

הנדסה צבאית

בזמננו

מאת קול. א. ה. דוידסון

ההתקדמות שהושגה בזמן האחרון בתחום ההנדסה הצבאית ובפיתוחו של ציוד הנדסי — (ובין השאר — זו שהננו עדים לה בכוחות הסובייטיים) — כמוה כאתגר ישיר לצבא ארה"ב. ומחלק מאותו צותיקרב גדול אשר שמו "הצבא" — יש לו לחיל-ההנדסה תפקיד חיוני כמתן התשובה לאתגר זה. ביסודו של דבר, לא שונה תפקידו מאותה משימה מסורתית שנועדה לו בקרב: — לחקל על התקדמות הכוחות של צדיקהווא — ולהצר את צעדי האויב. משתנים אך ורק הכלים, הטכניקה והמטריקה.

בבעלותו של חיל זה נמצא הגוף העיקרי העוסק במחקר ובפיתוח למען חיל-ההנדסה, המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים של צבא ארה"ב, וגוף זה מכון לחיפוש נועזים, ארוכי-טווח ומרחיקי-מבט, שמטרתם לספק דג-מי-ציוד כאלה שיהיו עשויים להקנות נצחון במלחמה לחיילי צבא העתיד.

בדיבור אחד — משימתם של החיל ושל מעבדותיו אלו היא לספק את מיטב הכלים ואורחיהם (הטכניקות) שניתן להמציאם. פירוש של דבר הוא כי יש לפתח ציוד הנדסי מוצק, ועם זאת, נייד, העשוי לסייע לקבוצות הקרב מהירות-התנועה של הדיביזיות, הפאג-טומיות באותם מבצעים רחבי-היקף ופזורים במרחב אשר יידרשו בשדה-המערכה החדיש.

שטחי המחקר

משימת המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים באשר לסיוע לכוחות-הקרקע, ניתנת לחלוקה לשני תחומים עיקריים — ניידותו של הצבא ומתן אבטחה לחייל-הפרט. ויצוין כי כיום עוסק

לא כענקי-עולם צבאנו. מגמות

הפיתוח, חובקות-העולם ומרקיעות-השחקים של צבא כצבא ארה"ב — על שפע יכולתו החומרית, הטכנית והמדעית — בודאי ובודאי שאינן יכולות להיות נחלת-נראנו אלא במידה מצומצמת מאוד, ולרוב אף בפיגור מסוים. אולם הכרתם חשובה לכל צבא (ואיש-צבא) הרוצה לדעת, באיזה עולם הוא חי (ופועל!) ורק באמצעותה אפשר גם לראות מה בכ"ז ניתן לשאוב ולסגל מאוצר דעתם-ויכולתם של ה"גדולים" — אשר אין, כמובן, צבא-ארה"ב אלא אחד מהם. הסקירה, "מגמות הנדסה-צבאית בזמננו", שעיקרית-תוכנה שאובים מתוך פרסר מים רשמיים של צבא ארה"ב משנת-פעולתו האחרונה, מסמנת את הכיוונים הראשיים בהם צועדת עתה, כנראה, המחשבה ההנדסית-הצבאית לא רק באמריקה, אלא אף בארצות אחרות של קדמה צבאית וטכנית.

המוסד בעיון ב-24 משימות רבות של מחקר ופיתוח:

- גישור וצליחת נהרות.
- בנינים ומבני עזר.
- הסתר והטעייה.
- כבאות.
- ציוד לאחסון דלק ולניפוק.
- כוח חשמלי.
- מחקר ב"אינפרא-אדום".
- ראיית לילה.
- גיוס יבשה.
- לוחמת מוקשים.
- מחקר לוחמת מוקשים.
- ביצורים, מכשולים והריסות.
- אספקת מיים ותברואה.
- ציוד בניה ואחזקה.
- מנועים תעשייתיים.
- גזים נוזלים ודחוסים.
- צירוף נתונים להתקנת מפות.
- הדפסת מפות.
- מיפוי ומחקר גאודאטי.
- מקצועי המדידות וגאודאטיה.
- מיפוי קרב ושיטות גאודאטיות.
- מחקר חומרים.
- השפעת כליון גרעיניים.
- מחקר האיוורירקה.

