

פיתוח מתמיד של יכולות מבצעיות מבוססות מידע

מימוש שבעה עקרונות ליבה
כלליים יביא, להערכת הכותבים,
להפחתה משמעותית בהיקף
המשאבים המוקצים לבדיקות
ולמבצוע תהליכי זרימת מידע
וליתרונות נוספים בתחומי
האחזקה ובניין הכוח



אל"ם יריב חסר < חיל האוויר, להק ציוד - רמ"ח הנדסת מערכות
רס"ן שי גנדלסמן < חיל האוויר, להק ציוד - מחלקת הנדסת
מערכות/ענף הנדסת C4, רמ"ד שילובים ותהליכים

רקע

בשנים האחרונות עוסק צה"ל בעצימות גוברת באינטגרציה של תהליכי זרימת מידע ובמקביל בפיתוח של מערכות לייצור מידע, לעיבוד ולשיתופו בין כלל הפלטפורמות, החימושים והסנסורים בשדה הקרב. רמת הקישוריות בין מערכות המידע השונות בסביבה המבצעית גדלה בהתמדה. הקישוריות הזאת מהווה בסיס איתן ליכולות מבצעיות מרכזיות בהפעלה השוטפת של הצבא ולתפקודו בעתות חירום.

תחקירי הלחימה של צה"ל בעשור האחרון מדגישים את המשמעות המבצעית של יכולות החלפת מידע ונתונים בין מגוון מערכות נשק. בפרט ניתן לזהות את הפוטנציאל הגלום בטכנולוגיות המתפתחות ובלוחמה מבוססת רשת למימוש תהליכי קבלת החלטות מקושרות וליישומי בינה רשתית. יכולות רשתיות מתקדמות מן הסוג הזה יכולות להביא לייעול משמעותי במגוון משימות, בהן טיפול במטרות עם זמן חיות קצר או הערכת נזקי קרב.

כתוצאה מכך עוסק צה"ל יותר ויותר במערכות מידע ובפיתוח תהליכי זרימת מידע ממוכנים. פיתוח תהליך זרימת מידע הוא פרויקט הנדסי רב-מערכתי (System of Systems). מימושו מחייב עריכת בדיקות אינטגרציה מורכבות לפני התקנתו בסביבה המבצעית. היקף משאבי הארגון המוקצים לבדיקות האלה, לצד דרישה הולכת וגוברת להפחית את זמני הסבב למסירת יכולות מבצעיות חדשות, והמאמץ האדיר המושקע בפיתוח מרכיבי הקישוריות השונים מחייבים אותנו לבצע שינויים והתאמות.

מהו תהליך זרימת מידע?

השימוש במונחים כלליים (למשל, תהליך זרימת מידע) עלול לערפל את הקשר ביניהם לבין האתגרים המעשיים של חיי היום-יום. לפיכך, נגדיר תחילה את מונחי היסוד שבהם נעשה שימוש. לצורך פשטות הדיון נתחיל דווקא מן הסוף: מטרתו העיקרית של מאמץ הפיתוח היא יצירת יכולות מבצעיות חדשות. יכולת מבצעית מושגת בין היתר באמצעות מימוש תהליך מבצעי תומך ותרגולו. מימוש התהליך המבצעי נסמך על תהליכי זרימת מידע המהווים את התשתית לקיומו. להלן ההגדרות של המונחים האלה:

- יכולת מבצעית - אפשרות לעמוד בהישג מבצעי נדרש בעל משמעות פיזית או מודיעינית. היכולת מתבססת על אוסף מרכיבים, בהם אמצעים, תו"ל, הכשרה ואימונים.
- תהליך מבצעי - פעולות המבוצעות על-ידי גורמים מתאימים בסדר מוגדר והעברת המידע הנדרש ביניהם למימוש

► היכולת המבצעית.

3. תהליך זרימת מידע – מימוש טכני של התהליך המבצעי. תהליך זרימת מידע הוא אוסף ישויות המידע וסדר העברתן בין מערכות המידע והתקשורת הנדרשים למימוש התהליך המבצעי. ההגדרות האלה מבהירות הן את תחומי השייך בהקשרי תהליך זרימת המידע (ביחסי הגומלין בין מערכות המידע והתקשורת) והן את חשיבותו בהשגת היכולת המבצעית (תהליך זרימת המידע מהווה למעשה תשתית להשגת היכולת המבצעית).

