



18.1.21

לכבוד: עיריית הוד השרון
מטרו 1M – הוד השרון

הנדון: חוות דעת מומחית – בהקשר עם סיכונים סביבתיים, מטרו M1 באזור הוד השרון

התבקשתי על ידכם לשמש כמומחית לנושא היבטים סביבתיים בדגש על זיהום קרקע, מי תהום וגזי קרקע, בתוכנית קו מטרו M1 העובר בתחום הוד השרון. להלן פרטי השכלתי וניסיוני המקצועי:

השכלה

1999 **M.Sc. הנדסה סביבתית - המחלקה להנדסה אזרחית וסביבתית, אוניברסיטת CT, ארה"ב**
1993 **B.Sc. מדעי הקרקע והמים – הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות**

ניסיון מקצועי

רוני בריל-ייעוץ סביבתי ושמאות מקרקעין, פ"ת אל.די.די טכנולוגיות, פ"ת ENSR, Westford MA, USA אגף תכנון, המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים מחוז דרום, המשרד לאיכות הסביבה, ב"ש	יועצת סביבה ושמאית מקרקעין מהנדסת סביבה ומנהלת פרויקטים מהנדסת סביבה עוזרת מקצועית לראש אגף מתכנתת סביבה	כיום - 2009 2001 - 2009 1999 - 2001 1996 1995 - 1996
--	---	--

שמאית מקרקעין מוסמכת עפ"י חוק שמאי המקרקעין, **מספר רישום 1982** בפנקס שמאי המקרקעין בישראל.

18.1.21

רוני בריל

חתימה

תאריך

שם ומשפחה



תוכן עניינים

3.....	מקורות מידע.....	.1
3.....	מבוא - M1 - מיקום, תוואי ותכנון.....	.2
5.....	מידע קיים על הזיהום באזור התוואי המוצע.....	.3
12.....	חלופה דרומית לתוואי המטרו.....	.4
16.....	דוגמאות לסיכונים סביבתיים ממקרי מבחן שונים.....	.5
21.....	סיכום והמלצות.....	.6



1. מקורות מידע

מקורות המידע מובאים בהערות שוליים לאורך חוות הדעת.

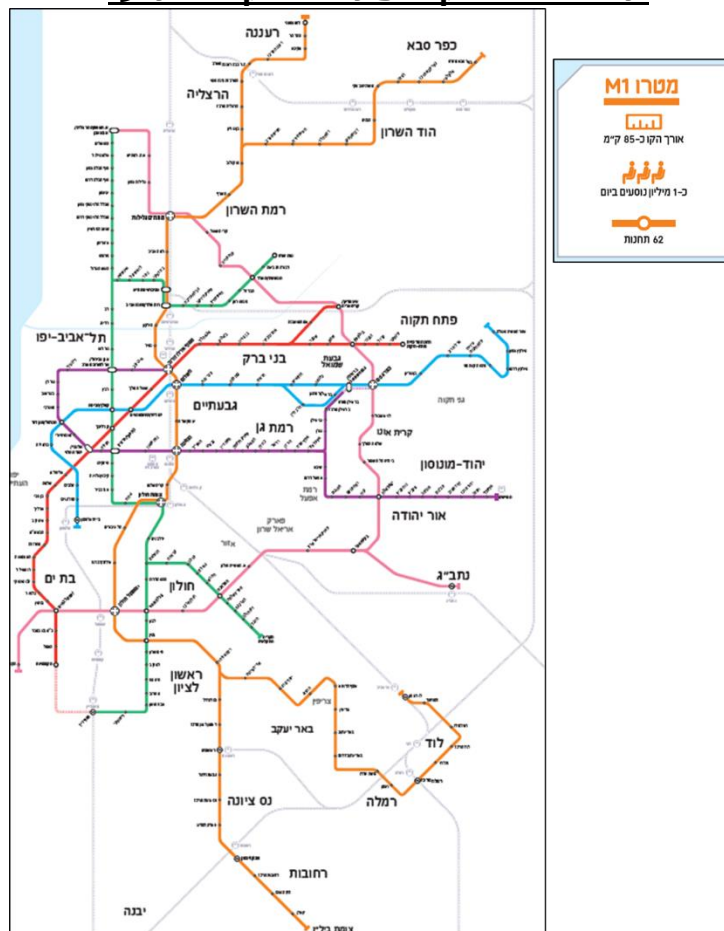
2. מבוא - M1 - מיקום, תוואי ותכנון

בשנת 2002 הקימה הממשלה את "הוועדה הארצית לתכנון ולבנייה של תשתיות לאומיות" (ות"ל) על מנת לזרז הליכי תכנון של תשתיות המוגדרות תשתיות לאומיות. הועדה דנה ומאשרת "תכנית לתשתית לאומית" (תת"ל) שהיא למעשה תוכנית מתאר ברמה של תוכנית מפורטת ומוציאה מכוחן היתרי בניה.

תת"ל 101 מקטע צפוני¹ - מתווה את **קו המטרו M1**, המבנים והמתקנים המהווים חלק ממנו והמתקנים הנחוצים להקמתו, הפעלתו ותחזוקתו. קו המטרו M1 עובר בציר צפון-דרום ומחבר את הערים הצפוניות (כפר סבא ו**הוד השרון**, רעננה, הרצליה ורמת השרון) והדרומיות (לוד, רמלה ובאר יעקב, רחובות ונס ציונה) במטרופולין למרכז העיר תל אביב. אורכו של הקו הוא כ- 85 ק"מ והוא צפוי לשרת 14 רשויות מקומיות ולאורכו ייבנו כ- 62 תחנות.²

הקו יהיה כולו תת קרקעי ויכלול שתי מנהרות מקבילות בקוטר חיצוני של 7.5 מטר וקוטר פנימי של 6.5 מטר ומרווח ביניהן במרחק משתנה של עד 6 מ' (כלומר סה"כ רוחב התשתית הוא כ- 21 מטר). לאורך המנהרות מתוכננים לקום מעברי חירום בין המנהרות במרחקים של כ- 250 מטר.

תוואי M1 – הקו הכתום – מקור: נת"ע³



¹ תת"ל 101 מקטע צפוני, מינהל התכנון <https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/99001011371/310>

² אתר נת"ע - https://www.nta.co.il/sites/default/files/nta-lrt-metro-mapjuly_2020.pdf

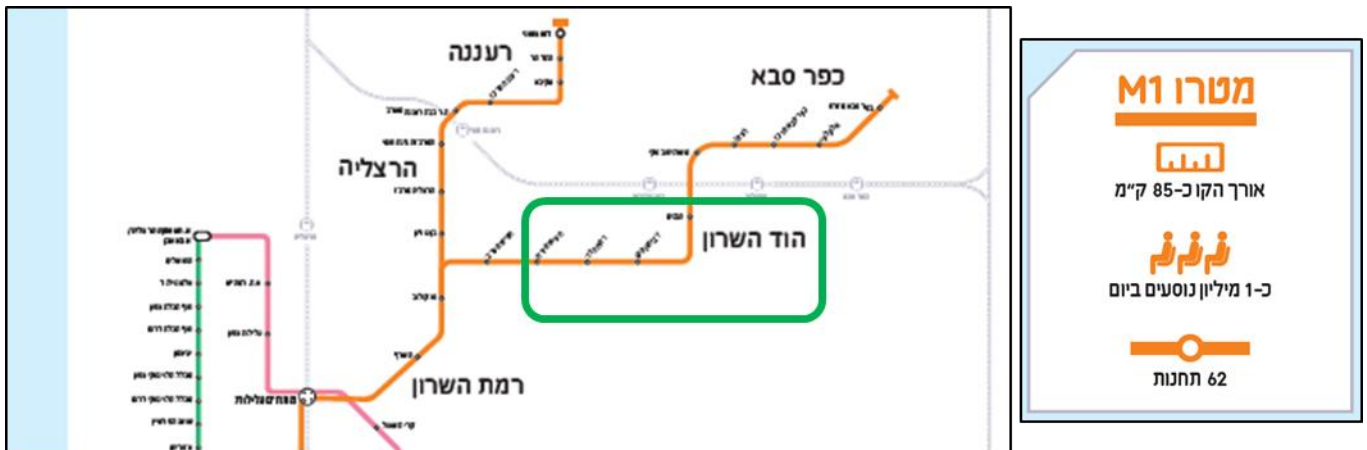
³ אתר נת"ע - https://www.nta.co.il/sites/default/files/nta-lrt-metro-mapjuly_2020.pdf



נשוא חוות הדעת

חוות דעת זו עוסקת בהשפעת זיהום קרקע, מים והמצאות גזי קרקע, ככל שנמצאים, על העבודות, הסביבה והתושבים בחלק העובר בתחום העיר הוד השרון.

תוואי M1 בחלק העובר בהוד השרון (מסגרת ירוקה) – מקור: נת"ע⁴



שינוי התוואי לחלופה דרומית, בהקשר של זיהום הקרקע, המים והמצאות גזי קרקע באזור – עומד במרכז חוות דעת זו.

