22 באוגוסט 2022

לכבוד:
החברה לשירותי איכות סביבה בע"מ

<u>הנדון: דו"ח ממצאי מבחן התכנות SVE/BV ותוכנית לטיפול בקרקע – מוקד עמוק בסיס הדלק אשדוד</u>

סימוכין:

1. דו"ח ממצאי סקר היסטורי, LDD – ינואר 2015
2. דו"ח סקר מי תהום, אתגר הנדסה – ספטמבר 2018
3. דו"ח סקר קרקע וגז קרקע סבב א'-ב', לודן – יולי 2019
4. דו"ח דוח סקר קרקע סבב ג', לודן – מרץ 2020
5. דו"ח סקר קרקע סבב ד' ודיגום מי תהום, לודן – אוקטובר 2020
6. דו"ח סקר קרקע סבב ד'-ה', לודן – ינואר 2021
7. תוכנית למבחן התכנות לשיקום באמצעות BV/SVE מוקד עמוק בסיס הדלק- אשדוד – מאי 2022

שלום רב,

במסגרת חקירה סביבתית של אתר בסיס הדלק אשדוד ביצעה חברת "לודן" סקרי קרקע, בחמישה סבבים. כאשר הסבבים האחרונים התמקדו בתיחום הזיהום של החתך העמוק וכללו 73 קידוחים, כאשר מתוכם ב-40 קידוחים נמצא זיהום ב- TPH(מעל 350 מ"ג/ק"ג) ומתוך קידוחים אלו, ב-27 קידוחים נמצאו ריכוזים של מעל 1,800 מ"ג/ק"ג, עיקר המזהם הפחממני הינו DRO (ממקור דיזל) וכ-15-20% ORO (ממקור שמנים ופחממנים כבדים יותר), עבור כלל חומרים אורגנים נדיפים (VOC) נמדדו חריגות מערכי הסף עבור נפתלן. עבודות השיקום באמצעות חפירה ופינוי קרקע בכל המוקדים, למעט המוקד העמוק (מעומק ***** לעומק *****), החלו בסוף חודש מרץ 2020 והסתיימו בחודש ספטמבר 2020.
לצורך שיקום המוקד העמוק נבחרה חברת אל.די.די טכנולוגיות מתקדמות בע"מ (LDD) לבצע מבחן התכנות לשיקום באמצעות SVE/BV. לאור הממצאים, של חתך הקרקע, החולי בעיקרו, ולאור אופי המזהם, הוחלט על ביצוע מבחן שדה משולב לבחינת יעילות שיקום הקרקע באמצעות SVE ו-BV.

ביצוע המבחן על בסיס התוכנית שאושרה על ידי המשרד להגנת הסביבה כלל התקנת תשתית של שלוש (3) בארות BV/SVE (שאיבה/החדרה) לעומקים 10,5 ו-15 מ' ושלושה מקבצים של שלוש (3) בארות ניטור לעומקים מקבילים (סך הכל 9 בארות). מבחן התכנות לשיקום באמצעות SVE/BV, בוצע בתאריך ה-20-21 ביוני 2022. דוח זה מסכם את תוצאות המבחן הכוללים ניתוח רדיוסי השפעה, ניתוח עומסי מזהמים לטיפול, חישוב של קצב פירוק מזהם באמצעות ניתוח דעיכת חמצן ותוכנית לטיפול.
במידה ונדרש מידע נוסף או הבהרות נשמח לעמוד לרשותך.

בברכה,

איל מושקוביץ
הדרוגיאולוג
eyalmo@lddtech.com

ממצאי מבחן התכנות לטיפול בקרקע באמצעות SVE/BV ותוכנית לטיפול בקרקע – מוקד עמוק בסיס הדלק אשדוד

גרסה 3.0

	שם	חתימה	תאריך
מחבר הדו"ח	אייל מושקוביץ		22 באוגוסט 2022
מאשר הדו"ח	נמרוד גפני		22 באוגוסט 2022

תוכן עניינים

1. רקע 3
2. ממצאי סקר קרקע של אזור המבחן 5
2.1 סיכום ממצאים 5
3. מבחן ההיתכנות 6
3.1 שיטות השיקום הנבדקות 6
3.2 תשתית המבחן 6
3.3 מהלך המבחן 7
4. תוצאות 9
4.1 חדירות ומודל לקביעת רדיוס השפעה 9
4.1.1 שאיבה מבאר טיפול 15m 9
4.1.2 השפעה אנכית 10
4.1.3 שאיבה מבאר טיפול 10m 11
4.1.4 השפעה אנכית 11
4.1.5 שאיבה מבאר טיפול 5m 12
4.2 ריכוז מזהמים בקרקע וקצב סילוק מזהמים- טיפול באמצעות SVE 13
4.3 ריכוז החמצן בתת הקרקע בבארות החדרה וניטור 15
4.3.1 ריכוז CO_2 בבארות 15
4.3.2 דעיכת ריכוז חמצן בבארות לאורך 7 ימים וחישוב מקדם דעיכה 16
4.4 חישוב קצב פירוק מזהמים על בסיס דעיכת חמצן 19
4.5 חישוב רדיוס ההשפעה לפי ספיקה נתונה (מבוסס חמצן) 20
5. סיכום ממצאים 22
6. תכנית שיקום עקרונית מוצעת 23

אל.די.די. טכנולוגיות מתקדמות בע"מ רח' גונן 10, ת.ד. 7063, פתח תקוה 49170
טל: 03-9265979 פקס: 03-9265984 E-Mail: OFFICE@LDDTECH.COM WWW.LDDTECH.COM

רשימת תרשימים

תרשים 1 . מיקום האתר 4
תרשים 2. פירוס מרחבי של הזיהום במוקד העמוק 4
תרשים 3. מיקום תשתית מבחן ההתכנות 8
תרשים 4.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 15m -התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B. 10
תרשים 5.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 10m -התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B. 11
תרשים 6.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 5m-התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B. ... 12
תרשים 7. דעיכת חמצן בבארות הטיפול ובבאר ניטור למי תהום 17
תרשים 8. דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ A לאחר 166 שעות מהפסקת המפוח 18
תרשים 9. דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ A לאחר 120 שעות מסגירת המפוח 18
תרשים 10.דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ C 19
תרשים 11. ריכוז מזהם משוקלל עבור קידוחים עם ממצאים חריגים 21
תרשים 12. מיקום תשתית השיקום המלאה 27

רשימת טבלאות

טבלה 1.אנליזת פיזור גודל גרגר אופיינית לאתר 3
טבלה 2. ממצאי שדה ותוצאות מעבדה בקידוח D-13 5
טבלה 3. מפרט בארות שאיבה/החדרה וניטור 7
טבלה 4. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר 15m 10
טבלה 5. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר טיפול 10m 11
טבלה 6. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר טיפול 5m 12
טבלה 7.סיכום רדיוסי השפעה בשאיבה מעומק 5 10 ו-15 מ'. 13
טבלה 8. תוצאות אנליזה לאוויר הנשאב ספיקה שאיבה מקסימלית 14
טבלה 9. מודל סילוק מזהמים* 15
טבלה 10. ריכוז חמצן/פד"ח התחלתי וריכוזים לאחר טיפול 16
טבלה 11. דוגמאות קרקע בהן נמדד ריכוז TPH גדול מ-350 חל"מ 24
טבלה 12. תשתית בארות הטיפול המוצעת (מלבד תשתית קיימת) 26

אל.די.די. טכנולוגיות מתקדמות בע"מ רח' גונן 10, ת.ד. 7063, פתח תקוה 49170
WWW.LDDTECH.COM E-Mail: OFFICE@LDDTECH.COM 03-9265984 פקס: 03-9265979 טל:

1. רקע

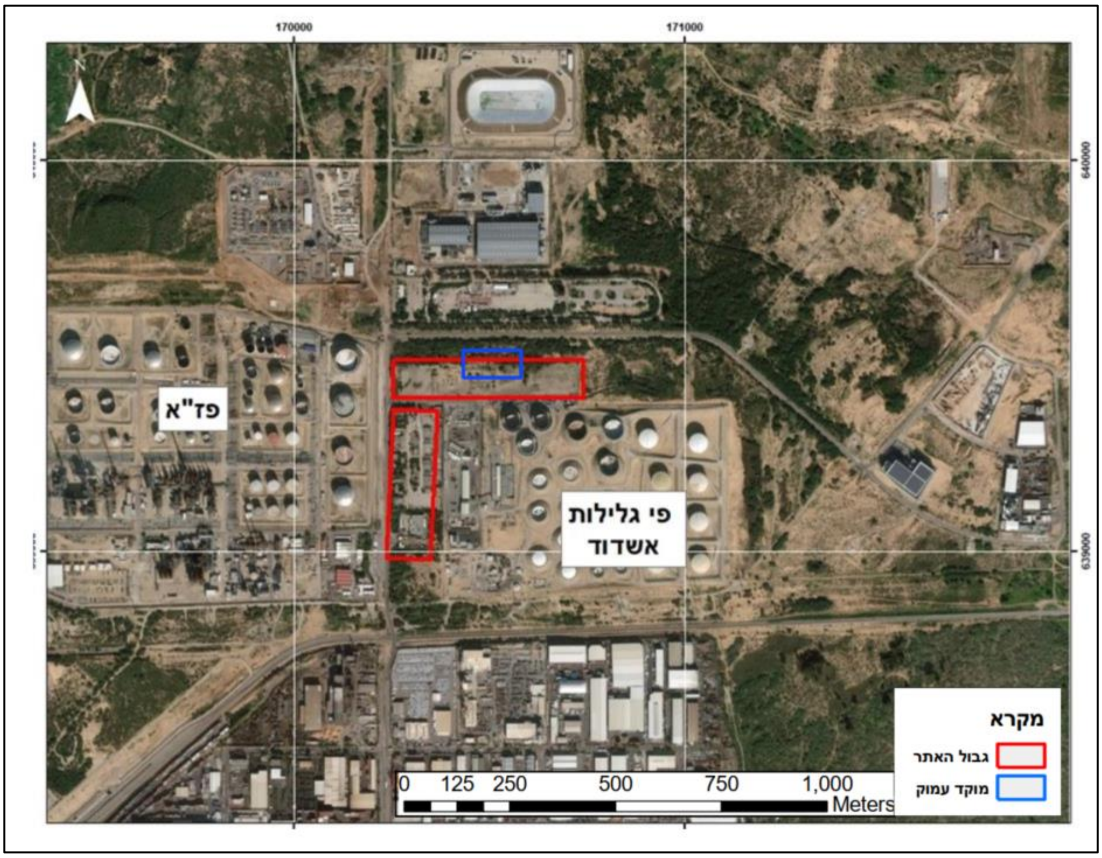
במסגרת חקירת האתר ביצעה חברת "לודן טכנולוגיות סביבה בע"מ" (לט"ס) חקירת קרקע במתחם בסיס הדלק באשדוד (2018-2019). הסקרים בוצעו בהתאם למסקנות סקר ההסטורי שבצעה חברת LDD ותוכנית החקירה המפורטת שאושרה ע"י המשרד להגנת הסביבה. תוצאות סקרי הקרקע וגז הקרקע מפורטים בדו"חות חברת לודן שבסימוכין.
ממצאי הסקרים הצביעו על קיום מוקד זיהום קרקע עמוק בחלק הצפוני של המתחם הצפוני של האתר. מיקום המוקד מוצג בתרשים 1. במוקד זה נקדחו 57 קידוחים לעומקים של 0.5 מ' עד 18מ' בהם אותרו ריכוזי TPH שנעו בין עשרות בודדות ועד עשרות אלפי מ"ג/ק"ג (לודן, 2020), כ-80% ממקור דיזל (DRO) וכ-20% ממקור שמנים (ORO) אחוז הפרקציה הנדיפה (GRO) בדוגמאות המזוהמות היה קטן, ועמד על עשרות מ"ג/ק"ג בודדים.
עבודות השיקום באמצעות חפירה ופינוי קרקע בכל המוקדים, למעט האזור של המוקד העמוק (המאופיין בזיהום בעומקים 10-15 מ') החלו בסוף חודש מרץ 2020 והסתיימו בחודש ספטמבר 2020.
בעקבות גילוי המוקד העמוק והיערכות החברה לשיקומו In-Situ הורחבה החקירה לטובת תיחום הזיהום. תיחום המוקד העמוק בוצע בהתאם לתוכנית שאושרה על ידי המשרד להגנת הסביבה. הסקר כלל שלב ראשון של חקירת קרקע ותיחום המוקד ובשלב השני חקירת מי התהום ע"י התקנה ודיגום של באר ניטור במוקד. ממצאי דיגום מי תהום בבאר שעומקם כ-16.70 מ' הראו ריכוזים חורגים מתקן מי שתייה עבור MTBE ובנזן.
בהמשך להערכות לשיקום In-situ של המוקד העמוק נבחרה חברת LDD לתכנן ולבצע פיילוט שיקום משולב בשיטת SVE/BV.
שטח מתחם המוקד העמוק הנדרש בטיפול הינו כ-1,850 מ"ר. תרשים 2 מציג את התפרשות הזיהום במרחב.

על פי קידוחי קרקע שבוצעו באתר, הקרקע הינה ברובה חולית עד עומק 15 מ' עם אופק של חרסית-חולית בעומק 6-7 מ' וחרסית החל מעומק 15 מ'. טבלה 1, מתארת חתך קרקע אופייני באמצעות אנליזת פיזור גודל גרגר מעומק 1.5 מ' עד עומק 15 מ' בקידוח D-14. בקידוחים בהן נמצא זיהום עד עומק החרסית, ריכוז המזהם יורד בצורה ניכרת באופק החרסיתי ומהווה מעיין חסם לנדידת הזיהום. עומק מי התהום האזוריים הוא כ-16.70 מטר מתחת לפני השטח.

טבלה 1.אנליזת פיזור גודל גרגר אופיינית לאתר

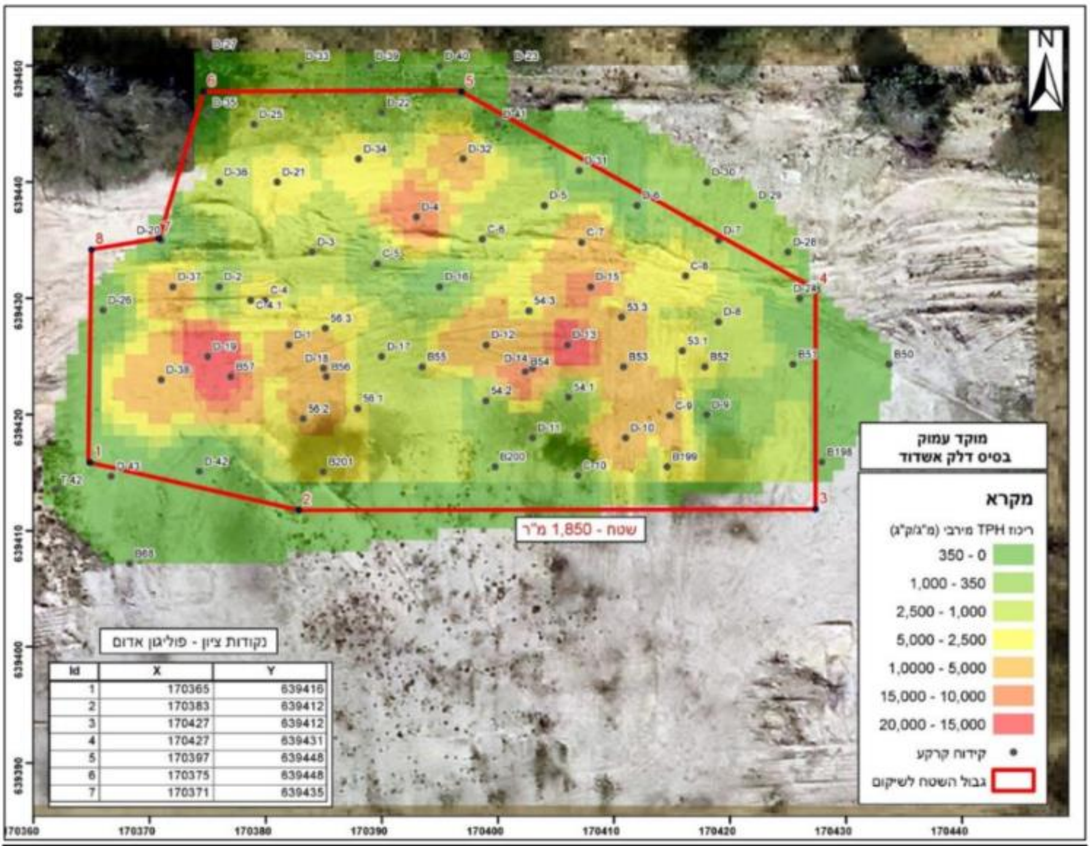
קידוח	עומק (מ)	סוג קרקע	גודל חלקיקים (מ"מ)	תוצאה %	אחוז מסך המרכיב
D-14	1.5-3	חצץ	גדול מ-4.75	0	שארייתי
		חול גס	4.75-2.0	0	שארייתי
		חול בינוני	2.0-0.425	14	שארייתי
		חול דק	0.425-0.075	85.3	עיקרי
		סילט+חרסית	קטן מ-0.075	0.7	שארייתי
	4.5-6	חצץ	גדול מ-4.75	0	שארייתי
		חול גס	4.75-2.0	1	שארייתי
		חול בינוני	2.0-0.425	4	שארייתי
		חול דק	0.425-0.075	67	עיקרי
		סילט+חרסית	קטן מ-0.075	28	נמוך
	9-10.5	חצץ	גדול מ-4.75	13	נמוך
		חול גס	4.75-2.0	4	שארייתי
		חול בינוני	2.0-0.425	3	שארייתי
		חול דק	0.425-0.075	76	עיקרי
		סילט+חרסית	קטן מ-0.075	4	שארייתי
	15	חצץ	גדול מ-4.75	0	שארייתי
		חול גס	4.75-2.0	0	שארייתי
		חול בינוני	2.0-0.425	3	שארייתי
		חול דק	0.425-0.075	46	חלקי
		סילט+חרסית	קטן מ-0.075	51	עיקרי

תרשים 1 . מיקום האתר



לקוח מתוך דוח סקר משלים ותיחום מוקד עמוק בסיס הדלק- אשדוד, לודן, 2020

תרשים 2. פירוס מרחבי של הזיהום במוקד העמוק



Id	X	Y
1	170365	639416
2	170383	639412
3	170427	639412
4	170427	639431
5	170397	639448
6	170375	639448
7	170371	639435

לקוח מתוך בל"מ תכנון וביצוע מבחן התכנות, החברה לשירותי איכות סביבה, 2022

2. ממצאי סקר קרקע של אזור המבחן

2.1 סיכום ממצאים [1]

במסגרת סקר הקרקע לחקירת המוקד העמוק שבוצע בבסיס הדלק באשדוד בוצעו סה"כ 73 קידוחים.

