מדינת ישראל

רשות המים

דו"ח מסכם

על הנושא
מיקרומזהמים בקולחים בדרגות טיהור שונות

מוגש לשרה אלחנני – האגף לאיכות מים
ולאגף המחקרים
רשות המים הלאומית

על ידי עובדיה לב, גיא גסר, סרגי סלדקביץ ורימה שלקוב

המעבדה לכימיה סביבתית
המכון לכימיה
האוניברסיטה העברית בירושלים

דצמבר 2012

השותפים למחקר

דו"ח זה הוא פרי עבודה משותפת של חוקרים חוקרים מהמעבדה של רשות המים ובעיקר ד"ר אירנה פנקרטוב, מהמעבדה לכימיה סביבתית ובעיקר גיא גסר, סרגי סלדקביץ, ד"ר רימה שלקוב ואנה וולושנקו, מר רמי בלנק, אנשי מקורות ובראשם נלי טל ותומר קרייצר וחוקרים ממעבדת TZW שבקרלסרוהה ובראשם ד"ר מרקו שרר וד"ר פרנק תומס לנגה שגם ביצעו חלק גדול מהאנליזות.

מרבית הנתונים האגרגטיביים ונתוני התפעול, דהיינו גיל בוצה והספיקה השנתית נמסרו על ידי הנהלות המתקנים שנחקרו בעבודה זו.

תקציר

מטרתו של מחקר זה היתה לכמת את המזהמים האורגנים ובפרט חומרים פרמצבטיים, חומרי הדברה, חומרי שיקוף רנטגן, ניטרוזאמינים, פלסיטסייזרים, חומצות קרבוקסיליות וסולפוניות עתירות פלואור, קומפלקסנטים על בסיס חנקן, נוגדי בעירה על בסיס פוספט, כלורוסולפונטים שמשמשים בתעשיית הבטון ומיקרומזהמים נוספים במתקני טיפול בשפכים ברחבי ישראל. בסך הכול כללה הסקירה שערכנו כ-400 פרמטרים שונים של איכות מים, כ-10 פרמטרים אגרגטיביים וכ-300 מיקרומזהמים אורגנים שונים, אם כי מתוכם רק כ-150 התגלו באחד או יותר ממתקני הטיפול בשפכים בישראל.

מערכות הטיפול בשפכים בישראל רבגוניות מאד וכוללות טווח רחב מאד של יעילויות טיפול והרחקת מזהמים אורגנים. במסגרת המחקר בוצע סיווג מתקני הטיפול ונבחרו מספר אבות טיפוס של מתקני טיפול בקולחים ביתיים במדינת ישראל. לפחות אחד מכל אבות הטיפוס השונים נדגם ונאספו מים לאנליזה מנקודות מפתח בתהליך הטיפול כולל מהקולחים הראשונים, השניוניים ואחרי הטיפול השלישוני (אם היה טיפול שלישוני שכזה).

בין המזהמים העיקריים שנמצאו בכל מתקני הטיפול ולמעשה גם בכל הקולחים היוצאים ממתקני הטיפול ניתן למנות את החומרים התרופתיים הבאים: קרבמזפין, מטרופולול, סולפהמטוקסזול ואפקסור. חומרים לאבחוני רנטגן כגון יופמידול ואמידוטריזואט. מונעי בעירה על בסיס פוספט כגון טריכלוראתילפוספט. קומפלקסנטים תעשייתיים נפוצים כגון חומצה אדטית **(EDTA)**, ניטרילוטריאצטט **(NTA)** ופרופילן אמין טטרהאצטט. מספר רב של מזהמים ממשפחת החומצות האורגנו פלואוריות כגון פרפלואורואוקטנואט, פרפלואורוהקסנואט, פרפלואורוהפטנואט, פרפלואורוסולפונט, פרפלואורוהקסיל סולפונט ופרפלואורובוטיל סולפונט. מגוון רחב של תרכובות נפתלן סולפונט נמצאו בריכוזים גבוהים מאד. כמו כן נמצאו הניטרוזאמינים **NDMA** ו-**NMOR**. מגוון חומרי הדברה ובהם גם ברומציל, כלורפריפוס, דיאזינון, מטולכלור, סימזין ואטרזין מתגלים לעיתים גם במים המטופלים.

במסגרת המחקר הושם דגש על השוואה של היעילות היחסית של מתקנים שלישוניים לטיפול בקולחים נבדקו ארבעה סוגי מתקנים וטיפולים שלישוניים: א. סינון חול (כולל המתקנים בתנובות, רעננה, השרון ורמת השרון).ב. טיפול משלים בתהליך קרקע- אקוויפר. ג. זרימה בנחל השורק לאורך של כ – 22 ק"מ לאחר טיפול קונבנציונאלי במתקן הטיפול בשפכי ירושלים. ד. אגירה עונתית במאגרים של קרית שמונה, שני מאגרי הרי יהודה שאוגרים את קולחי ירושלים, מאגר אופרטיבי לטווח זמן קצר של שפכי מט"ש איילון ומאגר זמני של שפכי איילון.

הטיפול בקרקע אקוויפר התברר כמוצלח ביותר והרחיק כ 90% מכלל החומר האורגני וכמות דומה של מיקרומזהמים אם כי הרחקת תרכובות הלו- אורגניות (חומרים ברומו וכלורו אורגנים, שמסומנים כ AOX) הייתה נמוכה בהרבה ועמדה על כ 65% בלבד. ההפרש בין הרחקת החומר האורגני והרחקת החומרים ההלוגנים משקפת את העמידות הגבוהה יותר של החומרים ההלוגנים. מאידך, העובדה שהסילוק הממוצע של חומרים אלה עולה בהרבה על הסילוק של AOX מעידה על מטבוליזם חלקי של החומרים ההלוגנים מבלי להגיע למינרליזציה מלאה.

הטיפול השלישוני היעיל ביותר לאחר הטיפול בקרקע אקוויפר היה להפתעתנו הטיפול במאגרי הקולחים עונתיים . טיפול זה הוכח כיעיל יותר מסינון חול ותהליך ההזרמה בנחל – במסגרת הטיפול בשפכי ירושלים הוכח כבלתי מוצלח בעליל על אף הטורבולנציה הגבוהה והכנסת החמצן האפקטיבית במשך הזרימה לאורך 22 ק"מ בנחל השורק. מעניין שהזרימה לאורך כ -39 מטר בתווך הבלתי רווי שמתחת לאגני ההחדרה של השפד"ן (הן באתר השורק והן ביבנה 2) הוכחה כעדיפה עשרת מונים על פני זרימה לאורך של 22 ק"מ באפיקו של השורק.

נושא חשוב שכבר הושלם ומאמרים מספר בנושא כבר פורסמו הוא האפשרות להשתמש בקרבמזפין כסמן לא ספיציפי. תוצאות הסקר בנושא ריכוז הקרבמזפין במקולחים של מתקני טיפול מעלות כי הריכוז של קרבמזפין במתקני טיפול בקולחים בישראל הוא כמעט קבוע, ואינו תלוי במקור השפכים לכן בהסתייגויות מסוימות ניתן להשתמש בריכוז הקרבמזפין כסמן כמותי לחדירת קולחים למקורות מי שתייה.

תוכן העניינים

פרק	נושא	עמוד
	תקציר	2
א.	הקדמה	6
ב	תאור מתקני הטיפול בשפכים שנדגמו במסגרת המחקר	10
ג	המיקרומזהמים שנכללו בסקר	19
ד	הקשר בין פרמטרי האיכות האגרגטיביים ותנאי התפעול	24
ה	שכיחות מיקרומזהמים בקולחים של כל אחד מהמט"שים	30
ו	שכיחות מזהמי המטרה בקולחים השניוניים של מתקני הטיפול בישראל	68
ז	יעילות הרחקת מיקרומזהמים והקשר בין המאפיינים התפעוליים והרחקת מיקרומזהמים במתקני טיפול שלישוני מסוגים שונים	75
ח	רשימה ביבליוגרפית באנגלית	80
	רשימה ביבליוגרפית בעברית	85

פרק א

הקדמה

מיקרומזהמים הוא שם כללי, שעתה כבר הפך לאנכרוניסטי, למזהמים המצויים במים בריכוזים של מיקרוגרמים לליטר. כיום, עיקר חקר המיקרומזהמים מתמקד בריכוזים נמוכים בהרבה, שכן יש מיקרומזהמים שמצויים ואפילו משפיעים השפעה בריאותית שלילית כבר בריכוז של מאות פיקוגרם לליטר. קבוצת המיקרומזהמים אינה קבוצה מוגדרת היטב של חומרים – בוודאי שלא מהבחינה הכימית – אולם היא כוללת בין היתר חומרים רפואיים (פרמצבטיים), הורמונים, חומרים פעילי שטח, קומפלקסנטים, מוצרים קוסמטיים וכיוצ"ב חומרים רפלקטיבים אחרים.

הפליטה של מיקרומזהמים לסביבה תמשך כל עוד האוכלוסייה גדלה ותוחלת חייה מתארכת, התעשייה הרפואית מוציאה לשוק מוצרים חדשים (ומעודדת את צריכתם), ונפחי השפכים גדלים. מיקרומזהמים אורגנים רבים מהווים מקור לדאגה מיוחדת משום שהם מתערבים במערכות ההתרבות, המטבוליזם, פעולות קשירה וסילוק הורמונים בגוף, וחלקם כבר מוגדרים כמסרטנים. בשנים האחרונות מתעורר חשש למפגעים תברואיים שנובעים מנוכחותם של מיקרומזהמים אורגנים אנטרופוגנים שאופיים ושימושיהם מעוררים חשש שיש להם השפעה מזיקה כבר בריכוזים נמוכים. מאידך, מאחר שהטוקסיקולוגיה של מזהמים אלה לא נחקרה כל צורכה והכלים האנליטיים לניטורם בריכוזים מזעריים אינם מוכנים, לא בשלו התנאים להכנת תקן מי שתייה עבורם.

המיקרומזהמים אינם נכללים בתקנות מי שתייה. יש לזכור כי סדרת המזהמים הכלולים בתקנות מי שתייה נבחרה בחלקה הגדול כאשר מים באיכות (טבעית) גבוהה יותר שמשו כמקור הראשי למי שתייה. עם גידול האוכלוסייה, העקות על מקורות מים מסורתיים גדלות ולנחלים ומי התהום חודרים מספר גדל והולך של מזהמים חדשים. במקביל, מתקני הטיפול במים לא תוכננו מעולם להשיג סילוק מלא של מזהמים ספציפיים שרובם כאמור עדיין אינם כלולים בתקנות מי השתייה. אפילו אוסמוזה הפוכה יעילה רק באופן חלקי בסילוק של מומסים בלתי טעונים בעלי מסה מולקולרית קטנה (< מכ-500 דלתון), ובטווח מזה זו ישנם מזהמים אורגנים רבים.[1]

עבודת המחקר המקיפה הראשונה שהראתה כי מיקרומזהמים מהווים בעיה אוניברסאלית שאינה מוגבלת לקבוצה ספיציפית זו או אחרת של מיקרומזהמים נערכה על ידי השרות הגיאולוגי האמריקאי (USGS) שסקר את הימצאותם של 95 מזהמים בעלי פעילות אנדוקרינית ב-139 נהרות בארה"ב (Kolpin et al., 2002)[2]. החוקרים הראו באמצעות שיטות אנליטיות מתקדמות המבוססות על ריכוז מוקדם, התמרה כימית, הפרדה באמצעות כרומטוגרפיה גזית ונוזלית וזיהוי וכימות באמצעות שלושה סוגים שונים של ספקטורמטרי מסות (אלקטרוספרי, תרמוספרי ואלקטרון אימפקט) כי המיקרומזהמים הופיעו בלמעלה מ- 50% מהדגימות, כאשר בחלקן נמצאו מספר חומרים. החומרים Coprostanol , **N-N-**

diethyltoluamide ו Cholesterol נמצאו ב 80% מהבדיקות. מחקר זה סימן את תחילתו של גל פעילות בעולם בתחום הדוקומנטציה וחקר הסילוק של מיקרומזהמים.

מעט סטטיסטיקה: מספר המאמרים בתחום המיקרומזהמים בספרות המקצועית עולה על 1300 כחציים פורסמו בעשור האחרון. בשנה האחרונה, שלא הסתיימה עדיין, פורסמו כ200 מאמרים בתחום זה. מובן שאין מקום בסקירה זו להקיף את כל הפעילויות בנושא ולכן נעמוד כאן רק על מאמרים חשובים במיוחד בחלקה הראשונה של הסקירה, ונפנה לתיאור יותר מפורט של המצב בישראל בחלקה השני של הסקירה.

מספר סקירות וסקרי ספרות מקיפים נערכו בשנים האחרונות בנושא הזיהוי, הכימות וקביעת גורל מיקרומזהמים אורגנים כולל חומרים אנדוקרינים, חומרים פרמצאוטיים, חומרים קוסמטיים בקולחים ובמים הנתונים להשפעת קולחים[18,17,16,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,19,20]. סניידר פרסם באחרונה מאמר סקירה רחב היקף על כימות של למעלה מ-50 מיקרומזהמים אורגנים במי שתייה בארה"ב (מדובר במים שמספקים בפועל לשתייה ולא כאלה שמצויים בקידוח). [21] נמצא כי תרופות רבות מסופקות לצרכנים בארה"ב במי שתייה. ריכוז המיקרומזהמים הוא בתחום הננוגרמים הבודדים לליטר. ראוי עם זאת להדגיש כי אף לא אחד מההורמונים הסטרואידים (שהם כנראה המיקרומזהמים בעלי ההשפעה המזיקה ביותר בריכוזים נמוכים) לא נמצא במי השתייה בארה"ב. בדומה לישראל, חומרי הדברה ממשפחת הטריאזינים הם האנדוקרינים הנפוצים במי שתייה. כפי שמצוין במאמר לאטרזין יש ככל הנראה השפעה אנדוקרינית. בפרט מעניין מאמר הסקירה של סוזן ריצ'רדסון [22] שבו נתונה רשימה של חומרי היעד לתקינה של האי.פי.איי כפי שפורסמה בשנת 2009. רשימה זו חשובה במיוחד כיוון שלחומרים אלה, בשונה מאחרים, מתלווה סקירה טוקסיקולוגית נרחבת. ראוי לשים לב לכך שיש ברשימת המזהמים הנבחנים, מעט מאד תרופות ולעומת זאת הרבה סטרואידים ונוכחות לניטרוזאמינים.

מעט מדי ממצאים טוקסיקולוגיים פורסמו על מיקרומזהמים. עם זאת ראוי לציין שבתחום ההשפעה הטוקסיקולוגית של חומרים אנדוקרינית נרשמת פעילות רבה שמראה השפעה אנדוקרינית של הורמונים כבר בתחום הננוגרמים לליטר והשפעה אקו טוקסיקולוגית והתנהגותית כבר בריכוזים של ננוגרמים בודדים.[23,24,25] ראוי לאזכור מיוחד המאמר של שון סניידר בכתב העת **Env. Sci. & Technol.** [26] שבו הוא משווה בין רמת התרופות המקסימאלית שנמצאה במי שתייה בארה"ב לבין ה **DWEL** שחושב על ידו לתרופות השונות. על פי סקירה זו התרופות נגד דיכאון הן המסוכנות ביותר אם כי גם עבור היחס בין ה **DEWL** לבין הריכוז הגבוה ביותר שנמצא בארה"ב גבוה מ-100.

תאור מצב: מזהמים אורגנים במי תהום בישראל

עד כה לא נעשה בישראל מלבד באגף לאיכות מים סקר מקיף לזיהוי השכיחות והפרוס המרחבי של מיקרומזהמים אורגניים ומזהמים אורגנים. הנתונים הקיימים בנושא זה מתייחסים לקטגוריות הבאות:

(1) אינפורמציה מניטור קידוחי מי שתייה

סדרת המזהמים הכלולים בתקנות מי שתייה נבחרה בחלקה הגדול כאשר מים באיכות (טבעית) גבוהה יותר שמשו כמקור הראשי למי השתייה. עם גידול האוכלוסייה, העקות על מקורות מים מסורתיים גדלות ולנחלים ומי התהום חודרים מספר גדל של מזהמים חדשים. במקביל, צריך לזכור כי מתקני הטיפול במים לא תוכננו מעולם להשיג סילוק מלא של מזהמים ספציפיים שרובם עדיין אינם בתקנות מי השתייה. אפילו התפלה באמצעות אוסמוזה הפוכה יעילה רק באופן חלקי בסילוק של מומסים בעלי משקל מולקולרי קטן (פחות מ-500 דלתון), ובטווח משקל זה ישנם מזהמים רבים.

החל משנת 1996 מנוטרים באופן שוטף כ- 35 מזהמים אורגנים, כולל 17 חומרי הדברה. תדירות הניטור נמוכה (אחת לשש שנים בלבד) וחלק מהמזהמים, כולל שמונת חומרי ההדברה הרשומים בתוספת השמינית של התקנות, לא נבדק עד כה בחלק מהקידוחים בישראל. עיבוד תוצאות הניטור מעלה תמונה מדאיגה למדי, בעיקר בתחום תפוצת חומרי ההדברה במי התהום בישראל. כ-20% מהקידוחים בישראל מזוהמים בחומרי הדברה ברמה שהייתה מחייבת טיפול במים במדינות האיחוד האירופי. בפרט מדאיגות תוצאות הניטור של קבוצות הפיומיגנטים (אתילן די ברומיד ודיברומוכלורופרופאן) והטריאזינים. הפיומיגנטים EDB ו- DBCP נמצאו בכ-50 קידוחים, ממצא מפתיע לכאורה, כיוון שחומרים אלה אסורים ליבוא ושימוש בישראל מזה למעלה מ-25 שנה. התפוצה הרחבה של הטריאזינים גם היא מפתיעה למדי, אם כי ריכוזם אינו עולה על התקן הישראלי או האמריקאי. אטרזין נמצא ברמה גבוהה מ-0.1 מקג"ל (מיקרוגרם לליטר) ב-15% מהקידוחים בישראל וסימזין נמצא ברמות גבוהות מדי ב-16% מקידוחי מי השתייה בישראל. שכיחותם של הטריאזינים בקידוחים עמוקים (100-40 מ) מדאיגה במיוחד שכן חומרים אלה פריקים מאד, זמן מחצית החיים שלהם הוא חודשים בודדים ולכן ניתן היה לכאורה לצפות שיתפרקו בתווך הבלתי רווי עוד לפני הגיעם למי התהום (ג. גסר, 2009)

(2) **ניטור מי התהום בקרבת אתרי תעשייה מזהמת:** במספר קטן יחסית של אתרים תעשייתיים בעיקר של התעשייה הצבאית או התעשייה הכימית הכבדה נערכו בדיקות מפורטות של טווח רחב יותר של מזהמים אורגנים. אולי החשובים שבין אתרים אלה הם אזור רמת השרון (אדר ונתיב, 2005א' ו-2005ב'), אזור תל אביב בהקשר של מתחם מגן Graber et al., 2002[27] . מעבודתם של אדר ונתיב עולה כי במי תהום בקידוחים "נקיים" בתחומי אזור העבודה של הסקר ברמת השרון (כלומר קידוחים שבמימיהם לא נצפו מזהמים ממקורות פוטנציאליים על פני השטח) זוהו מזהמים אורגניים רבים.

(3) דליפות דלק: בעשרות רבות של אתרים שבהם היה חשש לזיהום מקווי דלק או מתחנות דלק נבדקו על ידי הרשות הלאומית חומרים אינדיקטורים אגרגטיים מספר תרכובות אורגניות נדיפות (MTBE ו- 4 החומרים מקבוצת ה-BTEX) וגם איזוטופים יציבים של פחמן לאפיון הדליפות. רשות המים יזמה סקר מפורט בנושא זה.

(4) מידע על מעכבי פעילות אנדוקרינית EDC בישראל: בשנים האחרונות גוברת בעולם ההתעניינות בחומרים סינתטיים או טבעיים הגורמים להפרעות במערכת האנדוקרינית וההורמונלית. חומרים אלו ידועים כ :ENDOCRINE DISRUPTING COMPOUNDS EDC וכוללים את הקבוצות הבאות: אדיפטים ופתלטים, פנולים מותמרים (כגון Alkyl phenols and bisphenol–A), אתוקסילטים של אלקיל פנול APEOs וחומרים ארומטיים אלציקליים נמצאו בנחלי ישראל על ידי אורי צולר. מספר מחקרים (ובעיקר עבודות של אורי צולר) תארו את ההימצאות של חומרים בעלי פעילות הורמונאלית ובהם פתאלתים, פנולאתוקסילאטים וחומרים פוליארומטים במערכות סביבתיות ובנחלי ישראל. [28]

(4) **הורמונים**. החומרים הללו מצויים בריכוזים מאוד נמוכים בטבע ואי לכך יש קושי רב במדידתם ובסילוקם ממקורות המים. חומרים אלו משבשים את הפעילות ההורמונלית (לדוגמה של אסטרוגן וטסטוסטרון) ופעילות בלוטת התריס בבעלי חיים ובאדם. פנקרטוב וחוב, דווחו על המצאות מספר מצומצם של EDC בנחל הירדן (Pankratov *et al*., 2005),[34] לא דווח עדיין על שכיחותם של חומרים אלה במים עיליים בישראל. עד כה כמעט שלא נחקרו כלל חומרים המשפיעים על הפעילות האנדוקרינית במי תהום בישראל. מרבית חומרים אלה אינם ספציפיים לקולחים ביתיים. במחקר שערכה לאחרונה רשות המים בשיתוף פעולה עם לארי שור הראה נוכחות גבוהה של מזהמים אלה במקומות שונים בישראל. אסטרוגן וטסטוסרון [29], [30] , וכן אסטריול, ביתא-אסטרדיול ואסטרון [31] כמו גם הורמונים סינתטיים (אתיניל אסטרדיול) נמצאו במי תהום הנמצאים בהשפעת רפתות. ממצאים שמבוססים על ELISA מעידים על נוכחות הורמונים רבים (אם כי בריכוזים נמוכים) גם בגופי מים נקיים מאד כגון מעלה אגן ההיקוות של הכנרת כולל נחל שניר[32], אולם ממצאים אלה אינם נתמכים על ידי הבדיקות הכרומטוגרפיות.

ההורמונים מעניינים במיוחד כיוון שסף ההשפעה הטוקסיקולוגית שלהם הוא בתחום ננוגרמים בודדים לליטר. אתיניל אסטרדיול יכול להשפיע על רביית דגים כבר בריכוז של 1 נג"ל, ריכוז שעל פי לארי שור וחוב. שכיח ב 70% מנחלי ישראל

(5) **מחקרים נוספים בישראל.** אפרת רורמן ולודה גרויסמן ממשרד הבריאות ערכו סקר מקיף של מספר מיקרומזהמים בקולחים בדרגות טיפול שונות. הסקר נערך באמצעות מכשור גז כרומטוגרף מהימן ובאמצעות כרומטוגרפיה נוזלית משולבת עם גלאי מסות מסוג LCQ שמבוסס על אלקטרו ספריי ומלכודת יונים קוודראפולית.

