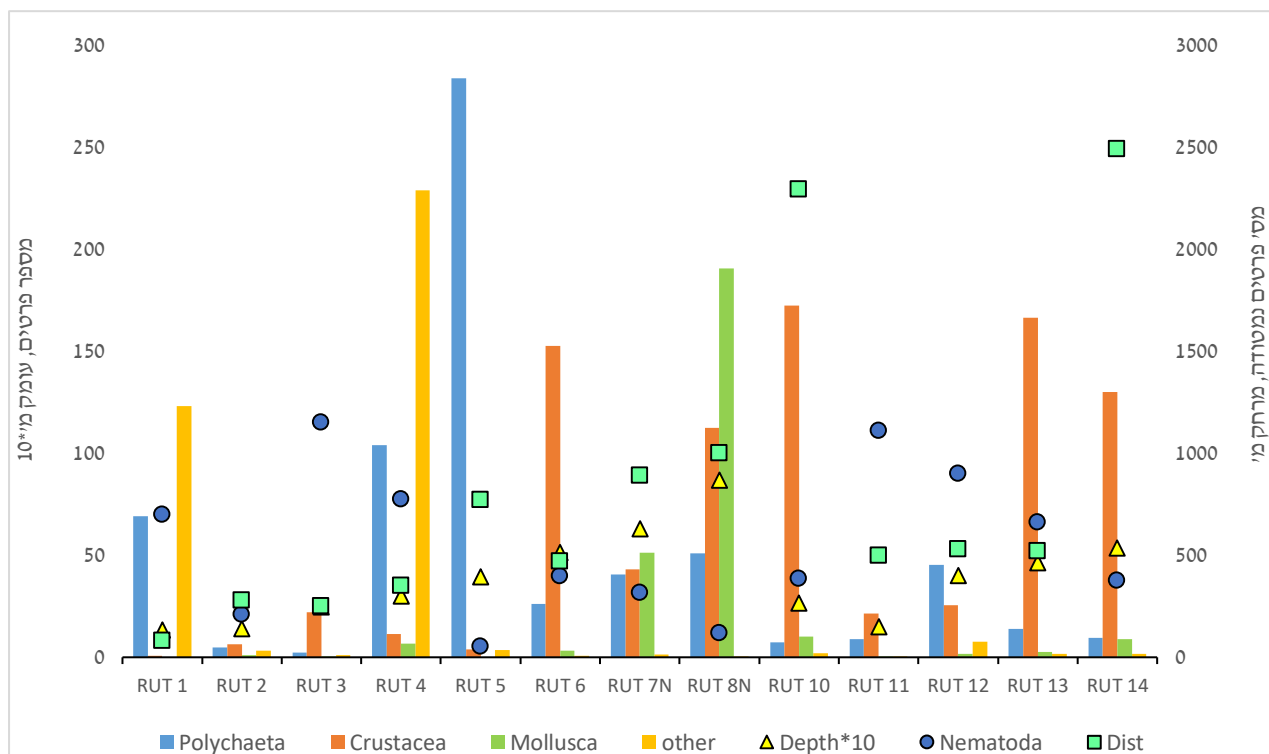
טבלה 2.22: ערכים ממוצעים (ממוצע של 3 חזרות) של הופעת החי בתוך המצע, אביב (08.06) 2023.

	RUT 1	RUT 2	RUT 3	RUT 4	RUT 5	RUT 6	RUT 7N	RUT 8N	RUT 10	RUT 11	RUT 12	RUT 13	RUT 14
ANNELIDA													
Acoela	119.0	2.7		227.7	3.3						3.7		0.3
Polychaeta	3.0	0.7	0.3	6.7	8.7	9.3	10.0	19.0	1.7	2.7	10.3	0.3	2.0
Capitellidae	2.0			0.3		0.7		0.3		0.3			
Chaetopteriidae								0.3					
Cirratulidae						0.3					2.0		
Dorvilleidae					0.3								
Eunicidae													0.3
Glyceridae	0.3			0.7	0.3		0.3	3.0				0.3	1.0
Goniadidae				0.3									
Hesionidae		0.3					0.3				0.3	0.3	
Magelonidae						1.7	1.3	1.0	3.0		1.3	0.7	2.3
Maldanidae							0.3						
Nephtyidae		0.3		0.7	0.7	6.0	7.3	3.3	0.7	3.0	0.7	8.0	3.0
Nereididae				0.3				0.3			0.7		
Onuphidae								1.7					
Orbiniidae	3.0		1.0	86.0	0.3	5.0	13.0	0.7	0.3	0.3	29.0	3.0	
Oweniidae								3.7					
Paraonidae							0.3	2.3					
Phyllodocidae				0.3			0.3	1.0					
Sabellidae								0.7					
Saccociridae	59.0	0.3		6.7	270.7								
Sigalionidae	1.3			0.7									
Spionidae		3.0	1.0			2.7	7.3	13.3	1.0	2.7	1.0	1.3	1.0
Syllidae	0.3			1.3	2.7	0.3		0.3					
Trochochaetidae									0.7				
ARTHROPODA													
CRUSTACEA													
Copepoda Harpacticoida	0.3	3.7	21.7	2.3	0.7	147.0	30.7	98.7	170.7	17.3	17.0	160.0	121.3
C. Calanoida		0.3	0.3	2.7	1.0	1.3	2.0	2.3			5.0	0.7	2.0
Amphipoda Gammaridae						0.3	1.0	2.0				0.7	0.3
A. Urothoe sp.								0.7					
A. Phticia						1.0		0.3					
Anomura				0.3					0.3	0.7			
Brachyura		2.0		0.7		1.3	4.0	3.3	1.3	1.3	0.7	2.0	4.3
Cumacea					0.3								
Decapoda					0.3	0.3	0.3					0.7	
Isopoda						0.7				1.7	1.3	1.3	1.3
Mysida (Gastrosaccus mediterraneus)				0.3	0.7								
Tanaidacea				0.7				2.7					
T. Apseudes	0.3	0.3		4.0		0.7	3.3	2.3		0.3	1.7	1.0	0.7
Ostracoda							0.3						
Acari		0.3						0.3			0.3		0.3
MOLLUSCA													
Bivalvia				0.3	1.0		1.7						
Modiolus barbatus				2.7									
Donax trunculus				0.3			17.3	14.7	2.7		0.3		
Donax venustus							8.0	7.0	0.3				
Donax sp.			0.3			3.3	25.0	161.7	7.0	0.3	1.0	2.7	8.7
Mactra stultorum								1.3					
Dosisnia lupinus								3.3					
Brachiodontes		0.3											
Mytillidae		0.3		3.7									
Gastropoda							0.7	0.7					
Acteocina mucronata								0.3					
Leucotina natalensis.							0.3	1.3					
NEMATODA	698.0	210.0	1152.0	774.0	51.3	398.0	315.3	117.3	384.0	1109.3	899.3	661.3	377.3
Nemertea	3.7	0.7	1.0	1.3					0.3	0.3	1.3		0.3
Echiura	0.3												0.3
Echinocardium cordatum						0.3	0.7	0.3	0.7		2.0	1.0	0.7
Branchiostoma lanceolatum					0.3	0.3	0.3		1.0		0.7	0.7	

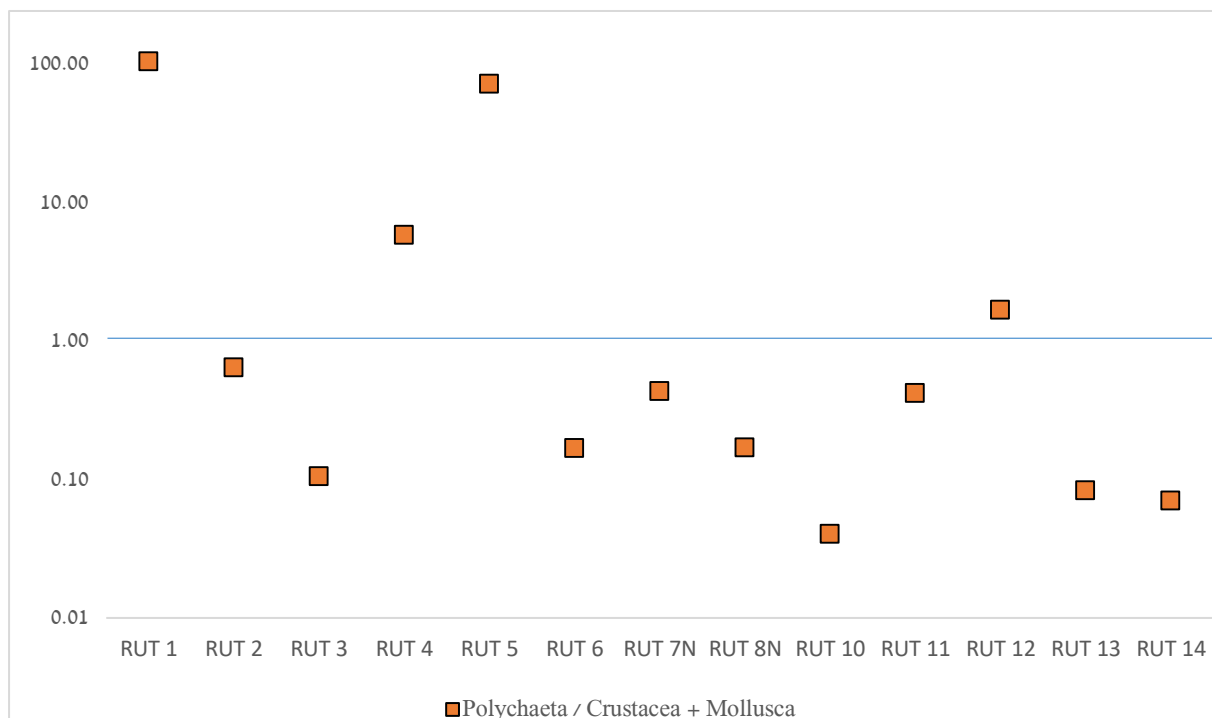
איור 2.27: החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023: מספר הפרטים הכולל (בשלוש חזרות) של הנמטודה, של כלל בעלי החיים ללא נמטודה, עומק נקודות הדיגום והמרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. מתחת לאיור רשומים הטמפרטורה והמליחות שנמדדו ביום הדיגום.



איור 2.28: החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023: שכיחות הפרטים (ממוצע של 3 חזרות) בחלוקה לקבוצות החי, עומק נקודות הדיגום והמרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. הסקאלה של מספר הפרטים של נמטודה שונה מזו של הקבוצות האחרות. עומק הנקודות הוכפל ב-10 לצורך האיור.



איור 2.29: היחס בין שכיחות התולעים הרב - זיפיות לשכיחות הסרטנאים + הרכיכות באזור הניטור בדיגום אביב 2023.



מאפיינים כלליים של משתני המאסף

נקודות הדיגום השונות אופיינו בעזרת 4 מדדים חד-משתנים (טבלה 2.23): מספר הפרטים (Abundance), N, עושר טקסוני (Richness), S, מגוון המינים (Diversity) ע"פ Margalef - d ומדד השייווניות (Evenness) ע"פ Pielou - J'. מדד מגוון המינים המשקלל בתוכו את עושר המינים ושכיחותם, ביחד עם מדד השייווניות המחשב את התרומה היחסית של מינים מכלל המאסף, מעידים על "בריאות" חברת החי. ככל שמגוון המינים וערך השייווניות גבוהים יותר הם מצביעים על חברת חי פחות מופרעת.

בדיגום אביב 2023, מספר הפרטים היה הגבוה ביותר בנקודות RUT3, RUT11 ו-RUT4 הרדודות והקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז. מרבית הפרטים בנקודות אלה היו נמטודה. מספר הפרטים הנמוך ביותר היה בנקודה RUT2 הרדודה והקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז, ומתוכם 93% היו נמטודה. מספר הפרטים היה נמוך גם בנקודות RUT7N ו-RUT8N העמוקות והרחוקות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז ובנקודה RUT5 (שהייתה חריגה בדיגום זה בהשוואה לשנים קודמות), נמטודה היוותה רק 25% ו-15% מסך הפרטים, בהתאמה (איור 2.27). ביתר הנקודות היו 1500-3000 פרטים. לא נמצא מתאם בין מספר הפרטים הכולל למרחק של נקודות הדיגום ממוצאי מי הקירור ומי הרכז או לעומק הנקודות (טבלה 2.24). עושר הטקסונים היה הגבוה ביותר (מעל 25) בנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N, בעיקר בגלל ריבוי סרטנים ורכיכות, ובנקודה RUT4 הרדודה יחסית וקרובה למוצאים, בעיקר בגלל ריבוי מינים של תולעים רב-זיפיות. עושר הטקסונים הנמוך ביותר (פחות מ-15), היה בנקודות הרדודות מ-2.5 מטרים למעט נקודה RUT10 (בעומק 2.6 מ') בה היו

16 טקסונים. ביתר הנקודות היו 16-21 טקסונים (טבלה 2.23). מגוון המינים היה נמוך מ-1.5 בנקודות RUT11 ו-RUT1 ונמוך במיוחד בנקודה RUT3. בנקודות אלה נמטודה היוותה מעל 97% מסך הפרטים, למעט RUT1 בה 3 טקסונים היוו 98%. נקודות RUT3 ו-RUT1 הן הקרובות ביותר למוצאי מי הקירור ומי הרכז בכיוון צפון-מערב. נקודה RUT11 מרוחקת יותר בכיוון דרום-מערב. שלוש הנקודות רדודות מאוד. מגוון המינים היה 3-4.5 בנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N ובנקודה RUT4 במרחק 0.35 ק"מ מדרום מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז, בעומק של 3 מטר. כאמור בנקודות אלה הייתה שכיחות גבוהה של סרטנים ורכיכות וב-RUT4 של תולעים רב זיפיות ממשפחות שונות. ביתר הנקודות מגוון המינים היה 2-2.5. מדד השיוויוניות היה נמוך מ-0.15 בנקודות RUT3, RUT11, RUT2 ו-RUT12 בהן נמטודה היוותה מעל 92% מכלל הפרטים וגבוהה מ-0.4 בנקודות העמוקות RUT8N ו-RUT7N. ביתר הנקודות מדד השיוויוניות היה 0.23-0.31. נמצא מתאם חיובי בין משתני המאסף עושר הטקסונים, מגוון המינים ומדד השיוויוניות לבין עומק נקודות הדיגום אך לא נמצא מתאם בין מדדים אלה למרחק של נקודות הדיגום ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (טבלה 2.24).

באופן כללי, ניתן לחלק את נקודות הדיגום עפ"י מאפייני המאסף הכלליים לשלוש קבוצות. הראשונה כוללת את הנקודות RUT1, RUT2, RUT3 ו-RUT11 הרדודות ביותר, במרחק של 0.08-0.5 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, שבהן מדדי משתני המאסף היו הנמוכים ביותר. הרכב האוכלוסייה בנקודות אלה התבסס כמעט בלעדית על פרטים של נמטודה, למעט בנקודה RUT1 בה היו שני אורגניזמים נוספים שהופיעו בשכיחות גבוהה, התולעת הרב-זיפית ממשפחת Saccocirridae והתולעת השטוחה מסדרת אקוולה. בנקודה זו התפלגות גודל הגרגר של הסדימנט הייתה שונה משנים קודמות, עם מקטע גדול יחסית של גודל גרגר גס, תופעה היכולה להסביר את שכיחותן הגבוהה של התולעים. הקבוצה השנייה כוללת את הנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N והנקודה RUT4, בהן המדדים היו הגבוהים ביותר. בנקודות העמוקות עושר ומגוון המינים היה גבוה באופן עקבי בניטור בשנים קודמות (למעט באביב 2021). קבוצות הסרטנים וביתר שאת הרכיכות מעדיפות בית גידול בעל גודל גרגר דק, דבר המוביל לעושר ומגוון מינים גבוה כפי שנמצא באביב 2023. נקודה RUT4 הייתה חריגה מבחינת מדדי משתני המאסף: בנקודה זו היו מינים רבים יחסית של תולעים רב-זיפיות, אקוואלה (כמו בנקודה RUT1) וסרטנים ממחלקת צדפונאים ותת מחלקת שטרגליים. למחלקת שטצדאים, שהיוו את מרבית הסרטנים בדיגום האביב, הייתה שכיחות נמוכה מאוד בנקודה זו. יתכן כי זה קשור למקטע גודל הגרגר הגס של הסדימנט שהיה חריג. הקבוצה השלישית כוללת את יתר הנקודות בהן ההבדלים בין מאפייני המאסף הכלליים היו קטנים.

מתוצאות אלה ניתן להסיק שזרמי המים החמים והמלוחים משפיעים על הרכב אוכלוסיית חי תוך המצע בנקודות הקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז, בעיקר בכיוון צפון-מערב עד למרחק של 0.35 ק"מ ובכיוון דרום-מערב עד למרחק של 0.55 ק"מ.

טבלה 2.23: מאפיינים כלליים של משתני מאסף החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023: מספר הפרטים הכולל (בשלוש החזרות) בכל נקודת דיגום (N (Abundance), עושר טקסונים (S (Richness), מגוון המינים (Diversity) ע"פ d - Margalef $[d = (S-1)/\ln N]$, ומדד השיוויוניות (Evenness) ע"פ Pielou - J'.

נקודת דיגום	S	N	d	J'	עומק (מ')	מרחק מהמוצאים (מ')
RUT 1	13	2672	1.52	0.288	1.4	80
RUT 2	15	676	2.15	0.146	1.4	280
RUT 3	8	3533	0.86	0.058	2.5	250
RUT 4	25	3375	2.95	0.303	3.0	350
RUT 5	16	1028	2.16	0.273	4.0	770
RUT 6	20	1742	2.55	0.307	5.1	470
RUT 7N	26	1355	3.47	0.409	6.3	890
RUT 8N	34	1415	4.55	0.540	8.7	1000
RUT 10	16	1727	2.01	0.299	2.6	2295
RUT 11	13	3421	1.47	0.066	1.5	500
RUT 12	21	2939	2.50	0.149	4.0	530
RUT 13	18	2538	2.17	0.234	4.6	520
RUT 14	19	1583	2.44	0.293	5.3	2490

טבלה 2.24: הקשר (ערכי R^2) בין המאפיינים הכלליים של משתני מאסף החי בתוך המצע לעומק של נקודות הדיגום והמרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז באביב 2023 (קשר מובהק $p \text{ value} < 0.01$ רשום בכתב מודגש).

	עומק	מרחק מהמוצאים
S	0.67	0.03
N	-0.15	-0.14
d	0.70	0.04
J'	0.59	0.11

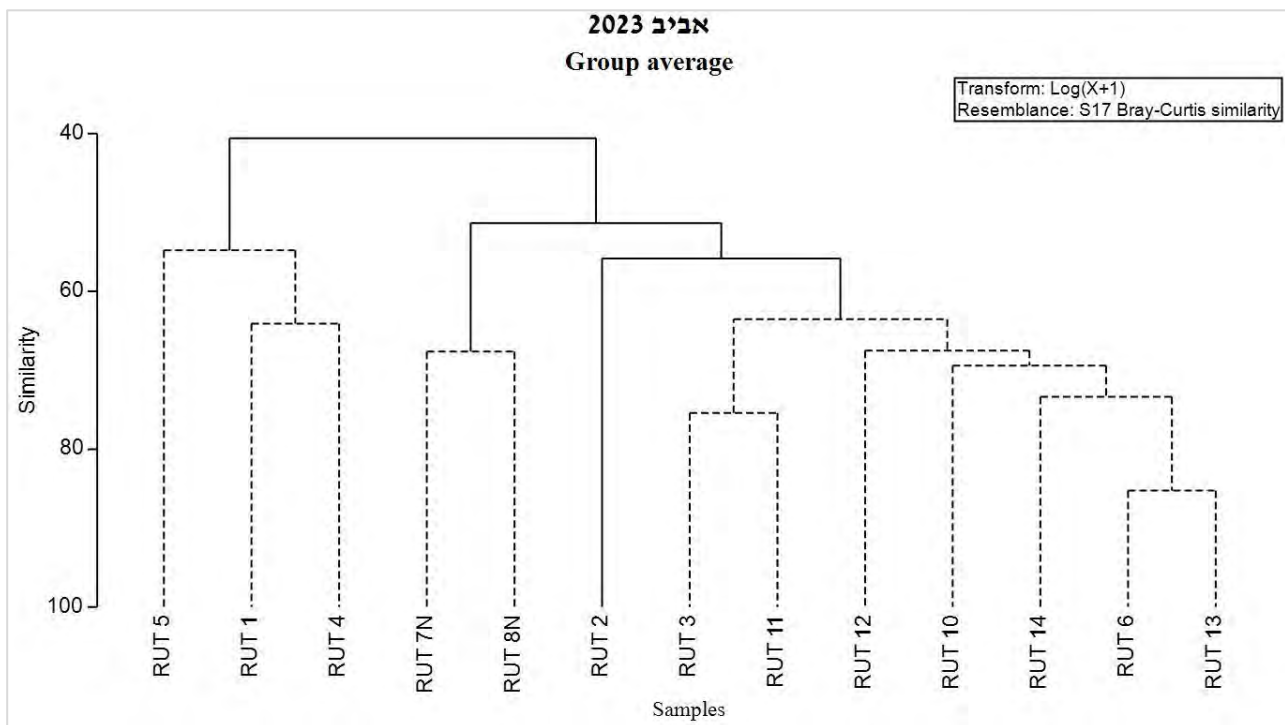
ניתוח מזדים רב-משתנים

תוצאות Cluster analysis וסילום רב-מימדי (nMDS) של נתוני דיגום אביב 2023 מוצגות באיורים 2.30 ו-2.31. החלוקה של הנתונים לפי מקבצים (Cluster Analysis) הפרידה את נקודות הדיגום באביב לשלושה מקבצים ובנוסף הנקודה הרדודה והקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז RUT2, שנבדלה משלושתם בגלל מיעוט במספר הפרטים בכלל ובנמטודה בפרט (איור 2.30). המקבץ הראשון, בעל דמיון של 40% ליתר המקבצים, כלל את נקודות הדיגום RUT1, RUT4 ו-RUT5, שהתאפיינו בשכיחות גבוהה

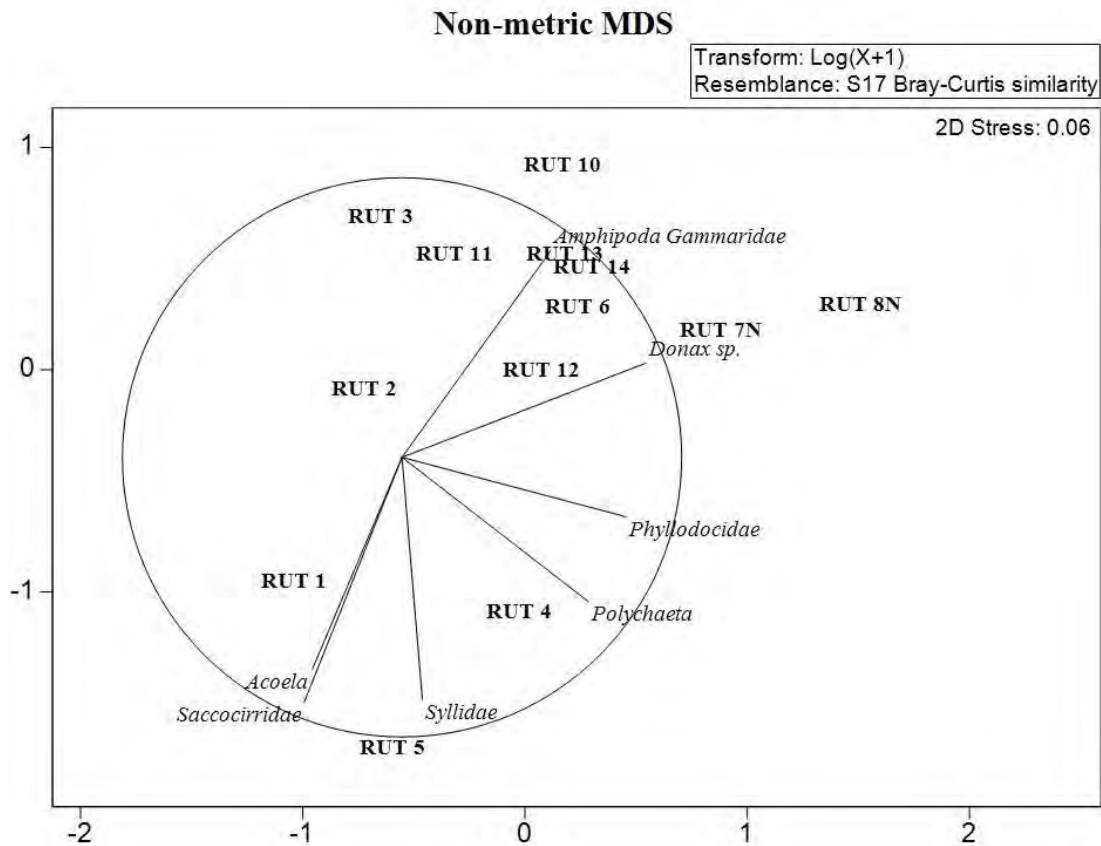
של Saccocirridae ואקוולה ובשכיחות נמוכה יחסית של סרטנים ורכיכות. המקבץ השני, הדומה למקבץ השלישי ב- 51%, כולל את הנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N שבהן, כאמור, שכיחות ועושר המינים של הסרטנים וביתר שאת הרכיכות הייתה גבוהה ושכיחות הנמטודה הייתה נמוכה. המקבץ השלישי כולל את יתר הנקודות. החלוקה שנוצרה בניתוח nMDS כמעט זהה (איור 2.31). מבחן Permanova (Pair-Wise Test), שבחן את השפעת הגורמים הסביבתיים (המיוצגים ע"י העומק של נקודות הדיגום והמרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז) על הדמיון הביולוגי בין נקודות הדיגום, מצא הבדלים מובהקים בהרכב חברת החי רק בין הנקודות הרדודות לעמוקות ביותר (טבלה 2.25). לא נמצא הבדל מובהק בין הנקודות על סמך המיקום שלהן ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז.

הניתוח של המדדים הרב-משתנים לא מצביע על השפעה של מי הקירור של תחנת הכח ומי הרכז של מתקן ההתפלה על הרכב אוכלוסיית החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023, למעט כנראה בנקודה RUT2, ועולה ממנו שההבדלים בהרכב אוכלוסיית החי בתוך המצע בנקודות הדיגום השונות באזור הניטור משקפים בעיקר השפעה של הרכב גודל הגרגר של הסדימנט כפונקציה של העומק.

איור 2.30: ניתוח מקבצים (Cluster analysis) של מאסף החי בתוך המצע (ממוצע של שלוש החזרות) באזור הניטור בדיגום אביב 2023.



איור 2.31: סילום רב ממדי (nMDS) של מאסף החי בתוך המצע (ממוצע של שלוש החזרות) באזור הניטור בדיגום אביב 2023.²³



טבלה 2.25: תוצאות מבחן Permanova (Pair-wise Test) של נתוני החי בתוך המצע (ממוצע של שלוש החזרות) בדיגומי אביב 2023, אשר משווה באופן קטגוריאלני בין נקודות הדיגום, על פי העומק והמרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (כתב מודגש $p \text{ value} < 0.05$).

Factor	sub factor	value	points	groups	p (perm) אביב
Depth	Shallow (sh)	<3 m	1, 2, 3, 4, 10, 11	sh vs. m	0.59
	Mid (m)	<5 m	5, 12, 13	sh vs. d	0.02
	Deep (d)	>5.1 m	6, 7N, 8N, 14	m vs. d	0.12
Dist.	Near (n)	<300 m	1, 2, 3	n vs. vf	0.09
	Far (f)	<600 m	4, 6, 11, 12, 13	n vs. f	0.18
	Very Far (vf)	>610 m	5, 7N, 8N, 10, 14	f vs. vf	0.36

²³ באיור רשומים רק הטקסונים בעלי ערך $R^2 > 0.82$ כדי להקל על קריאת הנתונים.

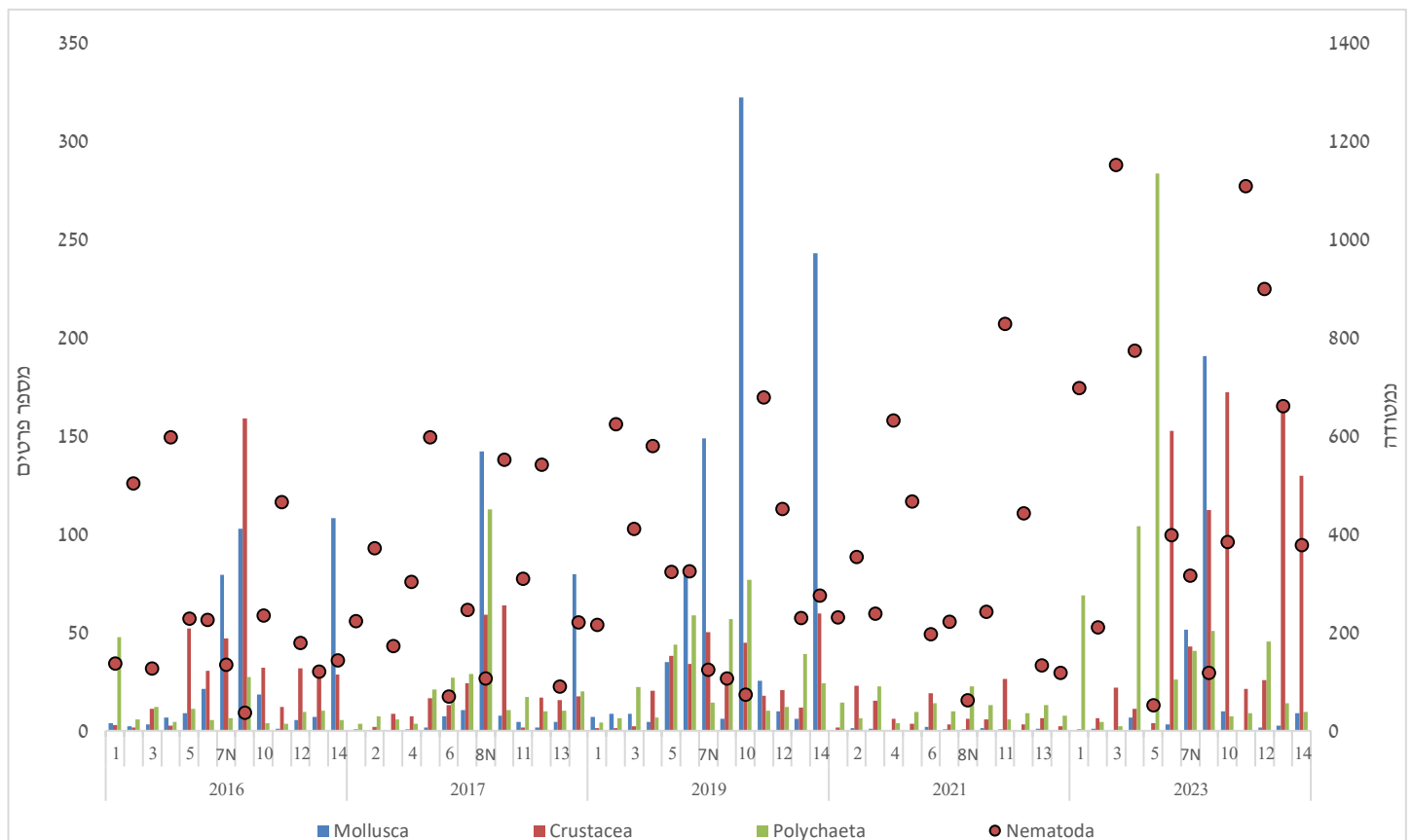
השוואה רב-שנתית

איור 2.32 מציג את הופעת הקבוצות הראשיות של חי תוך המצע (ממוצעים של 3 חזרות) באביב, באזור הניטור בשנים 2016 עד 2023 (למעט 2018, 2020 ו-2022, בהן לא התבצע ניטור של חי תוך המצע). איור 2.33 מציג את השכיחות הממוצעת וסטיית התקן של קבוצות החי הראשיות בשנות הדיגום השונות בעונת האביב. על אף שברור שקיימת שונות רב שנתית ניכרת במאסף החי בתוך המצע, בשנים קודמות ניתן היה לראות שבאופן כללי שכיחות הקבוצות השונות של חי תוך המצע מושפעת יותר מהמיקום במרחב מאשר מגורם הזמן. גם באביב 2023 נשמר הדפוס של ריבוי פרטים של רכיכות וסרטנים בעיקר בנקודות העמוקות ומיעוט פרטים כללי בנקודות הרדודות והקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז, אך היו מספר נקודות בהן הרכב חברת חי תוך המצע היה שונה ביחס לשנים הקודמות. הנקודות הבולטות ביותר הן RUT1, RUT4 ו-RUT5, שהתאפיינו בריבוי של תולעים רב-זיפיות ופרטים של אקוואלה ובמיעוט של פרטים מהקבוצות האחרות. כאמור, בנקודות אלה גם הרכב גודל גרגר של הסדימנט נמצא שונה מאוד משנים קודמות. נקודה RUT8N הייתה חריגה בכיוון ההפוך עם שכיחות גבוהה מהרגיל של רכיכות וסרטנים. גם בנקודה זו פרקציית גודל הגרגר הדק הייתה גבוהה ביחס לשנים קודמות. נקודות נוספות שהיו חריגות, אך במידה פחותה, הן RUT6, RUT10 ו-RUT14, בהן היה ריבוי של סרטנים ושכיחות נמוכה של רכיכות ביחס לממוצע ארבע השנים הקודמות ונקודה RUT13 בה שכיחות הסרטנים הייתה גבוהה אך לא הייתה ירידה בשכיחות הרכיכות (איור 2.32). בראיה רב-שנתית, ניתן לראות כי המגמה של עליה בשכיחות הנמטודה המשיכה ביתר שאת באביב 2023, בה שכיחות הנמטודה הייתה כמעט כפולה מאשר בשנים קודמות. גם שכיחות התולעים הרב-זיפיות הייתה גבוהה ביחס לשנים קודמות, אך כאמור שכיחותן הגבוהה בנקודות RUT1 ו-RUT5 תרמה יותר ממחצית הפרטים בדיגום. גם שכיחות הסרטנאים הייתה גבוהה מאוד ביחס לדיגומי העבר (פי 2 משכיחותם הגבוהה ביותר בארבע הדיגומים האחרונים), הפוך מהמגמה הרב-שנתית של ירידה בשכיחות הסרטנאים. שכיחות הרכיכות הייתה דומה מאוד לשנות הדיגום 2016 ו-2017, נמוכה משנת 2019 וגבוהה בהשוואה לשנת 2021, בגלל שכיחות רכיכות חריגה בשנים אלה. נראה שלמעט הרכיכות שהופיעו בשכיחות ממוצעת, יתר הקבוצות הופיעו בשכיחות גבוהה ביחס לארבע שנות הדיגום הקודמות (איור 2.33). הניתוח הסטטיסטי של אוכלוסיות חי תוך המצע בחמש שנות הדיגום הפריד בין שנת 2021 לבין השנים 2016, 2019 ו-2023. מעבר לכך לא נמצא הבדל בין שנות הדיגום. תוצאות אלה ממחישות את הדינמיות הרבה בהרכב חברת חי תוך המצע.

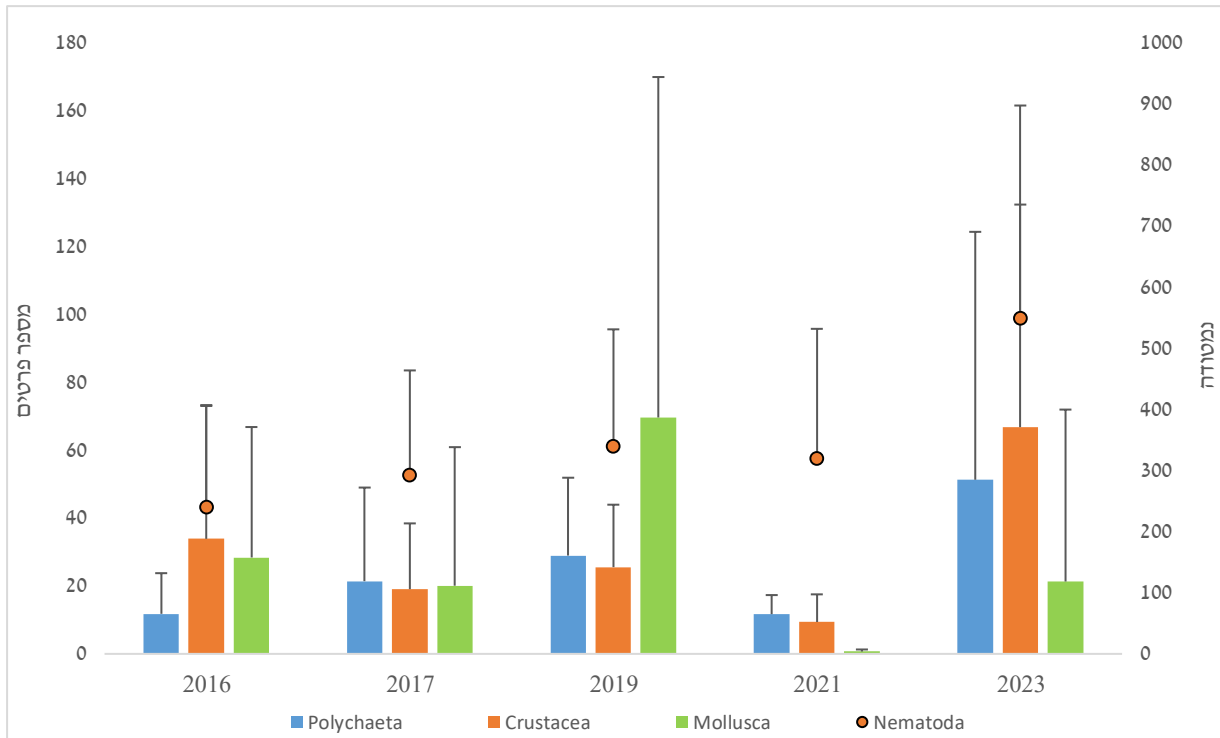
ניתוח Cluster analysis של הנתונים הרב שנתיים של קבוצות החי הראשיות בעונת האביב (איור 2.34) חילק את נקודות הדיגום לשלושה מקבצים שונים ונקודה RUT5 משנת 2023, השונה מיתר המקבצים (דמיון של 68% ליתר המקבצים) בגלל הרכב אוכלוסייה חריג במיוחד. תוצאה זו מבליטה את ההשפעה המשמעותית של הרכב הסדימנט על הרכב האוכלוסייה. המקבץ הראשון, הדומה ליתר המקבצים ב-72%, כלל את נקודה RUT1 מכל שנות הדיגום, נקודה RUT11 משנת 2017, נקודה RUT3 משנת 2019, נקודות RUT3, RUT5, RUT7N, RUT12 ו-RUT14 משנת 2021 ואת נקודה RUT4 משנת 2023. נקודות אלה מאופיינות במגוון ועושר מינים נמוך יחסית. המקבץ השני, הדומה ב-74% למקבץ האחרון, כולל את נקודות RUT6, RUT7N, RUT8N, ו-RUT14 משנת 2016, ו-RUT8N ו-RUT14 משנת 2017, RUT5, RUT6, RUT10, RUT7N, ו-RUT14 משנת 2019, ונקודות RUT7N ו-RUT8N משנת 2023. מקבץ זה

מאופיין במשתני מאסף כלליים גבוהים יחסית וריבוי פרטים מהקבוצות הראשיות (לא כולל נמטודה). המקבץ השלישי כולל את יתר הנקודות. אומנם ישנם תתי מקבצים בתוך כל מקבץ אך ההבדלים ביניהם קטנים. סילום רב מימדי הפריד בין הנקודות באופן דומה מאוד (איור 2.35). ניתן לראות שהנקודות הרדודות יחסית מתקבצות יותר לכיוון התולעים הרב זיפיות וקבוצות נוספות (רשום כ- Other באיור 2.35) מחוץ לקבוצות הראשיות (כגון אקוולה). הנקודות העמוקות מתקבצות בכיוון הסרטנאים והרכיכות. מבחן Permanova (Pair-Wise Test) הפריד בצורה מובהקת בין כל הקבוצות שנבחנו, למעט בין הנקודות הרדודות לנקודות בעומק בינוני (טבלה 2.26). כאשר משווים תוצאות אלו לתוצאות המאפיינים הכלליים של משתני המאסף מקבלים תמונה דומה מאוד: הנקודות RUT1, RUT4 ו-RUT5 מתקבצות עם הנקודות בהן ערכי המאפיינים היו נמוכים ונקודות RUT7N ו-RUT8N העמוקות מתקבצות עם הנקודות עם הערכים הגבוהים בדיגומי העבר. תוצאות אלו מצביעות על כך שלמרות השונות הרב שנתית הגדולה במאסף החי בתוך המצע, ההבדלים הניכרים הם בין נקודות דיגום בעומקים שונים, עם תלות גבוהה בהרכב גודל הגרגר של הסדימנט, ובין שלושת המעגלים של מרחק הנקודות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.

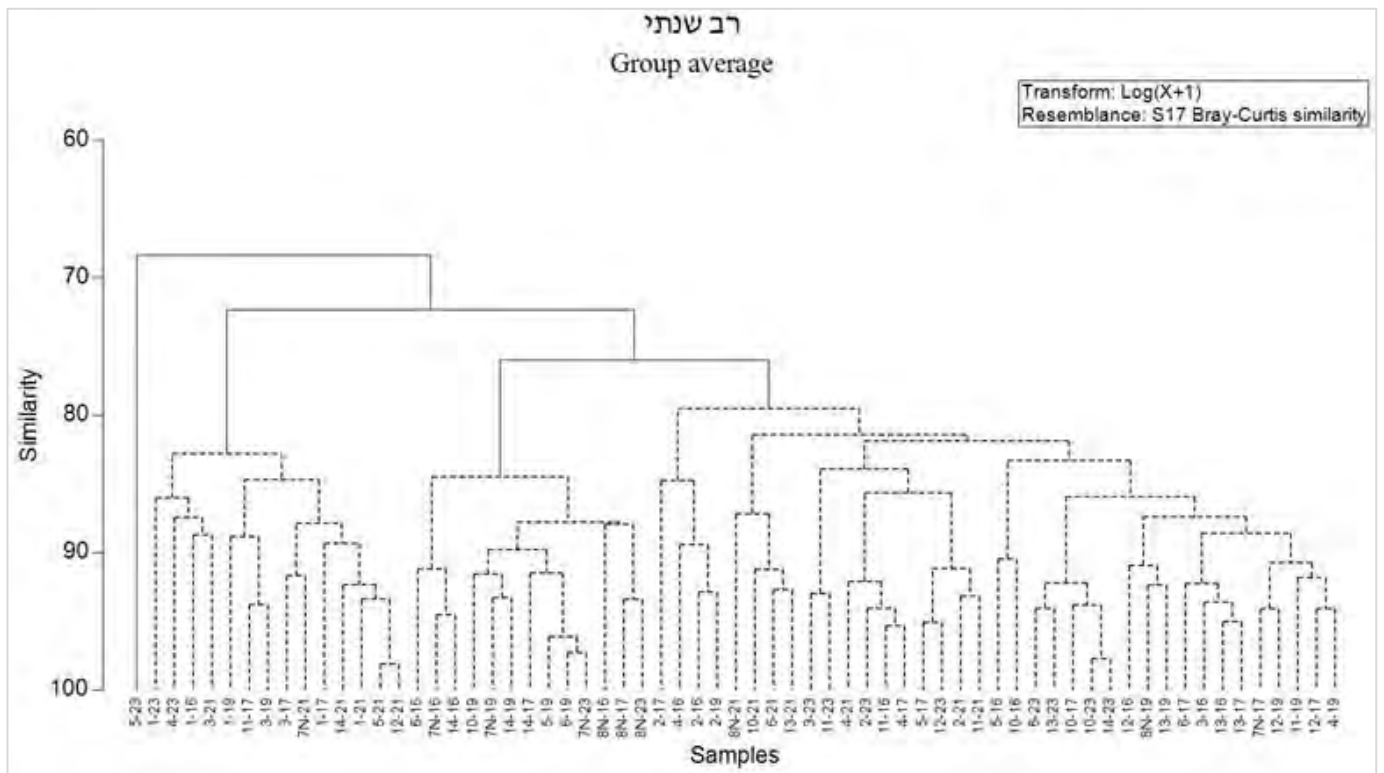
איור 2.32: הופעת הקבוצות הראשיות (ממוצע של שלוש החזרות) של החי בתוך המצע בשנים 2016-2023 באביב (לא כולל 2018, 2020 ו-2022, בהן לא התבצע דיגום).



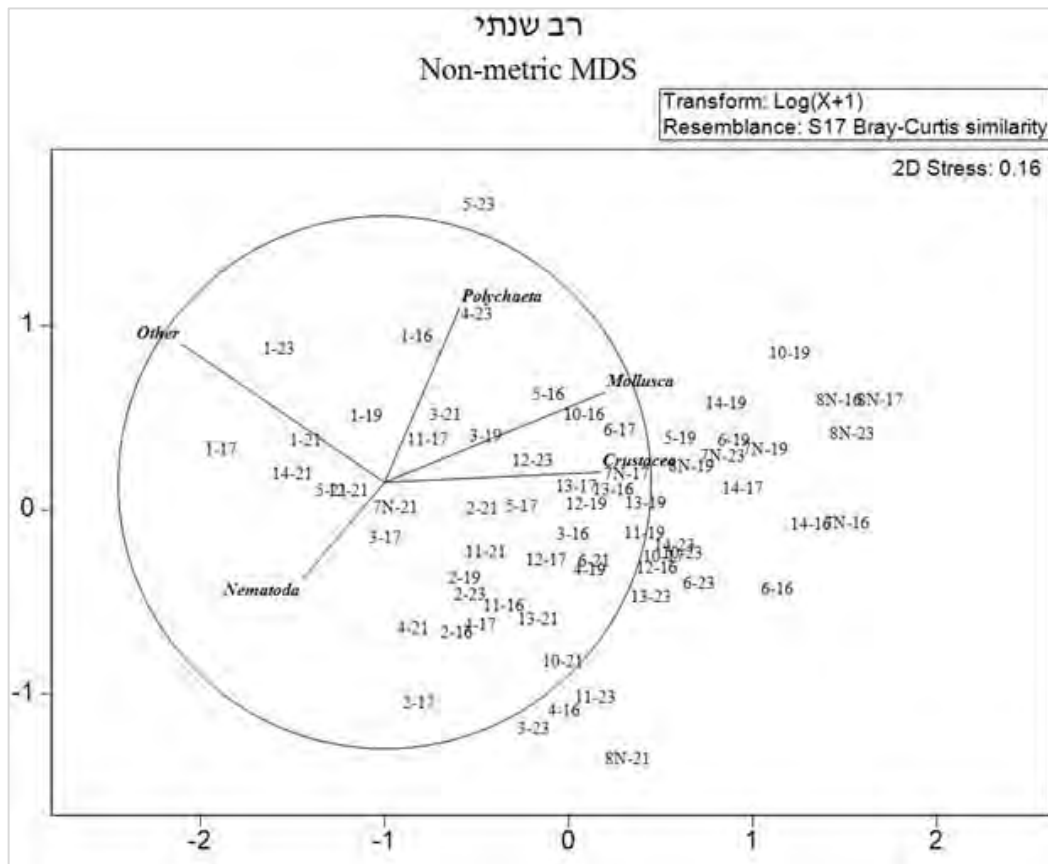
איור 2.33: שכיחות ממוצעת (ממוצע של כל הנקודות בשנת הדיגום) וסטיית התקן של קבוצות החי הראשיות בשנים 2016-2023 באביב (לא כולל 2018, 2020 ו-2022).