לגבי חייל הלוחם על פני הקרקע השאלות החשובות יותר-מכל בענין סיוע-הנדסי הן אולי: "מה עושים המהנדסים בשביל לעזור בהשגת הנצחון בקרב?" ו"כיצד מספקים המהנדסים מחפה טוב יותר?"

התשובה לקושיה הראשונה היא, כמובן, שצבא בעל רמת-ניידות גבוהה, שיש ביכולתו להלום קשות ולהתפור חיש — יתרון עצום יהיה לו על כוח כבד-תנועה. המחקר ההנדסי מסייע להגברת ניידותו של הצבא בארבעה שטחים עיקריים: — גישור וחציית זרמי-מים,

טרקטור-מגרדה הניתן להצנחה



בניה וציוד-בניה, מבצע-לילה ולוחמת-מוקשים. בכל אלה הושגה התקדמות ניכרת — והתקדמות זו נמשכת.

והרי, לדוגמה, גשר-ה"מספריים" החדש — מבנה-אלומיניום שאורכו כ-19.5 מ', הנישא ומונחת הידראולית, על-ידי טנק M-48 רגיל, — שכבר מצוי בידי הגייסות; אכן, זהו גשר נייד לאמיתו.

אולם נוסף על כך שואפות "המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים" לטפח גשרים שניים דותם תספיק גם בשביל להקדים בתנועה את קבוצת-הקרב המהירות-ביותר שבדיביזיות ה"פאנטומיות" ולתמוך בפעולתן. אנשי חיל-ההנדסה שלנו חושבים עתה במושגים מהפכניים ביותר, ותקוות גדולות אחדות קשורות בהמצאות יוצאות-דופן אלו — החל ב"מרבד המעופף" וכלה בגשר העשוי קצף-פלסטי.

גשרים צפים, כגון אלה הנמצאים עתה בשימוש, מהווים מטרות מצוינות — ובמיוחד לכלי-נשק חדישים כגון טילים-מונחים. כתור-צאה מכך אנו שואפים לטפח עזרי-צליחה ניי-דים מסוגה של "מעבורת-סער" אמפיבית, — שיהיה ביכולתה לנוע במהירות על פני-הקרקע אל מקום-החציה, שם יוכלו אנשים מעטים לחבר במהירות "מעבורת" אחדות זו לזו כדי להעביר על גביהן ציוד כבד מעל הנחלים ונהרות. עד אשר יפותחו "מעבורת-סער" משי-ביעות-רצון, יהא עלינו לנצל את הגשרים והרפסודות הקיימים.

כבר פותחה רפסודת-אלומיניום, שניתן להרי-כיבה תוך 15 דקות וביכולתה לשאת מטען שמשקלו 12 טון. כן פותחו טכניקת הרכבת-גשרים ועזרים שונים להחשת הקמתם; והלי-קופטרים מופעלים עתה להמצאת הציוד למקום. כן פותחו כבר סירות-סער "מתנפחות" ופלסטיות חדשות — קלות-משקל אך מאריכות-ימים ועשויות לשאת 15 רגלים במלוא-הימושם על פני נהר, ובקרב תהינה מצויות ברשות הגייסות.

מן הצורך להניע במהירות כוחות-קרקע של הצבא לאיזור קרבות נובע ההכרח בעריכת מבצעים-מוטסים רחבי-היקף. הצלחתו של מב-צע כזה מותנית במספר גורמים — ואחד מהם הוא יכולתו של חיל-ההנדסה להכין, תוך שעות



ראית-לילה — כלי קיבוצי וכיילפרט.

