– בלמ"ס –



מאי 2026

מו"פ ביטחוני בעולם





מפא"ת
הופכים חזון לביטחון

מו"פ ביטחוני בעולם

ראו רשימת הידיעות בעמוד הבא

גיליון מאי 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 מאמר:

סקירה: טנקי המערכה העתידיים

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

תוכן העניינים

1. סקירה: טנקי המערכה העתידיים

כללי וארגון

2. קבוצת רנו נכנסת לתחום האמל"ח
3. היקף הייצוא הביטחוני של רוסיה ב-2025 הגיע ל-15 מיליארד דולר
4. ארה"ב: הצעת חוק להגבלת השימוש בבינה מלאכותית למטרות צבאיות
5. מאפייני הצמיחה המהירה של התעשייה הביטחונית באסטוניה
6. חברת Roketsan התורכית חונכת מתקני ייצור חדשים באנקרה
7. הצי האמריקני מגדיל באופן ניכר את תקציב רכש החימושים
8. האצת חדשנות והכנסת טכנולוגיות מתקדמות לשימוש מבצעי בצבא ארה"ב

יבשה

9. השבחת מערכת ההנעה של טנקי אברמס
10. לוקהיד מרטין פיתחה והדגימה משגר הלפייר מוסתר במכולה
11. סין מציגה נשק אישי אלקטרומגנטי בטכנולוגיית סליל
12. הצבא הסיני משביח טנקים ישנים ע"י הוספת מיגון אקטיבי
13. התעצמות פינית נוספת בתום"ת מתוצרת קוריאה הדרומית
14. צבא היבשה האמריקני: מכרז להחלפת מטולי רימונים 40 מ"מ
15. צבא היבשה מאיץ ייצור ורכש של פגזי 30 מ"מ נגד איומים ברוק"ק
16. אוקראינה, עמדה רוסית נכבשה ונלקחו שבויים ע"י כלים לא מאוישים
17. כרב"ם לוגיסטי הופך לכלי לחימה ע"י הוספת מערכת נשק
18. כרב"ם אוטונומי רוסי מניח מוקשים, יורה ומשגר רקטות
19. האיחוד האירופי מקדם את תוכנית הרק"ם FAMOUS 3 בהובלת Patria
20. חברה איטלקית פיתחה תחמושת ייעודית נגד רחפנים
21. צבא ארה"ב משקיע במערכת דימות תרמי עבור הרק"ם העתידי
22. פרויקט Flytrap 5.0 מעניק טכנולוגיות חדשות ללוחמי חי"ר
23. חימוש משוטט חכם חדש לטווח 100 ק"מ

אוויר והגנ"א

24. צי ארה"ב בוחן פיתוח טיל נגד קורנים וגם א"א
25. עניין בפיתוח חימוש אווירי חדש נגד קורנים
26. פרטי השדרוג של המטוס F-22 Raptor 2.0 נחשפים בדגם חדש
27. כטב"ם מטען חדש המותאם לפעול באזורי איום גבוה
28. הוצגו שני קונספטים למסוק עתידי
29. ארה"ב: נחשף טיל היפרסוני חדש HAVOC
30. הצצה למטוס הקרב הסודי F-47
31. כלי הטיס המשולב החדש של דארפא: X-76
32. מערכת הגנה אווירית וטילית צרפתית חדשה
33. החברה הטורקית Baykar מציגה כטב"ם תקיפה לטווח ארוך
34. מסוק Black Hawk עם יכולת הטסה מאוישת או לא מאוישת
35. ארה"ב: תוכניות של מערכות לייזר ללוחמה נגד טילי שיוט וכטב"מים
36. SPARTA: כטב"ם מודפס בתלת־ממד שעוצב לפי משוב חיילים
37. LOCUST X3 –מתחרה חדש במרוץ מערכות לייזר נגד כטב"מים
38. בריטניה מפתחת דרך חדשה להתמודדות עם איומי כטב"מים

39. הגברת ייצור מערכות VAMPIRE נגד כטב"מים
40. חא"א מחפש חיישנים אקוסטיים להגנה מפני רחפנים
41. ערכת טילים מאפשרת למטוסי קרב להפיל כטב"מים בעלות נמוכה
42. ג'נרל אטומיקס: כטב"ם ליירוט כטב"ם

ים

43. נחשף כצב"ם שנצמד לכלי שיט אחרים
44. צוללת תקיפה סינית חדשה בעלת הנעה גרעינית
45. חברה אמריקנית הציגה קונספט לכשב"ם אוטונומי
46. כשב"ם Magura מצויד ברחפני יירוט
47. צי ארה"ב בחר בצוללת אוטונומית כ"ספינת אם" לפיזור נחילי כצב"מים
48. מערכת נשק לייזר LOCUST הותקנה על נושאת מטוסים ויירטה כטב"מים בניסויים ימיים

חלל

49. תוכנית אמריקנית חדשה למעקב טילים מהחלל
50. מגנטומטר קוונטי בחלל עשוי לשמש חלופה ל-GPS
51. חללית בין־פלנטרית גרעינית הראשונה של נאסא
52. שינוי אסטרטגי משמעותי בתוכנית Artemis
53. בבריטניה הודגמה לראשונה הנעה רקטית המבוססת על היתוך גרעיני
54. הצלחה במשימת ירח ההיסטורית Artemis 2
55. ארה"ב: תוכנית להדגמת אנרגיה גרעינית בחלל עד 2031
56. תוכנית "כוח היעד 2040" של חיל החלל האמריקני

תקשוב ובינה מלאכותית

57. לראשונה: כונן קשיח לאחסון מידע במולקולות DNA
58. תקשורת לייזר בין מטוס ללוויין גיאו-סטציונרי, בקצבי ג'יגה-ביט לשנייה
59. המגבלות של בינה מלאכותית בגילוי חדשות כזב
60. זיהוי מפורט של ציוד צבאי בעזרת בינה מלאכותית
61. אזהרה מאיומי סייבר על קונסטלציות של לווייני LEO
62. בריטניה: אבטיפוס של מערכת ניווט קוונטית נבחן על רכבת
63. בינה מלאכותית עלולה לתת תוצאה פחות אמינה כאשר תתבקש לפעול כמומחה
64. חומרת AI לכלים אוטונומיים, בהשראת היעילות האנרגטית של מוח ביולוגי
65. קוריאה הדרומית: פריצת דרך בתקשורת תת-קרקעית

טכנולוגיות

66. סגסוגת חדשה לקירור מיחשוב קוונטי כתחליף להליום 3
67. חיישן חדש על שבב מאפשר לרובוטים "לראות" מרחק ומהירות בו זמנית
68. פיתוח מערכת ניווט לרחפנים זעירים, בהשראת עטלפים
69. נוירו-טכנולוגיות ישפרו תפקוד אנשי צבא הפועלים בתנאי לחץ
70. פותח תהליך הדפסה רב-חומרי מתקדם עבור רכיבים של הנעה רקטית
71. שרירים פנאומטיים לרובוטים, על בסיס מפעילים פולימריים, עם ביצועים יוצאי דופן
72. דארפא: פיתוח סוג חדש של לייזרים מוליכים למחצה עתירי הספק
73. דארפא השיקה פיתוח "יחידות עיבוד ביולוגיות" לתפעול מערכות צבאיות

1. סקירה: טנקי המערכה העתידיים

חלק א': דגמי הטנקים העתידיים ומגמות מתהוות בשריון

מאת: שמואל שמואל

הצגתו לציבור של הדגם החדש של הטנק אברמס (Abrams M1E3) בינואר 2026 מצטרפת לשורה ארוכה של מדינות שהציגו טנקים חדשים בעשור האחרון. בין המדינות שעשו זאת ניתן לכלול את רוסיה (Armata T-14), גרמניה (Leopard 2A8), בריטניה (Challenger 3), סין (Type 100) וצרפת (Leclerc XLR). שורה ארוכה זו של טנקים "עתידיים" מאפשרת לנו מצבור גדול מספיק של מערכות כדי לערוך ביניהן השוואה. השוואה זו תאפשר לנו להבין את המגמות המתגבשות בקשר ל"דמותו" של השריון בעשורים הקרובים, לכל הפחות כפי שזו מתגבשת בראשם של בוני הכוח במעצמות הגדולות.

ראשית נעסוק בקונצנזוס. הטנק צפוי להישאר רכב משוריין כבד (בסדר גודל של 50 עד 60 טון), החמוש בתותח עיקרי ובמקלעים. קוטר התותח הפופולרי צפוי להישאר 120 (או ברוסיה – 125) מ"מ, עם יוצא דופן אחד שיעלה לקוטר 130 מ"מ. הטנק צפוי להצטייד בהנעת דיזל, בעוצמה של 1,500 כ"ס, עם מספר יוצאי דופן שבחרו במנוע דיזל היברידי. מיגון הטנק צפוי להתבסס על שריון פסיבי מחומרים מרוכבים ושריון ריאקטיבי. כל הטנקים העתידיים צפויים לכלול חליפת מיגון אקטיבי, מערכות בק"ש וחיישנים מתקדמות ולהיות מקושרים למערכות שו"ב. למעשה, השריון העתידי צפוי להיות דומה להפליא בין המדינות השונות והטנקים העתידיים מציגים בעיקר קונצנזוס חוצה צבאות. עם זאת, יש מספר יוצאי דופן אליהם כדאי לשים לב. (ראו הטבלה בהמשך).

בשונה משאר הטנקים בסקירה ששמרו על קוטר פגז של הדגמים אותם הם מחליפים או הגדילו אותו ל-130 מ"מ, הטנק הסיני החדש דווקא הקטין את הקוטר מ-125 מ"מ ל-105. אפשר שמהלך זה נובע מהבנה שתחמושת 105 מ"מ מספיקה נגד האיומים העתידיים בשילוב עם מערכות אחרות בשדה הקרב כדוגמת טילי נ"ט, רחפנים וכו'. מנגד, יש לציין שהדרום קוריאנים (בטנק ה-K-3 העתידי מאוד) והטנק העתידי של חברת ריינמטאל דווקא הגדילו את קוטר הפגז, על אף המשמעויות הכלכליות הנגזרות מיצירת סוג תחמושת חדש ויוצא דופן. מכאן שנראה שבסוגיית קוטר הפגז הנכון, הדעות עדיין חלוקות. סוגיה נוספת בה רואים הבדל בין הטנקים השונים הוא הצריח הבלתי מאויש. לפני כעשור שנים, היה הטנק הרוסי Armata ייחודי יחסית בכך שהושיב את כל אנשי הצוות בקפסולה ממוגנת בתובה ואיפשר את בידודם מהתחמושת ומערכות הירי בצריח. מאז נראה שצבאות נוספים אימצו את הקונספט ובניהם גם האמריקני והסיני. יתרון משמעותי של הצריח הבלתי מאויש הוא צמצום הפגיעות - הפרדת הצוות מהתחמושת והנשק מפחיתה משמעותית את הסיכון לנפגעים בפגיעה ישירה בצריח. בנוסף, הצריח הבלתי מאויש מאפשר חופש תכנון גדול יותר של מערכות ההגנה והחיישנים. אף כי נראה שהטנקים האירופיים אינם בוחרים בנתיב הצריח הבלתי מאויש, אפשר שהסיבה לכך אינה תפיסתית, אלא שהם שדרוגים של עיצוב קיים – ואילו הטנקים הסיני, הרוסי והאמריקני מציגים עיצוב חדש. נראה שהמעבר לצריח בלתי מאויש מאפשר לצבאות לצמצם את מספר אנשי הצוות בטנק מארבעה לשלושה. בכך נראה שיש מקרה נוסף של התכנסות לתפיסות רוסיות (וצרפתיות) קיימות, בין השאר אולי עקב מצוקת כוח אדם בצבאות רבים. בהקשר זה, נראה שצבאות העדיפו לצמצם את אנשי הצוות מאשר לתת לאיש הצוות שהתפנה תפקיד חדש – לדוגמה שו"ביסט או שולט במערכות בלתי מאוישות וכו'. חדשנות נוספת שאפשר לראות ב-K51 ובאברמס היא שילוב חימוש שלא היה בעבר. האברמס משלב טיל נ"ט ג'אוולין ומקל"ר 40 מ"מ ואילו ה-K-51 משלב חימוש משוטט Hero 120. מדובר בקונספטים חדשים המאפשרים לטנק לפעול בעמדה אחורית ונגד איומים הרחוקים מטווחי התותח הקלאסיים. בכך יש גם שיפור אפשרי של שרידות הכלי וגם שימושים מבצעיים חדשים. יש לציין שאף שלא ברור אם הטנק הסיני העתידי יכלול הפעלה של כלים בלתי מאוישים, הצבא הסיני חשף טנק קל מאותה משפחה שבין יכולותיו נכללת גם הפעלת רחפנים וחימושים משוטטים. כך שאפשר שגם הצבא הסיני שותף לתפיסה לפיה הטנק יפעל גם נגד איומים בטווחים רחוקים ושאינם בקו ראייה.

אף כי כמעט כל הטנקים העתידיים צפויים להיות מונעים במנועי דיזל בעלי עוצמה דומה, הטנק הסיני והאמריקני העתידיים צפויים לכלול מערכת הנעה היברידית דיזל-חשמל. למעבר זה עשויים להיות מספר

דגם	קוטר תותח ראשי	נשק משני	הגנה אקטיבית	הגנה פסיבית	צריח מאויש	צוות	הנעה (סוג\כ"ס)	;
T-14 Armata	125	RWS 12.7 מ"מ מקביל 7.62 מ"מ	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	לא	3	דיזל, 1,500	55
Leopard 2A8	120	מקביל 7.62 מ"מ	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	כן	4	דיזל, 1,600	69
Leclerc XLR	120	מקביל 12.7 מ"מ RWS 7.62 מ"מ	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	כן	3	דיזל, 1,500	57
M1E3 Abrams	120	RWS + 7.62 מקל"ר 40 מ"מ טילי ג'אוולין	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	לא	3	היברידי דיזל-חשמלי 1500	66
Type 100	105	RWS 12.7 מ"מ מקביל 7.62 מ"מ	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	לא	3	היברידי דיזל-חשמלי 1500	55-50
Challenger 3	120	מקביל 7.62 מ"מ RWS אופציונלי	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	כן	4	דיזל, 1,200	66
Panther KF51	130	RWS 12.7 מ"מ מקביל 7.62 מ"מ חימוש משוטט	יש	מורכב מודולרי + ריאקטיבי	כן	3	דיזל, 1,500+ כ"ס	59

יתרונות מבצעיים: שיפור משמעותי בניצול הדלק (עד כ-50% לפי טענות מפתחי הטנק האמריקני העתידי), הפחתת טביעת החום והרעש בזמן תנועה שקטה על מנועים חשמליים, ויכולת "שהיה שקטה" (Silent Watch), עם מערכות פעילות ללא הפעלת מנוע הדיזל.

הטבלה שלעיל מסכמת את תכונות הטנקים הנ"ל.

הנעלם הגדול בכל הנוגע לטנקים העתידיים הוא מערך החיישנים והתוכנה בהם יצוידו. נראה שכל הטנקים המוזכרים לעיל יצוידו במגוון חיישנים ויחוברו למערכות השו"ב בצבאות בהם יפעלו. בין השאר עשויות מערכות אלה לכלול גם אמצעים להגנה רכה מפני רחפנים, מערכות "מציאות רבודה" לצוות, מכ"מים וכו'. אפשר שמערכות אלה ייצרו את ההבדלים העיקריים בין הטנקים השונים – הן באיכות והן במחיר. סביר שתהיינה להן מגוון עלויות נלוות, כולל באחזקה ובכוח האדם הנדרש לשם כך.

סיכום

נראה שעולם הרק"ם העיקרי ליבשה מתכנס לקראת קונצנזוס. בשונה מדיונים מתמשכים על מותו העתידי של הטנק, כל הצבאות העיקריים הציגו לאחרונה דגמי טנק עתידי. לפי דגמים אלה, צפוי הטנק העתידי להיראות מבחינה מכנית-פיזית דומה מאוד לזה העכשווי, עם שינויים קטנים יחסית (ובראש ובראשונה צריח לא מאויש).

השינויים העיקריים יהיו בשני תחומים: ראשית, חליפת החיישנים, התוכנה והקישוריות הרשתית שתותקן על הכלים, שתהווה מעין 'מוח' חדש לטנק ותאפשר, פוטנציאלית, הכפלת הכוח בפקטור לא ידוע. שנית, מערכות

ההנעה וההגנה – מנוע היברידי, צריח בלתי מאויש, והגנה אקטיבית מתקדמת - שישנו את אופן השימוש והפעלה של הטנק בשדה הקרב, כמו גם את שרידות אנשי הצוות. שני מישורי השינוי הללו יביאו עמם תועלות רבות, אך גם ועלויות מסדר ראשון ושני שיש לתת עליהן את הדעת.

מקורות לנתוני הכלים:

Janes
https://www.armyrecognition.com/
אתרי התעשיות
Liu Zhen, "China's new Type 100 tank a shift towards 'intelligent, uncrewed' warfare", South China Morning Post, 10 Sept. 2025,
Joseph Trevithick, "Our First Glimpse At The M1E3 Abrams Next-Gen Tank Demonstrator", The War Zone, 06 Jan. 2026,

,,,,

מאת: איתן שרוני

חמש תוכניות חדשות של טנקי מערכה ראשיים מגדירות מחדש את האופן שבו צבאות מודרניים מתייחסים ומגדירים עוצמת אש, מיגון ולוחמה רשתית. החל מטנק Altay הטורקי ועד ל-M1E3 אברמס האמריקני, תוכניות אלו חושפות כיצד צבאות מתכוננים לאיומים בעידן הכטב"מים ולפעולות רב-ממדיות. בעוד לוחמת השריון חווה את השינוי העמוק ביותר שלה מאז סוף המלחמה הקרה, דור חדש של טנקי מערכה ראשיים (MBT) קובע סטנדרטים חדשים לשרידות ולאינטגרציה קרבית. הפיתוחים בכלי רק"ם אלה אינם שדרוגים קלים אלא תוצאה של תכנון מעמיק בקנה מידה מלא שמטרתו להתמודד עם נחילי כטב"מים, תחמושת משוטטת ונשק מדויק לתקיפה עילית. אנליסטים מצביעים על חמישה טנקי מערכה ראשיים שיגדירו כעת את חוד החנית של הנדסת השריון בשנים 2024–2025: K3 הדרום קוריאני, KF51 פנתר הגרמני, M1E3 אברמס האמריקני, Altay הטורקי ו-Challenger 3 הבריטי.

1. קוריאה הדרומית: טנק מערכה ראשי K3

טנק המערכה הראשי K3, הנמצא כעת בפיתוח מתקדם על ידי חברת Hanwha Aerospace וסוכנות הפיתוח הביטחוני של קוריאה הדרומית, מתוכנן כטנק דור חדש שיחליף את ה-K2 Black Panther עד 2030. הוא יכלול תותח חלק קנה בקוטר 130 מ"מ עם טעינה אוטומטית לירי בקצב גבוה ומערכת הזנת תחמושת כפולה המסוגלת לירות פגזים קינטיים ותחמושת אווירית מהדור הבא. הצריח שלו יהיה בלתי מאויש לחלוטין, וישלב בקרת אש בסיוע בינה מלאכותית עם מערכת חיישנים רב-שכבתית הכוללת מכ"ם גל מילימטרי, דימות תרמי אלקטרו-אופטי לרכישת מטרות. חברי הצוות יפעלו מיחידה משוריינת בתוך גוף התובה, מופרדת מהתחמושת ומכלול התותח.

מבחינת ניידות וניהול צריכת חשמל, ה-K3 צפוי לשלב מערכת הנעה היברידית מבוססת מימן-חשמל המציעה חתימות תרמיות ואקוסטיות נמוכות משמעותית. תכן זה תומך בפעולה שקטה ממושכת בסביבות עירוניות ומאותגרות. גוף התובה יכלול ציפויים מצמצמי קרינת תת-אדום, גיאומטריה של הסטת מכ"ם והסוואה תרמית אקטיבית, מה שישפר את ההישרדות בשדה הקרב רווי בחיישנים. מערכת ניטור מבוססת בינה מלאכותית תטפל בתחזוקה חזויה, בעוד שמערכות משימה דיגיטליות יאפשרו חילופי נתונים בזמן אמת עם כטב"מים ופלטפורמות רובוטיות תחת דוקטרינות צוות מאויש-בלתי מאויש.



הטנק הקוריאני K3. מקור: armyrecognition.com

2. גרמניה: KF51 Panther

KF51 Panther, שפותח על ידי Rheinmetall, הוא ההימור של גרמניה להוביל את המודרניזציה של הלוחמה המשוריינת באירופה באמצעות פלטפורמת לחימה מודולרית וניתנת להרחבה. הוא כולל תותח חלק קנה Rh-130 L/52 עם עלייה של 50 אחוז בחדירות השריון בהשוואה למערכות 120 מ"מ מדור קודם, ומערכת טעינה אוטומטית מסוג bustle-mounted autoloader שיכולה להכיל פגזים קינטיים וגם תחמושת נפיצה מתוכנתת. הצריח תומך גם באינטגרציה אופציונלית של תחמושת משוטטת HERO-120 ומשגרי כטב"מים, מה שמרחיב את יכולות הטנק לתפקידי ISR טקטיים ותפקידי תקיפה. ארכיטקטורת בקרת האש פתוחה מבוססת על NGVA (NATO Generic Vehicle Architecture), המאפשר רכישת מטרה מבוססת תוכנה ואיחוד חלק בין סנסורים.

KF51 Panther משתמש בשלדת Leopard 2 המוכחת כבסיס אך משלב שריון פסיבי מחומר מרוכב מהדור החדש עם שכבות קרמיות וריאקטיביות. מערכת ההגנה האקטיבית StrikeShield של Rheinmetall מיועדת לספק כיסוי מלא נגד טילים מונחים נגד טנקים ופגזים קינטיים. מערכת מצלמות מבוזרות 360 מעלות מזינה תמונת שדה קרב בזמן אמת לתצוגה המותקנת על קסדה של המפקד. KF51 נמצא כעת בתהליך ייצור טרום-סדרתי עבור הונגריה ועובר בדיקות כוח אש ושרידות במרכזי הניסוי של Rheinmetall, ומייצר עניין מצד בעלות ברית נאט"ו במזרח אירופה המחפשות יורשים ל-Leopard 2.



הטנק הגרמני KF51 Panther. מקור: armyrecognition.com

3. ארה"ב: M1E3 Abrams עם טכנולוגיות AbramsX

M1E3 Abrams הוא ה-MBT השאפתני ביותר של צבא ארה"ב מזה למעלה מארבעה עשורים, ומשלב טכנולוגיות קריטיות שפותחו באמצעות המדגים הטכנולוגי AbramsX שנחשף בשנת 2022. למרות שאינו העתק ישיר, M1E3 ממנף את הטכנולוגיות שפותחו ב- AbramsX בשלושה תחומים מרכזיים: הנעה, שרידות צוות ומערכות דיגיטליות. הטנק יחליף את טורבינת הגז AGT1500 הישנה במערכת הנעה היברידית-חשמלית, שככל הנראה נגזרת מתוכנית Advanced Combat Engine (ACE). מהלך זה מפחית משמעותית את צריכת הדלק, מוריד את חתימת התת-אדום ותומך בדרישות האנרגיה לסנסורים מתקדמים ושילוב עתידי פוטנציאלי של נשק אנרגיה מכוונת.

הצריח יעוצב מחדש כדי לאפשר אוטומציה חלקית ותפעול מרחוק, עם מיגון משופר מפני איומי תקיפה עילית באמצעות שריון מודולרי שכבתי ומערכת הגנה אקטיבית חדשה שפותחה במקביל ביוזמה APS המודולרי. M1E3 יכלול בינה מלאכותית מובנית לתיעדוף איומים, שילוב חיישני תת אדום ו-LIDAR באורך גל ארוך (LWIR), ועמוד שדרה מבני דיגיטלי פתוח לחלוטין לתמיכה ביכולת אינטגרציה למשימה בזמן אמת. תא הצוות צפוי לשלב תצוגות מהדור הבא וכלי מודעות מצבית המעוצבים על פי ממשק אדם-מכונה של AbramsX. אבות-טיפוס ראשונים צפויים להימסר בשנת 2026, כשברקע המחשבה על החלפה ארוכת טווח של יחידות M1A2 SEPv3.



הטנק האמריקני M1E3 Abrams. מקור: armyrecognition.com

4. טורקיה: טנק המערכה הראשי Altay

טנק המערכה של טורקיה, Altay, מסופק רשמית לכוחות היבשה הטורקיים החל מאמצע 2025, מה שמסמן את המעבר של המדינה מייצור מורשה (ייצור ע"ב טכנולוגיה של צד שני) לייצור טנקים עצמאי בספקטרום מלא. Altay, שפותח על ידי BMC Defense, משלב כעת את מנוע הדיזל BATU V12 המיוצר במפעל, בעל 1,500 כוחות סוס, ותיבת הילוכים אוטומטית שפותחה על ידי BMC Power. חבילה זו מאפשרת לטנק להגיע למהירויות של עד 70 קמ"ש ובטווח פעולה העולה על 450 קילומטרים. מערכות הקירור והדיאגנוסטיקה המובנות תוכננו מחדש עבור ביצועים בתנאי מדבר ובגובה רב, תוך מענה לדרישות המבצעיות בשטח המגוון של טורקיה.

החימוש כולל תותח ראשי חלק קנה L/55 בקוטר 120 מ"מ התואם לתחמושת סטנדרטית של נאט"ו, מיוצב בכל הצירים ומשודך למערכת בקרת האש הדיגיטלית VOLKAN-M של Aselsan. המערכת מציעה זיהוי אוטומטי של מטרות, מדידת טווח לייזר ודימות תרמי מדור שלישי, הן עבור התותחן והן עבור המפקד. יכולות ההגנה משופרות באמצעות בלוקי שריון מודולריים, מערכת התרעה בלייזר להגנה רכה, ומערכת שיבוש תת אדום. הארכיטקטורה של Altay נועדה להתאים לשילוב עתידי של מערכת ההגנה האקטיבית AKKOR של Aselsan. מתקיים משא ומתן מתמשך לגבי גרסאות ייצוא לפקיסטן ולקטאר, כאשר אפשרויות ייצור משותף נידונות עבור מדינות שותפות.



הטנק הטורקי Altay. מקור: armyrecognition.com

5. בריטניה: Challenger 3

תוכנית Challenger 3, שפותחה על ידי Rheinmetall BAE Systems Land (RBSL), כוללת מודרניזציה של כוחות השריון של הצבא הבריטי באמצעות החלפת צריח מלאה ואוברול מערכתי. הכלי שומר על תובת Challenger 2 אך כולל כעת צריח פלדה מרותך חדש המצויד בתותח חלק-קנה L55A1 בקוטר 120 מ"מ, המציע יכולת

פעולה הדדית מלאה עם תחמושת נאט"ו וערכי לחץ קנה מוגברים עבור פגזי APFSDS מהדור הבא. התחמושת מאוחסנת בתאים משוריינים עם לוחות פיצוץ, והתותח נתמך על ידי מערכת בקרת אש דיגיטלית עם כוונות תרמיות מהדור השלישי של Leonardo ואופטיקה פנורמית של Thales Orion.

צ'לנג'ר 3 כולל חבילות מיגון מודולריות עם חומרים קרמיים ומרוכבים מסווגים שפותחו עבור סביבות מרובות איומים. מערכת ההגנה האקטיבית Trophy-MV של רפאל משולבת בפלטפורמת הבסיס, ומספקת הגנות קשות מפני RPG, ATGM וכטב"מים לתקיפה עילית. עמוד השדרה האלקטרוני החדש של הכלי תומך בדיאגנוסטיקת חיזוי (predictive diagnostics), עדכוני תוכנה ושיתוף נתונים בין פלטפורמות דרך רשת הרחבה Land ISTAR של הצבא. דגמי ייצור ראשוניים עוברים אימות באש חיה ובדיקות ניידות בבריטניה ובגרמניה, כאשר מבצוע מתוכנן לסוף 2026. התוכנית מוצגת גם לשותפות נאט"ו המחפשות נתיבי מודרניזציה מוכנים לשימוש "על מדף" עם שרידות מוכחת.



