



גיאוטק גיאופיזיקה הנדסית וסביבתית בע"מ

סקר ראדאר חודר קרקע לאיתור צנרת ותשתיות תת קרקעיות באתר בסיס הדלק של צה"ל (לשעבר) פי גלילות- אשדוד

הוכן ע"י:

עמית רונן (גיאופיזיקאי, B.Sc., M.Sc.)

בועז גטניו (גיאופיזיקאי, B.Sc., M.Sc.)

אלכס בק (גיאופיזיקאי, B.Sc., M.Sc.)

יובל פלג (גיאולוג הנדסי, B.Sc.)

ינואר 2019

דו"ח מס': B2019/01/01



הוכן עבור: החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ





1. מבוא

גיאוטק גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ ביצעה סקר גיאופיסי באמצעות ראדאר חודר קרקע (GPR) לאתר תשתיות תת קרקעיות בשני מתחמים מוגדרים ובכלל זה איתור ומיפוי של צינור דלק ישן במתחם שלישי. שלושת המתחמים (פוליגונים) ממוקמים באתר ששימש כבסיס דלק של צה"ל ופונה. האתר ממוקם ממערב לאתר פי גלילות באזור התעשייה הצפוני באשדוד. בסיס זה שימש כמרכז הדלק הראשי של צה"ל. המבנים והתשתיות העליות פורקו קודם לביצוע הסקר. הסקר בוצע בהזמנת החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ. איסוף הנתונים בוצע ב- 13 (במתחם הצפוני ובמתחם ההמרכזי) וב- 17 (במתחם הדרומי) לינואר 2019. הסקר כלל 122 חתכי ראדאר שנסקרו באמצעות אנטנה בתדר של 250 מגהרץ.

2. שיטת העבודה

- מערכת ראדאר חודר קרקע מתבססת על שידור גלים אלקטרומגנטיים לתת הקרקע (בתחומי התדרים שבין 10 מגהרץ ל- 3000 מגהרץ) וקבלת ההחזרים מתת הקרקע באזורי אי הרציפות במקדם הדיאלקטרי (אחת התכונות החשמליות של התווך).
- ככל שתדירות השידור יורדת - עומק החדירה עולה והרזולוציה (יכולת ההפרדה) קטנה.
- ככל שתדירות השידור עולה - עומק החדירה קטן והרזולוציה (יכולת ההפרדה) גדלה.
- יכולת החדירה של הגלים האלקטרומגנטיים מושפעת מאוד מהמוליכות החשמלית של התווך; ככל שהמוליכות גדלה - יכולת החדירה קטנה. ככל שהמוליכות קטנה - יכולת החדירה גדלה. במים מלוחים, לדוגמה, יהיה מיסוך מלא של גלים אלה. אוויר הוא בעל מוליכות חשמלית נמוכה (למעשה התנגדות אינסופית) ובעל מקדם דיאלקטרי 1.
- בסלע הכורכר/חולי שמאפיין את תת הקרקע באתר, עד לעומק הנדרש המוליכות החשמלית נמוכה והחדירה מצויינת. מהירות ההתקדמות של הגל האלקטרומגנטי באתר היא 0.11 מטר/ננושניה.

3. איסוף הנתונים

3.1 תאור סקר ראדאר חודר קרקע (GPR)

כאמור הסקר כלל 122 קווי ראדאר כמוצג במפות המיקום (תרשימים מס' א' ו- ב' ו- ג'). תצלומים מהסקר מופיעים בתרשים 2. קווי הראדאר בוצעו במרווחים של 1 מטר (בהתאם לתנאי השטח). השטח סומן ונמדד (באמצעות GPS דיפרנציאלי) טרם הסריקה על ידי צוות המדידה של גיאוטק. מדידות אלה מדוייקות מאוד אך אינן לצרכי רישום.





כל המדידות בוצעו באמצעות גרירה רציפה של אנטנת שידור וקליטה בתדר 250 מגהרץ לאורך קווי הסריקה.

3.2 ציוד הראדאר

מערכת הראדאר חודר קרקע כוללת:

- ראדאר חודר קרקע מסוג RAMAC GPR ומערכת בקרה CU II מתוצרת Malå GS AB שבדיה.
- אנטנה בי סטטית (משדר ומקלט במרווח נתון) ממוגנת מרעשים חיצוניים.
- המערכת מבוקרת מחשב וניידת לחלוטין.
- העברת הנתונים מתבצעת באמצעות סיבים אופטיים להגדלת יחס אות לרעש.
- מדידת המרחק מתבצעת באמצעות גלגל מקודד המחובר למערכת הראדאר.