„זרקור“ מותקן בחזית הטנק — ושופרת-צלפים מורכבת על-גבי הרובה. שניהם — „אנפרא-אדומים“.

לפתוח בהתקפותיהם עם שחר. משירדה החשיכה, חזר כל צבא למחנהו, העלה מדורותיו — לעתים קרובות במטחורי-ראיה מן האויב — וחדל ממלאכתו למשך הלילה. בהדרגה הוגברו מבצעי-הלילה, ובמלחמה החדשה נעשתה חשיבותם רבה מאשר אי-פעם. שכן החשיכה מעניקה הסתר, והזדמנות להתפור.

כתוצאה ממאמצי המחקר והפיתוח, באה לעולם משפחה שלמה חדשה של מכשירים ועזרים אנפרא-אדומים, אשר יאפשרו לכוחות צבא לחזות, לנוע ולעבוד בחשיכה גמורה. בזמן האחרון פותחו משקפת-צלפים משופרת ועוד עזרים רבי-שימושים, העשויים להקנות יכולת-ראיה „אנפרא-אדומה“ הן לטוחים קצרים והן לטוחים ארוכים. ה„מאטאסקופ“, מכשיר שגודלו ככף-היד, יאפשר לגייסות לקרוא מפות ושלטים בחשיכה גמורה, ולהבחין במכשירים האנפרא-אדומים לראיה-בטוח-קצר של האויב. משקפת-לילה המוצמדת לכובע-הפלדה, הנה עזר שימושי לבניה-בלילה ולנהיגה בלילה.

טלסקופ-הצלפים, שפותח לראשונה במלחמת העולם השנייה לשימושם של רובאים, שוכלל והותאם לשימוש עם מכלול רבגוני של כלי-נשק של הרגלים, לרבות הקנה-ללא-רתע בן 106 מ"מ.

אנשי-מחקר של חיל-ההנדסה עובדים עתה בתחום אבחון הקרינה התאֶרמית — השגת השתקפותם של בני-אדם או עצמים על גבי מסך, באמצעות גלי-החום שהם מפיקים. בשלב הפיתוח — אך עדיין בריחוק רב משלב-הניסוי

ספורות לאחר הנחיתה הראשונה, מסלולי-מטוסי סים ארעיים אך ברי-שימוש בשביל מטוסי „תובלת-סער“ הכבדים. כדי לאפשר הישג זה, פיתח חיל-ההנדסה „משפחה“ שלמה של ציוד-בניה מוטס, לרבות דחפורים, מנופים, מגרדות, מדחסים ומשאיות-רכינות. כל אלה ניתנו להצביח מן האויר, או להנחית במטוסי „תובלת-סער“.

כן חותר חיל-ההנדסה לציוד שיענה על התביעה למהירות, כושר-פיזור וניידות. הניצבת לפני איש ההנדסה-הצבאית, שלא כמו הציוד המסחרי, המוסיף לגדול במימדיו ובמשקלו בכדי שיוכל לטלטל כמויות-עפר ממקום למקום במחיר זול יותר, תהינה בקרוב המכונות הצבאיות קטנות יותר וקלות יותר — וכל מבנה יותאם לצרכי הגברת ניידותן ולצמצום דרישות-התחזוקה שלהן.