המחקר (שמציג גם את הממצאים שנמצאו על ידי בני חפץ ודרור אבישר) מראה כי רק מספר מצומצם של תרופות נחקר עד כה בישראל וכי הריכוזים של מיקרומזהמים בישראל דומה לעולם. בעבודה של גרויסמן ורודמן נחקרו המיקרוהמזהמים הבאים : קרבמזפין (נמצא בריכוז של כ 4-6 מיקרוגרם לליטר, אם כי נמצאו גם ריכוזים של עד 12 מקג"ל במתקני טיפול שונים), טריקלוזן (עד כ 1.5 מקג"ל, גלקסוליד (עד

3.8 מקג"ל), נפרוקסן (עד 0.43 מקג"ל), איבופרופן (עד 3.9 מקג"ל) ודיקלופנק (עד ריכוז של 0.31 מקג"ל). ההורמונים (אתיניל אסטרדיול, אסטרדיול ואסטרון) לא נמצאו במתקני הטיפול.

ראויות לציון עבודות של דרור אבישר שמצא סולפמתוקסזול[33] ומיקרומזהמים אחרים[34] במי תהום מישראל, בנימין חפץ שחקר ספיחת מיקרומזהמים בקרקע [35] ומצא מספר מיקרומזהמים במתקני טיפול בישראל. בקרוב תתפרסם עבודה יפה של בריאן ברקוביץ. בנושא המידול של תנועת קרבמזפין ב-SAT. [36]

פרק ב
מתקני הטיפול בשפכים שנדגמו במסגרת המחקר

המט"שים שנכללו בסקר זה כוללים מתקנים עם טיפול שלישוני וגם כאלה שלא מותקן בהם טיפול כזה, מתקני טיפול שמשלבים ניטריפיקציה ודה ניטריפיקציה וכאלה שבהם אין עדיין טיפול כזה, מתקנים אם טיפול בפוספאט ובלעדיו ומתקנים קונבנציונאליים בצד שני מתקני טיפול בלתי קונבנציונליים (שדה התעופה –מתקן טיפול ממברנאלי - MBR, קריית שמונה – בריכת איוור ומאגר עונתי), מתקנים שבהם יש טיפול משלים כגון טיפול קרקע-אקוויפר בשפד"ן, הזרמה לנחל בירושלים או אגירה עונתית (קריית שמונה ושפכי ירושלים) או אגירה תפעולית (איילון) וכאלה שנעדרים טיפול כזה. המתקנים שנסקרו כוללים טווח רחב מאד של זמני שהייה מכיומיים ועד ל-38 יום (ובמתקן קריית שמונה אפשר אפילו לומר שזמן השהייה גדול מ-100 ימים מכיוון שמדובר באגנים מאוורים).

מקור נתוני מאפייני התפעול: בסקירה שלהלן כללנו גם מאפייני תפעול של המתקנים השונים וכן מאפיינים אגרגטיביים שונים שנמסרו על ידי הנהלת המתקנים השוני, או בכתב או בצורה של דוחות שהוגשו לרשויות המפקחות. נתונים אלה בדרך כלל חופפים את הנתונים במדידות החטף שערכנו בעצמנו. הנתונים שקבלנו מהמתקנים ללא ספק מאפיינים טוב יותר את איכות הטיפול הממוצעת במתקנים השונים (מדובר בממוצע של בדיקות שנערכו על ידי מעבדות מוסמכות בתדירות גבוהה), אולם לצורך הקורלציות בין ריכוזי פרמטרי האיכות השונים, או הרחקת המזהמים והפרמטרים האגרגטיביים השונים לאיכות מים העדפנו להשתמש בפרמטרים האיכות שמאפיינים את הדוגמא שנדגמה ולא את הפעילות הסדירה של המתקן. עם זאת יש לציין כי במרבית המקרים הייתה חפיפה גבוהה בין הנתונים האגרגטיביים שמדדנו והנתונים שהתקבלו מהמתקנים השונים.

טיפול בבוצה: ב-7 מתוך המתקנים שנסקרו היה מותקן תהליך עיכול ביולוגי אנאירובי של הבוצה עם החזר מי נטל המאוור (מתקני הטיפול במערב ירושלים, באר שבע, אשקלון כפר סבא) ובשלושה מתקני טיפול בשפכים הותקן תהליך אירובי לטיפול בבוצה. ברעננה היה טיפול בוצה אירובי בטמפרטורה גבוהה, ובקולחי השרון ובתנובות הותקן תהליך טיפול בוצה אירובי קונבנציונאלי. בקריית שמונה

ובנתב"ג קריטריון זה לא רלבנטי שכן מדובר באגן מאוור ובראקטור ביולוגי ממבראנלי ובת"א עדיין לא הותקן תהליך טיפול בבוצה כאשר נערך הסקר.

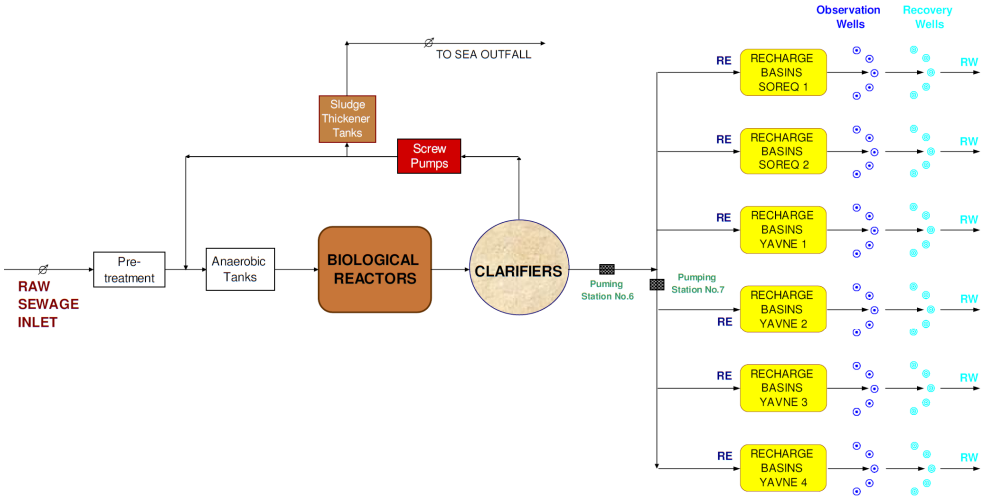
ניטריפיקציה ודהניטריפיקציה: במתקני הטיפול של השפד"ן, רעננה, תנובות, רמת השרון, באר שבע, נתב"ג, קולחי השרון – תל מונד, ואיילון (נשר). לעומת זאת במתקני הטיפול של מערב ירושלים, אשקלון וקריית שמונה אין עדיין תהליך ניטריפיקציה דה ניטריפיקציה.

הרכב השפכים: בכל המתקנים, להוציא מט"ש, נתב"ג למעלה מ-90% מהשפכים מקורם בשפכים ביתיים. בנתב"ג כ 50% מהשפכים הם שפכים תעשייתיים ומסחריים (נתון זה נמסר על ידי חברת מקורות והוא גבוה פי עשרה מהנתון שנרשם בסקר הארצי שנערך על ידי רשות המים על איסוף וטיפול בשפכים וניצול קולחים להשקיה חקלאית, בשנת 2010 (אריאל א. וחוב,2012

1. מתקן השפד"ן – ספיקה 128מליון מק"ש

השפדן הוא המתקן הגדול ביותר לטיפול בשפכים בישראל. במחקר זה השפד"ן מייצג אב טיפוס למתקן הכולל טיפול שניוני בבוצה משופעלת עם תהליך ניטריפיקציה – דניטריפיקציה יעיל עם גיל בוצה של כשלושה ימים בלבד וטיפול שלישוני באמצעות תהליך קרקע – אקוויפר עם זמן שהייה ארוך (כחצי שנה עד שנה ומחצה). התהליך אינו כולל טיפול בבוצה ולכן אין כמובן מחזור של מי הנטל לתהליך האירובי. המתקן כולל שלב אנאירובי לשם הרחקה בקטריאלית של פוספט בתהליך השניוני. המתקן מתופעל על ידי חברת מקורות.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ1.1± 12.4 מג"ל (מומס כ 11.6), הלוגנים אורגנים (נמדדו על ידינו) כ 61±95 מקג"ל עכירות כ-0.7±2.4 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 1.8±5.7 מג"ל. לאחר הטיפול השלישוני ב-SAT ערכים אלה נופלים ל-1.1, 1.04, 61, ו-0.6 בהתאמה (לא נרשמו ערכי צח"ב אחרי הטיפול בקרקע אקוויפר).



ציור 1: סכימת טיפול של מפעל השפד''ן (באדיבות מתקן השפד''ן)

2. מתקן הטיפול בשפכי מערב ירושלים - - ספיקה כ 27 מק"ש לשנה

מתקן הטיפול בשפכי מערב ירושלים כולל תהליך טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם תהליך טיפול אנאירובי בבוצה והחזר מי הנטל לאחר ההסמכה לראקטור הביולוגי. גיל הבוצה הוא 3 ימים וקולחי המתקן מוזרמים לנחל השורק לאחר הכלרה וזורמים למאגר אופרטיבי קצר זמן שהייה (בין יום אחד לשבוע) ומשם למאגרים עונתיים. הראקטור אינו כולל תהליך ניטריפיקציה ודה ניטריפקציה (מתקן מתאים בהקמה).

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ- 16.5 מג"ל (מומס כ 14), הלוגנים אורגנים (נמדדו על ידינו) כ 115 מקג"ל עכירות כ- 5.3±1.5 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 2.7±10מג"ל צח"כ 62±10, מוצקים מרחפים 17±3.6 . לאחר ההזרמה בנחל השורק ערכי פחמן האורגני הכללי והמומס וההלוגנים האורגנים והעכירות נופלים ל-15 , 14 ,ו- 109, בהתאמה (לא נרשמו ערכי עכירות וצח"ב אחרי ההזרמה בנחל).

3. מתקן תנובות – ספירה מדווחת כ- 5.5 מליון מ"ק לשנה

מתקן הטיפול באיזור תנובות- קלנסייה כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי, עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן גבוה מאד – כ -38 יום. במתקן תהליך אירובי לטיפול בבוצה ומי הנטל מוחזרים למתקן הביולוגי. במתקן תהליך טיפול שלישוני שכולל סינון חול בלחץ. המתקן מתופעל על ידי חברת אלד.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 10 מג"ל (מומס כ 9.8), הלוגנים אורגנים כ 70 מקג"ל עכירות 6 ± 5.9 יחידות נפלומטריות, צח"ב,12.3±3.8 מג"ל, צח"כ 84±80 מג"ל, מוצקים מרחפים 8.8 ±12, פוספט כללי 9.4±4.3 מג"ל. לאחר הטיפול השלישוני ערכי הפחמן האורגני הכללי והמומס וההלוגנים האורגנים

והעכירות הם כ-9.9 , 9.9 ,ו- 160 , בהתאמה (לא נרשמו ערכי עכירות וצח"ב אחרי הטיפול השלישוני).



ציור 2: צילום של מתקן הטיפול שפכי מערב ירושלים (באדיבות מתקן הטיפול בשפכי ירושלים)

4. . מתקן הטיפול קולחי השרון – ספיקה מדווחת כ- 3.9 מליון מ"ק לשנה

מתקן הטיפול בקולחי השרון כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן גבוה – כ -28 יום. במתקן מותקן תהליך אירובי לטיפול בבוצה ומי הנטל מוחזרים למתקן הביולוגי. במתקן תהליך טיפול שלישוני שכולל סינון חול בלחץ, אולם תהליך הסינון לא הופעל בזמן עריכת הסקר. קולחי המט"ש מוזרמים למאגר תפעולי קצר טווח והמאגר נדגם גם במחקר זה. אולם מאחר שהמאגר הוא מאגר תפעולי קצר טווח הוא לא נכלל בין המאגרים ששימשו להערכת יעילותם של מאגרי הקולחים. המתקן תופעל על ידי חברת אלד בתקופת הסקר.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 11 מג"ל (מומס כ-10), הלוגנים אורגנים כ 70 מקג"ל עכירות 9.8 ± 13 יחידות נפלומטריות, צח"ב 9.7±6, מג"ל, צח"כ 102±52 מג"ל, מוצקים מרחפים 14 ±12,

פוספט כללי 1.4±5.7 מג"ל. לאחר המאגר התפעולי ערכי הפחמן האורגני הכללי והמומס וההלוגנים האורגנים והעכירות הם כ-9.7 , 9.5 ,ו- 73 , בהתאמה (לא נרשמו ערכי עכירות וצח"ב אחרי המאגר).

5. . מתקן הטיפול של רמת השרון – ספיקה מדווחת כ-4.2 מליון מ"ק לשנה

מתקן הטיפול בשפכי רמת השרון כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. המתקן מצויד בעמודות סינון חול לטיפול שלישוני בקולחין. גיל הבוצה במתקן גבוה – כ - 28 יום.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 18 מג"ל (מומס כ-15), הלוגנים אורגנים כ 180 מקג"ל עכירות 3.9 ± 1.4 יחידות נפלומטריות, צח"ב,9.8±12.5 מג"ל, צח"כ 24± 59 מג"ל, מוצקים מרחפים 3.2 ±8, פוספט כללי 0.4 ± 0.88 מג"ל. לאחר המאגר התפעולי ערכי הפחמן האורגני הכללי והמומס וההלוגנים האורגנים והעכירות הם כ-18, 15, ו- 150, בהתאמה (לא נרשמו ערכי עכירות וצח"ב אחרי הטיפול השלישוני).

6. מתקן הטיפול בשפכי העיר רעננה והסביבה –ספיקה מדווחת כ-4.5 מליון מ"ק בשנה

מתקן הטיפול בשפכי העיר רעננה כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן נמוך – כ -3.8 – 4.8 יום בלבד. במתקן תהליך אירובי לטיפול בבוצה ומי הנטל מוחזרים למתקן הביולוגי. במתקן תהליך טיפול שלישוני שכולל סינון חול.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 8.6 מג"ל (מומס כ-8), הלוגנים אורגנים כ 54 מקג"ל עכירות 3.6 ± 0.5 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 0.6±0.9 מג"ל, צח"כ 8± 49 מג"ל, מוצקים מרחפים 2.3 ±4.7, פוספט כללי 1.5 ± 3.9 מג"ל. לאחר המאגר התפעולי ערכי הפחמן האורגני הכללי והמומס וההלוגנים האורגנים והעכירות הם כ-9.5 , 7.7, ו- 160, בהתאמה (לא נרשמו ערכי עכירות וצח"ב אחרי הטיפול השלישוני).

7. מתקן הטיפול איילון - ספיקה שנתית מדווחת כ-15 ממק"ש

מתקן הטיפול בשפכי העיר רמלה והסביבה כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן הוא כ -7 ימים. במתקן תהליך אנאירובי מזופילי לטיפול בבוצה ומי הנטל מוחזרים למתקן הביולוגי. למתקן אין תהליך טיפול שלישוני. על פי דיווחי המתקן אחוז השפכים התעשייתיים במתקן זה גבוה למדי – ויכול להגיע עד לכ 30%, אם כי בסקר של רשות המים הוערך שאחוז השפכים התעשייתיים המטופלים במתקן זניח.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 41 מג"ל (מומס כ-17), הלוגנים אורגנים כ 130 מקג"ל עכירות 13 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 9.6± 11 מג"ל, צח"כ 28± 56 מג"ל, מוצקים מרחפים 22±20.

8. מתקן הטיפול בשפכי העיר אשקלון - ספיקה שנתית מדווחת כ– 7.5 מליון מ"ק לשנה

מתקן הטיפול בשפכי העיר אשקלון והסביבה כולל טיפול ראשוני ושניוני קונבנציונאלי עם הרחקת חנקן באמצעות תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן נמוך – כ -2-3 יום בלבד. במתקן תהליך אנאירובי לטיפול בבוצה ומי הנטל מוחזרים למתקן הביולוגי. למתקן אין תהליך טיפול שלישוני.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 13 מג"ל (מומס כ-12), הלוגנים אורגנים כ 100 מקג"ל עכירות 8.3±4 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 2.2± 7.2 מג"ל, צח"כ 55 מג"ל, מוצקים מרחפים 12±7.5 פוספט כללי 2.7 ± 4.9 מג"ל.

9. מתקן הטיפול בשפכי קריית שמונה - ספיקת שפכים מסווחת כ – 2 מליון מ"ק לשנה

מתקן הטיפול בשפכי העיר קריית שמונה והסביבה כולל טיפול שקוע ראשוני קונבנציונאלי שאחריו יש טיפול בבריכות איוור ולאחר מכן שהייה במאגר עונתי ללא תהליך ניטריפיקציה ודה-ניטריפקציה. גיל הבוצה במתקן אינו מוגדר שכן הבוצה נותרת בבריכות האיוור.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 19 מג"ל (מומס כ-12), הלוגנים אורגנים כ 49 מקג"ל עכירות7.1 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 2.9± 6.7 מג"ל, צח"כ 21±38 מג"ל, מוצקים מרחפים 8.1±9.3 פוספט כללי 2.2 ± 4.0 מג"ל.

10. מתקן הטיפול בשפכי שדה התעופה לוד (נתב"ג)– ספיקה שנתית מדווחת כ- 0.9 מלמ"ש

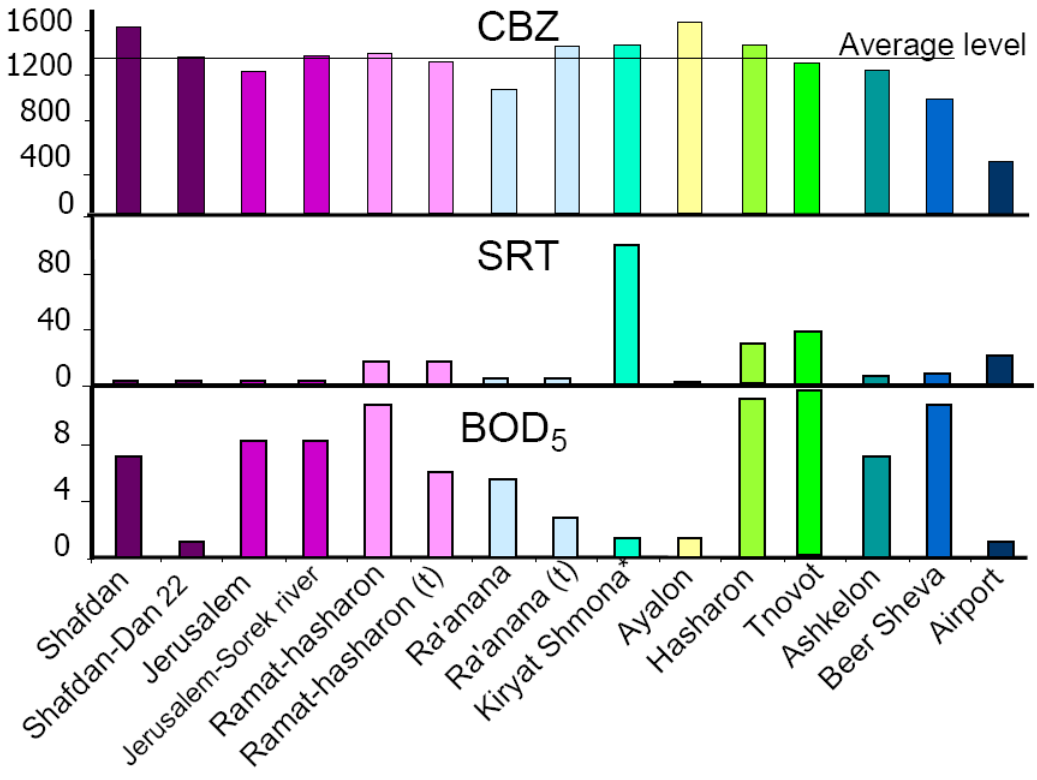
המתקן הוא מתקן טיפול ממברנאלי (מיקורפילטרציה) ביולוגי, MBR עם זמן שהייה של כ 20 יום. כ – 40% מהספיקה למתקן מגיעה משפכי תעשייה.

מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 13 מג"ל (מומס כ-13), הלוגנים אורגנים כ ;120 מקג"ל עכירות 0.43±0.15 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 1±0.1 מג"ל, צח"כ 17±1.7 מג"ל, מוצקים מרחפים 0.5±0.2.

11. מתקן הטיפול בשפכי העיר ב"ש. ספיקה מדווחת שנתית כ-14 מליון מ"ק לשנה

המתקן הוא מתקן טיפול מכני ביולוגי קונבנציונאלי עם זמן שהייה של כ 8 ימים והרחקת חנקן באמצעות ניטריפיקציה ודה-ניטריפיקציה. מאפיינים אגרגטיביים עיקריים שנמסרו על ידי מנהלי המתקן או שנמדדו על ידינו כוללים ריכוז פחמן אורגני כללי בקולחים השניוניים כ 13 מג"ל (מומס כ-12), הלוגנים אורגנים כ -76 מקג"ל עכירות 3.1±1.3 יחידות נפלומטריות, צח"ב, 9.9±3.7 מג"ל, צח"כ- 43±18 מג"ל, מוצקים מרחפים 8.2.±3.7, פוספט כללי 6.3 מג"ל.

ציור 3 וטבלה 1 מסכמים את נתוני הספיקות, צריכת החמצן הביולוגית וגיל הבוצה במתקנים השונים בצד ריכוז הקרבמזפין בנקודות שונות בקולחים.



ציור 3: משתנים אופייניים של תהליכי טיפול בשפכים שנכללו בסקר. נתוני גיל בוצה נתונים בימים, נתוני קרבמזפין, CBZ בננוגרם לליטר, ו-צריכת החמצן הביולוגית במ''ג חמצן לליטר.

טבלה 1: קיבוץ נתונים עיקריים של תהליכי טיפול בשפכים שנכללו בסקר על פי מדידות שנערכו על ידינו. נתוני גיל בוצה נתונים בימים, נתוני קרבמזפין, CBZ בננוגרם לליטר, ו-צריכת החמצן הביולוגית במ''ג חמצן לליטר.

Site	Capacity m^3/y	SRT Day	BOD_5 mg/L	CBZ ng/L	Treatment
Shafdan*	127.1	3	7	1660	Activated sludge
Dan 22			1	1383	After Soil Aquifer Treatment
Jerrusalem*	27	3	8	1260	Activated sludge
Sorek river			8	1400	after 22km flow in a river
Ramat-hasharon	4.2	16.6	10.5	1420	Activated sludge
Ramat-hasharon*			6	1350	After additional filtration
Ra'anana	4.5	4.4	5.4	1100	Activated sludge
Ra'anana*			2.8	1480	After additional filtration
Kiryat Shmona*	2	>100	13	1500	Aerated lagoons
Ayalon *	15	2.5	13	1700	Activated sludge
Hasharon*	3.9	28	11	1500	Activated sludge
Tnovot*	1.95	38	11.4	1350	Activated sludge
Ashkelon*	7.5	7	7	1262	Activated sludge
Beer Sheva*	14	8	10.5	1012	Activated sludge
Airport*	0.9	20	1	460	Membrane Biological Treatment

במסגרת סקר זה נדגמו 11 מתקני טיפול בקולחין על שלביהם השונים, כולל הטיפול הראשוני, הטיפול השניוני, קולחים שלישוניים אם אומנם קיים תהליך שלישוני במתקן הטיפול וגם מאגרי מים עונתיים לאחר סיום הטיפול.

טבלה 6 מתארת את תחום הפרמטרים שבהם עובדים מתקני הטיפול שנחקרו. כפי שעולה מהטבלה התחום כולל מתקנים בתחום רחב של גילאי בוצה (מ2.5 ועד למעלה מ-100 יום), מתקנים עם וללא ניטריפיקציה-דה ניטריפקציה, מתקנים עם טיפול מקדים בסילוק זרחן וללא טיפול כזה, מתקנים עם טיפולים שונים בבוצה (טיפול אירובי, אנאירובי או מכני) וללא טיפול כזה, וגם מתקנים שבהם כבר הותקן מתקן סינון לטיפול שלישוני וכאלה שבהם עדיין לא מותקן מתקן כזה. השונות הרבה של תוצרי הטיפול מתבטאת בפרמטרי איכות המים המקובצים שנמדדו במתקנים אלה ומובאים בטבלה 3.