⁴ אתר נת"ע - https://www.nta.co.il/sites/default/files/nta-lrt-metro-mapjuly_2020.pdf



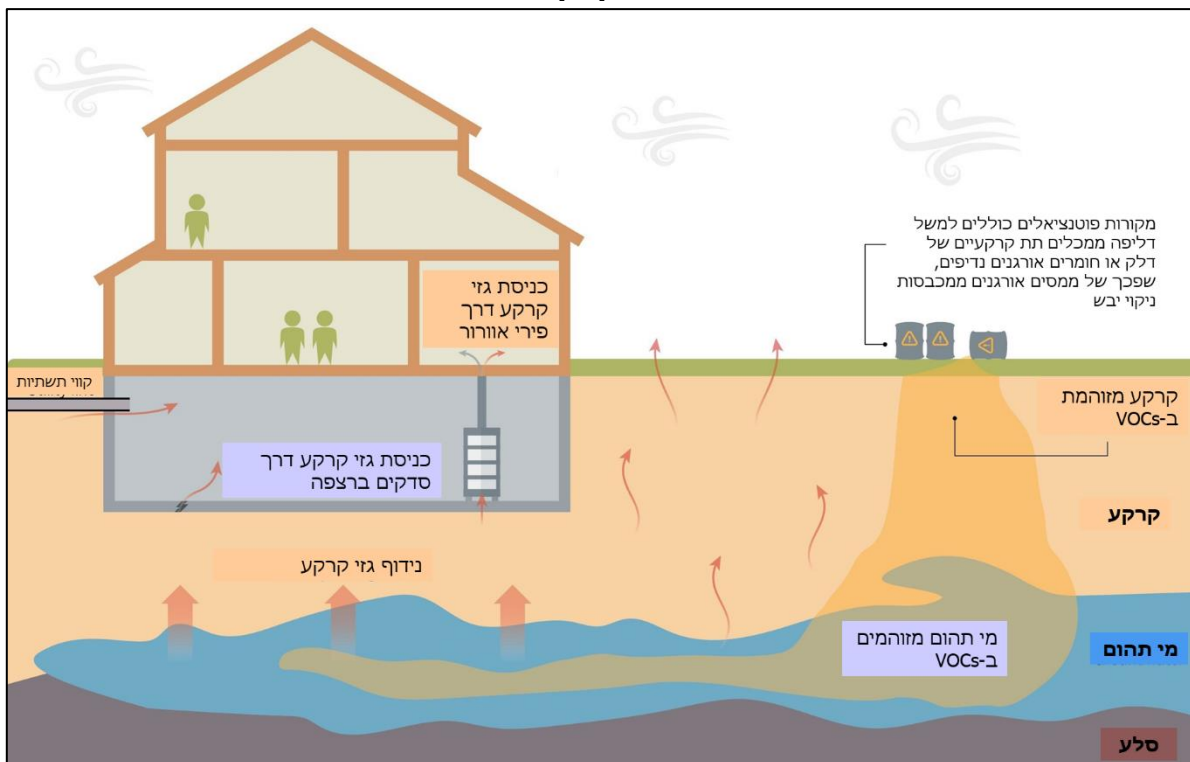
3. מידע קיים על הזיהום באזור התואי המוצע

כללי

התואי המוצע עובר בתוך תע"ש רמת השרון ומתוכננת בו שתי תחנות תע"ש מזרח ותע"ש מערב. מתחם תע"ש רמת השרון הוא אחד המתחמים המזוהמים והמורכבים שהתגלו בישראל בשנים האחרונות. על מנת להבין את הסיכונים הסביבתיים הנובעים ממעבר באזור זה יש להבין את הרקע והמידע הקיים על סוגי הזיהום הצפויים והטיפול בהם.

בסוף שנות ה-90' פונה **מפעל תע"ש מגן בתל אביב** והתגלה במקום זיהום קרקע שנחקר וטופל. גילוי זה היה הראשון בשרשרת חקירות סביבתיות של אתרים מזוהמים והביא, בין היתר, להקמת אגף שעוסק בקרקעות מזוהמות במשרד להגנת הסביבה ולחקר הקשר בין זיהום קרקעות, זיהום מי תהום, איכות מי שתייה, בריאות וסביבה. לאחר פינוי הקרקע המזוהמת ערכה רשות המים בדיקות למי תהום וגילתה זיהום חמור **בחומרים אורגנים נדיפים (Volatile Organic Compounds, VOCs) ומתכות כבדות** בריכוזים גבוהים מאד. בעקבות ממצאי מי התהום נחשפה לראשונה בארץ בעיית הימצאותם של **אדים רעילים של VOCs** בתווך הלא רווי (**גזי קרקע**)⁵. גזים אלה עולים ממי התהום דרך הקרקע ויכולים לחדור למבנים סמוכים, בעיקר למבנים תת קרקעיים.

איור סכמטי של הווצרות גזי קרקע ומסלולי הסעה למבנים⁶



בשנת 2001, פרסמה עיריית תל אביב **נוהל עירוני**⁷ "מתן מידע ותנאים בהליכי תכנון ובניה במרחב תע"ש "מגן" שמטרתו להסדיר את הטיפול באתרים בהם מתגלים קרקע מזוהמת וגזי קרקע בקרבת תע"ש מגן מתוך הידע שהיה קיים באותו זמן והגביל את הזיהום לאזור זה. על פי הנוהל בקשות למידע לקראת היתר בניה באזור

⁵ המשרד להגנת הסביבה. מהם גזי קרקע. https://www.gov.il/he/departments/guides/vapor_intrusion_contaminated_soil

⁶ Livingston County, MI. Vapor Intrusion. <https://www.livgov.com/health/eh/Pages/Vapor-Intrusion.aspx>

⁷ עיריית תל אביב. 2001. מתן מידע ותנאים בהליכי תכנון ובניה במרחב תע"ש מגן. <https://www.tel-aviv.gov.il/Forms/%D7%9E%D7%AA%D7%9F%20%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%A2%20%D7%95%D7%AA%D7%A0%D7%90%D7%99%D7%9D%20%D7%91%D7%94%D7%9C%D7%99%D7%9B%D7%99%20%D7%AA%D7%9B%D7%A0%D7%95%D7%9F%20%D7%95%D7%91%D7%A0%D7%99%D7%99%D7%94%20%D7%91%D7%9E%D7%A8%D7%97%D7%91%20%D7%AA%D7%A2%D7%A9%20%D7%9E%D7%92%D7%9F.pdf>



ילוו בסקרים ובניה חדשה תחויב במערכת מיגון בפני חדירת גזי קרקע על פי מפרט שהעירייה הכינה וצירפה לנוהל. מערכת זו כללה הנחת צנרת אוורור מתחת למבנים, פריסת יריעות איטום מתחת למרתפים והוצאת צינור אוורור מעל המבנה המחובר את הצנרת מתחת למבנה.

כאמור, באותן שנים המשרד להגנת הסביבה רק התחיל ללמוד את היקף בעיית הקרקעות המזוהמות והיה בראשית גיבוש נהלים ומדיניות לטיפול באתרים אלה.

בשנים 2005-2010 ביצעה רשות המים סקר⁸ שגילה כי זיהום מי תהום מגיע לרדיוס של 10 קמ"ר ויותר מסביב לתע"ש מגן ונפח הזיהום כולל מליוני מ"ק. בנוסף נמצא כי קיימים מקורות זיהום נוספים כמו מפעלי תע"ש ערבי נחל ותע"ש רביבים שהיו נטושים, מפעלי תעשייה כמו אמקור, קשת, אלישרא ועוד. ממצאי הדיגום בתע"ש נחלת יצחק הראו כי המזהמים חדרו לעומק האקוויפר (תת קרקע, שכבה שמכילה מי תהום) לעומק של כ-137 מטר מתחת לפני המים. הריכוזים שנמצאו היו גבוהים בסדרי גודל מהתקנים למי שתייה והביאו לסגירת בארות מי שתייה⁹ ולחקירה נרחבת של מי התהום באזור גוש דן.

בכתבה¹⁰ משנת 2006 נטען כי רשות המים איתרה 125 מוקדים של זיהום מי תהום בגוש דן בהם פעלו מפעלים בתקופה שבה לא היו תקנים או אמצעים מתאימים לטיפול בחומרים מסוכנים, וגם לאחר שנוצרו תקנים המשיכו מפעלים להזרים זיהום לסביבה. על פי הכתבה, **דו"ח המחקר מפקפק ביעילותן של יריעות האיטום המיוחדות** שעיריית תל אביב המליצה עליהן כאמצעי מיגון למניעת התפשטות החומרים הנדיפים במבנים בסביבה. **"יש לנקוט אמצעי זהירות גם בעת התכנון והבנייה של הרכבת התחתית בתל אביב"**, קובע הדו"ח בהתייחסו לעובדה שתוואי הרכבת כמעט חופף למוקדי זיהום שונים.

בשנת 2009 פרסם המשרד להגנת הסביבה מסמך "רשימת האתרים החשודים בזיהומי הקרקעות החמורים ביותר ממקורות תעשייתיים", מתחם תע"ש רמת השרון צויין במקום ה-6 מתוך 20. על פי מסמך זה שפכי המפעלים סולקו באופן לא מוסדר לנחל, לתעלות ולבריכות חלחול, עד לשנות ה-90. במקום בוצעו סקרי מי תהום, משנת 1989, שמצאו ריכוזים גבוהים של כרום, עופרת, חנקות, ממסים אורגניים (TCE), חומרי נפץ ופרכלורט.

בשנת 2009 פרסמו המשרד להגנת הסביבה ורשות המים מתווה סביבתי לטיפול בזיהום קרקע וגזי קרקע במסגרת הליכי תכנון ובניה במחוז תל אביב¹¹. מתווה זה עודכן ב-12/14. על פי המתווה במחוז תל אביב התגלה זיהום קרקע וגזי קרקע במעל 300 אתרים וקיים צורך בהסדרת הממשק בין הליכי תכנון ובניה ושלבי חקירה ושיקום של אתרים מזוהמים, יש צורך בהצגת בסיס נתונים המסכם את המידע הקיים ונדרשת מסגרת טיפול שיטתית ואחידה בזיהום קרקע וגזי קרקע במסגרת הליכי תכנון ובניה במחוז. למתווה צורף תשריט שהגדיר אזורים (במחוז תל אביב בלבד) בהם חובה לבצע סקר היסטורי, אזורים בהם קיימת חובה למגן בפני גזי קרקע, אזורים בהם קיימת חובת בדיקה לגזי קרקע ואזורים בהם קיימת חובת התייעצות לגזי קרקע. **אזור תע"ש רמת השרון, בחלק שנמצא בתחום מחוז תל אביב, הוגדר כאזור בו קיימת חובה לבצע סקר היסטורי, וחובה לבדוק נוכחות של גזי קרקע.**

⁸ גיא רשף, 2013. סיכום פעולות למניעת זיהום מקורות מים מתעשייה 2012-13,

<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/DocLib3/industry-2013.pdf>

⁹ וואלה, 2000. המשרד לאיכות הסביבה ממליץ: לסגור בארות השתייה בתל אביב <https://news.walla.co.il/item/34056>