TPH - ריכוזי TPH חורגים (מעל 350מ"ג/ק"ג) אותרו ב-28 קידוחים, מתוך קידוחים אלו, ב-16 קידוחים נמצאו הריכוזים מעל 1,800 מ"ג/ק"ג. בקידוחים D-7, D-22, D28, D-29, D-30, D-31, D-33 נמצא הזיהום רק בעומק 16מטרים ומטה, כלומר, בתווך הקפילרי. על פי חלוקה לפרקציות, GRO ,ORO ,DRO, ניתן לראות כי המרכיב העיקרי של הזיהום הינו ממקור דיזל, לאחר מכן המרכיב המשני הנו ממקור שמנים, מקור הבנזין נמצא זניח עם ערכים נמוכים מאוד יחסית.

SVOC/VOC- ברב הקידוחים לא אותרו חריגות בערכי ה SVOC/VOC למעט נפתלן (מפורט בהמשך) או שהריכוזים היו נמוכים מסף הגילוי של מכשירי המעבדה, פרט לריכוזים הבאים:

נפתלן - ריכוז חורג של נפטלן נמצא ב- 14 קידוחים (בהתאמה להמצאות ריכוז TPH חורג) הריכוזים נעים בין 0.15 ל 11.42מ"ג/ק"ג.

1,1-Biphenyl- בקידוחים D-12, D-14, D-18, נמצאו ריכוזים של 2.67, 3.66, ו- 3.09 מ"ג/ק"ג בהתאמה, לעומת ערך סף של 2.33 עבור המזהם. בדגימות שנלקחו בקידוחים שבוצעו בסמוך, לא נמצא ריכוז של מזהם זה.

מתכות - בכל הקידוחים לא נמצאו חריגות מערכי הסף למרכיבי המתכות.

pH - בקידוחים D-12, D-13, D-14, D-15, D-18 נלקחו אנליזות pH משלושה עומקים שונים. ערכי ה- pH נעו בין 7.8 בקידוח D-18 בעומק 9 מטרים לבין 9.3 בקידוח D-14בעומק 13.5 מטרים.

COD/TOC - נלקחו אנליזות D-12, D-13, D-14, D-15, D-18 - בקידוחים TOC/COD משלושה עומקים שונים. ערכים של אנליזות אלו נעים בין מאות לאלפים כאשר הערך המקסימלי ל TOC הינו 21,186 מ"ג/ק"ג בקידוח D-13 בעומק 6 מטרים. הערך המקסימלי של COD הינו 6,640 מ"ג\ק"ג בקידוח D-14 בעומק 13.5 מטרים.

לאור ממצאי הסקר, נקבע כי מבחן ההתכנות יבוצע בסביבת קידוח D-13. בארות השאיבה/החדרה ימוקמו בקידוח זה ובארות הניטור ימוקמו במרחקים קבועים על פי תוכנית המבחן. ממצאי שדה ותוצאות המעבדה של קידוח D-13 מסוכמים בטבלה 2 (לודן, 2020).

טבלה 2. ממצאי שדה ותוצאות מעבדה בקידוח D-13

קידוח	דוגמא	עומק (מ)	תאור	לחות	ריח	PID (ppm)
D-13	AX-12	1.5	חול	מעט	אין	0
	AX-13	3	חול שחור	מעט	חזק	31.4
	AX-14	4.5	חול	מעט	חזק	74.3
	AX-15	6	חול	מעט	חזק	100.5
	AX-16	7.5	חול	מעט	חזק	99.1
	AX-17	9	חול	מעט	חזק	101.6
	AX-18	10.5	חול	מעט	חזק	91.9
	AX-19	12	חול	מעט	חזק	152.4
	AX-20	13.5	חול	בינוני	חזק	100.2
	AX-21	15	חרסית	בינוני	חזק	67.4
	AX-22	16.5	חרסית	בינוני	חזק	80.1

קידוח	דוגמא	עומק (מ)	GRO (mg/kg)	DRO (mg/kg)	ORO (mg/kg)	TPH (mg/kg)
D-13	AX-13	3	-	-	-	16,543
	AX-15	6	-	-	-	14,762
	AX-16	7.5	-	-	-	6,471
	AX-17	9	35	-	-	5,146
	AX-18	10.5	-	-	-	7,483
	AX-19	12	45	-	-	6,980
	AX-20	13.5	-	-	-	2,158
	AX-21	15	-	-	-	924
	AX-22	16.5	-	-	-	133

[1] דוח סקר משלים ותיחום מוקד עמוק_2 בבסיס הדלק – אשדוד, לודן, ינואר 2021

3. מבחן ההיתכנות

3.1 שיטות השיקום הנבדקות

לאור ממצאי חקירת הקרקע הוחלט לבחון טיפול לתווך הלא הרווי במוקד העמוק באמצעות שיטת ה-SVE ו/או BV.

שיטת ה- SVE מבוססת על סילוק מסת מזהם נדיף ע"י יצירת תת-לחץ בבארות טיפול וסילוק האוויר הנשאב למתקן טיפול באתר. שיטה זו יעילה עבור מזהמים נדיפים בעלי לחץ אדים גבוה (בד"כ מעל 0.5 מ"מ כספית) כגון מרכיבי דלקים BTEX ו-MTBE וכן בקרקעות בעלות חדירות גבוהה לאוויר (חוליות ויבשות). בנוסף, שאיבת האוויר מתת-הקרקע גורמת לחדירת אוויר אטמוספרי המכיל 20.9% חמצן ובכך מגבירה את קצב פירוק המזהמים הטבעי (ביולוגי).

שיטת הBio-Venting מבוססת על פרוק מיקרוביאלי של פחמימנים (ביניהם גם מרכיבי דלקים) באמצעות אספקת תנאים מיטביים (החדרת אוויר בספיקות נמוכות) לאוכלוסיה המיקרוביאלית הטבעית בקרקע. השיטה מאפשרת פירוק מהיר למדי של מרכיבי הדלקים השארתיים הספוחים לקרקע. כעקרון, המחסור העיקרי בקרקע הינו חמצן כמקבל אלקטרונים סופי בתהליך הנשימה. מקובל להתייחס לריכוז של 10% חמצן (50% מריכוזו באטמוספירה) כמגביל נשימה. לפיכך, אספקת אוויר אטמוספרי (בריכוז חמצן של 20%) מאפשרת נשימה אירובית של האוכלוסיה המיקרוביאלית ובכך מגבירה ומעודדת את פירוק פחמימני הדלקים. שיטה זו נמצאה יעילה במספר רב של אתרים בעולם והינה הנפוצה ביותר לשיקום אתרים מזוהמים בדלקים סמי-נדיפים.

בחירת שיטת ה- BV לטיפול בזיהום הקרקע באתר על פני SVE יכולה להתבסס על מאפייני האתר כאשר:

- הזיהום הוא בעיקרו ב-TPH שאינו נדיף.
- חתך הקרקע החולי, הינו בעל תולכה גבוהה ואינו מצריך לחצי עבודה גבוהים לאוורור הקרקע.

3.2 תשתית המבחן

לצורך ביצוע הפיילוט הותקנו שלוש (3) בארות שאיבה/החדרה בסמיכות גבוהה, באזור בו בוצע קידוח D-13. הבארות הותקנו לעומקים שונים, הבאר העמוקה ביותר לעומק 15 מ', כ-1 מטר מעל מפלס מי התהום), באר נוספת לעומק 10 מ' והבאר הרדודה לעומק 5 מ'. קדח הבארות נקדח בקוטר 8" וצנרת הבארות בקוטר 3" מ-PVC עם מקטע מחורץ באורך 3 מ' (עובי חירוץ 0.3-0.5 מ"מ) מתחתית הקדח. הקדח מולא חצץ שומשום 1 מ' מעל המקטע העליון המחורץ, מלבד הקידוח הרדוד שמולא 0.5 מטר מעל המקטע המחורץ. תוספת החצץ מעל המקטע המחורץ מאפשרת וקטור זרימה במימד האנכי, בנסיון לכסות את כל חתך הקרקע במינימום פגיעה ברדיוס ההשפעה. מעל החצץ, הקדח מולא בנטונייט ואחריו איטום בדייס עד לפי הבאר. כל אחת מהבארות מוגנה בשוחת בטון נפרדת מוגבהת בקוטר 80 ס"מ עם מכסה.

מפרט ומיקום בארות השאיבה/טיפול מתוארים בטבלה 3 ותרשים 3.

בארות הניטור הותקנו בשלושה (3) צברים, בתמונות ראי למפרט עומקים של בארות שאיבה/החדרה. צברים הותקנו לעומקים 15,10,5 מ'. מרחק כל צבר מבארות הטיפול מפורט בטבלאות טבלה 4טבלה 5 ו-טבלה 6.

כל צבר בארות ניטור הותקן בקדח אחד שבוצע בקוטר 8" עד לעומק 15.5 מ'. הבארות עצמן בקוטר 2" הותקנו תחילה לעומק המירבי עם מקטע מחורץ של 3 מ', כאשר חצץ מולא כ-1 מ' מעל המקטע המחורץ, מעל החצץ, הקדח מולא בכ-0.5 מ' בנטונייט גרגרים ואחריו כ-0.5 מ' קרקע מקומית שעליה הונחה באר ניטור נוספת לעומק 10 מ' וכך בצורה דומה גם באר הניטור לעומק 5 מ'. 1.5 מ' מפני השטח הקדח כולו מולא בדייס עד לפני שטח.

כל צבר בארות מוגן באמצעות שוחת בטון מוגבהת בקוטר 60 ס"מ עם מכסה.

טבלה 3. מפרט בארות שאיבה/החדרה וניטור

באר BV/SVE	קוטר צנרת ("צול")	עומק באר (מ' מפני שטח)	עומק מחורץ מפ"ש)	מקטע (מ'	עומק חצץ (מ' מפ"ש)	עומק בנטונייט (מ' מפ"ש)	עובי קרקע מקומית (מ' מפש)
שאיבה/החדרה	3	15	15-12		15-11	11-10	-
שאיבה/החדרה	3	10	10-7		10-6	6-5	-
שאיבה/החדרה	3	5	5-2		5-1.5	1.5-1	-
ניטור	2	16	13-16		12-16	11.5-12	11-11.5
ניטור	2	10	10-7		10-6	5.5-6	5.5-5
ניטור	2	5	5-3		5-2.5	2-2.5	דייס עד פני שטח

3.3. מהלך המבחן

מבחן השדה בוצע ב-20-21 ביוני 2022. המבחן כלל שני שלבים. שלב (I), מבחן SVE בו בוצעה שאיבה מכל אחת מבארות השאיבה בארבע ספיקות שונות תוך מדידת לחץ האוויר בבאר השאיבה ובכל אחד מבארות הניטור בעומק המקביל. בנוסף נמדד הלחץ בבאר ניטור למי תהום המרוחקת 4.6-5.7 מ' מבארות השאיבה. ספיקת המפוח נקבעה באמצעות ממיר תדר ונמדדה באמצעות מד ספיקה מסוג פיטו. לחצי האוויר בבארות נמדדו באמצעות מדי לחץ בעלי יכולת אגירת נתונים. דוגמאות אוויר נלקחו מכל אחת מבארות הטיפול בספיקת השאיבה המקסימלית באמצעות מדוכה, לצורך אנליזה כמותית של הרכב וריכוזי המזהמים באוויר הנשאב. האנליזה בוצעה במעבדת בקטוכם המוסמכת על יד הרשות להסמכת מעבדות לתקן ISO17025.

השלב הראשון, כלל גם כן בדיקות מקדימות (Baseline), של ריכוז חמצן, פד"ח וPID בכל בארות הפיילוט, ודיגום מקדמי של בארות הטיפול ובאר ניטור אחת נבחרת באמצעות מדוכה. בדיקות אלא נועדו לצורך קביעת ערכי התחלה בשוו"מ (חמצן, פד"ח, ריכוז מזהמים) בטרם מתבצעות פעולות שאיבה/החדרה בבארות.

בשלב (II) של המבחן, ב-21 ביוני, בוצעה החדרת אוויר בכל בארות הטיפול יחד, בספיקה מקסימלית למשך 9.5 שעות, כאשר במהלכן נבדק ריכוז החמצן בבארות הניטור. בסיום המבחן, הופסקה ההחדרה והחלה מדידה של דעיכת החמצן בבארות הטיפול ובבארות הניטור. בחלק מהבארות נמדדה דעיכת החמצן באופן רציף באמצעות מד חמצן אוגר נתונים ובחלק מהבארות בוצעה מדידה רגעית באמצעות מדי חמצן ופד"ח בתוך תא מדידה ייעודי. המדידות נמשכו לאורך זמן ממושך, כשבוע ימים מהפסקת המפוח.

תרשים 3. מיקום תשתית מבחן ההתכנות

4. תוצאות

4.1. חדירות ומודל לקביעת רדיוס השפעה

בעבר נעשה שימוש ברדיוס ההשפעה כפועל יוצא של מדידת הלחץ סביב באר השאיבה היה נהוג להשתמש בכלל אצבע של לחץ 2.5 ס"מ/מים לקביעת גבול ההשפעה. בפועל, קביעה זו הינה הערכת יתר, שכן, לאורך זמן, מתרחשת זרימה אנכית הקרויה "vertical Leakge" ולא רק זרימה אופקית כפי שנמדדת בטווחי זמן קצרים של פיילוט שיקום. קביעת רדיוס השפעה נכון נסמכת על קצב זרימת/החלפות אוויר (pore gas velocities or pore gas exchange), שהן פונקציה של לחץ (תת לחץ) סביב נקודת/באר השאיבה וחדירות/פרמאביליות של הקרקע סביב.

לרוב, החלפת נפח אוויר של <u>10 פעמים ביום נחשבת מתאימה עבור</u> <u>SVE</u>[2] <u>ואילו החלפת אוויר אחת ביום מתאימה עבור</u> <u>BV</u>[3].

כיוון שהספיקה תלויה לינארית בתת-הלחץ, ניתן להתאים עקום המתאר את תת-הלחץ המתאים להחלפת נפחי אוויר הרצויה (T) [V^{-1}] עבור ספיקת אוויר נתונה בבאר (Q) ואורך אנכי של פירוס הזיהום (z):

$$P(R) = \frac{\pi z T P_{well} \theta_a}{Q} R^2 \qquad [1]$$

כאשר θ_a הינה תכולת האוויר בקרקע באזור המזוהם, P_{well} תת-הלחץ בבאר השאיבה, Q ספיקת באר השאיבה.

רדיוס ההשפעה (R) הינו נקודת המפגש בין העקום המתאר את השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מהבאר (תרשים 4תרשים 6) לבין העקום המתואר במשוואה [1].

4.1.1. <u>שאיבה מבאר טיפול 15m</u>

ספיקות השאיבה שהתקבלו נעו בין 30-85 מק"ש. על פי השתנות תת-הלחץ בבאר השאיבה ניתן ללמוד על כך כי החדירות של הקרקע לאוויר גבוהה ומאפיינת קרקע חולית, כאשר תת הלחץ הגבוה ביותר שנמדד היה 42 מליבר עבור ספיקה של 85 מק"ש. על פי תת הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה (טבלה 4 ותרשים 4) ניתן לראות שבשאיבה מעומק 15 מ' מתקבלת השפעה גבוהה בבאר הניטור המקבילה במקבץ A C ו-B בהשפעה הולכת וקטנה בהתאמה למרחק. עלייה בתת הלחץ בכל מדרגת ספיקה בכל אחת מבארות הניטור המקבילות מלמדת על מהימנות התוצאות. קיימת השפעה גבוהה ומיידית גם במרחק 11.40 מ' (B) מבאר השאיבה. בנוסף ניתן לראות כי נמדדה השפעה בבאר ניטור למי תהום המרוחקת 4.8 מ' מבאר הטיפול (נתוני תת הלחץ שנמדדו בבאר הניטור לא הוכנסו לניתוח רדיוס השפעה מכיוון שהממצאים יוצרים אנומליה בהשוואה בין תת לחץ למרחק מבאר הטיפול. כפי שניתן לראות תת הלחץ המירבי שנמדד בבאר הניטור הינו 4.4 מיליבר במרחק 4.80 מ' מבאר טיפול לעומת 5.40 מיליבר במרחק 5 מ' מבאר הטיפול (מקבץ A). אנומליה זו, ככל הנראה נובעת משוני במבנה הטכני של באר למי תהום בהשוואה לבאר SVE, הבדלים באורך חתך מחורץ, גודל חצץ במעטפת הבאר ותכולת רטיבות בקרקע.

---

[2] Army, U. S. "Soil Vapor Extraction and Bioventing—Engineering and Design." US Army Corps of Engineers, EM 3-1 (2002).

[3] Army, U. S. "Soil Vapor Extraction and Bioventing—Engineering and Design." US Army Corps of Engineers, EM 3-3 (2002).