איור 2.34: ניתוח מקבצים (Cluster analysis) של קבוצות החי הראשיות (ממוצע של שלוש החזרות) בדיגומי האביב בשנים 2016-2023. (ציר X: שנת הדיגום - מספר נקודת הדיגום ללא קידומת RUT).



איור 2.35: סילום רב ממדי (nMDS) של קבוצות החי הראשיות (ממוצע של שלוש החזרות) בדיגומי האביב בשנים 2016-2023. מספרי נקודות הדיגום רשומים ללא הקידומת RUT.



טבלה 2.26: תוצאות מבחן Permanova (Pair-wise Test) של נתוני הקבוצות הראשיות של חי תוך המצע (ממוצע של שלוש החזרות) בדיגומי האביב בשנים 2016-2023, אשר משווה באופן קטגוריאלי בין נקודות הדיגום על פי העומק והמרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (כתב מודגש p value<0.05).

Factor	sub factor	value	points	groups	p (perm) אביב
Depth	Shallow (sh)	<3 m	1, 2, 3, 4, 10, 11	sh vs. m	0.20
	Mid (m)	<5 m	5, 12, 13	sh vs. d	0.0001
	Deep (d)	>5.1 m	6, 7N, 8N, 14	m vs. d	0.0001
Dist.	Near (n)	<300 m	1, 2, 3	n vs. vf	0.0001
	Far (f)	<600 m	4, 6, 11, 12, 13	n vs. f	0.0003
	Very Far (vf)	>610 m	5, 7N, 8N, 10, 14	f vs. vf	0.006

3. סיכום

ניטור 2023 בוצע באביב ובקיץ עפ"י תכנית הניטור העדכנית אשר אושרה ע"י היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית במשרד להגנת הסביבה. הדיגום שהיה אמור להתבצע בסתיו לא בוצע עקב המצב הבטחוני (מלחמת חרבות ברזל). תוצאות הדיגום שהתבצע בחורף לצורך מעקב אחר ההשפעות הסביבתיות של מי הרכז ממתקני ההתפלה של מקורות אינן מוצגות בדוח עקב השבתה לא מתוכננת של המתקנים בעת הדיגום.

איכות מי הים

- במועדי הניטור באביב 2023 פעלה בתחנת הכח רוטנברג רק יחידת ייצור אחת בתפוקה של 71% מתפוקת החשמל המלאה וספיקת מי הקירור הייתה חלקית בלבד, 40%-53 מספיקה מלאה. הטמפרטורות הגבוהות ביותר שנמדדו באזור הניטור ותוספות הטמפרטורה ביחס לטמפרטורות הרקע (ΔT) היו בפני המים 24.73°C ($\Delta T=1.49^{\circ}\text{C}$) ובסמוך לקרקעית 25.94°C ($\Delta T = 4.77^{\circ}\text{C}$), במרחק של 0.25 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, ביום הדיגום לאיכות מי הים. בדיגום הקיץ, כאשר שלוש יחידות ייצור של תחנות הכח פעלו בתפוקה של כ- 50% מתפוקת החשמל המלאה ובוצעו מדידות רק בנקודות RUT, הטמפרטורה המרבית הייתה 35.44°C במרחק של 0.47 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- ביום מדידות CTD באביב פלומת מי הקירור השתרעה לכיוון מערב - צפון-מערב, כאשר בפני המים הפלומה הייתה קטנה מאד וקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז ובסמוך לקרקעית הפלומה השתרעה מעט יותר מערבה וצפונה. בפני המים ערך ΔT של 1°C הגיע עד כ- 0.1 ק"מ מצפון-מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז. בסמוך לקרקעית, ΔT של 1°C הגיע עד כ- 1.15 ק"מ מצפון-מערב ו- 1.75 ממערב למוצאים; ΔT של 2°C הגיע עד כ- 1.1 ק"מ ממערב למוצאים ועד כ- 0.85 ק"מ מצפון-מערב להם. "מובלעת" נוספת של פלומת מים חמים בערך ΔT של 2°C נמדדה במרחק של כ- 2.3 ק"מ מדרום למוצאים. ערך ΔT של 3°C נמדד עד 0.55 ק"מ ממערב למוצאים.
- בהשוואה רב-שנתית של הטמפרטורות בנקודות RUT נראה טווח טמפרטורות שונה בנקודות שונות בין השנים, אולם במרבית הנקודות יש דמיון בתפוצת הטמפרטורה בהתאם למיקום ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז. במרבית המקרים בשנים 2013-2023, ערכי ΔT המרביים נמדדו במרחק של עד 0.5 ק"מ מהמוצאים. ערכי ΔT המרביים בפני המים ובקרקעית בתקופה זו היו 4.1°C - 9.9°C ו- 2.0°C - 5.3°C במועדי מדידות CTD בעונות האביב והסתיו, בהתאמה, למעט בסתיו 2017 שהיה חריג עם ערכי ΔT מרביים של 9.5°C בפני המים ו- 8.5°C בקרקעית.²⁴ הסיבות להבדלי הטמפרטורה בין השנים בנקודות השונות הן הבדלים במספר יחידות הייצור הפועלות של תחנת הכח רוטנברג, ספיקות שונות של מי קירור, הבדלים באחוזי ייצור החשמל ביחידות הייצור, הבדלים בהיקף הפעילות של מתקן התפלה אשקלון, תנאים סביבתיים שונים (בעיקר כיוון ומהירות הרוח), מרחקים שונים של הנקודות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז ומיקום הנקודות ביחס לכיוון זרמי המוצא ומועדי דיגום שונים בטווח העונתי.
- בשנת 2023 ניטור האביב נערך בתאריך ממוצע ביחס לכלל שנות הניטור אך ספיקת מי קירור נמוכה ויחידת ייצור חשמל פעילה אחת בלבד במועדי הניטור הביאו לטמפרטורה הנמוכה ביותר שנמדדה (או

²⁴ מאחר שבשנת 2023 לא בוצע ניטור בסתיו, בדוח זה לא מוצגים נתונים רב-שנתיים לדיגומי הסתיו.

קרוב לכך) בפני המים ברובו של אזור הניטור. בסמוך לקרקעית, הטמפרטורה בנקודות הניטור הייתה הנמוכה ביותר שנמדדה, למעט בכמה נקודות שבהן הטמפרטורה הייתה קרובה יותר למוצע הרב-שנתי.

- עקב הערבוב של מי הרכז של מתקן ההתפלה עם מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג, כאשר כל או מרבית היחידות של תחנת הכח פועלות עם ספיקה מרבית של מי הקירור, מתקיים מתאם חיובי בין הטמפרטורה והמליחות של מי הים באזור הניטור ובד"כ התבנית המרחבית של המליחות באזור הניטור דומה לזו של הטמפרטורה. תפוצת המליחות הרגעית נקבעת ע"י ספיקת מי הרכז של מתקן ההתפלה וההשפעה המשולבת של הזרמת מי הקירור של תחנת הכח ושל התנאים הסביבתיים (כיווני ועוצמות הרוחות והזרמים הטבעיים באזור).
- בעת מדידות CTD באביב, כאשר מתקן התפלה אשקלון פעל בתפוקה מלאה, בתחנת הכח רוטנברג היה ייצור חשמל רק ביחידה אחת בתפוקה של 71% ובשתיים משלוש היחידות שלא ייצרו חשמל משאבות מי הקירור סחררו מי ים בהיקף חלקי, הרוח הייתה צפונית עד צפון-צפון-מזרחית, פלומת המליחות הגבוהה השתרעה בפני המים לאורך החוף בכיוון דרום ובסמוך לקרקעית לכיוון מערב ולאורך החוף בכיוון דרום. השטח של פלומת המליחות הגבוהה היה יותר גדול בסמוך לקרקעית מאשר בפני המים. המליחות הגבוהה ביותר בפני המים (41.55) נמדדה בנקודה הקרובה ביותר למוצאי מי הקירור ומי הרכז (0.08 ק"מ) והמליחות הגבוהה ביותר בקרקעית (41.20) נמדדה במרחק 0.25 ק"מ מצפון מערב למוצאים. תוספות המליחות יחסית לרקע הטבעי (ΔS) בפני המים ובסמוך לקרקעית היו 5.9% ו-5.0%, בהתאמה. בסמוך לקרקעית השטח שבו $\Delta S > 2.5\%$ היה כ-0.46 ק"מ.
- בכל שנות הניטור, מאז תחילת ההפעלה השוטפת של מתקן התפלה אשקלון בשנת 2006, לא נמדדו בסמוך לקרקעית ערכי ΔS גבוהים מ-11%, למעט בשטחים מצומצמים בסתיו 2017 (ΔS מקסימלי = 12.8%), בסתיו 2020 (ΔS מקסימלי = 12.7%) ובאביב ובסתיו 2022 (ΔS מקסימלי = 13.3 ו-11.1%, בהתאמה). בעונות האביב והסתיו, בשנים 2013-2023, סה"כ השטח בסמוך לקרקעית שבו $\Delta S > 5\%$ היה מצומצם, 0.4-0 ק"מ²; סה"כ השטח שבו $\Delta S > 2.5\%$ היה בתחום 0-2.3 ק"מ².
- בשני מועדי הניטור בשנת 2023, באביב ובקיץ, החמצן המומס במי הים היה רווי ביתר בכל אזור הניטור (למעט 96% רוויה בנקודה אחת בדיגום הקיץ), עם אחוזי רוויה אופייניים למים חופיים רדודים המושפעים מהגלים. תוצאות אלו גבוהות מהערך של 80% רוויה שנקבע כ"תקן למי ים" במסגרת ההמלצות של המשרד להגנת הסביבה לתקני סביבה לאיכות מי הים התיכון בישראל (אגף ים וחופים, המשרד לאיכות הסביבה, 2002 (להלן - תקן מי הים)).
- בשני מועדי הניטור העכירות באזור הניטור הייתה נמוכה, עד NTU 1.9 (למעט ערך אחד של NTU 2.4 בקיץ). ערכי החציון של מדידות העכירות באביב ובקיץ היו 0.7 ו-1.2 NTU, בהתאמה. באביב, כאשר נמדדו גם ריכוזי חלקיקים מרחפים במי הים (TSS) והן העכירות והן ריכוזי TSS באזור הניטור היו נמוכים, נמצא מתאם לינארי בין העכירות לבין TSS.
- ניתוח נתוני הניטור של TSS, נוטריאנטים וכלורופיל להלן מתייחס, בין היתר, לערכי ייחוס של פרמטרים אלה אשר הוצעו ע"י חי"ל כמייצגים של הרקע הטבעי באזור הרדוד (עד עומק מים של 15 מ') לאורך החוף, מאזור תל אביב ועד אשקלון. ריכוזים מדודים של הפרמטרים הנ"ל, או ערכי החציון

שלחם באזור הניטור, בתחום של עד 50% סטייה מערכי הייחוס המוצעים (להלן – קריטריון ההתאמה לערכי הייחוס), נחשבים כהתאמה טובה לערכי הייחוס.

- ריכוזי TSS במי הים באזור הניטור שנמדדו באביב היו נמוכים וטבעיים לאזור, בתחום 0.4-1.9 מג"ל וערך החציון (0.88 מג"ל) היה נמוך מערך הייחוס. לא נמצא מתאם בין ריכוזי TSS והמליחות של מי הים אשר מהווה סמן לנוכחות מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.
- בשני מועדי הניטור נמדדו בחלק מנקודות הניטור, במיוחד בנקודות הקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז, ריכוזי נוטריאנטים גבוהים מערכי הייחוס ואף מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס, אולם גם ריכוזים אלה נמוכים יחסית לריכוזים אשר נחשבים כעלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה בסביבה הימית (באזורים של ים פתוח).
- ריכוזי הניטראט שנמדדו בשני מועדי הניטור, בכל אזור הניטור, היו בתחום 0.12-11 מיקרומולר (0.002-0.15 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הניטראט היה באביב גבוה בהרבה מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ובקיץ זהה לקריטריון ההתאמה. בחלקם, ריכוזי הניטראט שנמדדו באזור הניטור יותר גבוהים מאשר הריכוזים הגבוהים ביותר שנמדדו באותם חודשים במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.
- בשני מועדי הניטור נמצא מתאם חיובי בין ריכוזי הניטראט למליחות של מי הים, כפי שנמצא במרבית מועדי הניטור בשנים קודמות, אולם ברור שמי הרכז של מתקן התפלה אשקלון אינם המקור לריכוזים הגבוהים של ניטראט שנמדדו בים. כמו בשנים הקודמות, ממצאי הניטור וחישובים של הזרמות הניטראט לים מצביעים על כך שכנראה המקור הוא רכוז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אשר מוזרם לתוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.
- ריכוזי האמוניום שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום $0.06 < 1.6$ מיקרומולר ($0.001 < 0.019$ מג"ל) וערכי החציון היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. כל ריכוזי האמוניום שנמדדו באזור הניטור נמוכים בהרבה מתקן מי הים, שהינו גבוה בשניים/שלושה סדרי גודל מערכי הייחוס לכל עונות השנה. כמו במרבית הדיגומים בשנים קודמות, בשני מועדי הדיגום ב-2023 לא נמצא מתאם בין ריכוזי האמוניום למליחות.
- חנקן אורגני היווה עד 96% מכלל החנקן בשני מועדי הניטור, בהתאם לתחום ההשפעה של הזרמת הניטראט ברכז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. במרבית הדגימות שבהן ריכוזי הניטראט היו בתחום הריכוזים הטבעיים, חנקן אורגני היווה יותר מ-80% מכלל החנקן. הן באביב והן בקיץ ערכי החציון של ריכוזי החנקן הכללי היו נמוכים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס. בכל הדגימות ריכוז החנקן הכללי היה נמוך בהרבה מתקן מי הים, שהינו גבוה בסדר גודל מערכי הייחוס לכל העונות.
- ריכוזי החומצה הסיליצית שנמדדו בשני מועדי הניטור בכל אזור הניטור היו בתחום 1.3-13 מיקרומולר (0.04-0.36 מג"ל). בשני המועדים ערכי החציון של ריכוזי החומצה הסיליצית באזור הניטור היו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס ונמצא מתאם חיובי בין ריכוזי החומצה הסיליצית למליחות, כפי שנמצא במרבית מועדי הניטור בשנים הקודמות. ממצאים אלה וחישובים של הזרמת החומצה הסיליצית לים מצביעים על כך שכנראה המקור לריכוזים הגבוהים, יחסית, של חומצה סיליצית שנמדדו בים הוא רכוז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים.
- ריכוזי הפוספאט שנמדדו בשני מועדי הניטור היו בתחום 0.035-0.185 מיקרומולר (0.001-0.006 מג"ל). ערך החציון של ריכוזי הפוספאט באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס

ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה. בדיגום האביב נמצא מתאם בין ריכוזי הפוספאט למליחות, בניגוד למרבית הדיגומים בשנים קודמות.

- ריכוזי הזרחן האורגני (TOP) שנמדדו בשני מועדי הניטור היו עד כ- 0.35 מיקרומולר (0.11 מג"ל). בשני מועדי הניטור לא נמצא מתאם בין ריכוזי TOP למליחות של מי הים, בניגוד לקיום מתאם כזה במרבית מועדי הדיגום בשנים הקודמות מאז שנת 2009. ממצאי הניטור בשנים קודמות מצביעים על כך שבחלקם ריכוזי TOP שנמדדו באזור הניטור נובעים מהזרמה של פוליפוספונט ממתקן התפלה אשקלון, וייתכן שבמידה פחותה בהרבה גם מההזרמה של פוליפוספונט ממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים, עקב השימוש באנטיסקלנטים פוספונטים בתהליך ההתפלה. סביר להניח שהעדר המתאם בין TOP למליחות בשני הדיגומים בשנת 2023 משקף את הירידה הגדולה בשימוש באנטיסקלנטים פוספונטים במתקן התפלה אשקלון בשנה זו וכתוצאה מכך ירידה גדולה בכמות הזרחן האורגני שהוזרם לים.

- כל ריכוזי הזרחן הכללי שנמדדו באזור הניטור היו נמוכים מתקן מי הים. ערך החציון של ריכוזי הזרחן הכללי באזור הניטור באביב היה נמוך מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס ואילו בקיץ ערך החציון היה גבוה מקריטריון ההתאמה. באופן כללי, היחסים בין ריכוזי הזרחן האורגני והפוספאט אשר נמדדים באופן שגרתי במי הרכז של מתקן ההתפלה, כמו גם ממצאי הניטור הרב-שנתי של שני הפרמטרים בים, מצביעים על כך שתרכובות הפוליפוספונט אשר מוזרמות לים ממתקני ההתפלה אינן תורמות כמויות משמעותיות של פוספאט לאזור הניטור.

- בניית מגמות רב-שנתיות (2008-2023) של ריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור ביחס להזרמה של נוטריאנטים לא ניתן להצביע על מגמות עקביות של שינויים כלליים (בכל אזור הניטור) בריכוזי הנוטריאנטים באף אחת מעונות השנה. עם זאת, באופן כללי, בשנים 2011-2023, שבהן העומסים של ניטראט וחומצה סיליצית ממי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות גדלו בשיעור ניכר, הריכוזים של נוטריאנטים אלה בתחום של 0.5 ק"מ ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה היו גבוהים יותר מאשר בשנים הקודמות. ריכוזי ניטראט גבוהים מ- 10 מיקרומולר נמדדו בקרבת המוצא בתשע השנים האחרונות (2015-2023), שבהן הייתה עליית מדרגה נוספת בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות. רק בשנים 2011-2022 נמדדו באזור הניטור, בעיקר בקרבת המוצא, ריכוזי חומצה סיליצית גבוהים מ- 10 מיקרומולר. השינויים הרב-שנתיים בריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור לא באו לידי ביטוי בריכוזי החציון של הכלורופיל.

- בדיגום האביב, ריכוזי הכלורופיל הגיעו עד 0.9 מק"ל וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור היה זהה לערך הייחוס. לעומת זאת, בקיץ נמדדו בכל אזור הניטור ריכוזי כלורופיל גבוהים יותר, בתחום 0.9-3.2 מק"ל, וערך החציון של ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור (2.58 מק"ל) היה גבוה ביותר מפי 3 מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס. באביב לא נמצא מתאם בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה של מי הים ואילו בקיץ נמצא מתאם לינארי שלילי בין ריכוזי הכלורופיל לבין המליחות והטמפרטורה. מתאם זה איננו מבטא השפעה של מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג ומי הרכז של מתקני ההתפלה אלא את העובדה שנמדדו ריכוזי כלורופיל גבוהים בנקודות מרוחקות ממוצאי מי הקירור ומי הרכז שלא הושפעו ממי הקירור ומי הרכז. הממצאים, כולל ניתוח של ריכוזי כלורופיל באזור עזה – אשקלון על סמך תצלום לוויין מיום הדיגום בקיץ, מצביעים על השפעה של הזרמת ביוב לים מרצועת עזה (התפתחות מוגברת של אצות מול רצועת עזה שהוסעו צפונה עם זרמי הים לאזור הניטור ומעבר לו). ייתכן שהממצאים מעידים גם על הסעה צפונה של כתמי כלורופיל מאזור הדלתא

של הנילוס. השפעות כאלה על ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור זהו גם בחלק ממועדי הניטור בשנים קודמות.

- בבחינה של נתונים רב-שנתיים (2013-2023) של ניטור הכלורופיל בעונות האביב והסתיו לא נראית מגמה של שינוי בריכוזי הכלורופיל עם הזמן. מסקנה זו תקפה גם לשנים קודמות ולעונות החורף והקיץ, מאז תחילת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון ומתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים. במהלך השנים נמדדו באזור הניטור ריכוזי כלורופיל חריגים (1.2 מק"ג/ל >) שכנראה נבעו מהזרמה לים של ביוב מרצועת עזה. ייתכן שבחלק מהמקרים הייתה גם השפעה מסוימת של כתמי כלורופיל שהגיעו מאזור הדלתא של הנילוס.
- ריכוזי TOC שנמדדו באביב נמוכים מ-1 מג"ל והינם בתחום הריכוזים האופייניים במים חופיים בכלל והריכוזים שנמדדו באתרים לא מזוהמים באזור הרדוד של מימי החופים של ישראל במסגרת תכניות ניטור וסקרים שונים.
- בבדיקות באמצעות ICP-MS של הריכוזים הכלליים של מתכות במי הים (מתכות מומסות + ספוחות לחלקיקים מרחפים) שנדגמו באביב, כל המתכות (למעט אלומיניום בריכוזים טבעיים) לא התגלו בגבולות הגילוי של הבדיקות, שכולם נמוכים מערכי תקן מי הים ומהתקנים הסביבתיים לאיכות מי ים של ארה"ב ושל האיחוד האירופי שמטרתם הגנה על החי הימי. ברור שלהזרמת התמלחות ממפעל אינטל אלקטרוניקה, שהיא הסיבה לבדיקה של מתכות פעמיים בשנה בכל שנה, כמו גם להזרמות מהמפעלים האחרים, אין השפעה על ריכוזי המתכות במי הים באזור הניטור.
- ריכוזי כלור חופשי וכלור כללי שנבדקו באביב בשתי נקודות במרחקים של כ-0.08 ק"מ וכ-0.35 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז היו נמוכים מהריכוז המותר בהיתר ההזרמה לים של תחנת הכח (0.2 מג"ל).

מיקרואצות בגוף המים

- מאסף האצות בגוף המים נבדק באביב 2023 בשלוש נקודות הממוקמות בניצב לחוף, במרחקים של 0.25 (RUT3), 0.8 (RUT9) ו-1.16 (RUT17) ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. ריכוז התאים לליטר היה דומה מאוד בשלוש הנקודות אך בניגוד לארבע שנות הדיגום הקודמות היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3. בשלוש נקודות הדיגום שלטו הכחוליות (כ-90% מכלל האצות). המין הנפוץ ביותר מהכחוליות היה *Synechococcus sp.* שהינו המין השכיח ביותר במהלך שנות הניטור גם באזורים אחרים לאורך החוף של ישראל.
- ריכוז התאים לליטר של הכחוליות בשלוש נקודות הדיגום היה דומה מאוד לריכוז השכיח של קבוצה זו בארבע שנות הניטור הקודמות. ריכוז המיקרואצות הקטנות מ-5 מיקרומטר היה דומה מאוד בחמש שנות הניטור. בקבוצת הדינופלגלטים, ריכוז התאים לליטר היה דומה בשלוש נקודות הדיגום ונמוך במעט מהריכוזים בארבע השנים הקודמות. בקבוצת הצורניות, ריכוז התאים לליטר עלה עם המרחק מהמוצאים אך ההבדלים בין נקודות הדיגום היו קטנים; עם זאת, ריכוז הצורניות היה גבוה במעט ביחס למרבית השנים הקודמות.
- עושר המינים של הכחוליות היה נמוך בסדר גודל מזה של הצורניות והדינופלגלטים. ירוקיות לא הופיעו כלל בשלוש נקודות הדיגום. תופעה זו אינה חריגה: בדיגומי האביב בכל שנות הניטור מאז 2014 נמצאו לכל היותר שני מיני ירוקיות.

- עושר המינים בקבוצת הצורניות ירד עם המרחק מהמוצאים והיה גבוה בהרבה בנקודה RUT3. בקבוצת הדינופלגלטים, עושר המינים היה זהה בנקודות RUT9 ו-RUT17 והנמוך ביותר בנקודה RUT3. עושר המינים של הכחוליות היה נמוך בשלוש נקודות הדיגום, וכלל שני מינים בנקודות המערביות ושלושה מינים בנקודה RUT3.
- מגוון המינים באביב 2023 היה הגבוה ביותר בנקודה RUT3, בדומה לניטור בשנים 2019-2022, אך ההבדלים בין נקודות הדיגום היו קטנים מאוד. בניתוח אשכולות (Cluster analysis) נמצא שמגוון המינים היה דומה מאוד בחמש שנות הניטור בשלוש נקודות הדיגום הן באביב והן בסתיו. תוצאות אלה מעידות באופן עקבי על העדר השפעה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (כמו גם של הגורמים המנוטרים האחרים) על מגוון המינים של אוכלוסיית האצות באזור הניטור.
- בראיה רב-שנתית, בדיגומי האביב קיימת מגמה עקבית של ירידה בעושר המינים של קבוצת הצורניות עם המרחק מהמוצאים. מגמה זו אינה ניכרת בדיגומי הסתיו. בקבוצת הדינופלגלטים קיימת מגמה הפוכה - בשתי העונות, בכל השנים, עושר המינים היה גבוה יותר בנקודה RUT17 בהשוואה לנקודה RUT3. יתכן שההזרמה של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים, אשר עשירים בחומצה סיליצית, משפיעה על עושר המינים של הצורניות בקרבת המוצאים. עם זאת ההבדלים המובנים בין נקודות הדיגום, כגון עומק, חדירת אור, אנרגיה גלים וכו', שגם הם יכולים להשפיע על הרכב אוכלוסיית האצות בקרבת החוף, מקשים על קביעת הגורמים להבדלים בעושר המינים בין נקודות הדיגום. מלבד מגמות רב-שנתיות אלה לא נמצאו הבדלים עקביים ארוכי טווח בין נקודות הדיגום.
- כמו בשנים קודמות, גם באביב 2023 ריכוז התאים של מינים בעלי פוטנציאל רעילות מקבוצת הדינופלגלטים כגון *Dinophysis caudata*, *Akashiwo sanguinea* ו-*Prorocentrum minimum* היה נמוך מאוד באזור הניטור, בארבעה סדרי גודל פחות מהריכוזים העלולים להוות סכנה. מינים של *Pseudonitzschia spp.* מקבוצת הצורניות, שחלקם עלולים להיות בעלי פוטנציאל רעילות, הופיעו בריכוזים נמוכים מאוד (מאות תאים לליטר). בנוסף הופיעו מינים של *Chaetoceros spp.* בריכוז של יותר מ- 10^5 Cells/L בשלוש נקודות הדיגום. מינים מסוג זה בריכוזים כאלה עלולים לגרום לתמותה עקב פגיעה בזימים של אורגניזמים כגון דגים בגלל המבנה הפיזיקלי של השלד הצורני של האצות, כאשר הדגים נמצאים בכלובים ואין להם יכולת להתרחק מאזור הריכוז הגבוה.
- לסיכום, הריכוזים של אצות בעלות פוטנציאל רעילות שהופיעו בנקודות הדיגום באביב 2023 היו נמוכים ולא היוו סיכון סביבתי.

איכות הסדימנט

- באופן כללי, התפלגות גודל גרגרי הסדימנט באזור הניטור באביב 2023 אופיינית לסדימנט החולי באזור הרדוד של חופי ישראל אך בכמה מנקודות הדיגום שונה מהתפלגות במרבית שנות הניטור הקודמות. כמו בארבע שנות הדיגום הקודמות, במרבית נקודות הדיגום מקטעי גודל הגרגר השכיחים היו 250-500 ו-180-250 מיקרומטר אבל בחלקן התפלגות גודל הגרגר הייתה שונה. בנקודה RUT5, בארבע שנות הדיגום הקודמות, מקטעי גודל הגרגר 125-500 ו-500-1000 מיקרומטר היוו 80% - 90% ו- 3% - 15% מהסדימנט, בהתאמה, ואילו באביב 2023 הם היוו 3% ו- 97% מהסדימנט, בהתאמה. בנקודה RUT4, בשנות הדיגום הקודמות, מקטעי גודל הגרגר 125-500 ו-500-1000 מיקרומטר היוו 92% - 97% ו-

3% מהסדימנט, בהתאמה, ואילו באביב 2023 הם היוו 23% ו- 76% מהסדימנט, בהתאמה. בנקודה RUT8N החריגה הייתה בכיוון ההפוך: המקטע הגדול בתרומתו היה 125-180 מיקרומטר ובנוסף מקטע גודל גרגר 63-125 מיקרומטר גדל בכ- 10% ביחס לשנות הדיגום הקודמות. גם בנקודות RUT7N ו-RUT10 חלקו של מקטע זה היה גדול ביחס לשנים קודמות אך במידה פחותה. הגורמים לשינויים בהרכב הסדימנט אינם ברורים.

- ריכוזי חומר אורגני (TOC) בסדימנטים שנמדדו באביב 2023 באזור הניטור נמוכים, דומים בכל נקודות הדיגום, ובתחום הערכים הטבעיים במימי החופים של ישראל.
- ריכוזי המתכות הכבדות בסדימנטים שנמדדו באביב 2023 נמוכים ובתחום הערכים הטבעיים במימי החופים של ישראל בכלל, כמו גם בתחום הריכוזים שנמדדו באזור אשקלון לפני התחלת הפעילות של מתקן התפלה אשקלון. כל הריכוזים נמוכים מהריכוזים שבהם צפויות השפעות מזיקות על החי הימי (עפ"י הקריטריונים הסביבתיים ERM/ERL להגנה על החי הימי).
- ממצאי הניטור הרב-שנתי (יחסי ברזל-אלומיניום בסדימנטים) מעידים שהברזל שהוזרם לים ממתקן התפלה אשקלון לא הצטבר בסדימנטים באזור הניטור.

החי בתוך המצע

- בדיגום אביב 2023 נספרו ומוינו באזור הניטור 28,004 פרטים של חי תוך המצע. האורגניזמים השכיחים ביותר היו ממערכת הנמטודה (76.6% מסך הפרטים בדיגום). שכיחות הנמטודה הייתה גבוהה יחסית לדיגומי האביב בשנות ניטור קודמות. לא נמצא מתאם בין שכיחות הנמטודה לבין העומק של נקודות הדיגום או המרחק שלהן ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- תולעים רב-זיפיות היוו 7.1% מכלל הפרטים בדיגום. משפחת Saccocirridae הופיעה בנקודות RUT1 ו-RUT5 בשכיחות גבוהה מאוד. המשפחות הדומיננטיות היו Nephthyidae, Orbiniidae ו-Spionidae אשר אופייניות לאזור הרדוד של החוף החולי הישראלי. לא נמצא מתאם בין שכיחות התולעים הרב זיפיות לבין עומק נקודות הדיגום או המרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- תת-מערכת הסרטנאים הופיעה בשכיחות גבוהה (9.3% מכלל הפרטים בדיגום). מחלקת על סרטנים עילאיים הייתה דומיננטית עם 95.9% מכלל הסרטנאים, ותת-מחלקת שטרגליים היוותה 2.4% בלבד. מחלקת צדפונאים היוותה 1.7% מכלל הסרטנאים, בדומה לדיגומים בשנים קודמות. נמצא מתאם חיובי בין שכיחות הסרטנאים למרחק של נקודות הדיגום ממוצאי מי הקירור ומי הרכז אך לא לעומק הנקודות. יתכן שהסיבה לכך שנמצא מתאם למרחק של נקודות הדיגום מהמוצאים ולא לעומקן היא ההתפלגות החריגה של גודל הגרגר בסדימנטים יחסית לשנים קודמות.
- מערכת הרכיכות היוותה 3% מכלל הפרטים בדיגום, בעיקר צדפות (ועשרה חלזונות). במחלקת הצדפות השכיחות הגבוהה ביותר הייתה של מינים של Donax. מרבית הפרטים של הצדפות הופיעו בנקודות הדיגום העמוקות וכל החלזונות הופיעו בשתי הנקודות העמוקות ביותר. נמצא מתאם חיובי בין שכיחות הצדפות והחלזונות לעומק של נקודות הדיגום, ושל הצדפות בלבד גם למרחק ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- סדרת תולעים שטוחות (Acoela) היוותה 3.8% מהפרטים בדיגום, 97% מהם בנקודות RUT4 ו-RUT1. בראיה רב-שנתית, באופן כללי יש עליה בשכיחות אקוולה במהלך השנים, למעט שנת 2019 בה סדרה זו לא הופיעה כלל. לא נמצא מתאם בין שכיחות אקוולה לבין העומק של נקודות הדיגום או המרחק שלהן

ממוצאי מי הקירור ומי הרכז אך נמצא מתאם חיובי למקטע גודל הגרגר 500-1000 מיקרומטר ומתאם שלילי למקטע 180-250 מיקרומטר.

- באביב 2023 הנקודות החריגות מבחינת הרכב חי תוך המצע היו RUT1, RUT4 ו-RUT5, בעיקר בגלל ריבוי של Saccocirridae, אקוולה ומיעוט פרטים של סרטנים ורכיכות. הסיבה לכך יכולה להיות השינוי שחל בנקודות אלה מבחינת הרכב גודל הגרגר של הסדימנט – עליה של המקטע הגס על חשבון המקטע של גרגר דק. חיזוק לכך ניתן לראות במתאם החיובי שנמצא בין השכיחות של Saccocirridae ואקוולה למקטע גודל גרגר הגדול מ-500 מיקרומטר. גם נקודות RUT8N ו-RUT10 היו חריגות: הייתה בהן שכיחות גבוהה מאוד של סרטנים וב-RUT8N גם של צדפות בהשוואה לארבע שנות הדיגום הקודמות. גם בנקודות אלה הרכב הסדימנט היה חריג וכלל מקטע גודל גרגר קטן מ-180 מיקרומטר באחוזים גבוהים יחסית. נמצא מתאם חיובי בין מקטע גודל גרגר 125-180 לבין שכיחות של סרטנים עילאיים ובמקרה של הצדפות מתאם חיובי למקטעים הקטנים מ-180 מיקרומטר.
- מספר הפרטים הכולל של חי תוך המצע באזור הניטור היה גבוה בדיגום אביב 2023 ביחס לארבע שנות הדיגום הקודמות. לא נמצא קשר בין מספר הפרטים הכולל בנקודות הדיגום השונות לבין מיקומן ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז או לעומקן. עושר הטקסונים היה נמוך בשלוש נקודות הדיגום הרדודות והקרובות ביותר למוצאים אך גם בנקודה RUT10 הרדודה והרחוקה מהמוצאים וגבוה בנקודות העמוקות והרחוקות מהמוצאים אך גם בנקודה RUT4 הרדודה והקרובה למוצאים. ביתר הנקודות, עושר הטקסונים היה דומה. מגוון המינים היה נמוך בנקודות RUT1 ו-RUT11 ונמוך במיוחד בנקודה RUT3 (שלוש הנקודות רדודות מאוד). מגוון המינים היה הגבוה ביותר בנקודות העמוקות והרחוקות מהמוצאים RUT7N ו-RUT8N ובנקודה RUT4 (הנמצאת במרחק של 0.35 ק"מ מדרום מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז ובעומק של 3 מטרים). מדד השיויוניות היה נמוך בנקודות RUT2, RUT11, RUT3 ו-RUT12, בהן נמטודה היוותה מעל 92% מכלל הפרטים, וגבוה מ-0.4 בנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N. נמצא מתאם חיובי בין משתני המאסף עושר הטקסונים, מגוון המינים ומדד השיויוניות לבין עומק נקודות הדיגום, אך לא נמצא מתאם בין מדדים אלה למרחק של נקודות הדיגום ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- באופן כללי, ניתן לחלק את נקודות הדיגום עפ"י מאפייני המאסף הכלליים לשלוש קבוצות. הראשונה כוללת את הנקודות RUT1, RUT2, RUT3 ו-RUT11 הרדודות ביותר, במרחק של 0.08-0.5 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז, בהן מדדי משתני המאסף היו הנמוכים ביותר. הקבוצה השנייה כוללת את הנקודות העמוקות RUT7N ו-RUT8N והנקודה RUT4, בהן המדדים היו הגבוהים ביותר. הקבוצה השלישית כוללת את יתר הנקודות בהן ההבדלים בין מאפייני המאסף הכלליים היו קטנים.
- מתוצאות אלה ניתן להסיק שזרמי המים החמים והמלוחים משפיעים על הרכב אוכלוסיית חי תוך המצע בנקודות הקרובות למוצאים בעיקר בכיוון צפון מערב עד למרחק של 0.35 ק"מ ובכיוון דרום מערב עד למרחק של 0.55 ק"מ.
- ניתוח רב-משתנים של מאסף החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023 (Cluster analysis) וסילום רב-ממדי (nMDS) הפרידו את נקודות הדיגום באביב לשלושה מקבצים ובנוסף נקודה RUT2 הרדודה והקרובה למוצאי מי הקירור ומי הרכז, שנבדלה משלושתם בגלל מיעוט במספר הפרטים בכלל ובנמטודה בפרט. המקבץ הראשון כלל את נקודות הדיגום RUT1, RUT4 ו-RUT5; המקבץ השני כלל את הנקודות

העמוקות RUT7N ו-RUT8N ; והמקבץ השלישי כלל את יתר הנקודות. החלוקה שנוצרה בניתוח nMDS כמעט זהה. מבחן Permanova (Pair-Wise Test) של השפעת הגורמים הסביבתיים (המיוצגים ע"י העומק של נקודות הדיגום והמרחקים ממוצאי מי הקירור ומי הרכז) על הדמיון הביולוגי בין נקודות הדיגום מצא הבדלים מובהקים בהרכב חברת החי רק בין הנקודות הרדודות לעמוקות ביותר. לא נמצא הבדל בין הנקודות על סמך המיקום שלהן ביחס למוצאי מי הקירור ומי הרכז.

- הניתוח של המדדים הרב-משתנים לא מצביע על השפעה של מי הקירור של תחנות הכח ומי הרכז של מתקני ההתפלה על הרכב אוכלוסיית החי בתוך המצע בדיגום אביב 2023, למעט כנראה בנקודה RUT2. עולה ממנו שההבדלים בהרכב אוכלוסיית החי בתוך המצע בנקודות הדיגום השונות באזור הניטור משקפים בעיקר השפעה של הרכב גודל הגרגר של הסדימנט כפונקציה של העומק.
- בבחינה של נתוני ניטור החי בתוך המצע בשנים 2016-2023 (למעט בשנים 2018, 2020 ו-2022, בהן לא התבצע ניטור חי תוך המצע) נמצא שעל אף שקיימת שונות רב שנתית ניכרת במאסף החי בתוך המצע, שכיחות הקבוצות השונות של החי מושפעת יותר מהמיקום במרחב מאשר מגורם הזמן. גם באביב 2023 נשמר הדפוס של ריבוי פרטים של רכיכות וסרטנים בעיקר בנקודות העמוקות ומיעוט פרטים כללי בנקודות הרדודות והקרובות למוצאי מי הקירור ומי הרכז. מספר הפרטים בקבוצות הראשיות נמטודה, סרטנאים ותולעים רב-זיפיות היה גבוה ביחס לארבע שנות הדיגום הקודמות. עם זאת היחס בין הקבוצות השונות נשאר דומה מאוד לשנים קודמות.
- גם ניתוח Cluster analysis ו-nMDS של הנתונים הרב-שנתיים ומבחן Permanova (Pair-Wise Test) הפרידו בצורה מובהקת בין נקודות הדיגום על סמך העומק (למעט בין הנקודות הרדודות לעומק בינוני) ועל סמך שלושת מעגלי המרחקים ממוצאי מי הקירור ומי הרכז (קרוב, רחוק, רחוק מאד).

4. מסקנות מממצאי הניטור הרב-שנתי²⁵

- מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג מעלים את הטמפרטורה של מי הים בחלק מאזור הניטור. פיזור פלומת המים החמים מושפע בעיקר מתנאי התפעול של תחנת הכח ומתקן ההתפלה ומהתנאים הסביבתיים, בעיקר מכיוון הרוח. בדרך כלל הטמפרטורות הגבוהות ביותר והפרשי הטמפרטורה הגבוהים ביותר ביחס לרקע נמדדים בנקודות הקרובות למוצאי המים החמים (עד 0.5 ק"מ), אולם כבר במרחק של כ- 0.1 ק"מ מהמוצאים הפרש הטמפרטורה קטן מ- 10°C. במרחק של כ- 1 ק"מ מהמוצאים ההפרש אינו גדול מ- 5°C-6 (נתוני השנים האחרונות). בהשוואה רב שנתית של פיזור הטמפרטורה, בנוסף לגורמים לעיל, יש להתחשב גם במועד הניטור בתוך העונה הנדגמת (בטמפרטורה הטבעית היחסית בתוך העונה).
- מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון מעלים את המליחות של מי הים בחלק מאזור הניטור אולם שינויי המליחות קטנים מתחזית מודל הפיזור של מי הרכז שנערך לפני הפעלת מתקן ההתפלה. עקב הערבוב של מי הרכז של מתקן ההתפלה עם מי הקירור החמים הנפלטים מתחנת הכח רוטנברג, כאשר כל או מרבית היחידות של תחנת הכח פועלות עם ספיקה מרבית של מי הקירור, מתקיים מתאם חיובי בין הטמפרטורה והמליחות של מי הים באזור הניטור ובד"כ התבנית המרחבית של המליחות באזור הניטור

²⁵ המסקנות מבוססות על הממצאים של הניטור מאז תחילת ההפעלה השוטפת של מתקן התפלה אשקלון בשנת 2006, ובכלל זה ממצאים של פעולות ניטור שלא מתבצעות בכל שנה ולכן לא בוצעו בשנת 2023, למעט התייחסות לממצאים של מיפוי בתימטרי ומצב קרקעית הים אשר מוצגים רק בשנים של ביצוע מיפוי.

דומה לזו של הטמפרטורה. תפוצת המליחות הרגעית נקבעת ע"י ספיקת מי הרכז של מתקן ההתפלה וההשפעה המשולבת של הזרמת מי הקירור של תחנת הכח ושל התנאים הסביבתיים (כיווני ועוצמות הרוחות והזרמים הטבעיים באזור).

- ב-15 שנות ניטור, מאז תחילת ההפעלה השוטפת של מתקן ההתפלה בשנת 2006, תוספת מליחות גבוהה ביותר מ-10% מהרקע הטבעי (עד 13.3%) נמדדה רק חמש פעמים (בסתיו 2017, באביב ובסתיו 2020 ובאביב וסתיו 2022) במרחקים של עד 0.35 ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. בד"כ פלומת המליחות הגבוהה משתרעת כלפי דרום ו/או מערב, אולם ייתכנו מצבים חריגים של התפשטות הפלומה כלפי צפון-מערב עד צפון. השטח בסמוך לקרקעית הים, בו המליחות של מי הים גבוהה מהרקע הטבעי בשיעור של יותר מ-5% (כ-2 יחידות מליחות), בד"כ מצומצם ומוגבל למרחק של עד כמה מאות מטרים ממוצאי מי הקירור ומי הרכז. כאשר תחנת הכח רוטנברג פועלת בהיקף מצומצם, תוספת מליחות בשיעור של 2.5% (כ-1 יחידות מליחות) לעומת הרקע יכולה להגיע למרחק של כמה ק"מ ממוצאי מי הקירור ומי הרכז.
- ממצאי הניטור מעידים שמי הרכז של מתקן התפלה אשקלון אינם משפיעים על העכירות ועל ריכוזי חמצן מומס, חומר מרחף, נוטריאנטים (למעט זרחן אורגני כללי), ופחמן אורגני באזור הניטור.
- ממצאי הניטור מצביעים על השפעה של רכוז מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות (אשר מוזרם לתוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון) על ריכוזי הניטראט והחומצה הסיליצית באזור הניטור, בעיקר בתחום הקרוב למוצא מי הרכז.
- ממצאי הניטור מצביעים על השפעה של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון על ריכוזי הזרחן האורגני במי הים באזור הניטור, כאשר נעשה במתקן שימוש בהיקף משמעותי באנטיסקלנטים פוספונטיים. ייתכן שבמידה פחותה בהרבה הממצאים מצביעים גם על השפעה של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים שגם בהם נעשה שימוש באנטיסקלנטים פוספונטיים. תוספות אלו של זרחן אורגני אינן תורמות כמויות משמעותיות של פוספאט לאזור הניטור.
- ממצאי הניטור מעידים שלהזרמה לים של מי הקירור מתחנות הכח רוטנברג ודוראד ושל מי הרכז ממתקן התפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים אין השפעה על ריכוזי הכלורופיל (מדד לביומסה של אצות) באזור הניטור. במהלך השנים, נמדדו באזור הניטור ריכוזי כלורופיל חריגים שכנראה נבעו מההזרמה לים של ביוב מרצועת עזה (התפתחות מוגברת של אצות באזור עזה והסעתן צפונה עם זרמי הים) וייתכן שגם מהסעה צפונה של כתמי כלורופיל מאזור הדלתא של הנילוס.
- ממצאי הניטור לא מצביעים על השפעה של תמלחות מפעל אינטל אלקטרוניקה וההזרמות לים מתחנות הכח וממתקני ההתפלה על ריכוזי מתכות כבדות במי הים באזור הניטור.
- ממצאי הניטור לא מצביעים על קשר בין ההזרמה לים של מי הרכז של מתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוחים (המועשרים בניטראט וחומצה סיליצית) לבין ההופעה של מיקרואצות באזור הניטור (התפלגות הקבוצות השונות במאסף האצות, ריכוזי האצות ונוכחות אצות בעלות פוטנציאל רעילות), למעט השפעה אפשרית בעונת האביב על עושר המינים של קבוצת הצורניות בקרבת מוצא מי הרכז.
- מבחינת עושר, התפלגות ושכיחות המינים של הקבוצות השונות של האצות, ממצאי ניטור 2023 אינם חריגים ביחס לממצאי הניטור בשנים קודמות ולממצאים של תכניות ניטור אחרות באזורים סמוכים.
- הריכוזים של האצות בעלות הפוטנציאל לרעילות שנמצאו באזור הניטור אינם מהווים סכנה. ריכוזים דומים ואף גבוהים מהם נמצאו במקומות אחרים לאורך החוף של ישראל.

- ממצאי הניטור לא מצביעים על השפעה של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון על ריכוזי פחמן אורגני ומתכות כבדות (ברזל ומתכות קורט) בסדימנטים באזור הניטור ומעידים שהמתכות המוזרמות לים ממתקן ההתפלה אינן מצטברות בסדימנטים באזור הניטור אלא מתפזרות ברחבי הים. ממצאים אלה מהווים אינדיקציה לכך שככלל, חלקיקים שמקורם במתקן ההתפלה אינם מצטברים בסדימנטים.
- בכל שנות הניטור, תחום ההשפעה המובהקת של הזרמת מי הקירור של תחנות הכח ומי הרכז של מתקני ההתפלה על אוכלוסיות החי בתוך המצע באזור הניטור (דילול של מספר הפרטים והמינים), היה מצומצם מאוד ומוגבל לרצועת מים רדודים (עד עומק של כ- 5 מ') שהשתרעה לכל היותר עד למרחק של 0.8 ק"מ מדרום מערב למוצאי מי הקירור ומי הרכז ו- 0.5 ק"מ מהחוף.
- תכולת הפחם הזעומה שנמצאה בסדימנט באזור מזח הפחם של תחנת הכח רוטנברג מעידה על יעילות הפעולות שננקטו למניעה וצמצום של נשירת פחם לים בעת פריקת הפחם ועל העדר השפעה משמעותית של פריקת הפחם על קרקעית הים.

