



דצמבר 2021



מו"פ ביטחוני בעולם

לקט עיתונות

משרד הביטחון -
המנהל לפיתוח אמל"ח
ותשתית טכנולוגית
מפא"ת



הופכים חזון לביטחון



מפא"ת

מו"פ

ראו רשימת הידיעות
בעמוד הבא

גיליון דצמבר
2021

עורך:
אל"ם (מיל') יעקב צור

עורך משנה:
ד"ר אהרון האופטמן

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

ביטחוני

בעולם

בגיליון זה סקירה:

מערך הפיתוח והייצור של כלי שייט בלתי מאוישים לשימוש צבאי בסין

השתתפו בהכנת הידיעות:

אריה צור, צבי אורבך, אהרון האופטמן, חיים שוורץ, יואל אבידור, רון גרשון, מנקה איתן, אילן גוטמן, שאול נגר, מקסי בלום, איתן שרוני, אבינעם ברטל, יעקב נגלר, אביאל עברי, יעקב צור.

כללי

- 5 [ארה"ב: פיקוד העתידים מסכם שלוש שנות פעילות](#) .1
- 6 [שת"פ DSTL-AFRL בלמידת מכונה](#) .2
- 7 [קריאה להכניס את ונס הסינית ל"רשימה השחורה"](#) .3
- 8 [באיחוד האירופי שואפים לעצמאות במוליכים למחצה](#) .4
- 8 [עידן הלוחמה האוטונומית כבר כאן למרות ההבטחה לבקרה אנושית](#) .5
- 10 [דז"ח סוס על תרומת טכנולוגיות מפציעות להתעצמות סין](#) .6
- 12 [תת-שר ההגנה למו"פ: עדיפויות בפריצות דרך טכנולוגיות](#) .7
- 14 [הפנטגון הקים גוף חדש שיטפל בחקר עב"מים](#) .8

יבשה

- 16 [הגנת רק"ם מנחיל רחפנים](#) .9
- 16 [קוצרי אנרגיה משופרים לשילוב בכגדים](#) .10
- 18 [ניסוי פגז טנק רב משימתי בצבא ארה"ב](#) .11
- 19 [רובה חדש יסגור פער ביכולת חיילי חי"ר](#) .12
- 19 [עיכוב בהצטיידות בטנק "ארמטה" הרוסי](#) .13
- 20 [שת"פ להטמעת מערכות C4I של כלי רכב צבאיים](#) .14
- 21 [צבא ארה"ב מתרגל שדה קרב עם כרב"מים](#) .15
- 22 [יצרנית חטיבות כוח גרמנית תוקעת יתד בארה"ב לקראת מכרז OMFV](#) .16
- 24 [מערכת הגנה רכה לרק"ם MUSS 2.0](#) .17
- 25 [נשק לייזר על צריח מאויש של רק"ם](#) .18
- 26 [לבטים בתוכנית התומ"ת העתידי של צבא ארה"ב](#) .19
- 27 [פלטפורמה לרק"ם רובוטי של חברת GP - בסיס ל-RCV](#) .20
- 28 [בודקים הנעה היברידית ל"בראדלי"](#) .21
- 28 [מיגון "כלוב" על טנקים רוסיים נגד תקיפה עילית](#) .22
- 30 [חליפה סילונית הודגמה למפקדים בצבא הבריטי](#) .23

אוויר והגנ"א

- 31 [בסין: קונספט מקל"ט מלווה למטוס קרב](#) .24
- 31 [רוסיה הציגה את המקל"ט "צייד" של סוחוי](#) .25
- 33 [רוסיה: דרישות מבצעיות לפיתוח כטב"ם תכערה](#) .26
- 34 [מטוס קרב אמריקני תופעל מנושאת מטוסים יפנית](#) .27
- 35 [סין תחשוף מטוס קרב חמקן מהדור הבא](#) .28
- 35 [רחפנים אוטונומיים לומדים לטוס מהר בין מכשולים](#) .29
- 36 [גרסה משודרגת למכ"ם סנטינל](#) .30
- 38 [נמשכים ניסויי טיסה של המסוק Defiant](#) .31
- 38 [ניסוי מוצלח של פצצה GBU-72](#) .32
- 39 [Exosonic תפתח כטב"ם על-קולי לאימון](#) .33
- 40 [חייל האוויר האוסטרלי ובאינג: התקדמות בפיתוח "בן זוג נאמן"](#) .34
- 41 [מקל"ט מתקדם לליווי מטוסים מאוישים לחא"א](#) .35
- 42 [ניסיון פגיעה בתשתית חשמל בארה"ב ע"י רחפן](#) .36

| | | |
|----|--|----|
| 42 | קונספט מטוס התקיפה F/A-XX | 37 |
| 43 | נגזרת דו-מושבת לחמקן הסיני J-20 | 38 |
| 44 | נחשף דגם מטוס קרב שגא-קולי Quarterhorse | 39 |
| 44 | פרטים על ניסוי היפרסוני סיני מעלים סימני שאלה | 40 |
| | ים | |
| 46 | סקירה: מערך הפיתוח והייצור של כלי שייט בלתי מאוישים לשימוש צבאי בסין | 41 |
| 51 | שבדיה: עיצוב מדחף של סוחרת לחיסכון באנרגיה | 42 |
| 52 | סירה קרבית חדשה של חברת סאאב | 43 |
| 53 | ברוסיה הושק כלי שייט עם יכולות הפלגה אוטונומיות | 44 |
| 53 | צי ארה"ב יתקין על מסוקים מערכות ל"א להגנת ספינות | 45 |
| 54 | כלי שייט לא מאויש של הצי הבריטי שיגר טיל | 46 |
| 55 | הדגמת הגנה מפני נחילי ספינות קטנות | 47 |
| | חלל | |
| 56 | חיישנים מולטי-ספקטראליים ותרמיים בלוויין מסחרי | 48 |
| 56 | הגנת רכבי חלל בנחיתה על הירח | 49 |
| 57 | הנעת רכבי חלל ללא צורך בדלק | 50 |
| 58 | קוריאה הדרומית מקדמת תוכנית חלל למרות כישלון בניסוי | 51 |
| 59 | תוכנית לסילוק פסולת חלל | 52 |
| 59 | נוסחה שיטת שיגור לא שגרתית לחלל | 53 |
| 60 | ניסוי מוצלח של רקטה לשיגור לוויינים קטנים | 54 |
| 61 | רוסיה דוחה האשמות בסיכון תחנת חלל עקב יירוט לוויין | 55 |
| | תקשוב | |
| 64 | האם אפשר להשתמש בתקשורת 5G כמו במכ"ם? | 56 |
| 64 | תקשורת אופטית עם מטוסים בגובה רב | 57 |
| 65 | המרוץ לקראת המעבד הקוואנטי החזק ביותר בעולם | 58 |
| 66 | משרד ההגנה פרסם הנחיות איתות לפיתוח AI | 59 |
| 67 | לקחים מניסוי תקשוב של צבא ארה"ב | 60 |
| 69 | התרעה לפנטגון: להגן על אמל"ח מהשתלטות האקרים | 61 |
| 70 | חיישן קוואנטי יאפשר ניווט ללא GPS | 62 |
| | טכנולוגיות | |
| 72 | שיטה חדשה לשליטה על מגנטים | 63 |
| 73 | חומר חדש יכול להסיט או לחסום חום | 64 |
| 73 | אופטימיזציה של תכונות חומרים בעזרת למידת מכונה | 65 |
| 74 | העברת מיומנויות מסימולציות לרובוט אמיתי | 66 |
| 76 | בניית סגסוגת עם תכונות יוצאות דופן ע"י הדפסת 3D | 67 |
| 77 | לקראת נשק לייזר של פעימות אולטרה-קצרות | 68 |
| 78 | ניווט מדויק ללא לוויינים | 69 |
| 79 | חא"א מתניע מאמץ לאספקת אנרגיה ליחידות לוחמות בשטח | 70 |

ארגון וכללי

01

ארה"ב: פיקוד העתידים מסכם שלוש שנות פעילות

— 11 באוקטובר 2021

בעבר הצבא נכשל בניהול של תוכניות ארוכות טווח למו"פ ולהצטיידות, בעיקר בנושאים של אמל"ח עיקרי. כעת, בהשפעת הפיקוד, כאשר יש שילוב, מעורבות ותמיכה של כל הגורמים מהשלבים הראשוניים של התוכנית, אפילו בשלב גיבוש הדמ"צ, כבר מסתמנת ההצלחה. המתח שהיה קיים תמיד בין גורמי המודרניזציה לבין גורמי הרכש מתפוגג והם פועלים יפה ביחד. הצבא מתקדם בתהליך המזורז של מבצע אמל"ח, במיוחד כזה שמיועד לחייל עצמו. הכוונה לנסות כלים חדשים בעודם בשלבים מוקדמים של דגמים, ע"י אספקתם ליחידות בשטח כדי לקבל משוב. הצבא מתכנן לפעול בדרך זו כבר בשנת 2023, גם לגבי מערכות של שיגור קרקעי של נשק היפרסוני, טילים מדויקים למיניהם, תומ"ת בעל טווח מוגדל וכדומה. בעוד שנתיים, כשלפיקוד ימלאו חמש שנים, הצבא כבר יקבל מעל 20 מערכות אמל"ח חדשות. אחד מגורמי העיכובים בלו"ז הוא תהליך הניסויים, אבל השיטה של מעורבות החיילים בשטח, כבר מההתחלה ולאורך כל הפיתוח, מסייעת להאיץ את התהליך. המטרה היא להגיע למצב שכל התהליך עד להתחלת הצטיידות יימשך חמש שנים בלבד.

[כללי](#)

[Army Futures Command chief talks 'rocky patches' in quickly fielding critical weapons](#)
מפקד פיקוד העתידים של צבא ארה"ב, גנרל בעל ארבעה כוכבים, מסכם שלוש שנים ראשונות לקיום הפיקוד החדש. מטרתו היא להניע ולקדם את כל הנושאים המועדפים בתהליך המודרניזציה של הצבא, שעומדים כעת על הפרק, כדי שימומשו עד שנת 2030. הפיקוד מסתמך על תהליכים חדשים שעיקרם עיצוב משופר של היחסים ההדדיים שבין שלושת הגורמים המשפיעים: הדמ"צ - המו"פ - הרכש. בעבר היו "חריקות" קשות באינטראקציה ביניהם, שהביאו לעיכובים וכישלונות בתוכניות. התגלו אי-הבנות בין מערך הרכש (והמכרזים) לבין פיקוד העתידים, וגם בעיות מול קובעי הדרישות המבצעיות (שהיו מוגזמות ומפורטות מדי) שבגללן נוצרו תקלות (דוגמאות יש בכתבה). כך קרה שתוכניות חדשניות ודחופות הסתבכו בבעיות של גלישה בלו"ז. הפיקוד מקדם גישה חדשה שבה הצבא לא נכנס לפרטי פרטים של האפיון, אלא נותר מספר מצומצם של הגדרות עקרוניות קצרות של הצורך, ומשאיר לתעשיות, המתמודדות על מכרז הפיתוח, לפתח את הדרישות המפורטות בעצמן ולהציע פתרונות.

בלמידת מכונה

— 20 באוקטובר 2021

[US Air Force teams with UK on machine learning demo](#)

מעבדת המחקר של חייל האוויר האמריקני, AFRL, הדגימה בהצלחה אלגוריתמים חדשים של למידת מכונה שפותחו יחד עם בריטניה והוכיחו את היכולת של שתי המדינות לשתף פעולה בשימוש בבינה מלאכותית התומכת בלוחמים. שיתוף הפעולה בין AFRL לבין היחידה למו"פ במשרד ההגנה הבריטי, Defense Science and Technology Laboratory (Dstl), הוא חלק משיתוף פעולה במסגרת תוכנית ארבע שנתית שנחתמה בדצמבר 2020 ונקראת "שיתוף פעולה בתחום האוטונומיה ובינה מלאכותית" Autonomy and Artificial Intelligence Collaboration Partnership Agreement.

