

# FCS

## החלום ושברו

תוכנית הדגל של צבא היבשה האמריקני, שהוגיה חתרו לפתח בו בזמן מספר רב של מערכות לחימה מתקדמות, נכשלה למרות הכסף, הזמן, תשומת הלב והמאמצים הרבים שהושקעו בה. גם לנו, הישראלים, יש מה ללמוד מכך

העימות במהירות ולהילחם מיד עם הגעתם. לשם כך דרוש רק"ם יביל אוויר. אפשר יהיה להסתפק ברק"ם קל משום שלרשות צבא ארה"ב יעמדו גם מודיעין משופר וגם חימוש ארוך טווח, מונחה ומדויק, אשר יטפלו ברוב הכלים המאיימים של האויב כאשר הם עדיין מרוחקים מקו החזית.

• לרשות צבא ארה"ב יעמדו תשתיות תקשוב ומערכות שו"ב מתקדמות, והשילוב ביניהן ישפר בהרבה את תמונת המצב של המפקדים ושל הלוחמים גם ברמת הפלוגה והמחלקה.

חזונו של הרמטכ"ל הפך בתוך זמן קצר לתוכנית שאפתנית לפיתוח של מערכות נשק מתקדמות, רבות ושונות שכונתה FCS (ראשי תיבות של Future Combat Systems - מערכות לחימה עתידיות). אך הדגש בתוכנית לא היה על פיתוח כל אחת ממערכות הנשק בנפרד, אלא על הכוונה להבטיח חיבור ושילוב כזה ביניהן עד שהן יפעלו כ-System-of-Systems (מערכת של מערכות). הרעיון היה שמימוש המערכת של המערכות יאפשר לבנות את הכוח הלוחם בצורה אחרת ולהתבסס לא רק על אמצעי לחימה מתקדמים אלא גם על תפיסה חדשה ועל תורת לחימה חדשה ובהתאם להן גם על מבנה ועל ארגון חדשים ליחידות הלוחמות.

תכולתה של תוכנית ה-FCS עברה שינויים במהלך חייה. בתצורתה המרבית היה מדובר

### מבוא

באוקטובר 1999 הגדיר הרמטכ"ל החדש של צבא היבשה האמריקני, גנרל אריק שינסקי, את החזון שלו לבניין הכוח היבשתי האמריקני באופן הבא:

• גם בעתיד יצטרפו האמריקנים לנהל מלחמות בעיקר נגד "יריבים אזוריים רציניים" במקומות שונים ובלתי צפויים בעולם, וחשוב שיוכלו להגיע לאזורי

"אני לא יכולה להאמין בדברים בלתי אפשריים", אמרה עליסה.  
"זה פשוט מראה שלא התאמנת מספיק", אמרה המלכה.  
"כאשר אני הייתי בגילך הייתי מתאמנת לפחות חצי שעה ביום.  
לעיתים האמנתי בשישה דברים בלתי אפשריים לפני ארוחת הבוקר!"



חיילי צבא ארה"ב בעיראק, 2003 | במהלך הלחימה המתמשכת בעיראק ובאפגניסטן התברר כי כאשר היריב העיקרי הוא חתרנים, ובמיוחד כאשר צריך לנהל לחימה אורבנית נגד חתרנים, אז "הגמישות המהותית" של יחידות שנבנו כדי להתמודד עם "יריב אזורי רציני" עלולה להיות מוגבלת מאוד

ד"ר גדעון עקביה  
פיזיקאי ואיש מחשבים העוסק בחקר הקשר  
בין חדשנות טכנולוגית לבין בניין כוח צבאי  
והפעלתו



### תוכנית ה-FCS נתנה לגופי המו"פ של צבא היבשה ולספקיו תקציבים גדולים ועבודה רבה. אך מבחינת החיילים שצריכים להילחם ברור היום שהתוכנית הייתה כישלון גדול

שהם יכולים להשלים בהצלחה תוכניות גדולות ויקרות. העלות הכוללת של תוכנית מנהטן, שבמסגרתה פותח הנשק הגרעיני האמריקני, הייתה כ-24 מיליארד דולר של 2013, והעלות הכוללת של תוכנית אפולו, שהביאה אסטרונאוטים אמריקנים אל הירח, הייתה כ-115 מיליארד דולר של 2013.

במאמר יידונו שתי קבוצות של סיבות שהובילו לכישלונה של תוכנית ה-FCS - סיבות הקשורות להגדרת החזון וסיבות הקשורות להגדרת התוכנית ולניהולה.

#### FCS - החזון שכשל

מבחינת רמטכ"ל צבא היבשה, תוכנית ה-FCS הייתה חיונית. אם חיל האוויר מציג תוכנית למטוס קרב עתידי, ואם חיל הים מציג תוכניות לנושאות מטוסים ולצלולות אסטרטגיות, חייב צבא היבשה להציג תוכנית גדולה משלו כדי להיאבק בהצלחה על חלקו בתקציב.

תוכנית ה-FCS אכן מילאה בהצלחה את תפקידה במאבק הזה ונתנה לגופי המו"פ של צבא היבשה ולספקיו תקציבים גדולים ועבודה רבה. אך מבחינת החיילים שצריכים להילחם ברור היום שתוכנית ה-FCS הייתה כישלון גדול. אחת הסיבות המהותיות לכך הייתה העובדה שהתוכנית נגזרה מחזון שהיה לא בשל, לא מאוזן ולא מציאותי. במיוחד התרחיש - שעל בסיסו עוצב החזון - לא התאים למציאות האסטרטגית בעשור הראשון של המאה ה-21, והשאפה הטבעית להשיג יכולת התערבות מהירה תורגמה לדרישות בלתי מועילות ובלתי אפשריות.

#### החזון לא התאים למציאות

תוכנית ה-FCS נועדה לבנות את הכוח לתרחיש מוביל אחד - מלחמה בעצימות גבוהה נגד "יריב אזורי רציני". ההנחה בבסיס התוכנית הייתה כי כוח צבאי שייבנה כדי להילחם בעילות נגד "יריב אזורי רציני" יוכל להפגין "גמישות מהותית" ולפעול בהצלחה גם בתרחישים אחרים שעצימותם נמוכה יותר. אבל במהלך הלחימה המתמשכת בעיראק ובאפגניסטן, התברר כי כאשר היריב העיקרי הוא חתרנים, ובמיוחד כאשר צריך לנהל לחימה אורבנית נגד חתרנים, אז "הגמישות המהותית" של יחידות שנבנו כדי להתמודד עם "יריב אזורי רציני" עלולה להיות מוגבלת מאוד.

בתוכנית והצביעו שוב ושוב על חריגות מלוחות הזמנים המתוכננים ועל עלויות הולכות וגדלות. אבל גופי הבקרה האזרחיים לא בחנו את החזון המבצעי ואת אפיוני מערכות הנשק שנגזרו ממנו, וכפי שיוצג בהמשך, בתחומים האלה הסתתרו בעיות קשות.