5. המלצות

מומלץ להמשיך את הניטור במתכונת הנוכחית.

6. רשימת מקורות

Bates, S.S., Garrison, D. L. and R. A. Horner (1998). Bloom Dynamics and Physiology of Domoic-Acid Producing Pseudo-nitzschia Species. In: Physiological ecology of harmful algal blooms, p. 267-292.

Bates S. S., Hubbard K. A., Lundholm N., Montresore M. and C. P. Leaw (2018). Pseudo-nitzschia, Nitzschia, and domoic acid: new research since 2011. Harmful Algae (online).

Beesley, P.L., Ross G.J.B. and Glasby C. (2000). Polychaetes and Allies. In: Fauna of Australia Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publishing .pp. 238-239
 Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34pp.

European Union (2013). DIRECTIVE 2013/39/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

Helleren S. (2016). The diatom *Chaetoceros spp.* as a potential contributing factor to fish mortality events in Cockburn Sound, November 2015. Dalcon Environmental Report DE00000.R1. Department of Fisheries Western Australia.

Herut, B., Hornung, H., Krom, M.D., Kress, N. and Cohen, Y. (1993). Trace metals in shallow sediments from the Mediterranean coastal region of Israel. Mar. Pollut. Bull.26, 675-682

Herut, B. and Sandler, A. (2007). Normalization methods for pollutants in marine sediments: review and recommendations for the Mediterranean basin (Final Report submitted to UNEP/MAP), IOLR Report H31/2007

Higgins, R.P. & Theil H. (1988). Introduction to study of Meiofauna. Publ. Smithsonian Institution Press. London.

Jouk P., and E. Schockaert. (2002). "Species composition and diversity of free-living Plathelminthes (Turbellaria) from sandy beaches at the Belgian coast. *Biologie Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Biologie Suppl.*

Kahn, S. J., Murchland, D., Rhodes, M. and Waite, T.D. (2009). Management of concentrated waste streams from high-pressure membrane water treatment systems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39, 367 – 415

Kennish, M.J. (1997). *Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution*. CRC Press.

Kress, N., Rahav, E., Silverman, J. and B. Herut (2019). Environmental status of Israel's Mediterranean coastal waters: Setting reference conditions and thresholds for nutrients, chlorophyll-a and suspended particulate matter. *Marine Pollution Bulletin* 141: 612-620

Martens P.M. and Schockaert E.R. (1986). The importance of turbellarians in the marine meiobenthos: a review. *Hydrobiologia* Vol. (132) pp. 295–303

Meibner K., Darr A., Rachor E., (2008). Development of habitat models for Nephtys species (Polychaeta: Nephtyidae) in the German Bight (North Sea). *Journal of Sea Research*, Vol. 60. (4). pp. 276-291

Meibner K., Darr A. and Rachor E., (2008). Development of habitat models for Nephtys species (Polychaeta: Nephtyidae) in the German Bight (North Sea). *Journal of Sea Research*, Vol. 60. (4). pp. 276-291

Silverman, J., Biton, E., Ninio, S., Tibor, G. and Herut, B. (2017). Untreated sewage discharge from the Gaza strip as a possible cause of sea water quality deterioration at southern Israel and the Ashqelon VID desalination plant inlet. *IOLR Report H35/2017*.

Sladkevich, M. and E. Kit (2004). VID Desalination plant at Ashkelon. Mathematical model for spreading of brine outlet at sea. *CAMERI Report No. P.N. 612/04*.

Sladkevich, M., Glozman, M., Levin, M. and E. Kit (2013). Rutenberg Power Station and Ashkelon Desalination Plant: I. Statistical Analysis of Waves; II Engineering Assessment of Brine and Warm Water Spreading. *CAMERI Report No. P.N. 781/13*.

UNEP (2008). *Desalination: Resource and Guidance Manual for Environmental Impact Assessment*. United nations Environment Program and the World Health Organization.

US Environmental Protection Agency (2020), National Recommended Water Quality Criteria – Aquatic Life Criteria Table. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>.

אברמזון, כ., שפיר, ו., כהן, י., היאמס, ל., אברמזון, כ., לוי, ג. ושורץ, ח. (2016). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די, מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד. דו"ח לשנת 2015. דוח חח"י RELP-4-2016

אגף ים וחופים, המשרד לאיכות הסביבה (2002). תקני סביבה לאיכות מי הים התיכון בישראל, עדכון אוגוסט 2002.

גפן גלזר, ע. (2013). תכנית ניטור הסביבה הימית והחופית מוצאי אתר תחנות הכוח "רוטנברג" מתקן להתפלת מי ים וי אי די מתקני התפלת קידוחי מקורות. השלמת פרק הידרוגרפיה. דוח חח"י RELP-14-2013

גפן גלזר, ע., כהן, י., היאמס, ל. ואברמזון, כ. (2014). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג" מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות. דוח לשנת 2013. דוח חח"י RELP-5-2014

גפן גלזר, ע., כהן, י., היאמס, ל. ואברמזון, כ. (2015). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג" מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות. דוח לשנת 2014. דוח חח"י RELP-4-2015

חרות, ב. והקבוצה המדעית של חיא"ל 2016. תכנית ניטור לאומית בים התיכון דו"ח מדעי ל-2015. חלק II ניטור מגוון ביולוגי. דו"ח חיא"ל H42/2016.

חרות, ב., סגל, י., סילברמן, י., גרטנר, י. וטיבור, ג. (2022). תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2021, ניטור זיהום ים. דוח חיא"ל H25/2022

חרות, ב., סגל, י., סילברמן, י., גרטנר, י., רהב, א., סיסמה-ונטורה, ג., וטיבור, ג. (2023). תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2022, ניטור זיהום ים. דוח חיא"ל H26/2023

חרות, ב., שפר, ע., גורדון, נ., גליל, ב., לובינסקי, ה., טיבור, ג. ותום, מ., רילוב, ג., סילברמן, ג., ורינקביץ, ב. (2013). התוכנית הלאומית לניטור מימי החופין של ישראל בים התיכון. דו"ח מדעי לשנת 2012. דו"ח חיא"ל H62/2013

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג., היאמס, שורץ, ח. וברנע, א. (2018). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה. דו"ח לשנת 2017. דוח חח"י RELP-1-2018

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג., ושורץ, ח. (2019). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה. דו"ח לשנת 2018. דוח חח"י RELP-5-2019

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג. ושורץ, ח. (2020). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). דו"ח לשנת 2019. דוח חח"י RELP-2-2020

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג. ושורץ, ח. (2021). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). דו"ח לשנת 2020. דוח חח"י RELP-2-2021

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג. ושורץ, ח. (2022). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). דו"ח לשנת 2021. דוח חח"י RELP-2-2022

כהן, י., אברמזון, כ., לוי, ג. ושורץ, ח. (2023). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די. מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד אנרגיה ומפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת). דו"ח לשנת 2022. דוח חח"י RELP-1-2023

סיסמה - ונטורה ג., גורדון נ., לובינסקי ה. (2020). ניטור משותף של הסביבה הימית למפעלים אדמה - אגן בע"מ, פז בית זיקוק אשדוד בע"מ, אשדוד התפלה בע"מ. דוח סופי לדיגומי 2020. דו"ח חיא"ל H18/2021

סיסמה - ונטורה ג., גורדון נ., לובינסקי ה. (2022). ניטור משותף של הסביבה הימית למפעלים אדמה - אגן בע"מ, פז בית זיקוק אשדוד בע"מ, אשדוד התפלה בע"מ. דוח סופי לדיגומי 2021. דו"ח חיא"ל H14/2022

קרב, נ., רהב, א., סילברמן, י., ביטון, א., סוקניק, א. וחרות, ב. (2017). גיבוש ערכי סף (אמות מידה) לרמות נוטריאנטים וכלורופיל- a לשמירה על איכות מי הים התיכון של ישראל: גישה המשלבת ניתוח סטטיסטי, ניסויי bioassay ומודלים. דוח מסכם. דוח חיא"ל H50/2017

רהב א., חרות ב., רובין בלוס מ., גיא חיים ת., גורדון נ., לובינסקי ה., כתב-נעים ס., שטרן נ., רילוב ג., פז ג., רינקביץ ב. (2022) תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2022, ניטור המגוון הביולוגי. דו"ח חיא"ל H27/2023.

שפיר, ו., בן יוסף, ד., כהן, י., היאמס, ל., אברמזון, כ., לוי, ג., שורץ, ח. וברנע, א. (2017). ניטור הסביבה הימית והחופית אתר תחנות הכוח "רוטנברג", מתקן להתפלת מי ים וי. אי. די, מתקני התפלת קידוחי מקורות, תחנת הכח דוראד. דו"ח לשנת 2016. דוח חח"י RELP-2-2017

נספח א'

תכנית ניטור הסביבה הימית: אתר תחנות הכח "רוטנברג", מתקן התפלה אשקלון, מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים, תחנת הכח דוראד, מפעל אינטל אלקטרוניקה

1. מטרת ותכולת תכנית הניטור

מטרת תכנית ניטור רוטנברג היא הערכת ההשפעות של תחנת הכוח "רוטנברג" של חברת החשמל לישראל, מתקן התפלה אשקלון של חברת "וי.אי.די", מתקני התפלת מים מליחים מקידוח בארות של חברת "מקורות", תחנת הכוח של חברת "דוראד אנרגיה" ומפעל "אינטל אלקטרוניקה" (קרית גת), על הסביבה הימית. תכנית הניטור נקבעה ע"י המשרד להגנת הסביבה ועונה גם על הדרישות לניטור הסביבה הימית בהיתרי ההזרמה לים של הגורמים המנוטרים.

מרכיבי תכנית הניטור (תכניות הדיגום, הפרמטרים של הניטור ותדירות הניטור) עודכנו במהלך השנים ע"י המשרד להגנת הסביבה. מסמך זה מציג בתמציתיות את תכנית הניטור הנוכחית (2022) ואת השינויים בתכנית הדיגום והבדיקות במהלך השנים¹.

תכנית הניטור כוללת שלושה חלקים:

- מיפוי בתימטרי - טופוגרפי בסביבת ההשפעה של המתקנים הימיים של חברת החשמל. המיפוי הממוקד בסביבת המתקנים, שהחל בשנת 2019, החליף את המעקב אחר רוחב החוף והמיפוי הבתימטרי הנרחב באזור תחנת הכח רוטנברג שבוצעו בשנים 1990 - 2018.²
- ניטור השפעות אפשריות של ההזרמה לים של מי קירור חמים מתחנות הכח רוטנברג ודוראד, של מי רכז ממתקן התפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מי קידוח בארות של חברת מקורות, ושל תמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה בקרית גת. הניטור של מי הקירור החמים מתחנת הכח רוטנברג החל בשנת 1998. ניטור ההזרמה של מי רכז ממתקני ההתפלה החל בשנת 2006. בשנת 2015 תחנת הכח של דוראד הצטרפה לניטור ובשנת 2019 הצטרף מפעל אינטל אלקטרוניקה.
- ניטור השפעות אפשריות של פריקת פחם במזח הפחם של תחנת הכח רוטנברג. הניטור החל בשנת 2005. תכנית הניטור עודכנה בשנת 2020.

¹ גרסאות קודמות של תכנית הניטור והתכתבויות בעניין שינויים בתכנית עד לשנת 2016 מוצגים בנספח ט' של דוח הניטור לשנת 2016 (דוח חח"י 2017 – 2 – RELP) המוצג באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה. בסוף נספח זה מצורפים אישורים של המשרד להגנת הסביבה לשינויים בתכנית הניטור החל משנת 2017.

² הסיבה לעדכון של תכנית המיפוי היא ההתייבשות הכללית של קו החוף וקרקעית הים באזור תחנת הכח רוטנברג, כמפורט במכתב המצורף של המשרד להגנת הסביבה מיום 28.10.2019.

2. מרכיבי תכנית הניטור ותדירות הניטור

המרכיבים של כל אחד מחלקי תכנית הניטור, אתרי הדיגום, סוגי הבדיקות ותדירות הבדיקות מפורטים להלן.

2.1 מיפוי בתימטרי - טופוגרפי בסביבת ההשפעה של המתקנים הימיים של חברת החשמל

תחום המיפוי כולל: (1) שטח המשתרע ממרחק של 500 מ' מדרום למזח הפחם של תחנת הכח רוטנברג ועד 1,000 מ' מצפון לשובר הגלים המשני של נמל קצא"א, מגובה טופוגרפי של 3 מ' מעל אפס האיזון הארצי בחוף ועד עומק מים של 15 מ'; (2) רצועה שרוחבה 500 מ' משני צידי מזח הפחם והדולפין בקצהו. החל משנת 2020, המיפוי הבתימטרי מתבצע מעומק מים של 5 מ' באמצעות מד עומק מסוג רב-אלומה (multi-beam) ובעומקים רדודים יותר באמצעות מד עומק מסוג חד-אלומה (single-beam). המיפוי אמור להתבצע כל חמש שנים.

2.2 ניטור השפעות אפשריות של ההזרמה לים של מי קירור חמים מתחנות הכח רוטנברג ודוראד ושל מי רכז ממתקן התפלה אשקלון וממתקני ההתפלה של מים מליחים מקידוח בארות של חברת "מקורות"

נקודות הדיגום ופרמטרים לבדיקה

תבנית הדיגום כוללת שני סוגים של נקודות: (1) 66 נקודות למדידה *in situ*, באמצעות CTD, של התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות בשטח נרחב אשר משתרע עד 2.5 ק"מ מדרום למוצאי מי הקירור ומי הרכז של מתקני ההתפלה, עד 3.5 ק"מ מערבית למוצאים ועד 2 ק"מ צפונית לבריכת מי הקירור, כמפורט בטבלה שלהלן; בנקודות אלה מתבצעות מדידות של טמפרטורה ומליחות בפני המים, בעומק 2 מטר ובסמוך לקרקעית. מערך נקודות זה מורחב לפי הצורך לקבלת מיפוי מייצג של טווח ההשפעות של ההזרמות על הטמפרטורה והמליחות של מי הים. (2) 18 נקודות מתוך 66 הנקודות הנ"ל, אשר מסומנות בקידומת RUT, שבהן מתבצעים גם פרופילי עומק של טמפרטורה ומליחות ודיגום מים וסדימנטים לבדיקות כימיות וביולוגיות כמפורט בטבלאות ובמפה שלהלן; מי הים נדגמים בכל הנקודות בפני המים (עומק 0.5 מטר), ובנקודות שעומקן יותר מ-4 מטר, גם חצי מטר מעל הקרקעית; בזמן הדיגום של מי הים נבדקים גם טמפרטורה, מליחות, חמצן מומס, עכירות ו-pH. נקודות RUT10 ו-RUT14 מול חוף זיקים נקבעו כנקודות בקרה לבדיקות בנקודות הסמוכות למוצאי מי הקירור של תחנת הכוח ומי הרכז של מתקני ההתפלה. נקודה RUT17 ממוקמת בסמוך לראשי היניקה של מתקן התפלה אשקלון.

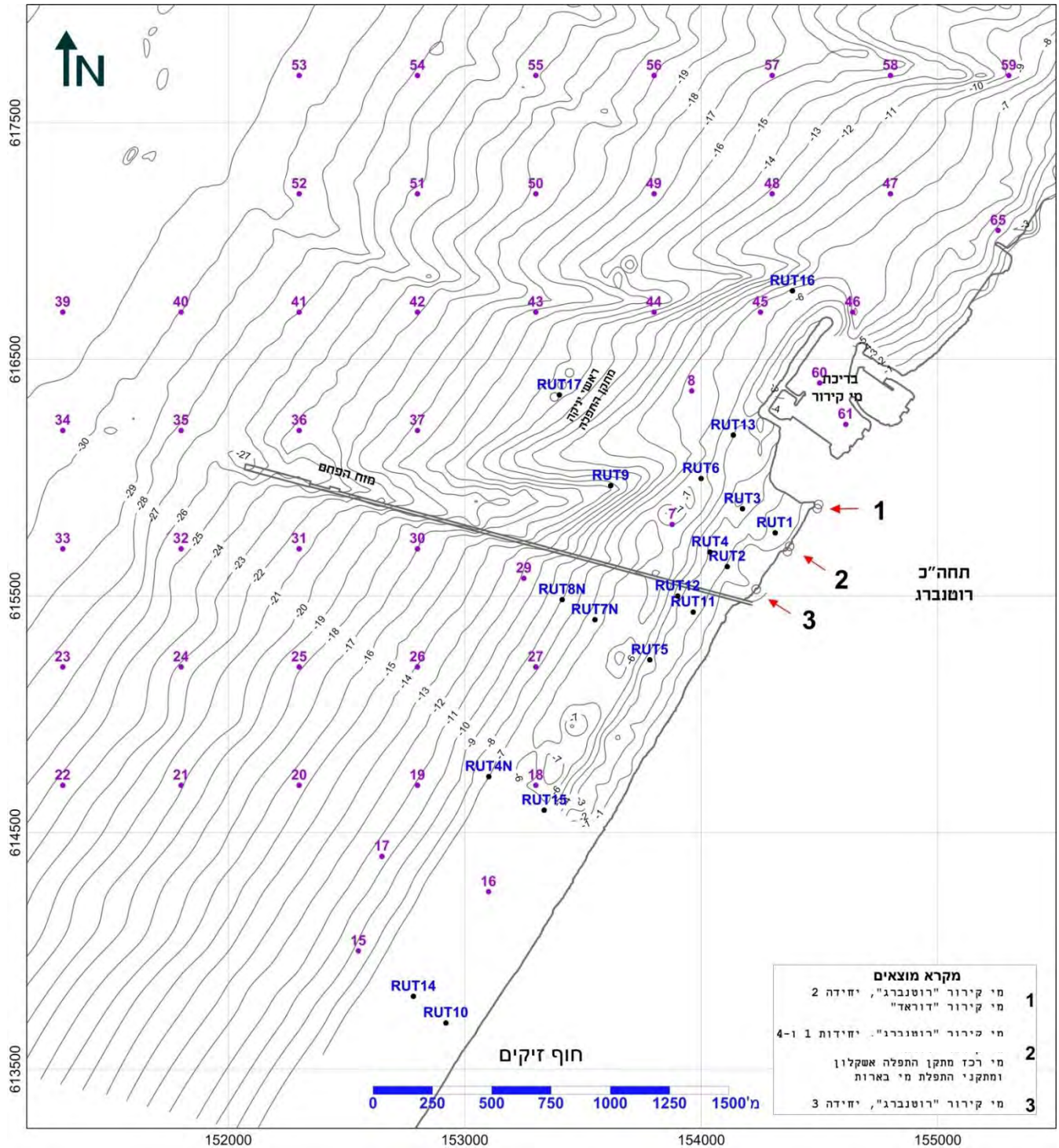
א. נקודות למדידות CTD בלבד (מיפוי התפוצה המרחבית של טמפרטורה ומליחות) :

כיוון מהמוצא	מרחק ממוצא יח' 1,4, דוראד ומי רכו התפלה (ק"מ)	עומק (מ')	רשת ישראל		רשת עולמית		נקודת דיגום
			N	E	long. E	lat. N	
W	0.49	5.5	615803	153877	34°30.795'E	31°37.969'N	7
NNW	0.76	9	616367	153959	34°30.845'E	31°38.274'N	8
SW	2.51	8.8	614000	152550	34°29.963'E	31°36.989'N	15
SW	1.93	4.5	614250	153100	34°30.310'E	31°37.126'N	16
SW	2.15	10.5	614400	152650	34°30.025'E	31°37.205'N	17
SW	1.47	5.4	614700	153300	34°30.435'E	31°37.370'N	18
SW	1.88	11	614700	152800	34°30.119'E	31°37.368'N	19
WSW	2.29	15.5	614700	152300	34°29.802'E	31°37.366'N	20
WSW	2.75	20	614700	151800	34°29.486'E	31°37.365'N	21
WSW	3.22	24.7	614700	151300	34°29.170'E	31°37.363'N	22
W	3.1	27.5	615200	151300	34°29.168'E	31°37.633'N	23
WSW	2.61	23	615200	151800	34°29.484'E	31°37.635'N	24
WSW	2.12	18	615200	152300	34°29.800'E	31°37.637'N	25
WSW	1.64	14	615200	152800	34°30.117'E	31°37.639'N	26
WSW	1.17	8.8	615200	153300	34°30.433'E	31°37.640'N	27
W	1.12	12	615575	153250	34°30.400'E	31°37.843'N	29
W	1.56	17	615700	152800	34°30.115'E	31°37.909'N	30
W	2.06	21.5	615700	152300	34°29.798'E	31°37.907'N	31
W	2.55	25	615700	151800	34°29.482'E	31°37.906'N	32
W	3.05	29.5	615700	151300	34°29.166'E	31°37.904'N	33
W	3.09	30.5	616200	151300	34°29.164'E	31°38.174'N	34
W	2.6	28	616200	151800	34°29.480'E	31°38.176'N	35
WNW	2.12	24	616200	152300	34°29.796'E	31°38.178'N	36
WNW	1.63	20	616200	152800	34°30.113'E	31°38.180'N	37
WNW	3.21	32	616700	151300	34°29.162'E	31°38.445'N	39
WNW	2.74	29.7	616700	151800	34°29.478'E	31°38.447'N	40
WNW	2.28	26.5	616700	152300	34°29.794'E	31°38.449'N	41
WNW	1.84	23	616700	152800	34°30.110'E	31°38.450'N	42
NW	1.45	20	616700	153300	34°30.427'E	31°38.452'N	43
NNW	1.13	15	616700	153800	34°30.743'E	31°38.454'N	44
N	0.99	9.5	616700	154250	34°31.028'E	31°38.455'N	45
NNE	1.04	7	616700	154640	34°31.274'E	31°38.457'N	46
NNE	1.54	8.5	617200	154800	34°31.373'E	31°38.728'N	47
N	1.49	13	617200	154300	34°31.057'E	31°38.726'N	48
NNW	1.59	17	617200	153800	34°30.741'E	31°38.724'N	49
NW	1.82	21.5	617200	153300	34°30.425'E	31°38.723'N	50
NW	2.15	26	617200	152800	34°30.108'E	31°38.721'N	51
NW	2.56	29	617200	152300	34°29.792'E	31°38.719'N	52
NW	2.86	30.5	617700	152300	34°29.790'E	31°38.990'N	53
NW	2.53	27.5	617700	152800	34°30.106'E	31°38.991'N	54
NNW	2.25	24	617700	153300	34°30.423'E	31°38.993'N	55
NNW	2.06	20	617700	153800	34°30.739'E	31°38.995'N	56
N	1.99	17	617700	154300	34°31.055'E	31°38.997'N	57
N	2.03	12	617700	154800	34°31.371'E	31°38.998'N	58
NNE	2.19	7.5	617700	155300	34°31.688'E	31°39.000'N	59
N	0.69	6	616400	154500	34°31.187'E	31°38.294'N	60
NNE	0.56	4.5	616226	154611	34°31.258'E	31°38.200'N	61
NNE	1.6	3.5	617045	155255	34°31.662'E	31°38.645'N	65

ב. נקודות RUT

בדיקות	כיוון מהמוצא	מרחק ממוצא יח' 1,4, דוראד ומי רכז התפלה (ק"מ)	עומק (מ')	רשת ישראל		רשת עולמית		נקודת דיגום
				N	E	long. E	lat. N	
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; החי בתוך המצע	NNW	0.08	1	615767	154312	34°31.070'	31°37.951'	RUT1
החי בתוך המצע	WSW	0.28	1.9	615625	154110	34°30.943'	31°37.873'	RUT2
איכות מי הים ; מיקרואצות ; החי בתוך המצע	WNW	0.25	3	615869	154174	34°30.983'	31°38.005'	RUT3
איכות מי הים ; החי בתוך המצע	W	0.35	3	615686	154037	34°30.897'	31°37.906'	RUT4
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט	SW	1.61	7	614737	153102	34°30.309'	31°37.389'	RUT4N
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	SSW	0.77	3.5	615230	153782	34°30.737'	31°37.658'	RUT5
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	NW	0.47	6.5	615997	153999	34°30.872'	31°38.074'	RUT6
איכות מי הים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	WSW	0.89	6.1	615400	153550	34°30.590'	31°37.749'	RUT7N
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	WSW	1	8.8	615485	153412	34°30.502'	31°37.795'	RUT8N
איכות מי הים ; מיקרואצות ; מתכות כבדות במים	W	0.8	14	615967	153617	34°30.630'	31°38.057'	RUT9
איכות מי הים ; החי בתוך המצע	SSW	2.20	3	613946	153065	34°30.289'	31°36.961'	RUT10***
איכות מי הים ; החי בתוך המצע	SW	0.5	2.5	615433	153966	34°30.853'	31°37.769'	RUT11
איכות מי הים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	SW	0.53	3	615500	153900	34°30.811'	31°37.805'	RUT12
איכות מי הים ; החי בתוך המצע	NNW	0.52	4.5	616180	154135	34°30.957'	31°38.174'	RUT13
איכות מי הים ; מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט ; החי בתוך המצע	SW	2.49	6	613808	152783	34°30.111'	31°36.885'	RUT14
מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט	SW	1.535	5.5	614594	153336	34°30.458'	31°37.313'	RUT15
מתכות כבדות במים ; מתכות כבדות בסדימנט	N	1.055	6.8	614772	154027	34°31.113'	31°38.504'	RUT16
איכות מי הים ; מיקרואצות	NNW	1.16	15	616350	153400	34°30.491'	31°38.263'	RUT17

מפת נקודות הדיגום של ניטור הזרמות מים חמים ומי רכז התפלה. הנקודות למדידות CTD בלבד מסומנות בסגול. בנקודות RUT מתבצעות בדיקות כמפורט בטבלה לעיל.



תדירות הבדיקות

תווך	פרמטר	תדירות	הערות
מי הים	מדידות in situ באמצעות CTD (טמפרטורה, מליחות, עכירות, pH)	פעמיים בשנה (אביב וסתו)	
	איכות מי הים: טמפרטורה, מליחות, חמצן מומס, חומר מרחף, TOC	פעמיים בשנה (אביב וסתו)	טמפרטורה, מליחות, עכירות וחמצן מומס נבדקים גם בחורף ובקיץ
	איכות מי הים: נוטריאנטים (ניטראט+ניטריט, אמוניום, חנקן כללי, זרחן כללי, חומצה סיליצית), כלורופיל	ארבע פעמים בשנה (חורף, אביב, קיץ, סתו)	ניטור ארבע פעמים בשנה נדרש רק מחברת "מקורות" עקב ההזרמה לים של עומס גבוה של ניטראט
	מתכות כבדות במי הים (ריכוזים כלליים)	פעמיים בשנה (אביב וסתו)	נדרש פעמיים בשנה ממפעל אינטל אלקטרוניקה, ופעם בחמש שנים ממתקן התפלה אשקלון ומתחנות הכח רוטנברג ודוראד
	מיקרואצות	פעמיים בשנה (אביב וסתו)	נדרש רק מחברת "מקורות" עקב ההזרמה לים של עומס גבוה של ניטראט וחומצה סיליצית
סדימנט	גרנולומטריה (1)	פעם בשנתיים	פעמיים בשנת ניטור (אביב וסתו)
	מתכות כבדות ו-TOC (2)	פעם בשנתיים	פעם אחת בשנת ניטור (סתיו)
	החי בתוך המצע (3)	פעם בשנתיים	פעמיים בשנת ניטור (אביב וסתיו)

הערות: (1) דיגום בצלילה של 5 ס"מ עליונים; (2) דיגום בצלילה באמצעות גלעיניים באורך 12 ס"מ, נבדק 1 ס"מ העליון; (3) דיגום בצלילה של 7 ס"מ עליונים באמצעות Core בקוטר 10 ס"מ מכוסה ברשת בגודל עין של 250 מיקרון – 3 חזרות בכל נקודת דיגום.

2.3 ניטור השפעות אפשריות של מזח הפחם של תחנת הכח רוטנברג

בשנים 2005, 2010, 2015 בוצע ניטור שכלל בדיקות של תכולת פחם, ריכוזי מתכות כבדות ואוכלוסיות החי בתוך המצע בסדימנטים ב-10 נקודות דיגום מדרום ומצפון למזח הפחם (מסומנות במפה להלן). לאור תוצאות הניטור הוחלט על שינוי תכנית הניטור החל משנת 2020 כלהלן: בדיקה באביב ובסתו של תכולת הפחם הכללית בדגימות סדימנט (3 חזרות בכל מועד דיגום) במרחק שלא יעלה על 150 מ' צפונית לנקודת פריקת הפחם במזח. במקרה שבאחד ממועדי הניטור יתקבל ממצא של תכולת פחם של יותר מ-10%, אשר מעיד על אירוע נפילת פחם חדש לים, יבוצע דיגום חוזר בהתאם לתכנית הדיגום הקודמת (10 נקודות דיגום), אשר יכלול רק בדיקה של תכולת הפחם, על מנת לקבוע את גודל השטח שהושפע מהאירוע. בניטור שבוצע באביב 2020 ובחורף 2021 נמצאה בסדימנט תכולת פחם זעירה ($< 0.5\%$) ולכן הוחלט שתדירות הניטור תהיה אחת לחמש שנים (אלא אם תהיה עליה בתכולת הפחם בסדימנט או אם יהיה אירוע של שפיכת פחם ואז תדירות הבדיקה תהיה שנתית).

3. פירוט השינויים בתכנית הדיגום והבדיקות מאז שנת 2007

בשנת 2003 הוכן ואושר ע"י המשרד להגנת הסביבה עדכון של תכנית ניטור רוטנברג המקורית שהתייחס גם להזרמה העתידית של מי רכוז ממתקן התפלה אשקלון שהחל לפעול בשנת 2005. בשנת 2007 הוכן ואושר ע"י המשרד להגנת הסביבה עדכון של תכנית הניטור. להלן פירוט השינויים בתכנית הדיגום שנקבעו ע"י המשרד להגנת הסביבה מאז העדכון של 2007.

שנה	השינויים בתכנית הדיגום והבדיקות
2008	ביצוע בדיקות מי ים במעבדה מתמחה; ביטול בדיקת פיאופיטין במי הים; החלפת בדיקת חנקן קלדאל במי הים בבדיקת חנקן אורגני; שינויים בבדיקות מתכות במי הים.
2009	ביטול בדיקת BOD במי הים ובהמשך החזרת הבדיקה; הוספת בדיקות חמצן במי הים ארבע פעמים בשנה (במקביל לבדיקות איכות מי הים); החלפת בדיקת חנקן אורגני בבדיקת חנקן כללי; בדיקת הריכוזים הכלליים של מתכות כבדות במי הים פעם בשלוש שנים במקום פעמיים בשנה; שינויים בתחנות הדיגום בהן מבוצעות בדיקות של מתכות בחומר מרחף ובדיקות של מתכות בסדימנטים; שינוי המיקום של נקודות דיגום 4, 7, 8 (מאז השינוי הנקודות נקראות 4N, 7N, 8N); ביטול בדיקת מתכות בחי על המצע (בוצע לאחרונה ב-2008). הוספת מיקום צנרות ימיות במפות בתימטריות.
2009	שינויים אשר חלים רק על ניטור הזרמת המים החמים מתחנת כח רוטנברג ולא על ניטור מתקני ההתפלה וניטור מזח הפחם: בדיקת הריכוזים הכלליים של מתכות כבדות במי הים פעם בחמש שנים; בדיקת איכות הסדימנט פעם בחמש שנים באביב; בדיקת החי בתוך המצע פעם בחמש שנים באביב ובסתו.
2011	דיגום הסדימנט לבדיקת החי בתוך המצע בשלוש חזרות במקום שש חזרות; בדיקת מתכות ספוחות לחלקיקים במי הים פעמיים בשנה במקום ארבע פעמים.
2012	שינוי שיטת ההערכה של שינויים בקו החוף.
2013	ביטול בדיקת ריכוז חומר מרחף ועכירות במי הים בעונות החורף והקיץ; הוספת בדיקת מיקרואצות פעמיים בשנה באביב ובסתו (בהקשר להזרמות נוטריאנטים ממתקני התפלת מי בארות של "מקורות").
2014	צמצום בדיקת מתכות ו-TOC בסדימנט לפעם בשנה (בסתו) במקום פעמיים בשנה.
2015	הפסקת דיגום החי על המצע (אושר שוב ב-2018) (בוצע לאחרונה באביב 2015 במסגרת ניטור מזח הפחם).
2016	ביטול בדיקת BOD במי הים; בדיקת מעבר לניטור מיקרואצות בגוף המים באמצעות Flow cytometry ו-HPLC במקום זיהוי מיקרוסקופי וספירה (היה אמור להתבצע ע"י היא"ל החל מ-2017 אבל לא בוצע עקב קשיים בביצוע הבדיקה).
2017	ביצוע ניטור קו החוף באמצעות תצלומי אוויר פעם בחמש שנים במקום כל שנה; ביטול בדיקת החי בתוך המצע והסדימנט בנקודה RUT9 (החי בתוך המצע נבדק לאחרונה 2016; מתכות בסדימנט נבדקו לאחרונה 2015).
2018	ביצוע בדיקת מתכות (ריכוזים כלליים) במי הים פעם בחמש שנים (בוצע לאחרונה 2017). ביצוע בדיקת מתכות בסדימנטים פעם בשנתיים (בוצע לאחרונה 2017). ביצוע בדיקת החי בתוך המצע פעם בשנתיים, באביב ובסתו של שנת הבדיקה (בוצע לאחרונה 2017). הרחבת מערך הנקודות לבדיקת CTD באופן גמיש כך שיאפשר מיפוי מייצג של טווח ההשפעות של ההזרמות על הטמפרטורה והמליחות של מי הים. הוספה בכל דוח שנתי של ניתוח מגמות רב שנתי של ריכוזי נוטריינטים במי הים בדגש על ניטראט וניטריט, חנקן כללי וחומצה סיליצית (בוצע כהשלמה לדוח 2017).
2019	ביצוע בדיקת מתכות (ריכוזים כלליים) במי הים כל שנה (פעמיים בשנה) בהקשר להזרמה של תמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה. ביטול בדיקת מתכות כבדות בחומר מרחף (בוצע לאחרונה 2018). עדכון תכנית הניטור הבתימטרי – טופוגרפי כמפורט במכתב המשרד להגנת הסביבה מ-28.10.2019 (ראו להלן).
2020	עדכון תכנית ניטור מזח הפחם כמפורט במכתב המשרד להגנת הסביבה מ-12.1.2020 (ראו להלן).
2021	עדכון תכנית ניטור מזח הפחם כמפורט במכתב המשרד להגנת הסביבה מ-11.7.2021 (ראו להלן). בדיקה כל 5 שנים (בוצע לאחרונה 2020).
2023	הוספת בדיקות צריום, טונגסטן וטיטניום בסדימנט בשלוש נקודות (פעם בשנתיים) בהקשר להזרמה של תמלחות תעשייתיות ממפעל אינטל אלקטרוניקה, כמפורט במכתב המשרד להגנת הסביבה מ-8.6.2023 (ראו להלן). ביטול ניטור

אישורי והנחיות המשרד להגנת הסביבה לשינויים בתכנית הניטור החל משנת 2017



א' סיון תשע"ח
15 מאי 2018



לכבוד

כפיר אברמזון, מנהל מעבדה ימית, חברת החשמל
רני מאירוביץ, וי.איי.די חברה להתפלה בע"מ
דניאל יפה, דוראד אנרגייה בע"מ
אלי כהן, מקורות חברת מים בע"מ

שלום רב,

הנדון: דו"ח הניטור לשנת 2017

סימוכין: היתר הורמה 48/2013 חברת החשמל רוטנברג; היתר הורמה 7/2018 וי.איי.די חברת להתפלה בע"מ; היתר הורמה 16/2017 דוראד אנרגייה בע"מ; היתר הורמה 37/2017 מקורות חברת מים בע"מ; דוח ניטור הסביבה הימית לשנת 2017

דו"ח הניטור שבסימוכין הוגש למשרדנו בסוף חודש אפריל 2018. הדו"ח נבדק. להלן דרישה להשלמות ומענה להמלצות הדו"ח. הדו"ח נשלח לבדיקה אצל יועץ המשרד לנושאי בטימטריה והידרוגרפיה. הערות בנושאים אלה תישלחנה בהמשך.

השלמות

- הנכם נדרשים להוסיף לדו"ח ניתוח מגמות רב שנתי של ריכוזי נוטריינטים במי הים, בדגש על ניטראט וניטריט, חנקן כללי וחומצה סיליצית. ניתן להגיש את הניתוח השנה בנפרד מהדו"ח עצמו, אך יש להקפיד לבצע ניתוח זה במסגרת דוחות הניטור בשנים הבאות. יש להגיש את הניתוח הנדרש עד 31.07.2018.
- מידות ה-CTD בסתיו 2017 הצביעו על מצב בו מי הקירור והתמלחת נעים צפונה ונשאבים בחזרה לתוך בריכת ההשקטה, שם הם נשאבים לתוך מערכת הקירור וחוזר חלילה. עליכם לפרט בדו"ח נפרד האם תופעה זו שכיחה, פרוט שכיחותה ומה השפעתה של תופעה זו על הטמפרטורה והמליחות בסמוך למוצאים ועל תפעול המתקנים – לביצוע עד 31.07.2018.

מענה להמלצות הדו"ח

- ניתן אישור להפחית את תדירות בדיקת כלל המתכות בסדימנט לפעם בשנתיים, זאת לאור ממצאי הניטור הרב שנתי שאינם מצביעים על הצטברותן בקרקעית. הניטור הבא: 2019
- ניתן אישור לאחד את הדרישה לבדיקת מתכות במי ים לפעם בחמש שנים. הניטור הבא: 2022
- ניתן אישור לבצע את בדיקת החי תוך המצע בתדירות של אחת לשנתיים בשתי עונות (אביב וסתיו). הניטור הבא: 2019. לחילופין ניתן לבצע את הניטור בשנה בה לא נעשה ניטור זה באורות רבין, בו גם עלתה התדירות לאחת לשנתיים.
- ניתן אישור להרחיב את מערך הנקודות לבדיקת ה-CTD באופן גמיש כך שיאפשר מיפוי מייצג של טווח השפעת ההזרמות על הטמפרטורה והמליחות של מי הים.
- לא ניתן אישור לבטל את בדיקות הכלור במי הים.

בברכה,

ד"ר דורן צורור

מרכז מדעי לניטור ומחקר בים



י' אייר תשע"ט
15 מאי 2019

לכבוד
מר כפיר אברמזון, מנהל מעבדה ימית, חברת החשמל
מר רני מאירוביץ, מנכ"ל, חברת VID
מר דניאל יפה, דוראד אנרגיה בע"מ
מר אלי כהן, מנכ"ל, מקורות חברת מים בע"מ
שלום רב,

הנדון: **אישור ביטול בדיקת מתכות בחומר מרחף בניטור הימי סביב מוצאי מי הקירור והתמלחת - "רוטנברג"**
סימוכין: היתר הזרמה 12/2019 חברת החשמל רוטנברג; היתר הזרמה 7/2018 וי.איי.די חברה להתפלה בע"מ;
היתר הזרמה 16/2017 דוראד אנרגיה בע"מ; היתר הזרמה 37/2017 מקורות חברת מים בע"מ; דו"ח ניטור
הסביבה הימית לשנת 2018

דו"ח הניטור שבסימוכין התקבל במשרדנו ונמצא בבדיקה.

על מנת לאפשר לצוות הניטור להתארגן לניטור האביב הקרוב, התבקשתי לתת מענה בנוגע להמלצתכם בדו"ח
בנוגע לביטול בדיקת המתכות בחומר מרחף במי הים.
ממצאי דוחות הניטור עד כה אינם מצביעים על חריגות בריכוזי המתכות מעבר לריכוזן הטבעי במי הים בשטח
הניטור. אני מאשר את ביטול בדיקת ריכוזי המתכות בחומר המרחף במי הים.
במקרה של שינוי במשטר ההזרמה של אחד מבעלי ההיתרים הדרישה לבדיקה זו תיבחן מחדש.
הערות נוספות/אישור הדו"ח וכן התייחסות לשאר המלצות הדו"ח יישלחו לאחר סיום הבדיקה.

בברכה,

ד"ר דרור צוראל

מרכז מדעי לניטור ומחקר בים
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית

העתיקים

מר רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
מר פרד ארזואן, סגן מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר אילן מלסטר, ממונה מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
ד"ר איריס ספראי, ממונה מניעת זיהום הים משפכים תעשייתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
גב' פיליס מאיר, מהנדסת איכות הסביבה, אתר רוטנברג, חברת החשמל
גב' אלה קוטלר, מנהלת המחלקה למניעת מפגעים ורישוי סביבתי, חברת החשמל
מר פטריק פרטוש, מנהל יחידת אספקת מים נגב צפוני, מקורות חברת המים
מר שי דרייזין, חברת ADOM (חברת התפעול)
מר אלכס רוסומחו, חברת ADOM (חברת התפעול)
פרופ' יובל כהן, יועץ למפעלים
גב' איילת מילר, צוות ניטור ימי, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה

From: דרור צוראל Dror Zurel
Sent: Wednesday, March 20, 2019 1:56 PM
To: 'Bar-el, Yotvat' <yotvat.bar-el@intel.com>
Subject: RE: שאלה לגבי תוכנית ניטור ימית

שלום יטבת,
לאחר שיחה עם היועץ של חברת החשמל ובדיקת הנושא לעומק, שוכנעתי שסולפאט אינו מהווה בעיה בסביבה הימית ואין צורך להוסיפו לתוכנית הניטור.
הפרמטרים שתידרשו לנטר, בהתאם להיתר ההזרמה לים שלכה, הם:
ניטראט, אמוניה, ניטריט, חנקן כללי, TOC, זרחן וסריקת מתכות ICP.

במידה וממצאי בדיקות החטף שלכם הנדרשות בהתאם להיתר ההזרמה יעידו על נוכחות מזהמים נוספים (לדוגמה דטרגנטים ו-BTX) תידרשו להוסיף פרמטרים אלה גם לניטור הימי.

בברכה,
ד"ר דרור צוראל
מרכז מדעי לניטור ומחקר בים
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
המשרד להגנת הסביבה





כ"ט בתשרי, תש"פ
28 באוקטובר, 2019

לכבוד
כפיר אברמזון
מנהל המעבדה הימית
חברת החשמל לישראל

שלום רב,

הנדון: עדכון דרישות לניטור בתימטרי-טופוגרפי בסביבת ההשפעה של המתקנים הימיים של החברה
סימוכין: תוכניות ניטור הסביבה הימית סביב תחנות הכוח החופיות;
פגישת חח"י והמשרד להגנת הסביבה מיום 22.10.2019

במסגרת תוכניות הניטור שבסימוכין נדרשה חברת החשמל לישראל (להלן חח"י) לבצע עבודות מיפוי בתימטרי וטופוגרפי. מטרת מיפוי זה הינה מעקב רב שנתי אחר השינויים בקרקעית הים ובקו החוף הנגרמים בשל השפעת המבנים הימיים של חברת החשמל, דוגמת בריכות ההשקטה, מזחי הפחם והצנרות הימיות.

לבקשתי, בוצעה לאחרונה בחינה מחודשת של ממצאי דוחות הניטור ע"י יועץ המשרד להגנת הסביבה לנושא תהליכים חופיים. בחוות דעתו נכתב כי ממצאי הניטור מצביעים ככלל על התייצבות קו החוף וקרקעית הים בסביבת המבנים הימיים ולכן אין צורך בהמשך המיפוי הנרחב שנעשה כבר שנים רבות.

עם זאת, ניכרים בכל שנה שינויים מורפולוגיים מקומיים ומצומצמים בהיקפם, הנוצרים כתוצאה מהמבנים הימיים ואשר יש להם משמעות סביבתית. לאור מסקנות אלה הומלץ לצמצם משמעותית את פעילות המיפוי ולמקד אותה בסביבתה הקרובה של המבנים והמתקנים הימיים.

להלן ההנחיות החדשות לביצוע המיפוי במסגרת תוכניות הניטור:

1. **שיטת המיפוי:** המיפוי הימי יבוצע, ככלל, באמצעות מד עומק מסוג רב-אלומה (multi-beam) ובגולות שיוגדרו בסעיפים שלהלן. בקרבת קו החוף, באזורים שבין עומקי מים של כ-4-5 מ' לבין כ-1.5-1.0 מ', יש לשקול את השימוש במד עומק מסוג חד-אלומה (single-beam) על פני רב-אלומה. במקרה של שימוש במד עומק מסוג חד-אלומה, תתבצע המדידה בחתכים ניצבים לחוף, במרווחים של 20 מ', וימופו מספר קווי בקרה במקביל לקו החוף. המיפוי הימי יושלם על ידי מיפוי גיאודטי (טופוגרפי) שיבצע מודד מוסמך, מאזור מי אפסיים (עומק כ-1.5 מ' מתחת ל"אפס איזון ארצי") ועד גובה טופוגרפי של 3+ מ' מעל "אפס איזון ארצי", ברצועת החוף. כלל המיפוי הימי יבוצע על פי התקן ההידרוגרפי המאושר על ידי ה-IHO.

כלל המידע הגולמי שייאסף במדידות השונות, בכלל זה נקודות העומק, נתיבי המיפוי, נקודות הבקרה, הכיולים השונים שבוצעו במהלך המדידה וכיו"ב, יצורפו כאסופת קבצים למפה המשולבת.

2. **תדירות המיפוי:** המיפוי יבוצע כל חמש שנים, אלא אם במהלך חמש השנים יתרחשו אירועים חריגים העלולים לגרום לשינוי משמעותי בקרקעית הים בסביבת המבנים, כגון סערות גלים קיצוניות.

3. **סקר צלילה:** בנוסף למיפוי, ייערך סקר צלילה באזורים בהם הצנרת גלויה על פי ממצאי המיפוי. הסקר יכלול:



3.1 צילום (וידאו וסטילס) תת-ימי של קרקעית הים, לאורך תוואי הצינורות (לפחות 5 מ' מכל צד של התוואי).

3.2 תיאור מילולי (בגוף הסרטון או בנפרד) המתאר את הנצפה בו.

3.3 תיאור מילולי נפרד של פרטי הסקר: מועד ביצוע, שם המבצע, מיקום, עומק, פירוט של פרטים מיוחדים אם נצפו. תיאור הסקר, ממצאיו והמלצות הסוקר (אם ישנן) יסוכמו בפרק נפרד בדוח הניטור.

4. **תקופת מעבר:** כיום, חברת החשמל מבצעת את המיפוי באמצעות מד עומק מסוג חד-אלומה. על מנת לאפשר לחברת החשמל להיערך לשינוי שיטת המיפוי, ניתן לבצע את המיפוי בדו"ח ניטור 2019 בעזרת מד עומק זה, אך יש לצופף את שריג קווי הסריקה של העומקים למרווחים של 10 מ' באזורי העניין שהוגדרו בישיבה שהתקיימה במשרדנו ביום 22/10/2019. כמו כן יש לאמת את הממצאים ע"י סקר וידאו בצלילה על פי ההנחיות בסעיף 3 לעיל.