כדי לחדד את ההקשר המעשי נביא דוגמה מייצגת לכל אחד מן המושגים מעולם השליטה האווירית:

1. יכולת מבצעית – יצירה וניהול של תמונת המצב במרחב האווירי של מדינת ישראל (תמונה אווירית).

2. תהליך מבצעי – דיווח על נתוני המיקום של מטוסי קרב לבקר (תהליך מבצעי אחד מני רבים הנדרשים למימוש היכולת המבצעית).

3. תהליך זרימת מידע – איור 1 מציג באופן מופשט את תרשים המערכות (System View) של תהליך העברת נתוני המיקום העצמי ממטוס קרב לתמונה האווירית המוצגת לצרכן המבצעי.

אבולוציה של תהליכי פיתוח ואינטגרציה

פיתוח מודרני של מערכות מידע מבצעיות בצה"ל החל לפני כשנים-שלושה עשורים. ככלל, הפיתוח התבסס אז על תִּכְנֵן מונוליטי למערכות, כלומר, מערכת עצמאית ללא תכנון ממשקים עתידי למערכות נוספות. מערכות מידע מן הסוג הזה היו נפוצות עד לפני כעשרים שנים. במרוצת השנים התגבשה ההבנה כי התמורות בשדה הקרב מחייבות ביצוע שינויים והתאמות במערכות במהלך מחזור החיים שלהן (כגון כיוול פרמטרים, הוספת יכולות, שיפורי ממשק ותיקוני תקלות). בשלב הזה החלו לפתח מערכות המקיימות קשרי גומלין עם מערכות

נוספות בסביבתן וגם מתפתחות במהלך חייהן (ההתפתחות הזאת נוגעת הן להיבטים הפנימיים של המערכת והן לממשקים השונים שלה לסביבתה). כתוצאה מכך החלו להיווצר אינטגרציות בין מערכות מידע שונות לכדי תהליך זרימת מידע קוהרנטי. עלי-פי רוב, האינטגרציות האלה התקיימו במופעי הבדיקות בין שתי מערכות המחליפות ביניהן מידע מוסכם ומוגדר מראש. בהמשך החלו להתקיים מופעים מהותיים וגדולים של אינטגרציות רב-מערכתיות הכוללות מגוון מערכות בפיתוח ומערכות השתתפות פעילה גם מצד המשתמשים.

מורכבות הממשקים לצד הטיפול והתיאום במופעי האינטגרציות האלה הובילו להקמת גופי ביצוע ייעודיים ואף גופי מטה לניהולם. לפני כעשור גובשה בחיל האוויר שיטת למימוש בניין כוח בעולם תהליכי זרימת המידע. שיטת ה-BL (Base Line) הייתה למעשה פרויקט מובחן תכולה (פרויקט שמטרתו העיקרית היא השגת היכולות המבצעיות המוגדרות).

בכל BL הוגדרו תהליכי זרימת המידע הנדרשים למימוש. כל עיכוב או שינוי תכולה במערכות שותפות גרמו לעיכוב במועד סיום ה-BL. מצב זה גרם לחוסר יעילות מובהק בפיתוח ובאינטגרציה, ובא לידי ביטוי בפיגורים בלוחות הזמנים, בגרסאות תיקון רבות וביעילות נמוכה במבצע תהליכי זרימת מידע – כל אלה עד כדי פגיעה בתהליכי זרימת מידע קיימים ברשת המבצעית.

בשנים האחרונות החל חיל האוויר, ובעקבותיו צה"ל כולו, להתייחס לתהליך זרימת מידע כאל פרויקט עצמאי העומד בזכות עצמו, וניהולו מבוצע על-פי המתודות המקובלות בניהול פרויקט. במשולב עם הגישה הזאת התגבשה תפיסה חדשה לפיתוח בעולם תהליכי זרימת המידע – תפיסת