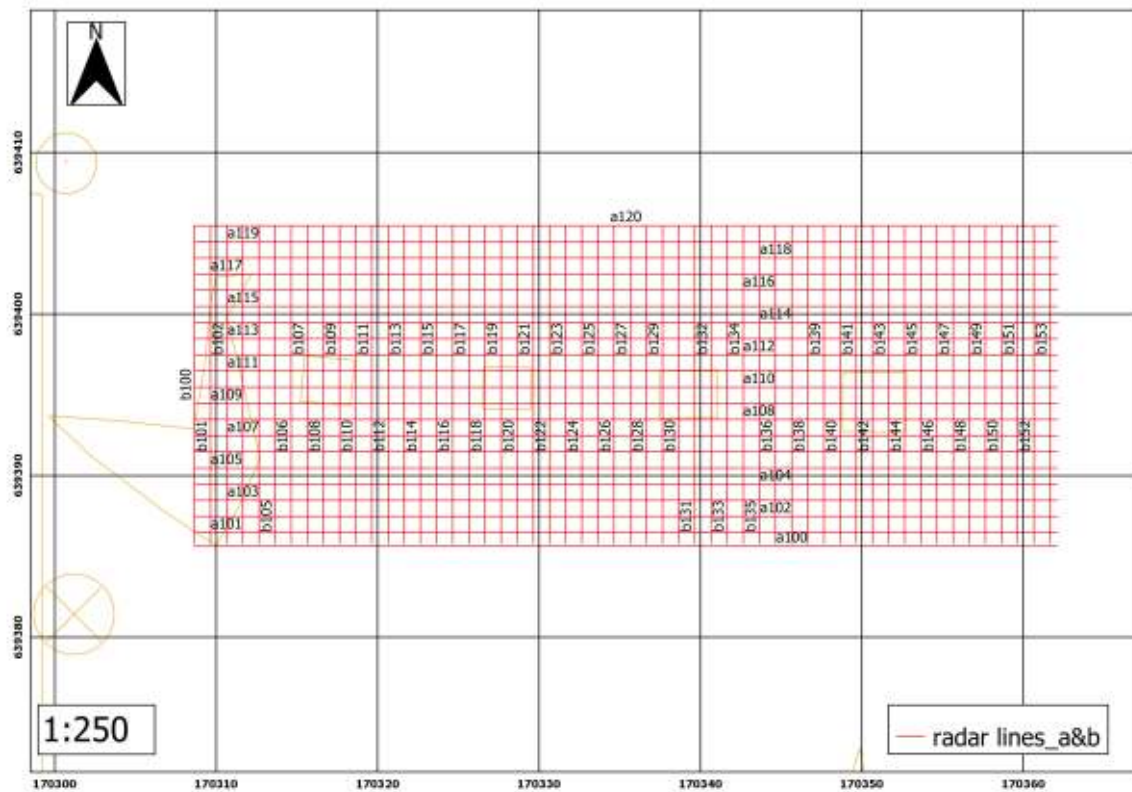
4. עיבוד הנתונים

עיבוד נתוני הראדאר בוצע באמצעות תוכנת ReflexW גרסה 8.57 מתוצרת סנדמאייר גרמניה (מהמתקדמות בעולם).

העיבוד כלל:

- העברת הנתונים לפורמט המתאים.
- התאמת כיוון החתכים לכיוון אחיד.
- התאמת זמן האפס על פי פאזה.
- שימוש בפילטרים שונים מסוג FIR לסינון רעשי רקע.
- הגברה של החזרות הראדאר (AGC).
- שימוש בפילטר SUBTRACTING AVERAGE להסרת רעשים קבועים בזמן מסוג CLUTTER.
- שימוש בפילטרים להחלקת התמונה ולסינון רעשים בתדר גבוה AVERAGE XY-filter.
- התאמת מהירות התקדמות מדיפרקציות פסאודוהיפרבוליות- לקביעת העומק.





תרשים מס' א'1: מפת מיקום של קווי הראדאר שבוצעו באדום בחלק הצפוני (מתחם, פוליוגון צפוני) של הסקר על גבי תכנית העבודה



