– בלמ"ס –



אוגוסט 2026

מו"פ ביטחוני בעולם





מפא"ת
הופכים חזון לביטחון

מו"פ ביטחוני בעולם

ראו רשימת הידיעות בעמוד הבא

גיליון אוגוסט 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:

תערוכת יורוסאטורי 2026 – סיכום

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

תוכן העניינים

1. סקירה: תערוכת יורוסאטורי 2026 – סיכום 4

כללי וארגון

2. מדוקטרינה לאכיפה: שכבת הבקרה החסרה במערכות AI מבצעיות 11
3. אירופה חייבת לפתח יכולת טכנולוגית עצמאית כדי לשמר את חוסנה 13
4. צבא ארה"ב יוזם תוכנית האצה לבינה מלאכותית, ביוטכנולוגיה ורפואה 15
5. עלייה משמעותית ביותר בתקציבי הביטחון של הודו 15
6. פסגת נאט"ו: אחדות זהירה, הגדלת ההוצאות הביטחוניות והמשך התמיכה באוקראינה 15
7. יחידת החדשנות בפנטגון מחדשת את פניה, בתפיסת המטרה ובארגון 18

יבשה

8. עדכון חשוב על תוכנית הפלטפורמה המשוריינת העתידית המשותפת, גרמניה-צרפת (MGCS) 20
9. רולס-רויס מציגה לראשונה חט"כ היברידית לטנק המערכה הבא 20
10. תומ"ת עם תותח 155 מ"מ המצויד בקנה של 58 קליברים 21
11. שת"פ גרמניה-ארה"ב בפיתוח פגז ארטילרי מונחה וארוך-טווח 22
12. צבא ארה"ב מזמין ייצור תומ"תים M109 A7 נוספים 23
13. שדרוג הרכב הקרבי בושמאסטר לרכב רב-משימתי 23
14. תוכנית בהודו להסבת טנקי T-72 לאוטונומיים 24
15. בתרגיל של צבא ארה"ב השתמשו במאות רחפני תקיפה, רובם נבנו ע"י החיילים עצמם בהדפסה 25
16. הודגם ירי של תותח 140 מ"מ מאבטיפוס של טנק עתידי CAPINT 26
17. אוקראינה: יוזמה לקידום רובוטים לוחמים דמויי אדם 27
18. חברה בריטית מציעה מערכת לשיגור מהיר של רחפנים וחימוש משוטט 27
19. צבא ארה"ב בחר ארבע חברות לתוכנית רכב פריצה אוטונומי חדש 28
20. מיזם גרמני-קרואטי לפיתוח טכנולוגיית כרב"ם מהדור הבא 29
21. אוסטריה: תוכנית הצטיידות גדולה בכלי רכב צבאיים מעוררת עניין 30
22. רוסיה חושפת תחמושת חדשה נגד כטב"מים 31
23. צרפת: ניסוי ראשון בירי מתותח מסילה אלקטרומגנטי מחוץ למעבדה 32
24. שליטה על כטב"ם ע"י רובה חי"ר 32

אוויר והגנ"א

25. צבא ארה"ב הופך רחפן אספקה למשגר רקטות 34
26. חברת ת'אלס הדגימה מערכת אנרגיה מכוונת נגד רחפנים 34
27. אוקראינה הפעילה כטב"מי יירוט אוטונומיים 35
28. מערכת נגד כטב"מים Laser Shield נבחרה על ידי הפנטגון 36
29. איירבס חושפת מסל"ט מטען אוטונומי 37
30. דארפא: גל ראשון של מתחרים בתחרות Lift Challenge 37
31. רקטה 70 מ"מ מונחית לייזר עם חיישן LIDAR ללחימה בכטב"מים 38
32. חא"א מזמין ייצור שני כלי טיס בלתי מאוישים FQ-42 ו־FQ-44 39
33. Aselsan זכתה בחוזה לבניית מערכת הגנה אווירית רב שכבתית Steel Dome 40
34. שת"פ פנים-צרפתי להאצת הייצור של חימוש משוטט 40
35. טייס F-15E שהופל מעל איראן דיווח על "נחיל כטב"מים דמוי מדוזה" 41
36. הוספת מכ"ם התרעה אווירית מוקדמת לכטב"ם MQ-9 42
37. סין חושפת מערכת לייזר נישאת-אדם נגד כטב"מים 43
38. חא"א מבקש לפתח טיל אוויר-אוויר ארוך טווח 43
39. לוקהיד מרטין: נשק היפרסוני חדש ארוך-טווח 44
40. סין: מבט ראשון על מטוס הקרב שלה מהדור השישי 45
41. חא"א חשף יכולת שיגור חדשה של המפציץ B-2 Spirit 46

42. ארה"ב חשפה כלי טיס גרעיני מתקדם שהודפס בתלת ממד 47
43. חשיפה נוספת של הטיל ההיפרסוני הסיני DF-17 48

ים

44. ייצור כלי שיט בהדפסה, מחומר מרוכב עם סיבי בזלת 51
45. פיתוח כטב"ם המסוגל לבצע תקיפות ארוכות טווח מספינות 52
46. הצי הבריטי ביצע ניסויי ים במערכת גילוי תת-ימית חדשה 53
47. ספרד: ניסוי הדגמה במיירט המשוגר ממכולה המוצבת על הסיפון 53
48. כרב"ם ים-יבשה מסייע למבצעי נחיתה 54
49. ספינת תקיפה רובוטית מפותחת בקוריאה הדרומית 54
50. רולס-רויס מרחיבה ייצור כורים ימיים עבור צוללות גרעיניות בריטיות ואוסטרליות 55
51. אוקראינה הנחיתה כרב"ם אופני בשטח בשליטה רוסית באמצעות כשב"ם 56
52. צי ארה"ב פרסם אסטרטגיה למו"פ המציגה את האתגרים עמם הוא מתמודד 56

חלל

53. תכנון בסיס הירח של תוכנית ארטמיס 58
54. סין מארגנת מחדש את תוכניותיה לנחיתה על הירח 59
55. "כרית אוויר" חללית עשויה להגן על העולם מפני סופות שמש קטלניות 60
56. מנועים זעירים עשויים לאפשר ללווייניים קטנים להגיע למאדים 60
57. לוויין חושף את היקף שיבושי GPS מעל אירופה והמזרח התיכון 61
58. ארה"ב: פיתוח לוויין תקשורת עמיד לשיבוש 62
59. שת"פ של החברות Rheinmetall ו-Vantor במודיעין מהחלל 63
60. חיל החלל האמריקני: קיצור דרסטי של הזמן הנדרש להצבת לווייניים חדשים 64
61. SpaceX שיגרה קפסולת החזרה ראשונה מסוג Starfall 65

תקשוב ובינה מלאכותית

62. הודגם התקן זיכרון ספינטרוני המהיר פי 1000 מ-DRAM 66
63. דארפא מעוניינת לפתח CODEC אוניברסלי 67
64. אנטנת תקשורת ללווייניים שתשלב חסינות וצריכת הספק נמוכה 67
65. חברת נורתרופ פיתחה שבב GaN חדש לתקשורת בתחום W 69
66. מטוסי ביון ישלטו בכטב"מים כדי להרחיב יכולות איסוף מודיעין 69
67. חיל החלל האמריקני פורס מערכת המיועדת לסנוור לווייני אויב 70
68. קליטת שידורי ווידאו של רחפני אויב מאפשרת חשיפת מיקומם המדויק 71
69. פתרונות מודולריים ללוחמה אלקטרונית עבור כלי שיט מאוישים ובלתי מאוישים 72

טכנולוגיות

70. שיטה חדשה ליצירת סגסוגות מיוחדות בהדפסה 73
71. חיקוי מנגנוני ניווט של דבורים מאפשר לרחפנים לנווט ללא GPS 74
72. ב-MIT פיתחו מערכת AI המעניקה לרובוטים זיכרון לטווח ארוך ע"י מעקב אחר אובייקטים 75
73. בהשראת חדק של פיל יתאפשר תכנון משופר של רובוטים רכים 76
74. בעזרת בקרה מבוססת AI רחפנים לומדים להשתחל דרך פתחים צרים 76
75. שיטה חדשה ליצירת נתכים חזקים במיוחד 78
76. "חליפת צלילה" מאפשרת ל"חרקי קיבורג" לתפקד מתחת למים 78
77. סין: פיתוח סוללה גרעינית הפועלת אלפי שנים 79

1. סקירה: תערוכת יורוסאטורי 2026 – סיכום

מאת דידי בן יואש ואיבון אביטוב

הערה: המסמך שלהלן מציג רק חלק מהפרקים של הסיכום המורחב, הכולל מידע רב נוסף.

כללי

- תערוכת יורוסאטורי נערכה בתאריכים 15-19 ביוני בפריז.
- בתערוכה, הגדולה באירופה, הציגו מעל 2,000 חברות וביקרו בה כ- 75 אלף איש מ- 61 מדינות. 42 מדינות הציגו במסגרת ביתן לאומי. 334 משלחות רשמיות מ- 91 מדינות ביקרו בתערוכה.
- **ההיבט הישראלי**

א. 30 חברות ישראליות היו אמורות להציג בתערוכה, **חלקן** בביתנים נפרדים וחלקן, בעיקר תעשיות קטנות וסטארט-אפ, **במתחם ייחודי שתוכנן עבורן.**

ב. בדומה לתערוכה הקודמת (2024), אך בניגוד לסיכומים, הודיעו המארגנים, בהנחיית ממשלת צרפת, כשבועיים לפני התערוכה, על ביטול הביתן הישראלי והטילו הגבלות מחמירות על התעשיות הישראליות (איסור הצגת חומרה, איסור הצגת אמל"ח התקפי, איסור אירוח משלחות רשמיות ועוד). בנוסף, נערכה ביקורת בביתנים הישראליים, יום לפני פתיחת התערוכה, וכל מה שלא עמד בהנחיות כוסה או נאסרה הצגתו.

ג. התעשיות הגדולות והבינוניות נכחו בתערוכה עם נציגים רבים. לדבריהן כמעט שלא בוטלו פגישות שתוכננו והייתה תנועה ערה ביותר של מבקרים. יחד עם זאת משלחות רשמיות **מעטות יחסית** ביקרו בביתנים.

ד. התעשיות הגדולות אירחו בחדרי הדיונים שלהן את התעשיות הקטנות שביתניהן בוטלו או נחסמו.

מגמות טכנולוגיות ומבצעיות מובילות

- **רכבים משוריינים ומערכות מיגון**: ממשיך ואף מתגבר היפוך המגמה שהחל באירופה עם פרוץ מלחמת רוסיה-אוקראינה בתחום פיתוח ושדרוג של כלי רכב משוריינים ומערכות הגנה אקטיביות ופסיביות להתמודדות עם איומים מתקדמים (רחפנים, כטמ"ם, טילי נ"ט).
- **מערכות אוטונומיות וכלים בלתי מאוישים**: "הצפה" של הצגת רובוטיקה יבשתית ומערכות אוויריות בלתי מאוישות, המהוות רכיב מרכזי בלקחי הלחימה העדכניים.
- **קישוריות, שילוב מערכות ורשתות רב-ממדיות**: מרבית החברות המשמעותיות מציינות כי היתרון המבצעי בשדה הקרב המודרני אינו נשען רק על קטלוג של אמצעי לחימה, אלא על היכולת לחבר ולסנכרן בין מערכות, סנסורים, שחקנים ונתונים בזמן אמת.
- **בינה מלאכותית** (AI) **ודיגיטליזציה** :שילוב מסיבי של פתרונות מבוססי AI, שירותי ענן ועיבוד נתונים מתקדם לצורך האצת תהליכי קבלת החלטות בנקודות הקצה המבצעיות.
- **הגנת סייבר ומודיעין דיגיטלי** : דגש מוגבר על חוסן מערכתי, אבטחת רשתות טקטיות וכלי הגנה מפני לוחמת סייבר ולוחמה אלקטרונית.

פירוט נושא הרק"ם

המודרניזציה של כוחות היבשה נותרה נושא מרכזי בתערוכה. תוכניות, החל מהדור **הנוכחי** של רכבים משוריינים ומערכות קרב רובוטיות המדגימות כיצד הצבאות מסתגלים לדרישות מבצעיות משתנות, ועד הדור הבא של מערכות ארטילריות. הסכסוכים האחרונים , במיוחד באוקראינה, חיזקו את חשיבות האש לטווח

ארוך, ניידות בשדה הקרב, הישרדות ויכולת לפעול בסביבות טכנולוגיות מתוחכמות. התוצאה היא השקעה מחודשת הן בפלטפורמות מסורתיות והן בטכנולוגיות מתפתחות, כאשר מדינות רבות שואפות להחליף מערכות ישנות, תוך הכנה לקונספטים עתידיים בשדה הקרב. להערכת (Shephard) Defence Insight, תוכניות MBT האירופיות צפויות להיות בשווי של כ-82 מיליארד דולר בעשור הקרוב, וכוללות יותר מ 4,200 טנקים ב-19 תוכניות שונות. רוב הביקוש נובע מלקחים מאוקראינה, שם כלי רכב משוריינים ממשיכים למלא תפקיד מרכזי לצד מערכות ארטילריה וכלים בלתי מאוישים. המדינות באגף המזרחי של נאט"ו הן הפעילות ביותר, ושואפות להחליף ציוד מיושן מתקופת ברית המועצות ולחזק את יכולות ההרתעה.

תוכניות מהדור הבא כמו מערכת הקרב הקרקעי הראשית (MGCS) וטנק המערכה הראשי של אירופה (MARTE) ממשיכות להתקדם. פעילות הרכש בטווח הקרוב צפויה להתמקד בעיצובים משודרגים ומוכחים. פלטפורמות כמו Leopard 2A8, K2 Black Panther ו-M1A2 Abrams - מהוות מוקד התעניינות של ממשלות השואפות לקדם יכולות חדשות במהירות.

פולין היא אחת הדוגמאות הבולטות ביותר למגמה זו. היא משלבת רכישות רחבות היקף של טנקי אברמס ו -K2 -עם תוכניות לייצור והרכבה מקומיים . גישות דומות מתפתחות גם במקומות אחרים, כאשר מדינות מקשרות יותר ויותר החלטות רכש להשתתפות תעשייתית. העברת טכנולוגיה וייצור מקומי . הדגש על יכולת ייצור עצמית הופך למאפיין מכריע בשוק הרכבים המשוריינים האירופי. יוזמות אחרונות במדינות כמו ליטא, הונגריה ופולין מראות ביקוש גובר למפעלי הרכבה מקומיים, תשתיות תחזוקה ומעורבות תעשייתית מקומית. במקביל, תוכניות שיתופיות צוברות תאוצה. תוכנית MARTE, בתמיכת קרן ההגנה האירופית, מאחדת עשרות חברות מכל אירופה לפיתוח טכנולוגיות למערכות משוריינות עתידיות. המשקפות מאמצים רחבים יותר לחיזוק החוסן התעשייתי באמצעות שיתוף פעולה רב-לאומי. האתגר שעומד בפני התעשייה כבר אינו רק פיתוח פלטפורמות חדשות . היצרנים חייבים גם להרחיב את קיבולת הייצור כדי לעמוד בביקוש הגובר. אנליסטים מעריכים כי אירופה עשויה לדרוש יכולת לייצר מאות טנקים בשנה, בהתאם להחלטות הרכש, לוחות הזמנים לייצור ולהשקעות תעשייתיות עתידיות ככל שממשלות אירופה ממשיכות להגדיל את תקציבי ההגנה.

עדכון על סטטוס התוכנית לפיתוח משפחת הרק"ם הצרפתי–גרמני (MGCS)

- במקור סוכם על משפחה של ארבעה כלים, היות ולא ניתן לקבץ את כל היכולות בכלי אחד. בכל הכלים שני אנשי צוות (בדומה למסקנות תוכנית "כרמל" שלנו). הגנה אקטיבית, גם כנגד 125 KE מ"מ – חובה (הצרפתים מתעקשים על מערכת מייצור עצמי).
- התוכנית מתקדמת לאט בשל חילוקי דעות פוליטיים ותעשייתיים משני הצדדים. הפרויקט, שהחל ב-2017, נמצא בפיגור של כ-10 שנים מלוח הזמנים המקורי שלו. ולפיכך הפלטפורמה אינה צפויה להיכנס לשירות לפני השנים 2040–2045 .
- מאחר וצרפת מתכננת להוציא את טנקי Leclerc שלה משירות עד 2038, שתי המדינות בוחנות חלופות גישור. חלופות אלה הוצגו בהבלטה בתערוכה:



1) צרפת חשפה פלטפורמת ביניים בשם CAPINT (Intermediary Capability) המשלבת תובה גרמנית מבוססת Leopard 2A8 עם 3 אנשי צוות, צריח לא-מאויש מתקדם ומערכת טעינה אוטומטית (Ascalon 120) שפותחו בצרפת. Drive by Wire, MTU 1500 כ"ס, אנשי הצוות יושבים בתובה ב"תצורת כרמל" ("נהג" מופרד) לצורך יכולת הפעלת כלים בלתי מאוישים מתוך הכלי. תפיסת הגנה "הוליסטית" כולל בפני איומים עיליים.



2) גרמניה במקביל מקדמת פיתוח עצמאי של טנק הדור הבא המכונה בתעשייה Leopard 3 ובתערוכה כונה Leopard 2A-RC3 . תותח 120 מ"מ (מוכן ל- 130 מ"מ), צריח לא מאויש כולל עמדת 30 מ"מ וטילי נ"ט, 3 אנשי צוות ב"תצורת כרמל". Drive by Wire, 1500 MTU כ"ס.

- **סקירה של סטטוס תוכניות הרק"ם שחברת BAE מעורבת בהן**

1) AMFV – החלפת M-113. התוכנית נמצאת בייצור סדרתי מלא ונרחב. הצבא הגדיל את ההזמנות, כאשר הייצור עולה לקצב של מעל 120 רכבים בשנה. החברה מפתחת גם אבטיפוס של גרסה אוטונומית לחלוטין.

2) ACV - רכב אמפיבי מתקדם למארינס. נמצא בייצור סדרתי. בפברואר קיבלה החברה חוזה נוסף של 195 מיליון דולר לייצור דגמי ACV-30 (הכוללים תותח 30 מ"מ), מה שמביא את סך הכלים המוזמנים מדגם זה למעל 150.

3) M109A7 Paladin – תותח מתנייע. נמצא בייצור סדרתי. בתחילת החודש קיבלה החברה חוזה נוסף של 535 מיליון דולר לייצור מסגרות נוספות.

4) בנוסף עוסקת החברה בשדרוג Bradley.

5) החברה עוסקת באופן נרחב בפיתוח ושילוב של מערכות הנעה היברידיות-חשמליות ברק"ם, מתוך הבנה שהנעה חשמלית מלאה (מבוססת סוללות בלבד) "אינה ישימה" כרגע לשדה הקרב המודרני:

- החברה קיבלה (ב-2020) חוזה ממנהלת הטכנולוגיות הקריטיות של הצבא (RCCTO) לשילוב מערכת הנעה היברידית-חשמלית בשני רכבי Bradley מדגם (M2A2) המשמשים כפלטפורמות ניסוי.
- בנוסף החברה הסבה שני נגמ"שי M-113 לתצורה היברידית (מקבילית). אחד מהם אף שהה בישראל לפני כארבע שנים.

6) CV-90



- שוודיה, נורבגיה, פינלנד וליטא מקדמות תוכנית רכש משותפת (Nordic Programme) הכוללת רכישה של למעלה מ-400 כלי רכב מהדגם המתקדם ביותר, CV90 Mk IV. הכלים החדשים מתאפיינים בדיגיטציה מלאה, יכולות לוחמה אלקטרונית, מערכות שליטה ובקרה מתקדמות, ושרידות משופרת מול איומי רחפנים וטנקים.
- דנמרק והולנד חתמו על רכש ושדרוג מקיף לאמצע החיים (MLU)של עשרות רכבים קיימים לדגם המתקדם CV9035 MkIIIC, הכולל צריח בעיצוב משופר ותותח חדיש.
- צ'כיה וסלובקיה נמצאות בתהליך הצטיידות במאות כלים, תוך שילוב התעשיות המקומיות בייצור ובפיתוח רכיבים.
- פיתוח מתקדם כולל שילוב של חימוש 120 מ"מ מונחה ללוחמה נגד שריון, בשיתוף פעולה הנדסי עם חברת Rheinmetall
- בשל הביקוש חסר התקדים באירופה, היצרנית BAE Systems Hägglunds מקימה קווי ייצור וריתוך נוספים במפעליה בשוודיה כדי להגדיל את קצב הייצור השנתי.

- בנושא של הנעה היברידית נאמר שלמרות שהם עוסקים ב"מרץ רב" בפיתוח, הדגמים החדישים שיכנסו לשירות (CV90 MkIV) עדיין משתמשים במערכת הנעה קונבנציונלית – מנוע דיזל Scania 1,000 כ"ס, בשילוב ממסרת מתקדמת חדישה (Allison 4040 MX)ארכיטקטורת המחשוב של MkIV נבנתה מראש כדי להיות מסוגלת לקלוט ולנהל את השדרוגים הטכנולוגיים הבאים, כולל מעבר עתידי להנעה היברידית. הסימולציות והחישובים שהם ביצעו מצביעות על הנעה היברידית מקבילית כמתאימה ביותר לכלי במשקל שלהם (40 טון).

- **GDLS – עדכון לגבי התוכניות שלהם**

1) טנק Abrams ופרויקט M1E3 - לאחר ביטול שדרוג SEPv4- חתמו הצבא ו- GDLS על חוזה לתכנון ראשוני של "טנק העתיד" - M1E3. המטרה היא לייצר טנק קל, שריד ודיגיטלי יותר, בהשראת מדגים הטכנולוגיות AbramsX . במקביל, נמשכים חוזי אחזקה והנדסה לצי הקיים במיליארדי דולרים.

2) נגמ"ש העתיד XM30 (מחליף הבראדלי). GDLS היא אחת משתי המתחרות הסופיות שנבחרו לתכנן ולייצר אבות-טיפוס של הנגמ"ש החדש. אבות-הטיפוס הראשונים לבדיקות צפויים להימסר לצבא ארה"ב בחודש הבא (יולי 2026). יחד עם זאת – עתיד התוכנית לא וודאי. התכן מתקדם:
- צוות מצומצם ושרידות: הכלי מופעל על ידי שני אנשי צוות בלבד (נהג ומפקד/תותחן) היושבים בתוך קפסולה ממוגנת בגוף הרכב, ומסוגל לשאת עוד כ-6 לוחמים חמושים.
- הרכב מצויד בצריח לא מאויש, נשלט-מרחוק הכולל תותח אוטומטי בקוטר 50מ"מ Bushmaster XM913.
- מתוכננת מערכת הנעה היברידית-חשמלית (עדיין לא קיימת בדגמים המסופקים כעת): המערכת משלבת מנוע דיזל מתקדם יחד עם מנוע עזר חשמלי (220 קו"ט) ומארז סוללות ליתיום-יון. הנהג יכול לבחור בין הנעה משולבת, הנעה על בסיס מנוע הדיזל בלבד, או הנעה חשמלית. המערכת המשולבת מתוכננת לספק 1,140-כ"ס ומשלבת בלימה רגנרטיבית.
- ארכיטקטורה פתוחה (MOSA) - העיצוב בנוי על תקנים פתוחים, המאפשרים לצבא להחליף מחשבים, חיישנים ומערכות נשק בעתיד מבלי להיות תלויים ביצרן המקורי.

3) M10 Booker (במקור תוכנית MPF) - הכלי, שנולד כרכב סיוע באש קל לחטיבות החי"ר מבוסס על שלדת ASCOD וצריח אברמס מוקטן. התוכנית בוטלה לפני שנה אך אספקת 25 דגמים ראשונים לא בוטלה והם נמצאים בשלב ייצור סדרתי ראשוני (LRIP) . כלים ראשונים כבר נמסרו לצבא לצורך ניסויים והטמעה. לא ברור מה יעלה בגורלם.

4) (Advanced Reconnaissance Vehicle (ARV - פרויקט הדור הבא של המארינס לרכב סיור מתקדם. החברה קיבלה חוזה פיתוח מתקדם (450 מיליון דולר), הכולל אספקת מספר אבות-טיפוס (ביניהם גרסת תותח 30 מ"מ וגרסת פיקוד/כטב"ם). דגמים ראשונים כבר סופקו.

- Leonardo / DRS

5) מערכות ניהול קרב (AI-embedded Battle Management) מבוססות AI תצוגה של מחשוב קצה מתקדם המשלב בינה מלאכותית (צגי RSD-G). מערכות אלו מנתחות נתונים ממגוון חיישנים ומכ"מים בזמן אמת, ומציגות למפקדים תמונה משולבת שמקצרת את זמני התגובה לאיומים.

6) חבילת הגנת סייבר לרק"ם (Cyber Defence Suite) : חשיפת חליפת הגנת הסייבר החדשה של ליאונרדו שנועדה להגן על המערכות הדיגיטליות ברק"ם מפני איומים מקוונים מרובי-תחומים.

7) טנקי המערכה העתידיים בשיתוף ריינמטאל : חברת הבת המשותפת(LRMV) הציגה דגם חדש של טנק מערכה עיקרי New Main Battle Tank (NMBT), שתוכנן לתת מענה לאתגרי שדה הקרב המודרני, תותח 120 מ"מ (אפשרות ל- 130), תותח 30 מ"מ המורכב בצריח להגנה יעילה מפני רחפנים עם יכולת הגבהה של 85 מעלות. 4 אנשי צוות (3 + אחד מפעיל מערכות). תחמושת BLOS לתותח (Vulcano), Drive by Wire, מנוע 1500 כ"ס משופר (מגיע ל- 1800 כ"ס), משקל 70 טון.



פירוט נושא רובוטיקה קרבית

- Milrem Robotics החברה מהמובילות בעולם בפיתוח רובוטיקה ומערכות אוטונומיות, הציגה מערכות שנועדו להתמודד עם איומי רחפנים ולתמוך בגישה רב־שכבתית, שבה המערכות הבלתי־מאוישות הן מרכז הפעילות בלחימה. החברה צברה ניסיון רב בשילוב מערכות מתוצרתה באוקראינה ומסקנה מרכזית מניסיון זה היא שמערכות קרקעיות בלתי־מאוישות עם חיישנים משולבים ויכולות נגד כטב"מים, יכולות ליצור רשת הגנה מתמשכת, שבה הפלטפורמות הרובוטיות לוקחות על עצמן את המשימות המסוכנות ביותר:

א. בתערוכה הציגה החברה פלטפורמות בלתי־מאוישות משולבות עם יכולות נגד כטב"מים, תצפית ויכולות לחימה המאפשרות לכוחות הצבא להרחיב את הטווח המבצעי, לשמור על רמת מוכנות גבוהה ולהפחית את החשיפה של חיילים לאיומים בקו החזית.

ב. במרכז התצוגה - ARCOS - חבילת הפיקוד והשליטה האוטונומית והרובוטית של החברה - מערכת מודולרית שמאפשרת תיאום וניהול של מערכות בלתי־מאוישות ושל מטענים ייעודיים. ARCOS נועדה להשתלב בארכיטקטורות רחבות יותר של ניהול קרב, ולאפשר פעולות מתואמות בין כוחות מאוישים ובלתי־מאוישים.

ג. באמצעות ARCOS המערכות מדגימות איך פלטפורמות אוטונומיות יכולות לפעול כחלק מרשת הגנה מתואמת. ביניהן נמצא הרכב הקרקעי הבלתי־מאויש THeMIS שמאז שנפרס באוקראינה ב־2022 עבר עדכונים ושיפורים על בסיס לקחים מהשטח.

ד. THeMIS זמין בכמה תצורות קרביות, כולל תצורה עם שני צריחי נשק נשלטים מרחוק, שפותחה על ידי חברתFrontline Robotics מאוקראינה לצורך תמיכה באש מרחוק. המערכת מספקת יעילות קרבית משופרת תוך שמירה על המפעילים במרחק בטוח.



ה. הוצגה גם גירסת THeMIS משולבת עם מערכת נשק 30 מ"מ נשלטת מרחוק שיכולה לזהות, לעקוב ולפגוע ברחפנים עוינים בטווחים של מעל 1,000 מטר.



ו. בנוסף הוצג רכב הקרב הרובוט HAVOC פלטפורמה היברידית־חשמלית בתצורת 8×8 שמשלבת ניידות, כוח אש ומערכות משימה מתקדמות. המערכת מצוידת בתותח 30 מ"מ עם תחמושת נפיצה-קרבה, אפשרויות לטילי SHORAD ומערכות לוחמה אלקטרונית, והיא מיועדת לתת מענה גם לאיומים אוויריים וגם קרקעיים בסביבות לחימה מורכבות



- **תוכנית הרובוטיקה האירופאית** (הוצגה ע"י מנהל פיתוח יכולות ב- Milrem)

תוכנית (iMUGS2) Integrated Modular Unmanned Ground System 2- היא מיזם הדגל של האיחוד האירופי לפיתוח הדור הבא של כלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים (UGVs) הממומן על ידי קרן ההגנה האירופית (EDF) בסכום של כ-100 מיליון אירו.

א. **המטרה המרכזית**: מעבר מטכנולוגיה ניסיונית למערכות מוכנות לקרב שניתן לרכוש ולהטמיע ביחידות חי"ר, שריון והנדסה עד שנת 2030.

ב. **שיתוף פעולה** (MUM-T) : התוכנית מתמקדת בשיפור היכולת של רובוטים לעבוד בצוותים משולבים עם בני אדם ועם רובוטים אחרים (MUM-T) Manned- Unmanned Teaming כולל שיתוף פעולה עם רחפנים.

ג. **ארכיטקטורה פתוחה** : בניית תקן אירופי אחיד המאפשר להחליף מטענים (חיישנים, נשק, ציוד רפואי) בין פלטפורמות שונות של יצרנים שונים, מה שמבטיח גמישות מבצעית.

ד. **יכולות אוטונומיות מתקדמות** : פיתוח ניווט מבוסס AI הפועל גם בסביבות ללא קליטת GPS (GNSS-denied)תחת שיבושי לוחמה אלקטרונית כבדים.

ה. **הקונסורציום** : את התוכנית מובילה חברת Milrem Robotics האסטונית והיא כוללת 29 שותפים מ-15 מדינות באיחוד האירופי, ביניהן צרפת - (KNDS) , גרמניה (Safran) , ופינלנד.

בפועל iMUGS2, נועדה להבטיח שאירופה לא תהיה תלויה בטכנולוגיות אמריקניות או סיניות בתחום הרובוטיקה הקרקעית ותוכל להציב בחזית "להקות" של רובוטים חמושים ולוגיסטיים לצד הכוחות המאוישים.

ניסוי "צוותי משימה מעורבים"

זהו אחד הניסויים המורכבים ביותר שנערכו באירופה (נמשך 72 שעות), שנועד לבחון עמידות רובוטית לאורך זמן.

- **התרחיש**: כוח חי"ר ממוכן (המבוסס על נגמ"שי Boxer) נדרש לכבוש שטח הררי ומיוער. הכוח הפעיל "להקה" של שישה רובוטי THeMIS שפעלו בתיאום.
- **החידוש הטכנולוגי :**
  - בניסוי זה, הרובוטים לא רק "עקבו אחרי החיילים", אלא תקשרו אחד עם השני באופן אוטונומי.
  - כאשר רובוט אחד זיהה חסימת קשר, הוא שימש באופן אוטומטי כתחנת ממסר עבור שאר הלהקה כדי לשמור על רציפות הפיקוד והשליטה.

- **משימות שבוצעו במקביל**:
  - **סיור**: רובוט המצויד ברדאר וחיישנים אופטיים סרק את היעד והעביר נתונים בזמן אמת לנגמ"שים המאוישים.
  - **חיפוי באש** :רובוט חמוש בעמדת נשק 12.7 מ"מ סיפק אש רתק בזמן שהחיילים פרקו מהנגמ"שים.

- **פינוי פצועים**: תוך כדי ה"לחימה", אחד הרובוטים הופנה אוטונומית לאסוף פצוע דמה ולהעבירו לנקודת טיפול אחורית, תוך ניווט עצמאי ללא GPS

תוצאות הניסוי

הצבאות המשתתפים דיווחו כי השילוב של AI אפשר למפעיל אנושי אחד לנהל **שלושה רובוטים במקביל** מה שמפחית משמעותית את כוח האדם הנדרש להפעלת המערכות. הניסוי הוכיח כי המערכת מסוגלת לפעול ברציפות במשך 72 שעות בתנאי שטח קשים ובאקלים אירופי משתנה.
בניסויי iMUGS2- האחרונים (2025-2026), הושם דגש על שילוב מערכות נשק שהופכות את הרובוט לכלי התקפי משמעותי ("Weaponized UGV") תוך שמירה על עקרון Human-in-the-loop - אישור אנושי לירי.

אלו המערכות המרכזיות שאושרו ושולבו בניסויים:

- **עמדות נשק נשלטות מרחוק** (RCWS)

זוהי הקטגוריה הנפוצה ביותר, המאפשרת דיוק גבוה בתנועה:

- Kongsberg Protector RS4: מערכת נורווגית שנבחנה על THeMIS היא כוללת מקלעי 12.7 מ"מ או 7.62 מ"מ ומצוידת במערכות ייצוב מתקדמות המאפשרות ירי מדויק גם תוך כדי נסיעה מהירה בשטח קשה.
- FN Herstal ndeFNder Medium: מערכת בלגית המצוידת במקלע כבד. היתרון שלה הוא משקל נמוך ביחס לעוצמת האש, מה שמאפשר לרובוט לשמור על יציבות.

- **מערכות נ"ט** (Anti-Tank)

אחד השימושים החשובים ביותר ב iMUGS2-הוא הפיכת הרובוט ל"צייד טנקים"

- **משגרי** Javelin: שילוב משגר כפול של טילי ג'אוולין על גבי הרובוט. בניסויים האחרונים נבחנה היכולת של הרובוט לאתר טנק באופן אוטונומי, להינעל עליו, ולהמתין לאישור מפעיל (שנמצא במרחק קילומטרים) כדי לשגר את הטיל.
- Brimstone: בגרסאות כבדות יותר, נבחנה היכולת לשאת משגרים לטילים ארוכי טווח ומדויקים יותר.
- **להקה של חימוש משוטט** (Loitering Munition)

  פריצת דרך ב- iMUGS2 - הרובוט משמש כמשגר נייד לרחפנים מתאבדים (כמו Switchblade- או מערכות אירופיות דומות.) הרובוט מגיע לנקודה קדמית, משגר להקת רחפנים שתוקפת מטרות מעבר לקו הראייה, ואז חוזר עצמאית לבסיס כדי להיטען מחדש.
- **הגנה אווירית נגד רחפנים** (C-UAS)

  בשל האיום הגובר מרחפנים באוקראינה, אושרו בניסויים מערכות נשק ייעודיות: מקלעים מהירי ירי המוצמדים למכ"ם קטן על גבי הרובוט, שמסוגלים ליירט FPV ורחפנים מתאבדים באופן אוטונומי לחלוטין (כדי להגן על שיירות אספקה).

