

# סימולטורים לכוחות הקרקע

סא"ל שאול נגר

צה"ל, אינו מספיק כדי לשמר רמת מינימום מוגדרת לצורך הפעלת מערכות נשק המש-תכללות והולכות. מחקרים שנערכו בצבא ארה"ב ואומתו גם אצלנו הראו שיש לערוך אימונים תכופים יותר במשך השנה. שוב עולה כאן שאלת המחיר לצד שאלות ארוג-ניות ואחרות הנובעות מכך. במובן זה השי-מוש בעזרי אימון משוכללים עשוי להוויל את מחירי האימון ולאפשר להעלות את הרמה במגבלות התקציביות המלות אותנו בקביעות.

בטיחות באימונים • לא יעלה על הדעת לשלוח פרחי-טיס לטיסה בטרם למד והיטיב לדעת את המטוס שהוא עומד להטיס. בכך-חות הקרקע נגרמות לעיתים תאונות באי-מונים בהעדר מתקני תרגול פשוטים, אשר יאפשרו לחניך לקלוט ולקבל תחושה על מהותה ותפקודה של מערכת הנשק. במובן זה אין כמו סימולטור לבטיחות.

סיבות ארגוניות ומבצעיות • היציאה של גדוד מילואים לשטח אימון היא תהליך יקר ומורכב. אם נרצה להגביר את תכיפות האי-מון ניתקל גם בקושי מנהלי של פיצול מכסת שירות המילואים השנתית והוצאת זמן ניכרת על ארגון היחידה והוצאתה לשטח. על-פי השיטה המומלצת ניתן להקים מרכזי אימון סמוך למקום המגורים של אנשי המילואים (במרכזים עירוניים לדוגמא), אשר יקצרו את זמן ההגעה למתקן האימונים ולא יהוו עומס לוגיסטי של העברת יחידה לשדה. גם מבחינת העומס וההטרדה של איש המילואים, קל יותר לפצל את האימון לאורך השנה. היכולת להפריד את האימון של צוותים המפעילים מערכות נשק קיבוצי

הרצויה מנקודת ראות של המקצועות האח-רים. בעזרת סימולטור אפשר לאמן באורח נפרד כל חייל בצוות של מערכת נשק על-פי מקצועו ועל-פי הדרישות הספציפיות לכך. המורכבות של מערכות הנשק המודרני מחיי-בת לימוד בדרך אנליטית-סינתטית כלומר לימוד כל רכיב בפני עצמו (שלב האנליזה) ואחר-כך ראיית המערכת כולה (הסינתזה). שוב באה הטכנולוגיה לעזרתנו ומאפשרת לנו על-ידי מכשירים משוכללים ללמד בדרך הר-צויה. לא נצא ידי חובה אם לא נזכיר גם את המורכבות של אימון יחידתי ולאוו דווקא אימון במערכת נשק. תרגיל טקטי ללא גייסות (תטל"ג) — את כפי שנהוג לקרוא לו כיום תרגיל שלדי שבו משתתפים רק כוחות ייצוגיים זעירים — הוא דרך פעולה מקובלת שנים רבות באימון מפקדים ובתרגול של עבודת מטה. תרגילים מסוג זה הצריכו פעולת הכנה רבה וניהולם התקין היה בגדר מעמסה כבדה בתחום הבקרה. כאן אין מנוס כמעט ממעבר למערכות אימון מפקדים שיש בהם נתונים טקטיים על קרקע, אויב וכך-חותינו, אשר מוגשים בצורה מתוחכמת ומ-אפשרים למתורגל לנהל קרב ריאלי כמעט.