טבלה 4. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר 15m

באר	SVE-15m	A	C	B	באר ניטור	SVE-10m	SVE-5m
מרחק אופקי מבאר שאיבה (מ')	0	5.00	7.95	11.40	4.80	-	-
ספיקה במפוח (מק"ש)	תת-לחץ (מיליבר)						
30	18.0	2.7	1.1	0.9	1.8	2.9	2.5
48	23.9	3.6	1.8	1.5	2.6	3.6	2.5
67	32.8	4.7	2.6	2.1	3.7	5.0	2.5
85	42.2	5.4	3.0	2.4	4.4	6.5	3.2

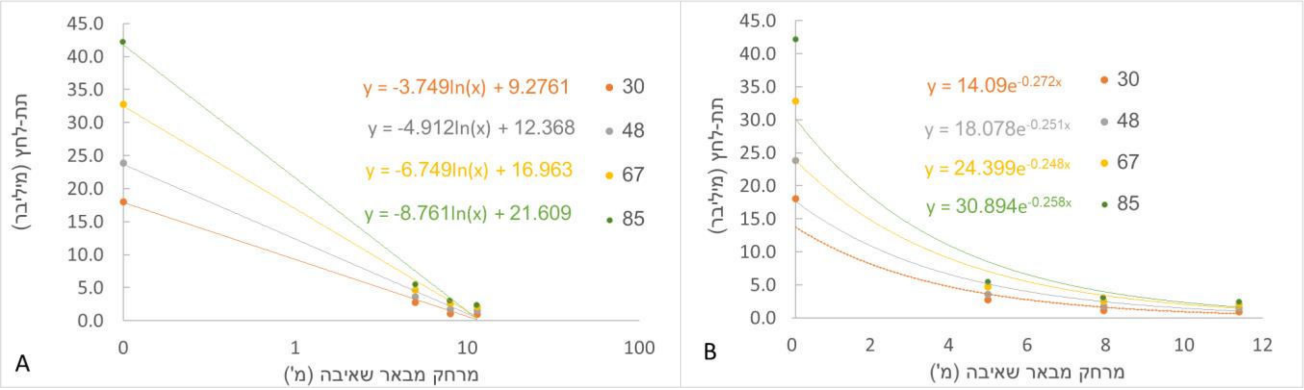
לצורך קביעת רדיוס ההשפעה בכל אחת מספיקות השאיבה מבאר בעומק 15m חושבה נקודת המפגש בין העקומים המתוארים בתרשים 4 לבין העקום המתואר במשוואה [1]. פירוס זיהום אנכי לטיפול בכל באר של $z = 3$ m ותכולת אוויר של $\theta_a = 0.2$. רדיוס ההשפעה שמתקבל עומד על טווח של 8.5-8.9 מ' עבור ספיקה מקסימלית של 85 מק"ש. עבור החלפת 10 נפחי אוויר באותה הספיקה, מתקבל טווח השפעה של 4.6-5.0 מ'.

ניתן לראות שרדיוס ההשפעה המתקבל גבוה, כתוצאה מקרקע עם חדירות גבוה. חשוב להסביר כי הרדיוס המתקבל במודל הינו נמוך מהרדיוס הנמדד רגעית באמצעות שינויי לחצים, שבמקרה הנ"ל בבאר במקבץ B המרוחקת מעל 11 מ' מבאר השאיבה נמדדו שינויי לחץ. הסיבה לכך היא שהמודל מתאר החלפה של נפח אוויר בחתך המטופל ולא מדידה רגעית.

4.1.2. השפעה אנכית

הבט נוסף בבדיקה של התכנות הטיפול היא השפעת השאיבה בוקטור אנכי, כלומר מהי ההשפעה בשאיבה מבאר בעומק 15m על חתך הקרקע בעומק 10 ו-5 מ'. על פי התוצאות (טבלה 4) ניתן לראות השפעה חד משמעית בעומק 10 מ'. כאמור, תוצאה מהימנה, היא עלייה בתת הלחץ עם העלייה בספיקת השאיבה. בניגוד לתת הלחץ הנמדד בעומק 10 מ', תת הלחץ הנמדד בעומק 5 מ' אינו חד משמעי מכיון שמדרגות הספיקה אינן מבטאות עלייה בלחץ, מלבד בספיקת השאיבה הגבוהה ביותר. לכן, לא ניתן לומר בוודאות כי שאיבה/החדרה אוויר בעומק 15 מ' יכולה להוות טיפול גם עבור חתך הקרקע העליון. השפעה אנכית בשאיבה מעומק 10 מ' על החתך הרדוד תידון בסעיףהשפעה אנכית4.1.4

תרשים 4.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 15m -התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B.



4.1.3. שאיבה מבאר טיפול 10m

ספיקות השאיבה שהתקבלו נעו בין 30-101 מק"ש, על פי השתנות תת-הלחץ בבאר השאיבה ניתן ללמוד על כך כי החדירות של הקרקע לאוויר גבוהה ומאפיינת קרקע חולית. כאשר תת הלחץ הגבוה ביותר שנמדד היה 33 מליבר עבור ספיקה של 101 מק"ש, לחץ נמוך גם בהשוואה לתת לחץ המקסימלי בעת השאיבה מבאר טיפול 15m מה שמלמד על חדירות לאוויר גבוהה אף יותר בחתך הביניים. על פי תת הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה (טבלה 5 ותרשים 4) ניתן לראות שבשאיבה מעומק 10 מ' מתקבלת השפעה גבוהה בבאר הניטור המקבילה במקבץ A C ו-B בהשפעה הולכת וקטנה בהתאמה למרחק. קיימת השפעה גבוה ומיידית גם במרחק 10.2 מ' (B) מבאר השאיבה גם בספיקות השאיבה הנמוכות. בנוסף ניתן לראות כי נמדדה השפעה בבאר ניטור למי תהום המרוחקת 4.6 מ' מבאר הטיפול, תת הלחץ הנמדד בשלב זה בבאר הניטור נמוך בהשוואה לתת הלחץ שהתקבל בשאיבה מבאר 15m. הסיבה לכך היא ככל הנראה מיקום המסננת ביחס לבארות השאיבה.

טבלה 5. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר טיפול 10m

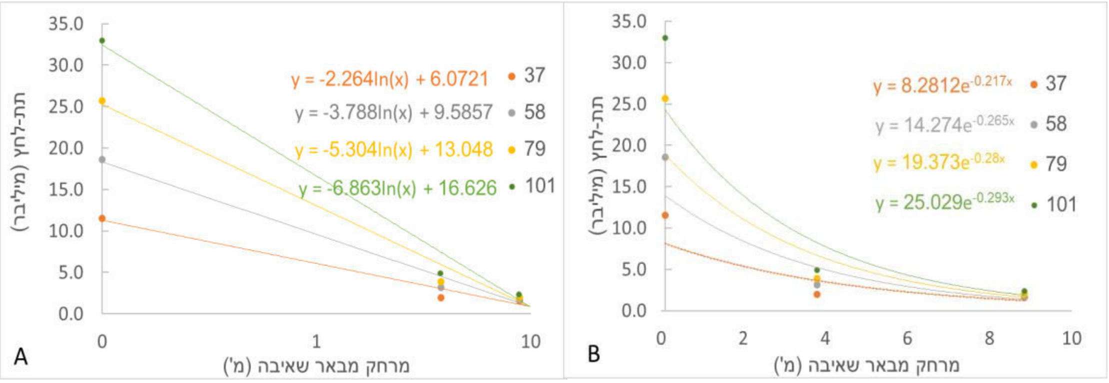
באר	SVE-10m	A	C	B	באר ניטור	SVE-15m	SVE-5m
מרחק אופקי מבאר שאיבה (מ')	**0**	**3.80**	**8.85**	**10.20**	**4.65**	**-**	**-**
ספיקה במפוח (מק"ש)	**תת-לחץ (מיליבר)**						
37	11.5	2.0	1.6	1.2	1.5	2.0	3.2
58	18.6	3.2	1.7	1.5	2.1	3.1	3.2
79	25.7	3.9	2.0	1.8	2.8	4.3	3.9
101	33.0	4.8	2.3	2.1	3.4	5.3	3.9

רדיוס ההשפעה שמתקבל עומד על טווח של 8.7-8.6 מ' עבור ספיקה מקסימלית של 101 מק"ש, כלומר בין שתי סוגי ההתאמות (לוגריתמי/מעריכי) כמעט ולא נמצאו הבדלים. עבור החלפת 10 נפחי אוויר באותה הספיקה, מתקבל טווח השפעה של 4.8-4.9 מ'.

4.1.4. השפעה אנכית

על פי התוצאות (טבלה 5) ניתן לראות השפעה חד משמעית על עומק 15 מ'. השפעה על חתך עמוק יותר, אינה אופיינית בדרך כלל, מכיוון שוקטור הזרימה של האוויר נע בעיקרו מעלה. מכיוון שכל באר טיפול נקדחה בנפרד ובמרחק זה מזה קיים מרחק אופקי בין באר שאיבה 10m לבאר 15m ולכן ההשפעה היא שילוב וקטורים אנכי/אופקי. חשוב לומר שבעת שאיבה מבאר 15m תת הלחץ שנמדד בבאר 10m היה גדול יותר משנצפה במקרה הנוכחי, וזו בהתאם לצפייה. ההשפעות האנכיות מלמדות על רצף ליתולוגי ללא שינויים משמעותיים בגודל הגרגר בתווך שבין 10 מ' ו-15 מ'. בניגוד לתת הלחץ הנמדד בעומק 15 מ', תת הלחץ הנמדד בעומק 5 מ', גם בעת שאיבה מבאר 10m אינו חד משמעי מכיון שמדרגות הספיקה אינן מבטאות עלייה בלחץ, מלבד בספיקת השאיבה הגבוהה ביותר. בנוסף, תת הלחץ הנמדד בבאר 5m היה משמעותי ועמד על 3.9 מיליבר.עם זאת, לא ניתן לומר בוודאות כי שאיבה/החדרה אוויר בעומק 10 מ' יכולה להוות טיפול עבור חתך הקרקע העליון.

תרשים 5.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 10m -התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B.



4.1.5. <u>שאיבה מבאר טיפול 5m</u>

ספיקות השאיבה שהתקבלו נעו בין 37-116 מק"ש (הספיקה הגבוה ביותר שהתקבלה במבחן כתוצאה מהעלאה של זרם ממיר התדר מ50 ל60Hz) על פי השתנות תת-הלחץ בבאר השאיבה ניתן ללמוד על כך, כי החדירות של הקרקע דומה מאוד לזו שהתקבלה בחתך החולי בעומק 10m. כאשר תת הלחץ הגבוה ביותר שנמדד היה 31 מליבר עבור ספיקה של 116 מק"ש. על פי תת הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה (טבלה 6 ותרשים 6) ניתן לראות שבשאיבה מעומק 5 מ' מתקבלת השפעה יחסית נמוכה, אם כי מדידה בבארות הניטור המקבילות במקבץ A C ו-B בהשפעה הולכת וקטנה בהתאמה למרחק. כאשר במקבץ B המרוחקת ביותר מבאר השאיבה נמדדת השפעה קטנה מ1 מיליבר. גם בבאר הניטור למי תהום נמדד השפעה נמוכה מ1 מיליבר, אך זו גם תוצאה של שוני בין מיקום המקטע המחורץ של שתי הבארות.

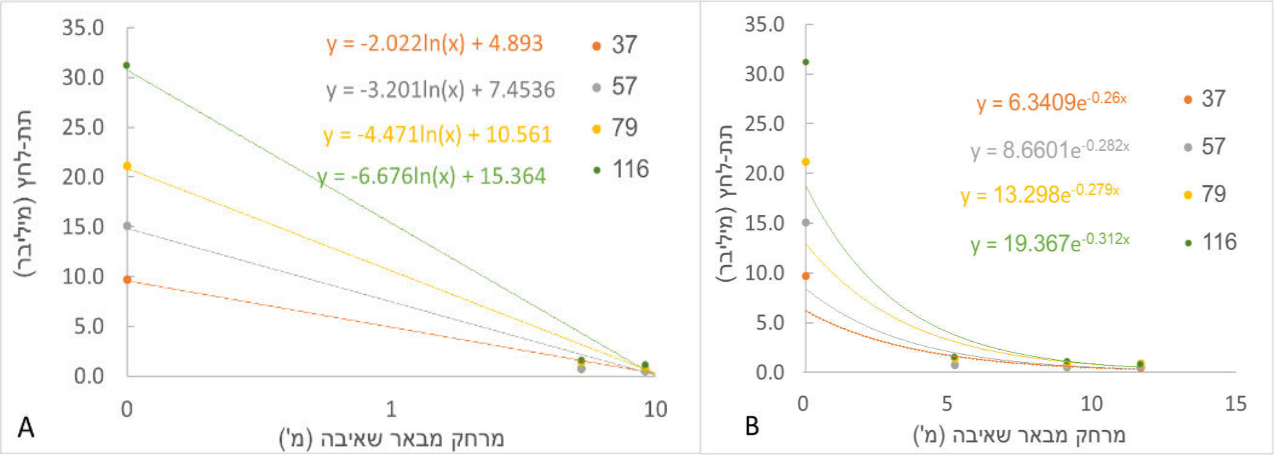
ככלל, לא התקבלו לחצים גבוהים בבארות הניטור במהלך שאיבה מבאר 5m והסיבה לכך היא, ככל הנראה, איבוד אוויר מפני השטח. מכיוון שהאתר אינו מחופה, ככל שנתרחק מבאר השאיבה/החדרה כך אובד אוויר או נכנס אוויר אטמוספרי דרך פני השטח. <u>בנוסף, חשוב לומר כי באר 5m היא המרוחקת ביותר מכל יתר צברי בארות הניטור</u>.

רדיוס ההשפעה שהתקבל בשאיבה מהחתך הרדוד היו נמוך במעט בהשוואה לבארות הטיפול האחרות, בטווח של 8.0-8.3 מ' עבור ספיקה מקסימלית של 116 מק"ש. עבור החלפת 10 נפחי אוויר ביום באותה הספיקה, מתקבל טווח השפעה של 4.6-4.8 מ'.

טבלה 6. תת לחץ בבארות במהלך שאיבה מבאר טיפול 5m

באר	SVE-5m	A	C	B	באר ניטור	SVE-15m	SVE-10m
מרחק אופקי מבאר שאיבה (מ')	**0**	**5.25**	**9.15**	**11.70**	**5.75**	**-**	**-**
ספיקה במפוח (מק"ש)	**תת-לחץ (מיליבר)**						
37	9.7	0.8	0.5	0.5	0.1	0.4	1.7
57	15.1	0.8	0.5	0.6	0.3	0.7	1.7
79	21.1	1.4	0.8	0.9	0.4	1.1	1.9
116	31.2	1.5	1.1	0.8	0.6	1.6	2.7

תרשים 6.השתנות תת-הלחץ כתלות במרחק מבאר השאיבה 5m-התאמה לוגריתמית A. התאמה מעריכית B.



טבלה 7.סיכום רדיוסי השפעה בשאיבה מעומק 5 10 ו-15 מ'.

פתרון מעריכי [מ']		פתרון לוגריתמי [מ']		שאיבה מעומק 15 מ'
T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	ספיקה שאיבה (m^3/hour)
3.5	6.9	3.2	6.7	30
4.1	7.9	3.8	7.7	48
4.7	8.7	4.3	8.3	67
5.0	8.9	4.6	8.5	85

פתרון מעריכי [מ']		פתרון לוגריתמי [מ']		שאיבה מעומק 10 מ'
T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	ספיקה שאיבה (m^3/hour)
3.8	7.8	3.6	7.7	37
4.3	8.1	4.1	8.1	58
4.6	8.5	4.5	8.4	79
4.9	8.7	4.8	8.6	101

פתרון מעריכי [מ']		פתרון לוגריתמי [מ']		שאיבה מעומק 5 מ'
T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	T = 10 d^{-1}	T = 1 d^{-1}	ספיקה שאיבה (m^3/hour)
3.5	7.0	3.4	6.9	37
3.8	7.3	3.9	7.3	57
4.3	8.1	4.4	7.9	79
4.6	8.3	4.8	8.0	116

4.2. ריכוז מזהמים בקרקע וקצב סילוק מזהמים- טיפול באמצעות SVE

מדידות PID במהלך הפיילוט הצביעו על ריכוזים של עד 562 חל"מ בשאיבה מבאר 15m, 513 חל"מ בשאיבה מבאר 10m ו-149 חל"מ מבאר 5m. נטילת דוגמת אוויר מהבארות בוצעה בשלב ההתחלתי של המבחן (מצב זמן 0) ובכל אחת מבארות הטיפול בספיקת השאיבה המקסימלית, על מנת לבחון את עומס המזהמים המרבי שאיתם תדרש מערכת טיפול להתמודד. תוצאות אנליזת המעבדה לגז הנשאב בזמן t(0) ובזמן שאיבה בספיקת מקסימום מוצגות טבלה 8. תעודות המעבדה מוצגות בנספח א'.

סכום מרכיבי ה-VOC שנמדד נע בין 0.157 מ"ג/מ"ק ל25.4 מ"ג/מ"ק בתנאי ההתחלה ללא שאיבה. כאשר במהלך השאיבה והפעלת תת לחץ בקרקע עלה ריכוז המזהמים בדוגמאות לטווח של 4.7 מ"ג/מ"ק עד 29.1 מ"ג/מ"ק. כך שבמהלך השאיבה ריכוז המזהמים עלה. בנוסף, ניתן לראות כי **בזמן 0** קיימת קורלציה בין כמות הנדיפים הידועים ברשימת הVOC לתוצאות אנליזת TVHC (כלל חומרים אורגניים נדיפים- חצי כמותי). בניגוד לכך, במהלך שאיבה, נמדדה עלייה משמעותית בריכוז הTVHC ובהפרש ניכר מסך ה-VOC בדוגמה. תופעה זו מתרחשת כאשר חומרים פחות נדיפים עם מקדמי לחץ חלקי נמוך, מתנדפים בתנאי תת לחץ במהלך השאיבה. בנוסף, בעת שאיבה לאורך זמן, נמשכים מזהמים מסביבת הבאר, קיימת אפשרות שסביבת באר הטיפול הינה מזוהמת יותר. יחס גבוה בין Sum VOC ל- TVHC מלמדת על נוכחות של מרכיבי דלקים בעלי שרשראות ארוכות יותר (שאינם נכללים ברשימת ה- VOC). חלק גדול ממרכיבים אלו צפויים להתפרק בתהליך הנשימה הטבעית של חיידקים מפרקי דלק בקרקע, שיוגבר כאשר מערכת ה-SVE תופעל (כתוצאה מאוורור הקרקע) או לחלופין כאשר יוחדר אוויר אטמוספרי באמצעות BV. ריכוז כלל המרכיבים הפחממנים TVHC המירבי נמדד בבאר טיפול 10m ועומד על 1,071 מ"ג/מ"ק, כך שבפועל מערכת הטיפול תדרש להתמודד עם עומס דומה לזה של מזהמים.