בפיתוח נמצאים עתה שני טיפוסים מהפכניים של טרקטור רב-תכליתי. האחד הוא „הטרקטור טעיין-הבלסט“ (הרב-תכליתי אשר לו צמיגי-גומי, ואת חלקיו הקדמי והאחורי ניתן להפריד. מגופו כדי שאפשר יהיה ל„שבץ“ בתוכו אחד „מטיפוסי-גוף“ שונים — כגון משטח-מטען („ארגז“), מיכל-מוביל-נוזלים, או מנוף. מכונה זו כש־מעניקים לה את המשקל והיציבות הדרושים ע"י הכנסת מטען-עפר לתוכה, יכולה לבצע עבודות דחפור או לשמש רכב-גורר. כן יכולה היא לפרוק את מטען-המיצב שלה (הנדרש לביצוע עבודות-עפר כבדות — המער) ולפעול כמשאית-רכינה, או שאפשר להתאימה להובלת אספקה ואנשים. את חלקי-היסוד מהם היא מורכבת מסוגל לשאת הליקופטר. „הטרקטור הרב-תכליתי טעיין-הבלסט“ עבר את ניסוייו הראשונים ב-1959, ואילו דגם-האח החדש „הטעיין-בלסט“ אף הוא נמצא בשלב העיצוב.

ניידות על אף חשיכה

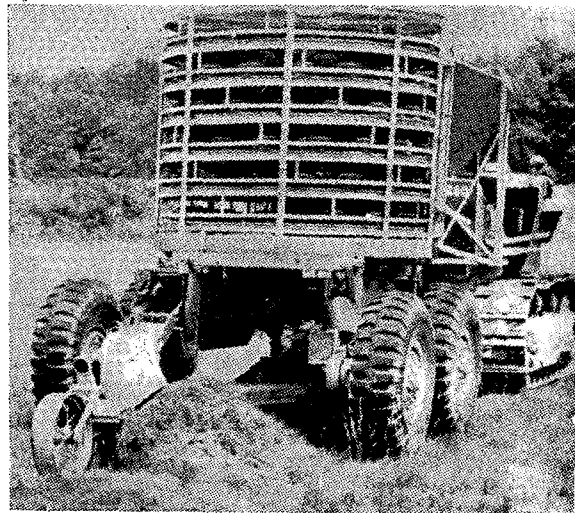
ההיסטוריה מלמדת אותנו כי רוב המערכות הגדולות נערכו באור היום. הצבאות נהגו

(*) הביטוי „טעיין-הבלסט“ ballastable נגזר מהמילה „בלסט“, שפירושה משקלו של מטען, ואפילו חסר כל תועלת (כאבנים, או שקי-זיפוף) הנוטע, למשל, לתחתית-האניה ע"מ לשוות לה את היציבות הנדרשת.

— נמצא עזר לראיית־לילה, המקבל השתקפות־
אור מן הכוכבים או מקרינת הרקיע.

לוחמת־מוקשים

משימתו הכפולה של חיל־ההנדסה — לסייע
להתקדמות כוחות צד־הוא ולהצר את צעדי
האויב — מוצאת את ביטויה הממזה במבצעי
לוחמת־המוקשים שלו. על אנשיו מוטלת האחר-
יות לפרוץ נתיבים בטוחים דרך שדות־המוק-
שים של האויב להתקדמות כוחותיה, וליצור
שדות־מוקשים שימשו מחסום תכליתי, המונע
את התקדמות האויב. שדות־המוקשים שלנו
כופים אותו להיכנס ל„מסדרונות” צרים שדרכם
יהיה אזי מוכרח להנחית את התקפתו, גורמים
לו אבידות בציוד ובאדם, ומדכדכים את רוחו.
הואיל וסבורים ששדות־מוקשים ימלאו תפ-
קיד חשוב בכל מלחמה בעתיד, פיתחו מומחי
„המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים” מכונה
אבטומטית, המחמשת מוקשים וזורעת אותם
במהירות רבה. המכונה, המוצבת על מרכב
בעל צמיג־גומי, נגררת על־ידי טרקטור־חלי



זורע־מוקשים אבטומטי

כל מדרג מהה מחסנית המכילה 150 מוקש — וניתן
לשלפה ולהחליפה. מחרשה פותחת חלם למוקשים
המתכסה אח־כ.

בעת שהיא מבצעת משימתה — ועל־ידי מש-
אית בנסעה בדרכים. כן עומדים עתה לרשות
חיל־ההנדסה „מקדח־אדמה” המורכב על גִּיפ

וכף־חפירה רכובת־דחפור, המיעלים ומחישם
זריעת מוקשים בודדים.