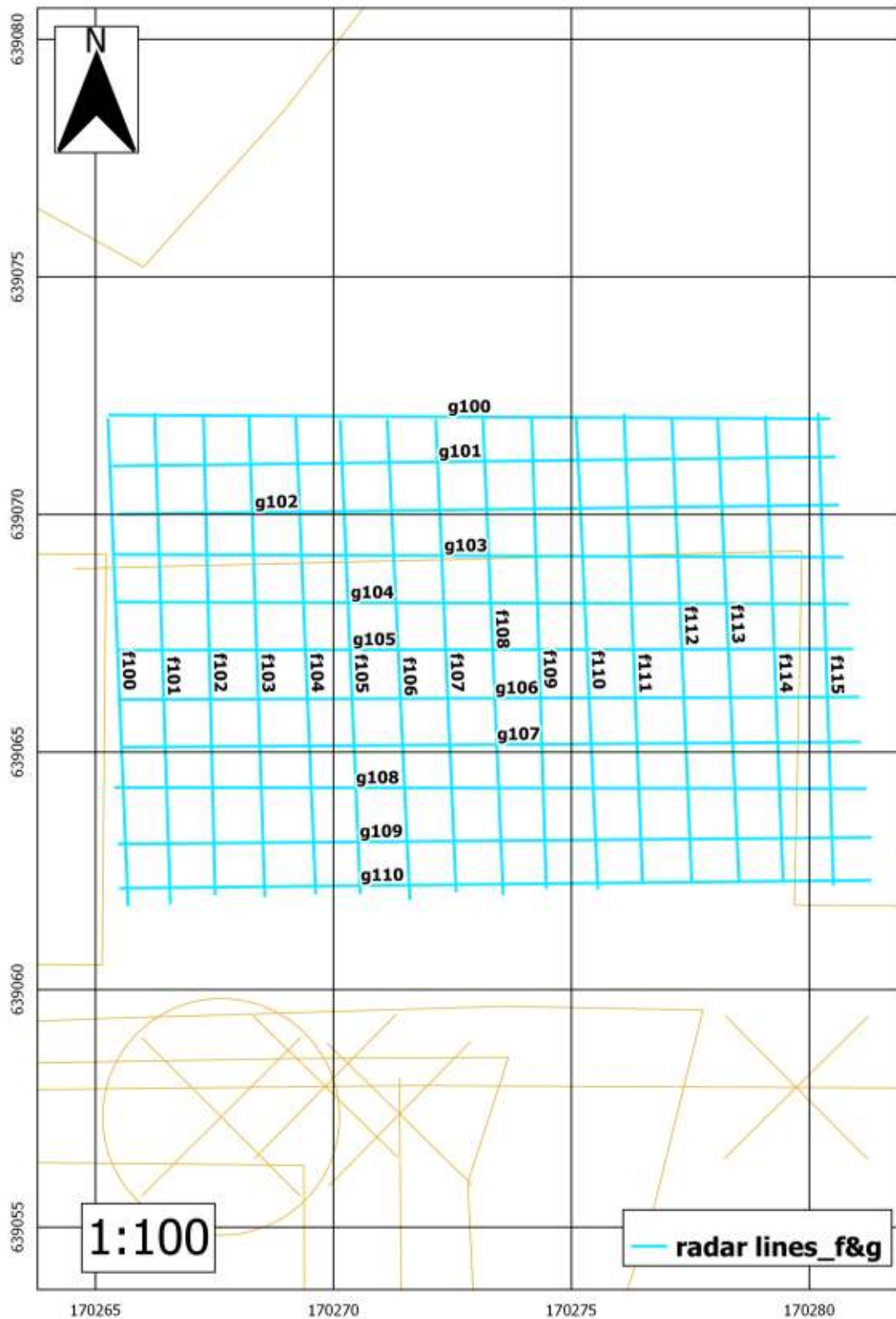
גיאוסטיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראש"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס. 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 1ב: מפת מיקום של קווי הראדאר במתחם, פוליוגון מרכזי שבוצעו על גבי תכנית העבודה. המטרה אישוש, איתור ומיפוי של צינור דלק באתר זה.



גיאוסק, גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 1ג': מפת מיקום של קווי הראדאר שבוצעו במתחם, הפוליוגון הדרומי על גבי תכנית העבודה. אתר תחנת הדלק.



גיאוסק, גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 2: תמונות מאתר העבודה

5. פענוח

- כל קווי הראדאר נסרקו ביסודיות עפ"י המאפיינים המפורטים להלן:
- זיהוי תופעות של דיפרקציות פסיאודו-היפרבוליות בעומק הנדרש.
- איתור תשתיות (צנרת ומתקנים תת קרקעיים כגון מיכלים במתחם הצפוני והדרומי, במתחם המרכזי התמקדנו באיתור ומיפוי צינור הדלק). עומק החדירה של סריקת הראדאר היה 10 מטר (לפי מהירות 0.11 מ'לננושניה).
- איתור סימני חפירה, הפרות שונות של הרציפות בתת הקרקע.