ה"נירירוק טיימס", לעומת זאת, תקף כבר במרס 2005 - במאמר מערכת שכותרתו הייתה "צבא של מדע בדיוני" - את נטייתם של הכוחות המזוינים להשקיע חלק ענקי מתקציביהם בצעצועים יקרים שיביאו רק תועלת מעטה בשדה הקרב על חשבון ההשקעה בדברים פרוזאיים אבל נחוצים באמת, כמו מענק למתגייסים או שריון טוב יותר לכלי הרכב הגלגליים מדגם "האמר" החשופים לתקיפות של מטולי אר-פי-ג'.

הקשיים הגדולים במימוש התוכנית עוררו ביקורת ציבורית הולכת וגוברת. ב-6 באפריל 2009 הודיע רוברט גייטס, שר ההגנה האמריקני, כי החליט לסגור את התוכנית. העלות הכוללת של מאמצי הפיתוח שהושקעו בתוכנית ה-FCS בשנים 2003-2009 נאמדת בכ-14-18 מיליארד דולר.

מטרת המאמר היא לנצל חלק מהמידע הרב שפורסם על תוכנית ה-FCS כדי להאיר בעיות שעיימן אנחנו, הישראלים, מתמודדים היום. אף שבמאמר מובא תיאור מפורט של מה שנראה כמו שגיאות אמריקניות בוטות, מומלץ לכולנו להימנע מזיחיות דעת ולא להניח שאנחנו לכאורה חכמים יותר ושלא היינו עושים טעויות כאלה.

אין ספק שתוכנית ה-FCS הייתה גדולה ויקרה, אבל אי-אפשר להסביר את כישלונה רק בנתוני העלות. האמריקנים הראו בעבר

בתוכנית של 1+1+18: 18 מערכות נשק עיקריות, הלוחם העתידי (שאף הוא נחשב למערכת) ומערכת השליטה והבקרה (שו"ב) שתחבר את הלוחם ואת כל מערכות הנשק. בין מערכות הנשק שנכללו ב-FCS היו 8 כלי רכב קרקעיים מאוישים מטיפוס חדש: "טנקים", נגמ"שים, תותחים מתנייעים, מרגמות מתנייעות, כלי רכב לסיור ולתצפית, כלי רכב לפיקוד ולשליטה, כלי רכב לטיפול בנפגעים ולפינויים וכלי רכב לחילוץ ולאחזקה. המשקל של כל אחד מכלי הרכב המשוויינים המאוישים נדרש להיות קטן יותר מ-20 טון כדי שאפשר יהיה להוביל אותם במטוסי התובלה הנפוצים מדגם C-130 (הרקולס).

כמו כן נכללו בתוכנית ה-FCS חיישנים קרקעיים לא מאוישים למשימות מודיעין, סיור, תצפית וניטור אב"ך, מכולות בלתי מאוישות לשיגור טילים מעבר לקו הראייה, מוקשים חכמים, ארבעה סוגי מול"טים בגדלים שונים ושלושה סוגים של כלי רכב בלתי מאוישים בגדלים שונים - מ-8.5 טון ועד 2.7 ק"ג.

בסך הכול הייתה חטיבת FCS אמורה לכלול 322 כלי רכב קרביים, 234 כלי רכב קרקעיים לא מאוישים, 112 מערכות לשיגור מול"טים ו-216 מול"טים. העלות הכוללת של הציוד שצריך היה לרכוש כדי להקים חטיבת FCS הוערכה ב-8 מיליארד דולר של 2008. עלות הציוד לחטיבה משורינית רגילה - באותו המטבע - הייתה אז כ-2.2 מיליארד דולר, ועלות הציוד לחטיבת חי"ר רגילה הייתה כ-0.6 מיליארד דולר. עלות הציוד לחטיבת נגמ"שי סטרייקר מהדור הראשון הייתה כ-1.8 מיליארד דולר, ועלות הציוד לחטיבת סטרייקר דיגיטלית הייתה כ-2.9 מיליארד דולר.

תוכנית ה-FCS הייתה גדולה ויקרה. ב-2006 העריכו כי העלות של פיתוח 18 מערכות הנשק תהיה כ-29 מיליארד דולר, וכי העלות של ההצטיידות ב-15 חטיבות FCS תהיה כ-100 מיליארד דולר. אבל מאוחר יותר הושמעו גם הערכות גדולות הרבה יותר. צבא היבשה נאלץ להסביר את הגידול בעלויות ואת העיכובים בלוח הזמנים וניסה פעמים אחדות לארגן את התוכנית מחדש.

גופי הבקרה האזרחיים העיקריים - משרד מבקר הממשל האמריקני (GAO) ומשרד התקציב של הקונגרס (CBO) - עסקו רבות

שלו. במערכת הביטחון, לעומת זאת, יודעים שכדי לקבל אישור ותקציב לפרויקט פיתוח חייבים להבטיח קפיצת מדרגה בביצועים, ולכן חייבים להתבסס על טכנולוגיה מתקדמת שעדיין אינה בשלה. זו אחת הסיבות העיקריות לכך שתוכניות לפיתוח אמצעי לחימה חורגות לעיתים קרובות ממסגרות התקציב ומלוחות הזמנים שתוכננו מראש ולעיתים גם נכשלות לחלוטין.

למנהל האחראי לפיתוח מוצר מסחרי יש מוטיווציה גלגלת בעיות מהותיות בשלב מוקדם, כי אם התוכנית עומדת להיכשל, עדיף לבטל אותה בשלב מוקדם, לפני שמשקיעים בה הרבה כסף. הצלחתו של ראש פרויקט ביטחוני, לעומת זאת, נבחנת בראש ובראשונה ביכולתו לשכנע בנחיצות הפרויקט וביכולתו לקבל תקציב בהתאם, שנה אחר שנה, ולא דווקא ביכולתו לקיים את הבטחותיו הראשונות. לכן יש למנהל תוכנית ביטחונית נטייה להתרכז תחילה בנושאים שבהם הוא יכול להראות הצלחות מוקדמות ולדחות גילוי וליבון של בעיות מהותיות העלולות להביא לסגירת התוכנית.

במילים פשוטות יותר: בחברה מסחרית יודעים שהרווח צפוי מההצלחה במכירות, לא מההצלחה בפיתוח. במערכת הביטחון, לעומת זאת, יכולות קבוצות גדולות של אנשים להתפרנס יפה, וחברות יכולות להרוויח יפה, ממאמצי פיתוח מותמשים, חוזרים ונשנים, אפילו אם לא יובילו להצטיידות. לאור התובנות הללו ניסח ה-GAO שתי המלצות עיקריות:

- להפריד בין מאמצים לקידום ולפיתוח טכנולוגיה לבין תוכניות לפיתוח מערכות נשק.
- להטמיע את הצורך בהערכה מסודרת של בשלות טכנולוגית ולא לאשר כניסה לפיתוח מערכות לפני שהבשלות תגיע לרמה מספקת.

