

המחלקה להנדסת תוכנה
פרויקט גמר – תשע"ז
מערכת שו"ב לחומרים מסוכנים
Command and control system for
hazardous substances

מאת
תומר אחדות
אריה כוגן

מנחה אקדמי: דר' רדאל בן אב	אישור:	תאריך:
אחראי תעשייתי: מר עדי קופר	אישור:	תאריך:
רכז הפרויקטים: דר' ראובן יגל	אישור:	תאריך:

מערכות ניהול הפרויקט:

#	מערכת	מיקום
1	מאגר קוד	לינק למאגר הקוד ב-GitHub
2	יומן	לינק ליומן – דף ב-Wiki של הפרויקט
3	ניהול פרויקט	לינק למערכת הissues ב-GitHub
4	הפצה	לינק להפצות
5	סרטון אב-טיפוס	לינק להורדה

תוכן עניינים

2	מבוא
4	תיאור הבעיה
4	דרישות ואפיון הבעיה
5	הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה
6	תיאור הפתרון
	Error! Bookmark not defined..... מהי המערכת
	Error! Bookmark תהליכים ונתוני המערכת והפתרון המוצע.
	not defined.
9	סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה
10	נספחים
10	רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה
10	תרשימים וטבלאות
12	תכנון הפרויקט
14	טבלת סיכונים
15	רשימת טבלת דרישות

מילון מונחים, סימנים וקיצורים

- ✓ LDS – Laser Detect Systems
- ✓ HLS - Home Land Security
- ✓ G-Scan – אקדח הלייזר של החברה
- ✓ Ramen Graph – גרף המתאר את התנהגות החומר
- ✓ מערכת שו"ב – מערכת שליטה ובקרה
- ✓ HotSpot/SoftAP – נקודת גישה אלחוטית
- ✓ CompuLab – יצרן החומרה של האקדח
- ✓ ספקטרומטר – הרכיב באקדח אשר דוגם את קרן הלייזר החוזרת
- ✓ Headquarters – HQ (מפקדה)

1. מבוא

חברת LDS נוסדה בשנת 2004 כחברת בת של חברת האלקטרואופטיקה ITL OPTRONICS מטרתה הייתה פיתוח גלאים לזיהוי של חומרי נפץ בשוק הצבאי ובשוק ה-HLS.

בשנת 2008 הונפקה בבורסה וזכתה באמון רב מהציבור, בשנת 2010 חזרה לידיים פרטיות ומאז החלה בתהליך של המרת כל ידע המחקר שביצעה לכדי מוצרים ברי מכירה.

בשנת 2014 השיקה החברה את מוצר הדגל שלה, אקדח לייזר לגילוי וזיהוי של חומרים מסוכנים, ביניהם:

- חומרי נפץ
- סמים
- רעלים
- תרופות אסורות
- זיופי אלכוהול
- חומרי מוצא

כיום החברה פעילה במספר רב של מדינות בעולם שם היא מוכרת מערכות רבות המבוססות על טכנולוגיות לייזר מסוג "ראמאן". טכנולוגיה זו מבוססת על העובדה שאורך הגל החוזר לתוך ספקטרומטר לאחר מפגש עם חומר הינו שונה וייחודי בין החומרים השונים בעולם. החברה מחזיקה בכמות גדולה מאוד של חומרים שנקנו ממעבדות ראמאן בעולם ומחומרים שהחברה סורקת בעת ביקוריה במדינות הלקוח. מכאן הרי שאחד היתרונות הגדולים של החברה על המתחרים שלה היא היכולת ליצור מסד נתונים בר הרחבה. פרוייקט זה נעשה בשיתוף עם סטודנט מהמחלקה להנדסת תעשייה וניהול – טל ונציה, אשר אחראי על משימת ניהול הפרוייקט ואפיון צרכי הלקוח.

2. תיאור הבעיה

כיום החברה מספקת אקדח לייזר המאפשר לזירה על חומרים חשודים וזיהויים על בסיס מסד נתונים פנימי באקדח אשר מעודכן ידנית. כל חומר אשר מזוהה ע"י האקדח מתועד לוקאלית בזיכרון האקדח לקובץ log אשר מכיל פרטים על החומר שזוהה, את חתימת החומר ואת פרטי האדם שהחזיק בחומר. המוצר הקיים דורש ניתוח נתונים ותחזוקה ידנית אשר אינה מאפשרת שימוש במידע ממספר אקדחים או מידע קודם, מכיוון שהמידע אינו נאגר כלל במסד נתונים חיצוני ויכול להביא תועלת רבה, למשל:

- זיהוי שני חומרים מותרים אשר שילובם עלול להביא ליצירת חומר מסוכן (פצצה, סם, רעל וכו').
- שימוש במידע קודם אשר יכול ללמד על מקור חומר מסויים.
- מעקב אחר התפשטות חומרים.