AFRL מובילה את התוכנית ומשתתפים בה גם משרד תת-שר ההגנה למחקר והנדסה, הצי והצבא. מדובר על ההדגמה הראשונה במסגרת סדרת הדגמות מתוכננות. ההדגמה בוצעה ב-18 באוקטובר, בו-זמנית בארה"ב ובבריטניה. במהלך האירוע בחנו שתי המדינות מתאר קרב בו כוחות של שתי המדינות נמצאים האחד בקרבת השני. נעשה שימוש באותה פלטפורמה ובצורה זו המפעילים יכלו לחלוק נתונים ואלגוריתמים של למידת מכונה כדי לתמוך במודעות מצבית על פני שטח גדול. כך סופקה לחטיבות הלוחמות אינפורמציה טובה יותר, ששמשה בתהליך קבלת ההחלטות.

לדברי מוביל הפרויקט ב-AFRL, האירוע הדגים כיצד ארה"ב ובריטניה יכולות לשלב טכנולוגיית בינה מלאכותית וליצור לראשונה מערכת אקולוגית של למידת מכונה מקצה לקצה, המאפשרת שיתוף נתונים מהיר, פיתוח אלגוריתמים, בחינה ופריסה בשטח. לדבריו, בינה מלאכותית תשחק תפקיד קריטי בהאצת קבלת החלטות, כדי לתת מענה לקצב ולממדי מרחב הלחימה העתידי.

בריטניה הצליחה להדגים את יכולותיה אשר איפשרו למפקדים להבין במהירות ולבחור את אלגוריתם למידת המכונה המיטבי המתאים למשימה. ארה"ב עשתה שימוש בפלטפורמה פתוחה StreamlinedML השייכת לממשל. פלטפורמה פתוחה זו מאפשרת למשתמשים לבנות תזרים עבודה עבור למידת מכונה, לבחון את המודלים ואז להשתמש בהם. AFRL ציינה ששתי המדינות עשו במהלך האירוע שימוש ב-15 אלגוריתמים ללמידת מכונה, 12 מערכי נתונים וחמישה תזרימי עבודה אוטומטיים.

לדברי מי שמוביל את המאמץ הבריטי בנושא, השת"פ בין ארה"ב ובריטניה הכרחי כדי לשלב את טכנולוגיית הבינה המלאכותית לתוך פעילות צבאית ולמחקר חדשני בשתי המדינות. ההדגמה היא השלב הראשון בשאיפה ליישם בינה מלאכותית חדשנית, אשר יכולה ללמוד בשדה, ולשלב בניסוי בשטח, דבר שלא נעשה בעבר והיה אפשרי רק כתוצאה מהשת"פ.

[כללי](#)

קריאה להכניס את DJI הסינית ל"רשימה השחורה"

— 20 באוקטובר 2021

[FCC Commissioner Calls Chinese Drone Company a Potential 'Airborne Version of Huawei'](#)

הם לשמש למטרות ריגול. יו"ר ה-FCC אמר כי הפלטפורמות וטכנולוגיית התצפית של רחפני DJI אוספים כמויות ענק של מידע, מתמונות ברזולוציה גבוהה של מתקני תשתית קריטיים, דרך טכנולוגיה לזיהוי פנים, ועד לחיישנים המסוגלים למדוד את הטמפרטורה וקצב פעימות הלב של אנשים. בנוסף נשאב מידע אישי מתוך טלפונים ניידים או טאבלטים (המפעילים את הרחפנים). פקיד במשרד ההגנה האמריקני לשעבר אמר כי ידוע שהמידע הזה עובר לסין היישר מהרחפנים. הרשימה השחורה של החברות הסיניות מכילה חברות כמו ZTE, Hikvision, Hytera Dahua ו-Huawei. כיום, מחצית מהרחפנים בשוק בארה"ב הם מתוצרת DJI. למרות זאת, משרד המסחר האמריקני הכניס את DJI לרשימה השחורה שלו בדצמבר 2020, והקונגרס אסר לרכוש רחפני DJI לשימושי משרד ההגנה האמריקני כבר בשנת 2019.

[כללי](#)

המפקח על רשות התקשורת הפדרלית (Federal Communications Commission, או FCC) הודיע כי לדעתו יש לשים את יצרנית הרחפנים הסינית DJI ברשימה השחורה של חברות המסכנות את הביטחון הלאומי של ארה"ב. FCC היא סוכנות עצמאית של ממשלת ארצות הברית, אשר עוסקת בנושאים כגון פס רחב, תחרותיות, ספקטרום תדרים, מדיה, הגנה על הציבור (מבחינת תוכני שידור) וביטחון לאומי.

בהודעה שפרסמה הרשות תוארה חברת DJI כ"וואווי עם כנפיים", באנלוגיה לחברת האלקטרוניקה והתקשורת הסינית Huawei אשר הוכנסה לרשימה השחורה בארה"ב בשנת 2019 בשל החשש שהטכנולוגיה של החברה משמשת את סין לריגול.

הטענה היא כי מוצרים של חברת DJI, יצרנית הרחפנים הגדולה בעולם, יכולים גם

באיחוד האירופי שואפים לעצמאות במוליכים למחצה

04

בריטניה, איטליה ושבדיה.

דוברים ממדינות שונות הדגישו את הקשיים בקבלת החלטות ויישומן, כאשר מדובר באינטרסים ויכולות שונים של 27 המדינות המהוות את האיחוד האירופאי.

בעיה נוספת שהועלתה: תעשיות אירופאיות גדולות בתחום הביטחון קשורות כבר חוזית עם ספקי מיקרואלקטרוניקה מקוריאה הדרומית ומטייוואן. במצב הנוכחי באירופה מייצרים מעט רכיבים אלקטרוניים, שמותאמים לשימוש צבאי ולאור הנטייה לרכש מהמזרח הרחוק, הסיכויים המעשיים לעצמאות אירופית בעשורים הקרובים מוטלים בספק. נראה שהתקנה הנ"ל עליה הוכרז וכל הדיונים סביב הנושא הם יותר "מס שפתיים" והצהרת מגמות מאשר אסטרטגיה מעשית.

[כללי](#)

— 10 באוקטובר 2021

[Europe Looks to Semiconductor Strategy to bolster its military ambitions](#)

האיחוד האירופי הכריז לאחרונה על תקנה "European Chip Act" שמטרתה לעודד השקעות במחקר ופיתוח בתחום הרכיבים האלקטרוניים הקריטיים הדרושים לפלטפורמות ומערכות נשק מתקדמות. זאת על רקע התלות בסין ובארה"ב בנושאים אלה והמחסור העולמי ברכיבי מיקרואלקטרוניקה.

הכתבה מציינת תוכניות אירופיות שונות כמו: שיתוף פעולה צרפתי-גרמני-ספרדי במערכת לוחמה אווירית (מטוס קרב עתידי, כטב"מים, חיישנים מתוחכמים), הטנק העתידי מפיתוח צרפתי-גרמני, ודור שישי של פלטפורמות לוחמה אוויריות בפיתוח משותף של טכנולוגיות ע"י

עידן הלוחמה

האוטונומית כבר כאן למרות ההבטחה לבקרה אנושית

05

— 7 ביולי 2021

תרחיש לחימה עתידי – עשרות רחפנים מופיעים מעל שדה קרב, הם מחליטים (בעזרת מחשב וחיישנים המותקנים בהם) מהן המטרות (חיילים,

[The U.S. says humans will always be in control of AI weapons. But the age of autonomous war is already here.](#)

מתקדמת. ברור כי לא ניתן לשלוט אפקטיבית ע"י לוחם בפעולת נחילים של עשרות עד מיליונים של רחפנים קטלניים שכאלו. ב"מ ועיבוד נתוני עֶתֶק מאפשרים למחשבים לקבל תובנות מכמות עצומה של מידע. לכן ב"מ מאפשרת כתיבת שירה, תרגום מדויק ועזרה בפיתוח תרופות. המגבלה של ב"מ נובעת בסופו של דבר מגודל ואיכות בנק המידע ללמידה. לכן, לדוגמה, אלגוריתמי זיהוי אדם טובים יותר בזיהוי אנשים לבנים לעומת שחורים וחומים. חברות הטכנולוגיה הגדולות Amazon, Google, Apple, Tesla ועוד קידמו את טכנולוגית הב"מ והיא מיושמת ללא הבנה מלאה של אופן תפקודה והשלכות אפשריות של יישום נרחב שלה. דו"ח בן 756 עמודים על השפעת הב"מ על הביטחון הלאומי האמריקני הוגש במארס לקונגרס. הדו"ח נכתב בידי קבוצה של אנשי טכנולוגיה כולל Eric Schmidt (לשעבר מנכ"ל Google), Andy Jassy (מנכ"ל Amazon) ו-Eric Horvitz (המדען הראשי של Microsoft). הדו"ח ממליץ לארה"ב להתנגד לאיסור על נשק אוטונומי היות ואיסור כזה יהיה קשה לאכיפה, ויכול למנוע שימוש בכלי נשק שכבר נמצאים בידיה. ייתכן וזה גם בלתי אפשרי להגדיר במדויק את סוגי המערכות שיש להגביל ללא פגיעה ביכולות של ארה"ב. למשל אם מערכת ב"מ יושמה בכלי מאויש או כפלטפורמת עזר רובוטית (wingman) כעזרה למפעיל האנושי. הצבא האמריקני ניסה כבר ב"מ ולמידה עמוקה כדי ליצור "טייסים" אוטונומיים לצרכי סימולציה. במספר מקומות יושמו מערכות אוטונומיות קטלניות: מערכת נשק אבטחתית שפותחה ע"י Samsung המזהה אנשים ויורה עליהם, מערכת רואה-יורה הצה"לית בגבול עזה [לטענת הכותב. המתרגם]. בשני המקרים הממשלות טוענות שהמערכות מבוקרות אנושית למרות שהן יכולות לפעול עצמאית. עוד לפני הופעת הב"מ היו כבר

רק"ם וכו') ואז צוללים אליהם ומתאבדים. תרחיש מעין זה כבר התרחש במלחמת האזרחים הנוכחית בלוב. רחפנים מתאבדים טורקיים ללא בקרה אנושית רדפו ופגעו בחיילי הגנרל ח'ליפה בנסיגתם. כך גם במלחמת ארמניה-אזרבייג'ן (תחמושת משוטטת טורקית וישראלית) ובסוריה [כלים רוסיים וטורקיים. המתרגם]. המציאות היא שמזה שנים קיימים כלי נשק קטלניים ה"חושבים" באופן אוטונומי ופוגעים באנשים. אופי המלחמה משתנה. רחפנים, לדוגמה, הנשלטים מרחוק קיימים מזה שנים, אך השילוב של יכולת עיבוד תמונה ובקרת טיסה עצמאית מאפשרים ייצור המוני וזול של רחפנים אוטונומיים. כיוון שיכולת השליטה מרחוק קיימת בד"כ גם לכלים האוטונומיים קשה למתבונן מן הצד לדעת האם הייתה בקרה אנושית על הפעולה הקטלנית, או לא.

לדעת הפנטגון, הרוסים והסינים, חקיקה לאיסור נשק אוטונומי מיותרת, אולם פעילי זכויות אדם (ארגונים כמו הוועידה הבינלאומית לבקרת נשק רובוטי, PAX, Humans Rights Watch ועוד) עם תמיכה של 30 מדינות (למשל, אוסטרליה), חושבים שנדרשות הגבלות על כלי נשק כאלו. האמריקנים טוענים שהחשש מוגזם ויש שליטה אפקטיבית אנושית על כלים אוטונומיים. הרוסים טוענים שכלים כאלו אינם יכולים להיות אסורים היות והם "אינם קיימים", לטענתם. בעוד שמעצמות העל משתתפות בדיונים על אמנה בנושא מגבלות על נשק אוטונומי, הן אצות לפתח אותו. הוויכוח מתייחס לעתיד בעוד שהמציאות הזו כבר כאן – עשרות פרויקטים של חימוש משוטט נמצאים בפיתוח ע"י מספר ממשלות. גם הצבא הבריטי וגם האמריקני מפתחים נחילי רחפנים הנשלחים מספינות, מטוסים וטילים לחיסול מערכי ההגנה של המדינה המותקפת לפני פלישה. הנחילים פועלים עצמאית בעזרת בינה מלאכותית [ב"מ]

ונשק גרעיני, לא נדרש שכל מדינה תחתום על האמנה. למשל ארה"ב לא חתמה על האמנה נגד פצצות מצרר. למרות זאת, בסופו של דבר החברות האמריקניות עצמן הפסיקו לייצר אותן. ההתפתחות ההדרגתית של מכוניות אוטונומיות שבה רמת האוטונומיה הולכת ועולה מאפיינת גם פיתוח נשק צבאי ושדרוגים שלו. במקרים כאלו קשה להגדיר את הקו המפריד בין שליטה אנושית לאוטונומיה. מצד אחד ככל שהאוטונומיה מתקדמת גם הטכנולוגיה של כלי השליטה האנושית מתקדמת ומאפשרת שליטה אפקטיבית יותר ויצירת יכולת לעצירת תהליכים לא תקינים. מצד שני, דרישת המהירות בשדה הקרב תדחוף צבאות להעביר יותר ויותר החלטות למערכות אוטונומיות. פעולות מהירות כאלו של אלגוריתמים ואלגוריתמים שמנגד מזכירות את רובוטי המסחר בשוקי המניות שפועלים במהירות שאינה מאפשרת בקרה אנושית.