משרד ההגנה האמריקני אומנם הכניס לנוהל הפיתוח של אמל"ח את הקביעה כי לא תתקבל החלטה על הצטיידות לפני שהבשלות מספיקה, אך לא התקבלה המלצת ה-GAO לא להתחיל פיתוח לפני שהבשלות הטכנולוגיות מספקת. בפועל עדיין משתמשים לעיתים קרובות במשרד ההגנה בהחלטה על כניסה לפיתוח כדי לייצר מחויבות ולגייס את

## רוב הטכנולוגיות הקשורות לתשתיות התקשוב הטקטיות ולמערכות השו"ב קיבלו, למשל, בשנים 2003-2007 ציון בשלות גבוה. אבל בחוכמה שלאחר מעשה אנחנו יודעים שרבות מהטכנולוגיות האלה לא הבשילו עד היום

במסגרת תוכנית ה-FCS - להסטת תשומת הלב ומשאבים רבים לנושא של פיתוח רק"ם קל (שמונה דגמים שונים של רק"ם קל!) על חשבון נושאים מבטיחים יותר.

הקשיים שפורטו כאן אינם מוכיחים שהרעיון של כוח יביל אוויר היה מופרך. האמריקנים יודעים להביא במהירות חיל רגלים, ללא רק"ם, לכל מקום בעולם. במסגרת תוכנית ה-FCS מן הראוי היה לדון ביתר פירוט בשאלה כמה רק"ם וכמה אספקה צריך להביא לגזרה כבר בשלב הראשון. כמו כן אפשר היה לדון בשאלה אם כדאי לבנות יחידות מיוחדות שיהיו מצוידות ברק"ם קל וכמה יחידות כאלה נדרשות. למותר לציין שהדרישה לבנות 15 חטיבות FCS - כך שאפשר יהיה להוביל כל אחת מהן עם כל ציודה ועם כל האספקה הנדרשת לה לחמישה ימי לחימה באמצעות C-130 - הייתה קשה מדי.

### FCS - התוכנית שכשלה

בתוכנית ה-FCS הושקעו מאמצים ומשאבים רבים, אך למרות זאת היא נכשלה כישלון חרוץ. גם אם המציאות לא הייתה מפריכה את הנחת התרחיש שעליו התבססה התוכנית, קרוב לוודאי שהיא הייתה נכשלת עקב שלוש סיבות הקשורות לאופן שבו הוגדרה ולקושי לנהל אותה:

- התוכנית הסתמכה על טכנולוגיות לא בשלות ובלטה בה הנטייה לאפיוניי-יתר.
- התוכנית נבנתה באופן מונולייתי והיה קשה להפיק ממנה תועלת חלקית.
- התוכנית הייתה מורכבת מדי ורב-חילוית מדי.

### מדוע חשוב להעריך בשלות טכנולוגית?

ב-1999 הסביר מבקר הממשל האמריקני (GAO) כי גם חברות מסחריות שמפורסמות ביכולתן לפתח מוצרים מתקדמים אינן מתחילות לפתח מוצר לפני שבשלה הטכנולוגיה

### כוח להתערבות מהירה ורק"ם קל

קל לקבל את הטענה כי היכולת להגיע לאזורי העימות במהירות ולהילחם מיד עם ההגעה חשובה כדי לקטוע עימותים בעודם באיבם. הטענה שמכך נובע כי צבא ארה"ב זקוק ליחידות יבילות אוויר ולרק"ם קל נראית במבט ראשון אינטואיטיבית וברורה לחלוטין. אבל כשהרצון לבנות יכולת התערבות מהירה תורגם לדרישות מפורטות, הוצבה בפני התוכנית בעיה קשה.

ברמה האסטרטגית נדרשה יכולת להוביל חטיבה מלאה - על ציודה ועל אספקתה - לכל מקום בעולם בתוך 96 שעות במטוסים מדגם C-17 (גלובמסטר). אבל מתברר שהנפח הכולל של החטיבה - ולא משקלה - הוא הפרמטר הקובע את מספר הגיחות של המטוסים מדגם C-17 הנדרש להובלת חטיבה מלאה, כל עוד משקל הרק"ם אינו עולה על כ-45 טון. בהינתן מספר הגיחות הדרוש - משך הזמן הנדרש להובלת חטיבה בדרך האוויר נקבע לא רק על פי מספר המטוסים הזמין, אלא גם על פי מספר המטוסים המרבי שאפשר להחזיק בו בזמן על המסלול בשדה הנחיתה. ואם מספר המטוסים המרבי על המסלול אינו גדול, ייתכן בהחלט כי הזמן שיידרש כדי להוביל את החטיבה ליעדה בספינות מהירות יהיה קצר יותר מהזמן שיידרש להובלת באוויר, אפילו אם מתחשבים בזמן שיידרש כדי לנוע על הקרקע מהנמל אל אזורי הלחימה. ברמה האופרטיבית נדרשה יכולת להוביל את החטיבה - בתוך הזירה - במטוסים מדגם C-130 (הרקולס). ואכן בתנאים סטנדרטיים (המראה בגובה פני הים ובטמפרטורה של כ-15 מעלות צלזיוס) אפשר להוביל ב-C-130 רק"ם שמשקלו עד 20 טון למרחק של כ-900 ק"מ, כנדרש. אבל אם צריך להמריא גם במזג אוויר חם ומשדה באתר גבוה, אז המשקל המרבי שאפשר להוביל ב-C-130 קטן הרבה יותר.

בסך הכול אפילו בדיקה פשוטה הייתה יכולה להראות שרק"ם במשקל 20 טון לא יתרום למעשה ליכולת להוביל חטיבה בדרך האוויר, אבל יקטין את שרירות הכוחות בשדה הקרב. מדהים שבדיקה כזאת לא נעשתה לפני שסוכמו המאפיינים הנדרשים מה-FCS. אבל מה שחשוב עוד יותר: הדרישה שאפשר יהיה להוביל חטיבה בעזרת C-130 גרמה -

תוכנה, המכונה JTRS, וגם התוכנית השאפתנית לפיתוח רשתות תקשורת נתונים טקטיות, המכונה WIN-T, לא הצליחו להגשים את מטרותיהן. וללא תשתיות תקשורת מתקדמות אין לתפיסת ה-FCS על מה לסמוך.

### על הנטייה לאפיוני-יתר

בתוכנית ה-FCS היו מקרים רבים של אפיוני-יתר. זה קרה לא רק מכיוון שהמאפיינים הסתמכו במפורש על טכנולוגיה עתידית שעדיין אינה קיימת, אלא גם מכיוון שהמאפיינים העמידו בפני המתכננים אוסף דרישות כה קשות, שהיה זה בלתי אפשרי לענות על כולן בהינתן אילוצי המסגרת.

לדוגמה, אחת הדרישות הייתה שכל התחמושת ל-FCS תוכל לשרוד דופק אלקטרומגנטי רב-עוצמה (EMP) מהסוג הנוצר כאשר מפעילים נשק גרעיני בגובה רב. אנשי התחמושת טענו שזו דרישה בלתי אפשרית, אבל רק ב-2009, כלומר שש שנים אחרי שהדרישה הזאת נכתבה ונכללה באפיון המחייב, הם הצליחו להביא לביטולה.