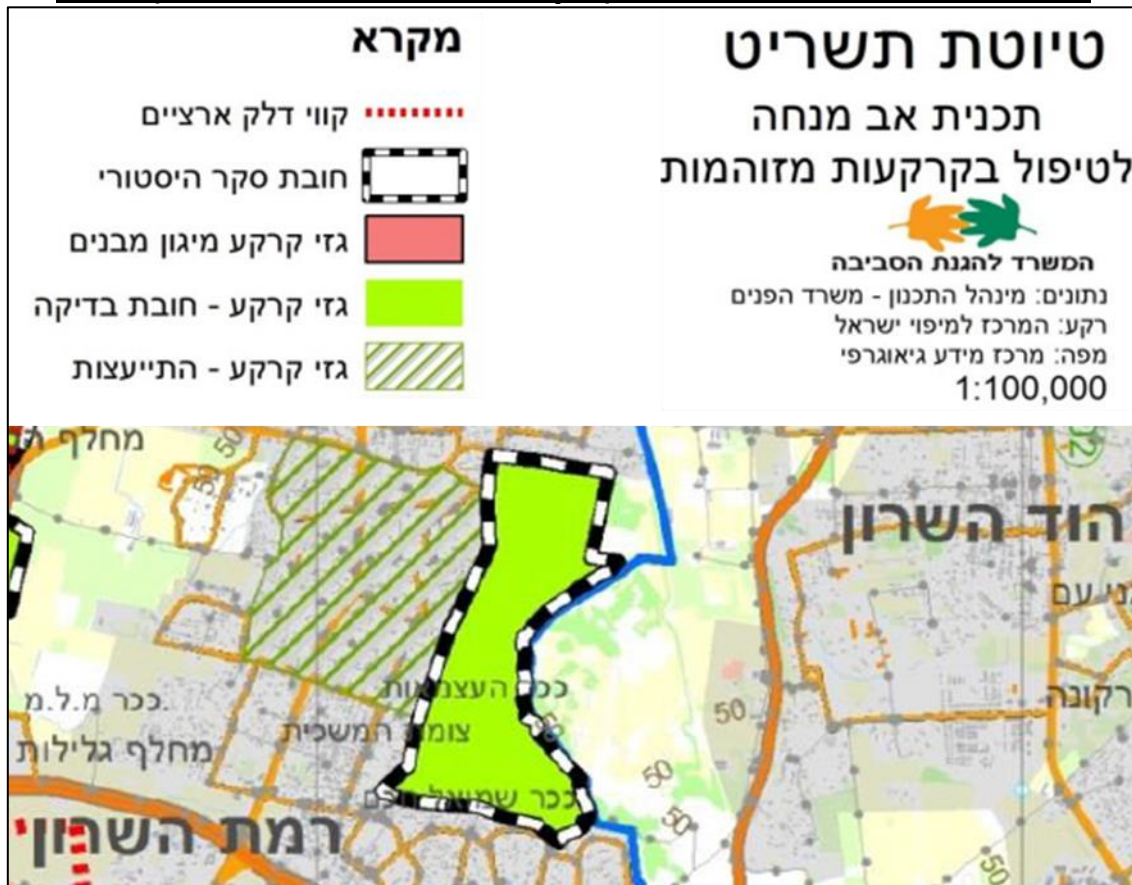
¹⁰ רינת, 2006. השכונה יוקרתית האדמה מסוכנת. <https://www.haaretz.co.il/misc/1.1107376>

¹¹ המשרד להגנת הסביבה, 2014. מתווה סביבתי לטיפול בזיהום קרקע וגזי קרקע במסגרת הליכי תכנון ובניה במחוז תל

אביב. <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0501-P0600/P0530.pdf>



מתווה סביבתי – אזור חוות הדעת, מקור: המשרד להגנת הסביבה, 12/14



הזיהום בתע"ש רמת השרון

המידע להלן מבוסס בעיקר על מסמכים של רשות המים^{12,13,14}.

תע"ש רמת השרון הוא שם כולל לכ-30 מתקנים שפעלו במשך כ-60 שנה במרחב שבין רמת השרון והוד השרון תחת התעשייה הצבאית. במשך השנים חלק מהמתקנים נסגרו, חלק עבר לדרום הארץ, חלק הופרט וחלק עדין פועל אך מתוכנן להסגר היות ובמקום קיימת תוכנית בניה למגורים (מש/15¹). החל משנת 1989 נעשים במקום סקרים ובדיקות ונמצא זיהום חמור בקרקע, במי התהום ובגזי הקרקע. בעקבות עתירה של תושבי האזור הושג הסכם, בשנת 2003, לביצוע סקר קרקע ומי תהום בתע"ש על ידי רשות המים.

בסקרים ההיסטוריים שבוצעו במקום נמצא כי בחלק מהמפעלים היתה הזרמה של שפכים תעשייתיים לבריכות חלחול לא אטומות, חלק מהשפכים הוזרמו לתעלות ומהן לנחלים וחלק לקרקע עצמה. בחלק מהבריכות נחשבו מסוכנות לבדיקה בשל החשש מפיצוץ (ריכוז גבוה של שאריות חומרי נפץ ששקע בהן). בשטח אותרו גם מטמנות ששימשו להטמנת פסולת שונות.

¹² רשות המים, אונ' בן גוריון, אונ' עברית. 2009. זיהום מי תהום והתווך הלא רווי באזור רמת השרון.

https://www.gov.il/BlobFolder/reports/industry/he/water-sources-status_tehom_ramat-hasharon-part1.pdf

¹³ רשות המים. 2018. סיכום פעולות לאיתור, הערכת היקפים ושיקום מי תהום המזוהמים ממקור תעשייתי בשנים 2017-

2016 https://www.gov.il/BlobFolder/reports/industry/he/water-sources-status_tehom_industrial-pollution-prevention-summary-2016.pdf

¹⁴ רשות המים. 2016. זיהום מי תהום באזור רמת השרון דרכי התמודדות בארץ ובארה"ב (מצגת).

https://envclinic.biu.ac.il/files/envclinic/publications/rmt_hshrvn_ptrvnt_lkns_bvnybrsytt_br-yln-lmrgnym_-_mtsvmtsm.pdf

¹⁵ מינהל התכנון. מש/1. <http://mavat.moin.gov.il/MavatPS/Forms/SV4.aspx?tid=4>



בין השנים **2005-2009** בוצעו כ-120 **קידוחים** ונלקחו מאות דוגמאות בתע"ש אולם זהו מספר קטן יחסית של דוגמאות ביחס לשטח מורכב וגדול כזה (מעל 6,000 דונם). **הממצאים נתנו תמונה חלקית בלבד של הזיהום בקרקע ו/או במי התהום.**

בקרקות, באזורים שונים של תע"ש, נמצאו ריכוזים גבוהים של מתכות (כרום שלוש ערכי, עופרת, כספית ועוד), חומרי נפץ ונגזרותיהם, פרכלורט (בעיקר בבריכות החלחול), PCB, PAH, חומרים אורגנים שונים ועוד.

המזהמים שנמצאו **במי התהום** היו בעיקר פרכלורט (דלק טילים מוצק), חומרי נפץ (RDX, TNT ונגזרותיהם), מתכות כבדות וחומרים אורגנים נדיפים וחצי נדיפים. פרכלורט נמצא בפריסה רחבה ביותר, מעל 24 קמ"ר ביחס למקור. חומרים נוספים נמצאו בריכוזים גבוהים מאד ביחס לערכי סף שונים:

מזהם	ריכוז מקסימלי	ערך סף
פרכלורט	850,000	15
RDX	2,600	2
כרום	5,300	50
TCE	2,000	200

מקור: רשות המים¹⁶

יחידות: מיקרוגרם לליטר (מקג"ל)

לאורך השנים נצפית עליה בריכוזי הפרכלורט בשולי הפלומה והחומר זוהה גם בצפון הרצליה, הכפר הירוק, שיכון דן בתל אביב. גילוי הפרכלורט גרם לסגירת בארות מי שתייה ברמת השרון היות והחומר פוגע בפעילות בלוטת התריס. ההערכה היא כי קיימים במקום כ-630 מיליון מ"ק מים מזוהמים.

לקראת דיונים שנערכו לאחרונה בתוכנית מש/1 הופץ מסמך שכלל ממצאים **מסקר קרקע וגז קרקע שבוצע בשנת 2020**¹⁶ על ידי חברת סט. הסקר בוצע בחלק מתע"ש המכונה "אליהו" ומהווה חלק מהמתחם השייך בעיקר לרמת השרון. על פי הסקר עולה כי בשנת 2015 בוצע סקר היסטורי על ידי חברת "לודן"¹⁷. **מטרת הסקר הנוכחי היתה לבדוק האם האזורים שהוגדרו בסקר ההיסטורי כחשודים כמזוהמים אכן מזוהמים, האם יש התאמה בסוגי המזהמים בכל אזור לחומרים שהסקר ההיסטורי צפה שיהיו והאם קיימים מוקדים משמעותיים נוספים.** סקר סט כלל 200 קידוחי קרקע ו-50 קידוחי גז קרקע באזורים שהוגדרו בעבר כחשודים כמזוהמים ובאזורים בהם לא היה ידוע האם יש זיהום. **הממצאים העקריים העולים מהסקר: התאמה – נמצאה התאמה טובה לממצאי הסקר ההיסטורי.**

מוקדים - אותרו מספר מוקדים משמעותיים של זיהום, עיקר החריגות במפעלי הכימיה השונים ובתעלות וערוצי הניקוז

כרום – נמצא בריכוזים גבוהים באזור מפעל "מלבין"

פרכלורט - ייצור פרכלורט היה במפעל "מלבין" בלבד, המזהם נצפה בתחתית הקידוחים באזור מלבין ובבריכות אזור זה, בשל המסיסות הגבוהה שלו צפוי להימצא בתחתית חתך הקרקע. כמו כן נמצאו ריכוזים נמוכים מערכי הסף באזורים גדולים מעבר לאזור מלבין.

חומרי נפץ – רב הריכוזים החריגים נמצאו באזור מפעל "אליהו", החריגות היו בעיקר של RDX בחלקים גדולים של המתחם, ברב הדוגמאות בהן היו חריגות של RDX היו גם חריגות של HMX. חומרים נוספים נמצאו בחלק מהקידוחים.

עופרת – נמצאה באזורים של חומות מפגע במתקני הניסויים

¹⁶ סט. 2020. סקירת קרקע וגז קרקע ראשונית באתר תע"ש רמת השרון – מסמך סיכום התאמת ממצאי החקירה לסקרים ההיסטוריים.