ובאופן כללי אינו ממצא את הפוטנציאל של המידע שהאקדח מייצר.

דרישות ואפיון הבעיה

יחד עם חברת L.D.S חשבנו על מספר רעיונות לשיפור המוצר והחלטנו לממש מערכת גדולה יותר אשר רכיב הקצה שלה יהיה אקדח הלייזר, והמערכת תפיק מידע רלוונטי מהמידע שהאקדח מייצר בזמן אמת. הדרישות:

- המערכת תציג ממשק משתמש גרפי ידידותי ואינטואיטיבי, מבוסס מפה, אשר יציג את המידע הנשלף בזמן אמת מן האקדחים, יבצע ניתוח ויתריע על איומים רלוונטים בזמן אמת.
- האקדח יתממשק באמצעות רשת אלחוטית אל מחשב שליטה מקומי אשר תפקידו למשוך את המידע מן האקדחים בזמן אמת, לנתחו ולהסיק מסקנות בהתאם.
- על המערכת לזהות בזמן אמת שילוב של חומרים מותרים אשר עלולים להביא ליצירת חומר מסוכן ע"פ הגדרות שינתנו מראש ע"י כימאים וגורמי ביטחון כגון משטרת ישראל.
- על המערכת לזהות חתימות של חומרים זהים (אשר יוצרו אצל אותו יצרן – בעלי אותו הרכב מולקולרי) בכדי לקשרם למקור מסויים או בכדי לעקוב אחר התפשוטת החומר.
- להוסיף למערכת יכולת זיהוי מיקום GPS בכדי לקשר את החומרים המזוהים למקום מציאתם.

ראה נספח מסכים.

הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה

בחברה לא מועסקים כלל אנשי תוכנה ואנחנו נהווה את הגורם המקצועי לענייני תוכנה בחברה. למוצר הנוכחי אין כלל יכולת תקשורת, עדכון\משיכת הנתונים מהאקדח מתבצע ע"י ייצוא\יבוא נתונים אל כונן נשלף (Disk on key) בחיבור USB.

האתגרים העומדים בפנינו הם:

- עלינו להקים בראשונה תשתית תקשורת אלחוטית מאובטחת:
 - הפעלת HotSpot ממחשב השליטה בשטח.
 - הפעלת הקישור האלחוטי באקדח אשר מבוסס על חומרה לא סטנדרטית (CompuLab)
- תפעוליות בינית - היכולת של מספר מערכות שונות להחליף מידע ולעשות שימוש במידע שהוחלף, במקרה שלנו ישנן מספר מערכות:
 - אקדח מבוסס חומרה לא סטנדרטית עם אפלקציית Android יעודית
 - האקדח יפעיל שרת קטן לצורך שליפת הנתונים ממנו.
 - מחשב השטח המבוסס Windows אשר מפעיל:
 1. אפליקצית שליטה בסביבת NET.
 2. HostSpot המופעל תוך שימוש ב-API של Windows
 3. התממשקות עם משיב מיקום (GPS) חיצוני
 - הקמת שרת Linux מרכזי אשר יאזין לבקשות מחשבי השליטה ויעדכן/ימשוך מידע ממסד הנתונים המרכזי
- עלינו לפתח אלגוריתמים מורכבים אשר יאפשרו להסיק מסקנות מן המידע המצוי במסד הנתונים שנמצא על השרת או מנתונים אשר מתקבלים בזמן אמת מן האקדחים, למשל:
 - היתכנות חומר מסוכן אשר עלול להיווצר משילוב של מספר חומרים מותרים אשר זהו יחדיו ע"פ מיקום זיהויים וחתימת הזמן
 - אלגוריתם לאפיון דפוסי התנהגות של חומרים – קיבוצם ע"פ מרחב גיאוגרפי והסקת מסקנות בהתאם.
- לסיכום, עלינו לפתח מערכת מבוצרת מורכבת, מודולרית ככל שניתן בכדי לאפשר התרחבות המערכת בעתיד והוספת שיפורים.
- המערכת כוללת פיצ'רים שונים אשר מימושם מורכב וזמננו קצוב, לכן עלינו להשתמט במתודולוגיות לניהול פרוייקט תוכנה אג'יליות.