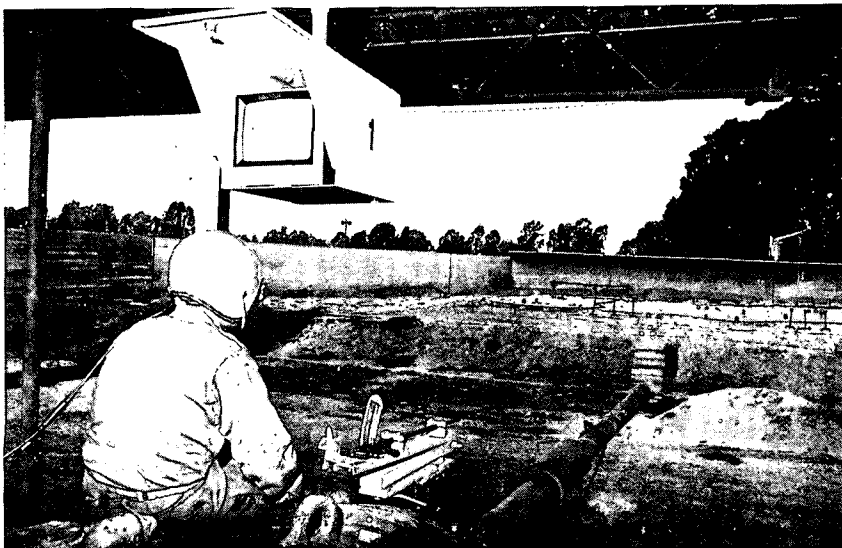
עלות הלימוד והאימון במערכת אמיתית • מחיר פגז תותח בטנק הוא כ-4000 ל"י בממוצע ומחיר שעת מנוע בטנק סכום דומה לזה. מחירו של טיל נ"ט מסוג "טאו", כ-40 אלף ל"י. קיים צורך לחסוך את מחיר שלבי האימון שאין הכרח לבצעם תוך שימוש במערכות הנשק האמיתיות ולבצע שלבים אלה בעזרת מתקנים זולים יותר. יתר על כן, יותר ויותר אנו נוכחים לדעת כי אימון חד-שנתי של אנשי המילואים, שהם רוב רובו של

"תנו לי נקודת משען וארים את העולם כולו" אמר ארכימדס. יש בינינו הרואים בסימול-טור מנוף המאפשר לנו לשאת בכוחות קטנים משא כבד של הדרכה ואימונים ויש הרואים בסימולטור חוות כל כמותה נקודת משען של ארכימדס שאם אך תימצא, לא יהא עוד שום משא שלא ניתן יהיה להרימו לגבהים חדשים. ככל שיטה או אמצעי חדש, יש הנלהבים ומייחסים לסימולטורים השפעות מרחיקות לכת על אורחות חיינו הצבאיים ובונים עליהם תלי תלים של הישגים. רבים מדי בכוחות היבשה שלנו טרם עמדו על מלוא המשמעות האמיתית של ניצול סימול-טורים, על צד היתרונות, המגבלות והחסר-נות שבהם — בדומה לראשית עידן המחש-בים. במאמר זה נייחד את הדיבור על הסי-מולטורים לאימונים בכוחות הקרקע, מהו-תם, אפיונם ודרך השימוש בהם.

הסימולטור אינו אלא עזר אימון משוכלל. תכונת הקסם שלו הקרויה סימולציה (הד-מאה) אינה אלא אחת מן התכונות החשו-רות הנדרשות מעזר אימון למערכות מורכ-בות. הדמאה מושלמת לתנאי פעולה בקרב או לתנאים השוררים בעת הפעלת מערכת נשק כלשהי, כמו טנק, אינה בגדר מאפיין בלתי ניתן לערעור של סימולטור. הסימולטור הוא עזר אימון בעל רמת הדמאה מבו-קרת (ולא בהכרח שלימה) של מע-רכת לחימה אמיתית. רמת ההדמאה יכולה להיבט מראש באופן חד פעמי או להשתנות על-פי אמות מידה מסוימות. ההכרח להשת-מש בעזרי הוראה והדרכה משוכללים מקורו באחד מן הגורמים הבאים או בצירוף של אחדים מהם:

מתודיקה של הוראה ואימון • קבוצות הלימוד והאימון בצבא הן בדרך כלל הטרו-גניות, במיוחד כאשר יש צורך בהכשרת קבו-צות גדולות, אשר מסיבות שונות אין עורכים בהן מיון מוקדם. בקבוצה זו עשויים להימצא חיילים בעלי נתוני קצונה ופיקוד לצד חיי-לים שספק אם יהיו משיקים. במקרה זה מאפשר הסימולטור להתאים את קצב האי-מון ליכולת החניך, ובמילים אחרות — לימוד אינדיווידואלי שבו אחוז הנפל הוא קטן ביותר. השימוש בסימולטור מאפשר אימון בתנאים מבוקרים ושווים לכל הח-יילים. במובן זה יש פיקוח יעיל יותר על הישג הנדרש בכל שלב ושלב של ההכשרה. כמורכב מאפשר הסימולטור לעקוב ביתר יע-ירות וללא "שטחים מתים" על יכולתו של כל חייל. זאת, בזכות מערכות הבקרה והמעקב המצוינות ברשות המדריך החונך. הסימולטור מקטין לאין שיעור את התלות ברמתו של המדריך הזוטר, במצב רוחו ובגורמים משת-נים אחרים. כאשר יש לאמן, לדוגמא, תותחן טנק בטנק שלו, יש צורך בכל צוות הטנק שאימונו רק נילוה לכך ולאוו דווקא בשיטה

מדריך יושב על טנק במתקן לאימון תותחני טנקים. מעל לראשו מכשיר טלביזיה שבו הוא צופה על פעולות הכינון של התניך.



באמצעות הסימולטור לפי מקצועותיהם, מנטרל את השיבוש הנגרם כאשר אחד או יותר מאנשי הצוות לא הגיעו מסיבות שונות לאימון. השימוש בסימולטור יכול לסייע בכל אותם מקרים, בהם שטחי האימון אינם מתאימים ליעודם בגלל טיבם הטופוגרפי, גודלם וכו'. כמורכב יכול הסימולטור לחסוך שיעבוד מערכות נשק רבות לטובת מערך ההדרכה, מה שחייב להגדיל את היקף האמצעי הלחימה שמחוץ לימ"חים על כל המשתמע מכך בנושא כוונות, אחזקה שוטפת ועוד.

### ניצול סימולטורי באימונים

אפשר להיעזר בסימולטורים לצרכי לימוד ותרגול בכל שלבי האימון בסדיר ובמילואים: בהכשרה בסיסית במקצועות הצבא, באימון מתקדם, באימוני ריענון של אנשי מילואים ועוד. לאור היתרונות הניכרים של השימוש בסימולטור, מוצדק כמעט כל מאמץ בגילוי ואיתור פרקי האימון שבהם יש לשלב. אך בכך אין די וברצוננו להצביע על תחומים נוספים ובעלי חשיבות עצומה שבהם ניתן לנצל סימולטורים:

מעקב הישגים אישי ויחידתי וניתוח שיטות הדרכה • בדומה למערכות מחשבים, דרוש גם כאן מרכז לאיסוף ועיבוד נתונים של אימונים ומסופים בבסיסי ההדרכה ובעוד מקומות אחדים. התועלת שבמחשוב הפעילי יות שבסימולטור יקרה מכדי מאפשר לזנוח אותה. וכך הישגי הפרט, הצוות או היחידה המתאמנת עשויים להוות גורם מדרבן מצד אחד ועזר רב בניתוח שיטות הדרכה ופיקוח עליהן מצד שני. אין ספק שרק פימות ההישגים מאפשר השוואה אובייקטיבית של מידת הקליטה ושיטות ההדרכה לעומת השוואה על-פי הניסיון האישי של מדרוך או לעומת שיטה אחרת הנעשית ללא אלימינציה של גורמים שהשתנו. במובן זה אפשר לדמות את היתרון שבשימוש בסימולטור ממוחשב ליתרון שבניצול תצלומי אוויר לשם קביעה אם הרווח בין שני עצים ביער הוא קטע דרך — כלומר שיטה או קו מאפיין — או אירוע אקראי.