עומס מזמהים זה, הינו אקוויולנטי לריכוז של 331 חל"מ (VOC), חישוב זה מבוצע על בסיס ממוצע מסה מולרית של מרכיבים נדיפים 78.95 g/mol [ppm = 24.45 x concentration (mg/m^3) ÷ molecular weight]

רוב מערכות ה-SVE בעלות מתקן טיפול קטליטי יעיל, מווסתות את קצבי השאיבה לקבלת עומס מזהמים יחסית אחיד (על פי האקסותרמיות של סך המזהמים). ריכוזי המזהמים שנמדדו מתארים בקירוב, מצב שיווי משקל ולכן מהווים מדד לכמות המזהמים בקרקע. מערכת סטנדרטית מסוגלת לטפל בעומס מזהמים של עד 1,500 חל"מ נפחי בשעה, תשאב בתחילת שלב הטיפול עם דילול מהקרקע, אולם ספיקת השאיבה מהקרקע צפויה לגדול כבר לאחר 24 שעות ולאחר מכן להמשיך לגדול באופן מעריכי עד לקבלת הספיקה המרבית.

לצורך הבנת קצבי סילוק, מתואר מודל למשך הטיפול הנדרש באמצעות חישוב דעיכה מעריכית בקצב סילוק המזהם עם הזמן. החישוב המתואר למטה מבטא כמות מזהם מקידוח אחד בלבד (D-13) נפח קרקע של 11.7 מ"ק (רדיוס 0.5 מ"ר ועומק של 15 מ').

על פי ממצאי דיגום האוויר (טבלה 8), ריכוז מקסימום באוויר הנשאב הינו כ-1.07 גר' למ"ק. עבור ספיקת מערכת ממוצעת של 100 מק"ש (בהנחה של כל ספיקת השאיבה מבוצעת מבאר אחת), מדובר בקצב סילוק מזהמים התחלתי ($q0$) של 107 גר' לשעה. בהנחה שריכוז המזהמים ואיתו קצב הסילוק יפחת בצורה מעריכית עם משך הטיפול:

$$q(t) = q_0 e^{-kt}$$

על פי מסת המזהם (M_T) המוערכת בנפח הקרקע המטופל סביב קידוח D-13 (66.5 ק"ג) וצפיפות קרקע של 1,400 מ"ג/מ"ק, על בסיס ממוצע מזהם מסוג TPH (חושב מתוצאות אנליטיות של אנליזות סקר משלים ותיחום מוקד עמוק, לודן, ינואר 2021) אזי שניתן להעריך את קצב הדעיכה על פי:

$$M_{\mathrm{T}} = q_0 \int_0^{\infty} e^{-kt} dt = \frac{q_0}{k} \rightarrow k = \frac{q_0}{M_{\mathrm{T}}}$$

ואת מסת המזהם שסולקה על פי:

$$M(t) = q_0 \int_0^{t} e^{-kt} dt = \frac{q_0}{k}(1 - e^{-kt})$$

כלומר, לאחר שבוע של פעילות רצופה (168 שעות) יסולקו 15.7 ק"ג (23.7%) ולאחר חצי שנה של שאיבה (4,320 שעות) יסולקו 66.4 ק"ג (99.9%) מזהם. תוצאות מודל סילוק מזהמים מסוכם בטבלה 9. חשוב לציין כי המודל אינו לוקח בחשבון נדיפות ולחצים חלקיים של כל המזהמים. שרשראות פחממניות כבדות המאפיינות את הזיהום באתר לא יתנדפו מהקרקע בקצב זהה לנידוף של חומרים אורגנים נדיפים שנמצאו בדיגום גז הקרקע, כדוגמת Propyl Benzene

טבלה 8. תוצאות אנליזה לאוויר הנשאב ספיקה שאיבה מקסימלית

באר	5m-t(0)	10m-t(0)	15m-t(0)	B-15m t(0)	5m-SVE	10m-SVE	15m-SVE
מרכיב/יח'	מיקרוגרם למ"ק						
Propene	ND	81	ND	135	80	111	ND
Ethanol	ND	ND	ND	341	ND	ND	ND
Acetone	ND	49	ND	1,017	198	132	57
Methyl isobutyl ketone	ND	ND	ND	655	ND	ND	ND
Ethylbenzene	ND	413	377	ND	238	721	851
Nonane	ND	ND	ND	ND	1,175	ND	ND
Isopropyl Benzene	ND	4,212	2,703	751	598	5,380	4,687
Propyl Benzene	ND	20,288	8,769	644	1,528	22,642	20,696
1,2,4-trimethylbenzene	157	227	351	ND	ND	ND	ND
Naphthalene	ND	223	665	115	932	192	420
Sum VOC	157	25,493	12,865	3,658	4,750	29,177	26,711
TVHC (semiquantitative)	157	25,490	12,862	3,652	142,479	1,071,480	26,708

טבלה 9. מודל סילוק מזהמים*

פרמטרים מוערכים	ריכוז מזהמים התחלתי	g m-3	1.07	C0
	ספיקה ממוצעת	$m^3\ hr^{-1}$	100	Q
	מסת מזהם כוללת	kg	66.5	M_T =
פרמטרים מחושבים	קצב סילוק התחלתי	$g\ h^{-1}$	107	q0 =
	מקדם דעיכה	h^{-1}	0.00161	k =
מודל סילוק מזהמים		% סילוק	M (kg)	t (hour)
		23.70%	15.7	168
		68.63%	45.6	720
		96.91%	64.4	2,160
		99.90%	66.4	4,320

***מודל סילוק מזהמים על בסיס SVE (נדיפים בלבד) עבור קידוח D-13 בנפח קרקע של 11.7 מ"ק (רדיוס 0.5 מ'), הערכת הזמנים בשלבי המבחן המקדים היא הערכה ראשונית בלבד ואינה מייצגת את האתר כולו. אחוז הסילוק והזמן במודל הזה מציגים את יעילות הטיפול הגבוהה ביותר (או מהגבוהות ביותר) הצפויה באתר עבור סילוק מזהם נדיף בלבד. שרשראות פחממניות ארוכות המאופיינות ביזהום ORO-DRO לא נכללים במודל הנ"ל.**

4.3. ריכוז החמצן בתת הקרקע בבארות החדרה וניטור

מדידת החמצן הראשונית באתר [טבלה 10] מלמדת על ריכוז חמצן נמוך מריכוז אטמוספרי, כאשר קיימת גם קורלציה עם ריכוז המזהם בקרקע. כלומר, ריכוז חמצן נמוך נמדד בבארות בהן נמדד ריכוז מזהם גבוה באמצעות PID (טבלה 10). ריכוז החמצן הנמוך ביותר נמדד בבאר הניטור למי התהום. ככל הנראה, תכולת רטיבות גבוהה בקרקע (בחתך המחורץ של הבאר) מקטינה תנועה דיפוזיבית בקרקע ולכן מקטינה את החלפת האוויר הטבעית. לרוב מתייחסים ל-5% *חמצן כאל ריכוז גורם מגביל לפירוק מיקרוביאלי*[4] ניתן לראות כי בבארות בהן ריכוז המזהם הוא הגבוה ביותר נמדד ריכוז חמצן נמוך מזה (BV-10m,BV-15m). ניתן לראות כי בשתי בארות ניטור לעומק 5 מ' ובבאר הטיפול לעומק 5 מ' נמדד ריכוז שווה או גדול מ10%, הסיבה לכך היא רמת זיהום נמוכה (על פי ממצאי PID) וככל הנראה השפעה של אוויר אטמוספרי. מכיוון שהשטח אינו מכוסה עם חיפוי, קיימת החלפת אוויר אטמוספרי המושפעת משינויים ברומטרים, דיפוזיה, מכיוון שתנועת האוויר בחתך העליון אפקטיבית יותר כתוצאה מתכולת רטיבות נמוכה, זאת בהשוואה לחתך העמוק.

אחרי 10 שעות של החדרת אוויר בבארות החדרה, כצפוי, עלה ריכוז החמצן בכל בארות ההחדרה ובבארות הניטור במקבץ A (הקרובות ביותר לבארות ההחדרה). ריכוז החמצן בבארות ניטור במקבץ A עלה והתייצב על ערכים קרובים לריכוז אטמוספרי בין 17.5-18.5% כתוצאה מהחדרת האוויר מכוח האדווקציה. ריכוז זה נותר יציב לאורך זמן, גם לאחר הפסקת פעילות המפוח. זאת בניגוד למקבצי בארות הניטור המרוחקות יותר (C ,B) בהן לא נמדדה השפעה בטווח עבודת המפוח על ריכוז החמצן. עם זאת, לאחר תקופת מדידה של כשבוע ימים, התרחשה עלייה בריכוז החמצן בבארות מקבץ C כתוצאה מתנועת חמצן דיפוזיבית.

4.3.1. ריכוז CO_2 בבארות

טבלה 10 מסכמת את תוצאות ריכוז הפחמן הדו חמצני בתנאי ההתחלה של הפיילוט ולאחר תקופה של שבוע ימים מסיום החדרת האוויר. ריכוז הפד"ח הנמדד בתנאי ההתחלה בכל הבארות טיפול/ניטור גבוה ועמד על ממוצע של 9.3% לעומת ריכוז ממוצע של 5.5% לאחר כשבוע מסיום החדרת האויר. למעשה, תצפית זו מנוגדת להנחה שריכוז הפחמן הדו חמצני בקרקע צפוי לעלות כחלק מתהליך הנשימה המיקורביאלית. עם זאת, החדרת אוויר אטמוספרי בריכוז פד"ח של 0.04% ודילול ריכוזו בקרקע הינם בעלי השפעה גבוה יותר מתהליכי פירוק מיקרוביאלים המתרחשים בטווח הזמן של מבחן הנשימה.

נתוני הפד"ח ההתחלתי אם כן, מלמדים על כך כי קיים פירוק טבעי של חומר אורגני/מזהמים בקרקע. וככל הנראה, החדרת אוויר אטמוספרי תעודד את הפירוק.

---

[4] 3Army, U. S. "Soil Vapor Extraction and Bioventing—Engineering and Design." US Army Corps of Engineers, EM 3-3(2002): .

טבלה 10. ריכוז חמצן/פד"ח התחלתי וריכוזים לאחר טיפול

באר	O_2 (%) (התחלתי)	O_2 (%) בסיום החדרת אוויר	O_2 (%) לאחר 7 ימים מהחדרת אוויר	קצב דעיכה חמצן לינארי (%/יום)	CO_2 (%) (התחלתי)	CO_2 (%) לאחר 7 ימים מהחדרת אוויר	PID (ppm) (התחלתי)
BV-5m	7.6	20.9	11.8	1.3	<5	5.1	52
BV-10m	0.8	20.9	6.2	2.1	<5	6.6	537
BV-15m	1.4	20.9	6.2	2.1	<5	3.2	410
A-5m	10.3	18.5	14.6	0.6	9.6	3.4	13.2
A-10m	6.2	19.2	8.9	1.5	9.8	6.0	274
A-15m	8.6	17.5	8.0	1.4	9.7	6.6	231
B-5m	5.9	10.7	16.9	-0.9	8.7	3.4	17.9
B-10m	15.1	0.5	16.7	-2.3	9.8	2.9	18.6
B-15m	7.3	8.4	3.9	0.7	8.7	9.1	141.3
C-5m	12.3	3.3	16.0	-1.8	7.7	5.1	5.5
C-10m	6.7	0.6	11.7	-1.6	9.8	6.6	16.1
C-15m	2.2	0.5	7.8	-1.1	9.9	8.6	12.3
באר ניטור מי תהום	0.1	15.3	7.5	1.1	9.9	4.9	-

4.3.2. <u>דעיכת ריכוז חמצן בבארות לאורך 7 ימים וחישוב מקדם דעיכה</u>

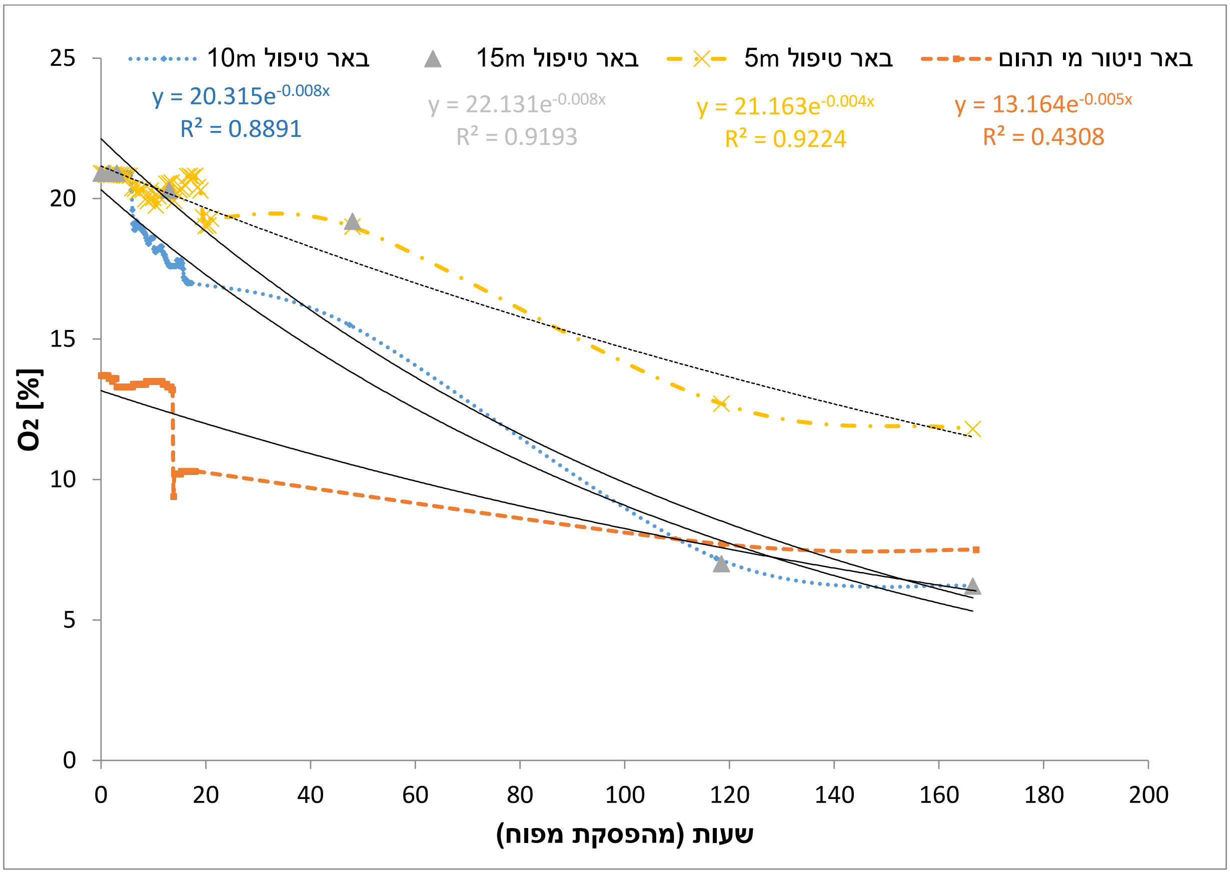
הסיבה לדעיכה בריכוזי החמצן לאחר הפסקת עבודת המפוח נובעת מתהליך הנשימה המיקרוביאלית בקרקע וכתוצאה מתנועה דיפוזית של חמצן, כאשר חמצן נע מאזור מריכוז גבוה לאזור בו ריכוז החמצן נמוך. לצורך קביעת מקדם דעיכת החמצן בוצע מעקב של דעיכת חמצן בכל הבארות. בחלק מהבארות בוצע מעקב רציף באמצעות מדי חמצן אוגרי נתונים ובמקביל בוצעה מדידה רגעית בכל הבארות החדרה/ניטור באמצעות תא מדידה ייעודי כ-0.5/1/2/8 שעות מהפסקת המפוח ומאוחר יותר, יומיים, חמישה, שישה ושבעה ימים מסיום החדרת האוויר בבארות הטיפול.
תרשימים 7-10 מתארים דעיכת חמצן בבארות הטיפול והניטור (מקבץ C,A). כאמור במקבץ B המרוחק ביותר מבארות הטיפול לא נמדדה עליית חמצן משמעותית בעת החדרת האוויר ובאותה המידה לא נמדדה דעיכת חמצן לאורך מבחן הנשימה.
ניתן לראות, כי ירידה בריכוז החמצן בבארות הטיפול נמדדה גם לאחר כ-166 שעות (7 ימים) מסגירת המפוח. הערכה היא, כי שינוי בריכוז החמצן בקרקע דורש אדפטציה של אוכלוסיית החיידקים לסביבה אירובית, ולכן מתקבל עיכוב בצריכת החמצן. דעיכת חמצן בבארות הניטור הקרובות ביותר במקבץ A נמשך לאורך זמן של 120 שעות, מאוחר יותר, במדידה שבוצעה לאחר 166 שעות נמדדה עלייה בריכוז החמצן לאורך כל החתך (5,10,15 מ'). העלייה נובעת מתנועה דיפוזית של חמצן. תופעה זהה לזו נצפתה בבארות ניטור במקבץ C מוקדם יותר, כאשר כבר לאחר 13 שעות נמדדה עלייה בחמצן בכל החתך, כלומר במרחק בו לא הייתה השפעה אדווקטית מיידית של עליית חמצן עם החדרת האוויר, התקבלה דווקא עלייה מספר שעות לאחר הפסקת המפוח כתוצאה מתנועה דיפוזית של החמצן מפתח הקידוחים.