נקודה חשובה : בניסויי iMUGS2 הושם דגש מיוחד על "**קישוריות האש** " כלומר, אם רובוט אחד מזהה מטרה, הוא יכול להעביר את נתוני המטרה לרובוט אחר שנמצא בעמדת ירי טובה יותר, או למפעיל שנמצא בתוך נגמ"ש מאויש מאחור.

תוכן העניינים

כללי וארגון

2. מדוקטרינה לאכיפה: שכבת הבקרה החסרה במערכות AI מבצעיות

מאת מילוא אבישר*

בגיליון יולי 2026 של לקט זה פרסם ד"ר ראובן גל מאמר חשוב, "ללא מצפן", על הפער בין היכולות המבצעיות של מערכות בינה מלאכותית בצה"ל לבין היעדר דוקטרינה המסדירה את השימוש בהן. האבחנה שלו מדויקת ומטרידה. אני מבקש להמשיך אותה צעד אחד קדימה, אל שאלה הנדסית: נניח שהדוקטרינה תיכתב מחר בבוקר. מה יבטיח שהיא תתקיים בפועל, בשלוש לפנות בוקר, תחת לחץ מבצעי, כשמערכת מסמנת מטרות בקצב שאף אדם אינו מסוגל לעמוד בו?[1]

המונח "חותמת גומי", שמופיע בתחקירים שגל מצטט, אינו תיאור של אנשים רשלנים. הוא תיאור של ארכיטקטורה. כאשר מערכת מייצרת המלצות בקצב של עשרות בדקה, והאדם שאמור לבחון אותן מחזיק בשניות בודדות לכל החלטה, האישור האנושי נשחק לטקס. המחקר מכיר את התופעה היטב תחת השם "הטיית אוטומציה" (Automation Bias): ככל שהמערכת צודקת ביותר מקרים, כך גדל הפיתוי להפסיק לבדוק אותה, ודווקא אז הטעות הבודדת עוברת.[1] אפשר להכשיר את האנשים טוב יותר, וצריך. אפשר לכתוב דוקטרינה, וחובה. אבל בכל תחום הנדסי אחר איננו מסתפקים במסמכי ערכים כדי למנוע תקלות. אנחנו בונים מנגנונים: נתיך בלוח החשמל, שסתום לחץ בדוד, הרשאות בבסיס נתונים. עולם ה-AI הצבאי עדיין חסר את המקבילה.

בגיליון יוני של לקט זה דווח כי מערכת Maven אפשרה עיבוד של יותר מאלף מטרות ב־24 השעות הראשונות של המערכה באיראן. המקרה של תקיפת בית הספר במינאב ממחיש את הסיכון הנלווה להאצה כזו. לפי ממצאים ראשוניים שפורסמו, המבנה אושר כמטרה על בסיס מידע מודיעיני שלא עודכן במשך שנים, אף שבמערכות הופיעו התרעות שלפיהן נדרש אימות מחדש. אין ראיה פומבית שמערכת AI יצרה את הטעות או שמערכת Maven הייתה מעורבת בה. הלקח רחב יותר: "אדם בלולאה" אינו פותר את בעיית Garbage in, garbage out. אם המידע המוצג למאשר מיושן או שגוי, עצם קיומו של אישור אנושי אינו מבטיח בקרה אפקטיבית.[2]

לא כל מערכת AI צבאית היא "סוכן", ולא כל מערכת המלצה יכולה לבצע פעולה בעצמה. אבל ככל שמערכות AI מתחברות למאגרי מידע, למערכות שו"ב ולתהליכים מבצעיים, הן מקבלות יכולת להשפיע ישירות על פעולה בעולם: לשלוף מידע, לעדכן רשומה, להעביר המלצה, לסמן מטרה או להפעיל תהליך. פעולות כאלה עוברות דרך ממשקים מוגדרים. בנקודות המעבר הללו ניתן להציב שכבת בקרה, הבוחנת את הפעולה לפני שהיא משפיעה על המערכת המבצעית.

הרעיון פשוט לניסוח. בין הסוכן לבין המערכות שאליהן הוא מחובר יושבת שכבת אכיפה. לפני שפעולה רגישה או בלתי הפיכה יוצאת לדרך, היא נבחנת מול מערכת כללים מוגדרים מראש, קווים אדומים (Red Lines) שקבע הדרג המוסמך. לכל בחינה שלוש תוצאות אפשריות. ALLOW: הפעולה עומדת בכל הכללים, יוצאת לדרך,

---

[1] ד"ר ראובן גל, "ללא מצפן: הצורך הדחוף של צה"ל בדוקטרינה אתית לשימוש במערכות נשק אוטונומיות ובינה מלאכותית", לקט מו"פ ביטחוני בעולם, יולי 2026, עמ' 12–14.; Kate Goddard, Abdul Roudsari and Jeremy C. Wyatt, Automation Bias: A Systematic Review of Frequency, Effect Mediators, and Mitigators; Raja Parasuraman and Dietrich H. Manzey, Complacency and Bias in Human Use of Automation: An Attentional Integration.

[2] "הפנטגון חותם על עסקאות לשילוב בינה מלאכותית במערכות מסווגות", לקט מו"פ ביטחוני בעולם, יוני 2026, עמ' 14–15; US may have struck Iranian girls' school after using outdated targeting data, sources say; US officers ignored intelligence alerts before fatal school strike in Iran, report says

והאירוע נרשם. HOLD: הפעולה מוקפאת ומנותבת לאישור של בעל תפקיד מזוהה ובעל סמכות מתאימה, ורק אחרי אישורו היא מתבצעת. BLOCK: הפעולה נחסמת, ניסיונות חוזרים מאותו סוג נחסמים עד שגורם אנושי מוסמך משחרר את החסימה דרך ממשק נפרד.[3] שכבת אכיפה אינה תחליף לדוקטרינה, לבדיקות, להכשרת מפעילים או לכללי פתיחה באש.[4] היא החולייה שמתרגמת אותם למגבלות הנאכפות על פעולת המערכת בזמן אמת.[5]

לשכבה כזו שתי תכונות שהופכות אותה ליותר מ"עוד בדיקה". הראשונה: הכללים נאכפים מחוץ לסוכן ואינם ניתנים לשינוי על ידו. אפשר להטעות מודל שפה באמצעות prompt injection ולגרום לו לחרוג מהוראותיו.[6] קשה יותר לעקוף כלל חיצוני, דטרמיניסטי, המוצב בנקודת הביצוע ומכסה את כל דרכי הגישה למערכת. ההפרדה הזאת אינה מבטלת את הצורך באבטחה, אך היא הופכת הנחיה התנהגותית לגבול אכיף. השנייה: האישור ב-HOLD הוא אישי. הרשומה אינה אומרת "אדם היה בלולאה". היא אומרת מי היה בלולאה, מתי, מה בדיוק הוצג בפניו ומה הוא אישר. אישור שנושא שם, זמן ותוכן אינו מבטל כשלעצמו את סכנת חותמת הגומי, אך הוא הופך אותה לגלויה ולמדידה: ניתן לבדוק כמה זמן הוקדש להחלטה, איזה מידע הוצג, כמה בקשות אושרו ברצף ומה היה עומס האישורים על כל בעל תפקיד.

איך נראה Red Line בפועל? כמה דוגמאות פשוטות: המלצה על מטרה הנשענת על מידע שלא אומת מחדש בפרק הזמן שנקבע, או שקיימת לגביו התרעת עדכניות או אמינות שלא נסגרה, אינה יכולה לעבור ל־ALLOW; היא מנותבת ל־HOLD ומחייבת אימות ממקור עדכני לפני אישורה. אם הסוכן מנסה להפליל מטרה למרות התרעה קריטית, או אם הכשל חוזר במספר מטרות, אין להסתפק בחסימת המטרה הבודדת: הסוכן עובר ל־BLOCK ואינו רשאי להמשיך בתהליך ההפללה עד שייבדק ויאושר מחדש בידי גורם מוסמך. החסימה חלה על זהות הסוכן ועל הרשאותיו, ולא רק על הבקשה המסוימת, ואינה ניתנת לעקיפה באמצעות ניסיון חוזר או העברת הפעולה לסוכן אחר. פעולה אחרת החורגת מסף שנקבע לפי היקפה, רגישותה או הפיכותה, מנותבת תמיד לאישור בדרג שנקבע. פנייה למערכת חיצונית שאינה ברשימה מאושרת נחסמת. שינוי שהסוכן מנסה לבצע בזיכרון או ביכולות של עצמו מוקפא עד לבחינה אנושית. תקשורת בין שני סוכנים אוטונומיים מתועדת ומוגבלת מראש. שימו לב לעיקרון המשותף: הכללים מנוסחים במונחי הפעולה עצמה. איננו נדרשים לנחש מה המערכת "התכוונה". אנחנו בוחנים מה היא עומדת לעשות בפועל, רגע לפני שהיא עושה זאת.[7]

כאן מתחברת שאלת האחריות שגל מעלה, ושמופיעה באותו גיליון גם מכיוון אחר: אדמירל פרנק בראדלי, מפקד פיקוד המבצעים המיוחדים האמריקני, קבע כי מכונות אינן יכולות לשאת באחריות למעשיהן.[8] שתי האמירות מצביעות על אותו חסר: ראיות. כשהתחקיר מתחיל, מה באמת יש בידינו? עדויות, שחזורים, לוגים שניתנים לעריכה. שכבת אכיפה ראויה כותבת כל הכרעה, אישור וחסימה ליומן ביקורת מוגן מפני שיבוש. ניתן לקשור את הרשומות בשרשרת קריפטוגרפית, כך שמחיקה או שינוי בדיעבד יהיו ניתנים לגילוי. התחקיר אינו נאלץ להסתמך רק על שחזור זיכרונות; לרשותו עומד גם רצף מתועד של ההחלטות והאישורים, וחשוב לומר בקול: הרישום הזה מגן גם על המפקד. קצין שפעל בתוך הקווים האדומים שהוגדרו לו מחזיק הוכחה לכך.

ובאותה נשימה, תיחום כן. השכבה המתוארת מתאימה למערכות שבהן מרווח ההחלטה נמדד בשניות ובדקות: מערכות עיבוד נתונים ותומכות החלטה, תהליכי בנק מטרות, עיבוד מודיעין, סוכני לוגיסטיקה ושו"ב. אלו בדיוק

---

[3] U.S. Department of Defense, Responsible Artificial Intelligence Strategy and Implementation Pathway.

[4] U.S. Department of Defense, DoD Directive 3000.09: Autonomy in Weapon Systems

[5] "כיצד להבטיח תפקוד בטוח של רובוטים המופעלים ע"י בינה מלאכותית" ו"אתגרי אבטחת סייבר של בינה מלאכותית פיזיקלית", לקט מו"פ ביטחוני בעולם, יוני 2026, עמ' 59–60; Daniela Rus, AI is interacting with the real world. What does this mean for cybersecurity?

[6] "סיכון חדש: הזרקת הנחיות זדונית למערכות AI המסתכלות על העולם האמיתי", לקט מו"פ ביטחוני בעולם, אפריל 2026, עמ' 8–9; Luis Burbano et al., CHAI: Command Hijacking against Embodied AI.

[7] OWASP, AI Agent Security Cheat Sheet

[8] "בינה מלאכותית בלחימה: האחריות עדיין נשארת בידי האדם", לקט מו"פ ביטחוני בעולם, יולי 2026, עמ' 17; Andrew White, 'Have to be very careful': Special ops head calls for combat AI 'reality check'.

המערכות שמאמרו של גל עוסק בהן. היא אינה מתאימה ללולאות קינטיות מהירות, יירוט, הגנה אקטיבית או הנחיה סופית, שבהן ההחלטה מתקבלת באלפיות שנייה ואין מקום לשכבת שיפוט שאורכת שניות. שם הבקרה חייבת להיבנות אחרת, במגבלות שנקבעות ונבדקות לפני המשימה. דוקטרינה אתית רצינית מתחילה במיפוי הזה עצמו: היכן אדם יכול לשבת בלולאה באופן משמעותי, והיכן הטענה "האדם בלולאה" היא אשליה מסוכנת.

למי שרוכש או מפתח מערכות כאלה, שלוש שאלות פשוטות שוות יותר ממצגת שלמה. האחת: האם קיימת נקודת בקרה לפני ביצוע הפעולה, ומי מגדיר את הכללים בה? השנייה: האם ניתן לדעת מי אישר כל פעולה, על בסיס איזה מידע, והאם יומן האישורים מוגן מפני שיבוש?[9] השלישית: מה קורה כששכבת הבקרה עצמה אינה זמינה, האם המערכת עוצרת או ממשיכה לפעול בלעדיה? התשובה לשאלה השלישית מגלה יותר מכל דבר אחר עד כמה הפיקוח האנושי אמיתי.

נקודה אחרונה, שמתחדדת דווקא מקריאת שאר הגיליון. חלק ניכר מהידיעות בלקט יולי עוסק בפלטפורמות בלתי מאוישות: כרב"מים, נחילי רחפנים, כלי שיט אוטונומיים. בעולם כזה נדרש שיוך חד־משמעי בין הסוכן או רכיב ה-AI, הפלטפורמה שעליה פעל, המשימה שבמסגרתה הופעל והגורם האנושי שאישר את הפעולה. שכבת אכיפה המחייבת זהות מאומתת לכל אחד מהרכיבים מאפשרת לדעת איזה כלי ביצע איזו פעולה, על בסיס איזו המלצה ומכוח איזה אישור. תשתית השיוך הזו היא הבסיס לכל דיון עתידי באחריות, משפטית ומבצעית כאחד.

גל צודק: הבינה המלאכותית כאן כדי להישאר, והשאלה היא אם נפעיל אותה עם מצפן ערכי ברור. אני מוסיף רק זאת: מצפן מצביע על כיוון. כדי לעצור סטייה צריך מעקה. "אדם בלולאה" היא דרישת תשתית, והגיע הזמן לבנות אותה.

מילוא אבישר הוא CTO ומייסד-שותף ב-Atbash AI, העוסקת באבטחה ובבקרה של מערכות AI. מאחוריו שלוש-עשרה שנים בשירות הציבורי ברשות התקשוב הממשלתי (משרד ראה"מ), ומערך הדיגיטל הלאומי (משרד הכלכלה) בתחומי סייבר, חדשנות ומדיניות AI.

---

[9]. National Institute of Standards and Technology, Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile (NIST AI 600-1).

כללי וארגון

3. אירופה חייבת לפתח יכולת טכנולוגית עצמאית כדי לשמר את חוסנה

22 במאי 2026

Sovereignty can't be vibecoded: Why Europe must physically build to ensure resilience

המאמר עוסק בשינוי האסטרטגי המתחולל כיום באירופה בכל הנוגע לתפיסת הביטחון, הכלכלה והטכנולוגיה. אם בעבר השיח האירופי התמקד בגלובליזציה, יעילות ושרשראות אספקה בינלאומיות, הרי שכיום הולכת ומתחזקת תפיסה חדשה המדגישה חוסן, ריבונות טכנולוגית ואוטונומיה אסטרטגית. מדינות האיחוד האירופי אינן מבקשות להתנתק מן העולם או לסגת משיתוף פעולה בינלאומי, אלא להבטיח שבשעת

---

[9] National Institute of Standards and Technology, Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile (NIST AI 600-1).

משבר יוכלו להמשיך לפעול באופן עצמאי ולשמר יכולות קריטיות גם כאשר המערכת הגלובלית נתונה ללחצים.

הכותב מדגיש כי ריבונות טכנולוגית איננה רעיון מופשט בלבד, אלא מרכיב מרכזי בכוחה הביטחוני של אירופה. שרשראות אספקה עמידות, תשתיות תקשורת וחלל עצמאיות, ומערכות תעשייתיות חזקות, כל אלה מאפשרים למדינות אירופה להפעיל ולתחזק יכולות צבאיות במהירות וביעילות. עם זאת, הדיון הציבורי והפוליטי באירופה מתמקד לעיתים קרובות בשאלות של תקציבים ומדיניות, ופחות בשאלה אילו יכולות ממשיות יש לבנות בפועל.

אחת הטענות המרכזיות במאמר היא שלא ניתן לבנות ריבונות באמצעות תוכנה בלבד. אמנם כלים מודרניים של low-code ו no-code-מאפשרים לפתח רעיונות ומערכות במהירות רבה, אך מערכות קריטיות לביטחון הלאומי, כמו מפעלי שבבים, לוויינים עצמאיים או מערכות נשק אוטונומיות, דורשות תשתיות פיזיות עצומות, סביבות ניסוי מאובטחות ושרשראות אספקה אמינות. במילים אחרות, החוסן האירופי חייב להתבסס על "בטון, פלדה וסיליקון", ולא רק על קוד מחשב.

לכן, אירופה נדרשת להשקיע בבניית תשתיות פיזיות רחבות היקף: חדרים נקיים לייצור שבבים, מעבדות מתקדמות, מתקני בדיקות, מרכזי סייבר, כושר ייצור חלופי ותשתיות תקשורת מאובטחות. בלעדיהם, היא עלולה למצוא עצמה מסוגלת לתכנן מערכות מתקדמות אך לא לייצר, לתחזק או להפעיל אותן בזמן אמת. האתגר המרכזי הוא לבצע השקעות מתואמות ברמה האירופית, במקום מאמצים לאומיים מפוצלים היוצרים כפילויות וחוסר יעילות.

המאמר מציין כי קיימות כבר יוזמות אירופיות כמו מועצת החדשנות האירופית ו Innovation -EU Defence-Scheme, אולם הפיצול הביורוקרטי והחפיפה בין תוכניות שונות יוצרים עיכובים ובלבול. לכן, הפתרון איננו יצירת מנגנונים חדשים, אלא חיזוק ושילוב טוב יותר של הקיימים.

בהמשך מודגשת חשיבותם של "אשכולות חדשנות" אזוריים בעלי זיקה ביטחונית. דוגמאות לכך הן קיסטה בשוודיה, שטוטגרט בגרמניה וטולוז בצרפת. אזורים אלה משלבים אוניברסיטאות, תעשייה וממשל במודל המכונה Triple Helix ומאפשרים מעבר מהיר של טכנולוגיות אזרחיות לשימושים ביטחוניים. בקיסטה, למשל, טכנולוגיות תקשורת, חיישנים ותשתיות מידע שפותחו במקור לשוק האזרחי משמשות כיום גם לצורכי מודיעין ושליטה צבאית. שטוטגרט מצטיינת ביכולות ייצור מדויק, ואילו טולוז מהווה מרכז מרכזי לתעשיית החלל והתעופה האירופית. הכותב טוען כי על האיחוד האירופי ונאט"ו לחבר בין מרכזים אלה לרשת אירופית אחת של חדשנות ותעשייה ביטחונית. באמצעות השקעות משותפות, תיאום מדיניות ושיתוף ידע ניתן ליצור מערכת עמידה ומבוזרת שתתמוך בעצמאותה הטכנולוגית של אירופה.

לבסוף, המאמר מדגיש כי אירופה אינה סובלת ממחסור בתקציבים או בשאיפות, אלא ממחסור בבהירות אסטרטגית וביכולת לממש חזון לטווח ארוך. הצלחת יוזמות כמו European Chips Act או מערכת הלוויינים IRIS² תלויה לא רק במימון אלא גם ביכולת לבנות שרשרת ייצור מלאה – מתכנון ועד תחזוקה. בנוסף, יש צורך דחוף בהכשרת כוח אדם מקצועי, במיוחד בתחום השבבים, שבו צפוי מחסור חמור בשנים הקרובות.

המסר המסכם של המאמר הוא **שריבונות אמיתית איננה מושגת באמצעות הצהרות פוליטיות בלבד. היא נבנית לאורך זמן באמצעות השקעות מתמשכות בתשתיות, בתעשייה, בכוח אדם ובמערכות תחזוקה.** חוסן אירופי אמיתי אינו יכול להיות "מאולתר" במהירות באמצעות תוכנה בלבד – הוא חייב להיבנות באופן יסודי ומתמשך .

[כללי וארגון]

4. צבא ארה"ב יוזם תוכנית האצה לבינה מלאכותית, ביוטכנולוגיה ורפואה

28 במאי 2026

Army establishing technology accelerator for biotechnology

צבא ארה"ב, באמצעות התוכנית PAE-LPI (Portfolio Acquisition Executive-Layered Protection &Integration) מתכנן לפתוח תוכנית האצה (accelerator) המשלבת את המגזר הפרטי והממשל (לרבות משאבי מחשוב לאומיים) במטרה ליצור מרכז חדשנות בתחומי בינה מלאכותית, ביוטכנולוגיה ורפואה. השאיפה היא להאיץ בניית אבות טיפוס של טכנולוגיות שיכולות לסייע לפנטגון, וזאת במודל רכש והשקעה גמיש ושונה מאוד משיטות ההתקשרות הרגילות והביורוקרטיות של משרד ההגנה. הנה קישור ל-RFI בנושא. התוכנית מכונה VEDDER (Validation of Emerging Defense & Detection Equipment for Readiness) ותאפשר עד שלושה הסכמים של הממשל עם שותפים למאיץ. התוכנית תאפשר התקשרויות בדומה לעולם האזרחי: הסכמי משנה מהירים בין חברות, ויכולת לעבוד עם קבלנים לא מסורתיים ועם עסקים קטנים. התוכנית לא תהיה כפופה לכל כללי הרכש הפדרליים הנוקשים.

כללי וארגון

5. עלייה משמעותית ביותר בתקציבי הביטחון של הודו

18 ביוני 2026

India's defence output climbs 15.6% to all time high in FY 25-26

הכתבה מציגה נתונים שונים המעידים על גידול משמעותי ביותר בתקציבי הביטחון של הודו. להלן הפירוט:

א. תקציב הביטחון ההודי לשנת 26/25 הגיע לכ-19 מיליארד דולר – גידול של 15.6% בהשוואה לשנה קודמת.
ב. משנת 21/20 עד 26/25 הגידול הוא של 110%
ג. הנתח של ייצור עצמי גדל בעשור האחרון פי 4, כאן התרומה של המפעלים הביטחוניים/ממשלתיים היא 76% מהתוצר הפנימי. התוצר של הסקטור הפרטי הסתכם השנה בכ-4 מיליארד דולר.
ד. הגידול חל גם בייצוא הביטחוני שהגיע השנה לשיא של 3.7 מיליארד דולר.
ה. תקציב הביטחון המתוכנן לשנת 2027 גדול ב-15.19% מזה של 2026 ומהווה 14.67% מסה"כ תקציב המדינה, הוא הגדול מבין תקציבי המשרדים.

הכתבה מדגישה שהגידול המשמעותי בתקציבי ותוצרי הביטחון נובע מהמדיניות התומכת של ממשלת הודו, בדגש על הייצור העצמי בתעשייה ההודית והשיתוף של התעשייה הפרטית. הרחבת התשתית התעשייתית תימשך ותבטיח המשך התפתחות וגידול בשנים הבאות.

כללי וארגון

6. פסגת נאט"ו: אחדות זהירה, הגדלת ההוצאות הביטחוניות והמשך התמיכה באוקראינה

10 ביולי 2026

Six takeaways from the 2026 NATO Summit

פסגת נאט"ו התקיימה השנה על רקע אי־וודאות באשר למחויבותה העתידית של ארצות הברית לברית, המחלוקות סביב הגדלת תקציבי הביטחון, שאלת צירופה של אוקראינה לנאט"ו והבדלי הגישות בין בעלות הברית בנוגע למלחמה באיראן. למרות החששות מפני עימותים חריפים בין המנהיגים, הפסגה התנהלה

באווירה עניינית והסתיימה ללא משברים משמעותיים. מרבית 32 המדינות החברות יצאו ממנה בתחושת סיפוק, אף שסוגיות מדיניות מרכזיות נדחו להמשך ולא מנעו מן המנהיגים להציג חזית מאוחדת יחסית..

התחייבות להגדלת ההוצאה הביטחונית

ההישג המרכזי של הפסגה היה ההחלטה שכל מדינות הברית יפעלו להגיע עד שנת 2035 להוצאה ביטחונית כוללת של 5% מן התוצר הלאומי – יעד שאפתני בהרבה מן היעד הקודם של 2%.

המסגרת החדשה מבחינה בין:

- 3.5% **מהתמ"ג** שיוקצו ישירות לביטחון ולבניין הכוח הצבאי
- 1.5% **נוספים** שיוקדשו לתחומים תומכי ביטחון, ובהם הגנת סייבר, תשתיות אסטרטגיות, חדשנות טכנולוגית, עמידות לאומית, לוגיסטיקה ותעשיות ביטחוניות

ההחלטה משקפת את ההכרה כי ההתמודדות עם רוסיה ועם איומים עתידיים מחייבת בניין כוח ממושך ולא רק הגדלת תקציבי צבא.

אוקראינה: הישגים מעשיים, אך ללא פריצת דרך מדינית

נשיא אוקראינה היה מן האורחים המרכזיים בפסגה וזכה לקבלת פנים חמה ולמחיאות כפיים ממושכות. ההישג החשוב ביותר מבחינת קייב היה בתחום ההגנה האווירית. בפגישתו עם נשיא ארצות הברית דונלד טראמפ הסכים האחרון לבחון העברת מערכות יירוט נוספות, בעיקר מערכות פטריוט, כדי להתמודד עם מתקפות הטילים והכטב"מים הרוסיות שהתגברו בחודשים האחרונים.

עם זאת, בסוגיית ההצטרפות לנאט"ו לא חל כל שינוי. נוסח ההחלטות הסופי נמנע במכוון מלחזור על ההצהרות הקודמות שלפיהן חברותה העתידית של אוקראינה בברית היא "בלתי הפיכה". בכך נשמר למעשה הסטטוס-קוו: הברית ממשיכה לתמוך באוקראינה צבאית ומדינית, אך אינה מעניקה לה לוח זמנים או התחייבות חדשה לחברות.

טראמפ והיחסים עם בעלות הברית

התנהלותו של טראמפ הייתה אחד ממוקדי העניין המרכזיים בפסגה. למרות מספר אמירות ביקורתיות כלפי חלק מבעלות הברית האירופיות, הוא נמנע מעימותים פומביים חריפים שאפיינו פסגות קודמות. מנהיגי אירופה השקיעו מאמצים רבים להציג התקדמות ממשית בנושא ההוצאה הביטחונית, ובכך סיפקו לטראמפ הישג שניתן להציגו כהצלחה של הלחץ האמריקני על בעלות הברית. במקביל חזר טראמפ והדגיש כי אירופה חייבת לשאת בחלק גדול יותר מן הנטל הביטחוני שלה, בעוד שארצות הברית תמשיך למלא תפקיד מרכזי אך לא בלעדי.

איראן והמזרח התיכון

אחת הסוגיות שעלולות היו ליצור מחלוקת הייתה המלחמה באיראן והשלכותיה האזוריות.

למרות חילוקי הדעות בין חלק ממדינות אירופה לבין וושינגטון לגבי אופן ההתמודדות עם טהרן, הנושא לא השתלט על סדר היום. המנהיגים נמנעו מעימותים פומביים והעדיפו להתמקד באתגרים המשותפים של הברית, ובראשם רוסיה והמשך חיזוק ההרתעה באירופה.

רוסיה ממשיכה להיות האיום המרכזי

גם השנה הוגדרה רוסיה כאיום הביטחוני המרכזי על מדינות נאט"ו. הפלישה המתמשכת לאוקראינה, הרחבת הייצור הצבאי הרוסי והמשך פעילותה ההיברידית של מוסקבה – בתחומי הסייבר, החבלה, הלוחמה האלקטרונית וההשפעה הפוליטית – מחייבים את הברית להיערכות ארוכת טווח. לצד זאת הודגש גם הצורך להיערך לאתגרים שמציבה סין, בעיקר בתחומי הטכנולוגיה, שרשראות האספקה והתחרות הגיאו-אסטרטגית.

התעשייה הביטחונית והכוננות

מנהיגי הברית הדגישו כי אין די בהגדלת תקציבי הביטחון בלבד. יש להרחיב במהירות את כושר הייצור של התעשיות הביטחוניות, להגדיל מלאי תחמושת, לזרז ייצור מערכות נשק ולהבטיח שרשראות אספקה אמינות. המלחמה באוקראינה המחישה כי מדינות המערב אינן ערוכות עדיין למלחמה ממושכת בקנה מידה גדול, ולכן נדרשת השקעה משמעותית בכושר הייצור ובהיערכות הלוגיסטית.

סוגיית גרינלנד נדחתה

נושא נוסף שעמד ברקע היה עתידה של גרינלנד, בעקבות התבטאויותיו הקודמות של טראמפ בנושא. למרות הרגישות הפוליטית, הוחלט שלא לעסוק בכך באופן מעשי במהלך הפסגה, והדיון נדחה לעתיד כדי למנוע עימות מיותר בין בעלות הברית.

להלן מספר נושאים נוספים שעלו בוועידה

אחת ההחלטות החדשניות של הפסגה הייתה הקמת **בנק הביטחון, הביטחון הלאומי והחוסן** בהובלת קנדה ובשיתוף מדינות נוספות. הבנק נועד להעניק הלוואות בריבית נמוכה למימון פרויקטים ביטחוניים, לגייס הון בהיקף של כ-134 מיליארד דולר ולהתחיל לפעול בשנת 2027. היוזמה נועדה גם לאפשר לחברות קטנות ובינוניות להשתלב בפרויקטים ביטחוניים ולסגור פערי מימון בתחום התעשיות הביטחוניות.

טורקיה קיוותה להשיג בפסגה החלטה על חזרתה לתוכנית מטוס הקרב F-35. טראמפ אמנם הצהיר כי החזרת טורקיה לתוכנית היא אפשרות הנשקלת על ידי הממשל האמריקני, אך לא התקבלה החלטה רשמית. במקביל מעריכים מומחים כי אנקרה ממקדת כיום מאמצים רבים יותר בפיתוח מטוס הקרב הלאומי KAAN כחלק מהשאיפה לעצמאות תעשייתית וטכנולוגית.

בצד התעשייתי התקבלו מספר החלטות משמעותיות. נאט"ו הודיעה על כוונתה לרכוש עד עשרה מטוסי GlobalEye מתוצרת חברת סאאב השוודית, שיחליפו את מטוסי הבקרה האווירית E-3 המזדקנים. בכך בחרה הברית בפתרון אירופי במקום ברכישת מטוסי E-7 של בואינג, שנשקלה בעבר. במקביל חתמו דנמרק, פינלנד, צרפת, גרמניה, פולין, ספרד, שוודיה וטורקיה על מסמכי כוונות לקידום פרויקט Crewed Airborne Early Warning High Visibility Projectשמטרתו לפתח דור עתידי של מטוסי התרעה ובקרה אוויריים עבור המדינות השותפות.

תחום נוסף שקיבל עדיפות גבוהה היה פיתוח יכולות תקיפה ארוכות־טווח. 12מדינות אירופיות, בהובלת בריטניה, התחייבו להשקיע כ-50 מיליארד דולר בעשור הקרוב בפיתוח משפחת מערכות נשק מדויקות לטווחים של לפחות 300 ק"מ ובמקרים מסוימים אף מעבר ל-2,000 ק"מ. במקביל השיקו דנמרק, צרפת, איטליה, נורבגיה, טורקיה ובריטניה את Ground-Based Precision Strike Capabilities High Visibility Project שנועד לבחון פיתוח משותף של משגרים וטילים קרקעיים מתקדמים בעלי טווח ארוך ודיוק גבוה.

גם במישור המדיני נרשם שינוי באווירה. טראמפ, שפתח את הפסגה בביקורת חריפה על בעלות הברית, סיים אותה בדברי שבח על "אהבה גדולה" ו"אחדות" בין מנהיגי המערב. מנגד, הוא חזר על רצונו לראות את גרינלנד בשליטה אמריקנית, עמדה שנדחתה בתקיפות על ידי ראש ממשלת דנמרק, שהבהירה כי האי "אינו עומד למכירה". הנושא לא הוכרע בפסגה ונדחה לעתיד.

הצהרת הסיכום של הפסגה חידשה את המחויבות המלאה לסעיף 5 של אמנת נאט"ו – עקרון ההגנה ההדדית ובכך שידרה מסר מרגיע למדינות אירופה וקנדה באשר למחויבותה של ארצות הברית להגנתן במקרה של תוקפנות רוסית. בסיכומו של דבר, הפסגה סימנה המשך התעצמות צבאית, העמקת שיתוף הפעולה התעשייתי והטכנולוגי בין בעלות הברית, וחיזוק ההרתעה של נאט"ו, גם אם בסוגיות פוליטיות מרכזיות לא הושגה עדיין הכרעה.

השורה התחתונה

הפסגה לא סיפקה פריצות דרך דרמטיות בסוגיות המדיניות הגדולות, אך הצליחה להשיג את מטרתה העיקרית: שימור אחדותה של נאט"ו בתקופה רגישה במיוחד. ההחלטה על הגדלת ההוצאה הביטחונית ל-5% מהתמ"ג, המשך הסיוע לאוקראינה, חיזוק ההגנה האווירית שלה והרחבת בסיס הייצור הביטחוני של מדינות הברית מצביעים על כך שנאט"ו מתכוננת לעידן של תחרות ביטחונית ממושכת מול רוסיה ואיומים נוספים.

למרות חילוקי הדעות שנותרו בנושאים כמו צירוף אוקראינה, היחסים עם איראן וסוגיית גרינלנד, הצליחו מנהיגי הברית להציג חזית מאוחדת ולהימנע ממשברים גלויים – הישג שנחשב כשלעצמו לאחת התוצאות החשובות של הפסגה.

כללי וארגון

7. יחידת החדשנות בפנטגון מחדשת את פניה, בתפיסת המטרה ובארגון

15 ביולי 2026

In its next chapter, DIU aims to reduce the military's 'cost per kill'

המאמר מציג את חזונו של אוון וסט (Owen West) מנהלה החדש של יחידת החדשנות של משרד ההגנה האמריקני (Defense Innovation Unit – DIU) ואת השינויים הארגוניים והתפיסתיים שהוא מוביל ביחידה. מטרתו המרכזית היא להפוך את DIU מגוף המקדם חדשנות טכנולוגית לגוף שנמדד בראש ובראשונה על פי השפעתו המבצעית בשדה הקרב. המדד המרכזי שאותו מבקש וסט לקדם הוא הפחתת "עלות ההשמדה " – (Cost per Kill) כלומר, השגת אפקט צבאי גבוה יותר בעלות נמוכה יותר, תוך צמצום הסיכון לחיי הלוחמים. וסט, ששירת בעבר בחיל הנחתים, כיהן כסגן שר ההגנה לענייני כוחות מיוחדים בממשל טראמפ הראשון, מדגיש כי מטרתו האישית היא להאיץ את אספקת היכולות המבצעיות לכוחות הלוחמים. לדבריו, אין די בפיתוח טכנולוגיות חדשניות; יש לוודא שהן מגיעות במהירות ליחידות המבצעיות ומעניקות להן יתרון ממשי בשדה הקרב. הוא מציין במיוחד את חשיבות הרחפנים והיכולות בחלל, שלדבריו חייבות להעניק לארצות הברית יתרון ארוך טווח על יריביה.

