– בלמ"ס –



פברואר 2026

מו"פ ביטחוני בעולם





מפא"ת
הופכים חזון לביטחון

מו"פ ביטחוני בעולם

ראו רשימת הידיעות בעמוד הבא

גיליון פברואר 2026

עורך:
אל"ם (מיל') יעקב צור

עורך משנה:
ד"ר אהרון האופטמן

כתובת המערכת:
המרכז לתיעוד ומידע מפא"ת, משרד הביטחון, הקריה ת"א

בגיליון זה סקירה:

שינוי הפרדיגמה בנושא התקיפה האסטרטגית

השתתפו בהכנת הידיעות:
אריה צור, צבי אורבך, אהרון האופטמן, שמואל שמואל, דורון יעקבי, מנקי איתן, חיים שוורץ, יואל אבידור, אילן גוטמן, שאול נגר, מקסי בלום, איתן שרוני, רונן פייטן, יעקב צור.

תוכן העניינים

1. סקירה: על שינוי הפרדיגמה בנושא התקיפה האסטרטגית

כללי וארגון

2. מצרים: הרחבת טביעת-הרגל בשרשרת האספקה הגלובלית ע"י הסכמי שת"פ חדשים
3. הפיכת מו"פ למציאות במענה לאתגרי שדה הקרב המודרני
4. תואר שני חדש, בבינה מלאכותית, הוכרז באקדמיה של צי ארה"ב
5. שימוש בסוללות לאספקת חשמל בעת חירום
6. חא"א הדגים עדיפות של בינה מלאכותית על מתכננים מבצעיים אנושיים
7. דיסאינפורמציה כמרכיב בלתי נפרד מלוחמה מודרנית. כיצד יש להתגונן מפניה?
8. הבינה המלאכותית לא נהיית חכמה יותר. אנחנו נהיים טיפשים יותר
9. שיא בגיוסי הון של תעשיות ביטחוניות חדשות במערב
10. מומלץ לעיון

יבשה

11. פולין קיבלה את המנה הראשונה של רק"ם חי"ר Borsuk
12. כרב"ם חדש ישפר את יכולות הצבא האוקראיני
13. טורקיה מציגה ירי נ"ט משולב של קבוצת כרב"מים שונים
14. שת"פ בריטי-גרמני לייצור תומ"ת RcH155
15. תחליף לציפוי כרום בקנים ארטילריים
16. נמשכות הבעיות הטכניות בפרויקט הרק"ם הבריטי Ajax
17. זרוע חכמה מקנה תכונות מיוחדות לרובוט-כלב
18. אוקראינה וגרמניה בונות תומ"תים Bohdana על משאית מרצדס-בנץ
19. דחייה בהתחלת הייצור של הטנק הבריטי צ'לנג'ר 3
20. צבא ארה"ב אישר פיתוח של הטנק העתידי MIE3
21. ריינמטאל תספק לצבא גרמניה מכללי לייזר לרובה סער חדש
22. עיניים בכל מקום: ראייה היקפית לרק"ם של צבא ארה"ב
23. קסדה חדשה משלבת הגנה עם אמצעים למודעות מצבית
24. דארפא השלימה פיתוח תוכנה ההופכת רק"ם לאוטונומי
25. אבטיפוס של הטנק העתידי של ארה"ב הוצג בתערוכה
26. דור שישי של מערכות ראייה תרמיות מתקדמות ביותר

אוויר והגנ"א

27. מקל"ט טורקי ביצע תקיפת אוויר-אוויר מעבר לטווח הראייה
28. מטוס X-65: מהפכה בתכנון כנפיים ללא חלקים נעים
29. מערכות נשק לייזר עתידיות יצוידו בסוללה חדשנית 400 וולט
30. בריטניה: ניסוי ראשון של רחפן מימני ארוך־טווח
31. אוסטרליה: יירוט אוויר־אוויר אוטונומי באמצעות מקל"ט 'שיתופי' CCA
32. חא"א: סבב שני לתוכנית CCA
33. דארפא מעודדת פיתוח רחפנים בעלי כושר נשיאה גבוה יחסית למשקלם
34. סין: כטב"ם חמקן ביצע ניסויי טיסה
35. הודגמה תקיפה ע"י נחיל כטב"מים של יצרנים שונים
36. איראן: כטב"ם מתאבד סילוני חדש
37. כטב"ם סיני, המשמש כספינת אם לנחילים, השלים טיסה ראשונה
38. בריטניה: התקדמות בפרויקט הטילים הבליסטיים
39. מנוע סילון מודפס עבר בהצלחה ניסוי קריטי
40. ניסוי שליטה במספר כטב"מים ישירות מתא הטייס המאויש

41. סין: פרטים על מערכת הגנ"א "Hurricane 3000", המבוססת על מיקרוגל רב-עוצמה
42. אוקראינה: מערכת יירוט כטב"מים המבוססת על רחפן
43. עדות נוספת לשימוש בנשק לייזר סיני על ידי רוסיה
44. הדגמת יירוט רחפן ע"י קרינת מיקרוגל

ים

45. צוללת שבדית מהדור החמישי
46. מל"ט אוטונומי המיועד לצוד צוללות "הראשון בעולם"
47. יפן: ניסויים בלייזר סיב 100 קילוואט מותקן על אונייה, נגד מטרות מוטסות
48. מודול נצ"ל בתוך מכולה עבור כשב"מים וכלים "לא שגרתיים"
49. תוכנית מחקר אירופית תשפר חמקנות של צוללות לא מאוישות
50. הדגמת משימה שבה כלים לא מאוישים בים ובאוויר משתפים פעולה
51. צי ארה"ב: שיגור ימי של כטב"ם מתאבד
52. צי ארה"ב מתעתד להכניס לשירות כשב"מים בשנת 2026
53. נורת'רופ גרומן תשדרג את טורפדו הנצ"ל של צי ארה"ב

חלל

54. צרפת וארה"ב מבצעות תמרוני-קירבה של לווייניים במסגרת תוכנית משותפת למלחמה בחלל
55. שיפור ביכולת מודעות מצבית ול"א בחיל החלל של ארה"ב
56. רוסיה: נרשם פטנט על תחנת חלל חדשנית
57. לווייני הדור הבא למעקב אחר טילים
58. איראן שיגרה שלושה לווייניים
59. סטארלינק על הכוונת: כיצד רוסיה עשויה לפגוע בשליטת המערב בחלל
60. מפת הדרכים של אירופה בתחום החלל לשנת 2026
61. חוזה ראשון לשירותי סילוק והשמדה של לווייניים ישנים

תקשוב ובינה מלאכותית

62. כרטיס חכם מספק הגנה לאמל"ח קרקעי מפני שיבושי ל"א
63. מערכת מבוססת AI הופכת תמונות SAR לסביבה סינתטית תלת ממדית כמעט בזמן אמת
64. פותח מתג RF העמיד בפולסים בעלי הספק גבוה מאד
65. חברות אמריקניות מפתחות מערכת ניווט מתקדמת מבוססת תמונה כתחליף ל-GPS
66. מתאימים כלי רכב צבאיים ללחימה עתירת-נתונים ומבוססת חיישנים
67. התקדמות במרוץ לרשתות תקשורת חסינות מבוססות על רדיו קוונטי
68. מערכת שיבוש כיוונית תותקן על מגוון מטוסים באירופה
69. מומלץ לעיון:

טכנולוגיות

70. חומרים חלופיים, שאינם נדירים, למערכות חימוש מונחה
71. ננו-חומר משנה את צבעו כמו זיקית בתגובה למאמץ מכני
72. שימוש בטלפונים חכמים לחיפוש והצלה באתרי אסון
73. מואץ שימוש בהדפסת 3D בקנה מידה גדול בתחום הביטחוני
74. סגסוגת אלומיניום הניתנת להדפסה חזקה פי 5 מסגסוגות רגילות
75. פותח חומר מרוכב קרמי מודפס שיכול להתכופף ולעמוד בעומסים גבוהים
76. פותח "עור אלקטרוני" המאפשר לרובוטים הומנואידים לחוש "כאב" ולהגיב
77. מצלמות תת-אדום ולמידת מכונה מאפשרות לרובוטים לראות בחושך מוחלט
78. יחידת החדשנות של הפנטגון תממן טכנולוגיית ניווט מגנטי אשר "אינה ניתנת לשיבוש"

1. סקירה: על שינוי הפרדיגמה בנושא התקיפה האסטרטגית

הסקירה נכתבה ע"י ד"ר עזריאל לורבר

הפרסומים בתקשורת, בהנחה שהם מדויקים, על המאמץ האיראני להגביר את קצב יצור הטילים הבליסטיים, מחייבים אותנו לחשוב על שינוי הפרדיגמה העוסקת בתקיפה עמוקה: יתכן שטילים ארוכי טווח הם פתרון טוב יותר ממטוסים. ועל כך מאמר זה.
גילוי נאות: מאמר בנושא כתבתי עוד ביולי 2017, והוא התפרסם ב"מערכות" בתחילת 2018. בינתיים עברנו מלחמה שבהרבה מובנים הייתה שונה מכל המלחמות שלנו עד כה, בעיקר מבחינת האיום והיקף הנזקים לעורף. כדי למנוע מצב של התכוננות למלחמה הקודמת, הרחבתי את המאמר ההוא לעסוק בעימות עתידי, תוך הדגשת שינויים אפשריים באופי הלחימה.

הקדמה

לוחמת טילים, המיועדת לפגיעה בעורף האזרחי, ואשר תפסה את מקומה של ההפצצה האסטרטגית באמצעות מטוסים, אינה חדשה. הראשונים שנקטו בה היו הגרמנים עם טילי V-1 (טילי שיוט) וטילי V-2, טילים בליסטיים עם הנחיה אינרציאלית ראשונית. אין טעם למנות כאן את כל המלחמות בעולם אשר נעשה בהן מאז שימוש בטילים מכל הסוגים, וכמובן הרעשת ישראל בקטיושות מעזה, טילי "אל-חוסיין" מעירק, טילי נ"ט מלבנון, ובטילים ארוכי טווח מאיראן ותימן בשנת 2025. במלחמה האחרונה גם התברר סופית כי שלב ראשון וחשוב בהתמודדות עם איומים כאלה הוא ע"י מערכות הגנה ייעודיות – "כיפת ברזל", "קלע דוד" ו"חץ" - שמערכת הביטחון הישראלית פיתחה, וזאת על אף התנגדותם העיקשת של בכירים בחיל האוויר ושל הוגי דעות אזרחיים.
לבד מהגנה אקטיבית, במלחמה האחרונה עשתה ישראל גם מאמץ לתקוף את הטילים ומשגריהם בעומק שטח האויב. אך ישראל לא ששה מעולם להשתמש בטילים כאמצעי להרעשת מטרות קרקעיות וביכרה שימוש באמצעים אחרים, שנקרא להם "מסורתיים". אבל גם אצלנו התחילו להעריך כי שדה הקרב עובר שינוי, ופותחו מספר טילי קרקע-קרקע לטווחים טקטיים, שגם נקנו על ידי מדינות זרות.
כל הטיעונים שהוצגו בזמנו, עוד בשנת 2017, בזכות השימוש בטילי קרקע קרקע, בעיקר כדי להאיץ את קצב הלחימה, להוריד את עומס הלחימה ממטוסים ולשמר יכולת אש עם פחות דאגה לשמישותם של המסלולים, כולם תקפים גם היום, וביתר שאת. אי לכך מן הדין שנחזור עליהם, ובעיקר נדגיש את הנימוקים החדשים שצצו ועלו במלחמה האחרונה.
חשוב גם להדגיש כי בכניסה למערך חדש כזה, ובנוסף להיבטים המבצעיים שתיכף נציג, אי אפשר להתעלם מן ההיבטים הטכניים (הרבים מספור), הלוגיסטיים והכלכליים של פעילות כזו. נכון כי אף שהנימוקים המבצעיים, אם מנתחים אותם בצורה מפוכחת, הם כולם חיוביים, הרי אבני הנגף האמיתיות הם השיקולים הטכניים והכלכליים שאי אפשר להתעלם מהם.
אי לזאת, אתחיל בדיון בהיבטים ה"לא מבצעיים" האלה, מפני שרובם בדרך כלל אינו מוזכר במארג היתרונות והחסרונות של השימוש בטילים ובעיקר, מפני שאם עלולים להופיע קשיים בשילוב כוח טילים משמעותי בסד"כ של צה"ל, שם זה יקרה!
נבדוק תחילה האם לישראל יש בכלל האמצעים והיכולות להקים כוח טילים, בהיקף כזה שיוכל להיות בעל השפעה של ממש במלחמה עתידית. נדגיש כי אנו מדברים על טילי קרקע-קרקע או אוויר-קרקע (טילים בליסטיים או טילי שיוט משוגרים ממטוסים) לטווחים של 1600 ועד כמעט 2000 ק"מ. טווח זה יכסה את כל שטחה של איראן וחלקים אחרים של המזרח התיכון שעשויים להיות בעלי עניין לישראל. בפרק זה גם נדון בטכנולוגיות השונות החשובות להצלחתו המבצעית של מערך טילים כזה.

טכנולוגיות בסיסיות

א. טכנולוגיות הנעה ודיוקי פגיעה

בשנת 1957, כאשר בריה"מ שגרה את הלוויין המלאכותי הראשון, ה"ספוטניק", נרעש העולם המערבי, ובעיקר ארה"ב, וזאת מסיבה פשוטה: היכולת להציב לוויין במסלול הצביעה על יכולת טכנולוגית לשגר טיל לכל נקודה על פני כדור הארץ, ולפגוע בה בדיוק מניח את הדעת, במיוחד היות והיה מדובר בפצצות גרעיניות. הייתה זו פיזיקה בסיסית אך היא ערערה את דוקטרינת הביטחון האמריקנית, שהייתה מבוססת על מטוסי הפצצה ארוכי טווח, ובמשתמע הניחה כי דוקטרינת הביטחון הסובייטית מבוססת על אמצעים דומים, בעיקר אחרי שהתברר שהסובייטים אכן מפתחים מטוסים כאלה. במילים אחרות, הגילוי על היכולת להעלות לווייניים למסלול הצביע במפורש על יכולת לבנות טילים ארוכי טווח ולשגרם למשימותיהם בדיוק הנדרש, וזה שינה את התמונה מן הקצה אל הקצה. אחרי ההלם הראשון שינסה ארה"ב מותניים, איזנה את המשוואה האסטרטגית ועל הדרך ניצחה במרוץ החלל.

ישראל שיגרה בכוחות עצמה, ובהצלחה, מספר לווייני "אופק" למסלולים שונים ועוד עשתה זאת בכיוון מערב, הקשה יותר, בגלל בעיות פוטנציאליות בשיגור מזרחה. במילים אחרות, טכנולוגיית ייצור המנועים ובקרת המסלולים נמצאת בידי ישראל מזה שנים. יש להודות כי זה עדיין לא עונה על הבעיה של ייצור המוני, וכפי שתיכף נראה עם דגש על "המוני", אבל זו כבר איננה בעיה של התגברות על בעיות שצצות תמיד במהלך פיתוח טכנולוגיה חדשנית, אלא בעיה כלכלית וארגונית.

ב. כמויות משגרים

כפי שאראה מאוחר יותר, אחד היתרונות של הרעשה באמצעות טילים הוא היכולת להגביר את "קצב האש" לרמה גבוהה בהרבה מזו של מטוסים, אך אליה וקוץ בה: "קצב האש" הזה אינו תלוי במספר הטילים במחסן אלא במספר המשגרים (שמהם יירו הטילים) הזמינים לפעולה, ואלה אינם מחסניות במקלע. במילים אחרות, יש פרק זמן מינימלי בין שיגור לשיגור שבו יש להשמיש מחדש את המשגר, לטעון עליו טיל נוסף ולהכינו לירי. בהשוואה לטיל בעל הנעת דלק נוזלי, כמו ה"סקאד", בטיל בעל הנעת דלק מוצק פרק זמן זה קצר בהרבה, אך עדיין קיים. במילים אחרות, כדי לירות "בו זמנית" חמישים טילים למשל, נהיה זקוקים לחמישים משגרים. ומכאן, כל דרישה להגדלת המטח הראשון, שעשויה להתברר כדרישה מבצעית קריטית, תחייב הגדלת מספר המשגרים. זה כמובן נכון גם עבור הצד השני.

משגרים הם מערכת פשוטה ואמינה יותר מטיל, אך עדיין מורכבת דיה ודורשת יכולת ייצור וזמן. וכפי שאראה בסעיף הבא, קרוב לוודאי, כי הקנייה של ניידות למערכת כזו שאמנם תסבך אותה, תהיה דרישה בלתי מתפשרת.

ג. אחסון

אין ספק שאחסון כמויות גדולות של טילים בצורה בטוחה בשטחה של מדינת ישראל הוא בעיה לוגיסטית. יתרה מזאת, לא מדובר בסתם אחסון אלא בכזה שיגן עליהם מפני מתקפת פתע, ולאור לקחי העבר, זו דרישה הגיונית לחלוטין! בהשוואה לשדות תעופה על מסלוליהם הגלויים לעין כל, בעיה זו של אחסון הטילים ומשגריהם, היא הרבה יותר פשוטה, אך עדיין אי אפשר להתעלם ממנה וצריך לפתור אותה. בנוסף, איננו מדברים על עשרים או שלושים טילים שיש לאחסנם אלא על מספרים גדולים בהרבה. הפתרון בו נקטו האמריקנים, וכנראה גם הסובייטים, של תנועה מתמדת על קווי מסילות ברזל, אינו מעשי בישראל, אך ניידות מסוימת של משגרים טעונים כנראה תהיה הכרחית, מה שמחייב כי משגרים כאלה – TEL (Transporter–Erector-Launcher) בשפה המקצועית, יהיו בעלי יכולת תנועה של יותר מכמה ק"מ בודדים. לבעיה זו יש כמובן עוד פתרונות וראה להלן.

ד. טכנולוגיות רש"קים

רש"קים (ראשי קרב) לטילים לטווח ארוך מציבים בעיות שונות לחלוטין מאשר אלו לטווחים קצרים או אף למאות ק"מ. תיאור בעיות אלה מפורט ברשימה הבאה:

1. הגידול במהירות החדירה של הרש"ק, הנובע מהגדלת הטווח, יחייב יישום או שיפור טכנולוגיות הגנה מפני התחממות הרש"ק. מצד שני, הגדלת המהירות תציב למערכת ההגנה בעיות איכון ויירוט.

2. אם נסתכל מספיק קדימה, עמידות בפני מיירטי לייזרים רבי עוצמה תהיה אף היא דרישה בלתי מתפשרת. אבל מהירות חדירה גבוהה יותר תשפיע גם על מערכות לייזר הגנתי בגלל זמני שהייה (Dwell Time) קצרים יותר של הלייזר על מטרתו.
3. תמרון חריף (אך מבוקר) בשלב החדירה יהיה רצוי, או אף הכרחי, כדי למנוע יירוט על ידי מערכות דומות ל"חץ" או S – xxx הרוסיות, ויקשה על יירוט באמצעות לייזרים רבי עוצמה.
4. אם ניתן יהיה להשיג אותה, פיתוח "חמקנות" כלשהי לרש"ק החודר יהיה תרומה גדולה לשרידותו.
5. רש"קים מתפצלים – MIRV (Multiple Independently targetable Reentry Vehicle) כל אחד עם כל או חלק מהתכונות לעיל, יתרום אף הוא. כיום רש"קי MIRV נידונים רק בהקשר לנשק גרעיני, אך בעולם עם שפע גדל והולך של מערכות הגנה, טכנולוגיה זו תהפוך להכרחית גם לרש"קים קונבנציונליים. בהקשר זה אציין כי ישראל הפעילה כבר רש"קי פצצונות במלחמת לבנון הראשונה (1982). אף כי פיזור ראשים מתפצלים של מאות ק"ג אינו דומה לפיזור פצצונות של ק"ג יחיד, הטכניקות הבסיסיות הן דומות.
6. ייתכן ולמערכי טילים כאלה כדאי לבחון גם את נושא ה"פתיונות" להטעיית מערכות הגנה, אף כי כבר נאמר בזמנו כי במקום להתאמץ לפתח רש"ק-דמה טוב דיו, כבר עדיף לפתח רש"ק אמיתי.

ה. טילי שיוט

אף כי מאמר זה עוסק בטילים בליסטיים, אי אפשר להתעלם מקיומם של טילי שיוט ישראליים כגון ה"פופאי" שאף נמכר לארה"ב, וה"דלילה" שבמקור פותח על ידי תע"ש מטיל דמה שנועד להרוויית מערכי ההגנה של האויב. יתרונם של אלה שהם ניתנים לשיגור לטווחים ארוכים ממטוסים.

ו. טילים בליסטיים הנורים מן הים

בשני כנסים בישראל, שעסקו בנושא ההגנה בפני טילים (דצמבר 2019 בראשון לציון ומארס 2022 בתל אביב) הצגתי מאמרים שעסקו בהצבת סוללות טילים כאלה במכולות על ספינות סוחר או במכליות וציינתי את היתרונות בפרקטיקה זו: ניידות פשוטה, ריכוז אמצעים ואי תפיסת שטחי קרקע. ציינתי כי הרעיון היה מבוסס על ניסוי ירי של טיל "לורה" מספינה. (ראה צילום.)



ניסוי ירי של טיל LORA מספינה. (צילום תע"א)

בדומה לירי טילי "לורה", ניתן לירות גם טילים בליסטיים לטווחים ארוכים יותר מספינה מתאימה, כמו שהמעצמות עושות כבר מזה עשרות שנים מצוללות, אפילו מתחת למים. בימים אלה – סוף דצמבר 2025 – התפרסמו צילומים של מערכת סינית למטרה כזו בדיוק.
(נציין כי בשנת 1973 התפרסם גם מותחן של אריק אמבלר – "המטרה תל אביב" – על מזימה סורית להרכיב קטיושות על ספינת סוחר, כך שהרעיון אינו ממש חדש.)

אם תיפול החלטה לפתח כוח טילים משמעותי, כל אלה הם נושאים שיש להתייחס אליהם; אבל כפי שניתן לראות מן השיגורים לחלל, ישראל כבר הדגימה יכולות משמעותיות בתחום הזה, כך שהאתגר הטכנולוגי הוא יותר פשוט והוא יותר עניין של התאמת הטכנולוגיה ותהליכי הייצור למוצר הספציפי המבוקש. בהתחשב ביתרונות המבצעיים הפוטנציאליים, שתיכף יפורטו, מאמץ כזה הוא כדאי, ויתכן שמאד הכרחי.

יתרונות מבצעיים בכוח טילים

נעבור עכשיו ליתרונות המבצעיים של שימוש נרחב במתארים מסוימים בטילים ארוכי טווח, כתחליף למטוסי קרב-הפצצה.

אין ספק כי גם בעידן הטילים, יש תועלת במטוסים, ובתנאים מסוימים הם אפילו עדיפים: הראשון, המושמע תכופות הוא שאם בצורה כזו או אחרת המשימה התבטלה, או שונתה, המטוס יכול לחזור או להיות מוקצה למטרה אחרת, ואילו טיל (אלא אם צויד במערכת השמדה עצמית) ימשיך בדרך כלל לטוס למטרתו המקורית. הטיעון השני הוא כי טיל מטבעו הוא אמצעי לשימוש חד פעמי, בניגוד למטוס שבכל גיחה יכול לשאת חימוש השווה לזה של מספר טילים, ובדרך כלל גם יכול לשמש ליותר גיחות.

על אף "יתרונות" אלה אי אפשר להתעלם ממספר נקודות בעייתיות בהפעלת מטוסים, בהשוואה לטילים וביתרונות המובנים במערכת טילים יעילה:

א. פעילות מטוסים נעשית בטור: המראה; טיסה ליעד; תקיפה; טיסה חזרה; הכנה לגיחה נוספת. אין שום דרך לוותר על אף אחד משלבים אלה ולכל היותר אפשר לקצר במעט את הזמן המוקדש להם. על אף זאת, כאשר מדובר במטרות ממש רחוקות, לא ניתן להימנע מזמני טיסה של שעות, וכבר ראינו זאת לאחרונה. לפעמים, בהתחשב בטווח אל המטרה, נכנס סיבוך נוסף: הצורך בתדלוק אווירי, מה שמכניס למשימה עוד קבוצת פעילויות עם אילוצים מבצעיים נוספים, ואפילו דיפלומטיים. יתרה מזאת, הגדלת מטח האש הראשון תחייב הגדלת הכוח האווירי הפועל.

טילים מושפעים הרבה פחות משיקולים כאלה. במידת הצורך ניתן לשגר טילים במקביל ליותר מטרות (כמובן אם הם ומשגריהם זמינים לכך) והם יגיעו תוך פחות מחצי שעה לכל מטרה במזרח התיכון. בכל מקרה, ייצור והצבת יותר משגרים יהיה זול עשרות מונים מרכש מטוסים נוספים וכוח אדם הנדרש להפעלתם, וזאת בלי להתייחס לעובדה שכולם תלויים בשדות תעופה פגיעים.

הרעשה כזו, בו זמנית, ועם מינימום של זמן התרעה, גם טומנת בתוכה יתרונות אופרטיביים ברורים שאין טעם לחזור עליהם, אך פטור בלא כלום אי אפשר: בניגוד למטוסים, עם זמני טיסה של שעות, הרי בתנאים מסוימים, ובעיקר הודות לזמן טיסה קצר בהרבה, טילים יכולים לשמש לאמנעה, כלומר להשמדת איום פוטנציאלי על הקרקע בטרם שוגר, מה שכמובן יקל מאד על מערכת ההגנה. יתרה מזאת, אם באופן כלשהו ייווצר צורך בתגובה מהירה או בפעולה מיידית, טיל, ולא מטוס, הוא האמצעי לביצוע.

ב. שדות תעופה, על מסלוליהם הארוכים, דירי המטוסים וכל המתקנים הנוספים המשמשים לפעילות המטוסים הם מטרות "שמנות" שאי אפשר להסתירן ואי אפשר לשריינן, אלא רק באמצעות מערכות הגנה אקטיביות כמו ה"חץ" או "קלע דויד". שרידותם של שדות תעופה כאלה תלויה גם במידה מסוימת בנחישות האויב ועל כך יש לנו מעט מדי השפעה.

ג. הקמה ותכלול (על ידי האויב) של מערכת הגנה יעילה כנגד טילים בליסטיים, המשולבת עם מערכת הגנה נגד מטוסים וכטמ"מים, היא מורכבת בהרבה מאשר הקמת מערכת כזו רק נגד מטוסים, אפילו אחת המשולבת עם מערכת נגד כטמ"מים.

ד. אחד היתרונות של מערך טילים לטווח ארוך הוא הוצאת הטייס מן המשוואה. הרגישות לחיי אדם, ושבויים, משפיעה אצלנו לא פעם על שיקולים מבצעיים, והוצאת הטייס תפתור הרבה בעיות, בתנאי כמובן שהיעילות המבצעית אינה נפגעת. כלל ידוע הוא שככל שהמטרה חשובה יותר לאויב, כך היא מוגנת טוב יותר.

ה. לדעתי זו רק שאלה של זמן עד שה"חמקנות" של מטוסים, אולי לא תיעלם לחלוטין, אך בוודאי תיפגע בצורה ניכרת. אזכיר שזו דרכו של עולם: אם יש למישהו אמצעי טכנולוגי עדיף, זו רק שאלה של זמן עד שמישהו ישקיע את האמצעים בניטרולו. זה קרה בעבר וזה יקרה שוב!

האחרון הינו נימוק נוסף מדוע עלינו להקדים תרופה למכה על ידי עקיפת, למעשה נטרול, האיום על מטוסי הקרב, כולל החמקנים.
אני ער כמובן לעובדה שגם טילים ניתנים ליירוט. ישראל הייתה הראשונה בהצבת מערכות הגנה נגד טילים וכמעט כל המדינות המפותחות טכנולוגית החרו החזיקו אחריה. אבל זה אינו אומר שלא ניתן להתגבר על הגנות כאלה. הבעיה תהיה לבחור את הטכנולוגיה המתאימה ביותר מול המחיר וזמני פיתוח. הטכנולוגיות הפוטנציאליות, העוסקות בשיפור סיכויי החדירה של הרש"ק הבודד ומכאן באפשרות של מיטוט מערכות ההגנה של האויב, פורטו לעיל.