הסקר לא נמצא בידי הח"מ¹⁷

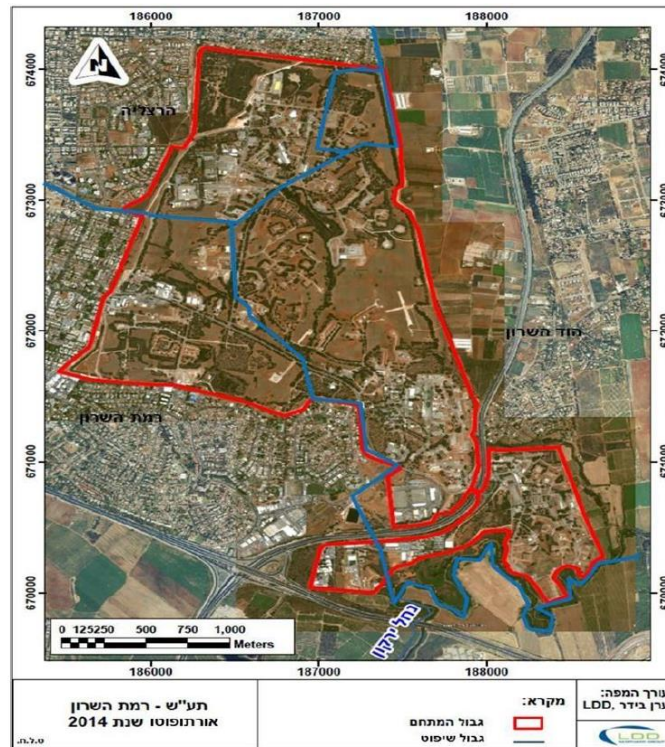


גזי קרקע – אותרו חריגות ב-5 נקודות, בעיקר TCE.

התאמה – נמצאה התאמה גבוהה בין סוגי המזהמים הצפויים בקרקע לפי סוגי הפעילות והמזהמים שנמצאו
שיקום ומיגון – על פי עורכי הסקר הריכוזים שנמצאו מצביעים על אפשרות שיקום קרקע ומיגון מבנים בפני גזי קרקע.

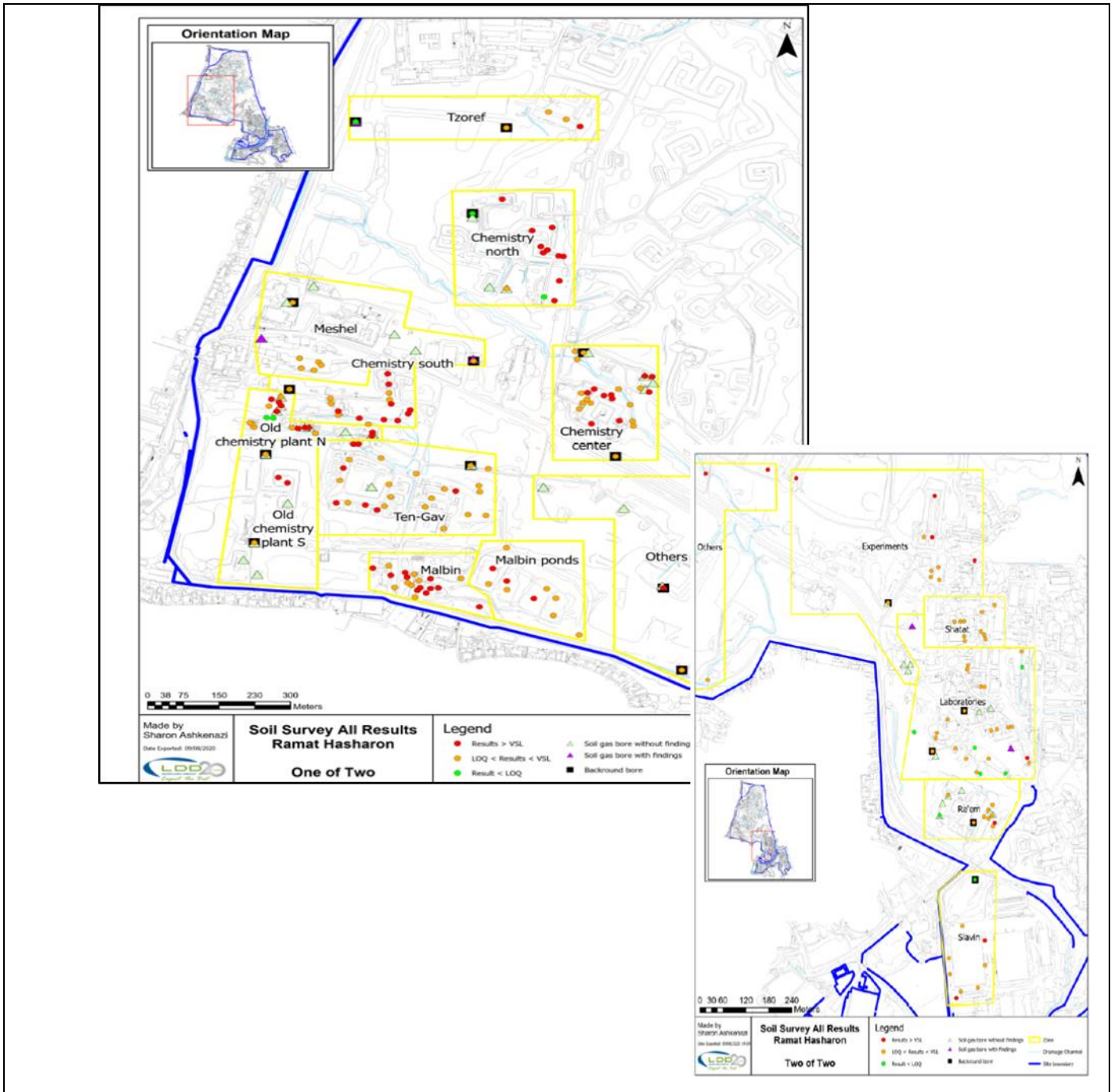
המשך חקירה – נדרש, יכלול גם, בין היתר, בדיקות כספית, בדיקות באזורים שלא נבדקו מזרחית לאזורי הבדיקה ועוד.

גבולות מתחם התע"ש והגבולות המוניציפליים





אזורי הדיגום וממצאי





רשות המים ביצעה **פיילוט לשיקום מי תהום** במשך פחות משנה (8/14 עד 6/15):



- 1 - **כליאה הידרולוגית** - של הזיהום, כלומר שאיבה של המים וטיפול בהם מעל פני השטח. המים המטופלים ישמשו להזרמה לנחל הירקון ולהשקיה. **משך הטיפול 20 עד 25 שנה.**
- 2 - **טיוב קידוחי הפקה** בשולי הפלומה - שאיבת מי תהום על מנת לעצור את התפשטות הזיהום וטיפול בהם לריכוזים שמאפשרים שימוש. פעילות כזו החלה כבר בקידוח בשתי בארות (בהרצליה ובכפר הירוק).

בחודש **מרץ 2020** פורסם **מכרז ממשלתי¹⁸ לשירותי ייעוץ וליווי הנדסי לניסוח מכרז בינלאומי** להקמת מתקן טיפול להרחקת מזוהמים ממי התהום. **טרם פורסם זוכה במכרז.**

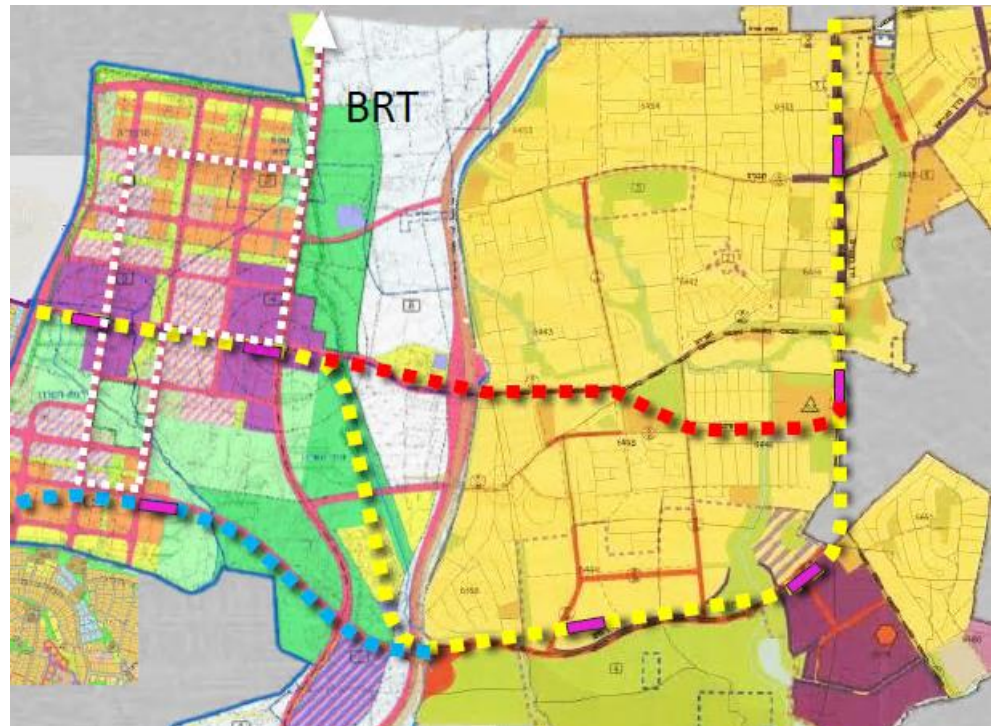
לסיכום: בתע"ש רמת השרון נמצא זיהום קרקע, מי תהום וגזי קרקע במזוהמים שונים (פרכלורט, מתכות כבדות, חומרים אורגניים וחומרי נפץ). במתחם בוצעו מספר סקרי קרקע אך טרם בוצעו מספיק סקרים לאמוד את כמויות הקרקע המזוהמת או לתחם את כל האזורים המזוהמים. הזיהום במי התהום התפשט הרחק מהמקור ומגיע עד צפון תל אביב וצפון הרצליה. בוצע פיילוט לשיקום מי התהום, קיימת תוכנית לשיקום מי התהום שתאריך מעל 20 שנה אך טרם נבחר זוכה לתהליך התכנון והליווי הנדסי להכנת המכרז לשיקום עצמו.