הפעילות. התפיסה הזאת מנסה לתת מענה טוב יותר למורכבות הגבוהה של עולם התוכן ולכמות הצימודים הגדולה בין מערכות לתהליכי זרימת מידע. פעימה היא פרויקט מובחן לוח"ז (ולא מובחן תכולה) המתקיים במופעים קבועים וידועים מראש מדי תקופה. במסגרת כל פעימה נבדקים ומתוקפים תהליכי זרימת מידע חדשים וגרסאות מערכת חדשות לפני התקנתן בסביבה המבצעית, זאת כדי לוודא את תקינותן וכן אי-פגיעה ביכולות מבצעיות קיימות. הסכרון המובנה בתפיסת הפעילות מאפשר לייעל את מאמצי הפיתוח והבדיקות, מדגיש את חשיבות יכולות בדיקת התהליך ומקל על ההטמעה המורכבת בסביבה המבצעית.

עם זאת, מימוש התפיסה כרוך בביצוע שינוי תרבותי מהותי ומתמשך – שינוי שמטבעו זר לארגון, אשר ממוקד בפיתוח מערכות (ולא בפיתוח תהליכי זרימת מידע), בין אם בתוך צה"ל ובין אם ברכש הפיתוח מבחוץ. כמו כן, המבנה והגישה ההיררכית של צה"ל מקשים לראות את מארג הרשת השלם ואת השלכותיו בכל צומת החלטה במהלך פיתוח הפרויקט.

לאחרונה מחלחלת ההבנה כי תפיסת הפעילות אינה יכולה לתמוך בהתפתחות הנדרשת בממד הרשת בטווח הארוך. הסיבות לכך מגוונות:

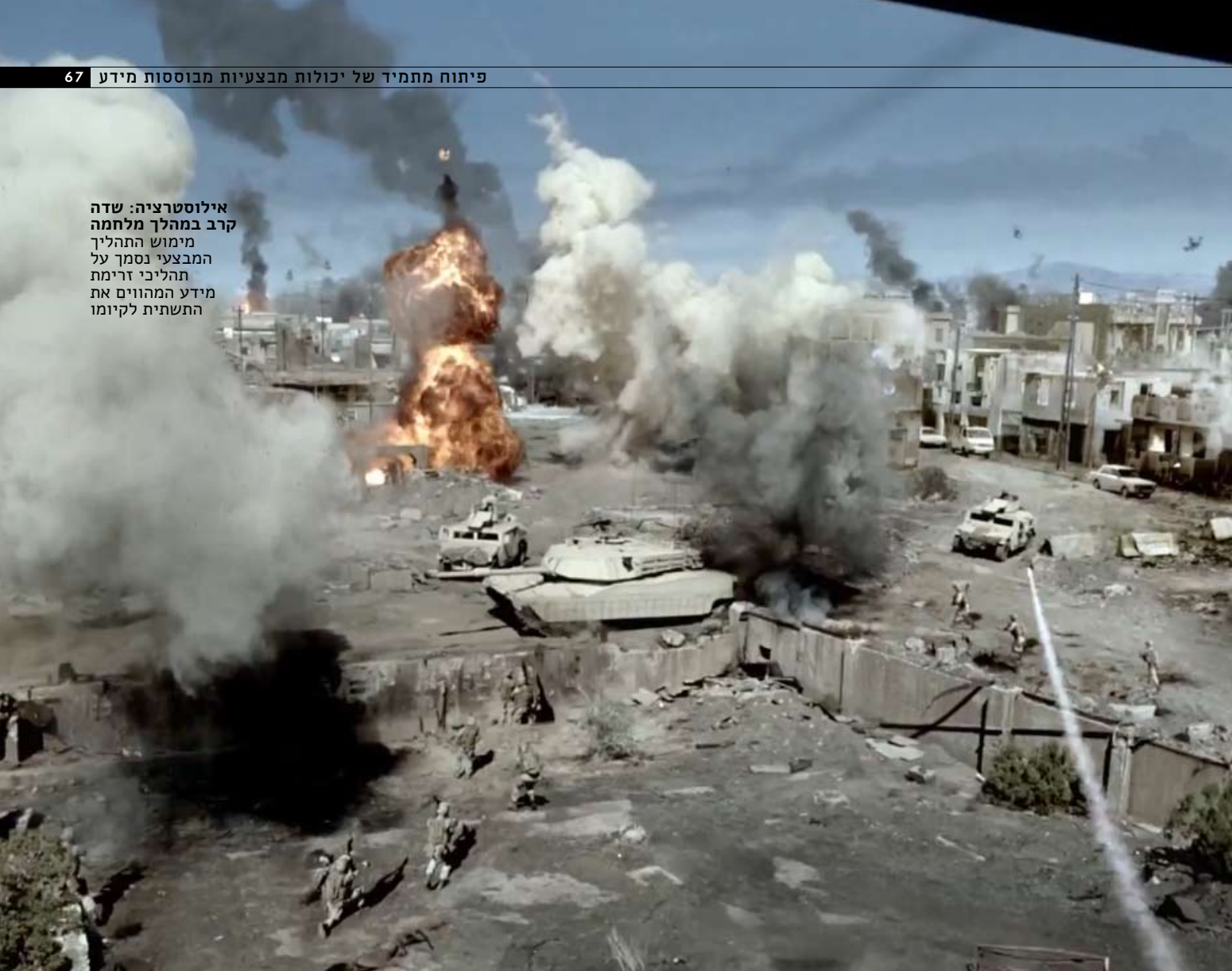
1. מורכבות הולכת וגדלה של תהליכי הזרימה – קצב הדרישה המבצעית לשינוי בתהליכי מידע קיימים ויצירת תהליכים חדשים הולך וגדל. בנוסף, הקשר בין יצרן המידע לצרכן המידע הולך ונחלש כך שהוא יכול להשתנות גם באופן בלתי צפוי או מוצהר.