סיכום

אף כי כל אחת מן האפשרויות לעיל כרוכה במאמץ טכנולוגי מסוים (וזה מתוך הנחה שיוסכם בזמן סביר באיזה כיוון ללכת), חשוב לזכור כי אפס מעשה יהיה הגרוע מכל. במילים אחרות, עלינו ליישם את כל היכולות של אומת הסטארט-אפ, וליישם אורח מחשבה ופתרונות חדשניים.
אין צורך בכדור בדולח כדי לראות שקיימת אפשרות ריאלית כי גם במזרח התיכון השימוש במטוסים לתקיפות אסטרטגיות יתברר כבעייתי, וזאת בלשון המעטה. המעצמות הגיעו למסקנה זו כבר בסוף שנות החמישים של המאה הקודמת, פיתחו טכנולוגיות אחרות ומסתמכות היום על ה"שילוש": טילים הנורים מהיבשה; טילים הנורים מצוללות וטילים הנורים ממטוסים; בנוסף, כטמ"מים נושאי חימוש לטווחים ארוכים הם בשימוש יומיומי באוקראינה ואף אנחנו הותקפנו בכאלה מתימן.
עד כה חיל האוויר התנגד מסיבות שונות למגמה זו, אך עמדה כזו אינה ייחודית לישראלים: התפרסם לא מזמן כי טייסים אמריקנים רוטנים על כי יותר ויותר משימות תקיפה מבוצעות על ידי כטמ"מים. ועל כך כבר נאמר כי "סדנא דארעא חד הוא". יש לקוות כי אצלנו יראו את האור מהר ככל האפשר כדי להימנע מ"כשל טכנולוגי עצמי" – מצב בו טכנולוגיה חדשנית, בעלת פוטנציאל ברור לשנות את שדה הקרב והלחימה הוכחה כבת קיום ואפילו זמינה, אך מסיבות שונות, רובן ככולן לא ענייניות, נמנענו מלפתח אותה או אף להכיר בחשיבותה; וכבר היו דברים מעולם - מזל"טים והגנה אקטיבית לשריון, הן שתי דוגמאות מרבות שאירעו.
ולסיום, אצלנו גם עשוי להתעורר ויכוח האם כוח (טילים) זה יהיה שייך לחיל האוויר או לחיל התותחנים. ויכוח כזה אף יתעצם אם ישראל תוסיף גם גרסה ימית, אך לא כאן המקום להציע פתרונות לסוגיה זו.
תוכן העניינים

כללי וארגון

2. מצרים: הרחבת טביעת-הרגל בשרשרת האספקה הגלובלית ע"י הסכמי שת"פ חדשים

5 בדצמבר 2025

From French fighter jets to Chinese drones, Egypt expands global supply chain footprint

ארגון התיעוש הערבי (AOI) של מצרים חתם על מספר הסכמים בינ"ל במסגרת התערוכה הביטחונית של מצרים (EDEX) שהתקיימה לאחרונה בקהיר. דף פייסבוק של החברה תיעד יותר מתריסר הכרזות מאז תחילת התערוכה על הסכמים עם חברות מפקיסטן ועד איחוד האמירויות הערביות.

כמה עסקאות מרכזיות משקפות את מעמדה הגיאו-אסטרטגי הייחודי של מצרים בעולם:

- שיתוף פעולה עם חברת Dassault Aviation הצרפתית על חלקי מטוסים (מטוס הקרב Rafale ומטוס העסקים Falcon), שייוצרו בייצור מקומי במצרים.
- שיתוף פעולה עם ענקית הביטחון הסינית China North Industries Cooperation (Norinco) לייצור משותף של כטב"ם חדש המכונה חמזה-2 (Hamza-2), כאשר 85% ממערכת זו ייוצר במתקני התעשייה במצרים. מדובר בכטב"ם טקטי שיכול לבצע משימות מעקב ולחימה, מצויד במצלמה ובשני טילי נ"ט. צוין כי AOI משתפת פעולה עם חברה סינית נוספת, ששמה לא נמסר, כדי לייצר גם מיני-כטב"מים המשוגרים ממשגרים ניידים לתקיפה חד-כיוונית נגד שריון לטווח של 6 ק"מ. הכוונה לייצר 60% ממוצר זה במתקנים במצרים, כאשר מוצר זה נכנס לתהליך ייצור סדרתי.
- רכב קרקעי חדש שיוצר בשיתוף פעולה עם Havelsan הטורקית – כרב"ם (UGV) בעל שישה גלגלים בשם Aqrab (עקרב בערבית) שהיה תוצאה של הסכם ייצור משותף קודם עם חברת ההגנה הטורקית. Aqrab המשתמש ביכולות האוטונומיות של Havelsan, הושלם תוך שלושה חודשים במצרים והוא מוכן לייצור המוני.

AOI חתמה על הסכם עם חברת Shadow Wings הסינית לייצור מקומי של טכנולוגיית הגנה. שיתוף הפעולה הנרחב בתחום המערכות הבלתי מאוישות צפוי לגרום לחלק מהשחקנים המערביים להיות מוטרדים יותר ממה שנראה כהידוק הקשרים בין בייג'ינג לקהיר בשנים האחרונות. כמו כן נחתם הסכם עם GIDS מפקיסטן כדי לבחון אפשרויות של לוקליזציה של ייצור ביטחוני במצרים. GIDS מייצרת מספר מערכות הגנה, כולל כטב"מים, טילים, פצצות ופלטפורמות לוחמה אלקטרונית.

AOI חתמה על שבעה הסכמים עם חברות מאיחוד האמירויות הערביות לעבודה על לוקליזציה של ייצור או ביצוע שירותי תחזוקה ושיפוץ עבור מספר חברות הגנה אמירתיות.

בשת"פ אחר עם Havelsan, AOI חשפה כטב"ם מעקב עם המראה ונחיתה אנכית, Hamza-1.

במהל EDEX 2025 , AOI לא חתמה על שום הסכם עם חברות אמריקניות, אך נמסר כי שיתוף הפעולה נמשך עם Honeywell, במסגרתו AOI מייצרת חלקים למנועים עבור טנק M1A1 Abrams.

כללי וארגון

3. הפיכת מו"פ למציאות במענה לאתגרי שדה הקרב המודרני

12 בדצמבר 2025

Turning R&D into reality to meet the challenges of the modern battlefield

שני בכירים בחברת-BAE המנהלים את FAST Labs (ארגון מו"פ חדשני בתוך BAE, בעל כ"א איכותי ויכולת מימוש מהיר) רואיינו באשר ליישום מהיר של מו"פ והתאמתו לצרכים המשתנים של שדה הקרב המודרני. להלן כמה נקודות:

- **מהירות** - קצב החדשנות של יריבי ארה"ב משתפר ועובר את זה של הבסיס התעשייתי הביטחוני בארה"ב. נדרשת אסטרטגיה חדשה לקידום מו"פ ביטחוני שתבטיח את עליונות הידע האמריקנית. בתחומי התקשורת והלוחמה האלקטרונית יש משחק מתמשך של אמצעים, אמצעי נגד וחוזר חלילה, בקצב הולך וגדל. למשל, יריביה של ארה"ב יכולים לשלול, תוך זמן קצר, יכולות שפותחו במשך זמן רב בתחום הניווט והתזמון המדויק [שיבוש GPS וכו'] שהיווה מכפיל כוח משמעותי אמריקני. הצורך הוא להמציא **וליישם במהירות** גישות חדשות ומשמעותיות.
- **מערכת של מערכות** או לוחמת פסיפס – גישה שגובשה ב-DARPA בעבר. במקום לפתח פלטפורמות מונוליטיות חדשות בזמן רב, ניתן לשלב יכולות קיימות לבניית מערכת של מערכות בזמן קצר משמעותית.
- **מערכות וטכנולוגיה אזרחיות** - החלטה על שימוש במערכות אזרחיות כבסיס ליישום צבאי, לעומת פיתוח חדש, יכולה להוות את ההבדל בין השגת יתרון בזמן לבין שוויון או הפסד. במיקרואלקטרוניקה נדרשת זהירות רבה בהחלטה היכן צריך להתבדל מהתעשייה האזרחית (המתפתחת בקצב מהיר עם משאבים עצומים שמושקעים בה) והיכן ניתן להסתמך עליה. ל-BAE מומחיות בבחירה זו וכן ארכיטקטורות אלקטרוניות המנצלות את שני העולמות. הם ישקיעו היכן שלא ניתן למצוא פתרון אזרחי מסחרי. הדגישו שהטכנולוגיות האזרחיות זמינות גם ליריבים ולכן נדרשת אלקטרוניקה בהתאמה אישית כדי להשיג יתרונות על מערכות אויב.
- **גישה משימתית** – לקוחה מחא"א. הסתכלות על האסטרטגיה או כלל המשימה המבצעית וגזירת הטכנולוגיות שיאפשרו אותה, במקום הסתכלות מכיוון הטכנולוגיה או מכיוון הבעיה המבצעית הצרה המוצגת לפתרון. לכן קידום טכנולוגיות חדשות נעשה במיקוד למשימות שיש לפתור. כך ניתן להגיע להשפעה גבוהה מהר יותר באמצעות ההשקעה הפנימית של החברה וגם בעזרת מימון מו"פ ממשלתי.
- **תשתית תומכת** – ל-BAE וגופים דומים יש יכולות משמעותיות: תכנון, ייצור, פיתוח מוצרים צבאיים מוקשחים, אחזקה ועוד. הם מייצרים חיבור בין מדעני מעבדת המו"פ לתשתיות הללו ולתחומים העסקיים כדי להפוך את הטכנולוגיות הללו למערכות נשק. דוגמה טובה היא עיבוד אותות מתקדם של מידע (אלקטרונים, פוטונים) שנאסף ע"י חיישנים שכבר קיימים במוצרי החברה, שמביא להשגת יכולות חדשות. הגישה אינה רק לפתח מוצרים חדשים אלא לעסוק בשיפור המוצרים הקיימים. כך, משיגים יכולת תחרותית טובה ומהירה יותר.
- **מערכות מוגדרות תוכנה** – בניגוד לעבר, בו פותחו מערכות נפרדות עצמאיות עתירות תוכנה למטרות שונות כמו תקשורת, מכ"ם ועוד, ניתן היום להתייחס לחומרה גנרית המאפשרת דיגיטיזציה של מידע או פעולה על הספקטרום האלקטרו-מגנטי. התוכנה מגדירה את היישומים השונים. דגש מיוחד ניתן ליישום למידת מכונה [ML] על ספקטרום האלמ"ג - מבוצע באמצעות רשתות עצביות עמוקות (כמו במודלי שפה גדולים) ולמידה שלהן. מושגת יכולת משמעותית בדיוק כמו ההתקדמות המשמעותית של מודלי השפה בעולם המסחרי.
- **אבטחת מערכות תוכנה וחומרה** בסביבה מאתגרת ושוללת - אתגר משמעותי הוא לשמר יכולות של מערכות גם בסביבה מאתגרת [למשל חסימות ל"א]. הגישה היא שימוש בחומרה, תוכנה ומרכיבי בינה מלאכותית כדי למנוע פגיעה ולשמר יכולות תקשורת לחיילים ומערכות בקצה הלוחם גם בתנאים אלו.

כללי וארגון

4. תואר שני חדש, בבינה מלאכותית, הוכרז באקדמיה של צי ארה"ב

18 בדצמבר 2025

US Navy Rolls Out AI Master's Degree as Pentagon Races to Stay Ahead

הצי האמריקני משיק תואר אקדמי חדש – Master of Science in Artificial Intelligence (MSAI) – שמטרתו להכשיר מנהיגים צבאיים עתידיים להבנה ולהפעלה מושכלת של בינה מלאכותית בסביבות מבצעיות. החל מיולי 2026, תוכנית הלימודים בת השנה, שתתקיים בבית הספר הגבוה של הצי במונטריי, קליפורניה, תהיה פתוחה לאנשי שירות בצבא ארה"ב וכן לקצינים ממדינות בעלות ברית.

הקמת תואר ייעודי בבינה מלאכותית מהווה ציון דרך משמעותי בתהליך ההסתגלות של הכוחות לעידן הלחימה הדיגיטלית והאוטונומית. אין מדובר במהלך אקדמי גרידא, אלא בצעד אסטרטגי מובהק שמטרתו לעצב שכבת פיקוד וקצונה המסוגלת להפעיל מערכות AI כחלק אינטגרלי ממערך הלחימה, הפיקוד והשליטה. אחד האתגרים המרכזיים של צבאות מודרניים הוא הפער בין חדשנות טכנולוגית מואצת לבין היכולת הארגונית־פיקודית לקלוט, להבין וליישם אותה בזמן אמת. מערכות בינה מלאכותית כבר משולבות כיום באיסוף מודיעין, בזיהוי מטרות, בניהול רשתות סייבר, ובאופטימיזציה של לוגיסטיקה ופריסת כוחות. עם זאת, ללא קצינים שמבינים לעומק את עקרונות הפעולה, המגבלות והסיכונים, היתרון הטכנולוגי עלול להתבזבז או אף להפוך לנקודת תורפה. התואר החדש נועד לייצר "קצין־מתרגם": מפקד שמסוגל לגשר בין מהנדסים, מפתחים ומדעני נתונים לבין דרישות מבצעיות בשטח. שילוב למידת מכונה, ראייה ממוחשבת ורובוטיקה אינו מכוון רק לפיתוח אמצעים, אלא בעיקר לשיפור תהליכי קבלת החלטות, קיצור זמני תגובה, סינון עומסי מידע, והפחתת אי־ודאות בזירות לחימה מורכבות ורב־ממדיות.

בהיבט הימי, המשמעות ברורה במיוחד. הצי פועל בסביבה רחבת־היקף, עתירת חיישנים ומידע, שבה זיהוי מוקדם של איומים – מצוללות ועד רחפנים – הוא קריטי. AI מאפשרת מיזוג מידע ממקורות רבים, ניתוח דפוסים חריגים, והפעלת כלים אוטונומיים בקנה מידה רחב. קצינים בעלי הכשרה ייעודית יכולים להפעיל יכולות אלו בצורה מבוקרת, תוך הבנה של מגבלות האלגוריתם ושל הצורך בבקרה אנושית.

ממד חשוב נוסף הוא ההיבט האתי והמשפטי. הכללת נושא "שימוש אתי בבינה מלאכותית" בתוכנית הלימודים מעידה על הבנה כי מערכות חכמות אינן ניטרליות. החלטות על שימוש בכוח, סיווג מטרות או הפעלת מערכות אוטונומיות דורשות אחריות פיקודית ברורה. הכשרת קצינים בתחום זה נועדה למנוע מצב שבו אלגוריתם "קופסה שחורה" מכתיב החלטות קריטיות ללא פיקוח אנושי.

ברמה האסטרטגית, המהלך משתלב במרוץ הבינלאומי על עליונות בינה מלאכותית צבאית. סין, למשל, משקיעה משאבים עצומים בפיתוח לוחמה חכמה, אוטונומיה ושילוב AI בפיקוד ובשליטה. התוכנית של הצי משדרת מסר ברור: היתרון לא יישען רק על חומרה ותוכנה, אלא גם. ואולי בעיקר, על איכות ההון האנושי.

פתיחת התוכנית גם לקצינים ממדינות בעלות ברית מחזקת את ההיבט הקואליציוני. שפה משותפת, סטנדרטים משותפים והבנה פיקודית דומה מאפשרים פעולה משולבת טובה יותר בזירות רב־לאומיות. בסיכומו של דבר, תואר MSAI אינו רק השקעה בהשכלה, אלא מהלך מבני שמטרתו להבטיח שהבינה המלאכותית תהפוך למכפיל כוח אמיתי – כזה שמופעל במודעות, באחריות וביעילות – בעידן שבו קצב, מידע ויכולת הסתגלות הם מפתחות לניצחון.

כללי וארגון

5. שימוש בסוללות לאספקת חשמל בעת חירום

21 בדצמבר 2025

When disasters strike, home batteries could be a lifeline

סוללות ביתיות אינן רק אמצעי לחיסכון בחשמל, אלא מרכיב טכנולוגי בעל חשיבות קריטית לעמידות בעת חירום.

באוסטרליה, שבה אירועי מזג אוויר קיצוניים הפכו תכופים וחמורים יותר, נרשמו בשנים האחרונות הפסקות חשמל רחבות היקף: בשיטפונות בנורת'רן ריברס ב־2022 כ־70 אלף בתים נותרו ללא חשמל, בסופת 2024 בויקטוריה יותר מחצי מיליון בתים נותקו מהרשת, ובציקלון אלפרד ב־2025 כ־320 אלף בתים איבדו אספקה. תשתיות החשמל המסורתיות פגיעות במיוחד לנפילת עצים, הצפות, שריפות ושיבוש תחנות משנה, ולכן כל פגיעה כזו משבשת גם שירותי חירום, מרפאות, מרכזי פינוי ותקשורת.

המאמר מפרט את היכולות הטכניות של סוללות ביתיות: מערכות מודרניות מסוגלות לפעול במצב של ניתוק מהרשת בעת תקלה והמשך אספקת חשמל לבית באמצעות הסוללה בלבד. סוללות נפוצות כיום הן בקיבולת של כ־10 עד 17 קוט"ש, ובמקרים מסוימים אף יותר. הן מסוגלות להפעיל מקרר, תאורה, תקשורת, מכשירים רפואיים ביתיים ומשאבות מים. בנוסף, סוללות ליתיום־ברזל־פוספט (LFP) נחשבות בטוחות יותר מבחינה תרמית ומתאימות במיוחד לאזורים מועדים לשריפות. מציינים את האפשרות לשלב סוללות ביתיות במיקרו־רשתות קהילתיות, שבהן מספר בתים או מבנים מחוברים יחד ויכולים לייצר ולצרוך אנרגיה באופן מבוזר, וכן להשתתף ברשתות חשמל וירטואליות המאפשרות ניהול מרוכז של אלפי סוללות לצורך איזון עומסים.

בקליפורניה, מיקרו־רשתות מבוססות סוללות המשיכו לפעול בזמן שריפות 2025; ובאוסטרליה, בעלי רכבים חשמליים השתמשו בטעינה דו־כיוונית כדי לספק חשמל לבתיהם בזמן ציקלון אלפרד. טכנולוגיות אלו מאפשרות שימוש ברכב חשמלי כסוללה ניידת בקיבולות של 50–70 קוט"ש ואף יותר.

במסגרת תוכנית Cheaper Home Batteries Program הותקנו באוסטרליה יותר מ־146 אלף סוללות בחמישה חודשים בלבד, והיעד הוא מיליון התקנות עד 2030. חישוב מראה שאילו 10% מהבתים שנפגעו מהפסקת החשמל בויקטוריה ב־2024 היו מצוידים בסוללה ממוצעת של 17 קוט"ש, היה מצטבר מאגר של כ־900 מגה־ואט־שעה – די כדי להפעיל שירותים חיוניים בהספק של 10 מגה־ואט במשך יותר משישים שעות.

מוזכרים גם פתרונות ניידים: פרויקט Driving Resilience בקווינסלנד בוחן תחנות אנרגיה ניידות המבוססות על סוללות ביתיות, תאי דלק מימניים ומקורות אנרגיה ניידים נוספים, שניתן להציב במרכזי פינוי או אזורים מנותקים מחשמל. לבסוף מוצעת מדיניות חדשה: סבסוד מוגבר לבתים באזורים מועדים לאסונות בתמורה להתחייבות לשתף אנרגיה בעת חירום. סוללות ביתיות, אם יוטמעו בהיקף רחב וינוהלו נכון, יכולות להפוך לרשת חירום מבוזרת שתסייע לקהילות לשרוד אסונות טבע ולשמור על תפקוד בסיסי גם כאשר רשת החשמל המרכזית קורסת.

כללי וארגון

6. חא"א הדגים עדיפות של בינה מלאכותית על מתכננים מבצעיים אנושיים

9 בינואר 2026

AI Beats Human Planners in DASH 3 Battle Planning Challenge

פרויקט הספרינט השלישי של חא"א, Decision Advantage Sprint עבור Human-Machine Teaming, המכונה DASH3 , מהווה צעד נוסף בשילוב בינה מלאכותית (בינ"מ) בתהליכי עבודה אמיתיים של תכנון קרב. האירוע הפגיש מתכננים אמריקנים ושותפים מקנדה ומבריטניה כדי לראות כיצד כלי בינה מלאכותית יכולים להאיץ ולשפר את קבלת ההחלטות הרב-תחומית. בהובלת צוות חוצה תחומים של מערכת ניהול הקרב המתקדמת, DASH3 נתן למשתתפי התעשייה הזדמנות לעבוד לצד מפעילים כדי לבחון מערכות בינה מלאכותית שנועדו לספק "יתרון בקבלת החלטות". הספרינט התמקד ביצירת דרכי פעולה (COA - courses of action), שהן קבוצות מובנות של בחירות מבצעיות התואמות את כוונת המפקד תחת אילוצי זמן ומשאבים. תוכניות אלו לרוב מורכבות, וכוללות שרשראות הרג ארוכות טווח, ניהול לוחמה אלקטרומגנטית, פעולות חלל וסייבר, או משימות לחימה זריזות כמו העברת מטוסים במהירות.

באופן מסורתי, בניית דרכי פעולה היא תהליך ידני שלוקח דקות ולעתים קרובות מניב רק קומץ אפשרויות ריאליות. ב-DASH3, כלי בינה מלאכותית יצרו מהלכים רב-תחומיים בפחות מדקה, תוך התחשבות בסיכון תפעולי, ניתוב מרחבי, תזמון, תמהיל כוחות ודרישות תדלוק. השוואות הראו שפתרונות בינה מלאכותית היו

מהירים יותר בעד 90 אחוז ממתכננים אנושיים, ולתוצרים היה שיעור תוקף טקטי של 97 אחוזים, בעוד שפתרונות שפותחו על ידי בני אדם ארכו כ-19 דקות ופחות ממחציתם נחשבו בני-קיימא באופן דומה.
חיל האוויר הדגיש כי בינה מלאכותית לא החליפה את שיקול הדעת האנושי אלא העצימה אותו. במקום להציע תשובה אחת "טובה ביותר", הכלים, על פי הדיווחים, הרחיבו את מגוון האפשרויות המעשיות, ואפשרו למפקדים לשקול סיכונים, פשרות ואסטרטגיה תחת לחץ. המשתתפים ציינו כי בינה מלאכותית ספגה חלק ניכר מעומס העבודה האנליטי, ושחררה בני אדם להתרכז בקבלת החלטות קריטיות ובאישורים. DASH3 גם הראה שכלי בינ"מ יכולים להציע מספר חלופות במקביל, מה שמאפשר הסתעפות החלטות במהירות ובקנה מידה שבני אדם אינם יכולים להשתוות אליהם בזמנים לחוצים. בתרגיל DASH3 נעשה ניסיון להתגבר על מגבלות מעשיות שממשיכות ללוות את שילוב הבינה המלאכותית בתכנון מבצעי. אחד מאתגרים אלה היה מזג האוויר. בעוד שמשימות בעולם האמיתי מושפעות מתנאים משתנים, הניסוי טרם שילב נתוני מזג אוויר דינמיים במודלים של בינה מלאכותית. במקום זאת, מפעילים דימו שיבושים כמו סגירת שדות תעופה, עיכובים ופגיעה בפעילות באמצעות "כרטיסים לבנים". גרסאות עתידיות שואפות לשלב נתוני מזג אוויר בזמן אמת.
דגש נוסף היה על אמינות הבינה המלאכותית, כולל הסיכון ל"הזיות", או פלטים שגויים שיכולים להתרחש במודלי שפה גדולים. מפתחים יישמו אמצעי הגנה כדי למזער מצבי כשל אלה ועקבו אחר הביצועים לאורך כל הספרינט.
הלקחים צפויים להוביל לניסויים עתידיים בשנת 2026, תוך התמקדות בשיפור האמון, האמינות והתיאום הרב-לאומי בבינה מלאכותית.

כללי וארגון

7. דיסאינפורמציה כמרכיב בלתי נפרד מלוחמה מודרנית. כיצד יש להתגונן מפניה?

12 בינואר 2026

Defending the homeland means fighting disinformation
להלן תקציר של מאמר-דעה, שכתב ויליאם קופין (William Coffin), מומחה רב ניסיון בתחום זה שעבד בצבא ארה"ב ובגופים ביטחוניים אחרים.
המאמר מציג טענה חדה וברורה: דיסאינפורמציה זרה איננה עוד בעיה אזרחית, תקשורתית או רגולטורית – אלא איום ביטחוני אסטרטגי על ביטחון ארצות הברית, המחייב מעורבות פעילה של הצבא. קופין ממקם את לוחמת המידע בלב תפיסת ההגנה הלאומית, כחזית קוגניטיבית שבה מעוצבים תודעה, אמון ציבורי וקבלת החלטות.
נקודת המוצא היא שהתקפות דיסאינפורמציה מצד רוסיה וסין הן מתקפה מתמשכת על החברה האמריקנית. בניגוד לאיומים קינטיים, מדובר באיום חמקמק הפועל דרך רשתות חברתיות, כלי תקשורת ומרחב השיח הציבורי. מטרתו אינה השמדה פיזית אלא שחיקה הדרגתית של החוסן החברתי, ערעור האמון במוסדות המדינה, והעמקת הקיטוב הפנימי – תנאים שמחלישים את יכולתה של ארצות הברית להגן על עצמה ולקבל החלטות רציונליות.
המאמר מדגיש הבדלים בדוקטרינות של היריבים. רוסיה פועלת באמצעות הצפה – "צינור השקרים", כלומר זרם בלתי פוסק של מידע כוזב שמציף את המרחב הדיגיטלי ומקהה את יכולת הציבור להבחין בין אמת לשקר. השיטה מתבססת על אלגוריתמים של פלטפורמות מסחריות, שמעצימים תכנים קיצוניים ומפלגים. סין, לעומת זאת, פועלת בגישה ממוסדת ומתוחכמת יותר: חדירה לערוצי מידע לגיטימיים, שתילת תכנים בתקשורת מערבית, ושימוש באתרים וחשבונות שנראים אמינים אך משמשים תעמולה מדינתית.
החידוש המרכזי הוא תפקידה של הבינה המלאכותית המאפשרת ליריבים לייצר דיסאינפורמציה בקנה מידה, במהירות וברמת דיוק שלא היו קיימים בעבר. דיפ־פייקים קוליים וחזותיים מערערים את עצם מושג האמינות, ומאפשרים פגיעה ישירה בתהליכי ממשל, דיפלומטיה וביטחון. בכך הופכת לוחמת המידע מאיום "רך" לכלי אסטרטגי מהמעלה הראשונה.

קופין מבקר בחריפות את תגובת הממשל האמריקני עד כה. ניסיונות אזרחיים־רגולטוריים נכשלו בשל חששות מפגיעה בחופש הביטוי, טענות להתערבות פוליטית ולחץ ציבורי. פירוק גופים ייעודיים הותיר חלל אסטרטגי, שבו היריבים פועלים כמעט ללא מענה. מכאן נובעת טענתו המרכזי **כאשר האיום הוא ביטחוני – התגובה צריכה להיות ביטחונית.**

תפקידו של הצבא

המאמר מציע להטיל על משרד ההגנה והצבא תפקיד מוביל בלחימה בדיסאינפורמציה כחלק מהגנת המולדת. היתרון המרכזי של הצבא, לטענתו, הוא האמון הציבורי הגבוה שממנו הוא נהנה. בעידן של שחיקת אמון במוסדות אזרחיים ובתקשורת, הצבא נתפס כגוף מקצועי, לא־מפלגתי ואמין, נכס אסטרטגי במאבק תודעתי. בנוסף, לצבא כבר יש יכולות רלוונטיות: מודיעין, ניתוח השפעה זרה, חשיפת רשתות עוינות והערכת כוונות. קופין מדגיש את גישת "prebunking" - חיסון מוקדם של הציבור באמצעות חשיפה יזומה של מהלכי היריב, כמודל מוכח, במיוחד בהקשר של חשיפת כוונות רוסיה ערב הפלישה לאוקראינה.
עם זאת, המחבר אינו מתעלם מהסכנות. מעורבות צבאית במרחב המידע עלולה להיתפס כהתערבות פוליטית או כפגיעה בזכויות אזרח. לכן הוא מדגיש את הצורך ברגולציה ברורה, פיקוח אזרחי, שקיפות ודוקטרינה מוגדרת. המסר הוא שהצבא חייב לפעול אך ורק נגד פעולות זרות מאורגנות , ולא להיגרר לוויכוחים פנימיים על "אמת" פוליטית.
בסיכומו של דבר, המאמר ממסגר את הדיסאינפורמציה כמרכיב בלתי נפרד מלוחמה מודרנית. כפי שהצבא מגן על גבולות פיזיים, כך עליו להגן על המרחב הקוגניטיבי של המדינה. השאלה איננה אם נכון שהצבא ייכנס לזירה – אלא האם מדינה יכולה להרשות לעצמה להשאיר זירת לחימה כה מרכזית ללא הגנה ייעודית.