5. במהלך הישיבה לעיל דיווחו נציגי חח"י כי השנה כבר בוצע מיפוי של קרקעית הים בסביבת צנרות הדלק בחדרה, אשדוד ורידינג באמצעות מד עומק מסוג רב-אלומה. לאור הודעת חח"י, יכלול דו"ח הניטור לשנת 2019 את ממצאי המיפויים וכן סקר צלילה בקטעים בהם הצנרת חשופה על פי ממצאי המיפוי. בשנת 2020 יבוצע מיפוי על פי ההנחיות החדשות.

6. הנחיות לתוכנית ניטור בתימטרי לאזור תחנת הכוח "רוטנברג"

- גבולות המיפוי: (צפון-דרום) ממרחק של 500 מ' מדרום למזח הפחם ועד 1,000 מ' מצפון לשובר הגלים המשני של נמל קצא"א: (מזרח-מערב) מגובה טופוגרפי של 3 מ' מעל אפס איזון ארצי בחוף ועד עומק מים 15 מ'.
- מיפוי מזח הפחם: רצועה שרוחבה 500 מ' משני צדי מזח הפחם והדולפין בקצהו.
- חפירת תחזוקה - בהנחה והתקיימה במהלך שנת הניטור חפירת תחזוקה, יש לצרף לתוכנית הניטור מפה מצבית של עומקי קרקעית הים בשטח נמל קצא"א וסביבתו לפני החפירה ובסיומה. כמו כן, יש לצרף מפה הפרשית המראה את נפחי החול שנחפרו (הנחיות להכנת המפות ימסרו בהמשך).

♦ ♦ ♦

בברכה,

ד"ר דרור צוראל

מרכז מדעי לניטור ומחקר בים

העתיקים

רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
פרד ארזואן, סגן מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
מעין חיים, מהנדסת סביבה חופית, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר איריס ספראי, ממונה מניעת זיהום ים משפכים תעשייתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר אילן מלסטר, ממונה מניעת זיהום ים ממקורות יבשתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
גידי בטלהיים, מרכז הוועדה למתן היתרי הטלה לים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר דב צביאלי, יועץ המשרד להגנת הסביבה לתהליכים חופיים וימיים
פרופ' יובל כהן, יועץ חברת החשמל

לכבוד
כפיר אברמזון
מנהל המעבדה הימית
חברת החשמל לישראל

שלום רב,

הנדון: עדכון דרישות לניטור מזחי הפחם של חברת החשמל
סימוכין: תוכנית ניטור הסביבה הימית סביב תחנות הכוח רוטנברג ואורות רבין;
חוות דעתו של פרופ' יובל כהן מיום 5/1/2020

במסגרת תוכניות הניטור שבסימוכין, הנדרשת כחלק מרישיון העסק של מזחי הפחם, נדרשה חברת החשמל לישראל (להלן "ח"ח") לבצע ניטור של השפעות פריקת הפחם במזחי הפחם של תחנות הכוח על הסביבה הימית. כפי שכתב בחוות דעתו של פרופ' יובל כהן שבסימוכין, ממצאי פרק זה בתוכנית הניטור לא הצביעו עד היום על השפעה ניכרת על הסביבה הימית, למעט מתחת למזח ועד מרחק של כ-160 מ' צפונה לו.

אינני מסכים עם קביעתו של פרופ' כהן כי ממצאי הניטור שוללים באופן חד משמעי השפעה של נשירת הפחם על הסביבה הימית. כידוע לך, האזור הממוקם ישירות תחת המזח של תחנת הכוח אורות רבין הוגדר על ידי הביולוג הימי שלכם כאזור רגיש במיוחד מבחינה אקולוגית, זאת בשל משיכתם הטבעית של בעלי חיים ימיים למבנים בים המספקים מחסה, וכן בשל איסור הדיג תחת המזח שאפשר התפתחות של חברת חי ייחודית. השפעת הפחם על חברת חי זו מעולם לא נבדקה במסגרת תוכניות הניטור, אשר בוצעה במרחק של 140 מ' ומעלה מצפון ומדרום למזחים. עם זאת, שוכנעתי כי גם אם ישנה השפעה, תוכנית הניטור הקיימת סביב המזחים אינה מתאימה למעקב אחריה.

אני מאשר את המלצתו של פרופ' כהן לעדכון תוכנית הניטור סביב המזחים:

החל משנת 2020 יש לבצע בדיקה באביב ובסתיו של תכולת הפחם הכללית בדגימות סדימנט (3 חזרות בכל מועד דיגום) במרחק שלא יעלה על 150 מ' צפונית לנקודת פריקת הפחם במזח. במקרה של קבלת ממצא של למעלה מ-10% פחם באחד ממועדי הניטור, ממצא אשר מעיד על אירוע נפילת פחם חדש לים, יש לבצע דיגום חוזר בהתאם לתוכנית הדיגום הקודמת. דיגום זה יכלול רק את אנליות אחוז הפחם, זאת על מנת לקבוע את גודל השטח שהושפע מאירוע זה. כמו כן יש לדווח ישירות ליחידה הארצית להגנת הסביבה הימית עם קבלת ממצא חריג זה.

תדירות ניטור זה תיקבע בהתאם לממצאי הניטור הקרוב בכל אחד משני מזחי הפחם, ובהתאם להתקדמות המעבר של התחנות מפחם לגז טבעי.

אישור זה אינו מבטל את הדרישה לנטר את שאר הפרמטרים בים, כפי שקיימים בתוכנית הניטור המאושרת.

בברכה,



ד"ר דרור צוראח

מרכז מדעי לניטור ומחקר בים



פל-ים 15א', ת.ד. 811 חיפה 31007 | טל': 04-8633511 | פקס: 04-8633520
www.sviva.gov.il hofim@sviva.gov.il
1-4 שינוי מתווה ניטור מזח הפחם חברת החשמל עמוד 1 מתוך 2 15:28 12/01/2020

העתיקים

רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
פרד ארוזואן, סגן מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
מעין חיים, מהנדסת סביבה חופית, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר איריס ספראי, ממונה מניעת זיהום ים משפכים תעשייתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר אילן מלסטר, ממונה מניעת זיהום ים ממקורות יבשתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
גידי בטלהיים, מרכז הוועדה למתן היתרי הטלה לים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר דב צביאלי, יועץ המשרד להגנת הסביבה לתהליכים חופיים וימיים
פרופ' יובל כהן, יועץ חברת החשמל

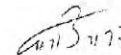
ב' אב תשפ"א
11 יולי 2021

לכבוד
כפיר אברמזון, מנהל המעבדה הימית, מחלקת אסדרה סביבתית, חברת השמל
שלום רב,

הנדון: **אישור ביצוע בדיקת אחוז פחם בסדימנט אחת לחמש שנים**
סימוכין: היתר הזרמה לים 12\2019 תחנת כוח רוטנברג; דו"ח ניטור הסביבה הימית לשנת 2020

לאור ממצאי אנליזת הפחם בסדימנט בדו"ח הניטור שבסימוכין אני מאשר את המלצתכם להגדיל את תדירות בדיקה זו לאחת לחמש שנים.
במידה ויימצא בעתיד כי ישנה עליה בריכוז הפחם בסדימנט, או במקרה שיהיה אירוע שפרכת פחם לים, תישקל חזרה לתדירות שנתית.

בברכה,



ד"ר דרור צוראל
מרכז מדעי לניטור ומחקר בים
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
המשרד להגנת הסביבה

העתקים:
רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
פרד ארזואן, סגן מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר איריס ספראי, ממונה מניעת זיהום הים משפכים תעשייתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
מייסא ענבתאוי, מרכז מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
אלה קוטלר, מנהלת מחלקת אסדרה סביבתית, חברת חשמל לישראל
פרופי יובל כהן, יועץ המפעלים

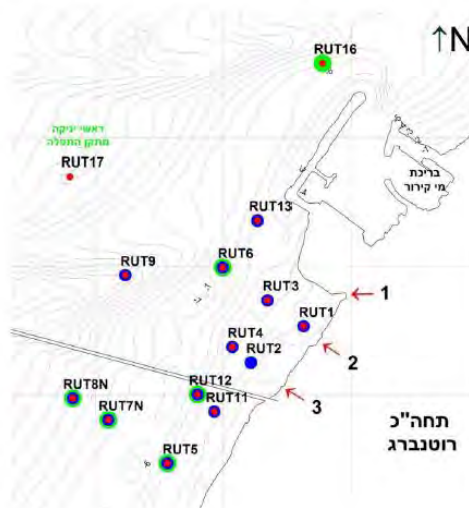
י"ט סיון תשפ"ג
 08 יוני 2023

לכבוד
 גבי יטבת בר-אל, ממונה איכות סביבה, אינטל אלקטרוניקה בע"מ
 שלום רב,

הנדון: עדכון תוכנית הניטור של הסביבה הימית סביב מוצא ההזרמה לים – אינטל אלקטרוניקה
 סימוכין: היתר מס' 5/2020; אינטל אלקטרוניקה בע"מ (נעבור אינטל קרית גת) – היתר הזרמה (רכו התפלת קולחים) לים –
 בקשה לשינוי היתר – השלמות, סעיף ט' 4; מכתבך מיום 6/6/2023

בהיתר ההזרמה שבסימוכין הנכס נדרשים לבצע ניטור של הסביבה הימית באזור ההשפעה הפוטנציאלי של
 הזרמת הקולחין ממפעלכם. תוכנית הניטור מבוצעת בשיתוף פעולה עם חברת החשמל, מקורות (רכו טיוב
 בארות), חברת דוראד ומתקן ההתפלה VID בהתאם לתוכנית הניטור שאושרה.

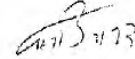
במסגרת בקשתכם לשינוי ההיתר עלה חשש להצטברות עתידית של מספר מתכות בקרקעית סביב המוצא, לרבות
 צריום, טיטניום וטונגסטן. לאור חשש זה, הנכם נדרשים להוסיף לתוכנית הניטור בדיקת ריכוזי מתכות אלה
 בנקודות דיגום הסדימנט הבאות: RUT1 ו-RUT3 וכן RUT5 כביקורת.



תדירות האנליזה עומדת כיום על פעם בשנתיים, ניתן להמשיך בתדירות זו. דיגום אחרון נעשה בשנת 2021. יש
 לבצע את בדיקת המתכות החל מדיגום הסדימנט הראשון שמתוכנן לאחר מועד שליחת מכתב זה.



בברכה,



ד"ר דרור צוראל
מרכז מדעי לניטור ומחקר בים
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
המשרד להגנת הסביבה

העתקים:

רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
פרד ארזואן, סגן מנהל היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה
ד"ר איריס ספראי, ממונה מניעת זיהום הים משפכים תעשייתיים, היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
כפיר אברמזון, חברת חשמל לישראל
דנה גרופר, מנהלת EHS, אינטל אלקטרוניקה בע"מ

From: דרור צוראל Dror Zurel <DrorZ@sviva.gov.il>
Sent: Monday, December 4, 2023 12:09 PM
To: Yuval Cohen <c_yuval@netvision.net.il>
Subject: RE: סיכום דיון בנושא תכנית ניטור רוטנברג

שלום יובל,
המצב ברור ומובן. ניתן אישור לא לבצע את ניטור הסתיו לשנת 2023.
בברכה,

ד"ר דרור צוראל
מרכז מדעי לניטור ומחקר בים
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית
המשרד להגנת הסביבה
ט"ל: 0506237652
דוא"ל: drorz@sviva.gov.il



From: Yuval Cohen <c_yuval@netvision.net.il>
Sent: Monday, December 4, 2023 11:50 AM
To: דרור צוראל Dror Zurel <DrorZ@sviva.gov.il>
Subject: סיכום דיון בנושא תכנית ניטור רוטנברג

דרור שלום,

להלן סיכום הדיון הטלפוני שלנו היום בנושא ניטור סתיו 2023, תכנית ניטור הסביבה הימית של חברת החשמל (אתר תחנות הכח רוטנברג), חברת וי.א.די (מתקן התפלה אשקלון), חברת מקורות (מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים), תחנת הכח דוראד אנרגיה, מפעל אינטל אלקטרוניקה (קרית גת):

עקב המצב הבטחוני לא ניתן לבצע את ניטור סתיו 2023 של תכנית הניטור לעיל אשר נדרש עפ"י תכנית הניטור.

מבחינת המרכיבים הביולוגיים של הניטור חלף הזמן המתאים לניטור סתיו.

לאור זאת בכל מקרה, ניטור סתיו 2023 לא יתבצע. ההסבר לאי הביצוע יירשם בדוח הניטור לשנת 2023.

נא אישורך.

יובל כהן

יועץ לחברת החשמל ולחברת וי.א.די

נספח ב'

נתוני הזרמה לים של הגורמים המנוטרים בשנת 2023

- הזרמות שנתיות
- הזרמות בתקופות הניטור

חברת החשמל לישראל

הנתונים נמסרו ע"י פיליס מאיר, מהנדסת איכות הסביבה, תח"כ רוטנברג
(מתוך דו"ח הזרמות לים שהוגש למשרד להגנת הסביבה)

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.1.23	20.0	19.3	-0.7	20.6	26.5	5.9	20.3	25.3	5.0	21.0	28.0	7.0
2.1.23	19.3	18.6	-0.7	19.9	25.8	5.9	19.6	24.6	5.0	19.8	26.6	6.8
3.1.23	19.5	18.7	-0.8	20.0	26.1	6.1	19.7	24.6	4.9	20.0	26.6	6.6
4.1.23	19.7	18.9	-0.8	20.2	26.1	5.9	19.8	24.8	5.0	20.1	26.7	6.6
5.1.23	19.8	19.0	-0.8	20.3	26.3	6.0	20.1	24.7	4.7	20.3	26.9	6.6
6.1.23	20.0	19.1	-0.9	20.4	26.3	5.9	20.1	24.8	4.6	20.4	27.0	6.5
7.1.23	19.7	18.8	-0.8	20.2	26.1	5.9	20.0	24.6	4.5	20.2	26.6	6.4
8.1.23	19.8	18.8	-1.0	20.2	22.7	2.5	19.9	24.5	4.6	20.2	26.8	6.5
9.1.23	20.0	19.1	-0.9	20.4	22.3	1.9	20.2	25.0	4.8	20.4	27.1	6.6
10.1.23	19.9	18.9	-1.0	20.4	23.0	2.6	20.0	24.7	4.6	20.3	26.9	6.6
11.1.23	19.7	18.9	-0.8	20.3	23.0	2.7	20.0	24.9	4.9	20.3	26.9	6.6
12.1.23	19.9	19.0	-0.9	20.4	23.7	3.3	20.1	25.3	5.2	20.4	27.1	6.8
13.1.23	19.6	18.9	-0.7	20.0	22.7	2.6	19.8	24.4	4.6	20.0	26.6	6.5
14.1.23	19.2	18.6	-0.6	19.9	22.6	2.7	19.5	24.6	5.0	19.8	26.5	6.8
15.1.23	19.4	18.6	-0.8	19.8	22.7	2.9	19.5	24.6	5.1	19.8	26.6	6.8
16.1.23	18.8	18.1	-0.7	19.7	22.9	3.2	19.4	24.5	5.1	19.6	26.4	6.7
17.1.23	18.3	18.0	-0.3	20.0	23.4	3.4	19.6	24.7	5.0	19.9	26.7	6.8
18.1.23	18.3	18.0	-0.3	20.1	22.7	2.6	19.7	24.4	4.7	20.0	26.7	6.7
19.1.23	18.5	18.0	-0.4	19.9	22.8	2.9	19.5	24.5	5.0	21.2	24.2	3.0
20.1.23	18.5	18.1	-0.4	19.9	22.4	2.6	19.5	23.8	4.3	19.7	19.8	0.1
21.1.23	18.6	18.1	-0.4	19.8	22.5	2.7	19.5	23.8	4.4	19.8	20.2	0.4
22.1.23	18.6	18.2	-0.5	19.9	22.4	2.4	19.6	24.3	4.7	20.2	27.5	7.3
23.1.23	18.6	18.2	-0.4	20.2	22.4	2.1	19.9	24.5	4.6	20.2	26.9	6.7
24.1.23	18.8	18.3	-0.5	20.1	22.2	2.1	19.7	24.1	4.5	19.9	26.3	6.4
25.1.23	18.9	18.4	-0.5	19.7	22.0	2.3	19.4	23.9	4.5	19.6	25.6	6.0
26.1.23	18.8	18.4	-0.3	19.7	22.0	2.4	19.3	23.7	4.4	22.7	22.0	-0.7
27.1.23	18.7	18.5	-0.3	19.6	22.2	2.6	19.4	23.7	4.3	25.5	24.3	-1.2
28.1.23	19.1	18.6	-0.5	19.8	22.3	2.5	19.6	24.0	4.3	25.3	25.0	-0.3
29.1.23	19.2	18.6	-0.6	20.0	23.6	3.6	19.7	24.1	4.4	22.2	21.9	-0.3
30.1.23	19.2	18.6	-0.5	19.9	22.1	2.2	19.5	24.0	4.6	19.7	19.5	-0.2
31.1.23	18.8	18.6	-0.2	19.4	21.8	2.4	19.0	23.8	4.7	19.3	19.1	-0.2

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.2.23	18.2	18.4	0.2	18.6	21.7	3.1	18.3	23.7	5.4	18.6	18.4	-0.1
2.2.23	18.0	18.4	0.4	17.7	20.5	2.8	17.4	22.3	5.0	17.6	17.4	-0.2
3.2.23	18.0	18.4	0.5	18.0	20.6	2.6	17.7	22.3	4.6	17.9	17.7	-0.1
4.2.23	17.7	18.4	0.7	18.1	21.0	2.9	17.8	23.0	5.2	18.1	17.9	-0.2
5.2.23	17.8	18.4	0.6	18.2	21.3	3.0	17.9	23.2	5.3	18.0	17.8	-0.2
6.2.23	17.8	18.3	0.5	17.8	21.5	3.7	17.3	23.3	6.0	17.5	17.4	-0.2
7.2.23	17.4	18.2	0.9	16.5	21.2	4.7	16.0	23.6	7.6	16.3	16.1	-0.2
8.2.23	17.2	18.2	1.1	16.0	20.7	4.7	15.6	22.5	6.9	15.8	15.6	-0.3
9.2.23	17.2	18.3	1.1	16.3	19.5	3.2	16.0	21.9	5.9	16.2	16.0	-0.2
10.2.23	17.3	18.3	1.0	17.4	19.4	2.0	17.1	22.5	5.4	17.2	17.1	-0.1
11.2.23	17.4	18.3	0.9	18.0	21.4	3.3	17.7	23.2	5.5	18.0	17.8	-0.2
12.2.23	17.5	18.2	0.6	17.8	21.1	3.4	17.4	23.0	5.6	17.7	17.5	-0.2
13.2.23	16.4	16.8	0.4	17.6	20.6	3.0	17.2	22.4	5.2	17.5	17.3	-0.3
14.2.23	16.5	16.6	0.1	17.6	21.1	3.4	17.3	23.0	5.8	17.5	17.3	-0.2
15.2.23	17.1	16.3	-0.8	17.7	20.9	3.2	17.4	22.9	5.6	16.5	16.3	-0.2
16.2.23	17.8	16.7	-1.1	18.3	21.4	3.2	17.9	23.3	5.4	16.7	16.5	-0.2
17.2.23	17.5	16.6	-0.8	18.0	20.5	2.5	17.6	22.2	4.5	16.4	16.1	-0.3
18.2.23	17.2	16.5	-0.7	17.7	20.1	2.4	17.4	21.8	4.4	16.2	15.9	-0.3
19.2.23	17.3	16.7	-0.6	17.8	20.3	2.5	17.4	22.2	4.7	16.6	16.2	-0.4
20.2.23	17.6	17.1	-0.4	18.1	20.7	2.6	17.7	22.4	4.7	17.2	16.6	-0.6
21.2.23	17.9	17.8	-0.1	18.4	21.1	2.7	18.0	22.7	4.7	17.7	17.3	-0.5
22.2.23	18.0	17.9	-0.1	18.5	21.4	2.9	18.1	22.7	4.6	17.4	17.0	-0.5
23.2.23	18.2	18.1	-0.1	18.7	21.3	2.6	18.3	23.0	4.7	17.8	17.3	-0.5
24.2.23	18.4	18.4	0.0	19.0	21.3	2.3	18.5	23.0	4.5	18.0	17.5	-0.5
25.2.23	18.5	18.4	-0.1	19.1	21.6	2.6	18.6	23.3	4.6	17.7	17.2	-0.6
26.2.23	18.6	18.4	-0.1	19.1	22.2	3.2	18.8	23.3	4.6	18.0	17.4	-0.6
27.2.23	18.6	18.3	-0.3	19.1	21.8	2.7	18.8	23.2	4.3	18.6	18.1	-0.4
28.2.23	18.1	17.9	-0.2	18.7	21.5	2.8	18.3	22.7	4.4	19.7	19.4	-0.3

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.3.23	18.1	17.9	-0.3	18.6	21.5	2.9	18.3	22.8	4.5	20.0	19.8	-0.3
2.3.23	18.3	17.9	-0.5	18.8	21.3	2.5	18.4	22.9	4.5	19.6	19.4	-0.2
3.3.23	18.4	18.0	-0.4	18.8	21.9	3.1	18.4	22.9	4.5	20.2	20.0	-0.2
4.3.23	18.5	18.1	-0.4	19.0	21.5	2.5	18.7	23.2	4.5	18.7	18.3	-0.4
5.3.23	18.6	18.2	-0.4	19.2	21.4	2.3	18.7	23.3	4.5	19.5	19.3	-0.2
6.3.23	18.9	18.6	-0.4	19.5	21.8	2.4	19.1	23.7	4.6	20.1	19.9	-0.2
7.3.23	19.1	18.7	-0.4	19.6	22.6	3.1	19.2	24.3	5.1	19.4	19.3	-0.1
8.3.23	18.7	18.4	-0.3	19.3	21.7	2.4	18.9	23.4	4.5	19.1	18.9	-0.2
9.3.23	18.9	18.2	-0.7	19.4	21.9	2.5	19.0	23.8	4.8	19.2	19.1	-0.1
10.3.23	19.0	18.7	-0.3	19.5	22.6	3.0	19.2	24.6	5.5	19.4	19.4	0.0
11.3.23	19.1	18.7	-0.4	19.5	22.5	3.0	19.2	25.1	5.9	19.5	19.4	-0.1
12.3.23	18.9	20.2	1.4	19.5	22.4	3.0	19.1	23.8	4.7	20.2	19.9	-0.3
13.3.23	19.4	19.1	-0.3	20.0	24.8	4.8	19.6	25.5	5.9	23.9	23.2	-0.7
14.3.23	19.7	19.3	-0.3	20.1	25.9	5.7	19.8	25.1	5.3	21.6	21.4	-0.2
15.3.23	19.2	20.5	1.4	19.7	24.3	4.6	19.5	24.3	4.9	20.0	19.8	-0.2
16.3.23	19.1	21.3	2.2	19.6	23.3	3.7	19.3	23.8	4.5	19.7	19.5	-0.2
17.3.23	19.3	19.7	0.4	19.9	23.8	3.9	19.6	24.0	4.4	20.1	20.0	-0.1
18.3.23	19.5	19.3	-0.2	20.1	24.1	4.0	19.8	24.1	4.3	19.7	19.5	-0.3
19.3.23	19.7	21.8	2.1	20.2	24.2	4.0	20.0	24.6	4.6	19.9	19.8	-0.1
20.3.23	19.3	19.0	-0.2	19.9	24.4	4.5	19.4	24.0	4.6	19.5	19.2	-0.3
21.3.23	19.0	18.8	-0.3	19.6	26.4	6.8	19.2	23.7	4.5	19.3	19.1	-0.2
22.3.23	19.2	22.5	3.3	19.8	23.2	3.3	19.4	23.9	4.4	19.7	19.4	-0.3
23.3.23	19.3	18.9	-0.5	19.9	24.2	4.3	19.5	21.6	2.1	19.8	19.6	-0.2
24.3.23	19.2	18.6	-0.6	19.8	24.5	4.7	21.2	20.9	-0.2	19.7	19.5	-0.2
25.3.23	19.2	18.4	-0.7	19.6	24.6	4.9	22.9	22.6	-0.3	19.6	19.3	-0.2
26.3.23	19.2	18.5	-0.7	19.7	24.7	4.9	23.3	23.2	-0.1	19.6	19.4	-0.2
27.3.23	19.5	18.9	-0.6	20.1	25.2	5.2	20.5	20.4	0.0	19.5	19.3	-0.2
28.3.23	19.9	19.2	-0.7	20.4	25.8	5.5	20.0	20.0	0.0	19.7	19.4	-0.3
29.3.23	20.1	19.6	-0.5	20.6	26.1	5.5	20.2	20.2	0.0	20.0	19.7	-0.2
30.3.23	19.4	21.2	1.8	20.0	24.5	4.5	19.2	19.1	-0.1	19.0	19.0	0.0
31.3.23	19.2	18.7	-0.5	19.7	24.3	4.7	18.8	18.7	-0.1	18.6	18.6	0.0

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.4.23	19.3	18.8	-0.5	19.8	24.0	4.2	18.7	18.3	-0.4	18.7	18.5	-0.2
2.4.23	19.8	23.0	3.1	20.3	26.9	6.6	19.1	18.8	-0.3	19.3	19.2	-0.2
3.4.23	20.0	21.1	1.1	20.5	27.6	7.1	19.5	19.3	-0.2	20.5	21.1	0.6
4.4.23	20.0	19.4	-0.7	20.5	26.1	5.7	21.0	20.9	-0.2	20.5	20.2	-0.3
5.4.23	20.1	19.5	-0.6	20.7	23.2	2.5	20.6	20.5	-0.2	20.6	20.3	-0.3
6.4.23	20.2	19.6	-0.6	20.8	23.5	2.7	19.3	19.1	-0.2	20.8	20.6	-0.2
7.4.23	20.6	20.0	-0.6	21.1	23.8	2.7	20.1	20.0	-0.2	21.2	21.0	-0.2
8.4.23	20.6	20.1	-0.5	21.2	23.4	2.2	21.2	21.0	-0.2	21.2	21.0	-0.2
9.4.23	20.4	19.9	-0.5	20.9	23.2	2.2	22.2	22.0	-0.2	21.0	20.8	-0.2
10.4.23	20.2	19.7	-0.5	20.7	22.9	2.3	23.6	23.5	-0.1	20.7	20.5	-0.2
11.4.23	20.1	19.5	-0.5	20.6	22.7	2.1	21.7	21.6	-0.1	20.5	20.4	-0.2
12.4.23	19.7	19.1	-0.6	20.3	22.6	2.3	18.6	17.9	-0.7	20.2	20.0	-0.1
13.4.23	18.9	18.2	-0.7	19.5	21.8	2.3	17.8	17.1	-0.7	19.4	19.2	-0.2
14.4.23	19.4	18.7	-0.6	20.0	21.6	1.6	18.5	18.2	-0.3	19.9	19.7	-0.2
15.4.23	20.1	19.8	-0.2	20.6	22.6	1.9	19.1	18.9	-0.2	20.6	20.4	-0.2
16.4.23	20.8	27.7	6.9	21.2	23.3	2.1	19.8	19.7	-0.1	21.3	21.1	-0.1
17.4.23	21.2	22.5	1.2	21.8	23.9	2.1	20.3	20.2	-0.1	21.8	21.6	-0.2
18.4.23	21.5	21.2	-0.4	22.2	24.3	2.2	21.3	21.1	-0.2	22.2	22.4	0.2
19.4.23	21.6	21.0	-0.5	22.1	24.5	2.4	23.3	23.1	-0.2	22.3	22.8	0.5
20.4.23	21.5	20.9	-0.6	22.0	24.2	2.2	22.1	22.2	0.1	21.9	22.5	0.6
21.4.23	21.2	20.6	-0.6	21.7	23.8	2.1	20.6	20.5	-0.1	22.5	24.4	1.9
22.4.23	21.0	20.4	-0.6	21.5	24.3	2.8	21.0	20.9	-0.1	23.8	27.4	3.6
23.4.23	21.1	20.4	-0.6	21.5	23.9	2.4	21.1	20.9	-0.1	21.6	23.2	1.7
24.4.23	20.9	20.4	-0.6	21.5	23.8	2.3	21.3	21.0	-0.3	21.5	21.7	0.2
25.4.23	20.9	20.3	-0.6	21.3	23.7	2.4	21.2	20.9	-0.2	21.4	21.2	-0.2
26.4.23	20.8	20.2	-0.5	21.3	23.7	2.5	20.6	20.5	-0.2	21.3	21.1	-0.2
27.4.23	20.6	20.0	-0.6	21.0	23.6	2.5	20.5	20.3	-0.2	21.1	20.9	-0.2
28.4.23	20.4	19.8	-0.6	20.9	23.5	2.5	20.8	20.7	-0.1	20.9	20.6	-0.3
29.4.23	20.7	20.1	-0.6	21.2	23.8	2.5	20.6	20.3	-0.3	21.2	20.9	-0.3
30.4.23	20.3	19.7	-0.6	20.9	23.5	2.6	20.2	19.9	-0.3	20.9	20.6	-0.3

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.5.23	20.6	19.9	-0.7	21.1	23.8	2.7	20.1	19.6	-0.4	21.1	20.8	-0.3
2.5.23	21.4	20.7	-0.7	21.9	24.6	2.6	20.8	20.4	-0.4	21.9	21.7	-0.2
3.5.23	21.7	21.0	-0.6	22.2	24.9	2.7	21.4	21.0	-0.4	22.2	22.0	-0.3
4.5.23	21.7	21.0	-0.7	22.2	24.8	2.6	21.6	21.5	-0.1	22.1	21.9	-0.2
5.5.23	21.4	20.8	-0.6	22.0	24.5	2.5	21.6	21.4	-0.3	21.8	21.7	-0.2
6.5.23	21.6	21.1	-0.6	22.2	24.8	2.6	21.9	21.7	-0.2	22.1	22.0	-0.1
7.5.23	21.9	21.3	-0.6	22.5	26.0	3.5	22.2	22.0	-0.2	22.4	22.3	-0.2
8.5.23	22.4	21.7	-0.7	22.8	26.1	3.3	22.7	22.4	-0.3	22.8	22.6	-0.2
9.5.23	22.7	22.1	-0.6	23.3	28.7	5.4	23.1	23.1	0.0	23.2	23.1	-0.1
10.5.23	22.9	22.3	-0.6	23.4	27.0	3.6	23.2	23.8	0.6	23.4	23.2	-0.3
11.5.23	22.9	22.3	-0.6	23.4	27.0	3.6	23.1	23.8	0.7	23.3	23.2	-0.2
12.5.23	22.9	22.4	-0.5	23.5	27.2	3.7	23.2	23.7	0.5	23.4	23.3	-0.1
13.5.23	23.1	22.6	-0.5	23.8	27.4	3.6	23.4	23.7	0.3	23.7	23.5	-0.2
14.5.23	23.5	22.9	-0.6	24.1	27.9	3.8	23.8	26.7	2.9	24.1	23.9	-0.2
15.5.23	23.6	23.0	-0.5	24.2	28.2	4.0	24.0	29.6	5.6	24.1	23.9	-0.2
16.5.23	23.2	22.8	-0.4	23.9	27.3	3.4	23.6	26.1	2.5	24.0	23.7	-0.3
17.5.23	23.2	23.1	-0.2	23.9	27.8	3.9	23.6	23.6	0.0	24.2	24.0	-0.3
18.5.23	23.9	23.4	-0.5	24.5	28.9	4.4	24.2	24.2	-0.1	25.7	26.0	0.3
19.5.23	24.2	23.7	-0.5	24.9	26.5	1.6	24.7	24.6	-0.1	24.9	30.6	5.7
20.5.23	24.2	23.7	-0.5	24.8	22.4	-2.4	24.6	24.4	-0.2	24.8	31.4	6.6
21.5.23	24.2	23.6	-0.5	24.9	22.7	-2.2	24.6	24.3	-0.2	24.8	31.3	6.5
22.5.23	23.9	23.4	-0.5	24.6	22.4	-2.2	24.3	24.1	-0.2	24.6	31.0	6.4
23.5.23	24.4	23.9	-0.6	25.0	22.3	-2.7	24.9	24.6	-0.2	25.0	30.5	5.5
24.5.23	24.6	24.1	-0.5	25.4	22.8	-2.7	25.0	24.8	-0.2	25.2	32.9	7.7
25.5.23	24.1	23.5	-0.6	25.6	22.9	-2.7	24.4	24.2	-0.2	24.6	31.3	6.8
26.5.23	23.8	23.3	-0.5	25.6	22.6	-2.9	24.3	24.1	-0.2	24.5	31.1	6.6
27.5.23	23.0	22.6	-0.4	25.6	21.8	-3.8	23.4	23.2	-0.2	23.6	30.3	6.7
28.5.23	22.2	21.9	-0.4	25.2	21.8	-3.4	22.6	22.4	-0.2	22.8	29.9	7.1
29.5.23	22.8	22.4	-0.4	24.2	18.8	-5.4	23.2	23.0	-0.3	23.5	30.0	6.5
30.5.23	23.4	23.0	-0.5	24.7	19.3	-5.5	24.0	23.7	-0.3	24.1	30.8	6.6
31.5.23	23.6	23.2	-0.5	25.2	19.7	-5.4	24.1	23.9	-0.2	24.3	30.9	6.6

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.6.23	23.0	22.6	-0.4	25.3	19.9	-5.4	23.4	23.2	-0.2	23.6	30.2	6.6
2.6.23	22.4	21.9	-0.5	25.5	19.7	-5.8	22.6	22.3	-0.2	22.8	30.3	7.6
3.6.23	22.4	22.5	0.0	25.8	19.7	-6.1	22.9	22.7	-0.2	23.0	29.5	6.5
4.6.23	23.5	23.9	0.3	25.7	19.9	-5.8	24.0	23.8	-0.2	24.3	30.6	6.3
5.6.23	22.9	25.5	2.7	25.5	19.9	-5.6	23.3	23.1	-0.2	23.5	29.9	6.4
6.6.23	22.8	25.3	2.5	25.4	20.0	-5.4	23.3	23.1	-0.2	23.4	29.9	6.5
7.6.23	23.1	28.3	5.2	25.3	20.0	-5.3	23.6	23.4	-0.2	23.9	30.2	6.3
8.6.23	22.8	28.8	6.0	25.3	20.1	-5.2	23.1	22.9	-0.2	23.3	32.0	8.7
9.6.23	22.1	27.6	5.5	25.2	20.1	-5.1	22.5	22.3	-0.2	22.7	30.0	7.3
10.6.23	21.9	22.6	0.7	25.2	20.1	-5.1	22.3	22.1	-0.2	22.5	29.0	6.5
11.6.23	22.9	22.4	-0.5	25.2	20.2	-5.1	23.2	23.0	-0.2	23.5	29.9	6.4
12.6.23	23.8	23.3	-0.4	25.2	20.2	-5.0	23.9	23.7	-0.2	24.5	31.5	7.0
13.6.23	24.0	23.5	-0.5	25.1	20.4	-4.8	24.4	24.1	-0.3	27.0	37.4	10.3
14.6.23	24.0	23.5	-0.4	25.1	20.3	-4.8	24.5	24.3	-0.2	25.1	31.7	6.6
15.6.23	24.4	24.0	-0.5	24.9	20.1	-4.8	24.8	24.6	-0.2	25.1	31.6	6.5
16.6.23	24.9	24.4	-0.5	25.2	20.2	-5.0	25.4	25.2	-0.2	25.6	32.1	6.5
17.6.23	25.0	24.5	-0.5	25.7	20.5	-5.3	25.4	25.2	-0.2	25.7	32.1	6.4
18.6.23	25.4	24.9	-0.5	26.1	20.8	-5.3	25.9	25.6	-0.2	26.1	32.5	6.4
19.6.23	25.7	25.1	-0.6	26.3	21.2	-5.1	26.1	25.8	-0.3	26.3	32.7	6.4
20.6.23	25.9	25.4	-0.5	26.6	21.8	-4.8	26.4	26.2	-0.2	26.6	32.8	6.2
21.6.23	26.2	25.7	-0.5	26.9	22.1	-4.8	26.7	26.5	-0.2	27.0	33.2	6.2
22.6.23	26.6	26.1	-0.5	27.3	22.4	-4.9	27.1	26.8	-0.3	27.4	33.5	6.1
23.6.23	26.9	26.4	-0.5	27.6	22.6	-5.0	27.4	27.2	-0.2	27.6	33.1	5.4
24.6.23	27.1	26.6	-0.5	27.8	25.0	-2.8	27.6	27.4	-0.2	27.8	32.6	4.7
25.6.23	27.4	26.9	-0.5	28.1	22.6	-5.5	27.9	27.7	-0.2	28.1	34.2	6.1
26.6.23	27.5	27.1	-0.4	28.3	22.8	-5.6	28.1	27.9	-0.2	28.4	34.4	6.0
27.6.23	27.7	27.3	-0.4	28.5	23.0	-5.5	28.3	28.1	-0.2	28.6	34.5	5.9
28.6.23	28.0	27.5	-0.5	28.7	23.5	-5.2	28.5	28.3	-0.2	28.8	34.7	5.9
29.6.23	28.0	27.6	-0.4	28.8	23.6	-5.2	28.6	28.4	-0.2	28.9	34.3	5.4
30.6.23	23.9	23.8	-0.1	25.0	22.9	-2.1	24.2	24.2	0.0	24.6	29.1	4.5

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.7.23	28.4	28.0	-0.5	29.1	24.7	-4.5	29.0	28.8	-0.2	29.3	34.7	5.4
2.7.23	28.6	28.2	-0.4	29.3	24.7	-4.7	29.2	29.1	-0.1	29.5	34.9	5.4
3.7.23	28.6	28.2	-0.4	29.4	24.7	-4.8	29.4	29.9	0.5	29.5	34.9	5.4
4.7.23	28.9	28.4	-0.5	29.5	24.9	-4.6	29.4	29.9	0.5	29.8	35.1	5.4
5.7.23	28.9	28.4	-0.5	29.5	25.0	-4.5	29.5	29.9	0.4	29.7	35.6	5.9
6.7.23	29.0	28.5	-0.5	29.7	25.1	-4.5	29.5	31.2	1.7	29.9	35.2	5.3
7.7.23	29.2	28.7	-0.5	29.8	25.7	-4.1	29.6	34.9	5.3	30.0	32.0	2.0
8.7.23	29.4	29.0	-0.4	30.2	25.9	-4.3	30.0	35.2	5.1	30.4	30.5	0.1
9.7.23	29.6	29.2	-0.4	30.4	26.1	-4.3	30.3	35.9	5.6	30.5	30.7	0.2
10.7.23	29.7	29.3	-0.4	30.5	26.9	-3.6	30.4	37.8	7.4	30.6	32.2	1.6
11.7.23	30.1	29.7	-0.5	30.8	31.0	0.3	30.9	36.6	5.8	31.1	38.4	7.4
12.7.23	29.8	29.3	-0.4	30.6	32.1	1.5	30.4	35.3	4.9	30.7	36.1	5.4
13.7.23	29.9	29.4	-0.5	30.5	31.2	0.6	30.5	35.4	4.9	30.7	36.8	6.1
14.7.23	29.6	29.1	-0.5	30.3	30.4	0.1	30.1	35.6	5.5	30.3	36.4	6.1
15.7.23	29.8	29.3	-0.5	30.4	30.7	0.3	30.4	35.8	5.4	30.6	36.5	5.9
16.7.23	30.7	30.2	-0.5	31.3	30.7	-0.6	31.4	37.0	5.6	31.6	38.2	6.5
17.7.23	30.6	30.2	-0.4	31.4	28.0	-3.4	31.4	36.4	5.0	31.6	37.7	6.1
18.7.23	30.5	30.2	-0.4	31.3	29.8	-1.5	31.2	36.2	5.0	31.5	37.3	5.9
19.7.23	31.0	30.8	-0.2	31.7	30.1	-1.5	31.7	34.1	2.4	31.9	37.9	5.9
20.7.23	30.7	31.3	0.6	31.4	29.9	-1.5	31.2	31.5	0.3	31.5	37.3	5.9
21.7.23	30.8	36.1	5.3	31.5	29.9	-1.5	31.4	33.4	2.0	31.7	37.6	5.9
22.7.23	31.5	37.1	5.6	32.1	31.5	-0.6	32.3	37.8	5.5	32.5	37.6	5.1
23.7.23	31.9	37.6	5.7	32.5	32.1	-0.5	32.9	37.7	4.8	33.1	38.4	5.4
24.7.23	31.3	36.8	5.5	31.8	31.3	-0.6	32.2	36.8	4.6	32.5	38.2	5.6
25.7.23	31.4	36.5	5.1	31.8	46.9	15.1	32.2	36.8	4.6	32.4	37.8	5.5
26.7.23	31.8	36.7	4.9	32.4	41.4	9.0	32.9	37.6	4.7	33.0	38.5	5.5
27.7.23	32.3	36.7	4.4	32.7	39.8	7.1	33.1	37.7	4.6	33.3	38.7	5.3
28.7.23	32.1	36.7	4.6	32.6	35.5	2.9	32.9	37.5	4.6	33.1	38.4	5.3
29.7.23	31.7	36.2	4.5	32.3	34.8	2.5	32.4	36.8	4.4	32.7	37.9	5.2
30.7.23	31.5	36.4	4.8	32.2	34.7	2.5	32.3	37.1	4.8	32.4	38.3	5.8
31.7.23	31.5	36.1	4.7	32.2	34.7	2.5	32.5	36.4	3.9	32.4	38.2	5.7

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.8.23	31.6	37.2	5.6	32.3	35.1	2.8	32.4	36.0	3.6	32.7	39.5	6.9
2.8.23	31.5	36.2	4.6	32.4	35.0	2.6	32.2	37.5	5.3	32.4	38.4	6.0
3.8.23	31.3	35.8	4.5	32.1	40.6	8.5	32.0	37.3	5.3	32.2	37.2	5.0
4.8.23	32.1	36.6	4.5	32.5	41.6	9.0	32.8	37.2	4.4	33.0	37.9	4.9
5.8.23	32.8	37.8	5.0	33.3	42.2	8.9	33.8	38.3	4.5	34.0	38.9	4.9
6.8.23	32.3	37.8	5.4	33.0	42.0	9.0	33.3	37.5	4.3	33.3	38.3	5.0
7.8.23	31.5	34.3	2.9	32.2	41.1	9.0	32.2	36.5	4.3	32.4	37.3	4.9
8.8.23	31.3	31.1	-0.2	32.0	40.9	8.9	32.0	36.2	4.2	32.2	37.2	5.0
9.8.23	31.4	31.2	-0.2	32.1	40.7	8.6	32.1	36.3	4.1	32.4	37.4	5.0
10.8.23	31.6	31.4	-0.2	32.2	40.6	8.4	32.4	36.6	4.3	32.6	37.5	4.9
11.8.23	31.4	31.2	-0.2	32.1	41.4	9.3	32.0	36.3	4.4	32.2	37.2	4.9
12.8.23	30.8	31.7	1.0	31.5	40.4	8.9	31.4	35.7	4.3	31.6	37.4	5.8
13.8.23	30.7	37.0	6.3	31.3	36.8	5.5	31.5	37.0	5.4	31.7	37.7	6.0
14.8.23	31.9	37.9	6.0	32.5	31.5	-1.0	32.5	38.1	5.6	32.8	38.9	6.2
15.8.23	32.8	38.1	5.3	33.4	42.0	8.7	33.5	38.0	4.5	33.8	39.8	6.0
16.8.23	33.2	38.8	5.5	33.6	42.8	9.2	34.2	38.7	4.5	34.2	39.1	4.9
17.8.23	32.2	37.0	4.7	33.0	41.8	8.9	33.0	37.7	4.7	33.3	38.7	5.4
18.8.23	32.7	37.5	4.8	33.4	42.2	8.9	33.5	38.3	4.8	33.7	39.4	5.7
19.8.23	32.5	32.9	0.3	33.3	42.3	9.0	33.2	38.0	4.8	33.5	39.2	5.8
20.8.23	31.5	31.4	-0.2	32.2	41.4	9.2	32.2	37.0	4.9	32.4	37.8	5.4
21.8.23	31.4	31.5	0.1	32.1	41.8	9.7	32.1	36.7	4.6	32.3	37.4	5.1
22.8.23	31.3	32.2	0.9	31.9	40.5	8.5	32.0	36.5	4.5	32.2	37.2	5.0
23.8.23	31.0	33.2	2.2	31.7	40.0	8.3	31.7	36.4	4.7	31.9	37.2	5.2
24.8.23	30.9	30.6	-0.2	31.6	39.9	8.3	31.5	36.0	4.5	31.8	36.7	4.9
25.8.23	30.5	30.0	-0.5	31.2	39.6	8.3	31.1	35.7	4.6	31.3	36.2	4.8
26.8.23	30.5	30.0	-0.5	31.2	39.4	8.3	31.2	35.8	4.6	31.4	36.4	5.0
27.8.23	31.2	30.7	-0.5	31.8	40.0	8.3	32.0	36.5	4.6	32.1	37.1	5.0
28.8.23	31.2	30.6	-0.5	31.8	40.0	8.2	31.9	36.5	4.7	32.1	37.1	5.1
29.8.23	31.3	30.9	-0.5	32.0	40.3	8.3	32.0	36.7	4.7	32.3	37.3	5.0
30.8.23	31.5	31.0	-0.6	32.0	41.3	9.3	32.2	36.9	4.8	32.4	37.5	5.1
31.8.23	31.1	30.6	-0.5	31.7	37.2	5.5	31.7	36.6	4.9	32.0	37.3	5.4