טבלה 2: מתקני טיפול בשפכים שנסקרו בסקר של רשות המים והפרמטרים המאפיינים אותם.

Table 1: CBZ level and operating parameters of secondary and tertiary effluents in Israel

Number on Figure 1	Site	Capacity	SRT	BOD_5	pH	NH_3	NO_3^-	CBZ	
		Mm^3/y	Days	mg/L		mg/L	mg/L	ng/L	Treatment
1	Shafdan	127.1	3	7	7.5	2.7	5	1660	Activated sludge
	Dan 23*			1	7.8	0	17	1383	After Soil Aquifer Treatment
2	Jerusalem	27	3	8	7.5	43	27	1260	Activated sludge
	Sorek river*			8	8.3	30	81	1400	After 22km flow in a river
3	Ramat-hasharon	4.2	16.6	10.5	7.6	12	<2	1420	Activated sludge
	Ramat-hasharon*			6	7.6	12	<0	1350	After additional filtration
4	Ra'anana	4.5	4.4	5.4	7.7	2.6	14	1100	Activated sludge
	Ra'anana*			2.8	7.9	0.3	11	1480	After additional filtration
5	Kiryat Shmona	2	>100	13	8.0	0.4	103	1500	Aerated lagoons
6	Ayalon	15	2.5	13	7.4	59	<2	1700	Activated sludge
7	Hasharon	3.9	28	11	7.4	4.7	<2	1500	Activated sludge
8	Tnovot	1.95	38	11.4	7.6	11	<2	1350	Activated sludge
9	Ashkelon	7.5	7	7	7.9	55	<2	1262	Activated sludge
10	Beer Sheva	14	8	10.5	7.4	8.1	20.7	1012	Activated sludge
11	Airport	0.9	20	1	7.5	0.5	37	460	Membrane Biological Treatment

* denotes tertiary effluents; The Airport WWTP treats approximately 50% industrial wastes. Plants 6 and 10 treat mixed, Arab – Jewish population.

טבלה 3 : פרמטרים אופייניים של הקולחים השניוניים במתקני טיפול בשפכים שנדגמו בעבודה זו

	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments
Date		
Turbidity	27.99	76.72
Electric Conductivity	156.28	36.85
pH	7.59	0.23
Calcium	78.67	28.99
Magnesium	27.95	15.54
Ammonium	21.21	23.97
Iron	0.11	0.11
Manganese	0.03	0.01
Boron	0.21	0.12
Chloride	222.56	102.82
Nitrate	41.99	38.78
Nitrite	1.25	1.23
Sulfate	101.77	47.79
TOC	15.95	8.91
DOC	12.25	2.57
254 nm SAK	22.79	3.15
AOX	96.24	38.59

פרק ב

המיקרומזהמים שנכללו בסקר

רשימת המיקרומזהמים שנבחנו בעבודה זו כוללת כ-200 מיקרומזהמים שונים ובנוסף לכך נדגמו כ-20 פרמטרים אגרגטיביים וחומרים אי אורגניים שונים ועוד 69 מזהמים אורגנים שונים שנבדקו רק בחלק מן המתקנים. בסך הכל נבדקו כ-300 פרמטרים שונים במתקנים השונים. טבלאות של חומרי היעד מצורפות להלן לבד מטבלת החומרים האי אורגנים שמרביתם נרשמו כבר בטבלה 3 שהוצגה בעמוד הקודם. רק כ- 50% מהתרכובות האורגניות שנבדקו בעבודה זו נמצאו בפועל במתקני הטיפול בשפכים שנדגמו במסגרת עבודה זו, אולם מובן שממצא זה הוא פונקציה של ריכוז הגילוי המינימאלי של כל אחד

מהמזהמים בשיטות האנליטיות שבהן השתמשנו במחקר זה. הרשימה הכוללת של החומרים שנבדקו וריכוז הגילוי המינימאלי (פי חמישה מהרעש) מוצגים בטבלאות 4 – 7 בעמודים הבאים. הטבלאות להלן מציינות את המיקרומזהמים שנכללו בסקר זה, בין אם נמצאו בפועל במתקנים השונים ובין אם לא נמצאו כלל בסקר זה..

טבלה 4 : מיקרומזהמים מהסוגים חומצות פרפלואוריות, הורמונים סטרואידים, אלקילפנולים וחומרי הדברה שנבדקו בסקר זה .

Per- and polyfluorinated acids	MDL,ng/L	**Pesticides and metabolites**	MDL, ng/L
Perfluoralkylcarboxylates	1	Ametryn	50
Perfluorobutanoate (PFBA)	1	Atrazine	20
Perfluoropentanoate (PFPA)	1	Desethylatrazin (Metabolit)	30
Perfluorohexanoate (PFHxA)	1	Bromacil	30
Perfluoroheptanoate (PFHpA)	1	Chlortoluron	50
Perfluoroctanoate (PFOA)	1	Carbetamide	100
Perfluornonanoate (PFNA)	1	Chloridazon	50
Perfluoro-3,7-dimethyloctanoate (PF-3,7-DMOA)	1	Cyanazin	50
Perfluorodecanoate (PFDA)	1	Desmetryn	50
Perfluoroundecanoate (PFUnA)	1	Diuron	50
Perfluorododecanoate (PFDoA)	1	Isoproturon	50
Perfluorotetradecanoate (PFTA)	1	Lenacil	50
Perfluoralkylsulfonates		Linuron	50
Perfluorobutansulfonate PFBS)	1	Methabenzthiazuron	50
Perfluorohexansulfonate (PFHxS)	1	Metamitron	100
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	1	Metobromuron	50
Perfluorodecansulfonate (PFDS)	1	Metoxuron	50
Perfluoroacids		Monolinuron	50
perfluorooctanesulfonic acid (PFOSA)	1	Phenmedipham	100
7H-Dodecafluoroheptanoate (HPFHpA)	1	Prometryn	50
2H,2H-Perfluorodecanoate (H2PFDA)	1	Procymidon	100
2H,2H,3H,3H-Perfluoroundecanoate (H4PFUnA)	1	Propazin	50
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonate (H4PFOS)	1	Sebuthylazin	20
		Simazin	20
Stereoides		Desethylsimazin (Metabolite)	50
Estron	1	Terbutryn	50
17-beta-Estradiol	1	Terbuthylazin	20
Mestranol	1	Desethylterbuthylazin (Metabo	50
Norethisteron	1	Triadimefon	50
17-alpha-Ethinylestradiol	1	Triadimenol	100
Estriol	1	Alachlor	50
		Dichlobenil	50
Alkylphenols		Dichlorbenzamid (Metabolite)	50
4-tert.-Octylphenol	5	Hexazinon	50
4-iso-Nonylphenol	5	Metalaxyl	30
Bisphenol A	25	Metazachlor	30
		Metolachlor	50
		Metribuzin	30
		Pendimethalin	20
		Propachlor	50
		Triallat	50
		Trifluralin	50

ריכוז מינימאלי לכימות, MDL נקבע בגובה של פי חמישה מהרעש

טבלה 5: סולפונטים ארומטיים, מזהמים פרמצבטיים ונוגדי רנטגן שנסקרו במסגרת עבודה זו

Aromatic Sulfonates	ng/L	Pharmaceutical Compounds	ng/L
Benzol-1,3-disulfonate	20	Phenacetin	10
4-Methylbenzolsulfonate	20	Indomethacin	10
3-Nitrobenzolsulfonate	20	Diclofenac	10
3-Chloro-4-methylbenzolsulfonate	20	Ibuprofen	10
2-Amino-5-methylbenzolsulfonate	20	Fenoprofen	10
5-Nitro-2-methylbenzolsulfonate	20	Ketoprofen	10
2-Chloro-5-nitrobenzolsulfonate	20	Gemfibrozil	10
2-Amino-5-chloro-4-methylbenzolsulfonate	20	Fenofibrate	10
Naphthalene-1-sulfonate	20	Fenofibrate acid	10
Naphthalene-2-sulfonate	20	Bezafibrate	10
Naphthalene-1,3-disulfonate	20	Clofibric acid	10
Naphthalene-1,5-disulfonate	20	Carbamazepin	10
Naphthalene-1,6-disulfonate	20	Pentoxifyllin	10
Naphthalene-1,7-disulfonate	20	Naproxen	10
Naphthalene-2,6-disulfonate	20	Diazepam	10
Naphthalene-2,7-disulfonate	20	Etofibrat	10
Naphthalene-1,3,5-trisulfonate	20	Atenolol	10
Naphthalene-1,3,6-trisulfonate	20	Betaxolol	10
Naphthalene-1,3,7-trisulfonate	20	Bisoprolol	10
8,8'-Methylenbis-2-naphthalene sulfonate	20	Metoprolol	10
1-Aminonaphthalene-4-sulfonate	20	Pindolol	10
1-Aminonaphthalene-7-sulfonate	20	Propranolol	10
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate	20	Sotalol	10
2-Aminonaphthalene-6-sulfonate	20	Caffein	25
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	20		
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	20	**X-ray Contrast Agents**	
1-Hydroxynaphthalene-4-sulfonate	20	Diatriazoic acid	10
2-Hydroxynaphthalene-6-sulfonate	20	Iodipamide	10
1-Hydroxynaphthalene-3,6-disulfonate	20	Iohexol	10
2-Hydroxynaphthalene-3,6-disulfonate	20	Iomeprol	10
1-Amino-8-hydroxynaphthalene-2,4-disulfonate	20	Iopamidol	10
1-Amino-8-hydroxynaphthalene-3,6-disulfonate	20	Iopansäure	10
2-Amino-5-hydroxynaphthalene-7-sulfonate	20	Iopromid	10
Anthraquinone-2-sulfonate	20	Iotalamin acid	10
Anthraquinone-1,5-disulfonate	20	Ioxaglin acid	10
Anthraquinone-1,8-disulfonate	20	Ioxithalamin acid	10
1-Amino-4-bromanthraquinone-2-sulfonate	20		
4,4'-Diamino-1,1'-bianthraquinone-3,3'-disulfonate	20		
cis-4,4'-Diaminostilben-2,2'-disulfonate	20		
trans-4,4'-Diaminostilben-2,2'-disulfonate	20		
cis-4,4'-Dinitrostilben-2,2'-disulfonate	20		
trans-4,4'-Dinitrostilben-2,2'-disulfonate	20		
2-Hydroxy-4,6-bis(4-sulfanilo)-1,3,5-triazin	20		

ריכוז מינימאלי לכימות, MDL נקבע בגובה של פי חמישה מהרעש

טבלה 6: מזהמים פרמצבטיים מהסוגים טטרציקלינים ופלוראורוקינונים, ניטרוזאמינים, חומרים קוסמטיים פעילים, פוספטים אורגנים וקומפקלסנטים אמיניים נפוצים שנסקרו במסגרת עבודה זו

Chemoterapuetic compounds	ng/L	Nitrosamines	MDL, ng/L
Tetracyclines, Fluoroquinolones		NDMA -	1
Azithromycin	10	NEMA	2
Clarithromycin	10	NDEA	2
Dehydrato-Erythromycin A	10	NDPA	1
Oleandomycin	10	NDBA	1
Roxithromycin	10	NPIP	1
Spiramycin	10	NPYR	1
Tylosin	10	NMOR	1
Sulfadiazin	10		
Sulfadimidin	10	**Musks**	
Sulfamerazin	10	Musk-Xylol	100
Sulfamethoxazol	10	Musk-Keton	100
Amoxicillin	10	Musk-Ambrette	100
Cloxacillin	10	Musk-Tibeten	100
Dicloxacillin	10	Musk-Mosken	100
Nafcillin	10	AHTN	100
Oxacillin	10	HHCB	100
Penicillin G	10	ADBI	100
Penicillin V	10	DPMI	100
Chloramphenicol	10	AHMI	100
Clindamycin	10	ATII	100
Dapson	10		
Furazolidon	10	**Trialkylphosphate**	
Metronidazol	10	Triethylphosphate	25
Ronidazol	10	Tri-n-butylphosphate	25
Meclocyclin	10	Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	25
Oxytetracyclin	10	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	25
Tetracyclin	10		
Ciprofloxacin	10	**Chelating Agents**	
Enoxacin	10	NTA (Nitrilotriacetat)	0.5
Enrofloxacin	10	EDTA (Ethylendinitrilotetraacetat)	0.5
Norfloxacin	10	DTPA (Diethylentriaminpentaacetat)	1
Ofloxacin	10	PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	1
		ADA (beta-Alanindiacetat)	1

ריכוז מינימאלי לכימות, MDL נקבע בגובה של פי חמישה מהרעש

טבלה 7: מזהמים הלו- אורגנים שנכללו בעבודה זו

Trace organics	MDL, ng/L	Trace organics	MDL, ng/L
Nitrobenzene	50	2,5-Dichloronitrobenzene	20
2-Chloronitrobenzene	10	2-Amino-benzotrifluoride	50
3-Chloronitrobenzene	10	3-Amino-benzotrifluoride	50
4-Chloronitrobenzene	10	o-Anisidine	50
2,3-Dichloronitrobenzene	10	2-Chloro-4-methylaniline	50
2-Chlorotoluene	20	4- & 5-Chloro-2-methylaniline	50
3-Chlorotoluene	20	2,3-Dimethyl Chinoxalin	50
4-Chlorotoluene	20	Chloroneb	20
2-Nitrotoluene	20	4-Chloro-2-nitroaniline	50
3-Nitrotolune	20	2-Methoxy-5-nitroaniline	50
4-Nitrotoluene	20	2-Methoxy-4-nitroaniline	50
4-Chloro-2-nitrotoluene	20	Hexachlorbenzol (HCB)	50
2-Chloro-4-nitrotoluene	20	Tetramethylsuccinonitrile	50
2-Amino-4-nitrotoluene	20	Triphenylphosphinoxide	50
2-Amino-6-nitrotoluene	20	2-Chlor-4-methylsulfonyltoluol	50
2-Nitroanisole	50	Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	50
4-Nitroanisole	50	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	50
2-Chloroaniline	50		
3-Chloroaniline	50	**Light Weight Halogen Carbohydrates**	
4-Chloroaniline	50	Trichlormethane (Chloroform)	300
2,4- &. 2,5-Dichloroaniline	50	Bromodichlormethane	100
2,6-Dichloroaniline	50	Dibromochlormethane	100
3,4-Dimethylaniline	50	Trichloronitromethane	100
3,5-Dimethylaniline	50	1,1,1-Trichloroethane	100
N,N-Dimethylaniline	50	cis-1,2-Dichloroethene	100
N,N-Diethylaniline	50	trans-1,2-Dichloroethene	100
3-Chloro-2-methylaniline	50	1,1-Dichloroethane	100
Hexachlorobutadien	50	1,1-Dichloroethene	100
1,2-Dichloro-4-nitrobenzene	50	1,1,2-Trichlorotrifluoroethane	100
1,3-Dichloro-4-nitrobenzene	50		

ריכוז מינימאלי לכימות, MDL נקבע בגובה של פי חמישה מהרעש

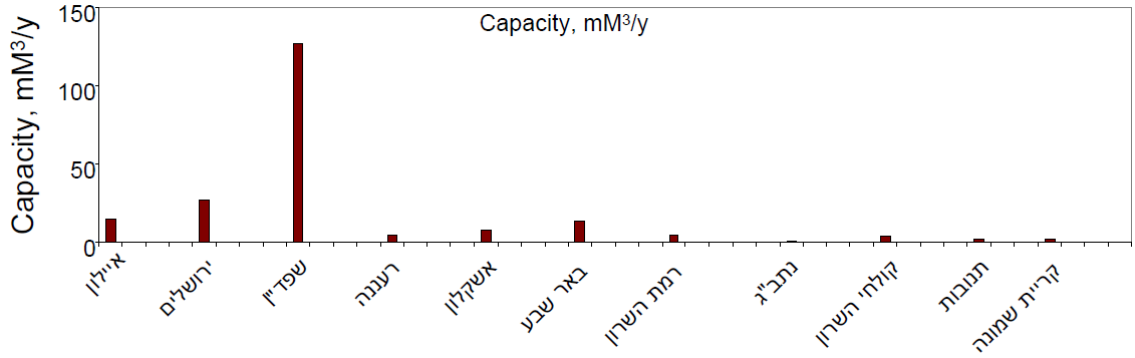
<u>פרק ג</u>

<u>קשר בין פרמטרי איכות אגרגטיביים ותנאי התפעול</u>

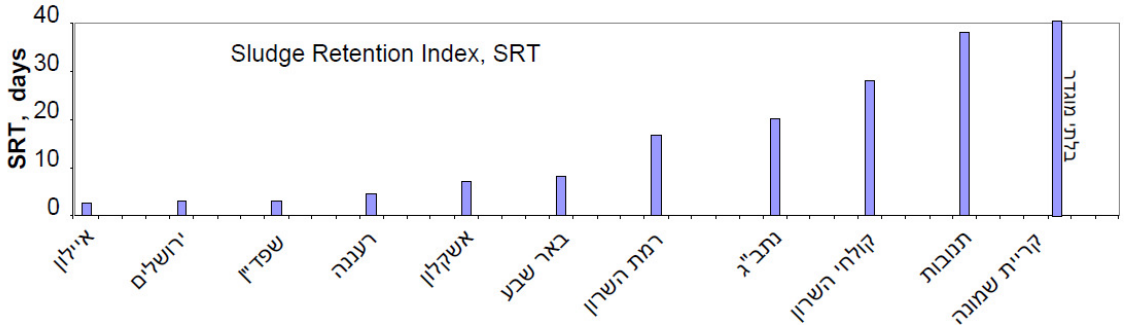
הציורים שלהלן מציגים בצורה ויזואלית את המשתנים התפעוליים העיקריים ובהם גודל המתקן- לפי ספיקה שנתית של מים מטופלים, גיל הבוצה (Sludge retention time, SROI or sludge age) ....

נתונים תפעוליים

ציורים 4 ו- 5 מציגים את הנתונים התפעוליים של המתקנים שנחקרו. גיל הבוצה נמסר על ידי מנהלי המטש"ים השונים וכנראה לא כלל את תרומת הבוצה במשקע לגיל הבוצה, השמטה זו יכול שתהיה משמעותית עבור מתקן השפד"ן ומתקן איילון (הראשון מאופיין בנתוני איכות מצוינים והשני לא). מתקן הטיפול של שפכי קריית שמונה כולל אגנים מאוורים שבהם זמן השהייה של הביומסה אינו מוגדר כיוון שאין הוצאת בוצה רציפה מן המתקן.



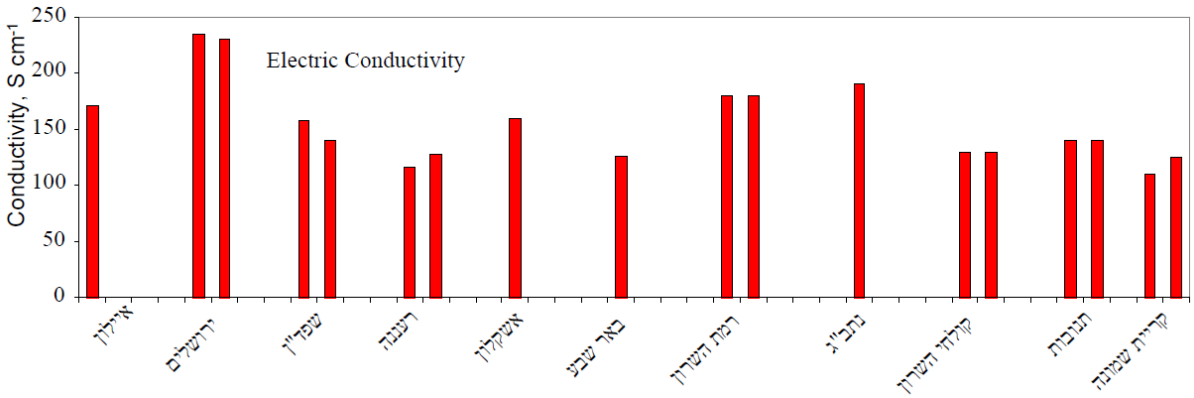
ציור 4: ספיקה שפכים שנתית במט''שים לפי נתונים שנמסרו על ידי מנהלי המט''ש



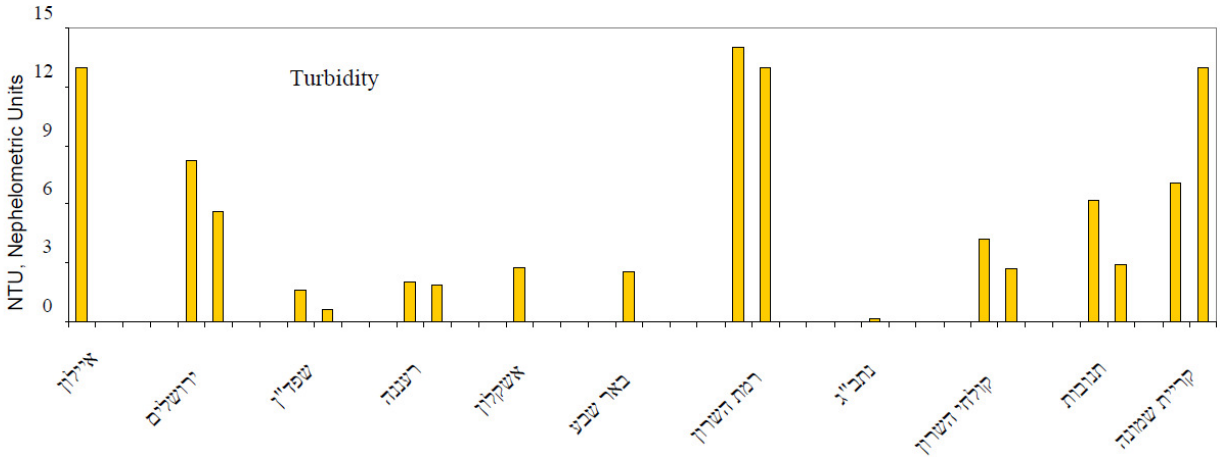
ציור 5: גיל בוצה במט''שים. הגיל המחושב נמסר על ידי מנהלי המט''שים ובדרך כלל לא כלל את זמן השנייה במתקן השיקוע.