הכותב חושש שאם לא נעצור את ההתפתחות של נשק אוטונומי, נאבד שליטה באופן דומה.

[כללי](#)

טעויות טראגיות של מערכות ירי אוטומטיות (מערכות הגנה מפני מטוסים וטילים שיושמו במלחמה הקרה – מערכות שמשוות חתימה מכ"מית מבנק חתימות של איומים שברשותם לחתימה הנצפית). למשל, מערכות נ"מ פטריוט במלחמת המפרץ השנייה - בכתבה מפורטים שני מקרים של ירי קטלני על כוחותינו עקב זיהוי אוטומטי שגוי של מטוס עמית כטורף ועבודת מערכת הנ"מ באופן אוטומטי ללא בקרה אנושית. זה הביא לבסוף להפסקת פעילות המערכת עד סוף המלחמה. גם לחץ וערפל הקרב גורמים לבקרים האנושיים לסמוך על המערכות הטכנולוגיות.

הנושא קריטי לצבא האמריקני שמתקדם במו"פ בנושא נשק אוטונומי, אך טוען שאינו מתכוון להעביר ל"מיקור חוץ" את החלטת הירי. קיימת גם הנחיית משרד ההגנה מ-2012 לאפשר למפעילים ומפקדים רמה מתאימה של שיקול דעת בהפעלת נשק קטלני. הסבירות לאמנה בינלאומית המגבילה את השימוש נמוכה וגם הדיונים נדחו בין השאר בשל מגפת הקורונה, אולם המודעות לסכנות של נשק כזה הולכת וגוברת. כמו במקרה של מוקשים, נשק כימי

06 דו"ח DOD על תרומת טכנולוגיות מפציעות להתעצמות סין

— 4 בנובמבר 2021

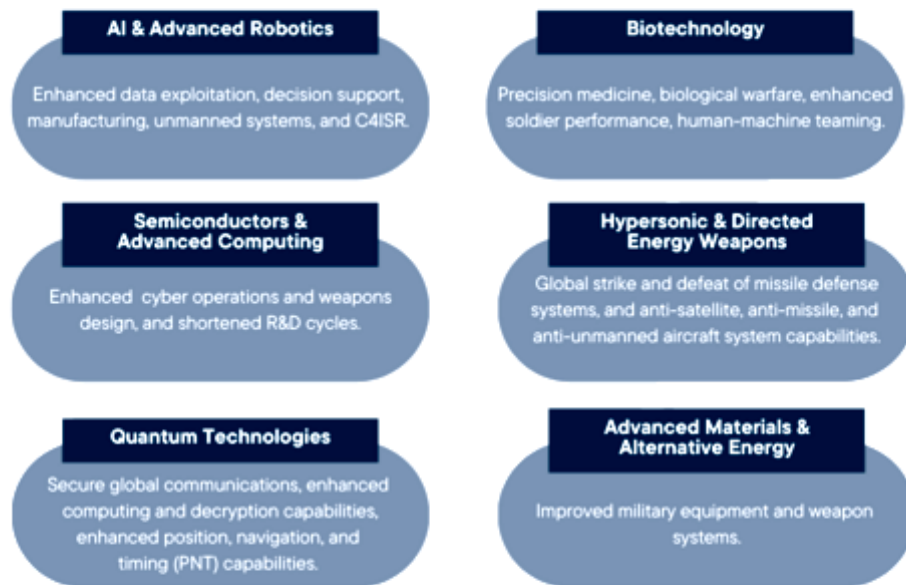
[DoD's 2021 China Military Power Report: How Advances in AI and Emerging Technologies Will Shape China's Military](#)

בתחילת נובמבר פרסם משרד ההגנה של ארה"ב את הדוח השנתי שלו על עוצמתה הצבאית של סין.

המונח *intelligentized* מתייחס ללוחמה המבוססת על טכנולוגיות מפציעות ומשבשות (*disruptive*), ובמיוחד בינה מלאכותית. זה כולל טכנולוגיות, מערכות ותפישות מבצעיות אינטליגנטיות, כמו "לוחמת התשה ע"י נחילים אינטליגנטיים, לוחמה ניידת חוצת-תחומים (*cross-domain*), עימותים חלליים מבוססי AI, ופעולות של בקרה קוגניטיבית", אשר מקדמים עיבוד מידע וקבלת החלטות בשדה הקרב. מעבר לעוצמה הצבאית, ע"י שימת דגש על הטכנולוגיות המפציעות סין שואפת להפוך ל"מעצמת-על גלובלית בחדשנות".

הדוח המלא (192 עמודים) זמין כאן. הדוח מציין בין השאר שסין מקדישה מאמץ רב למינוף טכנולוגיות מפציעות ותפישות מבצעיות חדשניות (קונבנציונליות ואסטרטגיות) כדי להפוך לגורם צבאי מוביל, וזאת באמצעות גישה המתוארת בכינוי *intelligentized warfare*. לפי הדוח, סין שואפת להיות גורם דומיננטי בטכנולוגיות הקשורות למהפכה התעשייתית הרביעית (עמ' 145 בדוח), מכיוון שהדבר יעניק לה עליונות צבאית עולמית. הדוח מדגיש את ההבנה של סין שהצלחה צבאית בעתיד תדרוש כוחות שהם *mechanized, informatized, and "intelligentized"*.

Potential military applications of some emerging technologies:



Source: Department of Defense 2021 Report on Military and Security Developments Involving The People's Republic of China

צוותי אדם-מכונה ונחילים".

מוזכרות גם תוכניות להרחיב את "2000 הקילומטרים של קו קרקעי של תקשורת קוואנטית מאובטחת" המקשרת את בייג'ינג ושנחאי לערים אחרות, לקראת יצירת גרסה גלובלית של תקשורת קוואנטית בשילוב תקשורת לוויינית, עד שנת 2030. הדוח מזכיר גם השקה ראשונית של כלי הגלישה ההיפרסוני DF-17.

עם כל זאת, אין בדוח פרטים ספציפיים לגבי האופן שבו צבא סין מתכוון להשתמש בפריצות דרך טכנולוגיות. כמו כן נשארות שאלות ללא מענה באשר ליכולתה של סין להפעיל את היכולות המתקדמות הללו במשולב, שהרי יש אתגר ארגוני באינטגרציה סימולטנית של טכנולוגיות מפציעות ופעולות מבצעיות מסורתיות. כלומר, בעוד שהעוצמה הצבאית של סין ממשיכה לצמוח, יש אי וודאות בנוגע לתפקיד שישחקו טכנולוגיות מפציעות בעימותים עתידיים, ומתי.

[כללי](#)

הדוח מזכיר שבשנת 2020 ממשלת סין הכריזה על אבן דרך חדשה במודרניזציה של הצבא, בהקשר ליכולות רישות לכלל "מערכת של מערכות" עבור לוחמה עתירת מערכות אינטליגנטיות. כדי לממש את השאיפות האלה, המנגנון המועדף על סין הוא מיזוג אזרחי-צבאי, כלומר זיקה הדוקה בין המגזר האזרחי לבין הבסיס הצבאי-תעשייתי. גם ארה"ב וגם סין הדגישו בתקופה האחרונה שטכנולוגיות מפתח שיעצבו את עתיד הלוחמה (AI, רובוטיקה, קוואנטום וביוטכנולוגיה) הן דואליות במהותן (שימוש כפול – אזרחי/צבאי). הדוח מבליט טכנולוגיות ספציפיות שסין חותרת לקדם לאור הפוטנציאל הצבאי שלהן, כמתואר בתרשים המצורף.

בין היתר, הדוח מתאר את ההשקעות של סין במערכות אוטונומיות, חלקן עם יכולות AI מסוימות, וכן בשימוש ב-AI לניתוח רשתות חברתיות ולתעמולה. כמו כן, הדוח מדגיש נושאים כמו "תוכנה וחומרה בהשראת המוח,

תת-שר ההגנה למו"פ: עדיפויות בפריצות דרך טכנולוגיות

07

— 11 באוקטובר 2021

[Pentagon's Top Science Official Adds to Tech-Breakthrough Wishlist](#)

על מנת להישאר בחזית הטכנולוגיה כדי להרתיע מעצמות על אחרות, כדוגמת סין. היא מתכננת (והציגה לאישור הסנאט) לשנות את יחס

Heidi Shyu, שמונתה לאחרונה לתפקיד תת-שר ההגנה למו"פ והנדסה בפנטגון, ציינה מספר תחומים בהם ארה"ב מתכננת להמשיך להשקיע

לאחר מכן פורסות כלים של בינה מלאכותית ולמידת מכונה.

- אבטחת סייבר: החזון לאבטחת סייבר עתידית נשען בעיקר על זיהוי מהיר של איומים ולא על ארון ב"חומות אש" להגנה מפני פריצה (Firewalls). נדרשת יכולת מתקדמת של לוחמת סייבר ולוחמה אלקטרונית, פעולות מידע ותקשורת. צריך לחוש, לזהות ולהגיב בצורה מהירה ביותר. ארכיטקטורות פתוחות הופכות לקריטיות ומהוות נקודות תורפה. צריך להימנע ממצב בו מתבססים על ארכיטקטורה ספציפית, כיוון שעם התפתחות האיומים, הארכיטקטורה מהדור הקודם לא תדע להתמודד בתקיפה ועשויה להיפרץ. לעומת זאת, מצב של ארכיטקטורה פתוחה מודולרית, עם מעבד מאובטח, שמסוגל להתפתח במהירות של טכנולוגיה מסחרית, יאפשר עליונות ואופציות להתמודדות בשדה זה.

- מיקרו-מעבדים: חוק השבבים החדש קיבל אישור ויאפשר מתן תמריצים להחזרת ייצור השבבים בחזרה לארה"ב. יחד עם זאת, משרד ההגנה האמריקני יידרש ללמוד להשתמש טוב יותר בשבבים הקיימים. יש לנצל את כל הליבות של השבב ולבצע מספר פעולות בזמן אמת. אין טעם לקנות מעבדים מרובי ליבות ולהשתמש בליבה אחת בלבד. נדרש להשקיע כסף במחקר להבנת אופן השימוש והניצול המיטבי של כלל הליבות. בנוסף, פיתוח יכולת פעולות תלת ממדיות אינטראקטיביות, בהתבסס על טכנולוגיות קיימות, באמצעות מרכז פעולות תלת ממד, המאפשר פיקוד ובקרה מבוזרים ומפוזרים גיאוגרפית, ברוחב פס נמוך.

- חלל: המשך השקעה בכלי נשק מבוססי חלל, לצורך יירוט טילי אויב והרחקת מערכות אנטי-לווייניות סיניות או רוסיות. עם זאת,

ההשקעות בפיתוח ובתחזוקה ל-70% פיתוח ו-30% בתחזוקה, בשונה מהיחס ההפוך שהיה מקובל עד כה. התחומים העיקריים הם:

- היפרסוניקה: למרות העלות הגבוהה בפיתוח (הנובעת מחקר חומרים ומתקני בדיקה), משרד ההגנה מבקש מהקונגרס 2.865 מיליארד דולר בשנת 2022 כדי לממן פיתוח היפרסוניקה עבור זרועות הצבא. בבקשה האחרונה, צבא היבשה וחייל הים הכפילו את המימון ההיפרסוני אצלם בעוד שחייל האוויר ביקש הפחתה של 40 אחוזים. חייל האוויר משיג הצלחה בפלטפורמת ההיפרסוניקה הנושמת אוויר (כדוגמת Ramjet), וצבא היבשה מתחיל למעשה לפרוס טילים היפרסוניים לכוחות. התכנון הוא שבשלב מסוים, ברגע ששאלות המחקר וההנדסה ייענו, הייצור יתגבר וזה יוריד את המחיר ליחידה. כתוצאה מכך, הפנטגון עשוי להקטין את מספר הפרויקטים ההיפרסוניים בפיתוח כדי להתמקד בפרויקטים המובילים, וממילא ההשקעה תקטן ותותאם לתקציב.

