

שימושים צבאיים במטאורולוגיה

דניאל אלבשן

התחומים המטאורולוגיים בשימוש צבאי

תצפית מזג-האוויר: הכוונה לקביעת אופיו של מזג-האוויר במקום ובשעה נתונים. תצפיות אלה נערכות בדרך-כלל בתחנות-תצפית קבועות, המופעלות יומם ולילה בתדירות מסוימת. בעזרת מכשור מתאים אפשר לצפות את מזג-האוויר הן בתחנה עצמה (תצפית-קרקע) והן מעליה עד לגובה רב (תצפית-רום). לתצפית הבודדת עצמה ערך צבאי-מבצעי דל ביותר, כיוון שהתצפית מהווה צילום המצב הרגעי במקום מסוים ובזמן מוגדר, ואין אפשרות להשתמש באותם נתונים לגבי מקום אחר (אפילו בקרבה) או לזמן אחר. לתצפיות הרבות, הנאספות בכל שעת-תצפית מכל התחנות המטאורולוגיות שברשת הארצית, נודע ערך רב כרקע להבנת ההתפתחותות והשינויים החלים במזג-האוויר בכל האזור. לשם כך מבוססת תחנת-תצפית מזג-אוויר על שלושה מרכיבים: כוח-אדם מיומן, ציוד מטאורולוגי שמיש ומדויק ואמצעי תקשורת מהירים להזרמה מיידית של הנתונים.

תחזית מזג-אוויר לטווח קצר (3—48 שעות): כל התצפיות מועברות מיד למרכזי חיווי. בעזרת המידע (התצפיות) והידע המטאורולוגי מאגכן החזאי את המצב הקיים ומחשב את תנאי העתיד (תחזית) בעזרת טכנולוגיה מודרנית ביותר (מחשבים ואמצעים אחרים).

כדי להפיק תחזית טובה, יש צורך בקבלת מידע מגזרה נרחבת מאוד של פני כדור-הארץ ולא רק מתצפיות הנערכות בארץ הגדולה. הסיבה היא טבעית-פיסיקלית: גודלן של מערכות מטאורולוגיות הוא מאות ואלפי ק"מ אופקית ועשרות ק"מ אנכית; מערכות מטאורולוגיות שונות קשורות בינן לבין עצמן ומשפיעות האחת על רעותיה. זו הסיבה הארגונית-מקצועית שעשתה את המטאורולוגיה למקצוע הראשון בעולם בו הושג שיתוף פעולה מבצעי בין-לאומי (מזה יותר מ-100 שנה). לכן ברור שלשם הפקת תחזיות טובות קיים צורך חיוני בקליטת תצפיות מאזורים גיאוגרפיים נרחבים, ללא קשר למצב המדיני-בטחוני באותו זמן.

מבחינה צבאית קיימים שני סוגים של יישום תחזיות:

בנעשה (לאחר שנוטרלו האמצעים האלקטרוניים לכך).

בצבא מודרני נזקקים למידע מטאורולוגי כמעט בכל התחומים. להלן מספר דוגמות:

● חיל-האוויר — לנחיתה, להמראה, לגיחות-צילום, לתקיפות.

● חיל-הים — לפעולות דומות במישור הימי.

● חיל-התותחנים — לחישוב השפעות הרוח בגבהים וצפיפות האוויר על מסלול פגזים וטילים*.

● חי"ר וצנחנים — להשפעות האקלים על הלוחם הרגלי, לאפשרות הצנחה או הנחתה במסוקים, לדיוק הצנחת כוחות וציוד כבד.

● קשר ואלקטרוניקה — להכרת השפעות אטמוספיריות על טיב הקליטה והשידור, על איכון מטרות ומקורות, על הכוונת טילים.

● חיל-הספקה — לתכנון ציוד אישי, הרכב מנות-מזון, ביגוד וכדומה בגזרות ובעונות השונות.

● תובלה — לבעיות עבירות בשדות מושלגים או בשטחים בוציים בעקבות גשמים; לנקיטת אמצעים נגד השפעות האקלים על יעילות כלי התובלה בתנאים קיצוניים.