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.9.23	30.9	30.3	-0.5	31.4	34.9	3.5	31.6	36.3	4.8	31.7	36.7	5.0
2.9.23	30.6	30.1	-0.5	31.2	35.2	4.0	31.2	34.1	2.9	31.5	37.2	5.8
3.9.23	30.6	30.2	-0.5	31.2	35.4	4.2	31.3	36.0	4.7	31.5	37.3	5.8
4.9.23	30.4	30.2	-0.2	31.1	35.6	4.6	31.1	36.3	5.2	31.4	36.9	5.6
5.9.23	30.4	30.2	-0.2	31.1	38.7	7.6	31.1	35.3	4.2	31.3	36.9	5.6
6.9.23	30.3	30.0	-0.3	30.9	42.8	11.9	30.8	35.7	4.9	31.1	36.9	5.9
7.9.23	30.0	29.7	-0.3	30.7	44.8	14.1	30.6	35.2	4.6	30.8	36.6	5.7
8.9.23	29.4	29.1	-0.3	30.1	44.8	14.7	30.1	35.2	5.1	30.3	36.3	6.0
9.9.23	29.7	29.5	-0.3	30.5	44.7	14.3	30.3	35.0	4.7	30.6	36.3	5.6
10.9.23	30.9	30.6	-0.3	31.4	45.1	13.6	31.4	36.5	5.1	31.7	37.4	5.6
11.9.23	30.1	29.8	-0.3	30.8	44.5	13.7	30.7	35.6	4.9	31.0	36.8	5.9
12.9.23	29.3	29.1	-0.2	30.1	44.5	14.4	29.9	35.4	5.5	30.2	36.4	6.2
13.9.23	29.5	29.3	-0.3	30.2	43.3	13.1	30.0	34.7	4.7	30.3	36.0	5.7
14.9.23	29.9	29.8	-0.1	30.5	42.6	12.1	30.7	35.2	4.5	30.8	36.5	5.8
15.9.23	29.6	29.6	0.0	30.3	37.0	6.7	30.3	34.7	4.4	30.6	36.2	5.7
16.9.23	29.3	29.1	-0.2	30.0	34.4	4.4	29.9	34.5	4.6	30.2	36.0	5.8
17.9.23	29.4	29.1	-0.3	30.0	33.7	3.6	29.9	34.6	4.6	30.2	36.1	6.0
18.9.23	29.6	30.2	0.7	30.1	33.2	3.1	30.2	34.7	4.5	30.5	36.3	5.9
19.9.23	29.6	30.6	1.0	30.3	33.3	3.1	30.3	35.0	4.7	30.5	36.5	5.9
20.9.23	29.7	31.7	2.1	30.2	33.4	3.2	30.3	34.8	4.4	30.5	36.3	5.8
21.9.23	29.7	34.5	4.8	30.0	33.1	3.1	30.3	34.8	4.5	30.5	36.8	6.3
22.9.23	29.7	34.5	4.9	30.1	33.1	3.0	30.2	35.0	4.7	30.6	36.6	6.0
23.9.23	29.6	32.3	2.7	30.2	33.2	3.0	30.3	34.6	4.4	30.5	36.1	5.7
24.9.23	29.5	31.5	2.0	30.3	33.3	3.0	30.0	34.5	4.5	30.4	36.0	5.6
25.9.23	29.8	34.4	4.6	30.3	33.3	3.0	30.5	34.9	4.4	30.7	36.5	5.9
26.9.23	29.8	34.4	4.6	30.5	33.3	2.8	30.4	34.8	4.4	30.6	36.4	5.8
27.9.23	29.5	34.1	4.6	30.5	33.4	2.9	30.0	34.4	4.4	30.3	36.0	5.7
28.9.23	29.4	33.8	4.4	30.4	33.4	3.0	29.9	34.4	4.4	30.1	36.0	5.9
29.9.23	29.2	33.7	4.4	30.3	33.0	2.7	29.9	34.3	4.5	30.1	35.8	5.7
30.9.23	29.1	33.1	4.0	30.1	32.8	2.7	29.5	34.0	4.5	29.8	35.6	5.8

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.10.23	28.7	33.0	4.3	30.0	32.8	2.8	29.3	33.7	4.4	29.5	35.4	5.9
2.10.23	28.6	32.9	4.3	29.7	32.8	3.1	29.2	33.6	4.4	29.5	35.1	5.6
3.10.23	28.5	33.0	4.5	29.7	32.8	3.2	29.1	33.6	4.5	29.3	35.1	5.8
4.10.23	28.4	33.7	5.3	29.6	32.8	3.2	29.1	33.7	4.6	29.2	35.0	5.8
5.10.23	28.1	33.7	5.6	29.5	32.8	3.4	28.6	33.1	4.6	28.8	34.7	5.9
6.10.23	27.7	33.9	6.2	29.5	32.8	3.4	28.2	32.7	4.5	28.4	34.5	6.1
7.10.23	28.0	32.9	4.9	29.4	32.8	3.4	28.4	30.9	2.5	28.6	31.9	3.3
8.10.23	28.1	33.7	5.5	29.3	32.8	3.5	28.7	28.9	0.2	28.9	28.9	0.0
9.10.23	27.7	33.6	5.9	29.2	32.8	3.5	28.1	31.4	3.3	28.3	28.4	0.1
10.10.23	27.5	32.4	4.9	29.1	32.7	3.6	28.0	32.5	4.5	28.2	28.3	0.1
11.10.23	27.8	32.3	4.6	29.1	32.7	3.6	28.2	32.7	4.5	28.5	28.6	0.1
12.10.23	27.8	31.3	3.5	29.0	32.7	3.7	28.3	32.7	4.5	28.5	28.5	0.1
13.10.23	27.7	31.8	4.2	28.8	32.7	3.8	28.1	32.7	4.6	28.2	28.4	0.2
14.10.23	27.5	31.5	3.9	28.8	22.8	-6.0	28.1	32.6	4.6	28.3	28.3	0.0
15.10.23	27.6	31.2	3.6	28.7	32.6	3.9	28.1	32.7	4.6	28.3	28.5	0.2
16.10.23	27.2	30.9	3.6	28.7	32.6	3.9	27.7	32.3	4.7	27.9	28.3	0.4
17.10.23	27.0	30.6	3.6	28.6	32.5	4.0	27.5	32.4	4.9	27.7	28.1	0.3
18.10.23	27.0	30.8	3.8	28.4	32.5	4.0	27.5	32.1	4.6	27.7	28.1	0.3
19.10.23	27.1	31.3	4.2	28.4	32.4	4.1	27.5	32.2	4.7	27.7	28.1	0.3
20.10.23	26.8	31.0	4.2	28.3	32.4	4.1	27.3	32.1	4.8	27.4	27.8	0.4
21.10.23	26.6	30.8	4.2	28.2	32.3	4.2	27.0	31.8	4.8	27.2	27.4	0.2
22.10.23	26.6	30.9	4.3	28.2	32.3	4.1	27.0	31.8	4.8	27.3	27.4	0.1
23.10.23	26.9	31.2	4.4	28.2	32.3	4.1	27.3	31.3	4.0	27.6	27.7	0.1
24.10.23	27.1	30.6	3.5	28.2	32.2	4.1	27.4	31.9	4.5	27.6	27.8	0.2
25.10.23	27.1	30.6	3.5	28.1	32.2	4.1	27.4	31.3	3.9	27.7	31.8	4.1
26.10.23	27.0	33.9	6.9	28.1	32.2	4.1	27.4	27.7	0.3	27.7	36.0	8.2
27.10.23	26.9	35.6	8.7	28.1	32.1	4.0	27.3	27.4	0.2	27.6	33.4	5.8
28.10.23	27.0	31.2	4.2	28.1	32.1	4.0	27.4	27.5	0.2	27.6	32.8	5.2
29.10.23	27.0	32.9	5.9	28.1	32.1	4.0	27.4	27.6	0.2	27.6	34.1	6.5
30.10.23	26.8	32.0	5.2	28.1	32.1	4.0	27.1	27.3	0.2	27.4	33.3	5.9
31.10.23	26.6	31.6	5.0	28.0	32.1	4.0	31.2	29.6	-1.6	27.3	33.1	5.8

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.11.23	26.8	31.4	4.7	28.1	32.0	4.0	33.7	31.1	-2.6	27.4	32.9	5.5
2.11.23	26.9	31.6	4.7	28.0	32.0	4.0	30.9	29.6	-1.3	27.6	33.1	5.5
3.11.23	26.8	31.3	4.5	27.9	32.0	4.1	27.2	27.5	0.3	27.5	32.5	5.0
4.11.23	26.7	30.9	4.2	27.7	31.9	4.2	27.0	27.3	0.3	27.2	32.3	5.0
5.11.23	26.3	30.8	4.4	27.7	31.9	4.2	26.8	26.8	0.0	27.1	32.1	5.1
6.11.23	26.3	30.8	4.5	27.6	31.9	4.3	26.8	26.6	-0.2	27.1	32.9	5.9
7.11.23	26.3	30.7	4.4	27.5	31.8	4.4	26.7	26.6	-0.2	27.0	32.1	5.1
8.11.23	26.3	30.7	4.4	27.4	31.8	4.4	26.6	26.5	-0.2	27.0	32.2	5.2
9.11.23	26.2	30.6	4.4	27.2	31.7	4.5	26.5	26.4	-0.2	26.9	32.2	5.3
10.11.23	26.1	30.4	4.4	27.1	31.7	4.6	26.5	26.2	-0.3	26.7	31.9	5.2
11.11.23	25.8	30.3	4.4	27.1	31.6	4.6	26.3	26.0	-0.2	26.6	31.7	5.0
12.11.23	25.7	30.2	4.5	27.0	31.6	4.6	26.1	25.9	-0.2	26.4	31.4	5.0
13.11.23	25.8	30.5	4.7	27.1	31.6	4.5	26.3	26.0	-0.3	26.5	31.5	5.1
14.11.23	25.8	32.3	6.4	26.9	31.6	4.6	26.3	26.0	-0.3	26.5	31.4	4.9
15.11.23	25.5	30.1	4.6	26.4	31.5	5.1	25.9	25.6	-0.2	26.1	31.7	5.6
16.11.23	25.4	30.0	4.6	26.3	31.4	5.1	25.8	25.6	-0.2	26.1	31.1	5.0
17.11.23	25.5	30.2	4.7	26.3	31.4	5.1	25.9	25.7	-0.2	26.1	31.2	5.1
18.11.23	25.3	29.8	4.5	26.3	31.3	5.1	25.7	25.4	-0.3	26.0	31.0	5.0
19.11.23	24.7	29.3	4.5	26.1	31.3	5.2	25.2	24.9	-0.3	25.5	30.5	5.0
20.11.23	23.6	28.0	4.4	25.7	31.2	5.5	23.8	23.6	-0.2	24.2	29.2	5.0
21.11.23	23.4	28.3	4.9	25.7	31.2	5.5	23.7	23.5	-0.2	24.1	29.3	5.3
22.11.23	23.9	29.1	5.2	25.5	31.1	5.6	24.3	24.0	-0.2	24.4	31.2	6.8
23.11.23	23.9	27.2	3.2	25.5	31.0	5.5	24.3	24.0	-0.3	24.5	29.6	5.0
24.11.23	24.0	26.8	2.8	25.5	31.0	5.5	24.3	24.1	-0.2	24.6	29.5	4.9
25.11.23	23.9	26.7	2.9	25.4	30.9	5.5	24.2	24.0	-0.2	24.5	29.4	4.9
26.11.23	23.2	26.1	2.9	25.4	30.8	5.5	23.6	23.4	-0.2	23.8	28.7	4.9
27.11.23	22.6	25.4	2.8	25.2	30.8	5.6	22.5	22.3	-0.2	23.1	28.0	4.9
28.11.23	22.5	25.2	2.7	24.9	30.7	5.9	22.2	21.9	-0.3	23.1	29.0	5.9
29.11.23	22.8	26.1	3.3	24.7	30.6	5.9	21.9	21.6	-0.3	23.5	28.3	4.8
30.11.23	22.9	25.8	2.9	24.6	30.6	6.0	22.1	21.7	-0.4	23.7	29.9	6.3

תאריך	יחידה 1			יחידה 2			יחידה 3			יחידה 4		
	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש	כניסה	יציאה	הפרש
1.12.23	23.0	25.9	2.8	24.7	30.5	5.8	22.7	22.1	-0.6	23.6	29.6	6.0
2.12.23	22.9	25.8	2.8	24.6	30.4	5.8	23.3	23.0	-0.3	23.5	29.5	5.9
3.12.23	22.9	25.6	2.8	24.6	30.4	5.7	23.3	22.9	-0.4	23.4	29.4	6.0
4.12.23	23.0	25.8	2.8	24.7	30.3	5.6	23.3	23.0	-0.3	23.6	29.5	5.9
5.12.23	23.0	27.4	4.4	24.7	30.3	5.6	23.4	23.1	-0.3	23.5	29.5	6.0
6.12.23	22.8	27.6	4.8	24.6	30.2	5.6	23.1	22.9	-0.2	23.4	28.9	5.5
7.12.23	22.6	28.3	5.7	24.5	30.2	5.6	23.0	22.6	-0.3	23.2	28.0	4.9
8.12.23	22.7	26.7	4.0	24.5	30.1	5.6	23.1	22.8	-0.2	23.3	28.3	5.0
9.12.23	22.5	25.3	2.9	24.4	30.0	5.7	22.8	22.5	-0.3	23.0	27.9	4.8
10.12.23	22.2	25.0	2.8	24.2	30.0	5.7	22.1	22.1	0.0	22.8	27.6	4.9
11.12.23	22.2	25.0	2.8	24.2	29.9	5.7	21.4	21.0	-0.3	22.7	27.5	4.8
12.12.23	22.1	24.9	2.8	24.0	29.8	5.8	21.9	21.6	-0.3	22.6	27.5	4.9
13.12.23	22.1	25.0	2.9	23.8	29.4	5.6	22.4	22.2	-0.2	22.6	27.5	4.9
14.12.23	21.7	24.5	2.8	23.7	28.4	4.7	21.9	21.7	-0.3	22.1	27.1	5.1
15.12.23	21.9	24.8	2.9	23.6	27.3	3.7	22.2	22.0	-0.3	22.4	27.6	5.2
16.12.23	21.9	24.7	2.8	23.6	26.9	3.2	22.1	21.8	-0.3	22.3	27.1	4.8
17.12.23	21.7	24.6	2.8	23.6	26.3	2.7	22.0	21.7	-0.2	22.2	27.0	4.7
18.12.23	21.7	24.5	2.8	23.6	25.9	2.2	21.9	21.7	-0.2	22.1	26.9	4.8
19.12.23	21.2	24.1	2.8	22.7	25.1	2.4	21.6	21.4	-0.2	21.7	26.9	5.1
20.12.23	21.3	24.1	2.8	22.3	25.4	3.1	21.6	21.3	-0.3	21.8	26.6	4.8
21.12.23	21.2	24.1	2.9	22.2	25.6	3.4	21.5	21.3	-0.2	21.7	26.5	4.8
22.12.23	20.6	23.4	2.8	21.5	26.6	5.0	20.9	20.7	-0.2	21.1	25.9	4.9
23.12.23	19.9	22.6	2.7	21.4	26.6	5.2	20.0	19.8	-0.2	20.3	25.2	4.9
24.12.23	20.1	23.1	3.0	21.7	26.4	4.7	20.4	20.2	-0.2	20.6	25.6	5.0
25.12.23	20.8	23.6	2.8	21.9	25.9	4.0	21.2	20.9	-0.3	21.5	26.3	4.8
26.12.23	21.0	24.0	3.0		25.1		21.4	21.2	-0.2	21.7	26.6	4.9
27.12.23	21.1	23.8	2.8		25.4		21.4	21.2	-0.2	21.7	26.6	4.9
28.12.23	21.1	24.2	3.1		25.2		21.5	21.2	-0.2	21.7	26.6	4.9
29.12.23	20.9	23.6	2.8		25.0		21.2	20.9	-0.3	21.3	26.3	5.0
30.12.23	20.7	23.5	2.8		25.3		21.0	20.8	-0.2	21.4	26.2	4.8
31.12.23	20.8	23.6	2.8		25.3		21.1	20.9	-0.2	21.4	26.3	4.9

משבצת ריקה-תקלה בקריאת טמפרטורה

שנת 2023
הזרמות לים, מ"ק

ממתקן טיהור שפכים ב- FGD	מבריכת השפכים התעשייתיים האתרית	חודש
2,712	0	ינואר
4,891	0	פברואר
3,717	0	מרץ
1,944	0	אפריל
2,588	0	מאי
5,614	0	יוני
8,270	0	יולי
8,456	0	אוגוסט
10,106	0	ספטמבר
10,593	0	אוקטובר
10,985	3,000	נובמבר
7,385	3,000	דצמבר
77,261	6,000	סה"כ

עומס שנתי בק"ג מתוך דו"חות הזרמה לים

שפכים מטופלים ממתקן טיהור השפכים במערכת FGD	קולחים תעשייתיים מסולקים מבריכה אתרית	
0	0	Ag
0.19	0	As
0	0	Cd
0	0	Cr
0.25	0	Cu
6.85	0.83	Fe
31.80	0.23	Mo
0	0	Ni
0.26	0	Pb
0	0	V
5.26	0	Zn
0	0	Co
0.03	0	Hg
5.16	0	זרחן כללי
10,763.7	0	ניטרט כ- N
7,362.10	108.30	חנקן קלדהל כ- N
1,819.80	66.90	אמוניה כ- N
18,166.20	108.57	חנקן כללי כ- N
0	6.00	TSS
1,148.70	39.24	TOC (C)
0	0	שמן מינרלי

ריכוז כלור חופשי בתעלות מוצא

	יחידה 1	יחידה 2	יחידה 3	יחידה 4			יחידה 1	יחידה 2	יחידה 3	יחידה 4
תאריך	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		תאריך	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1.1.23	0.08	0.07	0.08	0.04		1.6.23	0.12	יחידה מופסקת	0.15	0.16
11.1.23	0.11	0.11	0.11	0.15		7.6.23	0.13		0.12	0.12
16.1.23	יחידה מופסקת	0.11	0.19	0.17		16.6.23	0.10		0.18	0.20
25.1.23		0.13	0.20	0.18		20.6.23	0.09	0.11	0.18	0.13
1.2.23		0.00	0.15	0.13		28.6.23	0.20	0.02	0.19	0.15
8.2.23		0.20	0.14	0.14		6.7.23	0.13	0.14	0.14	0.03
15.2.23	0.20	0.18	0.17	0.08		10.7.23	0.15	0.14	0.16	0.19
22.2.23	0.18	0.19	0.14	0.15		20.7.23	0.06	0.17	0.12	0.07
28.2.23	0.15	0.14	0.20	0.07		26.7.23	0.08	0.11	0.18	0.11
9.3.23	0.15	0.11	0.14	0.03		4.8.23	0.12	0.11	0.08	0.11
16.3.23	0.16	0.13	0.19	0.07		10.8.23	0.13	0.17	0.11	0.10
20.3.23	0.12	0.09	0.15	0.11		15.8.23	0.15	0.18	0.20	0.17
28.3.23	0.13	0.11	0.10	0.15		24.8.23	0.20	0.12	0.15	0.14
5.4.23	0.18	0.15	יחידה מופסקת	0.19		31.8.23	0.06	0.03	0.19	0.07
19.4.23	0.09	0.14		0.07		7.9.23	0.05	0.12	0.08	0.20
23.4.23	0.19	0.13		0.12		14.9.23	0.12	יחידה מופסקת	0.09	0.08
3.5.23	0.10	0.08	0.09	0.09		20.9.23	0.10		0.16	0.11
8.5.23	0.13	0.15	0.11	0.10		28.9.23	0.14		0.19	0.13
18.5.23	0.06	0.10	0.11	0.11		23-אוק	לא נבדק עקב המצב הבטחוני			
24.5.23	0.09	יחידה מופסקת	0.14	0.20		23-נוב	לא נבדק עקב המצב הבטחוני			
						23-דצמ	לא נבדק עקב המצב הבטחוני			

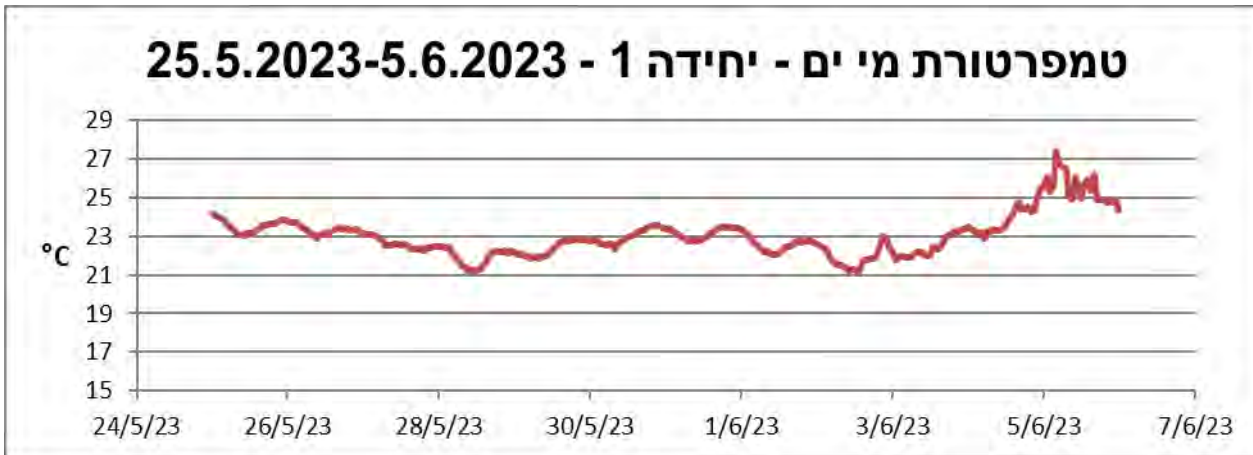
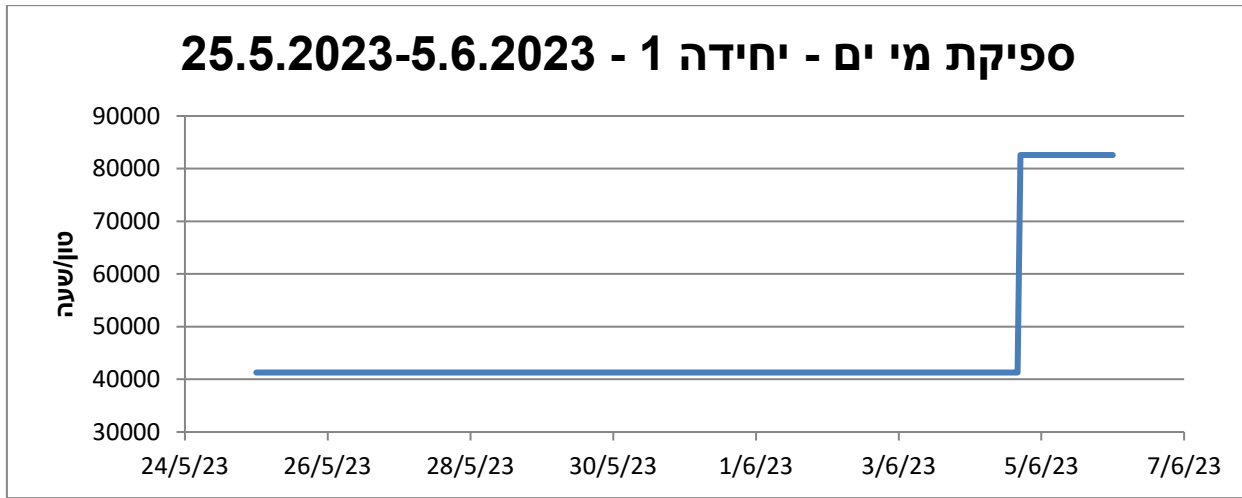
קולחים תעשייתיים ביציאה ממתקן הטיפול בשפכי FGD אנליזות לשנת 2023. ערכים באדום – הפרמטר לא התגלה בגבול הגילוי של הבדיקה (הערך הרשום)

תאריך	TOC	pH	Turbidity	TSS	NH4-N	TKN-N	NO3-N	NO2-N	Total N	Total P	Mineral oil	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg-AA	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	S	Sb	Se	Si	Sn	Sr	Ti	V	Zn			
	mg/l	-	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			
5.1.23	16	8.64	2.29	2.5	15	118	152	0.015	270	0.2	0.1	0.025	1	0.01	324	0.194	0.025	1759	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.001	209	0.515	652	0.025	0.101	3435	0.025	0.005	672	0.025	8.92	17.2	0.025	6.97	0.025	0.025	0.311			
19.1.23		9.49	8.95	2.5						0.2		0.025	1	0.01	185	0.186	0.025	1519	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.001	109	0.296	419	0.025	0.123	1548	0.025	0.005	309	0.025	3.76	8.64	0.025	6.26	0.025	0.025	0.092			
25.1.23		10	2.64	2.5																																								
2.2.23	19	9.77	5.79	2.5	34.5	130.2	188	1.8	320	0.2	0.1	0.025	1	0.01	469	0.428	0.025	2811	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0006	295	0.652	906	0.207	0.504	4446	0.025	0.005	624	0.025	3.52	12.4	0.025	12.7	0.025	0.025	0.172			
5.2.23	17	9.94	2.35	2.5						0.2		0.025	1	0.01	454	0.381	0.025	3015	0.005	0.025	0.025	0.005	0.85	0.0004	212	0.694	1021	0.025	0.403	4094	0.025	0.005	638	0.025	4.12	6.2	0.025	11.4	0.025	0.025	0.185			
19.2.23		9.62	5.79	2.5																																								
28.2.23		10	2.19	5																																								
9.3.23		10	4.1	5	42.1	113.44	155	1.56	270	0.2	0.1	0.025	1	0.01	418	0.363	0.025	2551	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0008	259	0.648	804	0.025	0.74	3936	0.025	0.005	665	0.025	3.11	9.14	0.025	11.1	0.025	0.025	0.086			
12.3.23		8.77	4.99	5						0.2		0.025	1	0.01	470	0.386	0.025	2684	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0007	270	0.665	831	0.173	0.769	4126	0.025	0.005	675	0.025	2.49	9.86	0.025	11.9	0.025	0.025	0.125			
19.3.23		8.59	3	5						0.2		0.025	1	0.01	362	0.32	0.025	2530	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	240	0.669	672	0.025	0.934	3404	0.025	0.005	492	0.025	1.34	4.1	0.025	10.5	0.025	0.025	0.154			
19.4.23	27.3	9.84	1.76	5	22.7	148	202		350	0.2	0.1	0.025	1	0.01	560	0.437	0.025	4707	0.005	0.025	0.025	0.024	0.2	0.001	515	1.146	1126	0.025	1.157	7413	0.025	0.005	646	0.025	8.023	6.563	0.025	11.5	0.025	0.025	0.111			
8.5.23	32	9.69	1.29	5	10.8	143.42	245	1.58	390	0.2	0.1	0.025	1	0.01	862	0.582	0.025	6943	0.005	0.025	0.025	0.024	0.2		662	1.629	1392	0.12	1.631	9526	0.025	0.005	656	0.025	8.221	6.144	0.025	11.7	0.025	0.025	0.081			
8.6.23	15	8.92	4.96	5	21.1	161	149	0	310	0.2	0.1	0.025	1	0.051	423	0.34	0.025	3568	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	199	0.683	490	0.025	0.18	3317	0.025	0.005	365	0.025	0.16	2	0.025	4.2	0.025	0.025	0.062			
21.6.23	10	10	4.16	5						0.2		0.025	1	0.01	507	0.305	0.025	3866	0.005	0.025	0.025	0.005	0.235	0.0011	236	0.63	670	0.025	0.149	4002	0.025	0.005	508	0.025	0.091	2.665	0.025	4.088	0.025	0.025	0.05			
6.7.23	8	10	3.89	5	21.4	39.9	80.1	0	120	0.2	0.1	0.025	1	0.01	248	0.263	0.025	2606	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	139	0.446	425	0.219	0.106	2236	0.025	0.005	415	0.025	0.055	4.18	0.025	3.04	0.025	0.025	0.05			
10.7.23	7	8.89	4.02	5						0.2		0.025	1	0.01	280	0.245	0.025	2580	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	158	0.51	479	0.025	0.523	2197	0.025	0.005	447	0.025	0.511	2	0.025	4.314	0.025	0.025	0.05			
19.7.23		8.92	4.2	5																																								
26.7.23		8.9	3.85	5																																								
10.8.23	6	9.68	7.3	5	16	56	94	0	150	0.2	0.1	0.025	1	0.01	173	0.157	0.025	1608	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0005	86.8	0.356	263	0.025	0.169	1357	0.025	0.005	306	0.025	2.69	3.47	0.025	2.34	0.025	0.025	0.05			
21.8.23	11	9.19	4.95	5						0.2		0.025	1	0.01	543	0.392	0.025	5499	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	249	0.872	496	0.025	0.392	4406	0.025	0.039	399	0.025	0.994	2	0.025	5.59	0.025	0.025	0.05			
29.8.23	14	9.03	4.31	5						0.2		0.025	1	0.01	582	0.538	0.025	6381	0.005	0.025	0.025	0.005	0.394	0.0005	298	1.28	611	0.025	0.276	4300	0.025	0.032	492	0.025	3.12	2	0.025	6.99	0.025	0.025	0.05			
6.9.23	15	9.14	3.47	5	27	75	185	0	260	0.2	0.1	0.025	1	0.01	651	0.585	0.025	6852	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	293	1.48	638	0.025	0.199	5122	0.025	0.005	488	0.025	1.44	2	0.025	7.36	0.025	0.025	0.05			
11.9.23	8	9.15	3.75	5						0.2		0.025	1	0.01	250	0.325	0.025	2729	0.005	0.025	0.025	0.005	0.2	0.0002	128	0.728	309	0.025	0.092	2140	0.025	0.005	315	0.025	1.77	2	0.025	4.01	0.025	0.025	0.05			
19.9.23		8.99	4.13	5																																								
28.9.23		9.39	4.49	5																																								
30.11.23	11.75	9.24	6.2	1	25.38	33.47	47.29	0.51	81.27	0.5	0.3	0.05	0.05	0.05	85.09	0.103	0.01	925.57	0.01	0.02	0.02	0.02	0.065	0.0011	61.9	0.164	127.64	0.39	0.067	1466.3	0.02	0.05	263.5	0.05	0.02	1.973	0.05	1.257	0.02	0.02	0.02			
7.12.23	8.4	9.26	0.7	1	23.11	29.75	35.08	0.299	65.13	0.888	0.3	0.05	0.294	0.05	76.38	0.116	0.01	983.79	0.01	0.02	0.02	0.02	0.119	0.001	66.4	0.144	127.79	0.221	0.049	1478.3	0.02	0.05	262.8	0.05	0.03	2.447	0.05	1.233	0.02	0.02	0.02			
13.12.23	27.3	9.46	0.5	1					0.515		0.05	0.099	0.05	96.98	0.145	0.01	1332.1	0.01	0.02	0.02	0.02	0.199	0.001	102	0.05	195.08	0.122	0.084	2088.1	0.02	0.05	304.5	0.05	0.044	2.01	0.05	1.756	0.02	0.02	0.02				
21.12.23		9.15	0.4	1																																								
26.12.23		9.12	1.66	1																																								

בדיקת הקולחים התעשייתיים מהבריכה האתרית

תאריך	TOC	pH	Turbidity	TSS	NH4-N	TKN-N	NO3-N	NO2-N	Total N	Total P	Mineral oil	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg-AA	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	S	Sb	Se	Si	Sn	Sr	Ti	V	Zn
	mg/l	-	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
30.11.23	3.73	9.85	4.34	1	9.99	14.05	0.2	0.063	14.11	0.5	0.3	0.05	0.05	0.05	0.548	0.038	0.01	31.523	0.01	0.02	0.02	0.02	0.065	0.001	21.7	0.05	37.512	0.02	0.05	379.39	0.02	0.05	41.75	0.05	0.02	0.5	0.05	0.462	0.02	0.02	0.02
14.12.23	9.35	10	4.68	2	12.31	22.05	0.2	0.029	22.08	0.5	0.3	0.05	0.67	0.05	0.645	0.051	0.01	37.518	0.01	0.02	0.02	0.02	0.212	0.001	21.9	0.155	8.856	0.02	0.027	318.92	0.02	0.05	60.71	0.05	0.02	0.5	0.05	0.48	0.02	0.02	0.02

ספיקה וטמפרטורה של מי הקירור ביחידות הייצור של תחנת הכוח בתקופות הדיגום



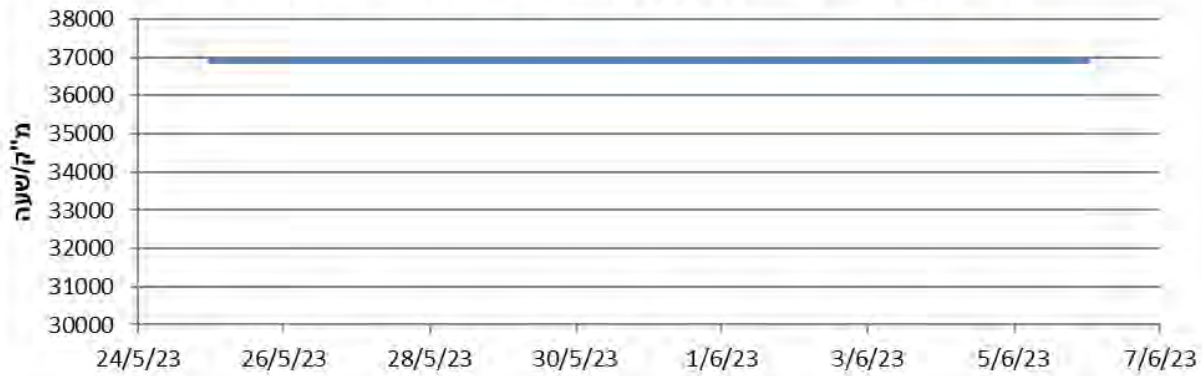
יחידה מופסקת



טמפרטורת מי ים - יחידה 2 - 25.5.2023-5.6.2023



ספיקת מי ים - יחידה 3 - 25.5.2023-5.6.2023

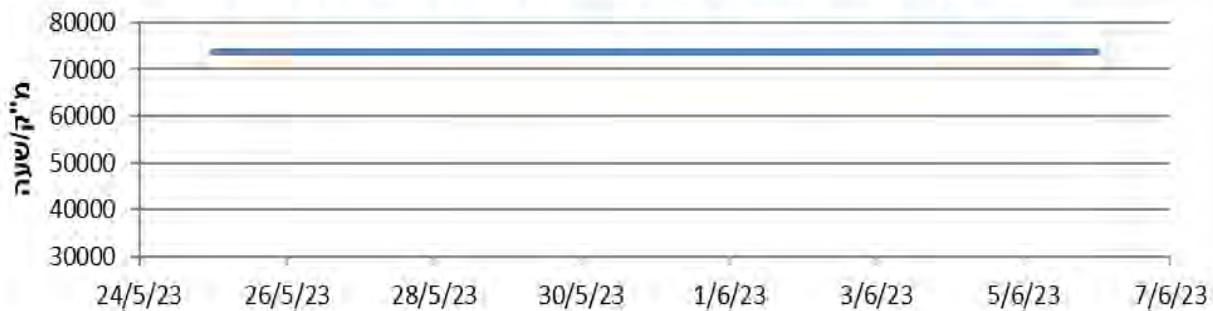


טמפרטורת מי ים - יחידה 3 - 25.5.2023-5.6.2023

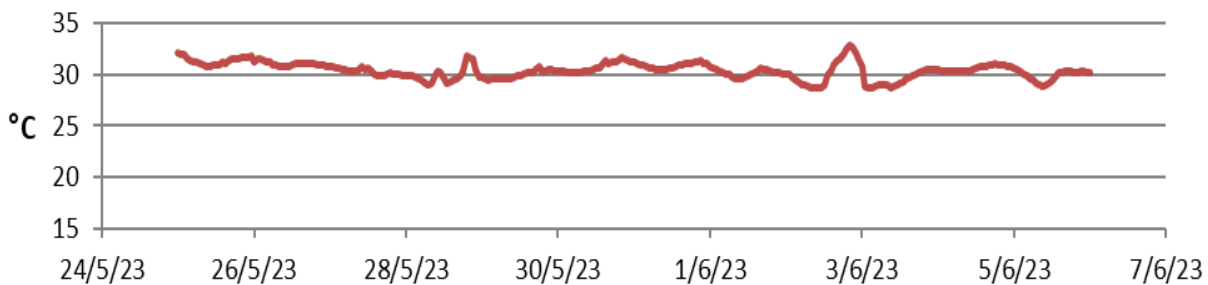


יחידה מופסקת

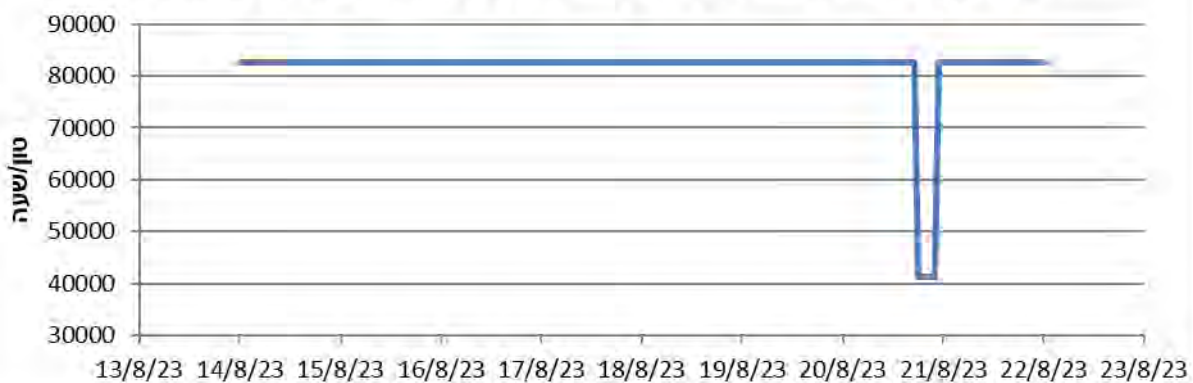
25.5.2023-5.6.2023 - 4 יחידה - ספיקת מי ים



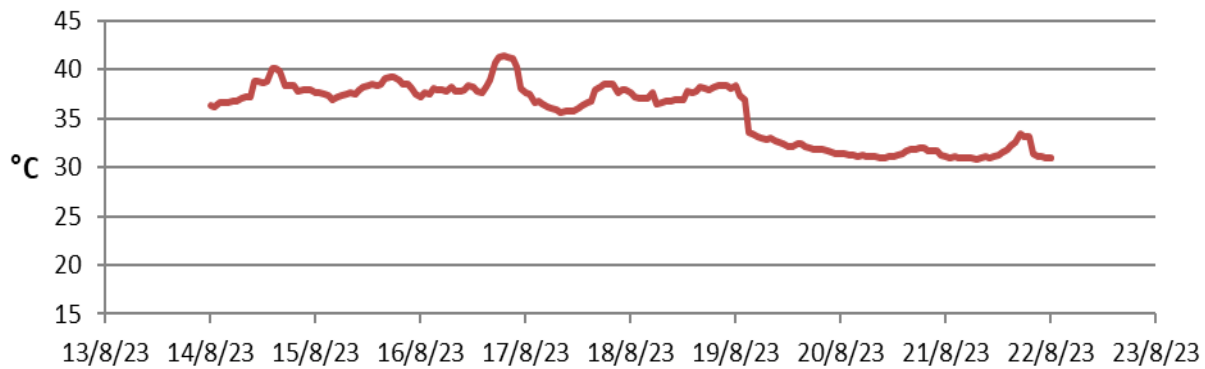
25.5.2023-5.6.2023 - 4 יחידה - טמפרטורת מי ים



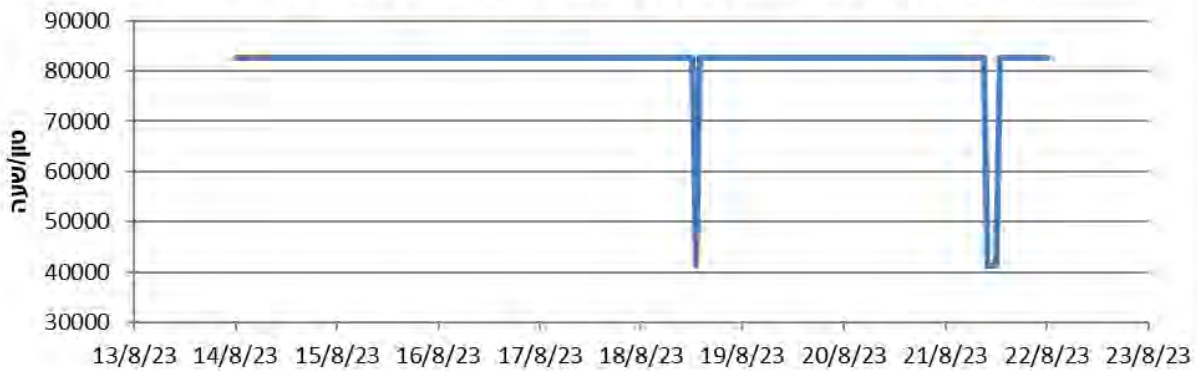
14.8.2023-21.8.2023 - 1 יחידה - ספיקת מי ים



14.8.2023-21.8.2023 - 1 יחידה - מי ים



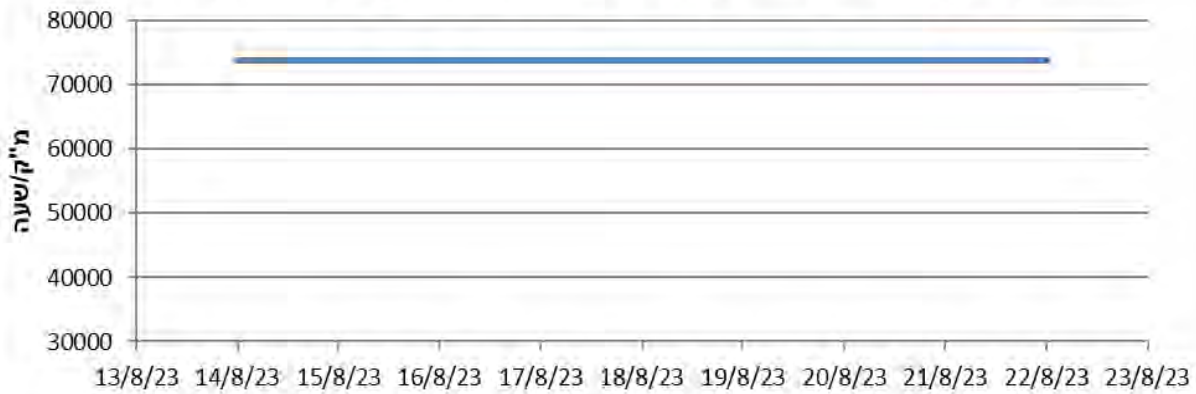
14.8.2023-21.8.2023 - 2 יחידה - ספיקת מי ים



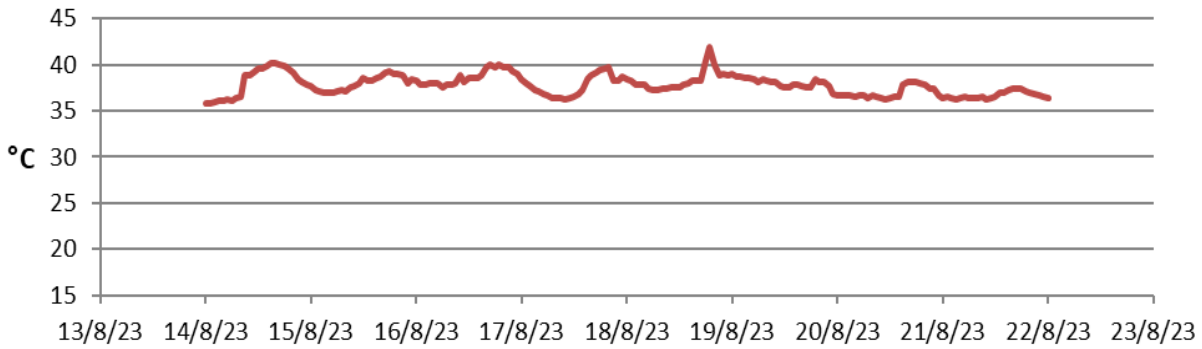
14.8.2023-21.8.2023 - 2 יחידה - טמפרטורת מי ים



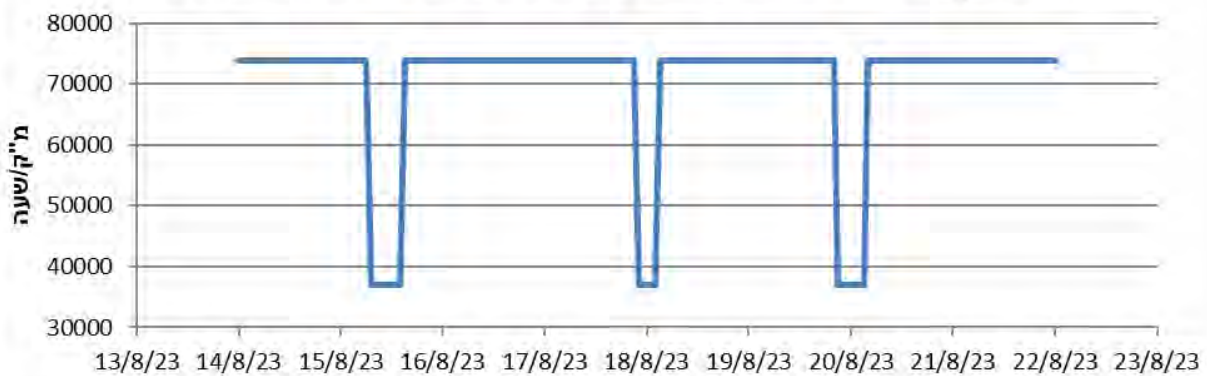
14.8.2023-21.8.2023 - 3 ימים - יחידה 3 - ספיקת מי ים



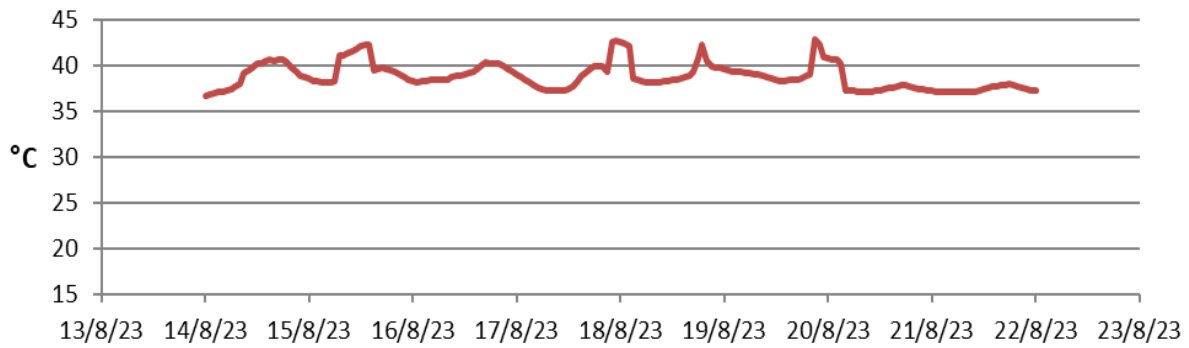
14.8.2023-21.8.2023 - 3 ימים - יחידה 3 - טמפרטורת מי ים



14.8.2023-21.8.2023 - 4 ימים - יחידה 4 - ספיקת מי ים



14.8.2023-21.8.2023 - 4 יחידה - ים - טמפרטורת מי ים



מתקן התפלה אשקלון – נתוני הזרמה לים בשנת 2023 ובימי הדיגום בים. הנתונים נמסרו ע"י אלכס רוסומכו, מנהל תפעול

סה"כ מוצר	סה"כ שאיבת מי ים	סה"כ הזרמה (רכז+שטיפות)	תמיסת שימור	שטיפות מניקיונות	שטיפות מסנני אבן גיר	שטיפות מסנני חול	רכז מתקני התפלה	Month
[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	[m3/month]	
9,848,705	22,390,224	12,541,519	0	1,160	27,927	141,601	12,370,831	Jan-23
7,674,850	18,189,688	10,514,837	775	0	21,936	177,396	10,314,731	Feb-23
8,909,741	20,953,317	12,043,576	0	2,900	26,340	188,226	11,826,110	Mar-23
9,621,290	21,991,141	12,369,851	0	1,160	17,006	166,625	12,185,059	Apr-23
10,340,685	23,382,188	13,041,503	0	1,160	13,475	170,911	12,855,957	May-23
10,348,923	23,749,131	13,400,209	0	1,160	16,604	163,402	13,219,042	Jun-23
10,974,645	25,285,043	14,310,398	0	1,160	10,420	177,466	14,121,351	Jul-23
10,808,285	24,855,729	14,047,444	0	1,985	10,539	169,264	13,865,656	Aug-23
10,145,865	23,160,672	13,014,807	0	1,405	13,616	182,059	12,817,728	Sep-23
10,282,700	23,779,537	13,496,837	0	580	22,456	150,253	13,323,548	Oct-23
9,666,105	22,422,368	12,756,263	0	2,320	17,698	153,569	12,582,676	Nov-23
10,231,180	23,667,755	13,436,575	0	1,160	16,656	142,264	13,276,495	Dec-23
118,852,974	273,826,792	154,973,818	775	16,150	214,674	1,983,035	152,759,184	סה"כ שנתי

סה"כ מוצר	סה"כ שאיבת מי ים	סה"כ הזרמה (רכז+שטיפות)	תמיסת שימור	שטיפות מניקיונות	שטיפות מסנני אבן גיר	שטיפות מסנני חול	רכז מתקני התפלה	תאריך
[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	[m3/day]	
339,230	771,543	432,313	0	0	2,008	3,093	427,212	1.6.23
342,525	788,985	446,460	0	0	1	6,258	440,201	4.6.23
344,240	790,524	446,284	0	0	1,360	4,680	440,244	5.6.23
358,205	811,266	453,061	0	0	0	4,972	448,089	21.8.23

מתקן התפלה אשקלון – איכות מי הגלם ומי הרכז בשנת 2023 ובחודשי הדיגום בים

הערות: (1) הטבלאות כוללות חישובי עומסים שנתיים לפי הנחיות המשרד להגנת הסביבה (מכפלות של הערכים הממוצעים השנתיים של הפרמטרים בספיקות השנתיות; כאשר חומר לא התגלה בגבול הגילוי של הבדיקה הריכוז חושב כשווה לאפס). לדעת חברת וי.אי.די, עקב מגבלות ובעיות אנליטיות של מדידת הפרמטרים השונים חישובי העומסים חסרי משמעות. (2) למתכות אין חישובי עומסים מאחר שהן לא התגלו בגבולות הגילוי של הבדיקות או שהריכוזים היו קרובים לגבולות הגילוי; (3) המדידות של איכות מי הגלם ומי הרכז מתבצעות פעמיים בחודש. לחודשי הדיגום מוצגים רק הנתונים הגולמיים מאחר שעל סמך שתי מדידות בלבד, ולאור האמור בהערה (1), ברור שאין משמעות לחישובים של ממוצעים ועומסים חודשיים. נתוני חנקן וזרחן הם לתקופה ינואר – אוקטובר (כל הנתונים שהתקבלו מחיא"ל עד 20.1.2024).