2. משאבי פיתוח גדלים – פרויקטים רבים משקיעים חלק ניכר ממשאבי הפיתוח בהתאמות לנכסים קיימים ובהשבחתם (רשתות נתונים, ממשקים למערכות מידע ואמל"ח, רכיבי קישוריות ועוד). לפיכך, מרכיב בניין הכוח האפקטיבי בפרויקט הולך ונשחק. מצב זה מקשה על היכולת למסור תהליך זרימת מידע בקבועי זמן וברמת בשלות רלוונטיים לפעימה.

3. גידול בהיקפי בדיקה – עם כל פעימה נמסרות (ולבסוף

צה"ל נדרש לחשיבה מחודשת וערכנית בנוגע לתפיסת הפיתוח הקיימת, לארכיטקטורת המערכות ולקישוריות ביניהן, ועליו לפעול כדי להתאים אותן למגמות הקיימות בעולם בתחום הזה ולשינויים בצרכים המבצעיים, למגמות הקיימות בעולם בתחום הזה ולצרכים של צה"ל המתפתח

אילוסטרציה: שדה קרב במהלך מלחמה מימוש התהליך המבצעי נסמך על תהליכי זרימת מידע המהווים את התשתית לקיומו



1. מחיר השגיאה – המודל העסקי הנפוץ בחברות המידע בעולם האזרחי מבוסס על מתן שירות לקהילה גדולה של משתמשים (משתמשים ולא לקוחות) הצורכים את השירות ללא עלות. לפיכך, פגיעה בזמינות ובאמינות של השירות לא גורמת על-פירוב לנזק משמעותי לארגון. לעומת זאת, המחיר של העברת נ"צ שגוי למערכת יירוט עלול לגבות חי אדם (גם אם תהיה זו תקלה חד-פעמית).

מורכבות ומערכות מורשת (legacy systems) – מערכות המידע בעולם האזרחי מתמקדות בדרך-כלל במתן שירות ייעודי בעולם תוכן צר. המיקוד הזה מאפשר לפתח ולמסור מערכות פשוטות יחסית בזמני סבב קצרים. לעומת זאת, צה"ל מבצע מגוון גדול של משימות מורכבות – החל מתמרון יבשתי וכלה בהגנת שמי המדינה. כפועל יוצא, צה"ל נסמך על מערכות מידע מורכבות, המפותחות בזמני סבב ארוכים, ועל-פירוב, מסובכות להטמעה. המציאות הזאת יוצרת תלות גבוהה במערכות מורשת המקשה על מאמצי פיתוח בעתיד.

3. בדיקתיות – העולם האזרחי מתאפיין בהשקעת משאבים רבים הן באמצעי הבדיקה והן בבדיקת המערכות ותהליכי זרימת המידע בהן. ההשקעה הזאת גדולה באופן משמעותי מן המקובל בצה"ל.