כללי וארגון

8. הבינה המלאכותית לא נהיית חכמה יותר. אנחנו נהיים טיפשים יותר

23 בינואר 2026

AI isn't getting smarter. We are getting dumber

מאמר–דעה קצת פרובוקטיבי, מאת Rich Haridy, עיתונאי ומבקר אמנות.

אני לא בטוח כמה זמן ייקח לך לקרוא את המאמר הזה. אולי כמה דקות. אולי תיקח קצת יותר זמן ותקדיש לו קריאה מעמיקה. כך או כך, אני בטוח שכל משך הזמן שתשקיע בקריאה כאן לא יתקרב אפילו לכמות הזמן שלקח לי לכתוב אותו. וזה דבר טוב. ככה תקשורת אמורה לעבוד.
הנה המשוואה: הזמן שלוקח למישהו לעבד פיסת מידע צריך להיות קצר באופן יחסי מהזמן שלקח לחבר את התוכן הזה.
לא אמור לקרות מצב שלוקח למישהו יותר זמן לקרוא משהו, מאשר הזמן שלקח לאדם אחר לכתוב אותו. למעשה, הזמן שלוקח ליצור תוכן שנועד להעברה ותקשורת אמור להיות ארוך בהרבה מהזמן שלוקח לקרוא אותו בצד השני. זה מה שהופך תקשורת לבעלת ערך.
ספר עיון סטנדרטי, למשל, עשוי לקחת למישהו שנה או שנתיים לכתוב, כנראה מאות שעות של כתיבה ומחקר. כדי לקרוא את הספר הזה, לעומת זאת, יידרשו לקורא 10 עד 15 שעות.
בקצה השני של הסקאלה, אימייל אקראי עשוי לקחת חמש דקות לכתוב, ופחות מדקה לנמען לקרוא. בצורתו התמציתית ביותר, אימייל יכול להיווצר כמעט באותה מהירות כמו דיבור. "כן, בוא נקבע את הפגישה לשישי, נתראה אז" לוקח בערך אותו זמן לקרוא כמו לכתוב ולשלוח. אולי אפילו משתמשים בתוכנת הכתבה ומכתיבים את האימייל. כאן אנחנו מתקרבים מאוד לשוויון מבחינת הזמן שמושקע בשני קצוות תהליך

התקשורת, אבל הקרבה הזו יכולה להיות קשורה לערך הכללי של המידע. בדוגמה הזו, המידע זמני, קלוש, ובעל שימוש מוגבל.
ההונאה הגדולה ביותר של זמננו המודרני היא הרעיון שיעילות גוברת על כל שיקול אחר: נצל את הזמן שלך בחוכמה. אל תבזבז זמן. תסיים כבר. כמה הספקת היום? יעילות היא ערך עליון בעולם קפיטליסטי שבו צמיחה ופרודוקטיביות הם המניעים המרכזיים כמעט לכל דבר. ככל שאתה מספיק יותר, כך טוב יותר. אבל יש נקודה שבה המרדף אחר יעילות הופך למפגע. התקשורת עצמה מאבדת מערכה עד כדי כך שייצור התוכן נהיה חשוב יותר מהתוכן עצמו.
מערכות LLM/AI מודרניות לקחו אותנו אפילו מעבר לרוביקון הזה. כיום אנחנו יכולים לייצר הררי תוכן בן רגע. אימייל שנמען צריך חמש או עשר דקות כדי לקרוא, נוצר אצל השולח תוך שניות. אולי מישהו עוד עושה את הדבר ה"אחראי" וקורא את האימייל שנוצר, לפני שהוא לוחץ על "שלח". אולי לא.
אולי הנמען כבר מבין כמה תוכן שנוצר על ידי מודלים כאלה נשלח אליו. אז הוא מקים מערכת אוטומטית שסורקת ומסכמת את כל האימיילים שלו. הרי היעילות שולטת בשני קצות הספקטרום ויש יותר מדי אימיילים מכדי "לבזבז זמן" על לקרוא את כולם באמת.
מה בכלל שווה לקרוא היום את הטקסט המלא כשאפשר לקבל מיד תקציר בנקודות? מה בכלל שווה לכתוב היום כשאתה יודע שסביר שמערכת AI תעבד את העבודה ותהפוך אותה למשפט אחד?
אולי אתה משתמש ב-AI רק כדי לחדד את המחשבות שלך. להפוך את הערבוביה של רעיונות בראשך לפסקאות קוהרנטיות ותקשורתיות. אתה אומר לעצמך שזה בסדר, כי אתה בודק את התוצאה, ולעיתים גם עורך את הפלט. בסוף אתה מגיע בדיוק למה שרצית לומר, רק בצורה וסגנון טובים יותר מכל דרך שבה היית יכול לנסח זאת בעצמך.
אבל האם מה שיוצא בסוף אלו באמת המחשבות **שלך**? ומה יקרה אם כולם יתחילו לעשות את זה? להפוך כל אינטראקציה אנושית למפגש רובוטי אחיד והומוגני? אם נעשה את זה מספיק זמן, בסופו של דבר נתחיל לאבד את היכולת לתקשר ולהעביר לאחרים את המחשבות הפנימיות שלנו. המוח שלנו יתחיל לחשוב במונחים של פרומפטים ל- LLM. כל מה שאני צריך הוא את התמצית של מה שאני רוצה לומר והמערכת תמלא את החסר. וכשגם המחשבות הפנימיות שלנו יתחילו להיראות כמו פלט של LLM פתאום נבין עד כמה "חכם" המחשב נהיה. וואו, נחשוב. האם זה אומר ש- AI סוף־סוף נהיה בעל תודעה? האם זו הסינגולריות? האם בינה מלאכותית כללית כבר כאן? המחשב חושב בדיוק כמוני!
אבל הוא לא.
אנחנו לא עיצבנו את AI למשהו ייחודי. הטכנולוגיה לא התפתחה לכדי ישות סופר־אינטליגנטית. במקום זה, היא הופכת אותנו למשהו חסר מחשבה, למשהו מכני. אנחנו הופכים למודל של מכונה. שוכחים איך לתקשר. **אנחנו כל כך טיפשים, שאנחנו פשוט חושבים שהמכונות חכמות.**

כללי וארגון

9. שיא בגיוסי הון של תעשיות ביטחוניות חדשות במערב

20 בינואר 2025

Defense tech startups had their best funding year ever in 2025

אפשר ששנת 2025 סימנה נקודת מפנה היסטורית במימון טכנולוגיות ביטחוניות. נתונים של PitchBook ו- CB Insights מאשרים שזו הייתה שנת השיא בגיוסים עבור הסקטור. מהמידע שמביאים שני הגופים עולה שמשקיעים מתמקדים כיום במערכות אוטונומיות ובינה מלאכותית, על רקע הגדלת תקציבי ביטחון גלובליים ולקחים (או לפחות לקחים לכאורה) מהמלחמה באוקראינה.
לפי PitchBook, שווי העסקאות בתחום ה"דיפנס-טק" זינק לשיא של 49.1 מיליארד דולר ב-2025, לעומת 27.2 מיליארד בשנה הקודמת. נתוני CB Insights מצביעים על כך שמימון הוני (Equity funding) בתחום יותר מהכפיל את עצמו ל-17.9 מיליארד דולר. קצב הצמיחה בתחום עקף את השוק הכללי (שעמד על 47%).

ארה"ב הובילה בהיקף גיוס ההון עם כמעט שילוש הסכום שגויס בה ל-14.2 מיליארד דולר, בעיקר בזכות סבבי ענק של חברות כמו Anduril ו-Saronic. זאת ביחס לעליה של 38% בסכום שגויס באירופה (2.38 מיליארד דולר).

עם זאת, אירופה הציגה מגמת גידול משמעותית יותר במספר הכולל של העסקאות, עם עלייה של 67% בכמות העסקאות (ל-100), לעומת עלייה של 30% בארה"ב (שעמד על 155 עסקאות).

זאת ועוד, שנת 2025 גם רשמה שיא של 54.4 מיליארד דולר באקזיטים, בהובלת רכישת Groq על ידי אנבידיה (עסקה בסך 20 מיליארד אירו).

נראה שהצלחת הרחפנים ו-AI באוקראינה שינתה את תפיסת קרנות ההון-סיכון באשר לכדאיות ההשקעה במגזר ההיי טק הביטחוני. המיקוד עבר למערכות זולות, ניתנות לייצור מהיר (Scalable) ולעיבוד נתונים מהיר. במקביל, קרנות הון סיכון מה"מיינסטרים" זנחו התנגדויות אתיות מהעבר, וכעת ממסגרות השקעות ביטחוניות כתמיכה בערכים דמוקרטיים.

אנליסטים מציינים שהשוק עובר כעת משלב ה"המצאה" לשלב ה"ביצוע" ושהאתגר העסקי הבא יהיה בהגדלת כושר הייצור. חברות הזנק יצטרכו להוכיח יכולת המרה של כספים שגייסו לקווי ייצור המוניים, תוך שימוש ברובוטיקה ושרשראות אספקה מבוססות תוכנה.

בכל הנוגע למה צפוי השנה, ייתכן שמגמת האקסיטים תתחזק ונראה חברות סטארטאפ גדולות נרכשות על ידי הקבלנים הביטחוניים המסורתיים (Primes), המעדיפים לרכוש יכולות מוכחות מאשר לפתח אותן מאפס. אנליסטים טוענים שההשקעות צפויות להמשיך לגדול גם השנה, עם התרחבות מעבר לכלים אוויריים גם לאוטונומיה ימית ויבשתית. עם זאת, התשואות יהיו תלויות ביכולת הביצוע. חברות שיצליחו לייצר תפוקה עקבית ולהתגבר על אילוצי שרשרת האספקה יובילו את השוק.

כללי וארגון

10. מומלץ לעיון

17 בדצמבר 2025

The Future of Air and Space Power: Intersections of Theory and Technology

מומלץ במיוחד פרק 5, העוסק בטכנולוגיות מפציעות.

כללי וארגון

יבשה

11. פולין קיבלה את המנה הראשונה של רק"ם חי"ר Borsuk

8 בדצמבר 2025

Poland Receives First Batch of Borsuk Combat Vehicles



רק"ם מתמרן לחי"ר מסוג Borsuk צילום: US Army

פולין קיבלה רשמית את 15 כלי הרק"ם הראשונים שלה מדגם Borsuk, המהווה צעד מפתח במודרניזציה של כוחותיה הממוכנים. רק"ם זה הוא חלק מתוכנית רחבה יותר לצייד את הכוחות הפולניים ב-111 כלים מסוג Borsuk, במסגרת חוזה בשווי של כ-1.8 מיליארד דולר, לאספקות עד 2029.

הרק"ם Borsuk, שפותח ויוצר על ידי קבוצת Polska Grupa Zbrojeniowa עם Huta Stalowa Wola, הוא רק"ם זחלי ואמפיבי שנבנה להובלת חי"ר והגנה עליו מפני נשק קל, נשק נ"ט ומטעני חבלה מאולתרים. מעבר לפריסתו בחזית, התוכנית כוללת הכשרה ותמיכה לוגיסטית לחיילים, והתוכניות כבר בעיצומן לגרסאות נוספות, כולל רכבי פיקוד וגרסאות תמיכה ליחידות כימיות.

היכולת האמפיבית של Borsuk, בשילוב עם ניידות גבוהה, כוח אש עם קטלניות גבוהה ומיגון, נועדו להחליף ציוד ישן ולשפר את המוכנות המבצעית ברחבי גבולה המזרחי של פולין.

שר ההגנה הפולני מקווה שהעבודה על גרסאות עתידיות ופתרונות הגנה עבור פולין תהיה "קצרה יותר, כי אין לנו זמן".

יכולות ה–Borsuk

הרק"ם משקף מגמות רחבות יותר בתכנון כלי רק"ם מודרניים של חיל רגלים, תוך דגש על גמישות, שרידות ושילוב עם כוחות ברשת. עיצובו האמפיבי מאפשר חציית נהרות מהירה ופעולות בשטח מאתגר, מבלי להסתמך על גשרים או מעבורות, וכן הוא מספק גמישות מבצעית בתרחישי לחימה קונבנציונליים וכן בתרחישי לוחמה היברידיים.

חימושו של הרק"ם כולל תותח בושמאסטר Mk.44S (Bushmaster) בקוטר 30 מ"מ, משגר טילי נ"ט כפול מדגם Spike, ומקלע מקביל UKM-2000C בקוטר 7.62 מ"מ – כולם משולבים בצריח ZSSW-30 המופעל מרחוק. מערכת הצריח של ZSSW-30 מאפשרת ירי מדויק לטווחים שונים, בעוד שמשגר טילי Spike מאפשר פעולות יעילות נגד שריון.

יבשה

12. כרב"ם חדש ישפר את יכולות הצבא האוקראיני

15 בדצמבר 2025

Ratel X Signals Ukraine's Next Step in Ground Drone Design

ראטל X הוא כלי קרקעי קומפקטי, מופעל מרחוק, שעוצב על פי משוב מהחיילים בחזית. הוא בעל מערכת הנעה עם שישה גלגלים עצמאיים, מרווח גחון מהקרקע גבוה, ויכולת נשיאת משאות כבדים. מדובר בפלטפורמה קומפקטית בעלת ניידות וכושר תמרון המיועדת לסייע לכוחות בחזית. המערכת משלבת מודולריות ועמידות. שישה גלגלים עצמאיים מחזיקים אותה יציבה גם על פני שטחים לא מישוריים. גובה מרווח גחון של 42 סנטימטרים מאפשר תנועה ונווט באזורי לחימה פגועים כמו הריסות בניינים. הפלטפורמה יכולה לנוע לטווחים של עד 120 קילומטרים במהירות של 18 קמ"ש, בעומס מטען של 400 קילוגרם. הדגמים מתוכננים לתחילת ייצור בינואר 2026. לרכב תהיה רמת מיגון בליסטי קלאס 2 ע"י לוחות מיגון שיוצמדו לדפנות הפלטפורמה.

המשוב מהחיילים שיחק תפקיד מרכזי בעיצוב. הדגם הנוכחי כולל מסגרת גוף נמוכה יותר כדי להקשות על זיהוי מהאוויר, וגם משפר את האחיזה והיציבות של הרכב בנסיעה על הקרקע. השלדה הורחבה כדי לשפר את היציבות בפניות חדות ועל מדרונות משופעים. מצלמות משולבות בכלי משפרות את אפשרות הצפייה והניהוג של המפעיל גם בתנאים קשים.



יבשה

13. טורקיה מציגה ירי נ"ט משולב של קבוצת כרב"מים שונים

13 בדצמבר 2025

Turkey Orchestrates Multi-UGV Missile Strike in High-Level Teaming Demo

טורקיה הציגה את מערכת KARAOK בהפעלה טקטית. המערכת מבוססת על שילוב של מספר כרב"מים שונים, הנשלטים מרחוק. המערכת ביצעה תקיפה של מספר טילים בו זמנית, בהדגמת פעולת צוות ברמה גבוהה. מערכת הטילים מיועדת לתקוף פלטפורמות שריון.

הטיל ROKETSAN KARAOK בקוטר 125 מ"מ שוקל כ-16 קילוגרם, טווח תקיפה של 2.5 קילומטרים, ראש קרב טנדם חודר שריון. המערכת מוגדרת כדור הבא של טילי נ"ט, עם בקרה ושליטה היכולות לחבר מגוון פלטפורמות לכדי הפעלה משולבת ותקיפה מתואמת. ההדגמה מצביעה על התקדמות שהושגה בתיאום ירי מדויק בין פלטפורמות קרקעיות אוטונומיות מפוזרות.



ההתקנה המשולבת לכלי הרכב המבוזרים בשטח, מאפשרת נהלי שיגור מהירים ובטוחים יותר ותזמון מדויק יותר, בסיוע בקרות המונעות בבינה מלאכותית. על ידי איחוד כל רכיבי האש, המערכת מגבירה את יכולת התקיפה המתואמת ומשפרת את התגובתיות לדרישות משימה משתנות.
הטיל עצמו הוא בעל יכולת מתקדמת של ירי במסלול תקיפה ישיר (שטוח מסלול), וכן במסלול תקיפה עילית. שולבה בו גם היכולת לירי "שגר ושכח", המאפשר טקטיקה של התחמקות מהירה של המשגר היורה, למניעת ירי של אש מנגד.



[יבשה]

14. שת"פ בריטי-גרמני לייצור תומ"ת RcH155

29 בדצמבר 2025

[UK and Germany sign $70m deal for RcH 155 military artillery]
הצבא הבריטי מסר את התומ"תים הישנים AS90 לאוקראינה וכפתרון ביניים רכש 14 תומ"תים Archer מהשבדים. נמסר שנחתם שיתוף פעולה בין גרמניה ובריטניה, אשר יוביל לייצור משותף של התומ"ת הגלגלי החדש, שפותח ע"י חברת ריינמטאל הגרמנית: RcH 155. הכלי החדש בנוי על שלדת רק"ם החי"ר Boxer.
לפי ההסכם, יבוצעו ניסויים מקבילים והכנות ייצור בשתי המדינות, כאשר דגם אחד יועבר למטרה זו לבריטניה ושני דגמים יישארו בגרמניה. ע"י כך יזרזו את תהליכי ההתארגנות תוך שיפור הדיאלוג בין הצדדים.
היתרונות הבולטים של התומ"ת RcH 155:
רק"ם גלגלי – ניידות טקטית ואסטרטגית; צוות התומ"ת - 2 אנשים בלבד (!) אפשרות לירי תוך כדי תנועה; החלפה מהירה של עמדות ירי. הטווח של התותח: עד 70 ק"מ.
יש כמובן יתרונות פוליטיים שמעניק ההסכם החדש, כולל הגברת שיתוף הפעולה הצבאי של שתי מדינות נאט"ו וגם שיפור מצב התעסוקה בתעשייה הבריטית.



[יבשה]

15. תחליף לציפוי כרום בקנים ארטילריים

11 בדצמבר 2025

Paradigm, Perfect Bore to establish gun barrel coating facility in UK

הציפוי הפנימי המקובל לקנים של תותחים הוא כרום. אחד החסרונות הגדולים של ציפוי כרום הוא הרעילות הכרוכה בכך. שתי חברות, Paradigm ו-Perfect Bore חתמו על בסכם שיתוף פעולה להקמת מפעל בבריטניה לסוג חדש של ציפויי קנים.

לפי הכתבה רוב הציפויים מבוצעים מחוץ לאירופה – בגלל התקנות REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of chemical).

הציפוי של חברת Paradigm מבוסס על שיטה EPVD (Enhanced Physical Vapor Deposition). יישום סדרתי של הציפוי בשיטה זו יבוצע ע"י מפעל חדש בבריטניה של Perfect Bore. לפי הכתבה, הציפוי החדש מאריך את חיי הקנים ומונע השלכות שליליות (רעילות) על הסביבה.

יבשה

16. נמשכות הבעיות הטכניות בפרויקט הרק"ם הבריטי Ajax

9 בדצמבר 2025

The British army's faulty Ajax

After soldier sickness, UK procurement minister to launch reviero into Ajax advice

אחרי תקופה ארוכה של פיתוח, הצבא הבריטי הזמין בחברת GD UK (General Dynamics United Kingdom) 589 כלי רק"ם Ajax. סיום הייצור תוכנן ל-2029.

כבר בתקופת ניסויי הפיתוח התעוררו בעיות טכניות של רעידות ורעש, שגורמות לתחושות קשות לחיילים. הניסויים הופסקו והמפעל תיקן את הסיבות לתופעה. תהליך הייצור, שהופסק בגלל התקלה, חודש. סופקו לצבא 160 כלים.

לאחרונה, בעיית הרעידות התעוררה שוב. בין היתר, כאשר בעת ביצוע תרגיל 30 חיילים חשו ברע, כולל הקאות ואובדן השמיעה, בגלל סימפטומים של רעש ורעידות. הדבר קרה בסמוך למועד בו התכוונו להכריז על אבן דרך חשובה "IOC" (Initial Operational Capabilities) של כניסה פורמלית לסד"כ – באיחור של 8 שנים בהשוואה לתוכנית.

כתוצאה מהתלונות של המפעילים, משרד ההגנה החליט להשהות את התהליכים לשבועיים עד לקבלת דו"ח בדיקה המאשר שהכלי בטוח להפעלה. דובר משרד ההגנה הודיע שהרק"ם עבר בעבר ניסויים נרחבים של 42 אלף ק"מ ולא נמצא שום פגם מערכתי בנושאי התלונות. אין להם הסבר מדוע התקלות חזרו שוב. הנושא הועלה גם בפרלמנט הבריטי. המצב החדש עלול גם לדחות את ההגעה לאבן הדרך FOC (Final Operational Capability) ובכך גם לסכן את הסכם הייצוא של הרק"ם לאסטוניה לפי החוזה וגם למדינות אחרות.

יבשה

17. זרוע חכמה מקנה תכונות מיוחדות לרובוט-כלב

12 בדצמבר 2025

Ghost Robotics Adds Human-Like Dexterity to Vision 60 Robot Dog

Ghost Robotics מוסיפה זריזות אנושית ל'כלב הרובוטי' Vision 60 ע"י זרוע מניפולטור חכמה.

הזרוע היא מערכת קלה, מודולרית, המותקנת בהתקנה עילית על הרובוט Ghost Robotics Vision 60 QUGV.

לזרוע יש שש דרגות חופש ועיצוב שניתן לשליטה מלאה מרחוק.

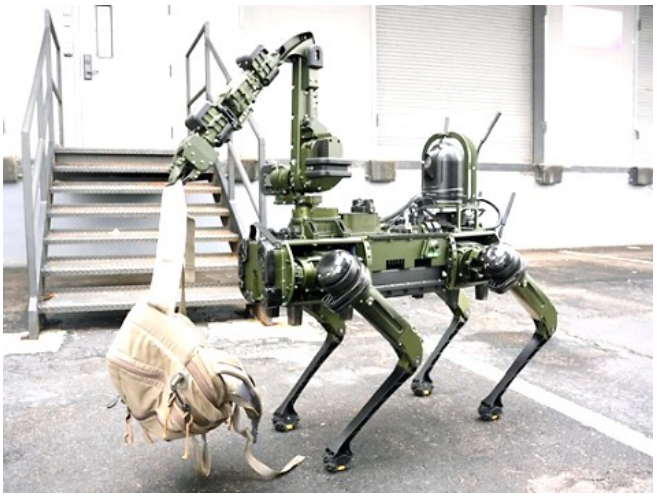


Ghost Robotics Vision 60 Q-UGV המצויד בזרוע

המערכת קלת משקל, מודולרית ומותקנת בחלקו העליון של הרובוט. הזרוע מאפשרת לכלב הרובוטי לפתוח דלתות, להוציא חפצים, להחזיק כלים ולתקשר עם סביבתו, תוך שמירה על זריזות ויציבות. עם שש דרגות חופש ועיצוב שניתן לשליטה מלאה מרחוק, על פי פקודות תפעול, הזרוע מספקת למפעיל שליטה חלקה ורגישה המתבססת גם על העמידות והיציבה של רגלי הרובוט.

"כבר בנינו רובוטים עם רגליים עבור כמה מהלקוחות התובעניים ביותר בעולם, הפועלים בסביבות הקשות ביותר," אמר מייסד שותף ומנכ"ל Ghost Robotics. "עכשיו, אותם רובוטים יכולים לשלוט בעולם סביבם, ונותנים לכוחות החירום, לוחמים ומפקחים פלטפורמה בטוחה ומסוגלת יותר למשימות מסוכנות או קשות לביצוע."

הזרוע גם מרחיבה את תפקיד הרובוט בהגנה, מפירוק חומרי נפץ ותגובה לאסונות ועד לבדיקה וייצור, בכל מקום שבו נדרשת מניפולציה מדויקת מרחוק. זרוע המניפולטור מתפרסת לאורך של מטר אחד ושוקלת 10.6 קילוגרם, מה שמאפשר למפעילים לבצע משימות מורכבות בלי להעמיס על הרובוט. כוח האחיזה שלו מגיע ל-11.3 קילוגרם והמומנט שיכול לממש הוא מטען של 3.75 קילוגרם בטווח (זרוע), של 50 סנטימטר. הרובוט נבנה לפעול בסביבות קשות, בין מינוס 40 ל-55 מעלות צלזיוס. הוא אטום לאבק, ויכול לצלול במים עד 1 מטר. לפי הדיווחים, הזרוע פותחה בעקבות משוב מצבא ארה"ב, חיל הנחתים וחיל האוויר האמריקני. למרות שלצבא ארה"ב עדיין אין דרישה רשמית ל-Q-UGV, החברה מצפה למימון שקשור לחוזה פוטנציאלי של פיקוד פיתוח יכולות הקרב של הצבא (DEVCOM) בשנת 2026.



יבשה

18. אוקראינה וגרמניה בונות תומ"תים Bohdana על משאית מרצדס-בנץ

18 בדצמבר 2025

Ukraine, Germany to Build Bohdana Howitzers with Mercedes-Benz Trucks



תומ"ת Bohdana אוקראיני

אוקראינה חָבְרָה לגרמניה לייצור מערכות ארטילריה מתנייעות של Bohdana (Bohdana self-propelled artillery systems), בעלות טווח של עד 60 ק"מ, באמצעות משאיות תובלה טקטיות של מרצדס-בנץ מסוג Zetros. שר ההגנה האוקראיני אמר כי הפרויקט יעלה 750 מיליון אירו (880 מיליון דולר) וכי הוא מכוון לייצור של עד 200 מערכות נשק. הרכבת ההוביצרים והמערכות הנלוות תיעשה באוקראינה, בעוד שכלי הרכב יתקבלו מסיוע צבאי של ממשלת גרמניה למדינה מוכת המלחמה.
שר ההגנה הודיע על שיתוף הפעולה כחלק מסדרה של הסכמים עם ברלין בשווי של יותר מ-1.2 מיליארד אירו (1.4 מיליארד דולר). בנוסף ליוזמת Bohdana, שיתופי פעולה אלה כוללים אספקה ארוכת טווח של חלקי חילוף למערכות היירוט הניידות מסוג פטריוט הקיימות של אוקראינה.,
כמו כן, היא משיקה ייצור משותף של רחפני הלוחמה האלקטרונית החסינים משיבוש מסוג Linza של אוקראינה, בשיתוף פעולה עם Frontline Robotics and Quantum Systems, ורכש רחפני סיור עבור כוחות אוקראינה בשווי 200 מיליון יורו (235 מיליון דולר). המדינות חתמו גם על הסכם לחילופי פתרונות לוחמה אלקטרונית בין צבאותיהן "ברמה הטקטית".

מערכות Bohdana ומשאית Zetros

מערכת Bohdana היא תותח 155 מילימטר, העומד בתקן נאטו, שנועד להיות מותקן על רכב גלגלי. התותח כבר בשימוש הצבא האוקראיני ומשולב בדרך כלל עם משאיות צבאיות בעלות שישה גלגלים מדגם KrAZ-6322 של הכוחות המזוינים. הכלי מופעל בידי צוות של חמישה אנשים, משקלו 28 טונות, קצב הירי 5 פגזים בדקה, וטווח מרבי של 60 קילומטרים.
המשאית מסוג Zetros בנויה לנהיגה בשטח ולהובלה במטוס הרקולס C-130. היא מוצעת בתצורות 4×4, 6×6 ו-8×8 בגרסאות סטנדרטיות, בגרור או משאית, ומגיעה הן עם תיבת הילוכים ידנית והן עם תיבת הילוכים אוטומטית. הרכב מצויד במנוע יורו V בהספק של 510 כוחות סוס, כושר נשיאה של עד 25 טונות ומהירות מרבית של כ-90 ק"מ בשעה.

יבשה

19. דחייה בהתחלת הייצור של הטנק הבריטי צ'לנג'ר 3

26 בדצמבר 2025

UK delays Challenger 3 tank production

משרד הגנה הבריטי הודיע שהתחלת הייצור של הטנקים צ'לנג'ר 3 תוכרז רק בתום הניסויים המבצעיים המוצלחים שנערכים מזה זמן. מדובר למעשה על הסבת טנקי צ'לנג'ר 2 המיושנים, בעיקר ע"י התקנת צריח חדש עם תותח 120 מ"מ חלק קנה של נאט"ו, שיפורים בתובה, שריון חדש והכנה למיגון אקטיבי.

כך נוצר טנק חדש "צ'לנג'ר 3" – הבסיס העתידי של מערך השריון הבריטי – כחלק ממערך של נאט"ו.

מסתבר שבניסויים שנערכו בדגמים נתגלו בעיות שונות של ביצועים הנובעים מהאינטגרציה. לכן מגדירים את הסטטוס של הפרויקט: "שלב ההדגמה". התוכנית כוללת הסבה של 148 טנקי צ'לנג'ר 2 עד 2030 והביצוע נמסר בחוזה למפעל המשותף של ריינמטאל הגרמנית, BAE הבריטית.