3. תיאור הפתרון

מהי המערכת

כמתואר **בתרשים 1.0**, המערכת מורכבת מהרכיבים הבאים:

- אקדחי ה-G-Scan – האקדח אשר לוזר ומזהה את החומר, מתחבר לרשת אלחוטית אשר מופצת ממחשב השליטה ומאזין לבקשות שליפת נתונים.
- מחשבי השליטה – מחשב השטח אשר עליו מותקנת אפליקצית השו"ב אשר באמצעותה מוצגים הנתונים, מוקפצות התרעות ומופצת רשת אלחוטית (HotSpot) מוצפנת.
- שרת מרכזי – שרת אשר מאזין לבקשות מחשבי השליטה, מאחסן או שולף מידע ממסד הנתונים המרכזי ע"פ דרישה.
- מסד נתונים מרכזי – מרכז את כלל הנתונים.

כמתואר **בתרשים 1.1**, ישנם 2 שחקנים עיקריים בשטח, מחשב השליטה

ואקדח ה-G-Scan.

המחשב מפעיל רשת אלחוטית, מציג את המידע ע"פ סינונים נבחרים על גבי המפה, מקבל התראות ומפעיל את האלגוריתמים המוצעים בלחיצה. האקדח מחובר לרשת האלחוטית ומאזין לבקשות מחשב השליטה למשיכת הנתונים המאוכסנים בזכרון המקומי שלו.

נתוני המערכת, תהליכים ותיאור הפתרון המוצע

האקדח מופעל באמצעות מיקרו בקר מתוצרת CompuLab אשר עליו מותקנת מערכת ההפעלה Android. כיום האקדח שומר את נתוני הסריקה שלו במסד נתונים פנימי על הזכרון המקומי שלו. אנחנו נוסיף לאקדח יכולת תקשורת אלחוטית, ולאפליקציית האקדח נוסיף ממשק תקשורת אשר יכלול שרת שלנו אשר יאזין לבקשות שליפת נתונים ממסד הנתונים המקומי שלו.

השרת המרכזי יאזין לבקשות מערכות השו"ב השונות, יעדכן או ימשוך נתונים ממסד הנתונים הכללי.

מחשב השליטה (מחשב נייד שיצא עם היחידה) ימשוך את המידע מן השרת המרכזי ומהאקדחים אשר מצומדים אליו ויצג אותם על גבי המפה. למחשב הנייד נוסף גלאי מיקום בכדי להוסיף לכל חומר שזוהה חתימת מיקום אשר תשמש אותנו להצגת הזיהוים על המפה, להפקת לקחים מהמידע, מעקב אחר התפשטות חומר וכיו"ב.

אפליקצית השליטה תנתח את המידע, תציג אותו למשתמש ותפיק ממנו מידע נוסף.

כמתואר **בתרשים 2.0**, תהליך הטעינה של אפליקצית השו"ב מוסברת כדלהלן:

כאשר האפליקציה נפתחת "נורה" אירוע (Load Event) אשר מטריג את פונקציית האתחול של המערכת שמבצעת:

- מתחילה תהליכון אסינכרוני אשר מבקש נתונים מהשרת המרכזי (HQ) ובסופו מעדכן את המפה.
- מאתחלת את האבייקטים הנדרשים.
- מאתחלת את המפה ושאר הרכיבים הגרפיים.
- מתחיל להאזין לאירועים – עבור כל אירוע נכנס, יופעל Handler אשר יטפל באירוע הספציפי.

כמתואר **בתרשים 2.1**, תהליך אתחול ומשיכת הנתונים מן האקדחים מתואר כדלהלן:

- אפליקצית השו"ב תפיץ רשת אלחוטית (HotSpot).
- כל אקדח יתחבר לרשת האלחוטית המופצת על ידי מחשב השליטה.

- האקדח יאתחל את הסרבר אשר מותקן על האקדח ויתחבר למסד הנתונים.
- משלב זה האקדח מאזין ומוכן לקבל בקשות לעד.
- אפליקצית השו"ב תשלוף נתונים מכל אקדח המחובר לרשת האחלוטית המופצת בלולאה לעד, במרווחי זמן מוגדרים מראש.