מיון • במקצועות צבאיים רבים נדרש מיון לאחר שלב אימון בסיסי לצורך הפניית החיילים למקצועות התואמים יותר את כישוריהם או כדי להבטיח שרק בעלי רמה מוגדרת ומעלה יעלו לשלב הבא. יתרונו של הסימולטור במיון אינו מתבטא בעצם הרישום והזכירה של תוצאות, אלא בדיוק המיון המבוסס על תוצאות שהושגו באימונים ובמבחנים זהים לכל האוכלוסיה הנדונה.

### קריטריונים והישגים באימון

נניח שאנו מאמנים תותחני טנקים בקליעה למטרה באמצעות סימולטור ועלינו להגדיר מיהו תותחן טוב. כיצד נוכל לקבוע מהו ציון טוב בקליעה למטרה? האם ניתן ציון גבוה יותר למי שיורה ראשון או למי שפוגע ראשון? האם לזריז יותר — על-אף מאמץ של שני ימי לחימה — או למי שהצלח לפגוע במטרה חמקנית שנראתה רק לזמן

קצר? אין מנוס מחישוב משוקלל של הציון המשקף את המשקל היחסי הנכון של כל מרכיב באימון ומן ההישג של המתורגל או הנבחן בכל מרכיב. בעיה זו מופיעה במלוא הריפותה כאשר נוגשים לאפיון ופיתוח סימולטור. אין ספק שהחשיבות היחסית של כל תכונה היא פרי הערכה סובייקטיבית לפעמים, אך יש לקבוע אותה בכל שיקול הדעת והניסיון האפשרי. במילים אחרות, אם יהיו בידינו סימולטורים ולא יהיו בידינו אמות-מידה מוגדרות לשקלול ההישגים — לא הועלנו במאומה. לשם קביעת אמות-מידה אלו, יש צורך בשאיבת הניסיון וההערכה של מפקדים שמתפקדים לחוש ולהגדיר מה עיקר ומה תפל ועד כמה. בעבודה זו חשוב להיעזר באנשי מקצוע מתחום המתמטיקה והסטטיסטיקה כדי לתת לתכונות אלו ערך מספרי הולם ולשם פיתוח מודלים או שיטות להערכה.

### אפיון ופיתוח סימולטורי

הגישה הפשטנית והמוכחת כבלתי יעילה היא לבקש דימוי מלא למערכת האמיתית. גם באמצעי לחימה יש עיקר ותפל, יש חשוב יותר וחשוב פחות וצריך לדעת מהן התכונות או המיומנויות שהשליטה בהן מבטיחה שליטה במערכת האמיתית. יתר על כן, האם באותה תכונה צריך להיות דימוי מלא או חלקי? האם, לדוגמה, חיוני שגם סוג המושב של תא הנהג שבסימולטור יהיה זהה לאמיתי או שמא מספיקה זהות של בקרי השליטה שבסימולטור לבקרי השליטה בטנק או בתותח. או בטיל הנ"ל? האם זהות זו צריכה להיות רק בפונקציה התפעולית שהם ממלאים (צידוד, הגבהה וכד') או חשובה גם זהות בגודל פיסה, צבע והומר ממנו הם עשויים? השאלות הן רבות ומחייבות תשובה מוגדרת על-מנת לחסוך במחיר הסימולטור וכן כדי לוודא שאכן אנו מכשירים את הצבא בדרך הנכונה.