4. חלופה דרומית לתוואי המטרו

עיריית הוד השרון מעוניינת לבדוק אפשרות לחלופה דרומית (חלופה צהובה או כחולה בתרשים למטה) לקו המטרו כך שיעבור באזור התעשייה נווה נאמן ולא מתחת לשכונות המגורים הוותיקות (כפי שעוברת החלופה האדומה בתרשים למטה). להלן מספר שיקולים שתומכים בחלופה כזו.

חלופות אפשריות



4.1 מעבר המטרו מתחת לשכונות ותיקות

על פי התכנון המוצע תעבור המנהרה מתחת לשכונות ותיקות של הוד השרון (חלופה אדומה בתרשים למעלה). היות וידוע כי האזור סמוך לתע"ש רמת השרון ומזוהם בחומרים אורגנים נדיפים ומסוכנים קיים חשש כי גזי קרקע שיעלו ממי התהום בשל העבודות יצטברו בחללים תת קרקעיים, או קומות ראשונות, של בתי מגורים, בעיקר ותיקים

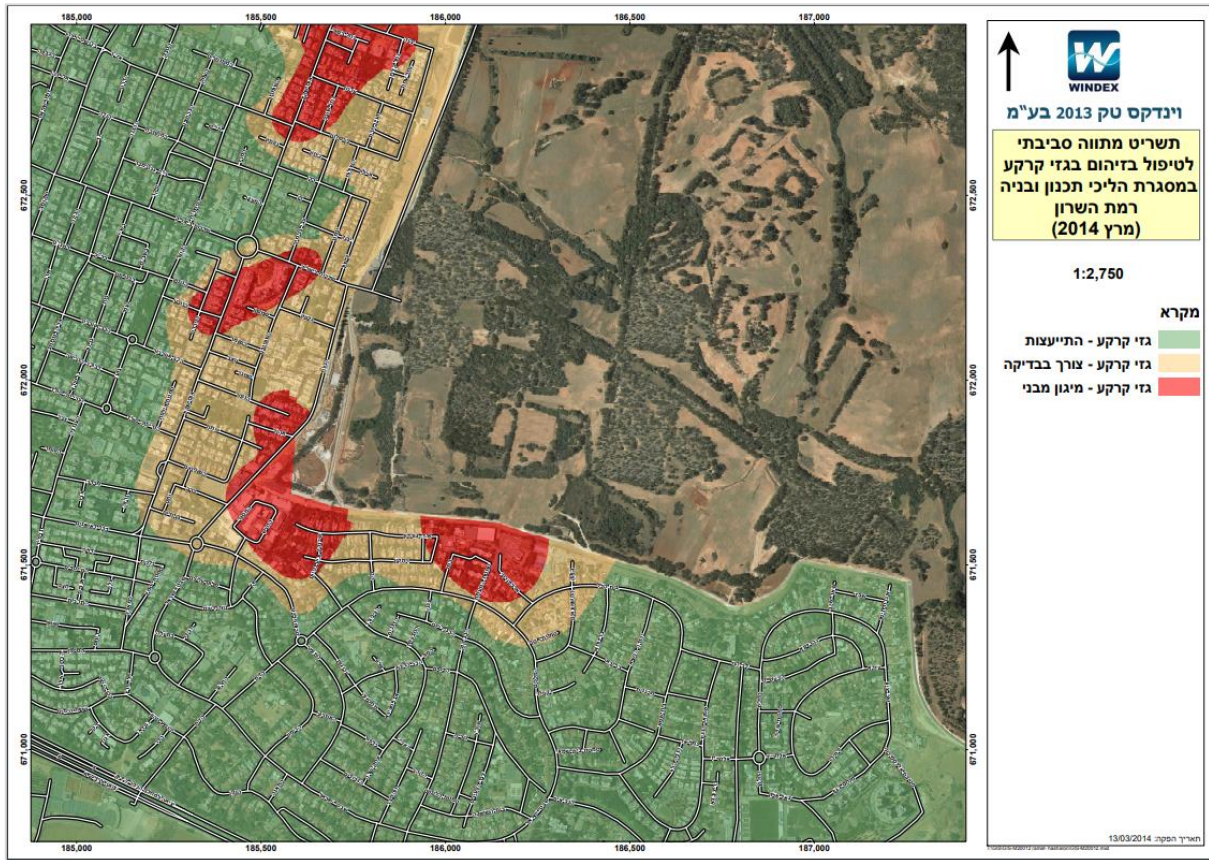
עיריית רמת השרון ביצעה לפני מספר שנים סקר גזי קרקע¹⁹ סביב מתחם תע"ש ומצאה ריכוזים גבוהים של גזי קרקע בשכונות בסמוך לגדר המתחם. העירייה קבעה²⁰, יחד עם המשרד להגנת הסביבה, כי יש לבדוק המצאות גזי קרקע כתנאי להיתר בניה באזורים אלה והמליצה על איטום קומות תת קרקעיות ואוורור קומות ראשונות.

¹⁹ עיריית רמת השרון. 2014. תשריט מתווה סביבתי לטיפול בזיהום בגזי קרקע במסגרת הליכי תכנון ובניה רמת השרון <https://ramat-hasharon.muni.il/wp-content/uploads/2019/06/%D7%9E%D7%99%D7%A4%D7%95%D7%99-%D7%AA%D7%95%D7%A6%D7%90%D7%95%D7%AA-%D7%91%D7%93%D7%99%D7%A7%D7%95%D7%AA-%D7%92%D7%96%D7%99-%D7%A7%D7%A8%D7%A7%D7%A2.pdf>

²⁰ עיריית רמת השרון. 2014. הנחיות למבנים מתוכננים ולמבנים קיימים שכוללים קומות קרקע ו/או קומות תת קרקעיות <https://ramat-hasharon.muni.il/wp-content/uploads/2019/06/%D7%94%D7%A0%D7%97%D7%99%D7%95%D7%AA-%D7%9C%D7%A6%D7%99%D7%91%D7%95%D7%A8-%D7%90%D7%96%D7%95%D7%A8-%D7%94%D7%9E%D7%92%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%9D.pdf>



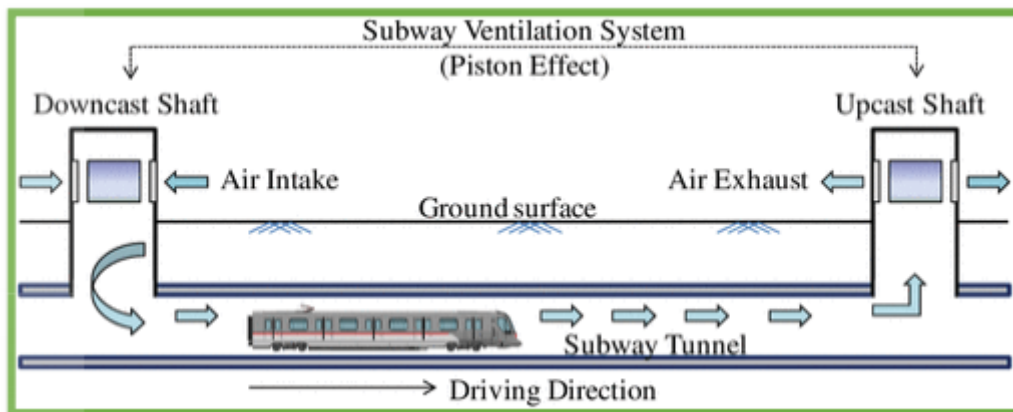
תוצאות בדיקת גזי קרקע, רמת השרון, 2014



היות והזיהום במי התהום מתפשט עם הזמן **יש להניח כי** גם כיום יש ריכוזים כלשהם של גזי קרקע גם באזור הוד השרון. אולם פעילות חפירת המטרו, שפילת מי תהום וגם הפעלת המטרו עצמו עשויות לגרום לשפיעה נוספת וגבוהה יותר של גזים אלה במידה ומי התהום לא יטופלו לפני תחילת עבודות המטרו. חשוב להבין כי טיפול במי תהום, שטרם החל ברמת השרון, צפוי לארוך עשרות שנים.

היות ולא בוצע סקר גזי קרקע בתוואי המתוכנן אין מידע על ריכוזי גזי קרקע כיום לאורך התוואי ואין התייחסות בתסקיר לנושא שפיעת גזי קרקע במהלך העבודות או לאחריהן, למשל כתוצאה מ"אפקט הבוכנה" של הרכבת עצמה.

אפקט הבוכנה בפעילות רכבת תת קרקעית, מקור: תסקיר השפעה על הסביבה²¹ למטרו 3M



²¹ תסקיר השפעה על הסביבה, מטרו 3M. https://www.nta.co.il/sites/default/files/tsqyr_hshph_l_hsbvvh_1.pdf



חשוב לזכור, **סיכון קשור מצד אחד למסלול חשיפה** (למשל נשימה של גזי קרקע מסוכנים שנכנסים לחללים תת קרקעיים) **ומצד שני לרצפטור**. ילדים, קשישים, נשים בהריון הן דוגמאות לאוכלוסיות רגישות יחסית לאוכלוסייה של עובדים במשרדים או עסקים באזור תעשייה. גם משך השהייה והחשיפה האפשרית למזהמים של תושבים בבתי ממושך יותר לעומת עובדים במקומות עבודה.

לכן, מעבר המטרו בחלופה דרומית (חלופה צהובה או כחולה בתרשים בעמ' 12), בקרקע מתחת לאזור תעשייה נווה נאמן, יפחית את הסיכונים הכרוכים בחדירת גזי קרקע למבני מגורים ואחרים (גנים, בתי ספר, מקלטים ציבוריים) בשכונות הוותיקות של הוד השרון וחשיפת תושבים ואוכלוסיות רגישות לנזקים.

4.2 מועד העבודות ועיכובים אפשריים

התסקיר לא מציג את המשמעות של חפירת מנהרות בתווך מזוהם, מעל מי תהום מזוהמים ובמיקום בו קיימים גזי קרקע שיכולים לצאת מהחפירות או מתוך התוואי ולהצטבר בחללים תת קרקעיים בסביבה.