- בינה מלאכותית: ההוצאה האדירה בעמק הסיליקון על בינה מלאכותית פירושה שהפנטגון יכול למקד את המו"פ שלו בהבנה טובה יותר מה כלי AI בעצם עושים, איך הם פועלים וכיצד לפרוס אותם בביטחה. התעשייה מוציאה מיליארדי דולרים על למידת מכונה ומיליארדים נוספים על אוטונומיה. המטרה הינה להתכנס למערכות אמינות שישולבו בפלטפורמות בלתי מאוישות במחירים סבירים. הכוונה לשים דגש גדול יותר על בדיקות, בטיחות ותכנון קפדני של ביצועים, ולא למהר בהוצאת יכולות חדשות החוצה. זה מחייב שיפור בהתנהלות של רוב חברות הטכנולוגיה, שקודם בודקות בקפדנות, מתנסות, ורק

להתריע בפני מפקדים על שינויים גדולים ברווחת הכוח העתידי או אפילו בהיבטי העורף - בריאות הציבור. יכולת חישה, זיהוי מצבים עתידיים והתנהגויות ברמת הפרט (עליה בדופק למשל) והכלל (זיהומים פוטנציאליים) באמצעים ביוטכנולוגיים.

- התמקדויות חדשות: מהירות העברת הטכנולוגיה מהמעבדה לשימוש מבצעי בידי מפקדים וחיילים תהיה גבוהה יותר מבעבר, באמצעות שימוש בקבוצות מיקוד מבצעיות ושת"פ בין חיילי שייקחו חלק פעיל במהלך המחקר ופיתוח, בדגש על פיתוח מהיר ומעבר לניסויים.

[כללי](#)

אסטרטגיית החלל של הממשל הנוכחי עדיין תתמקד בחוסן ובשיגור לוויינים בעלות נמוכה יותר.

- ביוטכנולוגיה: יינתן דגש לחומרים מתקדמים, שיהיו המפתח לפעילות עתידית. למשל, האפשרות ליצור מנחת מסוקים בתוך 48 שעות באמצעות מים, חול והנדסה ביולוגית היא מרשימה, ובעלת אופציה להקטנת העלות הלוגיסטית הכרוכה בהקמת מנחת ומבנים דומים. המיקוד הביולוגי עשוי להתרחב גם לתחומים נוספים: רפואה - ניטור נתונים ביומטריים בהקשר לפעילות גופנית ומצב בריאותם של החיילים, היכולים

08

הפנטגון הקים גוף חדש שיטפל בחקר עב"מים

— 23 בנובמבר 2021

בהכרזה של המשרד החדש צוין כי לפי הדו"ח האחרון שפורסם על 144 אירועים של גילוי אובייקטים בלתי מוסברים, ל-143 מתוכם לא נמצא הסבר הגיוני מספק. האובייקטים טסו במהירויות גבוהות במיוחד וכן ביצעו תמרונים חריגים שאינם ביכולת של כלי טייס מקובלים. הפעילות של הגוף החדש תאפשר לרכז מאמץ סביב איסוף המידע ע"י אמצעים מיוחדים, וכן בניית תמונה כוללת שתאפשר לסנן ולעצב תבניות התנהגות שייתכן שיסבירו את התופעה. בתקופה הקרובה יפרסם הפנטגון הנחיות לאופן הפעולה של הגוף, מי ישולב בו וכמובן משימותיו

[Pentagon creates new organization to investigate mysterious objects in the sky](#)

כמות האובייקטים הבלתי מזהים שמתגלים בשמי ארה"ב, מעל בסיסי חייל האוויר ומרחבי האימונים שלהם, דחפה את הפנטגון בארה"ב להקים ארגון חדש שתפקידו יהיה לבחון את כלל גילויי האובייקטים הבלתי מוסברים. הכוונה היא לחפש הסבר לתופעה ולבחון את מידת האיום או הנזק הצפויים להיגרם אם יימצא כי האובייקטים הללו עוינים. הארגון יסנן את פרטי המידע שיתקבלו מחייל האוויר ומחייל הים ויהיה כפוף למשרד תת שר ההגנה למודיעין ואבטחה.

כיצד לפעול באימונים ופורמטים שיגדירו כיצד לדווח ומה לאתר במקרה של גילוי.

והמלצותיו. מצפים כי הגוף יוכל לגבש שילוב של טכנולוגיות חדשות לכלי הטייס כמו גם הנחיות

צילום של עב"ם משנת 2015
(Department of Defense via AP)



[כללי](#)

יבשה

בוצעו ניסויי פיתוח והדגמות של המערכת ללקוחות מכל הזרועות. אין פרטים טכניים בידיעה.

Source: Epirus



[יבשה](#)

הגנת רק"ם מנחיל רחפנים

09

— 25 באוקטובר 2021

[General Dynamics, Epirus team up to integrate counter-drone swarm system on combat vehicles](#)

חברת General Dynamics יחד עם חברת ההזנק Epirus משלבות מערכת הגנה מפני רחפנים עוינים Leonidas על רק"ם Stryker ורכבים אחרים. המערכת מבוססת על אנרגיה מוכוונת, מיקרוגל, רבת עוצמה. היעד הוא הגנת נ"מ לטווח קצר כסיוע לכוחות הקרקע. מערכת Leonidas מבוססת על טכנולוגיה של מיקרוגל בהספק גבוה 50 KW, ובעלת יכולת השמדת נחיל רחפנים. כמו כן תוכל ליירט גם כלי רכב וספינות.

קוצרי אנרגיה משופרים לשילוב בבגדים

10

— 15 בנובמבר 2021

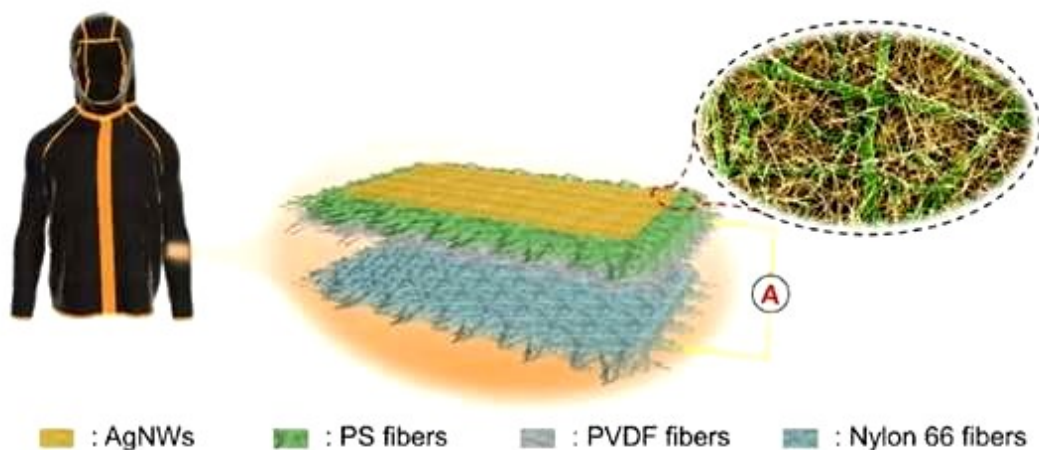
האפקט הטריבואלקטרי (triboelectric effect) הוא היווצרות מטען חשמלי כאשר שני חומרים שונים שהיו במגע מורחקים זה מזה.

[Smart textiles: High performance, breathable fabric to power small electronics](#)

שתי השכבות מכוסות בנונו-חוטנים מכסף וסיבי פוליסטירן. תנועת הגוף בעת הליכה או ריצה גורמת לטעינה חשמלית, וכך אפשר להפעיל התקנים אלקטרוניים. בהתקנים קודמים מסוג זה יש דעיכה של המטען החשמלי. בהתקן החדש, שכבת הפוליסטירן "שומרת" על המטען. החוקרים הדגימו שימוש בהתקן להארת 126 נוריות לד, בהספק 0.06 וואט כל אחת. זאת ועוד, ההתקן גמיש ונושם, ומתאים לשילוב בבגדים. מאמר מדעי:

An all-fibrous triboelectric nanogenerator with enhanced outputs depended on the polystyrene charge storage layer, *Nano Energy* (2021). DOI: [10.1016/j.nanoen.2021.106515](https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2021.106515)

Made of electrospun polyvinylidene fluoride (PVDF) and nylon, silver nanowires (AgNWs) and polystyrene (PS), the new all-fibrous composite nanogenerator (AF-TENG) can be easily incorporated into clothing, allowing it to power small electronics through everyday movements. Credit: Elsevier



[יכשה](#)

ננו-גנרטורים טריבואלקטריים (TENG) מנצלים אפקט זה כדי להמיר תנועה מכאנית לחשמל. הקומפקטיות שלהם מאפשרת שימוש בהתקנים לבישים שיכולים להשתמש בתנועות גוף להפעלת מיכשור אלקטרוני. בתחום זה, סיבים מלופפים חשמלית (electrospun fibers) הם מועמד מבטיח, ביותרם קלים, חזקים, ובעלי תכונות חשמליות מתאימות. חוקרים מסין ויפן פיתחו שיכבה מרוכבת העשויה כולה מסיבים (היא נקראת AF-TENG) שניתן לשלבה בקלות עם בד רגיל – וכך להפוך אותו ל"בד חכם" קוצר אנרגיה. ה-AF-TENG כולל ממברנה טריבואלקטרית העשויה שתי שכבות סיבים – PVDF וסוג של ניילון.

ניסוי פגז טנק רב משימתי בצבא ארה"ב

— 4 בנובמבר 2021

[US Army tests next-generation round for Abrams tank](#)

הסוג הנוסף הם הפגזים הקינטיים (SABOT) שנועדו להשמדת טנקים וכלים משוריינים כבדים אחרים. במהלך ניסוי מבצעי ראשון זה נורו 86 פגזים ונבחנו יעילותם בהצלחה מול מגוון רב של מטרות – בונקרים, קירות, דימוי של קבוצות חיילים רגלים וכלי רכב משוריינים.

הפיתוח של הפגז החדש נמשך 15 שנה (!) ולפי הפרסום הצוותים היו נרגשים לבצע ירי ראשון מטנקים מבצעיים. הטנקים שיצוידו בפגז החדש יעברו שדרוגי חומרה ותוכנה. הדבר לא צוין בכתבה זו אך מדובר בהתקנה של ADL - Ammunition Data Link שנועדה לאפשר קביעת זמני השהייה שונים לפיצוץ, כולל פיצוץ באוויר בטווח נתון.

סרטון על ניסויים מוקדמים בפגז:

<https://youtu.be/U61Hrn1JZWQ>

הערה: בפרסום נמסר כי הטנקים שהשתתפו בניסוי היו עם התקנה של מערכת טרופי להגנה אקטיבית.

[יבשה](#)

שני טנקי אברמס של הצבא אמריקני ירו לראשונה את הפגז הרב משימתי המתקדם APM – XM1147 Advanced Multi-Purpose. הירי בוצע בשדה הניסויים יומה שבאריזונה. פגז זה נועד להחליף ארבעה פגזי 120 מ"מ שונים הנמצאים בשימוש מבצעי היום –

- M830A1 Multi-Purpose Anti-Tank (MPAT) – פגז רב משימתי נגד כלים משוריינים קלים וגם מטרות אוויריות
- M830 High Explosive Anti-Tank (HEAT) – פגז נפיץ נגד כלים משוריינים קלים
- M1028 canister (CAN) – פגז שנועד לשימוש נגד רגלים בטווח קצר יחסית
- M908 obstacle reducing (OR) – פגז לפגיעה במכשולים וביצורים.