נתונים שנתיים

2023	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	
	Fe	pH	Turb.	Turb.	TOC	TOC	TSS	TSS	Chlorides	Chlorides	NO ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NH ₄ -N	Total N	Total N	PO ₄ -P	PO ₄ -P	Total P	Total P	
	[mg/l]		[NTU]	[NTU]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
מינימום.	<0.05	7.90	0.47	0.46	0.77	0.56	1.00	1.00	36328	22180	0.0090	0.0020	0.0013	0.0013	0.1430	0.0760	0.0050	0.0005	0.0190	0.0019	
מקסימום	0.21	8.11	2.88	3.32	6.83	8.56	15.00	31.00	43670	24295	0.0810	0.0210	0.0340	0.0603	0.3480	0.1760	0.0115	0.0055	0.0543	0.0109	
ממוצע	0.00468	7.97	1.37	1.40	2.39	1.91	2.17	3.04	40502	23420	0.0485	0.0068	0.0102	0.0159	0.2287	0.1197	0.0071	0.0028	0.0366	0.0051	
עומס (טון)	0.725	-	-	-	370.87	296.40	335.78	471.38	-	-	7.5122	1.0522	1.5734	2.4657	35.4482	18.5561	1.1028	0.4339	5.6753	0.7904	

2023	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי רכז	
	Ag	Ag	As	As	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg.	Hg.	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn	Zn	Zn	
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
מינימום	<0.00100	<0.00100	<0.00200	<0.01500	<0.00010	<0.00010	<0.01000	<0.01000	<0.00300	<0.00200	<0.00005	<0.00005	<0.00200	<0.00200	<0.00100	<0.00100	<0.00500	<0.00500	<0.00500	<0.00500	
מקסימום	<0.00100	<0.00100	<0.02000	<0.01500	<0.00020	<0.00020	<0.01000	<0.01000	<0.00300	<0.00200	<0.00005	<0.00005	<0.00200	<0.00200	<0.00100	<0.00100	<0.00500	<0.00500	<0.00500	<0.00500	

נתונים לחודשי הדיגום בים – יוני, אוגוסט 2023

	מי רכז	מי רכז	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	מי רכז	מי גלם	
	Fe	pH (lab)	Turb.	Turb.	TOC	TOC	TSS	TSS	Chlorides	Chlorides	NH ₄ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₃ -N	Total N	Total N	PO ₄ -P	PO ₄ -P	Total P	Total P	
תאריך	[mg/l]		[NTU]	[NTU]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
7/6/2023	<0.05	7.84	2.12	1.73	3.05	2.35	<1	8	40750	24090	0.0088	0.0098	0.041	0.009	0.297	0.176	0.0068	0.0012	0.033	0.003	
21/6/2023	<0.05	7.93	1.98	3.32	4.84	1.75	<1	5	43670	-	0.006	0.025	0.047	0.008	0.348	0.125	0.0073	0.0027	0.0334	0.0032	
2/8/2023	<0.05	8.04	0.58	0.89	2.54	2.84	2	<1	36510	23750	0.0048	0.0091	0.078	0.007	0.256	0.131	0.0082	0.0017	0.0479	0.0047	
16/8/2023	<0.05	8.01	0.47	0.46	2.522	1.776	<1	<1	42290	-	0.0102	0.0098	0.071	0.008	0.244	0.107	0.005	0.0036	0.0329	0.0057	

מתקן התפלה אשקלון – סיכום כמויות התוספים לתהליך ההתפלה שהוזרמו לים בשנת 2023

אופן הסילוק	אופן השימוש	כמות שנתית טון	כמות חודשית, טון											התוספים *	
			דצמבר	נובמבר	אוקטובר	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר		ינואר
בתמלחת התפלה לים	הזרקה לקו מי הזנה לממברנות התפלת מי ים + למי הזנה לשלב 2+4	5.96	0.41	0.41	0.49	0.52	0.58	0.77	0.64	0.64	0.56	0.34	0.25	0.35	אנטי סקלאנטים (כזרחן)
בתמלחת התפלה לים	הזרקה לקו מי הזנה לממברנות שלב 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	חומצה גפריתנית
הזרמה לים	הזרקה לקו שאיבת מי ים לפני מסנני החול	11.5	0.00	0.42	0.0	3.02	1.17	0.24	0.96	0.06	0.07	2.77	2.81	0.00	ברזל כלוריד (כברזל)
בתמלחת התפלה לים	חלקית הזרקה לקו מי הזנה לממברנות התפלת מי בורון	1696.01	109.57	148.09	174.15	184.39	210.54	227.21	129.68	139.74	105.87	106.05	62.75	97.97	סודה קאוסטית
מתחמצן לסולפאט	מנתי	23.7	0.0	4.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	19.70	0.00	ביסולפיט
הזרמה לים לאחר סתירה	מנתי	34.4	2.6	4.4	1.2	3.0	4.21	2.60	2.4	4.0	2.4	5.00	0.00	2.60	חומצת מלח

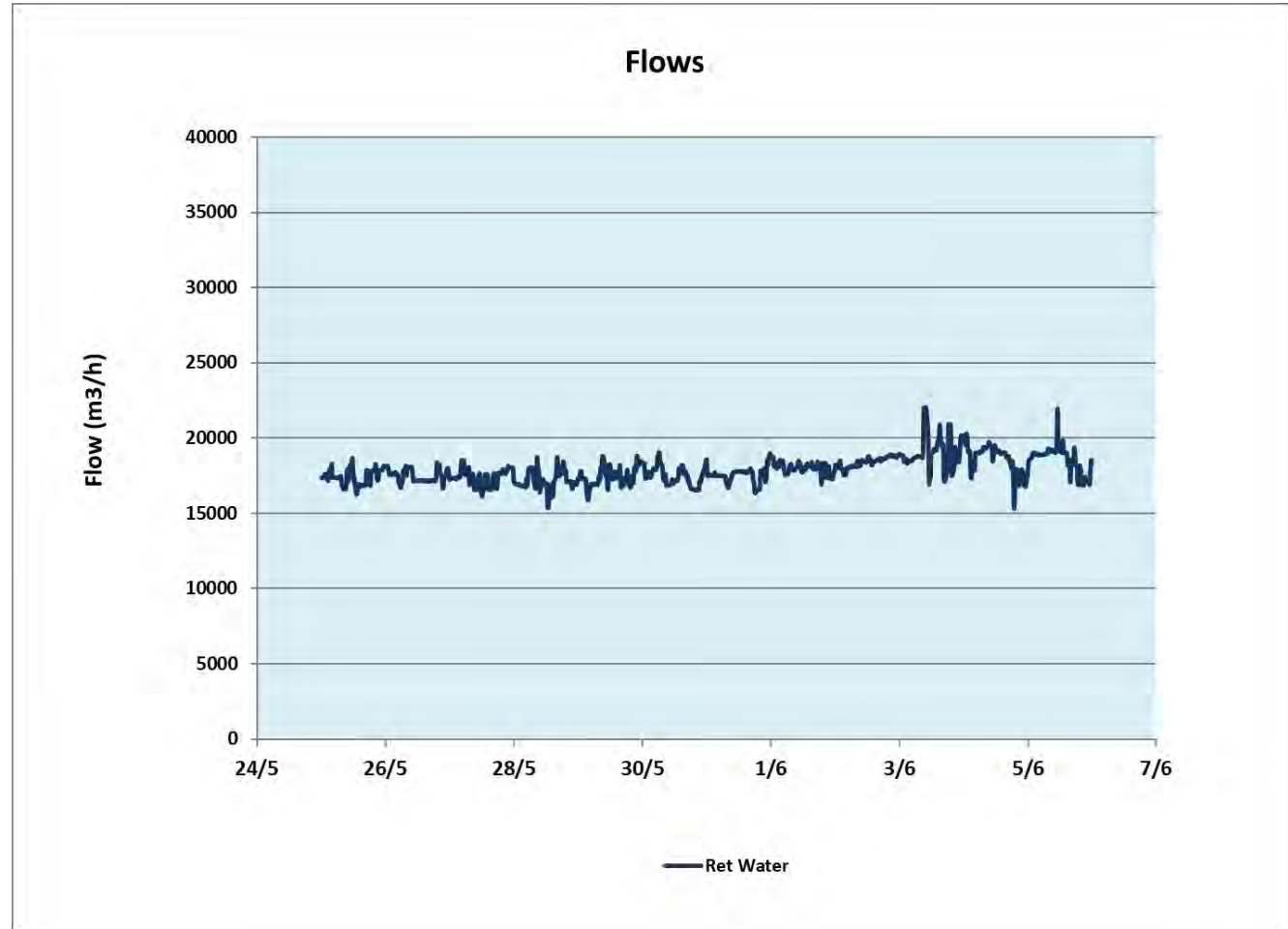
* בנוסף לתוספים בטבלה: במתקן נעשה שימוש באבן גיר לטיפול במי המורצ. מי שטיפות של תאי הגיר המוזרמים לים במי הרכז מכילים עד כ- 90 טון/שנה בקירוב של חלקיקי אבן גרי.

ייצור מים מותפלים וכמויות ברזל וזרחן אורגני שהוזרמו לים ממתקן התפלה אשקלון בשנים 2012 - 2023

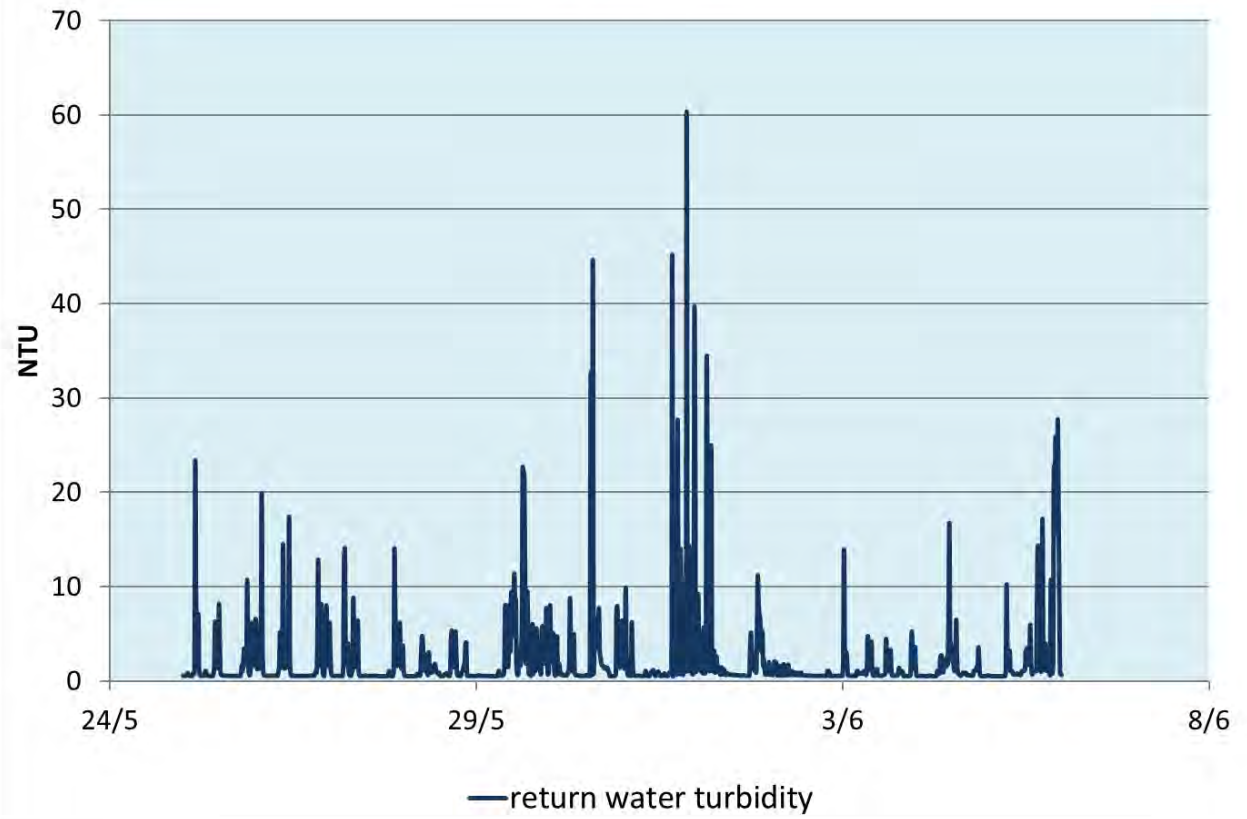
שנה	מים מותפלים, מלמ"ק	ברזל, טון (כברזל)*	זרחן אורגני, טון (כזרחן)**
2012	121.0	71.6	36.4
2013	117.4	71.5	39.4
2014	80.5	35.9	28.6
2015	117.4	33.8	37.2
2016	104.3	25.2	34.0
2017	118.8	29.5	37.9
2018	121.8	26.0	32.6
2019	124.56	39.2	35.94
2020	115.08	40.6	36.05
2021	104.38	28.3	31.0
2022	104.41	19.6	12.88
2023	118.85	11.5	5.96

* חלקיקי ברזל – הידרוקסיד מוזרמים לים עקב שימוש בקואגולנטים של ברזל לטיפול קדם במי הגלם.
 ** במתקן ההתפלה נעשה שימוש באנטיסקלאנט על בסיס פוספונט. הזרחן שמקורו באנטיסקלנט מוזרם לים בצורת זרחן אורגני יציב.

מתקן התפלה אשקלון – איכות מי הרכז בתקופות הדיגום בים באביב 2023 [מוצגת תקופה של כשבוע לפני כל אחד מימי הדיגום]



Turbidity



חברת מקורות - מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים

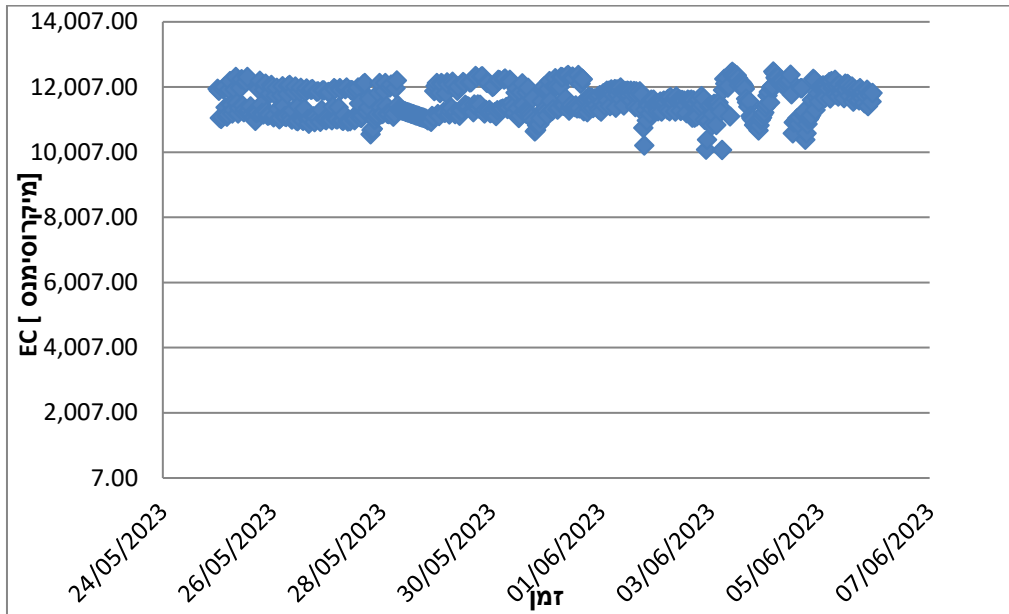
הנתונים נמסרו ע"י קריסטינה לסנר מהנדסת התפלה ואיכות מים, חברת מקורות

חודש	מתקן התפלה גרנות	מתקן התפלה גת	מתקן התפלה ע"ש ציון כהן	סה"כ רכז
	מ"ק	מ"ק	מ"ק	מ"ק
ינו-23	132,041	11,156	122,749	265,947
פבר-23	156,368	12,678	109,080	278,126
מרץ-23	176,948	15,081	40,191	232,220
אפר-23	245,931	20,227	166,249	432,407
מאי-23	233,083	21,908	180,093	435,084
יוני-23	228,831	21,421	162,764	413,017
יולי-23	286,883	21,311	169,597	477,791
אוג-23	328,740	20,874	164,651	514,266
ספט-23	304,845	21,124	166,190	492,159
אוק-23	96,325	6,084	69,131	171,540
נוב-23	50,181	5,007	1,267	56,455
דצמ-23	12,133	20,168	110,625	142,926
סה"כ 2023	2,252,309	197,041	1,462,586	3,911,936

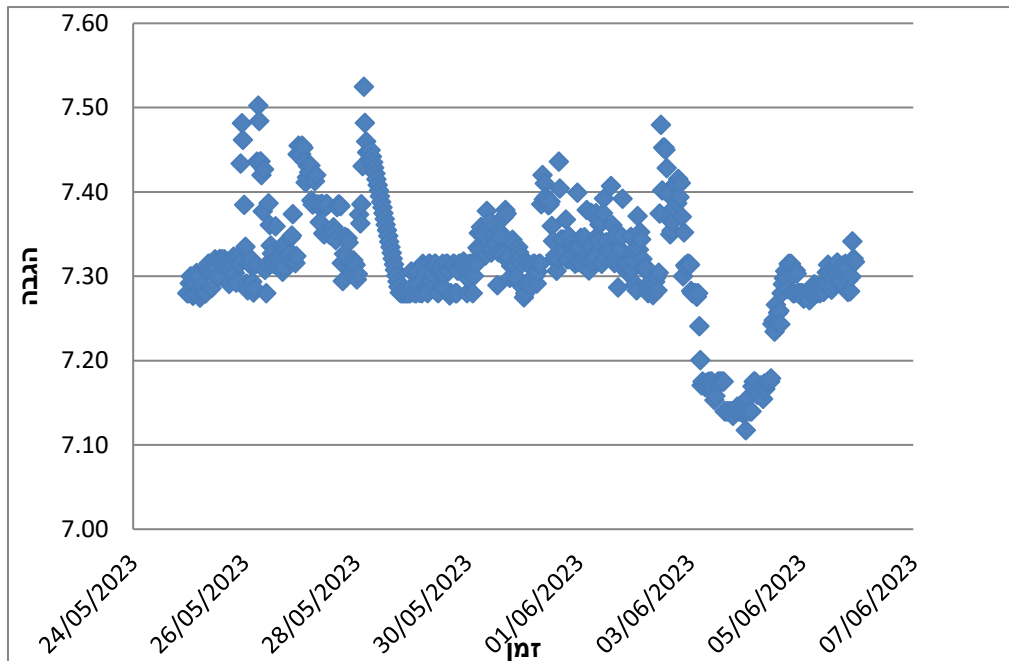
פרמטר	עומסים	ריכוז מנימלי	ריכוז מקסימלי	ריכוז ממוצע	סטיית תקן
	טון לשנה	מג"ל	מג"ל	מג"ל	מג"ל
<u>NH4-N</u>	0	0	0	0	0
<u>NO3-N</u>	246.06	47.91	78.65	62.90	5.49
<u>NO2-N</u>	0.2	0	0.12	0.05	0.04
<u>NKJT</u>	1.55	0.23	0.65	0.40	0.15
<u>Total-N</u>	243.95	48.22	70.13	63.36	6.0
<u>Total-P</u>	4.17	0.69	1.59	1.07	0.15
<u>סיליקה נ-Si</u>	276.61	50.54	77.69	70.71	5.58
		NTU	NTU	NTU	NTU
<u>עבירות</u>		0.12	0.60	0.38	0.08

5.6.23

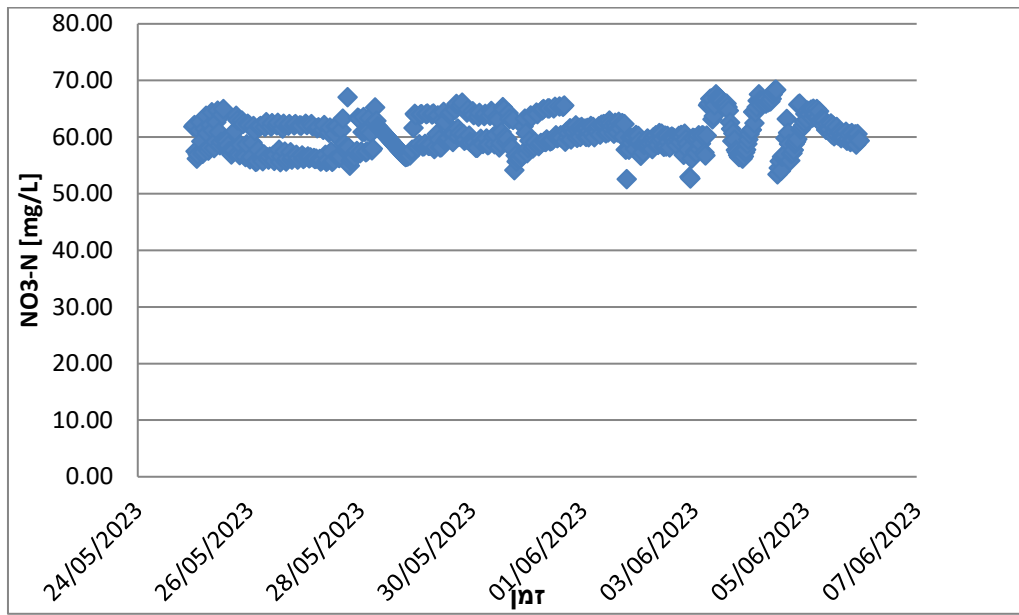
מוליכות חשמלית



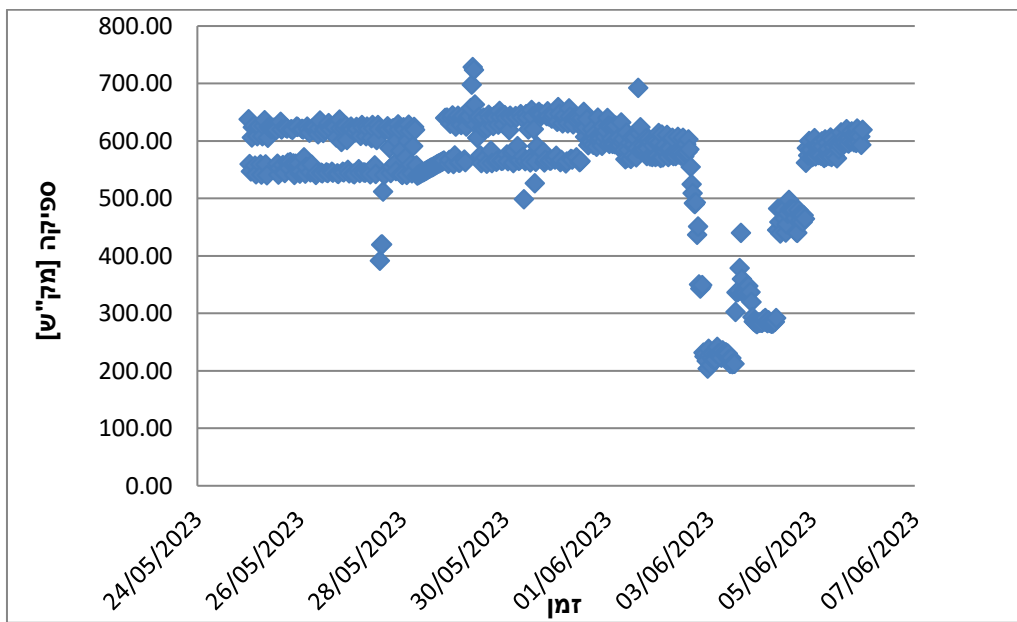
pH



NO3-N

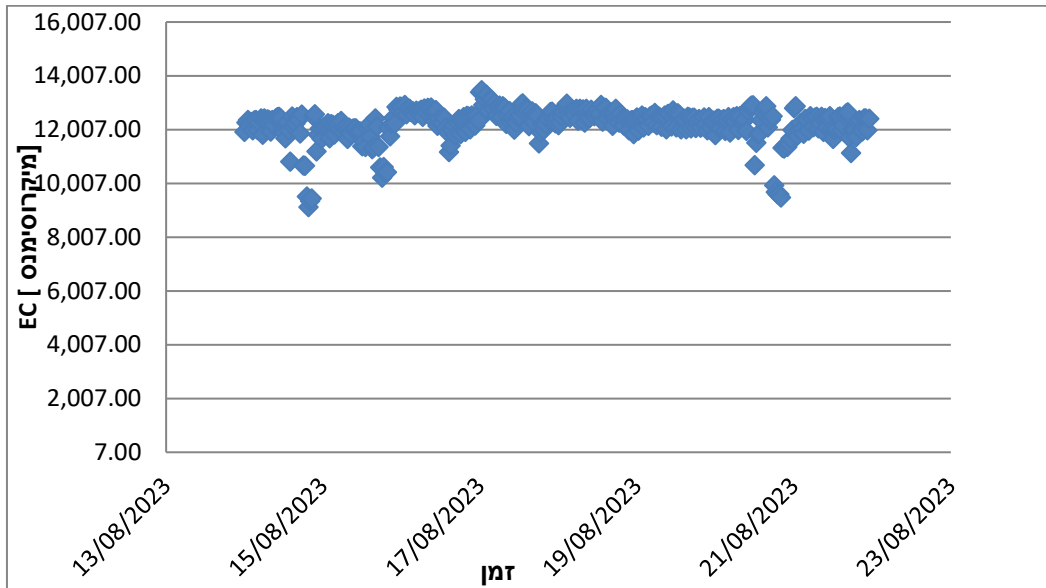


FLOW

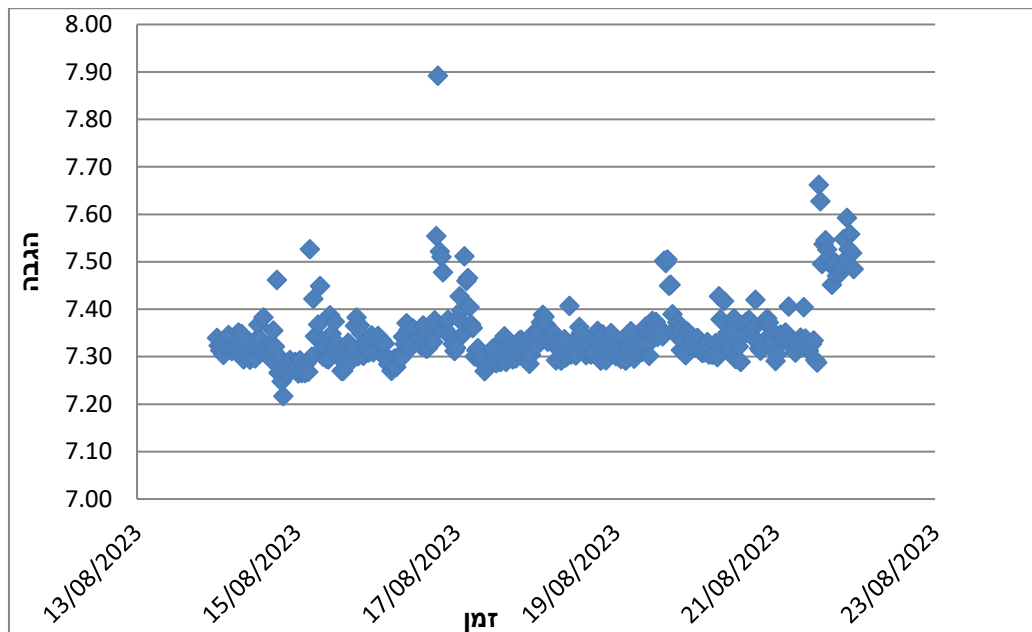


21.8.23

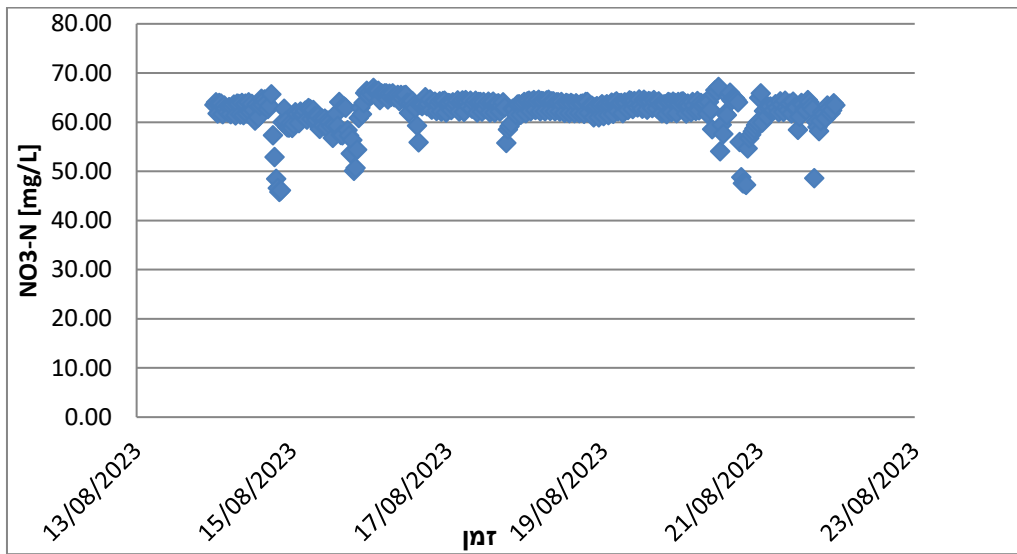
מוליכות חשמלית



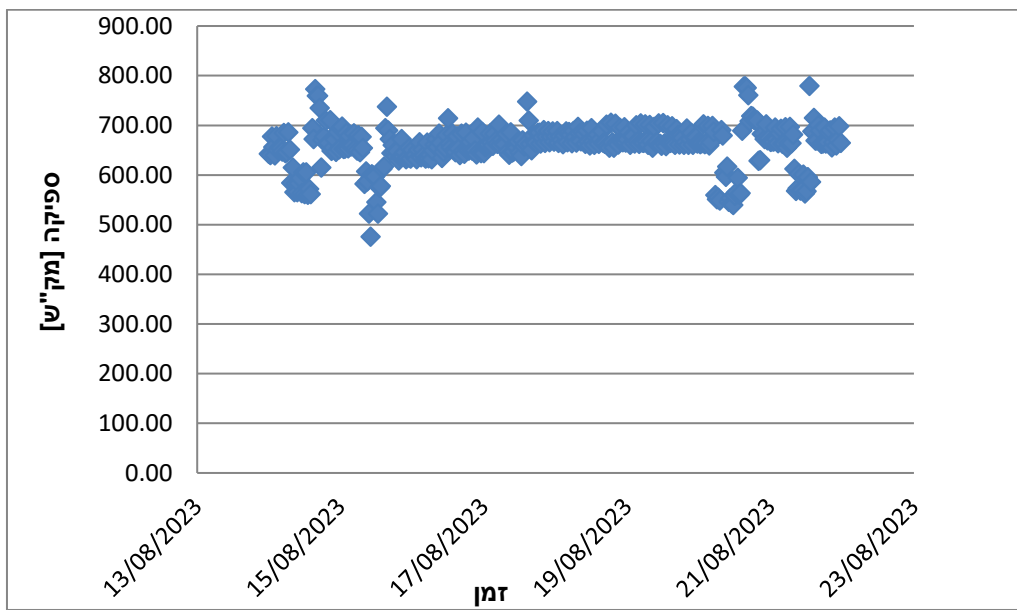
pH



NO3-N



FLOW



דוראד אנרגיה

הנתונים נמסרו על ידי יצחק נוסבאום, מהנדס התפעול בחברת דוראד אנרגיה

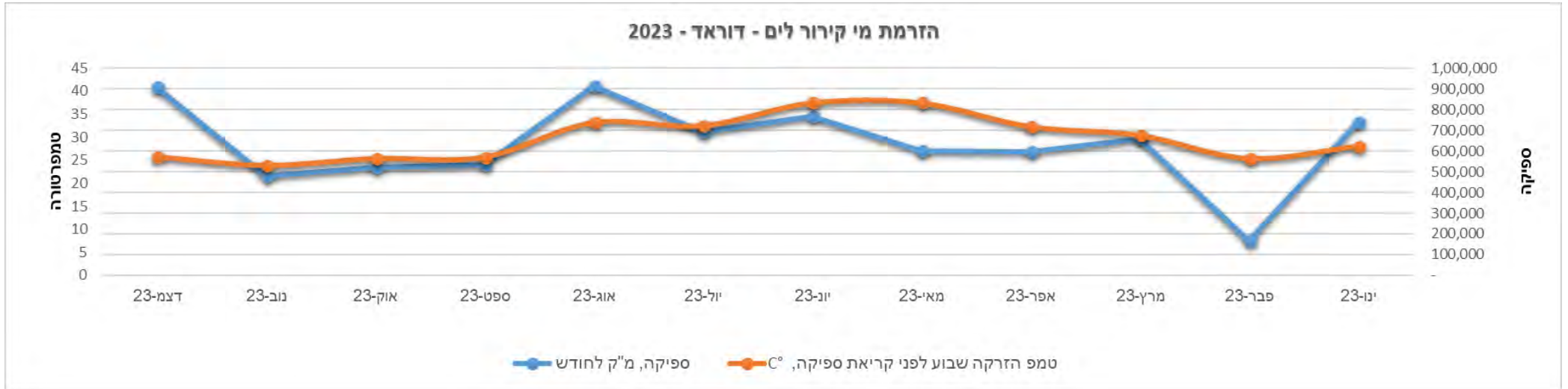
תוספים למגדל הקירור - טון שנת 2023

תוסף	ינו-23	פבר-23	מרץ-23	אפר-23	מאי-23	יוני-23	יולי-23	אוג-23	ספט-23	אוק-23	נוב-23	דצמ-23
אנטיסקאלנט, טון	2.0	1.1	1.9	2.5	3.5	3.6	3.8	4.2	1.8	0.7	0.8	1.2
ביוציד, טון	0.8	0.6	1.1	1.1	1.2	1.6	1.4	1.4	0.5	0.5	0.5	0.5
היפוכלורית, טון	9.6	8.9	10.6	10.8	6.6	6.0	16.2	16.8	16.2	0.0	0.8	0.7

הזרמת מי קירור לים שנת 2023 במ"ק

	ינו-23	פבר-23	מרץ-23	אפר-23	מאי-23	יוני-23	יולי-23	אוג-23	ספט-23	אוק-23	נוב-23	דצמ-23
ספיקה, מ"ק לחודש	738,267	165,372	658,593	597,117	601,588	768,487	693,637	912,720	535,506	520,217	480,817	911,489
טמפ הזרקה שבוע לפני קריאת ספיקה, °C	25.7	23.8	25.3	25.6	33.2	32.5	37.5	37.5	32.3	30.4	25.3	28.0

תחנת הכח דוראד אנרגיה - טמפרטורה וספיקה שנת 2023



מפעל אינטל אלקטרוניקה

הנתונים נמסרו ע"י טבת בר-אל, מהנדסת איכות הסביבה באינטל אלקטרוניקה

הזרמות לים שנת 2023

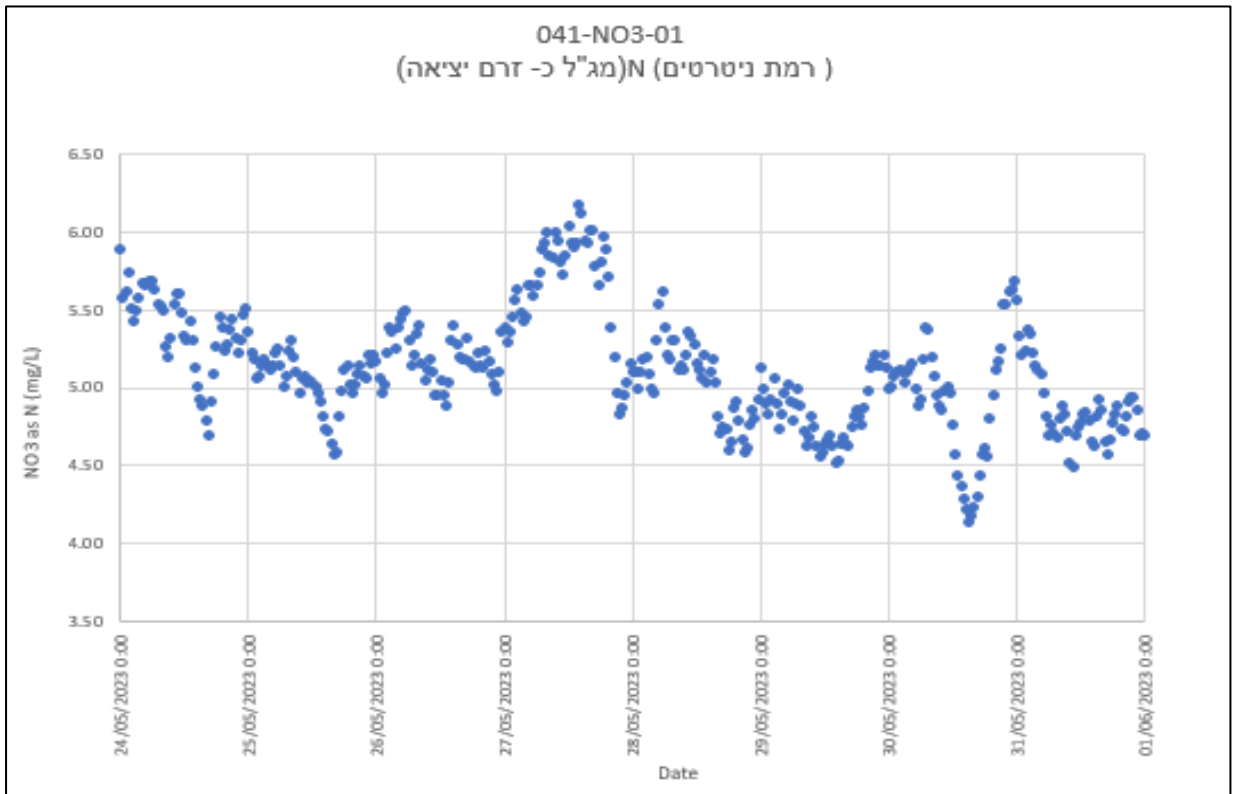
ספיקה לים מ"ק (לאחר העברה לשימוש במגדלי דוראד)	ספיקה מ"ק מאינטל כולל העברה למגדל דוראד	חודש
92,000	139,000	ינואר
100,000	113,000	פברואר
71,000	77,000	מרץ
32,000	137,000	אפריל
78,000	78,000	מאי
110,000	111,000	יוני
144,000	144,500	יולי
113,000	114,000	אוגוסט
99,000	103,000	ספטמבר
124,600	127,600	אוקטובר
97,000	116,226	נובמבר
100,000	113,000	דצמבר

עומס שנתי לשנת 2023

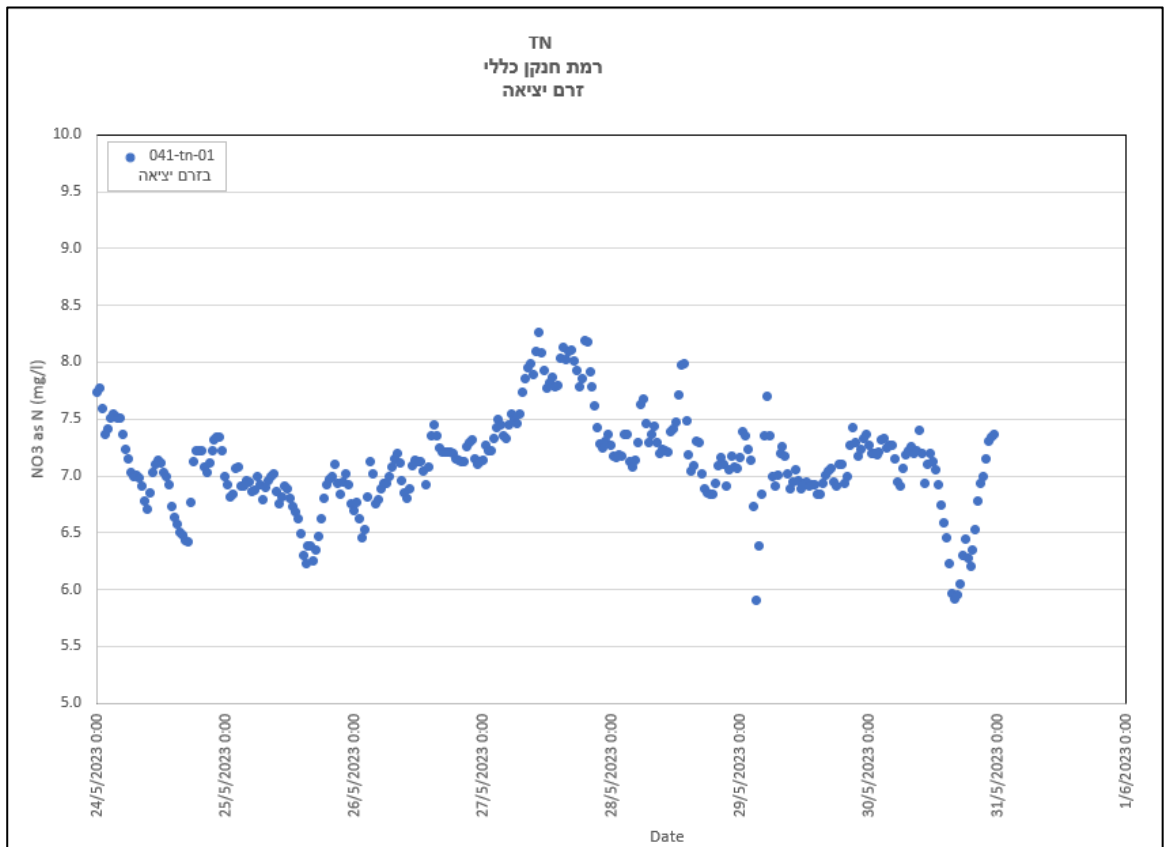
עומסים / טון לשנה	פרמטר
10.18	חנקן כללי
11.09	TOC
0.71	TSS
13.98	Fluoride
0	Cu
1.55	P