תיאור הכלים המשמשים לפתרון

4. תכנית בדיקות

5. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה

א. Real-time tracking management system using GPS, GPRS and Google

earth:

מערכת שפותחה על ידי 3 סטודנטים תאילנדים להנדסת אלקטרוניקה בשנת 2008. הסטודנטים פיתחו משיב מיקום המאפשר מעקב בזמן אמת אחר המשיב בעזרת GPS, GPRS ותוכנת Google Earth. המערכת מומשה על ידי מודול GPS, DB ושרת. מודול GPS שידר פאקטות מיוחדות המכילות את מיקום המשיב אותם קלטה מערכת ה-GPRS המתבססת על רשת GSM אלחוטית. המערכת עדכנה את ה-DB ואת המפה (בתוכנת Google Earth). עבודה זו דומה לאחד הפיצ'רים שברצוננו לממש ומוזכרים בהצעה זו.

מקור: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4600454>

ב. Method for securing OTA communication between a mobile and a

gateway:

פטנט שנרשם בשנת 2013, שכל מטרתו לתאר שיטה להעברת חומר מסווג ברשתות אלחוטיות (OTA - Over The Air) באופן מוצפן בין מערכת מובייל כלשהי (פלאפון או כל מערכת ניידת) לנקודת קצה כלשהי. פטנט זה דומה לאחת הדרישות המרכזיות שיעטפו את כל הפרויקט, שהיא העברת חתימות "ראמן" באופן אוטומטי מהאקדח (בעת זיהוי) לשרת השטח. כאמור חתימות ה"ראמן" הן סוד שמור של החברה ולכן גם אנחנו נרצה למצוא דרך להעברת מידע מסווג ברמת הצפנה גבוהה.

מקור: <https://www.google.com/patents/EP2854332A1?cl=en&dq=encrypting+d:ata+ota+wifi&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjuiZLflIHRAhVGNVAKHdcFAgkQ6AEIKjAC>

6. נספחים

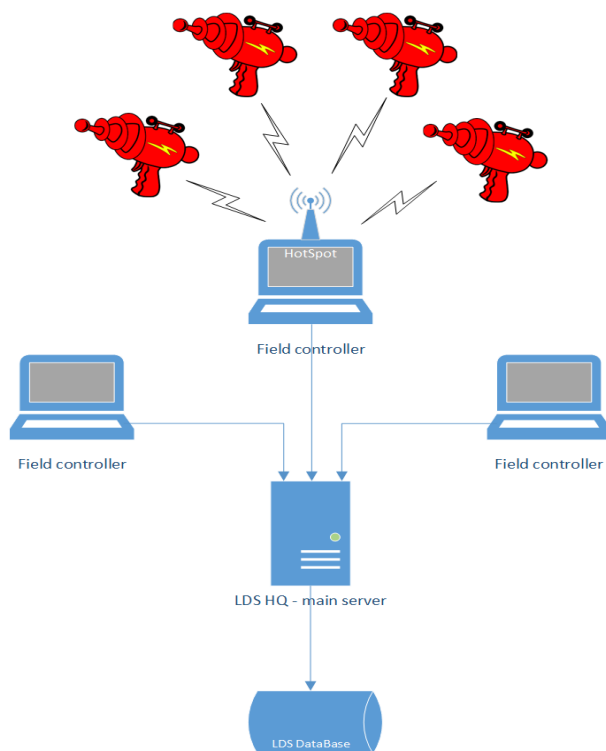
א. רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה