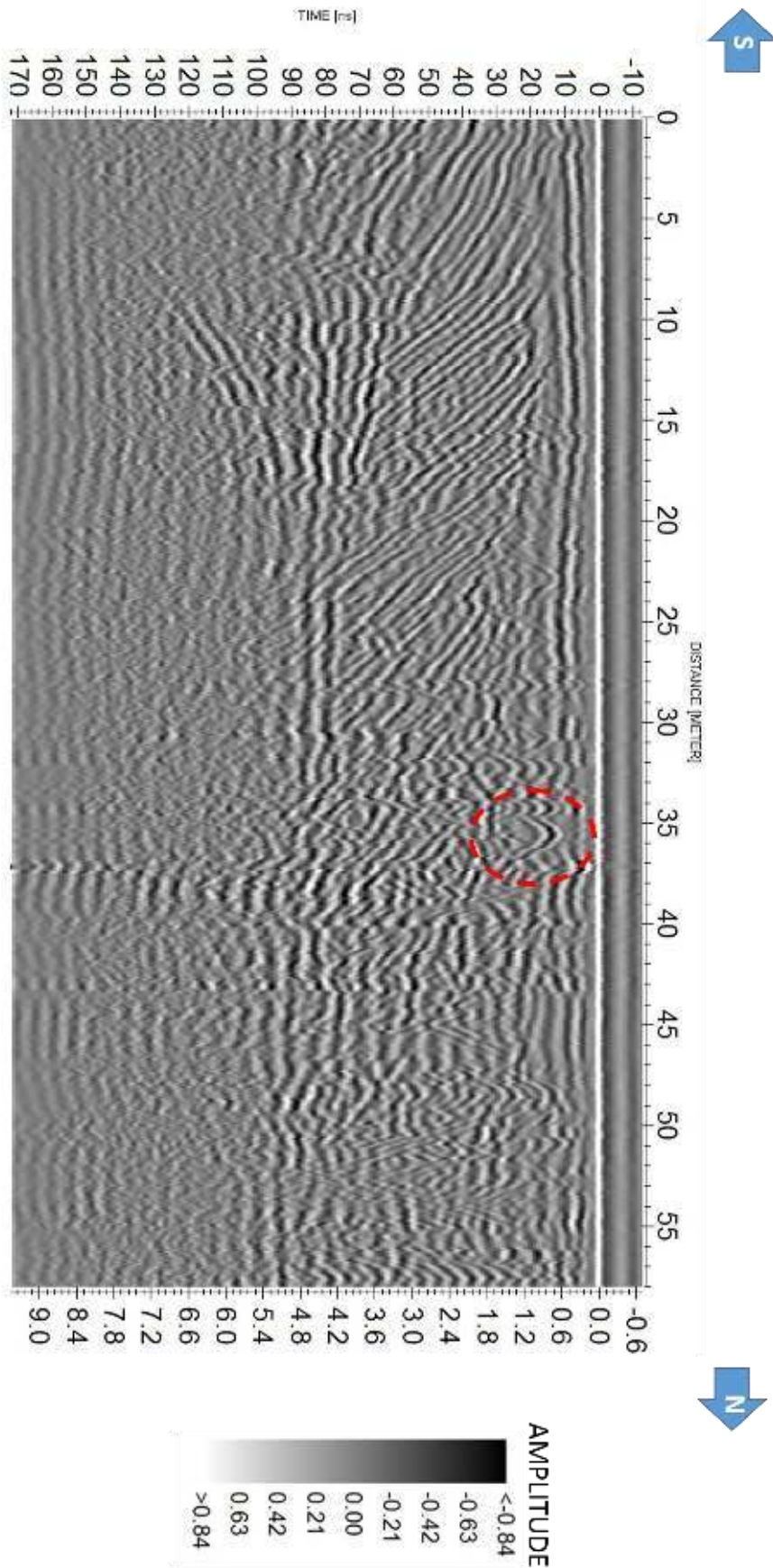
תרשים מס' 3 מציג דוגמה של חתך ראדאר מס' E100 שבו ניתן לראות את תת הקרקע לאורך קו הסריקה. מיקומו מסומן בתרשים 1 ב'. קו זה ממוקם בחלקו המזרחי של בסיס הדלק לשעבר, מקביל לגדר עם מתקן פי גלילות, צירו דרום-צפון והוא למדרגות חומת האבן הנמוכה. מטרתו הייתה לאתר את נקודת הכניסה לאתר של צינור הדלק (מפי גלילות לבסיס) והתוואי שלו המשוער לאורך ציר מערב מזרח.

בתרשים מס' 3 מיקום נקודת החיתוך עם צינור הדלק מסומן במתג מרחק 35.5 מטר ובעומק 0.8 מטר (הציר האופקי בתרשים הוא מרחק במטרים לאורך תוואי הסריקה) מסומנת באליפסה אדומה. אליפסה זו מסמנת את הפסיאודו היפרבולה (כתוצאה מהחזרי גלים מסוג דיפרקציה) המציינת תגובה של גוף גלילי. הציר האנכי מצד שמאל הוא זמן מסע הקרן הא"מ הלוך ושוב מאנטנת השידור עד לקליטה חזרה באנטנת הקליטה. זמן זה הוא ביחידות של ננושניות. ננו שניה היא יחידה המציינת מיליארדית השנייה. הציר האנכי מצד ימין הוא העומק במטרים מפני השטח על פי המהירות של התווך שנקבעה מדיפרקציות פסיאודו היפרבוליות (כנ"ל). מפתח הצבעים של אמפליטודת (משרעת) ההחזרה של הגל האלקטרומגנטי מופיעה בצד ימין. הגוונים הכהים הם החזר שלילי והגוונים הבהירים הוא אמפליטודת החזר חיובית. מפתח זה מנומל בין 1 <--> 1- . בתרשים מס' 3- סדרת הקווים הנטויים בין עומקים של 1.2 מטר עד כ- 5.4 מטר ו מתגי המרחק 0 מטר עד 28 מטר מציגים מאפיינים של תצורת cross bedding או בעברית שיכוב צולב בתוך כורכר, חול כורכרי וחול (ולא באתר זה, באבן חול). שיכוב מסוג זה מתרחש כאשר ההרבדה של השכבות מתבצעת בזוויות שונות.