המאמר סוקר גם את התפתחותה של DIU לאורך השנים. היחידה הוקמה בשנת 2015 ביוזמת שר ההגנה דאז אש קרטר, במטרה ליצור גשר בין הפנטגון לבין תעשיית ההיי-טק האזרחית, בעיקר בעמק הסיליקון. בשלב הראשון היא התמקדה בבניית קשרים עם חברות חדשניות. בשלב השני, לאחר שהוקצו לה תקציבים משמעותיים, התרחבה פעילותה לפיתוח אבות-טיפוס מהירים עבור זרועות הצבא. בתקופת המנהל הקודם, עברה היחידה למה שכונה "DIU 3.0", שהתמקד בסגירת פערי יכולת מבצעיים באמצעות אימוץ מהיר של טכנולוגיות מסחריות.

כעת, לטענת וסט, נכנסת היחידה לשלב חדש שבו עיקר הדגש אינו רק על חדשנות, אלא על **מדידה שיטתית של תוצאות והשפעה מבצעית** .הוא מאמין כי כל ארגון חייב להימדד באופן שקוף. לדבריו, אם רוצים ביצועים טובים – מודדים אותם; ואם רוצים ביצועים יוצאי דופן – גם מפרסמים את המדדים לציבור.

אחד השינויים המרכזיים הוא ארגון מחדש של תחומי הפעילות. במקום שבעה תחומי טכנולוגיה שונים, תאורגן היחידה סביב שלושה תחומים מרכזיים בלבד:

1. **רחפנים ולוחמה אוטונומית** –תחום שירכז את כל פעילות היחידה הקשורה לכלים בלתי מאוישים, יכולות אוטונומיות ואמצעי התמודדות עם רחפני אויב .
2. Kill Webs - שילוב של חלל מסחרי, רשתות תקשורת, חיישנים, מערכות שליטה ובקרה ואיסוף מודיעין לכדי מערכת לחימה מקושרת אחת, תוך שיתוף פעולה הדוק יותר עם חיל החלל האמריקני .
3. **טכנולוגיות** – "10X" טכנולוגיות המספקות קפיצת מדרגה משמעותית במחיר, במהירות או בביצועים, ולא רק שיפור הדרגתי .

במסגרת המבנה החדש, **הבינה המלאכותית אינה מוגדרת עוד כתחום עצמאי** , אלא כיכולת רוחבית שתשולב בכל פעילויות היחידה. המשמעות היא שכל פרויקט – מרחפנים ועד מערכות שליטה ובקרה – ישלב יכולות AIבהתאם לצורך.

וסט מסביר כי שני גורמים חיצוניים מחייבים את השינוי. הראשון הוא זרימת הון חסרת תקדים של כ-250 מיליארד דולר להשקעות בטכנולוגיות ביטחוניות. השני הוא הצלחתן של מדינות שונות לייצר במהירות ובעלות נמוכה מערכות לחימה מתקדמות, בעיקר רחפנים. לדבריו, הלקחים מאוקראינה הם רק חלק מהתמונה;

מגמות דומות נראות גם במקומות אחרים. העולם עובר ללוחמה שבה אמצעים זולים יחסית מסוגלים להשמיד מערכות יקרות בהרבה.

מכאן נובעת המשימה שהטיל שר ההגנה פיט הגסת' על DIU **לשנות את יחס העלות–תועלת של הלחימה לטובת ארצות הברית** . במקום להפעיל אמצעים יקרים נגד איומים זולים, יש לפתח מערכות זולות, המוניות ויעילות שייצרו יתרון כלכלי ומבצעי גם יחד. בהקשר זה ממלאת DIU תפקיד מרכזי בשתי יוזמות גדולות של הפנטגון.

הראשונה היא Drone Dominance Program (DDP) - תוכנית בהיקף של כמיליארד דולר שנועדה לרכוש ולהפעיל מאות אלפי רחפני תקיפה חד-כיווניים בעלות נמוכה.

השנייה היא תפקידה כממשק המרכזי של משרד ההגנה מול התעשייה במסגרת מנהלת מערכות בלתי מאוישות חדשה (DRPM-UxS) שתוביל את כלל תחום המערכות הבלתי מאוישות בצבא.

וסט מדגיש כי רחפני FPV שגרמו לחלק ניכר מהאבדות במלחמת רוסיה–אוקראינה, הם רק חלק קטן ממערך בלתי מאויש רחב הרבה יותר שעתיד להיבנות. לדבריו DIU מוכנה ליישם את "ספר ההפעלה" שפיתחה בתחום הרחפנים גם על מערכות נוספות.

המאמר מתייחס גם לשינוי משמעותי נוסף: הפיכתה של DIU ליחידת – Pentagon Field Activity מעמד רשמי וקבוע בתוך משרד ההגנה. משמעות המהלך היא שהיחידה אינה עוד גוף ניסיוני או זמני, אלא חלק קבוע ממבנה הפנטגון, בעל אחריות ישירה להאצת רכש, פיתוח והטמעה של יכולות מבצעיות. וסט סבור כי מעמד זה מחייב מעבר ממדדי פעילות מסורתיים למדדי תוצאה. בעבר נמדדו ביצועי היחידה, למשל, לפי משך הזמן שעבר מפרסום קול קורא ועד לחתימת חוזה עם חברה. כעת יתווספו מדדים חדשים ובהם:

- מספר היכולות שהוטמעו בפועל בכוחות.
- החיסכון בעלויות .
- התרומה הישירה לכוח הלוחם .
- קיצור זמני המעבר מפיתוח לשימוש מבצעי .

לצורך כך מתכננת DIU לפרסם לוחות בקרה (Scorecards) שיוצגו לציבור, לקונגרס ולהנהלת משרד ההגנה. מטרתם להגביר את השקיפות ולאפשר הערכה רציפה של תרומת היחידה.

לדברי וסט, הנהגת משרד ההגנה דורשת פחות "הצגות" ויותר תוצאות. השאלה היחידה שמעניינת אותם היא מה הושג עבור הלוחמים בקו החזית וכיצד ניתן להשיג יותר בזמן קצר יותר.

המאמר מזכיר גם את מעורבותו הקודמת של וסט ביוזמת DOGE של ממשל טראמפ, שנועדה לצמצם בזבוז והוצאות מיותרות בממשל הפדרלי. גישה זו באה לידי ביטוי גם בניהול DIU . במקום להגדיל את התקציב הכולל, מבקש וסט להפנות משאבים מהוצאות מנהלתיות אל יכולות מבצעיות.

דוגמה לכך היא מדיניות חדשה בנושא נסיעות. לפי נתוני היחידה, במהלך 2026 השתתפו עובדיה בכ-40 כנסים ברחבי העולם, בעלות של כחצי מיליון דולר, והוגשו יותר מ-330 בקשות להשתתפות בכנסים. וסט הורה להעביר את סמכות אישור הנסיעות לדרגי הניהול הנמוכים יותר, אך במקביל דרש מכל מנהל לשקול באופן כמותי את התועלת מול העלות. במסר לעובדים כתב כי יש "**להרוג את התקורה ולממן את היתרון המבצעי** " (Kill the overhead, fund the overmatch) כלומר לצמצם הוצאות שאינן תורמות ישירות ללחימה ולהפנות את הכסף לרכישת יכולות מבצעיות.

בסיכומו של דבר, המאמר מתאר שינוי עמוק בתפיסת הפעולה של DIU מעבר מארגון המתמקד בעיקר בחדשנות וביצירת קשרים עם התעשייה, לארגון שנבחן על פי השפעתו הישירה על שדה הקרב. הדגש עובר ממספר הפרויקטים והטכנולוגיות החדשות למדדים של אפקטיביות, קיצור זמני אספקה, חיסכון בעלויות והגדלת העוצמה המבצעית. חזונו של וסט משקף מגמה רחבה יותר בפנטגון – אימוץ מהיר של טכנולוגיות מסחריות, ייצור המוני של מערכות בלתי מאוישות, שילוב בינה מלאכותית בכל שכבות הלחימה, והעדפת פתרונות זולים, מהירים וניתנים להרחבה, שיאפשרו לארצות הברית לשמור על יתרונה הצבאי בעידן של תחרות מול יריבים המסוגלים לייצר נשק מתקדם בעלויות נמוכות.

כללי וארגון

יבשה

8. עדכון חשוב על תוכנית הפלטפורמה המשוריינת העתידית המשותפת, גרמניה–צרפת (MGCS)

רקע

Main Ground Combat System (MGCS) הוא פרויקט משותף שהושק בשנת 2017 על ידי גרמניה וצרפת, במטרה להחליף את טנקי הקרב הראשיים הנוכחיים שלהן, Leopard2 ו-Leclerc.

הפרויקט נוהל במשותף על ידי צוות של שני משרדי ההגנה ופותח ב- KNDS - חברת האחזקות שהוקמה ב-2015 על ידי Krauss-Maffei Wegmann (KMW) הגרמנית ו Nexter Systems הצרפתית.

ב-2019 הצטרפה לצוות גם חברת Rheinmetall, עובדה שסיבכה מאד את חלוקת העבודה התעשייתית המאוזנת שעליה ניהלו שתי המדינות משא ומתן ארוך. ההסכם בין המדינות קבע כי שילדה אחת תשמש בסיס לכל משפחת כלי הרכב של MGCS, לרבות פלטפורמת התותח, פלטפורמת הטילים ופלטפורמת התמיכה הקרבית.

מחויבות זו חולקה על ידי המנהלים לשמונה תחומי פיתוח שהתעשייה מכנה "עמודי תווך" (pillars) , המכסים את כל הטכנולוגיות - משילדת הרכב וניווט אוטומטי ועד חיישנים, מערכות הגנה וסביבות סימולציה, כאשר ההובלה של כל 'עמוד' הוקצתה לגרמניה, לצרפת או לשתיהן במשותף. כבר במהלך התערוכה ביורוסאטורי, נרמז בין השורות כי קיימים קשיים מהותיים בתוכנית, כולל פתרונות ביניים ששתי המדינות מפתחות.

עדכון הסטטוס

בפגישה שהתקיימה ב-17 ביולי, בין משרדי ההגנה של שתי המדינות, הוחלט כי שתי המדינות יפתחו "טכנולוגיה שאינה תלויה בפלטפורמה" עבור כלי רכב משוריינים מאוישים ובלתי מאוישים עתידיים ועבור האינטראקציה הרשתית שלהם עם טנקי מערכה. ההחלטה אינו כוללת כל אזכור לשלדה אחידה שתירכש במשותף, ששתי המדינות הסכימו לפתח, ולפיכך מסמנת למעשה את סופה של התוכנית. ההחלטה דורשת אישור של שני שרי ההגנה.

ההחלטה זהה למה שאירע לפני כשנה עם תוכנית משותפת אחרת של שתי המדינות, Future Combat Air System, שהייתה תוכנית לפיתוח מטוס קרב עתידי, שכבר צומצמה לשיתוף פעולה סביב שכבת רשת משותפת.

יבשה

9. רולס–רויס מציגה לראשונה חט"כ היברידית לטנק המערכה הבא

16 ביוני 2026

Rolls-Royce Shows Off for the First Time the Hybrid PowerPack for Europe's Next Battle Tank ;

בעודנו מתקרבים במהירות לעשור השלישי של שנות ה-2000, צבאות העולם עסוקים במרוץ לשדרג את ארסנל הנשק שלהם. רוב המאמצים הללו מתמקדים בכוח אווירי, אך ישנם כאלה שמקדישים משאבים ותשומת לב גם לטנקי מערכה חדשים, וסבורים – מסיבה זו או אחרת, שלפלטפורמות הלחימה הללו עדיין יש תפקיד למלא בעולם המודרני (דבר זה קיבל ביטוי גם במלחמה בעזה, על אף הלחימה האסימטרית – הערת עורך הידיעה).



Photo: Rolls-Royce

הכוונה לגרמנים ולצרפתים, אשר עוד בשנת 2017 הכריזו על מאמץ משותף לתכנן ולשלב טנק מודרני שנועד להחליף את Leopard 2 המזדקן, הפועל מסוף שנות ה-70, ואת Leclerc, אשר בשירות מתחילת שנות ה-90. המחליף נקרא, לעת עתה, 'מערכת הלחימה הקרקעית הראשית' - MGCS -Main Ground Combat System והיא לא מתוכננת להיכנס לפעילות לפני אמצע שנות ה-2040. מספר חברות מעורבות בפרויקט, כולל חברת אחזקות גרמנית-צרפתית של KMW-Nexter Systems בשם KNDS וקבלן ההגנה הגרמני Rheinmetall.

הטנק החדש צפוי להיכנס לשירות רק באמצע שנות ה־2040, והוא נועד להוות חלק ממערכת לחימה מתקדמת המשלבת כלי רכב מאוישים ובלתי מאוישים. במסגרת זו חברת רולס־רויס הציגה לראשונה את **מערכת ההנעה ההיברידית** MTU Xelerate Power Pack, המיועדת לפרויקט זה. מערכת ההנעה משלבת מנוע דיזל MTU V10 בהספק של כ־1,475 כוחות סוס עם תיבת הילוכים חשמלית מתקדמת של ZF ומספקת הספק כולל של כ־1,877 כוחות סוס. השילוב ההיברידי צפוי לשפר את היעילות המבצעית, להפחית את צריכת הדלק, להקטין את החתימה התרמית והאקוסטית של הטנק ולאפשר תנועה שקטה יותר במצבים מסוימים. בנוסף, המערכת מסוגלת לפעול באמצעות מגוון רחב של סוגי דלק, לרבות דלקים באיכות נמוכה הזמינים בשדה הקרב.

יתרון נוסף הוא יכולתה לספק אנרגיה לא רק להנעת הטנק, אלא גם למערכות החיישנים, התקשורת, ההגנה והמערכות האלקטרוניות המתקדמות, ללא צורך במקורות כוח נוספים. רולס־רויס מציינת כי ניתן יהיה להתקין את המערכת גם בכלי רכב זחליים כבדים אחרים, ולא רק בטנקים.

אבות הטיפוס הראשונים של מערכת ההנעה צפויים להתחיל בניסויים עוד לפני סוף העשור, כאשר שילובה המבצעי עשוי להתחיל כבר בשנות ה־2030. במקביל, חברת KNDS הציגה את טנק CAPINT (CAPacité INTermédiaire) המשמש כפתרון ביניים עד להבשלת פרויקט MGCS וצפוי להיכנס לשירות מוקדם יותר.

חשוב לציין כי מערכת הלחימה הקרקעית הראשית (MGCS) מתעכבת מאוד ועברה משנות ה-2030 ללוח זמנים של 2040–2045. הפרויקט מתמודד עם סכסוכים תעשייתיים, חששות תקציביים וסדרי עדיפויות לאומיים שונים.

יבשה

10. תומ"ת עם תותח 155 מ"מ המצויד בקנה של 58 קליברים

17 ביוני 2026

KNDS pitchos long barreled artillery for 60 kilometer base range

חברת KNDS הצרפתית-גרמנית פיתחה תומ"ת 155 מ"מ עם קנה באורך של 58 קליברים. המטרה הינה ירי לטווחים ארוכים של 60 ק"מ עם תחמושת תקנית של נאט"ו. הפיתוח במימון עצמי.

כידוע, התומ"תים של צבא ארה"ב משתמשים עדיין בקנים באורך של 39 קליברים ושל צבאות אירופה – 52 קליברים.

חברת KNDS ביצעה כבר ניסויי ירי בתותח עם קנה של 58 קליברים ומתכננת ייצור של תותחים כאלה בשנים 2032-2035. הקנים ייוצרו בצרפת.
התומ"ת החדש יורה עם 8 מודולים של הודף לעומת 6 בתותחים הקיימים. הטווח של 60 ק"מ יושג עם תחמושת סטנדרטית של נאט"ו וניתן יהיה להגדילו עד כ-100 ק"מ ע"י שימוש בתחמושת עם "מגח סילון" (ramjet) או חימוש "גולש".
הפרויקט האמריקני, שבוצע בשנים האחרונות עם דגם של תותח ארוך-קנה (גם כאן 58 קליברים) במסגרת תכנית "ERCA" Extended Range Cannon Artillery, בוטל, בגלל בלאי מופרז בקנה. חברת KNDS תכננה לכן את התותח החדש עם תא שריפה גדול יותר ועקומת לחץ בקנה מתונה יותר.
דגם התותח ארוך הקנה הותקן על פלטפורמה של רק"ם Boxer 8x8 והתומ"ת מכונה "LORAS" Long Range Artillery System.

יבשה

11. שת"פ גרמניה–ארה"ב בפיתוח פגז ארטילרי מונחה וארוך–טווח

23 ביוני 2026

Rheinmetall, General Atomics Join Forces on Precision-Guided Artillery Shell
הסכם חדש בין Rheinmetall הגרמנית לבין General Atomics Electromagnetic Systems האמריקנית משקף מגמה בולטת בעולם הביטחון: הרחבת הייצור של תחמושת מונחית מדויקת לטווח ארוך, תוך יצירת שרשראות אספקה משותפות בין ארצות הברית לאירופה. המהלך נועד לתת מענה לשני אתגרים מרכזיים העומדים כיום בפני מדינות נאט"ו – הגדלת מלאי התחמושת בעקבות השחיקה שנגרמה במלחמות האחרונות, ובראשן המלחמה באוקראינה, והגדלת יכולת התקיפה המדויקת לטווחים ארוכים.
במרכז שיתוף הפעולה עומדת תחמושת Vektrex - פגז ארטילרי מונחה בקוטר 155 מ"מ, המסוגל לתמרן במהלך מעופו ולהגיע לטווחים גדולים משמעותית מאלו של פגזים רגילים. יתרונו הגדול הוא התאמתו לתותחי 155 מ"מ התקניים שכבר נמצאים בשירות צבאות נאט"ו, הן בעלי קנה באורך 39 קליברים והן 52 קליברים. המשמעות היא שניתן להכניסו לשירות במהירות, ללא צורך בפיתוח מערכות שיגור חדשות או בהשקעה בתשתיות נוספות.
מאפיין חשוב נוסף של Vektrex הוא יכולתו לפעול גם בסביבה שבה מערכות ניווט לווייני משובשות או אינן זמינות. יכולת זו הפכה לחשובה במיוחד לאחר שהמלחמה באוקראינה הוכיחה כי לוחמה אלקטרונית ושיבושי GPSהפכו לאיום שכיח בשדה הקרב המודרני. העיצוב האווירודינמי המבוסס על דאייה מאפשר לפגז להגיע לטווחים ארוכים תוך שמירה על עלות נמוכה משמעותית בהשוואה לטילים טקטיים.
חלוקת העבודה בין שתי החברות ברורה: Rheinmetall תספק את יכולות הייצור התעשייתיות ואת מפעלי הייצור העומדים בתקני נאט"ו, בעוד General Atomics תביא את הטכנולוגיה ואת הידע שנצבר בפיתוח התחמושת. שילוב זה אמור לאפשר ייצור המוני בקצב גבוה באמצעות רשת תעשייתית משותפת משני עברי האוקיינוס האטלנטי.
ההסכם משתלב במגמה רחבה יותר של שיתופי פעולה בינלאומיים בתחום החימוש המדויק. בחודשים האחרונים הרחיבו Safran הצרפתית ו- Baykar הטורקית את שיתוף הפעולה ביניהן בפיתוח יכולות תקיפה מדויקות לכלים בלתי מאוישים. במקביל, EDGE מאיחוד האמירויות שילבה את התחמושת המונחית Al Tariq במל"ט הקרב Bayraktar Akıncı, והודו ו-Safran הקימו מיזם משותף לייצור מקומי של תחמושת אוויר-קרקע מונחית.
מנקודת מבט צבאית, ההתפתחויות הללו מעידות על מעבר מדגש על טילים יקרים ומוגבלים במספרם לפיתוח תחמושת ארטילרית מדויקת, בעלת טווח ארוך, שניתן לייצר בכמויות גדולות ובעלות נמוכה יחסית. מגמה זו

צפויה לחזק את כוח האש של צבאות נאט"ו ולאפשר להם לקיים יכולת תקיפה רציפה גם בעימותים ממושכים, תוך שיפור השרידות של שרשראות האספקה והקטנת התלות ביצרן או במדינה אחת.



Rheinmetall, General Atomics Join Forces on Precision-Guided Artillery Shell

יבשה

12. צבא ארה"ב מזמין ייצור תומ"תים M109 A7 נוספים

17-18 ביוני 2026

US army orders more M109 A7 Paladin. June, 18, 2026
BAE Systems wins 535m contract for US army M109 A7 Howitzers

צבא ארצות הברית חתם חוזה חדש עם חברת BAE בהיקף של 535 מיליון דולר להמשך הייצור של תומ"תים M109 A7 – Paladin ורק"ם מוביל תחמושת M992 A3.
זהו התומ"ת הזחלי הקל שנבנה על בסיס מערכות התובה של רק"ם בראדלי.
מודגש שהצבא האמריקני ממשיך להשתמש בתותחים 155 עם קנה באורך 39 קליברים המגביל את הטווח ל-30 ק"מ. המשך הייצור של תומ"תים אלה אמור לתת פתרון לגודל הסד"כ הארטילרי הדרוש עד להצטיידות עתידית באחד התומ"תים שייבחרו לאחר תחרות בין כלים קיימים במערב, (הייצור יהיה בארה"ב). לכל המועמדים יש תותח עם קנה באורך 52 קליברים.
שתי הכתבות מפרטות את התכונות המרכזיות של Paladin – נתונים בסיסיים וביצועים, תוך אזכור הפרויקט העתידי "Mobile Tactical Cannon".

יבשה

13. שדרוג הרכב הקרבי בושמאסטר לרכב רב-משימתי

24 ביוני 2026

Thales Introduces Next-Gen Bushmaster Variant with Expanded Mission Roles

חברת ת'אלס אוסטרליה מציגה את גרסת Bushmaster מהדור הבא עם התאמה לתפקידי משימה מורחבים.
החברה תכננה ועיצבה מחדש את הרכב הממוגן Bushmaster לגרסה חדשה עם יכולות, קישוריות ושרידות משופרות. גרסה זו היא שדרוג מהדור הבא של Bushmaster PMV.
הפלטפורמה, המכונה 5.6 או Mulga Utility Variant, נחשפה בתערוכת יורוסאטורי 2026 בפריז, ומדגימה כיצד היא ממשיכה להתפתח בתגובה לאיומים משתנים, טכנולוגיות מתפתחות וצרכי לקוחות. כעת היא מתוכננת לשלב מגוון רחב יותר של חיישנים, אפקטורים ומערכות משימה, ותומכת במשימות שדה קרב בצורה

גמישה יותר השדרוג מאפשר גם שילוב של רקטות מונחות לייזר, המאפשרות לפגוע ישירות במטרות בסביבות מאתגרות.
הרכב כולל תצורת הגה שמאלי, גישה מהדלת הקדמית, נקודות כניסה שתוכננו מחדש, צגים דיגיטליים ומערכות ניטור משודרגות. הרכב מיועד לתמוך בתפקידי משימה מרובים, כולל פעולות נגד כטב"מים, חישה בשדה קרב, תמיכה בתקשורת ולוחמה אלקטרונית.

הדגם הקודם

Bushmaster היא פלטפורמת 4x4 באורך של כ-7 מטרים ורוחב של כ-2 מטרים. משקלה 12,500 קילוגרם. היא יכולה להגיע למהירויות של מעל 100 קמ"ש ויש לה טווח נסיעה של עד 800 קילומטרים, עם מנוע דיזל Caterpillar 3126E בעל 300 כוחות סוס.
הפלטפורמה מצוידת בשריון בתקן נאט"ו, התומך בתנועת כוחות דרך אזורי איום גבוה עם הגנה מפני סיכונים נפיצים. אפשרויות החימוש כוללות עמדת נשק מופעלת מרחוק או צריח פתוח מאויש עם מקלעים בקוטר 5.56 מ"מ ו-7.62 מ"מ.



רכב 5.6 או Mulga Utility Variant. צילום: Thales

יבשה

14. תוכנית בהודו להסבת טנקי T-72 לאוטונומיים

27 ביוני 2026

Indian Army Reveals Ambition to Convert Legacy T-72 Tanks into Autonomous Armoured Fighting Vehicles.
בצבא הודו יש מגמה להסב חלק מטנקי T-72 שלהם לרק"ם אוטונומי, שיכול לפעול כבלתי מאויש או מאויש. כך פורסם בדו"ח של משרד ההגנה. בהודו קיים צי גדול של טנקי T-72 (2,500 כלים), המהווים עדיין את עמוד השדרה של חיל השריון, אך בעתיד יוחלפו ע"י דור חדש. התוכנית שפורסמה תאפשר שימוש בחלק מהם ככלים אוטונומיים למשימות מסוכנות, כגון מעבר של שדות מוקשים, פריצת מכשולים, הטעיה, גילוי אויב וכו'.
ההסבה תהפוך את הטנקים ל"רק"ם דיגיטלי", שנשלט מרחוק ע"י ממשק להפעלת מערכות ההנעה של הטנק (היגוי, בלימה, האצה, ניווט וכיו"ב) ומערכות הנשק. ייבנו שני דגמים של הרק"ם האוטונומי לניסויים, אלה יכללו בדיקות במעבדה ובמתקני ניסוי.
לפי הקונספט המבצעי, הכלים האוטונומיים ישולבו ביחידות השריון, יופעלו יחד עם טנקי המערכה וישמשו בין היתר לבדיקת מסלולי ההתקדמות מבחינת סיכונים כגון: שדות מוקשים, מארבים, גילוי מטרות ואיומים וכו'.
הודו צריכה לתכנן את פעילות הרק"ם בתנאי סביבה מגוונים: תנאי מדבר, אזורים הרריים, אזורי נהרות וכו'.
הסבת חלק מצי הטנקים T-72 לאוטונומיים תאפשר להם יכולות ביניים עד להצטיידות בכלים חדשים. זאת תוך ניצול התכונות הקיימות: ניידות על זחלים, עוצמת אש של התותח (125 מ"מ), ומבלי לסכן חיילים ללא צורך.
הדו"ח של משרד ההגנה ההודי מתייחס גם לתחומי חדשנות נוספים: פגזים מונחים 155 מ"מ, תחמושת מתקדמת לטנקים, לוחמה אלקטרונית, ועוד.

יבשה

15. בתרגיל של צבא ארה"ב השתמשו במאות רחפני תקיפה, רובם נבנו ע"י החיילים עצמם בהדפסה

26 ביוני 2026

A US Army brigade used hundreds of attack drones in a recent wargame. Soldiers built more than half of them themselves.



The US Army, like other services, sees 3D printing as a quick solution to making spare drone parts and adapting drones to new mission requirements. US Army photo

במהלך תרגיל ב-Joint Readiness Training Center בפורט פולק, לואיזיאנה, הפעילה חטיבת הקרב הניידת ה-3 מהדיוויזיה המוטסת 101 מאות כטב"מים למשימות מודיעין, מעקב וסיור (ISR), פגיעה בחיישני ל"א ומשבשים, וביצוע משימות פריצה. מתוך 228 כטב"מים תוקפים שהשתתפו בתרגיל, כ-150 יוצרו באופן עצמאי על ידי חיילי הדיוויזיה.

הדיוויזיה פיתחה כטב"ם עצמאי המכונה ABE 1.01, שעלות ייצורו מוערכת בכ-750 דולר ליחידה. תהליך הייצור, המתבצע בבסיס האם בפורט קמפבל, קנטקי, משלב רכיבים שנרכשו דרך Blue UAS List – שוק רכיבים מאושר לשימוש על ידי צבא ארה"ב והממשל הפדרלי – יחד עם חלקים המיוצרים בהדפסת תלת-ממד.

חייל שעבר הכשרה מסוגל להרכיב כטב"ם בתוך מספר שעות עבודה, בקצב המאפשר ייצור של כשני כלים ביום. מפקד החטיבה ציין כי השלב הממושך והמורכב ביותר בתהליך הוא הלחמת רכיבים אלקטרוניים וטיפול במיקרו-שבבים.

במסגרת החדשנות, הדיוויזיה פיתחה רכיב מודפס בתלת-ממד המותאם לשילוב בכטב"מים ומאפשר הטלת רימוני יד, תכנון שהופץ ליחידות אחרות לשימוש עצמי. הגישה מתבססת על לקחים שנלמדו מאוקראינה, המדגישים כי יכולת הדפסה בתלת-ממד בקרבת קו החזית חיונית ליצירת פתרונות בעלות נמוכה, המותאמים למשימות ספציפיות או לתנאי שדה משתנים.

בנוסף, הצבא האמריקני רואה ביכולת ייצור עצמאי והדפסת חלקי חילוף מרכיב אסטרטגי המאפשר המשכיות מבצעית במקרה של שיבושים בקווי האספקה הלוגיסטיים, ומענה טקטי מהיר מול איומי האויב. עם זאת, קיים ביקוש גבוה מהתעשייה לאספקת רכיבי אלקטרוניקה ומיקרו-שבבים, הנדרשים כדי לעמוד בהיקפי הייצור הגבוהים ובקצב החדשנות של החיילים.

יבשה

16. הודגם ירי של תותח 140 מ"מ מאבטיפוס של טנק עתידי CAPINT

30 ביוני 2026

KNDS CAPINT Concept gains momentum with ASCALON 140mm firing-on-the-move demonstration

חברת KNDS, המשותפת לתעשיות צרפתית וגרמנית, הציגה בתערוכת Eurosatory אבטיפוס של טנק "CAPINT" (Capacité intermédiaire) המבוסס על תובה של Leopard 2A8 הגרמני ודגם של צריח בלתי מאויש מ-ASCALON של הצרפתים עם תותח 120 מ"מ (התקני בנאט"ו). האבטיפוס שהוצג מרמז על תוכנית של טנק שיחליף את טנק LECLERC המתיישן בצרפת ואולי יהווה בסיס לטנק האירופאי MGCS (Main Ground Combat System) שמפותח במשותף על ידי שתי המדינות (יש קצת בעיות בהקשר זה).

המבנה של CAPINT מצביע על טנק של 3 אנשי צוות, הממוקמים בקדמת התובה; צריח (בלתי מאויש כמובן) תותח 120 מ"מ עם מחסנית תחמושת, מטען אוטומטי, מערכות ייצוב ומערכות בקרת אש. בדגם שהוצג מורכב גם תותח 30 מ"מ להגנה בפני רחפנים.

צריח ההדגמה ADT (Ascalon Demonstration Turret) מבטא את המגמות הצבאיות בטנק MGCS מבחינת טכנולוגיות של: חיישנים, הגנה 'חצי כדורית' אקטיבית, שימוש ב-AI, עמידות בפני תקיפות סייבר. לגבי תפקוד הקשור לעוצמת אש: מערכת הייצוב, מערכת הטעינה, שליטה על הרתיעה, בקרת אש – כל אלה מאפשרים ירי תוך כדי תנועה גם למטרות נעות. הצריח עבר כבר 300 ניסויי ירי.

הצגת הדגם של צריח ASCALON עם תותח 140 מ"מ מוכיחה את כיוון ההתפתחות של עוצמת האש במקביל להתפתחות המיגון בטנקים עתידיים.

הארכיטקטורה של הצריח ומערכותיו מותאמת למעבר בעתיד מתותח 120 מ"מ, (אשר יישאר כנראה דומיננטי עוד זמן רב בנאט"ו מסיבות ברורות, בין היתר כמו מלאים עצומים של תחמושת), לתותח 140 מ"מ.

דגם CAPINT מדגים מערכת נשק חדשה עם "ארכיטקטורה פתוחה" והתחשבות בהתפתחויות שאירעו בשדה הקרב בשנים האחרונות כמו איום הרחפנים. הטנקים אינם נחשבים מוגנים יותר לפי עובי השריון או עוצמת התותח, אלא לפי סיכוייהם לשרוד מול מטרות אוויריות: גילוי מוקדם, העברת/החלפת נתונים, טיב ומהירות התקשורת בין החיישן והיורה. גם התכונה של ירי תוך תנועה מהווה חלק מההגנה של הטנק, שאינו חשוף בזמן עצירה לירי מלמעלה או מכיוון כלשהוא.

אם KNDS יצליחו 'להבשיל' בעתיד את התותח 140 והרעיון של ירי תוך תנועה, אזי דגם CAPINT עם צריח ADT ייזכרו כאבני דרך לטנק האירופי העתידי MGCS.

סרטון מומלץ



KNDS France's ASCALON 140 mm firing-on-the-move trials show how CAPINT could bridge today's Leclerc fleet and Europe's future MGCS with unmanned turret firepower, protected crews, and greater battlefield mobility (Picture Source: KNDS / Edited by Army Recognition Group)

יבשה

17. אוקראינה: יוזמה לקידום רובוטים לוחמים דמויי אדם

3 ביולי 2026

The Next Soldier? Ukraine Begins Hunt for More Humanoid Combat Robots

ארגון הנקרא Brave1 באוקראינה, ממן קידום ופיתוח של רובוטים "אנושיים" חמושים. המטרה היא להפחית את חשיפת החיילים באזורי לחימה בסיכון גבוה. במיוחד אלה הנמצאים במשימות בחזית .היוזמה לתחרות הוכרזה על ידי מנכ"ל הארגון ומטרתה להרחיב את השימוש במערכות רובוטיות באזורי לחימה מסוכנים. היוזמה משקפת גם את מאמציה של אוקראינה לעמוד בקצב ההתקדמות העולמית בתחום הרובוטיקה, כולל הפעילות בארה"ב ובסין.

המפתחים שישתתפו בתחרות יתמקדו בתחילה בפלטפורמות הומנואידיות פשוטות, שיכולות להתפתח בהדרגה למערכות מתקדמות יותר, ככל שהתוכנית תתקדם. המאמץ יתמקד אך ורק ביישומי הגנה. הפעילות מתבססת על מערכות רובוטיות הומנואידיות שכבר קיימות באוקראינה, והיו ניסיונות של הפעלה ראשונית של רובוטים אשר פעלו לצד חיילים במשימות סיור ובמשימות אחרות. רובוט הומנואידי ראשון, הנקרא 'פאנטום' פותח במיוחד למשימות של הגנה. הוא יכול לשאת מטענים עד 40 ק"ג, כולל אקדחים ורובים.