הרק"ם בתוכנית ה-FCS נדרש להיות זמין מבצעית 95% מהזמן. זוהי זמינות גבוהה מאוד, ללא תקדים במערכות לחימה קרקעיות, והיא מחייבת שפרק הזמן בין תקלות משביתות יהיה ארוך - כ-1,300 שעות. לשם השוואה, פרק הזמן בין תקלות משביתות של הנגמ"ש מדגם סטרייקר הוא 167 שעות, של הנגמ"ש מדגם ברדלי הוא 133 שעות ושל הטנק מדגם אברמס - 27 שעות.

מערכת החשמל של הרק"ם נדרש גם הספק גבוה לפרקי זמן קצרים (עשרות שניות) וגם קיבולת אנרגיה גדולה שתאפשר פעילות שקטה במשך שעות רבות - שבמהלכן אפשר יהיה להפעיל את מערכת השו"ב ואת החיישנים שלה ואת מערכת ההגנה האקטיבית ואת החיישנים שלה ואת המכ"ם שלה - בלי להפעיל את המנוע העיקרי.

בפועל כללו התכנונים הראשוניים של מערכת החשמל של הטנק העתידי יכולת לעמוד בדרישת ההספק הגבוה במשך זמן קצר, כנדרש בזמן האצת הרק"ם, אבל אותם התכנונים הבטיחו פעילות שקטה רק למשך דקות מעטות. לחלופין אפשר היה לעמוד באותו המועד גם בדרישת ההספק הגבוה וגם בדרישה לפעילות שקטה - אילו היו מקצים

## אפילו בדיקה פשוטה הייתה יכולה להראות שרק"ם במשקל 20 טון לא יתרום למעשה ליכולת להוביל חטיבה בדרך האוויר, אבל יקטין את שרידות הכוחות בשדה הקרב

המפעילים הסלולריים האזרחיים - על שדרת תקשורת קרקעית המנוהלת באופן מרכזי ויודעת הכל. בשדה הקרב רוצים, או לפחות רצו בזמן אפיון ה-FCS, מערכת תקשורת כזאת שכל רכיב שלה יכול לנהל את עצמו באופן מבוזר ולקבל באופן מבוזר החלטות על ניתוב הודעות ליעדן ועל ממסורן.

לכן בשדה הקרב הקרקעי מקובל להגדיר צורך ביכולת להקים רשתות מאולתרות המכונות Mobile Ad-hoc Networks (ובקיצור: MANETs). הן מאולתרות כי מבנה הרשת אינו ברור לאף אחד, וזאת משתי סיבות: ראשית, המשתמשים ניידים ולא ברור מי נמצא איפה. שנית, גם זהות המשתתפים משתנה לפרקים - הם יכולים להופיע פתאום ולרצות להצטרף לרשת או להיעלם פתאום ולהופיע אחר כך במקום אחר.

פיתוח MANETs שיתאימו ללוחמים בשדה הקרב - כך התברר - הוא בעיה קשה ביותר שלא נפתרה במהלך חייה של תוכנית ה-FCS ולמעשה לא נפתרה עד היום. ב-DARPA (הסוכנות לפיתוח טכנולוגיות צבאיות מתקדמות) התחילו לדבר על תקשורת נתונים למכשירי רדיו - מה שמכונה Packet Radio - כבר לפני כ-40 שנה. אך באחרונה הגיעו שם למסקנה שצריך לחפש רעיונות חדשים ושונים, כי בשיטות המוכרות אי-אפשר להפעיל MANETs עם יותר מ-100 משתמשים, בעוד שהדרישה של המשתמש הצבאי ברמות הטקטיות הנמוכות היא לרשתות עם אלפי משתמשים בכל חטיבה. (ככל הנראה צריך לוותר על היומרה להבטיח תקשורת מהירה ורחבת סרט לכל מטרה, מכל אחד אל כל אחד ומכל מקום אל כל מקום - ולהתמקד בהספקת התשתיות הנדרשות למספר קטן של יישומים חשובים).

תוכנית ה-FCS התבססה לחלוטין על זמינות תשתיות תקשורת מתקדמות שפותחו בנפרד. אבל גם התוכנית הרב-זרועית השאפתנית לפיתוח משפחה של מכשירי קשר מבוססי

המשאבים הנדרשים להבשלת הטכנולוגיות. על הטכנולוגיות הקריטיות לתוכנית ה-FCS במשרדו של מנהל תוכנית ה-FCS זיהו עשרות רבות של טכנולוגיות קריטיות לתוכנית ומדי פעם העריכו את בשלותן. אך מעריכי הבשלות התנהגו כמו אופטימיים חסרי תקנה וסיפקו שוב ושוב הערכות אשר איפשרו את המשך הפרויקט, ואין זה מפתיע. כאשר מדובר בתוכנית כל כך גדולה כמו תוכנית ה-FCS, כמעט כל המומחים הרלוונטיים מתפרנסים ממנה.

רוב הטכנולוגיות הקשורות לתשתיות התקשוב הטקטיות ולמערכות השו"ב קיבלו, למשל, בשנים 2003-2007 ציון בשלות גבוה. אבל בחוכמה שלאחר מעשה אנחנו יודעים שרבות מהטכנולוגיות האלה לא הבשילו עד היום.

### מכשירי קשר ורשתות תקשורת נתונים מתקדמים

תוכנית ה-FCS חייבה שהחטיבות הלוחמות החדשות יצוידו בהרבה יותר מכשירי קשר ממה שהיה מקובל בעבר ועדיין מקובל היום. נוסף על כך, רשת הקשר שהייתה מתוכננת לחטיבת ה-FCS הייתה אמורה להעביר אל המשתמשים ומהם הרבה יותר מידע מאשר היום - לא רק דיבור או כמות קטנה של נתונים, הנדרשת, למשל, כאשר חייל מדווח היכן הוא נמצא. חיישני מודיעין היו אמורים לעיתים להעביר אל מפעיליהם תמונת וידאו בזמן אמת. ובלי ערוץ וידאו טוב אי-אפשר, למשל, להפעיל מרחוק רובוטים קרקעיים.

ההנחה שניתן יהיה לספק ללוחמים ולמערכות הנשק שירותי תקשורת טובים נראית טבעית בעידן הטלפון הסלולרי החכם המאפשר לכאורה לכל אחד לדבר ולגלוש מכל מקום. אבל מתברר שקשה לתת שירות דומה גם לחיילים בשדה הקרב, וזאת מהסיבות הבאות:

- הטלפון הסלולרי האזרחי נותן שירות טוב רק באותם האזורים שבהם המפעיל הסלולרי הקים תשתית מתאימה. אבל בשדה הקרב רוצים תקשורת טובה בלי לפרוס תשתיות מראש ובלי להביא לשדה הקרב רכיבי תשתית כגון אנטנות גבוהות ומיוחדות שיהיו קלות לזיהוי על ידי האויב וימשכו אש ואמצעי-נגד אחרים.
- בשדה הקרב לא רוצים להסתמך - כמו

למערכת החשמל של הטנק פי שבעה יותר נפח ומשקל.