הצריח החדש והתותח 120 חלק הקנה (תקני בנאט"ו) הם מפיתוח של ריינמטאל. עד כה נמסרו למפעל רק 8 תובות של צ'לנג'ר 2, למטרות הסבה.

הכתבה מציגה את ההיסטוריה העגומה של השריון הבריטי ושל הפרויקט הנדון כאן: תוכניות ראשונות נדונו בשנת 2005. רק ב-2014 הכינו תכנית Challenger 2 LEP (Life Extension Programme). ריינמטאל ו-BAE התחרו על הפרויקט ולבסוף החליטו להקים מפעל משותף לביצוע הפרויקט ששמו הוסב ל-צ'לנג'ר 3. בשלב זה ממתינים לתוצאות חיוביות של הניסויים ועד אז הייצור מוקפא. משרד ההגנה יחליט על השלבים הבאים והמשמעויות מבחינת היצרנים והצבא.

יבשה

20. צבא ארה"ב אישר פיתוח של הטנק העתידי MIE3

26 בדצמבר 2025

US Army confirms Abrams MIE3 as fifth generation tank – net M1A2 Sepv4

במסגרת תוכנית התקציב לשנת 2026, שהוגשה לקונגרס, צבא ארה"ב אישר פורמלית את תוכנית הטנק העתידי M1E3 ובכך בוטל גם הפרויקט להשבחת טנקי M1A2 לרמה של SEPv4, אשר פותחה במשך שנים רבות. השבחה כזאת הייתה מוסיפה משקל לטנקים הקיימים מבלי להוסיף ליכולות המבצעיות. מסתבר שהצגת האבטיפוס של טנק AbramsX ע"י חברת GDLS במסגרת תערוכת AUSA בשנת 2022, היוותה ציון דרך לחשיבה החדשה של הצבא. החברה הראתה שניתן לבנות טנק חדש קל יותר משמעותית, עם הנעה היברידית, צריח בלתי מאויש ומערכות מתקדמות.

תוכנית הטנק החדש הושפעה גם ע"י העבודה שנעשתה בשנת 2019 ע"י Army Science Board, בה המליצו על פיתוח של טנק מדור חמישי במשך 7 שנים בתקציב של 2.9 מיליארד דולר. היכולות הדרושות שנקבעו דומות מאד לאלה שהודגמו ב-AbramsX המהווה "ציון דרך" לקראת M1E3.

מערכת ההנעה ההיברידית אמורה לא רק לחסוך 50% מצריכת הדלק אלא גם לתרום לצמצום התחממות תרמית, וחתימה אקוסטית ואלקטרומגנטית.

הטנק החדש אמור לשקול כ-10 טון פחות מ-M1A2. הדבר יושג ע"י הצריח הבלתי מאויש, הארכיטקטורה והחומרים המתקדמים של המיגון, וצוות של שלושה בלבד (פחות שטחים ממוגנים). בקשר למיגון מדובר כמובן גם על הגנה בפני איומים אוויריים.

מבחינת קטלניות, מדברים על ארכיטקטורה חדשה של התותח כשהוא מותאם לירי של תחמושת מתקדמת היפרסונית וטילים. שימוש באינטליגנציה מלאכותית ושילוב אדם-מכונה יבואו לידי ביטוי ביכולות לתקשר ישירות גם עם כטב"מים, ירי למטרות רחוקות וקביעת העדיפות של מטרות שיועסקו - הכול בשילוב של מערכות דיגיטליות כמובן. הצבא מתכוון לזרז את העברת הטכנולוגיות שהוצגו ב-AbramsX לתוכנית הפיתוח

של M1E3. זו התפתחות אסטרטגית בתחום לוחמת שריון ע"י יישום מבוקר של הרעיונות שהוצגו ע"י המדגים AbramsX. התפתחות זו תשפיע על יכולות הצבא משנות 2030 ואילך.



The General Dynamics AbramsX tank technology demonstrator

יבשה

21. ריינמטאל תספק לצבא גרמניה מכללי לייזר לרובה סער חדש

29 בדצמבר 2025

Rheinmetall to Supply Laser Modules for Germany's New Assault Rifle

חברת Rheinmetall זכתה בחוזה בהיקף מאות מיליוני אירו לספק לצבא גרמניה יחידת מקור לייזר עבור רובה הסער החדש של הצבא. במסגרת העסקה, Rheinmetall תספק במהלך שבע השנים הבאות מערכות מקור לייזר LLM-VarioRay עם אופציה למערכות נוספות במהלך אותה תקופה. הייצור יתבצע במפעל של Rheinmetall Soldier Electronics הנמצא ליד אגם Constance. לדברי החברה, זוהי ההזמנה הגדולה ביותר שהמפעל הזה קיבל אי פעם . הזמנה זו תאפשר לצבא גרמניה לשדרג את הציוד לכוחות הקרקע בכל הצבא הגרמני.

לדברי החברה, LLM-VarioRay מיועד לשימוש על ידי יחידות לחימה קרקעיות וחיילים המוסעים ברק"ם כדי לגלות, לזהות ולסמן מטרות. המערכת משלבת יכולות ראיית יום ולילה במארז קומפקטי, המאפשרות פעילות מבצעית גם בתנאי ראות ירודים.

LLM-VarioRay מהווה חלק מהדור האחרון של התקני חברת Rheinmetall בתחום מקורות לייזר עבור רובי סער חדשים. המכלול, כולל התושבת, שוקל 250 גרם וניתן להתקינו על מסילת נאטו סטנדרטית. הוא מופעל על ידי לחצן המחובר עם כבל למכלול. המכלול כולל LED אור-לבן, לייזר בצבע אדום, לייזר בתת-אדום ופנס בתת-אדום הניתן למיקוד. החייל יכול לעבור בקלות בין האפשרויות השונות, תלוי בדרישות המשימה. המכלול מהווה חלק מתוכנית צבא גרמניה Future Soldier-Extended System המיועדת להפעלה ברשת של חיישנים, תקשורת וכלי ניהול קרב המופעלים על ידי חיילים.

המכלול נמצא בשימוש בצבאות נוספים באירופה. הצבא הבריטי מפעיל את המערכות הנקראות Laser-Light-Module MK3 והן נמצאות בשימוש ביחידות חי"ר כאשר המערכת משולבת עם night-vision-and thermal imaging equipment. גם בשוויצריה המערכת נמצאת בשימוש ונקראת Laser-Light-Module 19.

יבשה

22. עיניים בכל מקום: ראייה היקפית לרק"ם של צבא ארה"ב

8 בינואר 2026

Eyes Everywhere: US Army Combat Vehicles Set for 360° Vision Upgrade



שיירת נגמ"שים מדגם סטרייקר של צבא ארה"ב

כלי הרק"ם של צבא ארה"ב עומדים לקבל קידום טכנולוגי משמעותי, כשחברת One Stop Systems (OSS) חתמה על עסקה בסך 1.2 מיליון דולר לצייד אותם במערכות מיחשוב והדמיה מתקדמות.
החברה תספק יחידות מחשוב חזקות, חומרה חכמה לניתוב נתונים ומחשבי צוות מהדור הבא – כולם ארוזים במארז מקורר פסיבי.
מערכות אלו הופכות הזנות וידאו וחיישנים בזמן אמת לתצוגה מלאה של 360 מעלות, ומשפרות את זיהוי המטרות ואת ביצועי שדה הקרב, אפילו בתנאי ראות ירודה. מערכות אב טיפוס צפויות תוך שלושה עד שישה חודשים, כאשר OSS תעבוד בשיתוף פעולה הדוק עם קבלן נוסף כדי לבדוק ולשלב אותן בפלטפורמות שונות.
"התקשרות זו עם קבלן ראשי חדש ומהשורה הראשונה בתחום ההגנה מסמנת אבן דרך משמעותית עבור OSS", אמר נשיא ומנכ"ל OSS. "אנו מאמינים ששילוב החומרה שלנו בפתרון מערכת של קבלן ראשי עבור רכבי קרב צבאיים מאמת את הביצועים, החוסן והבגרות הטכנית של הפלטפורמות שלנו."

טכנולוגיית הליבה

בליבה של המערכת נמצאת חומרת הרשת והמיחשוב המהירה של OSS, התואמת הן לפלטפורמות צבאיות קיימות כמו סטרייקר, בראדלי ואברמס והן לכלי רכב מאוישים ואופציונליים עתידיים. החומרה עוברת כעת בדיקות קפדניות במרכז מערכות כלי רכב קרקעיים של צבא ארה"ב במישיגן, המדמות תנאי שדה קרב מציאותיים. הניסויים יקבעו האם הכלי יוכל לעמוד בדרישות המבצעיות תוך תמיכה ביוזמות עתידיות של ניידות, אוטונומיה ומודרניזציה דיגיטלית.
"אנו גאים לקדם את סדרי העדיפויות של צבא ארה"ב בתחום המודרניזציה של שרידות וניידות כלי רכב", הצהיר המנכ"ל. "אנו מאמינים שזה מדגיש את היתרון של רשת התדרים המהירה שלנו, המספקת ביצועים בעלי השהייה נמוכה במיוחד מעבר למה שחיבורי מבנה מסורתיים יכולים להציע."

יבשה

23. קסדה חדשה משלבת הגנה עם אמצעים למודעות מצבית ותקשורת

13 בינואר 2026

US Army Advances Soldier Awareness With New Multi-Threat Headborne System

צבא ארה"ב משפר את יתרונו בשדה הקרב בעזרת שימוש בקסדת קרב חדשה שנבנתה כדי להעצים את הגנת החיילים וגם את המודעות המצבית שלהם במבצעים רב-תחומיים. המערכת נקראת "מערכת ראש משולבת לאיומים מרובים" (Integrated Multi-Threat Headborne System (IMHS. היא משלבת את ההגנה הבליסטית עם מערכות אלקטרוניות מתקדמות. הקסדה בנויה מתוך מחשבה על מודולריות, ומאפשרת לחיילים לשדרג אותה ולהתקין עליה רכיבים שונים, ככל שדרישות המשימה משתנות. המערכת מספקת קישוריות גמישה לתקשורת.

למערכת יש יכולת חלוקת חשמל ונתונים להתקנים המותקנים על הקסדה ומאפשרת לחיילים לנצל תכונות של הדור הבא של האמצעים, מתצוגות ויזואליות בכל תחומי ההארה (יום / לילה) ועד הנחיית מציאות רבודה. טכנולוגיות אלו בנויות כדי להתחבר למערכות הכוח וניהול הקרב של החיילים, ומסייעות לשפר את המודעות המצבית ואת קבלת ההחלטות. הקסדה כוללת גם תקשורת טקטית קלה והגנה מפני רעש, יחד עם משקפי מגן בליסטי ולייזר.

אב-הטיפוס של IMHS ממומן במסגרת יוזמת מפקדת פיתוח יכולות הלחימה של צבא ארה"ב (DEVCOM). התוכנית פועלת במודל של עלות משותפת, כאשר הוצאות הפיתוח נתמכות במשותף על ידי ממשלת ארה"ב ושותפים בתעשייה. המדגים יעבור בחינות הערכה ב- DEVCOM ברבעון הרביעי של שנת הכספים 2026, כאשר משוב מהחיילים ישדרג וישפיע על דרישות הפיתוח העתידי.



יבשה

24. דארפא השלימה פיתוח תוכנה ההופכת רק"ם לאוטונומי

19 בינואר 2026

DARPA completes RACER autonomous vehicle testing

דארפא אישרה ב-14 בינואר 2026 כי תוכנית RACER (Robotic Autonomy in Complex Environments with Resiliency) השלימה את הבדיקות המבצעיות הסופיות והיא מוכנה למעבר ליחידות צבאיות ולמשתמשים מסחריים. ההכרזה מגיעה לאחר סדרה של הדגמות של הצבא וחיל הנחתים שהראו כי כלי רכב מצוידים ב-RACER יכולים לפעול באופן אוטונומי בשטח מאתגר, מחוץ לכביש, ללא GPS או מסלולים ממופים מראש, ובמהירויות הרלוונטיות למשימה. דארפא מסרה כי התוצאות מקיימות את ההבטחה המקורית של האתגר הגדול שלה משנת 2004–2005, שמטרתו הייתה להאיץ את פיתוחן של מערכות קרקע אוטונומיות לשימוש צבאי.

RACER אינה תוכנת רכב אחת, אלא ערכה של תוכנות אוטונומיות לשימוש חוזר המורכבת מאלגוריתמים, מערכי נתונים ומודלים של רשתות עצביות, שניתן להתקין על סוגים רבים של כלי רכב קרקעיים. דארפא מסרה כי המערכת יכולה להפוך פלטפורמות מצוידות בחיישנים לכלי רכב אוטונומיים המסוגלים לנווט בסביבות מאותגרות ללא שליטה אנושית.

באוקטובר 2025, דארפא חברה לקורפוס השריון השלישי של צבא ארה"ב ולחטיבת ההנדסה ה-36 במהלך הדגמת פריצת מוקשים במסגרת תוכנית Machine Assisted Rugged Soldier. הצבא השתמש בגרסת RACER לפלטפורמה כבדה שיושמה על ידי Carnegie Robotics על שלדת Textron M5 אשר גררה מערכת פינוי מוקשים M58 MICLIC המשגרת רקטות עם כבל נגרר נפיץ, כדי לפנות באופן אוטונומי נתיב דרך שדה מוקשים.

בנובמבר 2025, חיילים מרג'ימנט הפרשים המשוריין ה-11 השתמשו בכלי רכב מצוידים ב-RACER ככוח התנגדות במהלך תרגיל חי של כוח-נגד-כוח במרכז האימונים הלאומי בפורט אירווין, קליפורניה. היחידה השתמשה בכלי רכב RACER המבוססים על פלטפורמת Polaris RAZR כדי לבצע סיור אוטונומי לטווח ארוך עם מערכות מודיעין, מעקב וסיור משולבות.

"על ידי הפחתת התלות ב-GPS ובנתיבים מתוכנתים מראש, RACER מבטיחה שלוחמים יוכלו לפרוש כלים אוטונומיים בכל סביבה, אפילו כשהם פועלים ללא תקשורת", אמר סטיוארט יאנג, ראש התוכנית בדארפא. "במקום שסיירים אנושיים ילכו 12 או 15 קילומטרים לתוך שטח האויב, רובוט יכול לטפל בעבודה המסוכנת הזו." חיילים שהשתתפו בתרגיל הביעו שביעות רצון רבה מהמערכת. דארפא מסרה כי אחד ההישגים העיקריים של RACER הוא ארכיטקטורת החישה שלה, המאפשרת לרכבים אוטונומיים לחזות שטח ולהתאים התנהגות בסביבות לא ודאיות. בניגוד למערכות קודמות שדרשו שבועות של אימון מחדש, מערכת RACER יכולה להסתגל לשטח חדש תוך כימה אחת, מה שמאפשר פריסה מחדש מהירה לסביבות לא מוכרות.

לאחר השלמת הבדיקות הצבאיות, דארפא מסרה כי המערכת מוכנה כעת למעבר למשרד המלחמה האמריקני ולתעשייה הפרטית. הסוכנות ציינה כי מספר חברות כבר צצו ממחקר במימון RACER, כולל Field AI ו-Overland AI, המפתחות מערכות אוטונומיה מסחריות לנהיגה בשטח עבור מגזרים כמו חקלאות, כרייה, בנייה ותחבורה. אופייה הדו-שימושי של הטכנולוגיה משך עניין מצד משקיעים פרטיים, שכן אותה תוכנה אוטונומית המשמשת בכלי רכב צבאיים ניתנת ליישום בפלטפורמות מסחריות עם שינוי מינימלי. הסוכנות תיארה את סוף תוכנית RACER כתחילתו של אימוץ רחב יותר.



RACER tows a M58. (Photo by Thomas Sakell)

יבשה

25. אבטיפוס של הטנק העתידי של ארה"ב הוצג בתערוכה

7 בינואר 2026

Early prototype of MIE3 main battle tank displayed at Detroit auto show

חברת ג'נרל דינמיקס הציגה בתערוכה בדטרויט "אבטיפוס מדגים" של הטנק החדש – M1E3, שייצורו הסדרתי עשוי להתחיל בשנת 2030, 5-6 שנים מוקדם יותר בהשוואה לתוכנית המקורית של צבא ארה"ב. התכונות הבולטות של הטנק העתידי, כפי שניתן לראות באבטיפוס המוצג:

- צריח בלתי מאויש, המצויד בתותח 120 מ"מ, התקני בנאט"ו עם מערכת טעינה אוטומטית, צריחון למקלע רימונים, משגר לטילי ג'אבלין.
- צוות של שלושה בתובה.
- הנעה היברידית – מנוע קטרפילר וממסרת סאפא, מזקו"ם הידרופנאומטי – בקרת מרווח קרקע.
- מצלמות וחיישנים לתצפית וכינון, מכ"ם לגילוי ומעקב כטב"מים, בקרי הפעלה "מודרניים" – כמו במשחקים אלקטרוניים, הפעלה ובקרה אלקטרונית דיגיטלית נתמכת AI
- משקל הטנק – כ-60 טון (חסכון 25% בהשוואה לטנקים קיימים, הודות לצריח בלתי מאויש בעיקר).
- חסכון של 50% בתצרוכת הדלק בהשוואה לקיים (מנוע טורבינה).

התוכנית:

4 דגמים של M1E3 יימסרו השנה (2026) לניסויים ביחידה מבצעית. תחילת קו ייצור סדרתי: 2030.

מפקד צבא היבשה האמריקני הדגיש בראיונות את ההישג הגדול של הקדמת ההצטיידות והצביע על הצורך בתהליכים מקוצרים של פיתוח וניסויים, תוך שקלול הפרמטרים השונים, כגון ויתור על דרישות פחות חשובות כדי להרוויח זמן ומחיר. כמו כן ציין מספר חברות שותפות לפרויקט:

- קבלן ראשי: GDLS
- מנוע: CATERFILLAR
- ממסרת: SAPA
- הדגם נבנה ע"י: Roush Defense
- תכנון הבקרים: Fanatec
- כוונות: Leonardo
- זחלים: American Rheinmetall
- מושבים: Recaro

מקורות נוספים לנושא:

1	DEFENSE NEWS	Jan, 21, 26	Army's next gen. tank has "formula 1" cockpit, top general says.
3	BREAKING DEFENSE	Jan, 23, 26	Army to push MIE3 prototypes to soldiers this summer, five years ahead of schedule
4	ARMY RECOGNITION	Jan, 18, 26	US Army unveils first MI63 Abrams prototype previewing next-generation tank for 2040 era.

יבשה

26. דור שישי של מערכות ראייה תרמיות מתקדמות ביותר

13 בינואר 2026

Six-Gen Imaging: US Firm Rolls Out "Most Advanced" Thermal Optics Yet

חברת American Technologies Network (ATN) חשפה את הדור השישי של מערכות ראייה תרמיות הכוללות שיפורים בהדמיה על ידי שימוש בבינה מלאכותית, חיישנים בעלי רזולוציה גבוהה, כוונות לרובים, משקפות ומערכות נצמדות. קו המוצרים שמציגה החברה כולל גם עיבוד נתונים מתקדם ומתוכנן לעמידה בדרישות צבאיות:

המוביל בסדרה הוא טלסקופ לרובה, ThOR 6 Elite (ראו צילום) הכולל חיישן תרמי ותצוגה בעלת רזולוציה גבוהה, מד טווח מובנה ויחידה להקלטת ווידיאו. גרסת ה "מיני" היא קלה יותר וכוללת עיבוד AI כדי לקבל תמונה חדה יותר וגם מאפשרת לרובאי לגלות ולאגור ביעילות מטרות.

Odin 6 היא יחידת תצפית תרמית המיועדת לשימוש גמיש על ידי נשיאה ביד או חיבור לקסדה והיא כוללת תצוגה עם רזולוציה גבוהה עבור שימוש בשטח.

Binox 6 Dual משלב ראייה תרמית ביום ובלילה ביחידת משקפת. היחידה גם מאפשרת מדידת מרחק וגם מאפשרת ווידיאו בתנאי ראות שונים.

בין הכוונות נמצאת גם TICO 6, שהיא יחידת clip-on שניתן להצמיד לכוונת יום של רובה או להשתמש בה כ- monocular, כאמצעי תצפית בתרחישים שונים.

הבסיס בכל אחד מהמוצרים הוא Thermal Engine של החברה. מדובר בחיישנים תרמיים מתקדמים המסוגלים לייצר הדמיה גם בתנאי עשן, ערפל או הסוואה. החברה מציעה חיישנים בשלוש רמות של רזולוציה. הדגמים המתקדמים יותר מסוגלים לגלות שינויי טמפרטורה קטנים ולכן הדמיות עם פירוט רב יותר מאשר מערכות מהדורות הקודמים. כל המערכות החדשות ממנפות את מערכת SharpIR של החברה, בה נעשה שימוש בעיבודי AI כדי לשפר את ההדמיות בזמן אמת וכך להשיג שיפורים בזיהוי המטרה ופרטיה.

החברה מציינת שקוו מוצרים חדש זה מהווה קפיצת מדרגה טכנולוגית ומביא עימו דור חדש של ביצועים באמצעי ראייה תרמיים בפעילות מבצעית מאתגרת. ממצבי שליטה של 'טורף וצייד' בלילה, אבטחת גבולות, שיטור וביטחון ושימושים צבאיים. החברה מציינת שמערכות דור שישי אלה נבנו כדי לתת ביצועים טובים יותר בכל תחום, בכל עונות השנה ובכל תנאי הסביבה.



ThoR 6 Elite



TICO 6

יבשה

אוויר והגנ"א

27. מקל"ט טורקי ביצע תקיפת אוויר-אוויר מעבר לטווח הראייה

1 בדצמבר 2025

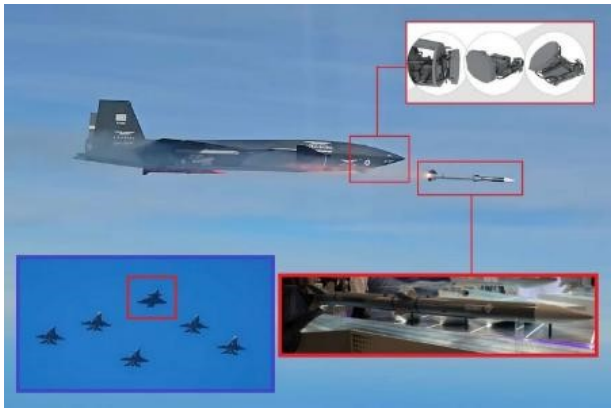
Türkiye's Kizilelma Unmanned Fighter Executes World-First Beyond Visual Range Air-to-Air Strike

מטוס הקרב הבלתי מאויש הטורקי Bayraktar Kizilelma רשם הישג עולמי ב-30 בנובמבר 2025, כאשר השמיד מטרה אווירית מעבר לטווח הראייה (BVR) באמצעות טיל אוויר-אוויר. המשימה בוצעה באמצעות מערך טכנולוגי טורקי עצמאי, הכולל את מכ"ם MURAD AESA של חברת Aselsan ואת טיל Gökdoğan של TÜBİTAK SAGE.

פעילות משולבת (MUM-T): הניסוי נערך מעל הים השחור בשיתוף פעולה עם חמישה מטוסי F-16 מאוישים, מה שהוכיח את יכולת העבודה בצוותים משולבים (מאוישים ובלתי מאוישים) – אלמנט ליבה של דוקטרינת הדור השישי.

חשיבות אסטרטגית: היכולת החדשה מאפשרת לבצע משימות בסיכון גבוה ללא סיכון חיי טייסים, ומקטינה את התלות בטכנולוגיה זרה. המטוס תוכנן לפעול גם מכלי שיט בעלי מסלול קצר כמו TCG Anadolu.

פרויקט זה מהווה אבן בניין מרכזית בחזון הדור השישי של טורקיה, המשלב את מטוס הקרב TF Kaan עם כטב"מים חמקנים. כמו כן, קיים שיתוף פעולה עם איטליה לייצור המטוס באירופה עבור צרכי נאטו.



Picture Source: Army Recognition / Baykar / Aselsan

אוויר והגנ"א

28. מטוס X-65: מהפכה בתכנון כנפיים ללא חלקים נעים

25 בנובמבר 2025

Bizarre flapless X-65 diamond-wing aircraft comes together

החידוש המרכזי: מטוס X-65 של DARPA (המפותח על ידי Aurora Flight Sciences) נועד לבחון תעופה ללא משטחי שליטה קונבנציונליים כמו הגאי כיוון, מדפים או מאזנות.

הטכנולוגיה (AFC): במקום חלקים מכניים נעים, המטוס משתמש במערכת Active Flow Control. המערכת פולטת סילוני אוויר מ-14 חרירים מיוחדים בכנפיים ובזנב, אשר משנים את זרם האוויר ומשמשים לתמרון המטוס.

יתרונות: ויתור על המערכות המכניות המורכבות מאפשר להפחית את משקל המטוס, להוזיל עלויות ייצור ולצמצם את הגרר (התנגדות האוויר), מה שמוביל ליעילות טיסה גבוהה יותר.
מפרט וביצועים: המטוס, שגודלו כשל מטוס אימון, שוקל כ-3.2 טון, בעל מוטת כנפיים של תשעה מטרים ומסוגל להגיע למהירות של 0.7 מאך.
בטיחות וניסוי: בטיסות המבחן הראשונות המטוס יכלול גם מדפים רגילים כגיבוי ("גלגלי עזר") לצורך השוואת ביצועים ושמירה על בטיחות המערכת החדשה.
לוח זמנים: עקב קשיים טכניים, הפרויקט מתעכב, וטיסת הבכורה מתוכננת לסוף שנת 2027. לאחר סיום הניסויים, המטוס ישמש כמעבדה מעופפת מודולרית לבחינת טכנולוגיות נוספות.



Source: Aurora Flight Science

אוויר והגנ"א

29. מערכות נשק לייזר עתידיות יצוידו בסוללה חדשנית 400 וולט

25 בנובמבר 2025

Next-Gen Laser Weapons Get a Boost from KULR's New High-Capacity Test
חברת KULR בארה"ב תכננה תוך חמישה שבועות סוללה מתקדמת, במתח של 400 וולט, עבור נשק לייזר. החברה השתמשה בסימולציות דיגיטליות, שיטות תכנון הנדסי למערכות צבאיות ובקרה הנדסית מלאה של החברה. החברה טוענת שעל ידי שימוש בגישה זו היא הצליחה לתכנן סוללה של 400 וולט המסוגלת לעמוד בדרישות הפעלה מחמירות. צוות המהנדסים שתכנן את הסוללה ניהל הכול בתוך החברה, מפיתוח הרעיון ועד הבדיקות. בצורה זו השיגה החברה שליטה מלאה על התכנון והאיכות ונמנעו עיכובים או תלות בשותפים חיצוניים. גישה זו של שליטה מלאה על התהליך אפשר לחברה להשלימו תוך כחודש מרגע הוצאת הזמנות רכש ועד השלמת אב-טיפוס עובד.
לדברי סמנכ"ל ההנדסה בחברה, מינוף יכולות החברה בתחום הייצור, במפעל הנמצא בטקסס, הצליח להאיץ את פיתוח הסוללה במהירות ובדיוק. הסוללה החדשה לשימוש בנשק לייזר תיכנס לייצור בעוד שנה.

התרחבות תחום האנרגיה המוכוונת

הפיתוח של KULR בא בזמן שצופים ששוק נשק אנרגיה מוכוונת יגדל בעשור הקרוב מ 7.9 מיליארד דולר שהושקעו עד היום ל 40 מיליארד דולר שיושקעו במהלך העשור הקרוב. הגידול בתקציבי ההגנה, שיפורים וחידושים במערכות צבאיות הם שמאיצים את הגידול, כאשר צבא ארה"ב וצבאות אחרים בעולם בוחנים מערכות נשק לייזר כדי להתמודד עם האיומים המתפתחים. עם גידול השימוש במערכות נשק לייזר KULR מקדמת את הסוללה החדשה כדי לתת מענה לדרישות האנרגיה של המערכות, ללא פשרה בתחום הבטיחות. לדברי החברה, היא תמשיך להדגים את יכולותיה כדי לתת מענה לדרישות לוח הזמנים וליכולות ביצועים של הדור הבא של מערכות נשק מוכוון אנרגיה.



Artist's illustration of a military vehicle equipped with a laser weapon.
Photo: KULR Technology

[אוויר והגנ"א]

30. בריטניה: ניסוי ראשון של רחפן מימני ארוך־טווח

8 בדצמבר 2025

[Intelligent Energy Powers UK's First Long-Range Hydrogen Drone Trial]

בריטניה ביצעה בהצלחה את ניסוי הטיסה הראשון של רחפן המונע במימן לטווח ארוך מעבר לקו הראייה (BVLOS), באמצעות מערכת תא־דלק IE-SOAR של חברת Intelligent Energy. הניסוי הדגים שילוב של הנעה במימן עם מערכת פיקוד ושליטה מתקדמת, המאפשר טיסות ארוכות ובטוחות יותר לעומת רחפנים מבוססי סוללות.