נתוני איכות אגרגטיביים של הקולחים

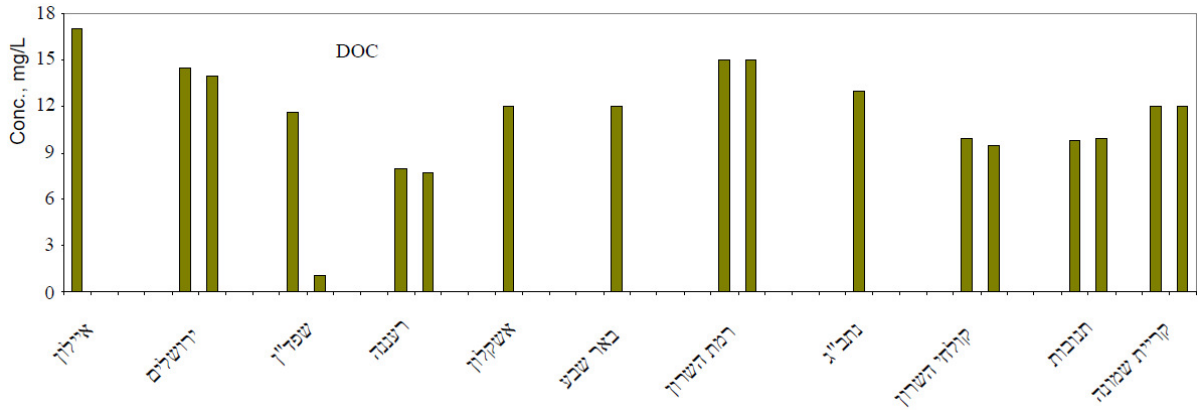
ציורים 6 -16 מתארים את פרמטרי האיכות האגרגטיביים של הקולחים שמתקבלים לאחר הטיפול השניוני והשלישוני (אם קיים) במתקנים השונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



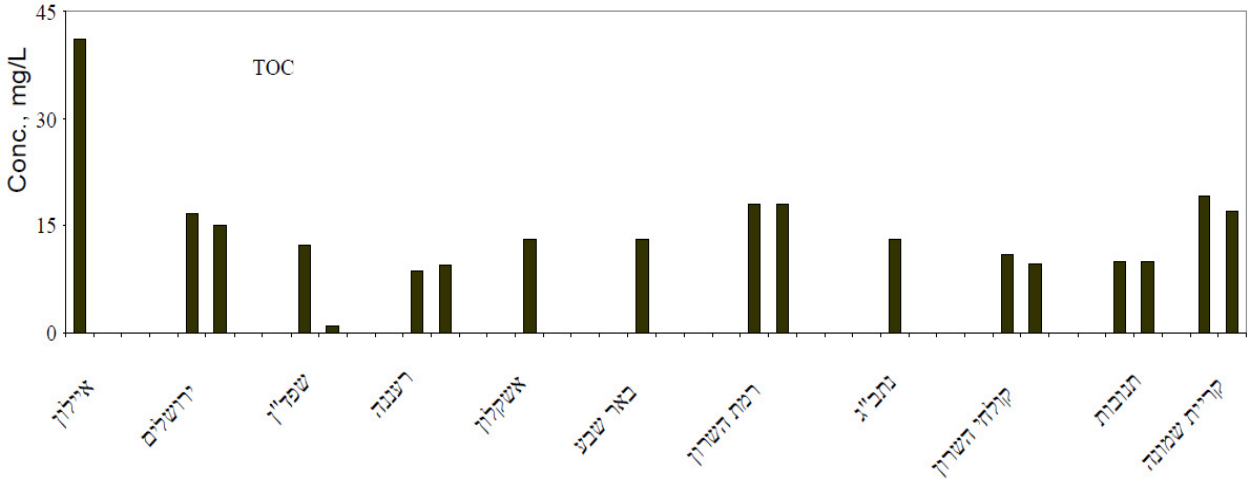
ציור 6 : מוליכות סגולית של הקולחים השניוניים והקולחים השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



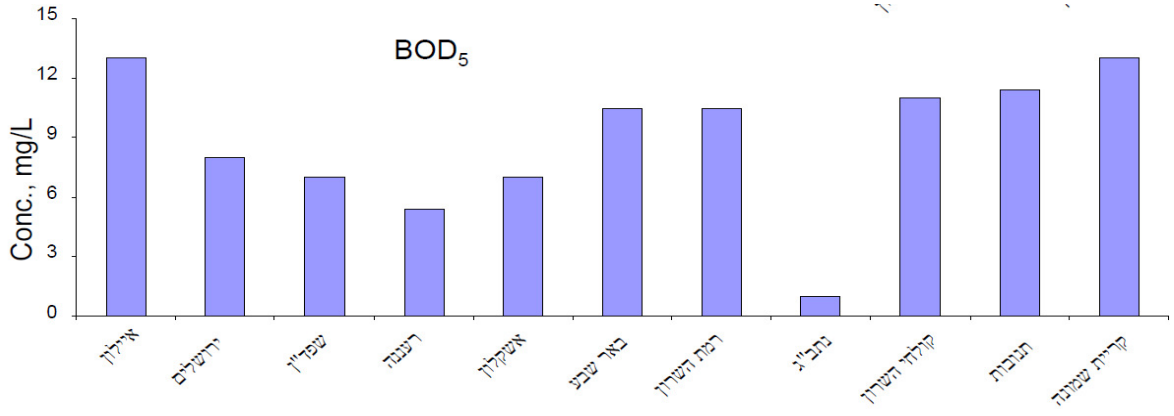
ציור 7: עכירות, ביחידות עכירות נפלומטריות של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



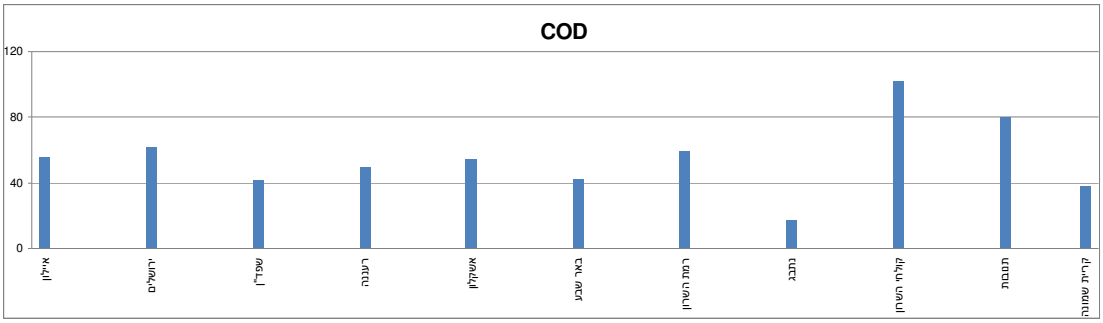
ציור 8: ריכוז פחמן אורגני מומס של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



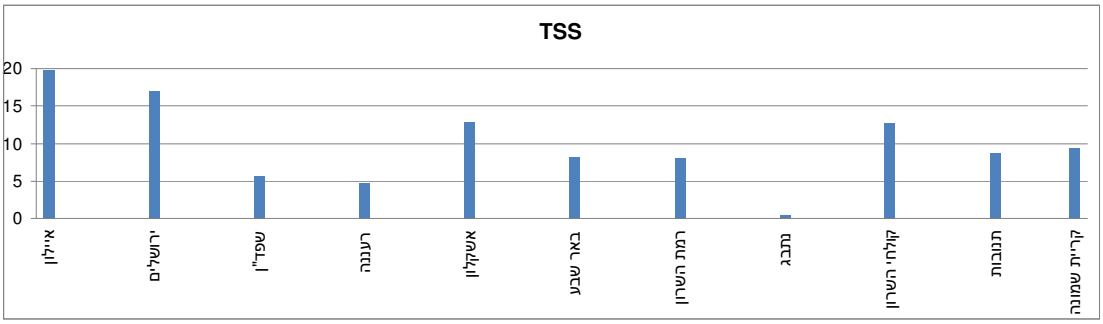
ציור 9 : ריכוז פחמן אורגני כללי של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



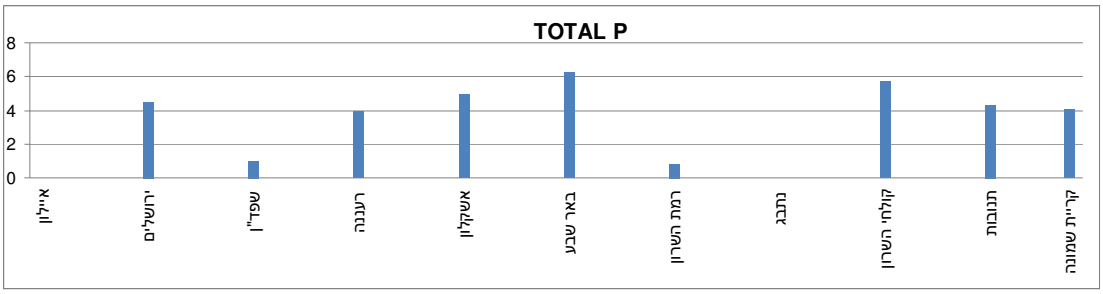
ציור 10 : צריכת חמצן ביולוגי של הקולחין ממתקני הטיפול השניוני במתקנים שונים. האיכות אינה כוללת את הטיפול במאגרים השונים או טיפול קרקע אקוויפר אבל כוללת גם את מתקני הסינון.



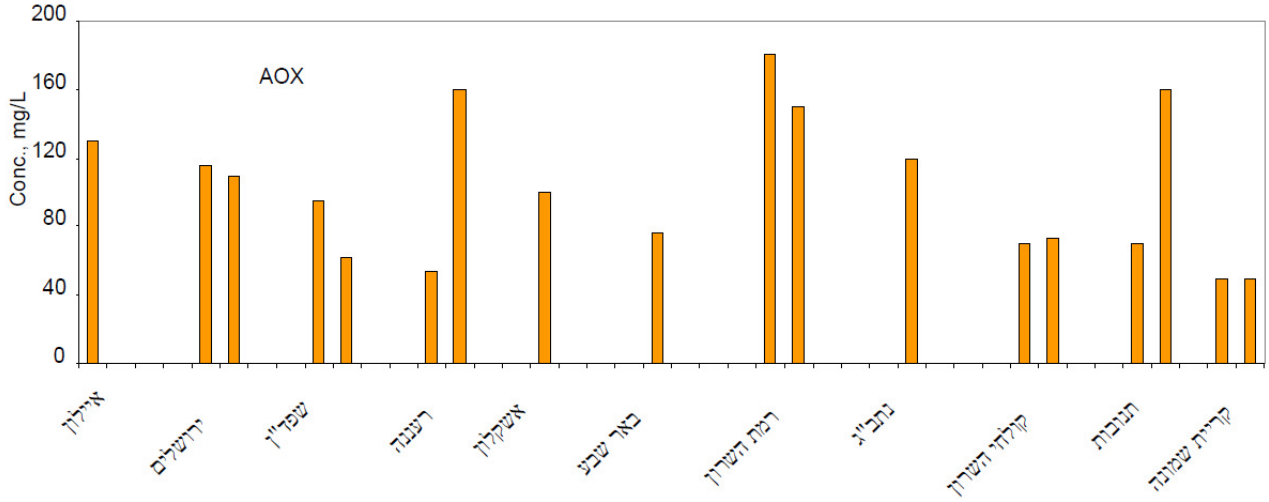
ציור 11: צריכת חמצן כימית של הקולחין ממתקני הטיפול השניוני במתקנים שונים. האיכות אינה כוללת את הטיפול במאגרים השונים או טיפול קרקע אקוויפר אבל כוללת גם את מתקני הסינון.



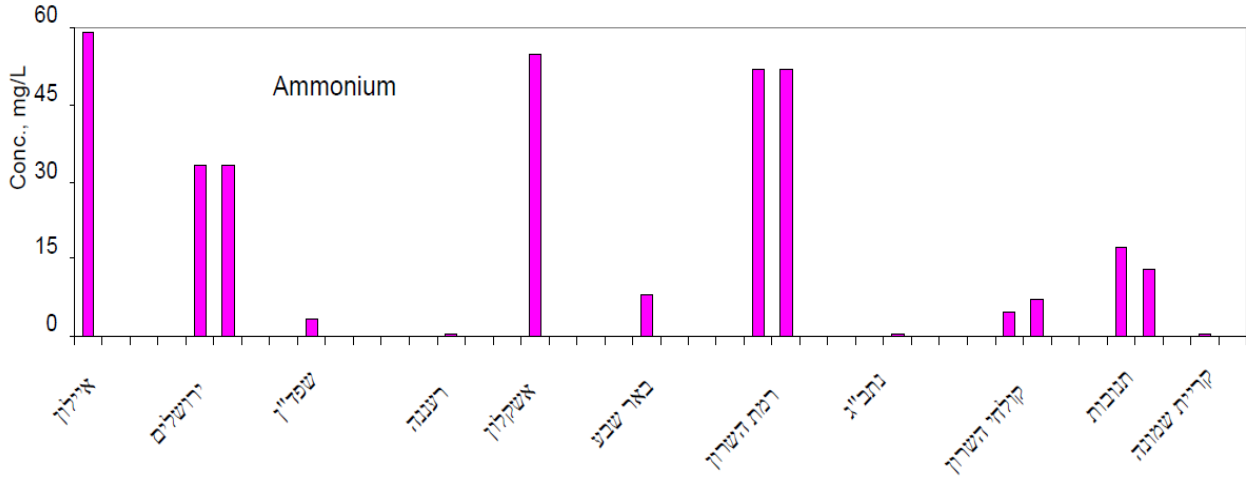
ציור 12: צריכת חמצן כימית של הקולחין ממתקני הטיפול השניוני במתקנים שונים. האיכות אינה כוללת את הטיפול במאגרים השונים או טיפול קרקע אקוויפר אבל כוללת גם את מתקני הסינון.



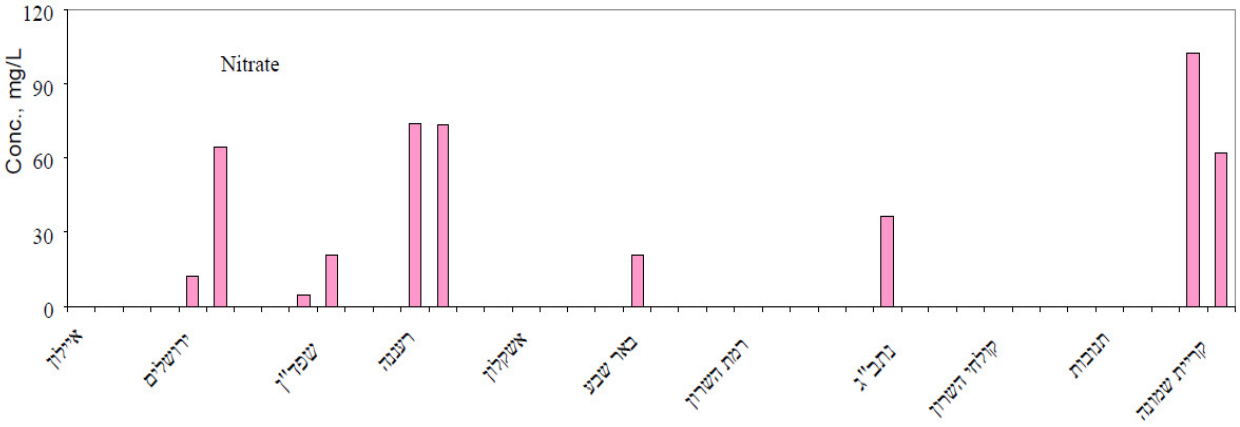
ציור 13: ריכוז זרחן כללי של הקולחין ממתקני הטיפול השניוני במתקנים שונים. האיכות אינה כוללת את הטיפול במאגרים השונים או טיפול קרקע אקוויפר אבל כוללת גם את מתקני הסינון.



ציור 14 : ריכוז חומרים הלוגנים מובעים ככלור של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



ציור 15: ריכוז אמוניה מובעת כאמוניום של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים.



ציור 16 : ריכוז ניטרט (כניטרט) של הקולחים השניוניים והקולחין השלישונים במתקנים שונים. כאשר יש מתקן שלישוני פעיל (מאגר קולחים, מתקן סינון או טיפול קרקע אקוויפר) איכות קולחיו מצורפת כעמודה נפרדת מימין לנתוני הקולחים השניוניים. במספר מתקנים (קולחי השרון, רמת השרון אשקלון ואיילון) היה חסר לנו הריכוז הרלבנטי.

על הקורלציה בין המאפיינים האגרגטיביים והתפעוליים

ניסיוננו למצאו מתאם סטטיסטי בין מאפייני האיכות של הקולחים השניוניים שנמדדו בעבודה זו לבין גיל הבוצה לא צלח. אפילו בין הצח"ב לבין האיכות הקולחים בגבול המתקן המיכני הביולוגי לא נמצא מתאם גבוה (המתאם היה 0.4 בלבד בין SRT לבין הצח"ב).

נערך ניסיון לקבוע מתאם סטטיסטי בין מאפייני הטיפול והמאפיינים האגרגטיביים שנמצאו במתקנים השונים. טבלה 8 מתארת את נתונים האגרגטיביים שהתקבלו מהמתקנים השונים. הנתונים מתייחסים לתחום המט"ש ולא כוללים מתקני אגירה או טיפול בקרקע- אקוויפר מחוץ לגבולות המתקן המכני ביוליוגי. עם זאת נתונים אלה כוללים בתוכם גם את מתקני הסינון השונים. להפתעתנו לא רק שלא נמצא מתאם בין הנתונים התפעוליים לבין מאפייני האיכות השונים אלא שאפילו בין נתוני האיכות השונים נמצא מתאם חלש בלבד להוציא כמובן את המתאם בין ריכוז פחמן אורגני כללי וריכוז פחמן אורגני מומס.

טבלה 8 פרמטרי תפעול ומאפייני איכות קולחים שנמסרו על ידי הנהלות המתקנים השונים

	איילון	ירושלים	שפד"ן	רעננה	אשקלון	באר שבע	רמת השרון	נתב"ג	קולחי השרון	תנובות	קריית שמונה
Capacity	15.0	27.0	127.1	4.5	7.5	14.0	4.2	0.9	3.9	2.0	2.0
TOC	41.0	16.5	12.3	8.6	13.0	13.0	18.0	13.0	11.0	10.0	19.0
DOC	17.0	14.5	11.6	8.0	12.0	12.0	15.0	13.0	9.9	9.8	12.0
BOD5	13.0	8.0	7.0	5.4	7.0	10.5	10.5	1.0	11.0	11.4	13.0
COD	56.1	23.0	19.0	96.0	55.0	42.8	59.5	17.0	102.4	83.6	38.4
TSS	19.9	17.0	21.0	4.7	12.9	8.2	8.2	0.5	12.7	11.7	9.4
SRT	2.5	3.0	3.0	4.4	7.0	8.0	16.6	20.0	28.0	38.0	100.0

טבלה 9 מתאמים סטטיסטיים שנמצאו בין פרמטרי תפעול ומאפייני איכות קולחים שנמסרו על ידי מנהלי המתקנים השונים

	CAPCITY	TOC	DOC	BOD5	COD	TSS	SRT
Capacity	1.00	0.02	0.02	-0.14	-0.45	0.61	-0.30
TOC		1.00	0.80	0.46	-0.17	0.44	-0.04
DOC			1.00	0.21	0.21	0.34	-0.18
BOD5				1.00	0.32	0.46	0.40
COD					1.00	-0.20	0.02
TSS						1.00	-0.24
SRT							1.00

פרק ה

שכיחות מיקרומזהמים שנמצאו בכל אחד מהמט"שים

המיקרומזהמים שנמצאו בכל אחד מתקני הטיפול כפונקציה של השלב בטיפול מנויים בטבלאות 10 – 20.

טבלה 10: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש מערב ירושלים

	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Date	average (2)	average (2)	average (2)	average (2)	
Turbidity	412	8.2	5.65	3.8	690
Electric Conductivity	204.5	234	230.5	226	202
pH	7.39	7.43	8	7.905	7.63
Calcium	84.1	70	73.05	72.3	150
Magnesium	34.15	32.05	33.95	34	41.2
Ammonium	90.5	33.1	33	31.5	1.7
Iron	0.615	0.105	0.11	0.09	1.51
Manganese	0.0575	0.033	0.0325	0.041	0.483
Boron	0.15	0.16	0.16	0.17	0.19
Chloride	287.5	413	414.5	406	398
Nitrate		12.1	64.75	58.9	26.6
Nitrite		2.71	12.45	12.45	6
Sulfate	71.8	90.05	91.35	95.1	116
TOC	165	16.5	15	15	82
DOC	93.5	14.5	14	14	22
SAK - 254 nm	64.45	25.35	26.35	25.65	32.8
AOX	135	115	109	104.5	160
MTBE	0.975	2.1	<LOD	<LOD	<LOD

Steroidal hormones	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Estron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
17-beta-Estradiol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol-3-methylether	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Norethisteron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Estriol	1500	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Mestranol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Complexation agents	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
NTA (Nitrilotriacetate)	29.5	3.35	3.35	2.9	2.7
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	53.5	165	190	170	110
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	12.5	25.5	14.75	18.15	20
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	3.2	3.4	<LOD	< LOD
Pesticides and metabolites					
Atrazine	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Bromacil	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Diuron	1.6	< LOD	0.58	0.79	< LOD
Metoxuron	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Prometryn	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Simazin	0.46	0.45	0.3	1	<LOD
Desethylsimazin	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Terbutryn	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Triadimenol	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Metalaxyl	0.55	< LOD	7.5	< LOD	< LOD
Metazachlor	0.3	0.38	< LOD	< LOD	< LOD
Metolachlor	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Pharmaceuticals	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Phenacetin	< LOD	70	< LOD	< LOD	<LOD
Indomethacin	130	91	87	87	<LOD
Diclofenac	975	560	470	585	210
Ibuprofen	14700	1700	1493.5	935	<LOD
Gemfibrozil	8815	34500	1600	1500	280
Fenofibrinsäure	140	< LOD	< LOD	< LOD	<LOD
Bezafibrat	13300	1350	2800	2950	610
Carbamazepin	1800	1700	2150	2800	2200
Pentoxifyllin	<LOD	<LOD	21	<LOD	<LOD
Atenolol	8750	1185	710	630	100
Bisoprolol	150	<LOD	71	69	<LOD
Metoprolol	320	179	147.5	144	51
Propranolol	230	112	77.5	72.5	<LOD
Sotalol	560	170.5	152	147.5	78
Naproxen	3100	950	1485	1790	180
Diazepam	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Acetylsalicylic acid	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine	61000	825	380	810	<LOD
Metronidazol	<LOD	140	160	110	<LOD
Trimethoprim	352	235	235	205	<LOD
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	1475	515	740	775	190

Aromatic sulfonates	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
2-Chloro-5-nitrobenzylsulfonate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Naphthalene-1-sulfonate	0.55	0.45	0.625	0.405	<LOD
naphthalene-2-sulfonate	1.25	0.315	0.445	0.385	0.51
naphthalene-1,5-disulfonate	0.55	0.81	0.52	0.345	0.23
naphthalene-1,6-disulfonate	0.5	1.04	3.84	0.93	0.75
naphthalene-1,7-disulfonate	0.735	0.985	2.6	0.845	0.76
naphthalene-2,6-disulfonate	0.27	0.26	0.715	0.18	0.21
naphthalene-2,7-disulfonate	0.5	0.485	1.915	0.43	0.35
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	1.2	0.32	0.56	0.65	0.69
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	0.54	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	4.1	4.25	3.3	3.15	1.2
8,8'-Methylenbis-2-naphthalenesulfonate	0.53	0.68	0.48	0.61	0
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	0.445	0.39	0.41	0.45	0.22

X-ray contrast agents	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Amidotrizoeic acid	<LOD	<LOD	310	150	130
Iohexol	4060	5170	3160	2370	230
Iomeprol	13550	13350	11100	8600	7500
Iopamidol	21000	23000	49500	29500	7300
Iopromid	1030	3500	3555	3855	400
Iotalaminate	<LOD	<LOD	120	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	200	2400	3000	2700	1100
Ioxithalamin acid	11000	9000	7350	6800	3900
Alkylphenol [ng/L]					
Bisphenol A	865	71	<LOD	<LOD	<LOD
4-tert.-Octylphenol	<LOD	45	19	18	<LOD
4-iso-Nonylphenol	20500	4890	2640	1605	<LOD