### תוכנית מונוליתית ותועלת חלקית

ראשי תוכנית ה-FCS קפצו ישירות למים הקרים: הם גיבשו תוכנית פיתוח גדולה כמעט בלי ניסויים והסתפקו בבחינת החזון באמצעות הדמיות ממוחשבות. התוכנית הייתה כל כך גדולה, עד שאי-אפשר היה לבחון אותה במלואה בניסוי אחד, והתוכנית הייתה כל כך מונוליתית, עד שהיה אפילו קשה לבחון בנפרד רבות ממערכות הנשק שפותחו במסגרתה, כי תפקודה של כל אחת מהמערכות היה תלוי בשירותים שמערכות אחרות היו אמורות לספק לה.

יתר על כן, אם אי-אפשר להגשים את החזון במלואו, אז קשה להפיק תועלת מהישגים חלקיים של תוכנית מונוליתית, קשה להפיק ממנה תוצרי ביניים, וקשה להפיק ממנה תועלת חלקית לאחר שהופסקה. דוגמה בולטת במיוחד לכך היא תלותה של תוכנית ה-FCS במודיעין משופר ובתשתיות השר"ב.

אנשי ה-GAO הסבירו בינוי 2009 שצבא היבשה צריך לשקול אם הרק"ם העתידי ייעזר ברשת הנתונים הטקטית (networked-enhanced) או יהיה תלוי ברשת הנתונים הטקטית (networked-dependent).

הבעיה היא שאי-אפשר לעבור בקלות בין המצב שבו אפשר להתבסס על רשת הנתונים לבין המצב שבו אפשר רק להיעזר ברשת הנתונים. אם אפשר להתבסס על רשת הנתונים, כמו גם על המודיעין שייאסף ועל מערכות ההגנה האקטיבית, אז הרק"ם יכול אולי להיות קל ונייד. אבל אם צריך להניח שהמודיעין אף פעם לא יהיה מלא ושאי-אפשר רק להיעזר ברשת, ואם היחידות הלוחמות צריכות לפעול גם נגד אויב שאינו מתגלה מרחוק ואשר יפעיל נגדן חימושים שלא ינוטרלו על ידי מערכות ההגנה האקטיבית, אז צריך לבנות את הרק"ם ואת היחידות בצורה אחרת. כלומר, אז עדיף רק"ם כבד יותר, ואז צריך להתאים את התו"ל לזמינות מידע חלקי בלבד ולאפשר ליחידות להגן על עצמן באמצעות כמה נדבכים בלתי תלויים.

אם אי-אפשר להפיק תועלת חלקית מתוכנית ה-FCS, ואם אי-אפשר לבחון אותה כל עוד לא פותחו ומומשו רוב חלקיה, אז באמת אין

## תוכנית ה-FCS התבססה לחלוטין על זמינות תשתיות תקשורת מתקדמות שפותחו בנפרד. אבל גם התוכנית הרב-זרועית השאפתנית לפיתוח משפחה של מכשירי קשר מבוססי תוכנה, המכונה JTRS, וגם התוכנית השאפתנית לפיתוח רשתות תקשורת נתונים טקטיות, המכונה ז-WOW, לא הצליחו להגשים את מטרותיהן

טעם בניסויים מבצעיים רבים בשלבי הביניים. אפשר לכאורה להסיק מכך שתוכנית גדולה חייבת להציג חלקים שונים שלה לבחינה במועדים מוקדמים יחסית, אבל אז מאבדים את היתרון של תוכנית אחודה כזאת שאחרי אישורה מובטחים לה תקציבים גדולים לאורך זמן.

העובדה שהתוכנית הייתה מונוליתית השפיעה כמובן רבות על האפיונים שנקבעו למערכות השונות שפותחו במסגרתה ודחקה אחדות מהן לפינות לא רצויות. לא פלא שאחרי ביטול תוכנית ה-FCS העדיף הצבא שלא להמשיך כמעט אף אחת מתוכניות המשנה שלה. הצבא העדיף לקחת לעצמו את החופש לחשוב מחדש על האפיון ואת החופש לבחור מחדש ספק מתאים.

### תוכנית גדולה, מורכבת ורב-חילוית, ולכן קשה מדי לניהול

במרס 2002 החליטו DARPA וצבא היבשה שהסתיים שלב ליבון התפיסות האפשריות ושאי-אפשר לעבור לשלב הבא. הם בחרו קבלן אינטגרציה ראשי אשר התחייב להביא את תוכנית ה-FCS בתוך 18 חודשים למצב שבו היא תהיה מוגדרת במידה מספקת, ואפשר יהיה להתחיל לפתח את כל מערכות הנשק שנכללו בה. הרעיון שאפשר לעשות זאת בתוך 18 חודשים נראה כל כך מדהים - מדהים ובלתי אפשרי בעליל אפילו בתקציב של 154 מיליון דולר - עד שלא ברור מי היה מוכן לחתום על כך ומדוע.

אבל למעשה הדברים ברורים לגמרי: בגלל התקציב הגדול של התוכנית תמכו בה אנשים רבים - כל אחד מסיבותיו שלו - כי התקציב הגדול איפשר לכולם לפעול בתחומים המעניינים אותם ולקדם את הרעיונות שלהם, והכסף הוא ממילא של הברון.

גיבוש התפיסה התחיל מלמעלה למטה, אבל כאשר הגיע הזמן לתרגם את התפיסה לתוכנית פיתוח מפורטת, נעשתה העבודה מלמטה למעלה. כל חיל העלה את דרישותיו בצינור המקצועי שלו בלי להפנות הרבה תשומת לב להבטחת היכולת של ה-FCS לפעול כ"מערכת של מערכות". וכאשר התברר שאי-אפשר לעמוד בכל הדרישות ושצריך לוותר על חלק מהן ולשקול יחסי תחלופה ביניהן, ניהלו נציגיו של כל חיל ושל כל מרכז מקצועי מלחמת חורמה כדי להבטיח שהרק"ם "שלהם" ומערכות הנשק של החיל "שלהם" לא ייפגעו, ושהדרישות "שלהם" לא ישונו.

### מה אפשר ללמוד מכישלון תוכנית ה-FCS?

אנחנו תחילה לקחים אחדים שאפשר להפיק ישירות מתיאור תולדותיה של תוכנית ה-FCS. אחר כך אציע תשובות אפשריות לשאלה איך מתאים להתמודד עם משימות שאפתניות ואיך ראוי לקדם חזון שאפתני לבניין הכוח כמו חזון ה-FCS. לבסוף אתאר קשיים מהותיים אחדים שעלולים להפריע לכל מאמץ לקדם חדשנות משמעותית, ושהיו בוודאי מפריעים לתוכנית ה-FCS אילולא נסגרה בשלב שבו נסגרה.

### לקחים עיקריים מהתיאור של תולדות התוכנית

- **להיזהר מתרחיש מוביל יחיד.** כאשר מגדירים תוכנית לבניין הכוח, חשוב להימנע מהתמקדות בתרחיש מוגדר אחד, ובו בלבד. צריך תמיד להתכונן להתמודדות עם יריבים שהיו חופשיים לבחור את שיטות הפעולה שלהם. העובדה שהאפיון הותאם לתרחיש מסוים אינה מבטיחה שהתרחיש הזה יישאר רלוונטי. רצוי שהמערכות שיפותחו יוכלו להביא תועלת במגוון של תרחישים ולא רק בתרחיש ייחוס אחד. עם זאת, מערכות המותאמות למגוון גדול יותר של תרחישים עלולות להיות מורכבות יותר ויקרות יותר ממערכות המתאימות לתרחיש אחד בלבד.
- **להיזהר מאפיון מוקדם מדי ומאפיוני יתר.** הדרך הטובה לקדם חזון המתבסס על טכנולוגיות לא בשלות רבות היא להתרכז



תוכנית ה-FCS הסתמכה על טכנולוגיות יותר מדי מתקדמות שטרם הבשילו, והדבר תרם לכישלונה

אשלם את המחיר כאשר יתברר שהמטרה הכוללת אינה מושגת".