לפגז החדש יש את כל היכולות הנ"ל ובכך יקטן מספר סוגי הפגזים בשימוש מחמישה לשניים בלבד.

רובה חדש יסגור פעור ביכולת חיילי חי"ר

— 9 בנובמבר 2021

טווח הביניים בין 300 ל- 600 מ' נותר ללא מענה ראוי, שכן אין היגיון להעסיק את הצלפים לטווחי הביניים האלו. בשלב הנוכחי מצטיידים בכמות מוגבלת ובמיוחד ליחידות המשמר הלאומי.



Smoke clears from the chamber of an M110 A1 SDMR fired by Spc Steven Monnat during new equipment training at Fort Drum in New York. Credit: Maj. Avery Schneider / US Army.

[יכשה](#)

[US NYNG's 27th IBCT trains on new squad designated marksman rifle](#)

צבא ארה"ב מכניס לשירות רובה חדש אשר מיועד לרמת חוליית חי"ר הפועלת קרקעית. המוטיבציה לפיתוח הרובה מקורה בצורך המבצעי לסגור את הפער בין רמת הרובאי הרגיל בחוליה (כלומר מרבית הלוחמים), לבין הצלף המקצועי המיומן הפועל במסגרת הכיתה. הקליבר הוא 7.62 מ"מ. הרובה נקרא SDMR – Squad Designated Marksman Rifle. הפיתוח נעשה ע"י חברת הקלר אנד קוך. הותקנה ברובה כוונת אופטית של חברת זיג זאוור "טנגו 6". הפער הטקטי בטווחי הירי שיש לסגור, הוא בין הרובאי, שיכול לטפל היטב במטרות עד טווח 300 מ', לבין הצלפים שיכולים לטפל היטב במטרות בטווחים של החל מ- 600 מ'.

עיכוב בהצטיידות בטנק "ארמטה" הרוסי

— 22 בנובמבר 2021

[Delivery of new Armata tanks could be delayed until 2024](#)

מקורות בתעשייה הביטחונית הרוסית מסרו כי הייצור הסדרתי של טנק "ארמטה" (T-14) המתקדם יחל מאוחר מהצפוי וכנראה לא לפני שנת 2024.

הצבא הודיע על כוונה לקנות 2300 טנקים בין השנים 2015 ל-2020, אך פיתוח הרק"מ התעכב. בימים האחרונים פורסמה הודעה של משרד ההגנה הרוסי שניסויי הקבלה של הטנק יסתיימו ב-2022. הושם שוב דגש על שיתוף הפעולה של טנקים ונגמשים כבדים בשדה הקרב, להתמודדות עם כלים משוריינים של האויב וכלים אוויריים מנמיכי טוס. התמודדות זו נדרשת כאשר הכלים במנוחה, בתנועה על היבשה או בציפה על מים. בנוסף דובר על יכולת הפעלה של מערכות נשק מרחוק ושילובם בכלי רכב לא מאויש. לא ברור האם הכוונה לרק"ם לא מאויש כבד שיהיה מבוסס על אותה פלטפורמה.

[יבשה](#)

לפי אותם מקורות הסיבה לעיכוב הינה בעיות טכנולוגיות שהתגלו במהלך הניסויים שנערכים לטנק. הבעיות העיקריות קשורות למערכת בקרת הירי והן מחייבות שינויים במערכת האלקטרוניות.

בקיץ השנה אמר שר התעשייה והמסחר הרוסי כי הייצור הסדרתי ייחל בשנת 2022 וזאת מייד עם סיום הניסויים. בהצהרות בשנת 2020 נמסר כי מסירת הטנקים הסדרתיים לצבא תחל כבר בשנת 2021. ה"ארמטה" הינה פלטפורמה זחלילית מודולרית כבדה המהווה בסיס לטנק T-14, לנגמ"ש הכבד T-15 ולמספר כלים נוספים. אבות טיפוס ראשונים הוצגו במצעד בכיכר האדומה במאי 2019.

14 שת"פ להטמעת מערכות C4I של כלי רכב צבאיים

— 3 בנובמבר 2021

[Rheinmetall and Intracom Defense to develop vehicle-based C4I systems](#)

יעילים במענה לדרישות המבצעיות, אשר גם יהיו בעלות סבירה.

חברת Rheinmetall Electronics מתמקדת במערכות פיקוד ותקשורת בין כלי רכב לבין עצמם וגם הלאה בשרשרת הפיקוד. חברת Intracom Defense היא ספקית של מערכות תקשורת ואינטרקום בתוך הצוות.

[יבשה](#)

בספטמבר האחרון נחתם הסכם שת"פ בין חברת Rheinmetall Electronics וחברת Intracom Defense לפיתוח והטמעה של מערכות לכלי רכב צבאיים אשר מבוססות פיקוד, בקרה, תקשורת, מחשבים ובינה מלאכותית (C4I). המטרה היא לספק ללקוחות פתרונות

צבא ארה"ב מתרגל שדה קרב עם כרב"מים

— 4 בנובמבר 2021

[The U.S. Army Is Learning How to Fight Drones on the Battlefield](#)

האיום הנוכחי לצבא האמריקני הוא מצד כלי טייס בלתי מאוישים, אבל לחימה נגד כלי רכב קרקעיים בלתי מאוישים (UGVs – Under Ground Vehicles) היא כמעט בלתי נמנעת ועתידה להתרחש בקרוב.

במקביל, רוסיה הציגה את הכרב"ם החמוש הכבד הרוסי-Uran-9 UGV עוד בשנת 2010, ופרסה אותו בסוריה ב-2017. למרות שהפריסה חשפה בעיות חמורות, במיוחד בכל הקשור לפעולה בשטח קשה ושליטה בכרב"ם בסביבה עירונית, רוסיה מקדמת אותו, מתקנת תקלות ומתכננת תרגיל נרחב בהשתתפות Uran-9s בשנת 2022.

הרק"ם הרובוטי הרוסי Uran-9



[יבשה](#)

צבא ארה"ב תרגל לראשונה מתאר לחימה, הכולל כלי רכב בלתי מאוישים (כרב"מים) הפועלים עם כוחותיו וגם בצד האויב. התרגילים הריאליסטיים נועדו להתמודד ולאמן את חיילים מול קשת של איומים - כולל רובוטיים. במסגרת התרגיל תורגלו שיטות לחימה ע"י חיילי יחידת חי"ר להבסת הרובוטים בשדה הקרב. למשל, ע"י הגנה על אזורי נחיתה באמצעות כרב"מים מפני התקפות פתע של מסוקי קרב. הרעיון של התרגיל הוא לנצל רובוטים כדי לפנות יחידות חשובות לביצוע המשימה העיקרית וע"י כך להתמודד עם מחסור במשאבים (כגון, אנשים, ציוד), ולחלק משימות באופן אופטימאלי ליחידות השונות. בנוסף, יש לזכור כי לרכבים האוטונומיים אין בעיה של סיבולת, מוטיבציה, עייפות או שעות שינה. הכרב"מים נדרשו לחסום צומת מפתח למשך 36 שעות, מאמץ שהפיק תועלת עקב חתימת חום נמוכה שלהם, תוך ניהול שעות ארוכות של "משמרת שקטה". בנוסף, הם מנעו נחיתות של מסוקי אויב וביצעו סיורי אבטחה.

צבא ארה"ב התמודד עם האיום של התקפות מל"טים במשך חלק ניכר מהעשור האחרון, כאשר המתקפה האחרונה התרחשה באוקטובר.

יצרנית חטיבות כוח גרמנית תוקעת יתד בארה"ב לקראת מכרז OMFV

— 15 בנובמבר 2021

לדבריה כ-50% מעסקיה הינם עבור פתרונות הנעה לרק"ם גלגלי וזחלי (חט"כים, מכללים – מנועים וממסרות הילוכים וגם מזקו"ם). הרכישה החדשה של המתחם התעשייתי הנמצא בלב ליבה של תעשיית הרכב האמריקנית מאפשרת ל-RENK למצב את עצמה ככוח עולה משמעותי בתחום מערכות ההנעה לרק"ם לסוגיהם. הנכס שנרכש, בשטח של כ-93 דונם (כמחציתו מיועד לאולמות ייצור) כולל גם מסלולי נסיעה לרק"ם בשטח של כ-1,200 דונם. בשטח זה הוקם מטה החברה החדשה.

מפעל הייצור RENK America - מוסקיגן, מישיגן. (באדיבות RENK America)



חטיבת ההנעה, אף היא וותיקה מאוד, החליפה מספר ידיים (TCM, אח"כ ג'נרל דיינמיקס ולבסוף L3). המנכ"ל החדש של RENK America מסר שהחטיבה היוותה מוקד ידע לתכן וייצור של מנועים וממסרות עבור כל צי הרק"ם (הזחלי)

[German powertrain company makes play in US as combat vehicle competition heats up](#)

קבוצת RENK בגרמניה, אשר רכשה לא מכבר את חטיבת מערכות ההנעה הצבאיות של L3Harris Combat במוסקיגן, במישיגן (L3Harris Combat) לשעבר Propulsion Systems (CPS), בוחנת אפשרויות חבירה עם קבלן ראשי אפשרי – במסגרת המכרז הצפוי להחלפת הברדלי. הרכישה התבצעה ביולי השנה בסכום של 400 מיליון דולר. החברה החדשה, אשר תיקרא RENK America, מתכננת לייצר מערכות הנעה מתקדמות לרק"ם, כך מסרו נציגי החברה בכנס AUSA האחרון. לדבריהם החברה החדשה מאמינה שיש לה יתרון שוק בכך שהיא היחידה בעולם שמייצרת כיום מנועים, ממסרות וכן מערכות הנעה היברידיות, תחת קורת גג אחת. בכך היא תהווה one stop shop עבור מערכת הביטחון האמריקנית, דבר אשר עשוי להוזיל עלויות.

מנכ"לית קבוצת RENK סוזן וויגנד (Wiegand) מסרה כי הקבוצה הוותיקה אשר קיימת כבר כ-100 שנה ויותר מחזיקה בהיקף מכירות שנתי של כ-1 מיליארד דולר (מתוכם כ-75% בתחום הביטחוני), מעסיקה כ-3,000 עובדים במפעליה הביטחוניים באירופה (אנגליה, הולנד, צרפת ושווייץ) וכן באסיה – כולל בקוריאה הדרומית, וכן פועלת בתחום המוצרים האזרחיים בסין ובברזיל.

- ריינמטאל חברה לרייתאון, טקסטרוו ו- L3Harris (רכב לינקס 41)
- BAE חברה עם אלביט מערכות
- אושקוש חברה עם Hanwha הקוריאנית

2 המשתתפות הנוספות, ללא שותפים זרים, הינן GDLS ו- Point Blank. קבוצת RENK ממילא מספקת מכללים ל- GDLS לתוכנית האג'קס; גם ריינמטאל הינה לקוח וותיק של RENK במסגרת תכנית PUMA ולדגם הראשון של Lynx עבור צבא הונגריה. כך גם קבוצת RENK מספקת מכללים עבור BAE וכן לחברת Hanwha הקוריאנית לטנק המערכה K2.

"כל משתתפי מכרז OMFV מכירים היטב את קבוצת RENK למעט Point Blank, שאיתה טרם עבדנו" אומרת מנכ"לית הקבוצה. לדברי מנכ"ל RENK America הם לא נתנו בלעדיות לאף אחת מהמתמודדות. לדבריו אין ספק כי מי שתגיע עם הפתרון הבשל והמיטבי, מבוסס על טכנולוגיה מתקדמת (כולל פתרונות הנעה היברידית) ובמחיר תחרותי - תזכה במכרז. הייצור המקומי בארה"ב של מכללים יוזיל משמעותית פתרון ברמת הפלטפורמה, בניגוד למצב הקודם בו מכללים גרמניים היוו גורם מפריע בשל עלותם הגבוהה. חברת RENK America מתכננת לבצע בשנת 2022 פרויקט בשיתוף DEVCOM בו תשולב ברק"ם ניסיוני מערכת הנעה אינטגרטיבית היברידית מלאה, הכוללת מנוע, ממסרת וכן מערכת אספקת אנרגיה - Power Generation. במסגרת הקמת החברה החדשה היא תסייע לחברות שונות, בעיקר באירופה, להשתלב בפעילות בארה"ב באמצעות הפלטפורמה והתשתיות של חברת RENK America.