הטנק הבריטי Challenger 3. מקור: armyrecognition.com

שדה הקרב משתנה, והטנקים משתנים איתו

מה שמגדיר טנק מודרני כיום הוא כבר לא רק גודל התותח או עובי השריון. הדור החדש של טנקי המערכה שיופיעו בשנת 2026 ואילך משקף שינוי עמוק לעבר שרידות רשתית, אינטגרציה רב-ממדית ויכולת הסתגלות דיגיטלית. כפי שניתן לראות בתוכניות כמו M1E3 ו-K3, טנקים מתפתחים לכלים עם מערכות לחימה בעלות ניהול אנרגטי מיטבי, משופרות בבינה מלאכותית, שנועדו לפעול במרחבי קרב עמוסי כטב"מים ורווי חיישנים. חוזקות מסורתיות כמו כוח אש והגנה נותרו חיוניות, אך השרידות תלויה כעת באותה מידה בחוסן לוחמה אלקטרונית, ניהול חתימות ויכולת פעולה הדדית עם מערכות בלתי מאוישות.

טנק המערכה רחוק מלהיות מיושן. להיפך, הוא עובר ריענון כדי לעמוד בדרישות של שדה קרב מהיר וקטלני יותר שבו ניידות, אוטונומיה ונתונים מכריעים כמו פלדה וכוח אש. בין אם הם נכנסים לאזורי לחימה עירוניים או מתמרנים בשטח פתוח תחת מעקב מתמיד של כטב"מים, טנקי המחר יצטרכו לחשוב, לראות ולתקוף מהר יותר מאי פעם. חמש הפלטפורמות הללו מראות שהמרוץ להגדרת עתיד לוחמת השריון לא רק חי, אלא גם מואץ.

מקור:

Top 5 Main Battle Tank MBT Developments Revolutionizing Armored Warfare in 2025

תוכן העניינים

כללי וארגון

2. קבוצת רנו נכנסת לתחום האמל"ח

20 בינואר 2026

French carmaker Renault to produce long-range drones for French forces

קבוצת רנו מאשרת כי תחל בייצור כטב"מים תוקפים ארוכי-טווח. הפרויקט מתבצע בשותפות עם חברת ההגנה Turgis Gaillard ותחת פיקוח המנהל הרכש הביטחוני הצרפתי (DGA). רנו תייצר חימוש משוטט ארוך-טווח, המדווח בקטגוריה הדומה ל"שאהד" האיראני. כלים אלו מיועדים לתקיפות עומק, תצפית ואיסוף מודיעין, כמענה לצורך המבצעי הגובר באש זולה וארוכת-טווח כפי שנלמד מהמלחמה באוקראינה. המטרה היא ייצור בכמות גדולה, כשהדיווחים מצביעים על יעד של עד 600 כטב"מים בחודש. הייצור צפוי להתבצע במפעלי רנו בלה-מאן (שלדות) וקליאו (מנועים). היקף החוזה מוערך בכמיליארד אירו על פני עשור.

בעוד תעשיות ביטחוניות מסורתיות מתמחות במערכות מורכבות בנפח נמוך, יצרניות רכב שולטות בייצור המוני (Mass Production) תחת משמעת עלויות קפדנית. רנו ציינה כי משרד ההגנה פנה אליה ספציפית בשל מומחיותה ב"תיעוש וייצור המוני של מוצרי היי-טק". המהלך תואם את דרישתו של הנשיא מקרון למעבר ל"כלכלת מלחמה" וייצור יעיל ומהיר יותר. זוהי מגמה אירופית רחבה יותר, בדומה למהלכים של Rheinmetall בגרמניה שהסבה מפעלי רכב לייצור צבאי כדי להתמודד עם קצב הייצור הרוסי.

כניסתה של רנו לייצור נשק מהווה דוגמה ליצרנית רכב אירופית גדולה הנכנסת ישירות לייצור ביטחוני. זהו איתות לשינוי מבני באופן שבו אירופה מתכננת לעמוד בדרישות הכמות (Volume) של לוחמה בעצימות גבוהה. יש לזכור שבעבר יצרניות מיכון אזרחי - מפורד ועד חברת FMC (שתכננה את מה שלאחר מכן הפך להיות הבראדלי האמריקני) - היו שחקניות בולטות בפיתוח אמל"ח וייצורו ובאקוסיסטם הסיני. כל החברות הגדולות כוללות חטיבות אזרחיות, בנוסף לחטיבות הצבאיות.

כללי וארגון

3. היקף הייצוא הביטחוני של רוסיה ב-2025 הגיע ל-15 מיליארד דולר

1 בפברואר 2026

Russia confirms $15B arms exports to 30 countries

רוסיה ייצאה מוצרים צבאיים ליותר מ־30 מדינות בשנת 2025 והכניסה מעל 15 מיליארד דולר במטבע חוץ מיצוא נשק, כך אמר הנשיא ולדימיר פוטין. בדבריו ציין כי מערכת שיתוף הפעולה הצבאי־טכנולוגי של רוסיה המשיכה לפעול למרות מה שתיאר כלחץ גובר מצד מדינות המערב, שנועד לשבש את סחר הביטחון עם שותפותיה של מוסקבה. למרות זאת, חוזי היצוא הרוסיים מולאו ברובם בהתאם לתכנון.

לדבריו, הכנסות אלה מאפשרות לרוסיה לממן את המודרניזציה של מפעלי התעשייה הביטחונית, להרחיב את כושר הייצור ולממן תוכניות מחקר ופיתוח עתידיות. הוא הוסיף כי חלק ניכר מהתפוקה במפעלי הביטחון מיועד לייצור אזרחי, לצד מערכות צבאיות. נשיא רוסיה ציין גם כי במהלך השנה החולפת הובטח צבר משמעותי של הזמנות יצוא חדשות, וכי היקף היצוא צפוי לגדול עוד יותר במסגרת התוכנית לשנת 2026. בהודעת הקרמלין נמסר כי רוסיה מיישמת או מפתחת כיום יותר מ־340 פרויקטים משותפים בתחום הצבאי־טכנולוגי עם 14 מדינות. שיתוף הפעולה במסגרת תוכניות אלה ישפר מערכות נשק קיימות ויוביל לפיתוח מערכות חדשות המיועדות לשווקים העולמיים.

גורמים רשמיים ברוסיה לא פרסמו פירוט לפי מדינות של היקף האספקות, אך נתוני סחר גלויים ודיווחים בתחום הביטחון מצביעים על כך שגיאוגרפיית יצוא הנשק הרוסי השתנתה מאז 2022. מדינות באפריקה

מהוות כיום חלק הולך וגדל מהמכירות הרוסיות, במיוחד מדינות הנתונות לסנקציות בינלאומיות או בעלות גישה מוגבלת לציוד ביטחוני מערבי.
נתוני התעשייה מצביעים גם על שינוי בהרכב הזמנות היצוא הרוסיות. מערכות תעופתיות מהוות כיום נתח גדול יותר מהחוזים, לרבות מטוסי קרב, מטוסי אימון, כלי טיס בלתי מאוישים ושירותים הקשורים לחלל. במקביל, יצוא כלי רכב משוריינים ומערכות טילים ירד בחדות לעומת הרמות שלפני המלחמה. כל זאת על רקע המשך מתן עדיפות לייצור ביטחוני לצרכים הצבאיים הפנימיים של רוסיה, אך תוך שמירה על פעילות יצוא כמקור להכנסות ולהשפעה בזירה הבינלאומית. מוסקבה הצהירה שוב ושוב כי מכירות לחו"ל נותרות כלי אסטרטגי לשימור תעשיית הביטחון שלה ולמימון יכולות תעשייתיות ארוכות טווח.

כללי וארגון

4. ארה"ב: הצעת חוק להגבלת השימוש בבינה מלאכותית למטרות צבאיות

20 במארס 2026

US Lawmaker Moves to Impose Hard Limits on Military AI

הצעת חוק חדשה בקונגרס האמריקני (של הסנטורית Elissa Slotkin, דמוקרטית, מישיגן) מבקשת להגביל את השימוש בבינה מלאכותית [ב"מ]. המגבלות המוצעות נוגעות לשימושי ב"מ לצרכים צבאיים, לרבות: מניעת החלטות אוטונומיות קטלניות, מניעת מעקב בכלי ב"מ אחרי אזרחים אמריקניים ומניעת החלטות שיגור נשק גרעיני.
לדעת כותב הידיעה, החוק יחזק וייתן תוקף להנחיות הפנטגון הקיימות, והוא בא על רקע המתיחות בין חברת Anthropic לפנטגון בנוגע למגבלות השימוש בב"מ למטרות צבאיות. החקיקה משקפת מגמה של חוסר נחת מיישום ב"מ לא מבוקרת למטרות צבאיות, השורר בקרב הציבור, חברות הטכנולוגיה וגם עובדיהן [מגמה זו מהודהדת בעיקר בציבור וכלי תקשורת המזוהים עם הדמוקרטים ולא ברור באמת מה היקפה. עורך הידיעה]. בסקר מסוים שנערך לאחרונה 44% מהאמריקנים תומכים במגבלות על ב"מ צבאית, בעוד שרק 25% מאמינים שניתן ליישמה ללא מגבלות. ההצעה תובא לדיון במסגרת חוק התקציב הביטחוני השנתי הבא (National Defense Authorization Act).

כללי וארגון

5. מאפייני הצמיחה המהירה של התעשייה הביטחונית באסטוניה

18 במארס 2026

In tiny Estonia, drones lead booming defense expansion

מאז פרוץ המלחמה בין רוסיה לאוקראינה, אסטוניה התבססה במהירות כמרכז טכנולוגי צומח בתחום הביטחון, עם הכנסות בשנת 2025 של כ- 842 מיליון דולר המהוות גידול של כ 347% מאז 2021. התעשייה הביטחונית האסטונית כוללת 138 חברות ומתבססת בעיקר על ייצוא, במיוחד למדינות נאט"ו ולאוקראינה. הצמיחה מונעת מביקוש ליכולות לחימה מודרניות שהוכחו בשדה הקרב באוקראינה, בעיקר בתחום המערכות הבלתי מאוישות והדיגיטליות. יכולות הליבה של התעשייה הביטחונית האסטונית מתמקדת ב:
(א) רחפני מודיעין, תצפית וסיור,
(ב) חימושים משוטטים ומערכות אוטונומיות,
(ג) כלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים,
(ד) מערכות מבוססות בינה מלאכותית לאיסוף וניתוח מידע,
(ה) תקשורת מאובטחת ומערכות שליטה ובקרה.

המוצרים האסטוניים נתפשים בשוק כפתרונות זולים יחסית, פתוחים וניתנים להרחבה, ועתירי תוכנה.
חברות מרכזיות:
(א) חברת Threod Systems המתמחה ברחפני ISR ובמערכות שיגור ;הכנסות של 38 מיליון אירו, מעסיקה כ 100 עובדים ; מייצאת ל 14 מדינות נאט"ו ואוקראינה;
(ב) חברת Milrem Robotics המתמחה בכלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים ;THeMIS, Type-X)מעסיקה כ–300 עובדים. כושר ייצור של מעל 500 יחידות בשנה; מייצאת לאירופה, ארה"ב, המזרח התיכון, ואוקראינה;
ג) חברת DefSecIntel Solutions המתמחה במערכות תצפית ואבטחת גבולות מבוססות בינה מלאכותית. מעסיקה 100 עובדים. מייצרת לשווקי נאט"ו ואירופה;
(ד) חברת KrattWorks המתמחה ברחפני ISR מבוססי בינה מלאכותית; מעסיקה 20–50 עובדים; מייצאת למדינות נאט"ו ואוקראינה,
(ה) חברת Cybernetica המתמחה בסייבר, שליטה ובקרה ועיבוד נתונים ; הכנסות מוערכות של 20–40 מיליון אירו; מעסיקה 150– 200 עובדים ומייצאת לאיחוד האירופי, נאט"ו, ושווקים גלובליים.
לקריאה נוספת

כללי וארגון

6. חברת Roketsan הטורקית חונכת מתקני ייצור חדשים באנקרה

8 באפריל 2026

Turkey's Roketsan opens new production facilities, delivers missiles to armed forces
יצרנית הטילים הטורקית Roketsan חנכה מתקני ייצור חדשים באנקרה. מהלך זה מהווה התרחבות משמעותית של התעשייה הביטחונית במדינה. הפרויקט הוא פרי השקעה בסך מיליארד דולר, מתוך סך השקעות מתוכנן של 3 מיליארד דולר. המיזם כולל מתקן לייצור ראשי נפץ, מרכזי אינטגרציה ומתקן לייצור דלק. לדברי מנכ"ל החברה, זו היא ההשקעה הגדולה ביותר בתעשייה הביטחונית בתולדות הרפובליקה הטורקית.
במקביל לפתיחה, הנשיא ארדואן הכריז על מסירת שורת מערכות טילים מתוצרת מקומית לכוחות המזוינים של טורקיה. המערכות כוללות בין היתר את Tayfun, Siper, Atmaca, Hisar-A, Hisar-O ו-Cakir, במטרה לבסס את יכולות ההגנה האווירית, טילי השיוט והטילים הבליסטיים של המדינה.
ההשקעה תומכת גם באסטרטגיית הייצוא של טורקיה. ל-Roketsan ישנם הסכמי ייצור משותף קיימים עם התעשייה הצבאית הסעודית (SAMI) עבור טילי שיוט וטילים נגד טנקים, וכן הסכם העברת טכנולוגיה עם אינדונזיה עבור טיל השיוט Cakir. אנליסטים ביטחוניים מציינים כי ההשקעות בטכנולוגיית טילים מצביעות ככל הנראה על כך שאנקרה נערכת גם לפעילויות חלל עתידיות.

כללי וארגון

7. הצי האמריקני מגדיל באופן ניכר את תקציב רכש החימושים

7 באפריל 2025

US Navy seeks 1,200% increase in Tomahawk missile procurement for 2027
הצעת התקציב של הצי האמריקני לשנת הכספים 2027 כוללת הגדלה חדה ברכש חימושים, במטרה למלא מחדש מלאים שהתרוקנו במהלך המבצע באירן. הצי מבקש 3 מיליארד דולר עבור 785 טילי טומהוק, עלייה של 1,200% בכמות המבוקשת לעומת השנה שעברה (אז רכשו 58 טילים בלבד. הכל נשמע יותר מרשים באחוזים).

הזינוק בדרישה מגיע לאחר שהפנטגון דיווח על שיגור של לפחות 850 טילי טומהוק מאז ה-28 בפברואר. על פי דו"ח של מכון CSIS, מדובר בשימוש הגבוה ביותר אי פעם בחימוש זה במסגרת מערכה צבאית בודדת, נתון שעוקף את 802 הטילים ששוגרו במהלך מבצע חירות לעיראק (OEF) ב-2003. תקציב רכש האמל"ח הכולל שביקש הצי קפץ מכ-10 מיליארד דולר ב-2026 ליותר מ-22 מיליארד דולר ב-2027. מלבד הטומהוק, הבקשה כוללת 800 מיליון דולר עבור 494 טילי אוויר-אוויר מסוג AMRAAM, לעומת 106 טילים (69 מיליון דולר) בשנה הקודמת.

מכון CSIS מעריך כי בארסנל האמריקני נותרו קרוב ל-3,000 טילי טומהוק. עם זאת, החלפת 850 הטילים ששוגרו תיקח זמן. אנליסטים מעריכים כי התהליך יימשך שנתיים עד שלוש שנים, כאשר הצי צפוי לקבל רק 110 טילי טומהוק במהלך שנת 2026 (יען כי קל יותר לשים כסף על השולחן מטילים במחסן).

כדי לעמוד בביקוש, התעשייה הביטחונית מגבירה את קצבי הייצור. חברת RTX בנתה 100 טילים חדשים ב-2025, ובפברואר 2026 חתמה על הסכם עם הפנטגון להגדלת קצב הייצור השנתי לעד 1,000 טילים, בפריסה אפשרית של שבע שנים.

קצב השימוש הגבוה משפיע גם על עסקאות ייצוא בינלאומיות. הזמנתה של יפן לכ-400 טילי טומהוק, שהייתה אמורה להיות מושלמת עד מרץ 2028, עומדת בפני עיכובים אפשריים כתוצאה מהדרישות המבצעיות הכבדות של צבא ארה"ב.

כללי וארגון

8. האצת חדשנות והכנסת טכנולוגיות מתקדמות לשימוש מבצעי בצבא ארה"ב

16 באפריל 2026

How The Army Applications Lab Is Bringing Small Businesses to The Battlefield

Interview with Lieutenant Colonel Nick Rinaldi Project Lead, Overwatch, Army Applications Lab U.S. Army

הריאיון עוסק בפעילות היחידה של צבא ארה"ב Army Applications Lab (AAL), ובמיוחד בתפקידה בהאצת חדשנות והכנסת טכנולוגיות מתקדמות לשימוש מבצעי. ייעוד הגוף הזה הוא להביא יכולות מתאימות לידי החיילים במהירות המרבית, תוך מיצוי הפוטנציאל של טכנולוגיות קיימות או בשלות למחצה, בעיקר מהתעשייה האזרחית והפרטית.

הגישה המרכזית של AAL שונה מהמודל המסורתי של מערכת הביטחון. במקום להגדיר דרישות מדויקות ולבקש מהתעשייה לפתח פתרון סגור, הארגון מגדיר בעיה מבצעית ותוצאה רצויה, ומזמין חברות להציע מגוון פתרונות. שיטה זו מאפשרת יצירתיות רבה יותר ומונעת הגבלה מוקדמת של מרחב הפתרונות. בנוסף, היא מדגישה שיתוף פעולה מוקדם ומתמשך בין מפתחים לבין המשתמשים שהם החיילים בשטח. החברות אינן פועלות בבידוד אלא מקבלות משוב רציף מהמשתמשים, מה שמאפשר התאמות מהירות ושיפור הרלוונטיות של המוצרים.

הגוף פועל בגישת "חדשנות יישומית" (Applied Innovation) כלומר מתמקד לא במחקר בסיסי אלא בהטמעה מהירה של טכנולוגיות קיימות או קרובות להבשלה. הוא פועל במגוון תחומים, כולל תוכנה, רובוטיקה, אוטונומיה, בינה מלאכותית ותשתיות, אך המכנה המשותף הוא פתרון בעיות מבצעיות מורכבות. אחד הדגשים המרכזיים הוא מהירות ויכולת הסתגלות, שכן קצב ההתפתחות הטכנולוגית מחייב עדכון מתמיד של פתרונות, אחרת הם עלולים להתיישן עוד לפני שנכנסו לשימוש.

תוכנית Overwatch במסגרת יוזמת xTech מהווה כלי מרכזי לשילוב חברות קטנות וחדשניות במערכת הביטחון. חברות רבות מתקשות להיכנס לעולם הרכש הביטחוני בשל מורכבותו, ו־ AAL פועלת להקל עליהן באמצעות הכוונה, חיבורים לארגונים רלוונטיים וליווי בתהליך. במסגרת Overwatch נבחרות חברות מבין מאות מועמדים ומוכנסות לסביבה שיתופית שבה הן עובדות לצד חיילים ביחידות מבצעיות. בכך הן אינן רק ספקים אלא שותפות לפיתוח, ומתנסות בתנאי אמת.

המאפיין הייחודי של התוכנית הוא שילוב בין גישה מעשית לבין שיתוף פעולה בין החברות עצמן. לעיתים מדובר בחברות מתחומים שונים שאינן מתחרות זו בזו, ולכן הן יכולות לשלב כוחות וליצור פתרונות מערכתיים מורכבים יותר. בנוסף, הארגון מסייע מאחורי הקלעים בקישור לגורמי רכש, ניסויים והערכה, מה שמגדיל את הסיכוי שפתרונות מוצלחים יעברו משלב האב־טיפוס ליישום רחב.

בהמשך הריאיון מתייחס רינאלדי לארבעה תחומים טכנולוגיים מרכזיים שצפויים לשפר את יעילותם של כלי רכב משוריינים בעתיד הקרוב:

- הגנה רב־שכבתית אקטיבית. לא מדובר עוד רק במיגון פיזי, אלא בשילוב חיישנים, אמצעי נגד ומערכות חיזוי שמאפשרים לזהות ולנטרל איומים לפני פגיעתם.
- אוטונומיה ושיתוף פעולה אדם־מכונה. קיימת מגמה לכיוון של כלים מאוישים מרחוק או בלתי מאוישים, במטרה להפחית סיכון לחיילים. עם זאת, האתגר המרכזי הוא בניית אמון במערכות אלו, כך שהמפעילים יבינו את פעולתן ויוכלו להסתמך עליהן בסביבה מורכבת.
- הפחתת העומס הקוגניטיבי על הצוות. כלי רכב מודרניים עמוסים במערכות מתקדמות, ולעיתים הדבר מכביד על המפעילים. פישוט ממשקים ואוטומציה של משימות שגרתיות יכולים לשפר את ביצועי הצוות ולאפשר התמקדות במשימה המבצעית.
- תחזוקה חזויה ושיפור האמינות. כיום מושקעים משאבים רבים בתחזוקה, וטכנולוגיות שיכולות לחזות תקלות מראש ולייעל את התחזוקה עשויות לשפר משמעותית את הכשירות המבצעית.

לבסוף, רינאלדי מדגיש את חשיבות טווח הזמן הקצר, 12 עד 18 החודשים הקרובים, ואת הצורך להתמקד במה שניתן לספק כעת, ולא בעתיד הרחוק. הצלחה בתחום זה תלויה בשותפות הדוקה בין הצבא לתעשייה ובמחויבות אמיתית לפתרון בעיות, מעבר לפרוצדורות פורמליות.

כללי וארגון

יבשה

9. השבחת מערכת ההנעה של טנקי אברמס

31 במארס 2026

US Army upgrades M1 Abrams engine systems

טנקי אברמס מצוידים, מאז שפותחו ב-1980, במנועי טורבינה של 1,500 כ"ס של חברת האניוול (בניגוד לכל כלי הרק"ם בעולם, המונעים במנועי דיזל). יתרונה של הנעת טורבינה: תגובה מהירה בשינויי מהירות, שימוש בסוגי דלק רבים, התנעה בתנאי קור וחתימה אקוסטית קטנה יותר. השינויים שחלו בטנקים אלה במרוצת השנים ובעיקר עלייה הדרגתית במשקל לשיפור ההגנה, ותוספת של מערכות חדשות (אלקטרוניקה, חיישנים וכו') הצורכות אנרגיה מהמנוע, חייבו את צבא ארצות הברית לבצע השבחה של מערכת ההנעה במסגרת תוכנית TIGER - Total Integrator Engine Revitalization Program.

כתבה זו מתייחסת לשיפור הבקרה על הנעת הטנק ע"י מערכת אלקטרונית דיגיטלית J8. זו מהווה את "המוח" שמנהלת את הביצועים של הכלי מבחינת האצה, תצרוכת דלק, אמינות ותחזוקתיות. ההשבחה מבוצעת במסגרת התוכנית הרב שנתית TIGER, ע"י יצרני הטורבינה – האניוול, בחוזה של הצבא בסך כ-45 מיליון דולר, המתייחס לפיתוח וקוואליפיקציה של מערכת הבקרה J8. חוזים נוספים לביצוע סדרתי יוענקו במרוצת הזמן, כאשר הסיום מתוכנן בסוף שנת 2029. המחיר הכולל של התוכנית - כ-2.7 מיליארד דולר.

יבשה

10. לוקהיד מרטין פיתחה והדגימה משגר הלפייר מוסתר במכולה

25 במארס 2026

Lockheed Martin plays "hide the missile" with shipping container launcher

חברת לוקהיד מרטין הדגימה שיגור אנכי של טיל הלפייר ממשגר "גריזלי" שאוחסן במכולה סטנדרטית בגודל 10 רגל. ההדגמה בוצעה במרכז האימונים יאקימה במדינת וושינגטון. מהנדסי לוקהיד מרטין התבססו על משגר 299M מוכח בקרב, המשמש במסוקי אפאצ'י AH64 ומל"טי MQ-9, ושינו אותו כדי ליצור את משגר GRIZZLY, שנועד להתאים להתקנה במכולת משלוח ISO סטנדרטית יחד עם טיל AGM-114 Hellfire. המכולה מאפשרת להעביר ולהתקין בקלות מערכת שיגור שלמה במגוון רחב של מיקומים ופלטפורמות והיא גם מסווה את קיומו של המשגר. משגר המכולה נבנה מרכיבים שכבר נבדקו, משתמש במערכת פיקוד ובקרה קיימת, ומחזור הפיתוח ארך רק שישה חודשים. ניתן להפעיל אותו עצמאית או כחלק מרשת והוא תואם ללוגיסטיקה סטנדרטית להובלה והתקנה. בנוסף ל-Hellfire, ניתן לצייד אותו גם בטיל אוויר-קרקע משותף (AGM-179 JAGM).



Hellfire missile launching from container - Lockheed Martin

יבשה

11. סין מציגה נשק אישי אלקטרומגנטי בטכנולוגיית סליל

4 באפריל 2026

[China introduces pistol-like coil gun based on electromagnetic launch systems]

אקדח אלקטרו-מגנטי חדש בטכנולוגיית סליל שפותח בסין נועד לשימוש דיסקרטי ולא קטלני, לרבות פעולות אכיפת חוק, כך דווח ברשת השידור הממלכתית CCTV. הנשק המסוגל לירות בין 1,000 ל-2,000 כדורים בדקה, יכול לחדור לוחות עץ ממרחקים של כמה עשרות מטרים. הגדרות העוצמה המתכווננות שלו מאפשרות לו לנטרל במקום להרוג, כאשר הוא מוגדר לעוצמה נמוכה יותר.

למשגר האלקטרומגנטי הקומפקטי יש קנה באורך 12 אינץ' והוא קל מספיק כדי להחזיק אותו בנוחות ולתפעל אותו ביד אחת, מה שמאפשר ניידות רבה יותר וקלות שימוש בסביבות צפופות או עירוניות, שבהן כלי נשק מסורתיים או רובים אלקטרומגנטיים בטכנולוגיית סליל הינם גדולים יותר ויהיו מסורבלים.

הנשק, המכונה גם "רובה גאוס", מצויד במציין לייזר לשיפור הדיוק, ומשתמש בסלילים אלקטרו-מגנטיים כדי להאיץ קליעים מתכתיים במהירויות גבוהות, ומבטא מזעור טכנולוגיה שיישומה בעבר התאפשר רק במערכות צבאיות גדולות יותר.

משלב חמקנות וכוח הרס מוגבר

אקדח הסליל החדש מציע חלופה חמקנית לכלי נשק מסורתיים, ללא הבזקי לוע או עשן, עם רעש מינימלי וללא תרמילים שנפלטים. תכונות אלה הופכות אותו למתאים במיוחד לפעולות חשאיות, על פי התקשורת הסינית.

הדגם המוצג מייצג שדרוג מגרסת הניסוי של השנה שעברה, כולל קנה ארוך מעט יותר ויכולת לירות קליעים גדולים וכבדים יותר. בעוד שקצב האש שלו איטי מעט, הנשק מספק אנרגיה קינטית וכוח הרס גדולים משמעותית, שמגדילים את השפעתו לכל ירייה, כך דיווח העיתון the South China Morning Post.

הנשק מצויד בתצוגה אלקטרונית המספקת מידע בזמן אמת על חיי הסוללה, מצאי התחמושת ומצבי הירי. המפעיל יכול להתאים את הזרם החשמלי כדי לשלוט על עוצמת הפלט, וזה מאפשר לו לשנות את מהירות הקליע בהתאם למרחק המטרה ולתנאיי המצב.

תכונה זו מאפשרת לאקדח הסליל לספק כוח מדויק ומבוקר, ובכך מאפשר למפעיל להתאים כל ירייה למצב. על ידי התאמת העוצמה ומהירות הקליע, הנשק יכול לשתק או להרתיע מטרות ביעילות תוך הפחתה משמעותית של הסיכון לפציעה קטלנית. זה הופך אותו למתאים לאכיפת חוק, בקרת הפגנות או תרחישים אחרים שבהם עדיף להשתמש בכוח לא קטלני.

אקדח סליל נייד יכול להשלים כלי נשק מסורתיים

עיצוב אקדח הסליל האלקטרומגנטי מציב מחסנית ניתנת להסרה מאחורי האחיזה המרכזית שלו, מה שמאפשר לסלילים האלקטרו-מגנטיים לנוע לאורך מלא של גוף הנשק. פריסה זו ממקסמת את תאוצת הקליע תוך שמירה על קומפקטיות וקלות טיפול בנשק.

נכון לעכשיו, המכשיר הנייד מיועד בעיקר לתרחישים מיוחדים שאינם קטלניים, המוגבלים על ידי תפוקת הסוללה. עם זאת, ככול שטכנולוגיית הסוללות מתקדמת, הנשק עשוי לקבל יישומים רחבים יותר, וזה עשוי להשלים או אפילו להחליף כלי נשק מסורתיים במצבי לחימה מסוימים, ולהציע צורה חדשה של כוח אש מדויק ובעל נראות נמוכה בשדה הקרב.