A Phantom MK-1 robot being used for consumer goods manufacturing. Image: Foundation Future Industries

יבשה

18. חברה בריטית מציעה מערכת לשיגור מהיר של רחפנים וחימוש משוטט

6 ביולי 2026

UK Firm Unveils AI-Powered ‘Drone Base in a Box’

החברה הבריטית Urban-Air Port מנסה לתת מענה לאחד האתגרים המבצעיים המרכזיים של הלוחמה המודרנית: מתן אפשרות לשיגור, החזרה ותחזוקה מהירים וניתנים להרחבה של כלי טיס בלתי מאוישים. התשובה שלה היא Pandora CADDS - Containerised Automated Drone Deployment System, פלטפורמה המבוססת על מכולה שנועדה לפרוס, לקלוט ולתמוך במל"טים בפעילות רב-זירתית. המערכת כוללת בינה מלאכותית מובנית לראייה ממוחשבת, מיזוג חיישנים, מודעות מצבית ותכנון טקטי. היא מבוססת על ארכיטקטורה פתוחה, ותואמת לרשתות פיקוד ובקרה (2C) קיימות, כולל Lattice של Anduril. מפעילים יכולים לתכנת מראש משימות ולתאם פריסות נחיליות, מה שמאפשר למשתמש יחיד לשלוט במספר כטב"מים בו

זמנית. הפלטפורמה תומכת במגוון רחב של מערכות, כולל כלי טיס בעלי כנף קבועה ורחפנים כולל FPV, למגוון משימות הכוללות איסוף מודיעין, מעקב וסיור (ISR), וחימוש משוטט.
מערכת Pandora CADDS זמינה בשלוש גרסאות, החל מדגם 140P, מערכת נישאת אדם למשימות ברמת מחלקה, אותה ניתן לפרוס על ידי חייל בודד תוך דקות. גרסה זו היא בגודל של מזוודת יד גדולה, וניתן לשגר בה עד שלושה רחפני FPV בגודל 25 סנטימטרים (10 אינץ').
ה-160P מציע יכולת שיגור גדולה יותר וניתן לשאת אותו על ידי חיילים או להרכיב אותו על גבי כלי רכב בעלי ניידות גבוהה. במהלך ניסויים של הצבא הבריטי, דווח כי מערכת זו קיצרה את זמני השיגור בעד 80 אחוזים.
את המערך משלים ה-6240P, גרסה על משטחים שתוכננה לפעולות ברמת גדוד על גבי כלי רכב טקטיים ופלטפורמות ימיות. הוא מאפשר אחסון, הצבה ופריסה של כלים מסוגים שונים כולל חימוש משוטט, כאשר חימוש חי יכול להיות מותקן ומוכן לשיגור במשך 30 ימים.



יבשה

19. צבא ארה"ב בחר ארבע חברות לתוכנית רכב פריצה אוטונומי חדש

9 ביולי 2026

Army selects four companies for new autonomous breaching program



כלי רכב בלתי מאוישים מוצגים במהלך אימונים במרכז הכשרה משותף (JRTC) ב-Fort Polk לואיזיאנה, 20 באפריל 2026

צבא ארה"ב בחר בארבעה ספקים להשתתפות בתוכנית "יכולת פריצת מכשולים הנדסית אוטונומית" EABC (Engineer Autonomous Breaching Capability), שנועדה לספק מערכות בלתי-מאוישות המסוגלות לפרוץ "במהירות" מכשולים ושדות מוקשים בשדות קרב עתידיים.
הצבא חשף כי ארבע החברות הן Caterpillar, Forterra, IDV USA ו-Overland AI. על פי הודעה מטעם הגוף האחראי על התוכנית CPE (Capability Program Executive) בתחום האוטונומיה המבצעית, החוזים, שסכומם לא פורסם, צפויים להיחתם סופית ב"שבועות הקרובים".

מערכות שיפותחו במסגרת התוכנית יהיו אחראיות על "מזעור חשיפת אנשי הצוות והבטחת מעבר בטוח של כוחות מתקדמים", כך על פי הצבא. "הקבלנים שנבחרו יספקו מערכות רובוטיות מתקדמות המיועדות לשליטה אוטונומית מעבר לקו הראייה, ובכך ישפרו באופן ישיר את יכולתו של הצבא לבצע פעולות רב-תחומיות."

לאחר הענקה רשמית של החוזים, הספקים שנבחרו לתוכנית EABC ישתתפו בסדרה של הדגמות וניסויים שיסתיימו בהערכת יחידת "טרנספורמציה במגע" (Transformation in Contact) בתחילת השנה הבאה. "סבב זה יאפשר לצבא לאסוף משוב ישיר ברמת היחידה, שישמש בסיס להחלטת הייצור עבור הדור הבא של מערכות הנדסה אוטונומיות", נכתב בהודעה.

גורמים רשמיים טרם קבעו אם הצבא יבצע בסופו של דבר סינון נוסף של המועמדים במסגרת התוכנית.

ההודעה מגיעה לאחר ש-CPE Mission Autonomy בחרה חמש חברות להשתתף ביוזמה נוספת, Project Sustainment. מטרת המאמץ היא למצוא ספקים שיכולים לפתח רובוטים קרקעיים בגודל בינוני לפעולות לוגיסטיקה, ובכך "להסיר חיילים מנתיבי תנועה בסיכון גבוה, תוך העברת אספקה חיונית ישירות לקצה הטקטי", נכתב בהודעה של הצבא.

EABC ו-Project Sustainment נגזרים שניהם מהצעות שלNational Advanced Mobility Consortium באביב זה.

בכירים בצבא אמרו שהם נותנים עדיפות למאמצי האוטונומיה להתמקד בשלושה תחומים: הנדסה (פריצה), סיוע וירי.

הצבא פרסם גם הצעות רכש במסגרת פתרונות מסחריים פתוחים למאמצים אוטונומיים אחרים, כגון פינוי נפגעים וסירות אוטונומיות לבניית גשרים.

יבשה

20. מיזם גרמני–קרואטי לפיתוח טכנולוגיית כרב"ם מהדור הבא

9 ביולי 2026

Rheinmetall, DOK-ING Form Croatian Venture for Next-Gen UGV Tech



כלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים של DOK-ING

ענקית תעשיית הביטחון הגרמנית Rheinmetall השיקה את Rheinmetall Unmanned Vehicles, מיזם משותף עם חברת DOK-ING בקרואטיה, המפתחת מערכות אוטונומיות, כחלק ממאמץ להרחיב את תעשיית הכלים הקרקעיים הבלתי מאוישים באירופה. השותפות משלבת יותר משלושה עשורים של מומחיות של DOK-ING בכלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים (UGV), עם יכולות הייצור, האינטגרציה והנוכחות הגלובלית של Rheinmetall.

המיזם יפתח פלטפורמות מודולריות לתמיכה קרבית, הנדסה קרבית, פינוי מוקשים, תובלה ומשימות צבאיות אחרות בסיכון גבוה, המבוססות על פלטפורמת Komodo ההיברידית והמודולרית של DOK-ING. ריינמטאל

מסרה כי שיתוף הפעולה ישלב את התעשייה הקרואטית בתוכניות האירופיות והגלובליות של החברה הגרמנית, תוך תמיכה בהעברת טכנולוגיה, ייצור מקומי ויצוא.
ההכרזה מגיעה לאחר שריינמטאל רכשה 51 אחוזים ממניות DOK-ING בחודש מארס האחרון, כאשר המייסד Vjekoslav Majetić שמר על 49% הנותרים. "אנו שואפים לבנות שותפות תעשייתית רחבה עם קרואטיה שתכלול ספקים מקומיים, תעשייה של בניית ספינות, מוסדות מחקר ואקדמיה", הצהיר מנכ"ל Rheinmetall. "קרואטיה מחזיקה במומחיות, במסורת התעשייתית ובאנשים מוכשרים הנדרשים כדי להפוך למרכז ייצור ופיתוח לטכנולוגיות הגנה מתקדמות."
ראש ממשלת קרואטיה הוסיף כי המיזם מסמן "פרק חדש בפיתוח תעשיית ההגנה של קרואטיה" ואישר כי פעילויות מחקר ופיתוח מרכזיות יישארו במדינה, כולל מרכז מתוכנן של יכולות לכלי רכב כבדים ומערכות אוטונומיות אחרות. "זה יאפשר למהנדסים, מומחים וחוקרים קרואטים למלא תפקיד פעיל בפיתוח טכנולוגיות חדשניות שיעצבו את עתיד ההגנה והביטחון".

יבשה

21. אוסטריה: תוכנית הצטיידות גדולה בכלי רכב צבאיים מעוררת עניין

13 ביולי 2026

STI Steyr Bids for Austria's $1.1B Light Military Vehicle Program
יצרנית כלי הרכב הצבאיים האוסטרית STI Steyr מתחרה על אחת מעסקאות הרכש של כלי הרכב הצבאיים הגדולות ביותר באוסטריה, ומציעה את פלטפורמות כלי הרכב הקלים הרב-משימתיים (LMV-X) והרכב הטקטי הקל (LTV-X) שלה עבור תוכנית בשווי של כמעט מיליארד אירו (1.1 מיליארד דולר).
במסגרת התוכנית הרחבה יותר, כוחות הצבא האוסטריים מתכננים לרכוש אלפי כלי רכב בשמונה קטגוריות, כולל כלי רכב משוריינים קלים וכבדים, מערכות סיור וכלי רכב לתובלה של חי"ר.
שקלול ההצעות צפוי להתבצע בשבועות הקרובים כהכנה למשא ומתן וביצוע העסקאות.
התחרות כוללת גם מספר יצרנים בינלאומיים, כאשר היכולת הטכנית, לוחות זמנים לאספקה, השתתפות תעשייתית ותמיכה ארוכת טווח צפויים להישקל לצד העלות בהחלטה הסופית. STI Steyr מקדמת את LMV-X ו-LTV-X כמשפחה של כלי רכב מודולריים שיכולים לתמוך במשימות מרובות באמצעות צי משותף. ההצעה נבנתה כך שתפשט את הלוגיסטיקה, תפחית את עלויות מחזור החיים ותקל על שדרוגים עתידיים.
החברה הדגישה כי הפלטפורמות בנויות עם ארכיטקטורה הניתנת לשדרוג (ארכיטקטורה פתוחה) כדי להתאים אותן למערכות תקשורת עתידיות, חיישנים, ציוד לוחמה אלקטרונית, יכולות נגד כטב"מים וטכנולוגיות מתפתחות אחרות. STI Steyr הדגישה גם את היתרונות התעשייתיים של חוזה מקומי, ואמרה כי תבצע ייצור מקצה לקצה באוסטריה תוך השקעה של כ-30 מיליון אירו (34.2 מיליון דולר) ותשתף פעולה עם ספקים מקומיים אם תיבחר.
מעבר לחוזה, STI Steyr רואה בתוכנית קרש קפיצה פוטנציאלי לייצוא ככל שהוצאות הביטחון האירופיות גדלות.



רכב קל רב-משימתי LMV-X. צילום: STI Steyr

יבשה

22. רוסיה חושפת תחמושת חדשה נגד כטב"מים

10 ביולי 2026

Russian Anti-Drone Bullet Splits into Three Mid-Flight

על רקע השימוש ההולך וגובר בכטב"מים בשדה הקרב, רוסיה מציגה אמצעי חדש להתמודדות עמם: תחמושת המתפצלת לשלושה קליעים לאחר הירי, במטרה להגדיל את שטח הפגיעה ולהעלות את ההסתברות לפגיעה במטרות קטנות ומהירות.

מאפיינים:

- שם: Mnogotochie.
- קליברים: 5.45 מ"מ ו־7.62 מ"מ.
- ייעוד: Counter-UAS (נגד מערכות בלתי מאוישות).
- טווח יעיל מוצהר: עד 300 מטר.
- פיתוח: Vysokotochka (חברה־בת של Rostec).

עקרון הפעולה:

הקליע כולל ראש המתפצל לשלושה חלקים לאחר היציאה מהקנה. הפיצול יוצר תבנית פיזור מבוקרת של שלושה קליעים. המטרה היא להגדיל את ההסתברות לפגיעה בכטב"מים קטנים ומהירים ללא צורך במערכות נשק ייעודיות.

מצב התוכנית:

- היצרן מדווח כי התחמושת השלימה ניסויים.
- הייצור הסדרתי החל.
- האספקה הראשונה כבר הועברה לצבא הרוסי.

משמעות מבצעית:

התחמושת Mnogotochie משקפת מגמה של התאמת נשק קל קיים לאיום הכטב"מים, באמצעות פיתוח תחמושת ייעודית במקום החלפת כלי הנשק עצמם. אם ביצועיה יאומתו בתנאי לחימה, היא עשויה להעניק ללוחמי חי"ר יכולת משופרת להתמודד עם כטב"מים בטווחים קצרים, בעלות נמוכה ובלא צורך במערכות יירוט ייעודיות. עם זאת, בשלב זה מרבית הנתונים מבוססים על פרסומי היצרן, ולא פורסמו הערכות בלתי תלויות לגבי יעילותה המבצעית.

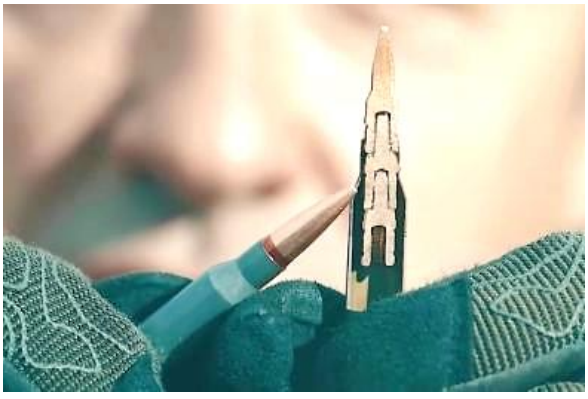


Image: Vysokotochka

יבשה

23. צרפת: ניסוי ראשון בירי מתותח מסילה אלקטרומגנטי מחוץ למעבדה

14 ביולי 2026

Europe Just Fired an Electromagnetic Railgun into Open Air

מדענים במכון המחקר סן לואי (ISL) בצרפת התקדמו צעד חשוב נוסף בפרויקט תותח מסילה אלקטרומגנטי לאחר שירו בהצלחה קליע בניסוי הראשון של המערכת בשטח פתוח. בניגוד להדגמות קודמות, שהיו במעבדות, הפעם הקליע נע באוויר הפתוח לאורך המסלול המיועד שלו, וסימן את הפעם הראשונה שהטכנולוגיה נבדקה מחוץ לסביבה מבוקרת.

למרות שהשיגור נמשך רק אלפיות השנייה, המדענים עדכנו כי הוא מסכם שנים של מחקר ובדיקות ומסמן את התחלת מאמצי החברה להערכת תותח המסילה האלקטרומגנטי בתנאי הפעלה מציאותיים יותר. המכון עובד כעת על הרחבת הטכנולוגיה ליכולת ירי מגוונת תוך בחינת שילובי משגרים שונים ותחמושת חדשה שתוכננה במיוחד לשיגור אלקטרומגנטי.

ההדגמה נערכה במסגרת תוכנית מתקן תותח מסילה אלקטרומגנטי של ISL, יוזמה בת שנתיים המאגדת מומחים מכל רחבי המכון לקידום טכנולוגיית משגרים אלקטרומגנטיים.

מדוע תותח מסילה חשוב

בניגוד לכלי נשק קונבנציונליים המסתמכים על חומרי הנעה כימיים, תותח מסילה אלקטרומגנטי משתמש באנרגיה חשמלית כדי להאיץ קליעים למהירות גבוהה. למשל, הדבר עשוי להרחיב את טווח הנשק הימי מעבר ל-200 קילומטרים תוך שיפור הקטלניות והפחתת עלויות התפעול.

ISL ציינה כי תעשיית הביטחון גילתה עניין גובר בתותחי מסילה אלקטרומגנטיים, כולל הפוטנציאל שלהם להתמודד עם האיומים ההיפרסוניים המתפתחים.

למרות אבן הדרך, המכון הדגיש כי הטכנולוגיה עדיין דורשת שנים של מחקר, בדיקות והסמכה לפני שניתן יהיה לשקול אותה לשימוש מבצעי.



ניסוי ראשון בירי קליע מתותח אלקטרומגנטי של מכון ISL. צילום: מכון ISL

יבשה

24. שליטה על כטב"ם ע"י רובה חי"ר

15 ביולי 2026

One Weapon, Two Roles: New System Adds Drone Control to the Rifle

חברת Pyrrhus Aeronautics האמריקנית פיתחה את LADRS, מערכת המותקנת על רובה חי"ר ומאפשרת לחייל להטיס כטב"ם באמצעותה, בלי צורך להוריד את הנשק כדי לתפעל בקר נפרד. המערכת משתמשת בממשק בקרה במשקל 250 גרם המותקן על רובה כדי לשלוט בכטב"מים באמצעות כיוון הנשק, ציין לייזר

וכפתורים משולבים. המכשיר, Laser Aiming & Drone Remote System (LADRS), מחליף טאבלטים וג'ויסטיקים על ידי הפיכת הרובה של החייל לממשק הבקרה של הכטב"ם.
רוב הלוחמים מסוגלים להפעיל את המערכת תוך כשעה של תרגול. זה מאפשר להם לשמור את שתי הידיים על הנשק, תוך כדי כיוון כטב"מים במהלך משימות כמו פינוי מבנים, סיור, פטרול ומשימות טקטיות קצרות טווח אחרות.
LADRS הופעל בפיקוד המבצעים המיוחדים של ארה"ב, צבא ארה"ב וחיל הנחתים. הוא התפתח באמצעות מספר גרסאות תכן המבוססות על משוב מכ-100 חיילים, כולל סדרה של שיפורים הדרגתיים. חברת Pyrrhus שואפת להרחיב את היכולת של האמצעי ומחפשת מימון של 5 מיליון דולר כדי להמשיך לפתח את המערכת.



LADRS - מערכת שליטה על כטב"ם מותקנת על רובה חי"ר. צילום: Pyrrhus Aeronautics

יבשה

אוויר והגנ"א

25. צבא ארה"ב הופך רחפן אספקה למשגר רקטות

28 במאי 2026

US Army turns resupply drone into rocket launcher in new test

למרות שהרחפן תוכנן במקור להובלת אספקה בשדה הקרב, צבא ארה"ב בחן לאחרונה יכולת חדשה לחלוטין: שיגור רקטות. במהלך ניסוי שנערך בפורט ראקר שבאלבמה, שותפים מהתעשייה הביטחונית הצליחו להתקין על רחפן מדגם TRV 150 (Tactical Resupply Vehicle) מערכת נשק בעלת שלושה משגרים, במטרה לירות רקטות בקוטר 70 מ"מ. כך נמסר בהודעת הצבא שפורסמה ביום שלישי. מטרת המהלך היא להעניק לדרגי הפיקוד הטקטיים יכולות לחימה נוספות.

רחפן TRV 150 הוא רחפן לוגיסטי המסוגל לשאת מטען במשקל של עד 150 ליברות (כ-68 ק"ג), והוא נמצא בשימוש הן בצבא ארה"ב והן בחיל הנחתים.

מערכת APKWS (Advanced Precision Kill Weapon System), האחראית לשיגור החימוש, מותקנת כיום על מסוקי אפאצ'י. אם יוכח שניתן לשלב אותה בהצלחה גם ברחפנים, ניתן יהיה לפרוס את היכולת ביחידות רבות נוספות.

הצבא מסר כי הפרויקט נמצא בפיתוח מאז ינואר 2025, וכבר במאי אשתקד הצליחה המערכת לבצע ירי מוצלח באמצעות משגר חד-קני. הניסוי החדש מתבצע על רקע מאמצי הצבא להאיץ את פיתוח הרחפנים ולקצר את תהליכי ההצטיידות וההטמעה המבצעית.

תקציר טכני:

פלטפורמה: TRV-150 – רחפן לוגיסטי אוטונומי לנשיאת מטענים עד 68 ק"ג.

חימוש: מערכת APKWS לירי רקטות מונחות 70 מ"מ.

תצורת הניסוי: משגר בעל 3 קנים שהותקן על הרחפן.

מטרה: הפיכת רחפן אספקה לפלטפורמת תקיפה זולה וגמישה עבור דרגים טקטיים.

משמעות מבצעית: הרחבת יכולת האש המדויקת ליחידות שאינן מפעילות מסוקי קרב, תוך ניצול פלטפורמות בלתי מאוישות זולות יחסית.

מגמה רחבה: שילוב גובר של חימוש מדויק על גבי רחפנים אוטונומיים כחלק מהאצת תהליכי החדשנות וההצטיידות של צבא ארה"ב.

אוויר והגנ"א

26. חברת ת'אלס הדגימה מערכת אנרגיה מוכוונת נגד רחפנים

5 ביוני 2026

Thales RF Directed Energy Weapon Blasts Through 80 Drones in Trials

חברת Thales הודיעה כי בחנה בהצלחה נשק אנרגיה חדש הפועל בתחום RF. בניסויים שנערכו באפריל השנה הצליחה מערכת מיקרוגלים רבי עוצמה (HPM) להפיל 80 רחפנים, מה שמאותת על מוכנות גוברת כנגד איומים בלתי מאוישים. המערכת הקרויה "RapidDestroyer" כולל אנטנת שידור בעלת ארבעה פאנלים שנועדה למקד במטרה הספק גדול יותר בהשוואה למערכות מדור קודם. בזכות דיוק הכיוון ומיקוד האנרגיה, המערכת מאפשרת פגיעה בטווחים ארוכים יותר.

RapidDestroyer פולט גלי רדיו בעוצמה גבוהה (HPM) אשר משבשים מערכות אלקטרוניות ומפריעים לרכיבים רגישים של רחפנים עוינים. על פי הדיווח המערכת השמידה מטרות במהירות ובאמינות במהלך הניסויים. הרחפנים שנפגעו לא יכלו להתאושש ולחדש את משימתם.
המערכת, שפותחה בבריטניה, משולבת עם תוכנת פיקוד ובקרת נשק של החברה והיא נתמכת על ידי בינה מלאכותית, המסייעת בזיהוי ותגובה לאיומים בצורה יעילה יותר, תוך שמירה על מפעיל אנושי מעודכן לצורך ניטור ואישור. המערכת השלימה את הניסויים האחרונים שלה באפריל, בתמיכת Teledyne e2v שבסיסה באנגליה.



Render of the RapidDestroyer system. Image: Thales

אוויר והגנ"א

27. אוקראינה הפעילה כטב"מי יירוט אוטונומיים

8 ביוני 2026

Ukraine crosses new line: drones kill Shaheds on autopilot

הישג משמעותי של אוקראינה בהגנה אווירית מפני תקיפות כטב"מים רוסיים: כטב"ם יירוט אוטונומי שיכול לצוד ולהשמיד כטב"מי "שאהד" במעורבות אנושית מינימלית השלים משימות מבצעיות ראשונות באזור חרקיב. שר ההגנה האוקראיני הודיע על ההישג, ותיאר מערכת שפותחה על ידי חברה השותפה באשכול טכנולוגיות ההגנה 1Brave, אשר הופכת 95 אחוזים מתהליך היירוט לאוטומטי, החל משיגור הכלי ועד להשמדת ה"שאהד". המפעיל בוחר מטרה מתצוגה בזמן אמת של איומים ומוציא פקודת תקיפה. מנקודה זו, המערכת מנחה את כלי היירוט למטרה באופן אוטונומי, מזהה את ה"שאהד", ופוגעת ללא התערבות אנושית נוספת. המעבר מאבטיפוס להפעלה מבצעית מוצלחת נמשך פחות משנה, בתמיכת תוכנית 1Brave, המחברת סטארט-אפים ביטחוניים אוקראינים עם משתמשי קצה צבאיים, מימון ממשלתי ומסלולי בדיקה מואצים.
יירוט כטב"מים קונבנציונלי, אפילו עם פלטפורמות יירוט בעלות יכולת, דורש טייס מיומן שיטיס את המיירט באופן ידני, ויעקוב אחר מטרה שעשויה לטוס בלילה, במזג אוויר גרוע, בגובה נמוך, ואולי גם בין מספר איומים בו זמנית. עומס עבודה זה מגביל מאוד את מספר היירוטים שמפעיל יחיד יכול לבצע במהלך מתקפה המונית, ורוסיה, כידוע, משגרת מספר רב של "שאהדים" בו זמנית כדי להרוות את ההגנות האוקראיניות מכיוונים מרובים. מערכת המטפלת בהנחיית קצה באופן אוטונומי מאפשרת למפעיל אחד לנהל יירוטים מרובים במקביל, תוך קיצור הזמן והפחתת סף המיומנות הנדרש.
חרקיב, העיר השנייה בגודלה באוקראינה, ממוקמת כ-40 ק"מ מהגבול הרוסי והייתה אחד האזורים העירוניים שנפגעו בעקביות במלחמה, כשהיא נתונה להתקפות טילים בליסטיים, פצצות גולשות וכטב"מים. אימות קרבי של מערכת יירוט חדשה בסביבה זו ולא בשדה ניסוי פירושו שההנחיה האוטונומית הוכחה כנגד מטרות אמיתיות תחת לחץ מבצעי אמיתי, עם לוחמה אלקטרונית פעילה והמורכבות המלאה של מרחב אווירי פעיל. אוקראינה אינה המדינה הראשונה שפיתחה יכולת יירוט אוטונומית באמצעות כטב"מים, אך היא הראשונה שאימתה אותה בשימוש קרבי מתמשך בקנה מידה גדול כנגד יריב מתוחכם המפעיל לוחמה אלקטרונית. פער

האימות בין הדגמה במעבדה לביצועים מוכחים בשדה הקרב הוא מה שמפריד בין יכולת תיאורטית למציאות מבצעית, ולהכרזתו של השר כי המערכת חצתה את הגבול הזה יש משקל רב.
את ההודעה וסרטון קצר ניתן לראות כאן.

אוויר והגנ"א

28. מערכת נגד כטב"מים Laser Shield נבחרה על ידי הפנטגון

8 ביוני 2026

Laser Photonics' Laser Shield Anti-Drone System Selected by Department of War
חברת Laser Photonics Corporation, ספקית עולמית של מערכות לייזר ליישומים תעשייתיים וביטחוניים, יחד עם חברת Fonon Technologies המשתייכת לקבוצת LASE, הודיעו כי מערכת Laser Shield Anti-Drone (LSAD) שלהן נבחרה על ידי משרד המלחמה האמריקני במסגרת תוכנית MEIA Vulcan Call for Solutions.
המערכת דורגה כאחת ההצעות המובילות בקטגוריית Counter C5ISR-T, לאחר תהליך הערכה קפדני שבוצע על ידי צוותי הנדסת משימה ומומחים טכניים מטעם הממשלה.
המערכת Laser Shield Anti-Drone – LSAD היא מערכת הגנה נגד כטב"מים המבוססת על אנרגיה מכוונת (Directed Energy), כלומר שימוש בקרן לייזר להשמדת או שיבוש מטרות אוויריות. המערכת מיועדת להתמודד עם:

- כטב"מים מסחריים מוסבים.
- כטב"מי סיור.
- כטב"מי תקיפה.
- איומים במסגרת מערכי C5ISR.

יתרונות עקרוניים של נשק לייזר:

- מהירות פגיעה (מהירות האור).
- עלות יירוט נמוכה יחסית לכל מטרה.
- "מחסנית" עמוקה – כל עוד קיימת אספקת אנרגיה.
- דיוק גבוה.
- ללא צורך בתחמושת קינטית.

נכון לעכשיו פורסם רק כי המערכת עברה סינון ראשוני, הוכרה כאחת ההצעות המובילות בתוכנית Vulcan, והוזמנה לבחינה טכנית מעמיקה.
למרות שההודעה אינה כוללת נתונים טכניים מפורטים, עצם הבחירה במסגרת תוכנית MEIA מעידה כי המערכת נתפסת כבעלת פוטנציאל מבצעי ממשי בתחום ההגנה נגד כטב"ם.
הצטרפותה לשלב ההערכה הטכנית המעמיקה מהווה צעד חשוב בדרך לאפשרות של ניסויים מבצעיים, פיתוח אבטיפוסים מתקדמים ואף שילוב עתידי במערכי ההגנה האמריקניים נגד איום הכטב"מים והרחפנים.



Source: Laser Photonics

אוויר והגנ"א

29. איירבס חושפת מסל"ט מטען אוטונומי

8 ביוני 2026

Airbus unveils U145 autonomous helicopter drone for cargo supply ops

U145 הוא מסוק אוטונומי המבוסס על פלטפורמת H145, המשלב מערכות בינה מלאכותית וחיישנים מתקדמים לצורך ביצוע משימות ללא צוות אוויר.

מאפיינים מרכזיים:

- פלטפורמה: Airbus H145 מוסב לבלתי מאויש.
- הפעלה: אוטונומית מלאה (בשלב הראשון עם טייס בטיחות).
- כניסה לשירות מתוכננת: 2030.

המסוק כולל שינויים מבניים ייעודיים למשימות לוגיסטיות: דלת מטען קדמית, משטח טעינה מתקפל, רצפת מטען מותאמת, תכנון המאפשר טעינה ופריקה יעילות.

יכולות מבצעיות: מעבר להובלת מטענים, הפלטפורמה מיועדת לביצוע סיור חמוש, איסוף מודיעין, תיאום בין כלי טיס מאוישים ובלתי מאוישים, נשיאת ושיגור אמצעים אוויריים קטנים כ"ספינת אם".

יתרונות טכנולוגיים:

- ניצול פלטפורמה ותיקה ואמינה עם מיליוני שעות טיסה מצטברות.
- שילוב אוטונומיה מלאה ללא צורך בפיתוח מסוק חדש מאפס.
- גמישות להסבה למגוון רחב של משימות צבאיות ולוגיסטיות.
- אפשרות לשילוב בתפיסות לחימה עתידיות המבוססות על שיתוף פעולה בין מערכות מאוישות ובלתי מאוישות.

פיתוח ה־U145 משקף מגמה עולמית של הסבת פלטפורמות מסוקים קיימות לכלי טיס אוטונומיים רב-משימתיים, במקום פיתוח פלטפורמות חדשות לחלוטין. גישה זו צפויה לקצר את זמני הפיתוח, להפחית עלויות ולהאיץ את שילובם של כלי טיס בלתי מאוישים במשימות לוגיסטיקה, מודיעין ותמיכה בכוחות בשדה הקרב.

הערת מערכת – בעבר פורסם פרויקט דומה עבור המסוק BlackHawk.



Source: Airbus

אוויר והגנ"א

30. דארפא: גל ראשון של מתחרים בתחרות Lift Challenge

15 ביוני 2026

DARPA Invites First Wave of Lift Challenge Competitors

DARPA מבקשת להאיץ פיתוח של כלי טיס אנכיים בלתי מאוישים בעלי יעילות נשיאת מטען גבוהה פי כמה מהמקובל כיום.

התחרות Lift Challenge זכתה להתעניינות רחבה במיוחד: יותר מ־480 בקשות הוגשו, למעלה מ־200 קבוצות השלימו בהצלחה את דרישות הסף, DARPA עשויה להזמין עד 150 קבוצות להשתתף בשלבים הבאים. גל ראשון יוזמן בקרוב.

יעד הביצועים: יעד יחס מטען למשקל 4:1 , לעומת מצב קיים כ־1:1 או פחות .
תחומי החדשנות המבוקשים:

- מערכות הנעה: מנועים חשמליים מתקדמים, הנעה היברידית, תצורות רוטורים חדשות.
- מערכות אנרגיה: סוללות בעלות צפיפות אנרגיה גבוהה, תאי דלק, פתרונות אגירת אנרגיה חדשניים.
- מבנים וחומרים: חומרים מרוכבים קלי משקל, תכן מבני אופטימלי.
- אווירודינמיקה ובקרה: תצורות VTOL חדשות, מנגנוני שליטה חדשניים, מערכות אוטונומיה מתקדמות.

אם יושגו יחסי מטען כאלה, ניתן יהיה: להוביל אספקה לכוחות קדמיים בעלות נמוכה, לבצע פינוי נפגעים אוטונומי, להעביר חימוש וציוד כבד באמצעות רחפנים, לצמצם תלות במסוקים מאוישים יקרים.
התחרות אינה עוסקת ברחפן ספציפי אלא ביצירת דור חדש של פלטפורמות הרמה אנכית. יעד של יחס מטען-למשקל 4:1 נחשב שאפתני מאוד ועשוי לחייב פריצות דרך בתחומי ההנעה, החומרים והאוטונומיה. הצלחה של אחד המתחרים עשויה להשפיע לא רק על השוק הצבאי אלא גם על תעשיות הלוגיסטיקה, התחבורה והאספקה האווירית האזרחית בעשור הקרוב.



Source: DARPA

אוויר והגנ"א

31. רקטה 70 מ"מ מונחית לייזר עם חיישן LIDAR ללחימה בכטב"מים

15 ביוני 2026

Thales upgrades its laser guided rocket with new LIDAR sensor to target drones
Thales הכריזה רשמית על גרסה חדשה של רקטה 70 מ"מ מונחית לייזר, LGR275 Proxy, המצוידת עם חיישן קרבה חדש מבוסס LIDAR שתוכנן במיוחד כדי לפגוע בכטב"מים. התכנון החדש נחשף לציבור במהלך היום הראשון של תערוכת הנשק Eurosatory אולם כבר במהלך מאי חשפה החברה שהחיישן החדש פותח כמענה לעימותים באירופה ובמזרח התיכון.
הרקטה החדשה מוכוונת למטרה על ידי מציין לייזר בדומה לגרסאות הקודמות. חיישן LIDAR החדש משתמש בפולסי לייזר למדידת המרחק למטרה ומפעיל את הראש הקרבי כאשר הרקטה נמצאת בקרבת האיום.
השימוש בציון לייזר לעיתים מוגבל, לדוגמה כאשר יורד גשם, אולם התפתחות טכנולוגית זו מאפשרת את היישום של פתרונות חדשים. החברה מוכנה לספק פתרונות ייעודיים להתמודד עם כטב"מים. מרעום קרבה זה הוא פתרון מהיר לצורך חיוני. החברה פיתחה את החיישן החדש די מהר, לפני כשנתיים בכלל לא עסקו בו ואז כאשר עלה הצורך הואץ הפיתוח.
הרקטה החדשה היא חלק מהגנה אווירית רב שכבתית הנקראת SkyDefender
לאור מצב הלוחמה במזרח התיכון, החברה פועלת להגדלת יכולת הייצור של הרקטות. הנהלת החברה צופה ייצור של 20,000 רקטות בשנה החל מ-2028, בממוצע כ-100 רקטות ביום.