● אב"כ — לקביעת התלות במזג-האוויר, הן במגננה והן בתקיפה.

● חיל-רפואה — לשמירה על יעילות הלוחם, לטיפול בנפגעים (מכות-חום, נזקי-קיפאון), למעקב אחר תפוצת מחלות עונתיות.

● חיל-מודיעין — להכרת הקשיים הטבעיים בהעברת ידיעות; להחלטה על אפשרות שיגור ציוד אלקטרוני למרומים.

● מחקר בטחוני — לפיתוח מערכות מתוחכמות של אמצעי מגננה ותקיפה. ככל שהמערכת מתוחכמת יותר — כך גוברת תלותה בגורמים אטמוספיריים.

הבעיות המטאורולוגיות לפעולות מתקפה, שונות מאלה הרלבנטיות לפעולות מגננה, אך בשני התחומים הצבאיים האלה יהיה הניצול יעיל יותר אם תנוצל המטאורולוגיה בשלושת תחומיה העיקריים — תצפית, תחזית ויישום.

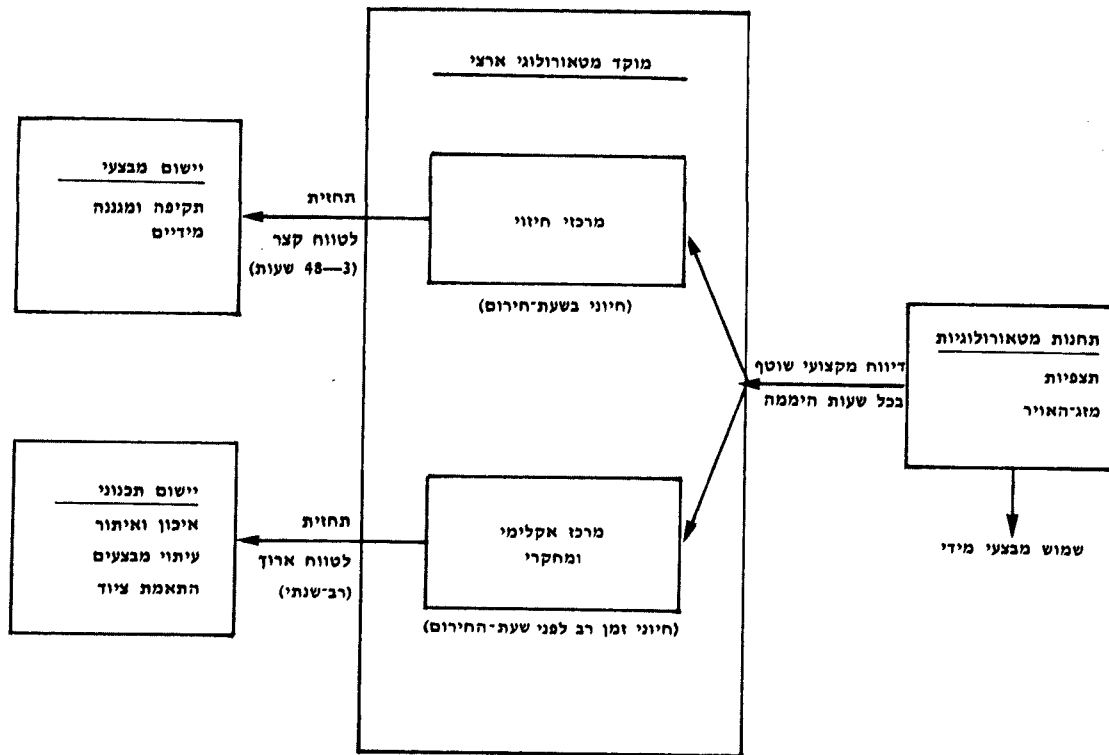
* ראה מאמרו של סרן מ. רביע: "לשם מה מטאורולוגיה לארטילריה", "מערכות" 213, עמ' 43—45.