כל המקורות נלקחו ממנוע החיפוש scholar.google.com

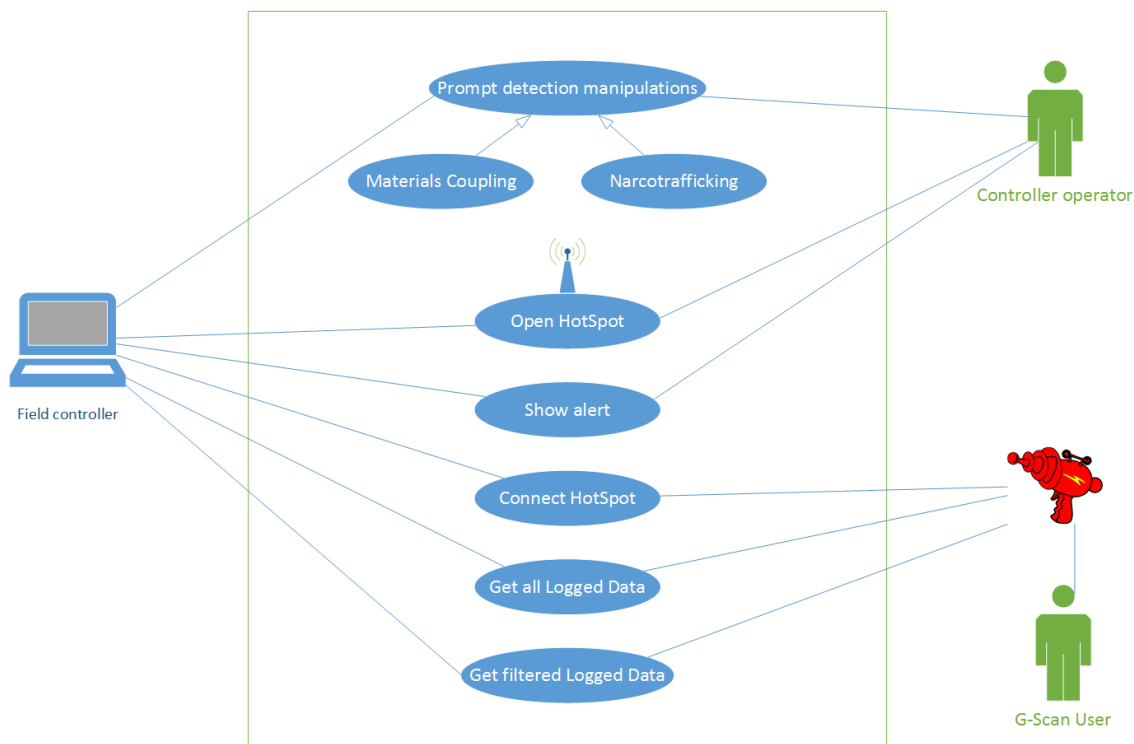
1. Project's wiki on GitHub
<https://github.com/aryeko/CommandAndControlSystem-LDS/wiki>
2. Encryption and Power Consumption in Wireless LAN
<http://www.cwins.wpi.edu/wlans01/proceedings/wlan08d.pdf>
3. WLAN and Internet via HotSpot (Soft-AP)
<http://ieeexplore.ieee.org/document/4809677>
4. Compact GPS tracker and customized mapping system
<https://www.google.com/patents/US6198431>
5. Chemical substances reactions
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/rxnprods.pdf>
6. Laser Detect Systems website
<http://laser-detect.com>