Thales- רקטה חדשה 70 מ"מ

[אוויר והגנ"א]

32. חא"א מזמין ייצור שני כלי טיס בלתי מאוישים FQ-42 ו־FQ-44

17 ביוני 2026

[USAF Orders Both General Atomics' FQ-42 And Anduril's FQ-44 Into Production]

במקום לבחור זוכה יחיד, חיל האוויר האמריקני בחר לייצר במקביל שתי פלטפורמות מקל"ט שיתופי CCA:
FQ-42A Dark Merlin תוצרת General Atomics, FQ-44A Fury תוצרת Anduril.
מדובר במטוסי Collaborative Combat Aircraft:

- בלתי מאוישים.
- חצי-אוטונומיים.
- פועלים לצד מטוסי קרב מאוישים.
- מסוגלים לבצע משימות תקיפה, סיור, לוחמה אלקטרונית והטעיה.

חדשנות מרכזית: הפרדת פלטפורמה ואוטונומיה. לראשונה נבנית מערכת שבה כלי הטיס הוא רכיב אחד, ותוכנת האוטונומיה היא רכיב נפרד הניתן להחלפה. גישה זו דומה לעולם הסמארטפונים: הפלטפורמה = חומרה, האוטונומיה = מערכת הפעלה.
יתרונות מבצעיים:

- עדכון מהיר של יכולות AI ללא החלפת כלי הטיס.
- תחרות בין ספקי תוכנה.
- צמצום תלות ביצרן יחיד.
- שדרוג מהיר לאורך חיי המערכת.
- הרחבה מהירה של צי כלי הטיס.

החלטת חיל האוויר לייצר במקביל את Dark Merlin ו־Fury מסמנת מעבר מתפיסת "מטוס קרב בודד" לתפיסת מערכת אקולוגית של פלטפורמות אוטונומיות משתפות פעולה. לא פחות חשוב, התוכנית מבססת מודל חדש שבו האוטונומיה והבינה המלאכותית הופכות לנכס המרכזי, בעוד שהפלטפורמה האווירית עצמה הופכת לרכיב מודולרי שניתן לשדרוג ולהחלפה לאורך זמן.



Source: USAF

[אוויר והגנ"א]

33. Aselsan זכתה בחוזה לבניית מערכת הגנה אווירית רב שכבתית Steel Dome

17 ביוני 2026

Aselsan lands 900 M$ deal to help Turkey build Steel Dome air defense systems

Steel Dome היא תוכנית טורקית לפיתוח של מערכת הגנה אווירית רב שכבתית בדומה ל- Golden Dome האמריקנית או מערכת ההגנה האווירית הרב שכבתית של ישראל. ענק האלקטרוניקה הטורקי Aselsan הכריז בימים האחרונים על כך שזכה בחוזה בהיקף 900 מיליון דולר לספק טכנולוגיות לתוכנית Steel Dome. אספקת רכיבי המערכת תימשך במהלך השנים 2028 עד 2032.

Aselsan היא החברה המובילה בתוכנית. ב-2025 חתמה החברה עם Turkish Secretariat of Defense Industries (SSB) על חוזה בהיקף 1.9 מיליארד דולר. החברה גם זכתה מהממשל ב-1.5 מיליארד דולר עבור מרכז הייצור של Steel Dome שיהיה המתקן הגדול ביותר באירופה למערכות הגנה אווירית.

כמתוכנן, Steel Dome גם תכלול יכולות נגד כטב"מים ויכולות הגנה אווירית נגד איומים קצרי טווח הכוללים את התותח Korkut נגד C-RAM (פגזים, רקטות ופצמ"רים), נשק מוכוון אנרגיה - Ejderha ומערכת נשק לייזר Gokberk-. המערכות גם משלבות מערכות הגנה אווירית ארוכות טווח הכוללות: Guz - מערכת הגנה אווירית היברידית, Hisar - מערכת משגרים לטווח קצר ובינוני ומערכת Siper שהיא מערכת הגנה אווירית ארוכת טווח. מההודעה של החברה לא ברור אילו רכיבים היא מספקת לתוכנית.

לאור ההתקפות מהאוויר במלחמת אוקראינה ובמלחמה באיראן, מציינים מנהלים בחברה הטורקית את העניין הגדל של מדינות המפרץ במערכות ההגנה קצרות-הטווח להגנה מפני כטב"מים.

לאור לקחי המלחמה באוקראינה ואיראן, החליטה טורקיה להאיץ את שדרוג מערכות ההגנה האווירית, כאשר Steel Dome מהווה את החלק החשוב במאמץ זה. הלקח החשוב בנושא מערכות הגנה נגד מטוסים וטילים הוא שמדובר "בלהתקיים או לא להתקיים" זאת לדברי מומחה ב TRENDS Research &Advisory היושב באבו דאבי.

הוא גם הוסיף שלאור תגובת מדינות המפרץ למלחמת איראן, עצמאות, והרתעה מוגדרים היום מחדש בדגש על עמידות, המשכיות והגנה על תשתיות ולא רק הגנה כללית על שטחי המדינה. כאשר מאמצים זאת לסביבה של טורקיה במיוחד מזרח הים התיכון, זה אומר שאנקרה כוללת במבט האסטרטגי גם את הנמלים, נתיבי הים, נתיבי האנרגיה ונתיבי תעבורה אזרחית.

בתחום הגיאופוליטי, החזית האירופאית/יוונית וחבירתה לישראל והגידול של מערכות צבאיות בקפריסין הביא את טורקיה לגידול ניכר בפעילות איסוף המודיעין, ומערכות ההגנה האווירית סביב האי. זה מגביר את הלחץ על המערכות הימיות והמערך האווירי בחלק המזרחי של הים התיכון. התגובה של אנקרה היא הקשחת עמדות בזה שהציבה בחלק הטורקי של קפריסין מערכות הגנה אווירית מתקדמות ויחידות משוריינות.

אוויר והגנ"א

34. שת"פ פנים-צרפתי להאצת הייצור של חימוש משוטט

19 ביוני 2026

Renault, Thales Partner to Mass-Produce Toutatis Kamikaze Drones in France

החברות הצרפתיות תאלס ורנו חברו לפעילות משותפת כדי להתמודד עם נושא הרחפנים. העיסקה משלבת את טכנולוגיית ההגנה של תאלס עם כושר הייצור בקנה מידה גדול של רנו, כדי להרחיב את בסיס התעשייה של מערכות אוויריות בלתי מאוישות של צרפת. החברות חתמו על הסכם אסטרטגי לפיתוח משותף וייצור המוני של התחמושת המשוטטת 'טוטאטיס', כאשר התפוקה צפויה להגיע ל- 1,000 יחידות בחודש. העסקה הוכרזה בכנס יורוסאטורי בפריז. הכוונה היא להרחיב את בסיס התעשייה המקומי של צרפת. שיתוף הפעולה

משקף מאמץ אירופי רחב יותר להפחית את התלות בספקי רחפנים זרים ולהרחיב את ייצור ההגנה הריבונית, המונע בין היתר על ידי לקחים מהמלחמה באוקראינה. הקונסורציום הציע כי שילוב המומחיות שלהם יסייע להרחיב את הייצור מהר יותר תוך הפחתת עלויות, בהתאם ליעדים אזוריים רחבים.
מנכ"ל קבוצת רנו אמר כי השותפות "מאחדת את נקודות החוזק של שתי אלופות צרפתיות" ותאפשר ייצור "בלוחות זמנים מקוצרים ובעלויות אופטימליות". מנכ"ל תאלס תיאר את ההסכם כ"אבן דרך חשובה בחיזוק יכולות כטב"מים ריבוניות בקנה מידה גדול", בהתאם לדרישות הייצור בזמן מלחמה. לקראת ההכרזה, החברות הציגו בתערוכה גם את רכב הכוח הטקטי TROOP 4, המשלב רחפנים, חיישנים, תקשורת מאובטחת וכלי קבלת החלטות בסיוע בינה מלאכותית לשיפור פעולות בשדה הקרב. התחמושת המשוטטת Toutatis שעוצבה על ידי Thales, הוא רחפן קמיקזה לטווח קצר המיועד לקרבות בעצימות גבוהה. ניתן להפעלה על ידי חיל רגלים או לשיגור מפלטפורמות יבשתיות, אוויריות וימיות. ניתן להפעילו בנחילים מתואמים.
המערכת תוכננה לעמוד בפני הפרעות אלקטרומגנטיות ומשתמשת בראשי נפץ הניתנים להתאמה אישית כדי לפגוע במטרות, תוך שמירה על שליטה של מפעילים אנושיים בהחלטות. לחימוש טוטאטיס משקל של 5 קילוגרמים, מוטת כנפיים של פחות ממטר אחד, והוא מסוגל לפעול באופן אוטונומי עד 30 דקות. החשיבות היא ביכולת טיסה לטווח של 30 קילומטרים , תוך הכנה לשיגור בזמן של חמש דקות. מהירות הצלילה למטרה לקראת פגיעה היא עד 150 קמ"ש.



Soldier preparing a Toutatis loitering munition for launch. Photo: Thales

אוויר והגנ"א

35. טייס F-15E שהופל מעל איראן דיווח על "נחיל כטב"מים דמוי מדוזה"

23 ביוני 2026

What Was The "Jellyfish-Like" Drone Swarm the Downed F-15E Pilot Reportedly Saw Over Iran?

טייס F-15E אמריקני שהופל מעל איראן דיווח כי ראה מבנה חריג של כטב"מים שנעו יחד כיחידה אחת ונראו כ"מדוזה" או "שדה מוקשים אווירי".
מה ידוע בוודאות?

- הטייס דיווח על התצפית במהלך תחקיר.
- העדות נבחנה על ידי גורמי מודיעין אמריקניים.
- אין כיום אישור עצמאי לקיום נחיל כזה.

מה לא ידוע?

- האם היו אלה כטב"מים איראניים.
- האם היה מדובר בנחיל אוטונומי אמיתי.
- האם התופעה קשורה להפלת המטוס.
- האם חיישני המטוס זיהו את העצמים.

המשמעות הטכנולוגית:
אם הדיווח יתברר כנכון, ייתכן שמדובר באחת ההופעות המבצעיות הראשונות של נחיל כטב"מים מתקדם בשדה קרב מודרני. עם זאת, נכון לעכשיו מדובר בעדות לא מאומתת, והקשר בינה לבין הפלת ה־F-15E נותר ספקולטיבי.

[אוויר והגנ"א]

36. הוספת מכ"ם התרעה אווירית מוקדמת לכטב"ם MQ-9

18 ביוני 2026

[MQ-9 Getting Airborne Early Warning Radar Is A Huge Deal]
שילוב מכ"ם התרעה אווירית מוקדמת (Airborne Early Warning – AEW) בכטב"ם MQ-9 Reaper עשוי להפוך את הפלטפורמה לאחת ממערכות ההתרעה האווירית החשובות של השנים הקרובות.
הפלטפורמה:

- כטב"ם: MQ-9 Reaper / MQ-9B
- יצרן: General Atomics
- מערכת מכ"ם: LoyalEye של Saab
- סוג המשימה: התרעה אווירית מוקדמת (AEW)

יכולות מרכזיות:

- גילוי מטוסים, כטב"ם, טילי שיוט וחימוש אווירי.
- מעקב אחר מטרות אוויריות והעברת נתוני גילוי בזמן אמת.
- כיסוי מכ"מי רציף למשך שעות ארוכות.
- פריסה מבוזרת סמוך לאזורי איום.

יתרונות מבצעיים:

- עלויות רכישה ותפעול נמוכות משמעותית ממטוסי AEW מאוישים.
- זמן שהייה ארוך במיוחד באוויר.
- ללא סיכון לצוותי אוויר.
- יכולת לפעול מאזורים קדמיים ובעלי תשתיות מצומצמות.
- השלמת מערכי ההתרעה הקיימים ומתן כיסוי במקומות שבהם אין די מטוסי AWACS.

מגבלות: אינו מחליף מטוסי שליטה ובקרה ייעודיים כגון E-7 Wedgetail או E-2D Hawkeye במשימות ניהול קרב אווירי מורכבות. מיועד בעיקר למשימות חישה, גילוי והתרעה, ולא לניהול כולל של המערכה האווירית.
שילוב מכ"ם AEW ב־MQ-9 עשוי לשנות את תפיסת ההתרעה האווירית. במקום להסתמך רק על מספר מצומצם של מטוסי התרעה יקרים ומאוישים, ניתן לפרוס רשת של כטב"מים בעלי שהייה ממושכת, המספקים כיסוי רציף וגמיש בעלות נמוכה יותר. לנוכח התפשטות איומי הכטב"מים, טילי השיוט והחימוש המשוטט, מדובר בפתרון שעשוי לחזק משמעותית את ההגנה האווירית של ארצות הברית, בעלות בריתה ומדינות נוספות.



Image credit: General Atomics

[אוויר והגנ"א]

37. סין חושפת מערכת לייזר נישאת–אדם נגד כטב"מים

23 ביוני 2026

China Unveils Man-Portable Anti-Drone Laser

החברה הביטחונית הסינית Harbin Xinguang Optic-Electronics Technology הציגה שני דגמים חדשים של מערכות לייזר נישאות נגד כטב"מים – Lijian II ו־Lijian III – במהלך תערוכת Defence Information Equipment & Technology Exhibition 2026 שנערכה בבייג'ינג.

המערכות החדשות מצטרפות לדור חדש של נשקי אנרגיה מכוונת (Directed Energy Weapons), אך בניגוד למערכות קודמות שהותקנו על כלי רכב או עמדות קרקע קבועות, הן תוכננו להיות נישאות על ידי לוחמים בשטח.

שני הדגמים מורכבים משלושה רכיבים עיקריים: משדר לייזר, מערכת קירור באוויר, יחידת שליטה ידנית. כל הרכיבים ניתנים לאחסון ולנשיאה בתרמילי גב.

משקל המערכות: Lijian II – כ־30 ק"ג. Lijian III – כ־25 ק"ג.

ביצועים מבצעיים לשני הדגמים: זווית הגבהה העולה על 90°, טווח יירוט של כ־500 מטר. החברה מסרה כי דגם Lijian III מסוגל להשמיד כטב"ם בתוך כ־4 שניות, ולאחר מכן נדרש לו פחות מ־5 שניות להתקרר לפני ירי נוסף. צריכת ההספק של המערכת היא כ־2 קילוואט.

לצד הדגמים הנישאים, הציגה החברה גם את Lijian-10G, מערכת קרקעית קבועה: הספק של כ־10 קילוואט. טווח יירוט של כ־1,200 מטר.

המערכת תומכת בזיהוי מטרות באמצעות בינה מלאכותית, בשילוב עם מכ"מים קטנים, ובחיבור לרשתות הגנה אווירית קיימות באמצעות ממשקי הנחיה חיצוניים.



Source: South China Morning Post

אוויר והגנ"א

38. חא"א מבקש לפתח טיל אוויר–אוויר ארוך טווח

25 ביוני 2026

USAF Wants Air-To-Air Missile With A Whopping 1,000-Mile Range

חיל האוויר האמריקני פרסם בקשה רשמית לקבלת מידע מהתעשייה (Request for Information – RFI) במסגרת תוכנית חדשה בשם Air Force Rapid Long-Range Weapon (AFRLW). מטרת התוכנית היא לפתח משפחת טילים חדשה, שתכלול גרסאות אוויר-אוויר ואוויר-קרקע, עם טווח של כ־1,000 מייל (כ־1,600 ק"מ) – מרחק הגדול פי כמה מזה של טילי אוויר-אוויר מבצעיים כיום. לפי מסמכי חיל האוויר, הטיל החדש נועד לאפשר למטוסי קרב לפגוע במטרות מבלי להיכנס לטווח הכיסוי של מערכי ההגנה האווירית של היריב.

מאפיינים עיקריים:

- טווח: כ־1,000 מייל (כ־1,600 ק"מ).
- גרסאות: אוויר־אוויר ואוויר־קרקע.
- ארכיטקטורה: מודולרית וניתנת לשדרוג.

- הנחיה: מבוססת רשת חיישנים רב־ממדית (Kill Web).

הטיל צפוי לקבל עדכוני מטרה ממספר מקורות: לווייני מעקב, מטוסים חמקניים, כלי טיס בלתי מאוישים, מטוסי בקרה ושליטה, חיישנים קרקעיים וימיים. גישה זו מאפשרת לעדכן את נתוני המטרה גם כאשר היא נמצאת מעבר לטווח החיישנים של המטוס המשגר.

יכולת הטיל תלויה במידה רבה בפריסת קונסטלציות לוויינים שיספקו גילוי ומעקב אחר מטרות אוויריות נעות, וגילוי ומעקב אחר מטרות קרקעיות נעות. מערכות אלו יספקו תמונת מצב רציפה ויאפשרו הכוונת טילים לטווחים ארוכים במיוחד.

תוכנית AFRLW מסמנת מעבר מתפיסת הטיל כ"מערכת עצמאית" לתפיסה של חימוש המחובר לרשת מבצעית. בטווח של כ־1,600 ק"מ, הצלחת המשימה תלויה פחות בביצועי הטיל עצמו ויותר ביכולתה של רשת החיישנים, התקשורת והפיקוד להעביר נתוני מטרה מדויקים ועדכניים לאורך כל מסלול הטיסה. אם התוכנית תבשיל, היא עשויה לשנות את אופן ניהול הקרב האווירי והתקיפות ארוכות־הטווח בעימותים מול יריבים בעלי מעטפות הגנה מתקדמות.



Image: U.S. military via FlightGlobal

אוויר והגנ"א

39. לוקהיד מרטין: נשק היפרסוני חדש ארוך־טווח

26 ביוני 2026

A Sleek New Hypersonic Weapon From Lockheed Emerges in Spearhead Form

חברת Lockheed Martin חשפה לראשונה את חזונה לדור הבא של נשק היפרסוני ארוך־טווח, עם הצגת Next Generation Glide Body (NXGB) – גוף גלישה היפרסוני חדש בעל מבנה אווירודינמי דמוי ראש חנית, המיועד להגדיל את הטווח, המהירות והשרידות המבצעית.

מאפיינים טכנולוגיים:

- תצורה אווירודינמית: דמוית ראש חנית (Spearhead).
- גישה הנדסית: MOSA – ארכיטקטורה מודולרית ופתוחה.
- שיגור: ממגוון פלטפורמות במתארים רב־זרועיים (Multi-Domain).

מטרות התכן:

- טווח ארוך יותר.
- מהירות גבוהה יותר.
- שרידות משופרת.
- ייצור סדרתי יעיל.

מצב התוכנית:

- הושלמה סקירת התכן המקדמית (PDR).
- המעבר לשלב התכן המפורט אושר.
- החברה משקיעה בהרחבת יכולות הייצור.
- ניסוי טיסה ראשון מתוכנן ל־2027.

חשיפת NXGB מצביעה על מגמה רחבה יותר בפיתוח נשק היפרסוני בארצות הברית: מעבר ממיקוד בביצועים בלבד למערכות שניתן לייצר, לשדרג ולפרוס בהיקפים גדולים. שילוב ארכיטקטורה מודולרית, התאמה למספר פלטפורמות ויכולת ייצור סדרתית עשוי להקל על שילוב המערכת בכוחות המזוינים בעתיד ולהעניק גמישות רבה יותר בהתמודדות עם איומים מתקדמים. עם זאת, בשלב זה מדובר בתוכנית הנמצאת בפיתוח, והיכולות המבצעיות המלאות ייבחנו רק לאחר ניסויי הטיסה המתוכננים.



Image: Lockheed Martin

אוויר והגנ"א

40. סין: מבט ראשון על מטוס הקרב שלה מהדור השישי

30 ביוני 2026

China Offers First Official Glimpse of Its Secretive Sixth-Gen Fighter Jet

סין פרסמה לראשונה תיעוד רשמי של מה שנראה כמטוס הקרב J-36, הנחשב למועמד המרכזי שלה לדור השישי של מטוסי הקרב.

מאפייני התכנון שנצפו:

- תצורת כנף: כנף בצורת יהלום (Diamond Wing).
- מבנה: ללא מייצבי זנב (Tailless).

סין לא פרסמה נתונים על מערכת ההנעה, ביצועי הטיסה, מערכות הנשק, מערכות החישה והמכ"ם, טווח הפעולה, רמת החמקנות בפועל.

תוכניות דור שישי בסין:

J-36 Chengdu Aircraft Corporation

J-50 Shenyang Aircraft Corporation

על פי ההערכות, מטוסי הדור השישי הסיניים צפויים לשלב:

- חמקנות מתקדמת.
- טווח פעולה מוגדל.
- מערכות הנעה חדשות.
- שילוב עם כטב"מים אוטונומיים.
- יכולות בינה מלאכותית ומיזוג חיישנים.

הפרסום הרשמי הראשון של ה־J-36 מסמן שלב חדש בתוכנית מטוס הקרב מהדור השישי של סין, אך בשלב זה הוא מספק בעיקר אישור לקיומה של הפלטפורמה ולא לחשיפת יכולותיה. בהיעדר נתונים טכניים, קשה להעריך את ביצועי המטוס או את מידת בשלותו המבצעית. עם זאת, עצם החשיפה מעידה על התקדמות התוכנית וממחישה את התחרות הגוברת בין המעצמות בפיתוח מטוסי הקרב של הדור הבא.



Image: @BLackgold_5 via X

[אוויר והגנ"א]

41. חא"א חשף יכולת שיגור חדשה של המפציץ B-2 Spirit

29 ביוני 2026

[Air Force Discloses B-2 Can Launch Stealth Anti-Ship Missiles in Surprise Announcement]
חיל האוויר האמריקני חשף לראשונה כי B-2 Spirit מסוגל לשגר את טיל השיוט החמקן נגד ספינות AGM-158C LRASM, במהלך תרגיל Valiant Shield 2026.

מאפייני הטיל:

- סוג: טיל שיוט חמקן נגד ספינות.
- משפחה: AGM-158 JASSM.
- הנחיה: GPS/INS, מערכת ESM וחיישן IIR.
- יכולות: תכנון מסלול אוטונומי, זיהוי מטרות עצמאי, שיתוף מידע בין טילים (Data Link).
- טווח מוערך: 320–480 ק"מ; גרסת C-3 צפויה להגיע לכ-960 ק"מ.

שילוב עם B-2:

- יכולת נשיאת עד כ-16 טילים (בהערכה, בהתאם לקיבולת עבור משפחת JASSM).
- חדירה עמוקה למרחבים מוגנים הודות לחמקנות המפציץ.
- תקיפה סימולטנית של מספר מטרות ימיות בעלות ערך גבוה.

יתרונות מבצעיים:

- פגיעה במטרות ימיות מטווחים ארוכים.
- פעולה יעילה גם בסביבה עתירת לוחמה אלקטרונית.
- יכולת לחדור למעטפות A2/AD מתקדמות.
- שרידות גבוהה של הפלטפורמה והחימוש.

שילוב LRASM ב-B-2 Spirit מרחיב משמעותית את יכולות התקיפה הימית ארוכת-הטווח של ארצות הברית. השילוב בין מפציץ חמקני לבין טיל אוטונומי בעל חתימה נמוכה מאפשר תקיפת כלי שיט אסטרטגיים גם במרחבים המוגנים במערכות הגנה מתקדמות. בנוסף, מדובר באינדיקציה חשובה לכיוון ההתעצמות העתידי של חיל האוויר האמריקני, שבו גם מפציץ ה-B-21 Raider צפוי לשאת יכולות תקיפה ימיות דומות.



Source: USAF

[אוויר והגנ"א]

42. ארה"ב חשפה כלי טיס גרעיני מתקדם שהודפס בתלת ממד

30 ביוני 2026

US unveils supercomputer-modeled smart nuclear test vehicle made with 3D printing



Sandia National Laboratories researchers prepare a 1:2 scale Aires Tide flight vehicle for release from a balloon at Dugway Proving Ground, Utah.Craig Fritz

ארה"ב חשפה את Aires Tide, כלי טיס גרעיני ניסיוני בצורת חרוט שאורכו 3.35 מטרים, אשר תוכנן לעמוד בתנאי חום ורעידות קיצוניים האופייניים לטיסות מהירות של נשק גרעיני. כלי זה מהווה הישג מרכזי ראשון של משימת Genesis של המנהל הלאומי לביטחון גרעיני, המשלבת מחשבי-על וכלים דיגיטליים להאצת תהליכי תכנון וניסוי. הפיתוח הוא תוצר של שיתוף פעולה בין המעבדה הלאומית לוס אלמוס (LANL), המעבדות הלאומיות סנדיה (SNL), המעבדה הלאומית לורנס ליברמור וקמפוס הביטחון הלאומי בקנזס סיטי.
צוות הפיתוח השלים את מחזור התכנון, הייצור והניסוי בפרק זמן של חמישה חודשים בלבד, בין אוקטובר 2025 למארס 2026, וזאת בהשוואה לתהליך מסורתי האורך כשנתיים. הכלי מיוצר בעלויות נמוכות פי 15 מהשיטות המקובלות. בתהליך הייצור נעשה שימוש בהדפסת מתכת במדפסת תלת-ממד מדגם Velo Sapphire XC.
המבנה מורכב משבעה חלקים שהודפסו בו-זמנית בתוך פחות משישה ימים. בעוד אבות-טיפוס מוקדמים התבססו על חומרים מרוכבים של סיבי פחמן, הגרסה הסופית יוצרה מסגסוגת Inconel של ניקל-כרום-ברזל שנבחרה בשל עמידותה בחום וחוזקה.
Aires Tide משמש כפלטפורמת טיסה לניסויים וכולל מערכות למדידת עומסי חום ורעידות במהלך תנועה אטמוספירית לעבר מטרה. במסגרת הבדיקות, גרסה בחצי גודל של הכלי ביצעה ניסוי הצנחה מוצלח ב-Dugway Proving Ground של צבא ארה"ב ביוטה, אשר סיפק נתוני טיסה חיוניים טרם השלמת המודל המלא. הנתונים שנאספו נועדו לסייע בהבנת ביצועי מערכות עתידיות ובשיפור יעילות הניסויים. צוות המחקר השתמש בכלים מיחשוביים מתקדמים לאופטימיזציה של המבנה הפנימי ולמיקום החיישנים ומערכת ההנעה, וזאת עם שיפור העמידות בעומסי חום ומאמץ מכאני קיצוניים.

אוויר והגנ"א

43. חשיפה נוספת של הטיל ההיפרסוני הסיני DF-17

יולי 2026

הידיעה באדיבות יאיר רמתי



מבט צד על הרכב הנושא־משגר (TEL) ועל הטיל.

1. רקע

א. ב־20 ביוני 2026 פרסמה הטלוויזיה הממלכתית הסינית (CCTV) סרטון שיגור של DF-17. מדובר באירוע מעט חריג: התיעוד מאמת פרטים טכניים וטקטיים אחדים אודות מערכת נשק זו, ובה בעת משגר מסר לקהילה הבינלאומית, מסר שדעך במידת־מה עקב סמיכותו בזמן לניסוי טיסה סיני של טיל בליסטי אסטרטגי משוגר צוללת.

ב. הגוף המדלג־גולש (Boost-Glide) של DF-17, בתצורה היפרסונית דמוית טריז (Wave Rider), נוסה בלפחות תשע טיסות בין ינואר 2014 לנובמבר 2017 תחת השם DF-ZF ובכינוי המערבי Wu-14 (המשקף את אתר השיגור ואת שנת הניסוי הראשון). הטיל הוצג לראשונה בפומבי במצעד 2019, לציון 70 שנה למהפכה, ונכנס לשירות ב־2020.

ג. מומחי ביטחון אמריקנים, ובהם האנליסט Ankit Panda, תיארו את הטיל, עוד קודם לכן, כמענה סיני להקמת מערכי יירוט של אמריקנים, וככלי ייעודי לפגיעה בתשתיות מערביות קריטיות בזירה, כחלק ממהלך רחב של מודרניזציה בחיל הטילים הסיני.

ד. בהמשך התברר כי בידי סין דגם חדש של DF-17, לצד אחיו ארוך־הטווח DF-26, בעלי יכולת לתקוף גם מטרות ימיות איכותיות.

ה. הצגת דגמי הטילים (mock-up) במצעד ב־1 באוקטובר 2019 עוררה בקרב ספקנים שאלות בדבר אותנטיות המערכות. אחרים התקשו להפנים כי סין ורוסיה הקדימו את ארה"ב במרוץ ההיפרסוני ביותר מעשור, ביטלו חלק מהישגי ההגנה מפני טילים האמריקנית ועיצבו מעטפת ההגנה הסינית (A2/AD). בארה"ב אף התפתח דיון בשאלה אם הטיל היקר נושא ראש קרב גרעיני או קונבנציונלי.

2. מה נחשף בסרטון החדש?

א. תיעוד שיגור חי: הרשת הממלכתית הסינית הציגה צילום באיכות HD של שיגור ממשגר נייד (TEL) שהוצב בצד הדרך במדבר גובי.



ב. תקריב של הראש המדלג־גולש: הסרטונים כללו תקריב נדיר, מעט מטושטש, של הגלשן ההיפרסוני בעל המבנה האווירודינמי הייחודי.

ג. תצורה משודרגת: ניתוח הסרטונים מצביע על שינויים מבניים אחדים, ובהם תצורה דמוית קונוס בי־קוני. במקביל נחשפה גרסה משודרגת של הטיל הבליסטי DF-26, המצוידת בסנפירי ניהוג סמוכים לראש הקרב, המאפשרים תמרון חד בשלב הסופי, חמיקה ממערכות הגנה ופגיעה במטרות ניידות.

ד. יכולת פריסה עצמאית: הכתבה הדגישה כי יחידות חיל הטילים הסיני מפגינות רמת אוטומציה וניידות גבוהה, המאפשרת ירי בכל מזג אוויר וללא תלות בתשתיות קבועות.



נתוני רקע מתוך הכתבה (תרגום הטקסט בתמונה): טווח 1,800 עד 2,500 ק"מ; מהירות עד מאך 10; בסיסי חיל הטילים בדרום־מזרח סין; ייעוד לחדירת מערכי ההגנה מטילים של ארה"ב; DF-17 ("דונג־פנג 17", "רוח המזרח 17").

יעדים וטווחים

א. תצורה: DF-17 הוא טיל בליסטי היפרסוני חד־שלבי לטווח בינוני.

ב. ייחודו בתצורת מדלג־גולש (HGV) דמוית טריז (Wave Rider), הנחשבת מתקדמת ויעילה יותר מתצורות אקסי־סימטריות נפוצות.

ג. משקל הגוף החודר המדלג־גולש איננו ידוע. ההערכות נעות בין פחות מ-1 לכ־1.4 טון, מתוכם כ־0.5 טון מטען נטו.

ד. דיוק פגיעה ללא ראש ביות – מטרים בודדים.

ה. יעילות הגלישה והדילוג מאפשרת לגוף הקדמי להגיע לטווחים ארוכים תוך טיסה בגובה נמוך יחסית. באחד מניסויי הטיסה נמדד טווח של כ־1,430 ק"מ, כאשר שיא המעוף היה נמוך מ־60 ק"מ.

ו. **טווח מרבי**

בסיוע קלוד נבחנו הטווח ומאפייני הדילוג המשוערים של DF-17, על בסיס כמה הנחות מפשטות. מהבדיקה עולה כי:

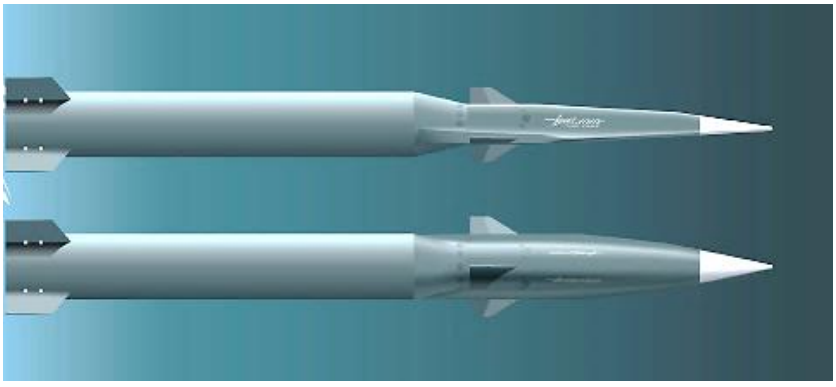
- בטיל בליסטי מוצק חד־שלבי, שבו ההודף מהווה פחות מ־80% ממשקל ההמראה, מהירות גמר הבעירה צפויה לעלות על כ־3 ק"מ לשנייה במסלולים שטוחים הנדרשים לשמירה על שיא מעוף נמוך.
- בהנחת שני דילוגים וגלישה יעילה יחסית, מתקבל טווח קינמטי של כ־2,000 ק"מ, ללא התחשבות באילוצי מעבר חום ואבלציה, ותוך שמירה על מהירות פגיעה על־קולית.





תמונות הגוף המדלג־גולש ממצעדים קודמים של דגמי DF-17





מראה הטיל: מנוע רקטי למטה וגוף מדלג־גולש למעלה.

4. מטרות

טווח DF-17 מכסה את כל שטח טאיוואן, בסיסים אמריקניים מרכזיים באוקינאווה וחלקים מהפיליפינים. בשלב הגלישה והתמרון ההיפרסוני, מסוגל גוף הגלישה לייצר תמרונים חדים בגובה נמוך יחסית המקשים על מעקב ויירוט.

הדגם החדש של DF-17 מסוגל לפגוע גם בכלי שיט (ASBM), יכולת הנשענת על שילוב ראש ביות עם עדכונים בערוץ נתונים עולה (uplink). בכך סין מרחיבה את מעטפת ה־A2/AD אל מעבר למטרות היבשה הנייחות.

5. עיתוי הפרסום והמסר הטמון בו

א. תגובה לתרגילים מערביים: אנליסטים סבורים כי עיתוי השידור נועד להוות מענה לתרגיל הימי RIMPAC 2026 בהובלת ארה"ב סמוך להוואי, וכן לתרגילים המשותפים של ארה"ב ויפן באזור.

ב. הפגנת ביטחון: חשיפת DF-17 נועדה לאותת למערב כי בייג'ינג מסוגלת לבצע תקיפות דיוק ואמנעה מול מערכים קריטיים, תוך נטרול מערכות ההגנה האזוריות של ארה"ב ובעלות בריתה.