אזור תע"ש (תחנות M46-M47) מזכר בתסקיר כאזור שבו אותר "זיהום קרקע ומי תהום משמעותי". התסקיר מציין כי שיקום הקרקע ומי התהום הינם באחריות חברת "נצר השרון" ואינם חלק מתוכנית המטרו. אולם, התוכנית עוברת בין קידוחים לשיקום מי התהום (למרות שטרם נקבע מיקומם המדויק) ולכן "בשלב ההיתרים באזור זה יש לערוך תיאום עם רשות המים כדי להבטיח את רציפות הטיפול בזיהום מי התהום" (עמ' 302).

התסקיר כן מציין כי שאיבה של מים מזוהמים, למשל לצורך שפילת מי תהום, תהיה פעולה אקטיבית לשיקום מי התהום ותשתלב בפעולות שמתוכננות בכל מקרה (עמ' 457).

היות והתסקיר לא מציג לוח זמנים לביצוע המטרו מול לוח הזמנים לשיקום, לא ברור מה יקרה קודם והאם יהיו תקופות חפיפה בעבודות. נראה כי תכנון תוואי תת קרקעי באזור שאמור לעבור חפירה וטיפול במזהמים עלול להיתקל בעיכובים שונים אם בשל עיכובים בשיקום, תקלות או בעיות שלא נצפו מראש, התמשכות השיקום מעבר למצופה או תקלות אחרות. **הסטת תוואי המטרו דרומה, מחוץ או בשולי מתחם התע"ש תגדיל את הסיכוי להשלמת הפרויקט כמתוכנן.**

4.3 פארק טבע מטרופוליני

תוכנית מש/1, שהוזכרה לעיל, מייעדת את השטח למגורים אולם נראה כי עדין לא בוצעו מספיק חקירות לקרקע ולמי התהום כדי לאפשר שימוש כזה בעתיד הנראה לעין. **ראשי הערים באזור** הצהירו לאחרונה²² כי הם מתנגדים לשימוש למגורים ומציעים כי במקום יוקם פארק טבע מטרופוליני.

Rocky Mountain Arsenal²³ - דוגמא לפארק שהוקם על אתר מזוהם שנמצא בהליכי שיקום תוך כדי שימוש תיירותי ניתן למצוא בעיר דנוור במדינת קולורדו, בארה"ב. במקום פעל במשך עשרות שנים מפעל תחמושת של הצבא וגם מפעלים פרטיים למשל לייצור חומרי הדברה. הפעילות הזו גרמה לזיהום קרקע ומי תהום במגוון מזהמים כולל חומרים אורגנים נדיפים, מתכות, חומרי הדברה, חומרי נפץ ועוד. **שיקום האתר החל בשנת 1987**. בתחילה טופלה הקרקע על ידי הטמנה מוסדרת באתר ותהליכי מיצוק-ייצוב ובהמשך בוצעו

²² צמת השרון. 12/20. הדרישה: פארק ענק במקום עשרות אלפי יח"ד. ראשי הערים יוצאים נגד תוכנית עיר התעש. <https://www.tzomet-hrz.co.il/real-estate/42660>

²³ EPA. Rocky Mountain Arsenal.

<https://cumulis.epa.gov/supercpad/SiteProfiles/index.cfm?fuseaction=second.Cleanup&id=0800357#bkground>



פעולות לטיפול במי תהום, כליאה הידרולוגית, ניטור ופיקוח הנמשכות עד היום. **במקביל לפעולות השיקום, הוקם במקום פארק בסגנון "חי-בר"** בו ניתן לראות חיות בר שהושבו לטבע בנהיגה בכביש טבעתי וללמוד על המקום במרכז מבקרים²⁴.



במידה ותקודם חלופת שימוש בשטח לצורך פארק, לא יהיה צורך בתחנות מטרו בתוך הפארק וניתן למקם תחנות גם בחלק הדרומי של הפארק. שימוש כזה יוסיף אפשרות שימוש לתחנה:

- הנגשת שטח פתוח לציבור משתמשי התחבורה הציבורית
- אפשרות לבניית חניון "חנה וסע" גדול שישרת את כל צפון גוש דן
- אפשרות להקמת מתקנים גדולים נוספים שיהיו נגישים בעזרת המטרו כמו אולמות ספורט, אירועים וכדומה.

²⁴ U.S. Fish & Wildlife Service. Rocky Mountain Arsenal. https://www.fws.gov/refuge/Rocky_Mountain_Arsenal/about.html



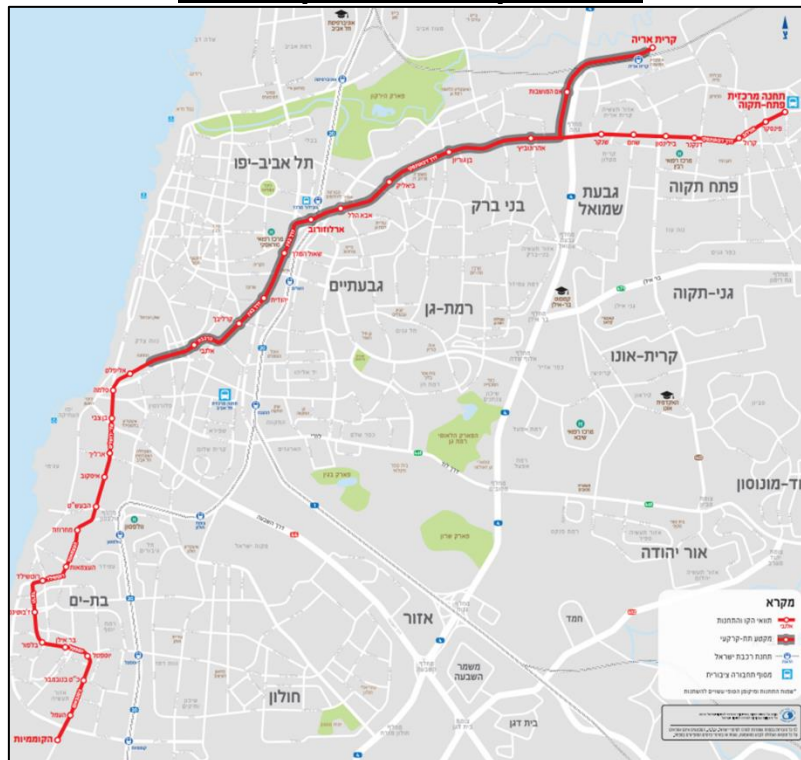
5. דוגמאות לסיכונים סביבתיים ממקרי מבחן שונים

בנוסף לבעיות העלולות להיווצר ממעבר המטרו מתחת לשכונות מגורים והיתרונות הקיימים בחלופה הדרומית, קיימים מספר סיכונים נוספים שימנעו ככל שהעבודות יורחקו מאזורי מגורים. להלן מספר מקרי מבחן מהארץ ומהעולם של תקלות שאירעו בעת חפירה לקווי מטרו ושהשפעתן בתוך המרחב העירוני תהיה ניכרת יותר מאשר באזור תעשייה או בשטח פתוח.

5.1 מקרי מבחן לאורך הקו האדום

הקו האדום של הרכבת הקלה נמצא בביצוע, לאחר שנים ארוכות של תכנון. הקו יחבר את בת ים ופתח תקווה דרך תל אביב, רמת גן ובני ברק והוא שילוב של מערכת קרקעית ותת קרקעית. סה"כ מדובר ב-24 ק"מ, 12 ק"מ במפלס הקרקע ולאורכו 24 תחנות ו-12 ק"מ תת קרקעית ולאורכו 10 תחנות²⁵.

מסלול הקו האדום – מקור: נת"ע



מהלך העבודות בחלק התת קרקעי כולל חפירת פירים להכנסת ציוד הכרייה (ברחוב הרצל בתל אביב, חניית גלי גיל ברמת גן וצומת אם המושבות בני ברק – פתח תקווה), כריית המנהרה, יציקת המנהרה ובמקביל הסטת התנועה וחפירת התחנות, יציקת התחנות והשלמת הבנייה.

עבודות ההכנה לפרויקט ארכו שנים רבות. בתחילת עבודות התכנון ערכה נת"ע סקר היסטורי לאורך התוואי התת קרקעי וכן דיגום קרקע, מי תהום וגזי קרקע. בסקרים נמצאו מספר אזורים בהם היתה קרקע מזהמת, ריכוזים גבוהים של גזי קרקע ו/או זיהום במי תהום²⁶. בהמשך, בוצעו על ידי נת"ע ו/או על ידי המבצעים בפועל של העבודות, סקרים היסטוריים מפורטים לתחנות ולפירי השילוח, וסקרי קרקע, מי תהום וגזי קרקע. חלק

²⁵ נתע. הקו האדום. <https://www.nta.co.il/en/line/1>

²⁶ הארץ. 2011. זיהום במי תהום בגוש דן עלול לעכב את הרכבת הקלה. <https://www.haaretz.co.il/science/1.1179769>



מהסקרים נמצאים באתר המשרד להגנת הסביבה (ראו דוגמאות^{27, 28, 29, 30}). ממצאי הדוחות הביאות לשימוש באמצעי מיגון לעובדים, חפירת קרקע מזוהמת, טיפול במי תהום (למשל באזור גלי גיל, כפי שמובא בדוחות רשות המים), פינוי קרקע מזוהמת ליעדים מתאימים ועוד.

מקרה נת"ע – סונול, שדרות ירושלים תל אביב

בשנת 2004, כחלק מעבודות ההכנה לרכבת הקלה, בוצעו על ידי נת"ע עבודות להעתקת תשתיות לאורך התוואי. בין העבודות בוצעה עבודת חפירה של שתי תעלות לתשתיות מתחת לשדרות ירושלים ב"פ. בדצמבר 2004 התפשט ריח של דלקים ברחוב ובאזור העבודה. כתוצאה מכך הופסקה העבודה למספר שבועות. מקור הזיהום אותר כתחנת דלק "סונול המזרקה" הנמצאת כ-30 מטר מהמקום בו התגלה הזיהום. בסופו של דבר פונתה מהמקום קרקע מזוהמת לרמת חובב, הוכנסו אמצעי אוורור ומיגון לחפירה והעבודות התחדשו.