### להכשיר את מקבלי ההחלטות?

מנהלי תוכנית ה-FCS נתנו שוב ושוב הערכות אופטימיות מדי על קצב ההתקדמות הצפוי שלה ועל הזמן שיידרש להשלמתה. ייתכן שהם נתנו הערכות אופטימיות במודע, כי אילו היו נותנים את הערכות האמת שלהם, לא היה פרויקט, ולא הייתה תוכנית. אבל גם ייתכן שההערכות היו מוגזמות באופטימיות שלהן מסיבות תמימות יותר. האם אפשר היה להימנע ממשמיות בלתי אפשריות אחדות אילו היו מצליחים להכשיר טוב יותר את מנהלי התוכנית?

ממחקרים רבים עולים ההטיות והעיוותים המפריעים לכולנו לגבש הערכות טובות. כמו כן מתברר מהם כי מי שצובר ניסיון בתחום מסוים יכול לעיתים לשפר את הערכותיו. הבעיה בתחום של פיתוח אמל"ח היא שכדי לצבור ניסיון בניהול פרויקטים צריך לכאורה להיות מעורב בפרויקט אחד לפחות לכל אורך חייו, והדבר הזה דורש שנים - במקרים רבים יותר מאורך הקדנציה הטיפוסי של קציני הפרויקטים. אבל ייתכן שניתן ללמוד מניסיונם של אחרים. לשם כך צריך לחשוף ולתעד את ההיסטוריה של פרויקטים ישראלים וזרים,

מתקדמות שטרם הבשילו, והדבר תרם לכישלונה. האם נובע מכך שצריך להימנע מתוכניות נועזות ושאפתניות? מובן שלא. קשה להגיע להישגים בלחימה ללא העזה, וקשה לקדם את הטכנולוגיה בלי להציב מטרות שאפתניות. לחזון שאפתני ש"משווק" תחת כותרת קליטה ישיתרונות רבים, אך גם חסרונות. מקובל לעיתים להטיל על הכפופים משימות שאפתניות, שאחדות מהן קשות להשגה ואולי אפילו יתברר שהן בלתי אפשריות. למרות זאת, אם הכפופים יחזרו להשגת המשימות שהוטלו עליהם, זו בהחלט יכולה להיות דרך להתקדמות לקראת הישג חלקי בעל ערך, גם אם ההתקדמות לא תהיה לפי התוכנית וגם אם המשימה שהוגדרה מראש לא תושג במלואה. לעומת זאת, אם כולם יודעים שרבות מהמשימות שהוטלו הן בלתי אפשריות בעליל, עלולה להתגבר הנטייה של העוסקים במלאכה לאמץ "ראש קטן". כלומר, כל אחד מהכפופים יכול אז לומר לעצמו דברים כמו: "מכיוון שהמשימה הגדולה היא בלתי אפשרית, ואני לא יכול לעשות משהו בנידון, אז כדאי שאתרכו במשימה הקטנה שלי ואשלים אותה בהצלחה, אפילו תוך התעלמות מרוח הפקודה ומהמטרה הכוללת שאליה אמור הפרויקט לחזור. ממילא לא אני

בשלב הראשון לא בפיתוח מערכות נשק, אלא במחקר, בפיתוח הטכנולוגיות, בניסויים ובהדגמות של רעיונות ושל פתרונות מעניינים ובתחרויות בין מדגימים שונים ובין אבות-טיפוס שונים. במקום לכתוב אפיון מפורט כבר בשלב הראשון, חשוב לתת לחוקרים ולמפתחי הטכנולוגיה חופש לבחון כיוונים ורעיונות. הגדרת תוכניות לפיתוח מערכות אמל"ח וכתובת אפיונים יכולה וצריכה להיעשות רק לאחר שהטכנולוגיות יהיו בשלות יותר, וגם אז צריך להיזהר מהנטייה לכתוב אפיון מפורט מדי ולהגדיר אוסף דרישות חמור מדי.

● **להיזהר מתוכניות מונוליתיות.** מומלץ להיזהר מתוכניות מונוליתיות המותנות בכך שטכנולוגיות שונות ורבות יגיעו כולן לבשלות ובכך שמאמצים רבים לפתח מערכות נשק שונות יוכתרו כולם בהצלחה. תוכניות מונוליתיות כאלה אפשר לבחון רק לאחר מימושן המלא, וקשה להפיק מהן תועלת חלקית. עדיף להיערך כך שאפשר יהיה להפיק תועלת גם מהצלחות חלקיות בקידום הטכנולוגיות ובפיתוח מערכות נשק.

● **להיזהר ממשמיות בלתי אפשריות.** כפי שכבר הוסבר פעמים אחדות - תוכנית ה-FCS הסתמכה על טכנולוגיות יותר מדי

שאיפשרו העברת מידע בין רשתות שונות, ומכאן המונח אינטרנט. גרסאות מתקדמות של הפרוטוקולים האלה, הידועים בשם TCP/IP, נמצאות בשימוש עד היום. אולם האינטרנט המוכר לנו היום מבוסס לא רק על הרעיונות שפיתחה ARPA בשנות ה-60 וה-70, אלא גם על כמה רעיונות נוספים ובלתי תלויים. אלה הם העיקריים שבהם:

- אפשר לממש רשת של קישורים בין דפי מידע שונים, והקישורים האלה יאפשרו לממש רשת-חובקת-עולם (World-Wide-Web).
  - אפשר לבנות מנוע חיפוש שיביא את המשתמשים אל המידע הנדרש להם.
  - אפשר להפיק הכנסות מפעולות מסוימות הנעשות ברשת, ולכן כדאי לגורמים מסחריים להשקיע בפיתוח התשתיות והשירותים.
  - הקהל הרחב יהיה מוכן לקנות מכשירי טלפון סלולריים חכמים, ולכן האינטרנט יהיה זמין בכל טלפון סלולרי.
  - אפשר לשלב מקלט GPS בכל טלפון סלולרי חכם ולפתח יישומים מתאימים.
- הצירוף של כל הרעיונות האלה יצר את האינטרנט המוכר לנו היום. אולם אף אחד, ובמיוחד שום גוף ממשלתי, לא חשב עליהם מראש ולא ניסה לאפיין אותם מראש - לא באופן כללי ולא בצורה מפורטת. אף אחד לא ניסה "להנדס" מראש ובבת אחת את ה-System-of-Systems המכונה אינטרנט, אבל אחרי שהתשתיות הועמדו לרשות הקהל הרחב, הוא כבר מצא דרכים לנצל אותן, ויכולות מתקדמות רבות פותחו בלי שהממשלה תצטרך להשקיע בפיתוחן.