[יכשה](#)

האמריקני ובעצם הייתה מונופוליסטית בתחום זה. הכלים שצוידו במכלל החטיבה היו טנקי פטון לסוגיהם, ברדלי, MLRS, תומת"ים PALADIN וכן M88. לדברי המנכ"ל, הרכש החדש מנפץ את הפרדיגמה אשר לא איפשרה שילוב טכנולוגיות הנעה אירופיות מתקדמות בציי"רקים אמריקניים, שהרי עתה מוצרים אלו יהיו בבעלות השלוחה האמריקנית.

מכרז OMFV

הקמת חברת RENK America באה בדיוק כאשר צבא ארה"ב מתחיל את מכרז OMFV שאמור להחליף את הברדלי, והחברה החדשה נמצאת במגעים עם כל חברות הרק"ם הצפויות להשתתף במכרז. הסיבוב הקודם של מכרז OMFV כלל דרישה לדגמים פיזיים, דבר אשר דחק מהתחרות את ריינמטאל הגרמנית כמו גם את יצרנית הברדלי - BAE, והותיר בתחרות את GDLS בלבד; כתוצאה מכך הצבא החליט לשנות גישה ולקיים מכרז נוסף במתכונת הדרגתית, עם 5 שלבים:

1. תכן ראשוני קונספטואלי
2. תכן מפורט
3. ייצור אב טיפוס
4. ניסויים
5. ייצור

הפעם הצבא הסיר את מרבית המגבלות אשר מנעו מחברות זרות הגשת ההצעות הראשוניות (שלב 1); יחד עם זאת בשלבים הבאים התנאים צפויים להחמיר, דבר אשר יחייב משתתפים חיצוניים לחבור לחברות פרונט אמריקאיות. ואכן - 3 מתוך 5 הזוכים בשלב 1 כוללים שותפים זרים:

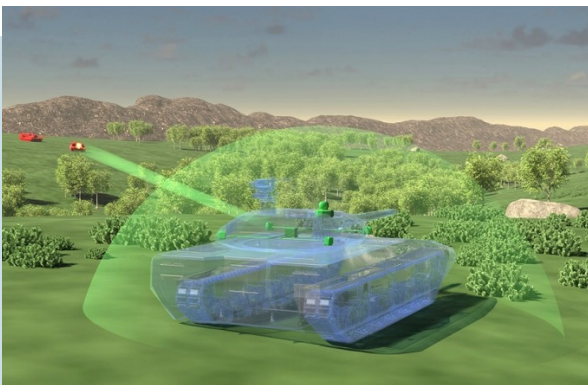
מערכת הגנה רכה לרק"ם MUSS 2.0

— 25 בנובמבר 2021

במהלך שמונה השנים האחרונות נמסרו יותר מ-350 מערכות MUSS דור 1 להתקנה על רק"ם PUMA.

המערכת כוללת 4 חיישני התרעה, יחידה מרכזית, שבש IR ומשגר עשן כיווני עם אלקטרוניקת בקרה. חיישן ההתרעה מזהה טילים מתקרבים וקרני לייזר המכוונים אל הרק"ם. לאחר מכן, היחידה המרכזית מפעילה אמצעי תת אדום כדי להפריע לשליטה בטילים ו/או אמצעי נגד פירוטכניים. השימוש ב-MUSS מקטין באופן משמעותי את ההסתברות להיפגע מטיל מונחה נגד טנקים או נשק מונחה לייזר.

מערכת ההגנה הרכה MUSS 2.0.
מקור: Hensoldt



[יבשה](#)

[Hensoldt develops MUSS 2.0, Multifunctional Self-Protection System](#)

חברת Hensoldt מרחיבה את הביצועים של מערכת ההגנה העצמית שלה לרק"ם MUSS ע"מ לזהות ולהתמודד עם איומים נוספים שצפו לאחרונה. הפיתוח החדש MUSS 2.0 צפוי להיות אופטימלי בגודל, במשקל ובמספר המכלולים, ובמקביל להכפיל את ביצועיו לגילוי טילים, חימוש מונחה לייזר ומקורות לייזר.

ע"פ הדיווח, MUSS 2.0 יזהה מדי טווח לייזר (מט"לים) מדור 2, רוכבי קרן לייזר המשמשים להנחיית טילים, ורזולוציית כיוון האיום וזיהוי סוג האיום תשופר. כוח המיחשוב הוגבר ומאפשר זיהוי טילים וחימושים נוספים והפעלה של אפליקציית 'אינדיקציית אש אויב' – Hostile Fire Indication (HFI). בנוסף, ממשקי המערכת הורחבו להתאמה לארכיטקטורה של הרכב הגנרי של נאטו (NGVA), לצורך התקנה מהירה בפלטפורמות נוספות. עם MUSS 2.0 חברת Hensoldt מתכוונת לצאת לשוק ולשווק אותה כמערכת הגנה רכה גם לרק"ם בינוני, כלי רכב לחי"ר וטנקי מערכה לשוק המקומי והבינ"ל.

נשק לייזר על צריח מאויש של רק"ם

— 15 בנובמבר 2021

רק"ם ורכבי חי"ר והם מגיעים במספרים גדולים, בנוסף לאיומי הטילים הקונבנציונליים. מערכת T2000-DE תספק אפקט הגנה קשה (hard-kill) בטווחים קרובים יותר וכן תאפשר יכולת לעזור או לפגוע באיומי C2/ISR, יכולת שלא ניתן להשיג ממערכות אחרות על הצריח. בראיית החברה המערכת תספק הגנה מרחבית לצוות קרב של מספר פלטפורמות.

מערכת T2000-DE להגנה מפני כטב"מים חמושים וחימושים משוטטים. מקור: EOS



[יבשה](#)

[EOS discloses the development of integrated directed-energy laser weapon system](#)

באתר חברת EOS Defence Systems האוסטרלית, החברה חושפת את T2000-DE, פיתוח גרסת מערכת נשק אנרגיה מוכוונת מסוג לייזר (DE) המשולבת בצריח תותח בעל קליבר בינוני מתוצרתה. המערכת תוכננה במיוחד להתמודדות עם האיום המתגבר של תקיפה עילית על רק"ם/רכב ע"י כטב"ם וחימושים משוטטים.

T2000-DE פותחה ביוזמה ובמימון פנימי על בסיס מערכת הצריח המאויש המשולבת T2000, שנמצאת כעת בפיתוח כפתרון קטלניות במספר תוכניות, כולל במשרד ההגנה האוסטרלי, לפי דרישות תוכנית Land 3 Phase 3 בנגמ"ש לחימה זחלי. המלצה על מכרז מועדף לתוכנית זו תוצג לבחינת ממשלת אוסטרליה ב-2022. מנכ"ל EOS ציין שכפי שראינו באזרבייג'ן, נגורנו-קרבאך ומקומות נוספים, קיים שימוש גובר בכטב"מים חמושים וחימושים משוטטים נגד

לבטים בתוכנית התומ"ת העתידי של צבא ארה"ב

— 12 בנובמבר 2021

[US Army Awaits Acquisition Strategy Approval for Extended Range Cannon](#)

התותח המתנייע החדש ERCA-Extended Range Cannon Artillery של צבא ארה"ב נמצא בשלבי פיתוח מתקדמים. שני אבות הטיפוס הראשונים נמסרו לניסויי הצבא בספטמבר השנה. התומ"ת, בעל תותח 155 מ"מ וקנה באורך שיא של כ-10 מטר, בנוי על תובה של הדור המתקדם ביותר של תומ"ת M109A7-PIM (Paladin Integrated Management), שנמצא בייצור סידרתי ע"י חברת BAE.

[הערה: התובה מבוססת על מכללים אוטומוטיביים של בראדלי]. לפי התוכנית יסופקו לצבא 16 אבות טיפוס נוספים בשנת 2023. אלה יהוו גדוד ארטילרי שיבצע ניסויים אינטנסיביים במשך כשנה. המגמה כיום היא להתחיל הצטיידות מייצור סדרתי משנת 2025. יש עדיין מספר בעיות טכניות כגון שחיקה של הטבעת המובילה של הפגז ובלאי גדול בקנה. עובדים גם על שיפור חומרי ההדף.

בראייה האסטרטגית של הייצור הסדרתי מתלבטים על האופן של חלוקת האחריות, קביעת קבלן ראשי והתוכנית, מאחר שמערכת התותח הארוך פותחה ומיוצרת כיום ע"י הצבא, והתובה ע"י חברה פרטית BAE SYSTEM. אחת האפשרויות היא לבחור קבלן ראשי שיקבל את התובות מתהליך הייצור ואת מערכת התותח

ויבצע אינטגרציה. דבר כזה יפצל את הייצור ב-BAE לשני קווים מקבילים (A7 ו-ERCA). אפשרות אחרת: הקבלן הראשי יקבל תומ"ת שלם A7, יפרק אותו לתובה בסיסית וירכיב עליה את מערכת התותח. וכמוכן הדרך הפשוטה, ש-BAE יקבלו את מערכת התותח והחברה תשמש כאינטגרטור – הקבלן הראשי.

מתוכנן עוד שלב ביניים להשלמת הפיתוח. מתכוונים לחתום הסכם בתהליך מקוצר OTA (Other Transaction Authority Contract) שימש לייצור הסדרתי. מדגישים שאין בכך חלק מתהליך טכני של פיתוח, אבל הקבלן שיכין את הדגם הזה רשאי ומוזמן להעביר ללקוח לקחים מהבעיות שנתקבל בהם ולהציע הצעות. יש להניח שנשמע עוד רבות על תהליך קבלת ההחלטות בפרויקט זה.

(Ana Henderson/U.S. Army)



[יבשה](#)

פלטפורמה לרק"ם רובוטי של חברת GD – בסיס ל-RCV

— 16 בנובמבר 2021

[General Dynamics has Developed the TRX Multirole Combat Robotic Platform for RCV Program](#)

מציינים שהפיתוח מתבסס על ההצלחה בתכנון של הרכב הרובוטי להובלה SMET (Small Multipurpose Equipment Transport) שנבחר כזוכה בתחרות של צבא ארה"ב. משקל עצמי 10 טון, כושר נשיאה 450 ק"ג. TRX יכול לשמש למגוון של משימות לוחמה, סיור וכו' ע"י התקנת מערכות ייעודיות שונות. בתערוכת AUSA הוא הוצג מצויד עם רחפנים Switch Blade .600

(Picture source Twitter account AeroVironment)
TRX



[יבשה](#)

צבא ארה"ב מתכנן הצטיידות ברק"ם רובוטי בשתי רמות של משקל ויעוד:
RCV-M (Medium) ו-RCV-L (Light) - (Robotic Combat Vehicle).
RCV-M, המיועד ללוחמה נגד שריון קל ובינוני ונגד מטרת אוויריות. מתוכנן לשקול 10-20 טון ובעל ממדים שמתאימים להטסה ב-C-130. הפלטפורמה TRX, שפותחה ע"י חברת GD, הינה אחד המועמדים הבולטים ל-RCV-M. לפי הכתבה מדובר בתכנון חדשני תוך שימוש בבינה מלאכותית וחומרים מתקדמים וקלים.

להלן התכונות העיקריות:

- פלטפורמה שטוחה שמאפשרת התקנה פשוטה של מערכות לחימה שונות
- הנעה היברידית – מנוע דיזל, מצברים ומנועים חשמליים
- הסעה על מערכת זחלים

בודקים הנעה היברידית ל"בראדלי"

— 29 בנובמבר 2021

היתרונות גדולים: שיפור הביצועים, צמצום פליטת גזים רעילים, אפשרות לפעולה שקטה, אספקת אנרגיה חשמלית לצרכנים ה שונים (כמו טעינת סוללות), חיסכון כולל בדלק וחסכון משמעותי במערך הלוגיסטי (הובלת דלק, אחזקת הבלאי) ובסה"כ – בכסף.