נת"ע הגישה תביעה כנגד סונול בבקשה לפיצויים על ההוצאות שנגרמו לה. בפסק דין³¹ שניתן בעניין זה נאמר כי סך כל העלויות שהוצאו על ידי הקבלן על טיפול בזיהום ובטיחות היה כ-2 מיליון ש"ח. מתוכם הכירה השופטת בכ-450,000 ש"ח כהוצאות בהן סונול צריכה לפצות את נת"ע בשל אחריותה לזיהום הקרקע ומי תהום בתחנה שהגיעו עד אזור העבודות.

אולם, פסק הדין קבע גם כי נת"ע לא ערכה קידוחי קרקע וסקרי קרקע במקום לגילוי זיהומי קרקע ומי תהום בחומרים מסוכנים טרם תחילת בצוע העבודות ולא נערכה לתרחיש של זיהום קרקע ולא ערכה כל בדיקה מקדימה לעניין זה. לאור המידע הקיים על זיהום קרקע ומי תהום באזור תל אביב היה ניתן להעריך שחפירה באזור זה עלולה להביא לחשיפה של זיהום בקרקע ובמי התהום. עוד קבע פסק הדין כי היה על נת"ע לצפות זיהומים תת קרקעיים בכל האזורים בהם התעתדה לבצע את עבודות החפירה, לערוך בדיקות קרקע מתאימות ולהערך עם ציוד מגן וכל ציוד אחר נדרש למקרים אלה.

לסיכום: בשנת 2004 במהלך עבודות חפירה תת קרקעיות התגלה זיהום קרקע ומי תהום בסמוך לתחנת דלק שהשפיע על עוברים ושבים ברחוב כמו גם עם עובדים במנהרה. העבודות נעצרו, פונתה קרקע מזוהמת והוכנסו אמצעי מיגון לחפירה. בית המשפט קבע כי חברת הדלק נושאת באחריות מסוימת לאירוע אך גם כי נת"ע היתה צריכה לבצע בדיקות מקדימות ולהיערך עם ציוד מתאים.

על פי פסק הדין עלויות הטיפול בקרקע, במקרה בודד ונקודתי זה היו בסדר גודל של כמה מאות אלפי שקלים. אולם סוג הזיהום היה קל יחסית לטיפול (הקרקע הועברה לטיפול ברמת חובב), כמויות הקרקע היו קטנות ולא היה צורך בטיפול במי התהום.

²⁷ איזוטופ. 2012. דוח סקר זיהום קרקע וגזי קרקע באתר שילוח פיר גלי גיל.

<https://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%A7%D7%A8%D7%A7%D7%A2%D7%95%D7%AA/sekerkarkashiloah2012.pdf>

²⁸ אל.די.די. 2011. דוח ממצאי סקר קרקע ראשוני, פיר שילוח מכונת "TBM הרצל".

<https://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%A7%D7%A8%D7%A7%D7%A2%D7%95%D7%AA/sekerkarkashiloah05092011.pdf>

²⁹ אדמה. 2015. דו"ח סקר קרקע, גז קרקע אקטיבי ומי תהום תחנת קרליבך – פרויקט הרכבת הקלה, הקו האדום

<https://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%A7%D7%A8%D7%A7%D7%A2%D7%95%D7%AA/sekerkarkakarlibah.pdf>

³⁰ איזוטופ. 2012. מכתב דוח חפירה ודיגום מוודא באתר פיר שילוח 'אם המושבות'.

<https://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%A7%D7%A8%D7%A7%D7%A2%D7%95%D7%AA/sekerkarkaehamoshavot17072012.pdf>

³¹ ת"א 21871-07 נ.ת.ע. נתיבי תחבורה עירוניים להסעת המוני נ' סונול ישראל בע"מ ואחרים.



מקרה נת"ע – דלק, ז'בוטינסקי 79 רמת גן^{32, 33, 34}

בתחילת 2018 הגיעה מכונת החפירה של הקו האדום (TBM) לאזור "רמה" ברמת גן. במשרד להגנת הסביבה ובעירייה התקבלו **תלונות תושבים על ריח חזק של דלק. דיירי בניין מגורים ברחוב ז'בוטינסקי 69 פונו מביתם למלון בשל הריחות החזקים והחשש מפיצוץ** (אדי בניזן הם אדים פציצים). במקביל נסגרה תחנת הדלק הסמוכה (דלק רמה) ובוצעו בדיקות אויר בכל האזור. **מהבדיקות עלה כי בתחנת הדלק נמצא זיהום קרקע בעבר והותקנה מערכת טיפול אולם בשל בעיות טכניות המערכת לא חוברת לחשמל ולא הופעלה מעולם.**

ככל הנראה הכרייה התת קרקעית, ובעיקר עצירת מכונת ה-TBM בסמוך לאזור המזוהם, גרמה לפליטת גזים רעילים והצטברותם במקלטים, מרתפים וקומות ראשונות בסביבה. על פי המשרד להגנת הסביבה, **בעקבות האירוע שונו נהלי עצירת המכונה באזורים חשודים כמוהמים**. בחודש מרץ 2018 עמדה מכונת החפירה לחזור לאותו אזור והמשרד להגנת הסביבה הנחה את נת"ע לנקוט משנה זהירות כולל ניטור גזי קרקע ודלקים בשוחות ביוב, קידוחי ניטור, מבני מגורים וחנויות שישמשו להתרעה במידה ושוב יפלטו גזים רעילים. כמו כן הנחה המשרד את עיריית רמת גן ויתר הגופים לטיפול בתושבים אם יהיה צורך בפינוי. מנת"ע נדרש לדאוג לתנועה מהירה של המקדח באזור המזוהם כדי לצמצם את זמן העבודה ואת אירוע הזיהום הפוטנציאלי לזמן קצר ככל האפשר. כמו כן נדרשו שינויים טכניים בעבודת הכרייה (החלפת חומרים בקדמת המקדח ועוד) במטרה לצמצם את פליטת האוויר לקרקע ולהפחית לחצים. הוקם צוות משותף לכלל הגופים הרלוונטיים שיעקוב מקרוב אחר ביצוע העבודות במטרה לתת מענה מידי על פי הצורך.

לסיכום: גם לאחר הסקרים והבדיקות לאורך התוואי התת קרקעי של הקו האדום ארע מקרה של **פליטת אדי דלק רעילים ומסוכנים בבניין מגורים על התוואי**. מקור הגזים הוא **בתחנת דלק** בה בוצעה חקירה סביבתית ואף הותקנה מערכת שיקום אך לא הופעלה. **בעקבות האירוע פונו תושבים מביתם**, בוצעו בדיקות וחקירות סביבתיות ולבסוף שונו נהלים להפעלת המכונה וניתנו הנחיות למניעת הישנות המקרה.

מקרה גלי גיל - תע"ש ערבי נחל^{35, 36}

מפעל תע"ש ערבי נחל פעל בתל אביב בין השנים 1948 ו-1980 ועסק ביצור תחמושת זעירה. הפעילות במפעל כללה צחצוח וניקוי תרמילים בחומצה גופרתית וכן שימוש בחומרים אורגנים מוכלרים (VOCs). השפכים מהפעילות התעשייתית הוזרמו לבורות איסוף וניטרול ולמערכת הביוב האזורית וכלל הנראה, לפחות בחלק מהזמן, הוזרמו שפכים גם לנחל איילון הסמוך. בסוף שנות ה-90 בוצעה במקום חקירת קרקע (במקביל לחקירות באתר תע"ש נחלת יצחק ורביבים) ובסיום החקירה פונתה קרקע מזוהמת לאתר רמת חובב. בשנת 1999 נמצאו ריכוזים חורגים של VOCs בקידוח הפקה למי שתייה (גבעתיים ו' הנמצא 230 מטר מערבה מהאתר) והקידוח נסגר. בשנת 2006 החלה רשות המים לבצע **חקירת מי תהום** באתר ומצאה זיהום ב-VOCs, **בעיקר PCE (Tetrachloroethylene)**³⁷. החל משנת 2012 בוצעו במקום מספר סקרים כולל סקרי קרקע, גז קרקע ומי תהום. **בסקרים נמצאו ריכוזים גבוהים של VOCs**. אחד מתוצרי הפירוק של PCE הוא **ויניל כלוריד (VC)** שהוא חומר יותר רעיל ומסוכן. באתר ערבי נחל נמצא VC בריכוזים גבוהים במורד הזרימה הרחק ממקור הזיהום. מסקנת עורכי הסקרים היתה כי **באתר ערבי נחל אותרו זיהומים בריכוזים גבוהים מאוד שמסכנים את מקורות המים ובריאות הציבור.**

³² גלובס. 2018. מי אחראי לזיהום? פליטת גזי קרקע הביא לפינוי דיירים ברמת-גן
<https://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001220167>

³³ המשרד להגנת הסביבה. 2018. קרקעות מזוהמות – מדיניות וביצוע מצגת ביום עיון.

³⁴ INFOSPOT. 2018. המשרד להגנת הסביבה מציב תנאים לעבודות הרכבת הקלה בשל חשש לדליפת גזי קרקע רעילים
https://infospot.co.il/n/Ministry_of_the_Interior_provides_conditions_for_light_rail_work

³⁵ אתגר הנדסה. 2013. חקירת זיהום סביבתי באתר תע"ש ערבי נחל מתודולוגיה וסיכום ממצאים.
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/DocLib6/arvei-nahal.pdf>

³⁶ רשות המים. 2018. סיכום פעולות לאיתור, הערכת היקפים ושיקום מי תהום המזוהמים ממקור תעשייתי בשנים 2017-2016
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/DocLib9/industrial-pollution-prevention-summary-2016.pdf>

³⁷ המשרד להגנת הסביבה. טראכלורואתילן.