[אוויר והגנ"א]

ים

44. ייצור כלי שיט בהדפסה, מחומר מרוכב עם סיבי בזלת

26 במאי 2026

Hawaii startup builds 3D-printed Navy boat using volcanic basalt composite



The concept aims to print replacement hulls closer to operational areas.Voltage Vessels/Linkedin

חברת הסטארט-אפ "Voltage Vessels" הממוקמת בהוואי, ארה"ב, מציעה מודל ייצור חדשני לכלי שיט צבאיים, המבוסס על הדפסה תלת-ממדית תוך שימוש בחומר המחוזק בסיבי בזלת. החברה הגישה סירה מתנפחת קשיחה (rigid-hull inflatable boat - RHIB) באורך שישה מטרים להערכה של צבא ארה"ב, במטרה לשלבה בתוכניות של כלי שיט אוטונומיים.

הקונספט נשען על חומר ייחודי בשם "Eclipse X9", המשלב פלסטיק ממוחזר מסוג PETG עם סיבי בזלת קצוצים. הגישה מאפשרת ייצור מבוזר, בו ניתן להדפיס גופי סירות ורכיבים מבניים ישירות מקבצי תכנון דיגיטליים בקרבת זירות הפעילות, ובכך לצמצם את התלות בשרשראות אספקה ארוכות.

הסירה המדוברת הודפסה באמצעות מערכת ייצור בהוספה (additive manufacturing) בפורמט גדול מתוצרת חברת CEAD. החומר "Eclipse X9" תוכנן במיוחד להדפסה בפורמט גדול. על פי בדיקות שנערכו במרכז למבנים וחומרים מרוכבים באוניברסיטת מיין, חוזק המתיחה של החומר הגיע ל-108 מגה-פסקל (MPa) לאורך כיוון ההדפסה, בהשוואה ל-49 מגה-פסקל בחומר הייחוס HDPro; חוזק הכפיפה עלה אף הוא על חלופות נפוצות של PETG.

החומר שומר על למעלה מ-90% מחוזקו לאחר שנתיים של חשיפה למי מלח, עם ספיגת מים הנמוכה מ-0.4%. יתרון נוסף הוא התנהגות אלקטרומגנטית: סיבי הבזלת הם בלתי-מוליכים ובעלי מאפיינים דיאלקטריים נמוכים, מה שמקנה להם שקיפות לתדר רדיו (RF) ועשוי להועיל לכלי שיט אוטונומיים הנושאים מערכות תקשורת, חיישנים ומטעדים אלקטרוניים, אם כי ההערכה בנוגע לתדרי עבודה ספציפיים עודנה נמשכת.

המודל הלוגיסטי המתואר עשוי לצמצם את זמני ההחלפה של כלי שיט פגומים משבועות לימים. החברה מצהירה כי התשתית שלה בארה"ב תוכל להגיע בעתיד לכושר ייצור של כ-15,000 טון חומר בשנה, עם תוכניות להקמת צמתי ייצור אזוריים ברחבי האזור האינדו-פסיפי. בנוסף, המודל כולל מרכיב של ייצור מעגלי, שכן פלסטיק מסוג PETG ניתן לעיבוד מחדש, כך שמבנים מודפסים שיצאו משימוש יכולים להיגרס ולהפוך לחומר גלם לייצור עתידי.

ים

45. פיתוח כטב"ם המסוגל לבצע תקיפות ארוכות טווח מספינות

16 ביוני 2026

Mach Industries wins DIU contract for maritime, long-range strike drone

יחידת החדשנות של משרד ההגנה האמריקני (DIU) העניקה לחברת Mach Industries חוזה במסגרת תוכנית RIMES (Runway Independent Maritime Expeditionary Strike) שמטרתה לפתח כטב"ם המסוגל לבצע תקיפות ארוכות טווח מספינות, שאינן מצוידות בסיפון טיסה גדול, וכן מאתרי שיגור יבשתיים בעלי תשתית מינימלית.

הצורך המבצעי נובע מהשינוי באופי הלחימה הימית. משחתות אמריקניות, כדוגמת סדרת Arleigh Burke, מסתמכות כיום בעיקר על טילים המשוגרים ממשגרי הספינה. מספר הטילים שניתן לשאת מוגבל, ומילוי מחדש של המלאי במהלך לחימה ממושכת בים הוא מורכב ולעיתים בלתי אפשרי. לפיכך, הצי מחפש פתרון שיאפשר להגדיל את יכולת התקיפה לטווח רחוק ללא תלות במלאי טילים מוגבל וללא צורך בנושאות מטוסים או באוניות אמפיביות גדולות.

Mach Industries תפתח עבור התוכנית את כלי הטיס החדש Atlas בשיתוף חברת Whisper Aero שתספק את מערכת ההנעה החדשנית JetFoil. מערכת זו נועדה לאפשר המראה ונחיתה ללא מסלול, תוך הפחתה משמעותית של הרעש ושיפור היעילות האנרגטית. לדברי החברות, Atlas מסוגל לפעול ממשטחי נחיתה פשוטים המיועדים למסוקים, אך שומר על פשטות ההטסה של מטוס בעל כנף קבועה. יחס הדחף למשקל שלו נמוך בהרבה מזה הנדרש לכלי טיס הממריאים אנכית, עובדה המאפשרת להאריך את טווח הטיסה ולהקטין את החתימה האקוסטית – יתרון חשוב במשימות תקיפה בסביבה מאוימת.

לפי דרישות התוכנית, הכטב"ם נדרש להגיע לטווח חד-כיווני של לפחות 1,400 מייל ימי (כ-2,600 ק"מ), ולשאת חימוש במשקל של עד 450 ק"ג – חימוש שכבר נמצא בשירות מטוסי הקרב F/A-18 Super Hornet. בנוסף, עליו להיות מסוגל לפעול מבסיסים קדמיים מאולתרים או מספינות שאין להן סיפון טיסה מלא.

DIU הדגיש כי הוא מחפש פתרונות בעלי עלות נמוכה יחסית, שניתן יהיה להגיע עמם לאבטיפוס פיזי משמעותי בתוך 12 חודשים ממועד חתימת החוזה. הדרישה ללוח זמנים קצר משקפת את רצון הפנטגון להאיץ את הכנסתן של יכולות חדשות לשירות, לנוכח האיומים הגוברים בזירה הימית.

לאחר פרסום הידיעה התברר כי Mach Industries אינה החברה היחידה שנבחרה לתוכנית. DIU אישר כי גם Shield AI ו- AeroVironment קיבלו חוזי פיתוח במסגרת RIMES אולם לא נמסרו פרטים על היקף התקציבים או על תוכנם המדויק של החוזים.

משמעות צבאית: אם התוכנית תצליח, היא עשויה לשנות את תפיסת ההפעלה של ספינות שטח אמריקניות. במקום להסתמך כמעט אך ורק על מלאי מוגבל של טילים, יוכלו משחתות לשגר כטב"מי תקיפה ארוכי טווח, להרחיב משמעותית את מעטפת האש שלהן, ולהגביר את שרידותן וגמישותן המבצעית בעימותים עתידיים, במיוחד בזירות כמו האוקיינוס השקט שבהן הטווחים גדולים והאיום על כלי השיט גבוה.

ים

46. הצי הבריטי ביצע ניסויי ים במערכת גילוי תת-ימית חדשה

23 ביוני 2026

Royal Navy puts 'unusual' wing-like underwater system through sea trials

המערכת החדשה, המכונה ScanFish, משלבת יכולות אקוסטיות וחזותיות וכוללת סונאר סורק צד, סונאר עומק קרקע, וחיישן אופטי ברזולוציה גבוהה. היא מסוגלת לפעול בעומקים של עד 1,000 מטר.

לדברי הצי המערכת מותקנת במכולה ומוגדרת C-ROTV (containerized remotely operated towed vehicle), מה שמאפשר לה להיות מותקנת על מגוון של כלי שיט. החיישנים מותקנים על מבנה דמוי כנף הנגרר באמצעות כבל מירכתי הספינה.



צילום: הצי הבריטי המלכותי

ים

47. ספרד: ניסוי הדגמה במיירט המשוגר ממכולה המוצבת על הסיפון

26 ביוני 2026

Spanish Navy trials new interceptor from Santa Maria-class frigate

חברת Destinus הספרדית ביצעה ניסוי הדגמה במיירט מדגם Hornet ששוגר ממנחת המסוקים של פריגטה ספרדית באמצעות משגר המותקן במכולה. המיירט מיועד ליירוט איומים תת-קוליים וההתקנה שלו במכולה מאפשרת הצבה מהירה שלו על ספינות קיימות, ללא צורך באינטגרציה או התאמה ממושכת.

על פי החברה המיירט מבוסס על גילוי מכ"מי ועל ביות אוטונומי בשלב הסופי, והוא מיועד לפעול בסביבה שבה יש שיבושים במערכות ניווט לווייני.

במקור יש וידיאו של השיגור.



ים

48. כרב"ם ים-יבשה מסייע למבצעי נחיתה

10 ביולי 2026

Greensea IQ Wins $3.7M US Marines Bayonet 250 Order

חיל הנחתים האמריקני הזמין עוד ארבעה כלי רכב תת-ימיים אוטונומיים מדגם Bayonet 250 מתוצרת Greensea IQ במסגרת הזמנה בשווי 3.7 מיליון דולר, במטרה לחזק את יכולותיו נגד מוקשים בחוף. ההזמנה המורחבת מתבססת על המשך הפיתוח של משפחת מערכות נטרול תחמושת נפיצה (LEON).

Bayonet 250 נועד לפעול באזור הנחיתה, ממים עמוקים ועד ליבשה, באופן שמאפשר לו לבצע משימות פינוי מוקשים בקרקעית הים, בחוף ובסביבות החוף. הפלטפורמה נועדה לסייע בזיהוי, רכישה ונטרול של איומי נפץ תת-ימיים, תוך הפחתת הסיכונים לצוות.

הפלטפורמה, המופעלת על ידי תוכנת האוטונומיה בעלת הארכיטקטורה הפתוחה של Greensea IQ ומערכת המשימה Bayonet Workspace , תומכת בניווט בלתי מאויש וביצוע משימות בסביבות מסוכנות.

באוקטובר 2024, חיל הנחתים העניק ל- Greensea IQ חוזה בסך 9 מיליון דולר להמשך רכש מערכות Bayonet 250במסגרת תוכנית LEON. חיל הנחתים הפעיל לראשונה את מערכת LEON באוקטובר 2021 , רכב המופעל מרחוק לסילוק תחמושת נפיצה / מוקשים, המאפשר ללוחמים לנחות בביטחה על החוף ולנווט במים רדודים כדי לזהות ולנטרל סכנות ואיומים תת-ימיים אחרים.



ים

49. ספינת תקיפה רובוטית מפותחת בקוריאה הדרומית

6 ביולי 2026

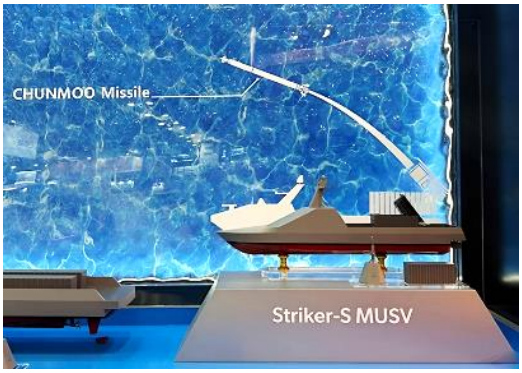
Hanwha Builds Missile-Armed Robot Warship With 290-Km Strike Range

חברת Hanwha Systems בקוריאה הדרומית מפתחת כשב"ם חדש שנועד לבצע תקיפות לצד ספינות מאוישות ועמדות פיקוד. הכלי Striker-S, שנחשף בתערוכת יורוסאטורי 2026 בפריז, תוכנן כפלטפורמה מודולרית רב-משימתית המסוגלת לשאת מטענים במארזים שמשקלם עד 10 טון. תכן זה מאפשר גמישות במעבר בין משימות: החל מסיור ועד תקיפה, כאשר חברת Hanwha מצהירה כי ניתן לצייד אותו במערכות כגון מכ"ם מתקדם או נשק מונחה.

אורכו של כלי השיט כ-35 מטרים ושי לו תצורה זוויתית שמטרתה להפחית את חתימת המכ"ם. הרוחב הוא 6 מטרים כך שהכלי גדול יותר, על פי הדיווחים, מכמה כלי שיט תקיפה הפועלים כיום באזורי סכסוך כמו אוקראינה וים סוף.

"בעקבות המצור האחרון על מיצר הורמוז... חברת Hanwha Systems מתכננת למקד באופן פעיל את פעילותה בשווקי יצוא מעבר לים, באירופה ובמקומות אחרים, כמו גם בשוק המקומי, כאשר Striker-S נמצאת בחזית", אמר גורם רשמי בחברת הנאווה.

בליבת הקונספט של Striker-S נמצאת אינטגרציה עם מערכת שיגור הרקטות צ'ונמו של Hanwha. צ'ונמו תומך במגוון תחמושת מונחית עם טווח של עד 290 קילומטרים, לצד טילים בליסטיים נגד ספינות המצוידים בחיישני תת-אדום לתקיפת מטרות נעות.
לכלי השיט יש גם מערכת חיישנים שבמרכזה מערך מכ"ם עם אנטנת מערך מופע אלקטרוני אקטיבי, המספק גילוי אווירי עד 50 קילומטרים וגילוי ימי עד 30 קילומטרים.



ים

50. רולס-רויס מרחיבה ייצור כורים ימיים עבור צוללות גרעיניות בריטיות ואוסטרליות

13 ביולי 2026

Rolls-Royce Starts Reactor Plant Expansion for UK, Australian Nuclear Submarines

Rolls-Royce hits key milestone in major site expansion to support UK and Australia defence commitments

Rolls-Royce signs landmark Unity contract with UK Ministry of Defence

חברת רולס-רויס הבריטית מתכננת, מייצרת, ותומכת בכורי מים בלחץ pressurized water reactors; PWR המניעים את צי הצוללות הגרעיניות של חיל הים המלכותי הבריטי. החברה חתמה על חוזה הכולל מחקר, תכנון, ייצור ותמיכה שוטפת בכורים הגרעיניים לשמונה שנים בשווי של 9 מיליארד ליש"ט. תכולת העבודה כוללת ייצור מקביל של כורים מדגם PWR3+ עבור צוללות מדגמי אסטיוט, דרדנוט, ו- SSN-AUKUS העתידיות כמענה לביקוש מצד הציים של בריטניה ואוסטרליה במסגרת שותפות AUKUS. ההצהרות הרשמיות שפורסמו מתארות את ההרחבה כפתיחת "יכולת ייצור נדרשת" לשיפור קצבי האספקה. לא קיים מפרט ביצועים מאומת ברשות הציבור, אך ההערכה היא כי מדובר בכורים בהספק תרמי של 200 מגוואט, הספק מכאני של כ-30 מגוואט, וכושר ייצור חשמל בהספק של מגוואטים בודדים. עבודות התשתית להרחבת מתקן הייצור החלו בתחילת יולי 2026 וההרחבה תוסיף מעל 100,000 מ"ר של מתקני ייצור ומשרדים אשר יכפילו את גודל האתר כולו. כאמור, משתמשי הקצה לכורים הם ציי הצוללות של בריטניה, צוללות מדגם אסטיוט ודרדנוט, ואוסטרליה, צוללות תקיפה עתידיות מסוג SSN-AUKUS.
תוכניות הייצור כוללות 12 צוללות SSN-AUKUS עבור הצי הבריטי, בעוד שאוסטרליה מתכננת לרכוש חמש צוללות SSN-AUKUS בנוסף לשלוש צוללות מסוג וירג'יניה. מסירת צוללת SSN-AUKUS הראשונה של בריטניה מתוכננת לסוף שנות ה- 2030, והצוללת הראשונה שתיבנה באוסטרליה תימסר בתחילת שנות ה- 2040.

ים

51. אוקראינה הנחיתה כרב"ם אופני בשטח בשליטה רוסית באמצעות כשב"ם

13 ביולי 2026

Ukraine Lands Armed Robot Ashore in Russian-Held Territory Via Drone Boat

אוקראינה פרסמה לאחרונה פרטים על מבצע של הנחתת כרב"ם באמצעות כשב"ם, בשטח בשליטה רוסית. בסרטון שפרסמו האוקראינים נעשה שימוש בחוזי משלושה מקורות – חוזי אווירי שליווה את המבצע, חוזי מכלי השיט וחוזי מכלי הרכב עצמו.

הכשב"ם שבו נעשה שימוש היה סירה בעלת מנוע חיצוני ובעלת כבש קדמי. הסירה הגיעה לחוף הרוסי, פתחה את הכבש והכרב"ם יצא ממנה ועלה על החוף. בסרטון נראה כלי הרכב מעסיק מטרה לא מזוהה באמצעות מקלע.

נראה שהרכב הוא ממשפחת כרב"מי Rys, החמושים במקלע 7.62 ומנוהגים באמצעות מחשב מוקשח המותקן בהם והמשמש גם לסיוע בזיהוי, רכישה והעסקה של מטרות.

עד כה היה ידוע שימוש אוקראיני בכרב"מים כאלה למשימות לוגיסטיות, לפינוי נפגעים ומשימות תומכות לחימה נוספות.



צילום מתוך סרטון שפורסם על ידי יחידת Separate Territorial Defense מס' 23 של צבא אוקראינה

ים

52. צי ארה"ב פרסם אסטרטגיה למו"פ המציגה את האתגרים עמם הוא מתמודד

22 ביולי 2026

ONR Announces New 2026 Science and Technology Strategy for Navy, Marine Corps Tech Future

רשות המחקר של צי ארה"ב (ONR) פרסמה את מפת הדרכים שלה לאסטרטגיה של מדע וטכנולוגיה בעתיד, כביטוי לאתגרים עמם מתמודדת הזרוע, הכוללת את הצי וחיל הנחתים.

המסמך מתאר את המרכיבים שמשפיעים על הבחירות שהצי עושה בתחומי המדע והטכנולוגיה בהקשר של שדה הקרב הימי:

- האצה בקצב השינוי והתחכום של הטכנולוגיות;
- האופי המשתנה של הסכסוכים;
- התגברות התחרות בתחום האסטרטגי;
- גודל השקעה חסר תקדים בתחומי הביטחון בעולם;
- חלוקה מאוזנת בעיסוק בנושאים לטווחי הזמן הקצר, הבינוני והארוך

כדי להתמודד עם האתגרים הנ"ל הגדיר ראש רשות המחקר (CNR) את המשימה: ניצול הזדמנויות בתקופה קריטית על ידי גיבוש סדרי עדיפויות הממוקדים במסגרת אחודה של מחקר ויישום; הצי מתמצת את דרך מימוש המשימה באמצעות הביטוי FEED at Speed, כש- FEED היא ראשי תיבות של:

- Focus: ריכוז ההשקעה רק בבעיות שהוגדרו על ידי הרשות, כאלו שניתן להתאימן למגוון מצבים, בתחומים שמעסיקים רק את הצי וכאלה שלא סביר שיפתרו על ידי השוק האזרחי.
- Explain: תקשור הצורך הימי והערך של מדע וטכנולוגיה לכל בעלי העניין, החל בלוחמים בים וכלה בחברי הקונגרס.
- Engage: יצירת תיאום רוחבי בכל האקו-סיסטם הביטחוני, כולל גופי רכש, הפיקוד המבצעי, שותפים בתעשייה ובאקדמיה.
- Deploy: דגש על מדידת תוצרים, הגדרת הצלחה באמצעות היתרונות המדידים והמכריעים והיכולות המעשיות של התוצרים, לעומת הסתפקות בהוכחת היתכנות באמצעות אבות-טיפוס.

ים

חלל

53. תכנון בסיס הירח של תוכנית ארטמיס

26 במאי 2026

[Artemis moon base will cover 'hundreds of square miles' with hopping drones and new lunar rovers, NASA says]

נאסא חשפה לראשונה את ארכיטקטורת Moon Base, בסיס הירח העתידי של תוכנית Artemis, אשר צפוי להשתרע על פני שטח של מאות מיילים רבועים באזור הקוטב הדרומי של הירח. בניגוד לתפיסות קודמות של "תחנת מחקר" קומפקטית, מדובר בתכנון של מערכת תשתיות מבוזרת ורב-אתרית, הדומה יותר לעיר טכנולוגית מאשר למתקן חלל בודד.

הבסיס ייבנה סביב מספר תת-מערכות הפזורות גיאוגרפית בהתאם לצרכים התפעוליים: אזורי מגורים ימוקמו בנקודות בעלות חשיפה מקסימלית לאור שמש. מערכות אנרגיה גרעיניות יוצבו במרחק של קילומטרים מאזורי המחיה לצמצום חשיפה לקרינה. אזורי מחקר, כרייה והפקת משאבים ימוקמו בסמוך למקורות קרח מים. מערכי תקשורת ולוגיסטיקה יקשרו בין כלל הנכסים. מודל זה מחייב פיתוח רשת תחבורה, תקשורת ובקרה אוטונומית בקנה מידה שלא נוסה בעבר מחוץ לכדור הארץ.

אחד המרכיבים החדשניים בתוכנית הוא פיתוח רחפני MoonFall. בניגוד לרחפנים אוויריים, MoonFall הם רובוטים המבצעים תנועה באמצעות קפיצות בליסטיות על פני השטח, תוך ניצול כוח הכבידה הנמוך של הירח. הייעודים המרכזיים: מיפוי טופוגרפי, סיור מקדים באזורי בנייה, חקר מכתשים מוצלים, סימון גבולות אזורי פעילות, וכן איסוף נתונים גיאולוגיים ותפעוליים. המשימה הראשונה צפויה לצאת בשנת 2028 באמצעות נחתת של Firefly Aerospace. מבחינה הנדסית מדובר בפתרון יעיל במיוחד עבור שטחים מורכבים שבהם רכב גלגלי מתקשה לנוע. מרכיב נוסף הוא רכבי LTV – הדור הבא של רכבי הירח. נאסא העניקה חוזים לחברות Astrolab ו־Lunar Outpost לפיתוח רכבי Lunar Terrain Vehicle (LTV). מדובר ברכבי שטח ירחיים גדולים בעלי יכולת נשיאת אסטרונאוטים ומטענים. פעולה אוטונומית מלאה. שליטה מרחוק מכדור הארץ. ניווט עצמאי לנקודות מפגש עם צוותים מאוישים. תפקוד רציף גם בהיעדר צוות אנושי. היעד הוא להציב לפחות רכב אחד על פני הירח לפני נחיתת Artemis 4.

הבסיס יידרש להתמודד עם: טמפרטורות קיצוניות. אבק ירחי שוחק (Regolith). מחזורי יום/לילה של שבועות. השהיית תקשורת מול כדור הארץ. ניהול אנרגיה ארוך טווח. תחזוקה אוטונומית של ציוד.

כתוצאה מכך, רוב מערכות הבסיס יתבססו על: בינה מלאכותית. רובוטיקה אוטונומית. תחזוקה חזויה (Predictive Maintenance). ניהול אנרגיה חכם. מערכות תקשורת עמידות.

החדשנות המרכזית בתוכנית Moon Base אינה הקמת מבנה על הירח, אלא פיתוח מערכת אקולוגית של תשתיות אוטונומיות מבוזרות, הכוללת רובוטי סיור, רכבי שטח אוטונומיים, מערכות אנרגיה, תקשורת ולוגיסטיקה. למעשה, נאס"א מנסה לבנות את העיר החוץ-ארצית הראשונה של האנושות, שבה רוב עבודות ההקמה, התחזוקה והתפעול יבוצעו על ידי מערכות רובוטיות הרבה לפני שתתקיים נוכחות אנושית קבועה.

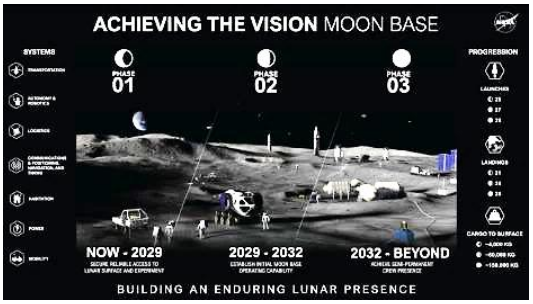


Image credit: NASA

חלל

54. סין מארגנת מחדש את תוכניותיה לנחיתה על הירח

28 במאי 2026

China shakes up its space programs to land astronauts on the moon by 2030: 'We will spare no effort'

סין ביצעה מהלך אסטרטגי משמעותי בתוכנית הירח שלה באמצעות איחוד תוכניות החלל המאוישות והבלתי־מאוישות תחת מסגרת אחת – Lunar Exploration Program. מטרת המהלך היא להאיץ את ההגעה ליעד הלאומי של נחיתה מאוישת על הירח עד שנת 2030, תוך ניצול מיטבי של הידע, התשתיות והניסיון שנצברו הן בתוכנית תחנת החלל Tiangong והן במשימות הירח הרובוטיות מסדרת Chang'e.

החידוש המרכזי אינו מערכת בודדת אלא איחוד הנדסי ותפעולי של כלל מרכיבי תוכנית הירח: משימות מאוישות. משימות רובוטיות. משגרי חלל. חלליות צוות. נחתות ירח. תשתיות ניסוי והכשרה. גישה זו מאפשרת שימוש חוזר בטכנולוגיות ובידע שנצברו בכל משימה לצורך הקטנת סיכונים וקיצור לוחות זמנים. התוכנית מבוססת על מספר מערכות מרכזיות:

- Long March-10 - דור חדש של משגרים כבדים המיועדים למשימות ירח.
- Mengzhou - חללית הצוות החדשה של סין.
- Lanyue - נחתת הירח המאוישת העתידית.

Chang'e-7 – משימת הסיור המקדימה מהווה שלב קריטי לקראת ההתיישבות העתידית באזור הקוטב הדרומי של הירח. המשימה תכלול: מקפת. נחתת. רובר קרקעי. רובוט קופץ (Lunar Hopper). הרובוט הקופץ נועד לאפשר גישה למכתשים מוצלים ולשטחים בעלי טופוגרפיה מורכבת שבהם כלי רכב גלגליים מתקשים לפעול. מטרות המשימה: מיפוי משאבי מים. אפיון רגולית (קרקע ירחית). סקר סביבתי. בחינת אתרי נחיתה עתידיים. Tiangong כמעבדת פיתוח ירחית

סין משתמשת בתחנת החלל Tiangong כאתר ניסויים עבור טכנולוגיות הנדרשות לנחיתה על הירח. האסטרטגיה הסינית מבוססת על עקרון של Technology Maturation Through Operations – הבשלה טכנולוגית באמצעות משימות מבצעיות אמיתיות. במקום לבצע ניסויים ייעודיים בלבד, סין משתמשת במשימות תחנת החלל: לאימות מערכות. לצבירת נתוני אמינות. לשיפור בטיחות. להכשרת צוותים. גישה זו מפחיתה משמעותית את הסיכון במשימת הירח הראשונה.

המהלך הסיני אינו מתמקד רק בהנחתת אסטרונאוטים על הירח בשנת 2030, אלא בבניית מערכת ירחית שלמה הכוללת משגרים כבדים, חלליות מאוישות, נחתות, רובוטים אוטונומיים, טכנולוגיות אנרגיה ותשתית ניסויים במסלול. מבחינה הנדסית, מדובר במעבר מתוכנית חלל הממוקדת במשימות בודדות ליצירת ארכיטקטורה משולבת לחקר, נחיתה והתיישבות עתידית על הירח, המהווה את התשובה הסינית לתוכניות Artemis האמריקניות.

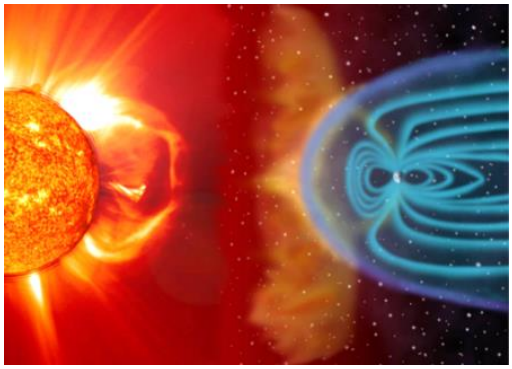


Image credit: CFOTO/Future Publishing via Getty Images

חלל

55. "כרית אוויר" חללית עשויה להגן על העולם מפני סופות שמש קטלניות

8 ביוני 2026



Orbital Airbag Could Shield Earth from Devastating Solar Storms

חוקרים מאוניברסיטאות בוסטון ומישיגן הציעו פתרון שאפתני להגנה פלנטרית המכונה StormWall, שנועד להגן על התשתית הטכנולוגית המודרנית מפני סופות שמש. סופות שמש עוצמתיות עלולות לגרום לשיבושים נרחבים בתקשורת, ב-GPS וברשתות חשמל, עם נזקים מוערכים בטריליוני דולרים.
מנגנון ההגנה הטבעי של כדור הארץ מבוסס על מאגר פלזמה טבעי השוכן מעל האטמוספירה. בעת הפרעה מגנטית, זרם פלזמה זה נע לעבר השמש ומעכב את תהליך ה"חיבור המגנטי מחדש" (magnetic reconnection) – התהליך הפיזיקלי שבו אנרגיה סולארית חודרת מהשמש למגנטוספירה של כדור הארץ.
מערכת StormWall המוצעת נועדה להעצים תהליך זה באופן מלאכותי. המערכת מורכבת ממערך לוויינים המצוידים במכלים של גזי ליתיום, בריום או נתרן. עם זיהוי סופה סולארית מתקרבת, הלווייינים ישחררו את הגזים לחלל, שם הם יעברו יינון מהיר על ידי קרינת השמש ויהפכו לפלזמה מלאכותית שתיטמע במגן הפלזמה הקיים.
על פי סימולציות, שחרור של כ-400 טונות גז יגדיל את צפיפות הפלזמה ויפחית את עוצמת הסופה הגיאומגנטית ביותר מ-50%. יתרון משמעותי של המערכת הוא היותה הפיכה: ענן הפלזמה יתפזר מעצמו שעות ספורות לאחר האירוע. מבחינה לוגיסטית, החוקרים מעריכים כי ניתן לפרוס את המערך באמצעות שישה שיגורים על ידי משגרים כגון Starship של SpaceX, בפרק זמן של פחות מחודשיים.
על אף שהקונספט נחשב עקרונית לבר-ביצוע בטווח הקרוב, נותרו אתגרים משמעותיים: יכולת חיזוי מזג אוויר חללי מדויקת ומהירה, הסכמה בינלאומית, וצורך במחקר נוסף על תופעות לוואי אפשריות.

חלל

56. מנועים זעירים עשויים לאפשר ללווייינים קטנים להגיע למאדים

5 ביוני 2026

Thumbnail-sized thrusters could take CubeSats to Mars

מהנדסים ב־MIT הצליחו לבחון בהצלחה מערכת הנעה היברידית חדשה ללווייינים קטנים, המשלבת את העוצמה המיידית של מנועים כימיים עם היעילות ארוכת הטווח של מנועים חשמליים, וכל זאת באמצעות דלק משותף אחד. הטכנולוגיה החדשה עשויה לאפשר בעתיד לשלוח חלליות זעירות וזולות בגודל מזוודה למאדים ואף מעבר לכך.

החידוש המרכזי : פיתוח מערכת הנעה דו-מצבית (Dual Mode Propulsion) המאפשרת לשני סוגי מנועים שונים לפעול באמצעות חומר הנעה משותף יחיד (ASCENT).

יתרונות טכנולוגיים:

- חיסכון משמעותי במשקל ובנפח.
- ביטול הצורך במכלי דלק נפרדים.
- שילוב בין דחף גבוה לבין יעילות ארוכת טווח.
- התאמה ללווייני זעירים מסוג CubeSat.

ביצועים שהודגמו:

- ISP של 600 שניות.
- פעולה רציפה במשך 167 שעות.
- יציבות מלאה של חומר ההנעה.

השלב הבא – ניסוי בחלל, מתוכנן להתבצע בהמשך השנה.

המשמעות האסטרטגית: הטכנולוגיה עשויה לשנות את תפיסת ההפעלה של לווייני זעירים, ולאפשר להם לבצע משימות שבעבר היו שמורות לחלליות גדולות ויקרות. אם הניסוי המסלולי יצליח, CubeSats יוכלו לבצע מסעות בין-פלנטריים עצמאיים, כולל משימות למאדים, לירחים ולחגורת האסטרואידים, בעלות נמוכה בהרבה מהמקובל כיום.



Source: MIT

חלל

57. לוויין חושף את היקף שיבושי GPS מעל אירופה והמזרח התיכון

18 ביוני 2026

It's quite a bit more than we expected: Satellite reveals immense scale of GPS signal tampering

לוויין הניסוי Pulsar-0 הראה כי שיבושי GPS אינם מוגבלים למשתמשים קרקעיים – גם לוויינים במסלול נמוך (LEO) מושפעים מהם באופן משמעותי.

נתונים בולטים:

- גובה המסלול: 500 ק"מ.
- ירידת עוצמת אות GPS: מ־40 dB לכ־10 dB באזורים מסוימים.
- אזור ההפרעה: מצרפת ועד גבול פקיסטן.

השלכות מבצעיות:

- פגיעה ביכולת קביעת מיקום ותזמון של לוויינים.
- קושי בביצוע תמרוני מסלול.
- השפעה על משימות צילום ותצפית.
- סיכון לניהול בטוח של מערכי לוויינים גדולים.

הפתרון המוצע: מערך Pulsar של Xona ישתמש באותות ניווט חזקים פי 100 מאלה של GPS המסורתי, במטרה להגביר את החסינות לשיבוש ולהטעיה.
משמעות אסטרטגית: הממצאים ממחישים כי לוחמה אלקטרונית נגד מערכות ניווט לווייניות הפכה לאיום גם על נכסים בחלל, ולא רק על כלי טיס, כלי שיט ומשתמשים קרקעיים. ככל שמספר הלווייינים במסלול נמוך גדל, עולה החשיבות של פיתוח מערכות ניווט עמידות יותר לשיבוש, הן לצרכים אזרחיים והן ליישומים צבאיים.



Artist's illustration of a U.S. GPS satellite. (Image credit: Lockheed Martin and U.S. Space Force)

חלל

58. ארה"ב: פיתוח לוויין תקשורת עמיד לשיבוש

18 ביוני 2026

Northrop Wins US Space Force Contract for Jam-Resistant Satellite
מטרת הפרויקט: פיתוח בחברת נורתרופ של לוויין תקשורת צבאי עמיד בפני שיבוש ולוחמה אלקטרונית, שיבטיח קישוריות רציפה לכוחות צבאיים גם בסביבה שבה היריב מפעיל יכולות מתקדמות של שיבוש או מתקפות סייבר.
מאפיינים טכנולוגיים:

- פלטפורמה: GEOStar-3.
- מטען תקשורת: Anti-Jam Communications Payload.
- מעבד תקשורת: Protected Tactical Waveform (PTW).
- תחום תדרים: Ka-band מאובטח.
- עיבוד אותות: Digital Signal Processing ספרתי מתקדם.
- אנטנות: תצורות עמידות להפרעות.
- ארכיטקטורה: מודולרית וניתנת לשדרוג.