לצורך פריצת שבילים דרך שדות־המוקשים
של האויב פיתחו „המעבדות למחקר ולפיתוח
הנדסיים” דגם משוכלל של „הנחש” מימי מל-
חמת־העולם השניה. ההתקן הזה, שאורכו כ־130
מטר, נדחף קדימה, לתוך שדה־המוקשים על-
ידי טנק אשר גם מפוצצו, ומביא בזה לידי
התפוצצות — אשר אינ־עמה נזק — של המוק-
שים שבקרבתו. ההתקן החדש מצויד במטענים
חלולים מיוחדים, המופעלים באמצעות ירי-
מק־ב מן הטנק אל תוך מרעום הרגיש לכדור-
רים.

מגלי־המוקשים משתכללים אף הם לקראת
המשימה הקשה של גילוי מוקשים בודדים
ו„מוקשי הטרדה”.

שכלול שיטות המיפוי

שלבם נוספים בתכנית־העבודה של „המע-
בדות למחקר ופיתוח הנדסיים” התורמים ל-
סיוע־ההנדסי לכוחות־הקרקע של הצבא, הם
מחקרים במיפוי וגאודאזיה.

בשלב תכנון ופיתוח שונים נמצאים:

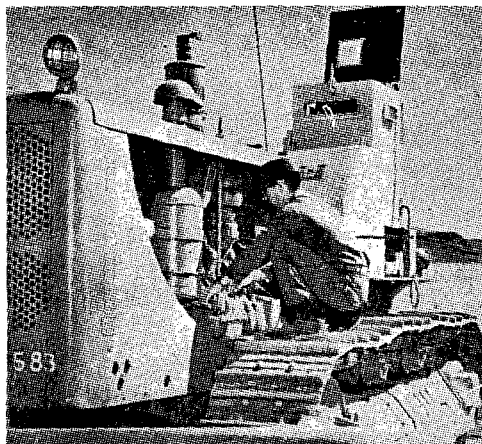
- תאודוליט־ניתוב־אבטומטי — מכשיר־
מדידה שביכולתו לקיים עקיבה אחרי
מטרות נעות; יש להניח כי יכנס לשי-
מוש מבצעי בשנת 1962.
- ציוד נייד להדפסת מפות־תצלום ומפות
טופוגרפיות.
- מכשירים לתזוית מפות לפי תצלומי־
אוויר („Stereoplotter” וכו').
- מכשירים אלקטרוניים למדידה מהירה
ומדויקת של מרחקים, כגון הגאודימטר
והטאולורומטר. הראשון מבוסס על מדי-
דת מהירות קרני־האור; טווח המכסר
מלי הוא כ־5 ק"מ. השני מבוסס על
מדידת מהירות גלי־רדיו בעלי תדירות
נמוכה־מאוד; טווחו — עד ל־65 ק"מ
בערך. ניתן להשתמש בו בכל מזג
אוויר שהוא, ביום ובלילה.

בין הכלים שבפיתוחם עוסקים עתה, והעתיד
דים לספק מחפה במהירות לחייל בשדה. יש
למנות את חופר־התעלות רב־המהירות ואת
מקדח־האדמה לבנית ביצורי־שדה. את חופר־
התעלות — דהיינו, מכונת־ההתחפרות — ניתן

הנדסיים" פותחו מתקנים ניידים לייצור חמצן נוזל, כדי שיספקו את הכמויות הגדולות של דלק-מחמצן זה הנחוצות בשביל מנגנוני-הדחף שבטיל רבי-העצמה "ראדסטון" של הצבא האמריקאי. חמצן-נוזלי אינו יציב, ואי-אפשר לאחד סנו לתקופות ממושכות; ועל כן יש צורך כי מתקני-ההפקה יפעלו ממקומות-השיגור. מתקנים ניידים, שביכולתם להפיק יום-יום 5 עד 20 טון של חומר-דלק, כבר נמצאים בשימוש בפלוגות "ראדסטון". היכולת להפיק יום-יום חמש טונות של ניטרוגן-נוזל, כמצנן בשביל ה"ראדסטון", נוספה עתה למתקן המפיק 20 טון. כעת מרוכזים המאמצים בשיפור ניידותו של המתקן.