סין גם מקדמת נשק אלקטרומגנטי בקנה מידה גדול יותר. בשנת 2023, דווח כי אוניברסיטת ההנדסה הימית של צבא סין בדקה את מה שנחשב לתותח הסליל החזק ביותר בעולם, המסוגל לשגר קליעים במשקל 114 ק"ג במהירויות של עד כ-200 מטר בשנייה.

בייג'ינג מקדמת גם טכנולוגיית תותח מסילה, סוג של נשק אלקטרומגנטי המניע קליעים לאורך זוג מסילות מקבילות במהירויות קיצוניות, תוך הבטחה למהירות גבוהה יותר וטווח ארוך יותר מאשר תותחים קונבנציונליים, מה שעשוי לשנות את הלחימה הימית והיבשתית.



מקור התמונה

יבשה

12. הצבא הסיני משביח טנקים ישנים ע"י הוספת מיגון אקטיבי

4 באפריל 2026

China equips legacy type 96A tanks with G2-6 active protection system to counter Drone and Missile threats
לפי פרסום סיני ממשלתי, צי הטנקים המיושן יחסית (בני 30+) יעבור השבחה ע"י התקנה של מיגון אקטיבי דגם GL-6, אשר תוכנן במקור כהגנה על טנקים חדשים Type 99 ו-T-100. לצי הטנקים הסיני מסוג 96A (2,500 יחידות) מתוכנן תפקיד מרכזי של שריון בנחיתה אמפיבית לטייוואן. בהיותו בעל תותח 125 מ"מ ומשקל של כ-40 טון בלבד, קל יחסית להעבירו בים להקמת ראש גשר עם כוח אש רציני. ממשלת טאיוואן מצטיידת בכמויות גדולות של טילי נ"ט כמו Javelin ו-TOW וגם Switch blade ורחפנים. טבעי שטנקי 96A יהיו מוגנים ככל האפשר – וזו ההגנה האקטיבית GL-6 להגנה בפני האיומים הנ"ל.
המיגון האקטיבי כולל, כרגיל, מכ"ם 360^0, חיישנים אופטיים (תרמיים) – לגילוי וכינון ומיירטים נגד איומים של רחפנים, רקטות וטילים מונחים. ההשבחה הנ"ל של טנקי 96A נעשית בלי קשר למאמץ סיני להצטיידות בטנקים חדשים מדור T-100.

יבשה

13. התעצמות פינית נוספת בתומ"ת מתוצרת קוריאה הדרומית

10 באפריל 2025

Finland clinches $642 million deal for 112 South Korean K9 howitzers
פינלנד חתמה על חוזה בשווי 547 מיליון אירו (642 מיליון דולר) עם חברת Hanwha Aerospace מקוריאה הדרומית לרכישת 112 תותחים מתנייעים נוספים מדגם K9. העסקה מאיצה באופן משמעותי את התעצמות מערך הארטילריה הפיני. רכש זה יביא את מצבת ה-K9 הכוללת של פינלנד ליותר מ-200 כלים. בכך הופכת פינלנד למפעילה השנייה בגודלה באירופה של הפלטפורמה, אחרי פולין. אספקת הכלים לצבא פינלנד מתוכננת להתחיל בשנת 2028.
הכלים יעברו התאמות מקומיות בטרם ייכנסו לשירות מבצעי. K9 הוא תומ"ת 155 מ"מ (52 קליברים) המיועד לירי מדויק, ומסוגל לפגוע במטרות בטווחים העולים על 40 ק"מ. פינלנד רכשה את המערכת לראשונה ב-2017 ומימשה אופציית רכש ב-2022 שהביאה את הסד"כ שלה ל-96 כלים. רכש זה משלים אסטרטגיית התעצמות רחבה של הלסינקי, הכוללת גם השקעה של 24 מיליון אירו משנת 2023 שנועדה להכפיל את ייצור התחמושת הכבדה המקומית עד שנת 2027.

יבשה

14. צבא היבשה האמריקני: מכרז להחלפת מטולי רימונים 40 מ"מ

6 באפריל 2024

US Army wants new grenade launcher, ammunition to be able to destroy drones

לאחר שני עשורים של פיתוח וחיפושים, צבא היבשה האמריקני מקדם את תוכניותיו למטול רימונים חדש. מכרז שפורסם לאחרונה מבקש אבות טיפוס עבור מערכת מטול מדויקת (PGS), במטרה להחליף את הפלטפורמות הוותיקות M-203 ו-M-320.

הצורך המבצעי מגיע מהערכת יכולות שבוצעה ב-2008 בעקבות המלחמות בעיראק ואפגניסטן, אשר זיהתה צורך קריטי בפגיעה במטרות מוסתרות בטווח של 500 מטר - הרחק מעבר לטווח ה-350 מטר של מטולי ה-40 מ"מ הנוכחיים. כמו כן, מערכת PGS אמורה לשלב יכולות יירוט כטב"מים ברוק"ק.

צבא היבשה מתכנן להעניק שני חוזי פיתוח לאבות טיפוס. היעד הסופי של התוכנית הוא פיתוח כלי אותו אפשר להקצות בסדרי גודל של שני מטולים לכל כיתת חי"ר.

ניסיון קודם להחליף את המטול הקיים, פרויקט XM25, בוטל ב-2018 בשל בעיות עלות וביצועים.

לאחר מכן פורסמה בקשה למידע (RFI) מ-2020 שדרשה יכולות פריצה וחדירת שריון ולא הגיעה לשום מקום.

כיום, נראה שיש התכנסות לדמ"צ ריאלי יותר. המכרז הנוכחי מתמקד בנטרול מטרות אדם, מטרות בעלות מיגון קל, וצמצום נזק אגבי.

יבשה

15. צבא היבשה מאיץ ייצור ורכש של פגזי 30 מ"מ נגד איומים ברוק"ק

16 באפריל 2026

Production Of AH-64 Apache's New Counter-Drone Cannon Shell Ammunition Ramping-Up

צבא היבשה האמריקני מאיץ את רכש פגזי 30X113 מ"מ מדגם XM1225 APEX. אלו פגזים בעלי מרעום קרבה המיועדים לירי מתותח מסוק ה-AH-64 (אפאצ'י). המהלך מהווה שלב נוסף בביסוס תפקידו ההולך וגדל של המסוק כפלטפורמה ליירוט כטב"מים.

קצב הייצור של התחמושת החדשה אמור לעלות במידה משמעותית כדי לעמוד בדרישות וצבא היבשה כבר הנחה את חברת נורת'רופ גרומן להגביר את התפוקה. החודש יוצרו 1,000 פגזים, וישנה תוכנית להגדיל את קצב הייצור עוד פי חמישה.

תחמושת APEX פועלת באמצעות מרעום קרבה, המתפוצץ בסמוך למטרה ומייצר רסס ממוקד. מנגנון זה יעיל במיוחד נגד כטב"מים קטנים ומתמרנים. כמו כן, הפגזים מספקים אפקט מרחבי ייחודי נגד מטרות שטח כגון כוחות חי"ר, כלי רכב רכים וסירות קטנות.

הפגזים החדשים לא דורשים כל התאמה לתותח ה-M230 של אפאצ'י או למערכות בקרת האש שלו - וכך מקלים מאוד על הטמעת היכולת החדשה. כמו כן, התכונות הבליסטיות שלהם כמעט זהות לאלו של פגזי M789 הסטנדרטיים, דבר שמצמצם את הצורך בהכשרות נוספות לצוותי האוויר. לפגז גם מנגנון ההשמדה העצמית שמקטין משמעותית את סכנת הנזק האגבי במקרים של החטאת המטרה.

ניסויי אש חיה מוצלחים במטווח יומה (YPG) בדצמבר 2025 מצביעים על כך שצבא היבשה ממסד כעת יכולת זו באופן רשמי. בימים בהם עולות שאלות בקשר לתפקידו של המסוק בשדה הקרב, אפשר שנמצא לו ייעוד חדש כשכבת הגנה נוספת לכוח המתמרן.

יבשה

16. אוקראינה: עמדה רוסית נכבשה ונלקחו שבויים ע"י כלים לא מאוישים

14 באפריל 2026

Robots captured Russian army positions for first time in history, Zelenskyy says

נשיא אוקראינה וולודימיר זלנסקי טוען כי צבא אוקראינה כבש עמדה רוסית באמצעות מערכות רובוטיות קרקעיות וכלי טיס בלתי מאוישים בלבד. לפי זלנסקי, "הכובשים נכנעו, והמבצע בוצע ללא חיל רגלים וללא אבדות מצידנו".

צבא אוקראינה הגביר את השימוש במערכות רובוטיות קרקעיות, המופעלות כיום על ידי בני אדם ממרחק בטוח, כדי לבצע פעולות תקיפה שונות ולפנות חיילים פצועים מאזור החזית, שם צוותי פינוי אנושיים עלולים להיות מושמדים על ידי רחפנים רוסיים. בינואר, רובוט קרקעי אוקראיני מדגם דרואיד 7.62-TW, המצויד באלמנטים של בינה מלאכותית לגילוי, לכידה ומעקב אוטונומיים אחר מטרות, לקח שלושה חיילים רוסים כשבויי מלחמה, על פי פרסום של יצרנית הנשק האוקראינית Devdroid.

זלנסקי אמר שבשלושת החודשים הראשונים של 2026, מערכות רובוטיות קרקעיות ביצעו יותר מ-22,000 משימות בחזית של אוקראינה.



יבשה

17. כרב"ם לוגיסטי הופך לכלי לחימה ע"י הוספת מערכת נשק

17 באפריל 2026

Hunter Wolf UGV Adds Lethal Firepower in New Combat Configuration

הרכב הלוגיסטי של צבא ארה"ב Hunter Wolf הפך להיות מפלטפורמה לוגיסטית בלתי מאוישת, לפלטפורמה התומכת בכוח אש ע"י הוספת מערכת נשק, מקלע בקליבר 12.7 מ"מ. באופן זה היא יכולה להשתלב באזורי לחימה ולעזור במתן אש ככל שנדרש. התצורה החמושה נחשפה במרכז האימונים המשותף של צבא ארה"ב בלואיזיאנה. השינוי מסמן הרחבת תפקידו של 'האנטר וולף' מעבר להובלת מטענים, שכן הצבא בוחן כיצד הפלטפורמה עשויה לפעול בסביבות לחימה עם סיכונים גבוהים ופוטנציאל היפגעות גבוה.

מפתחת המערכת, HDT Global, תיארה את הפלטפורמה כ'אולר שוויצרי צבאי' רובוטי שיכול לתמוך במספר משימות. הרכב נשלט באמצעות בקר ידני אחד עם חיי סוללה של 24 שעות וטווח תקשורת של מעל 600 מטרים. הוא יכול להגיע למהירות של עד 100 קמ"ש ולנווט במדרונות עם שיפועים של עד 30 מעלות. טווח הפעולה של הרכב כ-300 קילומטרים. 'האנטר וולף' נועד להפחית את עומס העבודה של הלוחם תוך שיפור הבטיחות המבצעית.

בעוד שפרטי הפריסה נותרו מוגבלים, הופעתה של גרסה חמושה מצביעה על ניסויים מתמשכים בשילוב מערכות בלתי מאוישות בתפקידי תמיכה פעילים באש של רובוטים בשדה הקרב.

תמונות שפרסמה הדיוויזיה המוטסת ה-101 מראות את הרכב מצויד במקלע בקוטר 0.50 במהלך תרגיל לחימה.



יבשה

18. כרב"ם אוטונומי רוסי מניח מוקשים, יורה ומשגר רקטות

21 באפריל 2026

Autonomous Drone from Russia with Mine-Laying and Rocket Launch Capabilities



רובוט אוטונומי Kurier מרוסיה עם יכולות הנחת מוקשים ושיגור רקטות

המגמה לעבר מערכות לחימה קרקעיות אוטונומיות

אזורים של סכסוכים חווים כעת שינוי דרמטי ככל שמערכות קרקעיות אוטונומיות הופכות למרכזיות בשדה הקרב. ממשלות וארגונים צבאיים ברחבי העולם משלבים במהירות פלטפורמות רובוטיות המיועדות לבצע משימות מורכבות, שלרוב דרשו בעבר חיילים אנושיים. ההתפתחות הזו לא רק משנה את הטקטיקות המבצעיות אלא גם מעלה שאלות קריטיות לגבי עתיד המלחמה.

מהן מערכות קרקע אוטונומיות?

מערכות קרקע אוטונומיות, כגון כלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים (UGV) ופלטפורמות קרב רובוטיות, מתוכננות לפעול ללא שליטה ישירה של בני אדם, תוך שימוש בבינה מלאכותית מתקדמת, חיישנים ומערכות ניווט. פלטפורמות אלו יכולות לבצע מגוון פעולות, לרבות סיור, לוגיסטיקה, תמיכה באש ופינוי מוקשים. היתרון המרכזי שלהן הוא בהפחתה של נפגעים בשדה הקרב ובהגברת היעילות המבצעית.

חידושים מרכזיים: פלטפורמות מודולריות ורב–משימתיות

התפתחויות עדכניות כמו Kurier של רוסיה מדגימות את המעבר לפלטפורמות מודולריות ורב-משימתיות. מערכות אלו מתאימות את עצמן בצורה גמישה לדרישות משימה משתנות, בין אם במעורבות בקרב, במודיעין או בתמיכה לוגיסטית. היכולת של פלטפורמה להחליף תצורות עבור תפקידים שונים ממחישה קפיצה משמעותית קדימה ביכולת ההתאמה של יחידות בשדה הקרב.

לדוגמה, Kurier יכול לשאת מגוון מערכות נשק, החל במשגרי רימון אוטומטיים (AGS-17, AGS-30) ועד מקלעים (PKT בקוטר 7.62 מ"מ, NSVT בקוטר 12.7 מ"מ), וזה מאפשר ליחידה אחת לבצע כמה פונקציות. העיצוב המודולרי שלה תומך בשינוי מהיר של הקונפיגורציה, כלומר יחידות יכולות להגיב במהירות למצבים טקטיים משתנים ללא צורך בכלי רכב מיוחדים מרובים.

יכולות אוטונומיות ויישומים מעשיים

Kurier אינו רק נושא נשק; הוא ניחן בתכונות אוטונומיות מתקדמות כמו טעינה עצמית, זיהוי מטרות ותכנון דינמי של מסלולים. מערכות הרובוטיקה שלו מאפשרות לו להתחמק מאיומים, לפרוס מוקשים ולבצע פעולות ירי מורכבות עם מינימום התערבות אנושית. אוטונומיות זו הופכת לקריטית במיוחד בסביבות מסוכנות שבהן חייהם של בני אדם בסיכון.

בפועל, יכולות פריסת המוקשים של המערכת הן משמעותיות. כשהיא מצוידת במוקשי טנקים TM-62 ו--TM 83, הפלטפורמה יכולה לפרוס במהירות ובבטיחות יחסית שדה מוקשים, ולאלץ יחידות האויב לנוע במקומות לא נוחים.

מערכות נשק אוטונומיות חדשניות

אחד החידושים הבולטים ופורצי הדרך הוא אוטומציה של סיוע ארטילרי, שמודגם באמצעות מרגמה רוסית רובוטית בקוטר 82 מ"מ בשם Bagulnik-82., מערכת אוטומטית זו שהוצגה באפריל 2026 מאפשרת טעינה, כינון וירי מהירים, ומפחיתה את משך הטעינה לכ-5 שניות, תוך שהיא פועלת באופן עצמאי לפרקי זמן ממושכים. היא משפרת באופן דרסטי את יכולות האש לתכלית, ומעניקה ליחידות יתרון אסטרטגי.

פריסות בעולם האמיתי ודוגמאות לסכסוכים

מערכות קרקע אוטונומיות אינן עוד מושגים תיאורטיים; הן משתתפות באופן פעיל בסכסוכים של ימינו. ב-29 במארס 2024, דווח כי שני כלי רכב מסוג Kurier מצוידים במקלע רימונים AGS-17 (בקוטר 30 מ"מ) נהרסו על ידי רחפני FPV אוקראינים, וזה מדגיש הן את השימושיות שלהם בשדה הקרב והן את כושר הפגיעה שלהם. אירועים כאלה מדגישים את מרוץ החימוש המתמשך, הכולל מערכות בלתי מאוישות וטכנולוגיות נגד רחפנים. אירוע זה ממחיש את החשיבות של שילוב אמצעי הגנה עם הפלטפורמות הללו. האיום ההולך וגובר מצד כלי טיס בלתי מאוישים (UAVs) של האויב מחייב את המערכות האוטונומיות לפתח אמצעי תגובה, כגון חיזוק נגד התקפות רחפנים או פריסת מודולי מלחמה אלקטרונית.

השפעות אסטרטגיות ומגמות עתידיות

המשמעות הרחבה של ההתקדמות בתחום זה היא הגדרה מחדש ויסודית של התפקידים בשדה הקרב. מערכות מתקדמות כמו THeMIS שבשימוש האוקראינים, Targan-300 ו-Droid TW 12.7 משקפות מגמות דומות במדינות שונות, ומדגישות אוטונומיה רב-משימתית ורב-מערכתית עם יחידות מאוישות.

מומחים צופים שמערכות אוטונומיות יתקדמו מעבר לתפקידי תמיכה, כדי להוביל במידה פעילה התקפות ולהחזיק בשטחים – כלומר שינוי הפרדיגמה מהגנה תגובתית לאוטונומיה התקפית. מעבר זה מחייב דוקטרינות חדשות, הכשרות וכללי מעורבות לניהול קבלת החלטות אוטונומית באחריות.

השלכות למלחמה בעתיד

עם ההתפתחות המתמשכת, מערכות קרקע אוטונומיות יאתגרו יותר ויותר את ההיררכיות הצבאיות הקיימות. היכולת שלהן לבצע פריסות מרובות פנים בצורה חלקה הופכת אותן לבעלות ערך רב בלחימה עירונית,

במלחמה אסימטרית ובלוגיסטיקה בסביבות מסוכסכות. עם זאת, התפתחות זו גם יוצרת דאגה לגבי שימוש תוך שמירה על האתיקה, אבטחת סייבר ועלייה פוטנציאלית במתחים.
בסופו של דבר, שדה הקרב של מחר יעוצב על ידי קבוצות משולבות של מערכות אוטונומיות, הממזגות בן אדם ומכונה בדרכים שממקסמות את יעילות הלחימה, תוך מזעור הסיכון לחיילים אנושיים. ממשלות שמשקיעות רבות כיום מכינות את הבמה לעידן חדש שבו לחימה קרקעית אוטונומית מגדירה את הדומיננטיות הצבאית הגלובלית.

יבשה

19. האיחוד האירופי מקדם את תוכנית הרק"ם FAMOUS 3 בהובלת Patria

20 באפריל 2026

EU Approves $92M Grant for Patria-Led FAMOUS Armored Vehicle Program

תוכנית FAMOUS 3 (European Future Highly Mobile Augmented Armoured Systems) של האיחוד האירופי נועדה להחליף ציי רק"ם מיושנים מדגמי M113 וגם MTLB ונותנת מענה לצורך מבצעי דחוף לניידות בשטח קשה עבירות הכולל שלג עמוק, ביצות, ובוץ בשטחים המזרחיים של מדינות האיחוד. מבחינה גיאופוליטית, המיזם מקדם את האוטונומיה הצבאית-אסטרטגית של האיחוד האירופי ומעביר את מרכז הכובד התעשייתי לפינלנד ולשותפותיה, תוך הפחתת התלות ברכש ורישיונות ייצוא ממדינות מחוץ לאיחוד.
התוכנית עברה באפריל 2026 לשלב היישום התעשייתי עם תקציב כולל של 115.1 מיליון אירו, מתוכם 79 מיליון אירו ממענק מקרן ההגנה האירופאית (European Defence Fund). המיזם מתמקד בהבאת הפלטפורמה הזחלילית TRACKX של חברת Patria לרמת מוכנות טכנולוגית TRL 8, המציינת מערכת סופית לאחר ניסויים, כאשר היעד המרכזי הוא התחלת ייצור סדרתי בשנת 2027 . ניהול הפרויקט והאינטגרציה הכוללת מבוצעים על ידי חברת Patria מפינלנד, כאשר הפרויקט מתוכנן להימשך 54 חודשים שיסתיימו באישורים אג"מיים לאספקת הרק"ם ליחידות השדה החל משנת 2030 . רשת האספקה של הפרויקט כוללת מעל 50 חברות מ-20 מדינות. חברת Arquus הצרפתית אמונה על פיתוח מערכות הניידות וחטיבת הכוח, בעוד חברת Kongsberg מנורבגיה מספקת את מערכות הנשק והעמדות בשלט רחוק. חברת Integris מדנמרק וצרפת אחראית על המיגון המודולרי והשרידות, וחברת Indra מספרד מפתחת את הארכיטקטורה הדיגיטלית והתקשורת.
תחום האוטונומיה והבקרה מובל על ידי חברת Insta מפינלנד, ושילוב צוות מאויש-בלתי מאויש Manned-Unmanned Teaming מבוצע על ידי חברת Diehl Defence מגרמניה. בפרויקט נעשה שימוש מאסיבי במימון מדורג (Cascade Funding) לשילוב חברות קטנות ובינוניות.
המפרט הטכני של TRACKX כולל מרכב ושלדת פלדה אחודה במשקל קרבי מקסימלי (GVW) של 15.5 טון ומטען ייעודי של 3.5 טון. הרכב מצויד במנוע דיזל 6 צילינדרים בהספק 360 כ"ס, ותמסורת אוטומטית. מערכת המתלים היא הידרו-פנאומטית עצמאית ללא מוטות פיתול, והזחלים מסוג CRT מייצרים לחץ קרקע נמוך של 32 kPa. לרק"ם יכולת הנעה אמפיבית המבוססת על מדחפים הידראוליים המאפשרים מהירות שיוט של 4 קמ"ש, ומהירות הנסיעה שלו על דרך סלולה נעה בין 80 ל-88 קמ"ש. המיגון המודולרי מיוצר בתקן STANAG 4569 של נאט"ו ועמדת הנשק מתאימה למקלע בקוטר של עד 25 מ"מ. בתחום הרובוטיקה והאוטונומיה, הכלי כולל אלגוריתם ניווט ומיפוי SLAM המאפשר תנועה ללא GPS ומערכת "עקוב אחריי" המשלבת ראייה ממוחשבת וחיישני Lidar . המערכת כולה מבוססת על ארכיטקטורת רכב פתוחה - NGVA NATO Ground Vehicle Architecture המאפשרת שילוב עתידי של חיישנים ומערכות מודעות מצבית נוספות בצורה פשוטה.



Patria TRACKX. Photo: Patria

לקריאה נוספת:

קרן ההגנה האירופית (EDF): דף מידע על פרויקט FAMOUS 3 והקצאת המענקים

קבוצת Patria : מפרט טכני של Patria TRACKX ומוכנות לייצור סדרתי.

יבשה

20. חברה איטלקית פיתחה תחמושת ייעודית נגד רחפנים

23 באפריל 2024

Can Standard Rifles Take on Drones? Italian Firm Develops New Solution

הקבוצה הצ'כית (CSG) נכנסת לתחום הלוחמה ברחפנים עם תחמושת חדשה שנועדה לפזר כדורי טונגסטן. התחמושת, שפותחה על ידי חברת הבת האיטלקית Fiocchi, מיועדת לרובי סער סטנדרטיים בקוטר 5.56 מ"מ, ומעניקה לחיילים דרך להגיב לאיומי רחפנים קטנים מבלי להזדקק לנשק נוסף או למערכות ייעודיות. למרות שהתחמושת פותחה בעיקר לשימוש צבאי, היא עשויה להיות מיושמת גם על ידי כוחות אכיפת החוק בתרחישי ביטחון עירוניים.

על פי הדיווחים, הצבא האיטלקי עבד בשיתוף פעולה הדוק עם החברה לאורך כל הפיתוח, כאשר הניסויים נערכו ביחידות של כוחות מיוחדים ובצבא. אימון בתנאים מציאותיים אימת את ביצועי התחמושת, ואישר את יעילותה. חברת Fiocchi הציגה את הפתרון נגד רחפנים בכנס Enforce Tac 2026 בנירנברג, בתגובה לתפקידם הגובר של רחפנים קטנים בסביבות לחימה מודרניות.



יבשה

21. צבא ארה"ב משקיע במערכת דימות תרמי עבור הרק"ם העתידי

30 באפריל 2026

US army commits $150M to 3GEN FLIR thermal imaging to sharpen XM30 and M1E3 Abrams

הצבא האמריקני הזמין, ב-150 מיליון דולר, פיתוח וייצור של מערכת דימות תרמי מדור שלישי – 3GEN FLIR להשגת ביצועים משופרים של כלי הרק"ם החדשים (XM30 ו-M1E3) מבחינת כושר הזיהוי, הגילוי והירי. מדובר

בטכנולוגיה חדשה של קירור, אשר מקררת את החיישנים לטמפרטורה נמוכה ביותר (קריאוגנית) ובכך מתאפשר זיהוי של מטרות רחוקות יותר, מוסוות או מוסתרות פיזית. גילוי וזיהוי מוקדם יותר מהווים יתרון מבצעי ומכריע בשדה הקרב.
חוזה הפיתוח והייצור הוענק לחברת DRS והינו חלק מהמודרניזציה של הצבא – לחימה מבוססת חיישנים. במקרה זה מדובר גם בהשגת אחידות במערכות גילוי/זיהוי בין שתי משפחות הרק"ם החדשות, לצרכי תחזוקה והשבחות עתידיות.

יבשה

22. פרויקט Flytrap 5.0 מעניק טכנולוגיות חדשות ללוחמי חי"ר

4 במאי 2026

Project Flytrap 5.0 puts emerging tech in warfighters' hands
פרויקט Flytrap 5.0, שהתבצע בשטח האימונים פבראדה (Pabradė) שבליטא ב-2 במאי, הוא תרגיל צבאי המשלב טכנולוגיות מתקדמות ומתפתחות ישירות בידיהם של לוחמי חי"ר מהרגימנט השני של צבא ארה"ב וצנחנים מהרגימנט הבריטי. הפרויקט מתמקד באינטגרציה של כרב"מים, רחפני FPV, מערכות נגד כטב"מים, רשתות נתונים ומערכות פיקוד ושליטה מבוססות בינה מלאכותית, בתוך דימוי של שדה קרב.
המרכיב המרכזי בפרויקט הוא הטמעת הטכנולוגיות הללו באופן אורגני בקרב יחידות לוחמות, ללא קשר להתמחותם המקצועית העיקרית של החיילים. דוגמה לכך היא הצבתו של חייל חי"ר כמפעיל רכב קרקעי בלתי מאויש לצורך הובלת ציוד, לוחמים ומערכות כטב"ם, משימה החורגת מחובות החי"ר המסורתיות שלו. מטרת השילוב היא להשתמש במשוב מהשטח כדי להניע שיפורים מהירים ביכולות הכוח ולייעל את הטקטיקות המלחמתיות.
מבחינה מבצעית, השימוש במערכות אלו נועד לשמר כוח אדם, לקצר את זמני ביצוע המשימות ולהגביר את אפקטיביות הלחימה בכלל הממדים. הלוחמים דיווחו על קלות תפעולית גבוהה של הציוד, המאפשרת פריסה מהירה ושליטה מרחוק בטווחים ובמהירויות משתנות. הפרויקט שואף לגבש נהלים סטנדרטיים וניתנים לשחזור לשילוב יכולות כלים בלתי מאוישים קרקעיים ואוויריים במבנה היחידות, תוך כוונה לאמץ נהלים אלו בכלל הצבא.
פרויקט Flytrap 5.0 נערך כחלק מסדרת תרגילי "Sword" (הכוללת את Saber Strike, Immediate Response ו-Swift Response), שמטרתם להפוך ניסויים טכנולוגיים ליכולות מבצעיות מוכחות. האינטגרציה של מערכות נגד כטב"מים, רשתות נתונים ושו"ב מבוסס בינה מלאכותית, מאפשרת לכוחות לנוע, להחליט מהר ולהילחם ביעילות גבוהה יותר.