יתרונות מבצעיים:

- עמידות גבוהה בפני שיבוש אלקטרוני (Jamming).
- הגנה משופרת מפני מתקפות סייבר על מערכות התקשורת.
- תקשורת מאובטחת לכוחות פרוסים בזירה.
- אפשרות לשדרוג עתידי ללא שינוי מהותי של הפלטפורמה.

משמעות אסטרטגית:
החוזה משקף את המעבר של ארצות הברית להשקעה במערכות תקשורת חלל עמידות ללוחמה אלקטרונית. בעידן שבו שיבוש אותות תקשורת וניווט הפך לאיום מרכזי, שילוב של מטעדי תקשורת מוגנים, עיבוד אותות מתקדם וארכיטקטורה מודולרית צפוי להגדיל את שרידותן של מערכות החלל הצבאיות ולהבטיח רציפות תקשורת גם בתרחישי עימות מול יריבים בעלי יכולות מתקדמות.



An artist rending of Northrop Grumman's on-orbit Satellite Communications systems. Photo: Northrop Grumman

חלל

59. שת"פ של החברות Rheinmetall ו–Vantor במודיעין מהחלל

18 ביוני 2024

Rheinmetall, Vantor plan joint ISR venture for Bundeswehr

Rheinmetall, חברת הענק הגרמנית בתחום הביטחון וחברת Vantor האמריקנית, המספקת צילומי דימות מהחלל, הכריזו לאחרונה שהן חתמו על הסכם שיתוף פעולה שבו שתי החברות תספקנה לצבא גרמניה "מודיעין מהחלל". בהודעה שפורסמה נאמר שהגוף החדש יתמוך בגרמניה בנושאי "דרישות הגנה ריבוניות" בתחום גרמניה, כמו גם שילוב תוכניות אירופיות קיימות או מתוכננות בתחום ISR.

הסכם הבנות זה הוא הסכם שיתוף הפעולה השלישי שחברת Rheinmetall חתמה במהלך החודשים האחרונים בתחום החלל הצבאי.

התוכנית היא לשלב את הפלטפורמה של Vantor בתחום מודיעין מהחלל עם מערכות פיקוד ובקרה של Rheinmetall. המערכת החדשה תאחד דימות מלווייני SAR, ממערכות אלקטרו-אופטיות ותת-אדום המגיעות מלווייני ממשלות ולווייניים מסחריים, כמו גם מחיישנים מוטסים.

מנכ"ל Vantor הסביר ששיתוף הפעולה ישלב את פלטפורמת Tensorglobe לתוך פתרונות אירופיים אשר יכולים להטיל משימה, לאחד, לייצר, לנתח ולפרוס מודיעין מהחלל. לדבריו זו הדרך בה מדינות אירופה מקיימות בקרה על מבצעים בזמן שמעבירים מודיעין ללוחמים כאשר הוא דרוש להם ביותר.

יו"ר Rheinmetall הוסיף, שעתיד איסוף המודיעין לא ייקבע על ידי החיישנים בלבד, אלא ביכולת לעבד מהר ובצורה אמינה את המודיעין הנאסף ממקורות שונים ולהפוך אותו למידע מודיעיני בר שימוש. לדבריו שיתוף הפעולה עם Vantor מניח את הבסיס עבור יכולת אירופית ריבונית בתחום מודיעין מהחלל.

החוזה עם Vantor נחתם שבוע לאחר ש- Rheinmetal וחברת הלוויינים OHB SE מגרמניה הכריזו על שיתוף פעולה בתחום תקשורת לווייניים. החברה המשותפת OHB Rheinmetall Space Networks GmbH תספק לצבא גרמניה ארכיטקטורת תקשורת בעלת ביצועים גבוהים, מאובטחת ורציפה. זאת בהתאם לדרישות SATCOMBw Level 4 שהיא מערכת לווייני תקשורת שמתכנן צבא גרמניה. מדובר בדור הבא של מערכת הכוללת 100 לווייני תקשורת רחבת סרט, מאובטחת. מדובר על מערכת גרמנית המתחרה במערכת Space X Starshield. עלות מערך לווייני התקשורת 9.2 עד 11.5 מיליארד דולר והוא אמור להתחיל לפעול ב-2029.

בהודעה לציבור ציינה OHB-Rheinmetall שהמערך המתוכנן יקשר בין חיילים, רכבים, פלטפורמות ומערכות לא מאוישות ויבטיח העברה מאובטחת של תקשורת קול, נתונים ומידע בזמן אמת בין כל רמות הפיקוד. החברה המשותפת תשמש כמשלבת מערכות כאשר OHB מספקת את הלווייניים ותחנות הקרקע ו- Rheinmetall מספקת את רשתות התקשורת למשתמש.

Rheinmetall הודיעה גם על שיתוף פעולה עם חברה מפינלנד ICEYE המספקת לווייני SAR. הפעילות כוללת גם חברות הזנק גרמניות.

חלל

60. חיל החלל האמריקני: קיצור דרסטי של הזמן הנדרש להצבת לווייניים חדשים

22 ביוני 2026

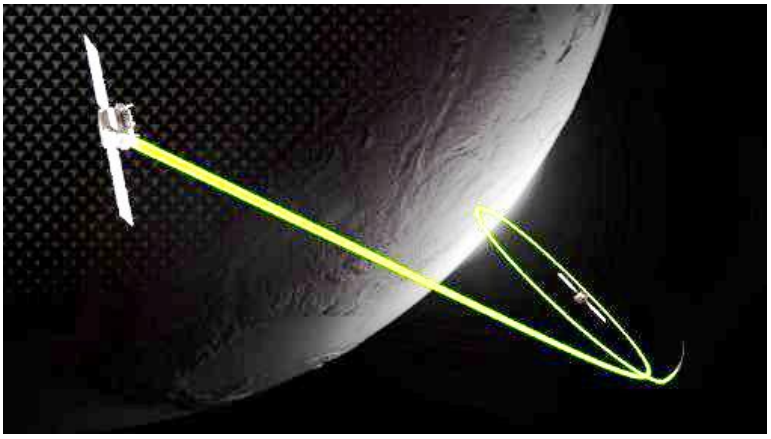
A US military exercise in space got underway with barely anyone noticing

חיל החלל האמריקני פועל לצמצום משך הזמן הנדרש להצבת לווייניים חדשים משנים לימים, ואפילו שעות. כחלק ממשימת "Victus Haze", שוגר לאחרונה הלוויין "Puma" על ידי חברת Rocket Lab ממתקן השיגור הפרטי שלה בחצי האי Māhia בניו זילנד. הלוויין הוכנס למסלול קוטבי בגובה שבין 347 ל-461 ק"מ עם נטייה של כ-97.5 מעלות מקו המשווה. המשימה, בעלות כוללת של כ-92 מיליון דולר, המורכבת ממימון ממשלתי והון פרטי, נועדה להדגים תגובה מהירה לאיומים במסלול לווייני נמוך.

הלוויין Puma שוגר כדי לבצע תמרונים בקרבת הלוויין "Jackal-0004" של חברת True Anomaly, אשר שוגר מקליפורניה על גבי משימת Rideshare של SpaceX. על פי נתוני מסלול זמינים, שמונה שעות לאחר שיגורו התקרב Puma למרחק של כ-100 ק"מ מהלוויין Jackal. במסגרת המשימה, שני הלוויינים צפויים להחליף תפקידים, כך שה-Jackal ישמש כמפקח וה-Puma כמטרה. חברת True Anomaly דיווחה כי Jackal סיים את יעדי הבדיקה שלו, הכוללים יכולות "מפגש ופעולות קירבה לא-שיתופיות" (uncooperative rendezvous and proximity operations), שימוש במצלמות שדה צר ורחב, ואימות אלגוריתמים לזיהוי ומעקב אחר עצמים נעים המבצעים תמרונים בו-זמניים.

משימה זו מהווה נדבך מורכב יותר ממשימת "Victus Nox" של חיל החלל מ-2023, שבה לוויין שוגר 27 שעות לאחר קבלת הפקודה. בעוד משימת Victus Haze כללה במקור שימוש בטיל Alpha של חברת Firefly, לאחר כשל בשיגור הוחלף המשגר במשגר Falcon 9 של SpaceX.

"הדגמה זו תכין בסופו של דבר את חיל החלל לספק כוחות עתידיים לפיקודים הקרביים, כדי לבצע פעולות מהירות בתגובה לתוקפנות של יריב במסלול סביב כדור הארץ," מסר פיקוד מערכות החלל בהצהרה בעת הכרזתו על משימת Victus Haze בשנת 2024.



Artist's illustration of two satellites performing rendezvous and proximity operations in low-Earth orbit. Credit: True Anomaly

חלל

61. SpaceX שיגרה קפסולת החזרה ראשונה מסוג Starfall

23 ביוני 2026

SpaceX launches its 1st 'Starfall' reentry capsule in early morning Falcon 9 liftoff

ברת SpaceX שיגרה בהצלחה את קפסולת Starfall בטיסת הבכורה שלה – מערכת חדשה להובלת מטענים לחלל ולהחזרתם לכדור הארץ. השיגור בוצע באמצעות משגר Falcon 9 ממתחם השיגור SLC-40 שבתחנת החלל קייפ קנוורל בפלורידה. מדובר במשימת ההדגמה הראשונה מתוך לפחות שתי משימות מתוכננות.

מאפיינים טכניים: קוטר 3.1 מטר, גובה 0.75 מטר, מטען מרבי 1,000 ק"ג, ייעוד החזרת מטענים בלבד. אין יכולת להטסת אנשים.

הקפסולה כוללת:

- תא מטען ייעודי.
- מערכת בקרת ייצוב (Attitude Control).
- מגן חום מסיבי פחמן.
- מערכת גז דחוס (חנקן) לתמרוני ייצוב.

מאפייני ההפעלה: משוגרת באמצעות Falcon 9 או Falcon Heavy, חסרת מערכת הנעה עצמית, נשענת על המשגר לצורך הורדת המסלול, נוחתת באמצעות מצנחים באוקיינוס.

יישומים אפשריים: החזרת ניסויים מדעיים, ייצור תרופות וחומרים בתנאי מיקרו־כבידה, ייצור מתקדם במסלול, השבת רכיבים יקרי ערך מכדור הארץ.

פיתוח Starfall ממחיש את התרחבותה של SpaceX מעבר לשיגור לוויינים, אל תחום הלוגיסטיקה המסלולית (Orbital Logistics). קפסולות מסוג זה עשויות להפוך לרכיב מרכזי בכלכלה המתפתחת של מסלול נמוך סביב כדור הארץ, בכך שהן מאפשרות החזרה שגרתית של מוצרים וניסויים שיוצרו בחלל. יכולת נשיאה של עד טון מטען מעניקה ל־Starfall יתרון משמעותי בהשוואה לפתרונות קיימים, ועשויה לתמוך בעתיד הן ביישומים מסחריים והן במשימות ממשלתיות ומדעיות.



Render of Starfall capsule reentering Earth's atmosphere. (Image credit: SpaceX)

חלל

תקשוב ובינה מלאכותית

62. הודגם התקן זיכרון ספינטרוני המהיר פי 1000 מ־DRAM

20 במאי 2026

Laser-driven spintronic memory device switches 1,000 times faster than DRAM

חוקרים באוניברסיטת טוקיו ביצעו הוכחת היתכנות מעבדתית להתקן זיכרון ספינטרוני לא־נדיף שהדגים יכולת מיתוג בין מצבים מגנטיים יציבים בתוך כ־40 פיקו־שניות. המחקר פורסם בכתב העת Science.
ספינטרוניקה היא טכנולוגיה בה מידע לוגי מיוצג באמצעות מצב מגנטי של חומר ולא באמצעות מטען חשמלי. בניגוד ל־ DRAM, שבו כל יחידת מידע בינארית מיוצגת באמצעות מטען המאוחסן בהתקן מוליך למחצה קיבולי ודורש רענון מחזורי אחת לכ־64 מילי־שניות, בהתקן החדש יחידת המידע מיוצגת באמצעות מצב מגנטי יציב של נפח חומר בסדר גודל ננומטרי. כתוצאה מכך המידע נשמר גם ללא אספקת מתח רציפה ומתבטל הצורך ברענון מחזורי.
המוטיבציה למחקר נובעת ממגבלה בסיסית של המיחשוב המודרני. במערכות בינה מלאכותית, עיבוד אותות ומיחשוב עתיר ביצועים, חלק משמעותי מצריכת האנרגיה מוקדש להעברת נתונים בין יחידות העיבוד לבין הזיכרון. גישה בודדת לנתון בזיכרון עשויה לצרוך פי 10–100 יותר אנרגיה מפעולת חישוב בודדת. כתוצאה מכך, רוחב פס הזיכרון, ההשהיה, ההספק ופינוי החום הפכו למגבלות מערכתיות מרכזיות.
ההתקן מבוסס על מבנה שכבות ננומטרי של מנגן־בדיל Mn_3Sn בעובי של כ־ 10 ננומטר ושכבת טנטלום (Ta) בעובי של כ־5 ננומטר. במהלך פעולת הכתיבה מוזרם פולס זרם קצר דרך שכבת הטנטלום. האינטראקציה בין זרם האלקטרונים לבין המבנה האלקטרוני של שכבת ה-Ta יוצרת צימוד בין הספינים של האלקטרונים המוזרמים בממשק עם שכבת Mn_3Sn כך שמופעל מומנט מגנטי על הסידור המגנטי של נפח החומר המאחסן את הביט. כאשר צפיפות הזרם עוברת ערך סף מסוים, המערכת עוברת בין שני מצבים מגנטיים יציבים המייצגים את ערכי הביט. כלומר, פעולת המיתוג מתבצעת באמצעות שינוי מצב מגנטי של החומר ולא באמצעות טעינה או פריקה של מטען חשמלי.
החוקרים הדגימו מיתוג לא־נדיף בזמן של כ־40 פיקו־שניות. לשם השוואה, זמני גישה אופייניים ל־ DRAM נמצאים בתחום של כ־10–50 ננו־שניות. במהלך המיתוג נמדדה עליית טמפרטורה של כ־8 קלווין בלבד, נתון המצביע על כך שהמיתוג נשלט בעיקר על ידי דינמיקת הספין של החומר ולא על ידי חימום תרמי של נפח ההתקן. פולס הזרם הקצר נוצר מפולס לייזר בתחום התקשורת האופטית שמומר לפולס זרם חשמלי באורך של כ־60 פיקו־שניות, ופולס זה משמש למיתוג המצב המגנטי. הלייזר אינו כותב ישירות לזיכרון ואינו גורם למעבר תרמי. ההדגמה מצביעה על אפשרות עתידית לשלב ערוצי תקשורת אופטיים ישירות עם התקנים ספינטרוניים מהירים.
למרות שהמחקר מוצג כהדגמת זיכרון, המשמעות הטכנולוגית הרחבה יותר היא הדגמת רכיב מיתוג מגנטי אולטרה־מהיר הנשלט באמצעות פולסי זרם או פולסים אופטיים. לפיכך, הפוטנציאל העתידי של הטכנולוגיה אינו מוגבל לזיכרונות לא־נדיפים. אם תבשיל לייצור מעשי, ניתן יהיה לבנות באמצעותה רכיבי לוגיקה ספינטרוניים, ארכיטקטורות עיבוד־בזיכרון, מאיצי בינה מלאכותית, התקני עיבוד אותות, רכיבי RF ניתנים לתכנות, ממשקי פוטוניקה־אלקטרוניקה ורכיבי מחשוב עתירי ביצועים.
רמת המוכנות הטכנולוגית הנוכחית של ההתקן מוערכת ב־TRL 3–4 מאחר ומדובר בהוכחת היתכנות של רכיב יחיד במעבדה. ביגור הטכנולוגיה והגעה למוכנות ייצור בעלות תחרותית מול DRAM, Flash ו־MRAM, אם תתרחש, עשויה לקחת 15– 20 שנים. היישומים הצבאיים הראשונים צפויים להופיע במערכות שבהן עלות החומרה משנית ביחס לביצועים, להספק ולפינוי החום. המועמדים הסבירים ביותר הם מערכות לוחמה אלקטרונית אסטרטגיות, מערכות מודיעין אותות רחבות־פס, מכ"מי AESA מתקדמים, מחשבי משימה מוטסים, לווייני מודיעין, ומרכזי עיבוד מודיעין מבוססי בינה מלאכותית. במערכות אלו, מגבלות הזיכרון ותנועת

הנתונים הופכות בהדרגה לגורם מגביל לא פחות מכוח החישוב עצמו. אם הטכנולוגיה תאפשר בעתיד עיבוד־בזיכרון או שילוב הדוק בין תקשורת אופטית, זיכרון ועיבוד, היא עשויה להפחית את צריכת ההספק, להקטין את ההשהיה ולהגדיל את קצב עיבוד המידע במערכות עתירות נתונים. לעומת זאת, פלטפורמות זולות ומתכלות כגון רחפנים חד־פעמיים וחימוש משוטט צפויות לאמץ טכנולוגיה כזו רק לאחר ירידת עלויות משמעותית וייצור המוני.

תקשוב ובינה מלאכותית

63. דארפא מעוניינת לפתח CODEC אוניברסלי

8 ביוני 2026

One Decoder for All Battlefield Networks: DARPA Moves Toward Universal Codec

דארפא שואפת לפתח מקודד-מפענח (CODEC) אוניברסלי שיאפשר למכשירי רדיו, לווויינים ורשתות נתונים צבאיות להתאים את האופן שבו הם מגנים על שידורים מפני שגיאות. בהודעה מיוחדת, הכריזה הסוכנות על תוכנית LUC - Leveraging Universal Codecs, שמטרתה לפתח זוג מקודד-מפענח מהדור הבא, שיוכל להסתגל לשיטות שונות לזיהוי ותיקון שגיאות במהלך העברת נתונים.

המאמץ מתבסס על מחקר קודם של דארפא בנושא ניחושים של פענוח רעשים אקראי מתווסף (GRAND-Guessing Random Additive Noise Decoding), המיישם הנדסה הופכית (RE) של הפרעות בערוץ שידור כדי לשחזר את האות המקורי. במסגרת תוכנית LUC, מפענח מבוסס GRAND ישודך למקודד אדפטיבי חדש המסוגל לבחור אוטומטית את שיטת ההגנה מפני שגיאות היעילה ביותר בהתבסס על תנאי האות וסדרי עדיפויות של המשימה בזמן אמת.

דארפא מסרה כי הגישה יכולה לשפר את יעילות רוחב הפס, להקשות על ניצול שיטות קידוד גמישות ולאפשר מעבר אמין יותר של נתונים בין מערכות תקשורת צבאיות שונות. הסוכנות מתכננת לשמור על תוכנית LUC ללא סיווג כדי להפוך את הטכנולוגיה שתתקבל לנגישה יותר למשתמשים צבאיים ומסחריים כאחד. עם זאת, המאמץ יפעל תחת מעטפת "מידע לא מסווג מבוקר", שתאפשר לסוכנות לנהל פרטים רגישים עם הגנות אבטחה בסיסיות. חברות שייבחרו יהיו חופשיות לבחור באילו מערכות תקשורת הן משלבות את הקודק, אך הן צפויות להדגים כיצד הגישה שלהן תורמת לטכנולוגיה הרחבה יותר. דארפא הדגישה גם כי ההודעה המיוחדת מיועדת אך ורק לתכנון התוכנית ואינה מהווה עדיין קול קורא רשמי להצעות.

תקשוב ובינה מלאכותית

64. אנטנת תקשורת ללווויינים שתשלב חסינות וצריכת הספק נמוכה

8 ביוני 2026

New military satellite antenna blocks electronic warfare in space with 95% less power

הפנטגון מחפש דרכים חדשות להגן על תקשורת לווויינית צבאית מפני התקפות אלקטרוניות בחלל. במסגרת זו מהנדסי מעבדת לינקולן ב-MIT מפתחים מערכת אנטנות קלת משקל שנועדה לשמור על קישוריות גם במהלך ניסיונות שיבוש כבדים. הפיתוח נעשה עבור לווויינים במסלול נמוך סביב כדור הארץ, LEO, שבו קבוצות גדולות של לווויינים קטנים יותר דורשות חומרה קומפקטית וחסכונית באנרגיה. מפתחי האנטנה החדשה אומרים שהיא יכולה לספק יכולות עיצוב אלומה מתקדמות תוך שימוש בהרבה פחות חשמל בהשוואה למערכות קונבנציונליות.

לווויינים צבאיים מודרניים מסתמכים יותר ויותר על מערכי אנטנות אדפטיביים שיכולים לנתב אותות במהירות ולחסום הפרעות. מערכות אלו מסייעות למפעילים לשמור על תקשורת במהלך ניסיונות שיבוש עוינים. עם

זאת, אנטנות מערך פאזה מסורתיות צורכות כמויות גדולות של חשמל ודורשות חומרה מורכבת. התשובה של מעבדת לינקולן ב-MIT היא אנטנת מערך רפלקטיבי סורק הנקראת Hosted Nimble Beamforming Anti-Jam Reflectarray, או HoNi BAJR.

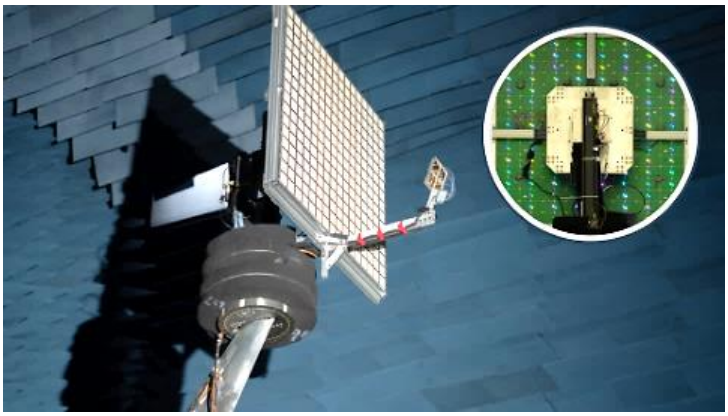
במקום להשתמש במגברים בכל רכיב אנטנה, התכנון מסתמך על משטח מחזיר קרינה עם רכיבים הנשלטים בנפרד. אותות נכנסים מוחזרים מהמשטח ומשנים פאזה לפני שהם נעים לעבר אנטנת הזנה נפרדת. תהליך זה מעצב ומכוון את הקרן תוך הפחתת מורכבות החומרה. מהנדסים מעריכים שתכנון כזה מפחית את צריכת החשמל בכ-95% בהשוואה למערכות מסורתיות, ושהממדים הקטנים יותר מאפשרים לאנטנה להתאים לפלטפורמות לוויינים קומפקטיות.

מערכת HoNi BAJR מתמקדת במידה רבה בביצועים נגד שיבושים. מערכים אדפטיביים בדרך כלל מנטרלים הפרעות על ידי יצירת NULLS, אשר מדכאים אותות המגיעים מכיוונים עוינים. במהלך הבדיקות במתקן RF של המעבדה, האבטיפוס הדגים יכולת סריקה בזווית רחבה. החוקרים אישרו גם שהאנטנה יכולה לפצל קרניים בין משתמשים מרובים עם פגיעה מינימלית באות.

הצוות גם ניסה לפתח אזורי דיכוי הפרעות רחבים יותר במקום להתמקד בנקודות חסימה בודדות. המהנדסים ניסו זאת על ידי עיצוב מחדש של אונות הצד של הקרן כדי להפחית הפרעות על פני אזורים רחבים יותר. גישה זו הניבה תוצאות מעורבות במהלך הבדיקות המוקדמות, מכיוון ששינויים קטנים באות השפיעו על בקרת אונות הצד. החוקרים מאמינים ששיטות כיול משופרות יוכלו לפתור חלק ניכר מחוסר היציבות.

הכיול מהווה כיום אחד המכשולים הטכניים הגדולים ביותר של הפרויקט. בניגוד למערכי פאזה קונבנציונליים, למערכי רפלקטיביים סורקים אין היסטוריה מבצעית נרחבת במערכות לוויינים צבאיות. מהנדסים עדיין צריכים לקבוע כיצד למדוד ולפצות במדויק על עיוותי אות באנטנה. חוקרים אומרים כי כיול מדויק ישפר את היגוי הקרן, דיכוי ההפרעות ואת ביצועי המערכת הכוללים. המעבדה ממשיכה גם לחקור היכן מערכים רפלקטיביים מתאימים בצורה הטובה ביותר לארכיטקטורות צבאיות עתידיות. ממצאים ראשוניים מצביעים על כך שהטכנולוגיה פועלת היטב בפעולות אלומה מתוזמנות, חלליות בעלות הספק מוגבל וסביבות עם הפרעות מתמשכות אך פחות דינמיות.

עבודה עתידית תשפר את טכניקות עיצוב האלומה, תשפר את הליכי הכיול ותחקור מקרי שימוש תפעוליים עבור טכנולוגיית האנטנה.



אבטיפוס של האנטנה

[תקשוב ובינה מלאכותית]

65. חברת נורתרופ פיתחה שבב GaN חדש לתקשורת בתחום W

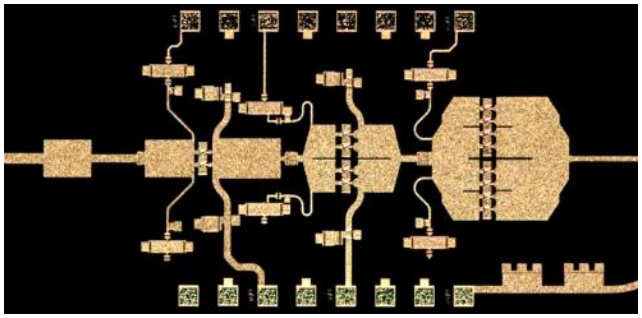
12 ביוני 2026

Northrop Develops GaN Microchip That Acts Like 'Brain' to Enhance Wireless Signals
https://nextgendefense.com/northrop-gan-microchip-signals/

חברת נורתרופ מקדמת שבב חדש של גליום ניטריד (GaN) שנועד לפעול כמו "מוח" זעיר, ולשפר את העוצמה, יחס האות לרעש ורוחב הפס של אותות אלחוטיים. ההתקן, שנבנה עבור יישומים צבאיים ומסחריים, פועל בתחום W של הספקטרום: 75-110 GHz , ומאפשר שידור וקליטה של נתונים בקצב גבוה בתדרים גבוהים מאוד. ההתקן תומך בתקשורת לוויינים, וגם תואם לדרישות קישוריות ברשתות G5 ו-G6.

הפיתוח והעברה לייצור בוצעו תוך פחות משישה חודשים. נעשה שימוש בארכיטקטורה קומפקטית וזולה שנועדה להחליף מערכות גדולות עם צריכות אנרגיה גדולות, תוך שיפור יעילות ואמינות האות הכוללת בשאיפה לספק ללוחמים תקשורת מאובטחת ורגישה יותר, ולאפשר ערוצי קשר נתונים מהירים ויציבים יותר בסביבות מורכבות.

השבב פותח במפעל המוליכים למחצה של נורתרופ גרומן בקליפורניה בשיתוף פעולה עם חממת Microelectronics Commons California DREAMS Hub, במימון משרד תת-שר ההגנה למחקר והנדסה, כיוזמה משותפת של התעשייה, הממשלה והאקדמיה.



High-frequency GaN microwave chip. Image: Northrop Grumman

תקשוב ובינה מלאכותית

66. מטוסי ביון ישלטו בכטב"מים כדי להרחיב יכולות איסוף מודיעין

19 ביוני 2026

RC-135 Rivet Joints Could Control Drones To Drastically Expand Collection Capabilities

מטרת הפיתוח: חברת L3Harris מקדמת יכולת שתאפשר למטוסי הביון והמודיעין RC-135 Rivet Joint לשלוט בכלי טיס בלתי מאוישים ולשלבם כחלק ממערך איסוף מודיעין, לוחמה אלקטרונית ושליטה ובקרה.

יכולות מתוכננות:

- שילוב מאויש–בלתי מאויש (Manned–Unmanned Teaming)
- שליטה ברחפנים ממטוס RC-135.
- קישורי נתונים מאובטחים.
- איסוף מודיעין משולב.
- הרחבת טווחי הפעולה והחיישנים.

יישומים מבצעיים:

- מודיעין אותות (SIGINT).
- איכון משדרים באמצעות טריאנגולציה.
- חדירה לאזורי A2/AD באמצעות רחפנים.
- לוחמה אלקטרונית.
- ממסרי תקשורת.
- הפעלת נחילי רחפנים.

תשתיות תומכות:

- שדרוגים מחזוריים של חומרה ותוכנה לכל מטוס.
- קישורי נתונים מאובטחים להעברת מידע ושליטה.
- בינה מלאכותית לסיוע למפעילים ולהפחתת עומס העבודה.
- לוחמה אלקטרונית קוגניטיבית, עם יעד עתידי של התאמה אוטונומית בזמן אמת.

יתרונות מבצעיים:

- הרחבת טווח האיסוף מעבר לאופק החיישנים של המטוס.
- צמצום הסיכון למטוסים מאוישים באזורים מאוימים.
- שיפור דיוק האיכון באמצעות מספר פלטפורמות.
- גמישות בהפעלת חיישנים, לוחמה אלקטרונית ותקשורת.
- מעבר מפלטפורמת מודיעין ייעודית למרכז שליטה אווירי רב-משימתי.

משמעות אסטרטגית: התוכנית משקפת מגמה רחבה של שילוב פלטפורמות מאוישות ובלתי מאוישות גם בתחום מטוסי המודיעין האסטרטגיים. אם היכולת תמומש, מטוסי RC-135 יוכלו להרחיב משמעותית את טווח האיסוף ואת שרידותם באמצעות הפעלת רחפנים קדמיים, ובמקביל לשמש כמרכזי שליטה אוויריים המנהלים רשת של חיישנים, פלטפורמות בלתי מאוישות ומערכות לוחמה אלקטרונית.

[תקשוב ובינה מלאכותית]

67. חיל החלל האמריקני פורס מערכת המיועדת לסנוור לווייני אויב

6 ביולי 2026

[Space Force deploys weapon to blind enemy satellites]

חיל החלל האמריקני הפך ליחידה לוחמת כמו החילות האחרים בצבא ארה"ב כאשר הוסיפו את מערכת "Meadowlands" למערך הקרקעי של נשק חללי שתפקידו, לסנוור, לבלבל ולהשמיד איומים בחלל על ידי שימוש בקרינה אלקטרומגנטית.

ב- 8 ביוני 2026 נמסרה לפיקוד הלחימה של חיל החלל מערכת Meadowlands Counter Communications System (CCS) אשר פותחה על ידי חברת L3Harris Technologies במסגרת הפעילות של Combat Mission Systems Support. המערכת תופעל על ידי היחידה הנקראת Space Delta 3 (DEL-3) - Space Electromagnetic Warfare. התחזוקה והתמיכה תתבצע על ידי System Delta 89. מספר המערכות אמור להגיע ל 32.

Meadowlands היא מערכת המותקנת על נגררים וניתנת להטסה על C-130 Hercules או מטוסי מטען גדולים יותר. במערכת עושים שימוש בשתי אנטנות לתקשורת לווינית הכוללות מספר ערוצים (multi band) ופולריזציה כפולה (dual-polarization), מגברים מתקדמים עם רעש נמוך, מגברי הספק ויחידת antenna photonics. המערכת החדשה היא הרבה יותר קומפקטית מהמערכת הידועה הקודמת CCS Block 10.2 משנת 2020. כדי לשנע אותה כללה המערכת 23 מארזים לעומת שבעה מארזים הנדרשים למערכת Meadowlands.

התפקיד העיקרי של המערכת הוא לשבש את הפעילות של לווינים ומערכות נוספות בחלל בעזרת קרינה אלקטרומגנטית. לא מדובר בנטרול איומים בחלל על ידי השמדה פיזית, אלא ע"י גרימת נזקים בלתי הפיכים בתפקוד הלוויין כמו שיבושים במערך התוכנה, או פגיעה בחומרה אלקטרונית, וכל זה ללא יצירת שברים בחלל.
המערכת מצליחה לפגוע בלווינים על ידי שיבוש האותות הנשלחים מהקרקע על ידי שיגור אותות בהספק גבוה מהקרקע אל אנטנות הקליטה של הלוויין בתחום תדרי התקשורת המתאימים. כתוצאה מכך אין הלוויין יכול לקבל מהקרקע אותות פיקוד, לעבד נתונים קריטיים או לטפל בזרימת המידע שלווינים בימינו מתבססים עליו.
המערכת גם מסוגלת לשבש אותות מהלוויין לקרקע ע"י התערבות ישירה בעזרת קרינה אלקטרומגנטית בתחנות הקרקע, בטרמינלים או במשתמש הסופי ובכך למנוע תקשורת טקטית, הזנת נתונים וצילומים המגיעים מהלוויינים. בנוסף מסוגלת המערכת להטעות את מערכות האויב על ידי שיחזור מבנה הגל האלקטרומגנטי המורכב שבו משתמשים במערכי תקשורת לווייניים אזרחיים וצבאיים. הכוונה היא שהמערכת יכולה לייצר חבילות נתונים אשר מטעות מערכות קליטה אוטומטיות, מפעילות מערכות השמדה עצמית או פוגעות בעוצמת האותות עד שהתקשורת מתנתקת.
הטכנולוגיה גם מאפשרת יצירת "אזורים שקטים" על פני אזורים גיאוגרפיים שנבחרו מראש, זאת על ידי סנוור לווייניים הנותנים התרעה מוקדמת, לווייני תצפית ולווייני מעקב. על ידי הסתרה של מערך המכ"ם ומערכת ההתרעה של הלוויין, מתאפשרת פעילות של מטוסים, אוניות וכלי רכב באזור שבו לא מגלים אותם.
יכולות אלה הודגמו בצורה דרמטית במהלך התקיפה האווירית האמריקנית על מתקני הגרעין של איראן ב 22 ביוני 2025. במהלך התקיפה שהוביל פיקוד המרכז בתיאום עם הפיקוד האסטרטגי, פיקוד החלל וחיל החלל נעשה שימוש בלוחמה אלקטרונית אשר נטרלה שטח גדול של איראן. אזור "שקט" זה איפשר לשבעה מפציצים חמקנים B-2 לטוס במשימת ההפצצה של מתקני הגרעין, משימה שנמשכה 36 שעות הלוך וחזור מבסיסם במיזורי בארה"ב. זאת בפעולה אווירית משותפת שכללה 125 מטוסים נוספים (F Raptor, F-35 Lightning II, F-15 , F-16 Fighting Falcons-22). בתקיפה גם השתתפו טילי שיוט טומהוק ששוגרו מצוללת של חיל הים האמריקני.