Trialkylphosphatee [ng/L]	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	50	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	128	<LOD	84	120	<LOD
Triphenylphosphate	70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	270	325	325	300	280
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1060	1255	1190	1175	970
Nitrosamine [ng/L]					
NDMA	<LOD	<LOD	2.85	4.5	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	8.75	6	6.35	3.9

Perfluorocompounds	JWWTP effluent before biological treatment	JWWTP effluents after biological treatment	JWWTP Effluent. end of sorek river	JWWTP Effluents. Judea mountains pool	JWWTP Tal Shahar - Seasonal Reservoir
Perfluorocarboxylates					
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	6	10	9.5	9.5	17
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	13
Perfluoroalkylsulfonates	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	7	<LOD	5	5	11
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	39	<LOD	21	25.5	470
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	17	18.5	44	26	21

טבלה 11: : מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש איילון

Location	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Date	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010
Turbidity	241	259	469	16
Electric Conductivity	208	171	856	181
pH	7.4	7.37	7.98	7.92
Calcium	81.3	74.6	181	67.4
Magnesium	26	26.7	63.8	25.4
Ammonium	84	59	1300	58
Iron	0.41	0.26	2.17	0.07
Manganese	0.053	0.055	0.142	0.086
Boron	0.23	0.26	0.24	0.25
Chloride	313	223	274	254
Nitrate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Nitrite	<LOD	<LOD	<LOD	6.4
Sulfate	69.2	92.1	34.5	93.5
TOC	130	41	170	13
DOC	54	17	93	11
SAK - 254 nm	59.7	26.9	149.5	21.8
AOX	280	130	450	78
MTBE	0.37	1.2	0.46	0.51

Pesticides and metabolites	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Atrazine	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Bromacil	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metoxuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Prometryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Simazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Desethylsimazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Terbutryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Triadimenol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metalaxyl	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metazachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metolachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Phenacetin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	550	410	1300	170
Ibuprofen	9900	1200	8800	<LOD
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	110	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	610	<LOD
Bezafibrat	13000	2000	4000	1200
Carbamazepin	1400	1200	9700	1000
Pentoxifyllin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Atenolol	9600	2800	2100	1000
Bisoprolol	240	140	310	120
Metoprolol	520	220	520	150
Propranolol	190	140	500	<LOD
Sotalol	340	180	250	140
Naproxen				
Diazepam				
Acetylsalicylic acid	57000	<LOD	2600	<LOD
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine	74000	17000	2300	<LOD
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	590	150	<LOD	120
Sulfadiazin	550	<LOD	100	<LOD
Sulfamethoxazole	660	290	<LOD	490

Complexation agents	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
NTA (Nitrilotriacetate)	34	2.6	9.1	4.9
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	34	66	50	41
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	14	28	27	11
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

X-ray contrast agents	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Amidotrizoesäure	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Iohexol	320	560	<LOD	1700
Iomeprol	<LOD	2900	4200	4900
Iopamidol	<LOD	600	2400	2600
Iopromid	460	2100	3700	5000
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	910	2200	2900	2600

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	<LOD	160	390	<LOD
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	300	230	<LOD	260
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	680	2100	430	2500
Nitrosamine [ng/L]				
NDMA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Perfluorocompounds	WWT 25, Ayalon - Raw Sewage	WWT 26, Ayalon - Secondary treatment	WWT 27, Ayalon - leachate	WWT 28, Ayalon - Mt. Reservoir
Perfluorocarboxylates				
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates				
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	<LOD	<LOD	260	30
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	<LOD	<LOD	23	<LOD

טבלה 12: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש השפד''ן ובטיפול קרקע אקוויפר של השפד''ן

Location	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Date			
Turbidity	1.66	0.69	0.62
Electric Conductivity	158.09	165.75	140.25
pH	7.67	7.34	7.37
Calcium	74.17	91.18	92.40
Magnesium	27.50	28.15	22.90
Ammonium	3.47	0.04	
Iron	0.07	0.03	0.02
Manganese	0.02		0.01
Boron	0.20	0.16	0.19
Chloride	282.00	283.50	233.00
Nitrate	4.82	30.75	20.40
Nitrite	2.21	0.05	0.01
Sulfate	97.76	105.83	76.13
TOC	12.35	2.03	1.10
DOC	11.58	1.95	1.04
SAK - 254 nm	20.79	6.05	2.30
AOX	94.64	84.50	61.50
MTBE	0.34	0.27	1.13

Complexation agents	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
NTA (Nitrilotriacetate)	4.47		
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	261.55	7.58	11.00
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	10.20		2.60
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)			2.27
Pesticides and metabolites			
Atrazine		0.13	0.07
Bromacil			0.08
Diuron	0.70	0.16	0.14
Metoxuron			
Prometryn			
Simazin	0.25	0.34	0.18
Desethylsimazin		0.24	
Terbutryn	1.10		
Triadimenol			
Metalaxyl			
Metazachlor			
Metolachlor			

Pharmaceuticals	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Phenacetin			
Indomethacin			
Diclofenac	996.36		
Ibuprofen	275.27		
Gemfibrozil	91.00		
Fenofibrinsäure	110.00		
Bezafibrat	966.36	27.00	
Carbamazepin	1275.45	1150.00	975.00
Pentoxifyllin			
Atenolol	576.50		
Bisoprolol	78.00		
Metoprolol	188.18		59.25
Propranolol	88.70		
Sotalol	157.27		
Naproxen	520.91	15.00	
Diazepam			
Acetylsalicylic acid			
Bezafibrat			
Caffeine	1220.00	27.00	28.00
Metronidazol	93.67		
Trimethoprim	128.95		
Sulfadiazin			
Sulfamethoxazole	324.18	25.00	71.00

Aromatic sulfonates	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
2-Chloro-5-nitrobenzylsulfonate			
Naphthalene-1-sulfonate	0.67	0.22	0.11
naphthalene-2-sulfonate	0.39	0.04	0.14
naphthalene-1,5-disulfonate	0.58	0.22	0.50
naphthalene-1,6-disulfonate	1.51	0.06	0.19
naphthalene-1,7-disulfonate	1.19	0.02	0.19
naphthalene-2,6-disulfonate	0.34		0.05
naphthalene-2,7-disulfonate	0.68	0.05	0.12
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	1.64	0.09	0.13
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	0.98	0.49	0.46
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	1.05	0.05	0.09
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	1.54	0.65	1.30
8,8'-Methylenbis-2-naphthalenesulfonate	0.31	0.06	0.33
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate		0.13	
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	0.61	0.11	0.16

X-ray contrast agents	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Amidotrizoic acid	268.89	31.00	607.50
Iohexol	8654.55	34.50	11.00
Iomeprol	9712.00	51.00	
Iopamidol	4936.36	767.50	715.00
Iopromid	9660.00	66.00	
Iotalaminate			
Ioxaglin acid			
Ioxithalamin acid	7140.00	59.50	21.50
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	35.80	3400.00	
4-tert.-Octylphenol		10.00	15.00
4-iso-Nonylphenol	1783.33	94.00	90.00

Trialkylphosphate [ng/L]	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Triethylphosphate	275.0		
Tri-n-butylphosphate	170.0	86.0	
Triphenylphosphate			
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate			
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	384.5	86.0	
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1072.0	150.0	
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	11.9		
NPYR			
NMOR	7.7	3.2	3.7

Chemotherapeutika, Makrolide, Penicillin Tetracycline, Fluorchinolone	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Azithromycin	134.40		
Clarithromycin			
Dehydrato-Erythromycin A	249.44		
Oleandomycin			
Roxithromycin	89.25		
Spiramycin		11.00	
Tylosin	116.50		
Chloramphenicol			
Clindamycin	49.17		
Chlortetracyclin			
Doxycyclin			
Meclocyclin			
Oxytetracyclin			
Tetracyclin			
Ciprofloxacin	348.75		
Enoxacin	130.00		
Enrofloxacin	180.00	35.00	
Norfloxacin			
Ofloxacin	903.33	25.00	

	Shafdan - Recharged effluents average(12)	T282 average	Reclaimed (average, 4)
Musk-Xylol			
Musk-Ketone	0.26	0.08	0.03
Musk-Ambrette			
Musk-Tibeten			
Musk-Musk			
AHTN	0.14		
HHCB	0.64		
ADBI	0.11		
DPMI	0.10		
AHMI			
ATII			

טבלה 13: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש רעננה

	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Date	24/02/2009	24/02/2009	24/02/2009
Turbidity	2	185	1.9
Electric Conductivity	117	169	128
pH	7.74	8.01	7.92
Calcium	88	105	91.5
Magnesium	21.9	28.5	23.2
Ammonium	0.06	64	0.28
Iron	0.02	0.06	0.01
Manganese	<LOD	0.016	0.008
Boron	0.08	0.09	0.08
Chloride	157	182	178
Nitrate	74.3	<LOD	73.4
Nitrite	0.09	<LOD	0.59
Sulfate	71.2	92.9	78.9
TOC	8.6	120	9.5
DOC	8	54	7.7
SAK - 254 nm	15.6	66.5	13.4
AOX	54	130	160
MTBE	0.99	0.47	1.2

Steroidal hormones	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Estron	<LOD	<LOD	<LOD
17-beta-Estradiol	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol-3-methylether			
Norethisteron	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol	<LOD	<LOD	<LOD
Estriol	<LOD	310	<LOD
Mestranol	<LOD	<LOD	<LOD

Complexation agents	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
NTA (Nitrilotriacetate)	<LOD	61	<LOD
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	110	140	130
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	9.1	21	10
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Phenacetin	<LOD	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	250	560	140
Ibuprofen	<LOD	7100	<LOD
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	<LOD	3700	<LOD
Carbamazepin	740	1000	930
Pentoxifyllin	<LOD	<LOD	<LOD
Atenolol	900	6400	750
Bisoprolol	<LOD	<LOD	<LOD
Metoprolol	200	660	230
Propranolol	170	300	140
Sotalol	230	360	230
Naproxen	180	1900	180
Diazepam	<LOD	<LOD	<LOD
Acetylsalicylic acid			
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine			
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	<LOD	550	<LOD
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	300	1200	220

X-ray contrast agents	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Amidotrizoeic acid	310	300	330
Iohexol	520	4400	850
Iomeprol	5900	5400	5500
Iopamidol	400	<LOD	690
Iopromid	1200	1700	1200
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	2000	27000	3400
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	25	740	<LOD
4-tert.-Octylphenol	<LOD	<LOD	<LOD
4-iso-Nonylphenol	530	4100	820

Trialkylphosphatee [ng/L]	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	94	110	100
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	150	210	150
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1000	680	1000
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	<LOD	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	<LOD	<LOD

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind Tetracycline, Fluorchinolone	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Azithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Clarithromycin	<LOD	340	<LOD
Dehydrato-Erythromycin A	370	780	380
Oleandomycin	<LOD	<LOD	<LOD
Roxithromycin	220	240	150
Spiramycin	<LOD	<LOD	<LOD
Tylosin	<LOD	<LOD	<LOD
Chloramphenicol	<LOD	<LOD	<LOD
Clindamycin	<LOD	<LOD	<LOD
Chlortetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Doxycyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Meclocyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Oxytetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Tetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Ciprofloxacin	<LOD	2100	<LOD
Enoxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Enrofloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Norfloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Ofloxacin	620	5100	210

	SAT 159, W.W.T.P Ra´anana - Secondary treatment	SAT 160, W.W.T.P Ra´anana - Rough filtration	SAT 161, W.W.T.P Ra´anana - Tertiary treatment
Musk-Xylol	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Ketone	0.13	0.16	0.12
Musk-Ambrette	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Tibeten	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Musk	<LOD	<LOD	<LOD
AHTN	<LOD	<LOD	0.01
HHCB	0.048	2.96	0.099
ADBI	<LOD	<LOD	<LOD
DPMI	<LOD	<LOD	<LOD
AHMI	<LOD	<LOD	<LOD
ATII	<LOD	<LOD	<LOD

טבלה 14: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש אשקלון

	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Date	05/03/2010	05/03/2010	03/05/2010
Turbidity	132	2.8	82
Electric Conductivity	653	160	170
pH	7.82	7.86	7.12
Calcium	30.6	41.2	44
Magnesium	15.4	17.5	19.3
Ammonium	920	55	82
Iron	0.59	0.08	0.43
Manganese	0.04	0.026	0.033
Boron	0.33	0.36	0.36
Chloride	238	198	175
Nitrate	<LOD	<LOD	<LOD
Nitrite	0.13	1	<LOD
Sulfate	31.8	96.3	27.5
TOC	120	13	160
DOC	91	12	130
SAK - 254 nm	119.1	25.3	45.5
AOX	300	100	160
MTBE	0.07	< LOD	< LOD

	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Complexation agents			
NTA (Nitrilotriacetate)	9.5	3.8	20
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	27	66	8.4
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	93	34	7.6
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD
Pesticides and metabolites			
Atrazine	< LOD	< LOD	< LOD
Bromacil	< LOD	< LOD	< LOD
Diuron	20	0.69	< LOD
Metoxuron	< LOD	< LOD	< LOD
Prometryn	< LOD	< LOD	< LOD
Simazin	< LOD	< LOD	< LOD
Desethylsimazin	< LOD	< LOD	< LOD
Terbutryn	< LOD	< LOD	< LOD
Triadimenol	< LOD	< LOD	< LOD
Metalaxyl	0.25	< LOD	< LOD
Metazachlor	< LOD	< LOD	< LOD
Metolachlor	< LOD	< LOD	< LOD

Pharmaceuticals	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Phenacetin	< LOD	< LOD	< LOD
Indomethacin	< LOD	< LOD	< LOD
Diclofenac	< LOD	< LOD	< LOD
Ibuprofen	< LOD	< LOD	< LOD
Gemfibrozil	< LOD	< LOD	< LOD
Fenofibrinsäure	< LOD	< LOD	< LOD
Bezafibrat	300	710	8900
Carbamazepin	9300	1800	2000
Pentoxifyllin	< LOD	< LOD	< LOD
Atenolol	370	460	5700
Bisoprolol	350	180	300
Metoprolol	380	290	300
Propranolol	160	< LOD	< LOD
Sotalol	290	240	220
Naproxen	< LOD	270	1300
Diazepam	< LOD	< LOD	< LOD
Acetylsalicylic acid	960	< LOD	66000
Bezafibrat	< LOD	< LOD	< LOD
Caffeine	7400	730	96000
Metronidazol	< LOD	< LOD	< LOD
Trimethoprim	< LOD	120	140
Sulfadiazin	< LOD	< LOD	< LOD
Sulfamethoxazole	110	260	490

X-ray contrast agents	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Amidotrizoesäure	1000	1800	5200
Iohexol	390	890	<LOD
Iomeprol	25000	29000	26000
Iopamidol	<LOD	<LOD	130
Iopromid	7300	14000	6900
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	1900	900	380
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	1500	62	1200
4-tert.-Octylphenol	780	< LOD	160
4-iso-Nonylphenol	30000	740	9900

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Triethylphosphatee	< LOD	< LOD	< LOD
Tri-n-butylphosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Triphenylphosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	230	270	270
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	5000	4400	2400
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	< LOD	< LOD	< LOD
NPYR	< LOD	< LOD	< LOD
NMOR	< LOD	6.5	< LOD

Perfluorocompounds	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Perfluorocarboxylates			
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	12	<LOD	<LOD
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates			
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	58	<LOD	14
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	<LOD	<LOD	270

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind Tetracycline, Fluorchinolone	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Azithromycin	< LOD	< LOD	< LOD
Clarithromycin	< LOD	< LOD	< LOD
Dehydrato-Erythromycin A	< LOD	330	300
Oleandomycin	< LOD	< LOD	< LOD
Roxithromycin	< LOD	< LOD	< LOD
Spiramycin	< LOD	< LOD	< LOD
Tylosin	< LOD	< LOD	< LOD
Chloramphenicol	< LOD	< LOD	< LOD
Clindamycin	< LOD	< LOD	< LOD
Chlortetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Doxycyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Meclocyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Oxytetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Tetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Ciprofloxacin	2700	1000	1400
Enoxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Enrofloxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Norfloxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Ofloxacin	1600	860	1800

Moschusduftstoffe	WWT 37, Ashkelon WWTP - anaerobic leachate	WWT 38, Ashkelon WWTP - Secondary treatment	WWT 42, Ashkeoln WWTP, First treatment
Moschus-Xylol	< LOD	< LOD	< LOD
Moschus-Keton	< LOD	0.51	0.17
Moschus-Ambrette	< LOD	< LOD	< LOD
Moschus-Tibeten	< LOD	< LOD	< LOD
Moschus-Mosken	< LOD	< LOD	< LOD
AHTN	0.384	0.14	0.243
HHCB	1.24	0.613	0.798
ADBI	< LOD	< LOD	< LOD
DPMI	< LOD	< LOD	< LOD
AHMI	< LOD	< LOD	< LOD
ATII	< LOD	< LOD	< LOD

טבלה 15: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש באר שבע

	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Date	05/03/2010	03/05/2010	03/05/2010
Turbidity	116	120	2.5
Electric Conductivity	163	527	126
pH	7.44	7.38	7.4
Calcium	51	92.4	50.2
Magnesium	17.8	62.1	17
Ammonium	76	680	8.1
Iron	0.22	0.26	0.05
Manganese	0.035	0.067	0.029
Boron	0.43	0.45	0.43
Chloride	199	215	196
Nitrate	<LOD	<LOD	20.7
Nitrite	<LOD	<LOD	0.86
Sulfate	94.9	14.6	122
TOC	82	170	13
DOC	43	130	12
SAK - 254 nm	50.6	115.8	25.8
AOX	130	310	76
MTBE	2	0.5	0.47

	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Complexation agents			
NTA (Nitrilotriacetate)	28	6.8	3.5
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	34	37	90
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	19	42	35
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD
Pesticides and metabolites			
Atrazine	< LOD	< LOD	< LOD
Bromacil	< LOD	< LOD	< LOD
Diuron	< LOD	< LOD	< LOD
Metoxuron	< LOD	< LOD	< LOD
Prometryn	< LOD	< LOD	< LOD
Simazin	< LOD	< LOD	< LOD
Desethylsimazin	< LOD	< LOD	< LOD
Terbutryn	< LOD	< LOD	< LOD
Triadimenol	< LOD	< LOD	< LOD
Metalaxyl	< LOD	< LOD	< LOD
Metazachlor	< LOD	< LOD	< LOD
Metolachlor	< LOD	< LOD	< LOD

Pharmaceuticals	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Phenacetin	< LOD	< LOD	< LOD
Indomethacin	< LOD	< LOD	< LOD
Diclofenac	< LOD	< LOD	< LOD
Ibuprofen	< LOD	< LOD	< LOD
Gemfibrozil	< LOD	< LOD	< LOD
Fenofibrinsäure	< LOD	170	< LOD
Bezafibrat	10000	8300	220
Carbamazepin	2000	4300	1800
Pentoxifyllin	< LOD	< LOD	< LOD
Atenolol	8800	1400	260
Bisoprolol	< LOD	< LOD	< LOD
Metoprolol	770	720	440
Propranolol	240	640	200
Sotalol	200	260	180
Naproxen	2400	500	140
Diazepam	< LOD	< LOD	< LOD
Acetylsalicylic acid	74000	32000	< LOD
Bezafibrat	< LOD	< LOD	< LOD
Caffeine	88000	< LOD	< LOD
Metronidazol	< LOD	< LOD	< LOD
Trimethoprim	150	< LOD	82
Sulfadiazin	< LOD	< LOD	< LOD
Sulfamethoxazole	440	< LOD	180

X-ray contrast agents	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Amidotrizoesäure	310	<LOD	140
Iohexol	31000	12000	16000
Iomeprol	36000	20000	16000
Iopamidol	1200	440	590
Iopromid	9800	17000	11000
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	8100	7200	6700
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	5900	19000	86
4-tert.-Octylphenol	110	120	< LOD
4-iso-Nonylphenol	7000	12000	580

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Triethylphosphatee	< LOD	300	< LOD
Tri-n-butylphosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Triphenylphosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	< LOD	< LOD	< LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	430	310	420
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	2600	4200	3800
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	< LOD	< LOD	8.1
NPYR	< LOD	< LOD	< LOD
NMOR	< LOD	< LOD	5.7

Perfluorocompounds	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Perfluorocarboxylates			
Perfluorbutanoate (PFBA)	11	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	<LOD	<LOD	28
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates			
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	<LOD	300	<LOD

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind Tetracycline, Fluorchinolone	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Azithromycin	< LOD	< LOD	< LOD
Clarithromycin	250	< LOD	< LOD
Dehydrato-Erythromycin A	430	< LOD	380
Oleandomycin	< LOD	< LOD	< LOD
Roxithromycin	< LOD	< LOD	< LOD
Spiramycin	< LOD	< LOD	< LOD
Tylosin	< LOD	< LOD	< LOD
Chloramphenicol	< LOD	< LOD	< LOD
Clindamycin	< LOD	< LOD	< LOD
Chlortetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Doxycyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Meclocyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Oxytetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Tetracyclin	< LOD	< LOD	< LOD
Ciprofloxacin	2200	3300	310
Enoxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Enrofloxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Norfloxacin	< LOD	< LOD	< LOD
Ofloxacin	3600	5800	1100

Musks	WWT 39, Beer Sheva WWTP - First treatment	WWT 40, Beer Sheva WWTP, Anaerobic leachate	WWT 41, Beer Sheva WWTP, Secondary treatment
Musk-Xylol	< LOD	< LOD	< LOD
Musk-Ketone	0.29	< LOD	0.37
Musk-Ambrette	< LOD	< LOD	< LOD
Musk-Tibeten	< LOD	< LOD	< LOD
Musk-Musk	< LOD	< LOD	< LOD
AHTN	0.43	0.201	0.143
HHCB	1.53	0.623	0.488
ADBI	< LOD	< LOD	< LOD
DPMI	< LOD	< LOD	< LOD
AHMI	< LOD	< LOD	< LOD
ATII	< LOD	< LOD	< LOD

טבלה 16: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש רמת השרון

	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Date	17/11/2008	17/11/2008	17/11/2008
Turbidity	130	14	13
Electric Conductivity	381	181	181
pH	7.97	7.62	7.61
Calcium	66.6	60.5	60.4
Magnesium	30.3	29.3	29.2
Ammonium	76	52	52
Iron	0.1	0.05	0.05
Manganese	0.042	0.025	0.025
Boron	0.16	0.19	0.2
Chloride	261	275	276
Nitrate	<LOD	<LOD	<LOD
Nitrite	16	0.05	0.03
Sulfate	74.2	90.6	91.2
TOC	1000	18	18
DOC	930	15	15
SAK - 254 nm	68.2	23.5	23.8
AOX	100	180	150
MTBE	0.84	0.32	0.23

	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat	SAT 149 - effluent third treatment Ramat
Complexation agents			
NTA (Nitrilotriacetate)	26	<LOD	<LOD
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	63	120	140
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	<LOD	11	12
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD
Pesticides and metabolites			
Atrazine	<LOD	<LOD	<LOD
Bromacil	<LOD	<LOD	<LOD
Diuron	<LOD	<LOD	<LOD
Metoxuron	<LOD	<LOD	<LOD
Prometryn	<LOD	<LOD	<LOD
Simazin	<LOD	<LOD	<LOD
Desethylsimazin	<LOD	<LOD	<LOD
Terbutryn	<LOD	<LOD	<LOD
Triadimenol	<LOD	<LOD	<LOD
Metalaxyl	<LOD	<LOD	<LOD
Metazachlor	<LOD	<LOD	<LOD
Metolachlor	<LOD	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Phenacetin	62	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	380	98	120
Ibuprofen	7300	900	880
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	19000	1700	1900
Carbamazepin	1200	1400	1600
Pentoxifyllin	27	39	32
Atenolol	<LOD	470	510
Bisoprolol	<LOD	24	24
Metoprolol	26	89	99
Propranolol	<LOD	70	77
Sotalol	<LOD	120	120
Naproxen	2700	58	85
Diazepam	<LOD	<LOD	<LOD
Acetylsalicylic acid			
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine	54000	7100	6700
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	160	39	42
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	570	350	330