ב. תרשימים וטבלאות

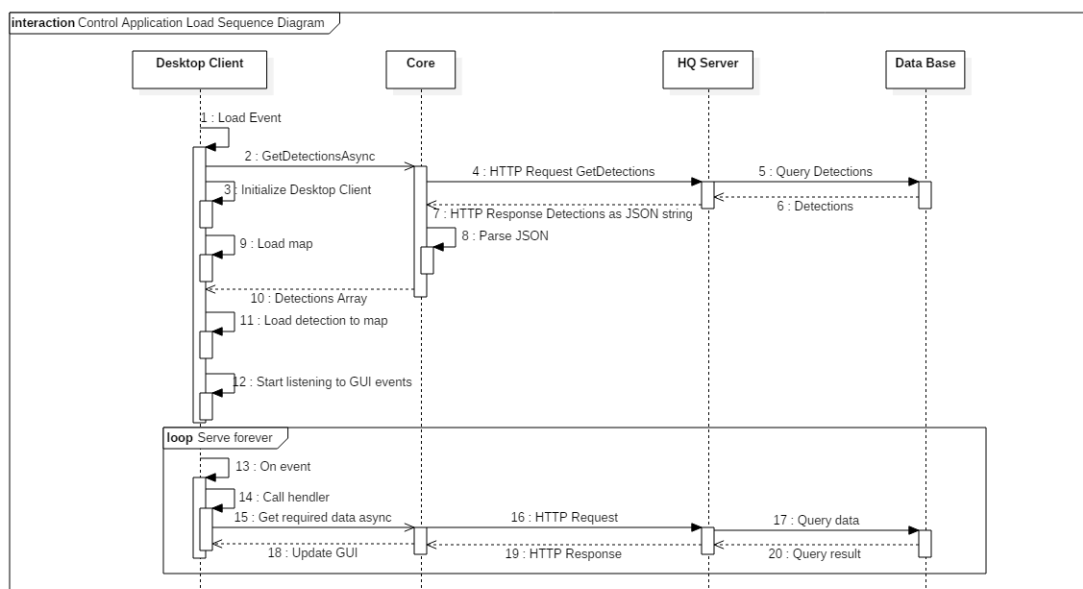
תרשים 1.0 – מבנה מערכת ליחידת קצה



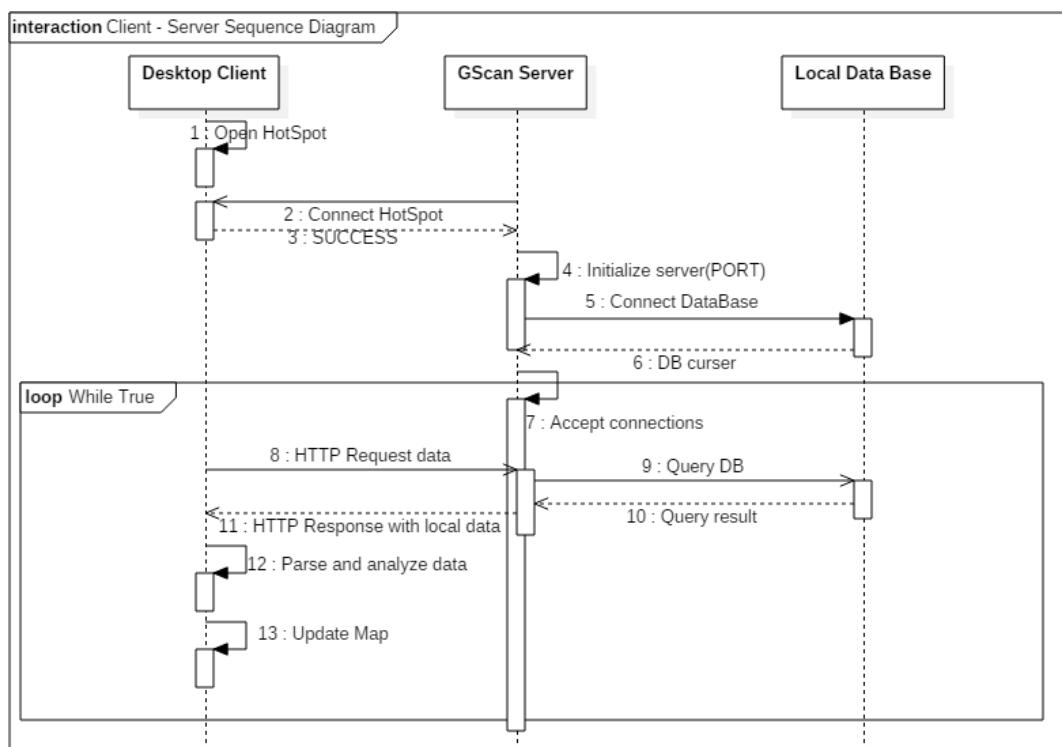
תרשים 1.1 Use case - כללי של המערכת



תרשים 2.0 – תרשים זרימה המתאר את תהליך הטעינה של אפליקצית השו"ב מול השרת המרכזי



תרשים 2.1 – תרשים זרימה המתאר את תהליך משיכת המידע מן האקדחים



ג. תכנון הפרויקט

בחרנו לנהל את הפרויקט במתודולוגית SCRUM, בספרינטים באורך של כ-3 שבועות כל אחד. בסיום כל ספרינט פיתוח, השבוע השלישי יתמקד בבדיקות המערכת והוספת בדיקות יחידה ע"פ הצורך.