5.6.23

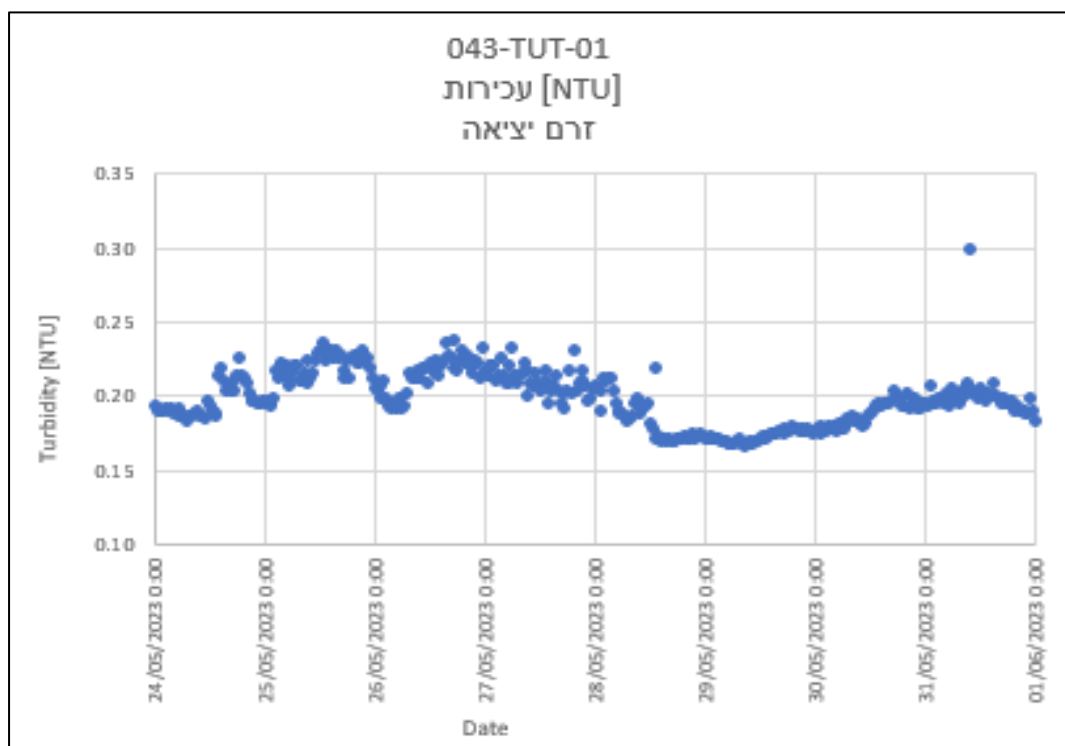
ניטראט



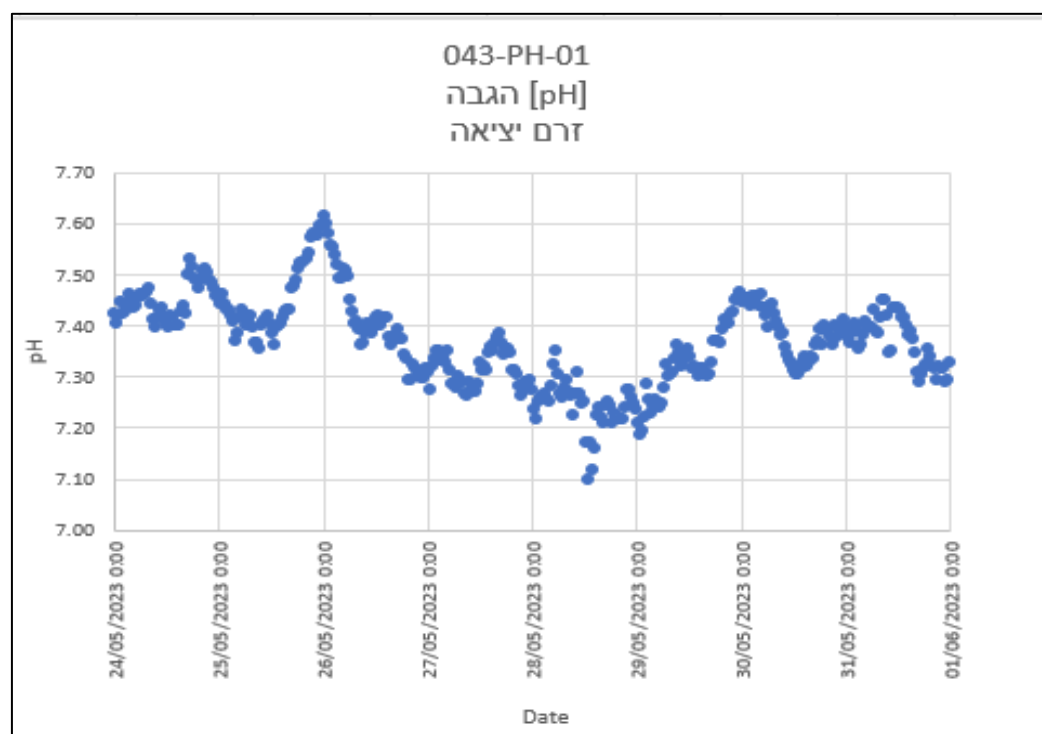
TN



עכירות

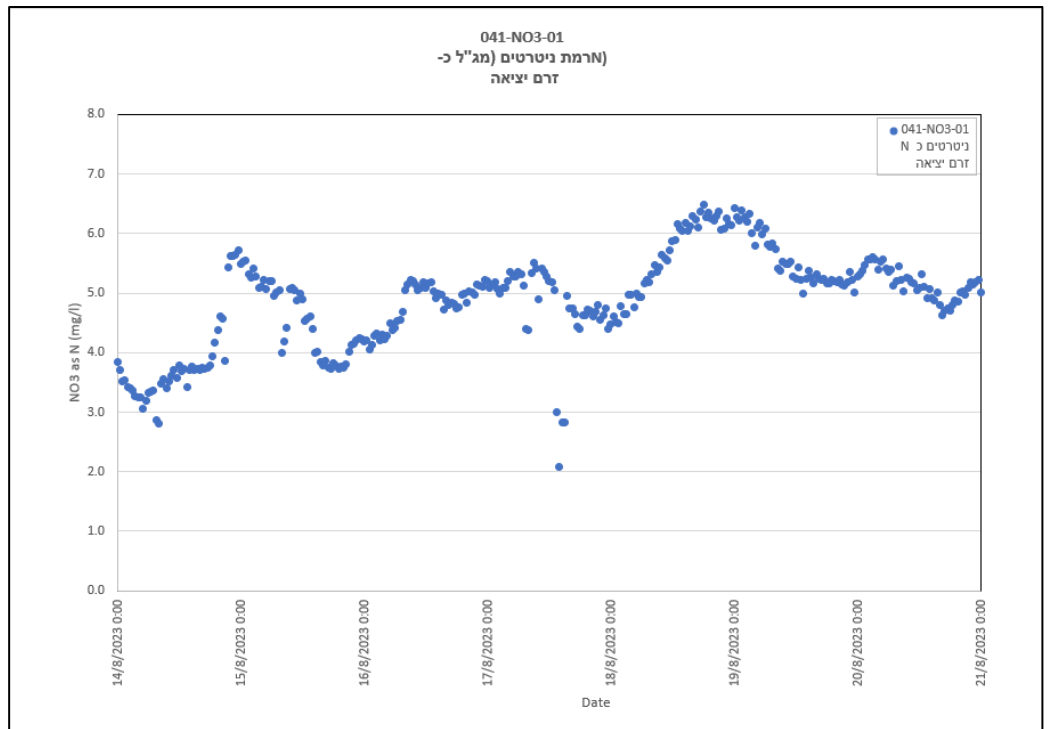


pH

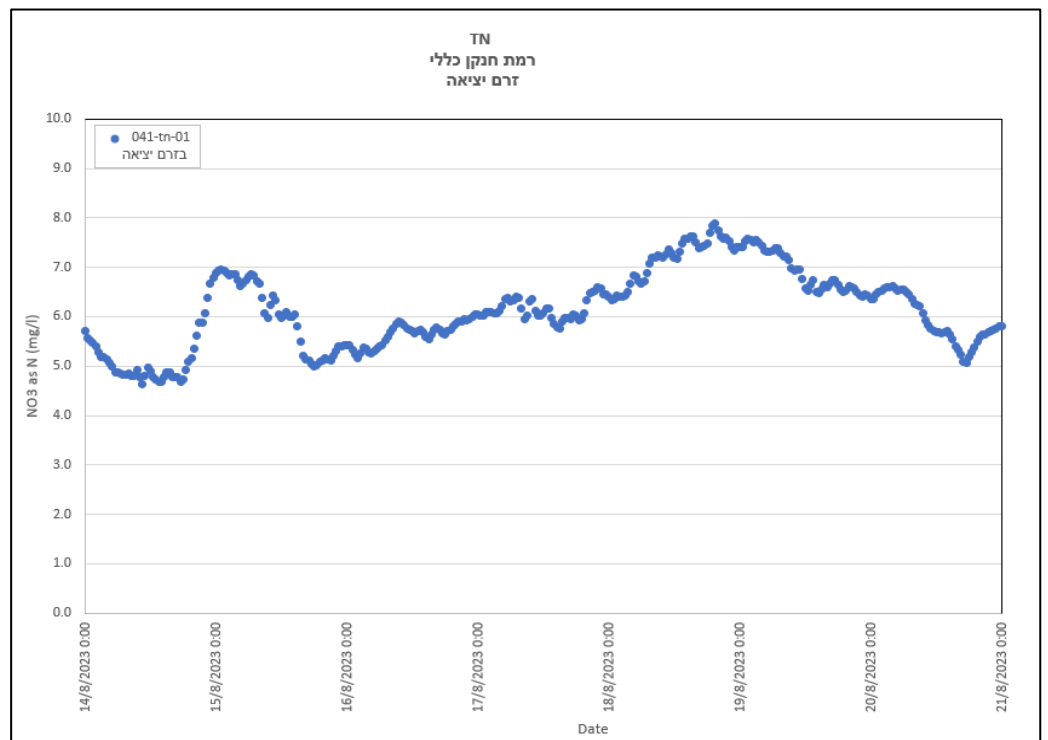


21.8.23

ניטראט



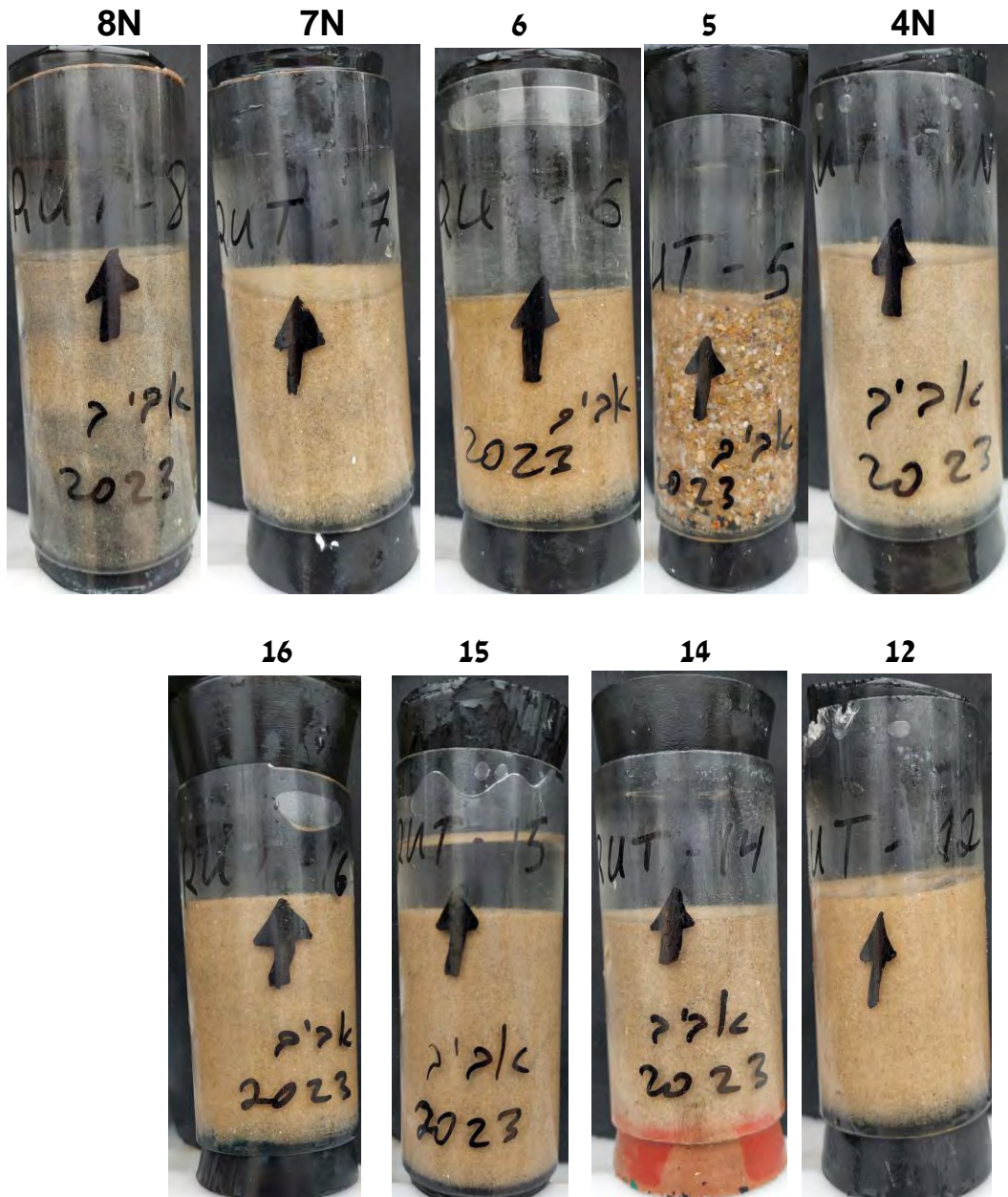
TN



נספח ג'

תמונות גלעיני סדימנט

8.6.2023 , אביב 2023



דיגום הגלעינים בוצע בצלילה, הם הועברו לבדיקת מתכות ו-TOC. התמונות צולמו ע"י אנשי המעבדה הימית.

נספח ד'

נתוני החי בתוך המצע

מאסף החי בתוך המצע ב-13 נקודות RUT שנדגמו באביב 2023 (8.6.23)

	RUT 1			RUT 2			RUT 3			RUT 4			RUT 5			RUT 6			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
ANNELIDA																			
Acoela	85	260	12			8				588	95		10						
Polychaeta	8	1				2	1			6	1	13	3	13	10	6	10	12	
Capitellidae	1	3	2									1					1		1
Chaetopteriidae																			
Cirratulidae																	1		
Dorvilleidae													1						
Eunicidae																			
Glyceridae			1							1	1				1				
Goniadidae											1								
Hesionidae				1															
Magelonidae																	1	3	1
Maldanidae																			
Nephtyidae				1								2	1		1	4	12	2	
Nereididae											1								
Onuphidae																			
Orbiniidae	5	2	2				2	1		70	76	112	1			4	7	4	
Oweniidae																			
Paraonidae																			
Phyllodocidae										1									
Sabellidae																			
Saccocirridae	42	54	81			1				2		18	201	151	460				
Sigalionidae		3	1								1	1							
Spionidae				2	3	4	1	1	1								4	3	1
Syllidae		1								1		3	3	5					1
Trochochaetidae																			
ARTHROPODA																			
Acari																			
CRUSTACEA																			
Copepoda Harpacticoida						1			1		5	3	2	1		1	2	1	
C. Calanoida												1	3						
Amphipoda Gammaridae		1		1	7	3	16	23	26	1		6	1		1	74	199	168	
A. Urothoe sp.																1			
A. Phricia																			
Anomura																		1	2
Brachyura										1									
Cumacea					6							2						2	2
Decapoda													1						
Isopoda															1				1
Mysida (Gastrosaccus mediterraneus)																		2	
Tanaidacea										1			2						
T. Apseudes												2							
Ostracoda	1			1								12						1	1
MOLLUSCA																			
Bivalvia					1														
Modiolus barbatus										7	1								
Donax trunculus											1								
Donax venustus																			
Donax sp.							1										1	7	2
Maetra stultorum																			
Dosisnia lupinus																			
Brachiodontes						1													
Mytilidae						1				5	1	5							
Gastropoda																			
Acteocina mucronata																			
Leucotina natalensis																			
NEMATODA	827	763	504	182	202	246	956	1080	1420	600	778	944	96	48	10	364	494	336	
Nemertea	1	8	2		1	1	2		1	1	1	2							
Echiura	1																		
Echinocardium cordatum																		1	
Branchiostoma lanceolatum														1				1	

	RUT 7N			RUT 8N			RUT 10			RUT 11			RUT 12			RUT 13			RUT 14		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
ANNELIDA																					
Acoela													8	3							1
Polychaeta	8	12	10	16	16	25		3	2	1	2	5	11	1	19		1			3	3
Capitellidae						1						1									
Chaetopteridae				1																	
Cirratulidae													1		5						
Dorvilleidae																					
Eunicidae																					1
Glyceridae		1		2	7												1		1	1	1
Goniadidae																					
Hesionidae			1												1		1				
Magelonidae	1		3		2	1	1	3	5				3		1		1	1	3		4
Maldanidae			1																		
Nephtyidae	8	6	8	3	5	2	1		1	5		4	1		1	5	10	9	4	3	2
Nereididae					1								1		1						
Onuphidae						5															
Orbiniidae	4	10	25		2					1	1			7	57	23	8	1			
Oweniidae				3	3	5															
Paraonidae			1		7																
Phyllodocidae			1			3															
Sabellidae					1	1															
Saccocirridae																					
Sigalionidae																					
Spionidae	6	7	9	10	12	18	2		1	3	4	1			3	3	1		1	1	1
Syllidae				1																	
Trochochaetidae								2													
ARTHROPODA																					
Acari		1																			
CRUSTACEA																					
Copepoda Harpacticoida		3	3	2	2	3							5	8	2	1	1			3	3
C. Calanoida			5																		
Amphipoda Gammaridae	23	41	28	52	135	109	148	185	179	29	14	9	18	24	9	100	197	183	74	91	199
A. Urothoe sp.	2	1			1	5												2			1
A. Phricia					2																
Anomura				1																	
Brachyura							1					1	1								
Cumacea		3	9		3	7		3	1		2	2			2	3	1	2		3	10
Decapoda																					
Isopoda			1														1	1			
Mysida (Gastrosaccus mediterraneus)											3	2			4		1	3		1	3
Tanaidacea																					
T. Apseudes				6	1	1															
Ostracoda		2	8	2	3	2					1		2	1	2	1	1	1			2
MOLLUSCA																					
Bivalvia				1									1							1	
Modiolus barbatus													1								
Donax trunculus	15	18	19	5	21	18	6		2				1								
Donax venustus	7	9	8	1	15	5			1												
Donax sp.	23	23	29	36	231	218	8	7	6	1					3	3	1	4		11	15
Mactra stultorum					1	3															
Dosisnia lupinus				2	5	3															
Brachiodontes																					
Mytilidae																					
Gastropoda	1	1				2															
Acteocina mucronata					1																
Leucotina natalensis.	1				2	2															
NEMATODA	226	302	418	84	150	118	412	420	320	1288	1160	880	552	1512	634	700	504	780	324	400	408
Nemertea									1		1		2		2					1	
Echiura																				1	
Echinocardium cordatum	1	1			1				2				3	1	2	1	1	1		1	1
Branchiostoma lanceolatum	1						2	1						1	1			2			

נספח ה'

**ניתוח מגמות רב-שנתי (2008-2023) של ריכוזי נוטריאנטים במי הים באזור
ניטור רוטנברג, בדגש על ניטראט וניטריט, חנקן כללי וחומצה סיליציית**

יובל כהן

יועץ לוי.איי.די חברה להתפלה ולחברת החשמל לישראל

ניתוח מגמות רב-שנתי (2008-2023) של ריכוזי נוטריאנטים במי הים באזור ניטור רוטנברג בדגש על ניטראט וניטריט, חנקן כללי וחומצה סיליצית

1. מטרה

ניתוח המגמות הרב-שנתי של ריכוזי הנוטריאנטים באזור ניטור רוטנברג (להלן - "אזור הניטור", איור 1), בדגש על ניטראט וניטריט, חנקן כללי וחומצה סיליצית, מתבצע עפ"י דרישת המשרד להגנת הסביבה החל משנת 2017. ניתוח המגמות המוצג להלן מתייחס לשנים 2008-2023 (להלן - "תקופת הניטור"). לפני 2008 בדיקות הנוטריאנטים במי הים במסגרת ניטור רוטנברג בוצעו בשיטות שאינן מתאימות למי ים. החל משנת 2008 בדיקות הנוטריאנטים מתבצעות ע"י חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) בשיטות מתאימות למי ים.¹

2. הזרמות נוטריאנטים לאזור הניטור

ניתוח המגמות של ריכוזי הנוטריאנטים במי הים באזור הניטור מתייחס להזרמות של נוטריאנטים לאזור בתקופת הניטור. מקורות הנוטריאנטים שתרומתם הכמותית ידועה ודווחה במסגרת הדרישות בהיתרי ההזרמה לים כוללים: מי רכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות, מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון, שפכים תעשייתיים מטופלים מתחנת הכח רוטנברג (עד שנת 2013 הוזרמו לתעלות מי הקירור של תחנת הכח רוטנברג גם שפכים מטופלים מאתר תחנת הכח "גזר" אבל אין מידע כמותי על תכולת הנוטריאנטים), ותמלחת ממפעל אינטל אלקטרוניקה בקרית גת (החל משנת 2019). בנוסף, כנראה שלעיתים מגיעות לאזור הניטור כמויות לא ידועות של נוטריאנטים שמקורם בביוב של רצועת עזה אשר מוזרם לים.

מי הרכז של מתקני ההתפלה של חברת מקורות, אשר מוזרמים אל תוך זרם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון, מכילים חנקן - כמעט הכל ניטראט, זרחן - כ- 80% פוספונט משימוש באנטיסקלנט פוספונטי בתהליך ההתפלה וכ- 20% פוספאט², וחומצה סיליצית. מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון כוללים נוטריאנטים שמקורם במי הגלם (מי הים) ותוספות של חנקן - כמעט הכל חנקן אורגני - וזרחן אורגני (פוספונט) שמקורם באנטיסקלנטים פוספונטים המשמשים בתהליך ההתפלה.³ ריכוזי הצורונים של חנקן וזרחן במי הרכז ובמי הגלם של מתקן ההתפלה נבדקים באופן שוטף במעבדת חיא"ל, אולם כמפורט בדיווחים למשרד להגנת הסביבה, תוצאות הבדיקות אינן מתאימות לצורך חישובי עומסים.⁴ את עומסי החנקן והזרחן "נטו" שמקורם במתקן ההתפלה ניתן לחשב מתוצאות הבדיקות של תכולת תוספי ההתפלה. התוספים אינם מכילים חומצה סיליצית.

הקולחים התעשייתיים מתחנת הכח רוטנברג מכילים חנקן, כ- 50%-80% ניטראט והיתרה חנקן אורגני ואמוניום. התמלחת של מפעל אינטל אלקטרוניקה מכילה חנקן - כ- 65% חנקן קלדאל והיתרה ניטראט, וזרחן - בחלקו פוספונט משימוש באנטיסקלנט פוספונטי ובחלקו פוספאט.⁵

¹ ראו הערת שוליים 10 בעניין בדיקות TN ו-TP.

² מידע שנמסר ע"י מקורות.

³ תכולת צורוני החנקן והזרחן בתוספי תהליך ההתפלה נבדקת כל שנה בהתאם להוראות היתר ההזרמה לים והתוצאות מוגשות למשרד להגנת הסביבה. תרומות החנקן והזרחן מתוספי ההתפלה שאינם אנטיסקלנטים זניחות - פחות מ- 1% מסה"כ החנקן והזרחן.

⁴ דוגמאות: (1) בד"כ עומסי החנקן שמקורות בתוספי ההתפלה המחושבים מתוצאות הבדיקות (העומס במי הרכז פחות העומס במי הגלם) שונים מאד (הבדלים של עד מאות אחוזים) מהעומסים המחושבים מתוצאות הבדיקות של תכולת תוספי ההתפלה; (2) עפ"י תוצאות הבדיקות, בד"כ ריכוזי אמוניום במי הרכז נמוכים מהריכוזים במי הגלם; לא ברור האם מדובר בחמצון של האמוניום בתהליך הטיפול במים או בבעיה בתהליך הבדיקה.

⁵ מידע שנמסר ע"י אינטל אלקטרוניקה.

בכמה נקודות לאורך חוף רצועת עזה מוזרמים לים ביוב גולמי וביוב מטופל חלקית בכמות של כ- 30 מלמ"ק שנה לפי הערכה בשנת 2017, שכנראה גדלה מאז.⁶ הזרמת הביוב גורמת לפריחות מקומיות של אצות מול רצועת עזה. בניטור באמצעות תצלומי לוויין נראית פלומת כלורופיל מול רצועת עזה שלעיתים מתפשטת לאזור הניטור. כמפורט בדוחות השנתיים של ניטור רוטנברג, ממצאי הניטור מצביעים על כך שכנראה גם נוטריאנטים שמקורם בביוב עזה מגיעים לעיתים לאזור הניטור, אולם אין אפשרות להעריך את הכמויות.

העומסים הידועים של חנקן כללי, זרחן כללי וחומצה סיליצית שהוזרמו לים בשנים 2008-2023 מוצגים בטבלה 1, כאשר לגבי מתקן התפלה אשקלון ההתייחסות היא רק לעומסים "נטוי" (מתוספי ההתפלה) ולא לנוטריאנטים שמקורם במי הגלם ומוחזרים לים. חנקן הזרם ברובו ע"י מתקני ההתפלה של מקורות (> 90% מכלל הזרמות החנקן מאז שנת 2011, 89% בשנת 2023), כאמור כמעט הכל כניטראט;⁷ בשנים 2008-2021 עומס החנקן ממתקנים אלה גדל כמעט פי 10 ובשנתיים האחרונות ירד כמפורט בטבלה 1. חומצה סיליצית הוזרמה רק ע"י מתקני ההתפלה של מקורות; בשנים 2008-2021 עומס החומצה הסיליצית ממתקנים אלה גדל פי 9 בקירוב ובשנתיים האחרונות ירד כמפורט בטבלה 1. זרחן הזרם בעיקר ע"י מתקן התפלה אשקלון, כאמור הכל כפוספונט. במהלך תקופת הניטור עד שנת 2021 לא חלו שינויים משמעותיים (> 20%) בעומס הזרחן ממתקן התפלה אשקלון (למעט העומס הקטן יחסית בשנת 2014 שבה הופחת הייצור של מים מותפלים) אולם בשנים 2021 ו-2023 חלה ירידה דרמטית בעומס הזרחן ממתקן ההתפלה - כ- 60% ו- 80% לעומת שנת 2021, בהתאמה - כתוצאה משימוש חלקי באנטיסקלנט נטול זרחן. עקב העמידות היחסית של פוספונט (קצב פירוק איטי יחסית לקצב המיהול בסביבה), ההזרמה לים איננה תורמת כמויות משמעותיות של פוספאט לאזור הניטור.

הריכוזים של ניטראט וחומצה סיליצית במי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות ושל ניטראט במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון בתקופת הניטור מוצגים בטבלה 2. הריכוזים השנתיים הממוצעים של ניטראט וחומצה סיליצית בתשע השנים האחרונות (2015-2023), 58.3 ו- 67.7 מג"ל, בהתאמה, היו גבוהים בכ- 25% ו- 11%, בהתאמה, מהריכוזים השנתיים הממוצעים בשבע השנים הקודמות (2008-2014), 46.7 ו- 61.0 מג"ל, בהתאמה. בכל תקופת הניטור ריכוזי הניטראט במי הרכז של מתקנים אלה היו גבוהים בשלושה סדרי גודל מהריכוזים במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.

⁶ Silverman et al (2017). Untreated sewage discharge from the Gaza Strip as a possible cause of seawater quality deterioration at southern Israel and the Ashqelon VID desalination plant inlet. IOLR Report H35/2017.

⁷ בכמה מקרים בדיווחי העומסים של מקורות, עומס הניטראט גדול מעומס החנקן הכללי. הסיבה לכך היא שתדירות הדיגום של ניטראט הינה שבועית ותדירות הדיגום של כל מרכיבי החנקן הכללי הינה חודשית ולכן יכולה להיות אי התאמה בחישוב של ממוצעים שנתיים שמהם מחושבים עומסים.

טבלה 1: העומסים הידועים (טון/שנה) של חנקן (כ-N), זרחן (כ-P) וחומצה סיליצית (כ-Si) שהוזרמו לאזור הניטור ממתקני ההתפלה של מקורות, ממתקן התפלה אשקלון (עומסים נטו), מתחנת הכח רוטנברג וממפעל אינטל אלקטרוניקה בתקופת הניטור.

אינטל אלקטרוניקה (9)		ת"כ רוטנברג (7)		מתקן התפלה אשקלון (עומס "נטו") (2)		מתקני התפלה מקורות (1)			
זרחן (11)	חנקן (10)	זרחן	חנקן (8)	זרחן (6)	חנקן (5)	ח. סיליצית	זרחן (4)	חנקן (3)	שנה
				32.3	6.2	49.29	0.74	41.1	2008
				33.0	6.3	61.08	1.04	47.44	2009
				33.9	6.4	45.92	0.85	37.66	2010
				34.8	6.6	175.74	4.71	132.30	2011
				37.6	7.2	211.75	4.77	170.12	2012
				38.9	5.6	206.26	4.57	154.57	2013
		0	8.6	24.8	4.4	220.15	2.95	168.64	2014
		0	10.0	37.2	6.5	277.78	2.96	215.39	2015
		0	5.8	34.5	5.5	418.78	5.30	321.03	2016
		0	5.7	37.7	6.2	387.19	4.79	343.22	2017
		0	5.3	36.6	5.0	449.50	8.45	402.36	2018
1.5	7.1	0.004	5.6	39.0	5.3	399.45	7.80	359.72	2019
1.9	10.0	3.5	14.0	36.8	5.3	435.50	8.20	374.30	2020
1.7	9.3	0	7.9	30.9	4.9	439.31	7.90	388.97	2021
2.0	13.9	0.78	6.5	12.3	1.8	353.04	6.49	323.32	2022
1.6	10.2	0.005	18.3	5.6	0.9	276.61	4.17	243.95	2023

הערות לטבלה 1: (1) הנתונים נמסרו ע"י מקורות; (2) תרומת תוספי ההתפלה (למעשה האנטיסקלנטים) – הנתונים לשנים 2012 - 2023 מתוצאות הבדיקות של תוספי ההתפלה, הנתונים לשנים 2008-2011 הם הערכות על סמך הנתונים לשנת 2012 והיחס בין היקף ייצור המים המותפלים בכל שנה להיקף הייצור בשנת 2012; הנתונים נמסרו ע"י מתקן התפלה אשקלון; (3) כמעט הכל ניטראט; (4) כ- 80% פוספונט, כ- 20% פוספאט; (5) כמעט הכל חנקן קלדאל (חנקן אורגני+אמוניום); (6) פוספונט; (7) בדיקות נוטריאנטים החלו בשנת 2014 עפ"י דרישה בהיתר ההזרמה לים של תחנת הכח רוטנברג; הנתונים נמסרו ע"י חברת החשמל; (8) 80%-50% ניטראט; (9) הנתונים נמסרו ע"י אינטל אלקטרוניקה, הזרמה משמעותית החלה בשנת 2019; (10) כ- 65% חנקן קלדאל; (11) פוספונט ופוספאט.

טבלה 2: ריכוזי ניטראט וחומצה סיליצית (ממוצעים שנתיים) במי הרכז של מתקני התפלה של מקורות וריכוזי ניטראט (ממוצעים שנתיים) במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון בתקופת הניטור.⁸

שנה	מי רכוז מתקני התפלת מים מליחים מקידוחים מקורות		מי רכוז מתקן התפלה אשקלון
	ריכוז ניטראט כ- N מג"ל	ריכוז ח. סיליצית כ- Si מג"ל	
2008	47.1±2.7	62.9±6.2	
2009	46.8±2.3	61.8±5.3	0.030
2010	45.7±5.1	56.0±9.0	0.031
2011	48.2±3.5	64.4±6.0	0.033
2012	46.5±5.6	61.3±3.0	0.032
2013	44.6±3.1	58.9±4.4	0.045
2014	48.1±7.3	62.0±4.6	0.048
2015	52.4±4.8	67.0±6.1	0.048
2016	52.6±3.7	68.4±6.5	0.050
2017	55.6±2.3	62.9±9.5	0.044
2018	58.8±2.7	66.9±3.2	0.040
2019	59.6±1.9	67.0±2.6	0.053
2020	60.1±1.8	70.3±3.2	0.076
2021	60.6±4.4	68.0±3.6	0.050
2022	62.2±5.9	67.8±6.3	0.048
2023	62.9±5.5	70.7±5.6	0.049 ⁹

3. ריכוזי נוטריאנטים באזור הניטור ובחינת מגמות בתקופת הניטור

בדיקות הנוטריאנטים במסגרת ניטור רוטנברג בוצעו בדגימות מי ים לא מסוננות וכללו: ניטראט+ניטריט (להלן – "ניטראט"), אמוניום, חנקן כללי (TN), פוספט, זרחן כללי (TP) וחומצה סיליצית. בתקופת הניטור חלו שינויים בחלק משיטות הבדיקה ובגבולות הגילוי של חלק מהבדיקות. השינויים המשמעותיים היו בבדיקות TN ו-TP. להערכת היא"ל, המהימנות של נתוני TN מלפני שנת 2012 ושל נתוני TP מלפני שנת 2010 איננה ברורה וחלק מהנתונים כנראה שגויים.¹⁰

טווחי הריכוזים של כל המדידות של ניטראט, אמוניום, חנקן כללי, פוספט וחומצה סיליצית באזור הניטור בתקופת הניטור מוצגים בטבלאות 3-7. בטבלאות מוצגים גם ערכי ייחוס לריכוזי הנוטריאנטים לאורך החוף הרדוד של ישראל (עד עומק מים של 15 מ') באזור שמדרום לתל אביב ועד אשקלון, אשר הוצעו ע"י היא"ל בדוח שהוגש למשרד להגנת הסביבה ביולי 2017.¹¹ ערכי הייחוס המוצעים אמורים לייצג את הרקע הטבעי לאזור, במגבלות של היקף המידע שהיה קיים בעת קביעתם. ערכי הייחוס נקבעו כערך החציון של כל המדידות שבוצעו באזור בשנים 2010-2014 במסגרות שונות, להוציא בנקודות המושפעות מהזרמות אנתרופוגניות (נתוני ניטור רוטנברג לא נלקחו בחשבון עקב ההזרמות של נוטריאנטים לאזור הניטור). בהשוואה של נתונים רב-שנתיים של ניטור רוטנברג לערכי הייחוס העונתיים יש לקחת בחשבון גם הבדלים בהגדרות של עונות השנה.

⁸ ניטראט בטבלה = ניטראט+ניטריט. בחישוב הריכוזים השנתיים הממוצעים של ניטראט במי הרכז של מתקן התפלה אשקלון, נתונים נמוכים מגבול הגילוי של הבדיקה נלקחו כשווים לאפס. עקב גבול הגילוי הנמוך, אין לאופן החישוב השפעה על סדר הגודל של הריכוזים הממוצעים.

⁹ ממוצע לתקופה ינואר – אוקטובר 2023.

¹⁰ בגלל השינויים בשיטות הבדיקה, בדוח היא"ל H50/2017 שקבע ערכי ייחוס של נוטריאנטים במימי החופים של ישראל, נלקחו בחשבון נתוני TP ו-TN רק החל מהשנים 2010 ו-2012 התאמה. בשנת 2014 שיטת הבדיקה של TP שופרה אבל ההבדל יחסית לתוצאות בשנים 2010-2013 הוא רק כ-10%.

¹¹ קרס וחובריה (2017). גיבוש ערכי סף (אמות מידה) לרמות נוטריאנטים וכלורופיל a לשמירה על איכות מי הים התיכון של ישראל: גישה המשלבת ניתוח סטטיסטי, ניסויי bioassay ומודלים. דוח היא"ל H50/2017.

לצורך חישוב ערכי הייחוס, עונות השנה הוגדרו ע"י חיא"ל עפ"י הטמפרטורה של מי היס כלהלן: חורף (ינואר-מרץ); אביב (אפריל-יוני); קיץ (יולי-אוקטובר); סתיו (נובמבר-דצמבר). הגדרות אלה שונות בחלקן מההגדרות האסטרונומיות של העונות (עפ"י אורך היום) אשר שימשו לקביעת מועדי ניטור רוטנברג. במרבית השנים בתקופת הניטור, ניטור הסתיו התבצע באוקטובר ובספטמבר, שני חודשים אשר לצורך קביעת ערכי הייחוס של נוטריאנטים הוגדרו ע"י חיא"ל כעונת הקיץ. רק בשנים 2008, 2014, 2019, 2021 ו-2022 ניטור הסתיו התבצע בנובמבר.¹²

בניתוח נתוני הניטור בדוח זה, ריכוזים מדודים של הפרמטרים הנ"ל, או ערכי החציון שלהם באזור הניטור, בתחום של עד 50% סטייה מערכי הייחוס המוצעים (להלן – קריטריון ההתאמה לערכי הייחוס), נחשבים כהתאמה טובה לערכי הייחוס.

טבלה 3: טווח ריכוזי ניטראט בניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס של ניטראט שהוצעו ע"י חיא"ל. בעמודת ניטור הסתיו רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

שנה	טווח ריכוזי ניטראט בים μM		
	חורף	אביב	קיץ
2008	<0.08 – 28.57	<0.08 – 2.67	0.15 – 1.65
2009	0.11 – 3.21	<0.08 – 1.78	0.21 – 4.31
2010	0.75 – 3.16	0.15 – 2.65	0.21 – 3.35
2011	0.25 – 7.31	0.34 – 1.36	0.47 – 7.30
2012	0.71 – 4.89	<0.08 – 4.87	0.10 – 4.84
2013	0.27 – 2.93	0.32 – 3.58	0.13 – 3.04
2014	0.27 – 7.25	0.66 – 13.73	0.70 – 11.55
2015	0.27 – 7.25	0.66 – 13.73	0.70 – 11.55
2016	1.27 – 8.48	0.16 – 8.94	<0.08 – 6.44
2017	<0.08 – 28.57	0.15 – 15.60	0.41 – 3.63
2018	0.28 – 8.75	0.23 – 9.80	0.11 – 24.30
2019	0.08 – 7.31	<0.08 – 16.83	0.12 – 7.70
2020		0.12 – 10.16	0.09 – 9.7
2021	0.19 – 14	0.31 – 11	0.15 – 18
2022	0.42 – 15	0.18 – 6.6	0.17 – 13
2023		0.19 – 11	0.13 – 10
ערכי ייחוס מוצעים	1.22	0.30	0.31
ערכי ייחוס + 50%	1.83	0.45	0.47

¹² לכן בעמודת ניטור הסתיו בטבלאות 3-7 רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

טבלה 4: טווח ריכוזי אמוניום בניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס של אמוניום שהוצעו ע"י חיא"ל. בעמודת ניטור הסתיו רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

טווח ריכוזי אמוניום בים μM				שנה
סתיו	קיץ	אביב	חורף	
<0.1 – 5.66	<0.1 – 1.65	<0.1 – 0.78	0.14 – 1.98	2008
0.3 – 0.97		<0.1 – 0.96	<0.1 – 1.95	2009
<0.05 – 0.73		<0.1 – 1.01	<0.1 – 3.87	2010
<0.05 – 1.3		0.31 – 1.48		2011
0.55 – 11.17	0.26 – 2.85	0.33 – 1.42		2012
0.19 – 2.66		0.24 – 2.4	0.89 – 8.18	2013
0.42 – 3.08		0.30 – 5.1		2014
<0.06 – 2.31	1.29 – 2.80	0.82 – 4.84	0.90 – 4.37	2015
<0.06 – 0.37	0.19 – 0.94	0.19 – 1.31	<0.06 – 0.99	2016
<0.06 – 1.61	0.16 – 1.37	0.14 – 1.09	0.09 – 1.98	2017
0.22 – 0.81	<0.06 – 0.95	0.12 – 0.74	0.05 – 7.86	2018
0.12 – 0.45	0.20 – 1.10	<0.09 – 0.71	<0.06 – 1.15	2019
0.41 – 5.6	0.11 – 2.1	0.10 – 0.66		2020
0.38 – 1.7	<0.06 – 1.1	0.07 – 1.5	0.11 – 0.80	2021
0.07 – 1.6	0.14 – 1.4	0.12 – 2.1	0.52 – 1.6	2022
	0.15 – 1.6	<0.06 - 1.1		2023
(0.86) 0.28	0.28	0.26	0.61	ערכי ייחוס מוצעים
(1.29) 0.42	0.42	0.39	0.92	ערכי ייחוס + 50%

טבלה 5: טווח ריכוזי חנקן כללי בניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס של חנקן כללי שהוצעו ע"י חיא"ל. בעמודת ניטור הסתיו רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

טווח ריכוזי חנקן כללי בים μM				שנה
סתיו	קיץ	אביב	חורף	
				2008
2.36 – 7.99	6.41 – 15.02			2009
3.68 – 7.13	5.60 – 9.70	3.10 – 9.02	3.80 – 9.98	2010
1.27 – 10.10	7.7 – 18.4	6.12 – 11.42	4.99 – 33.60	2011
4.18 – 11.02	2.63 – 21.42	3.90 – 15.00	3.47 – 20.05	2012
6.66 – 12.42		6.21 – 20.72	7.85 – 14.80	2013
7.53 – 20.60		8.58 – 37.05	5.74 – 20.37	2014
	6.29 – 23.79	9.83 – 35.85	5.27 – 18.40	2015
5.95 – 16.50	8.86 – 18.18	6.87 – 18.63	6.63 – 22.95	2016
9.40 – 37.40	8.10 – 16.40	3.30 – 21.70	5.30 – 33.50	2017
7.64 – 28.5	11.2 – 32.0	6.44 – 11.81	6.64 – 18.44	2018
6.45 – 32.6	6.3 – 17.1	6.29 – 23.40	5.53 – 13.74	2019
7.20 – 20.0	11 – 27	5.89 – 15.88		2020
6.30 – 22.0	8.9 – 31	9.5 – 24	8.22 – 19.8	2021
5.80 – 17.7	8.6 – 20	7.4 – 17	6.32 – 20.9	2022
	9.1 – 20	7.0 – 19		2023
(6.85) 7.94	7.94	6.38	5.74	ערכי ייחוס מוצעים
(10.28) 11.91	11.91	9.57	8.61	ערכי ייחוס + 50%

טבלה 6: טווח ריכוזי חומצה סיליצית בניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 ערכי הייחוס של חומצה סיליצית שהוצעו ע"י חיא"ל. בעמודת ניטור הסתיו רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

טווח ריכוזי חומצה סיליצית בים μM				שנה
סתיו	קיץ	אביב	חורף	
2.57 – 4.49	2.7 – 4.36	2.35 – 3.80		2008
1.61 – 3.10	6.56 – 7.77	0.93 – 2.75	1.08 – 3.61	2009
1.14 – 1.76	0.26 – 2.96	0.06 – 2.72	1.89 – 7.33	2010
1.62 – 5.66	6.65 – 10.27	3.36 – 10.50	2.02 – 6.36	2011
1.21 – 7.14	0.59 – 3.53	1.37 – 6.50	1.21 – 4.73	2012
1.56 – 4.50		0.55 – 15.29	1.43 – 3.95	2013
1.53 – 9.43		2.23 – 5.56	0.83 – 12.35	2014
2.33 – 6.03	1.73 – 7.03	2.70 – 10.45	1.12 – 7.09	2015
3.00 – 9.93	1.44 – 5.93	0.51 – 5.87	1.12 – 5.52	2016
1.50 – 19.50	2.42 – 3.94	<0.05 – 7.85	1.58 – 17.00	2017
2.93 – 12.6	0.26 – 10.80	2.82 – 11.01	1.26 – 6.19	2018
1.24 – 17.98	0.59 – 9.39	1.72 – 12.42	0.75 – 5.61	2019
3.1 – 10.0	2.40 – 9.1	2.72 – 10.32		2020
1.7 – 11.0	4.9 – 14	3.8 – 12	1.8 – 9.9	2021
1.7 – 7.4	1.5 – 11	0.6 – 9.2	1.2 – 8.6	2022
	5.8 – 13	1.3 – 8.8		2023
(1.20) 1.56	1.56	1.33	1.00	ערכי ייחוס מוצעים
(1.8) 2.34	2.34	2.0	1.50	ערכי ייחוס + 50%

טבלה 7: טווח ריכוזי פוספאט בניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס של פוספאט שהוצעו ע"י חיא"ל. בעמודת ניטור הסתיו רשומים ערך הייחוס של עונת הקיץ ובסוגריים ערך הייחוס של עונת הסתיו.

טווח ריכוזי פוספאט בים μM				שנה
סתיו	קיץ	אביב	חורף	
0.085 – 0.176	<0.008 – 0.231	0.025 – 0.121		2008
0.066 – 0.215	0.078 – 0.209	0.011 – 0.532	<0.008 – 0.269	2009
0.039 – 0.365	0.1 – 0.15	0.043 – 0.247	0.049 – 0.144	2010
0.029 – 0.150	0.118 – 0.361	0.111 – 0.369	0.074 – 0.248	2011
0.035 – 0.483	0.065 – 0.200	0.022 – 0.184	0.094 – 0.358	2012
<0.008 – 0.152		0.136 – 0.368	0.124 – 0.498	2013
0.070 – 0.187		0.082 – 0.331	0.012 – 0.107	2014
<0.008 – 0.182	0.043 – 0.332	0.058 – 0.322	0.030 – 0.253	2015
0.035 – 0.209	0.101 – 0.296	0.047 – 0.251	0.065 – 0.506	2016
0.030 – 0.190	<0.008 – 0.079	0.02 – 0.11	0.04 – 0.135	2017
0.080 – 0.280	0.035 – 0.116	0.08 – 0.17	0.01 – 0.08	2018
<0.009 – 0.222	0.031 – 0.279	0.028 – 0.220	0.02 – 0.19	2019
0.02 – 0.170	0.08 – 0.23	0.057 – 0.325		2020
0.029 – 0.460	0.08 – 0.18	0.062 – 0.188	0.036 – 0.15	2021
0.033 – 0.182	0.068 – 0.15	0.075 – 0.332	0.045 – 0.20	2022
	0.087 – 0.167	0.035 – 0.185		2023
(0.106) 0.059	0.059	0.110	0.162	ערכי ייחוס מוצעים
(0.159) 0.089	0.089	0.165	0.243	ערכי ייחוס + 50%

מהנתונים בטבלאות 3-7 ברור שבכל מועדי הניטור בתקופת הניטור, מאז תחילתה, נמדדו בחלק מנקודות הניטור ריכוזי נוטריאנטים גבוהים מערכי הייחוס שהוצעו ע"י חי"ל, ואף מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס, אולם מודגש שגם ריכוזים אלה נמוכים יחסית לריכוזים אשר נחשבים כעלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה בסביבה הימית, בוודאי בתנאי ים פתוח כמו באזור הניטור.

ניתוח מגמות עיתיות של ריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור איננו פשוט בגלל המכלול המורכב של גורמים אשר קובע את התפוצה המרחבית של הנוטריאנטים בכל מועד ניטור: הרקע הטבעי והתרומות האנתרופוגניות של נוטריאנטים (ובכלל זה השפעות אפשריות של הזרמה לים של ביוב מרצועת עזה), היקף הפעילות של מתקן התפלה אשקלון (ספיקת מי הרכז) ושל תחנת הכח רוטנברג (מספר יחידות הייצור הפועלות, ספיקת מי הקירור של כל יחידה ותפוקת החשמל של כל יחידה) אשר משפיעים על מיהול ופיזור הנוטריאנטים, התנאים הסביבתיים (בעיקר עוצמת וכיוון הרוח) אשר משפיעים על מיהול ופיזור הנוטריאנטים, ותהליכים ביולוגים באזור הניטור. לכן, ניתוח נתוני הנוטריאנטים שלהלן כולל בחינה של שלושה סוגים של מדדים:

- היחסים בין ריכוזי הנוטריאנטים לבין המליחות של מי הים, אשר מהווה סמן לנוכחות של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון, שכוללים את מי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות (טבלה 8).
- שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של הנוטריאנטים שנמדדו בכל מועד ניטור במהלך תקופת הניטור, והמיקומים של ריכוזים אלה ביחס למוצא המשותף של מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון ומי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות (טבלאות 9-13);
- ריכוזי החציון של הנוטריאנטים בכל אזור הניטור, באביב ובסתיו של כל שנת ניטור (טבלה 14, איור 2).

בנוסף, נבחנו ריכוזי החציון של כלורופיל באזור הניטור במטרה לבדוק האם קיים קשר בין השונות העיתית של ריכוזי הנוטריאנטים לשונות העיתית של ריכוזי הכלורופיל בתקופת הניטור (טבלה 14, איור 3).

היחסים בין ריכוזי הניטראט, חומצה סיליצית, אמוניום, פוספאט וזרחן אורגני (TOP) באזור הניטור למליחות של מי הים בתקופת הניטור נבחנו בדוחות השנתיים של ניטור רוטנברג. סיכום הממצאים מוצג בטבלה 8. מתאם לינארי חיובי ($R^2 > 0.3$) נמצא ב- 84% מסדרות הבדיקות העונתיות של ניטראט, ב- 75% מסדרות הבדיקות של חומצה סיליצית וב- 78% מסדרות הבדיקות של זרחן אורגני.¹³ לעומת זאת, במרבית סדרות הבדיקות של אמוניום ופוספאט (84% ו-70% בהתאמה) לא נמצא מתאם עם המליחות של מי הים.