קצב דעיכה/צריכת החמצן שנמדד, בבארות הטיפול 10m ו-15m הינו זהה $0.008[hour^{-1}]$ (קירוב מעריכי), השיפוע חושב על ידי התאמת משוואה אקספוננציאלית מסדר ראשון. לעומת זאת, קצב דעיכת החמצן בבאר טיפול 5m הינו $0.004[hour^{-1}]$ נמוך יותר בהשוואה לחתך העמוק. ממצא זה עומד בקנה אחד עם ריכוז מזהם נמוך יותר בהשוואה לחתך העמוק, כאשר עומס מזהם, או לחלופין, זמינות של חומר אורגני לפירוק משפיעים על דעיכה/צריכת החמצן בקרקע. לטובת חישוב קצב פירוק מזהמים המתואר בפרק 4.4 חושב קצב דעיכת חמצן בקירוב לינארי, כלומר, אחוז חמצן בעת סגירת המפוח (20.9%) ואחוז החמצן בסיום הפיילוט (6.2%) לאחר 6.9 ימים (166.5 שעות), כלומר, דעיכה של 2.1% חמצן ליום. לעומת דעיכה של 1.3% ליום בקירוב לינארי עבור באר 5m (טבלה 10).

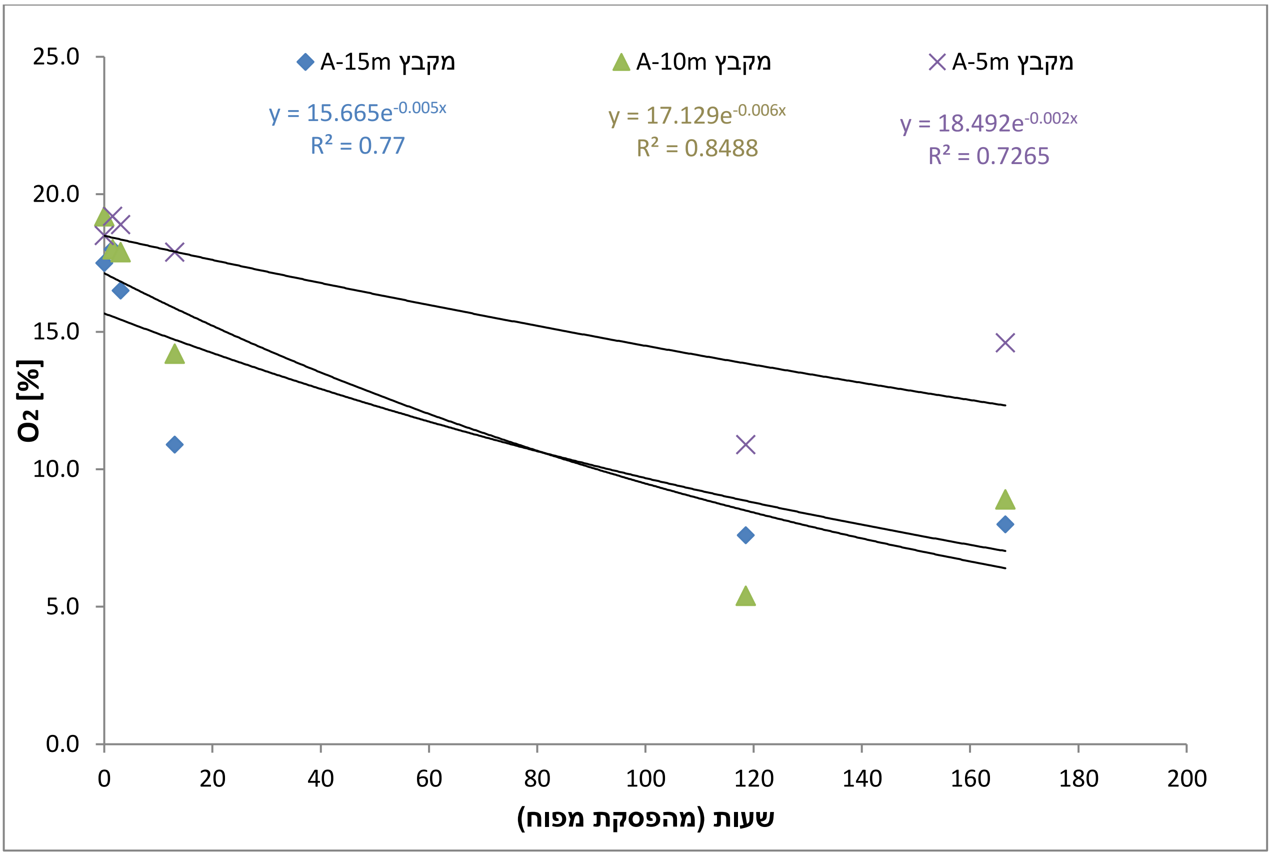
בבארות הניטור חושבו קצבי דעיכה דומים בטווח 0.005-0.006[$hour^{-1}$] (1.4-1.5% חמצן ליום בקירוב לינארי) וקצב נמוך יותר, שוב, עבור החתך הרדוד בבאר ניטור לעומק 5 מ' 0.002[$hour^{-1}$] (0.6% חמצן ליום) . באר הניטור **למי תהום** נמדד קצב זהה לבאר ניטור 15 מ' עם דעיכה של 0.005[$hour^{-1}$] (1.1% חמצן ליום).

תרשים 9 **מתאר דעיכת חמצן ללא נתון של מדידת החמצן האחרונה (166 שעות) במקבץ A ובוצעה התאמה מעריכית רק עד מדידת החמצן לאחר 120 שעות. עקום ההתאמה שהתקבל הינו בהתאמה גבוה יותר והסיבה לכך היא עלייה בריכוז החמצן שנמדדה בבארות לאחר 166 שעות מכיבוי המפוח.** תרשים 10 מתאר מעקב אחר ריכוז החמצן בבארות ניטור במקבץ C המרוחקות. ריכוז החמצן בבארות אלו נמדד לאורך מבחן הנשימה בעלייה קבועה לאורך מבחן הנשימה ולא ניתן לקבוע מהו מקדם הדעיכה מבארות הניטור במקבץ זה. תופעה זהה נמדדה גם בבארות במקבץ B המרוחקות ביותר מבארות הטיפול (התוצאות אינן מוצגות).

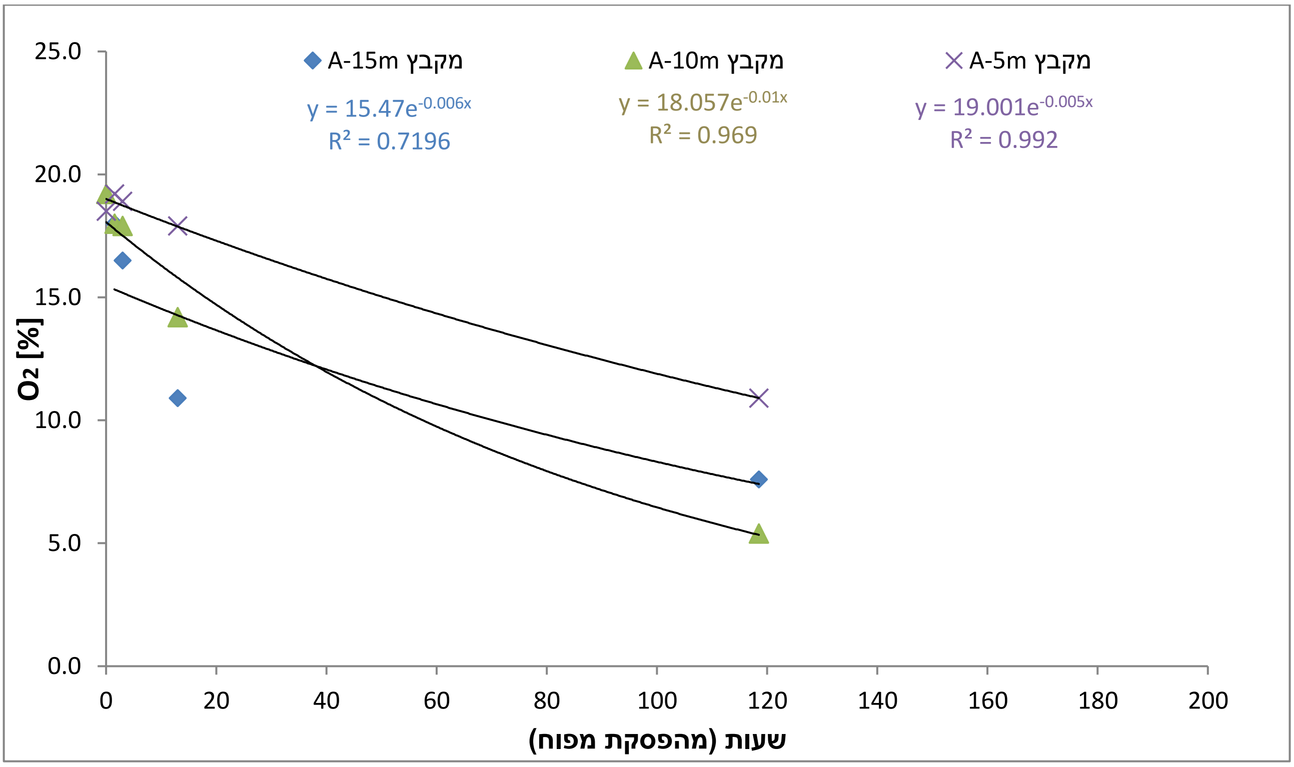
תרשים 7. דעיכת חמצן בבארות הטיפול ובבאר ניטור למי תהום



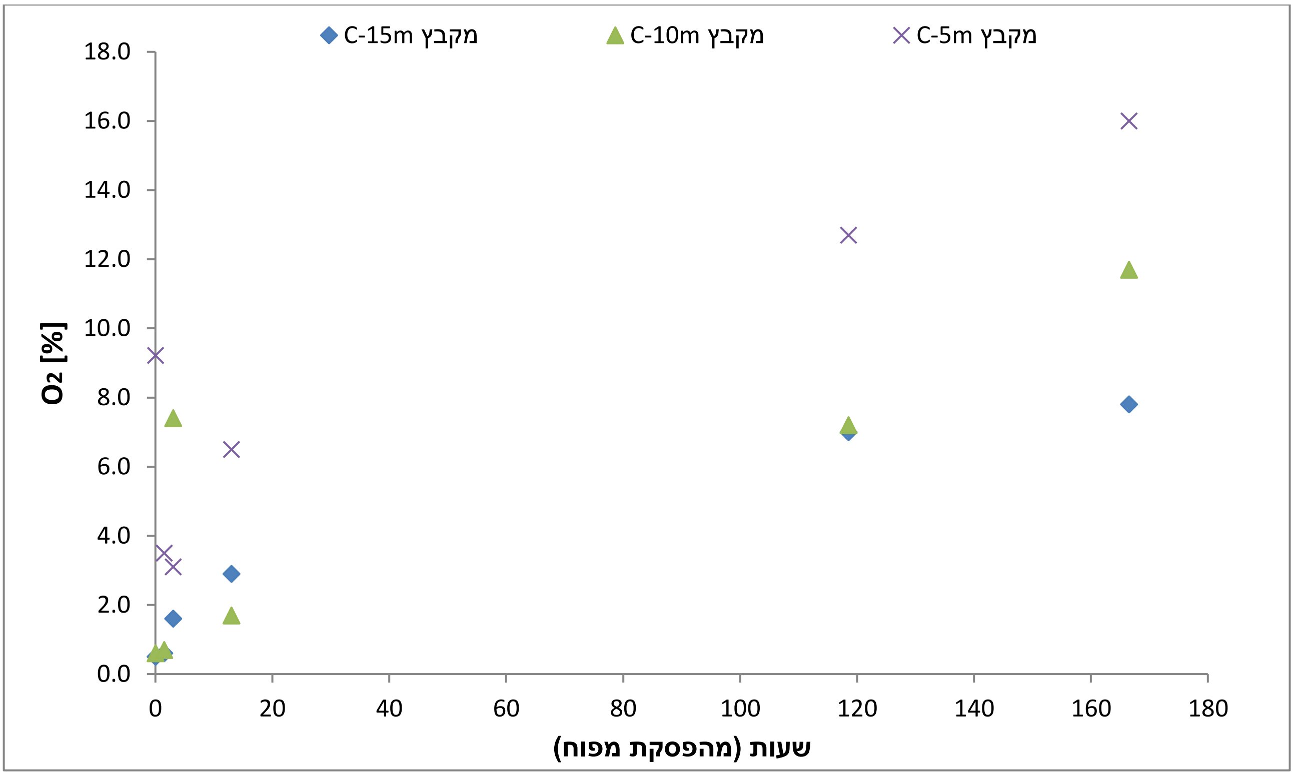
תרשים 8. דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ A לאחר 166 שעות מהפסקת המפוח



תרשים 9. דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ A לאחר 120 שעות מסגירת המפוח



תרשים 10.דעיכת חמצן בבארות ניטור מקבץ C



4.4. חישוב קצב פירוק מזהמים על בסיס דעיכת חמצן

בתוצאות אנליזת האוויר t(0) (טבלה 8), נמדד ריכוז מקסימלי של 25.4 מ"ג/מ"ק VOC בקידוח 10m ואילו במהלך הפעלת תת לחץ נמדדו מאותה הבאר 1,071 מ"ג/מ"ק של TVHC. תצפית זו מעידה על כך שעיקר הזיהום מורכב ממזהמים פחות נדיפים. לכן על פי יחס עלות/תועלת, טכנולוגיית ה-BV מתאימה לשיקום האתר. יתרה מזו, ממצאי סקר הקרקע מלמדים על זיהום TPH עם ערכים מקסימליים של 16-19 אלף מ"ג/ק"ג וללא זיהום במרכיבי VOC.

על פי קצב צריכת החמצן שנמדד, חושב קצב הצריכה של המזהמים על פי המשוואות הבאות: לצורך ייצוג של זיהום מסוג TPH, נלקחה נוסחת חמצן של אלקן, בעל 12 פחממנים (Dodecane).

[1] נוסחת החמצן של אלקן 12 פחממנים –$C_{12}H_{26} + 18.5O_2 \rightarrow 12CO_2 + 13H_2O$

[2] נוסחת חישוב צריכת מזהם (USACE, 2002)

$$K_B = \frac{-(0.01) \times K_O \times \theta_A \times \frac{1,000\ l-air}{m^3-air} \times D_O \times C}{\rho_S}$$

K_B – קצב פירוק ביולוגי (מ"ג-אלקן לק"ג קרקע ביום)

K_0 – קצב צריכת חמצן (% ליום) – בבארות 10m ו-15m נמדדה ירידה של 2.1% ביום (קירוב לינארי עבור אחוז דעיכת חמצן ליום במשך 6.9 ימי הפיילוט טבלה 10).

Θ_A – תכולת אוויר = 0.24 (m^3/m^3) (מוערך על פי סוג ולחות הקרקע)

D_0 – צפיפות הגז באוויר= 1,330 mg $Liter^{-1}$ (צפיפות על פי תנאים סטנדרטיים)

C– יחס סטוכיומטרי (משקלי) בין המזהם לחמצן = 1 מיליגרם חמצן יגרום לפירוק של 0.287 מילגרם TPH (על פי חמצון Dodecane, משוואה [1])

ρ_s – צפיפות גושית של קרקע = 1,590 kg m^{-3} (מוערך על פי קרקע חולית)

על פי הפרמטרים הללו, נמצא קצב פירוק ביולוגי של 1.22 מ"ג אלקן לק"ג קרקע ביום. קצב זה, חושב עבור נשימה מיקרוביאלית בלבד. זהו קצב נמוך יחסית והוא מתאים לתנאים של קרקע חולית, דלה בנוטריינטים ובעלת תכולת רטיבות נמוכה ביחס לקרקעות . קצב זה צפוי לגדול בתחילת שלב השיקום יחד עם האוכלוסיה המיקרוביאלית ולדעוך אם וכאשר ייווצר גורם מגביל אחר (חומרי הזנה, רטיבות וכו').

4.5. חישוב רדיוס ההשפעה לפי ספיקה נתונה (מבוסס חמצן)

בהתאם ליחס הסטוכיומטרי המשקלי בין המזהם (C12) לחמצן, עבור צריכה זו, קצב אספקת החמצן הנדרש (R) הינו 4.25 מ"ג חמצן לכל ק"ג קרקע ביום.