יבשה

23. חימוש משוטט חכם חדש לטווח 100 ק"מ

17 באפריל 2026

Switchblade 2.0: AV Rolls Out New AI-Enabled Launched Effects With 100-Km Range
חברת AeroVironment (AV) מציעה מערכת נשק MAYHEM 10, בה ניתן לשלב מגוון אמצעים כדי לקבל אפקטים ייחודיים ולהתמודד עם איומים מתפתחים. המערכת החדשה, שנבנתה על קו התחמושת המשוטטת Switchblade של החברה, יכולה לשאת עד 4.5 קילוגרמים של מטענים קטלניים או לא קטלניים מבלי לדרוש שינויים בשיטות השיגור.
טווח הפעולה של החימוש יותר מ-100 קילומטרים וניתן להפעילו כאמצעי בודד או בנחילים כדי להרחיב את הכיסוי, להרוות את מערכת ההגנה של האויב, או לתמוך במספר משימות בו זמנית. המערכת יכולה להישאר

באוויר עד 50 דקות וניתן להרכיבה לשיגור תוך פחות מחמש דקות, מה שמאפשר פריסה מהירה ופעולות מתמשכות. המשגר העצמאי שלו נועד לפריסה באופנים שונים, כולל פלטפורמות קרקעיות ומערכות אוויריות. אמצעי זה משנה את האופן שבו כוחות מפעילים אש בלחימה, זאת על ידי מתן אפשרות להפעיל בפשטות נחילים של איומים בבת אחת. הוא תומך במגוון מערכי משימות נוספות, החל ממודיעין, מעקב וסיור ועד ללוחמה אלקטרונית, פעולות הטעיה והעברת תקשורת.

התחמושת המשוטטת, המופעלת על ידי מעבד בינה מלאכותית, משלבת גם תכונות אוטונומיה מתקדמות לפעולה בסביבות מאתגרות, כולל במצב של שיבושים, זיופים ותנאי מניעת GPS.

"MAYHEM 10 קובע סטנדרט חדש לגמישות מבצעית ויכולת שרידות בשדה הקרב המודרני", אמר נשיא ומנכ"ל AV. "פריצת דרך זו מאפשרת למפקדים להרחיב את טווח ההשפעה שלהם, להאיץ את קבלת ההחלטות ולשמור על עליונות מבלי לסכן צוותים או נכסים בעלי ערך רב."

המערכת הוצגה לראשונה באירוע של איגוד התעופה הצבאי של אמריקה בשנת 2026



יבשה

אוויר והגנ"א

24. צי ארה"ב בוחן פיתוח טיל נגד קורנים וגם א"א

19 בפברואר 2026

Hunt For "AWACS Killer" Anti-Radiation Missile Kicked-Off by Navy

הצי האמריקני פתח במהלך לבחינת פיתוח טיל חדש Advanced Emission Suppression Missile (AESM) המיועד לשלב יכולת תקיפה נגד קרינה (דיכוי מכ"מים והגנה אווירית) עם יכולת יירוט אוויר-אוויר ארוכת טווח, כולל פגיעה במטוסי בקרה ושליטה אווירית AEW&C (AWACS).
מדובר בשדרוג תפיסתי מעבר לטילים הנמצאים בהצטיידות AGM-88G AARGM-ER, עם דרישה ליכולת דו-תפקודית מלאה (אוויר-אוויר ואוויר-קרקע) בטיל אחד.
יכולות ליבה נדרשות: טווח stand-off משמעותי (מעבר למלאי הקיים), ראש ביות נגד קרינה רחב-תדר, ניווט GPS/INS עם עמידות לשיבוש, הגנות נל"א ECCM מתקדמות (נגד anti-ARM, jamming, flares, chaff), יכולת תקיפה אוויר-אוויר ואוויר-קרקע, פוטנציאל לביות אקטיבי (Radar/IR) וקישוריות רשתית.
משמעות טכנולוגית: יצירת טיל רב-משימתי המשלב יכולות SEAD/DEAD עם יכולת פגיעה במטרות אוויריות עתירות ערך.
תאימות נדרשת למטוסי הקרב: F/A-18E/F Super Hornet, EA-18G Growler, F-35 Joint Strike Fighter. קיימת אפשרות לנשיאה פנימית במטוסים חמקניים, יתרון תפעולי משמעותי.
אם יבשיל, AESM עשוי לייצר קטגוריה חדשה של טילי "Hybrid Dominance" – שילוב של יכולת תקיפה נגד קרינה ויכולת אוויר-אוויר בטיל אחד. הצלחתו תגדיל את גמישות הכוח האווירי ותפחית תלות במערכות ייעודיות נפרדות.



Source: USN

אוויר והגנ"א

25. עניין בפיתוח חימוש אווירי חדש נגד קורנים

19 בפברואר 2026

Navy seeks new anti-radar missile compatible with F-18, F-35 aircraft

הצי האמריקני פרסם בקשה למידע לפיתוח טיל חדש נגד קורנים בעל טווח מוגדל - AESM (Advanced Emission Suppression Missile). הדרישה המרכזית היא תאימות מלאה לפלטפורמות שיגור קיימות, כגון ה-F/A-18 וה-F-35, ולתשתיות אחזקה קיימות של הצי וחיל האוויר.
AESM מיועד להתמודד עם מערכות מכ"ם מודרניות ומתקדמות. הצי דורש ראש ביות בעל כיסוי תדרים רחב, מערכות ניווט GPS/INS וניווט חלופי העמיד בפני שיבושים. בנוסף, נדרשת יכולת לתקיפת מטרות אוויר וקרקע, עם פוטנציאל ליכולות תקיפה מקדימה.

ההודעה לא מציינת שהחימוש החדש יחליף את טילי AGM-88 HARM הוותיקים (טווח של כ-80 מייל) או את טילי AARGM-ER החדשים יותר שנמצא כעת בניסויים באש חיה. עם זאת, הצי דורש במפורש טווח ארוך יותר מכל מה שקיים כיום במלאי.
הצי צופה רכש של עד 300 טילי AESM בשנה, עם יעד הפעלה תוך שנתיים ממועד הענקת החוזה. המציעים נדרשים להציג רמת בשלות טכנולוגית של TRL 7 לפחות (אבטיפוס מוכן להדגמה). מועד ההגשה האחרון: 18 במארס, 2026.

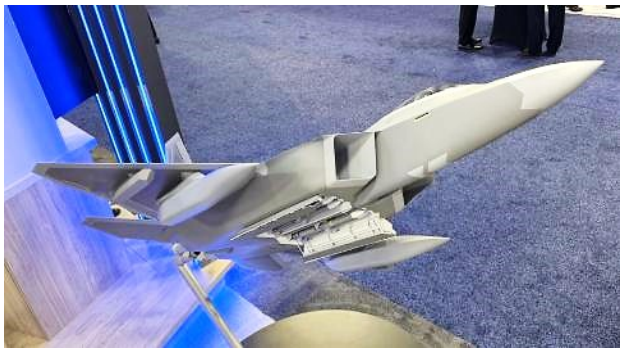
אוויר והגנ"א

26. פרטי השדרוג של המטוס F-22 Raptor 2.0 נחשפים בדגם חדש

24 בפברואר 2026

Upgraded F-22 "Raptor 2.0" Details Seen In New Model

חברת Lockheed Martin הציגה דגם של גרסה משודרגת למטוס הקרב F-22 Raptor, המכונה "Raptor 2.0". גרסה זו כוללת שילוב של מכלי דלק חיצוניים חמקניים ופודי חיישנים מתקדמים מסוג Infrared Search and Track (IRST). השדרוגים מיועדים להאריך את הרלוונטיות המבצעית של המטוס עד כניסתו לשירות של מטוס הדור השישי F-47. החידוש המרכזי הוא שילוב מכלי דלק חיצוניים בעלי חתימת מכ"ם נמוכה, שנועדו להתמודד עם אחת ממגבלות היסוד של F-22 - טווח פעולה קצר יחסית. בניגוד למכלים החיצוניים הקיימים (600-gallon) שאינם חמקניים, התכנון החדש מאפשר נשיאת דלק נוספת תוך שמירה על מאפייני חמקנות ברמה גבוהה יותר. המכלים ניתנים להשלכה במהלך טיסה כדי להחזיר למטוס את ביצועיו המלאים ולהקטין עוד יותר את חתימת המכ"ם.
בנוסף, מתוכננת התקנת פודי IRST מתחת לכנפיים, המספקים יכולת גילוי ומעקב פסיבית אחר מטרות באמצעות חתימה תרמית. יכולת זו נחשבת קריטית במיוחד לזיהוי מטוסים חמקניים, מאחר שאינה תלויה בשידור מכ"ם. מערכות אלו עשויות גם לשתף נתונים עם מטוסי F-22 אחרים הפועלים בתצורה "נקייה", ובכך לשפר את התמונה המבצעית הכוללת.
במקביל לשדרוגים החיצוניים, המטוס מקבל גם שדרוגי עיבוד, מכ"ם, תקשורת ומערכות הגנה עצמית, וכן ניסויים בציפויים מתקדמים להפחתת חתימת מכ"ם.
השדרוגים משקפים התאמה של F-22 לאיומים מתקדמים ולזירות פעולה עתידיות, במיוחד באזור Indo-Pacific, שבו נדרשים טווחי פעולה גדולים יותר ויכולת גילוי משופרת של מטרות חמקניות.



Source: Jamie Hunter/TWZ

אוויר והגנ"א

27. כטב"ם מטען חדש המותאם לפעול באזורי איום גבוה

25 בפברואר 2026

US Firm Showcases New Cargo Drone Capable of Flying into High-Threat Zones

חברת Pyka בארה"ב הציגה כטב"ם מטען אוטונומי DropShip, פלטפורמה לוגיסטית בלתי מאוישת שנועדה לבצע משימות אספקה, פינוי רפואי ו־ISR בסביבות לחימה עם איום גבוה. המערכת הודגמה בשיתוף זרועות הצבא בארה"ב וגופי חירום, ומכוונת להחליף או להשלים פלטפורמות לוגיסטיות מאוישות במשימות מסוכנות במיוחד.

DropShip מבוסס על מערכת הנעה היברידית המשלבת יעילות אנרגטית עם טווח פעולה גדול. הכטב"ם מסוגל לשאת עד 500 פאונד (227 ק"ג) מטען לטווח של 1,000 מייל (1,609 ק"מ), וללא מטען להגיע לטווח של מעל 3,500 מייל (5,632 ק"מ). הפלטפורמה כוללת מחשב משימה מבוסס open-source, המאפשר שילוב מהיר של מטענים באמצעות ארכיטקטורת plug-and-play במשקל של עד 650 פאונד (295 ק"ג). מבנה זה מאפשר התאמה למשימות שונות כגון אספקה טקטית, חיישני ISR, או ציוד רפואי.

המערכת מתוכננת לפעולה אוטונומית במרחב אווירי מאוים, וכוללת רוטור חשמלי בעל חתימת רעש נמוכה, המסייע לגישה חשאית לאזורי פעילות. בנוסף, DropShip מסוגל להמריא ולנחות מאזורים מאולתרים ללא מסלול, כגון דרכי עפר וחצץ, דבר המגדיל את גמישות ההפעלה בקווי החזית.

הפלטפורמה ממוצבת כפתרון חסכוני ללוגיסטיקה צבאית בסביבות איום גבוה, שבהן שימוש בפלטפורמות מאוישות יקר או מסוכן. הארכיטקטורה המודולרית מאפשרת התאמה לשוק רחב של יישומים ביטחוניים ואזרחיים, ומחזקת את המגמה של שימוש בכטב"מים אוטונומיים להחלפת שרשראות אספקה מסורתיות. עבור חברת Pyka, DropShip עשוי למצב את החברה כספקית טכנולוגיה בתחום הלוגיסטיקה האווירית הבלתי מאוישת עבור גופים צבאיים וביטחוניים.



Image: Screengrab via Pyka/LinkedIn

אוויר והגנ"א

28. הוצגו שני קונספטים למסוק עתידי

24 בפברואר 2026

Airbus unveils two copter concepts for NATO program

חברת Airbus Helicopters הציגה שני קונספטים למסוק עתידי במסגרת תוכנית Next Generation Rotorcraft Capability (NGRC) של נאט"ו, שמטרתה להחליף כ-900 מסוקי תובלה בינוניים בציי הברית בין השנים 2035–2040. התוכנית דורשת פלטפורמה בעלת טווח של מעל 900 מייל ימי (1620 ק"מ), מהירות שיוט של כ-220 קשר (400 קמ"ש), יכולת נשיאת 12–16 לוחמים או מטען של כ-4 טון, לצד יעד עלות של עד כ-€35 מיליון ליחידה ועלויות תפעול של €5,000–€10,000 לשעת טיסה. בנוסף נדרש כלי טיס בעל יכולת pilot-optional, המאפשרת טיסה מאוישת, אוטונומית או בשליטה מרחוק.

Airbus מציעה שני פתרונות משלימים. הראשון הוא מסוק קונבנציונלי משופר המבוסס על אבולוציה של פלטפורמות קיימות כגון NH90, עם דגש על אמינות, עלויות תחזוקה נמוכות ויכולת ייצור מהירה. הקונספט כולל רוטור חמישה להבים עם Blue Edge technology להפחתת רעש ורעידות, רוטור זנב משופר לבטיחות

כוחות קרקע, ותצורת שני מנועים עם Eco Mode המאפשרת מעבר של מנוע אחד למצב המתנה בשיוט והפחתת צריכת דלק בכ-20%. פלטפורמה זו מיועדת בעיקר למשימות תובלה, פינוי רפואי ולוגיסטיקה.
הקונספט השני הוא High-Speed Compound המבוסס על מדגים הטכנולוגיה RACER, הכולל כנף box-wing ושני מדחפים צדיים במקום רוטור זנב. תצורה זו מאפשרת מהירויות גבוהות יותר (220–235 קשר) באמצעות חלוקת העילוי בין הכנף לרוטור הראשי, כאשר הכנף מספקת עד כ-40% מהעילוי בשיוט. הפתרון מתאים למשימות קרב, חדירה וטווח ארוך, אך דורש מערכת העברת כוח מורכבת יותר בין המנועים לרוטור ולמדחפים.
שני הקונספטים כוללים ארכיטקטורת תוכנה פתוחה לשילוב חיישנים וחימוש עתידיים, מערכת שליטה בחוט fly-by-wire עם יתירות משולשת, מערכות ל"א הכוללות DIRCM, וכן יכולות הטסה בשיתוף Manned-Unmanned Teaming (MUM-T) להפעלה ושילוב של כטב"מים ורחפנים. מבחינה תעשייתית, גישת שני הקונספטים מאפשרת ל-Airbus להציע לנאט"ו משפחת פלטפורמות בעלת איזון בין אמינות ועלות נמוכה לבין ביצועים גבוהים, ובכך לחזק את מיקומה בתחרות מול פתרונות של Leonardo ו-Sikorsky בשוק המסוקים הצבאיים העתידי.



Source: Airbus Helicopters

אוויר והגנ"א

29. ארה"ב: נחשף טיל היפרסוני חדש HAVOC

25 בפברואר 2026

Ursa Major cries HAVOC and lets slip a new hypersonic missile

חברת Ursa Major פיתחה את הטיל ההיפרסוני HAVOC, מערכת לטווח בינוני המיועדת לטיסה במהירויות מעל Mach 5, תוך דגש על עלות נמוכה ויכולת ייצור בהיקף גדול. המערכת מפותחת בשיתוף US Air Force Research Laboratory (AFRL) ומכוונת להתמודד עם אחד האתגרים המרכזיים בפיתוח כלי טיס היפרסוניים – מערכות הנעה יעילות, אמינות ויכולת ייצור בקנה מידה רחב.
החדשנות המרכזית במערכת היא מנוע Draper, מנוע רקטי עם דלק נוזלי המשתמש ב- high-test hydrogen peroxide וב-kerosene במקום דלקים קריאוגניים או רעילים במיוחד. דלקים אלו יציבים בטמפרטורת החדר ומאפשרים אחסון בטוח יותר ותפעול פשוט יותר. בתהליך הפעולה, מי החמצן מתפרקים בעזרת קטליזטור לחמצן ואדי קיטור בלחץ גבוה, כאשר הקיטור מניע את משאבות הטורבו של המנוע והחמצן מגיב עם הקרוסין בהצתה ספונטנית. מבנה זה מפשט את המנוע מבחינה מכנית ומאפשר שליטה בדחף, כיבוי והפעלה מחדש במהלך הטיסה – יכולות שאינן קיימות במאיצי דלק מוצק.
מבחינה תעשייתית, המערכת תוכננה מראש לייצור סדרתי מהיר. מעל 80% מרכיבי המנוע מיוצרים באמצעות הדפסת תלת־ממד, מה שמפחית את מספר החלקים ומקצר זמני ייצור. בנוסף, התכנון שואף לצמצם את הצורך במערכות הגנה תרמית מורכבות ויקרות, ובכך להוריד עלויות נוספות.
הטיל HAVOC מתוכנן בתצורה מודולרית המאפשרת שילוב עם מאיצים רקטיים עם דלק מוצק solid rocket boosters ושיגור ממגוון פלטפורמות – מטוסי קרב, מפציצים, מערכות שיגור אנכי ומשגרים קרקעיים. גישה זו נועדה להקל על שילוב המערכת במערכי נשק קיימים ולשפר את גמישות ההפעלה. עד כה הושלמו ניסויי

קרקע, וניסויי טיסה מתוכננים בהמשך השנה. מבחינה אסטרטגית, הפרויקט משקף מגמה רחבה יותר בפיתוח מערכות היפרסוניות: מעבר ממערכות ניסיוניות יקרות לפלטפורמות המותאמות לייצור המוני ולפריסה מבצעית רחבה.



Source: Ursa Major

אוויר והגנ"א

30. הצצה למטוס הקרב הסודי F-47

1 במארס 2026

New video may offer glimpse of secret F-47 fighter

תוכנית Next Generation Air Dominance (NGAD) של חא"א מתקדמת לשלב Engineering and Manufacturing Development (EMD) עם פיתוח מטוס הקרב מהדור השישי Boeing F-47, שנועד להחליף את Lockheed Martin F-22 Raptor בצי של לפחות 185 מטוסים. האבטיפוס הראשון צפוי לטוס סביב 2028, לאחר סדרת מדגימי טכנולוגיה שטסו לפי דיווחים בסודיות מאז 2020. F-47 מתוכנן כמטוס עליונות אווירית לטווח ארוך, במהירות של כ-Mach 2 וטווח של מעל 1,000 מייל ימי (1,800 ק"מ), תוך מעבר מתפיסה של קרבות אוויר קרובים לשיגור חימוש ארוך-טווח ושליטה רשתית בשדה הקרב.

מבחינה טכנולוגית, המטוס צפוי לפעול כמרכז systems-of-systems, כלומר פלטפורמת פיקוד ושליטה עבור להקות רחפנים אוטונומיים מסוג Loyal Wingman, כחלק מהקונספט של שילוב מטוסים מאוישים עם מערכות בלתי-מאוישות. בנוסף, הדגש מושם על רמת חמקנות גבוהה יותר מזו של F-22 ו-F-35 Lightning II, ועל שילוב חיישנים מתקדמים ונשק עתידי כגון מערכות נשק אנרגיה מוכוונת.

מרכיב מרכזי בארכיטקטורה הטכנולוגית הוא מנוע XA-103 של Pratt & Whitney, המפותח במסגרת התוכנית Next Generation Adaptive Propulsion (NGAP). המנוע נועד לספק דחף גבוה יותר, טווח מוגדל ויכולת ייצור אנרגיה עודפת למערכות מתקדמות. ההערכות הן כי המנוע יגדיל את טווח F-47 בכ-25% ויספק כ-10% יותר דחף בהשוואה למנועי F-35. בנוסף, הוא כולל מערכות ניהול תרמי מתקדמות, המאפשרות קירור מערכות פנימיות והפחתת החתימה התרמית, מרכיב חשוב בהישרדות המטוס בסביבה עתירת חיישנים.

בהיבט התעשייתי, פיתוח המנוע והמערכת נעשה תוך שימוש בשיטת Digital Engineering ו-Digital Twin, המאפשרת סימולציה מלאה של מערכות המנוע והמטוס במטרה להאיץ פיתוח, לצמצם עלויות ולהקטין סיכונים הנדסיים. גישה זו הופכת למודל מרכזי בפיתוח מערכות אוויריות מתקדמות בארה"ב.

סרטון מומלץ



Source: Pratt & Whitney

אוויר והגנ"א

31. כלי הטיס המשולב החדש של דארפא: X-76

9 במארס 2026

DARPA's new X-76: the speed of a jet, the freedom of a helicopter

תוכנית SPRINT של דארפא, בשיתוף U.S. Special Operations Command, מקדמת את מדגים X-76 (שנבנה ע"י חברת Bell Textron) במטרה לשבור את הפשרה המסורתית בין מהירות מטוס סילון לבין גמישות מסוק. הפרויקט עבר סקר תיכון קריטי (CDR) ונכנס לשלב הבנייה, עם ניסויי טיסה מתוכננים ל־2028.

דגשים טכנולוגיים:

- Runway-independent VTOL: המראה/נחיתה אנכית ללא תלות במסלול.
- Jet-like cruise: שיוט מעל 400 קשר — חריג לקטגוריית vertical-lift.
- Hybrid flight envelope: שילוב יכולת רחיפה, תמרון וגמישות של מסוק עם ביצועי טיסה מהירים של מטוס כנף קבועה.
- Operation in austere environments: הפעלה ממשטחים לא מוכנים ובתנאי שטח מורכבים.
- ארכיטקטורה ניסויית (X-plane): פלטפורמה להבשלת טכנולוגיות פורצות דרך לדורות הבאים.

יתרון מבצעי:

- קיצור זמני תגובה: חדירה מהירה ללא תלות בתשתיות תעופתיות.
- שרידות גבוהה יותר: הפחתת פגיעות של מסלולי המראה קבועים.
- גמישות פריסה גלובלית: יכולת "anywhere access" לכוחות מיוחדים ולוגיסטיקה קרבית.
- Force multiplier: שילוב בין מהירות, טווח וגמישות מייצר יתרון משמעותי בזירות קשות.

X-76 במסגרת SPRINT מייצג פריצת דרך פוטנציאלית בתחום התעופה - שילוב של מהירות עם אי-תלות במסלול. אם יבשיל, הוא עשוי ליצור קטגוריה חדשה של פלטפורמות high-speed VTOL, עם השפעה רחבה על שוקי הביטחון ואף על תחומים אזרחיים.



Source: DARPA | Colie Wertz

אוויר והגנ"א

32. מערכת הגנה אווירית וטילית צרפתית חדשה

12 במארס 2026

France's Thales launches air and missile defense rival to US Golden Dome

מערכת SkyDefender של חברת Thales מציגה פתרון אירופי מתקדם להגנה אווירית וטילית אזורית, כחלופה ריאלית וקצרת־טווח ל־Golden Dome האמריקנית שעדיין בשלבי קונספט. מדובר במערכת רב־שכבתית, מודולרית ומבוססת AI, הפועלת כ־"system of systems" ומשלבת חיישנים, מיירטים ופלטפורמות שליטה ובקרה.

משמעות טכנולוגית: ארכיטקטורה רב-שכבתית מלאה – גילוי לווייני (infrared), יירוט לטווח בינוני (SAMP/T NG + Aster 30 B1 NT), והגנה לטווח קצר (ForceShield, SHORAD/VSHORAD). שילוב מערכות מגוונות (Mistral 3, Martlet, RapidFire) לכיסוי ספקטרום רחב של איומים – מטילים בליסטיים והיפרסוניים ועד רחפנים. שימוש ב־AI לאינטגרציה, ניהול איומים ותיעדוף יירוטים בזמן אמת. דגש על בשלות מבצעית: שימוש ברכיבים קיימים ומוכחים, המאפשר פריסה מהירה יחסית לעומת מערכות עתידיות.

משמעות מסחרית/אסטרטגית: מיצוב Thales כספקית מובילה בשוק ההגנה האווירית הרב-שכבתית, במיוחד עבור מדינות המחפשות פתרון מיידי ולא עתידי. פוטנציאל גבוה לייצוא, במיוחד באירופה, המזרח התיכון ואסיה, עבור הגנה אזורית (עד ~5,000 ק"מ). התאמה לאקוסיסטם של נאט"ו – יתרון משמעותי בפרויקטים משותפים ורכש רב־לאומי. תחרות ישירה מול מערכות אמריקניות וישראליות, תוך בידול דרך זמינות מיידית, מודולריות והתאמה ללקוח. מגמה ברורה לשוק של Integrated Air and Missile Defense (IAMD) מבוזר, מבוסס רשתות וחיישנים מרובים.

SkyDefender ממחישה מעבר ממערכות יירוט נקודתיות לפתרונות אזוריים רב-שכבתיים, זמינים ומבוססי אינטגרציה חכמה, ומהווה הזדמנות עסקית משמעותית בשוק ביטחוני צומח עם דרישה גוברת להגנה מפני איומים מתקדמים.



Source: Thales

[אוויר והגנ"א]

33. החברה הטורקית Baykar מציגה כטב"ם תקיפה לטווח ארוך

19 במארס 2026

[Baykar Presents Long-Range Attack UAV]

הכטב"ם K2 Kamikaze של Baykar מייצג דור חדש של כלי תקיפה בלתי מאוישים, המבוססים על נחילים אוטונומיים, בינה מלאכותית ועלות נמוכה, עם מיקוד ביעילות מבצעית מול מטרות בעלות ערך גבוה.

משמעות טכנולוגית:

- יכולות נחילים מתואמות מבוססות AI – מספר כלים פועלים יחד במבנים דינמיים תוך קבלת החלטות מבוזרת וללא תלות בשליטה מרכזית.
- אוטונומיה מתקדמת בסביבה משובשת – ניווט ללא GNSS באמצעות זיהוי חזותי (vision-based navigation), כולל פעילות לילה.
- שילוב חיישני EO/IR לסיור ותקיפה מדויקת (lock-on / coordinate strike).
- תקשורת היברידית (line-of-sight + satellite) המאפשרת גמישות תפעולית גבוהה.
- כיוון עתידי לשימוש חוזר חלקי – מעבר מכלים מתכלים לחלוטין לפלטפורמות היברידיות.

משמעות מסחרית/אסטרטגית:

- מודל עלות/תועלת המאפשר ייצור המוני והחלפת תחמושת יקרה בפלטפורמות זולות יחסית – שינוי כלכלת הלחימה.
- פוטנציאל גבוה לייצוא למדינות המחפשות פתרונות זולים ויעילים מול מערכות הגנה מתקדמות.
- מיצוב Baykar כשחקן מוביל בשוק החימושים המשוטטים ונחילי הכטב"ם.
- התאמה למגמות לוחמה מודרנית: רוויה (mass), ביזור (distributed operations) והתמודדות עם A2/AD ולוחמה אלקטרונית.
- תחרות מול יצרנים מערביים וסיניים, עם יתרון בעלות ובפשטות תפעולית.

K2 מדגים מעבר אסטרטגי ממערכות יקרות ומדויקות בודדות לנחילים חכמים, זולים ומבוזרים – מגמה שמעצבת מחדש את שוק הכטב"ם והלחימה המודרנית, עם השלכות כלכליות ותפעוליות רחבות.

[סרטון]

[אוויר והגנ"א]

34. מסוק Black Hawk עם יכולת הטסה מאוישת או לא מאוישת

23 במארס 2026

U.S. Army Takes Delivery of Optionally Piloted Black Hawk

צבא ארה"ב קיבל מסוק H-60Mx Black Hawk פורץ דרך, שעבר התאמה לטיסה עם טייס או בלעדיו. כלי הדור הבא הזה, המוגדר Optionally Piloted Vehicle (OPV), נכנס כעת לשלב ניסויים אינטנסיבי, ומהווה צעד משמעותי לעבר צי מסוקים בטוח, חכם וגמיש יותר. מסוק זה, המבוסס על טכנולוגיות ALIAS ו־MATRIX של Sikorsky Lockheed Martin ו־DARPA, מסמן מעבר מהותי לעבר תעופה צבאית היברידית, מאוישת/אוטונומית, עם פוטנציאל טרנספורמטיבי לציי מסוקים קיימים.

משמעות טכנולוגית:

- יכולת optionally piloted מלאה: מעבר חלק בין טיסה מאוישת, אוטונומית ושליטה מרחוק.
- מערכת MATRIX כ"מוח דיגיטלי" לניהול טיסה מקצה לקצה (המראה–משימה–נחיתה).
- ארכיטקטורת kit מודולרית (ALIAS OPV) המאפשרת שדרוג פלטפורמות קיימות ללא צורך בפיתוח כלי חדש.
- מעבר ל־fly-by-wire – שיפור יציבות, בטיחות והפחתת עומס טייס, במיוחד בתנאי ראות קשים.
- פתיחות מערכתית (SDK) לשילוב חיישנים, AI ויישומי צד שלישי – בסיס לאקוסיסטם תוכנה תעופתי.