### אז איך היה ראוי לקדם את חזון ה-FCS?

חזון ה-FCS התבסס גם על טכנולוגיה עתידית מתקדמת וגם על תפיסה חדשה ועל תורת לחימה חדשה. אבל תוכנית ה-FCS סבלה מכך שהיא לא אימצה אף אחת משתי הדרכים שבהן ראוי לנסות לקדם חזון שאפתני. ראשית, היה קשה לנסות, לתרגל ולבחון את התפיסה החדשה בעזרת האמצעים הקיימים, ובמקום זאת החליטו להתמקד תחילה בתחום הטכנולוגי. שנית, במקום להתמקד בהבשלת הטכנולוגיות הקריטיות התחילו

## אף אחד לא ניסה "להנדס" מראש ובבת אחת את האינטרנט, אבל אחרי שהתשתיות הועמדו לרשות הקהל הרחב, הוא כבר מצא דרכים לנצל אותן, ויכולות מתקדמות רבות פותחו בלי שהממשלה תצטרך להשקיע בפיתוחן

של הגרמנים סייעה העובדה שאחרי מלחמת העולם הראשונה הם היו צבא קטן ומובס, ולכן היו פנויים לעסוק בחשיבה ובגיבוש תפיסה. הם בחנו את התפיסה באמצעות משחקי מלחמה ותרגילים והשתמשו לשם כך בדמייים הרבה לפני שהיה להם רק"ם מתאים. מלחמת העולם השנייה פרצה מוקדם מדי, לפני שהם היו מוכנים, להערכתם, והתפיסה יושמה בעזרת אלטורים, אף כי רבים ממרכיבי הכוח הדרושים לא היו בנמצא.

ההצלחות של הגרמנים במהלך ההתקפות על פולין, על צרפת ועל בריה"מ היו דרמטיות למרות העובדה שרק חלק קטן מהדיוויזיות היו ממונעות באופן מלא, ורוב האספקה הייתה צריכה להגיע אל הכוחות הגרמניים בעגלות הרתומות לסוסים. ההצלחות של הגרמנים - שהפעילו תפיסה מגובשת באמצעות קצינים מאומנים ובעזרת אמצעי לחימה שהיו מתאימים רק באופן חלקי - היו אומנם דרמטיות, אך למרבה המזל לא היו מלאות.

### צמיחת האינטרנט

האינטרנט, שהפך לחלק בלתי נפרד מחיינו, מתבסס על התבונה שהתגבשה בשנות ה-60 של המאה ה-20 ב-ARPA (המכונה היום DARPA): הירידה במחירי המחשבים מצדיקה שימוש ביותר כוח חישוב זול כדי ליעיל את השימוש במשאבי תקשורת יקרים ומאפשרת להתבסס על "מיתוג חבילות" (Packet Switching) במקום על "מיתוג מעגלים" (Circuit Switching), כפי שהיה מקובל עד אז ברשת הטלפונים. כדי לבחון את התבונה הזאת הקימה ARPA רשת תקשורת שכונתה ARPANET. בתחילה שירתה הרשת הזאת רק את החוקרים הממומנים על ידי ARPA, אבל גם האחרים ראו כי טוב, ובסוף שנות ה-80 כבר התחילו גופים מסחריים להציע שירותי אינטרנט לכל דורש.

בשנות ה-70 פיתחה ARPA פרוטוקולים

כאלה שהצליחו וכאלה שנכשלו, ולהפוך ניתוחי אירוע כאלה לפרק חובה בתהליך ההכשרה של קציני הפרויקטים.

קל יחסית למצוא ניתוחי אירוע של פרויקטים אמריקניים. את הטובים שבהם כתבו חוקרים באוניברסיטאות, והם זמינים לקהל הרחב. קשה הרבה יותר למצוא ניתוחי אירוע של פרויקטים ישראליים, וקשה גם לעשות מחקרים שיספקו ניתוחים כאלה. רוב המידע הרלוונטי, גם כזה שבארה"ב הוא גלוי לכול, נחשב בישראל למסווג. מי שינסה לרכז את המידע יצטרך לקבלו מגופים רבים ושונים - צה"ל, משרד הביטחון והתעשיות השונות - ובמקרים רבים הבכירים מקבלים החלטות בלי לנמק אותן...

### איך ראוי לקדם חזון שאפתני בניין כוח צבאי?

לשאלה הזאת נותנת ההיסטוריה שתי תשובות שונות - בהתאם לאופי החדשנות המגולמת בחזון:

- אם עיקר החדשנות הוא בתחום של תורת הלחימה ושל תפיסת ההפעלה, אז כדאי להתחיל לבחון את התו"ל ואת התפיסה מוקדם ככל האפשר בעזרת הטכנולוגיה הקיימת ועוד לפני שמפתחים מערכות נשק שנועדו לשפר את היכולת לממש את החזון.
  - אם עיקר החדשנות הוא בתחום הטכנולוגי, אז כדאי להתמקד בקידום הטכנולוגיות העיקריות ובהבשלתן, וזאת לפני שמתחילים לאפיין בצורה מלאה את השימושים העתידיים ואת מערכות הנשק העתידיות.
- בסעיפים הבאים אבהיר את שתי התשובות האלה באמצעות שתי דוגמאות מפורסמות של חדשנות משמעותית.

### עוצבות ממוכנות וחדירה לעורף מערך האויב

בתקופה שבין שתי מלחמות העולם התמודדו צבאות שונים עם הרעיון של הכנסת טנקים לצבא היבשה בכלל ושל הקמת עוצבות משוריינות בפרט. רק הגרמנים הצליחו בשלב הראשון לשלב היטב טנקים בצבא היבשה ולממש את הרעיון שאפשר למוטט את האויב אם חודרים לעורף המערך שלו. להצלחתם

גם עם איזמים קרובים. אין סיכוי לכך שנוכל לעצב בצורה מלאה את שדה הקרב, שנוכל לבחור להילחם רק בתנאים ובנסיבות הנוחים לנו. גם האויב עלול להצליח לפעמים לעצב את שדה הקרב ולהילחם בנסיבות הנוחות לו.

**ערפל, חיכוך ואיזודאות.** לטעמי, מן הראוי לאמץ גישה ספקנית לרעיון של לחימה מבוססת רשת בכלל, וצריך להכין את הלוחמים לכך שגם בהינתן טכנולוגיה מתקדמת, יהיה עליהם להתמודד עם ערפל הקרב, עם החיכוך ועם האיזודאות האופייניים לשדה הקרב. כמו כן חשוב להמשיך לקיים ביחידות הקרביות גם בעתיד אתוס של כוח לוחם. כלומר, חשוב להמשיך לקיים את ההבנה כי לפעמים, אם המשימה חשובה מספיק, אין ברירה וצריך להסתמך על נכונותם של הלוחמים להיחשף לסכנה קרובה ולהילחם פנים אל פנים. אבל אם רוב אנשי החטיבה יהיו מפעילי מערכות היושבים ליד צגי המחשבים, ואם מיטב בני הנוער יוכשרו להיות מפעילי מערכות ולא לוחמים, אז כאשר יתעורר הצורך לנהל קרב מגע, אנו עלולים לגלות שאין בחטיבה מספיק לוחמים.