ב"מעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים" הושם אמנם הדגש בניידות, במחפה לגייסות ובסיוע טילי; אך גם שטחים אחרים אינם מוזנחים. לדוגמה, אנו מפתחים "משפחה" חדשה שלמה של מנועי-בנזין צבאיים קטנים, בעצמות שר נות החל מ- $1\frac{1}{2}$ כוח-סוס — ועד ל-20 כ"ס. ששת המנועים שב"משפחה" זאת, אשר כלול במבנם אחוז גבוה של חלקים ברי-חליפין, יחליפו את שבעים ושמונה הדגמים ובני-הדגמים השונים המצויים כיום בשימוש. מספר חלקי-החילוף יצומצם מאלפים למאות ספורות, וע"י כך תוגבר היעילות, ואילו בעיות הלוגיסטיקה והתחזוקה תופחתנה עד למינימום. שלוש מהמנועים אלה — בני $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ ו-3 כוחות-הסוס — כבר הוחל בייצורם.

תא עופרת של טרקטור להגנה מפני רדיואקטיביות.



הטאלורומטר

מכשיר אלקטרוני למדידת מרחקים מדויקת. ניתן לשימוש ביום ובלילה.

להוביל ממקום למקום במהירות רבה. בהיותו מותאם במיוחד לביצוע כל סוגי החפירה הצבאית, יכול הוא לחפור שוחת-שועל, ליחיד או לזוג, בדקה אחת, ועמדה למקלע-בינוני מצונן מים תוך $3\frac{1}{2}$ דקות. בחפרו חפירת-קלעים רגילה יכול הוא לחפור חפירה שאורכה כ-7 מטרים, עומקה כ-120 ס"מ ורוחבה כ-60 ס"מ — בדקה אחת. ועוד זאת — הוא מורכב על משאית וניתן להסיעו במהירות של 55 ק"מ לשעה. בניפוק מכונת-החפרות זו לגייסות הוחל ב-1959.

להגנה על מפעילי כלי-ההנדסה מסוגים כאלה, במקרה שיימצאו בשטחים שזוהמו ברדיואקטיביות, פיתחו "המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים" תא-עופרת מיוחדים, המצוידים באלחוט דו-סטרי ובהתקן להספקת אויר מסונן. כן מתנהלת העבודה לפיתוחו של טרקטור מונחה-אלחוט, שניתן להשתמש בו באיזורים שזוהמו ברדיואקטיביות, לטוחים עד כ-25 ק"מ.

סיוע טילי

המחקר ההנדסי ממלא תפקיד-מפתח גם בתחום הטילים. ב"מעבדות למחקר ולפיתוח

במים,

נאש

ו ב ה ק ר נ ה



אין גבול לגיוון הציוד-
הכבר של גייסות הנדסה
חדשים. מלמעלה —
מתקן מטהר-מים לסילוק
זיהום (רדיואקטיבי או
אחר) המספק כ-60000
ליטר לשעה. מתחתיו —

מכונה לחפירת-תעלות מהירה (7 מ' בדקה), למחפה מפני צריבות רשף והדף-התפוצצות-אטומית.
למטה משמאל — מגלה-מוקשים מורכב על ג'יפ, העוצר את הרכב אבטומטית משאיכן מוקש

טמון. את האביזר ניתן להסיט שמאלה או ימינה
לבדיקת שולי הדרך. מימין — טרקטור שניתן
להפעילו מרחוק (עד 25 ק"מ). תכליתו: סיהור
איזורים רדיואקטיביים — אך גם לפריצת
מחסומי-דרך.