משמעות מסחרית/אסטרטגית:

- פוטנציאל שדרוג רחב לציי Black Hawk קיימים בעולם – שוק של אלפי פלטפורמות.
- יצירת שוק חדש של retrofit autonomy kits לכלי טיס צבאיים ואזרחיים.
- חיזוק מעמד Lockheed Martin/Sikorsky כמובילות בתחום האוטונומיה האווירית.
- הפחתת עלויות תפעול (כוח אדם, הכשרה) לצד שיפור זמינות מבצעית.
- התאמה למגמות עתידיות: autonomous logistics / unmanned teaming / reduced crew.

OPV Black Hawk מדגים מסלול מהיר ואפקטיבי להטמעת אוטונומיה בציים קיימים, עם השפעה ישירה על מודל ההפעלה והכלכלה של תעופה צבאית – ומהווה מנוע צמיחה משמעותי לשוק מערכות האוטונומיה האווירית.

אוויר והגנ"א

35. ארה"ב: תוכניות של מערכות לייזר ללוחמה נגד טילי שיוט וכטב"מים

23 במארס 2026

The US army is already ditching its most powerful laser weapon yet

שירות המחקר של הקונגרס האמריקני CRS (Congressional Research Service) פרסם דו"ח לפיו יפסיקו את הפיתוח של מערכת נשק לייזר רב עוצמה בהספק של 300 KW – IFPC-HEL Indirect -Fire Protection Capability. זאת אחרי השקעה רבה של כסף וזמן. הפרויקט מבוצע ע"י חברת לוקהיד מרטין שהדגימה מערכת 300Kw בשנת 2022 וקיבלה חוזה של 220 מיליון דולר בשנת 2023 לפיתוח של ארבעה דגמים של המערכת.

עם ההודעה הנ"ל החוזה צומצם לדגם אחד בלבד שלא יימסר לשימוש הצבא, אלא יעזור בפיתוח של המערכת העתידית JLWS (Joint Laser Weapon System) כחלק מתוכנית גג כוללת: Golden Dome. הכתבה מדגישה שהמטרה המרכזית בפיתוח של נשק לייזר עתידי הינה לוחמה נגד טילי שיוט – מול הסכנה שכאלה ישוגרו ממטוסים של רוסיה או מספינות של סין.

מוסבר שטילי שיוט נעים במהירות של מאות מייל/שעה ולכן קיים קושי להחזיק קרן יציבה על נקודת התורפה – כל שינוי במעקב אחר המטרה או באיכות של קרן לייזר ימנע נזק לטיל המשייט. לכן הפתרון הוא שימוש בטכנולוגיה של פולסים (Pulsed Laser Technology). כך ניתן לשגר אנרגיה בעוצמה גבוהה מאד תוך פולסים של שבריר שנייה לשיבוש או השמדת טיל השיוט.

פרויקט JLWS מהווה את השלב הבא בפיתוח מערכות לייזר נגד טילי שיוט ומבוצע בשיתוף פעולה בין צבא היבשה והצי. במקביל, הפנטגון מתכנן פיתוח של מערכת לייזר בעוצמה של מגאוואטים רבים – פרויקט "HELSI" – שיתמודד לא רק בטילי שיוט אלא גם בטילים בליסטיים, כולל איומים היפרסוניים. הפיתוח מבוצע ע"י חברת nLight לפי חוזה תלת שנתי משנת 2023. כמו כן מדווח כאן שהצי של ארה"ב מפתח מערכת לייזר של HELCAP, Kw300 – ASCM programe Counter (High Energy Laser) ומשרד המחקר של הצי בודק אפשרות למערכת של Kw 400 – במסגרת פרויקט "SONGBOW".

הכתבה מזכירה גם את ההחלטה להפסיק המשך הצטיידות במערכת של 50 קילוואט המותקנת על רק"ם סטרייקר DEM-SHORAD (Directed Energy Maneuver - Short Rouge Air Defense), זאת אחרי שהניסויים בשימוש בה במזה"ת הראו תוצאות שונות לגמרי בהשוואה לניסויי פיתוח במעבדות.

[אוויר והגנ"א]

36. SPARTA: כטב"ם מודפס בתלת־ממד שעוצב לפי משוב חיילים

23 במארס 2026

[US Army Presents SPARTA: A 3D-Printed Drone Shaped by Soldier Feedback]

SPARTA (Soldier Portable Autonomous Reconnaissance Transitioning Aircraft) הוא כטב"ם טקטי קל משקל, מודפס בתלת־ממד, שפותח על ידי Army Research Laboratory (ARL) תוך שילוב מוקדם של משוב ממשתמשים מבצעיים. הפלטפורמה מיועדת לספק יכולות ISR (מודיעין, תצפית וסיור) בעלות נמוכה, עם דגש על ייצור מהיר, מודולריות ושרידות בשדה הקרב.

יתרונות טכנולוגיים מרכזיים:

- תצורה היברידית (VTOL + Fixed-wing): מאפשרת שילוב של המראה ונחיתה אנכית עם יעילות טיסה של כנף קבועה, מה שמאריך את זמן השהייה למשימות (מעל שעה) ומשפר טווח (עד 30 ק"מ).
- ייצור בתלת־ממד: שלדה הניתנת להדפסה תוך לילה אחד, המאפשרת קיצור דרמטי של זמני ייצור ואספקה.
- מודולריות מלאה: החלפת רכיבים אלקטרוניים תוך דקות והתאמת מטענים ייעודיים (כגון מערכות צילום שונות) לפי משימה.
- פשטות תפעולית: הרכבה ותיקון ללא כלים מיוחדים – יתרון משמעותי לכוחות בשטח.

ערך מסחרי/מבצעי:

- עלות נמוכה במיוחד: כ־$1,000 ליחידה – נמוך משמעותית מכטב"מים צבאיים קונבנציונליים.
- מודל "Attritable": כטב"ם שניתן להחלפה בקלות, עם עמידות לנזקי התרסקות, מתאים להפעלה בהיקפים גדולים גם בתנאי סיכון.
- סקיילביליות: מתאים לייצור סדרתי מהיר ולהפצה רחבה ליחידות שונות, תוך התאמה לפרופילי משימה מגוונים.
- פיתוח מונחה משתמש: שילוב מתמשך של משוב חיילים משפר התאמה מבצעית ומקצר מחזורי פיתוח.

סיכום:
SPARTA מייצג גישה חדשנית לפיתוח מערכות בלתי מאוישות – שילוב של ייצור מתקדם, עלות נמוכה ותכנון מונחה משתמש. הפלטפורמה מציעה יתרון תחרותי ברור במונחי עלות-תועלת, גמישות מבצעית ויכולת פריסה מהירה בקנה מידה רחב.

[אוויר והגנ"א]

37. LOCUST X3 –מתחרה חדש במרוץ מערכות לייזר נגד כטב"מים

24 במארס 2026

[AV unveils LOCUST X3, latest entrant into laser counter-drone race]
מערכת LOCUST X3 של AeroVironment (AV) היא פתרון מתקדם ליירוט כטב"מים (C-sUAS) מבוסס על לייזר עתיר אנרגיה, המיועד להתמודד עם איום הולך וגובר של כטב"מים זולים ורבי־כמות. המערכת מייצגת מעבר מגישות קינטיות יקרות למודלים אנרגטיים יעילים, עם דגש על סקיילביליות ועלות הפעלה נמוכה.
חדשנות טכנולוגית מרכזית:

- לייזר 20–30 kW: מאפשר יירוט מדויק של כטב"ם קטנים ובינוניים (עד Group 3), כולל איומים מתקדמים כמו Shahed ו־Geran.
- אוטומציה מבוססת AI: יכולות זיהוי, מעקב ויירוט אוטונומיות המפחיתות עומס מפעיל ומקצרות זמני תגובה.
- ארכיטקטורה מודולרית: שילוב תת־מערכות הניתנות לשדרוג והחלפה, עם גמישות בפריסה (ניידת על רכב או קבועה).
- יעילות אנרגטית: שימוש באנרגיה במקום תחמושת פיזית מאפשר קצב ירי גבוה ורציף.

ערך מבצעי:

- התמודדות עם מתקפות רוויה: יתרון משמעותי מול נחילי כטב"ם, שבהם פתרונות מיירטים קלאסיים הופכים יקרים ולא יעילים.
- זמינות אש כמעט בלתי מוגבלת: כל עוד יש מקור אנרגיה זמין – אין צורך בטעינה מחדש.
- דיוק גבוה ונזק היקפי נמוך: מתאים לפעולה בסביבות רגישות.

סיכום:
LOCUST X3 ממקם את AeroVironment כשחקן משמעותי בדור הבא של מערכות הגנה נגד כטב"מים. המעבר לנשק מבוסס אנרגיה, יחד עם אוטומציה ויעילות כלכלית, מצביע על פוטנציאל לשינוי פרדיגמה בשוק ה־C-sUAS, במיוחד מול איומי רוויה עתירי־כמות.



Source: AV image

[אוויר והגנ"א]

38. בריטניה מפתחת דרך חדשה להתמודדות עם איומי כטב"מים

25 במארס 2026

UK Develops New Way of Tackling Drone Threats

צוות מהנדסים מבריטניה מפתח גישה חדשה להתמודדות עם כטב"מים עוינים. הפרויקט ממומן ומובל על ידי BAE Systems, חברת הביטחון הגדולה במדינה, אשר נשענת על מומחיותה הנרחבת בתוכנה כדי לספק פתרון חסכוני בתוך חודשים. המטרה היא להתמודד עם האיום הגובר לתשתיות אזרחיות וצבאיות.

מערכת BAE Systems Anti-Threat System (BATS) נועדה להפחית את התלות במענה מבוסס טילים יקרים. במקום זאת, היא משלבת תוכנה מתקדמת, לוחמה אלקטרונית ואמצעים קינטיים כדי להתמודד עם חדירות כטב"ם הולכות וגוברות, הפוגעות בגבולות מדינה, נכסים צבאיים, שדות תעופה ואזורים עירוניים.

הפיתוח החל באוקטובר 2025, כאשר ניסויי מערכת צפויים כבר בחודש הקרוב, וניסויי ירי חיים מתוכננים לתחילת הקיץ. לוח זמנים מהיר זה משקף את הדחיפות הנובעת מהתפתחות האיומים ומהביקוש מצד לקוחות.

המנהלת של חטיבת Digital Intelligence ב־BAE Systems, ציינה כי חדירות כטב"מים מהוות סיכון חמור ודינמי. לדבריה, טכנולוגיות וטקטיקות כטב"מים מתפתחות מהר יותר מקצב התגובה של מערכות הגנה מסורתיות, ולכן נדרש פתרון גמיש ואדפטיבי יותר.

BATS היא מערכת סקיילבילית ומבוססת תוכנה, הכוללת מנוע קבלת החלטות (Command-and-Control) המאפשר למשתמשים לזהות, לאפיין ולנטרל איומים בלתי מאוישים בזמן אמת. הארכיטקטורה הפתוחה שלה מאפשרת שילוב של חיישנים ואמצעי יירוט קיימים ועתידיים במגוון תחומים.

באמצעות מיזוג נתונים מחיישנים רב-שכבתיים, BATS מסוגלת לזהות ולסווג איומים בשלב מוקדם, ולאפשר תגובה מהירה ומושכלת בהתאם לחקיקה ולכללי הפתיחה באש.



Source: BAE Systems

אוויר והגנ"א

39. הגברת ייצור מערכות VAMPIRE נגד כטב"מים

28 במארס 2026

US firm boosts production of new systems that deliver precision strikes against drones

חברת L3Harris Technologies,שבסיסה בפלורידה מאיצה את ייצורן של מערכות היכולות להתמודד עם איומי כטב"מים. המערכת VAMPIRE (C-UxS) מספקת יכולות תקיפה מדויקות נגד האיום. זאת פלטפורמה עצמאית המספקת יכולת סיור מתקדם ויכולת לבצע פעולות נגד כלי טיס המופעלים מרחוק.

החברה התקינה לאחרונה את מערכת VAMPIRE על רכב יחידת חי"ר (ISV) של GM Defense, והדגימה פתרון נייד לנטרול איומי כטב"מים קטנים. מתקן הייצור כולל אזור הרכבה, בדיקה והתקנה גמיש לשילוב VAMPIRE בכלי רכב קרקעיים ובמערכות נשק במכולות לפריסה מהירה. קו הייצור יכול להתאים ולהגדיל את הנפח ככל שהביקוש יתפתח. כלי הרכב של GM Defense תוכנן באופן ייחודי כדי לעמוד בדרישות צבא ארה"ב לפריסה מהירה. עם יכולות חזקות בשטח וארכיטקטורה מודולרית לשילוב מערכות, רכב החי"ר משפר משמעותית את הניידות הטקטית במגוון פעולות צבאיות. הוא קל לתחזוקה וניתן להתאמה אישית רבה כדי לעמוד בצרכים מגוונים של משימות ותפעול. GM Defense משתפת פעולה עם חברות כמו L3Harris כדי לתכנן ולייצר מערכות מגוונות כדי לתמוך במגוון רחב של דרישות משימות עבור מגוון כוחות כלליים וכוחות מבצעים מיוחדים. שילוב מערכת נגד תקיפות עוינות כמו VAMPIRE מוסיף יכולת חדשה להגנה על המפעילים. מערכת (C-UAS) L3Harris VAMPIRE (Vehicle-Agnostic Modular Palletized ISR Rocket Equipment) היא מערכת הגנה אווירית בלתי מאוישת נגד כטב"מים בעלת עלות נמוכה וניתנת לפריסה מהירה. היא משתמשת ברקטות מונחות לייזר (כגון APKWS II) הנורות מכלי רכב טקטיים קלים, עם ביצועים מוכחים בקרבות באוקראינה מאז 2023.



מערכת VAMPIRE על רכב חי"ר של GD. מקור: Textron Systems

[אוויר והגנ"א]

40. חא"א מחפש חיישנים אקוסטיים להגנה מפני רחפנים

4 באפריל 2026

[US Air Force seeks acoustic sensor for drone detection]

חיל האוויר האמריקני פרסם בקשה למידע (Rfl) לתעשיות לגבי האפשרות לפתח חיישן אקוסטי פאסיבי נייד, שיאפשר לזהות רחפנים קטנים וגם איומים אחרים, ללא שידור אותות שעלולים לחשוף את מיקומו.

על המערכת המוצעת להיות קלה לנשיאה ע"י חיילים או להתקנה ברכב, ועליה לספק זיהוי של כיוון האיום – 360^0. החיישן יתבסס על ניתוח קולות של מנועים, מרחפנים או ירי, וישולב עם מכשירים אחרים שברשות החיילים. חיישנים על בסיס אקוסטי אמורים לסייע בזיהוי איומים של רחפנים קטנים שקשה לזהותם ע"י מכ"ם. יתרונם בכך שאלה אינם משדרים ולכן אינם ניתנים לגילוי כמו חיישנים אלקטרומגנטיים המבוססים על שידור.

לפי ה-Rfl, על התעשיות המעוניינות לספק דגמים לניסוי תוך חצי שנה. התשובות עד תחילת מאי 26.



Source: HopFlyt

[אוויר והגנ"א]

41. ערכת טילים מאפשרת למטוסי קרב להפיל כטב"מים בעלות נמוכה

12 באפריל 2026

Missile kit lets fighter jets down drones on the cheap

ערכת APKWS (Advanced Precision Kill Weapon System) של חברת BAE Systems ממירה רקטות לא מונחות בקוטר 70 מ"מ לטילים מונחים מדויקים, ומספקת פתרון יירוט רחפנים בעלות נמוכה משמעותית. שילוב המערכת במטוסי Typhoon Eurofighter מדגים מינוף פלטפורמות קיימות ליצירת יכולת נגד כטב"מים (C-UAS) אפקטיבית וזולה.

חדשנות טכנולוגית:

- DASALS Seeker: חיישני לייזר מבוזרים על כנפיים (ללא רב"ת קדמי).
- Conversion Kit: שדרוג רקטות קיימות במקום פיתוח טילים חדשים.
- Plug-and-play Integration: התאמה יחסית פשוטה לפלטפורמות אוויריות שונות.
- Preservation of legacy hardware: שימוש בראש קרב ומרעום קיימים.

ביצועים מבצעיים:

- דיוק: ~80% בתוך סטיית פגיעה של ~2 מטר
- עלות ירי: ~25,000 דולר לעומת ~500,000 דולר (AIM-9X)
- התאמה ליירוט רחפנים בינוניים/גדולים
- הוכחת אינטגרציה עם Typhoon

ערך מסחרי/שוקי:

- Cost disruption: הפחתת עלות יירוט בסדר גודל של פי 20
- Inventory leverage: שימוש במלאי רקטות קיים (mm70)
- Rapid fielding: זמן הטמעה קצר לעומת פיתוח חימוש חדש
- Scalability: פוטנציאל שילוב במגוון פלטפורמות (אוויריות וקרקעיות)
- High demand segment: מענה לצמיחה חדה בשוק C-UAS

APKWS מייצג פתרון פרגמטי בעל החזר השקעה גבוה: שדרוג זול ומהיר שמאפשר להתמודד עם איום כטב"ם באמצעות איזון נכון בין עלות, דיוק וזמינות – ומהווה רכיב קריטי בהגנה רב-שכבתית מודרנית.



Source: BAE Systems

אוויר והגנ"א

42. ג'נרל אטומיקס: כטב"ם ליירוט כטב"ם

17 באפריל 2026

[General Atomics Pitches Mojave as a STOL Drone Hunter]

כטב"ם Mojave של חברת General Atomics הוא כטב"ם רב־משימתי עם יכולת המראה ונחיתה קצרה Short Takeoff and Landing (STOL), המיועד לפעולה מבסיסים קדמיים ומאולתרים. הקונספט החדש ממקם אותו כפלטפורמת יירוט כטב"ם זולה יחסית, המשתמשת ברקטות APKWS II ליירוט כטב"ם, לצד יכולות סיור ISR, תקיפה ולוגיסטיקה.

חדשנות טכנולוגית:

- שילוב נדיר של שהייה ארוכה עם יכולת הפעלה ממסלולים קצרים/לא סלולים.
- מכ"ם EO/IR + EagleEye (SAR/GMTI/Air-to-Air) לזיהוי ומעקב מטרות אוויריות וקרקעיות.
- אינטגרציה של APKWS II, Switchblade 600, Hellfire, AIM-9X.
- יכולת שיגור רחפנים תוקפים מהאוויר.
- גמישות בפריסה קדמית (island outposts, austere bases).

ביצועים מבצעיים (נגזרים):

- יירוט כטב"ם באמצעות APKWS II בעלות נמוכה (Cost-per-kill משופר)
- ליווי כוחות (Apache/Black Hawk) ופתיחת צירים (SEAD-lite)
- איתור וסגירת מעגלי אש עם ארטילריה
- תמיכה לוגיסטית קלה לנקודות קדמיות

סטטוס והמשך:

- יכולות רבות כבר הודגמו בפועל
- אינטגרציית APKWS II בשלבים מתקדמים (ירי קרוב)
- קידום אקטיבי מול הצבא ובעלות ברית
- שותפות עם Hanwha להרחבת שוק

Mojave STOL מציע גישה פרגמטית לשדה הקרב המודרני: פלטפורמה רב־משימתית, בעלות נמוכה יחסית, עם יכולת לפעול קדימה ולספק גם יירוט כטב"ם וגם ערך ISR/לוגיסטי. אם יבשיל מבצעית, הוא עשוי להפוך למכפיל כח משמעותי במבנה כוחות מבוזר.



Source: The War Zone

[אוויר והגנ"א]

ים

43. נחשף כצב"ם שנצמד לכלי שיט אחרים

9 בפברואר 2026

Undersea Drone That Attaches Itself To Other Vessels Unveiled By Lockheed

חברת Lockheed Martin חשפה את Lamprey, כצב"ם מסוג Multi-Mission Autonomous - MMAUV Undersea Vehicle, המיועד לפעילות חשאית, מבוזרת ורב־משימתית. המערכת מציגה קונספט חדשני של הגעה לזירת הפעולה באמצעות היצמדות לגופי אוניות וצוללות, טעינה עצמית במהלך תנועה, ושיגור אפקטורים תת־ימיים ואוויריים.

חידושים טכנולוגיים מרכזיים:

1. קונספט "Hitchhiking" תת־ימי: יכולת היצמדות לפלטפורמות מארחות (אונייה/צוללת) מאפשרת הגעה חשאית ללא צריכת אנרגיה עצמאית משמעותית, פריסה מאזורי stand-off, והפעלה חוזרת באותה הפלגה. זהו שינוי תפיסתי לעומת כצב"ם מסורתיים התלויים בהובלה ייעודית או בטווח עצמי מוגבל.
2. מודולריות מלאה - 24 ft^3 (כ-0.7 מ"ק) נפח מטען: הפלטפורמה תומכת בשיגור כטב"ם (עד 6), טורפדות קלות, גופי הטעיה Decoys דוגמת Mk 39 EMATT, פריסת חיישנים (sonobouys, סונאר, RF פסיבי, אופטיקה). המודולריות ממצבת את Lamprey כפלטפורמת נושאת מטע"דים ולא כמערכת ייעודית אחת.
3. אנרגיה וסיבולת: הנעה חשמלית עם hydrogenerator לטעינה במהלך משימה. משמעות: שיפור שהייה פוטנציאלי והפחתת מגבלות לוגיסטיות.
4. שילוב רב־ממדי (Multi-Domain Integration): המערכת מדגימה קישוריות עם מטוס F-35 Joint Strike Fighter, מה שמחזק תפיסה של שרשרת הרג מבוזרת בין ים–אוויר. פוטנציאל לשילוב ב־C4ISR ימי מתקדם.

Lamprey מחזק את מיצוב Lockheed Martin כגורם מוביל במערכות ימיות אוטונומיות ומרחיב את פעילותה מעבר לפלטפורמות גדולות ויקרות לפתרונות מבוזרים וסקיילביליים. אם תתומחר נכון ותיכנס לייצור בהיקף, המערכת עשויה להפוך לקטגוריה חדשה של "Undersea Effectors-as-a-Platform", בדומה למהפכה שחוללו רחפנים בזירה היבשתית.



Source: Lockheed Martin

ים

44. צוללת תקיפה סינית חדשה בעלת הנעה גרעינית

24 בפברואר 2026

China's new nuclear submarine breaks cover amid shipbuilding spree

צילומי לוויין חושפים את צוללת התקיפה הגרעינית (SSN) החדשה של סין, Type 09V (או Type 095), במספנת בוהאי. מדובר באינדיקטור נוסף למאמצי המודרניזציה הימית של סין.

Type 09V היא צוללת תקיפה בעלת הנעה גרעינית, באורך של כ-110 מטרים הדוחקת בין 9,000-10,000 טון.

אנליסטים סבורים שהיא עשויה לכלול מספר חידושים עבור הצי הסיני: הגאי כיוון בצורת X, הגאי עומק נשלפים, מדחף מסוג pumpjet, ואולי גם עיצוב המבוסס על גוף יחיד (single hull) או היברידי (ולא כפול, כפי שהיה בצוללות סיניות עד כה). בכל הנוגע לחימוש, ההערכה היא כי הצוללת כוללת 8 צינורות שיגור אנכי (VLS) אוניברסליים, שעשויים להכיל 3 טילים כ"א. היא עשויה להיות חמושה בטיל השיוט ההיפרסוני החדש YJ-19. הטיל מותאם גם לצינורות טורפדו סטנדרטיים (553 מ"מ) ומספק שדרוג משמעותי ליכולות התקיפה נגד מטרות שטח.

ההערכות בנוגע לקצב הייצור של כלים אלה מצביעות על השקה של כשלוש צוללות תקיפה גרעיניות בשנה, בהשוואה ל-1.1-1.3 בארה"ב. אולמות ההרכבה העצומים של מספנת בוהאי יכולים תיאורטית להכיל בנייה מקבילה של עד 20 צוללות בסדר גודל כזה.

בעוד שהצי האמריקני עדיין שומר על יתרון בטכנולוגיית צוללות ובלוחמה נגד צוללות (ASW), Type 09V מדגימה את המאמץ של בייג'ינג לצמצם את הפער. הצוללת עשויה לרדת למים בשנה הקרובה ולהתחיל בתהליכי התאמה וניסויי הים. אנליסטים מעריכים שהצוללת הראשונה מדגם V09 תכנס לשירות מבצעי בסביבות שנת 2029.

ים

45. חברה אמריקנית הציגה קונספט לכשב"ם אוטונומי

12 בפברואר 2026

Blue Water Autonomy unveils Liberty-class autonomous ship developed with Damen

חברת Blue Water Autonomy הציגה לאחרונה קונספט של כשב"ם אוטונומי באורך 58 מ' המסוגל לשאת מטעד של 150 טון לטווח של 10,000 מייל. הכלי מפותח בשיתוף עם מספנת Damen ותחילת הבנייה מתוכננת למרץ 2026.

הכלי החדש נקרא Liberty והוא מבוסס על הגוף של דגם Stan Patrol 6009 של Damen. הוא נבחר בזכות הצורה הייחודית של החרטום שלו, בצורת גרזן, הפולח את המים ומקטין את העומס על הגוף בתנועה בים גלי. הדגם אמור להיות בעל יכולת תפקוד אוטונומית, עם התערבות אנושית מוגבלת בהפלגות של חודשים.



המחשה: Damen

ים

46. כשב"ם Magura מצויד ברחפני יירוט

7 במארס 2026

Magura naval drones equipped with interceptor UAVs – video

החברת הביטחונית האוקראינית UForce ציידה את הכשב"ם Magura ברחפני יירוט. תצורה זו של כשב"ם כבר נוסתה בתנאי קרב באזור Odesa. פורסם סרטון של הניסויים בו נראה כי רחפני היירוט משוגרים ממשגר המותקן בתוך הפלטפורמה הימית של Magura, ומשמידים רחפני תקיפה מתקרבים. מוקדם יותר דווח כי

UForce גייסה 50 מיליון דולר בסבב השקעה ראשוני בהובלת הקרנות Shield Capital ו־Lakestar. בחודש מאי בשנה שעברה, אוקראינה הציגה גם סירות בלתי מאוישות המצוידות ברחפני kamikaze לפעילות בים השחור.

סרטון



Source: Oliver Carroll, The Economist

ים

47. צי ארה"ב בחר בצוללת אוטונומית כ"ספינת אם" לפיזור נחילי כצב"מים

22 במארס 2026

US Navy picks robot sub 'mothership' to unleash underwater drone swarms

חיל הים האמריקני בחר את הצוללת האוטונומית Dive-XL של אנדוריל עבור פרויקט הפלטפורמה הימית האוטונומית הקרבית (CAMP-Combat Autonomous Maritime Platform), שמטרתו לפתח במהירות צי של צוללות אם המסוגלות לפרוס כצב"מים אוטונומיים קטנים יותר וגם טורפדו. מטרת תוכנית CAMP היא לפתח מהר ככל האפשר אבות טיפוס של צוללות אוטונומיות גדולות כדי לגשר על הפער הקיים כיום בלוגיסטיקה תת-ימית ויכולות תקיפה ארוכות טווח. פלטפורמת Dive-XL נבחרה משום שהיא מותאמת ללוחמה תת-ימית מוגדרת תוכנה, עם עיצוב שניתן לייצור המוני תוך שמירה על גודל מספיק לפריסת מערכות אוטונומיות קטנות יותר.

מאפיין מרכזי הוא הבחירה של Anduril לנטוש את מבנה גוף הלחץ המסורתי. במקום זאת, Dive-XL משתמש בעיצוב מודולרי, הניתן להצפה במים, כאשר רכיבים רגישים אטומים בתוך מכלים פנימיים. ביטול גוף הלחץ מפחית הן את העלות והן את המשקל, תוך מתן אפשרות לייצור מהיר יותר והתאמה קלה יותר. בהתבסס על לקחים שנלמדו בתוכנית Ghost Shark של הצי המלכותי האוסטרלי, Dive-XL החשמלי לחלוטין הוא גדול למדי בתור צוללות לא מאוישת, עם אורך של 11 מטרים ורוחב של 2 מטרים. הוא מיועד לעומק של עד כ-6,000 מטרים, טווח של 2,000 מייל ימי (3,704 ק"מ) וזמן צלילה מוכח של 100 שעות על פני תקופה של 10 ימים. בנוסף, הפלטפורמה תוכננה להתאים למכולת משלוח סטנדרטית באורך 1.2 מטר וניתנת להטסה באמצעות מטוס C17 או מטוס תובלה דומה. העיצוב המודולרי מאפשר התקנה של שלושה מודולי מטען סטנדרטיים או מודול אחד גדול במיוחד, המאפשר משימות כגון מודיעין, מעקב וסיור (ISR), אמצעים נגד מוקשים, לוחמה נגד צוללות ובדיקת כבלים וצנרת תת-ימית. עם זאת, הערך המרכזי של הצוללת האוטונומית החדשה הוא היכולת לשגר כלים אוטונומיים קטנים יותר קטנים יותר כמו ה-Copperhead AUV או רובוט הניטור לקרקעית הים Seabed Sentry. לדברי אנדוריל, הדגמה מבצעית ארוכת טווח מתוכננת בתוך ארבעת החודשים הקרובים.