פרויקט ההנעה ההיברידית של בראדלי הינו חלק מתוכנית כוללת של פיתוח דגמים שונים של רק"ם – בהיקף 170 מיליון דולר. ההסבה מהנעת דיזל להיברידית כוללת מנוע חדש, גנרטור, משאבות הידראוליות מונעות חשמל, מניפת קירור חדשה ועוד. אחת הבעיות היא למצוא מקום למצבר בעל נפח גדול בלי לצמצם את מרחב תא הלחימה.

[יבשה](#)

[Army Plans to Turn on First Hybrid Electric Bradley in January](#)

BAE SYSTEMS מבצעת, על פי חוזה מצבא ארה"ב (32 מיליון דולר, 24 חדשים), אינטגרציה של שני דגמים של רק"ם בראדלי עם הנעה היברידית. הדגם הראשון אמור להגיע לניסויים בינואר 2022 והשני בקיץ – לניסויים בשטחי אברדין וביומה. הניסויים ייערכו במקביל עם שני כלי רק"ם סטנדרטיים (מונע דיזל), כדי להשוות את כל הפרמטרים. אם הפרויקט יוכח כהצלחה, צפויה הסבה סדרתית של לפחות חלק מהצי של רק"ם בראדלי שמונה 225,000 כלים. הצבא רואה את פרויקט המערכת להנעה היברידית גם לסוגי רכב/רק"ם אחרים.

מיגון "כלוב" על טנקים רוסיים נגד תקיפה עילית

— 24 בנובמבר 2021

מיגון אד-הוק מוזרה למראה. מיגון מסוג זה הופיע על טנקים רוסיים לאחרונה, ונראה כי נועד בעיקר להגן עליהם מפני התקפות עיליות של תחמושת משוטטת וכלי טייס בלתי מאוישים אחרים.

[Russian T-80 Tank with Improvised Anti-Drone Armor Reportedly Appears in Crimea](#)

ע"פ הדיווח, לפחות טנק T-80 רוסי אחד נצפה בחצי האי קרים (המסופח לרוסיה) עם התאמת

javelin, מזל"ט TB2 ותחמושת MAM-L. בנוסף, כוחות אוקראיניים עושים שימוש הולך וגובר בכטב"מים קטנים ופשוטים (כגון quadcopters) החמושים במטעני נפץ ומיועדים לתקיפת הכוחות הרוסיים במזרח המדינה. לאור זאת, מוערך כי רוסיה תצטרך לערוך שינויים נוספים במיגון כדי לנסות לקזז את האיומים הא-סימטריים הללו. יצוין כי בנוסף למיגוני הכלוב, נצפו לאחרונה טנקים רוסיים מצוידים במיגוני stand-off מסוגים שונים בתובה ובצריח, המזכירים את המיגונים לטנקים הסובייטיים כנגד נ"ט (בדגש RPG) במלחמת העולם השנייה, ובסכסוכים בלוב, עיראק וסוריה.

טנקי T-80 עם מיגון כלוב שנצפו בחצי האי קרים.
מקור: thedrive.com



[יבשה](#)

הפתרון, המהווה חלק ממגמה רחבה יותר של הגנות משופרות על טנקים רוסיים, עשוי בהחלט להיות בהשראת ההרס הרב שנגרם ע"י אמצעי לחימה ששיגרו מל"טים במהלך הסכסוך בנגורנו-קרבאך, וכן נראה כי יש לו לפחות יכולת מסוימת להפחית גם את היעילות של טילים מונחים מסוימים לתקיפה עילית. המיגון המוסף כולל מבנים דמויי כלוב שנועדו בבירור לספק הגנה מפני תקיפות עיליות, כאשר באופן מסורתי ההגנה על טנקים התמקדה בצדדים ובחזית התובה והצריח. נצפו מספר סוגי מיגונים עיליים, מה שיכול להצביע על כך שעדיין אין סטנדרטיזציה של הנושא ומדובר לפחות חלקית בעבודה ניסויית או מאולתרת.

המטרה הראשית של המיגון היא כאמור קודם כל התמודדות עם תחמושות המשוגרות ע"י מל"טים או חימושים משוטטים, אך נראה כי נועדו גם להתמודד במידה מסוימת עם טילי נ"ט מונחים בתקיפה עילית כגון javelin שנמצאים כעת בידי צבא אוקראינה. מבנה המיגון עשוי להפריע לרצף הפיצוץ של הטיל ובכך להפחית את היעילות של רש"ק הטאנדם שתוזמן יחסית למיגון הריאקטיבי שמותקן בטנק. התוצאה היא הפחתה בקטלניות הטיל.

נראה כי רוסיה מפיקה לקחים מהסכסוך בנגורנו-קרבאך, בו הכוחות האזריים ביצעו שימוש במל"טים תוצרת טורקיה מסוג Bayraktar TB2 החמושים בתחמושת מונחית מדויקת MAM-L ותחמושות נוספות שגרמו נזק גדול לכוחות הארמנים. MAM-L או אפילו מרגמות ורימונים קטנים יכולים לגרום נזק משמעותי לשריון כבד, במיוחד אם משתמשים בהם בכמויות גדולות. חימוש נוסף שנעשה בו שימוש בסכסוך הוא החימוש המשוטט הישראלי Harop, וייתכן שהמיגון המוסף נועד להתמודד גם איתו. מנקודת המבט הרוסית, לכוחות האוקראיניים יש כעת בשירות טילי נ"ט מסוג

חליפה סילונית הודגמה למפקדים בצבא הבריטי

— 4 בנובמבר 2021

[Jet suit combat potential shown to UK army chiefs](#)

מוקדם יותר השנה, לוחמי חייל הים הבריטי נחתו על סיפונה של ספינת מלחמה לבחינת החליפה לשימוש מבצעי התקפי במבצעי ים. לטענת החברה המפתחת, לחליפת הסילון יש גם פוטנציאל לשימוש אזרחי, כגון הגעת צוותים רפואיים לאירועי אסון במקומות מרוחקים.



[יבשה](#)

מפקדים בצבא הבריטי השתתפו בהדגמת חליפת ריחוף אישית לחייל, המונעת ע"י טורבינות גז קטנות, ומציעה פוטנציאל לנשיאת חיילים מעל אזורי לחימה במהירות גבוהה. המדגים ('איש הסילון') המריא ונחת על ג'יפ ומשאית לפני שטס לכיוון יציע הצופים. הטכנולוגיה, שפותחה על ידי חברת Gravity Industries, יכולה לאפשר מהירויות טיסה של 130 קמ"ש וגובה של 3,600 מטר. עיצוב ה-Jetpack מאפשר לטייס לנווט ולהתאים את מהירותו רק באמצעות הזזת זרועותיו (בדומה לגיבור הסרט 'איירון מן').

אוויר והגנ"א

בתערוכה הוצג גם מקל"ט חמקן GJ-11 המיועד לתקיפת מטרות איכות קרקעיות.

Source: KFGO /Reuters



[אוויר](#)

תחנת הטלוויזיה הרשמית של משרד ההגנה הרוסי, TV Zvezda, שידרה כתבה ארוכה על המקל"ט (UCAV) Sukhoi S-70 Okhotnik, הנקרא "הצייד".

24

בסין: קונספט מקל"ט מלווה למטוס קרב

— 30 בספטמבר 2021

[China Unveils Loyal Wingman Armed Drone Concept](#)

סין חשפה פיתוח קונספט של מקל"ט מלווה למטוס קרב (Loyal Wingman): מקל"ט FH-97 בעל יכולות חימוש מגוונות, יכולות טיסה בלהקה ול"א. לא נמסרו פרטים טכניים. הקונספט והתצורה דומים למקל"ט XQ-58A Valkyrie המפותח בארה"ב. מדינות נוספות עוסקות בפיתוח קונספט זה – ארה"ב, בריטניה, אוסטרליה, הודו, ורוסיה. המקל"ט מיועד להיות זול יותר משמעותית ממטוס הקרב, ומתכלה יותר במשימות באזורי סיכון. המקל"ט הסיני מיועד לח"א הסיני אך גם ליצוא.

25

רוסיה הציגה את המקל"ט "צייד" של סוחוי

— 5 באוקטובר 2021

[This Is Our Most Detailed Look at Russia's S-70 Unmanned Combat Air Vehicle To Date](#)

הפליטה החשוף של המנוע שבוודאי פוגע בתכונות החמקנות. על הגוף עצמו יש גם מחברים ומסמרות בולטות שאינן תואמות לדרישות חמקנות.

נציגי חברת סוחוי ציינו כי אבטיפוס זה, וגם הבא אחריו, ישמשו למחקר פיתוח, אך השניים הבאים בתור יהיו מתקדמים יותר ובעלי תצורה ייצורית. בין השאר צפוי, על פי מודלים שונים שהוצגו, שפתח הפליטה יהיה מחופה וצורתו בעל מאפיינים חמקניים יותר.

התוכנית הציגה גם את קרון השליטה הכולל שלושה אנשי צוות: מטיס, נווט ואיש תקשורת. המטיס יושב מול שידת הטסה המדמה תא טייס, ואנשי הצוות מול מסכים שגרתיים יותר. לא ברורה מידת האוטונומיות הנוכחית של כלי הטייס וכן לא נמסר כיצד טייס של Su-57 יתקשר עם המקל"ט באופן ישיר.

בכתבה גם הוצגו כלי פיתוח ספרתיים שמשמשים בתוכנית, סימולציות אווירודינמיות ומעבדות לפיתוח התוכנה של כלי הטייס הכוללות סימולטור-טיסה של הכלי.

את הכתבה בשפה הרוסית, שאורכה כ-40 דקות, אפשר לראות כאן.

בתוכנית יש מבט מקרוב על מאפיינים שונים של המקל"ט ובין השאר תאי החימוש הפנימיים, עמדת השליטה וכן פרטים על הפיתוח, הייצור של כלי הטייס וכן תוכניות לעתיד.

לפי התוכנית קיים אבטיפוס יחיד של כלי הטייס, שכבר ביצע ניסויי טיסה, ושלושה נוספים נמצאים בשלבי הרכבה שונים. מדובר בכלי טייס גדול יחסית כפי שעולה מצילום שלו בסמוך למטוס הקרב המאויש Su-57 בכתבה עצמה. אפשר גם להתרשם מהגודל על פי צילום הכתב המהלך על כנף כלי הטייס. המקל"ט קצר יותר אך מוטת הכנף דומה מאד. מבט נוסף על שני כלי הטייס יש בסרטון של ניסויי טיסה משותף. ניסויי הטיסה האלה מרמזים כי יש כוונה שהמקל"ט יהיה בן-זוג אוטונומי או אוטונומי למחצה למטוסי Su-57 בדומה לתפיסת loyal wingman המערבית.

מבט על הצד העליון של כלי הטייס, שלו תצורת כנף מעופפת חמקנית, חושף מגוון אנטנות ופתחים שונים, כולל הכונס העילי הגדול. בחלק המרכזי התחתון של הגוף אפשר לראות מצלמה המכוונת קדימה. מאחור יש מבט על פתח

במסגרת הצגת כלי התיב"מ אפשר לראות מודל של כונס המנוע בתצורת S שנועד למנוע קו ראייה ישיר למניפה.



[אוויר](#)



רוסיה: דרישות מבצעיות לפיתוח כטב"ם תבערה

26

— 8 באוקטובר 2021

[Russian Army Orders Unmanned Flamethrowers](#)

החימוש יהיה תרמובארי או הצתה, ויוטל מהכטב"ם. נדרשת יכולת תפעול יום/לילה, ובהתאם לכך מערכות האיתור והתצפית. מערכות אוויריות אלו יגדילו את טווח מערכות התבערה הקיימות, המשוגרות קרקעית.

הצבא הרוסי החליט על דרישות מבצעיות לפיתוח כטב"ם תבערה. המערכת תתבסס על כטב"מים קבועי-כנף קטנים או רחפנים, ותופעל בלחימה בשטח בנוי או נגד ביצורים.

Source: Izvestia / ZurabJavakhadze



[אוייר](#)

הצבא הרוסי ממשיך בפיתוח רחפנים בגדלים שונים עם יכולת הטלת פצצות קטנות או טילי נ"ט. חלקם כבר ביצעו הדגמות בתרגילים בספטמבר השנה.