הרחפן, הקסקופטר במשקל 25 ק"ג, טס למרחקים ארוכים מעל אזורים מרוחקים ובים, תוך שמירה על שליטה רציפה באמצעות תקשורת רב־שכבתית (רדיו תעופתי, סלולר ולוויין). תאי־הדלק מספקים זמן טיסה של שעות, תדלוק מהיר ופליטות זיהום אפסיות, מה שהופך אותם לאידאליים למשימות חיפוש והצלה, ובדיקות תשתית ולוגיסטיקה באזורים קשים לגישה. הניסוי מהווה צעד משמעותי לקראת הפעלת שירותי רחפנים מסחריים מוסמכים, המאפשרים טווח גדול יותר, מטען כבד יותר ופעולה בטוחה ובת־קיימא בסביבות מאתגרות.



Source: Intelligent Energy

[אוויר והגנ"א]

31. אוסטרליה: יירוט אוויר־אוויר אוטונומי באמצעות מקל"ט 'שיתופי' CCA

10 בדצמבר 2025

Boeing and Royal Australian Air Force Achieve CCA Missile Fire from MQ-28 Ghost Bat

חברת בואינג וחיל האוויר המלכותי האוסטרלי ביצעו לראשונה בעולם יירוט אוויר־אוויר אוטונומי באמצעות מקל"ט שיתופי MQ-28 Ghost Bat, כחלק מתצורת CCA (Collaborative Combat Aircraft). במהלך הניסוי שיתף MQ-28 פעולה עם מטוס שליטה ובקרה E-7A Wedgetail ומטוס קרב מאויש F/A-18F Super Hornet, והשמיד מטרה מדומה באמצעות טיל AIM-120 AMRAAM.

המשימה הדגימה שילוב מתקדם של אוטונומיה מבצעית, שיתוף נתונים בזמן אמת וארכיטקטורה פתוחה, המאפשרים לכלי טיס CCA לפעול עם מטוסים מדורות שונים תוך צמצום סיכון לטייסים והגדלת המסה הקרבית. ההישג מדגיש את הבשלות המבצעית של MQ-28 ואת הפוטנציאל של מקל"טים 'שיתופיים' כמרכיב מרכזי בלחימה האווירית העתידית.



Source: Boeing Australia

אוויר והגנ"א

32. חא"א: סבב שני לתוכנית CCA

19 בדצמבר 2025

CCA Round 2: Air Force picks 9 vendors for next batch of drone wingmen

חא"א בחר תשע חברות לשלב מוקדם בסבב השני (Increment 2) של תוכנית Collaborative Combat Aircraft, שמטרתה לפתח כטב"מים שיתופיים "wingmen" הפועלים לצד מטוסים מאוישים. לא פורסם אילו חברות נבחרו. החברות יתחרו בשלב עדכונים קונספטואלים, שבמסגרתו נבחנת קשת רחבה של עיצובים, החל מכלים זולים ומתכלים ועד פלטפורמות מתקדמות ומיוחדות. לאחר שלב זה צפויים ניסויי אבות-טיפוס ולאחריהם צמצום לבחירה בפתרונות שיגיעו לייצור. עדיין לא הוחלט אם הדגש בסבב השני יהיה על פתרונות זולים או על יכולות מתקדמות יותר. במקביל, חא"א פועל בתיאום עם הצי והמארינס כדי לשפר את האפקטיביות הקרבית הכוללת בין הזרועות במסגרת תוכנית CCA.

בסבב הראשון מתבצעת עבודת תכנון מוקדמת ע"י שתי חברות – Anduril, General Atomics.

אוויר והגנ"א

33. דארפא מעודדת פיתוח רחפנים בעלי כושר נשיאה גבוה יחסית למשקלם

8 בדצמבר 2025

Small but mighty: DARPAS new lift competition wants drones to carry much more

דארפא יזמה תחרות מעניינת לעידוד המגמה לפיה רחפנים/כטב"מים יוכלו בעתיד לשאת משקל הגבוה פי ארבעה מהמשקל העצמי. לפי המקובל כיום היחס הוא קרוב ל-1:1. התחרות תיערך בקיץ הקרוב והדרישות הבסיסיות הן:

- משקל הכטב"ם – פחות מ-25 ק"ג
- תוך פחות מ-30 דקות הכנה על הכטב"ם להמריא, ללא סיוע חיצוני, עם מטען של 50 ק"ג לפחות, לטוס 8.5 ק"מ, לפרוק את המטען ולהמשיך לטוס 30 ק"מ נוספים ולנחות נחיתה רכה.
- לצוותים המתחרים יהיה חלון של 90 דקות להדגמת יכולותיהם.
- יש להטיס את הכטב"ם בגובה של 110 מטר (±15) בין נקודות קרובות בתוך שדה הראייה של המשגרים.
- המשתתפים בתחרות חייבים להיות מארצות הברית (אזרחים, תושבים), אבל יכולים להעסיק זרים.
- השקלול של הישגי המתחרים יתבסס על היחס בין המשא והמשקל העצמי. בין אלה שישיגו אותו יחס, הכטב"מים הקלים יותר יועדפו.

אוויר והגנ"א

34. סין: כטב"ם חמקן ביצע ניסויי טיסה

17 בדצמבר 2025

China's CH-7 Flying Wing Stealth Drone Flies

כטב"ם חמקן CH-7 של סין, בתצורת כנף מעופפת, תועד לראשונה בטיסה בניסויים רשמיים שפורסמו על-ידי התקשורת הממלכתית. הכלי מיועד בעיקר למשימות ISR (מודיעין, סיור ואיסוף), עם אפשרות לתפקיד תקיפה משני. הטיסות בוצעו משדה Pucheng, המשמש כמרכז ניסויי טיסה חשוב של CFTE.

CH-7 מציג מאפייני חמקנות מתקדמים, בהם מפלט מנוע חבוי, קצוות משוננים להפחתת חתימת מכ"ם וחיישנים רבים לאורך הגוף והכנפיים. ניכרות התאמות עיצוביות בין שלבי הניסוי, כולל הסרת סנפירי זנב שנוסו בתחילה. קיימת אינדיקציה לתאי מטען פנימיים קטנים, אך יכולת תקיפה אינה נראית כמשימה מרכזית בשלב זה.

על-פי נתונים שפורסמו, לכטב"ם אורך של כ-10 מ', משקל המראה מרבי של כ-10 טון, מהירות מרבית של כ-926 קמ"ש ושהייה באוויר של עד 15 שעות, אם כי נתונים אלה עדיין נחשבים ראשוניים.



Source: The War Zone

אוויר והגנ"א

35. הודגמה תקיפה ע"י נחיל כטב"מים של יצרנים שונים

16 בדצמבר 2025

Auterion Performs World's First Multi-Manufacturer Swarm Strike Demonstration

חברת Auterion ביצעה, לראשונה בעולם, הדגמה חיה של נחיל כטב"מים תוקף רב־יצרני, שבו שמונה רחפני FPV ושני כטב"מי כנף קבועה של יצרנים שונים פעלו יחד כנחיל קרבי אחד והשלימו שרשרת השמדה מלאה (find, fix, finish). ההדגמה נערכה בגרמניה והציגה תיאום אוטונומי בזמן אמת תחת פיקוח אנושי.

הנחיל שילב תקיפות מהירות בגובה נמוך ע"י רחפני FPV עם משימות ISR ותקיפות לטווח ארוך ע"י פלטפורמות כנף קבועה, תוך יכולת פעולה הדדית (interoperability) מלאה בין מערכות שונות באמצעות מערכת Nemyx של Auterion. הנתונים הוזרמו למערכות ניהול קרב כמו ATAK.

האירוע מדגים מעבר מהפעלת כלים בודדים ללחימה מבוססת נחילים אוטונומיים, הנחשבת לאבן יסוד בלוחמה העתידית בזכות קצב פעולה מהיר, מסה, שרידות ושילוב בין יצרנים ומדינות.

אוויר והגנ"א

36. איראן: כטב"ם מתאבד סילוני חדש

16 בדצמבר 2025

Iran's Islamic Revolutionary Guard takes Delivery of Hadid-110 – Iran's New Jet-Powered Stealth Suicide Drone

כוחות היבשה של משמרות המהפכה באיראן (IRGC) קיבלו לשירות את Hadid-110, כטב"ם מתאבד חדש המונע במנוע סילון ובעל מאפייני חמקנות, שנועד לחדור מערכות הגנה אווירית מודרניות ולפגוע במטרות בעלות ערך גבוה. היתרון המרכזי שלו הוא המהירות הגבוהה, המקצרת את זמן ההגעה למטרה ומצמצמת את חלון הגילוי והיירוט של האויב. שיטת השיגור של Hadid-110, המשלבת האצה רקטית, מהווה יתרון נוסף. גישה זו משחררת את הכטב"ם מהתלות במסלול המראה או במתקן שיגור מורכב. כתוצאה מכך, יחידות מבצעיות יכולות לפרוס אותו במיקומים גאוגרפיים שונים ללא צורך בהכנת תשתיות מיוחדות.

הכטב"ם תוכנן עם דגש על הפחתת חתימת מכ"ם, ומיועד לפגוע במטרות כגון מערכי הגנה אווירית, מכ"מים, מרכזי פיקוד ותשתיות קריטיות. מסירתו הרשמית מעידה כי המערכת סיימה ניסויים ונכנסה לשלב מבצעי, שם היא עשויה לשמש ככלי "פורץ דרך" במבצעים התקפיים והגנתיים שבהם הזמן הוא גורם מכריע.



Source: Tehran Times

אוויר והגנ"א

37. כטב"ם סיני, המשמש כספינת אם לנחילים, השלים טיסה ראשונה

15 בדצמבר 2025

China's High-Flying Swarm Mothership Drone Complete First Flight

הכטב"ם הסיני הכבד Jiutian, המיוצר על ידי חברת AVIC, השלים בהצלחה את טיסת הבכורה שלו ומסמן התפתחות משמעותית ביכולות האוויריות של סין. מדובר בכלי טיס סילוני, בעל משקל המראה מרבי של כ-16 טון, שתוכנן לשמש כ"ספינת אם" המסוגלת לשגר נחילים של כטב"מים קטנים מתוך מדור מטען מודולרי המכונה Isomerism Hive Module. מעבר לתפקידו כנושא נחילים, Jiutian הוא כלי רב-תכליתי היכול לשאת חימוש אוויר-אוויר ואוויר-שטח, לבצע משימות לוגיסטיות ולשמש כממסר תקשורת אווירי. עם מוטת כנפיים של 25 מטרים וטווח טיסה של כ-7,000 קילומטרים, הכטב"ם מסוגל לשהות באוויר עד 12 שעות ולהגיע לרום טיסה של 15,000 מטרים. הפלטפורמה האסטרטגית הזו, המכונה גם SS-UAV, נחשפה לראשונה בתערוכה האווירית Zhuhai Airshow בשנת 2024 ומהווה קפיצת מדרגה טכנולוגית עבור AVIC.



Source: The War Zone

אוויר והגנ"א

38. בריטניה: התקדמות בפרויקט הטילים הבליסטיים

29 בדצמבר 2025

UK Progresses in Homegrown Tactical Ballistic Missile Project

משרד ההגנה הבריטי (MoD) מתקדם בפרויקט פיתוח טילים בליסטיים טקטיים בשם Nightfall.
מטרת התוכנית היא אספקת טיל חסכוני שניתן לשגר מפלטפורמה ניידת לטווחים העולים על 500 ק"מ.
לפחות חמישה טילים ראשונים צפויים להימסר תוך 9-12 חודשים לצורך ניסויים.
פרסום המכרז לפיתוח הטיל מגיע לאחר הודעה שפורסמה בספטמבר וביקשה משוב מוקדם מהשוק. משרד ההגנה הצהיר בעבר כי מחיר היחידה של הטיל צריך להיות כ-500,000 ליש"ט (675,250 דולר), לא כולל ראש הנפץ, המשגר ועלויות הפיתוח.
לשם השוואה, עלות היחידה של מערכת הטילים הטקטיים של הצבא האמריקני MGM-140 מוערכת בין מיליון דולר ל-1.5 מיליון דולר, בעוד שמחיר טיל Precision Strike החדש יותר, עולה על 3 מיליון דולר ליחידה.
בהתאם לתנאי המכרז, כל טיל מסוג Nightfall נדרש לשאת רש"ק נפיץ של כ-200 ק"ג, לטווח מעבר ל-500 קילומטרים במסלול בליסטי על-קולי, עם יכולת תמרון בסיסית. דרישות נוספות כוללות את היכולת לפעול בסביבות GPS משובשות/ירודות או מוסטות ולהשיג הסתברות שגיאה מעגלית של 10 מטרים, כלומר הטיל חייב לפגוע בטווח של 10 מטרים מהמטרה ב-50 אחוז מהמקרים.

המערכת חייבת לתמוך בשיגור של יותר משני טילים מכלי קרקע אחד, להשיג פגיעה במטרה תוך 10 דקות מהשיגור, ולאפשר למשגר ולצוות להיערך מחדש לירי תוך 15 דקות מהשלמת ירי של כל הטילים.
על פי משרד הביטחון, התכנון צריך להיות חופשי, במידה רבה, ממגבלות סחר חוץ או מגבלות שימוש ולתמוך בשדרוגים עתידיים, כולל הגדלת טווח, דיוק, יכולת תמרון ויכולת טלמטריה. עד לחוזה עתידי פוטנציאלי, כושר הייצור אמור להיות ניתן להרחבה כך שיספק לפחות 10 יחידות בחודש, עם אפשרות להגדלה נוספת לפי הצורך.
דרישה זו עולה כאשר הצבא הבריטי משדרג ומרחיב את צי מערכות הרקטות (MLRS) M270 שלו, המונה 40 מערכות. המשגרים המודרניים הללו יתמכו ברקטת MLRS מונחת לטווח ארוך, עם טווח של 150 קילומטרים, ובטיל Precision Strike, המסוגל להגיע עד 499 קילומטרים. טיל בליסטי טקטי ריבוני יאפשר לבריטניה להגדיל באופן עצמאי את ייצור התחמושת MLRS ולשאוף לייצוא פוטנציאלי.

[אוויר והגנ"א]

39. מנוע סילון מודפס עבר בהצלחה ניסוי קריטי

18 בדצמבר 2025

[3D-Printed Engine Completes High-Altitude Tests, Prepares for Flight Trials]
חברת Beehive Industries, העוסקת בפיתוח מערכות הנעה סילוניות מתקדמות לכלים לא מאוישים, הודיעה על השלמת ניסוי מוצלח במנוע Frenzy המיוצר בהדפסת תלת ממד. הניסוי נועד להשלמת בדיקות ביצועים בגובה רב ובוצע בתא ואקום. שני אבות טיפוס נבדקו במתקן באוהיו, שם המנועים ניצתו בהצלחה והגיעו למהירות המרבית בתאוצה מהירה. גם עמידות המשימה של Frenzy אומתה, כאשר נמדדו טמפרטורות טורבינה וצריכת דלק שלפי הדיווחים היו "טובות מהצפוי". ניסויי טיסה מתוכננים לשנת 2026, בעוד החברה מתקדמת לעבר ייצור ראשוני בקצב נמוך.
לדברי דיוויד קימבל, ה-CTO של החברה, ה-Frenzy עבר משלב קונספט בלבד להשלמת הניסויים בגובה רב תוך שנה, כאשר צוות הפיתוח מקדים כעת את לוח הזמנים. החברה מייחסת לגישת הייצור המבוססת במידה רבה על הדפסה תלת-ממדית, את האפשרות לקצר לוחות זמנים של פיתוח.
מתקני Beehive בדנוור, סינסינטי ונוקסוויל, שנבנו במסגרת הזמנה של 12 מיליון דולר מחיל האוויר האמריקני, פועלים להגדיל את הקיבולת כדי לעמוד בביקוש הצפוי.

[אוויר והגנ"א]

40. ניסוי שליטה במספר כטב"מים ישירות מתא הטייס המאויש

7 בינואר 2026

[Navy F-35 pilots train to wield drones with touchscreen tablets]
צי ארה"ב השלים לאחרונה בהצלחה ניסוי תפיסתי לשליטה במספר כטב"מים ישירות מתא הטייס של F-35. התרגיל בוצע בסימולטור, באמצעות טאבלטים ייעודיים. האימון נערך ב-Joint Simulation Environment (JSE) של הפנטגון במרילנד. מדובר במתקן סימולציה המאפשר לטייסים לתרגל טקטיקות מורכבות בסביבה מאובטחת ובנאמנות גבוהה למקור (High-Fidelity) לפני שמנסים אותן בסביבת אימונים חיה.
במהלך התרגיל, הטייסים ניהלו "מטוסי קרב שיתופיים" (CCA - המכונים גם "Loyal Wingmen"). הטייסים והכטב"מים פעלו כיחידה אחת, תקשרו ביניהם ותקפו מטרות באמצעות חימושים מדויקים. מדובר בניסוי תפיסתי שמנסה לבדוק את המגבלות הקוגניטיביות של הטייס בהפעלה במקביל של מערכות המטוס ולהקת כלים בלתי מאוישים. מדובר בסוגיה שחשוב לבדוק אותה במקביל (או אף לפני) הפיתוח הטכנולוגי עצמו - שכן, המגבלות הקוגניטיביות תשפענה במידה רבה על מה ואיך אפשר יהיה לעשות. כיוון ששינויים בחומרה

של מטוסים קיימים עשויים להיות מורכבים ויקרים, שימוש ב"מכשירי עזר" כגון טאבלטים עשוי להיות פתרון אלגנטי, לפחות עד שיפותחו מטוסים בהם תוטמע הטכנולוגיה מראש.

אוויר והגנ"א

41. סין: פרטים על מערכת הגנ"א "Hurricane 3000", המבוססת על מיקרוגל רב-עוצמה

7 בינואר 2026

China's powerful new microwave weapon system can destroy drone swarms within 3km

לפי פרסום של **חברת נורינקו הסינית** למערכת יש טווח יירוט יעיל העולה על 3 ק"מ והיא מיועדת ליירוט כטב"מים קטנים ונחילי רחפנים ברום הקרוב לקרקע. אם הנתונים מדויקים, הטווח של המערכת הסינית עולה על זה של המקבילה האמריקנית, Leonidas של חברת Epirus (כ-2 ק"מ). מכאן שעל פניו (ולפי הידיעה), המערכת יכולה לתפקד גם במשימות מניעת שטח ולא רק הגנת נקודה.

המערכת משיגה יירוט "קשה" של האיום באמצעות גלי מיקרוגל ה"מטגנים" את האלקטרוניקה של המטרה. בשונה מלייזר המחייב לזירה על כל מטרה אינדיבידואלית, נשק מיקרוגל מסוגל לנטרל מספר מטרות בו זמנית באמצעות שידור של גל באלומה רחבה. נשק HPM מסוגל לנטרל נחילים, ללא מגבלת תחמושת ובעלויות "זניחות".

התוכניות של נורינקו להמשך פיתוח המערכת כוללות הרחבת יכולות לשיבוש ערוצי תקשורת, נטרול חימוש מדויק, ושימוש כנשק אל-הרג (Active Denial) להרחקת בני אדם. זה, כמובן, עדיין חונה בעולם התוכניות לעתיד הרחוק.

בדיווחים נטען שהמערכת כבר נמצאת בשירות פעיל בצבא הסיני ואף הופיעה במצעד הגדול שנערך בספטמבר האחרון. כך שלא מדובר במשהו שקיים על הנייר בלבד. כמו כן, זו אינה מערכת ה-HPM היחידה שנמצאת בשירות הצבא הסיני.

הערות עורך הידיעה:

בסוגיית העלויות - הכל שאלה של איך מחשבים. אם מכניסים לחישוב את מחיר המערכת, בהינתן טווח מוגבל וכמות גדולה של מערכות שיש לפרוס (תלוי, כמובן, במה שרוצים להגן עליו), העלות פר יירוט עשויה שלא להיות זניחה בכלל.

יעוד המערכת: נראה שלא מדובר במערכת קטנה וניידת, אלא באמצעי גדול המותקן על משאית. לכן, סביר שזה לא יתקדם עם הכוח המתמרן וישמש יותר להגנת נקודה (או "נקודה פלוס") על מטרות חיוניות הפגיעות במיוחד להתקפות ברוק"ק - לדוגמה, מפקדות או צמתים לוגיסטיים.

כמו כן, האמצעי לא אמור לעבוד לבדו. נורינקו מציגה בפרסומיה את רעיון "משולש הברזל". מדובר בהגנה רבודה מפני איומים ברום הקרוב לקרקע הכוללים רישות של מערכת המיקרוגל עם נשק לייזר ונ"מ קני. שילוב זה יוצר מערך הגנה רב-שכבתי, עם אמצעים שמאגברים זה על זה ומקזזים זה את חסרונותיו של זה.

מגמה מעניינת בהקשר זה היא שהצורך להגן על מטרות חיוניות במרחב העורף הטקטי מפני איומים ברום הקרוב לקרקע מחד גיסא, והטווח הקטן של רבים מהאמצעים מאידך גיסא, עשויים לחייב ריכוז של הרבה מהתפקודים החיוניים (מפקדות, מחסני תחמושת וח"ח, סדנאות, שטחי כינוס וריענון, מערכי תקשורת וכו') לאתר אחד. זה הופך אותו למטרה מאוד ערכית לתקיפה גם באמצעים יקרים יותר (עד כדי טילים בליסטיים ומטוסי קרב קבועי כנף). כלומר, יצטרכו למצוא פתרונות גם לאלה - כולל התחפרות והתבצרות בתת קרקע. כלומר הצמתים האלה יהיו פחות ניידים וישפיעו על קצב התמרון ועומקו.

בד בבד, ארה"ב פרסה באפריל האחרון אבטיפוס של Leonidas לפיליפינים כחלק מתרגיל 'Balikatan'. כך שמדובר באמל"ח שמעניין את שתי המעצמות כחלק מהמענה לאיומים ברוק"ק.



"Hurricane 3000"

אוויר והגנ"א

42. אוקראינה: מערכת יירוט כטב"מים המבוססת על רחפן

19 בינואר 2026

Ukrainian firm develops ODIN anti-drone interceptor

חברה אוקראינית, CENTRE ZAKHYST, הודיעה על פיתוח וניסויים מבצעיים מוצלחים של מערכת נגד כלי טייס בלתי מאוישים ,הקרויה ODIN. החברה מסרה כי המערכת הופעלה בתנאי לחימה ונבדקה הן בשטחי אימונים והן בחזית, שם הוערכו ביצועיה אל מול איומים אוויריים אמיתיים. החברה לא חשפה את מספר במערכות שסופקו או את היחידות הספציפיות המשתמשות במערכת.

המרכיב המרכזי הוא רחפן היירוט המהיר ODIN Win_Hit, שפותח באופן עצמאי לפעולה בסביבות שדה קרב קשות. המיירט נועד לתקוף מטרות אוויריות בגובה נמוך, כולל רחפני תקיפה חד כיווניים מסוג שאהד.

על פי החברה, רחפן הירוט מגיע למהירות של עד 300 קמ"ש, ומאפשר פגיעה מדויקת במטרות מהירות. ניתן לשגרו מעמדות קרקעיות, מפלטפורמות ניידות ואף מכלי טיס, מה שמאפשר גמישות בשימוש בהתאם לדרישות המשימה. מערכת ODIN יכולה לפעול ביום ובלילה, ומספקת כיסוי רציף בתנאי מזג אוויר שונים.

אוקראינה מסתמכת יותר ויותר על פיתוח רחפנים מקומיים ליירוט, שכן כוחות רוסיים ממשיכים להשתמש בכטב"מים חד-כיווניים נגד תשתיות צבאיות ואזרחיות. בתגובה, יצרנים אוקראינים התמקדו במערכות יירוט זולות וניתנות לפריסה מהירה כדי להשלים את מערכות ההגנה האווירית הקיימות. כאמור, הפרסום מסתמך על פרסום של החברה. לא פורסמה הצהרה צבאית רשמית בנוגע לאימוץ של המערכת או למצבה המבצעי.



אוויר והגנ"א

43. עדות נוספת לשימוש בנשק לייזר סיני על ידי רוסיה

19 בינואר 2026

Russian forces use Chinese-made laser to counter drones

ערוץ תקשורת רוסי פרסם סרטונים חדשים המציגים לטענתו שימוש מבצעי בנשק לייזר מתוצרת סין נגד רחפנים אוקראינים באזור בלגורוד ברוסיה, סמוך לגבול עם אוקראינה. הסרטון, שפורסם בינואר 2026, מציג מערכת לייזר נייחת הפוגעת בכלי טיס בלתי מאויש, ולאחר מכן צילומים של עמדת הלחימה של המערכת ואת פלטפורמת הלייזר עצמה המותקנת על הצריח. כלי התקשורת זיהו את המפעילים כחברים ביחידה למבצעים מיוחדים המכונה "קוצ'בניק" (נווד), שלפי הדיווחים פרוסה באזור בלגורוד. כלי תקשורת רוסיים דיווחו כי המערכת שימשה להשמדת כטב"ם עוין במהלך פעילות הגנה אווירית.

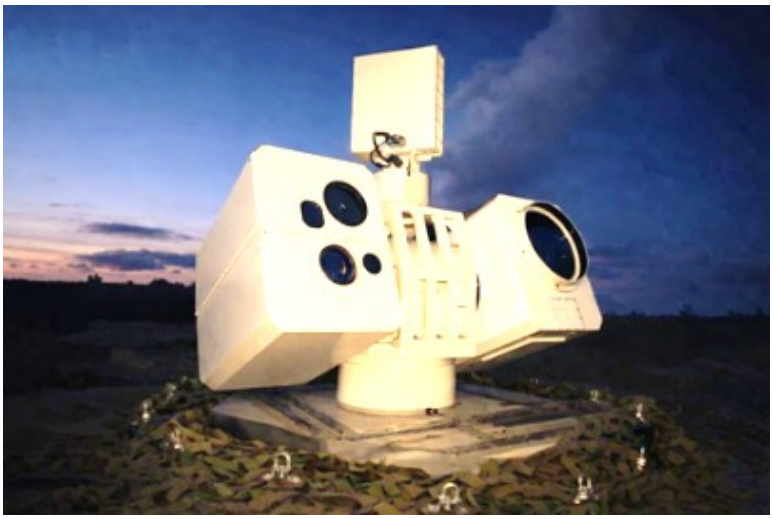
ניתוח של הצילומים מצביע על כך שהנשק הוא מערכת הגנה אווירית בלייזר בגובה נמוך, Low-Altitude Laser Defending System- LASS, הידועה גם בשם Silent Hunter, נשק לייזר להגנה אווירית שפותח בסין וכבר הופיע בעבר בשווקי ייצוא. המערכת פותחה ככל הנראה על ידי האקדמיה הסינית לפיזיקה הנדסית ומיועדת להגנה אווירית לטווח קצר מפני מטרות אוויריות קטנות, כולל רחפנים.

על פי מפרטים זמינים לציבור, Silent Hunter היא פלטפורמה המותקנת על צריח, המצוידת בחיישני עקיבה אופטיים ואלקטרו-אופטיים ובמקור לייזר בעל עוצמה של כ-10 קילוואט. המערכת מזהה, עוקבת ותוקפת מטרות באמצעות הלייזר, ומשביתה רחפנים על ידי פגיעה בשלדות, בחיישנים או במנועים. הפלטפורמה מורכבת בדרך כלל על גרור או רכב ויכולה לפעול באופן נקודתי עצמאי.

בצילומים שפורסמו, נראה כי המערכת עוקבת אחר עצם מוטס לפני שהיא יורה קרן לייזר מתמשכת, ולאחר מכן אובדן שליטה גלוי במטרה. זו לא הפעם הראשונה שמערכות מסוג Silent Hunter נצפות ברוסיה. גרסאות של אותה מערכת לייזר תועדו מוקדם יותר במלחמה, כולל תצפיות ליד תשתיות קריטיות ועמדות הגנה אווירית.

מראה המערכת מרמז שוב שרוסיה ממשיכה להסתמך על פתרונות נגד רחפנים מתוצרת חוץ, שכן רחפני תקיפה ארוכי טווח וחד כיווניים אוקראינים מרחיבים את טווח ההגעה שלהם.

מערכות Silent Hunter נצפו בעבר גם בשירות הכוחות של סין, איראן וערב הסעודית, שם הן משמשות בעיקר להגנה על בסיסים ולהגנת נקודה מפני איומים בלתי מאוישים קטנים.