כיצד, איפוא, נולד סימולטור? בצוות שצריך

להחליט על הצורך בסימולטור חייבים להשתתף לא רק בעלי מקצועות צבאיים אלא גם מומחים בתחום החינוך, מדעי החברה והטכנולוגיה. צוות זה יפעל בהרכב קבוע או משתנה, על-פי הצורך, בשלבים השונים של פעולתו. השלב הראשון הוא איתור והגדרת הצורך בסימולטור: תפקיד הצוות להיות משקיף הדרכה אשר יבקר במתקני האימון ובשיעורים ויתרשם בדרך בלתי אמצעית מה שיטות הנהוגות בהדרכה ובהוראה; אחר-כך יש לקיים שיחות עם מפקדים בעלי דעה וניסיון בתחום האמור, ובמקרה הצורך יש לקיים עוד תצפית בראיה יותר מכוונת לעבר שיטות ההדרכה הקיימות. צוות זה צריך להגדיר במדויק מהו השלב שבו יש תועלת בסימולטור, איזה נתח של אימון והדרכה יבוצע באמצעותו, מהם השינויים המתודיים בסדר הנושאים הנלמדים, מהי מידת הסימולציה הנדרשת, כיצד לארגן את קבוצות הלימוד ולמינון, מהו החיסכון הצפוי במשאבים, מהן שיטות ההכשרה של הסגל ועוד שאלות רבות. במילים אחרות, זהו מחקר שצריך להציג באופן ממצה את ההווה, את העתיד ואת שיטות המעבר.

השלב השני הוא לדלות מתוך עבודה בסיסית זו את קווי האופיון שעליהם יתבסס התכנון הטכני. שלב התכנון הטכני, בחירת הדגם והקשר עם הצרכן/המזמין אינו שונה מכל פיתוח צבאי אחר. שלב רגיש הוא שלב ההרצה של הסימולטור ובמקרים אלו נהוג לערוך השוואה בין קבוצת לימוד בשיטה הישנה ובין קבוצת הלימוד בשיטה החדשה, המשלבת בתוכה את הסימולטור. שלב זה של השוואה נמשך במעקב אחר התפתחות האוכי-לוסיה של שתי הקבוצות בהמשך ההתקדמות הצבאית. כך אפשר לבדוק את השפעת הסימולטור על טיב ההכשרה שניתנה. שיטה זו נראית אולי אקדמית מדי ובעלת אופי מחקרי ובלתי מעשי, אך העוקב אחר פיתוח סימולטורים שכבר הוכיחו עצמם בצבאות אחרים אינו יכול שלא לבחור בדרך זו.

מערכת "סימפיר" לחי"ר



ממקלע המקביל, בטנק או מחוצה לו או על מערכת נשק אחרת ולבצע אימוני ירי לטווח של עד כ־60 מ'. האימונים מתבצעים בתוך שדה מטווחים זעיר שאפשר למצוא לו מקום בכל בסיס ובכל שטח בו נמצאת יחידת השריון. הצוות מתאמן במערכת הנשק ה־אמיתית, אך חוסך את מחיר התחמושת.

צבא ארה"ב, שהוא חלוץ בתחום הסימו-לציה באימונים, היתווה לפני למעלה משנה תכנית אב רב־שנתית לתקופה 1977—1990 שמייעדת לקידום הרמה המקצועית והכו-נות של יחידות השריון. הפילוסופיה שלו לגבי האימונים דנה בגורמים המשפיעים וב-מסקנות המתבקשות מכך, במגמה להגיע לכוונות מירבית של הכוחות. הם מאמינים כי המשאבים המוגבלים מחד גיסא והפי-תוחים הטכנולוגיים מאידך גיסא יחייבו מתן יתר דגש על השימוש בסימולציה, בסימולטור-רים ובעזרים אחרים אשר יאפשרו הגברה מדורגת של כלל האימונים עד 1990. הרעיון המרכזי שבתכנית הוא מעבר מדורג עד לשימוש מלא ובלעדי בסימולטורים באימון הפרט והצוות והפניית כל המשאבים היק-רים, כמו תחמושת ושעות מנוע, לאימון יחידתי (מחלקה, פלוגה). בכך ניכר הדגש שהם שמים על אימון היחידה כגוף. בכלל תכנית זו עומד על הפרק פיתוחם של סימו-לטורים רבים ומוזונים והסתערות על כתיבה ועדכון של ספרות מקצועית. הנה פרטים על אחדים מסימולטורים אלה:

● סימולטור לאימוני ירי תותח וירי מקל-עים, שיורכב על רכב ויופעל באמצעות שֶלֶט־רחוק. כך ייחסך הירי בתותח האמיתי עד לשלב אימון מתקדם. הסימולטור נקרא TWGSS (Tank Weapon Gunnery Simu-lation System).