Q- ספיקת החמצן בהחדרה של 30 מק"ש אוויר בצפיפות של 1.33 ק"ג למ"ק ובריכוז חמצן אטמוספרי (20.9%) לקרקע שווה ל:

$$Q = 30\ m^3\ Hour^{-1} \cdot 1.33\ kg\ m^{-3} \cdot 0.209\ kg\text{-}\ O_2\ kg\text{-}air^{-1} = 8.34\ kg\text{-}O_2\ Hour^{-1}$$

על פי היחס הסטוכיומטרי, כמות חמצן זו גורמת, אידיאלית, לפירוק של 2.39 מ"ג אלקן (C12) בשעה (או חומר אורגני אחר בכמות אקוויולנטית) סביב כל באר טיפול. מסת הקרקע המטופלת (M) על ידי אספקת חמצן זו מחושבת על פי:

$$M = Q/R = 8.34\ kg\text{-}O_2\ Hour^{-1}\ /4.25\ mg\text{-}O2\ kg^{-1}\text{-}Soil\ day^{-1} \cdot 24\ Hour\ day^{-1} \cdot 10^6\ mg\ kg^{-1} = 4.7 \cdot 10^7\ kg\text{-}Soil$$

מסה זו שווה לנפח קרקע (V) של כ-29,620 מ"ק של קרקע (על פי צפיפות של 1,590 ק"ג למ"ק). רדיוס ההשפעה עבור גליל בעומק (L) הינו:

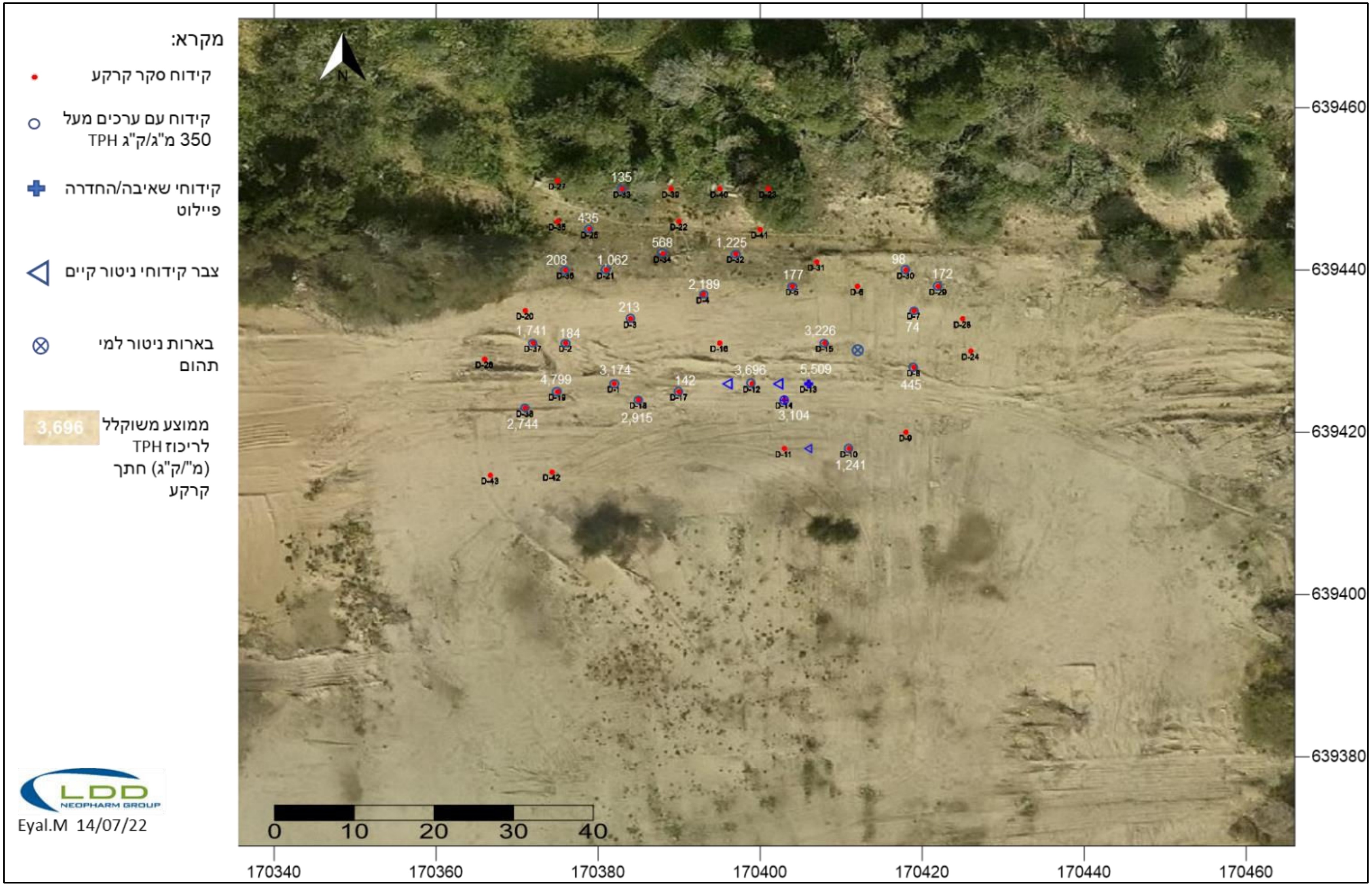
$$r=(V/(\pi \cdot L))^{0.5}$$

כלומר החדרת אוויר בספיקה של 30 מק"ש בכל באר בעומק של 15 מ' צפויה לספק את <u>קצב צריכת החמצן</u> במרחק של 25 מ' סביב כל באר. חישוב זה מבטא את החשיבות בהחדרת אוויר בספיקות נמוכות בטיפול באמצעות BV (עד 30 מק"ש לבאר), מצד אחד לספק את צריכת החמצן הנדרשת לפירוק מיקרוביאלי, ומצד שני להימנע מדחיקת המזהמים. רדיוס 25 מ' מתקבל מדרישת המינימום לפירוק מיקרוביאלי על פי היחס הסטויכיומטרי עבור אלקן בלבד ואינו מבטא פירוק של שרשראות פחממניות ארוכות יותר. ואינו מבטא רדיוס טיפול אפקטיבי.

4.6. הערכת מסת מזהם באתר ומשך זמן הטיפול

על מנת להעריך את כמות המזהם באתר נלקח נפח טיפול של $21,175m^3$ (1,628 מ ^{2} ועומק חתך של 13 מ').
עבור כל קידוח נלקח ריכוז מזהם ממוצע משוקלל, תוצאות הריכוז המשוקלל (ריכוז מזהם בכל מטר קרקע/לעומק החתך) מתוארים בתרשים 11.
טווח הריכוזים המשוקלל שהתקבל הינו 98-5,509 חל"מ (תרשים 11), מסת המזהם (TPH) שהתקבלה הינה 58,830 ק"ג עבור מסת קרקע כוללת של 33,668 טון. בקצב פירוק מיקרוביאלי כפי שהתקבל לפירוק אלקן (1.22 מ"ג אלקן לק"ג קרקע ביום) מתקבלת הערכת זמן <u>מינימלית</u> לפירוק של 1,432 ימים (כ-3.9 שנים). הערכה הינה מינימלית מכיון שקצב הפירוק המיקרוביאלי המוערך הינו עבור שרשרת פחממנית של C12 מאחר שתוצאות TPH כוללות שרשראות ORO עם מספר פחממנים גדול יותר (C28-40) קצב הפירוק עבור מזהמם מסוג זה צפוי להיות נמוך יותר ומכך משך טיפול ארוך יותר. הערכת הזמן הזו מבוססת על פירוק תיאורטי של כלל המזהם באתר ואינו לוקח בחשבון ערך מטרה לשיקום. קצבי פירוק צפויים לרדת עם הזמן, ככל שזמינות החומר האורגני בקרקע תרד. בפועל, לא קיימת אפשרות להגעה של "0" זיהום. חשוב לציין כי זוהי הערכה התחלתית בלבד, הערכת משך הטיפול, מותאמות למצב קיים נדרשות לביצוע במהלך הטיפול. בחינה תקופתית של דעיכת חמצן וריכוז המזהמים בקרקע מאפשר עדכון הערכה.
חשוב לציין כי ריכוז המזהם הממוצע המשוקלל מוריד מהערכים המושקללים את הריכוזים הגבוהים שנמצאו בחלק מהדוגמאות בסקר קרקע. דוגמאות קרקע בריכוזים 10,000-19,000 מ"ג לק"ג לא יטופלו בטווח הזמן המצויין לעיל. מדובר על 6 קידוחים (D-4,D-12,D-13,D-14,D-15,D-19) בהן נמצאו כ-7 דוגמאות (רובן בחתך העמוק) בריכוז מעל 10,000 חל"מ.
לצורך האצת קצב פירוק המזהם ניתן לבצע שילוב של שיטות טיפול או חלופין להאיץ פירוק על ידי חימום האוויר המוחדר לקרקע , הוספת לחות, החדרת נוטריינטים במידת הצורך.

תרשים 11. ריכוז מזהם משוקלל עבור קידוחים עם ממצאים חריגים



5. סיכום ממצאים

1. לחצי העבודה שנמדדו במהלך שאיבה מבארות הטיפול היו נמוכים, מה שמעיד על חדירות גבוהה לאוויר של הקרקע. לכל אורך החתך נמדדו לחצים כמעט זהים, נתון המעיד על ליתולוגיה זהה.
2. בבארות הניטור הממוקמות מבארות השאיבה במרחק של עד 11.5 מ' נמדדה השפעה במהלך שאיבת המבחן.
3. במודל רדיוס השפעה הקובע את המרחק בו מתקיים לחץ/תת לחץ 0 סביב באר השאיבה/החדרה התקבל רדיוס השפעה של 8.7 מ' (בארות 10 ו-15) עבור החלפת נפח אוויר אחד ביום בספיקה המקסימלית.
4. המודל הראה רדיוס השפעה נמוך יותר (8.1 מ') עבור באר 5m
5. חיפוי של הקרקע צפוי להגדיל רדיוסי ההשפעה בעומק הרדוד.
6. SVE- עבור החלפת 10 נפחי אוויר ביום הראה המודל רדיוס השפעה של 4.7 מ' עבור באר 5m ו-4.8 מ' עבור בארות 15m ו-10m.
7. בעת שאיבה מבאר טיפול 5m נמדדו שינויי לחצים קטנים יותר בבארות הטיפול בהשוואה לשאיבה מבארות 10 ו-15. מכיוון ששטח הטיפול אינו מכוסה, מתרחש איבוד של אוויר לאטמוספירה. על מנת להמנע מכך בעת הטיפול יש להקטין את המקטע את המחורץ של בארות הטיפול הרודות.
8. מדידות PID במהלך הפיילוט הצביעו על ריכוזים של עד 562 חל"מ בשאיבה מבאר 15m, 513 חל"מ בשאיבה מבאר 10m ו-149 חל"מ מבאר 5m.
9. סכום מרכיבי ה-VOC שנמדד בבדיקת מעבדה נע בין 0.157 מ"ג/מ"ק ל25.4 מ"ג/מ"ק בתנאי ההתחלה ללא שאיבה. כאשר במהלך השאיבה והפעלת תת לחץ בקרקע עלה ריכוז המזהמים בדוגמאות האוויר לטווח של 4.7 מ"ג/מ"ק עד 29.1 מ"ג/מ"ק, כך שעומס המזהמים הנדיפים בקרקע נמוך.
10. במהלך שאיבה, נמדדה עלייה משמעותית בריכוז הTVHC ובהפרש ניכר מסך ה-VOC בדוגמה. תופעה זו מתרחשת כאשר חומרים פחות נדיפים עם מקדמי לחץ חלקי נמוך, מתנדפים בתנאי תת לחץ גבוה.
11. על פי מודל דעיכה מעריכי המתאים לטיפול באמצעות SVE בלבד, בספיקת שאיבה של 100 מק"ש, מסת המזהם המוערכת בנפח הקרקע המטופל סביב קידוח D-13 (66.5 ק"ג) לאחר שבוע של פעילות רצופה (168 שעות) יסולקו 15.7 ק"ג (23.7%) ולאחר חצי שנה של שאיבה (4,320 שעות) יסולקו 66.4 ק"ג (99.9%) של <u>המזהם הנדיף</u>. (מסת המזהם שחושבה סביב הקידוח הינו חישוב מבוסס TPH וככל הנראה מבטא הערכת יתר עבור הפרקציה הנדיפה, הערכה זו בוצעה לטובת המודל בלבד) בפועל, פעילות באמצעות SVE תסיר את הפרקציה הנדיפה, ללא אפשרות טיפול בשרשראות כבדות.
12. ריכוזי הבסיס של חמצן ופד"ח בבארות הטיפול/ניטור באתר מלמדים על תהליכי פירוק מיקרוביאלי של חומר אורגני, עם זאת חמצן מהווה גורם מקביל בהתקדמות הפירוק.
13. נמדדה קורלציה בין בארות המזוהמות ביותר (על פי מדידת PID) לקצב דעיכת החמצן בבארות
14. קצב ירידת החמצן המקסימלי שנמדד עמד על 2.1% ליום, דעיכה זו, אקוויולנטית לקצב פירוק ביולוגי של 1.22 מ"ג אלקן לק"ג קרקע ביום.
15. רדיוס השפעה <u>מבוסס לחץ</u> המתקבל מהמודל לטיפול באמצעות BV הינו 7.1 מ' (בממוצע עבור עומקים 5,10,15) בספיקת טיפול 30-37 מק"ש.
16. על פי רדיוס השפעה <u>מבוסס צריכת חמצן</u>, החדרת אוויר בספיקה של 30 מק"ש בכל באר בעומק של 15 מ' צפויה לספק את קצב צריכת החמצן (על פי יחס סטוכיומטרי של פירוק אלקן C12 למ"ק קרקע) במרחק של 25 מ' סביב כל באר טיפול. רדיוס זה מבטא את החשיבות בספיקת עבודה קטנה לסיפוק צורך מיקרוביאלי, והמנעות מפיזור של הזיהום, אך אינו מבטא רדיוס תכנוני לפיזור בארות במרחב.
17. הערכת משך הטיפול המינימלי המתקבל עבור ממוצע מזהם משוקלל הינו 1,432 ימים, הערכה זו מינימלית מכיוון שזיהום הקרקע מורכב משרשאות פחממניות ארוכות (C28-40) מאלו של אלקן. קרקע בריכוז מזהם בטווח 10-19 אלף חל"מ לא יטופל בטווח הזמן לעיל. באזורים בהן הזיהום גבוה, יתרחש טיפול, אך לא בטווח הזמן המוערך. חשוב לציין כי, הערכת הזמן הזו מבוססת על פירוק תיאורטי של כלל המזהם המוערך באתר ואינו לוקח בחשבון ערך מטרה לשיקום.

6. תכנית שיקום עקרונית מוצעת

ממצאי המבחן המקדים מצביעים על היתכנות לשיקום קרקע In-situ, לאור מאפייני הזיהום, המורכב בעיקרו משרשראות פחממניות ארוכות ושאינן נדיפות מומלץ על ביצוע טיפול באמצעות ביו-וונטינג.

על פי רדיוס ההשפעה האופטימלי המוערך להחלפת נפח אוויר אחד ביום בספיקה ממוצעת של 30 מק"ש לבאר, המרחק בין בארות הטיפול לא יעלה על 14 מ' (רדיוס טיפול ממוצע לכל אורך החתך של 7.1 מ') תרשים 12 מציג את מיקום בארות השיקום המוצעות על גבי תצ"א ואת רדיוסי ההשפעה של הבארות.

בכדי לייעל את פעילות השיקום, ולהשיג רדיוס טיפול של כ-7 מ', יש להחדיר אוויר בספיקה של כ-30 מק"ש בכל באר טיפול. תוכנית השיקום כפי שמוצעת כוללת חלק מתשתית הבארות שהותקנו לטובת הפיילוט, בנוסף מוצע מערך בארות, המתבסס על ממצאי סקר הקרקע שבוצע באתר (לודן, ינואר 2021). החלטה על מיקום בארות הטיפול בוצע תחילה, על בסיס קידוחים שבהן נמדד ריכוז TPH גבוה מ 355 מ"ג/ק"ג, קידוחים אלו סומנו (עיגול כחול במפה). לאחר מכן, נפרסו סביב קידוחים אלו רדיוס ההשפעה המוערך (תחת משטר שאיבה של 30 מק"ש) ממרכז האתר לשוליו, כך שטווח ההשפעה של קידוחי הטיפול המוצעים "יכילו" כמה שיותר קידוחי קרקע עם ממצאים חורגים. טבלה 11 מתארת את הסינון הראשוני שבוצע מכלל ממצאי הסקר (TPH>355 חל"מ) טבלה 12 מסכמת את מיקום ועומקן של בארות הטיפול החדשות הנדרשות בתוכנית השיקום הכוללת.

עבור טיפול יעיל בשטח האתר יידרשו כ 23 בארות החדרה לתווך הלא רווי לעומקים 5, 10-10.5, 15-16.5. כמו כן, ניתן לחבר את באר ניטור מי התהום (D-14) למערך ולנצל את החתך המחורץ של הבאר בתווך הלא רווי, ממצאי הפיילוט העידו על התכנות הטיפול גם באמצעות באר מי התהום.
כחלק ממערך הטיפול יכללו שלושת 3 בארות טיפול (בארות הפיילוט) – D13 , כמו כן ניתן להשתמש גם בארות ניטור במקבץ B , 3 בארות ניטור במקבץ C – כולן, בארות ניטור קיימות, שישמשו כבארות טיפול (החדרה). בנוסף. טבלה 12 מציגה פירוט של 14 הקידוחים החדשים המוצעים (במידה ומשתמשים בשני צברי בארות הניטור מהפיילוט).
לצורך החדרת אוויר בספיקה של 30 מק"ש לכל באר במערך המוצע, תדרש מערכת או מספר מערכות בספיקה כוללת של 690-720 מק"ש. קיימת עדיפות לתכנון 3 מערכות במקביל על פני מערכת אחת:

1. צנרת הולכת אוויר קצרה, מונעת הפסדי לחץ
2. תקלת מפוח אינה משביתה את כל מערך הטיפול
3. גמישות תפעולית לאורך זמן (סגירת מערכת לאחר השלמת טיפול באזור מסויים)

מוצע לשקול חימום האוויר המוחדר ובמידת הצורך הרטבה על מנת לקצר ולייעל את זמן הטיפול. לאחר פרק זמן מתחילת השיקום מוצע לבצע סקר קרקע ממוקד על מנת לבחון את קצב הפירוק ולבדוק גורמים מגבילים נוספים על חמצן כגון נוטריינטים ורטיבות הקרקע.