Aromatic sulfonates	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
2-Chloro-5-nitrobenzylsulfonate			
Naphthalene-1-sulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
naphthalene-2-sulfonate	0.26	0.2	0.09
naphthalene-1,5-disulfonate	11	0.17	0.12
naphthalene-1,6-disulfonate	0.14	0.2	0.14
naphthalene-1,7-disulfonate	0.17	0.14	0.11
naphthalene-2,6-disulfonate	0.13	<LOD	<LOD
naphthalene-2,7-disulfonate	<LOD	<LOD	0.04
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	2.3	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	0.12	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	0.46	0.73	0.59
8,8'-Methylenbis-2-naphthalenesulfonate	<LOD	<LOD	0.08
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	0.39	0.14	0.11

X-ray contrast agents	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Amidotrizoeic acid	<LOD	460	600
Iohexol	<LOD	790	670
Iomeprol	4300	16000	16000
Iopamidol	<LOD	380	370
Iopromid	1100	530	560
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	4200	2100	2300
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	590	160	160
4-tert.-Octylphenol	<LOD	<LOD	<LOD
4-iso-Nonylphenol	13000	2700	2700

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind Tetracycline, Fluorchinolone	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Azithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Clarithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Dehydrato-Erythromycin A	150	130	52
Oleandomycin	<LOD	<LOD	<LOD
Roxithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Spiramycin	<LOD	<LOD	<LOD
Tylosin	<LOD	<LOD	<LOD
Chloramphenicol	95	<LOD	<LOD
Clindamycin	<LOD	<LOD	<LOD
Chlortetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Doxycyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Meclocyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Oxytetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Tetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Ciprofloxacin	1200	<LOD	<LOD
Enoxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Enrofloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Norfloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Ofloxacin	1000	1000	1100

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Tetracycline, Fluorchinolone			
Azithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Clarithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Dehydrato-Erythromycin A	150	130	52
Oleandomycin	<LOD	<LOD	<LOD
Roxithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Spiramycin	<LOD	<LOD	<LOD
Tylosin	<LOD	<LOD	<LOD
Chloramphenicol	95	<LOD	<LOD
Clindamycin	<LOD	<LOD	<LOD
Chlortetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Doxycyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Meclocyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Oxytetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Tetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Ciprofloxacin	1200	<LOD	<LOD
Enoxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Enrofloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Norfloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Ofloxacin	1000	1000	1100

Trialkylphosphatee [ng/L]	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	200	<LOD	<LOD
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	480	160	230
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	2200	730	1100
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	16000	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	670	<LOD	<LOD

Musks	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
Musk-Xylol	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Ketone	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Ambrette	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Tibeten	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Musk	<LOD	<LOD	<LOD
AHTN	3.13	0.655	0.49
HHCB	6.41	2.02	1.33
ADBI	<LOD	<LOD	<LOD
DPMI	<LOD	<LOD	1.1
AHMI	<LOD	<LOD	<LOD
ATII	<LOD	<LOD	<LOD

Aromatic sulfonates	SAT 150 - effluent first treatment Ramat Hasharon	SAT 148 - effluent second treatment Ramat Hasharon	SAT 149 - effluent third treatment Ramat Hasharon
2-Chloro-5-nitrobenzylsulfonate			
Naphthalene-1-sulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
naphthalene-2-sulfonate	0.26	0.2	0.09
naphthalene-1,5-disulfonate	11	0.17	0.12
naphthalene-1,6-disulfonate	0.14	0.2	0.14
naphthalene-1,7-disulfonate	0.17	0.14	0.11
naphthalene-2,6-disulfonate	0.13	<LOD	<LOD
naphthalene-2,7-disulfonate	<LOD	<LOD	0.04
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	2.3	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	0.12	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	0.46	0.73	0.59
8,8'-Methylenbis-2-naphthalenesulfonate	<LOD	<LOD	0.08
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	0.39	0.14	0.11

טבלה 17: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש נמל התעופה בן גוריון

	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Date	05/05/2010	05/05/2010
Turbidity	111	0.2
Electric Conductivity	227	191
pH	7.47	7.45
Calcium	87.7	153
Magnesium	39.6	72.2
Ammonium	60	0.48
Iron	1.57	0.05
Manganese	0.056	0.027
Boron	0.3	0.28
Chloride	342	325
Nitrate	<LOD	37
Nitrite	<LOD	0.05
Sulfate	166	237
TOC	54	13
DOC	39	13
SAK - 254 nm	57.1	21.6
AOX	200	120
MTBE	< LOD	0.07

	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Complexation agents		
NTA (Nitrilotriacetate)	66	<LOD
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	11	42
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	9.5	12
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD
Pesticides and metabolites		
Atrazine	< LOD	< LOD
Bromacil	< LOD	< LOD
Diuron	< LOD	< LOD
Metoxuron	< LOD	< LOD
Prometryn	< LOD	< LOD
Simazin	< LOD	< LOD
Desethylsimazin	< LOD	< LOD
Terbutryn	< LOD	< LOD
Triadimenol	< LOD	< LOD
Metalaxyl	< LOD	< LOD
Metazachlor	< LOD	< LOD
Metolachlor	< LOD	< LOD

Pharmaceuticals	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Phenacetin	< LOD	< LOD
Indomethacin	< LOD	< LOD
Diclofenac	< LOD	< LOD
Ibuprofen	< LOD	< LOD
Gemfibrozil	< LOD	< LOD
Fenofibrinsäure	740	< LOD
Bezafibrat	12000	560
Carbamazepin	1600	2000
Pentoxifyllin	< LOD	< LOD
Atenolol	3100	200
Bisoprolol	180	78
Metoprolol	340	240
Propranolol	< LOD	60
Sotalol	400	260
Naproxen	2800	< LOD
Diazepam	< LOD	< LOD
Acetylsalicylic acid	61000	< LOD
Bezafibrat	< LOD	< LOD
Caffeine	70000	< LOD
Metronidazol	< LOD	< LOD
Trimethoprim	200	50
Sulfadiazin	< LOD	< LOD
Sulfamethoxazole	990	440

X-ray contrast agents	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Amidotrizoesäure	<LOD	82
Iohexol	4100	190
Iomeprol	8400	1800
Iopamidol	<LOD	42
Iopromid	430	130
Iotalaminate	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	2100	1300
Alkylphenol [ng/L]		
Bisphenol A	1200	26
4-tert.-Octylphenol	990	11
4-iso-Nonylphenol	11000	240

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Triethylphosphatee	< LOD	< LOD
Tri-n-butylphosphate	11000	< LOD
Triphenylphosphate	< LOD	< LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	< LOD	< LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	180	180
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	900	1100
Nitrosamine [ng/L]		
NDMA	< LOD	< LOD
NPYR	< LOD	< LOD
NMOR	< LOD	5.7

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind Tetracycline, Fluorchinolone	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Azithromycin	< LOD	150
Clarithromycin	< LOD	21
Dehydrato-Erythromycin A	110	59
Oleandomycin	< LOD	< LOD
Roxithromycin	< LOD	32
Spiramycin	< LOD	< LOD
Tylosin	< LOD	< LOD
Chloramphenicol	< LOD	< LOD
Clindamycin	< LOD	< LOD
Chlortetracyclin	< LOD	< LOD
Doxycyclin	< LOD	< LOD
Meclocyclin	< LOD	< LOD
Oxytetracyclin	< LOD	< LOD
Tetracyclin	< LOD	< LOD
Ciprofloxacin	1400	420
Enoxacin	< LOD	< LOD
Enrofloxacin	< LOD	< LOD
Norfloxacin	< LOD	< LOD
Ofloxacin	1300	550

Musks	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Musk-Xylol	< LOD	< LOD
Musk-Ketone	< LOD	< LOD
Musk-Ambrette	< LOD	< LOD
Musk-Tibeten	< LOD	< LOD
Musk-Musk	< LOD	< LOD
AHTN	0.148	0.147
HHCB	0.359	0.041
ADBI	< LOD	< LOD
DPMI	< LOD	< LOD
AHMI	< LOD	< LOD
ATII	< LOD	< LOD

X-ray contrast agents	WWT 43, Airport Before the biological treatment	WWT 44, Airport ultrafiltration
Amidotrizoeic acid	<LOD	82
Iohexol	4100	190
Iomeprol	8400	1800
Iopamidol	<LOD	42
Iopromid	430	130
Iotalaminate	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	2100	1300
Alkylphenol [ng/L]		
Bisphenol A	1200	26
4-tert.-Octylphenol	990	11
4-iso-Nonylphenol	11000	240

טבלה 18: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש קולחי השרון

Location	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Date	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010
Turbidity	329	4.2	73	2.7
Electric Conductivity	158	129	173	130
pH	7.27	7.3	6.78	7.43
Calcium	91	88.1	105	86.7
Magnesium	18.6	17.2	41.8	17.1
Ammonium	66	4.7	33	7.3
Iron	0.86	0.07	1.31	0.09
Manganese	0.092	0.024	0.43	0.028
Boron	0.15	0.12	0.13	0.11
Chloride	176	190	204	193
Nitrate	<LOD	<LOD	5	<LOD
Nitrite	<LOD	<LOD	1.1	0.28
Sulfate	69.7	77.6	55.5	78.5
TOC	100	11	96	9.7
DOC	56	9.9	50	9.5
SAK - 254 nm	52.9	21.5	39.5	21.3
AOX	120	70	140	73
MTBE	0.14	0.09	0.1	0.08

Complexation agents	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
NTA (Nitrilotriacetate)	31	<LOD	4.5	<LOD
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	190	130	30	140
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	82	30	25	28
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Pesticides and metabolites	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Atrazine	<LOD	1.2	0.98	0.86
Bromacil	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metoxuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Prometryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Simazin	<LOD	0.35	0.32	<LOD
Desethylsimazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Terbutryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Triadimenol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metalaxyl	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metazachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metolachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Phenacetin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	930	210	230	140
Ibuprofen	6100	160	230	<LOD
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	7700	130	<LOD	<LOD
Carbamazepin	1500	1200	1400	1300
Pentoxifyllin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Atenolol	6900	700	430	640
Bisoprolol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metoprolol	210	<LOD	<LOD	<LOD
Propranolol	150	<LOD	110	<LOD
Sotalol	200	120	120	120
Naproxen				
Diazepam				
Acetylsalicylic acid	50000	<LOD	690	<LOD
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine	110000	<LOD	330	<LOD
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	150	150	<LOD	150

X-ray contrast agents	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Amidotrizoesäure	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Iohexol	<LOD	150	280	100
Iomeprol	5800	710	700	190
Iopamidol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Iopromid	220	<LOD	<LOD	<LOD
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	1300	240	690	290

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	640	250	210	300
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	8900	4200	3100	4600
Nitrosamine [ng/L]				
NDMA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Perfluorocompounds	WWT 29, Hasharon - Raw Sewage	WWT 30, Hasharon - effluent	WWT 31, Hasharon - leachate	WWT 32, Hasharon - Third treatment
Perfluorocarboxylates				
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates				
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	<LOD	34	17	62
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	230	<LOD	430	300

טבלה 19: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש תנובות

	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Date	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010	21/02/2010
Turbidity	205	6.2	39	2.9
Electric Conductivity	168	141	341	140
pH	7.35	7.61	6.85	7.62
Calcium	80.5	80.4	81.7	75.7
Magnesium	28.2	24.8	24.8	130
Ammonium	71	17	300	13
Iron	1.43	0.04	0.05	2.93
Manganese	0.113	0.029	0.056	0.318
Boron	0.13	0.12	0.12	0.17
Chloride	168	176	172	179
Nitrate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Nitrite	<LOD	<LOD	<LOD	0.21
Sulfate	58.9	88.3	44.4	90.3
TOC	97	10	51	9.9
DOC	37	9.8	31	9.9
SAK - 254 nm	50.2	21.9	48.1	20.1
AOX	130	70	180	160
MTBE	1.5	2.2	0.3	2.9

Pesticides and metabolites	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Atrazine	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Bromacil	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metoxuron	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Prometryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Simazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Desethylsimazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Terbutryn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Triadimenol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metalaxyl	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metazachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metolachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Complexation agents	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
NTA (Nitrilotriacetate)	12	<LOD	3.4	<LOD
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	43	64	37	56
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	35	47	31	22
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Phenacetin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	750	240	170	290
Ibuprofen	7500	<LOD	730	<LOD
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	8100	<LOD	<LOD	<LOD
Carbamazepin	1800	1500	1600	1500
Pentoxifyllin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Atenolol	3900	330	<LOD	370
Bisoprolol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Metoprolol	130	<LOD	<LOD	<LOD
Propranolol	100	<LOD	<LOD	<LOD
Sotalol	200	<LOD	<LOD	<LOD
Naproxen				
Diazepam				
Acetylsalicylic acid	36000	<LOD	350	<LOD
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine	81000	<LOD	<LOD	<LOD
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	90	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	410	150	<LOD	210

X-ray contrast agents	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Amidotrizoesäure	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Iohexol	240	<LOD	350	120
Iomeprol	410	<LOD	<LOD	120
Iopamidol	<LOD	380	<LOD	720
Iopromid	2300	<LOD	<LOD	<LOD
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	4000	290	460	140

Trialkylphosphatee [ng/L]	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	300	200	<LOD	210
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1000	950	710	1200
Nitrosamine [ng/L]				
NDMA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Perfluorocompounds	WWT 33, Tnovot - Raw Sewage	WWT 34, Tnovot - effluent	WWT 35, Tnovot - leachate	WWT 36, Tnovot - Third treatment
Perfluorocarboxylates				
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctanoate (PFOA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates				
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	37	<LOD	42	56
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	<LOD	100	21	<LOD

טבלה 20: מיקרומזהמים בשלבי הטיפול השונים במט''ש קרית שמונה

	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Date	20/07/2009	20/07/2009	20/07/2009
Turbidity	180	7.1	13
Electric Conductivity	107	111	125
pH	6.73	8.05	8.43
Calcium	81.9	85.2	77.5
Magnesium	20	21.3	21.6
Ammonium	38	0.36	0.16
Iron	0.64	0.37	0.07
Manganese	0.054	0.042	0.01
Boron	0.07	0.07	0.07
Chloride	72	13.2	146
Nitrate	<LOD	103	62.3
Nitrite	<LOD	3	0.09
Sulfate	41	56.6	64.1
TOC	220	19	17
DOC	130	12	12
SAK - 254 nm	55.3	22.4	19.8
AOX	130	49	50
MTBE	<LOD	<LOD	<LOD

	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat
Complexation agents			
NTA (Nitrilotriacetate)	92	3.8	3.4
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	1200	290	94
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	23	<LOD	<LOD
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	<LOD	<LOD	<LOD
Pesticides and metabolites			
Atrazine	<LOD	0.47	0.44
Bromacil	<LOD	<LOD	<LOD
Diuron	<LOD	8.3	2.7
Metoxuron	<LOD	<LOD	<LOD
Prometryn	<LOD	0.78	1.3
Simazin	<LOD	1.1	0.78
Desethylsimazin	<LOD	<LOD	<LOD
Terbutryn	<LOD	<LOD	<LOD
Triadimenol	<LOD	<LOD	<LOD
Metalaxyl	<LOD	<LOD	<LOD
Metazachlor	<LOD	<LOD	<LOD
Metolachlor	1.8	<LOD	<LOD

Pharmaceuticals	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Phenacetin	<LOD	<LOD	<LOD
Indomethacin	<LOD	<LOD	<LOD
Diclofenac	600	<LOD	<LOD
Ibuprofen	3500	130	58
Gemfibrozil	<LOD	<LOD	<LOD
Fenofibrinsäure	<LOD	<LOD	<LOD
Bezafibrat	8000	500	55
Carbamazepin	1800	1500	620
Pentoxifyllin	260	<LOD	<LOD
Atenolol	4700	61	<LOD
Bisoprolol	<LOD	<LOD	<LOD
Metoprolol	200	92	<LOD
Propranolol	210	<LOD	<LOD
Sotalol	160	92	<LOD
Naproxen	820	98	<LOD
Diazepam	<LOD	<LOD	<LOD
Acetylsalicylic acid			
Bezafibrat	<LOD	<LOD	<LOD
Caffeine			
Metronidazol	<LOD	<LOD	<LOD
Trimethoprim	140	<LOD	<LOD
Sulfadiazin	<LOD	<LOD	<LOD
Sulfamethoxazole	540	160	<LOD

Aromatic sulfonates	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
2-Chloro-5-nitrobenzylsulfonate			
Naphthalene-1-sulfonate	0.55	0.35	0.12
naphthalene-2-sulfonate	1.6	0.23	0.24
naphthalene-1,5-disulfonate	4.4	0.29	0.18
naphthalene-1,6-disulfonate	0.6	0.5	0.41
naphthalene-1,7-disulfonate	8.3	1	0.57
naphthalene-2,6-disulfonate	0.14	0.13	0.12
naphthalene-2,7-disulfonate	0.31	0.24	0.21
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	0.83	<LOD	<LOD
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	<LOD	0.1	0.72
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonate	<LOD	<LOD	<LOD
8,8'-Methylenbis-2-naphthalenesulfonate			
2-Aminonaphthalene-1-sulfonate			
2-Aminonaphthalene-4,8-disulfonate	0.78	0.48	0.2

Trialkylphosphatee [ng/L]	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Triethylphosphatee	<LOD	<LOD	<LOD
Tri-n-butylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Triphenylphosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate	<LOD	<LOD	<LOD
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	270	370	270
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1700	1200	730
Nitrosamine [ng/L]			
NDMA	<LOD	<LOD	<LOD
NPYR	<LOD	<LOD	<LOD
NMOR	<LOD	<LOD	11

X-ray contrast agents	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Amidotrizoeic acid	<LOD	<LOD	<LOD
Iohexol	110	54	100
Iomeprol	<LOD	380	300
Iopamidol	<LOD	6800	1800
Iopromid	530	870	860
Iotalaminate	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxaglin acid	<LOD	<LOD	<LOD
Ioxithalamin acid	1000	2200	930
Alkylphenol [ng/L]			
Bisphenol A	1300	<LOD	<LOD
4-tert.-Octylphenol	<LOD	<LOD	<LOD
4-iso-Nonylphenol	10000	870	890

Steroidal hormones	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Estron	36	<LOD	<LOD
17-beta-Estradiol	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol-3-methylether			
Norethisteron	<LOD	<LOD	<LOD
17-alpha-Ethinylestradiol	<LOD	<LOD	<LOD
Estriol	220	<LOD	<LOD
Mestranol	<LOD	<LOD	<LOD

Perfluorocompounds	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Perfluorocarboxylates			
Perfluorbutanoate (PFBA)	<LOD	<LOD	2
Perfluorpentanoate (PFPA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexanoate (PFHxA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorheptanoate (PFHpA)	<LOD	<LOD	2
Perfluoroctanoate (PFOA)	<LOD	<LOD	7
Perfluornonanoate (PFNA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluordecanoate (PFDA)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluoroalkylsulfonates			
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	<LOD	<LOD	<LOD
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	<LOD	<LOD	2
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	<LOD	<LOD	9
Perfluoroctansulfonateamide	<LOD	<LOD	<LOD
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat	21	<LOD	9

Chemotherapeutics, Macrolides, Penicillind	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Tetracycline, Fluorchinolone			
Azithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Clarithromycin	150	<LOD	<LOD
Dehydrato-Erythromycin A	460	<LOD	<LOD
Oleandomycin	<LOD	<LOD	<LOD
Roxithromycin	<LOD	<LOD	<LOD
Spiramycin	<LOD	<LOD	<LOD
Tylosin	<LOD	<LOD	<LOD
Chloramphenicol	<LOD	<LOD	<LOD
Clindamycin	<LOD	<LOD	<LOD
Chlortetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Doxycyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Meclocyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Oxytetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Tetracyclin	<LOD	<LOD	<LOD
Ciprofloxacin	1200	<LOD	<LOD
Enoxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Enrofloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Norfloxacin	<LOD	<LOD	<LOD
Ofloxacin	370	<LOD	<LOD

Musks	SAT 183, effluent first treatment. Kiryat Shmona	SAT 181, effluent second treatment. Kiryat Shmona	SAT 182, effluent before irrigation. Kiryat Shmona
Musk-Xylol	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Ketone	0.44	<LOD	<LOD
Musk-Ambrette	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Tibeten	<LOD	<LOD	<LOD
Musk-Musk	<LOD	<LOD	<LOD
AHTN	1.38	<LOD	<LOD
HHCB	4.77	<LOD	<LOD
ADBI	<LOD	<LOD	<LOD
DPMI	<LOD	<LOD	<LOD
AHMI	<LOD	<LOD	<LOD
ATII	<LOD	<LOD	<LOD

פרק ו

שכיחות מזהמי המטרה בקולחים השניוניים של מתקני הטיפול בישראל

שכיחות יחסית של מזהמי המטרה: טבלאות 21 ואילך מציגות את ריכוז המיקרומזהמים הממוצע את השונות ואת המספר היחסי של מתקנים שבהם נמצא כל מזהם במוצא הטיפול השניוני ממתקני הטיפול. הטבלאות מתארות את הריכוז הממוצע שנמצא בסקר, את השונות של כל אחד מהמזהמים שנמצאו בסקר ובעמודה השלישית את ההסתברות שבה נמצא כל אחד מהמיקרומזהמים בריכוז גבוה מגבול הזיהוי בסקר הרשות.

טבלה 21 ריכוז קומפלקסנטים מכילי חנקן בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
NTA (Nitrilotriacetate)	3.59	0.62	0.67
EDTA (Ethylendinitrilotetraacetate)	127.69	81.52	1.00
DTPA (Diethylentriaminpentaacetate)	24.18	13.04	0.91
PDTA (1,3-Propylendiamintetraacetat)	3.20		0.18

קומפלקסנטים ממשפחת האמינו קרבוקסילטים. ניטרילו-תלת חומצה אצטית (NTA, nitrilotriacetic acid) וחומצה אדטית (EDTA, edetic acid) הן מהחומצות הנפוצות ביותר בשפכים ביתיים ובקולחים וריכוזים של 500 ו-100 ננו גרם לליטר (בהתאמה) בקולחים השניוניים אינם יוצאי דופן [37,38,39]. לקבוצת חומרים זו יש בדרך כלל רעילות נמוכה, אבל הם יכולים לשנות את הזמינות של מתכות כבדות ולהשפיע על יוטרופיקציה של מקורות מים [40]. במחקר זה נכללו 4 קומפלקסנטים מהם EDTA, NTA, DTPA, PDTA נמצאו בקולחים השניוניים. נמצא כי חומצה אדטית היא הקומפלקסנט הנפוץ ביותר, והיא נמצאה בריכוז כ 120 נג"ל. כאמור חומצה אדטית היא המזהם הנפוץ ביותר בקבוצת החומצות אמינו קרבוקסיליות.