אוויר והגנ"א

44. הדגמת יירוט רחפן ע"י קרינת מיקרוגל

16 בינואר 2026

[Epirus' Leonidas Demonstrates Successful Use of High-Power Microwave to Defeat Fiber-Optic Controlled UAS]

חברת Epirus הדגימה בהצלחה את מערכת Leonidas VehicleKit (VK) המבוססת על קרינת מיקרוגל בעצמה גבוהה High-Power Microwave (HPM), כשהיא מנטרלת רחפן מונחה בסיב אופטי. זהו מקרה ראשון מתועד שבו אמצעי אלקטרומגנטי מביס רחפן מסוג זה. ההדגמה בוצעה בניסוי ירי חי באתר ממשלתי בארה"ב בדצמבר 2025.

רחפני FPV מונחים בסיב אופטי חסינים כמעט לחלוטין לשיבוש ע"י קרינה וללוחמה אלקטרונית קלאסית. מערכת Leonidas מתגברת על כך באמצעות קרינה אלקטרומגנטית ממוקדת, מבוססת על אנטנות phased-array, הגורמת להשבתה מלאה של האלקטרוניקה ללא יירוט קינטי. הפתרון נחשב בטוח לשימוש בסביבה אזרחית ומיועד להתמודד עם איום מתפתח ומשמעותי בזירות לחימה מודרניות.



Source: Epirus

[אוויר והגנ"א]

ים

45. צוללת שבדית מהדור החמישי

26 בנובמבר 2025

Saab Introduces 'Worlds-First' Fifth-Generation Battle Submarine

חברת סאאב השבדית מציגה את צוללת הקרב מהדור החמישי. הצוללת, המכונה A26, שייכת לדור החמישי של יכולת חמקנות, שמאפשרת להפעיל כלי שייט בלתי מאויש במים עמוקים, וכוללת מערכות לשיבוש אמצעים אלקטרוניים ונשק מדויק לטווח ארוך. יכולות אלו מאפשרות לקיים צי צוללות למגוון משימות רב-תחומית.

A26 יכולה לצלול לקרקעית הים ולפרוס כלי רכב תת-ימיים בלתי מאוישים (UUVs), כלי שיגור לצוללים, ומגוון כלי נשק תת-ימי וכלי מודיעין, סיור וסריקה (ISR).

לצוללת חתימה אקוסטית "נמוכה במיוחד", היא יכולה לחצות מעברי מים החסומים במערכות סונאר כמו בים הבלטי, ולשמש כנקודת מעקב סמויה היכולה לשהות במעמקים כמעט בלתי ניתנת לגילוי ע"י האויב.

הצוללת מצוידת בטורפדות וטילים מדויקים לטווח ארוך, וככזו יכולה לשמש במערכים התקפיים למטרות תת-מימיות, מטרות ימיות וכן מטרות יבשתיות. לצוללת יכולות הגנה ותקיפה "רכה" הכוללות "לוחמת מידע תת-ימית," תוך שימוש במערכות אלקטרוניות לשיבוש תקשורת וחיישנים של האויב. גמישות זו מתיישבת עם דרישות ההפעלה הרב-תחומית של נאטו, שבהן פלטפורמות הצלילה של הדור הבא נדרשות לחוש, לתקוף ולתקשר במגוונים תחומים.

שבדיה ניסתה לגייס שותפים בינלאומיים לפרויקט שהעלות שלו היא 8.4 מיליארד קרונות (882 מיליון דולר), אך בסופו של דבר מימנה את התוכנית לבדה. התאמות ייצור נוספות הוסיפו עוד 8.9 מיליארד קרונות (934.5 מיליון דולר) למחיר הכולל, מה שעיכב את כניסת הצוללת לשירות.



ים

46. מל"ט אוטונומי המיועד לצוד צוללות "הראשון בעולם"

22 בנובמבר 2025

China unveils 'world's first' autonomous drone that can hunt submarines: Report

סין חשפה בתערוכת האוויר דובאי 2025 את Wing Loong X, מל"ט גדול ובעל שהייה ממושכת של עד 40 שעות, שלפי דיווחים מסוגל לבצע לוחמה נגד צוללות (ASW) באופן אוטונומי מלא. המל"ט יכול לפרוס מצופי סונר, לנתח נתונים אקוסטיים באמצעות בינה מלאכותית, לסווג מטרות ואף לשאת טורפדות קלות לתקיפה. המל"ט מסוגל לפעול באופן אוטונומי עד 40 שעות, ולהגיע לרום פעולה של כ־10,000 מטרים.

אם היכולות אכן מבצעיות, מדובר בקפיצת מדרגה משמעותית, שכן לוחמה נגד צוללות נחשבת לאחת המשימות המורכבות ביותר. פריסה המונית של מל"טים כאלה עשויה לפגוע בחמקנות הצוללות ולהרחיב משמעותית את שליטת סין בים סין הדרומי, תוך הפחתת התלות במטוסים מאוישים יקרים.
עם זאת, מומחים מטילים ספק בטענות הסיניות: זיהוי צוללות סובל משיעור גבוה של התרעות שווא ודורש שילוב חיישנים מורכב ושיקול דעת אנושי. לפיכך, ייתכן שמדובר עדיין באב־טיפוס או בטכנולוגיה קונספטואלית. כך או כך, הפיתוח משקף את תפיסת האיומים של סין ואת כיווני ההשקעה העתידיים שלה בלוחמה ימית אוטונומית.



ים

47. יפן: ניסויים בלייזר סיב 100 קילוואט מותקן על אונייה, נגד מטרות מוטסות

5 בדצמבר 2025

Japan Activates 100 kW Laser for Live Sea Trials

יפן מגבירה את מאמציה בתחום נשק מוכוון אנרגיה, כאשר לאחרונה הפעילה מערכת נשק לייזר בעוצמה של 100 קילו-וואט בסביבה ימית. זו מערכת לייזר סיב שהיא פרי פיתוח מקומי ומותקנת בשתי מכולות של 12 מטר כל אחת. המערכת סופקה למספנה Marine United אשר התקינה אותה על סיפון אניית מלחמה יפנית. מערכת הלייזר בנויה ממכלול של 10 לייזרי סיב, כל אחד 10 קילו-וואט, המייצרים יחד אלומת לייזר של 100 קילו-וואט. אלומה לייזר בהספק כזה מסוגלת לחתוך מתכת במבנה של כטב"ם. המעבר לטכנולוגיה של לייזר סיב מאפשר הפעלה בטוחה יותר, תחזוקה קלה ויכולת הגדלת העוצמה של הלייזר. המערכת הותקנה על אניית מלחמה יפנית ובשלב זה מהנדסים בוחנים את המערכת בתנאים ימיים.
בתמונה המצורפת רואים את מכוון אלומת מערכת הלייזר המותקן על סיפון האונייה. מכוון האלומה כולל את מערך המראות, תצפית תרמית וחיישני עקיבה אשר מבטיחים נעילה על המטרה. מכוון האלומה הקומפקטי כולל את האופטיקות לבקרת האלומה, מערכת קירור אינטגרלית ויחידת הספק חשמלי כדי להבטיח פעילות רצופה במהלך הפעלת מערכת הלייזר. הסוכנות היפנית לרכש טכנולוגיה ולוגיסטיקה ציינה את היתרון החשוב של מערכת נשק לייזר: מחסנית תחמושת ללא הגבלה כאשר המגבלה היחידה היא עוצמת הלייזר. במהלך הניסויים המתוכננים תיבחן יכולת נשק הלייזר להתמודד עם מטרות אוויריות בתנאי סביבה ימיים הכוללים: לחות , טיפות מי ים, עיוות האלומה כתוצאה מעיוות טרמי ותנועות האונייה. הצוות גם יבחן יכולת של גילוי, עקיבה ויירוט במגוון טווחים וגבהים, זאת כחלק ממבנה שכבות הגנה אווירית של הצי היפני. בשנה הבאה נערכים להרחיב את הניסויים למטרות מהירות כדי לבחון יכולת הגנה קרובה נגד רקטות, פגזים ארטילריים ופצמ"רים. בעוד שילוב מערכות נשק לייזר סיב לתוך מערך ההגנה נגד טילים היא מגמה ארוכת טווח של יפן, מציינים שעוד ייקח שנים עד שישולבו במערכים מבצעיים.



A close-up view of the white, dome-shaped turret, which directs the 100-kilowatt fiber laser beam, including beam-control optics and tracking sensors. Image: Screengrab via AGC/YouTube

ים

48. מודול נצ"ל בתוך מכולה עבור כשב"מים וכלים "לא שגרתיים"

5 בדצמבר 2025

Ultra Maritime introduces next-generation ASW platform

החברה הקנדית Ultra Maritime הציגה לאחרונה את Sea Tracker, מערכת נצ"ל המופעלת מתוך מכולה וניתנת להתקנה על מגוון כלי שיט, כולל כאלה שלא תוכננו במקור למשימות נצ"ל. המערכת מאפשרת שילוב של טכנולוגיות מגוונות, כולל הגנה מפני טורפדו, מערכים נגררים פסיביים ואקטיביים ועוד. תכנון המודול מאפשר התקנה בתוך מכולה רגילה של 20 רגל.



צילום: חברת Ultra Maritime

ים

49. תוכנית מחקר אירופית תשפר חמקנות של צוללות לא מאוישות

7 בדצמבר 2025

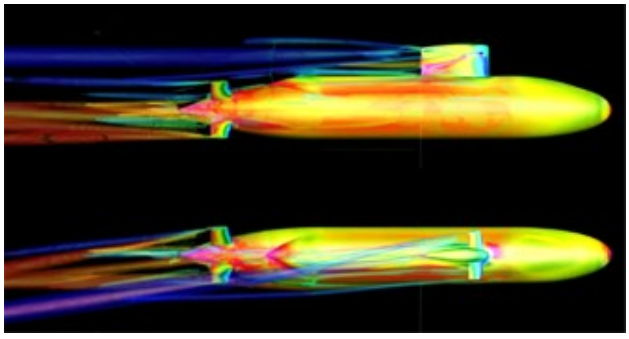
Underwater arms race: How robot subs will outwit next-gen sonar

לצוללות לא מאוישות צפוי תפקיד משמעותי בלוחמה הימית העתידית. תוכנית "המעוז האטלנטי" של הצי המלכותי, לדוגמה, מיועדת לפקח על ביטחון צפון האוקיינוס האטלנטי באמצעות שמונה פריגטות מסוג 26 המפעילות על צי גדול בהרבה של כלי שיט תת-ימיים אוטונומיים (AUV).

לצוללות רובוטיות נדרש פיתוח טכנולוגיות שיאפשרו להן לפעול במשך חודשים ללא פיקוח אנושי, כולל מערכות בינה מלאכותית מתוחכמות. קיימת גם דרישה גוברת של חמקנות שבמקרה של צוללות משמעותה היא בעיקר פעולה שקטה. כדי לשפר את החמקנות פתחה סוכנות ההגנה האירופית (EDA) בתוכנית מחקר הקרויה SPHYDA (Submarine Hull/Rudder/Propeller Hydrodynamics Interaction and Hydroacoustics).

תוכנית זו, המתוכננת למשך של ארבע שנים, והמובלת על ידי המכון להנדסה ימית של המועצה הלאומית למחקר האיטלקית, תבחן כיצד ניתן להפחית את הרעש האקוסטי של צוללות רובוטיות, הן כדי להגן עליהן מפני כוחות עוינים והן כדי להגן על בעלי חיים ימיים מפניהם. חלק מהמחקר מתמקד בחקר האופן שבו רעשים נוצרים על ידי הצוללת הרובוטית. רעשים אלה יכולים להיגרם מזרימת מים על פני גוף הספינה ומשטחי הבקרה, מערכת ההנעה, מכונות בתוך הכלי ואפילו זרימת מים דרך צינורות. על ידי איסוף מידע מפורט על אלה, ניתן יהיה לבנות מודלים דיגיטליים כדי לחזות ולשלוט טוב יותר בהשפעות אלו. הצד המשלים של המחקר הוא כיצד להתמודד עם הרעשים הללו. בתחום זה קיים מרוץ חימוש בן יותר מ-100 שנה בין צוללות שקטות יותר למערכות סונאר רגישות יותר. האינטראקציה בין גוף הספינה, משטחי היגוי הכיוון והמדחפים היא מורכבת ביותר ודורשת מודלים ספרתיים מתקדמים. מערכות הנעה בעייתיות במיוחד משום שהן לא רק מייצרות טורבולנציה אלא גם קוויטציה, כלומר בועות ואקום זעירות שקורסות בקול נפץ חזק במיוחד. ניתן להתמודד עם זה באמצעות להבי מדחף מעוצבים באופן מיוחד כדי לפזר לחץ באופן שווה, סילוני משאבה שבהם הרוטור ממוקם בתוך מעטה כדי לעמעם רעשים, או עיצובים בעלי סל"ד נמוך ומומנט גבוה כדי להפחית את הרעידות. לחלופין, ניתן לבחור בעיצובים אקזוטיים יותר כמו צוללות רובוטיות המשתמשות בשינויים בציפה על ידי הזזת שמן בין שלפוחיות גמישות כדי לנוע קדימה על ידי עלייה ושקיעה.

בינתיים, ניתן להתמודד עם רעשי מכונות על ידי הנחת הציוד על משטחים המופרדים מגוף הכלי באמצעות תושבות גומי. ניתן לסכל הן סונאר האזנה והן סונאר אקטיבי על ידי ציפוי הצוללת באריחי גומי, אשר סופגים רעש המגיע מתוך הגוף וסופגים גלי סונאר הפוגעות בכלי השיט. אמצעי נוסף להפחתת רעשי מכונות כולל השקטת בעבוע נוזלים באמצעות צינורות מיוחדים המזרימים את הנוזל במסלול מפותל הממזער את הטורבולנציה. בנוסף, אפשר לבצע אופטימיזציה של גוף הספינה כדי להפחית גרר וטורבולנציה. בתחום זה כבר נעשתה עבודה רבה מאז מלחמת העולם השנייה והיום קשה להבחין בין דור אחד של צוללות לאחר. עם זאת, תמיד יש מקום לשיפור, ולכן במסגרת SPHYDA נבחנות דרכים לשלב את גוף הספינה, הגה הכיוון וההנעה לצורה חלקה אחת. נכון לעכשיו, הפרויקט מתמקד במודלים, אך השלבים הבאים יכללו ניסויים.



SPHYDA is working on modeling submarine noise. EDA

ים

50. הדגמת משימה שבה כלים לא מאוישים בים ובאוויר משתפים פעולה

17 בדצמבר 2025

HavocAI Pulls Off First Autonomous Cross-Domain Mission Without GPS

חברת HavocAI השלימה הדגמה, לטענתה "הראשונה בעולם", של פלטפורמה אווירית לא מאוישת המקושרת לפלטפורמה ימית לא מאוישת בסביבה ללא GPS. הניסויים שילבו כלי שיט אוטונומיים (ASV) עם כלי טיס לא מאוישים (UAV), שפעלו יחד בזמן אמת באמצעות פלטפורמת פיקוד אחת. המערכות ביצעו משימות מורכבות תחת תנאי תקשורת קשים, תוך הסתמכות על שיטות ניווט ותזמון חלופיות כדי לשמור על ביצועים. לאורך הניסויים, כלי הטיס והכלי השיט הלא מאוישים שילבו נתוני חיישנים בזמן אמת, זיהו ועקבו אחר מטרות, וביצעו באופן אוטונומי את שרשרת ההרג המלאה, משלב הגילוי ועד לתקיפה. כל הפעולות בוצעו דרך ממשק Havoc Control של HavocAI, המאפשר למפעיל יחיד לנטר ולסנכרן מספר פלטפורמות בו זמנית. לדברי מנכ"ל HavocAI, פול לוין, "הדגמה זו מחזקת את מעמדה של HavocAI כמובילה במערכות ימיות אוטונומיות מהדור הבא, ומביאה לשוק יכולות שהיו בעבר תיאורטיות או מוגבלות לסימולציה".
כוחות בעלות הברית, שותפים בינלאומיים ונציגי הגנה צפו בניסויים. החברה אמרה שהתוצאות יכולות לתמוך בחזון של הפיקוד האינדו-פסיפי לנוכחות מתמשכת בסביבות ימיות מתחרות.



ים

51. צי ארה"ב: שיגור ימי של כטב"ם מתאבד

18 בדצמבר 2025

Littoral Combat Ship Launches Shahed-136 Kamikaze Drone Clone

צי ארה"ב ביצע לראשונה ניסוי שיגור ימי של כטב"ם מתאבד ארוך־טווח LUCAS, שיבוט אמריקני ל־Shahed-136, מספינת חוף Littoral Combat Ship (LCS) מסוג Independence class, במסגרת פעילות במזרח התיכון. השיגור בוצע בהאצה רקטית על־ידי Task Force 59 של NAVCENT, כחלק מהפעלת צוות קרב (TFSS) Task Force Scorpion Strike.
הכלי, שפותח על־ידי חברת SpektreWorks, מבוסס על הנדסה לאחור של Shahed-136, מאופיין בעלות נמוכה (כ־35,000 דולר ליחידה), וניתן לשיגור הן מהים והן מהיבשה. תצורות מתקדמות שלו כוללות יכולות BLOS, חיישנים, ורישות המאפשר הפעלה דינמית, תקיפת מטרות נעות וטקטיקות נחיל.
הניסוי מדגיש הרחבה משמעותית של יכולות התקיפה הימיות והיבשתיות של ארה"ב, מענה ישיר לאופן שבו איראן, שלוחותיה ורוסיה מפעילות כטב"מי Shahed, וכן ניסיון להפיק ערך מבצעי חדש מספינות LCS. מדובר בצעד נוסף לעבר לוחמה מבוססת כטב"מים זולים, המוניים ורשתיים, עם השלכות אזוריות רחבות.



Source: NAVCENT/C5F/U.S. Army Spc. Kayla Mc Guire

ים

52. צי ארה"ב מתעתד להכניס לשירות כשב"מים בשנת 2026

16 בינואר 2026

No longer 'experimental': Navy to deploy drone boats this year, official says

הצי האמריקני מאשר כי כלי השיט העל-מימיים הבלתי מאוישים (MDUSVs) מדגמי Hunter ו-Seahawk יעברו כבר השנה משלב האבטיפוס לצי וייכנסו לפעילות מבצעית. ככל הנראה, אחד מהכלים (Seahawk) אף עשוי להשתלב כחלק אינטגרלי משייטת של נושאת מטוסים (Carrier Strike Group – CSG)

במישור הארגוני, הצי מתכוון להקים שלוש יחידות כשב"ם ראשוניות כדי לתמוך בהתרחבות זו. היעד הסופי הוא הקמת שייטת כשב"מים מבצעית בכל אחד מהציים (Fleets) של הצי אמריקני ברחבי העולם. מפת הדרכים לרכש הכשב"מים לשנים הקרובות קובעת שהצי יחזיק 11 כלים בלתי מאוישים בסד"כ עד 2027, מעל 30 כלים עד 2030 וכ-45% מסד"כ הצי הכולל עד 2045.

חברת Leidos, שבנתה את שני הכלים, מתבססת על ארכיטקטורת LAVA האוטונומית. פרופיל המשימה של הכלים צפוי לכלול איסוף מודיעין, מבצעים נגד מוקשים ימיים ואף יכולות תקיפה קינטיות. לתפיסת הצי כיום, הכלים הבלתי-מאוישים נועדו כדי לתגבר את הספינות המאוישות, ולא להחליפן, וזאת כחלק מתפיסת "Golden Fleet" העתידית מתגבשת בימים אלה.

ים

53. נורת'רופ גרומן תשדרג את טורפדו הנצ"ל של צי ארה"ב

13 בינואר 2026

Northrop Grumman to Make US Navy's Upgraded ASW Torpedo for $233M

חברת נורת'רופ גרומן תבנה ותספק לצי ארה"ב גרסה משופרת של טורפדו הנצ"ל הקל של הצי, מדגם Mk54 MOD2. הפרויקט, בשווי של 233 מיליון דולר, יכלול שיפור של יכולות הקטלניות של רש"ק הטורפדו. בחברה מסרו שהם מתכוונים למסור גרסאות ראשונות לבחינה מבצעית בשנת 2027.

הטורפדו מדגם זה בגרסאותיו הראשונות נבנה במקור על ידי חברת ריתיאון והוא יכול להיות משוגר מספינות שטח, ממטוסים קבועי כנף וממסוקים. השדרוג הנוכחי מהווה שיתוף פעולה בין צי ארה"ב והצי האוסטרלי, כשנורת'רופ גרומן היא הקבלן הראשי.



צילום: Northrop Grumman

ים

חלל

54. צרפת וארה"ב מבצעות תמרוני-קירבה של לווייניים במסגרת תוכנית משותפת למלחמה בחלל

15 בדצמבר 2025

France, US practice up-close satellite maneuvers under joint space war plan

לווייניים צבאיים צרפתיים ואמריקנים תרגלו בהצלחה תמרונים משותפים כחלק מתוכנית המלחמה הרב-לאומית של פיקוד החלל האמריקני, כך הודיע פיקוד החלל הצרפתי. "זוהי הדגמה מצוינת ליכולתנו להגיב ולתמרן במשותף במסלול".

המפגש הדו-צדדי ומבצע הקירבה (RPO-rendezvous and proximity operation), הוא חלק ממבצע הכוח הרב-לאומי "מגן אולימפי" (Olympic Defender) של פיקוד החלל האמריקני, הוא "מדגים עוד יותר את יכולתה של צרפת לבצע פעולות דינמיות ואחראיות, כדי להרתיע יריבים מלפעול נגד האינטרסים החלליים שלה". מבצעי RPO כוללים שני לווייניים המתמרנים זה סביב זה, וניתן להשתמש בהם למשימות צבאיות שונות, כגון בדיקות, תדלוק ותיקון, ואף תקיפת לוויין אויב.

צרפת שיתפה פעולה עם ארה"ב במבצע הדו-צדדי. "מבצע דו-צדדי זה מדגים לא רק את יכולתה של הקואליציה שלנו לתכנן ולבצע פעולות חלל דינמיות ואחראיות, אלא גם את מחויבותנו האיתנה לעמוד כתף אל כתף בהגנה על האינטרסים המשותפים שלנו בחלל", אמר הדובר.

בהודעת הצרפתית נאמר כי בעוד שהמפגש של הלווייניים העמיתים היה השני שנערך עם צבא ארה"ב, הוא היה הראשון שתוכנן במשותף במסגרת Olympic Defender.

צרפת הצטרפה לתוכנית תכנון ותרגילי לוחמת החלל בהובלת ארה"ב באוקטובר האחרון. מבצע ה-RPO המשותף הראשון התקיים במקביל, אך תוכנן בנפרד כתרגיל דו-צדדי. הפיקוד ציין כי קצין בכוח החלל זכה במדליה צבאית צרפתית על מעורבותו.

חלל

55. שיפור ביכולת מודעות מצבית ול"א בחיל החלל של ארה"ב

15 בדצמבר 2025

L3Harris Delivers First Meadowlands Unit to US Space Force

חברת L3Harris Technologies סיפקה את היחידה הראשונה של מערכת Meadowlands למשימה דלתא 3 של חיל החלל האמריקני, לצורך לוחמה אלקטרומגנטית בחלל. על ידי מתן יכולות מודעות מצבית ולוחמה אלקטרונית בחלל, מערכת Meadowlands משפרת את היכולת לנטר ולנטרל איומים פוטנציאליים בזמן אמת.

מערכת שיבוש התקשורת הנגדית (CCS-Counter Communications System) של Meadowlands היא יחידה קרקעית, קומפקטית וניידת המשמשת לשיבוש תקשורת לוויינית. המערכת, המותקנת על גרור עם גלגלים, ניתנת למיקום מחדש במהירות, ומציעה גמישות להתחמקות ממאמצי שיבוש נגדי.

"היריבים שלנו מפתחים כלי נשק נגד חלל, ועלינו להיות מוכנים להגיב במהירות, בדיוק ובעוצמה", אמר הגנרל שבראש מחלקת פעולות החלל.

L3Harris זכתה במגוון רחב של חוזים ממוקדי חלל עם כוח החלל האמריקני, הכוללים תקשורת, לוחמה אלקטרונית ומערכות הגנה לווייניים. אספקת יחידה ראשונה זו מגיעה לאחר יחידות פיתוח קודמות שסופקו מוקדם יותר בשנת 2025.

בנוסף ל-Meadowlands, החברה סיפקה רכיבים לתוכנית הפיתוח של מערכת התקשורת הנגדית (Counter Communications System), המסייעת למודרניזציה של יכולות אלקטרומגנטיות מבוססות חלל. החברה תומכת גם בתוכנית "גדר החלל" (Space Fence program) של החיל, ומספקת חיישנים וטכנולוגיית עיבוד למעקב אחר עצמים במסלול נמוך סביב כדור הארץ ולשיפור המודעות לתחום החלל.



L3Harris' Meadowlands system uses ground-based radio frequency units to disrupt satellite communications. Photo: L3Harris

חלל

56. רוסיה: נרשם פטנט על תחנת חלל חדשנית

23 בדצמבר 2025

Russia patents space station designed to generate artificial gravity

חברת Energia הממשלתית של רוסיה רשמה פטנט על תחנת חלל חדשנית המיועדת לייצר כבידה מלאכותית באמצעות סיבוב מודולים מאוישים סביב ציר מרכזי. המערכת מתוכננת לייצר כבידה של כחצי־g, בעזרת כוח צנטריפוגלי, כדי להפחית את ההשפעות השליליות של חוסר כבידה במשימות מאוישות ארוכות־טווח.
התחנה המוצעת כוללת מודול מרכזי סטטי ומודולים מסתובבים המחוברים בחיבורים גמישים, ותדרוש הרכבה במסלול באמצעות מספר שיגורים. אף שרוסיה לא פרסמה לוחות זמנים או תקציבים למימוש, רישום הפטנט מעיד על עניין בתחום, במיוחד על רקע סיום חיי התחנה הבינלאומית ISS המתוכנן לשנת 2030 ופיתוח תחנות חלל חדשות לאומיות ומסחריות.



Image credit: MARK GARLICK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Getty Images
(תמונת אילוסטרציה – איננה מתארת במדויק את התחנה המתוארת)

חלל

57. לווייני הדור הבא למעקב אחר טילים

19 בדצמבר 2025

SDA awards four contracts worth $3.5B for next-gen missile tracking satellites

סוכנות Space Development Agency (SDA) העניקה ארבעה חוזים בשווי כולל של 3.5 מיליארד דולר ל־Lockheed Martin, Rocket Lab USA, Northrop Grumman ו־L3Harris Technologies לצורך בנייה והפעלה של 72 לוויינים במסגרת תוכנית Tranche 3 Tracking Layer. כל חברה תספק ותפעיל 18 לוויינים, עם שיגורים המתוכננים לשנת הכספים 2029.

הקונסטלציה החדשה תספק כיסוי עולמי כמעט רציף להתרעה ולמעקב אחר טילים בליסטיים והיפרסוניים ממסלול נמוך LEO, כולל יכולת הפקת נתוני עקיבה באיכות בקרת ירי להגנה מפני טילים. מחצית מהלוויינים יתמכו במשימות מתקדמות של הגנה מפני טילים, כחלק מהתמודדות עם איומים מתפתחים.



Graphic: L3Harris

חלל

58. איראן שיגרה שלושה לווייניים

29 בדצמבר 2025

Iran says it launched 3 satellites to space on Russian rocket: report

איראן שיגרה לחלל שלושה לווייני תצפית על כדור הארץ - Paya, Zafar 2 ו־Kowsar - באמצעות טיל רוסי Soyuz 2.1b, במסגרת משימת rideshare ששוגרה מ־Vostochny Cosmodrome. הלוויינים מיועדים לניטור חקלאות, מיפוי משאבי טבע ומעקב סביבתי.

השיגור בוצע בשיתוף Roscosmos וכלל בסך הכול 52 לוויינים, בהם לוויינים רוסיים וללקוחות שונים נוספים. גורמים איראניים הדגישו כי הלוויינים פותחו בידי מדענים איראניים חרף סנקציות מערביות, והשיגור ממחיש את המשך פעילותה של איראן בתחום החלל למרות מגבלות בינלאומיות.

חלל

59. סטארלינק על הכוונת: כיצד רוסיה עשויה לפגוע בשליטת המערב בחלל

22 בדצמבר 2025

Starlink in the crosshairs: How Russia could attack Elon Musk's conquering of space

על פי ממצאי מודיעין של שתי מדינות נאט"ו, רוסיה מפתחת לכאורה נשק אנטי־לווייני חדש שמטרתו לפגוע בקונסטלציית הלוויינים Starlink של אילון מאסק. מערכת זו, המכונה במסמכים המודיעיניים בשם "נשק אפקט־אזורי" (zone-effect weapon) נועדה לשחרר עננים רסיסים זעירים ובעלי צפיפות גבוהה במסלולי

הלוויינים, ובכך לפגוע בו־זמנית במספר רב של לוויינים. על פי ההערכות, מדובר במאות אלפי כדוריות זעירות שעלולות להשבית לוויינים רבים, אך גם לגרום נזק נרחב ובלתי נשלט למערכות חלל אחרות.