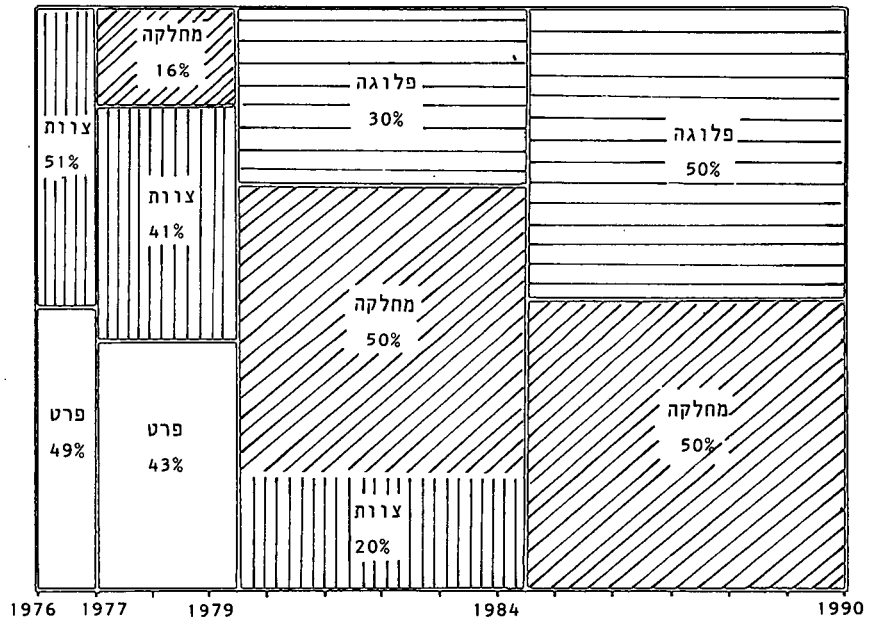
● סימולטור לשיפור האימונים ברמת פלוגה וגדוד הקרוי MILES (Multiple Integra-ted Laser Engagement System).

● סימולטור לאימוני צוות בתנאים ריאליים ככל האפשר הקרוי FCIS (Full Crew In-teraction Simulation).

● מכשיר לאימון תותחנים הרושם ומשחזר את כל ביצועי התותחן בטנק ומאפשר שק-לול ושיפוט אובייקטיבי של יכולתו במצבים שונים. הסימולטור נקרא COFT (Conduct Of Fire Trainer).

### סיכום

השימוש בסימולטורים הוא חלק בלתי נפרד של צבא מודרני והוא מיועד להפיק יותר יכולת מבצעית מן הצבא, תוך ניצול נכון ומבוקר של המשאבים המופנים לאימונים. בעתיד הלא רחוק הוא ייהפך לכורח שאין לחיות בלעדיו, כמו המחשב. חשוב שנדע ונזכור כמה דברים יסודיים: הסימולטור הוא בעל הדמאה מבוקרת לפי הצורך ולא ב-הכרח מלאה. תהליך שאיבת הצורך המב-צעי ופיתוח הסימולטור אינו שונה במאומה מפיתוח מערכת נשק ובחינתה בגייסות. ה-סימולטור במועד הנכון הוא בגדר הזדמנות בלתי-חוזרת לשפר את איכות הצבא.



תרשים המתאר את ארבעת שלבי הביצוע של התכנית האמריקנית הרב-שנתית המיועדת להדגיש אימון הפרט בסימולטורים.

העבודה פרט לחיסכון בפגזי תותח. גם הטען טוען כדור סרק כדי להשלים את התמונה. ברם, מערכת זו אינה בלעדית לטנקים. בהרכב אחר של רכיבים היא משמשת לאימון חיילי חי"ר המשגרים טילי נ"ט שונים ("טאו"; "דרגון") ונשק אחר. תותח הלייזר אינו אלא קופסה קטנה שאפ-שר להרכיבה בקלות על כוונת של נשק נ"ט וכל נשק שטוח מסלול המשתמש בכוונת אופטית. באופן זה אין גם שינוי בדרך ה-פעולה של מפעיל הנשק.