ממובצעות) יכולות רשתיות נוספות לסביבה המבצעית. כתוצאה מכך, היקף הבדיקות הנדרשות לביצוע בפעילות עוקבות הולך וגדל בהתמדה, וזאת כדי להבטיח שהיכולות המבצעיות הקיימות לא ייפגעו.

השלב הבא – פיתוח מתמיד

ברצוננו להציע תפיסה חדשה, המבוססת בחלקה על המתרחש בעולם האזרחי. לאחרונה, מתאפיין העולם האזרחי בפיתוח מתמשך (continuous development) ומבוזר (distributed development) של מערכות מורכבות המתממשקות זו עם זו ומחוללות תהליכי זרימת מידע מורכבים יחסית. זאת, תוך הפחתת הסנכרון של מאמצי הפיתוח והיקף מופעי האינטגרציה הרב-מערכתיים. בכך למעשה מתאפשרים עדכון ושיפור מתמידים של תהליכים קיימים וכן מתאפשרת יצירה של תהליכי זרימת מידע חדשים.

בתפיסת הפעילות יש נקודות תורפה, ועם זאת היא מאפשרת התמודדות טובה עם הקשיים הקיימים בצה"ל ועם אתגרי העתיד. יש להדגיש כי על אף נקודות הדמיון הרבות בין צה"ל לבין העולם האזרחי אי אפשר להתעלם מן ההבדלים המהותיים ביניהם. ארגון אזרחי שונה מצה"ל בכמה מאפיינים בסיסיים:

כל עוד הממשק מוגדר ונשמר.

3. זמינות ורציפות - יש לצמצם ככל שניתן את התלות בין תפקוד המערכת בפרט, ותהליך זרימת המידע בכלל, לבין סביבת הפעולה (סוגי השרתים, מערכות ההפעלה, רשתות הנתונים ועוד). תִּכְנן המערכת ותהליך זרימת המידע צריכים לאפשר רציפות תפקודית מלאה למשתמש בין אם באמצעות גיבוי בזמן אמת ליכולת המבצעית (active-active) ובין אם באמצעות הקמת אתר הפעלה חלופי בקבועי זמן מבצעיים.

4. בדיקות אוטומטיות - פישוט ארכיטקטורת המערכות והקטנת הצימוד ביניהן יאפשרו תהליכי בדיקות פשוטים יותר. המצב הזה יעודד פיתוח יכולות אוטומטיות לבדיקות הן ברמת המערכת הבודדת (מאגר או יישום) והן ברמת תהליך זרימת המידע המלא. מימוש היכולות האלה מחייב היערכות מוקדמת עוד בשלב פיתוח התהליך והקמת תשתית בדיקות תומכת. יכולות בדיקה אוטומטיות חשובות לקיצור משך סבבי הפיתוח, והן משמשות אבן יסוד במימוש נכון של גישות מתקדמות כגון פיתוח מתמיד או שילוב מתמיד.

5. תקינה - כדי לפשט את הממשקים בין המערכות, בתוך המערכות ומול רשתות שונות נדרשת הגדרת תקינה מחייבת וגיבוש שפה משותפת במערכות עצמן וביניהן. התקינה הזאת תכווין את גופי הפיתוח ברמת התפיסה (מוכוונת שירותים, מונחית אובייקטים, מבוססת רכיבים ועוד) וברמת שיטות העבודה והתשתיות הטכנולוגיות למימושן (ESB, שירותי רשת, מחשוב ענן ועוד). תקינה מן הסוג הזה נדרשת להיות פשוטה להבנה וליישום ולהתבסס ככל הניתן על הדברים המקובלים בעולם האזרחי, וכפועל יוצא - להתעדכן מעט לעת.