השכבה האופקית, כמעט, בעומקים שבין 4.2 מטר ל- 4.8 מטר, לאורך כל החתך, פוענחה כשכבת מי התהום (אנו מניחים שבידכם נתונים על כך מסקרים אחרים, אך כאן ניתן לראות זאת ויזואלית). איננו מבחינים כאן בשכבת זיהום של דלקים, אם קיימת (במקרים כאלה יש שינויים בתמונת הראדאר לאורך השנים שחלפו מהזיהום). החתך פחות ברור מתחת לעומק זה. באתר של בז"ן ממערב (חלק מכותבי הדו"ח, ביצעו במהלך השנים סקרים במתחם זה) זוהו בעבר דליפות דלק לתת הקרקע באמצעות ראדאר.

תרשימים מס' 4, 5, 5א' ו-6 מתארים את הממצאים על גבי תכנית העבודה. מיקומם המדויק של כלל הממצאים מתואר גם בטבלה 1. בטבלה מתוארות קואורדינטות גבולות הגיזרה עבור כל ממצא ממצא כפי שהן מתוארות במפות ובהתאם לשמות שניתנו במפה.

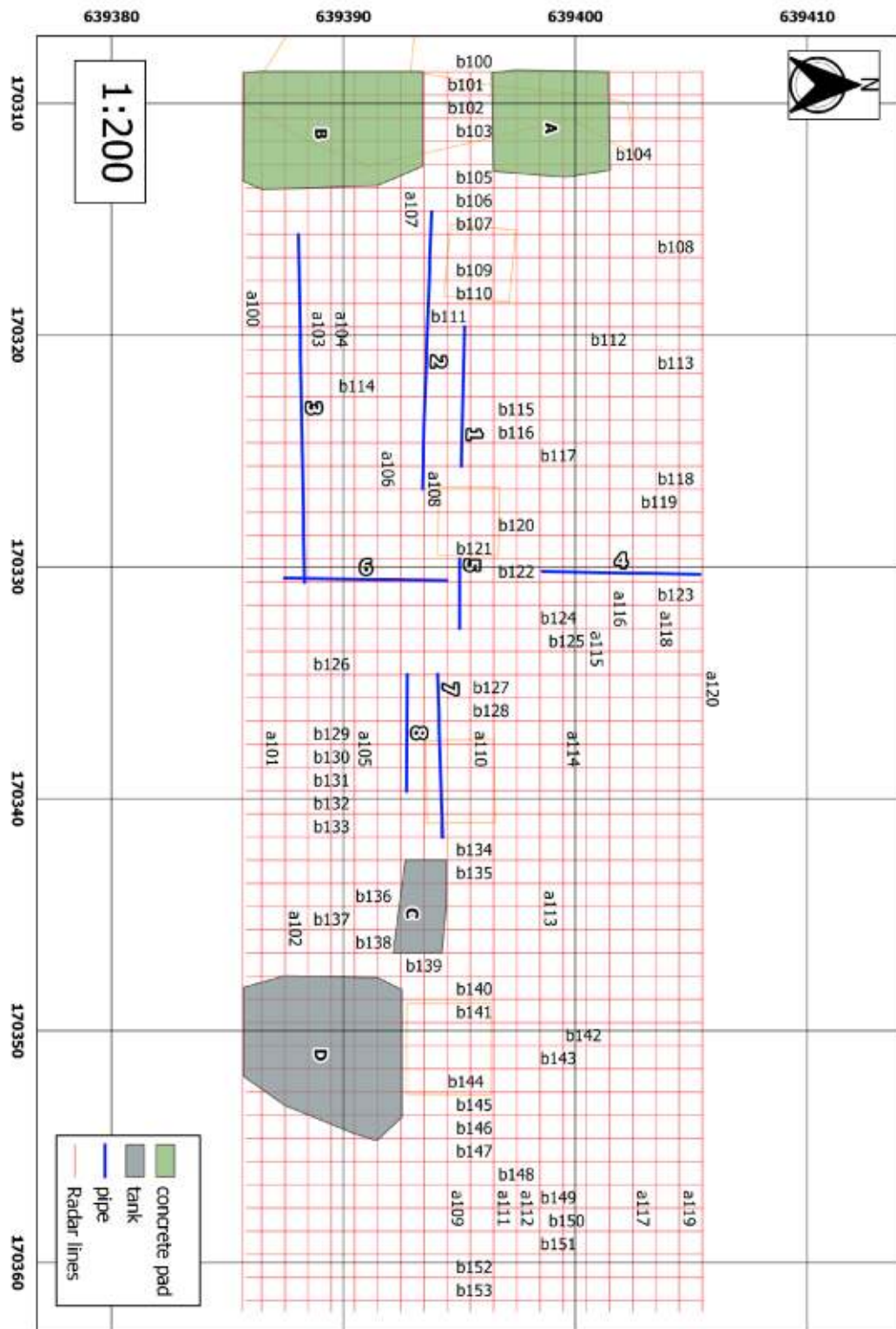




תרשים מס' 3: חתך ראדאר לדוגמה E100 למיפוי צינור הדלק במתחם המרכזי.