ים

48. מערכת נשק לייזר LOCUST הותקנה על נושאת מטוסים ויירטה כטב"מים בניסויים ימיים

23 באפריל 2026

AV LOCUST Laser Zappes Drones in USS George H.W. Bush Live-Fire Tests

חברת AeroVironment (AV) הדגימה לאחרונה את יכולות מערכת נשק לייזר LOCUST נגד כטבמי"ם, כאשר היא מופעלת מנושאת המטוסים USS George H.W. Bush. החברה הודיעה שהניסויים בים בוצעו במהלך אוקטובר 2025 כאשר מערכת הלייזר האינטגרלית מותקנת על משטח (pallet) על הסיפון כפי שרואים בתמונה המצורפת. המערכת עקבה וניטרלה מגוון כטבמי"ם במהלך הפלגת נושאת המטוסים בים. לדברי סמנכ"ל מערכות נשק מוכוון אנרגיה ב-AV, המערכת מאורגנת כיחידה אינטגרלית וניתנת לשילוב מידי על ספינה וכך להרחיב את השימוש בנשק לייזר ללא צורך בשינויים יקרים וגוזלי זמן.

הפעילות הזו בוצעה בשיתוף בין צי ארה"ב והמשרד ליישום מהיר של טכנולוגיות קריטיות בצבא- US Army Rapid Capabilities and Critical Technologies Office אשר מנהל את התוכנית Army Multi-Purpose High Energy Laser (AMP-HEL). ההדגמה מציינת אבן דרך לקראת פריסת מערכות נשק מוכוון אנרגיה במגוון יישומים ופלטפורמות.

מערכת נשק לייזר LOCUST

המערכת המשולבת כיחידה אינטגרלית על משטח כבר הוכיחה שניתן להתקין אותה בעמדה קבועה או גם על כלי רכב כגון Joint Light Tactical Vehicle (JLTV) או Infantry Squad Vehicle(ISV).

הניסויי על נושאת המטוסים באוקטובר 2025 הדגים את גמישות המערכת ואת יכולותיה בקלות ההצבה וההסרה שלה. המערכת מופעלת ממצברים נטענים או ממערכת ההספק החשמלי של האונייה ואינה מוגבלת במספר היריות כול עוד יש אספקת חשמל. מערכת LOCUST גם ניתנת בקלות לשילוב עם מערכות שליטה ובקרה שונות ומאפשרת מעקב אוטומטי אחרי מטרות ומעבר מהיר ממטרה למטרה. החברה חשפה במהלך חודש מארס את הגרסה המשודרגת של LOCUST המופעלת על ידי בינה מלאכותית כאשר הספקי הלייזר בין 20 ל 35 קילו-וואט.



LOCUST על סיפון נושאת המטוסים

ים

חלל

49. תוכנית אמריקנית חדשה למעקב טילים מהחלל

12 במארס 2026

BAE Systems Advances US Space Missile Tracking Program

תוכנית RMWT (Resilient Missile Warning & Tracking) – MEO Epoch 2 בהובלת חברת BAE Systems עבור חיל החלל של ארה"ב מסמנת התקדמות משמעותית בבניית שכבת גילוי ומעקב טילים מבוססת חלל, עם קונסטלציה של 10 לוויינים במסלול בינוני Medium Earth Orbit (MEO) ומערך קרקעי תומך.

משמעות טכנולוגית:

- מעבר לארכיטקטורה מבוזרת ועמידה (resilient) של חיישנים מבוססי חלל, המיועדת להתמודד עם איומים מתקדמים, כולל טילים היפרסוניים.
- שימוש במטעדי תת-אדום מתקדמים לזיהוי שיגורים ומעקב רציף, תוך שיפור כיסוי גלובלי וזמני תגובה.
- אינטגרציה הדוקה בין מקטע החלל למקטע הקרקע, קריטית לזרימת מידע בזמן אמת.
- קיצור מחזורי פיתוח: מעבר מהיר משלב זכייה לפרויקט לשלב תכנון מפורט בפחות משנה.

משמעות מסחרית/אסטרטגית:

- שוק מתרחב של התרעה מפני טילים מבוססת חלל בהובלת ממשלת ארה"ב, עם תקציבים של מיליארדי דולרים והמשכיות רב-שנתית.
- הזדמנויות משמעותיות לספקים בתחום החיישנים, פלטפורמות לווייניים (satellite buses), תוכנה, והיתוך מידע.
- יצירת אקוסיסטם תחרותי הכולל שחקנים מרכזיים כמו BAE Systems, Leonardo DRS ו־Sierra Space, לצד Space Development Agency.
- חיזוק מגמת Proliferated LEO/MEO constellations – מעבר ממערכות בודדות יקרות לרשתות לווייניים מרובות, זולות יחסית ועמידות יותר לשיבושים.

התוכנית ממחישה מעבר אסטרטגי למערכות גילוי ומעקב מבוזרות, מהירות ועמידות, ומהווה מנוע צמיחה מרכזי לתעשיית החלל הביטחונית – עם פוטנציאל להתרחבות לשווקים בינלאומיים וליישומים דו-שימושיים (ביטחוני-אזרחי).

חלל

50. מגנטומטר קוונטי בחלל עשוי לשמש חלופה ל-GPS

27 במארס 2026

NASA-tested quantum sensor could replace aging satellites for GPS-free global navigation

חברת SBQuantum הקנדית משגרת לחלל מגנטומטר קוונטי מבוסס יהלום, במסגרת תוכנית Rideshare של חברת SpaceX. הפרויקט הוא חלק מאתגר MagQuest של הסוכנות הלאומית למודיעין חזותי וגיאוגרפי (NGA), שנועד להאיץ טכנולוגיות חדשות למדידת השדה המגנטי של כדור הארץ ולעדכון המודל המגנטי העולמי (WMM) המפותח על ידי המרכז הלאומי לנתונים גיאופיזיים של ארה"ב והמכון הגיאולוגי הבריטי.

המגנטומטר הקוונטי, שנבחן במרכז טיסות החלל גודארד של נאסא, מהווה קפיצת מדרגה טכנולוגית בזכות שימוש באלגוריתמים מתקדמים לניתוח נתונים, המאפשרים ניטור רציף ודיוק יוצא דופן במכשיר קטן יחסית (גודלו כגודל קרטון חלב). טכנולוגיה זו מספקת חלופת ניווט עמידה במצבים שבהם אותות GPS אינם זמינים, משובשים או מאוימים ע"י לוחמה אלקטרונית.

אתגר MagQuest, שהושק בשנת 2019 עם מאגר מענקים בסך 2.1 מיליון דולר המחולק לשלושה שלבים, הגיע לשלב הרביעי שבו משתפת SBQuantum פעולה עם Spire Global לצורך ניצול תשתיות הלוויין, תחנות הקרקע ויכולות עיבוד הנתונים שלה. השלב הסופי של האתגר צפוי להסתיים בסתיו השנה, לאחר שבע שנות פעילות שבהן הגיעו שלושה צוותים לשלב האחרון. SBQuantum מרחיבה במקביל את פעילותה עם סוכנות החלל האירופית ומשרד ההגנה הקנדי ליישום החיישנים הממוזערים בכלי רכב בלתי מאוישים ותחומים נוספים.

חלל

51. חללית בין־פלנטרית גרעינית הראשונה של נאסא

24 במארס 2026

NASA's '1st nuclear powered interplanetary spacecraft' will send Skyfall helicopters to Mars in 2028

משימת Skyfall של נאסא מייצגת קפיצת מדרגה טכנולוגית בתחום חקר החלל, תוך שילוב בין פלטפורמת מסוקים זעירים למאדים לבין מערכת הנעה חדשנית, Space Reactor-1 Freedom (SR-1), המבוססת על הנעה חשמלית גרעינית (NEP). מדובר במהלך אסטרטגי שנועד להדגים יכולות ליבה למשימות חלל עמוק עתידיות.
חדשנות טכנולוגית מרכזית:

- הנעה חשמלית גרעינית (NEP): שימוש בכור ביקוע לייצור חשמל המניע מנועים חשמליים יעילים במיוחד. מאפשר יעילות אנרגטית גבוהה, פעולה רציפה ללא תלות בשמש, וטווחי משימה ארוכים משמעותית לעומת פתרונות קיימים.
- פלטפורמת SR-1 Freedom: לא רק כלי שיגור למשימת Skyfall, אלא פלטפורמה ניסויית להוכחת טכנולוגיות גרעיניות בחלל, כולל היבטים רגולטוריים, בטיחותיים ותעשייתיים.
- מערך מסוקי Skyfall: דור המשך ל־Ingenuity עם מעבר מהדגמת יכולת למשימות מבצעיות – סיור, מיפוי קרקע ותת־קרקע (כולל קרח מים) והערכת אתרי נחיתה למשימות מאוישות.

ערך מבצעי ומדעי:

- תמיכה בחקר מאויש עתידי: איסוף נתונים קריטיים על תנאי שטח, סכנות וגישה למשאבים (בעיקר מים).
- גמישות משימתית גבוהה: שילוב בין פלטפורמת חלל מתקדמת לבין רכיבים רובוטיים זולים יחסית הניתנים לפריסה.
- הארכת חיי משימה: אפשרות להמשך פעילות SR-1 Freedom גם לאחר פריסת המסוקים.

סיכום:
השילוב בין Skyfall לבין SR-1 Freedom ממקם את NASA בחזית החדשנות בתחום ההנעה הגרעינית בחלל. מעבר לערך המדעי, מדובר במהלך בעל פוטנציאל לשינוי מבני בשוק החלל, עם השפעה ארוכת טווח על מודלים כלכליים, תעשייתיים ותפעוליים של חקר מערכת השמש.

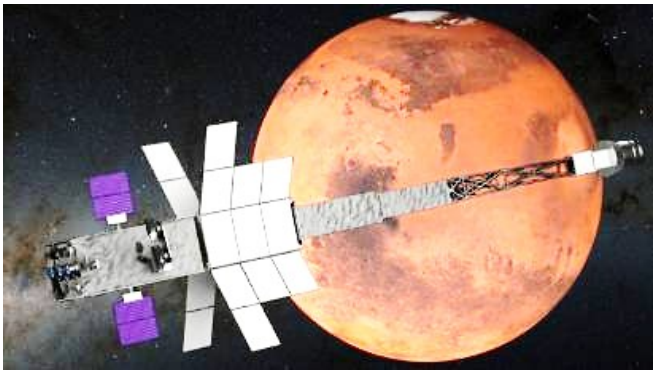


Image credit: NEMES LASZLO/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Getty Images/NASA

חלל

52. שינוי אסטרטגי משמעותי בתוכנית Artemis

25 במארס 2026

NASA's lunar Gateway space station is out. Moon bases are in

NASA מבצעת שינוי אסטרטגי משמעותי בתוכנית Artemis: מעבר מהקמת תחנת חלל ירחית (Gateway) להתמקדות בבניית תשתית ישירה על פני הירח. המהלך נועד להאיץ נוכחות אנושית מתמשכת, לייעל ארכיטקטורה תפעולית ולהתמודד עם לחצים גאופוליטיים ותחרותיים.

היגיון טכנולוגי:

- פישוט ארכיטקטורה: ביטול שכבת ביניים (Gateway) מצמצם מורכבות אינטגרציה בין חלליות לנחתות ומפחית מגבלות דלק הנובעות ממסלול NRHO.
- מיקוד בתשתיות קרקעיות: פיתוח ישיר של מערכות קריטיות – נחתות (HLS), רכבים (LTV), מודולי מגורים ומערכות תמיכה בחיים.
- שימוש חוזר במשאבים: הסבת רכיבי Gateway ותרומות בינלאומיות לפתרונות קרקעיים.
- סקיילביליות הדרגתית: בנייה בשלבים – מדגמים רובוטיים ועד תשתית קבועה.

שלבי מימוש:

- שלב ניסויי/רובוטי: שימוש ב־CLPS, HLS, LTV להדגמות טכנולוגיות (אנרגיה, תקשורת, ניווט).
- שלב ביניים: מודולים חצי־מאוישים ולוגיסטיקה מתמשכת, בשיתוף שותפים (כגון JAXA).
- שלב קבע: תשתיות מגורים ארוכות טווח ונוכחות אנושית מתמשכת.

המעבר מגישת Gateway לגישת "Surface-first" משקף שינוי פרדיגמה – ממבנה מודולרי מבוסס מסלול לפיתוח תשתית ישירה על הירח. המהלך צפוי להאיץ את מימוש היעדים של Artemis, לחזק את השוק המסחרי ולייצר יתרון תחרותי אסטרטגי, אך כרוך בסיכונים הנדסיים ולוגיסטיים משמעותיים.



Image credit: NASA

חלל

53. בבריטניה הודגמה לראשונה הנעה רקטית המבוססת על היתוך גרעיני

26 במארס 2026

Startup Successfully Ignites World's First Fusion Rocket

חברת ההזנק Pulsar Fusion, שמרכזה בבריטניה, הכריזה על השגת "פלזמה ראשונה" (First plasma - מצב היסוד שבו המערכת מצליחה ליינן גז וליצור פלזמה לראשונה) במערכת בדיקת הפליטה (Exhaust test system) של מנוע ההיתוך הגרעיני Sunbird. הישג זה מהווה הדגמה מוצלחת ראשונה של כליאת פלזמה (Plasma confinement) במערכת, ואישוש לטכנולוגיית הליבה של המנוע Dual Direct Fusion Drive (DDFD).

בניגוד להנעה רקטית כימית הדורשת 10 חודשים להגעה למאדים, הרכב Sunbird Migratory Transfer Vehicle מתוכנן לשנע חלליות הנושאות מטען של 1,000 עד 2,000 קילוגרם למסלול סביב מאדים בתוך פחות מ-6 חודשים.

המנוע DDFD צפוי להציג מתקף סגולי (Specific impulse) גבוה במיוחד של 10,000 עד 15,000 שניות, נתון המקנה לו יעילות דלק ומהירות פליטה הגבוהות משמעותית ממנועים כימיים. המערכת תוכננה לייצר הספק של 2 מגה-וואט, המספק הן דחף רציף והן חשמל למערכות החללית – יכולות החסרות במנועים כימיים. ה-Sunbird מוגדר כ"גוררת חלל" (Space-tug) – הוא אינו נושא אסטרונאוטים בעצמו, אלא מתחבר לחלליות במסלול לווייני נמוך (LEO) באמצעות שמונה מדחפים, ודוחף אותן ליעדן.

החברה מתכננת לבצע הדגמה במסלול חללי (In-orbit) של רכיבי הליבה בשנת 2027. המודל התפעולי כולל תחנות עגינה מסלוליות ענקיות שבהן יאוחסנו רכבי Sunbird לשימוש חוזר; לאחר ההגעה ליעד, הרכב יתנתק מהחללית ויעגון בתחנה ממתינה.

הפיתוח מבוסס על תהליך של היתוך גרעיני (Nuclear fusion), וההדגמה החיה של המערכת שודרה לכנס MARS של אמזון בקליפורניה כהוכחת יכולת בדרך להשקת הרקטה הגרעינית הראשונה בעולם.

סרטון מומלץ.

חלל

54. הצלחה במשימת ירח ההיסטורית Artemis 2

11 באפריל 2026

Splashdown! Artemis 2 astronauts return to Earth after historic NASA mission to the moon

משימת Artemis 2 היא הטיסה המאוישת הראשונה של מערכות SLS (Space Launch System) ו-Orion, ומהווה שלב קריטי באסטרטגיית NASA לחזרה לירח ולהקמת תשתית לפעילות מאוישת מתמשכת, ובהמשך גם למשימות ל-Mars.

חדשנות טכנולוגית:

- מערכת שיגור כבדה (SLS): פלטפורמת שיגור מהדור הבא למשימות חלל עמוק, עם יכולת נשיאת מטען ואנשים מעבר למסלול כדור הארץ.
- קפסולת Orion: מערכת מאוישת מתקדמת עם יכולות שהייה ממושכת, ניווט עצמאי ומיגון חום קיצוני.
- מגן חום מתקדם: הגדול מסוגו למשימות מאוישות, מותאם למהירויות חזרה גבוהות במיוחד (~38,600 קמ"ש).
- מסלול free-return: תכנון מסלול חסכוני ובטיחותי המנצל כבידת הירח להחזרה ללא צורך בתמרוני הנעה מורכבים.
- Human-in-the-loop: שילוב בין אוטונומיה למעורבות אנושית בתפעול ובקבלת החלטות קריטיות.

הישגים מבצעיים:

- טיסה מאוישת ראשונה מעבר למסלול כדור הארץ מזה יותר מ-50 שנה.
- שבירת שיא מרחק טיסה מאוישת (מעבר ל-Apollo 13).
- אימות מלא של מערכות SLS ו-Orion בתנאי חלל עמוק.
- הצלחת פרופיל חזרה משופר לאחר לקחי Artemis 1.
- ביצוע תצפיות מדעיות ייחודיות, כולל אזורים בצד הרחוק של הירח וליקוי חמה מלא.

ערך מסחרי/שוקי:

- הנחת תשתית לכלכלת הירח (Lunar Economy): המשימה מקדמת פיתוח שרשרת אספקה עתידית הכוללת שיגור, לוגיסטיקה, תקשורת ונחתות.
- מודל שותפויות ציבורי-פרטי: שילוב חברות חלל שונות מייצר אקוסיסטם מסחרי סביב הירח.
- יצירת ביקוש לטכנולוגיות משלימות: מערכות חיים, אנרגיה, כרייה (מים/קרח), דלק חללי ושירותי תחזוקה.

- הובלה טכנולוגית מול תחרות גלובלית (בעיקר סין): חיזוק מיצוב ארה"ב כשחקן מוביל בשוק החלל המתפתח.

משמעות אסטרטגית:

- מעבר מתוכניות חד-פעמיות (Apollo) לארכיטקטורה מתמשכת ורב-משימתית.
- יצירת נוכחות אנושית קבועה באזור הקוטב הדרומי של הירח.
- בניית "אבני דרך" טכנולוגיות לקראת משימות מאוישות למאדים.

סטטוס והמשך:

- המשימה הושלמה בהצלחה (אפריל 2026).
- Artemis 3 (2027): ניסויי עגינה והכנות לנחיתה.
- Artemis 4 (2028): נחיתה מאוישת ראשונה במסגרת התוכנית.
- יעד ארוך טווח: בסיס ירחי פעיל בתחילת שנות ה-2030 ומשימות למאדים בהמשך.





Image credit: NASA

חלל

55. ארה"ב: תוכנית להדגמת אנרגיה גרעינית בחלל עד 2031

14 באפריל 2026

White House wants Pentagon to demo nuclear space power by 2031

פורסמה יוזמה פדרלית בהובלת הבית הלבן לשילוב אנרגיה גרעינית בחלל, באמצעות שיתוף פעולה בין NASA, DoD והתעשייה הפרטית. היעד: הדגמת כור גרעיני במסלול עד 2031 והנחת תשתית לנוכחות מתמשכת על הירח ובהמשך במאדים.

חדשנות טכנולוגית:

- פיתוח כורים בהספק נמוך–בינוני למסלול ולפני השטח (כולל – Fission Surface Power).
- מעבר מדגמי demo לכורים בהספק גבוה (≤100 kWe) בשנות ה-2030.
- יישומים אזרחיים (אנרגיה/מדע) לצד צבאיים (לוגיסטיקה, חישה, תקשורת).
- אינטגרציה עתידית עם nuclear thermal propulsion למשימות עומק.

מודל פיתוח ורכש:

- תחרויות תכנון מקבילות של NASA ו-DoD להאצת חדשנות.
- מינוף ספקים מסחריים והשקעות משותפות (כולל תשתיות שיגור).
- חוזי firm fixed-price עם אבני דרך ברורות.
- מעבר ספקים בין תוכניות NASA ו-DoD לפי ביצועים.

ערך מסחרי/שוקי:

- יצירת שוק חדש – Space Energy: תשתית קריטית לכלכלת הירח (Lunar Economy).
- High entry barriers: יתרון לשחקנים מוקדמים (First-mover advantage).
- Spillover technologies: פוטנציאל יישומים קרקעיים (אנרגיה, הנעה, מערכות חום).
- Ecosystem growth: האצת שרשרת ערך – שיגור, תשתיות, מערכות חיים, כרייה.

יעדים אסטרטגיים:

- מרוץ חלל מחודש מול סין ורוסיה
- צורך באנרגיה רציפה למשימות ארוכות טווח
- הרחבת פעילות מאוישת מעבר למסלול נמוך (LEO)
- דרישות צבאיות ליכולות עצמאיות בחלל

יתרונות תחרותיים:

- אינטגרציה בין ממשל, צבא ותעשייה
- מינוף תוכניות קיימות והפחתת סיכון טכנולוגי
- פוקוס על Time-to-capability (יעד 2030–2031)
- גמישות ארכיטקטונית (low → high power scaling)

סיכונים ואתגרים:

- מורכבות רגולטורית ובטיחותית (גרעין בחלל)
- תלות במימון מתמשך
- סיכוני פיתוח והנדסה
- תחרות גיאופוליטית וטכנולוגית

סטטוס והמשך:

- פרסום אסטרטגיה (2026)
- roadmap ממשלתי צפוי תוך 90 יום
- יעד: כור מסלולי עד 2031, פריסה רחבה בשנות ה-2030

היוזמה ממצבת את האנרגיה הגרעינית כ-enabler מרכזי לכלכלת החלל העתידית. שילוב מודל פיתוח תחרותי עם שותפויות פרטיות עשוי להאיץ משמעותית Time-to-market ולהעניק לארה"ב יתרון טכנולוגי ואסטרטגי במרוץ לחלל.

חלל

56. תוכנית "כוח היעד 2040" של חיל החלל האמריקני

15 באפריל 2026

Space Force 2040: 30,000 satellites, 'thousands' more Guardians

חיל החלל האמריקני פרסם גרסה לא מסווגת של תוכנית "כוח היעד 2040" (Objective Force) המיועדת ל-15 השנים הבאות, יחד עם מסמך נלווה "סביבת פעולה עתידית 2040" (Future Operating Environment) - שני מסמכים בני 160 עמודים, אשר יחד קוראים למבנה כוח מורחב משמעותית עד 2040.

"כוח היעד שאנו צופים דורש יותר "לוחמים" (Guardians) - קצינים, חיילים ואזרחים - הדרושים לביצוע המשימות החדשות וקצב המבצעים הנדרש מחיל החלל", אמר ראש פעילות החלל, הגנרל צ'אנס סולצמן. "כדי לעמוד בדרישות המשימה בסביבת האיום העתידית, חיל החלל חייב לגדול משמעותית במהלך חמש עד עשר השנים הבאות: אלפי לוחמים נוספים בכוח שלנו, ובחשיבות שווה חיזוק התשתית, הבסיסים ומבנה האימונים, כדי לתמוך בצמיחה זו".

תוכנית "כוח היעד 2040" קוראת לתוספת לוויינים ומערכות חלל חדשות למשימות השונות, ממיקום, ניווט ותזמון (PNT - Positioning, Navigation and Timing), דרך העברת נתונים עם השהייה נמוכה, הגנה מפני טילים ולוחמה מסלולית.

תחזיות הכוח נבנות במרווחים של חמש שנים עבור שמונה אזורי משימה עיקריים, כאשר חמש השנים הראשונות משקפות את תחזית תקציב החומש של חיל החלל, המובנית בבקשת המימון שפורסמה לאחרונה לשנת הכספים 2027. מטרת המסמך היא לומר, "שזה מה שאנחנו מצפים מבחינת השגת יכולות. אנחנו מחלקים את זה לשלוש תקופות שונות. יש את חמש השנים הבאות, שעבורן רואים מידע טוב על תקצוב ותכנות. יש חמש השנים שאחריהן, ויש חמש השנים שמביאות אותנו ל-2040."

סולצמן לא סיפק מספר ספציפי של אנשים שנחוצים עד 2040, והסביר שזה יהיה תלוי במספר גורמים, כולל כיצד משימות חדשות מתפתחות. עם זאת, תוכנית הכוח קוראת להכפלת כוח הקצה במהלך 10 השנים הבאות. דובר מטעם חיל החלל אמר כי נכון לעכשיו, המספר הכולל של אנשי כוח החלל עומד על 15,094, מתוכם 10,198 אנשי צבא. תוכנית הכוח תעבור שיפוץ כל חמש שנים, אך גם תעודן מדי שנה בהתאם לתקציב השנתי.

הערכת איומים עתידית - חיל החלל עבד על שני המסמכים במשך כשנה, ובמקור התכוון לפרסם אותם עד סוף 2025. הדו"ח מייצג הערכה של חיל החלל לגבי האיום שיתמודד איתו במסלול ב-15 השנים הבאות, ככל שיוכלו מדינות אחרות, ובמיוחד יריבים פוטנציאליים, להתפתח.

"סביבת הפעולה העתידית" אינה הערכת מודיעין, והיא אינה מתארת מערכות איומים ספציפיות או מגדירה פתרונות צבאיים. במקום זאת, זוהי תפיסה מושגית של עתיד שבו מאמצי העליונות בחלל שלנו חייבים להתמודד עם טכנולוגיות חדשות, איומים חדשים, משימות חדשות ודרכי מלחמה חדשות", אמר סולצמן. לדוגמה, סביבת ההפעלה העתידית צופה שצי הלוויינים של ממשלת ארה"ב ימנה 30,246 בשנת 2040, לעומת 7,291 בשנת 2025. ההערכה היא כי לסין יהיו 20,913 לווייניים במסלול עד 2040, לעומת 1,871. רוסיה נתפסת כשחקנית חלל שלישית עד 2040, עם 1,488 לווייניים בלבד, לעומת 407 בשנת 2025.

תוכנית "כוח היעד 2040" בונה על תחזיות אלו כדי לפרוש תוכנית מפורטת, משימה אחר משימה, כיצד חיל החלל יכול לשמור על יתרונו בסביבה מתפתחת זו. תחומי משימה אלה כוללים בקרת חלל, התרעה ומעקב אחר טילים, לוחמת ניווט, תקשורת לוויינית (SATCOM), חישה ומיקוד מבוססי חלל וגישה לחלל. קבוצה נוספת של משימות היא במסגרת מה שהשירות מכנה "פונקציות מאפשרות": פיקוד ובקרה (C2), פעולות סייבר ומודעות לתחום החלל. בין נקודות השיא של התוכניות הספציפיות למשימה: לוחמה מסלולית ולוחמה אלקטרונית המאופיינות כחלק מרכזי ממשימת בקרת החלל. תחזיות חיל החלל לגבי צרכיו ללוחמה מסלולית ולוחמה אלקטרונית כלולות רק בגרסה המסווגת של המסמך אך סולצמן אישר כי החיל רוצה ציוד חדש ללוחמה מסלולית.

תוכנית "כוח היעד 2040" מסבירה שכאשר אמצעי ההגנה עבור צי הלוויינים "אינם מספיקים", חובה לשלב יכולות נגדיות, התקפיות והגנתיות במשימות מסלוליות, אלקטרוניות וסייבר.

חלל

תקשוב ובינה מלאכותית

57. לראשונה: כונן קשיח לאחסון מידע במולקולות DNA

3 במארס 2026

US scientists build first rewritable DNA hard drive for molecular data storage

אחסון נתונים ב-DNA נכנס לאחרונה לשלב פיתוח חדש, כאשר מדענים בארה"ב בנו כונן קשיח דיגיטלי הניתן לכתיבה חוזרת, המסוגל לאחסן ולערוך מידע ברמה המולקולרית באופן מהיר ומדויק מאי פעם.

אחסון נתונים ב-DNA, שהוצע לראשונה ב-1959 על ידי הפיזיקאי ריצ'רד פיינמן, הגיח מאז כפתרון פוטנציאלי לאחסון נפחים עצומים של נתונים. אך ברגע שנתונים נכתבים לתוך DNA – אחת ממערכות המידע הדחוסות והעמידות ביותר בעולם – לא ניתן לשנותם. כדי להתמודד עם הסוגיה, חוקרים באוניברסיטת מיזורי בקולומביה יצרו מערכת אחסון המאפשרת לערוך מידע שנכתב ב-DNA, ובכך הפך אותו ממדיום אחסון חד-פעמי למשהו שדומה לכונן קשיח דיגיטלי הניתן לכתיבה חוזרת. מחשבים מאחסנים נתונים כסדרה של אפסים ואחדים. אחסון ב-DNA ממיר את הביטים לרצפים של אותיות, הכוללים את A, C, G ו-T – ארבעת בסיסי הנוקלאוטידים המרכיבים את הקוד הגנטי. צפיפות האחסון ב-DNA כה גבוהה שבאופן תיאורטי, ניתן להכניס את כל הנתונים בעולם לתוך קופסת נעליים. הוא גם יציב למשך אלפי שנים כאשר הוא נשמר בקירור וביובש, והוא צורך הרבה פחות אנרגיה ממרכזי נתונים מסורתיים.