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0701-P0800/P0762/Tetrachloroethylene.pdf>



במסגרת **חפירת פיר שילוח "גלי גיל"**, המרוחק כ-300 מטר מתע"ש ערבי נחל, היה צורך בשאיבת נפחים גדולים של מים לצורך הנמכת מפלס מי התהום בפיר. בעקבות החשש למשיכת הזיהום ממתחם ערבי נחל אל עבר הפיר גובשה **תכנית לכליאה הידראולית** של הזיהום בערבי נחל באמצעות מערך שאיבה מקבילה בשטח המתחם הכולל 4 קידוחים ששאבו בספיקה של 45-60 מ"ק"ש. **המים המזוהמים טופלו באמצעות מסנני פחם פעיל** והוזרמו, לאחר הרחקת המזוהמים, לתעלת האיילון. השאיבה התחילה באפריל 2014 ונמשכה עד מאי 2015. במהלך השאיבה בוצע ניטור של המזוהמים בכניסה למתקן הטיפול, ביציאה ממנו ובקידוחי ניטור בתוך מתחם התע"ש ובסביבתו. **ממצאי הניטור שבוצעו כחצי שנה לאחר סיום השאיבה הראו שריכוזי המזוהמים בתוך האתר ובסביבתו הקרובה ירדו אל מתחת לערכי המטרה לשיקום.**

לסיכום: במתחם **תע"ש ערבי נחל** שנסגר בשנות ה-90 ועמד **ריק** במשך שנים **נמצא זיהום קרקע, גזי קרקע ומי תהום** בחומרים אורגנים מוכלרים. סמיכות המתחם לפיר שילוח של הרכבת הקלה הביא להקמת מערכת טיפול במים. **לא ידוע לח"מ על בדיקות גזי קרקע במרתפים שכנים** שיכלו ללמד על השינויים בריכוזי המזוהמים בבתי מגורים או מבני ציבור בשכונה מהמצב לפני תחילת פעולות השאיבה, במשך ולאחר סיום הפעולות.

5.2 מקרים מהעולם

קראקס וונצואלה³⁸

בשנת 1978 **במהלך עבודות בניית המטרו של קראקס, וונצואלה, חדרו מים מעורבבים עם בניזין לחפירה.** חדירת המים המזוהמים גרמה **להפסקת העבודות ל-119 ימים.** במהלך הזמן שבו שבתו העבודות נעשו עבודות להבטחת בטיחות ובריאות העובדים ושינויים במבנה מכונת הכרייה ושיטת הניטור לאדים פציצים. כמו כן נעשו עבודות לניקוי הזיהום והמקור. הפסקת העבודות והפעולות שננקטו לטיפול בבעיות שהתעוררו הגדילו את תקציב הפרויקט בכ-14.5%. **לאחר הפעלת המטרו אירעו 3 מקרים שונים של פריצת מים ודלק למנהרה.** באחד המקרים, בשנת **1995** הופסקה תנועת הרכבת ל-6 ימים. הפסקת תנועת הרכבת אילצה את עיריית קראקס לספק תחבורה חליפית, יחד עם הטיפול בזיהום ומקורותיו. **מקור הזיהום היה תחנת דלק מרוחקת 300 מטר (!)** מהמנהרה. עלויות הטיפול בזיהום ובבטיחות העובדים והנוסעים הוערכו, בסוף שנות ה-90, במאות אלפי דולרים. בנוסף, בעקבות הדליפות **ניתנה הוראה לכל תחנות הדלק במרחב המטרו להחליף את התשתיות למכלים וצנרת כפולי דופן וסטנדרטים מחמירים של בטיחות מטעם המטרו והחלו על פעילות התחנות.**

East Lansing משיגן ארה"ב³⁹

בשנת 1994 החלו בעבודות הכרייה **למנהרת בויב** במשיגן. עומק החפירה היה 6.5 עד 14.5 מטר מתחת לפני הקרקע. העבודות בוצעו באזור עירוני שבו אותרו, מבעוד מועד, **4 תחנות דלק פעילות ונטושות.** סקרי קרקע ומי תהום שבוצעו לפני תחילת העבודות לא הראו נוכחות של מרכיבי דלקים. במאי 1995 חדר בניזין לחפירה בכמות קטנה שלא הצריכה טיפול במי תהום ובוצע עדכון של נהלי בטיחות לעובדים. בנובמבר 1995 **חדר שוב בניזין לחפירה, כתוצאה מהאדים ארע פיצוץ ו-4 עובדים נפצעו.** העבודות הופסקו ל-6 חודשים. במהלך הפסקת העבודות בוצעו סקרים סביבתיים רבים ו**נמצא כי מדובר בזיהום נרחב בבניזין כתוצאה מדליפה שנמצאה כבר בשנת 1985, עשר שנים לפני תחילת העבודות.** באותו זמן, שנות השמונים, האתר המזוהם נחפר, הקרקע והתשתיות פנו ובשנת 1993, שנה לפני תחילת חפירת המנהרה, נבנתה על האתר חנות. **שפילת מי התהום ועבודות הכרייה הביאו להתפשטות הזיהום שנשאר בקרקע ולא אותר בחקירות קודמות.** כתוצאה מהאירוע, הקרקע המזוהמת נחפרה ומי התהום טופלו בשטח על ידי פחם פעיל בעלויות של אלפי דולרים בחודש במהלך כל תקופת העבודה.

³⁸ Tunneling through Gasoline Contamination: The Caracas Metro Experience מאת Roberto R. Centeno W. and Francisco A. Centeno P.

³⁹ Klinger. F. J., Swaffar. K. M., and T. S. DiPonio. 2002. Control of Contaminated Groundwater during Tunneling: Five Case Histories. In North American Tunneling 2002: Proceedings of the NAT Conference.



קלן, גרמניה^{41,40}

ב-3 במרץ 2009 התמוטטו בנין הארכיון ושני מבני מגורים בעיר קלן שבגרמניה. שני תושבים נהרגו בהתמוטטות ונזק רב נגרם למבנים. **בזמן ההתמוטטות בוצעו מתחת לפני השטח עבודות כרייה של רכבת תחתית.** על פי הדיווחים בתקשורת, כבאי העיר קלן טענו כי בשנים קודמות, 2007 ו-2008, נראו סדקים ברצפת הבניין העתיק אולם לאחר בדיקה לא התקבלה החלטה על פעולות כלשהן. מספר דקות לפני ההתמוטטות הבחינו עובדים במקום **בחדירת מים מוגברת**, הזהירו את העובדים והמבקרים בארכיון, פינו אותם מהמקום ובכך למעשה הצילו אותם. אחרי חקירה של המקרה נמצא כי **הסיבה להתמוטטות היתה כשלים בניהול ופיקוח על הבניה ובניה לא נכונה של קירות הסלארי של אחת מתחנות המטרו שנבנו בסמוך.**

לסיכום: כריית מנהרות רכבת תחתית או תשתיות עלולה להיתקל באזורים מזהמים ולהביא לפליטת גזים מסוכנים לתוך החפירה, לפני השטח ו/או למבנים סמוכים. יש חשיבות רבה **בבדיקות מקדימות** לאורך התוואי, **איתור אזורים מזהמים** וניהול נכון של הבדיקות בזמן העבודות. כמו כן יש **לוודא** כי גם **אתרים שנחשבים משוקמים אכן כאלה** כיום וכי אם נדרשות **מערכות טיפול הן עובדות.**

⁴⁰ Tunnel Talk. 2009. Fatal collapse on Cologne's new metro line. <https://www.tunneltalk.com/Cologne-collapse-Mar09-Deadly-collapse-in-Cologne.php>

⁴¹ German officials reveal cause of 2009 Cologne archive collapse. <https://www.dw.com/en/german-officials-reveal-cause-of-2009-cologne-archive-collapse/a-38805218>



6. סיכום והמלצות

קו מטרו M1, בזרוע המזרחית של החלק הצפוני, אמור לעבור בתוך מתחם תע"ש רמת השרון שהוא אחד האתרים המזוהמים ביותר בישראל.

עד היום לא בוצע בישראל פרויקט שיקום קרקע ומי תהום דומה. רשות המים נמצאת בהכנות למכרז בינלאומי לטיפול במי התהום. על פי סקר מסל משנת 2020: "ריכוזי החומרים שנמצאו בקרקע ובגז הקרקע במסגרת הסקר הנוכחי הינם כאלה המאפשרים את שיקום הקרקע ומיגון בנייה חדשה...". כלומר **ניתן לטפל בקרקע, ולמגן בפני גזי קרקע במקביל לטיפול במי התהום. עלויות שיקום הקרקע ומי התהום הצפויות באתר לא ידועות** ולא פורסמו הערכות של כמויות קרקע לטיפול ו/או של העלויות הצפויות. חשוב לזכור גם שיתכן וכמויות הקרקע יצדיקו הקמת מתקן טיפול באתר עצמו מה שישנה את העלויות בהשוואה לאתרים אחרים בהם הקרקע נחפרת ומטופלת במקום אחר.

חפירת המנהרות ותחנות בתוך אתר מזוהם, כאשר לא ידוע מתי ישוקם ובאיזה צורה, עלולה להביא לחדירת גזי קרקע לשכונות קיימות בהוד השרון, לעיכובים בביצוע בשל התנגשות עם פעולות שיקום ולסיכונים סביבתיים רבים.

במידה וקו המטרו יחפר לפני סיום השיקום בקרקע ובמי התהום בתע"ש רמת השרון קיימים סיכונים סביבתיים רבים שהעיקרי הוא "דחיפת" גזי קרקע בשל העבודות, שפילת מי תהום, פעולת מכונות הכרייה וכדומה, לאזורים בהם קיימים בתי מגורים, מוסדות ציבור או מבנים אחרים, בעלי חללים תת קרקעיים או קומות קרקע לא מאווררות (מקלטים או מרתפים ציבוריים אחרים). ככל הידוע לח"מ לא קיים סקר גזי קרקע לאורך גדר תע"ש באזור הוד השרון או בשכונות מזרחית לתע"ש בדומה לסקר שבוצע ברמת השרון. לכן לא ידוע האם כיום יש גזי קרקע באזור ולא ניתן יהיה להשוות את הממצאים, באם יאספו בעת העבודות, לרמות רקע כלשהן.

חלופה דרומית לתוואי, שתעבור בשולי האזור המזוהם ובאזור תעשייה במקום באזור מגורים ותיק של הוד השרון יפחתו את הסיכונים לאוכלוסיות רגישות (ילדים, נשים בהריון, קשישים, חולים וכדומה, אוכלוסיות שלא נמצאות דרך קבע באזור תעשייה). בנוסף, חלופה דרומית תגדיל את הוודאות באפשרות מימוש התוואי בלוח הזמנים שיקבע מבלי להיות כבולים לשיקולי שיקום קרקע, גז קרקע ו/או מי התהום בתוך התע"ש וההשלכות שיכולות להיות לפעולות אלה על הקמת המטרו.