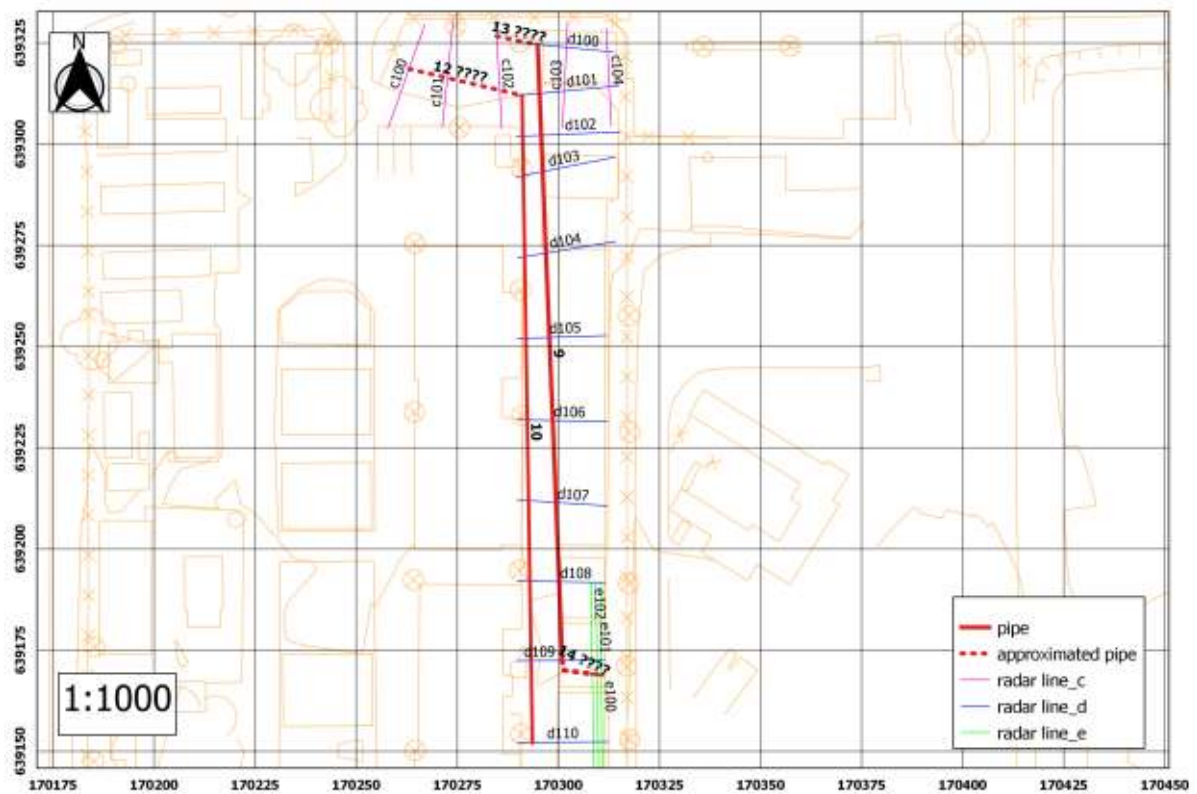
גיאוסטיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 4: מפת מיקום של הממצאים, צינורות (בכחול), מיכלים (באפור) ומשטח בטון משוער (בירוק) כולל קווי הראדאר על גבי תכנית העבודה.