הכתבה מדגישה כי Starlink נתפס ברוסיה כאיום אסטרטגי משמעותי. מאז הפלישה הרוסית לאוקראינה, רשת הלוויינים במסלול נמוך (LEO) הפכה לכלי קריטי עבור הצבא האוקראיני: תקשורת בשדה הקרב, תיאום כוחות, הכוונת נשק, וכן תקשורת אזרחית וממשלתית באזורים שבהם רוסיה פגעה בתשתיות. בכירים רוסים אף הזהירו בעבר שלוויינים מסחריים המספקים שירותים צבאיים לאוקראינה עשויים להיחשב "מטרות לגיטימיות."

על פי המודיעין, בניגוד לניסוי הרוסי משנת 2021 שבו הושמד לוויין ישן בטיל, פעולה שיצרה ענן פסולת מסוכן, הנשק החדש מיועד לפגיעה רחבת היקף ומתמשכת. הכדוריות עשויות להיות משוגרות ממערכים של לוויינים קטנים, שעדיין לא שוגרו, וליצור "ענן הרס" במסלול בגובה כ־550 קילומטרים, שבו פועלים לווייני Starlink.

עם זאת, מומחי חלל וביטחון רבים מטילים ספק בהיתכנות ובכדאיות של נשק כזה. ויקטוריה סמסון, מומחית לביטחון חלל מ־ Secure World Foundation, טוענת כי שימוש בנשק בלתי־מבחין כזה עלול להוביל לאנרכיה בחלל ולפגוע גם ברוסיה עצמה, כמו גם בסין ובמדינות אחרות התלויות באלפי לוויינים לתקשורת, לניווט ולהגנה. לדבריה, קשה להאמין שמוסקבה תהיה מוכנה לשלם מחיר כזה.

גם בריגדיר גנרל כריסטופר הורנר, מפקד חטיבת החלל בצבא קנדה, סבור כי פיזור ענני רסיסים עלול "לצאת משליטה במהירות". לדבריו, ענן כזה לא יוכל לפגוע רק ב־ Starlink אלא יאיים על כל לוויין במסלול דומה, וזה הסיכון חמורה ביותר. יחד עם זאת, הוא ציין שהרעיון אינו בלתי־סביר לחלוטין, במיוחד לאור טענות קודמות של ארה"ב שלפיהן רוסיה בוחנת גם נשק גרעיני מבוסס־חלל.

המודיעין שהוצג אינו כולל לוח זמנים לפריסת המערכת, ואינו מבהיר אם היא כבר נוסתה בפועל. גורם הבקיא בפרטים ציין כי מדובר בפיתוח פעיל, אך פרטים רבים מסווגים. סמסון מציעה אפשרות נוספת: ייתכן שהמחקר הוא ניסוי תיאורטי בלבד, או ניסיון לקדם רעיון קיצוני במטרה להשיג מימון או לעורר תגובת־נגד מערבית, כולל הגדלת תקציבי "לוחמת חלל."

אחד ההיבטים המדאיגים במיוחד הוא הקושי לייחס את הפגיעה לגורם מסוים. הכדוריות הזעירות, בקוטר של מילימטרים בודדים, עשויות להיות בלתי־ניתנות לגילוי על ידי מערכות מעקב קרקעיות וחלליות. בכך, פגיעה בלוויינים עלולה להתרחש מבלי שניתן יהיה להוכיח חד־משמעית מי אחראי לה. עם זאת, מומחים מעריכים כי דפוסי הפגיעה יאפשרו בסופו של דבר להסיק את מקור ההתקפה.

גם אם הנזק הישיר לכל לוויין אינו מוחלט – למשל פגיעה בלוחות סולאריים – הוא עשוי להספיק כדי להוציא לוויין מכלל פעולה. יתרה מכך, פסולת שתיווצר עלולה לסכן תחנות חלל במסלולים נמוכים יותר, כולל תחנת החלל הבינלאומית ותחנת טיאנגונג הסינית.

בסיכום, הכתבה מציגה את הנשק האפשרי כמעין "נשק של פחד": איום שמטרתו הרתעה והשפעה פסיכולוגית, גם אם לא ייעשה בו שימוש בפועל. בשל ההשלכות ההרסניות והבלתי־הפיכות על כלל המערכת החללית, כולל על רוסיה עצמה, רבים סבורים כי מוסקבה תהסס מאוד לפני שתנקוט בצעד כזה.

חלל

60. מפת הדרכים של אירופה בתחום החלל לשנת 2026

31 בדצמבר 2025

Europe's time to shine in space? 2026 preview

White Paper for European Defence – Readiness 2030

מתוך שאיפה לעצמאות ביטחונית מול ארה"ב ומוכנות מבצעית מול יריבים פוטנציאליים, האיחוד האירופי מתכנן בשנת 2026 לאגד את תוכניות החלל הלאומיות העצמאיות לתוכנית חלל מאוחדת ובעלת יכולות צבאיות. בצעד היסטורי, סוכנות החלל האירופית ESA, שבאופן מסורתי התמקדה ביישומים אזרחיים, הסכימה לממן פרויקטים המיועדים לחיזוק יכולות הגנה בחלל דרך תוכנית "חוסן אירופי מהחלל" (ERS) בתקציב של 1.35 מיליארד אירו, ולממן פיתוחים טקטיים כגון מערך ניווט חדש במסלול לווייני נמוך, (LEO) שישלים את מערכת 'גלילאו' הקיימת, והקמת מערך לשירות ותיקון לוויינים במסלול והגנה עליהם מפני איומים.

התפנית במדיניות החלל של האיחוד התאפשרה על ידי הגדלת תקציבי תוכניות החלל הצבאיות בהובלת צרפת (תוספת 4.2 מיליארד אירו עד 2030), גרמניה (תוספת 35 מיליארד אירו עד 2030), ספרד (השקעה בפיתוח לווייני תקשורת מאובטחים לשימוש אזרחי וצבאי), ופולין (השקעה בפיתוח לווייני מכ"ם).

יוזמות החלל המרכזיות של האיחוד האירופי הן:

(א) תוכנית "מגן חלל" (Space Shield) שתשלב יכולות מעקב וניטור חלל ((SST) לזיהוי התקרבות עצמים עוינים ללווייניים אירופיים, וטכנולוגיות הגנה מפני שיבושים (jamming) והונאת אותות (spoofing);

(ב) תוכנית תחזוקה במסלול להארכת חיי לווייניים יקרים, הכוללת: (1) תדלוק לווייניים שמערכותיהם תקינות, אך אזל להם הדלק, (2) החלפת רכיבים פגומים או שדרוג חיישנים ורכיבי מחשוב, (3) הזזת לווייניים שיצאו משימוש למסלולי "בית קברות" או גרירתם לאטמוספירה, (4) שינוי מסלול אקטיבי של משאבי חלל על מנת לחמוק מאיומים כמו נשק נגד לווייניים על מנת לשפר את זוויות הצילום לכיסוי אזור חדש;

(ג) תוכנית מערך הביון האירופאי המרכזי (LEO ISR Constellation) המבוסס על לווייניים קטנים במסלול נמוך (LEO) לאיסוף מודיעין, סיור ותצפית בקצב עדכון גבוה. המערך יכלול שילוב של חיישנים אופטיים וחיישני גמ"מ (SAR) המאפשרים "לראות" דרך עננים ובחשיכה מוחלטת;

(ד) EOGS - פלטפורמה להנגשת מודיעין גיאוגרפי לכל 27 המדינות החברות באיחוד. השירות מיועד לספק נתונים למפקדות צבאיות, אך גם לגופי ביטחון פנים, להגנת גבולות ולגופי חירום לטיפול באסונות טבע.

חלל

61. חוזה ראשון לשירותי סילוק והשמדה של לווייניים ישנים

21 בינואר 2026

SDA taps Starfish for first-of-its-kind satellite disposal service

סוכנות פיתוח החלל (SDA) העניקה לחברת Starfish Space חוזה ראשון מסוגו בשווי 52.5 מיליון דולר, לאספקת שירותי סילוק והשמדה מבוקרת ללווייני ארכיטקטורת החלל המבצעית המרובדת (PWSA) של הסוכנות בסוף חייהם. מדובר במספר פעולות סילוק באמצעות רכב "Otter" ויש אופציות להמשך הרחבת החוזה, בהתאם למצב ולביצועים של ה־ Otter במסלול. זה חוזה ראשון מסוגו, והוא לא רק חוזה מחקר ופיתוח; זה חוזה ביצוע.

Otter שמסתו כ־ 300 קילוגרם מיועד לתפוס לווייניים ולבצע הורדה שלהם מהמסלול (deorbit), מבלי שיידרשו בהם התאמות מוקדמות ,או לחלופין, להאריך את חיי הלוויין באמצעות האצה שלו כמנוע חיצוני. התוכנית היא לשגר את Otter לשירות עבור SDA בשנת — 2027.

היכולת להתחבר (לעגון) ללווייניים "שאינם מוכנים מראש" מאפשרת למערכת לעבוד עם לווייניים שנרכשים מספקים שונים על ידי SDA לצורך השלמת הקונסטלציות השונות. בהודעת החברה מצוין כי החוזה החדש "מבוסס על חוזה קודם של מחקר תחרותי (mission study) שהוענק בעבר, ואשר Starfish ביצעה בהצלחה עבור SDA לאורך השנים 2024–2025".

Starfish שיפרה והבשילה את רכב Otter באמצעות סדרה של חוזי הדגמה. במאי 2024 זכתה החברה בחוזה בשווי 37מיליון דולר לבנייה, שיגור והפעלה של Otter למשימת עגינה ראשונה מסוגה, שנועדה לספק שנתיים של "יכולת תמרון מוגברת" ללוויין ביטחוני במסלול גיאוסינכרוני (GEO). ביוני 2024, חתמה החברה על הסכם להארכת חיים של לוויין GEO ובספטמבר 2024 העניקה נאס"א לחברה חוזה של 15מיליון דולר לתקופה של שלוש שנים, לביצוע בדיקות/בחינה של לוויין מושבת במסלול נמוך סביב כדור הארץ.



Otter is designed to rendezvous with and safely deorbit satellites without prior modifications, enabling disposal services for LEO constellations. (Photo Credit: Starfish Space)

חלל

תקשוב ובינה מלאכותית

62. כרטיס חכם מספק הגנה לאמל"ח קרקעי מפני שיבושי ל"א

28 בדצמבר 2025

Collins Shows Off Anti-Jam Tech Inside Small, Mountable Card

חברת Collins Aerospace הדגימה כי כדי להפעיל מערכות בעלות יכולת מתקדמת, תוך הגנה עליהן מפני שיבוש (Anti-Jamming) , די בכרטיס קטן. יחידה של החברה הציגה לאחרונה את מערכת APNT Assured Positioning, Navigation and Timing להגנה מפני שיבוש, המספקת ניווט חסין ואמין במוצר קומפקטי. הטכנולוגיה משלבת GPS בקוד צבאי עם מערך חיישנים, המאפשר לשמור על חיבור ויכולת ניווט של מערכות קרקעיות גם כאשר אותות GPS אינם אמינים או נחסמים לחלוטין.

"הכרטיס שלנו מספק ניווט מדויק במיוחד בסביבות לחימה מאתגרות, ומהווה פתרון מודולרי, ניתן להרחבה וחסכוני בעלויות, שכבר מוכן לשילוב במגוון פלטפורמות," אמרה סגנית נשיא בחברה. "הממדים הקטנים מאפשרים התאמה מהירה יותר למשימות ולשיפור המודעות המצבית". כרטיס ה- APNT היה חלק מניסוי All-Domain Persistent Experiment של צבא ארצות הברית, שמטרתו לבחון טכנולוגיות חדשות בסביבות אלקטרומגנטיות מאתגרות.

החברה תיארה את מערכת ה- APNT כפתרון הקטן ביותר שלה עד כה, למערכות קרקעיות, המשלב יכולות מתקדמות להגנה מפני שיבוש בתוך מארז נייד וקומפקטי. לפי החברה, המערכת עומדת בתקני Compact Modular Open Systems של צבא ארה"ב, ומתאימה לחריץ התקני CMFF (Mounted Form Factor) בשילוב אנטנה חיצונית, היא נועדה לשמור על ביצועים אמינים גם בתנאי הפעלה קשים.

הכרטיס ניתן להתקנה על מגוון כלי רכב צבאיים, לרבות פלטפורמות קרקעיות רובוטיות ואוטונומיות.

תקשוב ובינה מלאכותית

63. מערכת מבוססת AI הופכת תמונות SAR לסביבה סינתטית תלת ממדית כמעט בזמן אמת

5 בדצמבר 2025

AI Converts SAR Imagery Into Real-Time 3D Synthetic Terrain

חברת Aechelon Technology השלימה הוכחת היתכנות המשתמשת בבינה מלאכותית ובנתוני שטח תלת-ממדיים גלובליים של חברת Vantor כדי להפוך תמונות SAR ברזולוציה גבוהה של לווין ICEYE לסביבות סינתטיות תלת-ממדיות מפורטות. המערכת משלבת גילוי מכ"ם של עצמים ושינויים בקרקע עם מפות תלת-ממדיות של Vantor המתעדכנות באופן שוטף, הכוללות מפות שטח ומבנים אשר מכסות יותר מ-95 אחוז משטח כדור הארץ. Vantor מספקת את הנתונים דרך פלטפורמת Tensorglobe שלה, הנתמכת על ידי קבוצת לוויינים שיכולה לבקר שוב באותו אזור עד 15 פעמים ביום.

מודלי הבינה המלאכותית של Aechelon מעבדים צמחייה, הופכים תמונת SAR דו-ממדיות של מבנים למבנים תלת-ממדיים, ומתאמים גילויי מכ"ם כדי ליצור ייצוגים בזמן אמת של מטרות נעות או מבנים חדשים. תכונות בינה מלאכותית נוספות יכולות אף לדמות השפעות סביבתיות כמו הצטברות שלג. בהקשר צבאי, היכולת תוכל לספק למפקדים מודעות תלת-ממדית לשדה הקרב כמעט בזמן אמת, שתאפשר להם לעקוב אחר תנועות חיילים, לזהות איומים פוטנציאליים ולתכנן פעולות בדיוק רב יותר.

זוהי הפעם הראשונה שהבינה המרחבית מבוססת התוכנה של Vantor משולבת בכלי Project Orbion של Aechelon, אותו כינתה החברה "התאום הדיגיטלי" של כדור הארץ הראשון בתעשייה המבוסס על בינה מלאכותית ומתעדכן באופן רציף.
פרויקט אורביון יוצר סביבה תלת-ממדית מאוחדת המשלבת תמונות לוויין, נתוני מכ"ם, פוטוגרמטריה וזיהויים בזמן אמת לתצוגה אחת המאפשרת מודעות מצבית וקבלת החלטות. היכולת הוצגה בכנס 2025 Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference באורלנדו. מעבר להיבטים ביטחוניים , החברה מסרה כי המערכת יכולה לסייע בתגובה לאסונות, ניהול חירום ואימון למערכות אוטונומיות.

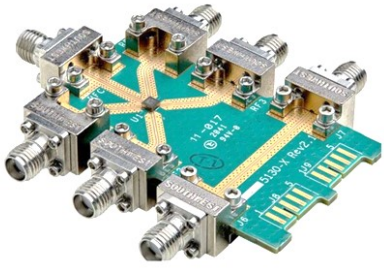


תקשוב ובינה מלאכותית

64. פותח מתג RF העמיד בפולסים בעלי הספק גבוה מאד

4 בדצמבר 2025

New Semiconductor Switch Created to Shield Military Systems from Strong RF Pulses
חברת Menlo Micro קליפורניה, הציגה את מה שהיא מכנה מתג מוליך למחצה "העמיד ביותר" עבור מערכות תעופה וחלל וביטחון. ה-MM5130-NLX מתוכנן לעמוד בפולסי תדר רדיו (RF) של עד 500 וואט, ומגן על מערכות קליטה קריטיות בטילים, רחפנים מערכות לוחמה אלקטרונית ומערכות תקשורת מפני פגיעה באמצעות פולסי RF בהספק גבוה. באמצעות טכנולוגיית Ideal Switch של החברה, ההתקן יכול לעבור בין מיתוג מכני למיתוג מוליך למחצה כדי לאפשר התמודדות בהספק גבוה בהפסדים נמוכים. מאפיין תכן מרכזי הוא מרווח פיזי זעיר, אשר מבודד לחלוטין את המעגל כאשר הוא כבוי, ומונע מאותות מזיקים להגיע למקלטים רגישים במערכות הקליטה. לדברי מארק ווקר , סגן נשיא בחברה, "אף מתג מוליך למחצה אחר הזמין כיום אינו יכול לסבול רמות הספק כה עוצמתיות, וגם אף טכנולוגיה מתחרה אינה יכולה לספק את אותו שילוב של ביצועים בעלי הפסדים נמוכים ופס רחב. ה-MM5130-NLX קובע רף חדש להגנה על מערכות RF קריטיות בתנאים קיצוניים." ביצועי הפס הרחב של המתג מאפשרים לו להתמודד עם מגוון רחב של תדרים ללא אובדן אות או עיוות. המתג שומר על אותות נקיים ומבודדים כראוי, ומונע דליפה לערוצים לא רצויים.
ה-MM5130-NLX הוצג בסימפוזיון ובכנס הבינלאומי השנתי ה-62 של האגודה הבינלאומית של מהנדסי לוחמה אלקטרונית.



תקשוב ובינה מלאכותית

65. חברות אמריקניות מפתחות מערכת ניווט מתקדמת מבוססת תמונה כתחליף ל-GPS

18 בדצמבר 2025

Eyes Over Satellites: US Firms Build Vision-Based Tech to Replace GPS

שתי חברות טכנולוגיה אמריקניות פועלות לשלב יכולות ניווט מבוסס תמונה מתקדמות בפלטפורמות אוויריות וקרקעיות, ולאפשר מיקום מדויק בסביבות בהן ה-GPS נכשל.

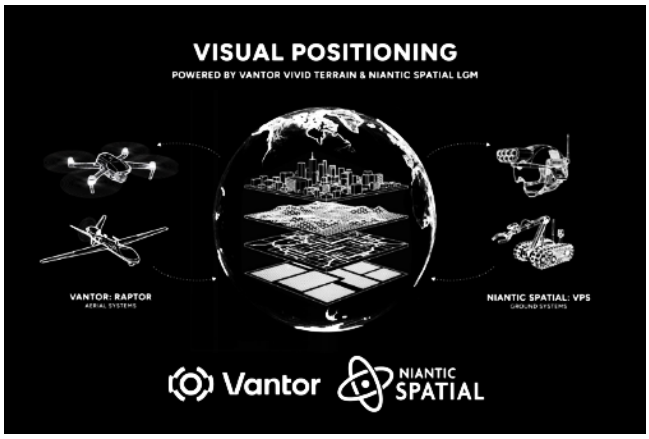
Niantic Spatial, חברת בינה מלאכותית גיאו-מרחבית שבסיסה בסן פרנסיסקו, חברה לחברת הבינה המרחבית Vantor כדי לספק פלטפורמת מיקום מאוחדת המשלבת את טכנולוגיות הליבה שלהן. עבור כוחות קרקע, Niantic מאפשרת מיקום חזותי על ידי התאמת שידורי מצלמה חיים מול ספריית המפות הנרחבת שלה, וחישוב מיקום וכיוונו של חייל על סמך מה שהוא רואה.

Vantor מיישמת אותה גישה עבור פלטפורמות אוויריות, ומושכת נתונים מחיישנים מובנים ומצלמות אלקטרו-אופטיות/תת-אדום כדי להתאים אותם למודלי הסביבה התלת-ממדיים ברזולוציה גבוהה שלה.

כאשר פלטפורמות קרקעיות ואוויריות כאחד צופות באותו שידור, יחידות צבאיות יכולות לתאם טקטיקות משימה בזמן אמת מבלי להסתמך על GPS.

מערכת המיקום החזותית של ניאנטיק יכולה לעבור בצורה חלקה בין שימוש במפות ציבוריות ופרטיות, בעוד שטכנולוגיית Raptor של ונטור מזהה את מיקום הכלי האווירי עם שגיאה של פחות מ-7 מטרים . יחד, הטכנולוגיות מאפשרות לכטב"ם באוויר ולחייל על הקרקע לדעת היכן הם נמצאים בזמן אמת, גם כאשר אותות ה-GPS חסומים.

התכנון הוא לבחון את הטכנולוגיה המשולבת בשטח בתחילת 2026.



תקשוב ובינה מלאכותית

66. מתאימים כלי רכב צבאיים ללחימה עתירת-נתונים ומבוססת חיישנים

17 בדצמבר 2025

Spectra Readies Military Vehicles for Data-Heavy, Sensor-Driven Warfare

ככל שכלי רכב קרקעיים צבאיים הופכים למרכזי נתונים ניידים, חברת Spectra Defense Technologies האמריקנית מבקשת לצייד אותם במערכות מיחשוב משימה מהדור הבא, שיאפשרו עיבוד מהיר יותר של נתונים קריטיים בשטח. באמצעות חברת הבת שלה, Galleon Embedded Computing, שואפת החברה לסייע לכלי רכב צבאיים מודרניים להתמודד עם הדרישות של פעילות עתירת-חיישנים ולתמוך במשימות קרב מתואמות ומבוססות-נתונים. המערך כולל מערכות מיחשוב משימה מדגם Expandable Secure Recorder

(XSR) המאופיינות בארכיטקטורה עתירת-ביצועים, אחסון נשלף ותצורות מוכנות להצפנה, המותאמות לפעולה בתנאי סביבה מבצעיים קשים.
בנוסף Galleon תספק מערכת אחסון רשתית מוקשחת Network Attached Storage (NAS) שתאפשר גישה מאובטחת לנתונים בצפיפות גבוהה בין תתי-המערכות של כלי הרכב.
כמו כן, כלי הרכב יצוידו במערכת הקלטה עתירת-ביצועים High Performance Recorder (HPR) המסוגלת לנהל מערכי חיישנים מתקדמים בקצבי נתונים גבוהים. מערכת ההקלטה המאובטחת המתרחבת היא מערכת מיחשוב משימתית קשיחה ובעלת ביצועים גבוהים, הכוללת אחסון נשלף, תצורות מוכנות להצפנה ותצורת התקנה קומפקטית לכלי רכב.

צמצום הפער

תוכניות הפיתוח של כלי רכב קרקעיים עוברות במהירות לארכיטקטורות פתוחות, כחלק ממאמצי הצבאות לפתח פלטפורמות הניתנות להרחבה בהתאם לדרישות משימה משתנות. מגמה זו מגדילה את הביקוש למיחשוב מוטמע בכלי הרכב, המסוגל לעבד כמויות עצומות של נתוני חיישנים בזמן אמת ולהשתלב במגוון פלטפורמות. לדברי החברה, פתרונות מיחשוב המשימה של Galleon תוכננו לתת מענה לדרישות אלו, באמצעות מערכות מותאמות אישית, שנבחנו בשטח ונועדו לשמר יתרון מבצעי ארוך-טווח בשדה הקרב.
מערכת HPR של Spectra יחד עם מערכות XSR ו- NAS של Galleon מעניקות לכלי הרכב הקרקעיים יכולת ניהול נתונים מהירה ויתרון מידע משמעותי, בתקופה שבה תהליכי המודרניזציה מואצים.



The XSR Server features encryption-ready configurations and a ruggedized build for data-heavy battlefield missions. Image: Galleon Embedded Computing.

תקשוב ובינה מלאכותית

67. התקדמות במרוץ לרשתות תקשורת חסינות מבוססות על רדיו קוונטי

12 בדצמבר 2025

China Tests Out ‘World’s First’ Pocket Quantum Radios for Troops

Code talker 2025? PLA frontline troops are testing portable quantum radio devices

Suppressing Motional Dephasing of Ground-Rydberg Transition for High-Fidelity Quantum Control with Neutral Atoms

בתחילת דצמבר 2025 דווח בעיתון הממשלתי הסיני Science and Technology Daily על פריצת דרך משמעותית בביגור מואץ של טכנולוגיית קליטה קוונטית מעבדתית מסטטוס של TRL-4/5 לסטטוס TRL-6.
יש לראות את הידיעה בפרספקטיבה רחבה יותר בהקשר המרוץ הבינלאומי לפיתוח, ביגור, ושילוב של טכנולוגיות קוונטום חדשות שישמשו בעתיד למיבצוע רשתות תקשורת נתונים טקטיות חסינות מפני גילוי, חסימה, ושיבוש. ניתוח מילולי ישיר של הדיווח מתאר מקלט קוונטי נייד במשקל של פחות מ- 3 ק"ג שהצליח לקלוט ולפענח אותות דיגיטליים בטווח של עשרות קילומטרים בתנאי שטח מאתגרים שאינם מאפשרים

קליטה רציפה של אותות GPS. הדיווח ציין שבשלב הבא יבוצע ניסוי משלים באזור החוף והים. מספר ימים לאחר מכן הופיע דווח נוסף בעיתון South China Morning Post שהדגיש כי מדובר בפריצת דרך משמעותית בתחום התקשורת הטקטית. לכן כינוי הפרויקט הוא בשם Code Talker 2025 בהקבלה מכוונת לשיטת ההצפנה חסינת-הפיענוח בה השתמש חיל הנחתים האמריקני במלחמת העולם השנייה. למרות שהדיווחים בעיתונות הסינית לא חשפו מידע משמעותי, הרי אם הידיעה נכונה, מדובר בהישג הנדסי של מזעור יחידת קליטה הפועלת בתחומי תדר נמוכים ברגישות וביחס אות לרעש המאפשרים תקשורת גם באזורים בהם הטופוגרפיה ו/או התכסית מקשים על תקשורת בקו ראייה. מפרסומים עוקבים בתקשורת המערבית וממאמרים מדעיים בהם מעורבות קבוצות המחקר המובילות בסין ניתן לשער ולהניח כי מערכת התקשורת בניסוי שילבה משדר רדיו קונבנציונלי בתדר נמוך לעבירות אות טובה יותר דרך מכשולים והספק שידור נמוך הקרוב לרצפת הרעש, עם מקלט קוונטי במשקל 3 ק"ג, המבוסס על תא אטומי רידברג ויחידת המרה אופטית-אלקטרונית ממוזערים, המאפשר קליטה רגישה במיוחד ללא מגבלת הרעש התרמי באנטנות מתכת ובממדים קבועים שאינם תלויים בתדירות השידור. הידיעה לא העלתה רמזים בנוגע לאבטחת הרשת, אך בהינתן יכולות קיימות לא מן הנמנע שיבוצע בעתיד הקרוב שילוב טכנולוגיות קיימות כמו שידור מדלג במסרק ערוצים בו-זמני בספקטרום רחב מאד, תוך הפצת מפתחות הצפנה קוונטיים ברשת נפרדת. הטכנולוגיה מאפשרת יישומים נוספים כמו דחיפת מידע (push) ממשדרים קונבנציונליים בתדרים נמוכים מאד וקליטתו מתחת לפני הים, פיתוח מערכות מכ"ם בחתימה נמוכה הפועלות בתדרים והספקים נמוכים, ועוד.

תקשוב ובינה מלאכותית

68. מערכת שיבוש כיוונית תותקן על מגוון מטוסים באירופה

8 בינואר 2026

Elbit to Equip European Aircraft With J-MUSIC DIRCM Self-Protection Suite

באירופה הוחלט לצייד את ציי המטוסים של לקוחות אירופיים במערכות לייזר לשיבוש כיווני DIRCM (Directed Infrared Countermeasures) מדגם J-MUSIC, מתוצרת חברת אלביט. במסגרת החוזה הראשון, החברה תספק את המערכת להתקנה על "פלטפורמות מוטסות בעלות ערך גבוה" המופעלות על ידי מדינה אירופית שלא זוהתה. הזמנות נוספות מכסות את ציי מטוסי התובלה של מדינות אירופיות החברות בנאט"ו, ומשפרות את הבטיחות המבצעית ואת השרידות במהלך משימות תובלה אווירית אסטרטגיות.

הזמנות אלה מגיעות לאחר שנחתם הסכם עם איירבס דיפנס ביולי, לאספקת ערכת DIRCM עבור מטוס התובלה A400M של חיל האוויר הגרמני . מערכת DIRCM מגנה על מטוסים מפני טילי מתבייתים ע"י תת-אדום, במיוחד טילי כתף, המהווים איום משמעותי על מטוסי תובלה, מטוסי תידלוק, פלטפורמות למשימות מיוחדות ומטוסי VIP.