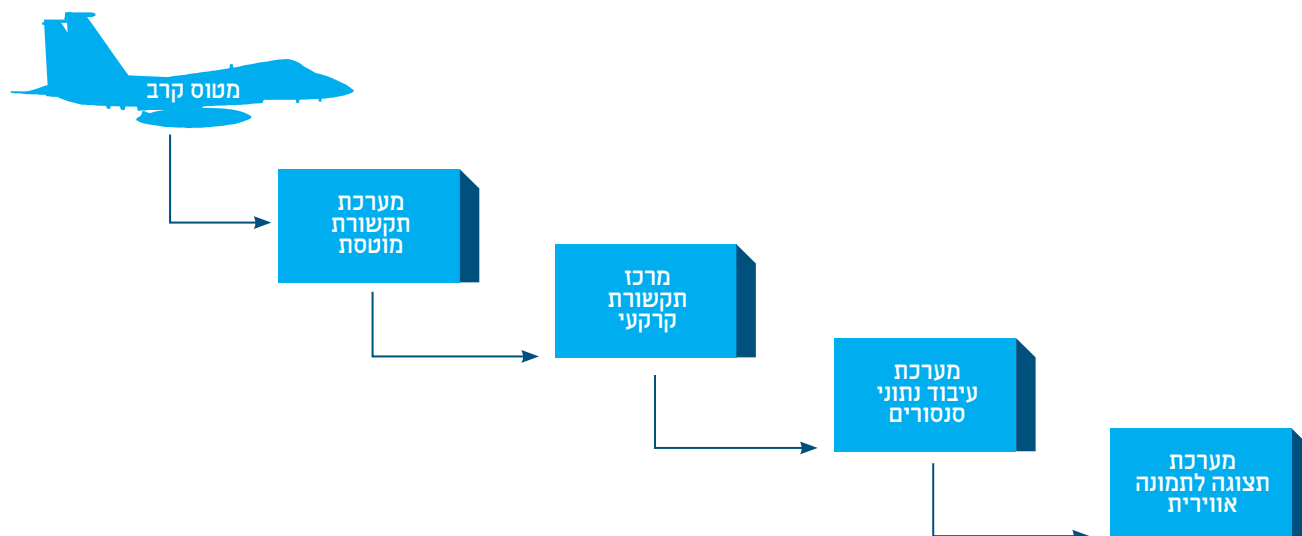
6. אכיפה - כשלב אחרון, ובמקביל לתהליכים אזרחיים דומים, נכון להגדיר תהליכי אכיפה "רזים" אשר יבטיחו את העמידה בעקרונות הללו. מנגנוני האכיפה האלה יעדכנו את העקרונות באופן עֵתי, ויעניקו תווי תקן מתאימים למערכות השונות במשך כל תהליך הפיתוח ובכל גופי הפיתוח.

עם זאת ניתן לגבש כמה עקרונות מנחים מרכזיים לתפיסת פיתוח רלוונטית לעידן הנוכחי. מימוש העקרונות האלה יוביל לשינוי הדרגתי בתפיסת הפעילות הקיימת, ובהמשך אף יוכל לייתר לחלוטין את הצורך בה, זאת בהתאם לקצב הטמעת העקרונות ובכפוף לבחינת הסיכונים לפגיעה בסביבה המבצעית. להלן יוצגו העקרונות המנחים.

1. פירוק המונולית - ארכיטקטורת המערכות צריכה להבחין בין רובד המידע הגולמי (אגירתו וניהולו) לבין הרובד היישומי (עיבוד המידע לביצוע משימה ייעודית):

- מאגרים - רובד המידע יתבסס על אוסף מאגרי מידע עצמאיים, משותפי הקשר, ללא צורך בשכפול המידע ובעיבודו הפנימי. המאגרים האלה יחשפו באופן ישיר וללא התניות את המידע הגולמי לשימושן של המערכות האחרות.
- יישומים - הרובד היישומי יתבסס על אוסף יישומים ייעודיים הניזונים מן המידע הגולמי במאגרים העצמאיים. היישומים האלה ימומשו תוך מזעור הצימודים הפנימיים (למשל, בארכיטקטורת Microservices). באופן הזה תתאפשר החלפת רכיבים פנימיים במערכת (מאגר או יישום) ברכיבים אחרים (לאו דווקא מאותו היצרן) בעלי ממשק ברור ומוגדר ליתר מרכיבי המערכת. יתר על כן, היישומים האלה יתוכננו בארכיטקטורה פנימית גמישה המפרידה בין מרכיבי קלט/פלט פשוטים ככל הניתן לבין רכיבי הלוגיקה והעיבוד המורכבים יותר המהווים את ליבת היישום.