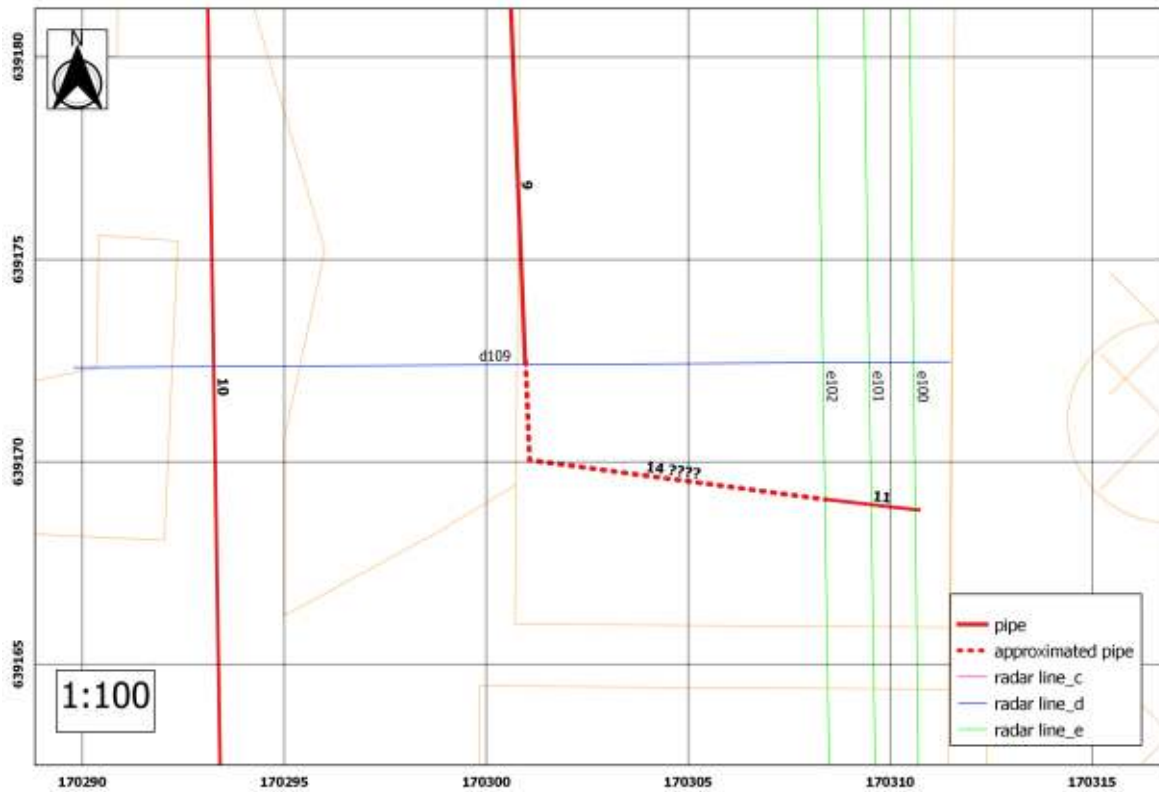
גיאוסק, גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402
דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 5: מפת מיקום של הצינורות (קו רציף אדום) והצינורות המשוערים (קו מרוסק אדום) כולל קווי הראדאר על גבי תכנית העבודה. הצינור המערבי יותר הוא ככל הנראה קו הדלק המבוקש.



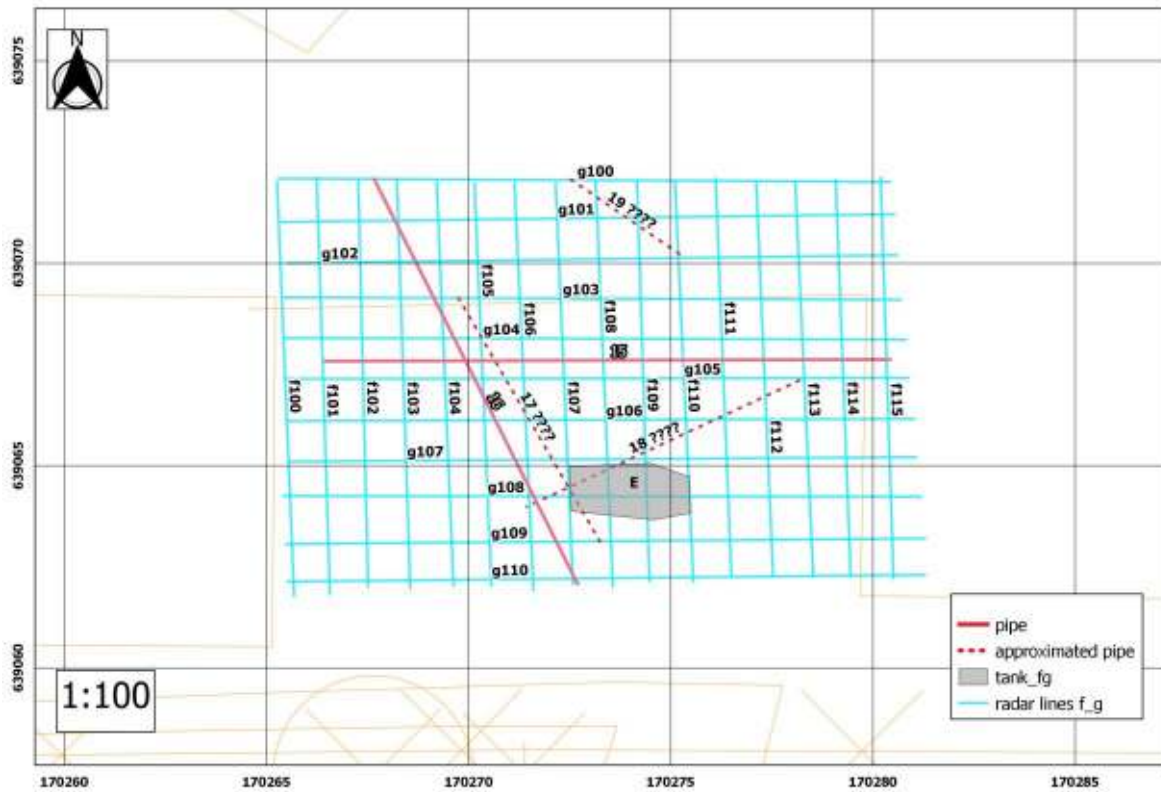
גיאוסטיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 5א': מפת מיקום (בהגדלה לתרשים 5, חלק דרומי) של הצינורות (קו רציף אדום) והצינורות המשוערים (קו מרוסק אדום) כולל קווי הראדאר על גבי תכנית העבודה.