מערכת J-MUSIC משלבת טכנולוגיית לייזר מתקדמת עם יכולות הדמיה חדישות כדי לספק רמה גבוהה של הגנה מפני טילי קרקע-אוויר המתבייתים על חום. המערכת הקלה והקומפקטית מיועדת להתקנה מבוזרת על מגוון רחב של סוגי מטוסים ותומכת בתצורות של צריח יחיד ומספר צריחים. התכן המבוסס על ארכיטקטורה פתוחה מאפשר שילוב עם מערכות שונות להתרעה מפני טילים.



תקשוב ובינה מלאכותית

69. מומלץ לעיון:

ממצאים ולקחים משימוש בבינה מלאכותית במשרד ההגנה האמריקני החל מ-2018

1 בדצמבר 2026

GAMECHANGER: A case study of AI innovation at the Department of Defense

תקשוב ובינה מלאכותית

טכנולוגיות

70. חומרים חלופיים, שאינם נדירים, למערכות חימוש מונחה

15 בדצמבר 2025

US Companies to Explore Materials Alternative for Guided Munition

חברת Niron Magnetics ממינסוטה, וחברת Moog Inc מניו יורק חברו יחד כדי לבחון מגנטים קבועים מסוג rare earth-free (כלומר ללא יסודות נדירים), לשימוש בתחמושת מונחית.

במסגרת שיתוף הפעולה, Moog תבחן את המגנטים הקבועים של Niron מסוג ניטריד ברזל במערכות אקטואטורים עבור טילים ונשק מונחה, ותעריך ביצועים ועמידות כדי להבטיח שהשילוב יעמוד בתקני ההגנה. המגנטים של Niron משתמשים במלחי ברזל, חנקן ואמוניה, הזמינים באופן נרחב ובמחיר סביר יותר מהמינרלים הנדירים. פעילות זו מסמנת את היישום הטכנולוגי הביטחוני הראשון של Niron שנחשף בפומבי. השותפות מגיעה כאשר הממשל בארה"ב פועל לצמצם את תלותו בשרשראות האספקה הסיניות עבור רכיבים קריטיים. סין שולטת כיום בשוק המגנטים העולמי, ומייצרת את רוב המגנטים הכוללים מינרלים נדירים המשמשים במערכות הגנה, תעופה וחלל וטכנולוגיה מתקדמת, כאשר הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה מעריכה שסין שולטת ביותר מ-90 אחוז מעיבוד המגנטים ברחבי העולם. מגנטים אלה, העשויים בדרך כלל מניאודימיום, ברזל ובורון, מוערכים בזכות חוזקם ועמידותם לחום, אך כפופים לסיכון גיאופוליטי ולסיכון בשרשרת האספקה.

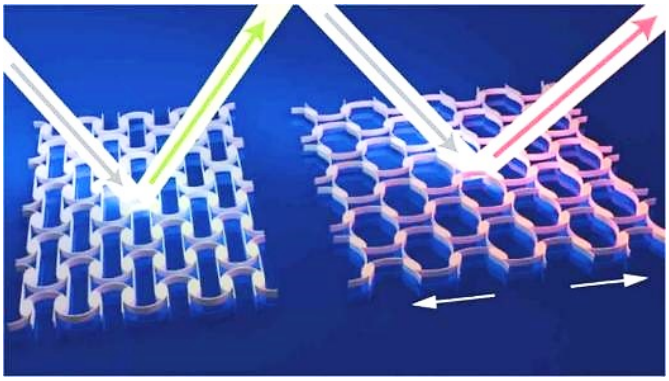
Moog, ספקית מרכזית של מערכות בקרת תנועה למטוסים, לווויינים וטילים, אמרה כי שיתוף הפעולה שלה עם Niron תואם את מטרת הפנטגון לגוון ספקים ולהרחיב את כושר הייצור האמריקני.

טכנולוגיות

71. ננו-חומר משנה את צבעו כמו זיקית בתגובה למאמץ מכני

5 בדצמבר 2025

Chameleon-like nanomaterial can adapt its color to mechanical strain



A metamaterial reflects different colours of light, depending on how it is stretched. Image from the publication. Credit: F. van Gorp et al., ACS Photonics.

חוקרים ממכון הפיזיקה של אוניברסיטת אמסטרדם פיתחו ננו-חומר חדשני המסוגל לשנות את צבעו באופן דינמי בתגובה למאמץ מכני ומתיחה. המחקר, שפורסם בכתב העת ACS Photonics, מציג חומר המבוסס על "צבע מבני" (structural color) ולא על פיגמנטים או אלמנטים כימיים, מה שמאפשר שינוי גוון הפיך ומדויק על ידי שינוי המבנה הפיזי של החומר בלבד.

המערכת מורכבת מ"מטא-חומר" אופטי המבוסס על רשת סיליקון דקה מאוד, המעוצבת בדפוסים גיאומטריים זעירים בהשראת אמנות "קיריגמי" היפנית (קיפול וחיתוך של נייר). מבנים אלו קטנים משמעותית מעובי שערת אדם, והם מתוכננים כך שבעת מתיחת החומר, הדפוסים המיקרוסקופיים נעים ומסתובבים באופן מבוקר. תנועה זו משנה את האופן שבו האור מקיים אינטראקציה עם פני השטח ואת אורך הגל של האור המוחזר, מה שגורם לצבע הנראה לעין להשתנות בצורה חלקה ורציפה.

לפי החוקרים, "החידוש המכריע טמון ברב-תפקודיות של המבנה. באמצעות יצירת דפוסים ננומטריים (nanopatterning) על ממברנת הסיליקון הדקה, הצלחנו לגרום לה לתפקד בו-זמנית כמטא-חומר מכני השולט בסיבובים ובהזזות הפנימיות, וכן כמטא-משטח אופטי המנצל פיזור אור תהודתי (רזוננטי) על ידי המבנה; השילוב בין השניים הוא שיוצר את הצבע המבני הניתן לכיוונון."

בניגוד לחומרים מסורתיים שצבעם קבוע מראש לפי הרכבם הכימי, הטכנולוגיה החדשה מאפשרת כיוונון אופטי רגיש באמצעות פעולה מכנית פשוטה. היישומים הפוטנציאליים כוללים פיתוח חיישנים ויזואליים למדידת מאמצים במבנים, תצוגות גמישות המגיבות למגע, וכן אמצעי הסוואה אדפטיביים המסוגלים להתאים את המראה שלהם לסביבה המשתנה בזמן אמת.

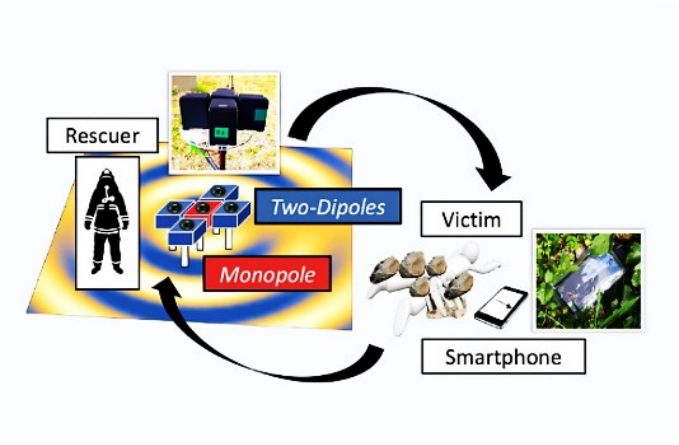
[מאמר מדעי]

[טכנולוגיות]

72. שימוש בטלפונים חכמים לחיפוש והצלה באתרי אסון

5 בדצמבר 2025

[Using smartphones to improve disaster search and rescue]



A diagram showing a hypothetical search and rescue situation utilizing a smartphone microphone. Credit: Shogo Takada

במסגרת כנס של האגודה האקוסטית של אמריקה (ASA) והאגודה האקוסטית של יפן (ASJ) בדצמבר 2025 , הוצג מחקר שמציע שיטה לשיפור היכולת לאתר קורבנות של אסונות, הלכודים תחת הריסות או שכבות אדמה, וזאת באמצעות ניצול המיקרופונים המצויים בטלפונים חכמים. השיטה מתבססת על העובדה שגלי קול מסוגלים להתפשט דרך פסולת בניין ואדמה, מה שהופך אותם ליעילים לאיתור במצבים שבהם שיטות מכ"ם עלולות להיכשל. המערכת משלבת שימוש בשני סוגים של מקורות קול: מונופול ודיפול. מונופול פולט

גלי קול בצורה מעגלית סביב המקור. דיפול, לעומת זאת, פולט קול בצורה כיוונית, חזיתית ואחורית, אך לא לצדדים. בפעולת חילוץ, המחלץ פולט שני צלילי דיפול הנקלטים במיקרופון של המכשיר שבידי הלכוד, ובתגובה נשלח גל אלקטרומגנטי מהטלפון המשדר את מיקומו. כדי להתגבר על החזרי קול מהריסות שעלולים להטעות את המדידה, המחלץ משתמש גם בצליל מונופול המסייע בצמצום הפרעות אלו. כל הנתונים מוזנים לנוסחה מתמטית שמאפשרת להעריך את האזימוט של הלכוד.
בניסוי שטח, השיטה הוכיחה הצלחה מרשימה עם שגיאת מדידה של 5.04 מעלות בלבד מהקורבן ההיפותטי בתוך שטח חיפוש של 10 מטרים רבועים. למרות המגבלה המובנית של השיטה, המחייבת את הלכוד להחזיק במכשיר עם מיקרופון פעיל – תנאי מחמיר יותר מחיפוש קולי רגיל – החוקרים מאמינים כי התפוצה הרחבה של טלפונים חכמים הופכת את הטכנולוגיה לפתרון מבטיח. עבודת ההמשך של צוות המחקר מתוכננת לכלול פיתוח של יכולת לאמוד גם את זווית ההגבהה, מה שיאפשר איתור תלת-ממדי מדויק של הקורבן מתחת להריסות.

טכנולוגיות

73. מואץ שימוש בהדפסת 3D בקנה מידה גדול בתחום הביטחוני

16 בדצמבר 2025

From Research to Deployment: The Scale-Up of Defense 3D Printing



A Firestorm xCell micro 3D printing factory loading onto a C-130 to print Tempest UAV systems at a U.S. Air Force base.
Firestorm Labs

בתוך מכולה פועלת מערכת xCell של Firestorm Labs שאפשר לקרוא לה "מפעל בקופסה". היא מייצרת בשטח, בהדפסה תלת ממדית, את שלדת הכטב"ם Tempest. חברת Firestorm, שגייסה 47 מיליון דולר לפרויקט, מדגימה את המעבר של הדפסת תלת־ממד ליכולת ייצור מהיר בקנה מידה תעשייתי. מנהלים מחברות כמו Stratasys , EOS ו- Nikon Advanced Manufacturing מציינים כי בסיס הייצור הביטחוני האמריקני עובר האצה בעקבות מתחים גיאופוליטיים, פגיעות בשרשראות אספקה וקצב חדשנות מהיר של יריבים. מערכת הביטחון מאמצת את טכנולוגיית הייצור בהוספה, כלומר הדפסה תלת ממדית, כדי לזרז פיתוח, לחזק ייצור מקומי ולהביא יכולות ייצור לשטח.
על רקע תקציבי ביטחון גבוהים, חברות מאמצות יותר ויותר את הטכנולוגיה.

יצרני המדפסות מדגישים כי לא מדובר בתפנית חדשה אלא בהאצה. משרד ההגנה מקל בדרישות עבור כטב"מים קטנים ומתכלים, כולל פחות תיעוד, קבלת רכיבי COTS וסובלנות גבוהה יותר לשלדות מודפסות. שר ההגנה ציין כי פתרון של 85% מהיר וזמין עדיף על פתרון מושלם שאינו מגיע לשטח.

חברות כמו לוקהיד מרטין, בואינג, נורתרופ גרומן ורייתיאון, לצד סטארטאפים כמו Divergent , משתמשות בהדפסת תלת־ממד לייצור שלדות מורכבות, חופות קלות, פרופלורים, תושבות של מצלמות ואנטנות, מארזים אלקטרוניים וחלקים מאושרי טיסה, למשל עבור כטב"מים של General Atomics. מספר חברות הדגימו יכולת זאת גם בתחום הימי. למשל, החברה הספרדית Meltio הדגימה יכולת ימית כאשר מערכת שלה על סיפון הספינה USS Somerset הדפיסה והתקינה חלק משאבה קריטי בתוך 34 שעות – תהליך שהיה לוקח שבועות במספנה.

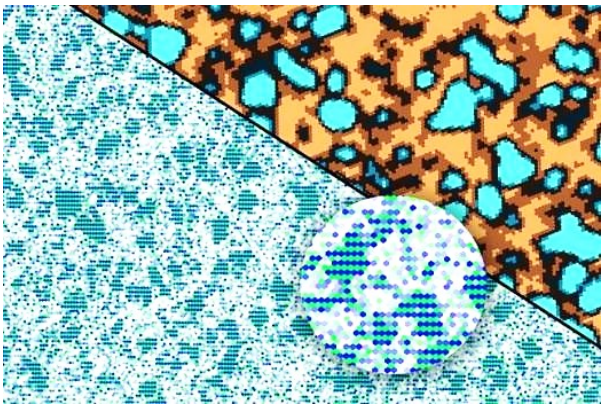
התעשייה עוברת מייצור חלקים בודדים לייצור המוני. חברת Roboze מפתחת "מפעלים אוטונומיים" המסוגלים לייצור אלפי חלקים בשנה. במקביל גוברת התמיכה במודל של מפעלי ייצור בהוספה הפועלים בדומה למפעלי שבבים. התעשייה רואה עתיד משולב של ייצור מרכזי בקנה מידה גדול לצד יחידות מבוזרות כמו xCell של Firestorm בקו החזית. מומחים סבורים שכבר אין ספק שהטכנולוגיה עובדת, וכעת האתגר הוא השגת סקיילינג מהיר בקנה מידה תעשייתי.

טכנולוגיות

74. סגסוגת אלומיניום הניתנת להדפסה חזקה פי 5 מסגסוגות רגילות

23 בדצמבר 2025

MIT Engineers Create 3D-Printable Aluminum 5 Times Stronger Than Conventional Alloys



A new 3D-printed aluminum alloy is stronger than traditional aluminum, due to a key recipe that, when printed, produces aluminum (illustrated in brown) with nanometer scale precipitates (in light blue). The precipitates are arranged in regular, nano-scale patterns (blue and green in circle inset) that impart exceptional strength to the printed alloy.
Credit: Felice Frankel

מהנדסי MIT פיתחו סגסוגת אלומיניום חדשה המיועדת להדפסת תלת־ממד, אשר חזקה פי חמש מאלומיניום המיוצר בשיטות מסורתיות. הסגסוגת שומרת על חוזקה גם בטמפרטורות גבוהות, תכונה הנחשבת נדירה עבור אלומיניום מודפס. החומר החדש מבוסס על שילוב של אלומיניום עם יסודות נוספים, שנבחרו באמצעות תהליך חישובי מתקדם המשלב סימולציות פיזיקליות ומודלים של למידת מכונה.

החוקרים מציינים כי גישה מסורתית למציאת הרכב סגסוגת חדש הייתה דורשת הרצת סימולציות על יותר ממיליון צירופים אפשריים של חומרים. לעומת זאת, האלגוריתם שפיתחו צמצם את מרחב החיפוש ל-40

הרכבים בלבד. מתוך אותם 40 זוהה הרכב אחד בעל פוטנציאל ליצירת סגסוגת אלומיניום חזקה הניתנת להדפסה.

במהלך ההדפסה מתפתח בתוך הסגסוגת מיקרו־מבנה ייחודי: משקעים (precipitates) בגודל ננומטרי, המסודרים בתבניות מחזוריות. מבנה זה הוא שמקנה לחומר את חוזקו הגבוה. לאחר הדפסת הסגסוגת וביצוע בדיקות מכניות נמצא כי חוזקה תואם את התחזיות החישוביות. החוקרים מדגישים כי הסגסוגת החדשה עשויה לאפשר ייצור רכיבים קלים, חזקים ועמידים בחום, כגון להבים למנועי סילון. כיום להבים אלה מיוצרים מטיטניום – חומר הכבד ביותר מ-50% מאלומיניום ויקר פי עשר ממנו, או מחומרים מרוכבים מתקדמים. שימוש באלומיניום מודפס בעל חוזק גבוה עשוי להפחית משמעותית את משקל הרכיבים ואת עלותם, ובכך לחסוך אנרגיה בתעשיית התעופה.

בנוסף, החוקרים מציינים כי יכולות ההדפסה מאפשרות יצירת גיאומטריות מורכבות, חיסכון בחומר ועיצובים ייחודיים שאינם אפשריים בייצור מסורתי. לכן הסגסוגת עשויה להתאים גם ליישומים נוספים כגון משאבות ואקום מתקדמות, חלקי מכוניות, ומערכות קירור למרכזי נתונים.

[מאמר מדעי]

[טכנולוגיות]

75. פותח חומר מרוכב קרמי מודפס שיכול להתכופף ולעמוד בעומסים גבוהים

24 בדצמבר 2025

[US scientists unveil 3D-printed smart composite that lets ceramics bend under load]

מדענים במכון הפוליטכני של וירג'יניה ובאוניברסיטה של אותה מדינה פיתחו חומר מרוכב חדש המיוצר בהדפסת תלת־ממד, המאפשר לקרמיקות פריכות להתכופף, לספוג אנרגיה ולעמוד בעומסים מכניים גבוהים ללא שבירה. החידוש פותר את אחת הבעיות הקשות במדע החומרים: בניית קרמיקות בעלות זיכרון־צורה בקנה מידה גדול מבלי שייסדקו, לאחר שבעבר ניתן היה להשיג את התופעה רק בקנה מידה מיקרוסקופי.

החוקרים שילבו חלקיקי קרמיקה פונקציונליים בתוך מתכת באמצעות תהליך הנקרא ***additive friction stir deposition*** (AFSD), שבו מתקבל חומר מרוכב חזק ונטול פגמים. בתהליך מתחוללת טרנספורמציה מרטנזיטית מושרית־מאמץ (stress-induced martensitic transformation) המקנה לחומר את יכולות ספיגת האנרגיה והעמידות המכנית.

החוקרים מציינים כי קרמיקות בעלות זיכרון־צורה מסוגלות לשנות את המבנה הפנימי שלהן תחת חום או מאמץ ולחזור לצורתן המקורית, בדומה לסגסוגות ניקל-טיטניום, אך עד כה ניסיונות לייצר אותן בכמויות גדולות נכשלו עקב שבירותן הטבעית של הקרמיקות. שילוב החלקיקים הקרמיים בתוך מתכת מאפשר לראשונה ייצור בקנה מידה תעשייתי. לפי הצוות, החומר המרוכב החדש עשוי לשמש בתחומי ביטחון, תשתיות, תעופה-חלל וציוד ספורט מתקדם. המחקר נתמך בין היתר ע"י מעבדת הצבא האמריקני ARL.

[מאמר מדעי].

[טכנולוגיות]

76. פותח "עור אלקטרוני" המאפשר לרובוטים הומנואידים לחוש "כאב" ולהגיב

30 בדצמבר 2025

China develops neuromorphic e-skin that lets humanoid robots sense pain and react

בסין פותח "עור נוירומורפי" שמאפשר לרובוטים הומנואידים לחוש כאב, לזהות פגיעה ולהגיב בתנועות רפלקס מהירות, בדומה לאופן שבו פועלת מערכת העצבים האנושית. רובוטים רגילים מעבדים מידע בצורה מרכזית, ולכן כל מגע מסוכן עלול להתעכב עד שהמעבד מנתח את הנתונים ומחליט על פעולה. העור החדש מחקה את מנגנון הרפלקס האנושי: כאשר אדם נוגע במשהו חם או חד, העצבים שולחים אות ישירות לחוט השדרה וגורמים לתגובה מיידית עוד לפני שהמוח מבין מה קרה. כך גם הרובוט: אם מופעל עליו כוח החורג מסף מסוים, העור שולח אות מתח גבוה ישירות למנועים וגורם לתנועת נסיגה מיידית, ללא עיבוד מרכזי.

העור, שנקרא NRE-skin, בנוי מארבע שכבות: שכבה חיצונית המגינה כמו אפידרמיס, ומתחתיה חיישנים ומעגלים הפועלים כמו עצבים סנסוריים המנטרים לחץ, כוח ושלמות מבנית. גם כשהרובוט אינו נוגע בכלום, העור משדר פולסים חשמליים למעבד המרכזי כדי לדווח שהמערכת תקינה. אם העור נחתך או ניזוק, הפולסים נפסקים והרובוט מסוגל לזהות את מיקום הפגיעה. בעת מגע רגיל, העור מייצר סדרות פולסים המקודדים את עוצמת הלחץ ומועברים לעיבוד מרכזי. אך כאשר הלחץ חוצה סף המוגדר ככאב או סכנה, המערכת עוקפת את המעבד ושולחת ישירות אות למנועים כדי לבצע רפלקס.

החוקרים מדגישים שהמערכת מאפשרת חישה ברזולוציה גבוהה, תגובות רפלקס מקומיות ויכולת תיקון מהירה. המערכת מיועדת לשפר את בטיחות הרובוטים ואת האינטראקציה האינטואיטיבית שלהם עם בני אדם, במיוחד כאשר רובוטים עוברים מסביבות תעשייתיות מבוקרות לבתים, בתי חולים ומרחבים ציבוריים. הצוות עובד כעת על שיפור היכולת של העור לעבד מספר נקודות מגע בו־זמנית – יכולת חיונית לרובוטים הפועלים בסביבות מורכבות ולא צפויות.

מאמר מדעי

טכנולוגיות

77. מצלמות תת-אדום ולמידת מכונה מאפשרות לרובוטים לראות בחושך מוחלט

23 בדצמבר 2025

Machine learning helps robots see clearly in total darkness using infrared

פיתוח באוניברסיטת מנצ'סטר מאפשר לרובוטים "לראות" בחושך מוחלט באמצעות מצלמות תת-אדום ומערכת למידת מכונה שמסוגלת לספק תמונות ברורות גם בהיעדר אור נראה. רובוטים הפועלים במקומות כמו אזורי אסון, מנהרות או חללים סגורים ללא תאורה מתקשים להשתמש באלגוריתמי הראייה הרגילים שלהם, משום שמצלמות סטנדרטיות תלויות באור. הפתרון החדש, הנקרא CLEAR-IR , מאפשר למצלמות תת-אדום להפיק תמונות מפורטות מספיק כדי שהרובוט יוכל להמשיך להשתמש באותם אלגוריתמים ללא שינוי, ובכך לחסוך כוח חישוב, זמן פיתוח ועלויות פריסה בשטח.

המערכת מבוססת על שחזור אקטיבי של תמונות בתת-אדום: אלגוריתם למידת מכונה מקבל את התמונה הגולמית מהחיישן, מסיר רעש, משחזר פרטים ומייצר תמונה "נקייה" הדומה לזו שמתקבלת ממצלמה רגילה בתנאי תאורה טובים. החוקרים מציינים שהשיטה מאפשרת לרובוטים לפעול בסביבות חשוכות לחלוטין בלי צורך להחליף חומרה או לכתוב מחדש את תוכנת הראייה הממוחשבת שלהם. מעבר לכך, הם רואים פוטנציאל להרחבת השיטה לחיישנים נוספים כמו סונאר או מצלמות תרמיות, מה שיאפשר לרובוטים לפעול גם בתנאים קיצוניים אחרים, למשל עשן כבד, אבק, ערפל או טמפרטורות גבוהות. מודגש שהטכנולוגיה עשויה לשנות את הדרך שבה רובוטים נשלחים למשימות כמו חיפוש והצלה, סריקת מבנים קרוסים, ניווט במכרות,

או תפעול תשתיות תת־קרקעיות. היכולת לראות בחושך מוחלט ללא שינויי חומרה משמעותיים פותחת אפשרות לפריסה מהירה של רובוטים קיימים למשימות שלא היו אפשריות קודם.

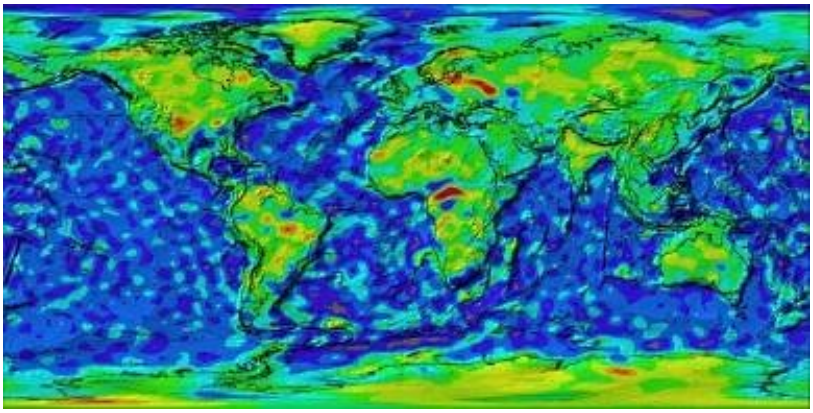
מאמר מדעי

טכנולוגיות

78. יחידת החדשנות של הפנטגון תממן טכנולוגיית ניווט מגנטי אשר "אינה ניתנת לשיבוש"

9 בינואר 2026

DIU to fund 'unjammable' magnetic navigation tech



מודל מגנטיות של פני כדה"א מבוסס מדידות של NASA . צבעים חמים מייצגים שדות מגנטים גבוהים יותר וקרים מייצגים שדות חלשים (מקור: NASA).

כחלק מההתמודדות עם חסינות לשיבוש של מערכות ניווט נפוצות מבוססות GPS, יחידת החדשנות של הפנטגון (DIU) תשקיע בקידום טכנולוגיית ניווט מגנטי (magnav) הנחשבת חסינת שיבוש היות ולא תלויה בתקשורת RF. היחידה יצאה בבקשה להצעות לאבות טיפוס של פלטפורמות אוויריות לא מאוישות למיפוי שדות מגנטיים של כדה"א לרבות מיפוי פני הים מגובה של 600-9100 מ' – GAUSS (Geomagnetic Airborne Unmanned Survey System). הפלטפורמות יכללו מגנטומטר מדויק שימפה את השינויים המקומיים בשדה המגנטי של כדה"א בשל נוכחות סלעים מגנטיים בקליפתו וכו'. המכרז הוא רב שנתי ורב שלבי ונועד לקדם ולהבשיל טכנולוגיית ניווט מגנטי לשימוש מבצעי, לרבות ניווט ימי ארוך טווח. מידע על משך ותקציב התוכנית לא נמסר. החברות היו אמורות לענות להצעה עוד בינואר השנה.

טכנולוגיית ניווט מגנטי תלויה במיפוי מדויק, במיוחד מעל האוקיינוסים, של השדות המגנטיים, ולכן אינה נפוצה. מערכות מיפוי מגנטי אוויריות קיימות מיועדות בד"כ לסקרים גאולוגיים יבשתיים ואינם מתאימים למיפוי ימי. הבקשה להצעות מגדירה הסבה של פלטפורמות קיימות אלו למיפוי ימי בקנה מידה גדול מאוד ובמחיר נמוך. כמו כן קיימים אזורים מסוימים "רגישים" שידרשו מערכות מדויקות אך זולות במיוחד עקב החשש מאובדן הפלטפורמה. כנראה שפלטפורמה אווירית אחת לא תיתן מענה מלא ויידרשו כמה סוגים של פלטפורמות לכיסוי מגבהים שונים. בבקשה להצעות, DIU ציינה שהיא מחפשת גם שיטות חדשניות שיאפשרו לתקן את תנודות היום/לילה של השדה המגנטי מעל אוקיינוס פתוח, למשל ע"י שימוש במידע לווייני העוקב אחרי מזג האוויר או בשיטות ניטור בזמן אמת (למשל בלונים קבועים/משוטטים).

[מעבר לשיטות לחיסון מערכת ה-GPS עצמה, קיימות טכנולוגיות ניווט נוספות, חסינות ברמות שונות, מעבר לזו המוזכרת. ניתן להשתמש בחיישנים אינרציאליים קוונטיים בעלי דיוק גבוה וסחיפה נמוכה מה שיאפשר ניווט מדויק גם בתנאי שיבוש GPS כפי שמופיע במאמר אחר בגיליון זה. ניתן להשתמש בשיטות ניווט נוספות כגיבוי, למשל שימוש מפתיע בלווייני תקשורת LEO כמו של starlink. עורך הידיעה].

טכנולוגיות





לברורים ושאלות:
מס' הטלפון במפא"ת
03-6976081