טבלה -22 – א. ריכוז חומרי הדברה שנמצאו בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל (מקג''ל)

Pesticides and metabolites			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Atrazine	0.84	0.52	0.60
Bromacil			0.00
Diuron	4.50	5.37	0.50
Metoxuron			
Prometryn	0.78		0.25
Simazin	0.54	0.38	0.67
Desethylsimazin (Metabolite)			0.00
Terbutryn	1.10		0.20
Triadimenol			0.00
Metalaxyl			0.00
Metazachlor	0.38		0.20
Metolachlor			0.00

חומרי ההדברה סימזין, אטרזין. ודיאורון נמצאו בשכיחות רבה. בסה"כ נבדקו 43 חומרי הדברה שונים אולם רק חומרים בודדים שרדו את הטיפולים המכניים ביולוגיים כאמור בהקדמה לדו" זה, כ-23% ממקורות מי השתייה במישראל מזוהמים בטריאזינים, ולכן אין זה מפתיע שחומרי הדברה אלה הופיעו גם בקולחים השניוניים..

טבלה 22-ב. ריכוז נוגדי רנטגן בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל (נג''ל).

X-ray contrast agents			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Amidotrizoesäure	510.15	645.73	0.60
Iohexol	3297.85	5280.29	0.91
Iomeprol	9575.20	9164.00	1.00
Iopamidol	4125.37	7479.96	0.91
Iopromid	4776.67	5292.94	1.00
Iotalaminate			0.09
Ioxaglin acid	2400.00		0.09
Ioxithalamin acid	3097.27	3034.42	1.00

חומרים שמשמשים לשיקופי רנטגן הם מטבע תפקידם הידרופיליים, יציבים בפעילויות מטבוליות, וניתנים למטופלים ברמות גבוהות מאד. על כן, למרות שחומרים אלה אינם רעילים (שוב, בגלל תפקידם), הם מושכים תשומת לב מחקרית רבה [41,42,43,45]. במחקרים קודמים נמצא שמרבית החומרים השייכים למשפחה זו שורדים את מתקני הטיפול בשפכים [44,45]. עשרה חומרים שמשמשים כחומרי עזר לשיקופי רנטגן נכללו בסקירה זו, ושישה מהם נמצאו בקולחים השניוניים ברמה נמוכה מ-50 מקג"ל. לסיכום מרבית נוגדי הרנטגן נמצאו בריכוזים גבוהים מאד והוכיחו עמידות רבה. בפרט ראויים לציון חומצה אמידוטרזואית, איוהקסול, איומפרול, איופמידול, איופרומיד ואיוקסיטלמין. על אף שחומרים אלה ניתנים אך ורק בבתי חולים בכל זאת הם נמצאו ברוב המכריע או בכל המתקנים שנסקרו בעבודה זו (כולל המתקן בקריית שמונה).

במחקר זה בדקנו 58 תרופות מסוגים שונים. מרבית התרופות לא נמצאו כלל בקולחים השניוניים ורק 20 שאריות של תרופות נמצאו בקולחים השניוניים של השפד"ן. התרופות הנפוצות ביותר ותפקידן מצורפות בסכמה שלהלן.

לסיכום התרופות היציבות והנפוצות ביותר היו קרבמזפין, אטנולול, נפרוקסן וסולפהמתוקסזול וגם דיקלופנק וסוטלול נמצאו ברוב המכריע של מתקני הטיפול בשפכים.

חומרים תרופתיים עיקריים שנמצאו בעבודה זו ותפקידם

- Atenolol -β-blocker, cardiovascular diseases
- Carbamazepine – anticonvulsant, mood-stabilizing
- Gemfibrozil - used to lower lipid levels
- Sulfamethoxazole - antibiotic
- Diclofenac - anti-inflammatory, analgesic
- Naproxen - analgesic
- Trimethoprim – antibiotic
- Ibuprofen - anti-inflammatory, analgesic
- Sotalol - β-blocker, cardiovascular diseases
- Metoprolol - β-blocker, cardiovascular diseases
- Bisoprolol - β1 adrenergic receptor blocker

טבלה 23: ריכוז תרופות בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל. (נג''ל).

Pharmaceuticals			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Phenacetin	70.00		0.17
Indomethacin	91.00		0.17
Diclofenac	394.91	304.57	0.86
Ibuprofen	727.55	645.34	0.75
Gemfibrozil	17295.50	24330.84	0.25
Fenofibrinsäure	110.00		0.14
Bezafibrat	1107.73	714.27	0.75
Carbamazepin	1314.43	288.48	1.00
Pentoxifyllin	39.00		0.17
Atenolol	877.81	849.00	1.00
Bisoprolol	80.67	58.05	0.29
Metoprolol	161.36	56.58	0.75
Propranolol	116.14	39.90	0.63
Sotalol	152.82	46.33	0.88
Naproxen	361.38	376.24	1.00
Diazepam			0.00
Metronidazol	116.83	32.76	0.25
Trimethoprim	138.24	80.49	0.50
Sulfadiazin			0.00
Sulfamethoxazole	279.90	125.80	1.00
Caffeine	6536.25	7542.96	0.25

טבלה 24: ריכוז פלסיטסייזרים מסוג סולופנטים ארומטיים בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל (מקג''ל)

Aromatic sulfonates			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Chloro-5-nitrobenzylsulfonate-2			0.00
Naphthalene-1-sulfonate	0.49	0.16	0.75
naphthalene-2-sulfonate	0.28	0.09	1.00
naphthalene-1,5-disulfonate	0.46	0.29	1.00
naphthalene-1,6-disulfonate	0.81	0.58	1.00
naphthalene-1,7-disulfonate	0.83	0.47	1.00
naphthalene-2,6-disulfonate	0.24	0.11	0.75
naphthalene-2,7-disulfonate	0.47	0.22	0.75
naphthalene-1,3,5-trisulfonate	0.98	0.93	0.25
naphthalene-1,3,6-trisulfonate	0.54	0.62	0.50
naphthalene-1,3,7-trisulfonate	1.05		0.25
Aminonaphthalene-1,5-disulfonate-2	2.17	1.84	0.75
Methylenbis-2--'8,8 naphthalenesulfonate	0.50	0.26	0.50
Aminonaphthalene-1-sulfonate-2			0.00
Aminonaphthalene-4,8-disulfonate-2	0.41	0.20	1.00

סולפונטים ארומטים משמשים כדיספרסנטים יעילים בגלל האמפיפיליות שלהן, שילוב של זנב הידרופובי וראש אניוני באותה המולקולה. חומרים אלה משמשים בתעשיית הטקסטיל, העור, הנייר וגם בתעשיית הבטון ולכן הם נפוצים במקורות מים רבים. קבוצת האמינונפתלן סולפונטים נוצרת בתעשיית הטקסטיל כתוצאה מפירוק של תרכובות אזו שמשמשות כחומרי צבע. הרעילות של חומרים אלה היא ככל הנראה נמוכה למדי, אולם מסיסותם הרבה ועמידותם בפני פרוק ביולוגי מסבירה את תשומת הלב הרבה שהם מעוררים [46]. בפרט, יציבות התרכובות שבהן פחמן אלפה מותמר בקבוצה סולפונית ותרכובות שבהן יש מספר מתמירים סולפוניים, ומאלה בולטות בעיקר תרכובות שכוללות התמרות בפחמנים 1 ו-5.

טבלה 25: ריכוז הורמונים סטרואידים בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

שראל.

Steroidal hormones (detection limit 2ng/L)			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Estron			0.00
beta-Estradiol-17			0.00
alpha-Ethinylestradiol-3-methylether-17			0.00
Norethisteron			0.00
alpha-Ethinylestradiol-17			0.00
Estriol			0.00
Mestranol			0.00

הורמונים סטרואידים מופעים בדיווחים רבים על מיקרומזהמים במקווי מים ובפרט ראויה לציון עבודתו של לארי שור עם וללא השתתפות של האגף לאיכות מים של רשות המים. על אף שבממוצע הריכוז שהתקבל בקולחים השניונים היה "0" נמצאו מרבית החומרים במקרים אלה או אחרים בשפכים שהתקבלו אחרי הטיפול הראשוני. עד כה לא נערכה בדיקה יסודית על מנת להסביר את חוסר ההתאמה והריכוזים הגבוהים בהרבה שמתקבלים בניסויי ELISA ו- RIA (Radio Immuno Assay)לעומת התוצאות הנמוכות שהתקבלו במחקר זה.

טבלה 26: ריכוז ניטרוזאמינים בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

הטיפול.

Nitrosamine [ng/L]			
	Average secondary treatment	stdv-secondary treatment	#found in secondary treatment effluents
NDMA	11.93		0.14
NPYR			0.00
NMOR	8.23	0.73	0.25

מרבית המחקרים בתחום הניטרוזאמינים מתיחסים לנוכחותם במי שתייה ובמים אחרים שעברו חיטוי [47]. אולם, בשנים האחרונות יש תשומת לב גדלה גם לנוכחותם של חומרים אלה במים אחרים [48,49,50,51]. במחקר RBF של Drewes et al., [52] דווח כי לנטרוזאמינים, כולל NDMA ו- NMOR שנמצאו גם

במחקר זה, זמן מחצית חיים קצר משבוע. במחקר זה חקרנו שמונה ניטרוזאמינים: NMOR, NDMA, NEMA, NDEA, NDPA, NDBA, NPIP and NPYR. רק ניטרוזודימתיל אמין וניטרוזומורפולין (NMOR and NDMA) נמצאו בקולחים השניוניים.

טבלה 27: ריכוז חומרים אנדוקריניים מסוג אלקיל פנולים בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

Alkylphenol [ng/]			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Bisphenol A	73.00	61.00	0.80
tert.-Octylphenol-4	45.00		0.20
iso-Nonylphenol-4	2154.00	1747.00	1.00

ביספנול A ופרה-נונילפנול הם חומרים בעלי פעילות אנדוקרינית. האחרון מעניין במיוחד כיוון שערכו ההתחלתי היה 1.1-1.6 מקג"ל וכ- 15-30% מהמיקרומזהם נותר בקולחים המטופלים על אף ההידרופוביות הגבוהה שלו (מקדם החלוקה אוקטנול – מים הוא 5.7) והמוביליות הנמוכה שלו בתת הקרקע (K_{oc}=31,000). מחקר קודם על סילוק של נונילפנול ב- RBF ו- SAT הראה כי 4-נונילפנול מסולק ביעילות רבה במערכות טיפול בשפכים [53,54,55].

טבלה 28: ריכוז טריאלקיל פוספטים (נוגדי בעירה וחומרים פעילי שטח) בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

Trialkylphosphate [ng/L]			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	# found in secondary treatment effluents
Triethylphosphate	275.00		0.17
Tri-n-butylphosphate	141.33	41.30	0.29
Triphenylphosphate			0.00
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphate			0.00
Tris-(2-chlorethyl)-phosphate	258.69	91.44	1.00
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphate	1563.47	1139.91	1.00

תרכובות אלקילפוספט משמשות כפלסטיסייזרים, חומרים מונעי קצף וכמונעי בעירה. אלקיל פוספטים וכלוראלקיל פוספטים עמידים בפני פרוק ביולוגי (Biodegradation). באחרונה דווח כי רק 50% מהחומרים אלה עוברים פרוק במתקני טיפול בשפכים בשבדיה [56]. האורגנופוספטים הנפוצים ביותר הם טריס(2-כלוראתיל) פוספט (tris(2-chloroethyl) phosphate) שריכוזו הממוצע היה 250 נג"ל. ריכוז זה מעט גבוה מנתונים שדווחו לגבי החומר במתקנים בארה"ב [57].

טבלה 29: ריכוז מזהמים מסוג פרפלואורחומצות אורגניות בקולחים שניוניים בישראל, שונות ומספר יחסי של תוצאות חיוביות במתקני הטיפול בישראל.

Perfluoroacids			
	Average secondary treatment	Variance - Secondary treatments	#found in secondary treatment effluents
Perfluorocarboxylates			
Perfluorbutanoate (PFBA)	4.25	2.47	0.22
Perfluorpentanoate (PFPA)	11.25	13.79	0.22
Perfluorhexanoate (PFHxA)	15.13	15.38	0.22
Perfluorheptanoate (PFHpA)	6.50	0.71	0.22
Perfluoroctanoate (PFOA)	15.74	9.25	0.50
Perfluornonanoate (PFNA)			0.00
Perfluordecanoate (PFDA)	7.00		0.11
Perfluoroalkylsulfonates			0.00
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	6.67		0.11
Perfluorhexansulfonate (PFHxS)	33.20	29.42	0.22
Perfluoroctansulfonate (PFOS)	55.64	64.67	0.33
Perfluoroctansulfonateamide			0.00
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonate	35.63	36.30	0.36

חומצות פרפלואוריות זוכות לתשומת לב רבה בשנים האחרונות [58,59,60] בגלל המוביליות הגבוהה שלהן ועמידותן בסביבה. יתר על כן, דווח שחומצות אמפיפיליות אלו עוברות רכוז ביולוגי בבעלי חיים עיליים ובגוף האדם. פרפלואורואוקטיל חומצה סולפונית, PFOS ופרפלואורואוקטיל חומצה קרבוקסילית, PFOC חשודות כבעלות השפעה אנדוקרינית, ונמצא שהן גורמות לשינוי התנהגות בעכברים [61,62]. מתוך 13 חומצות פרפלואוריות שנבדקו במחקר זה נמצאו11 בריכוז של עד כ 100 נג"ל (פרפלואוראוקטיל סולפונט). העמידות הרבה של חומצות אלה דווחה כבר בעבר במחקר בנהר הריין [63]

סיכום:

- החומרים הפעילים בתרופות Carbamazepine, Sulfamethoxazole, Atenolol, Naproxen, נמצאו בכל המתקנים בישראל

- חומרים פעילים כגון Benzafibrat ,Sotalol ,Metoprolol ,Ibuprofen ,Diclofenac נמצאו בשלושה רבעים מן המתקנים בישראל

- החומרים נוגדי הרנטגן הבאים Iomeprol Iopromid Iohexol Iopamido נמצאו ביותר מ90% מהקולחים של מתקני הטיפול בישראל

- לקרבמזפין השונות היחסית הקטנה ביותר מכל החומרים שנמנו לעיל

פרק ז

יעילות הרחקת מיקרומזהמים והקשר בין המאפיינים התפעוליים והרחקת מיקרומזהמים במתקני טיפול שלישוני מסוגים שונים

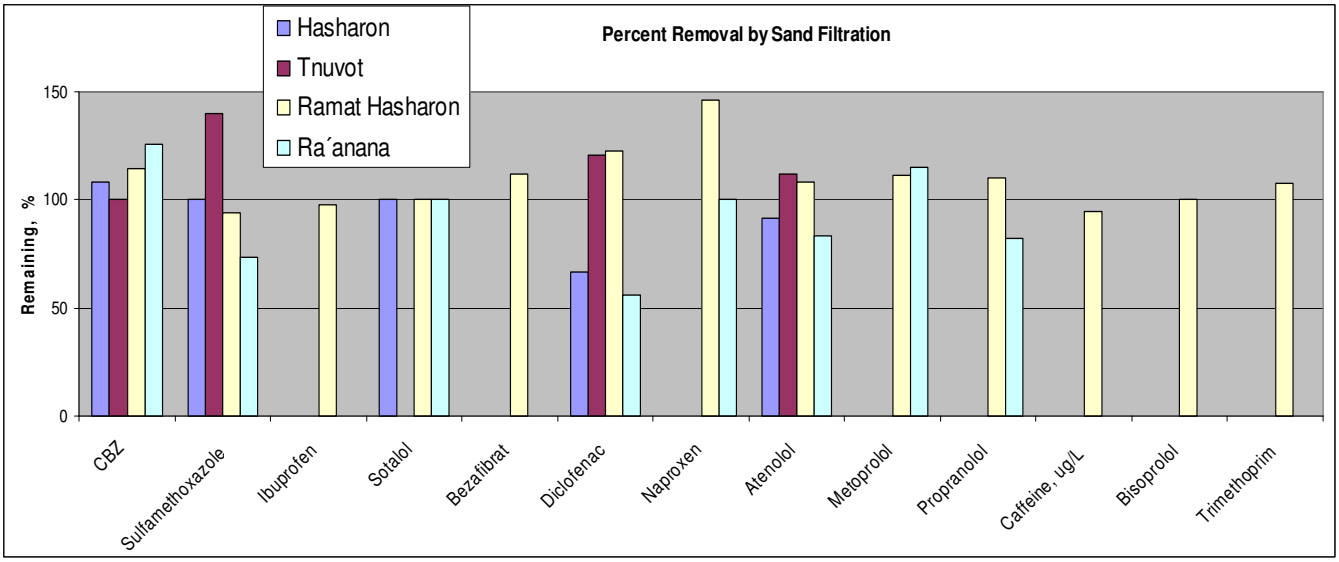
ועדת ענבר החליטה על חובת הקמת מתקנים שלישוניים לטיפול בשפכים בישראל ובמחקר זה בדקנו האן מתקני טיפול שלישוניים ללא הגדרת תוצר מחייבת אומנם משפרת את הרחקת המיקרומזהמים במתקן הטיפול.

בעבודה זו היו שלושה סוגים של מתקני טיפול שניתן להגדירם כטיפול שלישוני: 1. מתקני סינון חול, 2. מאגרים עונתיים ותפעוליים, 3. תהליך הטיפול בקרקע ובאקוויפר – SAT של קולחי מפעל השפד"ן ו 4 הזרמת קולחי מערב ירושלים לאורך 22 ק"מ של נחל השורק.

יעילות סינון חול כטיפול שלישוני

במתקנים קולחי השרון, תנובות, רמת השרון ורעננה מופעלים מסנני חול. בחנו את יעילותם של מסננים אלה בהרחקת הפרמטרים האגרגטיביים העיקריים, ראה טבלה ** וציור מספר ** ובהרחקת חומרים תרופתיים פעילים.

ציור מספר 17 מתאר את יעילות סינון החול בהרחקת חומרים פעילים של תרופות בארבעת מתקני הסינון שנבדקו בעבודה זו.

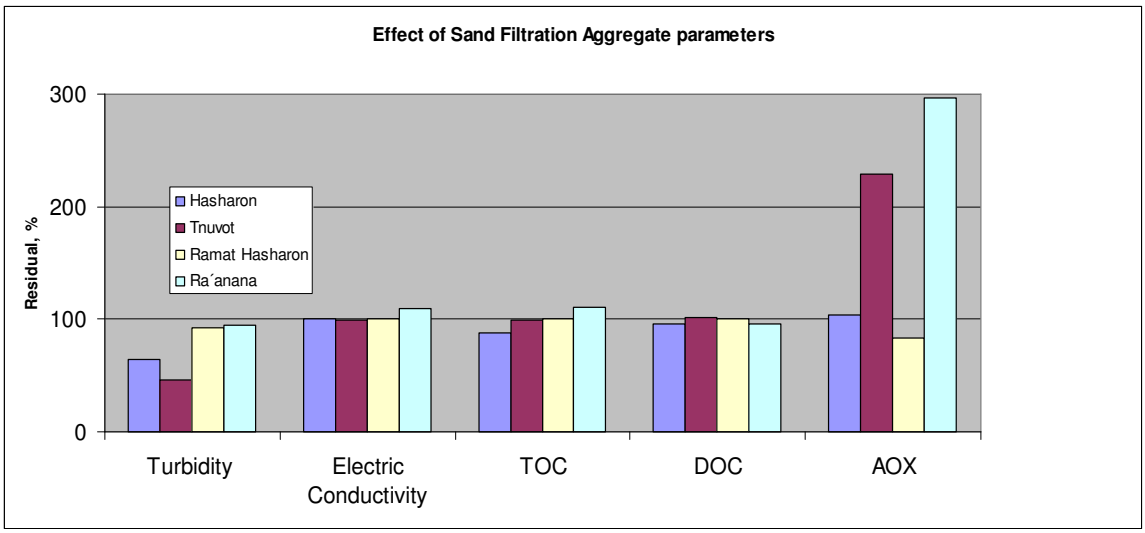


ציור 17 : יעילות ההרחקה (מובעת באחוזי חומר שנותר לאחר הטיפול) של חורים תרופתיים לאחר סינון חול.

טבלה 30: הרחקת חומרים תרופתיים בשלבים השונים של תהליך הטיפול במתקנים שבהם יש סינון חול

	Hasharon			Tnovot			Ramat Hasharon			Ra'anana		
Location	Raw sewage filtration	Secondary treatment	Tertiary treatment	Raw sewage filtration	Secondary treatment	Tertiary treatment	Raw sewage filtration	Secondary treatment	Tertiary treatment	Raw sewage filtration	Secondary treatment	Tertiary treatment
CBZ	1500	1200	1300	1800	1500	1500	1200	1400	1600	1000	740	930
Sulfamethoxazole	150	150	150	410	150	210	570	350	330	1200	300	220
Ibuprofen	6100	160	0	7500	0	0	7300	900	880	7100	0	0
Sotalol	200	120	120	200	0	0	0	120	120	360	230	230
Bezafibrat	7700	130	0	8100	0	0	19000	1700	1900	3700	0	0
Diclofenac	930	210	140	750	240	290	380	98	120	560	250	140
Naproxen							2700	58	85	1900	180	180
Atenolol	6900	700	640	3900	330	370	0	470	510	6400	900	750
Metoprolol	210	0	0	130	0	0	26	89	99	660	200	230
Propranolol	150	0	0	100	0	0	0	70	77	300	170	140
Caffeine, ug/L	110	0	0	81	0	0	54	7.1	6.7	0	0	0
Bisoprolol	0	0	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	90	0	0	160	39	42	550	0	0

ציור מספר 18 מתאר את יעילות סינון החול בהרחקת חומרים פעילים של תרופות בארבעת מתקני הסינון שנבדקו בעבודה זו.



ציור 18 : יעילות ההרחקה (מובעת באחוזי חומר שנותר לאחר הטיפול) של פרמטרים אגרגטיביים לאחר סינון חול.