פלישת בעלות-הברית לגורמנדיה ב-6 ביוני 1944, היתה הצעד הצבאי שהכריע את גורל מלחמת-העולם השנייה. מבצע זה לווה במבצעים מטאורולוגיים ענפים הן בשלב התכנון המוקדם שהחל ב-1942 — והן בעת הביצוע. הצוות הקלימטולוגי שיעץ למתכננים בחר את החופים המיועדים להנחתה וקבע מראש את העיתוי המ-קורב (על-ידי תחזית סטטיסטית, שמצאה את התנאים הנוחים ביותר להפעלת מערך משולב של כוחות אוויריים-יבשה). צוות החוזאים שיעץ למפקדה לקראת הביצוע, עזר בקביעה הסופית של מועד תחילת הביצוע.

לעומת מבצע זה — לא השכיל מטה החזית הגרמנית המזרחית באותה מלחמה, להשתמש בשירותים שהמטאורולוגיה המודרנית מסוגלת להציע, וכך לא היה מוכן למגבלות החורף הרוסי הקשה — בדומה לטעותו של נפוליון, למעלה ממאה שנים לפני-כן. אך הפעם, כיון שגדלה תלות הצבא בגורמים טכנולוגיים, גברה ההשפעה השלילית על כל תחומי המערכת: הלוגיסטי, האסטרטגי והטקטי. חולשתו המטאורולוגית של המטה הגרמני בצפון-מערב אירופה הביאה לכך שחלק גדול מהכוחות שהוצבו נגד פלישת בעלות-הברית נמצאו באימונים מרוחקים או בחופשות בעת הפלישה לגורמנדיה; זאת כיוון שהחזאי הגרמני היה משוכנע כי מזג-האוויר לא יאפשר פלישה בסביבת 6 ביוני 1944.

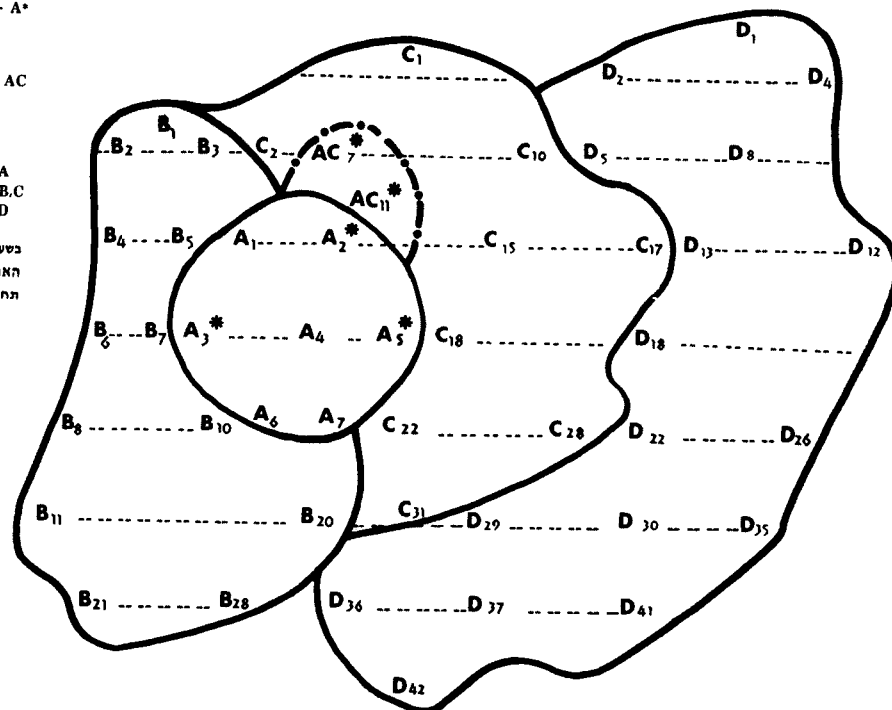
אמני הניצול הצבאי של מטאורולוגיה מודרנית ליישומי תקיפה היו באותה מלחמה דווקא היפאנים, בגזרת האוקיינוס השקט. הם ביצעו מספר מבצעים נגד האמריקאים שהיו לתעלומה במשך חודשים ושנים. בין היתר נהוג לזקוף את הצלחת תקיפת-הפתע על פרל-הארבור לזכות השימוש המבצעי היעיל במטאורולוגיה: היפאנים הפעילו מטוסיהם בחסות מבנה צפוף של עננים, שהיו קשורים לשקע טרופי אשר התקדם לעבר הוואי.