פגישת הכרות עם הלקוח	13.09.16
הצגת הפרוייקט למנחה	27.09.16
הקמת סביבת העבודה מאובטחת (VCS וכו')	8.12.16
<u>ספרינט #1:</u> MVP – אבטיפוס ללא פונקציונאליות	11.12.16
<u>ספרינט #2:</u> הקמת צד שרת, מסד נתונים	1.1.17
הגשת דו"ח אב טיפוס	17.1.17
<u>ספרינט #3:</u> הקמת תשתית תקשורת אלחוטית בין האקדח לשרת השטח	22.1.17
<u>ספרינט #4:</u> פיצ'ר 1 – הצגת המידע המאוכסן במסד הנתונים ע"ג מפה	12.2.17
<u>ספרינט #5:</u> מחקר ותכנון אלגוריתם דינאמי המתריע על זיהוי שני חומרים מותרים אשר שילובים עלול ליצור חומר מסוכן/פצצה	5.3.17
<u>ספרינט #6:</u> פיצ'ר 2 – ממימוש האלגוריתם מספרינט #5 ושילובו במערכת.	26.3.17
<u>ספרינט #7:</u> פיצ'ר 3 - שילוב מערכת משיבי מיקום והוספת חתימת מיקום אוטומטית לחומר שזוהה	16.4.17
<u>ספרינט #8:</u> מחקר ותכנון אלגוריתם למעקב ומציאת מקורו של חומר מסוכן.	7.5.17
<u>ספרינט #9:</u> פיצ'ר 4 – מימוש האולגוריתם מספרינט #8 והוספתו למערכת.	28.5.17
הצגת הפרוייקט	28.6.17

ד. טבלת סיכונים

#	הסיכון	חומרה (1-5)	מענה אפשרי
1	הערכת לוחות זמני פיתוח שגויים	5	הערכה מחודשת של לוחות הזמנים. עדכון רשימת הדרישות על פי עדיפות - מהגבוהה לנמוך.

במקרים קיצוניים, נותר על דרישות שאינן דרישות מפתח.			
העברת המשימות שנשארו לחבר הצוות שנותר והורדת משימות שדורגו בעדיפות נמוכה.	4	חבר צוות עוזב	2
פגישה דחופה עם מנהלי הארגון במטרה להגדיר היטב את הדרישות שישתנו במטרה להפחית את הסטייה בלוחות הזמנים למינימלית.	4	דרישות הארגון משתנות	3
ניסיון ליצירת קשר מחודשת. פיתוח ומימוש הדרישות שהוגדרו מראש על פי הבנת המתכנת.	2	חוסר שיתוף פעולה מטעם הארגון	4
החלפת שרת השדה בשרת חזק ומהיר הרבה יותר באופן מיידי.	3	קצה גבול יכולת שרת השדה	5
התקנת המערכת בגרסא קודמת ומציאת הגורם לכשלון.	4	הטמעת המוצר הסופי בארגון נכשלה	6
יש למצוא פתרון חלופי בהקדם, דוגמת Bluetooth.	3	חומרת האקדח לא תומכת ברשת אלחוטית (WiFi)	7
מציאת תוכנה שכן מספקת API בסיסי.	2	התממשקות לתוכנות חיצוניות שאינן מספקות API	8
הגשת דרישה לתקציב נוסף אחרי מחקר וניתוח הצורך והעלויות הכרוכות.	5	התקציב שהציב הארגון לא מספיק	9
הערכה מחדש של הקוד הקיים עם אפשרות ל-refactory. מימוש אלגוריתם יעיל יותר.	4	ביצועי זמן אמת בלתי מספקים	10
מציאת פרוטוקול הצפנה חזק יותר מקודמו ומימושו או לחילופין פנייה לחברה חיצונית המתמחה באבטחת המידע.	5	אבטחת המידע לא מספקת	11

ה. רשימת טבלת דרישות

טבלת דרישות (User Requirement Document)

<u>מס' זריש</u> <u>ה</u>	<u>תיאור</u>
1	על המערכת להיות מבוססת מפה
2	המערכת תציג מספר כפתורים ע"ג המפה – כפתור לכל יכולת
3	המערכת תציג חומרים שזוהו ע"פ מיקום זיהויים ע"ג המפה
4	המערכת תאפשר "פילטור" של החומרים המוצגים על המפה על בסיס זמן, סוג חומר, מקום וכיו"ב
5	המערכת תהיה עצמאית לחלוטין
6	המערכת תהיה מאובטחת
7	המערכת תהיה ברת הרחבה
8	המערכת תתמשק עם האפליקציה הקיימת על האקדח
9	המערכת תציג נתונים בזמן אמת
10	המערכת תייצר התראות בזמן אמת
11	המערכת תייצר התראות בדיעבד עבור חיפוש בדיעבד
12	המערכת תוסיף חתימת מיקום לכל זיהוי אשר מגיע מהאקדח
13	על ממשק המשתמש להיות דל ופשוט לשימוש
15	המערכת תאפשר לערוך את מנגון ההתראות
16	על המערכת לתקשר עם האקדח בצורה אלחוטית
17	המערכת תדע להציג מידע אודות כל האקדחים שברשותה