טבלה 11. דוגמאות קרקע בהן נמדד ריכוז TPH גדול מ-350 חל"מ

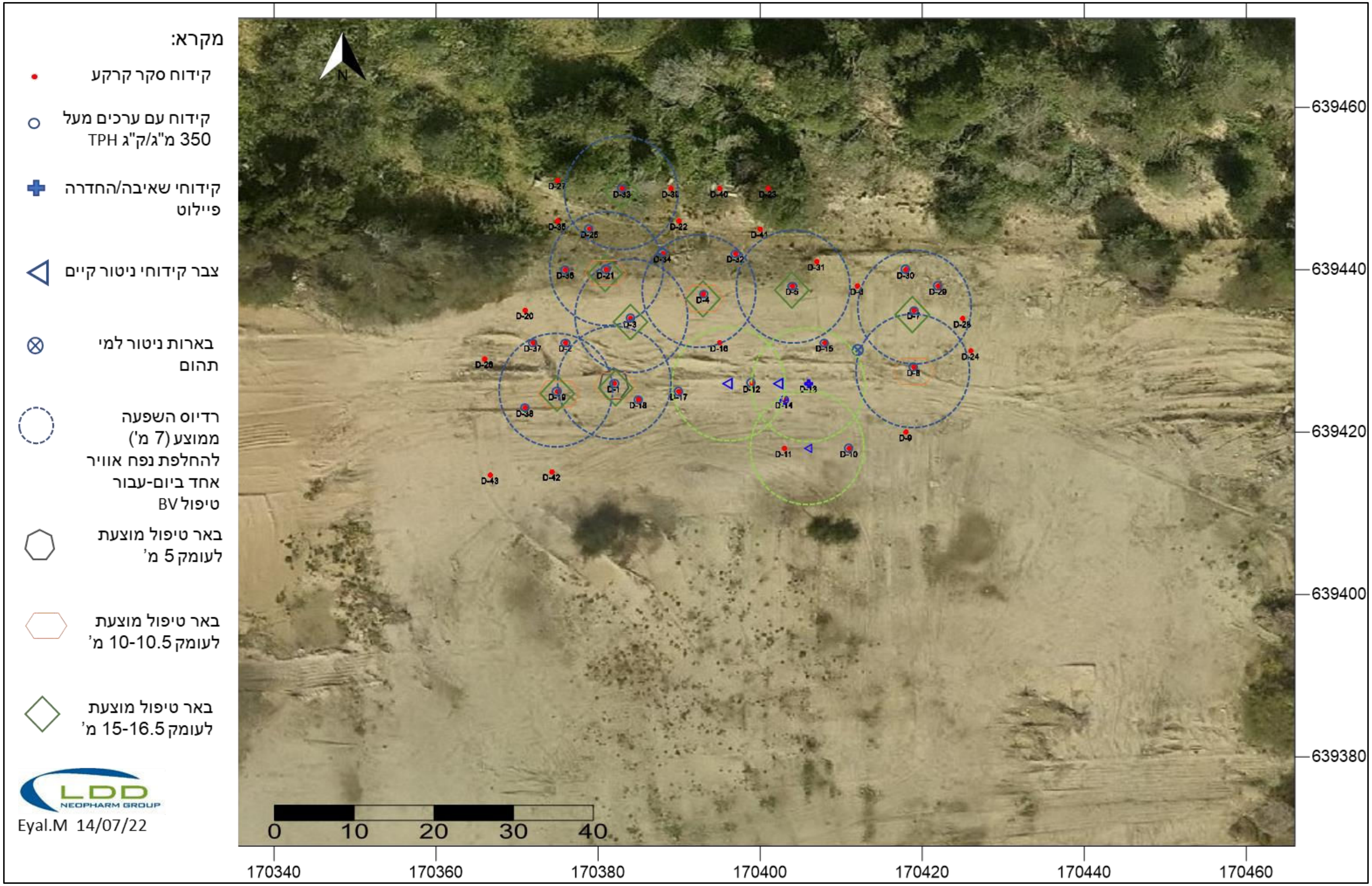
קידוד	דוגמה	עומק (מ')	X	Y	PID (ppm)	TPH (ppm)	קידוד טיפול מוצע (מ')
D-1	AP-3	4.5	170382	639426	120.9	6254	5
D-1	AP-5	7.5	170382	639426	106.3	2194	בטווח ההשפעה של קידוד D-1
D-1	AP-7	10.5	170382	639426	300.6	3526	10.5
D-1	AP-9	13.5	170382	639426	382.1	3810	15
D-2	AS-2	13.5	170376	639431	289.8	541	בטווח ההשפעה של D-19
D-2	AS-3	15	170376	639431	75	603	בטווח ההשפעה של D-19
D-2	AS-5	18	170376	639431	24.3	750	דוגמה מהתווך הרווי
D-3	AS-7	15	170384	639434	158.4	1459	15
D-4	AV-8	6	170393	639437	0	531	בטווח ההשפעה של קידוד D-4
D-4	AV-9	7.5	170393	639437	93.4	11620	בטווח ההשפעה של קידוד D-4
D-4	AV-10	9	170393	639437	51.2	3695	10
D-4	AV-12	12	170393	639437	63.9	3433	בטווח ההשפעה של D-4
D-4	AV-13	13.5	170393	639437	71.8	4418	בטווח ההשפעה של D-4
D-4	AV-14	15	170393	639437	28.8	2349	15
D-5	AW-2	12	170404	639438	0	1563	15
D-7	AU-11	16	170419	639435	20	548	16
D-8	AT-12	7.5	170419	639428	3.5	879	בטווח ההשפעה של קידוד D8
D-8	AT-13	9	170419	639428	43.2	2375	10
D-10	AR-12	1.5	170411	639418	2	8354	בתוך רדיוס של m-C5
D-12	AX-2	3	170399	639426	33.9	9666	בתוך רדיוס של מקבץ B-5m
D-12	AX-4	6	170399	639426	64.6	4398	בטווח ההשפעה של B-10m
D-12	AX-5	7.5	170399	639426	92.1	8567	בטווח ההשפעה של B-10m
D-12	AX-6	9	170399	639426	108.2	7157	בטווח ההשפעה של B-10m
D-12	AX-7	10.5	170399	639426	112.5	9370	בטווח ההשפעה של B-10m
D-12	AX-8	12	170399	639426	25.7	1396	בטווח של B-15m
D-13	AX-13	3	170406	639426	31.4	16543	קידוד טיפול פיילוט
D-13	AX-15	6	170406	639426	100.5	14762	קידוד טיפול פיילוט m10
D-13	AX-16	7.5	170406	639426	99.1	6471	קידוד טיפול פיילוט m10
D-13	AX-17	9	170406	639426	101.6	5146	קידוד טיפול פיילוט m10
D-13	AX-18	10.5	170406	639426	91.9	7483	קידוד טיפול פיילוט m10
D-13	AX-19	12	170406	639426	152.4	6980	קידוד טיפול פיילוט m15
D-13	AX-20	13.5	170406	639426	100.2	2158	קידוד טיפול פיילוט m15
D-13	AX-21	15	170406	639426	67.4	924	קידוד טיפול פיילוט m15
D-14	AW-19	4.5	170403	639424	78.3	4608	קידוד למי תהום
D-14	AW-21	7.5	170403	639424	94	5612	חיבור באר ניטור למי תהום
D-14	AW-22	9	170403	639424	107.6	6647	חיבור באר ניטור למי תהום
D-14	AW-24	12	170403	639424	104.5	7549	בטווח השפעה של D-13
D-14	AW-25	13.5	170403	639424	129.2	10426	בטווח השפעה של D-13
D-14	AW-26	15	170403	639424	64.9	524	בטווח השפעה של D-13
D-14	AW-27	16.5	170403	639424	34.3	855	בטווח השפעה של D-13
D-14	AW-28	18	170403	639424	58.3	979	בטווח השפעה של D-13
D-15	AZ-5	7.5	170408	639431	48.9	441	בטווח ההשפעה של קידוד פיילוט m10
D-15	AZ-6	9	170408	639431	103.5	3575	בטווח ההשפעה של קידוד פיילוט m10

D-15	AZ-7	10.5	170408	639431	99.1	10982	בטווח ההשפעה של קידוח פיילוט m10
D-15	AZ-8	12	170408	639431	102.6	9354	בטווח השפעה של D-13
D-15	AZ-9	13.5	170408	639431	94.4	8798	בטווח השפעה של D-13
D-15	AZ-10	15	170408	639431	67.5	2016	בטווח השפעה של D-13
D-17	AV-19	4.5	170390	639425	51	1258	בתוך רדיוס של מקבץ B-5m
D-18	AY-2	3	170385	639424	7.1	639	בתוך רדיוס של D-1
D-18	AY-3	4.5	170385	639424	142.6	6965	בתוך רדיוס של D-1
D-18	AY-4	6	170385	639424	141.3	7742	בטווח ההשפעה של קידוח D-1
D-18	AY-6	9	170385	639424	163.4	3457	בטווח ההשפעה של קידוח D-1
D-18	AY-7	10.5	170385	639424	143.3	4852	בטווח ההשפעה של קידוח D-1
D-18	AY-9	13.5	170385	639424	190	6298	בטווח השפעה D-1
D-18	AY-10	15	170385	639424	180.1	3221	בטווח השפעה D-1
D-18	AY-12	18	170385	639424	100	1707	בטווח השפעה D-1
D-19	BD-3	7.5	170375	639425	878.3	19733	בטווח ההשפעה של קידוח D-19
D-19	BD-4	10.5	170375	639425	434.8	489	10
D-19	BD-5	13.5	170375	639425	578.1	3056	בטווח ההשפעה של D-19
D-19	BD-6	16.5	170375	639425	858.2	4031	16.5
D-19	BD-7	18	170375	639425	514.3	2047	דוגמה בתווך הרווי
D-21	BD-11	7.5	170381	639440	258.3	2416	בטווח ההשפעה של D-21
D-21	BD-13	10.5	170381	639440	400.5	3610	10.5
D-21	BD-14	12	170381	639440	334.7	1835	בטווח ההשפעה של D-21
D-21	BD-15	13.5	170381	639440	478.2	1831	בטווח ההשפעה של D-21
D-21	BD-16	16.5	170381	639440	224.3	785	16.5
D-25	BF-24	12	170379	639445	53.4	394	בטווח השפעה של D-21
D-25	BF-25	13.5	170379	639445	226.3	1973	בטווח השפעה של D-21
D-25	BF-26	15	170379	639445	192.1	1452	בטווח השפעה של D-21
D-28	B-10	16.5	170425	639434	28.7	435	בטווח השפעה של D-7
D-29	E-7	16.5	170422	639438	92.2	900	בטווח השפעה של D-7
D-30	E-16	18	170418	639440	67.5	435	דוגמה בתווך הרווי
D-32	A-12	9	170397	639442	3.1	844	בטווח ההשפעה של D-4
D-32	A-13	12	170397	639442	128.3	2371	בטווח השפעה של D-4
D-32	B-1	15	170397	639442	312.6	5734	בטווח השפעה של D-4
D-33	C-23	16.5	170383	639450	280.8	731	16.5
D-34	A-5	12	170388	639442	432	979	בטווח השפעה של D-4
D-34	A-6	15	170388	639442	307	2825	בטווח השפעה של D-4
D-36	C-6	15	170376	639440	208.7	946	בטווח השפעה של D-21
D-37	B-23	9	170372	639431	1035	3534	בטווח ההשפעה של D-19
D-37	B-24	12	170372	639431	1073	6043	בטווח השפעה D-19
D-37	B-25	15	170372	639431	649.7	835	בטווח השפעה D-19
D-38	B-14	6	170371	639423	914.2	5892	בטווח ההשפעה של D-19
D-38	B-15	9	170371	639423	674.3	3617	בטווח ההשפעה של D-19
D-38	B-16	12	170371	639423	899.7	5738	בטווח השפעה D-19
D-38	B-17	15	170371	639423	996.1	519	בטווח השפעה D-19

טבלה 12. תשתית בארות הטיפול המוצעת (מלבד תשתית קיימת)

קידוח	דוגמה	עומק (מ')	X	Y	PID (ppm)	TPH (ppm)	קידוח טיפול מוצע (מ')
D-1	AP-3	4.5	170382	639426	120.9	6254	5
D-1	AP-7	10.5	170382	639426	300.6	3526	10.5
D-1	AP-9	13.5	170382	639426	382.1	3810	15
D-3	AS-7	15	170384	639434	158.4	1459	15
D-4	AV-10	9	170393	639437	51.2	3695	10
D-4	AV-14	15	170393	639437	28.8	2349	15
D-5	AW-2	12	170404	639438	0	1563	15
D-7	AU-11	16	170419	639435	20	548	16
D-8	AT-13	9	170419	639428	43.2	2375	10
D-19	BD-4	10.5	170375	639425	434.8	489	10
D-19	BD-6	16.5	170375	639425	858.2	4031	16.5
D-21	BD-13	10.5	170381	639440	400.5	3610	10.5
D-21	BD-16	16.5	170381	639440	224.3	785	16.5
D-33	C-23	16.5	170383	639450	280.8	731	16.5

תרשים 12. מיקום תשתית השיקום המלאה



-סוף מסמך-

נספח א'- טופס שרשרת ותעודות מעבדה

![LDD NEOPHARM GROUP]

אל.די.די טכנולוגיות מתקדמות בע"מ (מעבדה 199)
גונן 10, ת.ד 7063, פתח תקווה 49170
טלפון: 03-9265979 פקס: 03-9265984
office@LDDtech.com

דגימות קרקע/ מים/ גז קרקע/ אוויר/אחר - טופס משמורת ודרישת בדיקות - מהדורה 11 (תאריך עדכון אחרון: 6.4.2021)

עמוד: 1 מתוך: 1

פרטי האתר		דיווח		חשבונית	
לקוח ושם הפרויקט:	Basis Dekel הדקל - כרמים - ESC	איש קשר:	פיטר מורקוב/ לוי	איש קשר:	פיטר מורקוב/ לוי
מס' פרויקט בפריוריטי:		חברה:	LDD	חברה:	LDD
כתובת:	אשלה	כתובת:		כתובת:	גונן 10 פ"ת
נוכחים:	יוסף אבראהים	טלפון:	0506539918	טלפון:	0506539918
ייעוד: תחנת דלק/מפעל/מגורים/אחר:	אחר - מזבלה	דוא"ל:	office@lddtech.com	דוא"ל:	
מפלס מי תהום:					

זיהוי הדוגמה	תאריך דיגום	שעת דיגום	מיקום / זיהוי נקודה	PID (ppm)	כלי דיגום [(1)]	# אריזות	טמפרטורה (בקבלה במעבדה)	מורכב(=מ) חטף (=ח)	TPH - EPA 8015	TPH - GRO	נדיפים VOCs	חצי נדיפים כולל PAHs SVOCs	מתכות - סריקה מלאה	גודל גרגר	תכולת רטיבות	iso-Propanol	TO-15: 1 ppbv	TO-15: 20 ppbv	מספר קניסטר+מספר רסיטקטור + נפח קנסיסטר או מס' וייל	דחוף / רגיל	חריגות [(2)]	מס' דוגמא במעבדה
	20/6		15m - t(0)	410	4	1	אלה	ח									✓ TVHC	✓	5513 ✓			
	20/6		10m - t(0)	537	4	1	"	"									✓	✓	5193 ✓			
	20/6		5m - t(0)	52	4	1	"	"									✓	✓	4847 ✓			
	20/6		B-15m t(0)	141	4	1	"	"									✓	✓	4850 ✓			
	20/6		15m-SVE	530	4	1	"	"									✓	✓	4857 ✓			
	20/6		10m-SVE	820	4	1	"	"									✓	✓	4849 ✓			
	20/6		5m-SVE	130.4	4	1	"	"									✓	✓	4596B ✓			

נדגם על ידי הדוגם: פיטר מורקוב	תאריך: 20/6/22	התקבל במעבדה ע"י:	תאריך:
חתימה:	שעה: 14:00	חתימה:	שעה:
נמסר על ידי הדוגם: עכשווי	תאריך: 20/6/22	הערות נוספות:	
חתימה:	שעה: 16:30		

חותמת המעבדה:
בקטוכם בע"מ
תאריך 20/6/22 שעה 16:30
חתימה אפרת

(1) - כלי דיגום: 1 - שרוול קרקע; 2 - שקית טדלר; 3- כלי זכוכית; 4 - קניסטר; 5 - שפופרת; 6 - וייל לנדיפים; 7 - אחר:

(2) - חריגות: 1 - לא נשמרה בטמפ' מתאימה; 2 - לא התקבלה/טופלה בפרק זמן הנדרש בשיטה 3 - התקבלה פגומה; 4 - אחר:

אחסון - במקרה שהדוגמאות מאוחסנות לפני מסירה למעבדה, ימולאו הפרטים הבאים:

המאחסן: | מקום אחסון: | אחראי על מקום האחסון: | תאריך תחילת אחסון (יום, שעה): | תאריך סיום אחסון (יום, שעה): | טמפרטורת אחסון:

הדיגום בוצע על פי תכנית דיגום מאושרת ע"י המשרד להגנת הסביבה מתאריך:

בקטוכם BACTOCHEM
An Emilia Development Company

08-9308308 | 08-9300991, 08-9401439
החרש 18 נס ציונה, 7403125 | 18 acharash st., Ness Ziona
[redacted]

ISRAC הרשות הלאומית להסמכת מעבדות ISO/IEC 17025 מס' 022

תעודת בדיקה מס: 924208

Final Report

פרטי הלקוח		איש קשר	
שם:	אל.די.די. טכנולוגיות מתקדמות	שם:	איל מושקוביץ
כתובת:	גונן 10 ת.ד. 7063	טלפון:	
עיר:	פתח תקווה	סלולרי:	0506539918
מיקוד:	49170	פקס:	

הזמנת עבודה: D200622-0085 **אתר דיגום:** ESC בסיס הדלק

מס' טופס הנטילה טופס נטילה של לקוח **מועד הגעת הדגימות** 20/06/2022 16:30:00

קובץ pdf.0000526198

דוגם: ע' לקוח

	1391942	1391941	1391940	1391939	1391316
מספר דגימה	1391942	1391941	1391940	1391939	1391316
מספר דגימה לקוח					
תיאור מוצר	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע
תיאור דוגמה	15m-SVE 4857	B-15m t(0) 4850	5m-t(0) 4847	10m-t(0) 5193	15m-t(0) 5513
עומק					
קניסטר	4857	4850	4847	5193	5513
תאריך קבלה	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022
תאריך דיגום	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022
אתר דיגום	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק
נקודת דיגום					

אנליזה	רכיב	CAS	שיטה	LOQ	יחידות	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה
TO15 - VOC - גז קרקע	Propylene	115-07-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	34.51	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **135.37** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **81.29** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Dichlorodifluoromethane	75-71-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	99.15	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Chloromethane	74-87-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	41.40	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	1,2-Dichlorotetrafluoroethane (freon-114	76-14-2	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	140.16	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Vinyl Chloride	75-01-4	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	51.25	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Butadiene, 1,3-	106-99-0	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	44.35	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Bromomethane	74-83-9	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	77.85	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Ethyl Chloride (Chloroethane)	75-00-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	52.90	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Ethanol	64-17-5	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	37.78	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **341.18** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Trichlorofluoromethane (Freon 11)	75-69-4	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	112.64	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Acrolein	107-02-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	45.86	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Acetonitrile	75-05-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	33.58	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
TO15 - VOC - גז קרקע	Acetone	67-64-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	47.63	ug/m3	(1) **56.79** Dilution: 1	(1) **1016.80** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **49.04** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1