את טענותיי העיקריות אפשר לסכם בשני משפטים: טכנולוגיה מתקדמת יכולה לתרום תרומה משמעותית לפתרון בעיות מבצעיות, אך לא את כל הבעיות המבצעיות אפשר לפתור באמצעות טכנולוגיה ואמל"ח, באמצעות מודיעין מנגד ואש מנגד. גם אילו תוכנית ה-FCS הייתה מצליחה ברמה הטכנולוגית, גם אז היא לא הייתה מצליחה, לדעתי, לממש את החזון המבצעי שעליו היא התבססה.

התחלתי בעליסה בארץ המראות, ואסיים בהנס כריסטיאן אנדרסן: תוכנית ה-FCS - תכולתה, לוח הזמנים שלה והערכות התקציב שלה - נראית לנו היום כמו "בגדי המלך החדשים". אבל אנדרסן היה אופטימי מדי אם חשב שילד קטן אחד אשר יצעק "המלך הוא עירום!" ימוטט את מגדל הקלפים. בגופים גדולים, ממוסדים וביורוקרטיים קשה מאוד לשנות כיוון, וצריך הרבה יותר מילד אחד שצועק כדי לשנות כיוון.

### הערה

1. מההמלצה להשקיע בנושא השו"ב לא נובע שהתוכנית המונוליתית המכונה צי"ד היא בעיניי תוכנית שבנויה היטב.

## הדרך הטובה לקדם חזון שאפתני כמו חזון ה-FCS, שהתבסס על טכנולוגיות לא בשלות רבות, היא להתרכז בשלב הראשון לא בפיתוח מערכות נשק אלא במחקר, בפיתוח הטכנולוגיות, בניסויים ובהדגמות של רעיונות ושל פתרונות מעניינים ובתחרויות בין מדגימים שונים ובין אבות-טיפוס שונים

המשתמשים ולהכשיר אותם בהתאם. אתגר ההטמעה וההכשרה הוא קשה ועלול להכשיל מאמצים לחדשנות משמעותית. גם אילו כל הטכנולוגיות שעליהן דובר בתוכנית ה-FCS היו מבשילות, לא ברור אם החטיבה ויחידותיה היו יכולות לקלוט את כל מערכות הנשק, המודיעין והתקשוב המדוברות, האם אפשר היה להכשיר את החיילים ביחידות הלוחמות כדי להפעיל את כל המערכות האלה, והאם אפשר היה להמשיך לקיים גם את כל המיומנויות הקרביות הנדרשות מלוחמים.

**להתבסס על טכנולוגיה?** גם אילו תוכנית ה-FCS הייתה מצליחה לפתח את כל המערכות שתוכננו ולהכשיר את החיילים להפעיל אותן - כל אחת בנפרד - לא ברור שאפשר היה לשלב ברמות הטקטיות הנמוכות את כל הטכנולוגיה הזאת. לא ברור שהלוחמים היו יכולים - תוך כדי לחימה! - להפנות אל מערכות המודיעין והשו"ב מספיק תשומת לב כדי להפיק מהן מידע ולהטמיע אותו. וגם אם היחידות הלוחמות יוכלו להפעיל את החיישנים, לרכז את המידע ולהפכו למודיעין, עדיין צריך לשאול האם המודיעין שיתקבל מעיבוד המידע הזה יהיה טוב מספיק? נגד איזה אויב? באילו תרחישים? בהגנה ובהתקפה?

**לחימה מבוססת רשת?** תוכנית ה-FCS הניחה שאפשר יהיה - בעזרת טכנולוגיה מתקדמת - להשיג מודיעין מפורט על כוחות האויב, עוד לפני שכוחות האויב ייצרו מגע עם כוחותינו, ושאפשר יהיה להעביר "מודיעין מנגד" כזה לידי הלוחמים במועד ובצורה המתאימים כדי להפיק ממנו תועלת. אבל גם למערכות מתקדמות יש מגבלות ונקודות תורפה, ואויב נבון יזהה אותן ויבחר את שיטות פעולתו בהתאם. נגד אויב נבון כזה אי-אפשר להסתמך רק על מודיעין מנגד ועל אש מנגד. צריך להתכונן גם לקרב מגע, וצריך יכולת להתמודד

לפתח מיד מערכות נשק רבות. ההחלטה להשקיע משאבים רבים בפיתוח מערכות נשק שיתבססו על החזון של לחימה מבוססת רשת - למרות היעדר התשתיות הנדרשות לתקשורת הנתונים הטקטית - הייתה, למשל, טעות מהותית.

הדרך הטובה לקדם חזון שאפתני כמו חזון ה-FCS, שהתבסס על טכנולוגיות לא בשלות רבות, היא להתרכז בשלב הראשון לא בפיתוח מערכות נשק אלא במחקר, בפיתוח הטכנולוגיות, בניסויים ובהדגמות של רעיונות ושל פתרונות מעניינים ובתחרויות בין מדגימים שונים ובין אבות-טיפוס שונים. לאור הערכת המצב הטכנולוגית שעליה התבסס חזון ה-FCS, היה טבעי להתחיל מהשקעת משאבים בשני כיוונים עיקריים:

- קידום התשתיות הקריטיות לחזון - רשת הנתונים הטקטית ומערכות השו"ב<sup>1</sup>.
  - קידום הטכנולוגיה בכמה תחומים שחיוניים לחזון, כמו חיישנים למודיעין טקטי והיתוך מידע טקטי, הגנה אקטיבית לרק"ם והפעלת רובוטים בשדה הקרב.
- השקעת מאמצים בכיוונים האלה לא הייתה מצילה בהכרח את תוכנית ה-FCS, אבל להערכתי אפשר היה בדרך הזאת להגיע לתוצאות חלקיות מועילות - גם אם לא הייתה מושגת יכולת מלאה לנהל לחימה מבוססת רשת, גם אם התוצאה של היתוך המידע הטקטי לא הייתה מודיעין מושלם, וגם אם הרובוטים היו יכולים לבצע בשדה הקרב רק חלק מהמשימות שאנשי החזון ייעדו להם.

### סיכום: חדשנות משמעותית וקשיים משמעותיים

תוכנית ה-FCS בוטלה ונסגרה בטרם הגיעה לשלב שבו אפשר היה לבחון חלק מהנחות היסוד שלה ושבו צריך היה להתמודד עם כמה קשיים מהותיים ושיטתיים העלולים להפריע לכל מאמץ לקדם חדשנות משמעותית. את התובנות שלי בתחומים האלה אפרט בסעיפים הבאים.

**הטמעה והכשרה.** כדי לקדם יוזמות החותרות לחדשנות לא מספיק לגבש תפיסה, לפתח מערכות נשק ולהציע שינויים במבנה הארגוני ובתורת הלחימה. את מערכות הנשק החדשות ואת השינויים במבנה הארגוני ובתורת הלחימה של היחידות צריך להטמיע אצל