העיתונות חזרה וטענה ב-1967 שבדרך דומה ביצעו מטוסי חיל-האוויר הישראלי את תקיפת-הפתע על שדות-התעופה במצרים, בחסות ערפילי בוקר ועננים נמוכים שלא איפשרו לצופים המצרים להבחין



תרשים 2
מפת רשת תחנות תצפית
(מפה דמיונית)

מקרא
A1 — תחנת תצפית מס' 1
במדינה A וכו'
A* — תחנת תצפית "פרטית"
(שאינה מודווחת למפקד הארצי).
AC — תחנת תצפית במדינה C
המופעלת עתה ע"י
מדינה A לאחר
כיבוש השטח.
A — המדינה המוחזקת
B, C — מדינות אויבות ל-A
D — מדינה נייטרלית
בשעת חירום אין המוקד המטאורולוגי
הארצי של A מקבל דיווחים מכל
תחנות B, C ו-A*



- תחזיות פנים-ארציות לצרכי מגנה, התארגנות, הזרמת ציוד וכדומה.
- תחזית לארצות-אויב — למטרות תקיפה.

שני היישומים יהיו יעילים, אם תוזרם כל כמות התצפיות מכל המרחב הגיאוגרפי במהירות מקסימלית.

תחזית מזג-אוויר לטווח ארוך (רב-שנתי): אותן תצפיות שנוצלו להפקת תחזית קצרת-טווח נאגרות במרכזי-מידע וגית-נות לניצול למטרות קלימטולוגיות ומחקריות. בעזרת שיטות עיוניות, סטטיסטיות ואחרות — ניתן להגיע לאומדן רב-שנתי לצרכי תכנון. כיוון שאופיה של פעילות אקלימית זו הוא תכנוני — מבצעים אותה זמן רב לפני שעת החירום, כרקע לתכנון הצבאי עצמו.

קיימים שלושה יישומים צבאיים לתחזיות ארוכות-הטווח:

- איכון ואיתור (כגון: מציאת החוף המתאים לנחיתה ימית, קביעת כיוון מסלול נחיתה, קביעת מטרות אלטרנטיביות לתקיפה אווירית במזג-אוויר סוער).
 - עיתוי (קביעת התאריך הרב-שנתי בו קיימים תנאים אופטימליים לפעולות שונות — ראה דוגמת הפלישה לגורמניה; העיתונות המצרית טענה שכך נבחר מועד תחילת מלחמת יום-הכיפורים).
 - התאמת ציוד (קביעת הביגוד המתאים, קביעת תקני-עמידות למתקנים שונים שעלולים להיזק מרוחות-סער, חישוב האמצעים הדרושים להגברת העבירות של כלי-תובלה כבדים).
- כאמור, מועדה של פעילות קלימטולוגית זו — זמן רב לפני שעת-החירום, ולכן לא תידון בסקירה זו. יש להדגיש שהניצול המטאורולוגי יהיה יעיל רק אם ייעשו שימוש וארגון נכונים של שלושת התחומים המוצגים בתרשים מס' 1 — תצפיות, תחזיות ויישום.

ההבדל המטאורולוגי

בין שעת-רגיעה לבין שעת-חירום

בשעת-רגיעה — קיימת הזרמה כלל עולמית של תצפיות מכל הארצות ואל כל הארצות, וכך יכול החזאי והמיישם להשתמש בכל החומר הדרוש לו לצרכי חיזוי קצר-טווח. בשעת-חירום נפסקת מיד ההזרמה הבין-לאומית של תצפיות וכל מדינה שומרת רק לעצמה את תצפיותיה כחומר מודיעיני חסוי. החזאי עומד, איפוא,

במצב קשה הן לגבי הפקת תחזיות לארצו שלו ובוודאי לגבי הפקת תחזיות לשטחי אויב.