1391316	1391939	1391940	1391941	1391942	מספר דגימה
					מספר דגימה לקוח
גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	תיאור מוצר
15m-t(0) 5513	10m-t(0) 5193	5m-t(0) 4847	B-15m t(0) 4850	15m-SVE 4857	תיאור דוגמה
					עומק
5513	5193	4847	4850	4857	קניסטר
21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	תאריך קבלה
20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	תאריך דיגום
ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	אתר דיגום
					נקודת דיגום

תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	יחידות	LOQ	שיטה	CAS	רכיב	אנליזה
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	49.28	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	67-63-0	Isopropanol	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-35-4	Dichloroethylene, 1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	43.40	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-13-1	Acrylonitrile	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	153.65	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	76-13-1	Trichloro-1,2,2-trifluoroethane, 1,1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	69.64	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-09-2	Methylene Chloride	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	62.60	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-05-1	Allyl chloride	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	62.43	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-15-0	Carbon Disulfide	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	156-60-5	Dichloroethylene, 1,2-trans-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.28	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	1634-04-4	Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.15	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-34-3	Dichloroethane, 1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	59.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-93-3	Methyl Ethyl Ketone - MEK (2-Butanone)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	70.66	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	110-54-3	exane, N-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	156-59-2	Dichloroethylene, 1,2-cis-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.25	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	141-78-6	Ethyl Acetate	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	97.89	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	67-66-3	Chloroform	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	59.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	109-99-9	Tetrahydrofuran	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	109.39	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	71-55-6	Trichloroethane, 1,1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.15	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-06-2	Dichloroethane, 1,2- (EDC)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	64.05	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	71-43-2	Benzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	126.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	56-23-5	Carbon Tetrachloride	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	69.01	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	110-82-7	Cyclohexane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.17	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	142-82-5	n-eptane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	107.74	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	79-01-6	Trichloroethylene (TCE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	92.65	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-87-5	Dichloropropane, 1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע

1391316	1391939	1391940	1391941	1391942	מספר דגימה
					מספר דגימה לקוח
גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	תיאור מוצר
15m-t(0) 5513	10m-t(0) 5193	5m-t(0) 4847	B-15m t(0) 4850	15m-SVE 4857	תיאור דוגמה
					עומק
5513	5193	4847	4850	4857	קניסטר
21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	תאריך קבלה
20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	תאריך דיגום
ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	אתר דיגום
					נקודת דיגום

תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	יחידות	LOQ	שיטה	CAS	רכיב	אנליזה
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.9	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	80-62-6	Methyl Methacrylate	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.25	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	123-91-1	Dioxane, 1,4-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	134.34	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-27-4	Bromodichloromethane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **654.91** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-93-3	Methyl isobutyl ketone (MiBK)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	91.00	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	10061-01-5	Dichloropropene, 1,3-cis-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	91.00	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	10061-02-6	Dichloropropene, 1,3-trans-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	75.55	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	108-88-3	Toluene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	109.39	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	79-00-5	Trichloroethane, 1,1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	591-78-6	exanone, 2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	170.79	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	124-48-1	Dibromochloromethane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	135.98	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	127-18-4	Tetrachloroethylene (PCE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	154.05	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	106-93-4	Dibromoethane, 1,2- (EDB)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	92.30	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	108-90-7	Chlorobenzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) **376.93** Dilution: 1	(1) **413.12** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **851.34** Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	100-41-4	Ethylbenzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	106-42-3	Xylene, P-	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	104.91	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	111-84-2	Nonane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	85.40	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	100-42-5	Styrene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	95-47-6	Xylene, o-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	207.24	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-25-2	Bromoform	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	137.64	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	79-34-5	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
2702.85 Dilution: 1	**4211.94** Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	**751.07** Dilution: 1	**4687.12** Dilution: 1	ug/m3	98.32	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98-82-8	Isopropyl Benzene	VOC - TO15 - גז קרקע
a **8769.46** Dilution: 1	a **20288.43** Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	**643.54** Dilution: 1	a **20695.67** Dilution: 1	ug/m3	98.32	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	103-65-1	Propyl Benzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	98.56	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	622-96-8	1-ethyl-4-methyl-Benzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	98.56	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	108-67-8	Trimethylbenzene, 1,3,5-	VOC - TO15 - גז קרקע

	1391942	1391941	1391940	1391939	1391316
מספר דגימה	1391942	1391941	1391940	1391939	1391316
מספר דגימה לקוח					
תיאור מוצר	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע	גז קרקע
תיאור דוגמה	15m-SVE 4857	B-15m t(0) 4850	5m-t(0) 4847	10m-t(0) 5193	15m-t(0) 5513
עומק					
קניסטר	4857	4850	4847	5193	5513
תאריך קבלה	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022	21-נוי-2022
תאריך דיגום	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022	20-נוי-2022
אתר דיגום	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק
נקודת דיגום					

אנליזה	רכיב	CAS	שיטה	LOQ	יחידות	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה	תוצאה
VOC - TO15 - גז קרקע	Trimethylbenzene, 1,2,4-	95-63-6	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.56	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **157.13** Dilution: 1	(1) **226.64** Dilution: 1	(1) **351.04** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,3-dichlorobenzene	541-73-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Benzyl Chloride	100-44-7	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	103.80	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Dichlorobenzene, 1,4-	106-46-7	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	D-Limonene	5989-27-5	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	111.44	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Dichlorobenzene, 1,2-	95-50-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,2-dibromo-3-Chloropropane	96-12-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	193.32	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	148.79	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Naphthalene	91-20-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	104.8	ug/m3	(1) **420.47** Dilution: 1	(1) **114.86** Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) **222.55** Dilution: 1	(1) **664.92** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	`exachlorobutadiene	87-68-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	213.82	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	TVC (semiquantitative)		In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)		ug/m3	**26708** Dilution: 1	**3652** Dilution: 1	**157** Dilution: 1	**25490** Dilution: 1	**12862** Dilution: 1

	1391944	1391943
מספר דגימה	1391944	1391943
מספר דגימה לקוח		
תיאור מוצר	גז קרקע	גז קרקע
תיאור דוגמה	5m-SVE 4596B	10m-SVE 4849
עומק		
קניסטר	4596B	4849
תאריך קבלה	21-נוי-2022	21-נוי-2022
תאריך דיגום	20-נוי-2022	20-נוי-2022
אתר דיגום	ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק
נקודת דיגום		

אנליזה	רכיב	CAS	שיטה	LOQ	יחידות	תוצאה	תוצאה
VOC - TO15 - גז קרקע	Propylene	115-07-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	34.51	ug/m3	(1) **80.37** Dilution: 1	(1) **110.85** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Dichlorodifluoromethane	75-71-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	99.15	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Chloromethane	74-87-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	41.40	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,2-Dichlorotetrafluoroethane (freon-114	76-14-2	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	140.16	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Vinyl Chloride	75-01-4	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	51.25	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Butadiene, 1,3-	106-99-0	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	44.35	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Bromomethane	74-83-9	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	77.85	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1

1391943	1391944	מספר דגימה
		מספר דגימה לקוח
גז קרקע	גז קרקע	תיאור מוצר
10m-SVE 4849	5m-SVE 4596B	תיאור דוגמה
		עומק
4849	4596B	קניסטר
21-נוי-2022	21-נוי-2022	תאריך קבלה
20-נוי-2022	20-נוי-2022	תאריך דיגום
ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	אתר דיגום
		נקודת דיגום

תוצאה	תוצאה	יחידות	LOQ	שיטה	CAS	רכיב	אנליזה
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	52.90	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-00-3	Ethyl Chloride (Chloroethane)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	37.78	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	64-17-5	Ethanol	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	112.64	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-69-4	Trichlorofluoromethane (Freon 11)	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	45.86	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-02-8	Acrolein	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	33.58	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-05-8	Acetonitrile	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) **131.70** Dilution: 1	(1) **198.28** Dilution: 1	ug/m3	47.63	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	67-64-1	Acetone	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	49.28	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	67-63-0	Isopropanol	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-35-4	Dichloroethylene, 1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	43.40	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-13-1	Acrylonitrile	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	153.65	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	76-13-1	Trichloro-1,2,2-trifluoroethane, 1,1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	69.64	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-09-2	Methylene Chloride	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1	ug/m3	62.60	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-05-1	Allyl chloride	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	62.43	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-15-0	Carbon Disulfide	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	156-60-5	Dichloroethylene, 1,2-trans-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.28	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	1634-04-4	Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.15	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-34-3	Dichloroethane, 1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	59.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-93-3	Methyl Ethyl Ketone - MEK (2-Butanone)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	70.66	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	110-54-3	exane, N-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	79.49	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	156-59-2	Dichloroethylene, 1,2-cis-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.25	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	141-78-6	Ethyl Acetate	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	97.89	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	67-66-3	Chloroform	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	59.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	109-99-9	Tetrahydrofuran	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	109.39	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	71-55-6	Trichloroethane, 1,1,1-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.15	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	107-06-2	Dichloroethane, 1,2- (EDC)	VOC - TO15 - גז קרקע

1391943	1391944	מספר דגימה
		מספר דגימה לקוח
גז קרקע	גז קרקע	תיאור מוצר
10m-SVE 4849	5m-SVE 4596B	תיאור דוגמה
		עומק
4849	4596B	קניסטר
21-נוי-2022	21-נוי-2022	תאריך קבלה
20-נוי-2022	20-נוי-2022	תאריך דיגום
ESC בסיס הדלק	ESC בסיס הדלק	אתר דיגום
		נקודת דיגום

תוצאה	תוצאה	יחידות	LOQ	שיטה	CAS	רכיב	אנליזה
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	64.05	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	71-43-2	Benzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	126.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	56-23-5	Carbon Tetrachloride	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	69.01	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	110-82-7	Cyclohexane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.17	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	142-82-5	n-eptane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	107.74	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	79-01-6	Trichloroethylene (TCE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	92.65	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-87-5	Dichloropropane, 1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	81.9	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	80-62-6	Methyl Methacrylate	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	72.25	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	123-91-1	Dioxane, 1,4-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	134.34	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	75-27-4	Bromodichloromethane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	78-93-3	Methyl isobutyl ketone (MiBK)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	91.00	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	10061-01-5	Dichloropropene, 1,3-cis-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	91.00	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	10061-02-6	Dichloropropene, 1,3-trans-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	75.55	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	108-88-3	Toluene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	109.39	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	79-00-5	Trichloroethane, 1,1,2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	82.13	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	591-78-6	exanone, 2-	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	170.79	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	124-48-1	Dibromochloromethane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	135.98	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	127-18-4	Tetrachloroethylene (PCE)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	154.05	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	106-93-4	Dibromoethane, 1,2- (EDB)	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	92.30	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	108-90-7	Chlorobenzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) **720.80** Dilution: 1	(1) **237.95** Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	100-41-4	Ethylbenzene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	106-42-3	Xylene, P-	VOC - TO15 - גז קרקע
Not Detected Dilution: 1	**1175.35** Dilution: 1	ug/m3	104.91	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	111-84-2	Nonane	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	85.40	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	100-42-5	Styrene	VOC - TO15 - גז קרקע
(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1	ug/m3	87.06	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	95-47-6	Xylene, o-	VOC - TO15 - גז קרקע

מספר דגימה	**1391944**	**1391943**
מספר דגימה לקוח		
תיאור מוצר	**גז קרקע**	**גז קרקע**
תיאור דוגמה	**5m-SVE 4596B**	**10m-SVE 4849**
עומק		
קניסטר	**4596B**	**4849**
תאריך קבלה	**21-נוי-2022**	**21-נוי-2022**
תאריך דיגום	**20-נוי-2022**	**20-נוי-2022**
אתר דיגום	**ESC בסיס הדלק**	**ESC בסיס הדלק**
נקודת דיגום		

אנליזה	רכיב	CAS	שיטה	LOQ	יחידות	תוצאה (1391944)	תוצאה (1391943)
VOC - TO15 - גז קרקע	Bromoform	75-25-2	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	207.24	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	79-34-5	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	137.64	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Isopropyl Benzene	98-82-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.32	ug/m3	**597.95** Dilution: 1	a **5379.52** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Propyl Benzene	103-65-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.32	ug/m3	**1528.19** Dilution: 1	a **22642.41** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1-ethyl-4-methyl-Benzene	622-96-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.56	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Trimethylbenzene, 1,3,5-	108-67-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.56	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Trimethylbenzene, 1,2,4-	95-63-6	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	98.56	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,3-dichlorobenzene	541-73-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Benzyl Chloride	100-44-7	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	103.80	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Dichlorobenzene, 1,4-	106-46-7	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	D-Limonene	5989-27-5	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	111.44	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Dichlorobenzene, 1,2-	95-50-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	120.54	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,2-dibromo-3-Chloropropane	96-12-8	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	193.32	ug/m3	Not Detected Dilution: 1	Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	148.79	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	Naphthalene	91-20-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	104.8	ug/m3	(1) **932.18** Dilution: 1	(1) **191.97** Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	'exachlorobutadiene	87-68-3	In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)	213.82	ug/m3	(1) Not Detected Dilution: 1	(1) Not Detected Dilution: 1
VOC - TO15 - גז קרקע	TVC (semiquantitative)		In house procedure;Based on: TO-15 (EPA)		ug/m3	**142479** Dilution: 1	**1071480** Dilution: 1

הערות

בדיקה TVC (כלל פחמימנים נדיפים) חושבה בהתאם לתגובות הכרומטוגרפיות ביחס לתגובה של טולואן. התוצאה נמסרה כחצי כמותית .

a **התוצאות נמסרו כהערכה כמותית מאחר והחומרים שהתגלו בדוגמה נמצאו ברמה מעל לעקום הכיול.**

- **התוצאות מתייחסות לפריט הנבדק בלבד.**
- **האסמכתא לערכי "תחום מותר" מצוינת כהערה.**
- **יש להתייחס אל המסמך במלואו ואין להעתיק ממנו אל מסמכים אחרים.**
- **אבות המידה של המעבדה מכוילים במעבדות מוסמכות לפי תקן ISO/IEC 17025 ועקיבים לאבות מידה לאומיים או בינלאומיים.**
  LOQ = MRL : משמעו גבול הכימות של שיטת הבדיקה.
- **התוצאות המדווחות אינן כוללות את ערכי אי הוודאות ועל כן לא ניתן לקבוע עמידה במפרטי התקן**
- **מסמך זה הועבר לשימושו הבלעדי של הלקוח הנמען. לא ניתן להשתמש במסמך, שם החברה, או שם של אחד מעובדיה לצורכי פרסום, מכירות, ללא קבלת אישור בכתב לכך מ"מעבדות בקטוכם" בע"מ.**
- **מעבדת "בקטוכם" מוסמכת על פי תקן ISO/IEC 17025 על ידי "הרשות הלאומית להסמכת מעבדות" ובהתאם פועלת על פי דרישות התקן בתחומים להם הוסמכה, כמפורט בנספח היקף ההסמכה.**

- **השימוש בסמליל הרשות הלאומית להסמכת מעבדות מתייחס רק לבדיקות הנמצאות בהיקף ההסמכה של הארגון, ומבוצעות כמתחייב מכללי ההסמכה כמפורט בתעודת ההסמכה.**
- **הרשות הלאומית להסמכת מעבדות אינה אחראית לתוצאות הבדיקה שערכה המעבדה ואין ההסמכה מהווה אישור לפריט שנבדק.**
- **חוות דעת או פרשנות אינם תחת הסמכת הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.**
- **הבדיקות המסומנות ב (1) הן בדיקות המוסמכות ע"י "הרשות הלאומית להסמכת מעבדות"**

<u>התוצאות בתעודה מאושרות ע"י</u>

Itzik Gatenio Pesticides department quality trustee
Lush Cernes Food Chemistry and Pesticide Departments Manager

- סוף תעודה -

Document Number: F-546 [Approved] Effective Date:

קשור למסמך: SOP-337	מחלקת מיקרומזהמים טופס **מעקב מסירת קניסטרים לדיגום גזי קרקע ללקוחות בקטוכם**	עמוד 1 מתוך 1 מחליף מסמך: F-546 Ver. 03	טופס מס': F-546 גרסא: Ver. 04

BACTOCHEM

שם הלקוח: LDD **מס' פרויקט:** D200622-0085

מספר	תאריך מסירה ללקוח	תאריך החזרה	מס' קניסטר	תאריך ניקוי	מס' קניסטר בקרת הניקוי	חיבור (ml/min) 200	150	100	לחץ התחלתי -30"Hg	לחץ סופי (>-10"Hg) לא תקין	תקין	חתימת לקוח בקבלה	פגמים שהתגלו בהחזרה	חתימת לקוח בהחזרה	מס' דוגמה
1	20.06.22	20.06.22	4850	14.06.22	4850				✓		✓				1391941
2			4857	12.06.22	4857				✓		✓				1391942
3			5193	14.06.22	4850				✓		✓				1391935
4			4596B	13.06.22	5513				✓		✓				1391944
5			4849	14.06.22	4850				✓		✓				1391943
6			4847	12.06.22	4857				✓		✓				1391940
7			5513	13.06.22	5513				✓		✓				1391316
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															

APPROVED

- **יש להחזיר את הקניסטר תוך 5 ימי עבודה, במידה והקניסטר לא חוזר בזמן יחול על הלקוח תשלום בגין החזרה באיחור.**
- **במידה והקניסטר חוזר בצורה פגומה/ לא תקינה, יחול על הלקוח תשלום בגין הנזק והשמשתו מחדש של הקניסטר.**

הערות כלליות: ניקיון+ ציוד נבדק **תעודת נקיון מס':** 1381924

טופס זה נבדק ע"י: אורן [illegible] **חתימת עובד בקטוכם:** מורג' [signature] **תאריך:** 21.06.22