טלביזיה במגלל סגור לאימון תותחני טנ-קים ● בשנה האחרונה הונהגה באחד מבסיסי השריון מערכת טלביזיה במגלל סגור לאימון תותחני טנקים. המערכת מבוססת על קליטת התמונה המדויקת שרואה התותחן מבעד לכוונת שלו והעברתה למסך של המדריך החונך וכן למרכזיה במגדל הבקרה המרכזי. קליטת התמונה נעשית על-ידי חיבור מצלמת טלביזיה, באמצעות מתאם אופטי, לכוונת התותחן מבלי שתופרע תצפית התותחן. למערכת מחובר וידאוטייפ המקליט את כל תהליך הכינון והירי של התותחן. במהלך הפעולה צופה המדריך על עבודת החניך מנקודת ראותו של החניך עצמו וכך יש לו ידיעה מדויקת ובזמן אמיתי על פעולת החניך. ההקלטה דרושה לשם שידור חוזר—לפי הצורך—אל מסך המדריך החונך, כך שהחניך יוכל לצפות בעבודתו הוא וללמוד משיגותיו או לעמוד על הישגיו.

רובה לייזר M-55 ● האמריקאים שפתחו ב-הסתערות רבתי על נושא הסימולטורים באימונים פיתחו רובה לייזר מסוג M-55 היורה קרן לייזר בלתי מזיקה בעלת גוון אדום הנראה לעין. רוחב אלומת הלייזר כחצי אלפית (1 ס"מ בטווח 20 מ'). אפשר להרכיב את הרובה ללא הכנות מוקדמות

אף אנו איננו יכולים להסתפק בעצה כללית שלכאורה מחייבת עבודה מבראשית בנושא סימולטורים: בדיקה עשווית של פרויקטים בעבודה בנושא סימולטורים, ואפילו על-ידי מפקדים בלבד, שתיעשה במגמה לבדוק את נחיצותם של מרכיבי סימולציה שונים—תגלה בוודאי שיש לקצץ, לשנות או להוסיף למרכיבי הסימולציה כפי שהוגדרו למפתח.

### דוגמאות לסימולטורים

מערכת "סימפייר" ● זוהי מערכת בריטית לביום ירי טנקים המאפשרת רמה מסוימת של אימון תותחנים וכן אימון טקטי של מפקדות על-ידי אימון דו צדדי של יחידת טנקים. מערכת זו נבנתה בדגמים אחדים עבור צבאות קנדה, ארה"ב ואחרים, ואף נב-דקה בניסויים מקיפים. במערכת זו המורכבת במלואה על כל טנק יש מספר מרכיבים: "תותח" היורה קרן לייזר בלתי מזיקה לגוף או לעין; מערכת גלאים בהיקף הטנק המ-גלים קרינה של טנק, "אויב" המכוונת אל הטנק; מערכת שמעני עשן לחיקוי ירי התותח; מערכת לסימון היפגעות הטנק אשר כוללת עשן צהוב לשימוש ביום ומנורה כתומה מהבהבת לסימון בלילה; מערכת סימון ירי וסימון החטאה אצל התותחן והמפקד; מחשבי ירי; קופסת הפעלה ובקרה; אינסטלציה חשמלית נתיקה; מכשיר קשר להעברת המידע בצורה אוטומטית מטנק המטרה למערכת של הטנק היורה וטלסקופ מיוחד המאפשר למקם את "תותח" הלייזר במקביל לתותח האמיתי (תיאום כוונת). הסיבוך, לכאורה, המשתמע למקרא רשימה ארוכה זו הוא בעצם תחכום בתכנון ופשטות בהפעלה על-ידי אנשי הצוות וזהו אחד מיתרונו החשובים של ה"סימפייר". הצ-וות פועל מהטנק ללא כל שינוי בשיטת