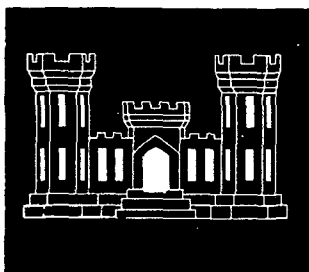
תוח הנדסיים" משתרעים גם על שטחים אחרים ויוצא־דופן — כגון הפיתוח של ציוד אלקטרוני לצורך גילוי סדקים בלתי־נראים במעטה הקרח שבאיזורים הארקטיים; פיתוח סדנות תחזוקה ניידות; "ואניגאנים" — דהיינו, מבני מחסה נישאים על מגררות, לשימושם של אנשי שים העורכים מסע על פני מרחבי־הקרח שבצפון־הנידח; מוסכי־אווירונים (וכן מבנים אחרים) מיוצרים "מראש"; קו־צינורות גמישים, ומיכלים לאחסון־רבתי חפוז, בשביל דלק, שמנים וחומרי־סיכה; זיקוק מי־ים; טיפול בחומרים ושיטות־אריזה; ומחקרים בהשפעות של התפוצצויות על סוגים מסוימים של מבנים.

בכל צורת־לוחמה שיופעלו בה כלי־זין אטומיים, הופך טיהור־המים לענין מדאיג ביותר. כדי לפתור בעיה זו פיתחו "המעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים" משפחה של מכשירים מטהרי־מים בעצמות־יכולת שונות־ביותר. תר — החל במתקן־מוטס היכול לספק כ־600 גלון מים מטהרים בשעה, וכלה במתקן נייד למחצה, היכול לטהר 10.000 גלון בשעה. ביכולתם של כל מתקנים אלה לטהר מים שזוהמו ברדיו־אקטיביות.

היקף המחקרים

המחקר והפיתוח ב"מעבדות למחקר ולפיתוח"

יש לצפות בשנים־תכואנה שעוד תגדלנה התביעות אשר תוצגנה לפני תכנית המחקר והפיתוח של "המעבדות". ככל שתופענה משימות חדשות בתחומים המדעי והנדסי, ירבה השימוש בטכנולוגיה מתקדמת ביותר כדי שניתן יהיה לעמוד בקצב המואץ של מלחמה גרעינית העלולה להתרחש. ככל מאמץ־צות המכאון לפתרון בעיות כאלה ייודע תמיד ערך היוני למאמצים מסוגם של אלה המתבצעים ע"י ה"מעבדות למחקר ולפיתוח הנדסיים". בלעדי מאמץ כזה — לא יתכן עוד לתאר תכונה מרחיקת־ראות לקראת מבצע־קרב יבשתיים.



תיאוריה ופרקטיקה במקצוע הצבאי

(המשך מעמוד 27)

כומים, סקירות, מאמרים והרצאות (ומאידך גיסא — תרגילים ותמונות) שבאמצעותם סיגל לעצמו צה"ל את אוצרה הנסיון שהצטבר במערכות המדבר־המערבי ואחרות, והתאימו לצרכיו. בשרשרת זו של הלכה־ומעשה, שחוליותיה מחוברות אהדדי חיבור לא־ינותק, היו טמונים מקורות הישגינו בעבר; ובהמשכתה — ערובה להישגינו בעתיד.

המשיכו את שרשרת מבצעי הפלמ"ח וה"פוש", ש־שרת שבמעוף־המחשבה שלה מתחילה בפשיטות גדעון, דוד ויהודה־המכבי. וכך נזרעו, בעצמם, הזרעים הראשונים של הנצחון במבצע־קדש באותם דיונים וויכוחים אשר בראו את המבנה ומכונת־הגיוס של צבא־המילואים, באותם סי