בתרשים מס' 2 מובאת מפת-תחנות המראת את מצאי התצפיות העומד לרשות החזאי: בשעת רגיעה — מכל שטח המפה; אך בשעת חירום — רק ממדינתו שלו (A) וייתכן שגם ממדינות גייס-ליות (D).

קושי נוסף קיים מבחינה ארגונית: יש מדינות שבהן קיימות רשתות מטאורולוגיות נפרדות למספר חילות/פיקודים, רשתות שאין בינן לבין עצמן חילופי מידע (A*). כך יכול להיווצר מצב (הרווח במרבית הצבאות כיום), שבו לא עומד לרשות החזאי אפילו כל המידע הקיים בארצו שלו. בעיה ארגונית זו, נוסף להפקה בקליטת תצפיות מארצות שכנות, עלולה להכשיל כליל את פעולותיו של החזאי. על חומרת המצב אפשר לעמוד בתרשים מס' 2. מבחינה מטאורולוגית-ארגונית, בעיית הבעיות היא, איפוא, ההתגברות על חוסר המידע הבסיסי ביותר (בתצפיות) בשעת-חירום. כך אפשר להציע מספר פתרונות לבעיה זו:

- איסוף מודיעיני של תצפיות מטאורולוגיות משטחי אויב.
- תצפיות-רום מיוחדות (מטוסים, טילים, לוויינים וכדומה).
- הפעלת תחנות אויב לאחר הכיבוש (תחנות AC בתרשים מס' 2).
- הפעלת תחנות חירום ומוקדים מטאורולוגיים משניים באזורים חיוניים. בצורה כזו תיווצר רשת ארצית צפופה יותר וממילא — אמינה יותר.
- הרחבות דומות של רשת דלילה קיימת, אפשריות גם בהיקף מקומי; ניתן, למשל, לנצל את צופי הג"א לדיווח תצפיות בסיוע סיות על רוחות וטמפרטורות, לצרכי מפת קדת הג"א (אב"כ) באותו איזור עירוני. בדומה לכך יכול מוקד מטאורולוגי משני, המסופח לפיקוד מסוים, להפעיל חיילים ביחידות שדה לתצפיות מיוחדות לקראת הנחתת מסוקים בפעולות כגון חילוץ.
- אך הכוונה העיקרית בתחום זה היא להקמת תחנות-תצפית מבצעיות באזורים הרגישים של המדינה.
- הנעת תחנות-תצפית ניידות לקוים הקדמיים ובצמוד לכוחות הפורצים (כפי שנעשתה במלחמת-העולם השנייה על-ידי בעלות-הברית בחזית צפון-אפריקה, בהשתתפות מטאורולוגים ארצישראלים).

הדרישה החיונית להרחבת רשת תחנות-התצפית בשעת-חירום מצריכה גיוס כוח-אדם ניכר. במקצוע זה, כברפואה ובמקצועות-ההתמחות נוספים, לא ניתן להיעזר בכוחות מילואים של אזרחים שאינם עוסקים בדרך קבע במטאורולוגיה. במלחמת-העולם השנייה היתה ברה"מ חלוצה בשטח זה ומיד בפרוץ הקרבות נכללו כל עובדי השירות המטאורולוגי האזרחי במסגרת היחידה המטאורולוגית של הצבא האדום.