גיאוסטק, גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



תרשים מס' 6: מפת מיקום של הצינורות (קו רציף אדום), הצינורות המשוערים (קו מרוסק אדום) והמיכל (באפור), כולל קווי הראדאר (בתכלת) על גבי תכנית העבודה.



גיאוסטק, גיאופיזיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402,
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



צינור	X	Y
1	170319.6	639395.2
	170325.6	639395.1
2	170314.7	639393.8
	170323.7	639393.5
3	170315.7	639388.1
	170330.7	639388.3
4	170330.2	639398.6
	170330.3	639405.4
5	170332.6	639395
	170329.7	639395
6	170330.5	639387.5
	170330.6	639394.5
7	170334.6	639394.1
	170341.7	639394.3
8	170334.6	639392.7
	170339.7	639392.7
9	170294.9	639324.5
	170301	639172.5
10	170291	639312
	170293.6	639152
11	170310.7	639168.8
	170310.1	639168.9
	170308.4	639169.1
12 ????	170263.1	639318.6
	170291	639312
13 ????	170284.7	639326.7
	170294.9	639324.5
14 ????	170301.1	639170
	170308.4	639169.1
	170301	639172.5
15	170266.5	639067.6
	170280.4	639067.6
16	170272.7	639062.1
	170267.7	639072.1
17 ????	170269.7	639069.1
	170273.3	639063
18 ????	170278.2	639067.1
	170271.4	639064
19 ????	170272.5	639072.1
	170274.2	639070.9
	170275.3	639070.2

מיכלים ומשטחי בטון			
שם	X	Y	
משטחי בטון	A	170312.9	639396.5
		170308.7	639396.4
		170308.6	639397.4
		170308.6	639401.4
		170312.9	639401.5
		170313.2	639399.6
	B	170313.7	639386.5
		170313.4	639385.7
		170308.7	639385.7
		170308.6	639386.5
		170308.6	639393.4
		170312.7	639393.4
מיכלים	C	170313.5	639391.5
		170313.7	639386.5
		170346.6	639393.7
		170346.6	639392.1
		170343.6	639392.5
		170342.6	639392.7
		170342.6	639394.4
		170344.7	639394.4
	D	170346.6	639394.2
		170346.6	639393.7
		170352	639385.7
		170348.1	639385.7
		170347.6	639387.5
		170347.7	639391.5
		170348.2	639392.5
		170353.7	639392.5
	E	170354.7	639391.4
		170354.4	639390.4
		170353.2	639387.5
		170352	639385.7
		170275.5	639064.7
		170275.5	639063.8
		170274.6	639063.7
		170272.5	639063.9
		170272.5	639065
		170274.5	639065.1
		170275.5	639064.7

טבלה 1: טבלת מיקומי הממצאים על פי השמות במפות (תרשימים מס' 4-6)



גיאוסטק, גיאופיסיקה הנדסית וסביבתית בע"מ, ת.ד. 25031 ראשל"צ, 7502501
 טלפון: 03-9516770, פקס: 03-9412150, נייד: 054-7232402
 דוא"ל: GEOTEC@GEOTEC.CO.IL, אתר אינטרנט: WWW.GEOTEC.CO.IL



6. סיכום ומסקנות

א. בוצע סקר גיאופיסי עם ראדאר חודר קרקע (GPR) במתחם בסיס הדלק הצה"לי לשעבר. מטרת הסקר, לאתר תשתיות תת קרקעיות במתחם, פוליון צפוני; תשתיות תת קרקעיות במתחם, פוליון דרומי; צינור דלק-אישוש, איתור ומיפוי במתחם, פוליון מרכזי. הסקר בוצע בתוך מתחמים מוגדרים על ידי הלקוח.

ב. **בסקר זה אובחנו ממצאים המתוארים בתרשימים 4, 5, 5א' ו-6 ובטבלה 1.** במתחם הצפוני, זוהו תשתיות שהן ככל הנראה שני מיכלים תת קרקעיים, משטחי בטון (?) וכן מספר צינורות. במתחם המרכזי, זוהתה הכניסה של צינור הדלק (?), וכן מסלולו לאורך הגדר המזרחית והצפונית של המתחם. במקביל לו זוהה צינור נוסף שזוהה לאורך כל המתחם. במתחם הדרומי, שהיווה להבנתנו תחנת דלק בבסיס, זוהה משהו שפוענח כמיכל תת קרקעי, בצנרת.