כאמור, הצוות פיתח שיטה המאפשרת למחוק נתונים המאוחסנים ב-DNA ולכתוב עליהם מחדש שוב ושוב. זהו צעד קריטי עבור מערכות אחסון המיועדות לשימוש יומיומי. השיטה מאפשרת ל-DNA לפעול כמו כונן קשיח מודרני, ולשמור על צפיפות האחסון יוצאת הדופן ואורך החיים הממושך שלו.

שליפת המידע מחייבת קריאה של רצף ה-DNA. כדי להשיג זאת, הצוות בנה מכשיר אלקטרוני קומפקטי המלווה בגלאי בקנה מידה מולקולרי הנקרא nanopore sensor. כאשר ה-DNA עובר דרך החיישן, הוא יוצר מטענים חשמליים עדינים שתוכנה מתרגמת אותם לאפסים ואחדים, ובסופו של דבר, לקובץ הנתונים המקורי. לפי הצוות, המערכת מהירה, פשוטה וידידותית יותר לסביבה מהגישות הנוכחיות. הם מקווים למזער אותה לגודל של כונן USB בערך, בטווח הרחוק.

DNA מאחסן מידע בשלושה ממדים ולא על שבבים שטוחים. משמעות הדבר היא שהוא דחוס להפליא. מכיוון שהוא קיים כמולקולה פיזית במקום כמערכת אלקטרונית, הוא מציע גם הגנה נוספת מפני האקרים. לפי החוקרים: "אחסון ב-DNA יכול להגן על הכל, מזיכרונות אישיים ומסמכים חשובים ועד לנתונים מדעיים וארכיונים תאגידיים – ללא חששות של אבטחת הסייבר".

מאמר מדעי

תקשוב ובינה מלאכותית

58. תקשורת לייזר בין מטוס ללוויין גיאו-סטציונרי, בקצבי ג'יגה-ביט לשנייה

2 במארס 2026

World-first gigabit-per-second laser link between aircraft and geostationary satellite

שיתוף פעולה בין סוכנות החלל האירופית (ESA), חברת Airbus Defense and Space, הארגון ההולנדי למחקר מדעי יישומי (TNO) ויצרנית המטעדים הגרמנית TESAT (כקבלנית משנה), הוביל לקשר מוצלח של מטוס ללוויין במסלול גיאוסטציונרי באמצעות תקשורת לייזר. במהלך טיסות מבחן שנערכו בנימס שבצרפת, טרמינל

הלייזר UltraAir של Airbus הצליח לשמור על קשר נטול שגיאות (error-free) תוך העברת נתונים בקצב של 2.6 ג'יגה-ביט לשנייה למשך מספר דקות, מהירות המאפשרת הורדת סרט בפורמט HD תוך שניות בודדות. המערכת הפגינה אמינות גבוהה לאורך כל הניסוי, למרות אתגרים טכניים משמעותיים הכוללים תנועה רציפה של כלי הטיס, רעידות פלטפורמה, עננות, והפרעות אטמוספיריות הדורשות דיוק קיצוני.

בהדגמה זו חובר הטרמינל שבמטוס ללוויין Alphasat TDP-1 הנמצא במרחק של 36,000 קילומטרים מעל כדור הארץ. תקשורת לייזר מהווה חלופה עוצמתית לתדרי רדיו שהופכים נדירים יותר ככל שהחלל הופך לצפוף, שכן קרני לייזר מתפזרות הרבה פחות מגלי רדיו ובכך מספקות קישורים מאובטחים יותר ויכולת העברת מידע רב בהרבה. פיתוח הטרמינל התבצע במסגרת תוכנית ScyLight של ESA לתקשורת אופטית וקוונטית, בתמיכת סוכנות החלל ההולנדית (NSO) וסוכנות החלל הגרמנית (DLR). הישג זה מהווה תשתית לרשתות אופטיות בעלות קיבולת גבוהה כמו HydRON, המיועדות לקישור כלי טיס, ספינות, רכבים באזורים מרוחקים ו"פסאודו-לוויינים בגובה רב" (High-Altitude Pseudo Satellites - HAPS), במטרה לענות על צרכים מסחריים וביטחוניים בעשורים הקרובים.



Airbus' UltraAir laser terminal. Credit: Airbus Defence and Space

תקשוב ובינה מלאכותית

59. המגבלות של בינה מלאכותית בגילוי חדשות כזב

9 במארס 2026

AI fake-news detectors may look accurate but fail in real use, study finds

מחקר במחלקה למדעי המחשב וחקר ביצועים באוניברסיטת מונטריאול, בוחן את המגבלות המהותיות של מערכות בינה מלאכותית לזיהוי חדשות כזב. המחקר קובע כי מערכות אלו אינן מבצעות אימות עובדות (Fact-checking) כפי שעושים עיתונאים, אלא מחשבות הסתברויות על סמך נתוני האימון שלהן, מה שיוצר "בעיית אמת בסיסית" (Ground Truth Problem) עקב חוסר שקיפות בתוויות הניתנות על ידי ארגוני בדיקת עובדות. החוקרים מבקרים את ההסתמכות על מדדי ביצוע טכניים המציגים לעיתים 95% דיוק בתנאי מעבדה מבוקרים, אך נכשלים בתנאי אמת, פוגעים בפרטיות המשתמשים ומפגינים הטיות נגד גופי תקשורת מסוימים או קבוצות דמוגרפיות, כגון נטייה לסמן נשים או מקורות לא-מערביים כמפיצי דיסאינפורמציה.

חברות טכנולוגיה גדולות משתמשות בכלים שונים, בהם המערכת של Meta לתיוג תוכן, אב-טיפוס מבוסס Gemini של גוגל, ושימוש במודל Grok בפלטפורמת X לניתוח בזמן אמת. עם זאת, מודלי שפה גדולים (LLMs) מאפשרים כעת יצירת תוכן כזב שנראה אמין יותר, מה שהופך מערכות שאומנו לפני חודשים ספורים ללא רלוונטיות.

כמענה לכך, פיתחו החוקרים את CoALFake, מסגרת עבודה (Framework) המאפשרת למערכת זיהוי שאומנה בתחום אחד להסתגל לתחומים חדשים, כגון דיסאינפורמציה מדעית או מסחרית, מבלי להתחיל את תהליך האימון מחדש.

בנוסף, מוצג תוסף הדפדפן Aletheia המיועד למשתמשי קצה וכולל שלושה מודולים, ביניהם VerifyIt. מודול זה מתייעץ אוטומטית עם מקורות חיצוניים ומספק הסברים בשפה פשוטה. בבדיקות שנערכו מול טענות שאומתו על ידי PolitiFact, ארגון ללא מטרות רווח המופעל על ידי מכון פוינטר (Poynter Institute), השיג VerifyIt רמת אמינות של כ-85%, נתון הגבוה מזה של כלים קיימים רבים. המערכת משלבת גם עדכון חי (Live feed) של בדיקות עובדות ופורום המאפשר שיתוף ניתוחים בין משתמשים. זאת מתוך תפיסה שהבינה המלאכותית צריכה לתמוך בשיקול הדעת האנושי ולא להחליפו באופן אוטומטי לחלוטין.

[מאמר מדעי]

[מאמר מדעי נוסף]

[תקשוב ובינה מלאכותית]

60. זיהוי מפורט של ציוד צבאי בעזרת בינה מלאכותית

21 במארס 2026

[Recognition Platform at BEDEX ’26]

זיהוי תמונה באמצעות בינה מלאכותית מאפשר לזהות ציוד צבאי ולהפיק נתונים טכניים אודותיו באמצעות מסד נתונים של 1,700 מערכות. החברה הבלגית IDDEA הביאה את פלטפורמת הבינה המלאכותית MEGA-Army שלה לכנס BEDEX 2026 בבריסל, כדי להדגים כיצד ניתן לזהות ציוד צבאי מתמונות ולתרגם אותן לנתונים טכניים תוך שניות. זו הופעתה הראשונה של המערכת בתערוכת ביטחון גדולה, ומאפשרת לבעלי עניין ביטחוניים לבחון כלים חדשים לאימונים ולמודעות מצבית. במקום להסתמך על זיהוי 'ידני', הפלטפורמה מיישמת בינה מלאכותית כדי לנתח מידע חזותי ולהתאים אותו מול מסד נתונים של מערכות צבאיות. התוצאה היא פלט שמציג פרטים מרכזיים של מידע שמיש, ומציע דרך מהירה יותר לעיבוד תמונות בסביבות אימון ובתרחישי ייחוס.

בינה מלאכותית שמפרשת תמונות צבאיות: בלב ליבה של MEGA-Army נמצאת מערכת זיהוי תמונות שמשווה תמונות של פלטפורמות צבאיות מול מסד נתונים מובנה של כלי רכב וכלי נשק ידועים. תוך רגעים ספורים, המערכת מזהה את סוג הציוד ומציגה נתונים כגון ייעוד, מדינת מוצא, חימוש, מאפייני ניידות ומאפיינים ייחודיים אחרים. הפלטפורמה מסתמכת על מסד נתונים קנייני של יותר מ-1,700 מערכות צבאיות המשתרעות על פני קטגוריות מרובות, כולל כלי רכב משוריינים, ארטילריה, מערכות הגנה אווירית, מכ"מים, פלטפורמות של טילים וכלי רכב טקטיים. ערכים אלה מכסים מגוון רחב של מדינות, וכוללים ציוד של נאט"ו וציוד שאינו של נאט"ו, מה שמאפשר למערכת לתפקד ככלי עזר מועיל בהקשרים מבצעיים שונים.

הכלי מיועד להדרכה וגם לפריסה לא מקוונת: מעבר להכרה, MEGA-Army מיועד גם לתמוך באימונים, במיוחד בסיוע ליצירת היכרות עם זיהוי ציוד צבאי באמצעות רמזים חזותיים. כל ערך במסד הנתונים כולל גלריית תמונות המציגות פלטפורמות ממספר זוויות, יחד עם מאפיינים מודגשים המסייעים להבחין בין וריאנטים ומערכות דומות. הפלטפורמה מסוגלת גם לפעול במצב לא מקוון באמצעות מסד נתונים המאוחסן באופן מקומי, כך שניתן להשתמש בה בסביבות בהן קישוריות לאינטרנט מוגבלת או לא זמינה. את מערך הנתונים, בגודל של קצת יותר מ-200 מגה-בייט, ניתן להזין למכשירים ניידים ולהתאים אותו אישית על ידי המשתמשים, כולל סינון ציוד לפי מדינה או קטגוריה בהתאם לצרכים של הכשרה או ניתוח.



תקשוב ובינה מלאכותית

61. אזהרה מאיומי סייבר על קונסטלציות של לווייני LEO

25 במארס 2026

New joint intel report warns of cyber threats to growing LEO satellite constellations

דו"ח מודיעיני משותף של מספר סוכנויות מודיעין לאומיות מזהיר מפני איומי סייבר על קבוצות לווייני LEO ההולכות וגדלות. הדו"ח החדש מציע נקיטת אמצעים להגנה מפני מתקפות סייבר אלו.

ככל שיותר ויותר מערכות תקשורת לוויניות משוגרות למסלול נמוך סביב כדור הארץ, "מרחב ההתקפה" עבור גורמי סייבר זדוניים גדל גם הוא. "צמיחה זו מעמידה רשתות קריטיות התלויות בשירותי לוויין אלה בסיכון גדול יותר. אבטחת תשתית זו חיונית להבטחת עמידות התקשורת המסחרית, מערכות הביטחון הלאומי ויכולות התגובה לחירום", קובע הדו"ח. "מתקפת סייבר מוצלחת עלולה להוביל לשיבושים בשירותים, חשיפת נתונים רגישים ואף נזק פיזי לאנשים ולנכסים. זה מחזק את הצורך הדחוף באמצעי אבטחת סייבר חזקים."

הדו"ח, שנכתב על ידי מרכז אבטחת הסייבר של מינהל האותות האוסטרלי (ASD) בשיתוף פעולה עם סוכנות החלל האוסטרלית (ASA), המרכז הקנדי לאבטחת סייבר, ה-NSA והמרכז הלאומי לאבטחת סייבר של ניו זילנד, מציין שירותים מרכזיים שמספקות מערכות חדשות אלה, כולל אינטרנט בעל השהייה נמוכה ורוחב פס גבוה, תמסורת סלולרית ותקשורת ישירה למכשיר.

מספר צבאות ברחבי העולם, כולל ארה"ב, החלו לשים דגש רב על מערכות אלה לאור התועלת הצבאית של שירותים אלה. כתוצאה מכך, הן נתונות לשיבושים מצד יריבים המבקשים למנוע יכולות אלו.

הדו"ח לא פירט אירועים ספציפיים, אך הזהיר כי מערכות LEO SATCOM מתמודדות עם אתגרים ייחודיים בשל הארכיטקטורה המבוזרת שלהן והגישה הפיזית המוגבלת לנכסים מבוססי חלל. הן גם מסתמכות על קישורי תדר רדיו הרגישים לשיבושים, זיופים ונטרול.

הדו"ח ממליץ שעל ארגונים להגדיר ציפיות ודרישות אבטחה עם ספקי שירותי SATCOM שלהם, ע"מ לוודא שפרופילי הסיכונים מובנים, וכי קיימות הגנות מתאימות. משתמשים וארגונים צריכים לשקול בדיקות ועדכונים קבועים של תוכניות תגובה לאירועים ושמירת רציפות, כולל תרחישים לאובדן או פגיעה בשירותי לוויין.

סוכנויות המודיעין מתארות מספר וקטורים של סיכון, ובהתאמה אמצעים כדי להבטיח שמשתמשים ומנהלים יבינו את האיומים. תחומי סיכון אלה, בין היתר, כוללים את הלוויינים עצמם, תחנות הקרקע והטרמינלים, מכשירי משתמשי קצה המחוברים לשירותי LEO, קישורי תקשורת ושרשרת האספקה.

איומים על מערכות החלל אינם משתרעים רק על קבוצות הלוויינים האלה, אלא גם על השיגורים עצמם. פיקוד מערכות החלל של חיל החלל האמריקני הכריז לאחרונה על שתי יחידות סייבר חדשות להגנה מפני מתקפות סייבר פוטנציאליות במהלך שיגורים.

תקשוב ובינה מלאכותית

62. בריטניה: אבטיפוס של מערכת ניווט קוונטית נבחן על רכבת

27 במארס 2026

World-first quantum navigation tested on UK train to replace GPS tracking systems

בריטניה היא המדינה הראשונה בעולם שבוחנת אבטיפוס של מערכת ניווט קוונטית על רכבת. המערכת, המכונה Railway Quantum Inertial Navigation System (RQINS), נוסתה ב-3 במארס על רכבת של חברת Great Northern בקו שבין לונדון לוולווין גרדן סיטי (Welwyn Garden City). הניסוי הובל על ידי GBRX, יחידת החדשנות של הגוף הממשלתי Great British Railways (GBR), בשיתוף עם Network Rail, המנהלת את תשתיות המסילה, ומפעילת הרכבות Govia Thameslink Railway (GTR).

הטכנולוגיה מתבססת על חיישנים קוונטיים רגישים במיוחד המזהים שינויים מזעריים בתנועה ובסיבוב כדי לעקוב אחר מיקום הרכבת באופן רציף ללא הסתמכות על אותות לוויניים חיצוניים, מה שמאפשר ניווט מדויק ועמיד בסביבות שבהן GPS אינו זמין, כגון מנהרות או סביבות עירוניות צפופות. המערכת מיועדת להחליף תשתיות מיקום קבועות לצד המסילה (Fixed trackside positioning infrastructure) הידועות בעלויות התקנה ותחזוקה גבוהות וברגישות לכשלים ושיבושים סביבתיים. הפיתוח מבוצע על ידי קונסורציום בהובלת חברת MoniRail, הכולל את אימפריאל קולג' לונדון, אוניברסיטת סאסקס, המעבדה הלאומית לפיזיקה (NPL), חברת PA Consulting וחברת QinetiQ. הפרויקט נתמך על ידי סוכנות Innovate UK והמשרד למדע, חדשנות וטכנולוגיה (DSIT), ומתבסס על מחקרים קודמים של משרד ההגנה הבריטי (MoD) ובדיקות ברשת התחבורה של לונדון (TfL), כחלק מהצבת החישה הקוונטית בעדיפות טכנולוגית עליונה של הממשלה.

תקשוב ובינה מלאכותית

63. בינה מלאכותית עלולה לתת תוצאה פחות אמינה כאשר תתבקש לפעול כמומחה

25 במארס 2026

Asking AI to act like an expert can make it less reliable

כדי להפיק את המיטב מבינה מלאכותית, חלק מהמשתמשים מנחים אותה לספק תשובות כאילו הייתה מומחה לנושא, בעוד אחרים מבקשים ממנה לאמץ "תפקיד" או "פרסונה", כגון "מפקח בטיחות". נראה שגישת ה"מומחה" עלולה לעיתים לפגוע בביצועים, כפי שעולה ממחקר חדש באוניברסיטת קליפורניה. המחקר בחן את השפעת השימוש ב"פרסונות" (כמו מומחה לקוד, כתיבה יוצרת או מנטור בטיחות) על ביצועי מודלי שפה גדולים (LLMs) באמצעות ניסוי רחב היקף שכלל 12 "פרסונות" שונות שנבחנו על שישה מודלי שפה. הממצאים העלו כי אימוץ פרסונה פועל כ"חרב פיפיות": בעוד שהדבר משפר את המקצועיות והעמידה בכללי בטיחות (הסתברות נמוכה יותר ליצירת תוכן מזיק), הוא פוגע בביצועים במשימות של איחזור ידע (Knowledge retrieval). לפי החוקרים, כפיית פרסונה גורמת למודל להיכנס למצב של "ציות להוראות" (Instruction-following) על חשבון דיוק עובדתי.

כדי לפתור זאת, פותחה שיטת אימון בשם PRISM (Persona Routing via Intent-based Self-Modeling), המלמדת את המודלים מתי להשתמש בפרסונה ומתי להימנע מכך. המערכת מייצרת שתי תשובות נפרדות לכל הנחיה – אחת מ"מוח" ה-AI המקורי כברירת מחדל, ואחת מה"פרסונה" – ולאחר מכן משווה ביניהן ובוחרת בתשובה האופטימלית למשתמש. מידע שנלמד מתשובות המומחה נשמר ברכיב הנקרא LoRA adapter, המאפשר למודל ליישם סגנון חשיבה של מומחה בשלב מאוחר יותר מבלי לאבד דיוק.

במבחני ביצועים על מדד ה-MT-Bench, המודד ציות להוראות וסגנון מענה מועיל (helpful tone), שיטת PRISM העלתה את הציון הכולל ב-1 עד 2 נקודות. בעוד שהוספת פרסונה הפחיתה את הדיוק במטלות מבוססות ידע טהור (כמו רפואה ומשפט), היא שיפרה את הביצועים במטלות כתיבה ובטיחות, ובכך השיגה

איזון בין הלימה להעדפות המשתמש (Preference alignment) לבין שימור הדיוק במשימות ספציפיות (discriminative tasks).

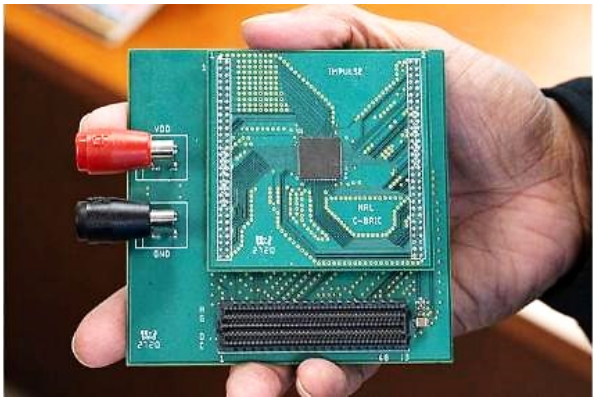
מאמר מדעי

תקשוב ובינה מלאכותית

64. חומרת AI לכלים אוטונומיים, בהשראת היעילות האנרגטית של מוח ביולוגי

27 במארס 2026

Brain-inspired AI hardware helps autonomous devices operate efficiently and independently



This specialized chip contains the algorithms necessary for autonomous vehicles, such as drones, to navigate their environment successfully. These chips help to reduce power consumption and increase energy efficiency. Credit: Purdue University /John Underwood

חוקרים מאוניברסיטת פרדיו (Purdue) בארה"ב מפתחים מערכת הוליסטית הכוללת חיישנים, אלגוריתמים וחומרה, השואבים השראה מהיעילות האנרגטית של המוח האנושי. המטרה היא לאפשר לכלים אוטונומיים, כגון רחפנים ורובוטים, לקבל החלטות קריטיות מבוססות ראייה בזמן אמת תוך חיסכון משמעותי באנרגיה – פתרון לבעיית החישובים האינטנסיביים של אלגוריתמי למידת מכונה מסורתיים המפרידים בין יחידת העיבוד לזיכרון.

בלב המערכת נמצאות רשתות נוירונים מסוג Spiking Neural Networks - SNN. בניגוד לרשתות נוירונים מלאכותיות מסורתיות שבהן כל הנוירונים מופעלים בכל סבב מידע, ב-SNN כל נוירון פועל באופן עצמאי ו"יורה" (Spike) רק כאשר המידע הנכנס חוצה סף מסוים שנקרא פוטנציאל ממברנה (Membrane potential). פוטנציאל זה משמש כזיכרון פנימי המאפשר לרשת לזכור את העבר ולבצע משימות רציפות ותלויות זמן, דבר החיוני לניווט דינמי.

עם זאת, בשל הפעילות הלא-רציפה של SNNs, קשה לאמן אותן בשיטת ההתקדמות לאחור (Backpropagation) הקלאסית, המיועדת למעקב אחר מיקום הטעות ולא אחר העיתוי שלה. כדי לפתור זאת, פיתח הצוות רשתות נוירונים היברידיות המשלבות את יתרונות הרשתות המסורתיות (נוחות אימון) עם SNN (דחיסות ויעילות). פותחו שני אלגוריתמים מרכזיים: Spike-FlowNet ו-Adaptive Safety Margin Algorithm. האלגוריתמים פועלים בשילוב עם מצלמות מבוססות-אירועים (Event-based cameras). במצלמות אלו, כל פיקסל פועל באופן עצמאי ומתעד נתונים רק כאשר הוא מזהה תנועה או שינוי בסצנה, בניגוד למצלמות רגילות המתעדות את כל הפיקסלים בכל פריים. הטכנולוגיה מחקה את מערכת הראייה האנושית בשני היבטים:

- תנועות עיניים מהירות: סריקה יעילה של הסצנה.
- מיקוד: תיעדוף משאבי מיחשוב לאזורי עניין (כמו אובייקט נע) במקום עיבוד אחיד של כל התמונה.

יכולת זו הוכחה בניסוי שבו רחפן ניווט בהצלחה בזמן אמת סביב טבעות נעות.

כדי לבטל את "צוואר הבקבוק של פון-נוימן" (von-Neumann bottleneck) – השיהוי הנוצר ממעבר נתונים בין המעבד (CPU) לזיכרון – הצוות מפתח חומרה המבוססת על מיחשוב בתוך הזיכרון (In-memory computing), הממפה פעולות חישוב ישירות על שבב הזיכרון.

רכיב מפתח בחומרה זו הוא הסינפסה האלקטרונית, המדמה למידה ביולוגית באמצעות תופעה פיזיקלית בשם Spin-orbit torque. בתהליך זה, זרם חשמלי העובר דרך שכבת מתכת יוצר אפקט מגנטי המשנה פיזית את המבנה של שכבה מגנטית סמוכה. שינוי זה מעצב מחדש את המוליכות של הרכיב, ובכך הוא "לומד" כיצד להעביר זרמים עתידיים. פתרון חומרתי זה מאפשר פעולה ללא חיבור לאינטרנט וחיסכון עצום בחשמל, וזה יתרון חשוב לרחפנים, מכשירים לבישים ומערכות עם Embedded AI.

[מאמר מדעי]

[תקשוב ובינה מלאכותית]

65. קוריאה הדרומית: פריצת דרך בתקשורת תת-קרקעית

23 במארס 2026

[Researchers achieve 100-meter underground wireless communication]

חוקרים ממכון ETRI (Electronics and Telecommunications Research Institute) בקוריאה הדרומית פיתחו טכנולוגיה לתקשורת שדה מגנטי תת-קרקעית המהווה פריצת דרך משמעותית עבור מבצעים ביטחוניים, שכן היא מאפשרת תקשורת אלחוטית רציפה בסביבות שבהן גלי רדיו אינם חודרים. המערכת הוכחה כיעילה בשידור וקליטה של אותות קוליים בטווח של 100 מטרים בקו ישר מתחת לאדמה – הישג עולמי חסר תקדים – המבטיח יציבות תקשורתית בתוך בונקרים צבאיים ובמתקני ביטחון אחרים. הטכנולוגיה פועלת בתדר נמוך של כ-15 קילו-הרץ עם קצב נתונים של 2–4 קילוביט לשנייה, תוך שימוש באנטנת משדר בקוטר מטר וחיישן קליטה זעיר בגודל סנטימטרים בודדים.

הטכנולוגיה מאפשרת התגברות על הנחתת אות חמורה בסביבות כמו סלע גיר. יכולת זו קריטית להבטחת רציפות תקשורת מבצעית בתת-קרקע. מכון ETRI מקדם גם שילוב המערכת במכשירים אישיים כגון טלפונים חכמים ליצירת ממסרים אלחוטיים בין פני השטח לעומק האדמה. מעבר ליישומים הצבאיים, הטכנולוגיה מיועדת לשימוש במבצעי חילוץ במכרות, ניהול תשתיות חיוניות כגון צינורות גז ונפט, ופעילות באתרי קידוח ימיים, כמענה אמין למצבי חירום וניתוק קשר.

[מאמר מדעי]

[תקשוב ובינה מלאכותית]

טכנולוגיות

66. סגסוגת חדשה לקירור מיחשוב קוונטי כתחליף להליום 3

23 במארס 2026

New supercool alloy could take the heat off helium-3

המרוץ המתעצם להשגת יכולות קירור קיצוני שנדרש ע"י טכנולוגיות קוונטיות, כולל כעת שחקן משמעותי בסין. מדענים סינים פיתחו סגסוגת שמגיעה כמעט לאפס המוחלט, הטמפרטורה הנמוכה ביותר האפשרית, מבלי להשתמש באיזוטופ הנדיר הליום-3.

טכנולוגיות קוונטיות, המנצלות את ההתנהגות "המוזרה" של חלקיקים בקנה מידה זעיר ביותר, מאפשרות יישומים הגובלים במדע בדיוני בתעשיות שונות. דוגמה טובה לכך היא מיחשוב קוונטי. בניגוד למחשבים קונבנציונליים, המאחסנים מידע כ-0 ו-1, מחשבים קוונטיים משתמשים בקיוביטים (qubits), יחידות מידע בסיסיות שיכולות להתקיים במספר מצבים בו זמנית, מה שמאפשר להם לבצע במהירות חישובים שייקחו למחשבים קונבנציונליים שנים רבות להשלים.

דוגמאות נוספות כוללות חיישנים קוונטיים המזהים את השינויים הזעירים ביותר בשדות מגנטיים או כוח הכבידה בדיוק חסר תקדים, ותקשורת קוונטית המאפשרת רשתות כמעט בלתי ניתנות לפריצה.

העניין בטכנולוגיה הזו הוא שהיא "שונאת חום". אטומים רוטטים כל הזמן, ופולטים אנרגיה שנתפסים כחום. טכנולוגיות קוונטיות דורשות מאטומים להיות כמעט ללא תנועה, מצב שניתן להשיג רק בטמפרטורות נמוכות ביותר (מתחת ל-1 קלווין, 272.15 מעלות צלזיוס).

כשמדברים על חום בטמפרטורות קרובות לאפס המוחלט הוא עשוי להרגיש מעט מופשט. עם זאת, רטט תרמי תועה יכול לערבב מצבי קיוביט במחשב קוונטי או לפגוע בקוהרנטיות בחיישנים קוונטיים. דרישה זו היא הסיבה שמעבדות קוונטיות כוללות טכנולוגיות קירור מתקדמות.