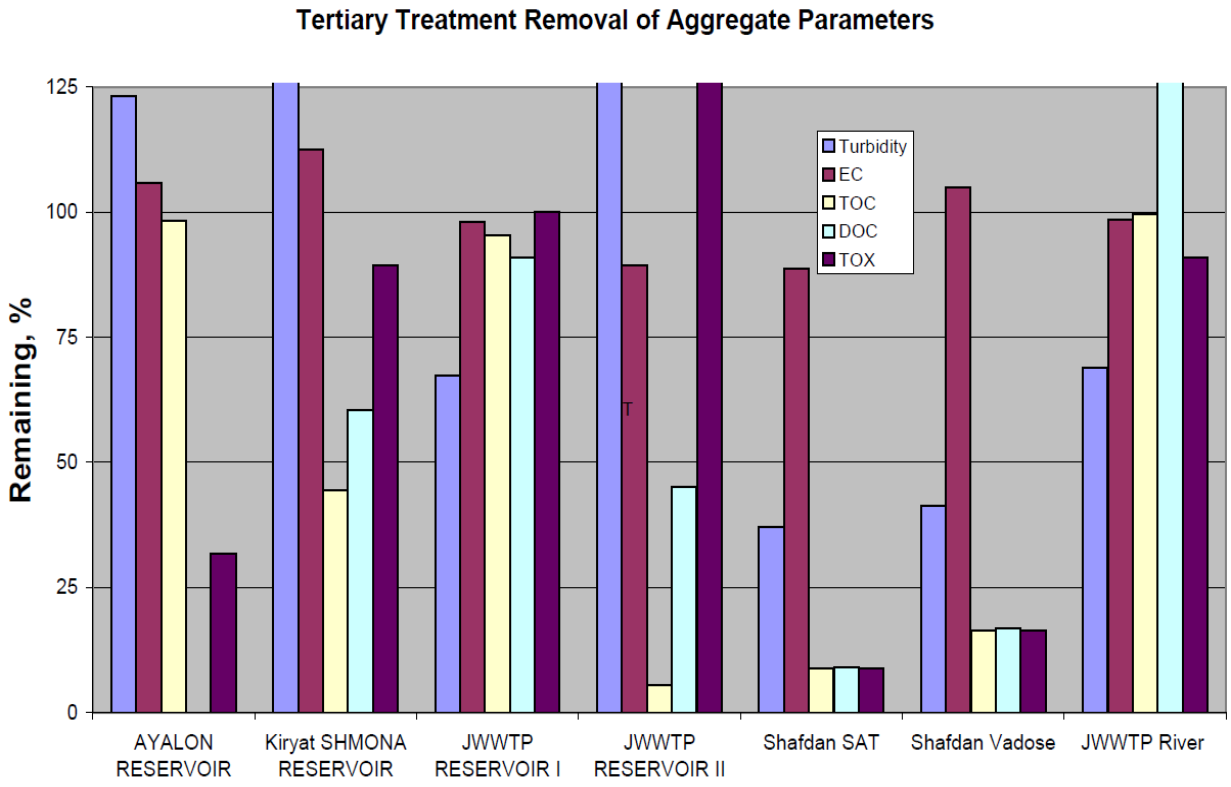
הציורים שהוצגו בסעיף זה כמו גם בחינה של טבלה 30 מלמדים על יעילות נמוכה מאד של מתקני סינון החול הן בסילוק מיקרומזהמים והן בשיפור מאפייני האיכות האגרגטיביים של הקולחים. אפילו כאשר מדובר בפרמטר העכירות הפרמטר הרגיש יותר לתפעול נכון של מתקני סינון איננו רואים שיפור משמעותי של איכות המים כתוצאה מהטיפול השלישוני.

יעילות טיפולים שלישוניים אלטרנטיביים

השוואה של יעילותם של שלושת סוגי הטיפולים האלטרנטיביים הנוספים מוצגת בטבלאות הבאות

טבלה 32: יעילות ההרחקה מובעת באחוזי הרחקה של פרמטרים אגרגטיביים של איכות מים במתקני טיפול שלישוניים לא קונבנציונאליים

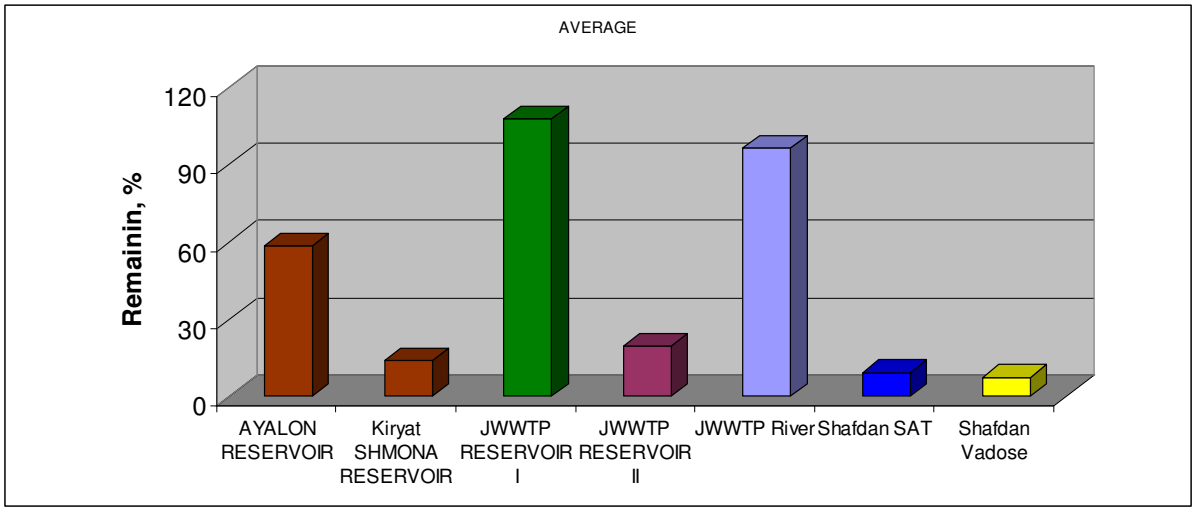
Location	AYALON RESERVOIR	SHMONA RESERVOIR	Kiryat JWWTP RESERVOIR I	JWWTP RESERVOIR II	Shafdan SAT	Shafdan Vadose	JWWTP River
Turbidity	123	183	67	122	37	41	69
EC	106	113	98	88	89	105	99
TOC	98	44	95	5	9	16	100
DOC	-	60	91	41	9	17	535
TOX	32	89	100	547	9	16	91



ציור 19: הרחקת פרמטרים מאפיינים אגרגטיביים של איכות מים בתהליכים שלישוניים שונים

טבלה 31: יעילות הרחקה של חומרים תרופתיים במתקני טיפול שלישוני לא קונבנציונאליים: מאגרים עונתיים, מאגרים תפעוליים, זרימה בנחל השורק ותהליך הטיפול בקרקע ובאקוויפר

Location	AYALON RESERVOIR	Kiryat Shmona RESERVOIR	JWWTP RESERVOIR I	JWWTP RESERVOIR II	JWWTP River	Shafdan SAT	Shafdan Vadose
CBZ	83	41	130	79	126	76	90
Sulfamethoxazole	169	0	105	25	144	22	8
Ibuprofen	0	45	63	0	88	0	0
Sotalol	78	0	97	53	89	0	0
Bezafibrat	60	11	105	21	207	0	3
Diclofenac	41		124	36	84	0	0
Naproxen			121	10	156	0	3
Atenolol	36	0	89	16	60	0	0
Metoprolol	68	0	98	35	82	31	0
Propranolol	0		94	0	69	0	0
Caffeine, ug/L	0		213	0	46	2	2
Bisoprolol	86		97	0		0	0
Trimethoprim	80		87	0	100	0	0
Indomethacin			100	0	96		
Gemfibrozil			94	19	5	0	0
AVERAGE	58	14	108	20	97	9	8



ציור 20: הצגה ויזואלית של ההרחקה הממוצעת של סך חומרים תרופתיים במתקני טיפול שלישוני לא קונבנציונאליים: מאגרים עונתיים, מאגרים תפעוליים, זרימה בנחל השורק ותהליך הטיפול בקרקע ובאקוויפר

<u>פרק ז</u>

<u>מסקנות עיקריות</u>

א. עבודה זו מציגה לראשונה תאור מפורט של מספר רב של מיקרומזהמים מסוגים שונים במתקני הטיפול בישראל.

ב. מספר רב של מיקרומזהמים נמצאו בריכוזים העולים על 1 מקג"ל בקולחים השניוניים.

ג. החומרים הפעילים בתרופות Carbamazepine, Sulfamethoxazole, Atenolol, Naproxen, נמצאו בכל המתקנים בישראל. החומרים נוגדי הרנטגן הבאים Iomeprol Iopromid Iohexol Iopamido נמצאו ביותר מ90% מהקולחים של מתקני הטיפול בישראל. לקרבמזפין השונות היחסית הקטנה ביותר מכל החומרים שנמנו לעיל וריכוזו קבוע בקרוב במרבית המתקנים המכנו – ביולוגיים בישראל.

ד. לא נמצא מתאם סטטיסטי בין הפרמטרים התפעוליים לבין המשתנים האגרגטיביים שמאפיינים את איכות הקולחים.

ה. המתאם שנמצא בעבודה זו בין הפרמטרים התפעוליים כולל גיל הבוצה לבין ריכוזי המיקרומזהמים בקולחי המתקנים השונים היה נמוך מאד.

ו. הטיפול השלישוני היעיל ביותר במתקני הטיפול בישראל הוא ללא ספק תהליך הטיפול בקרקע ובאקוויפר (תהליך ה-SAT). מרבית הסילוק של מיקרומזהמים בתהליך זה חל דווקא ב-13 ימי השהייה בתווך הבלתי רווי. מתקני הסינון לטיפול שלישוני בקולחים שנבדקו בעבודה זו הוכיחו

את היעילות הנמוכה ביותר מבין הטיפולים השלישונים השונים. הזרימה בנחל השורק לאורך כ-22 ק"מ אינה יעילה כתהליך לסילוק מיקרומזהמים.

ז. דרוג יעילות הסלוק של מיקרומזהמים במתקני טיפול שלישוני שנמצאו בישראל היה תהליך הטיפול בקרקע ובאקוויפר >> מאגרים קולחים עונתיים >> הזרמה בנחל > סינון חול.

פרק ז

רשימה ביבליוגרפית

[1] Drewes, J. E., Reinhard, M., and Fox, P., 2003: Comparing microfiltration-reverse osmosis and soil-aquifer treatment for indirect potable reuse of water. Water Research. 37:3612-3621.

[2] Kolpin, D.W., Furlong, E.T., et al. 2002 Pharmaceuticals, hormones, and other organic waste contaminants in U.S. streams, 1999–2000: A national reconnaissance, Environ. Sci. Technol. 36, 1202–1211.

[3] Halling-Sorensen B, Nielsen SN, Lanzky PF, Ingerslev F, Lutzhoft HCH, Jorgensen SE, 1998, Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment—A review, Chemosphere 36, 357–394- See attached pdf – Appendix 1

[4] Shon, HK., Vigneswaran, S., Snyder, S.A., 2006 Effluent organic matter (EfOM) in wastewater: Constituents, effects, and treatment , Crit. Rev. in Environ. Sci. and Technol. 36, 327-374.

[5] Boyd, G.R., Reemtsma, H., Grimm, D.A., and Mitra, S. 2003, Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface and treated waters of Louisiana, USA and Ontario, Canada, Sci. Total Environ. 311, 135–149

[6] Daughton, C.G., and Ternes, T.A. 1999, Pharmaceuticals and personal care products in the environment: Agents of subtle change? Environ. Health Perspect 107, 907–938

[7] Nakada N , Tanishima T , Shinohara H , Kiri K , Takada H , Pharmaceutical chemicals and endocrine disrupters in municipal wastewater in Tokyo and their removal during activated sludge treatment Water Research 40, 3297-3303, 2006

[8] Bolong, N; Ismail, AF; Salim, MR, et al., A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal DESALINATION Volume: 239 Issue: 1-3 Pages: 229-246 Published: 2009

[9] Onesios, KM; Yu, JT; Bouwer, EJ, Biodegradation and removal of pharmaceuticals and personal care products in treatment systems: a review, Biodegradation 20, 441-466, 2009

[10] : Benotti, MJ; Snyder, SA , Pharmaceuticals and Endocrine Disrupting Compounds: Implications for Ground Water Replenishment with Recycled Water, Ground Wat. 47, 499-502, 2009

[11] Richardson, SD, Environmental mass spectrometry: Emerging contaminants and current issues Anal. Chem. 80, 4373-4402, 2008

[12] Dumitrescu C, Stefanescu M, Pena-Leonte E, Bumbac C, Florescu S, Ghita I, Nitoi I, Badescu V, Advanced Tertiary treatment of municipal effluents in oreder to reuse them as water for irrigation J Env. Protect. And Ecolo. 11, 269-276,2010

[13] Wells, MJM; Pellegrin, ML; Morse, A, et al. Emerging Pollutants,Wat. Env. Res. 80, 2026-2057, 2008

[14]: Yoon, Y; Ryu, J; Oh, J, et al Occurrence of endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals, and personal care products in the Han River (Seoul, South Korea), Sci. of Total Env. 408, 636-643,2010

[15] Lavado, R; Loyo-Rosales, JE; Floyd, E, et al. Site-Specific Profiles of Estrogenic Activity in Agricultural Areas of California's Inland Waters Env. Sci. & Technol. 43, 9110-9116,2009

[16] Quinones, O; Snyder, SA, Occurrence of Perfluoroalkyl Carboxylates and Sulfonates in Drinking Water Utilities and Related Waters from the United States, Env. Sci. and Technol. 43, 9089-9095,2009

[17] Snyder, SA; Benotti, MJ, Endocrine disruptors and pharmaceuticals: implications for water sustainability, Wat. Sci. and Technol. 61,145-154, 2010

[18] Burkhardt-Holm, P, Endocrine Disruptors and Water Quality: A State-of-the-Art Review
Int. J. Wat. Res. Dev. 26, 477-493, 2010

[19] Adriano Jossa, , Elvira Kellera, Alfredo C. Aldera, Anke Go¨ bela, Christa S. McArdella, Thomas Ternesb, Hansruedi Siegrist Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological wastewater treatment, Water Research 39 (2005) 3139–3152

[20] The challenge of micropollutants in aquatic systems Schwarzenbach RP (Schwarzenbach, Rene P.), Escher BI, Fenner K, Hofstetter TB, Johnson CA , von Gunten U, Wehrli B, Science 313, 1072-1077, 2006

[21] Benotti MJ, Trenholm RA, Vanderford BJ, Holady JC, Stanford BD, Snyder SA Pharmaceuticals and Endocrine Disrupting Compounds in US Drinking Water, Env. Sci. & Technol. 43, 597-603, 2009

[22] Richardson, SD , Environmental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues, Anal. Chem. 82, 4742-4774, 2010

[23] Zala, SM; Penn, DJ, Abnormal behaviours induced by chemical pollution: a review of the evidence and new challenges, Animal Behaviour 68, 649-664, 2004

[24] Roepke, TA; Snyder, MJ; Cherr, GN ,Estradiol and endocrine disrupting compounds adversely affect development of sea urchin embryos at environmentally relevant concentrations, Aquatic Toxicol. 71 155-173,2005

[25] Guillete LJ, et al., Organization versus activation – The role of endocrine disrupting contaminants (EDCS) during embryonic – development in wildlife, Env. Health Persp. 103, 157-164 Supplement: Suppl. 7, 1995

[26] Bruce, GM; Pleus, RC; Snyder, SA, Toxicological Relevance of Pharmaceuticals in Drinking Water, Env. Sci. & Technol.,44, 5619-5626, 2010

[27] Graber, E., Ronen, D., Laor, Y., Sorek, S. and Yakirevich, A., 2002: Assessment of aquifer contamination in the Nahalat Itzhak area - Tel Aviv. Final report - Phase I. Israel Water Commissioner, Project No. 99-4-607.

[28] (a) Zoller, U. 2004 The survival and distribution of alkyl ethoxylate surfactants in surface water and groundwater. The case of Israel-Is there an environmental problem? Handbook of detergents, Part B: Environmental impact, New York, Marcel Dekker, pp. 467–486; b) Zoller, U., Plaut, F. & Hushan, M. 2004 The case of the nonionic alkyiphenol ethoxylates in the Mediterranean Sea region. Is there a problem? Wat. Sci. Technol. 50(5), 79–84. c) Zoller, U. 2006 Estuarine and coastal zone marine pollution by the nonionic alkylphenol ethoxylate endocrine disrupters: is these a potential ecotoxicological problem. Env. Int. 32(2), 269–272.

[29] (a) Transport of testosterone and estrogen from dairy-farm waste lagoons to groundwater
Arnon S, Dahan O, Elhanany S, Cohen K, Pankratov I, Gross A, Ronen Z, Baram S, Shore LS, Env. Sci. & Technol 42, 5521-5526, 2008;

[30] Shore LS, Gurevitz M, Shemesh M, Estrogen as an Environmental Pollutant, Bul. Env. Cont. & Toxicol. 51, 361-366, 1993

[31] Shore LS, Shemesh M Pure and applied Chem.Naturally produced steroid hormones and their release into the environment, 75, 1859-1871 (2003)

[32] Gerstel Z, O. Lev, Gasser G., I. Pankratov, S. Elhanani, LS Shore Annual report on pollutants in the Kinneret watershed, submitted to the National Water Authority, 2010

[33] Avisar, D; Lester, Y; Ronen, D, Sulfamethoxazole contamination of a deep phreatic aquifer Sci. of the Tortal Env. 407, 4278-42822009

[34] : Lamm, A; Gozlan, I; Rotstein, A, et al, Detection of amoxicillin-diketopiperazine-2 ', 5 ' in wastewater samples, J of Env. Sci. and Health PART A 44, 1512-1517, 2009

[35] Chefetz, B; Mualem, T; Ben-Ari, J, Sorption and mobility of pharmaceutical compounds in soil irrigated with reclaimed wastewater, Chemosphere, 73,1335-1343, 2008

[36] Arye, G., Dror, I., & Berkowitz, B., Fate and transport of carbamazepine in soil aquifer treatment (SAT) infiltration basin soils. Chemosphere (2010), doi:10.1016/j.chemosphere.2010.09.062

[37] Welker, A, 2007, Occurrence and fate of organic pollutants in combined sewer systems and possible impacts on receiving waters Water Sci. and Technol. 56, 141-148

[38] Reemtsma, T., Weiss, S., Mueller, J., Petrovic, M., Gonzalez, S., Barcelo, D., Ventura, F., Knepper, T.P., 2006, Polar pollutants entry into the water cycle by municipal wastewater: A European perspective Environ. Sci. and Technol. 40, 5451-5458

[39] Knepper, T.P. 2003, Synthetic chelating agents and compounds exhibiting complexing properties in the aquatic environment. TRAC Trends Anal. Chem. 22, 708-724.

[40] Institute of Health and Consumer Protection, European Union risk assessment report, Edetic acid, 1st Priority List Volume: 49, 2005. Report available at http://ecb.jrc.it/documents/Existing Chemicals/Risk_ASSESSMENT/REPORT/edtareport061.pdf

[41] Perez, S., Barcelo, D., 2007, Fate and occurrence of X-ray contrast media in the environment, Analytical and Bioanal. Chem. 387, 1235-1246

[42] Drewes, J.E., Fox, P., Jekel, M. 2001, Occurrence of iodinated X-ray contrast media in domestic effluents and their fate during indirect potable reuse, J. of Environ. Sci. and Health Part A - Toxic/Hazardous Substances & Environ. Eng. 36, 1633-1645.
[43] Snyder, E.M. Pleus, R.C., Snyder, S.A. 2005, Pharmaceuticals and EDCs in the US water industry. American Water Works Association Journal 97, 32-34
[44] Ternes, T.A. and Hirsch, R., 2000, Occurrence and behaviour of iodinated contrast media in the aquatic enviroment. Environ. Sci. Technol., 34, 2741–2748
[45] Putschew, A. and Jekel, M., 2001, Iodierte Röntgenkontrastmittel im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf. Vom Wasser, 97, 103–114.
[46] Tan, N.C.G., Leeuwen, A.V., van Voorthuizen, E.M. , Slenders, P. Prenafeta-Boldu,´ F.X., Temmink, H., Lettinga, G., Field, J.A., 2005, Fate and biodegradability of sulfonated aromatic amines, Biodegradation 16, 527–537
[47] Siddiqui, M., Atasi, K.Z., 2004, N-nitrosodimethylamine: A disinfectant byproduct and its occurrence in wastewater Wat. Environ. Res. 76, 316-326
[48] Schreiber, I.M., and Mitch ,W.A, 2006 Occurrence and Fate of Nitrosamines and Nitrosamine Precursors in Wastewater-Impacted Surface Waters Using Boron As a Conservative Tracer, Environ. Sci. Technol., 40, 3203 -3210.
[49] Janel E. Grebel, I.H. (Mel) Suffet, 2007, Nitrogen–phosphorus detection and nitrogen chemiluminescence detection of volatile nitrosamines in water matrices: Optimization and performance comparison, Journal of Chromatography A, 1175,141–144
[50] Pehlivanoglu-Mantas, E., Sedlak, D.L., 2006, The fate of wastewater-derived NDMA precursors in the aquatic environment, Wat Res. 40, 1287-1293
[51] Mitch, W.A., Sharp, J.O., Trussell, R.R., Valentine, R.L., Alvarez-Cohen, L., Sedlak, D.L.., 2005 N-Nitrosodimethylamine (NDMA) as a Drinking Water Contaminant: A Review, Environ. Eng. Sci. 20, 5
[52] Drewes, J.E., Hoppe, C., Jennings, T., 2006, Fate and transport of –N-nitrosamines under conditions simulating full-scale groundwater recharge operations, Water Environment Research, 78, 2466-2473
[53] Montgomery-Brown J., Drewes, J.E., Fox, P., Reinhard, M., 2003, Behavior of alkylphenol polyethoxylate metabolites during soil aquifer treatment, Wat. Res. 37, 3672-3681, 2003
[54] Ying GG, Kookana RS, Dillon P Sorption and degradation of selected five endocrine disrupting chemicals in aquifer Wat. Res. 37, 3785-3791
[55] Ahel, M., Schaffner, C., Giger, W. 1996, Behaviour of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment .3. Occurrence and elimination of their persistent metabolites during infiltration of river water, Wat. Res. 30, 37-46
[56] Marklund, A., Andersson, B., Haglund, P.,2005, Organophosphorus Flame Retardants and Plasticizers in Swedish Sewage Treatment Plants, Environ. Sci. and Technol. 39, 7423-7429.
[57] Fries, E., Pu¨ttmann, W.,2001, Occurrence of organophosphate esters in surface water and ground water in Germany. J. Environ. Monit.626-621 ,3
[58] Schultz, M.M., Barofsky, D.F., Field, J.A., 2003, Fluorinated Alkyl Surfactants Environ. Eng. Sci. 20, 5
[59] Prevedouros, K., Cousins, I.T., Buck, R.C., 2006, Korzeniowski, S.H., Sources, fate and transport of perfluorocarboxylates,. Environ. Sci. and Technol. 40, 32-44
[60] Boulanger, B., Vargo, J.D., Schnoor, J.L., Hornbuckle, K.C., 2005, Evaluation of perfluorooctane surfactants in a wastewater treatment system and in a commercial surface protection product, Environ. Sci. & Technol. 39, 5524-5530

[61] Jensen, A.A., Leffers, H., Emerging endocrine disrupters: perfluoroalkylated substances, International J. Andrology, 31, 161-169

[62] Vicens, S. Colomina, P., et al. 2007, Behavioral effects in adult mice exposed to perfluorooctane sulfonate (PFOS) Fuentes, Toxicology, 242,123-129

[63] Lange, F.T., Wenz, M., Schmidt, C.K., Brauch, H-J, 2007, Occurrence of perfluoroalkyl sulfonates and carboxylates in German drinking water sources compared to other countries, Wat. Sci. and Technol. 56, 151-158

רשימה ביבליוגרפית בעברית

א. אדר. ור נתיב, 2005א': זיהום מי תהום והתווך הלא רווי באזור רמת השרון. דו"ח שנתי לנציבות המים לתקופה אפריל 2004-מרץ 2005.

א. אדר, ור. נתיב, 2005ב': זיהום מי תהום והתווך הלא רווי באזור רמת השרון. דו"ח שנתי לנציבות המים לתקופה אפריל 2005 –ספטמבר 2005.

א כהן, ד. פיימן, נ. קולר, איסוף וטיפול בשפכים וניצול קולחים להקיה חקלאית סקר ארצי- 2010 האגף לאיכות מים, רשות המים,2012

ג. גסר, מ. בורשטיין, ר שלקוב, ג גון, מ רונה, ע.לב, נ וויסברוד, ע. לוי, א פנקרטוב וש אלחנני, מיקרומזהמים אורגנים, חומרי הדברה ואינדיקטורים לזיהום מי תהום, דוח שנתי מוגש לאגף איכות מים של רשות המים, 2009

ר. נתיב וא. ואדר, 2004: דו"ח ניטור למי התהום ברמת חובב לשנה 2004/2003, מוגש למועצה התעשייתית רמת חובב.