כמפורט בדוחות הניטור השנתיים, המתאם בין ריכוזי הניטראט והחומצה הסיליצית למליחות של מי הים במרבית מועדי הניטור, ונתוני ההזרמה של ניטראט וחומצה סיליצית (טבלאות 1, 2), מצביעים על כך שמי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות הם המקור לריכוזים הגבוהים של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו באזור הניטור.¹⁴ המתאם בין ריכוזי הזרחן האורגני למליחות של מי הים במרבית מועדי הניטור מצביע על כך שבחלקם ריכוזי הזרחן האורגני נובעים מההזרמה של פוספונט ממתקן התפלה אשקלון וייתכן שבמידה פחותה בהרבה גם מההזרמה של פוספונט ממתקני ההתפלה של מקורות. כמפורט בדוח הניטור לשנת 2023, בשני מועדי הניטור בשנה זו לא נמצא מתאם בין ריכוזי הזרחן האורגני למליחות של מי הים וסביר שהניח שהדבר משקף את ההפחתה הגדולה בשימוש באנטיסקלנטים פוספונטים במתקן התפלה אשקלון בשנה זו, וכתוצאה מכך הפחתה גדולה של כמות הזרחן האורגני שהוזרם לים.

לגבי כל הנוטריאנטים, לא נראות בטבלה 8 מגמות עיתיות מבחינת הקשר עם המליחות של מי הים. כללית, השכיחות הגבוהה של המתאם בין ריכוזי הניטראט, החומצה הסיליצית והזרחן האורגני למליחות והשכיחות הנמוכה יחסית של מתאם בין ריכוזי האמוניום והפוספאט למליחות התקיימו בכל תקופת הניטור.

¹³ הזרחן האורגני מחושב מההפרש בין בדיקות זרחן כללי וזרחן אי-אורגני. בטבלה מוצגות רק השנים החל מ-2010 כי מהימנות תוצאות בדיקות זרחן כללי בשנים הקודמות איננה ברורה.

¹⁴ בדוחות השנתיים של ניטור רוטנברג מוצגים חישובים של ריכוזי הנוטריאנטים ממתקני ההתפלה של מקורות לאחר המיהול עם מי הרכז של מתקן התפלה אשקלון.

טבלה 8: קיום (ירוק) /אי קיום (אדום) מתאם לינארי ($R^2 > 0.3$) בין ריכוזי נוטריאנטים למליחות של מי הים באזור הניטור בשנים 2008-2023. ח=חורף, א=אביב, ק=קיץ, ס=סתיו. (משבצות ריקות = אין נתונים או שמהימנות הנתונים לא ברורה).

שנה	ניטראט				חומצה סיליצית				אמוניום				פוספאט				TOP			
	ס	ק	א	ח	ס	ק	א	ח	ס	ק	א	ח	ס	ק	א	ח	ס	ק	א	ח
2008																				
2009																				
2010																				
2011																				
2012																				
2013																				
2014																				
2015																				
2016																				
2017																				
2018																				
2019																				
2020				*				*				*			*			*		*
2021				**				**				**			**			**		**
2022																				
2023				***				***				***			***			***		***
מתאם	84%				75%				16%				30%				78%			

* לא בוצע ניטור עקב מצב הים ומגבלות בטחון.

** מתקן התפלה אשקלון לא פעל בשעות הניטור לכן הניטור לא כלול בבדיקות המתאם עם מליחות (נמצא מתאם בין ריכוזי הנוטריאנטים לטמפרטורה של מי הים מאחר שההזרמה של מקורות התקיימה גם כאשר מתקן התפלה אשקלון לא פעל).

*** מתקני ההתפלה של מקורות הושבתו במועד ניטור החורף.

**** בשנת 2023 לא בוצע ניטור סתיו עקב מלחמת חרבות ברזל.

מניתוח הנתונים של שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו בכל מועדי הניטור בתקופת הניטור (טבלאות 9-13) עולה שמרביתם נמדדו במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה (122 מתוך 174 מדידות של ניטראט ו- 112 מתוך 174 מדידות של חומצה סיליצית, 70% ו- 64% בהתאמה). הסיבה לכך היא שעל אף שדרגת המיהול וכיוון ההתפשטות של הפלומה של מי הרכז של מתקני ההתפלה אשר מועשרת בנוטריאנטים יכולים להיות שונים במועדי ניטור שונים, עקב שילוב של הגורמים שהוזכרו לעיל, במרבית המקרים מי הרכז עדיין נוכחים בריכוז גבוה יחסית בטווח של 500 מטר מהמוצא (שטח של כ- 0.4 ק"מ²). לעומת זאת, רק 56% מהמדידות של שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של אמוניום ו- 57% מהמדידות של שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של פוספאט נמדדו בתחום ה- 500 מטר מהמוצא (87 מתוך 156 מדידות של אמוניום ו- 100 מתוך 174 מדידות של פוספאט). ייתכן שהסיבות לכך הן מצד אחד ההעשרה הנמוכה יחסית של מי הרכז באמוניום ופוספאט, ומצד שני השפעה לעיתים של ביוב עזה על החלק הדרומי ואולי גם על החלק המערבי של אזור הניטור, במרחקים של יותר מ- 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה.¹⁵

¹⁵ דוגמאות להשפעה אפשרית של ביוב עזה הם ריכוזים גבוהים יחסית של אמוניום ופוספאט שנמדדו בכמה מקרים בנקודות RUT 10 ו- RUT 14 במרחק של כ- 2.5 ק"מ מדרום למוצא מי הרכז.

על סמך שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו בכל מועד ניטור, לא ניתן להצביע על מגמה רב-שנתית עקבית של שינוי בריכוזים של נוטריאנטים אלה באף אחת מעונות השנה. עם זאת, באופן כללי, בשנים 2011-2023, שבהן העומסים של נוטריאנטים אלה ממי הרכו של מתקני ההתפלה של מקורות גדלו בשיעור ניכר, נמדדו בתחום של 500 מטר ממוצא מי הרכו ריכוזים גבוהים יותר מאשר בשנים הקודמות: רק בשנים 2011-2023 נמדדו ריכוזי ניטראט גבוהים מ- $5 \mu\text{M}$; ריכוזים גבוהים במיוחד של ניטראט ($10 \mu\text{M} >$) נמדדו בתחום של 500 מטר מהמוצא בכמה מקרים בתשע השנים האחרונות (2015-2023) שבהן הייתה עליית מדרגה נוספת בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות; לגבי חומצה סיליצית - רק בשנים 2011-2022 נמדדו באזור הניטור, בעיקר בתחום של 500 מטר ממוצא מי הרכו, ריכוזים גבוהים מ- $10 \mu\text{M}$. נתוני האמוניום, הפוספאט והחנקן הכללי בתקופת הניטור לא מצביעים על שינויים עקביים באף אחת מעונות השנה.

ערכי החציון של ריכוזי הנוטריאנטים בכל אזור הניטור (טבלה 14, איור 2) מייצגים שטח של כ-1.9 ק"מ² אשר משתרע עד למרחק של כ-2.5 ק"מ מדרום ו-כ-0.5 ק"מ מצפון למוצא מי הרכו של מתקני ההתפלה, כ-1.1 ק"מ מערבית לחוף בחלקו הצפוני וכ-0.3 ק"מ מהחוף בחלקו הדרומי (איור 1). מניתוח של ערכי החציון באביב ובסתיו בשטח זה בתקופת הניטור עולה:

ניטראט באביב: ערכי החציון תאמו לערך הייחוס בשנים 2008-2010 והיו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס בשנים 2011-2023. השינויים של עליות וירידות בערכי החציון בשנים 2011-2023 אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות בשנים 2011-2021 וירידה בעומס בשנים 2022 ו-2023.

ניטראט בסתיו: ערכי החציון תאמו לערכי הייחוס (של הקיץ או הסתיו לפי הענין) בשנים 2008-2010, 2016, 2017 ו-2022 והיו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס בשנים 2011-2015 ו-2018-2021. השינויים בערכי החציון, שאינם עקביים, אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות מאז 2010.

חומצה סיליצית באביב: ערכי החציון תאמו לערך הייחוס בשנים 2009, 2010, 2012, 2016 ו-2017 והיו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס בשנים 2008, 2011, 2013 - 2015 ו-2018-2023. השינויים של עליות וירידות בערכי החציון בשנים 2011-2023 אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס החומצה הסיליצית ממתקני ההתפלה של מקורות, אם כי בשנתיים האחרונות יש מגמה של ירידה בערכי החציון במקביל לירידה בעומס החומצה הסיליצית.

חומצה סיליצית בסתיו: ערכי החציון תאמו לערכי הייחוס בשנים 2009, 2010 ו-2013 והיו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס בשנים האחרות בתקופת הניטור. השינויים של עליות וירידות בערכי החציון בשנים 2011-2022 אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס החומצה הסיליצית ממתקני ההתפלה של מקורות מאז 2010.

חנקן כללי באביב: ערכי החציון תאמו לערך הייחוס בשש שנים מתוך שתיים עשרה שנות הניטור (מאז 2012) וגבוהים מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס בשש השנים האחרות. השינויים בערכי החציון בשנים 2012-2023 שאינם גדולים אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס החנקן הכללי מכל המקורות הידועים (כאמור, כמעט הכל ניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות), אם כי בשנתיים האחרונות יש מגמה של ירידה בערכי החציון במקביל לירידה בעומס החנקן הכללי.

חנקן כללי בסתיו: ערכי החציון תאמו לערך הייחוס בשמונה שנים מתוך עשר שנות הניטור (מאז 2012) וגבוהים מקריטריון ההתאמה בשתי שנים (2014, 2019). השינויים בערכי החציון בשנים 2012-2022 אינם תואמים למגמה הכללית של עלייה בעומס החנקן הכללי מכל המקורות הידועים.

אמוניום ופוספאט באביב ובסתיו: חלו שינויים רב-שנתיים בערכי החציון של שני הנוטריאנטים ללא מגמות אחידות. באביב, ערכי החציון של ריכוזי הפוספאט תאמו לערכי הייחוס בכל בשנים למעט 2013 ו-2020. בסתיו, ערכי החציון של ריכוזי הפוספאט היו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס בשנים 2009, 2012, 2016 ו-2018. התמונה שונה לגבי אמוניום - ערכי החציון של ריכוזי האמוניום היו גבוהים מקריטריון ההתאמה לערך הייחוס בדיגומי האביב בשנים 2011-2017 ו-2020 ובדיגומי הסתיו בשנים 2009, 2010, 2012, 2013, 2015, 2018, 2020 ו-2021.

טבלה 9: שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של ניטראט שנמדדו בכל מועד ניטור רוטנברג בשנים 2008-2023, נקודות הניטור שבהן נמדדו ריכוזים אלה, והזרמת ניטראט לים ממתקני ההתפלה של מקורות (עומסים וריכוזים במי הרכז כ- N). הריכוז הגבוה ביותר בכל מועד ניטור רשום בפונט מודגש. נקודות ניטור במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה רשומות באדום.^{16, 17}

שנה	הזרמת מקורות	ריכוזי מקס.	חורף	אביב	קיץ	סתיו
2008	עומס. טון	37.3		5	12	12
	ריכוז. מג"ל	47.1±2.7		1.89	1.61	1.95
2009	עומס. טון	46.3	12	11	8n	7n
	ריכוז. מג"ל	47.8±2.7	1	8n	1	2.03
2010	עומס. טון	37.5	9	12	3	6
	ריכוז. מג"ל	47.0±5.4	13	2	3	1.39
2011	עומס. טון	131.66	12	9	7n	12
	ריכוז. מג"ל	50.5±2.9	1	8n	8n	4.91
2012	עומס. טון	160.60	6	12	6	9
	ריכוז. מג"ל	47.6±5.6	2	4n	12	3.61
2013	עומס. טון	156.00	2	7n	2	7n
	ריכוז. מג"ל	44.3±4.7	10	2	2	2.17
2014	עומס. טון	170.94	5	5	4	5
	ריכוז. מג"ל	47.7±7.4	7n	8n	3	4.98
2015	עומס. טון	217.20	3	5	4	8n
	ריכוז. מג"ל	51.8±4.8	13	1	11	2.11
2016	עומס. טון	321.96	5	7n	9	7n
	ריכוז. מג"ל	52.6±3.7	8n	4	13	3.33
2017	עומס. טון	342.32	13	9	9	13
	ריכוז. מג"ל	55.6±2.4	6	4	9	10.81
2018	עומס. טון	394.93	6	7n	6	4
	ריכוז. מג"ל	58.8±2.7	9	1	6	5.45
2019	עומס. טון	354.88	9	6	9	7n
	ריכוז. מג"ל	59.6±1.9	3	13	3	8.87
2020	עומס. טון	372.43		5	3	7n
	ריכוז. מג"ל	60.1±1.8		8n	13	8.1
2021	עומס. טון	391.7	6	9	9	11
	ריכוז. מג"ל	60.6±4.4	7n	1	3	5.7
2022	עומס. טון	323.0	5.3	10	6.4	1
	ריכוז. מג"ל	62.2±5.9	9.9	11	18	2.93
2023	עומס. טון	246.1	11, 12	2.9	6.5	
	ריכוז. מג"ל	62.9±5.5	12	4	11	3.4

¹⁶ בטבלאות 9-13: כאשר נקודת ניטור רשומה פעמיים באותו מועד ניטור, הנתונים הם משני עומקים (סמוך לפני השטח וסמוך לקרקעית).
¹⁷ בטבלאות 9-13: בחלק קטן ממועדי הניטור לא היה ניתן לדגום בנקודה 1 (הקרובה ביותר למוצא מי הרכז) מסיבות בטיחות.

טבלה 10: שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של אמוניום שנמדדו בכל מועד ניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 ונקודות הניטור שבהן נמדדו ריכוזים אלה. הריכוז הגבוה ביותר בכל מועד ניטור רשום בפונט מודגש. נקודות ניטור במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה רשומות באדום.

שנה	ריכוזי מקס.	חורף			אביב			קיץ			סתיו	
2008	נקודה											
	ריכוז, uM											
2009	נקודה											
	ריכוז, uM											
2010	נקודה											
	ריכוז, uM											
2011	נקודה											
	ריכוז, uM											
2012	נקודה											
	ריכוז, uM											
2013	נקודה											
	ריכוז, uM											
2014	נקודה											
	ריכוז, uM											
2015	נקודה											
	ריכוז, uM											
2016	נקודה											
	ריכוז, uM											
2017	נקודה											
	ריכוז, uM											
2018	נקודה											
	ריכוז, uM											
2019	נקודה											
	ריכוז, uM											
2020	נקודה											
	ריכוז, uM											
2021	נקודה											
	ריכוז, uM											
2022	נקודה											
	ריכוז, uM											
2023	נקודה											
	ריכוז, uM											

טבלה 11: שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של חנקן כללי שנמדדו בכל מועד ניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 ונקודות הניטור שבהן נמדדו ריכוזים אלה. הריכוז הגבוה ביותר בכל מועד ניטור רשום בפונט מודגש. נקודות ניטור במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה רשומות באדום.

שנה	ריכוזי מקס.	חורף	אביב	קיץ	סתיו
2012	נקודה ריכוז, μM	14 2 1	12 11 2	6 17 2	13 6 2
		12.8 15.6 20.1	11.0 14.9 15.0	9.8 15.9 21.4	11.2 13.0 14.3
2013	נקודה ריכוז, μM	1 3 1	12 2 3		3 4n
		9 13.2 14.8	16.7 17.0 20.7		11.5 11.9 12.4
2014	נקודה ריכוז, μM	4n 5 1	12 6 4n		3 4 4n
		11.7 13.8 20.0	16.5 23.6 37.0		19.0 20.2 20.6
2015	נקודה ריכוז, μM	10 6 3	14 11 10	6 4 7n	
		16.3 18.4 21.3	16.1 23.0 35.9	16.6 16.6 23.8	
2016	נקודה ריכוז, μM	4 4n 8n	5 7n 12	9 14 4	4 9 9
		15.3 18.5 23.0	15.5 15.8 18.6	14.3 14.5 18.2	12.1 15.5 16.5
2017	נקודה ריכוז, μM	1 6 13.6	12 4 9	9 13 11	1 1 13
		9.3 11.4 33.5	13.7 13.8 21.7	12.3 15.2 16.4	16.3 23.1 37.4
2018	נקודה ריכוז, μM	1 13 4	1 5 9	1 6 4	1 9 4
		14.39 15.91 18.44	10.2 10.8 11.81	20.4 24.4 32.0	13.8 14.7 28.5
2019	נקודה ריכוז, μM	3 1 7n	3 4 13	3 6 6	1 5 7n
		11.65 12.99 13.74	12.8 15.00 23.4	14.1 14.7 17.05	15.4 17.3 32.6
2020	נקודה ריכוז, μM		12 5 8n	13 6 3	12 11 17
			12.36 12.78 15.17	23 25 27	15 16 20
2021	נקודה ריכוז, μM	4 1 9	1 9 17	3 9 5	4 12,11 1
		17.7 19.6 19.8	23 23 24	16 23 31	12 13 22
2022	נקודה ריכוז, μM	3 13 1	3 1 14,9,6,4	13 3 4	11 5 1
		17.6 17.9 20.9	12 14 17	15 15 20	11.6 12.5 17.7
2023	נקודה ריכוז, μM		3 4 14	3 6 13	
			10 12 19	13 20 20	

טבלה 12: שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של חומצה סיליצית שנמדדו בכל מועד ניטור רוטנברג בשנים 2008-2023, נקודות הניטור שבהן נמדדו ריכוזים אלה, והזרמת חומצה סיליצית לים ממתקני ההתפלה של מקורות (עומסים וריכוזים במי הרכז כ - Si). הריכוז הגבוה ביותר בכל מועד ניטור רשום בפונט מודגש. נקודות ניטור במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה רשומות באדום.

שנה	הזרמת מקורות	ריכוזי מקס.	חורף	אביב	קיץ	סתיו
2008	עומס. טון	49.29		2	17	2
	ריכוז. מג"ל	62.0±6.3		12	4.36	11
2009	עומס. טון	61.08	2	12	4n	2
	ריכוז. מג"ל	62.0±5.2	11	2	7.77	3.1
2010	עומס. טון	45.92	8n	2	3	4n
	ריכוז. מג"ל	56.4±8.9	8n	6	2.82	1.76
2011	עומס. טון	175.74	1	9	2	2
	ריכוז. מג"ל	64.7±6.5	2	10	10.27	5.66
2012	עומס. טון	211.75	14	12	8n	6
	ריכוז. מג"ל	61.5±2.9	4.09	6.50	3.53	7.14
2013	עומס. טון	206.26	1	2	5	2
	ריכוז. מג"ל	58.9±4.3	3.04	15.29	15.13	4.50
2014	עומס. טון	220.15	6	4	4n	1
	ריכוז. מג"ל	60.8±4.6	10.39	5.56	5.32	9.43
2015	עומס. טון	277.78	3	1	14	7n
	ריכוז. מג"ל	65.7±6.2	3.78	10.45	6.34	6.03
2016	עומס. טון	418.78	7n	7n	8n	9
	ריכוז. מג"ל	68.4±6.4	8n	5.87	5.40	9.93
2017	עומס. טון	387.19	6	12	5	1
	ריכוז. מג"ל	64.2±3.4	4.14	7.85	5.19	19.5
2018	עומס. טון	449.50	9	1	7n	6
	ריכוז. מג"ל	66.9±3.2	5.37	11.01	6.17	12.6
2019	עומס. טון	399.45	9	3	9	1
	ריכוז. מג"ל	67.0±2.6	5.41	12.42	5.12	17.98
2020	עומס. טון	435.50		5	7n	12
	ריכוז. מג"ל	70.28±3.2		10.32	10.28	9.1
2021	עומס. טון	439.3	9	1	17	4
	ריכוז. מג"ל	68.0±3.6	7.4	12	11	11
2022	עומס. טון	353.0	1	1	11	1
	ריכוז. מג"ל	68.0±6.3	7.4	9.2	5.2	7.4
2023	עומס. טון	276.6		3	4	3
	ריכוז. מג"ל	70.7±5.6		8.8	3.5	7.8

טבלה 13: שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של פוספאט שנמדדו בכל מועד ניטור רוטנברג בשנים 2008-2023 ונקודות הניטור שבהן נמדדו ריכוזים אלה. הריכוז הגבוה ביותר בכל מועד ניטור רשום בפונט מודגש. נקודות ניטור במרחק של עד 500 מטר ממוצא מי הרכז של מתקני ההתפלה רשומות באדום.

שנה	ריכוזי מקס.	חורף			אביב			קיץ			סתיו		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2008	נקודה												
	ריכוז, μM												
2009	נקודה												
	ריכוז, μM												
2010	נקודה												
	ריכוז, μM												
2011	נקודה												
	ריכוז, μM												
2012	נקודה												
	ריכוז, μM												
2013	נקודה												
	ריכוז, μM												
2014	נקודה												
	ריכוז, μM												
2015	נקודה												
	ריכוז, μM												
2016	נקודה												
	ריכוז, μM												
2017	נקודה												
	ריכוז, μM												
2018	נקודה												
	ריכוז, μM												
2019	נקודה												
	ריכוז, μM												
2020	נקודה												
	ריכוז, μM												
2021	נקודה												
	ריכוז, μM												
2022	נקודה												
	ריכוז, μM												
2023	נקודה												
	ריכוז, μM												

טבלה 14: ערכי החציון (מיקרומולר) של ריכוזי נוטריאנטים וכלורופיל בכל אזור ניטור רוטנברג באביב ובסתיו בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס לאביב, לקיץ ולסתיו (ערכי הייחוס לסתיו רשומים בסוגריים ורלוונטים רק לשנים 2008, 2014, 2019, 2021 ו-2022 שבהן ניטור הסתיו התבצע בנובמבר). ערכי חציון גבוהים מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס (+50%) מודגשים.

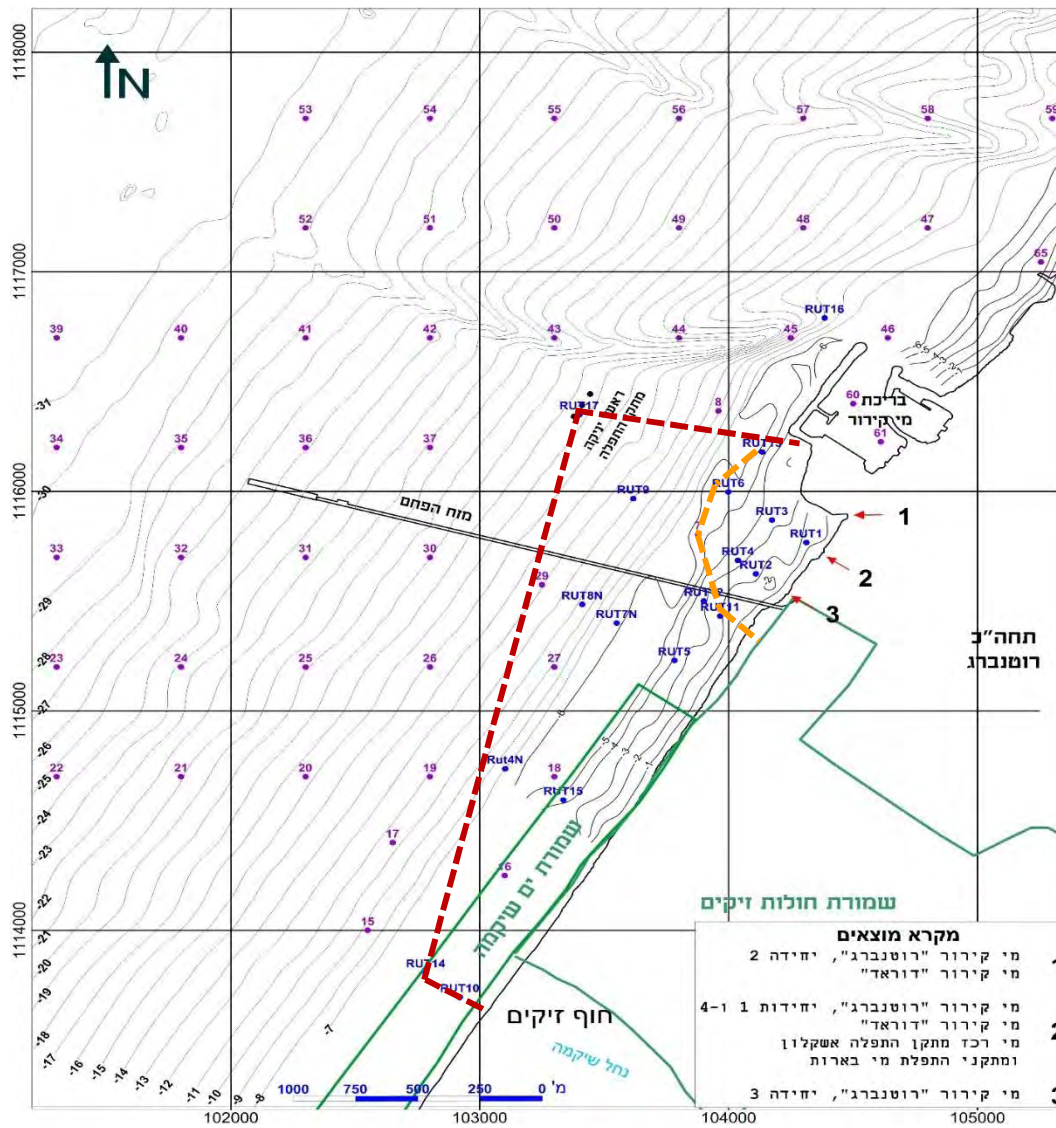
אביב

שנה	ניטראט	אמוניום	חנקן כללי	פוספאט	ח. סיליציט	כלורופיל
2008	0.28	0.33		0.045	2.74	0.29
2009	0.24	0.16		0.057	1.75	0.34
2010	0.33	0.17		0.053	0.72	0.66
2011	0.64	0.65		0.158	4.67	0.86
2012	2.19	0.89	7.70	0.066	2.31	0.32
2013	1.22	0.81	12.8	0.175	3.36	1.26
2014	1.57	1.11	10.09	0.144	3.44	0.42
2015	2.93	1.94	13.82	0.143	4.02	0.54
2016	1.23	0.56	9.62	0.110	1.8	0.48
2017	3.01	0.51	7.95	0.070	1.19	0.62
2018	0.96	0.28	8.63	0.096	3.77	0.54
2019	0.77	0.21	9.68	0.066	2.34	0.52
2020	2.63	0.44	8.28	0.177	5.48	0.62
2021	1.09	0.30	12.56	0.082	5.67	0.88
2022	1.41	0.32	11.1	0.148	4.2	0.59
2023	2.0	0.2	9.0	0.061	2.5	0.53
ערכי ייחוס	0.30	0.26	6.38	0.110	1.33	0.54
ערכי ייחוס + 50%	0.45	0.39	9.57	0.165	2.0	0.81

סתיו

שנה	ניטראט	אמוניום	חנקן כללי	פוספאט	ח. סיליציט	כלורופיל
2008	0.23	0.77		0.109	2.77	0.79
2009	0.43	0.50		0.097	2.04	0.35
2010	0.45	0.36		0.060	1.38	0.21
2011	1.29	0.28		0.087	3.07	0.24
2012	0.89	1.85	6.10	0.098	2.40	0.39
2013	1.06	0.58	8.99	0.060	2.14	0.49
2014	1.22	0.79	12.90	0.100	2.60	0.36
2015	1.07	0.45		0.041	3.02	0.40
2016	0.57	0.16	7.84	0.098	3.66	0.57
2017	0.45	0.15	11.20	0.060	2.40	1.10
2018	1.30	0.44	9.6	0.159	3.50	0.51
2019	1.35	0.26	8.3	0.036	2.20	0.28
2020	2.20	1.05	10.5	0.070	4.30	0.25
2021	1.18	0.58	7.3	0.056	2.70	0.35
2022	0.61	0.19	6.72	0.058	2.0	0.52
ערכי ייחוס	0.31	0.28	7.94	0.059	1.56	0.52
ערכי ייחוס + 50%	0.47	0.42	11.91	0.089	2.34	0.78

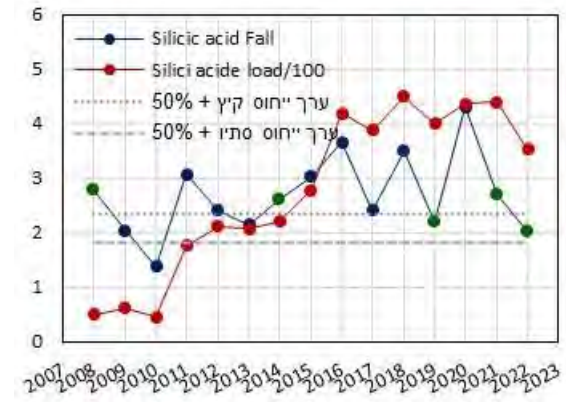
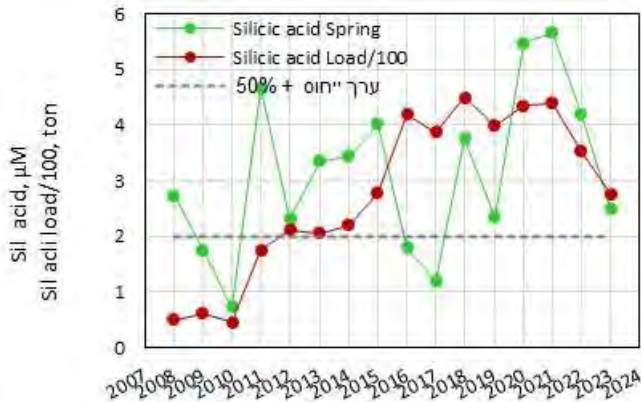
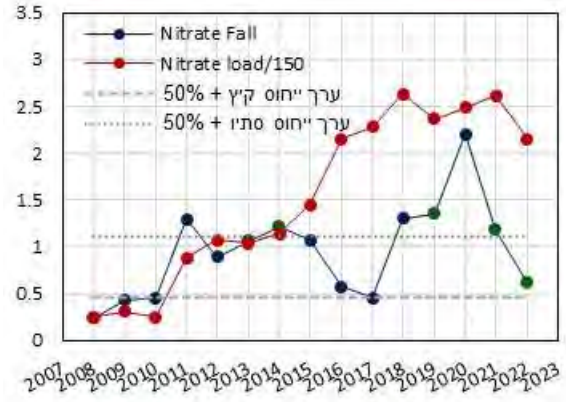
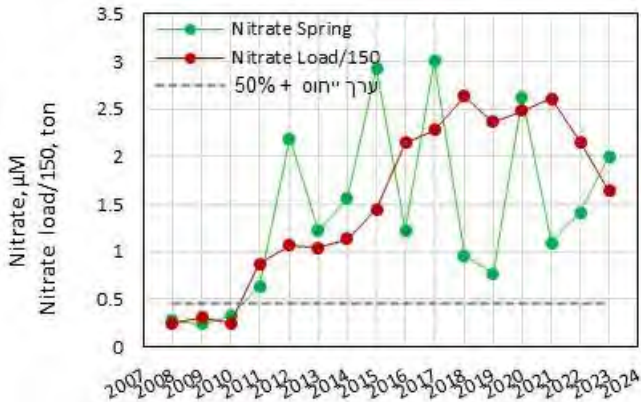
איור 1: השטח של אזור הניטור המוגדר ע"י נקודות הניטור הקיצוניות RUT14, RUT17, RUT13 (תחום באדום). הקו הכתום מציין טווח 500 מ' ממוצא מי הרכז של מתקני התפלה.



איור 2: ריכוזי חציון של ניטראט, חומצה סיליצית, חנקן כללי, אמוניום ופוספאט באזור הניטור באביב בשנים 2008-2023 ובסתיו בשנים 2008-2022 (בניטור הסתיו, השנים 2008, 2014, 2019, 2021 ו-2022 שבהן הדיגום בוצע בנובמבר מסומנות בצבע ירוק), העומסים השנתיים של ניטראט וחומצה סיליצית ממתקני ההתפלה של מקורות, עומס החנקן הכללי מכל המקורות (כל העומסים בסקלות מותאמות), והקריטריונים להתאמה לערכי הייחוס של נוטריאנטים שהוצעו ע"י היא"ל (+50%). לניטור הסתיו מוצגים קריטריון ההתאמה לערך הייחוס של הסתיו שרלוונטי לשנים הנ"ל וקריטריון ההתאמה לערך הייחוס של הקיץ שרלוונטי לשנים האחרות.

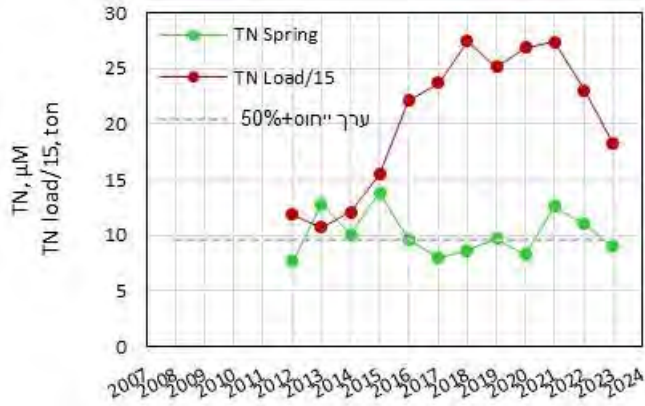
אביב

סתיו

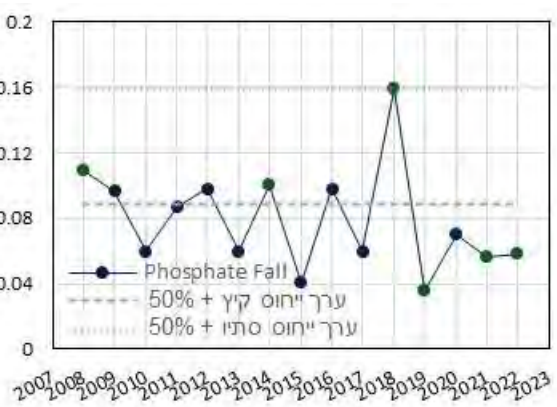
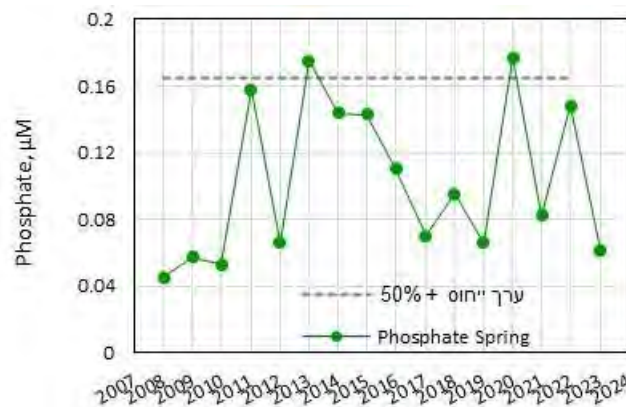
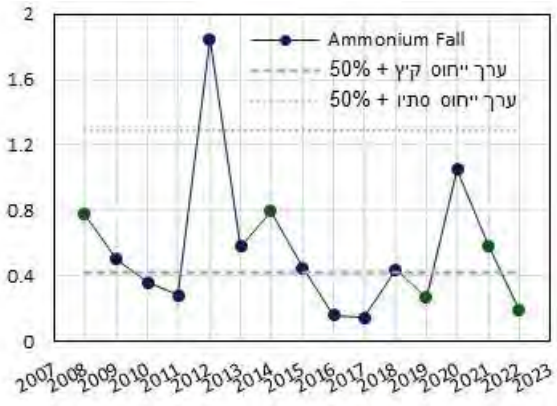
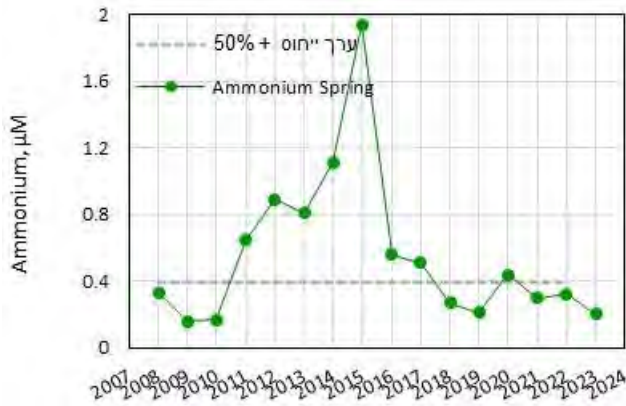
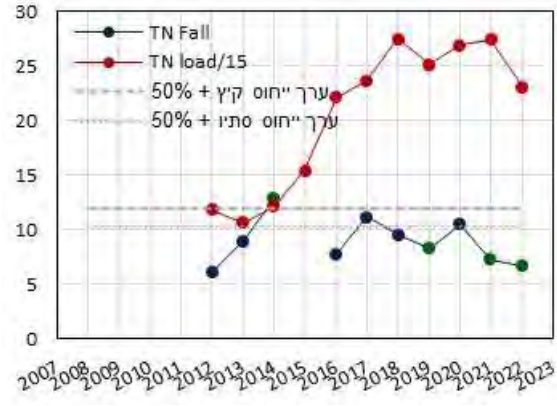


איור 2 : המשך

אביב



סתיו

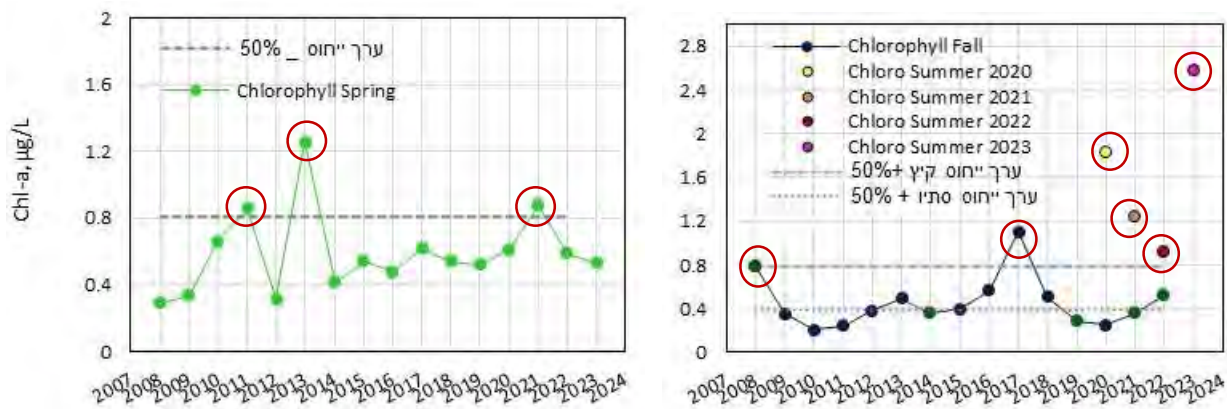


4. ריכוזי כלורופיל באזור הניטור

כמפורט בדוחות השנתיים של ניטור רוטנברג, בבחינה של כל הנתונים של ניטור הכלורופיל באזור הניטור בתקופת הניטור (כמדד לביומסה של אצות באזור), לא נראית מגמה רב-שנתית של שינוי בריכוזי הכלורופיל. ריכוזי החציון של כלורופיל באזור הניטור בעונות האביב והסתיו בתקופת הניטור וערכי הייחוס של כלורופיל שהוצעו ע"י חיא"ל מוצגים באיור 3. מהשוואה של איורים 2 ו-3 ברור שלשינויים העיתיים בריכוזי הנוטריאנטים בתקופת הניטור אין ביטוי בריכוזי החציון של כלורופיל. למעט שישה ריכוזי חציון חריגים, באביב 2011, 2013 ו-2021 ובסתיו 2008 ו-2017, יש התאמה טובה לערכי הייחוס (לפי קריטריון ההתאמה של 50%+). כמפורט בדוחות ניטור רוטנברג, ריכוזי החציון החריגים משקפים כנראה הסעה לאזור הניטור של כתמי כלורופיל שנוצרו מול רצועת עזה בעקבות הזרמת ביוב לים. כך היה כנראה גם בדיגומי הקיץ בשנים 2020, 2021, 2022 ו-2023 (איור 3).

יש לציין שבשנת 2019 פורסם מאמר מדעי על ניסויי מזוקוסמוס (mesocosm) שבוצעו בחיא"ל במטרה לבחון את השפעת מי הרכז ממתקני התפלת מים מליחים מקידוחים של חברת מקורות על אוכלוסיות הפיטופלנקטון במי פני השטח במימי החופים של ישראל.¹⁸ בניסויים הוספו ריכוזים שונים של ניטראט למי ים מאזור חיפה (תל-שקמונה), ובכלל זה תוספת של 20 מיקרומוטר (0.3 ~ מג"ל) ניטראט, שאמורה לייצג את ההזרמה של מי הרכז של מתקני מקורות לאחר מיהול פי 200 עם מי ים, ונבדקו פרמטרים שונים של אוכלוסיית הפיטופלנקטון כולל ריכוז כלורופיל והרכב האוכלוסיה. מסקנות עיקריות של המאמר הן: (1) אוכלוסיות הפיטופלנקטון מוגבלות בעיקר ע"י ניטראט - תוספת ניטראט בצורת מי הרכז ממתקני התפלת המים המליחים של מקורות גורמת לעליה משמעותית בביומסה של אצות שבה לידי ביטוי בעליה משמעותית בריכוז הכלורופיל; (2) תוספת הניטראט גורמת לגידול מואץ של אצות ספציפיות ובכלל זה אצה (דינופלגלט) בעלת פוטנציאל רעילות *Karlodinium venificum*. כמפורט בדוחות ניטור רוטנברג ובנספח זה, תוצאות הניטור הרב-שנתי אינן תומכות במסקנות של המאמר. כאמור לעיל, ריכוזי הכלורופיל באזור הניטור נמוכים ותואמים לערכי הייחוס (למעט במקרים החריגים של השפעה של ביוב עזה), ומאז שהחל ניטור המיקרואצות בשנת 2015 הדינופלגלט *K. venificum* לא נמצא אף פעם.¹⁹

איור 3: ריכוזי חציון של כלורופיל באזור הניטור באביב ובסתיו בשנים 2008-2023 וערכי הייחוס + 50% של כלורופיל. ערך הייחוס + 50% של הסתיו רלוונטי רק לשנים 2008, 2014, 2019, 2021 ו-2022 (נקודות בירוק). באיור הסתיו מוצגים ריכוזי החציון של כלורופיל באזור הניטור בקיץ 2020, בקיץ 2021, בקיץ 2022 ובקיץ 2023. מעגל אדום = כנראה השפעה של ביוב עזה.



¹⁸ Raveh et al (2019): Phytoplankton response to N-rich well amelioration brines: A mesocosm study from the southeastern Mediterranean Sea. Mar. Poll Bull. 146, 355-365.

¹⁹ ייתכן שהפריחה של *K. venificum* המתוארת במאמר התאפשרה בניסויי המזוקוסמוס כי במי הים מתל-שקמונה היה אינוקולום (כמות התחלתית) של דינופלגלט זה (שלא נמצא במי הים באזור אשקלון).

- (1) בכל מועדי הניטור בתקופת הניטור, נמדדו בחלק מנקודות הניטור ריכוזי נוטריאנטים גבוהים מערכי הייחוס שהוצעו ע"י חיא"ל ואמורים לייצג את הרקע הטבעי, ואף מקריטריון ההתאמה לערכי הייחוס (+50%), אולם גם ריכוזים אלה נמוכים יחסית לריכוזים אשר נחשבים כעלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה בסביבה הימית בתנאי ים פתוח כמו באזור הניטור.
- (2) בכל תקופת הניטור, במרבית מועדי הניטור נמצא מתאם לינארי חיובי בין ריכוזי הניטראט, החומצה הסיליצית והזרחן האורגני למליחות של מי הים, אשר מהווה סמן לנוכחות של מי הרכז ממתקן התפלה אשקלון שכוללים את מי הרכז ממתקני ההתפלה של מקורות. לעומת זאת, במרבית מועדי הניטור לא נמצא קשר בין ריכוזי האמוניום והפוספאט והמליחות. המתאם בין ריכוזי הניטראט והחומצה הסיליצית למליחות מצביע על כך שמי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות הם המקור לריכוזים הגבוהים של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו באזור הניטור. המתאם בין ריכוזי הזרחן האורגני והמליחות מצביע על כך שבחלקם ריכוזי הזרחן האורגני באזור הניטור נובעים מההזרמה של פוספונט ממתקן התפלה אשקלון וייתכן שבמידה פחותה בהרבה גם מההזרמה של פוספונט ממתקני ההתפלה של מקורות.
- (3) על סמך שלושת הריכוזים הגבוהים ביותר של ניטראט וחומצה סיליצית שנמדדו בכל מועד ניטור, לא ניתן להצביע על מגמה רב-שנתית עקבית של שינוי בריכוזים של נוטריאנטים אלה באף אחת מעונות השנה. עם זאת, באופן כללי, בשנים 2011-2023, שבהן העומסים של ניטראט וחומצה סיליצית ממי הרכז של מתקני ההתפלה של מקורות גדלו בשיעור ניכר, נמדדו בתחום של 500 מטר ממוצא מי הרכז ריכוזים גבוהים יותר מאשר בשנים הקודמות: רק בשנים 2011-2023 נמדדו ריכוזי ניטראט גבוהים מ- 5 מיקרומולר; ריכוזי ניטראט גבוהים מ- 10 מיקרומולר נמדדו בתחום של 500 מטר מהמוצא בכמה מקרים בתשע השנים האחרונות (2015-2023) שבהן הייתה עליית מדרגה נוספת בעומס הניטראט ממתקני ההתפלה של מקורות. רק בשנים 2011-2022 נמדדו באזור הניטור, בעיקר בתחום של 500 מטר ממוצא מי הרכז, ריכוזי חומצה סיליצית גבוהים מ- 10 מיקרומולר. נתוני האמוניום, הפוספאט והחנקן הכללי בתקופת הניטור לא מצביעים על שינויים עקביים באף אחת מעונות השנה.
- (4) ערכי החציון של הריכוזים של כל הנוטריאנטים באביב ובסתיו בכל אזור הניטור (שטח של כ- 1.9 ק"מ²) השתנו בתקופת הניטור במתכונת לא אחידה ולא עקבית. באופן כללי, השינויים העיתיים בריכוזי החציון של הניטראט, החומצה הסיליצית והחנקן הכללי, אשר כוללים עליות וירידות, לא תואמים למגמה הכללית של עליה בעומסים של נוטריאנטים אלה בתקופת הניטור. עם זאת, בעונת האביב בשנתיים האחרונות נראית מגמה של יריד בערכי החציון של חומצה סיליצית וחנקן כללי במקביל לירידה בעומסים של נוטריאנטים אלה.
- (5) השינויים הרב-שנתיים בריכוזי הנוטריאנטים באזור הניטור לא באו לידי ביטוי בריכוזי החציון של הכלורופיל שבכל תקופת הניטור תאמו לערכי הייחוס, למעט כמה ריכוזים חריגים שכנראה משקפים הסעה לאזור הניטור של כתמי כלורופיל שנוצרו מול רצועת עזה בעקבות הזרמת ביוב לים.