כרגע, הכלי המועדף להשגת הקירור העמוק ביותר הוא מקרר דילול (dilution refrigerator), שלעתים קרובות מסתמך על איזוטופ נדיר, הליום-3. המערכת משתמשת בתערובת מבוקרת בקפידה של הליום-3 והליום-4 שיכולה להגיע לטמפרטורות מיליקלווין, חלק זעיר של מעלה מעל האפס המוחלט.

הבעיה היא שהליום-3 הוא נדיר מאוד. זה איזוטופ קל משקל המיוצר בעיקר כתוצר לוואי של דעיכת טריטיום בכורים גרעיניים, והאספקה העולמית זעירה בהשוואה לביקוש. עלויות גבוהות וזמינות מוגבלת הופכות את המקרר לצוואר בקבוק בהרחבת מיחשוב קוונטי וטכנולוגיות אחרות המסתמכות על קריוגניקה עמוקה.

בנוסף למחסור זה, מקררי דילול הליום-3 מורכבים ומגושמים, צורכים שטח מעבדה ותשתיות משמעותיים. מאפיינים אלה יוצרים חסמים משמעותיים להפיכת טכנולוגיית הקוונטים לקומפקטית, פרקטית או נפוצה יותר. כדי להתגבר על חסמים אלה, חוקרים ממכוני Hefei למדעי הפיזיקה של האקדמיה הסינית למדעים (CAS), המכון לפיזיקה תיאורטית של CAS ואוניברסיטת שנגחאי ג'יאו טונג פיתחו חומר מוצק שיכול להגיע לטמפרטורות בטווח של אפס מוחלט. החומר, $EuCo_2Al_9$, הוא סגסוגת יסודות נדירה המורכבת מאירופיום, קובלט ואלומיניום. סגסוגת זו משיגה טמפרטורה נמוכה באמצעות קירור דה-מגנטיזציה אדיאבטי (ADR). ב-ADR, חומר מגנטי נחשף לשדה מגנטי חזק. המומנטים המגנטיים הפנימיים מתיישרים ומשחררים חום. לאחר מכן, לאחר בידודם מהסביבה, השדה המגנטי מוסר. כאשר המומנטים מתערבבים שוב, הם סופגים חום מהסביבה ומורידים את הטמפרטורה.

כיום, טכנולוגיית קירור באמצעות דה-מגנטיזציה אדיאבטית כבר קיימת. החדשנות של החוקרים טמונה בחומר עצמו. חומרי ADR מציבים לעתים קרובות אתגרי מוליכות. החומר עצמו מתקרר, אך אינו יכול להרחיב את אפקט הקירור הזה כלפי חוץ. אנלוגיה טובה תהיה גוש עץ קפוא.

סגסוגת האבטיפוס הסינית משלבת את הפוטנציאל של ADR בטמפרטורה נמוכה עם מוליכות תרמית טובה, ויוצרת מודול קירור קומפקטי במצב מוצק ללא חלקים נעים. הוא קל משקל, קל יותר לייצור המוני, ועוקף

לחלוטין את המחסור בהליום-3. בבדיקות מעבדה, החומר החדש השיג כ-106 מיליקלווין, טמפרטורה דומה למערכות הליום-3 מסורתיות ונמצאת בטווח הנדרש ליישומים קריוגניים רבים.

מעבר לפתרון התלות בהליום-3, הסגסוגת החדשה מציעה יתרונות נוספים. מקרר קומפקטי במצב מוצק יכול לאפשר מערכות קריוגניות ניידות, להפוך את חומרת המיחשוב הקוונטי לחסכונית יותר מבחינת מקום וחסכון, ולהפחית את עומס התשתית על מתקני מחקר. זה יכול להאיץ את הפיתוח של מערכות קירור מודולריות למערכות ביטחוניות, טכנולוגיית חלל ואלקטרוניקה מתקדמת. לדוגמה, ניתן להתקין מעבדים קוונטיים קומפקטיים ישירות על חלליות עבור מיחשוב חלל עמוק. באופן דומה, ניתן לשלב רשתות קוונטיות מאובטחות בתשתיות צבאיות קיימות, מה שיאפשר תקשורת מוצפנת ללא צורך במתקני קירור עצומים. אפילו תעשיות כמו חיישנים מדויקים והדמיה רפואית מתקדמת יוכלו להפיק תועלת ממערכות קריוגניות קטנות ונגישות יותר.

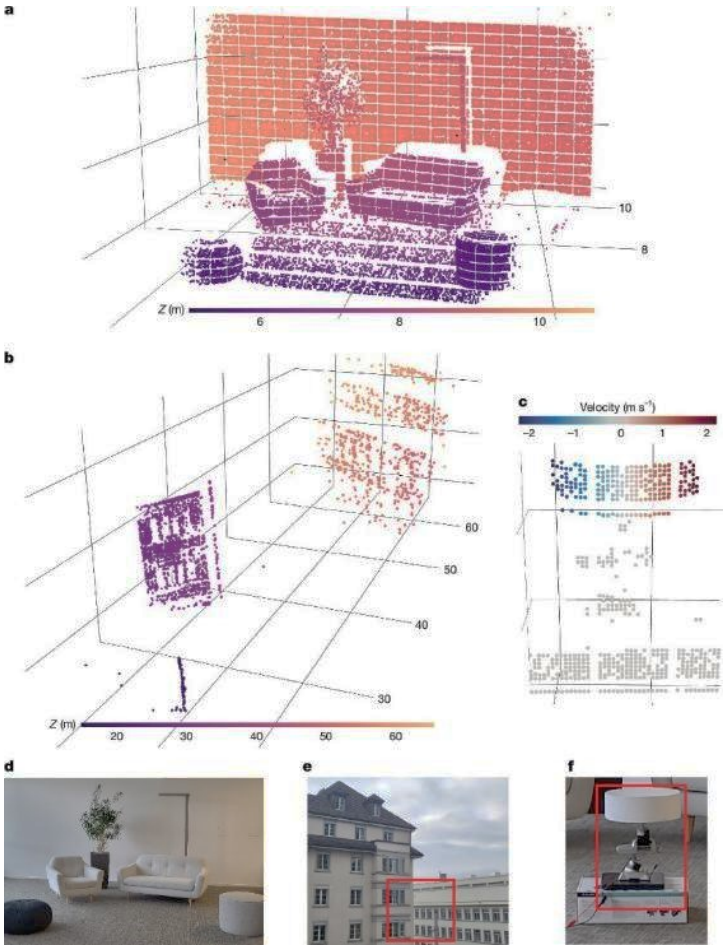
הפיתוח של החוקרים לא יכול היה להיות בזמן טוב יותר. המאמר העוסק במחקר זה פורסם בכתב העת Nature שבועיים בלבד לאחר שסוכנות הפרויקטים למחקר מתקדם דארפא פרסמה קול קורא דחוף להצעות לפיתוח מערכת קירור מודולרית נטולת הליום-3.

[טכנולוגיות]

67. חיישן חדש על שבב מאפשר לרובוטים "לראות" מרחק ומהירות בו זמנית

13 במארס 2026

[New chip lets robots see in 4D by tracking distance and speed simultaneously]



Example point clouds. Credit: *Nature* (2026). DOI: 10.1038/s41586-026-10183-6

מדענים פיתחו חיישן הדמיה "ארבע ממדי" המוטמע על שבב סיליקון יחיד, המשלב יכולות מיפוי תלת-ממדי עם ניטור מהירות רציף של אובייקטים בזמן אמת. המחקר מציג פריצת דרך במבנה החיישן: מערך מישור מוקד (Focal Plane Array - FPA) המורכב מרשת קבועה של 61,952 פיקסלים נייחים שנצרבו ישירות על השבב. כל פיקסל משמש כיחידת חישה עצמאית הפולטת אור לייזר ומזהה את האות המוחזר. בניגוד למערכות LiDAR קונבנציונליות הדורשות מערכים נפרדים לשידור וקליטה, שבב זה מיישם תצורה קומפקטית שבה כל הפיקסלים מתפקדים כמשדרים וקולטים בו-זמנית.
מנגנון הפעולה מתבסס על הזנת אור לייזר ממקור חיצוני לתוך השבב, שם הוא מנותב דרך רשת של מתגים אופטיים המכוונים את האור לקבוצות פיקסלים שונות. כל פיקסל מבצע מדידה בטכניקת FMCW LiDAR (לייזר בגל רציף מאופנן תדר). בניגוד לחיישנים מסורתיים המשתמשים בפולסים קצרים של אור, השבב עושה שימוש בקרן לייזר רציפה המאפשרת זיהוי של סטיות זעירות בתדר גלי האור. תכונה זו מאפשרת למערכת לחשב את המרחק והמהירות של האובייקט בו-זמנית ובאופן מיידי.
השבב שיחזר סביבות חדר בטווחים של 6 עד 11 מטרים, תוך יצירת מפות דיגיטליות המבוססות על אלפי נקודות נתונים. הוא הצליח לזהות פרטים ארכיטקטוניים מורכבים, כגון חלונות ומרפסות, בבניין הממוקם במרחק של 65 מטרים. הודגמה מדידת מהירות מיידית של עצמים בתנועה סיבובית.
הפיתוח מהווה הדגמה ראשונה של מערך FPA קוהרנטי בקנה מידה גדול הכולל את כל רכיבי האלקטרוניקה הנלווים כחלק אינטגרלי מהשבב (Integrated on-chip). שילוב זה חיוני ליצירת מבנה עלויות שיאפשר ייצור המוני ואימוץ נרחב של הטכנולוגיה ברובוטיקה, ברחפנים ובמכשירי צריכה כגון טלפונים חכמים. מאמצי ההמשך של צוות המחקר יתמקדו בהגדלת הרזולוציה של מערך הפיקסלים והרחבת טווח הפעולה המקסימלי של החיישן.
מאמר מדעי בכתב העת "נייצ'ר".

טכנולוגיות

68. פיתוח מערכת ניווט לרחפנים זעירים, בהשראת עטלפים

26 במארס 2026

Bat-inspired ultrasound helps palm-sized drones navigate fog and smoke



An aerial robot developed in the lab of Nitin J. Sanket navigates past trees.
Credit: Professor Nitin J. Sanket / Worcester Polytechnic Institute



Aerial robot navigation in outdoor forest environments. Credit: Science Robotics (2026). DOI: 10.1126/scirobotics.adz9609

צוות מחקר בהובלת פרופ' סאנקט במחלקה להנדסת רובוטיקה במכון הפוליטכני של וורסטר (WPI), פיתח מערכת ניווט לרחפנים זעירים בגודל כף יד המבוססת על חיישני אולטרסאונד ובינה מלאכותית. הפיתוח שואב השראה מעטלפים זעירים המנווטים באמצעות "ציוצים" ועיבוד הדים חלשים במספר מוגבל של נוירונים. החוקרים התאימו רחפן Quadrotor בתצורת X, שרוחבו כ-15 ס"מ ומשקלו כ-450 גרם, וציידו אותו בשני חיישני אולטרסאונד זעירים בלבד. כדי להתגבר על רעש המדחפים המקשה על פענוח ההדים, הותקן מחסום פיזי המכונה "מגן אקוסטי" (Acoustic shield), ובמקביל נעשה שימוש בטכניקת למידה עמוקה (Deep Learning) כדי לאמן את מחשב הרחפן לפענח תבניות הדים בדומה למוח העטלף.

הטכנולוגיה מהווה חלופה למערכות לידאר ומכ"ם הנחשבות לכבדות, יקרות וזוללות אנרגיה. בניסויים שכללו 180 בדיקות בתנאי חוץ (אזור מיוער) ופנים (מעבדה עם מכשולים מפלסטיק שקוף או עמודי מתכת), הרחפן ניווט אוטונומית בתנאי חושך, עשן, ערפל ושלג עם שיעור הצלחה שנע בין 72% ל-100%. לרחפן הייתה אנרגיה מספקת לטיסה של כחמש דקות בכל פעם, והוא הפגין קושי בזיהוי עצמים דקים במיוחד, כגון ענפי עצים דקים או עמודי מתכת, בשל החזר אות חלש. מטרת המחקר היא לאפשר לרובוטים לפעול זמן רב יותר עם כוח מיחשוב מוגבל במשימות חיפוש והצלה במקומות מסוכנים וצפופים שבהם מערכות אחרות נכשלות.

סרטון

מאמר מדעי

טכנולוגיות

69. נוירו-טכנולוגיות ישפרו תפקוד אנשי צבא הפועלים בתנאי לחץ

2 באפריל 2026

Audicin Targets Military Readiness with Brainwave-Based Wellness Tech

החברה הפינית Audicin פועלת לשילוב נוירו־טכנולוגיות מתקדמות בקהילות ביטחוניות, במסגרת שיתוף פעולה עם Allied Federal Solutions האמריקנית. מטרת המיזם היא לשפר מוכנות מבצעית, התאוששות ושינה בקרב אנשי צבא ואנשי ביטחון הפועלים בתנאי לחץ גבוה.

הטכנולוגיה של Audicin מבוססת על שילוב של "הכוונת גלי מוח (brainwave entrainment)" עם מדעי המוזיקה, במטרה לווסת מצבי סטרס, לשפר ריכוז ולסייע בהתאוששות. הפתרונות כוללים אפליקציה סלולרית, מערכת ראש ייעודית לשינה, וכן ערכת פיתוח (SDK) המאפשרת לשלב את המערכת בפלטפורמות קיימות. ייחודיות המערכת טמונה בשילוב בין מוזיקה מקורית, תדרים בינאורליים מתוכננים מראש וסאונד מרחבי, כך שניתן להפעיל אותה גם בציוד קיים ואף באמצעים לבישים, תוך שימוש באותות ביומטריים להפעלה אוטומטית של תהליכי התאוששות – ללא צורך בחומרה חדשה.

הפתרונות מותאמים במיוחד לסביבה צבאית, כולל מצבים שבהם אין גישה לטלפונים או לתקשורת חיצונית. במסגרת זו נבחנת גרסה לא מקוונת של מערכת הראש לשינה, הכוללת תוכניות התאוששות מובנות מראש. לפי מנכ"לית החברה, המערכת נועדה לפעול ברקע חיי היומיום ולסייע בוויסות עומס קוגניטיבי וסטרס בזמן אמת, ולא רק לאחר התרחשותם.

מבחינה עסקית, החברה גייסה לאחרונה כ־1.9 מיליון דולר, ובכך הגדילה את סך ההשקעות לכ־3 מיליון דולר. בנוסף, היא מדווחת על עסקאות פוטנציאליות בהיקף של כ־8 מיליון דולר, בין היתר בזכות עניין גובר מצד גורמי ביטחון בשיפור ביצועים קוגניטיביים וחוסן נפשי. השותפות עם Allied Federal Solutions נתפסת כמהלך מבטיח, המכוון להרחבת השימוש בטכנולוגיות מבוססות שינה ורווחה הן למחקר קליני והן ליישומים רחבים יותר בקרב כוחות צבא וקהילות גימלאים מהשירות.

טכנולוגיות

70. פותח תהליך הדפסה רב-חומרי מתקדם עבור רכיבים של הנעה רקטית

27 במארס 2026

Fraunhofer develops multi-material 3D printing for rocket valves and drive technology

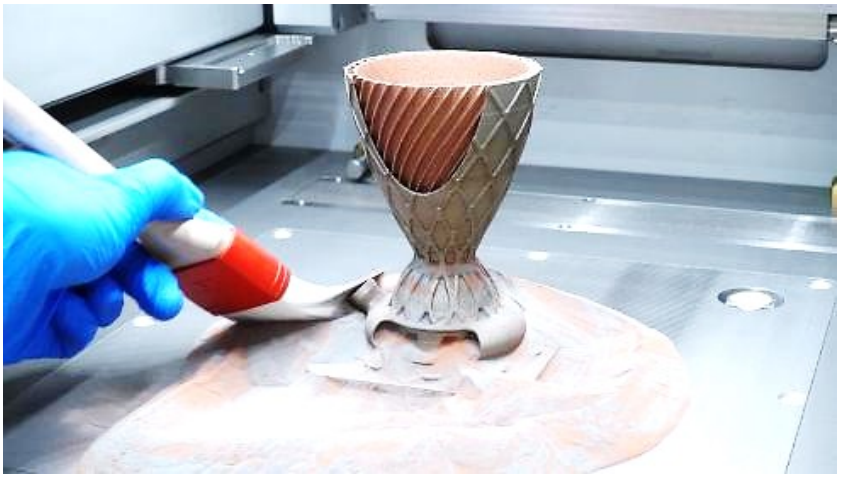


Photo: Fraunhofer IGCV

תעשיית החלל האירופית פועלת להתאמת משגרי לוויינים במהירות ובעלות נמוכה יותר, כאשר מרכז הכובד של העלויות נמצא במערכות הנעה ובקרת כיוון (Attitude control) האחראיות על דחף וייצוב. מדענים ממכון Fraunhofer IGCV פועלים במסגרת פרויקטים של האיחוד האירופי בפיתוח תהליכי ייצור בהוספה (Additive manufacturing), כלומר הדפסה תלת ממדית, לקיצור זמני הפיתוח והגמשת הייצור. המיקוד הטכנולוגי הוא בתהליך התכת לייזר רב-חומרית (Multi-material laser beam melting), שבו שתי אבקות חומר או יותר מותכות מקומית בתוך הרכיב ומלוכדות יחדיו. שיטה זו מאפשרת יצירת אזורים פונקציונליים בעלי תכונות מגנטיות, מכניות או אנטי קורוזיביות שונות, ישירות בתהליך ההדפסה. בכך השיטה מאפשרת להפוך מכלולים מורכבים (שבעבר דרשו כירסום וריתוך של חלקים נפרדים) לרכיב אחוד המיוצר ישירות באופן ממוחשב.

"באמצעות תהליך ייצור זה, אנו יכולים להתאים רכיבים ישירות על המחשב ולהדפיס אותם באופן מיידי", מסביר מדען במכון Fraunhofer IGCV. "הגמישות העצומה חוסכת זמני אספקה ומאפשרת לבצע איטרציות מהירות כאשר הדרישות משתנות. זה חוסך שבועות של פיתוח."

לצורך הדגמה ייצר הצוות שסתום רקטי (Rocket valve) המורכב משילוב של סגסוגות פלדה מגנטיות ולא-מגנטיות לסירוגין. זהו רכיב החיוני לייצוב הרקטה בטיסה. בדיקות מעבדה הראו צפיפות חומר גבוהה ופיזור חומר מדויק.

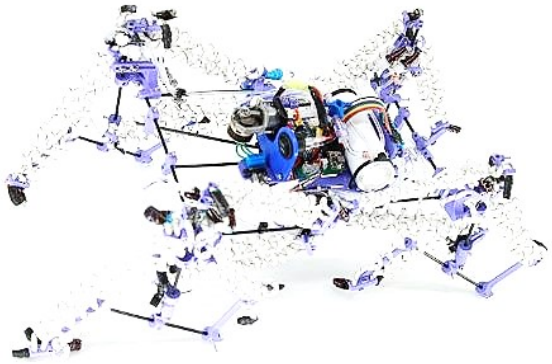
במקביל, המכון חוקר בשיתוף אוניברסיטת KU Leuven מעברי חומרים בין סגסוגות טיטניום וניקל; כדי למנוע היווצרות פאזות פריכות (Brittle phases) ופגמים במגע ישיר, החוקרים פיתחו שימוש בשכבת ביניים דקה של מוליבדן. המחקר כולל גם פיתוחים בהכנת אבקה, הפרדה מגנטית וניטור בחוג סגור (Closed-loop monitoring). הפרויקטים Enlighten ו-Enlighten-ED, הנתמכים על ידי ArianeGroup, צפויים להסתיים עד תחילת שנת 2027 ולגבש גישת ייצור עמידה למערכות השיגור האירופיות העתידיות.

טכנולוגיות

71. שרירים פנאומטיים לרובוטים, על בסיס מפעילים פולימריים, עם ביצועים יוצאי דופן

2 באפריל 2026

Air-powered artificial muscles could help robots lift 100 times their weight



Leveraging the versatility of helical anisotropically reinforced polymer (HARP) actuators, this quadruped robot's muscles can be tuned for high specific work and low stiffness, enabling fully untethered operation within a musculoskeletal architecture. The result is a faster, artificial muscle-driven quadruped capable of carrying its own power supply. Credit: Eric Weismann/ASU

מחקר באוניברסיטה של מדינת אריזונה, המתמקד במפעילים (אקטואטורים) מסוג HARP - Helical Anisotropically Reinforced Polymer, מציע פריצת דרך משמעותית עבור יישומים ביטחוניים ותעופתיים. זאת הודות לשילוב בין יחס כוח-משקל יוצא דופן לעמידות בסביבות עוינות. המנגנון המאפשר זאת הוא הפרדת האניזוטרופיה (Decoupling Anisotropy), המאפשרת למבנה הסלילי המורכב מחומרים פולימריים להמיר לחץ פנאומטי מינימלי לכוח מכני עוצמתי, המסוגל להניף מטען השוקל פי 100 ממשקל המערכת. יכולת זו קריטית עבור יחידות צבא הזקוקות לציוד קל משקל שאינו דורש סוללות גדולות או גנרטורים חיצוניים. השיטה מאפשרת בניית רובוטים בעלי יכולת נשיאה עצמית מלאה (Autonomous power supply).

בהקשר הביטחוני, הטכנולוגיה מציעה יתרונות בכמה זירות. בזירת החילוץ וההצלה (Disaster Response), רובוטים המבוססים על שרירים רכים מסוגלים לחדור דרך סדקים צרים וחריצים בתוך מבנים שקרסו או הריסות שנגרמו כתוצאה מפעילות חבלנית או פגיעת טילים. בניגוד לרובוטים קשיחים המפעילים לחץ נקודתי שעלול לגרום לקריסה משנית, המבנה הגמיש והרך של אקטואטור HARP מתאים את עצמו למכשולים ומונע נזק מבני נוסף תוך הגנה על חיי הניצולים. בנוסף, עמידות החומרים לטמפרטורות גבוהות באופן קיצוני מאפשרת הפעלה בסביבות של שריפות או דליפות כימיות, שם מערכות אלקטרומכניות סטנדרטיות היו כושלות.

בתחום הלוגיסטיקה והסיוע ללוחם, ההתקן BSD (Back Support Device) מייצג יישום ישיר של רובוטיקה לבישה המיועדת להפחתת עומס בנשיאת ציוד כבד או פריקת מטענים. המכשיר משלב אקטואטור אלסטי הפועל במקביל לשריר פנאומטי, מה שמאפשר "מצבי קשיחות מתכווננים" (Adjustable stiffness modes). היבט זה חיוני לפעילות מבצעית, שכן הוא מאפשר ללוחם או למפעיל הלוגיסטי להתאים את רמת הסיוע המכני בזמן אמת בהתאם למשקל המטען, ואף לנטרל את המערכת מבלי להסירה כאשר נדרשת ניידות מקסימלית ללא סיוע.

הכתבה מזכירה גם שעבור זרועות הביטחון הפועלות במתקנים אסטרטגיים רגישים, פותחה "זרוע פיל" ביונית, בהשראת חדק של פיל, מספקת פתרון לניטור ותחזוקה בסביבות נפיצות או צפופות, כמו מפעלי דלק או תשתיות תקשורת. היכולת של הזרוע להתפתל סביב מכשולים בדיוק רב מונעת פגיעות מקריות (Bumps) בציוד רגיש, דבר המצמצם את הצורך בהשבתת מערכות לצורך בדיקה.

לבסוף, השימוש בחומרים בדרגת חלל (Space-grade materials) מרחיב את טווח הפעולה של הטכנולוגיה למשימות חלל ולוויינות, שם נדרשת גמישות תפעולית מקסימלית ללא סיכוני השחיקה המכנית המאפיינים מפרקים רובוטיים המבוססים על מנועים חשמליים קשיחים.

סרטון משולב בכתבה המקורית.

[מאמר מדעי]

[טכנולוגיות]

72. דארפא: פיתוח סוג חדש של לייזרים מוליכים למחצה עתירי הספק

8 באפריל 2026

[AMPED: Area-Multiplied Photonic-crystal Enhanced Devices]

[Proposers Day: AMPED]

דארפא מקיימת במאי "יום מציעים" (Proposers Day) עבור תוכנית AMPED (Area-Multiplied Photonic-crystal Enhanced Devices).

מטרת התוכנית היא לבסס קטגוריה חדשה של לייזרי מוליכים למחצה עתירי הספק (High-power semiconductor lasers), תוך פתרון הטרייד-אוף היסודי בלייזרים קיימים בעלי מצב יחיד (Single-mode lasers): נכון להיום, הגדלת ההספק (Scaling) מובילה לירידה באיכות האלומה עקב הופעת מצבים (Modes) לא רצויים. תוכנית AMPED תתמקד בארכיטקטורה חדשה המשלבת מבנים פוטוניים חדשניים עם חומרים מתקדמים ותכנוני רכיבים, במטרה להגדיל את ההספק תוך שימור איכות האלומה. התוכנית נועדה להניח תשתית לטכנולוגיות לייזר קומפקטיות, יעילות ונוחות לייצור (Manufacturable) עבור יישומים ביטחוניים.

[טכנולוגיות]

73. דארפא השיקה פיתוח "יחידות עיבוד ביולוגיות" לתפעול מערכות צבאיות

9 באפריל 2026

[Pentagon launches living neural computer for drone navigation]

דארפא השיקה את התוכנית O-Circuit (ראשי תיבות של Organoid Cytomorphic Intelligence Resulting from Convergent Understanding and Information Transfer), המיועדת לפיתוח "יחידות עיבוד ביולוגיות"

(BPUs - Biological Processing Units) המבוססות על רקמת עצבים חיה ומבנים עצביים של אורגנואידים (Organoids). התוכנית נפתחה בסדנת מציעים ב-10 באפריל, במטרה לתת מענה לצורך של הפנטגון במערכות בינה מלאכותית (AI) הפועלות ביעילות אנרגטית גבוהה בסביבות קצה (Edge) שבהן התשתית והאנרגיה מוגבלות. בניגוד לשבבי סיליקון או תוכנות המחקים את המוח, O-Circuit משתמשת בנוירונים חיים כאמצעי החישוב עצמו, תוך ניצול היתרון הטבעי של מערכות ביולוגיות בצריכת חשמל נמוכה במיוחד לביצוע למידה, הסקה (Inference) וזיכרון.

התוכנית מוגדרת כמאמץ מחקרי של 42 חודשים, המחולק לשלושה שלבים ושני תחומי משימה מרכזיים:

- **ארכיטקטורה** – התמקדות בפיתוח ה-BPU כך שיוכלו ללמוד משימות מורכבות יותר ולשמר את הלמידה לאורך זמן, מעבר להדגמות מעבדה קצרות. ככלי למדידת ביצועים (Benchmark) וקצב למידה, ישתמשו באמולטור Atari של המשחק Ms. Pac-Man.
- **פעולה (Action)** – שילוב המעבד הביולוגי עם מערכת זיהוי ריחות ביולוגית ופלטפורמת ניווט של רחפן ליצירת מערכת "חישה-חישוב-פעולה" (Sense-compute-action). המערכת נועדה לזהות ולאתר באופן אוטונומי ריחות של חומרים כימיים נדיפים (Volatilized chemical odorants), תוך הנחיית רחפנים אוויריים או קרקעיים המסוגלים לשאת מטעד של לפחות 4.5 ק"ג.

דארפא הציבה גבולות טכנולוגיים ברורים: התוכנית מתמקדת אך ורק ברקמת עצבים חיה כליבת המעבד. גישות המבוססות על חישוב DNA, מערכות חיידקיות או שבבים נוירומורפיים מבוססי סיליקון (המחקים ביולוגיה אך אינם ביולוגיים) אינן נכללות בתוכנית.

המודל העסקי מבוסס על חוזים מסוג Other Transaction prototype awards. המועד להגשת תקצירי הצעות נקבע ל-11 במאי 2026, ואחריו יתקיימו מצגות בעל-פה לצוותים שייבחרו. השלב הראשון של הפרויקט צפוי להתחיל בנובמבר 2026.

התוכנית O-Circuit יוצאת דופן אפילו בסטנדרטים של דארפא. היא מאחדת דרישות בינה מלאכותית צבאיות, חקר אורגנואידים ומערכות אוטונומיות לכדי תוכנית אחת, הבנויה סביב הרעיון שמיחשוב בשדה הקרב העתידי עשוי להישען לא על שבבים קטנים יותר, אלא על ארכיטקטורות עצביות חיות.

טכנולוגיות





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