2. צימוד רופף (loose coupling) בין מערכות - כל מערכת (מאגר או יישום) תתבסס על ארכיטקטורה פתוחה המוכרת ליתר המערכות והמפתחים. תִּכְנן (design) מן הסוג הזה יאפשר ביצוע שינויי ממשק ללא השפעה מהותית על כלל המערכות. יש להבטיח כי המערכת בכללותה תספק את מרב האמצעים לחשיפה ולהעברה של המידע המגיע אליה והמיוצר בה למערכות אחרות. במקביל, על המערכת להיות מסוגלת לקבל את המידע הדרוש לה ממגוון מקורות וללא קשר למקור המידע





בשנים האחרונות עוסק צה"ל בעצימות גוברת באינטגרציה של תהליכי זרימת מידע ובמקביל בפיתוח של מערכות לייצור מידע, לעיבודו ולשיתופו בין כלל הפלטפורמות, החימושים והסנסורים בשדה הקרב

פיתוח תהליכי זרימת מידע הנו תחום עיסוק מורכב הן במישור הטכנולוגי והן במישור הניהולי. בעשור האחרון ניתן להבחין בשיפור מהותי ביכולות של צה"ל בתחום הזה – החל ברמת התפיסה וכלה ברמת התשתית הטכנולוגית. עם זאת, הצרכים ההולכים וגדלים, בעיקר קצב השינוי בהם לצד היקף היכולות המבצעיות הקיימות, שאותן עלינו לתקף, מחייבים אותנו לשנות את תפיסת העבודה הקיימת.

במאמר הוצגו שבעה עקרונות ליבה כלליים שמימושם יביא, להערכתנו, להפחתה משמעותית בהיקף המשאבים המוקצים לבדיקות ולמבצעים תהליכי זרימת מידע (לצד יתרונות נוספים בתחומי האחזקה ובניין הכוח). יש לציין כי המכלול הזה של עקרונות מנחים אינו בהכרח מלא, או מדויק, אלא יריית פתיחה לדיון ולשיח מעמיקים, שאולם יש לדעתנו לקיים במתואם ובמשותף עם כלל גופי בניין הכוח, הפיתוח והטכנולוגיה במערכת הביטחון.

לדעתנו, עם פתיחת שיח משמעותי וכולל בנושא יזוהה הצורך בשינוי משמעותי ועמוק, שיהיה, לפחות בחלקו, בעל המאפיינים שתוארו לעיל. בעקבות כך תידרש מערכת הביטחון לבחון את תהליך ביצוע השינוי באופן שיאפשר את המשך בניין הכוח תוך התאמתו לצורכי העתיד ולאתגרינו. בשל קוצר היריעה לא נידונו במאמר השינויים האלה ותהליכי הטמעתם.



7. פיתוח איטרטיבי – זמני סבב ארוכים בפיתוח מערכות מהווים צוואר בקבוק כאשר נדרש מענה לצורך המבצעי ולתפיסות הלחימה המשתנות בצה"ל. כדי להתמודד עם הפער הזה יש להבטיח גיבוש פרויקטים באופן איטרטיבי, כלומר, פיתוח בסיסי וחלקי מאוד באופן מהיר, העברתו לגורם המבצעי, קבלת משוב והנחיות להמשך, הרחבת הפיתוח וחוזר חלילה.

יש להבהיר, כי מימוש עקרונות אלה הנו תהליך ארוך ומורכב מבחינות טכנולוגית וניהולית, ולכן השינויים האלה מחייבים הקצאת משאבים ייעודיים הן ברמת המערכת הבודדת ותהליך זרימת המידע והן בפעילויות רוחב.

בפרספקטיבה רחבה ניתן להבחין כבר היום במקומות שונים בארגון שבהם יש התקדמות בכיוונים שנמנו לעיל. עם זאת, שינוי התפיסה בארגון ככלל ומימוש מתואם של העקרונות האלה יצריך השקעת מאמצים נוספים.

סיכום

במאמר זה נסקרו המאפיינים ונקודות התורפה של תפיסת פיתוח המערכות ותהליכי זרימת המידע הקיימת כיום – זאת מול הצרכים, המאפיינים והאתגרים של שדה הקרב העתידי והעידן המודרני.