ההיערכות הארגונית להפעלת

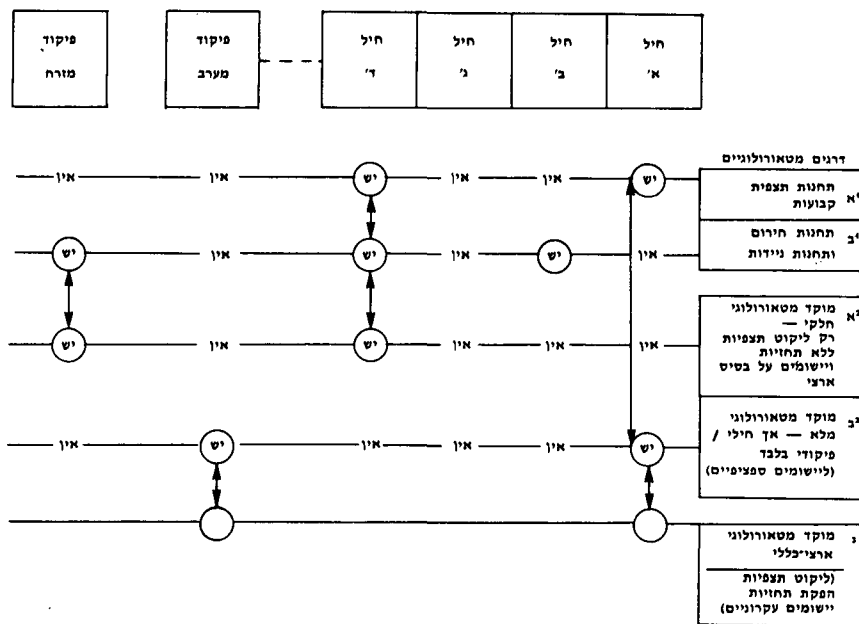
המטאורולוגיה הצבאית

מהו המצב השורר בצבאות שאינם ערוכים מבחינה מטאורולוגית? ברוב הצבאות קיימים ליקויים בהיערכות המטאורולוגית: קיימות רשתות נפרדות של תחנות-תצפית בחילות ובפיקודים השונים; קיימים מוקדים מטאורולוגיים נפרדים (זו, לעתים, כפילות מיותרת) ואין בנמצא מערכת אחידה כלל-צבאית של קורסים מקצועיים, ציוד, תקשורת וכיוצא באלה. בצורה גרועה פית מתואר מצב כזה בתרשים מס' 3. לפיו מסתבר שקיימות אפשרויות רבות להעדר-ארגון בחילות ובפיקודים. מספר דוגמות יבהירו את רמת העדר הארגון של המערכת:

חיל א' — נראה כמאורגן ביותר כשהוא לעצמו, בהיותו כולל את כל שלושת הדרגים ההכרחיים: תחנות תצפית, מוקדי משנה ומוקד כלל-צבאי וכלל-ארצי. אך חיל זה אינו ערוך לבעיה העיקרית של שעת חירום (דרג ב') ; כמו-כן אין הוא מקבל תצפיות יקרות-ערך מחילות ב', ד', ומפיקוד המזרח.

חיל ב' — הוא כנראה הבזבוני ביותר מבחינת כוח-אדם והציוד — אך הפחות יעיל מכולם מבחינת היישום המבצעי. כיוון שנעשה רק שימוש מידי בתצפיות-חירום, חייב החיל להרבות בתחנות-תצפית ולהפריז בריכוז התצפיות בכל תחנה ותחנה — הרבה מעבר לדרוש מבחינה מטאורולוגית לשימוש העצמי. כיוון שאין בחיל זה דרגים 2 ו-3, מסתבר שאין בו כלל אנשי מקצוע (בדרג אקדמי) ומרבית המידע הנאסף אינו משרת את המטרה. תופעה זו עלולה להכשיל אותו חיל עצמו, כמודגם להלן: תחנות-תצפית מטאורולוגית הקיימת בסוללת טי-לים מסוימת ביצעה תצפית-רום בשעה 0900. בשעה 1115 התקבלה פקודה להזניק טיל (תלול-מסלול, במהירות של עד

(דוגמא היפוטטית)



(המוקד אינו מקבל דיווחים מ'ד' ומפיקוד מורח למרות שלשלושתם קיימות תחנות תצפית).

בלבד, על שלושת מרכיביה (תחנות קבועות, חירום וניידות).

● קיימת האחדה כלל-צבאית ברמת כוח-האדם, על-ידי בניית בית-ספר מקצועי אחד, המאמן בכל המקצועות הדרושים להפעלת המערכת.