Meadowlands anti-satellite weapon

תקשוב ובינה מלאכותית

68. קליטת שידורי ווידאו של רחפני אויב מאפשרת חשיפת מיקומם המדויק

14 ביולי 2026

Own Video to Hunt It Down

פלטפורמת תוכנה חדשה שפותחה באסטוניה מסוגלת להפוך את רחפני האויב ל"מקור מודיעין" נגדם, באמצעות ניצול שידורי הווידאו שלהם שנקלטים לצורך חשיפת מיקומם. המערכת, שפותחה על ידי חברת Farsight Vision מטאלין, נקראת FSV Localizer. היא מסוגלת לקבוע את מיקומו הגיאוגרפי של רחפן עוין בתוך שניות, באמצעות השוואת תמונת הווידאו החיה שהוא משדר למפות שטח מפורטות של העולם האמיתי.

לאחר מכן המערכת משחזרת את מסלול הטיסה של הרחפן, שלב אחר שלב, ומאפשרת למפעילים לאתר הן את מיקומו הנוכחי והן את מיקומיו הקודמים, וכל זאת ללא צורך בחומרה ייעודית.
השימוש במערכת פשוט יחסית: המפעיל מגדיר אזור חיפוש על גבי מפה דיגיטלית ומחבר אליה את זרם הווידאו שיורט. לאחר מכן סורקת המערכת את תוואי הקרקע, מאתרת את ההתאמה בין התמונה למפה ומחשבת את הקואורדינטות המדויקות של הרחפן.

בניית מערכת מודיעין גיאו–מרחבית

FSV Localizer הוא התוספת האחרונה לפלטפורמת המודיעין הגיאו-מרחבי של Farsight Vision שנועדה להרחיב את יכולות קבלת ההחלטות המהירה בסביבות לחימה עצימות.
מוקדם יותר השנה הציגה החברה יכולת נוספת, המאפשרת למפעילים לזהות מראש אזורי תקשורת חזקים וחלשים עוד לפני שיגור רחפנים, ובכך להימנע מאזורים שבהם עלולים להיווצר "שטחים מתים" מבחינת קליטת האות. שתי הטכנולוגיות יחד נועדו לשפר את המודעות המצבית ולהאיץ את תהליך קבלת ההחלטות של הכוחות בחזית, גם בתנאי לחימה שבהם קיימת הפרעה משמעותית לתקשורת.
לדברי החברה, "בלוחמה המודרנית, שידור וידאו שיורט מרחפן הוא הרבה יותר מסתם תיעוד – הוא מקור מודיעיני, אם יודעים כיצד לפענח אותו".

תקשוב ובינה מלאכותית

69. פתרונות מודולריים ללוחמה אלקטרונית עבור כלי שיט מאוישים ובלתי מאוישים

13 ביולי 2026

US Defense Innovation Unit Launches Maritime Electronic Warfare Challenge
יחידת החדשנות הביטחונית של ארצות הברית (DIU) השיקה את תחרות Specular MIST במטרה לאתר פתרונות מודולריים ללוחמה אלקטרונית ולחישה, המיועדים להתקנה על כלי שיט מאוישים ובלתי מאוישים. התחרות מתקיימת בשיתוף משרד היכולות המהירות של מחלקת הצי (Department of the Navy Rapid Capabilities Office) ומרכז הלוחמה במידע של הצי באזור האוקיינוס השקט (Naval Information Warfare Center Pacific). היקף הפרסים הכולל עומד על חמישה מיליון דולר, והחברות שייבחרו עשויות להמשיך להסכמי פיתוח אבטיפוס, לניסויים נוספים או לחוזי רכש. לפי דרישות התחרות, הפתרונות צריכים להיות מודולריים, מתאימים להתקנה על מגוון פלטפורמות ימיות, קטנים מספיק לשילוב בכלי שיט בלתי מאוישים, עמידים בחום, ברעידות ובתנאי סביבה ימיים, וכן ניתנים להפעלה מרחוק.
התחרות מתמקדת בשלושה תחומים טכנולוגיים. התחום הראשון עוסק במדמי מכ"ם לאימונים ימיים, שנועדו לשחזר אותות מכ"ם מורכבים של כלי שיט בתנועה לצורך אימון בתרחישים מציאותיים. לפי דרישות התחרות, על המערכת להביא בחשבון את תנועת כלי השיט כדי לשמור על כיוון נכון של האנטנה.
התחום השני עוסק בתקיפה אלקטרונית, במסגרתו נדרשת מערכת המסוגלת לזהות באופן אוטונומי מספר אותות בתדרי רדיו ולהפעיל שיבוש מסתגל בזמן אמת, ללא צורך בקלט רציף של מפעיל. התחום השלישי מתמקד במעקב אלקטרוני פסיבי, שבו המערכת מנטרת ומעבדת את הסביבה האלקטרומגנטית מבלי לשדר, תוך יכולת להריץ תוכנה ממשלתית ולהגן על הנתונים במהלך אחסונם והעברתם.
התחרות משקפת את הדרישה לשלב יכולות לוחמה אלקטרונית וחישה בפלטפורמות ימיות מגוונות, ובהן גם כלי שיט בלתי מאוישים. בנוסף, הדרישות להפעלה אוטונומית של פונקציות מסוימות, לעבודה בתנאי ים ולהתקנה על מגוון פלטפורמות ממחישות את הכיוון שאליו מכוונים מאמצי הפיתוח בתחום. הכתבה מציינת גם כי במסגרת התחרות נדרשים המשתתפים להציג יכולת לייצר בין יחידה אחת ל-300 יחידות, החל משישה חודשים לאחר סיום התחרות, נתון המעיד כי לצד הפיתוח הטכנולוגי נבחנת גם היכולת לייצור בהיקפים גדלים.

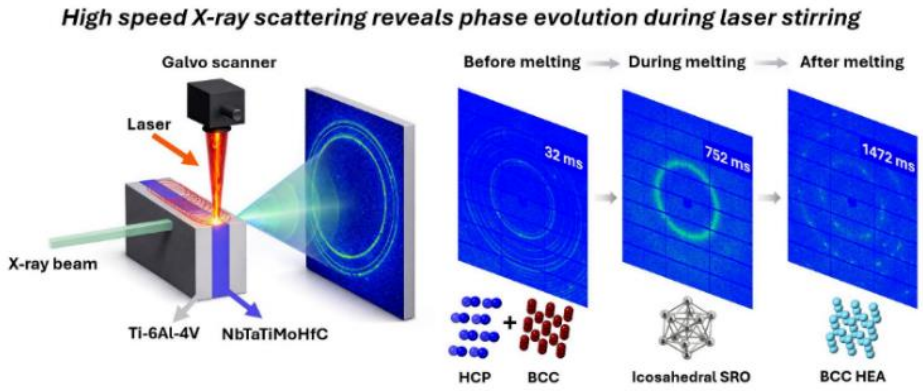
תקשוב ובינה מלאכותית

טכנולוגיות

70. שיטה חדשה ליצירת סגסוגות מיוחדות בהדפסה

4 ביוני 2026

NIST Researchers Discover a New Way to Whisk Alloys Together with Lasers



One of the most challenging parts of this research was developing a way to see what was happening inside the metal on the atomic level as it cooled. For this research project, NIST pioneered a way to do just that using X-ray diffraction, a method where X-rays are passed through the metal, bouncing off some of the atoms. Then the X-ray patterns on the other side are analyzed to determine how the atoms are arranged. Credit: F. Zhang/NIST

חוקרים מהמכון הלאומי לתקנים וטכנולוגיה (NIST) פיתחו שיטה לערבוב מתכות במהלך הדפסת תלת-ממד בשיטת "היתוך מצע אבקה בלייזר" (laser powder bed fusion). השיטה מיועדת ליצירת סגסוגות של אנטרופיה גבוהה (HEAs - high-entropy alloys), המורכבות בדרך כלל מחמישה מרכיבים מתכתיים בשיעור של כ-20% כל אחד. סגסוגות אלו מציבות אתגר הנדסי מכיוון שהבדלים בצפיפות, בנקודות ההתכה, במתח הפנים ובתכונות תרמו-פיזיקליות גורמים להן להיפרד בדומה לשמן ומים, מה שיוצר מבנה לא אחיד ומחליש את החומר. הצוות פיתח תוכנת בקרה ייעודית למדפסת. במקום התנועה הליניארית המקובלת בתוכנות מסחריות, התוכנה החדשה מנחה את קרן הלייזר לנוע במסלול של "לולאות" (loop-the-loops) תוך כדי היתוך אבקת המתכת. תנועה זו מייצרת "שלולית" מותכת זעירה ופועלת כערבול אקטיבי הממזג את המתכות ברמה האטומית לפני התמצקותן, בשבריר שנייה.

לאימות הטכנולוגיה, החוקרים שילבו סגסוגת בשם RHEA-19 עם סגסוגת טיטניום קלה, בשיטת הלולאות. כדי למדוד את השינויים במבנה השתמשו במתקן Advanced Photon Source (APS) במעבדה הלאומית ארגון. מתקן זה הוא סינכרוטרון טבעתי המפיק קרני X עוצמתיות. הקרניים עברו דרך המדגם, והפוטונים הוסטו על ידי אטומי המתכת בהתאם לסידורם המרחבי.

באמצעות X-ray diffraction, החוקרים ניתחו את דפוסי הקרינה כדי לצפות בשינויים המבניים בזמן אמת, ולאחר מכן אימתו את התוצאות באמצעות מיקרוסקופ אלקטרונים.

בעתיד, טכניקה זו עשויה לאפשר "סגסוגות לפי דרישה" (Alloys on Demand). בדומה למדפסת דיו משרדית המערבבת ארבעה צבעי יסוד, תהליך זה יוכל לשלב אבקות מתכת בסיסיות ישירות במדפסת, ליצירת הרכבים רצויים.

בין היישומים הפוטנציאליים: הדפסת חלקים בעלי הרכב משתנה (כגון להבי טורבינות סילון) ללא צורך בריתוך, מה שיאפשר להימנע מיצירת נקודות תורפה מבניות.

מאמר מדעי

טכנולוגיות

71. חיקוי מנגנוני ניווט של דבורים מאפשר לרחפנים לנווט ללא GPS

8 ביוני 2026

Honeybee trick helps drones fly home without GPS

צוות חוקרים בראשות אוניברסיטת דלפט (TU Delft) בהולנד פיתח מערכת ניווט בשם Bee-Nav, המאפשרת לרחפנים קלי-משקל לנווט ולחזור לנקודת המוצא שלהם באופן אוטונומי ללא הסתמכות על GPS או מערכות מיפוי עתירות משאבים. המערכת מחקה מנגנונים ביולוגיים של דבורים, אשר למרות מוחן הזעיר מסוגלות לנווט למרחקים של 3 ק"מ בדיוק רב. הטכנולוגיה החדשה דורשת זיכרון של 42 קילובייט בלבד, ועושה שימוש ברשתות עצביות הקטנות פי אלפים מאלו המשמשות במערכות בינה מלאכותית מודרנית.

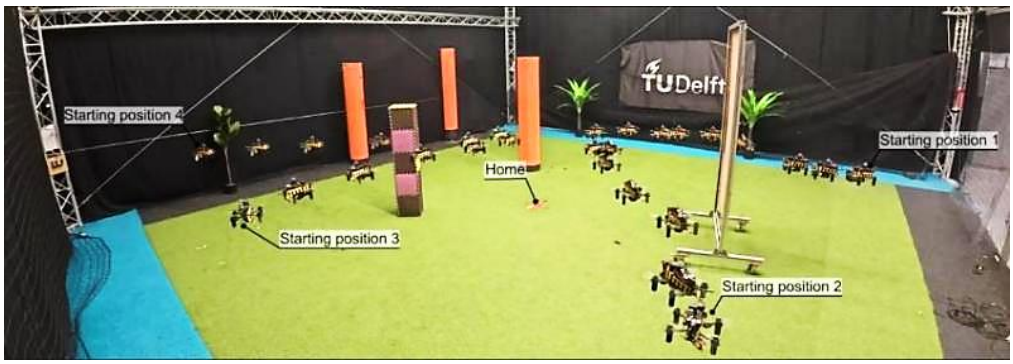
יכולת הניווט של דבורים מבוססת על שילוב של אודומטריה, המאפשרת להן להעריך מרחק וכיוון על סמך רמזי תנועה עצמיים, יחד עם זיכרון חזותי הנרכש במהלך "טיסות למידה" סביב הכוורת. מערכת ה-Bee-Nav מחקה זאת; הרחפן מבצע בתחילת דרכו טיסת סיור קצרה סביב נקודת המוצא, במהלכה הוא לוכד תמונות פנורמיות המעובדות על ידי רשת עצבית המאומנת להעריך את הכיוון והמרחק חזרה.

בניסוי הוכח כי רשת עצבית של 3.4 קילובייט בלבד הספיקה לניווט מוצלח, כאשר הרחפן ניתח מראות פנורמיים כדי להתאים את מהירות טיסתו, תוך האטה ככל שהתקרב ליעד.

בניסויים רחבי היקף שנערכו בהולנד, רחפנים טסו למרחק העולה על 600 מטרים וחזרו בהצלחה לנקודת המוצא תוך שימוש ב-42 קילובייט זיכרון. בעוד שבסביבות פנימיות כגון האנגרים למטוסים המערכת השלימה כל ניסוי בהצלחה, בסביבות חוץ בתנאי רוח ירדו שיעורי ההצלחה ל-70% בקירוב, מאחר שנטיית הרחפן כתוצאה מהרוח שינתה את שדה הראייה שלו ופגעה בזיהוי החזותי. פיתוח עמידות להשפעות סביבתיות אלו מהווה יעד מרכזי לעתיד.

הטכנולוגיה צפויה להיות שימושית בחקלאות מדויקת, בפיקוח תעשייתי ובתפעול נחילים, שבהם משקל, צריכת כוח מיחשוב וזמינות GPS הם אילוצים קריטיים.

מאמר מדעי בכתב העת נייצ'ר



After a learning flight, the Bee-Nav drone is able to travel back from different location inside the learnt area to the home location – the robot does not need to see the home, as learning is based on odometry. Delft Uni. of Technology - Micro Aerial Vehicles Lab

טכנולוגיות

72. ב-MIT פיתחו מערכת AI המעניקה לרובוטים זיכרון לטווח ארוך ע"י מעקב אחר אובייקטים

18 ביוני 2026

New AI Gives Robots Something Close to Memory in Real Time

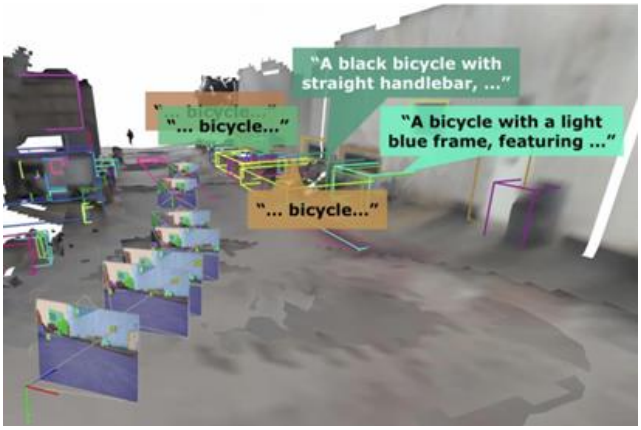
חוקרים ב-MIT פיתחו מערכת הנקראת DAAAM – (Describe Anything, Anywhere, at Any Moment), המעניקה לרובוטים זיכרון לטווח ארוך על ידי מעקב אחר אובייקטים ומיקומים בשילוב עם נתוני זמן. המערכת הופכת הזנת וידאו ממצלמת עומק, הלוכדת תמונות צבע ומרחק, ל-"4D scene graph" – מסד נתונים מתעדכן המקצה לכל אובייקט ומקום תיאור כתוב, מיקום במרחב תלת-ממדי וחותמת זמן.

המערכת עוקבת אחר אובייקטים בקצב המלא של המצלמה, העומד על 10 פריימים לשנייה, היא פותרת את האיטיות של מודל הבינה המלאכותית לתיאור אובייקטים באמצעות טכניקת batching, המקבצת אובייקטים ומעבדת אותם בבת אחת בשרשור נפרד. דבר זה מקנה מהירות גדולה פי עשר בהשוואה לגישות סטנדרטיות, ומאפשר פעולה בזמן אמת. לאחר בניית המפה, סוכן בינה מלאכותית נפרד מאפשר חיפוש בזיכרון באמצעות שפה טבעית, מה שמאפשר מענה לשאלות מורכבות על זמני תצפית או שינויים באובייקטים.

בבדיקות מול שיטות מתחרות על מדדי שאלות-תשובות בקנה מידה גדול, המערכת DAAAM הציגה דיוק גבוה יותר בתיאור אובייקטים ובציון מיקומים, ובמבחני ניווט שבהם נדרש הרובוט להגיע לרצף מיקומים שתוארו בשפה טבעית, היא השלימה משימות בהצלחה גדולה בכ-28% לעומת השיטה הבאה בטיבה.

עם זאת, בשלב זה המערכת נתקלת במגבלות הכוללות שגיאות בזיהוי אובייקטים חריגים כתוצאה מהסתמכות על הנחות, מהירות שאינה מספקת עבור רחפנים או משקפי מציאות מדומה, וקושי בדיוק בסביבות סימולציה דיגיטליות, שכן היא אומנה רק על תמונות מהעולם האמיתי. בנוסף, נדרשות אסטרטגיות לסיכום מידע כדי למנוע הצטברות נתונים בלתי מנוהלת לאורך זמן.

ביום מן הימים, טכנולוגיה כזאת עשויה לעצב מחדש את האופן שבו רובוטים פועלים בסביבות כמו רצפות מפעלים, בתי חולים או מחסנים. לעת עתה, מדובר במערכת מחקרית מוקדמת, אך קשה להתעלם משיפורי הביצועים שלה לעומת הגישות הקיימות.



MIT researchers have developed a long-term memory framework for robots that combines advanced map representations with rich descriptions of the environment. Here, a moving robot attaches detailed descriptions to the bicycles it sees at it explores. (Credit: MIT)

טכנולוגיות

73. בהשראת חדק של פיל יתאפשר תכנון משופר של רובוטים רכים

16 ביוני 2026

Elephant trunk skin reveals design that could reshape soft robotics



Digital microscope image of a small sample of an Asian elephant trunk dorsal skin showing the specific microstructure.
Credit: Soft BioRobotics Perception Lab, Istituto Italiano di Tecnologia

צוות חוקרים באיטליה בחן את המאפיינים הביומכניים של עור חדק פיל אסייתי במטרה להפיק לקחים עבור הדור הבא של רובוטיקה רכה מתקדמת. לצורך המחקר, נעשה שימוש בחדק שהתקבל מפרט בוגר אחד שמת מוות טבעי בגן החיות של ציריך בשנת 2020. החוקרים ביצעו חקירה מקיפה של 35 דגימות עור שנלקחו מכל חלקי החדק, תוך שימוש בשילוב של בדיקות ביו-מכניות, ניתוחים היסטולוגיים, מגוון טכניקות דימות ומידול חישובי. המחקר חשף כי עור החדק אינו הומוגני אלא מציג דיכוטומיה מבנית ותפקודית חדה בין הצד העליון לצד התחתון. העור בחלק העליון מתפקד כשכבת מגן קשיחה ודמוית שריון, המפגינה רמת קשיחות הגבוהה פי 3.14 מזו של העור בחלק התחתון. העור בחלק התחתון מאופיין בגמישות רבה ובמבנה המאפשר לו להתאים את צורתו לאובייקטים שונים, ובכך למקסם את שטח המגע וליצור אחיזה יציבה. מתחת לפני השטח של העור התחתון זוהו בליטות בעלות מבנה כיפתי; מידול של אלמנטים סופיים (Finite element modeling) העלה כי מבנים אלו פועלים כ"עדשות מכניות" המרכזות ומגבירות את המאמץ המכני ישירות בנקודות שבהן ממוקמים עצבי החישה.
על פי החוקרים, ארכיטקטורה זו מספקת תוכנית פעולה לתכנון תופסנים (grippers) רובוטיים ביו-מימטיים רב-חומריים, שיאפשרו הגנה חיצונית פסיבית על המערכת לצד יכולת הגברה של אותות מגע חלשים, וזאת בלי לחשוף את החיישנים העדינים לשחיקה מכנית.
מאמר מדעי

טכנולוגיות

74. בעזרת בקרה מבוססת AI רחפנים לומדים להשתחל דרך פתחים צרים

19 ביוני 2026

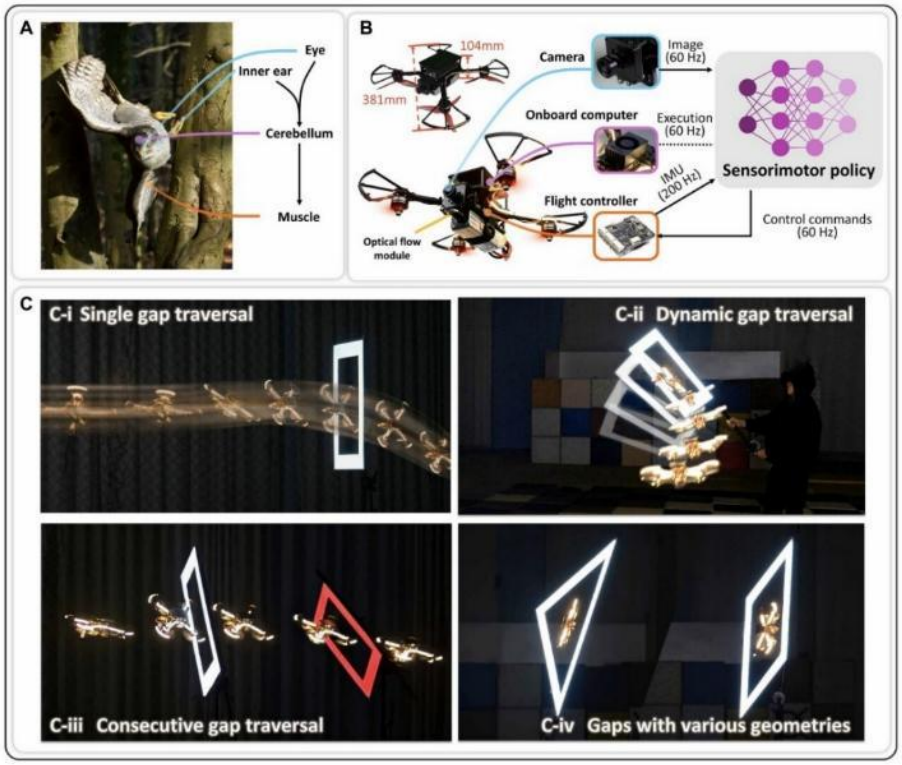
Drones learn to squeeze through narrow gaps using onboard AI control
צוות המחקר מאוניברסיטת ג'ג'יאנג בסין פיתח גישה חדשנית לניווט רחפנים במצבים מאתגרים, תוך התמקדות בבעיה המורכבת של מעבר "אגרסיבי" דרך פתחים צרים. במחקרם, שפורסם בכתב העת Science

Robotics, החוקרים הגדירו את אתגר הניווט תחת אילוצים גיאומטריים קשים, כאשר הרחפן נדרש לנצל הטיה זמנית של גופו ואת האסימטריה המבנית שלו כדי להשתחל דרך פתחים שרוחבם בקושי מאפשר מעבר.
הליבה הטכנולוגית של הפיתוח היא פעולה סנסו-מוטורית (sensorimotor policies) המבצעת מיפוי ישיר של מידע ויזואלי מחיישני ראייה מובנים ומידע פרופריוצפטיבי (proprioception) - מדידות פנימיות של כיוון, מהירות זוויתית ותאוצה, לכדי פקודות בקרה ברמה נמוכה (low-level control commands).
האימון בוצע באמצעות למידת חיזוק (RL - Reinforcement Learning) בתהליך של ניסוי וטעייה. כדי להתגבר על הקושי הטבוע במודל RL בחיפוש במרחב פתרונות מצומצם, החוקרים יישמו אסטרטגיית איתחול המשתמשת במסלולים שנוצרו על ידי מתכנן מבוסס מודל (model-based planner), ולאחר מכן ביצעו "זיקוק מדיניות" (policy distillation) מקצה לקצה בתוך סביבות סימולציה.
בניסויים, השיטה הוכיחה ביצועים גבוהים וחוזרים:

- **דיוק ויכולת**: רחפנים עברו בהצלחה דרך פתחים מלבניים עם מרווח של 5 ס"מ בלבד, כשהם מוטים בזוויות של עד 90 מעלות.
- **סביבה דינמית**: המערכת הצליחה לנווט דרך פתחים בתנועה ללא צורך באימון מוקדם על דינמיקה זו, ופעלה בהצלחה במסלולים הכוללים רצף פתחים צפוף.
- **עצמאות**: הניווט בוצע ללא צורך בידע מוקדם על מיקום או כיוון הפתח, בזכות עיבוד הנתונים בזמן אמת מהחיישנים המובנים.

הממצאים מצביעים על כך שניתן ליישם אסטרטגיות אלו ברחפנים מסחריים כדי להגביר את יכולת התמרון שלהם בסביבות עמוסות ומורכבות. יישומים פוטנציאליים כוללים חילוץ ניצולים בין הריסות, סריקה של חללים תעשייתיים סגורים כמו צנרת או מכרות שקרסו, וניווט בתוך פירי אוורור ומנהרות צרות.
מומלץ לצפות בסרטון המשולב בכתבה המקורית.

מאמר מדעי



Working principle and system implementation.
Credit: Wu et al. (Science Robotics, 2026).

טכנולוגיות

75. שיטה חדשה ליצירת נתכים חזקים במיוחד

22 ביוני 2026

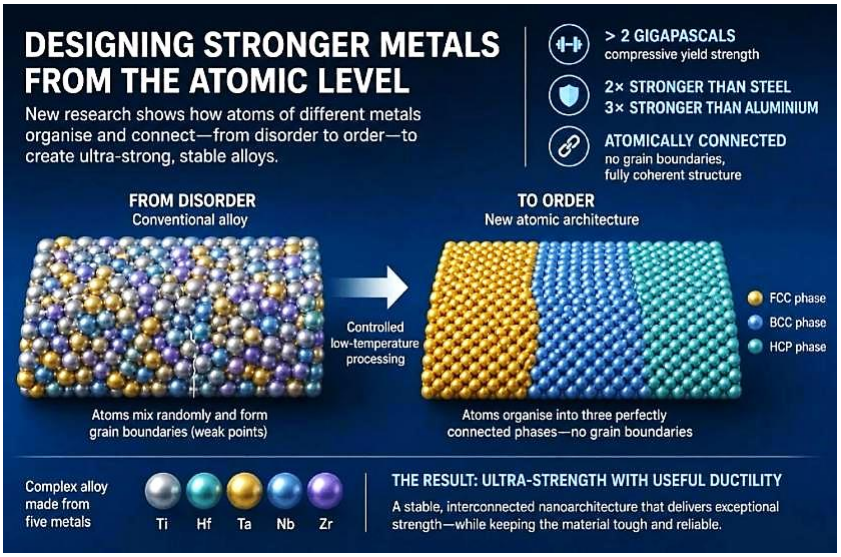
World-first "Super alloy" is 2x as strong as steel

חוקרים באוניברסיטת Monash מצאו שיטה מיוחדת ליצירת חומר מתכתי – נתך של מספר מתכות, בעל תכונות חוזק יוצא דופן: "RHEA" – Refractory High Entropy Alltoy.

לטענת החוקרים, בניגוד לשיטה המקובלת של התכת מתכות בחום גבוה, כאן נוצר נתך ע"י חימום איטי בטמפרטורה נמוכה – האטומים של המתכות השונות "מסתדרים" ליצירת מבנה חזק של ננו-גבישים. המתכות ששימשו בניסויים: טיטניום, האפניום, טנטליום, ניאוביום וצירקוניום. הנתך המתקבל חזק פי שניים מפלדה (חוזק לחיצה 2 ג'יגה פסקל) וגם גמיש – ניתן למתוח, לכופף וכו'.

המדענים צופים שהשיטה החדשה עשויה להביא לייצור של חומרים חדשים בעלי תכונות מיוחדות של חוזק. אלה יוכלו לשמש לפיתוח וייצור של מוצרים ומערכות בתחום האנרגיה, החלל וכיו"ב. בשלב הנוכחי מדובר במחקר בקנה מידה ראשוני.

המחקר פורסם ב-"Science"



Scientists have manufactured the first large, continuous piece of Refractory High-Entropy Alloy, which exhibits exceptional strength / Monash University

טכנולוגיות

76. "חליפת צלילה" מאפשרת ל"חרקי קיבורג" לתפקד מתחת למים

6 ביוני 2026

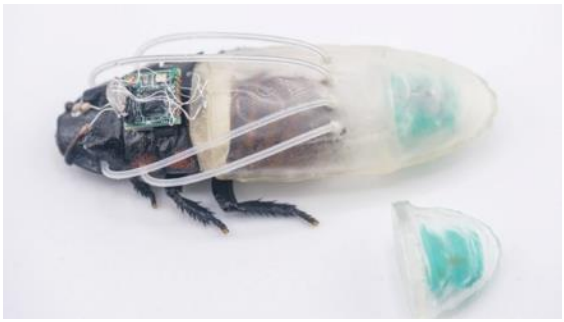
New 3D-printed diving suit allows cyborg cockroaches breathe underwater for three hours

חוקרים מהאוניברסיטה הטכנולוגית (NTU) בסינגפור ומאוניברסיטת ואסדה ביפן פיתחו "חליפת צלילה" מודפסת בתלת-ממד המאפשרת למקקים מסוג Madagascar hissing cockroach לנשום, לשרוד ולנוע מתחת למים למשך עד שלוש שעות. פיתוח זה נועד להפוך חרקים קיברנטיים ("קיבורגים") לכלים אמפיביים המותאמים למשימות חיפוש והצלה באזורי אסון מוצפים. עד כה, החרקים הקיברנטיים, המופעלים באמצעות "תרמיל" אלקטרוני וגירוי חשמלי של המחושים, לא יכלו לתפקד בסביבות רטובות בשל מבנה הנשימה שלהם, המבוסס על פתחים זעירים לאורך גופם הנקראים ספירקלות.

הפתרון ההנדסי מורכב ממערכת תומכת חיים כימית קלה וגמישה המיוצרת בטכנולוגיית הדפסת תלת-ממד. המערכת מבוססת על "תרמיל גב" בגודל של 10 על 10 מילימטרים. בתוך התרמיל נמצא ספוג זעיר המצופה במנגן דו-חמצני (manganese dioxide), המשמש כזרז לפירוק מי חמצן נוזליים המוכנסים למערכת. התגובה הכימית המבוקרת משחררת חמצן גזי, המוזרם ישירות לספירקלות של החרק באמצעות ארבע צינוריות סיליקון רכות, תוך יצירת אטימה מוחלטת בפני חדירת מים.

בניסויי מעבדה, החרקים המצוידים ב"חליפה" כזאת הוכיחו זריזות רבה; הם נעו במהירות של 87.5 מילימטרים לשנייה ביבשה, בעוד שמתחת למים מהירותם ירדה ל-78.4 מילימטרים לשנייה. הם הצליחו לנווט במסלולי מכשולים שכללו מנהרות מוצפות ותאים מלאים בפחמן דו-חמצני, בניגוד לקבוצות ביקורת ללא החליפה שטבעו תוך דקות.

חרקים קיברנטיים כבר סייעו בעבר במשימות הצלה לאחר רעידת אדמה בעוצמה של 7.7 בסולם ריכטר שהתחוללה במיאנמר. כשלב הבא, צוות המחקר מתכנן לשדרג את החליפה על ידי שילוב ישיר של מערכות ניווט וחיישנים תרמיים.



3D-printed suit for cyborg insects. NTU

[מאמר מדעי]

[טכנולוגיות]

77. סין: פיתוח סוללה גרעינית הפועלת אלפי שנים

8 ביולי 2026

[Chinese scientists build a nuclear battery that lasts thousands of years]

חוקרים סינים פיתחו סוללה גרעינית המבוססת על איזוטופ פחמן-14 ומתמר סיליקון קרביד (SiC). סוללות גרעיניות, הידועות גם כסוללות רדיו-איזוטופ, מפיקות חשמל באמצעות אנרגיה מדעיכת האיזוטופ הרדיואקטיבי בתוכן ומשמשות למשימות חלל כמו חלליות Voyager של נאס"א משנת 1977 ורכב המאדים Curiosity מ-2012, וכן ברכבי הירח הסיניים Chang'e-3 ו-Chang'e-4. המטרה הנוכחית היא ליצור סוללות קטנות, עוצמתיות ונגישות לשימושים תעשייתיים, המיוצרות באופן מקומי בסין.

בשנת 2024 פיתח הצוות דגם קודם בשם Candle Dragon-I או Zhulong-1, שסבל מהספק נמוך, אינטגרציה לקויה ועלויות גבוהות.

הסוללה החדשה, המכונה Qianjiyuan Tianshu, כוללת שדרוגים מרכזיים הכוללים מקור רדיואקטיבי מותאם טוב יותר, תכנון שכבתי תלת-ממדי החוסך מקום ומשפר אינטגרציה, מערכת ניהול מיקרו-הספק, חיישנים מובנים להפעלה עצמית, ושימוש במתמר סיליקון קרביד מתוצרת סין. דגם זה מנצל רק 22 אחוזים מהחומר הרדיואקטיבי בהשוואה לדגמים קודמים, אך מגדיל את ההספק פי 2.6 ללא שינוי במתח או ביציבות.

נפח הסוללה 16.8 סמ"ק, קטן ב-17 אחוזים לעומת הדגם הקודם. היא משתמשת ב-129 מילי-קירי של פחמן-14 ומספקת זרם של 0.713 מיקרו-אמפר במתח של 2.06 וולט, עם תפוקה מרבית של 1.13 מיקרו-ואט. שיפור משמעותי הושג בצפיפות ההספק הנפחית, שגדלה פי 15.

בשונה משיטות קונבנציונליות המשתמשות בחומרים תרמו-אלקטריים מגושמים להמרת חום, המערכת הזו פועלת בדומה לפאנל סולארי אך ממירה ישירות חלקיקי בטא מהדעיכה לזרם חשמלי באמצעות מוליך למחצה מסיליקון קרביד. מאחר שזמן מחצית החיים של פחמן-14 הוא 5,730 שנים, לסוללה יש אורך חיים אפקטיבי של אלפי שנים.



Qianjiyuan Tianshu, the carbon-14 isotope nuclear battery developed in China. tphuang/X

טכנולוגיות





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