● קיימת תקשורת אחידה, מהירה, שוטפת וקבועה מדרג 1 (תצפיות), עבור דרג 2 (מוקדי משנה המסופחים לחילות, פיקודים, לאוגדות וכדומה), לדרג 3 (מוקד כלל-צבאי). תחזיות ויישומים מועבדים מדרג 3 לדרג 2 (ליישומים מיוחדים בבעיות מקומיות) ובעת הצורך — גם לדרג 1 (ליישום מקומי בפעולות שדה). לסיכום: למטאורולוגיה המודרנית נודע תפקיד משמעותי בקיום הפעילות הצבאית. אולם, רק מיצוי יעיל ונכון של האמצעים תוך ניהול נכון מאפשר השגת מלוא התוצאות.

מקורות:

- Blumenstock, D., 1959: *The Ocean of Air*. Rutgers, N. J.
Jacobs, W. C., 1947: Wartime developments in applied Climatology. *Met. Monog. 1* (Am. Met. Soc.), Boston.
כ"ץ, ד', 1974: קלימטולוגיה וביטחון, עבודה סמינריונית, המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת ת"א.

יכול, למשל, לברר בעיות עבירות או בעיות הנחתה של מסוקים בשטח, כאשר התחזית הכלל-ארצית מזהירה מפני מזג-אוויר מעונן, מלווה ברוחות-סער.

מבחינה כלל-צבאית, קיים בזכוו בקיומן של ארבע רשתות נפרדות, שאין ביניהן הזרמת מידע ושיתוכן ביניהן כפילות תצפיות (א', ב', ד', מורח). גם המוקד הכלל-צבאי מקבל תצפיות רק מרשת אחת (א') ולכן עלולות תחזיותיו ללקות. בשיטה דלעיל מספר חילות מבזבזים כוח-אדם, ציוד ואמצעי תקשורת, ללא קבלת מלוא התועלת, בהיותם מגותקים מהמוקד הכלל-ארצי. מספר חילות גם אינם תורמים למערכת ואינם נהנים משירותיה החיוניים.

מהו המצב השורר בצבאות ערוכים מבחינה מטאורולוגית? כאן המערכת פשוטה, יעילה וזולה יותר, ומה שחשוב עוד יותר — תרומתה לפעולות המבצעיות של הצבא רבה יותר. לשם כך נוקטים את הצעדים הארגוניים הבאים:

- קיים מטה מטאורולוגי צבאי אחד, המספק את כל השירותים הדרושים לכל החילות והפיקודים. מעמדו של מטה זה הוא על-חילי.
- קיימת האחדה כלל-צבאית בציוד ובנהלים, על-ידי קיום רשת תחנות אחת

כ-3 מאד); מאז שעה 0900 חל שינוי במזג-האוויר בתחנה עצמה; בשעה 0900 עצמה גם שרר מזג-אוויר שונה באזור המטרה. בתנאים אלה עלול הטיל להיות מוסט ממטרתו כ-10 ק"מ. בחישוב מסלול הונקת הטיל היה צורך ביישום של תחזית המופקדת לשעה 1115 לכל המרחב שבין הסוללה לבין המטרה. נוסף לכל זאת, ולמרות היותו הכוזבני והיקר ביותר בצבא — אין חיל זה תורם מאומה לכל יתר החילות והפיקודים כיוון שאין קשור לשום מוקד מטאורולוגי.

חיל ד' ופיקוד המזרח — דומים לחיל ב', אך בפחות קיצוניות ובארגון עדיף מעט המאפשר ניצול תחזיות (שרמתן ירודה) ליישום מבצעי.

חיל ג' — עדיין לא הכיר בנחיצות המטאורולוגיה לפעולותיו; קיים חשש שהוא ייתקל בכך כאשר ייכשל באחת ממשמיותו מחמת מזג-אוויר גרוע (זה המצב השורר במרבית חילות היבשה).

פיקוד המערב — הוא החסכוני ביותר, אך עם זאת עדיין יעיל יחסית ביישומים מטאורולוגיים, בהיותו קשור למוקד הארצי ובעל מוקד יישום משלו. לעומת זאת, יתכן כי במרחב הפיקוד לא דאג שום גוף אחר לאיסוף מידע ולהקמת תחנות תצפית (קבועות, חירום או ניידות) ובמקרה זה המצב חמור. אין פיקוד כזה