27

מטוס קרב אמריקני תופעל מנושאת מטוסים יפנית

— 5 באוקטובר 2021

[Japan rejoins aircraft carrier club with USMC F-35B landing](#)

משרד ההגנה היפני פרסם גם תמונות של השתתפות הספינה היפנית בתרגיל עם הבריטית ועם שתי נושאות מטוסים אמריקניות. זאת לאור המתיחות המתגברת מול סין.

Source: Press Release



[אוייר](#)

מטוס קרב F-35B תוצרת לוקהיד מרטין של חיל הנחתים האמריקני ביצע נחיתה והמראה מסיפון נושאת מטוסים יפנית JS Izumo. זו פעם ראשונה שמטוס קרב פועל מסיפון נושאת מטוסים יפנית מאז מלחמת העולם השנייה. הספינה תוכננה במקור כנושאת מסוקים, בהתאם לחוקים הקיימים, ובוצע בה שדרוג להתאמה למטוסי קרב. פרויקט זה מחזק את הברית בין ארה"ב ויפן, ושיתוף הפעולה המבצעי. העיתוי משתלב עם נוכחות נושאת מטוסים בריטית HMS Queen Elizabeth באוקיינוס הפאסיפי.

סין תחשוף מטוס קרב חמקן מהדור הבא

28

— 30 בספטמבר 2021

כושר נשיאת חימוש פנימי 2,268 ק"ג וכן טילים בשלוש נקודות חיצוניות. משקל מרבי 28 טון, תקרת טייס 15 ק"מ (49,200 רגל), מהירות מרבית 1.8 מאך (2,205 קמ"ש), וטווח 2,000 ק"מ. החברה בונה גם על פוטנציאל ליצוא. הצבא הסיני לא התלהב ממטוס זה בתחילה, אך לאחרונה החל להשתתף במימון הפיתוח.

Source: AVIC

[אוויר](#)

[China to show the world its future carrier-borne fighter before the end of the year](#)

סין תחשוף את מטוס הקרב החמקן של הדור הבא בסוף שנת 2021. המטוס Shenyang J-31/FC-31 מיועד לתפעול מנושאת מטוסים. גם טיסת בכורה צפויה בסוף שנת 2021. דגם הוצג בתערוכה Zhuhai Air Show. אבטיפוס נחשף בטיסה באוק' 2012. לדברי המתכננים, למטוס זה יש שרידות גבוהה מאד, עקב שח"ם נמוך ואמצעי ל"א מתקדמים. כמו כן מערכות איסוף ועיבוד מידע מתקדמות אשר מאפשרות לטייס הערכת מצב מצוינת ותפעול מעבר לקו ראייה. המטוס בעל יכולות קרב אוויר-אוויר ותקיפת מטרות קרקעיות וימיות, עקב מגוון חימושים חכמים.

רחפנים אוטונומיים לומדים לטוס מהר בין מכשולים

29

— 7 באוקטובר 2021

חוקרים באוניברסיטת צ'יריך פיתחו שיטה חדשה להטסה אוטונומית של רחפנים בעלי 4 רוטורים (quadrotors) בסביבה בלתי מוכרת ועתירת מכשולים (כגון יער), במהירות עד 40 קמ"ש, ורק

[Flying high-speed drones into the unknown with AI](#)

לדברי החוקרים, השלב הבא יהיה לגרום לרחפן להשתפר כשהוא לומד מניסיון, וכן לפתח חיישנים מהירים יותר וכך לאפשר טיסה במהירויות גבוהות יותר.

הערה: ראו גם ידיעה 23 בלקט אוקטובר 2021.

סרטון: <https://youtu.be/m89bNn6RFoQ>

מאמר מדעי:

Learning High-Speed Flight in the Wild,
Science Robotics (2021),
<https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.abg5810>

The autonomous drone navigates independently through the forest at 40 km/h. Credit: UZH



[אויבר](#)

בעזרת חישה וחישובים שמתבצעים בכלי עצמו. הרחפן צויד ברשת נויורונים שלמדה לטוס ע"י התבוננות במעין "סימולציה של מומחה": אלגוריתם שהטיס רחפן ממוחשב בסביבה ווירטואלית. האלגוריתם קיבל כל הזמן מידע מלא על מצב הרחפן ונתוני החיישנים שלו, וחישב את הנתיב המיטבי. כל המידע הזה שימש לאימון רשת הנוירונים איך לקבוע את הנתיב המיטבי על סמך נתוני החיישנים. לשיטה זאת יש יתרון על פני מערכות קיימות שקודם כל משתמשות בנתוני חיישנים כדי ליצור מפה של הסביבה ורק אחר כך מתכננות את הנתיב. אלה שני שלבים שדורשים זמן ואינם מאפשרים טיסה במהירויות גבוהות. אחרי האימון, המערכת נוסתה בעולם הממשי והתברר שהיא מסוגלת לטוס במגוון של סביבות, במהירויות עד 40 קמ"ש וללא התנגשויות במכשולים.

הגישה הזאת אינה מוגבלת לרחפנים, ולדברי החוקרים היא ישימה גם לשיפור ביצועי מכונות אוטונומיות. היא גם עשויה לסלול את הדרך לשיטה חדשה של אימון מערכות AI לתפקוד באזורים שבהם איסוף נתונים הינו קשה או בלתי אפשרי, למשל על פני כוכבי לכת אחרים.

30

גרסה משודרגת למכ"ם סנטינל

— 11 באוקטובר 2021

[US Army, Lockheed find faster path to field air and missile defense radar](#)

חברת לוקהיד מרטין והצבא האמריקני מצאו דרך להאיץ את אספקת הגרסה האחרונה של מכ"ם סנטינל (A4) בשישה חודשים, כדי לענות על דרישות לשילובו במערך ההגנה המשולב ובמערך ההגנה האווירית נגד ירי תמ"ס.

לגרסת A3 לא תוכננו שדרוגים ואילו לגרסה הנוכחית יש אופציה לשדרוגים בהיבטי גודל, משקל וביצועים. לאחר בדיקת מכ"מי אב-טיפוס, יתקבל משוב לקראת ייצור ראשוני של המכ"מים בעלות נמוכה. בעתיד, לא צפוי שיידרש לשדרג את יכולות המכ"ם בהיבטי חומרה (משיקולי עלות וזמינות) אלא בעיקר בהיבטי תוכנה, בהתאם לדרישות המבצעיות. הצבא האמריקני מתכנן לרכוש חמישה מכ"מים נוספים של Sentinel A4 בשנת התקציב 2022, והם עתידים להימסר ברבעון הראשון של 2023 בהערכת מחיר של 120.7 מיליון דולר. בהמשך, החברה מתכוונת לעדכן גם את השותפות האסטרטגיות (15 מדינות) באפשרות להחלפת המכ"מים. תזכורת אבני דרך: התוכנית אושרה ב-2019 ועברה את שלבי SRR (System Requirements Review) PDR, (Preliminary Design Review) ו-CDR (Critical Design Reviews). האב-טיפוס הפך למבצעי בספטמבר 2020, חמשה חודשים לפני המועד המקורי.

Credit: LM



[אויב](#)

הגרסה האחרונה נחשפה בכנס השנתי של AUSA באוקטובר. המכ"ם החדש עתיד להחליף גרסאות ישנות של סנטינל A3 או בשמו המלא AN/MPQ-64A3). נותר עוד לבצע אינטגרציה של חומרה ותוכנה לפיתוח הנדסי וייצור סדרתי. מכ"ם ההגנה האווירית החדש מסוגל לזהות מגוון איומים בליסטיים (טילי שיוט, רקטות, פגזי ארטילריה ומרגמות) וכן כטב"מים (כנף סובבת, כנף קבועה). כמו כן הוא מאפשר יכולות מעקב, תצפית, זיהוי וסיווג נגד איומים מזדמנים בשדה הקרב, ובתצורות שונות ולהגן על אזורים בעלי חשיבות טקטית ומרכזי פיקוד ושליטה. קיימת גם אפשרות לזהות את נקודת המוצא ונקודת הנפילה של מקורות האיומים (Origin and Point of Impact locations). המערכת כוללת הגנה מפני איומי סייבר. הייחודיות של הגרסה החדשה (A4) לעומת הקודמת מתבטא ביכולת לעקוב בזמנית אחר מספר איומים/מטרות. בנוסף, יש שיפור בביצועים בהיבטי טווח ודיוק לעומת הגרסה הקודמת.

נמשכים ניסויי טיסה של המסוק Defiant

— 13 באוקטובר 2021

[AUSA 2021: Defiant flight tests continue as FLRAA source selection starts](#)

המסוק Defiant מתוצרת בואינג ולוקהיד מרטין (סיקורסקי) ממשיך בביצוע ניסויי טיסה. מסוק זה מתחרה מול מסוק V-280 Valor תוצרת בל בתחרות Future Long Range Assault Aircraft (FLRAA) – מסוק סער עתידי של צבא ארה"ב. החברות הגישו מענה למכרז בספטמבר. המידע המצטבר מטיסות הניסוי מועבר לנציגי הצבא לשם הקטנת סיכונים. המסוק יכול לשאת מטען של 5,600 לב' (2,540 ק"ג) ומגיע למהירות 247 קשר בטיסה ישרה. מדחף הזנב מאפשר האצה או האטה מהירה.

המסוק בעל שרידות גבוהה – יכול לטוס ללא מנוע אחד או ללא מדחף הזנב. הספק גבוה של המנועים מאפשר טיסה מהירה מאד או תמרון גבוה בטיסה איטית.

Photo: Lockheed Martin



[אוייר](#)

ניסוי מוצלח של פצצה GBU-72

— 13 באוקטובר 2021

[US Air Force F-15E Successfully Drops New 5,000-Pound Bomb](#)

חא"א ביצע ניסוי מוצלח של הטלת פצצה חדשה GBU-72 Advanced 5K Penetrator ממטוס הקרב F-15E. הפצצה במשקל 5,000 לב' (2,267 ק"ג) מיועדת להשמדת מטרות תת-קרקעיות כמו

פיתוח פצצה זו החל בשנת 2017, בחברת Applied Research Associates. ניתן להתקין בה מערכת הנחייה JDAM מונחית GPS המאפשרת פגיעה לפי נ"צ. צפוי רכש של 125 פצצות בעלות של 36 מיליון דולר.

[אזיב](#)

מתקנים לשיגור של טילים בליסטיים ונשק גרעיני. הניסוי הדגים שחרור מוצלח מהמטוס, אשר עבר לפני כן שדרוג מיכולת נשיאת פצצות 2,000 לבי (907 ק"ג) לפצצות 5,000 לבי.

33

Exosonic תפתח כטב"ם על-קולי לאימון

— 12 באוקטובר 2021

[US Air Force awards supersonic drone contract to Exosonic](#)

כלים לא מאוישים אלה יפעלו יחד עם מטוסי ביום מאוישים כדי ליצור תרחישי אימון מורכבים ורלוונטיים לטייסי החייל. מדובר בהזמנת מו"פ ישירה לשלב II במסגרת תוכנית למחקר חדשני בעסקים קטנים Small Business Innovation- Research (SBIR) שהועברה ללא שהיה שלב I.

חייל האוויר האמריקני הזמין מחברת אקסוסוניק פיתוח של כטב"ם על-קולי שיסייע באימונים חיים של טייסי קרב. החברה תעשה שימוש בטכנולוגיות שהיא מפתחת במסגרת תוכניתה לפיתוח מטוס נוסעים על-קולי שהבום העל-קולי שלו יהיה חלש במיוחד.



[אזיב](#)

חייל האוויר האוסטרלי ובואינג: התקדמות בפיתוח "בן זוג נאמן"

— 5 בנובמבר 2021

[Boeing's potentially game-changing drone project achieves significant milestone](#)

חברת בואינג אוסטרליה הודיעה על השגת אבן דרך משמעותית בתוכנית הניסויים של המקל"ט שהיא מפתחת יחד עם חייל האוויר האוסטרלי. לפי הפרסום של החברה השתתפו לאחרונה שני מטוסי Loyal Wingman ("בן הזוג הנאמן") בטיסות ניסוי נפרדות. אב הטיפוס הראשון ביצע טיסת ניסוי נוספת שהרחיבה מאד את מעטפת הטיסה של כלי הטייס, ואב הטיפוס השני המריא לטיסת הבכורה שלו.

בחייל האוויר האוסטרלי שבעי רצון מהתקדמות תוכנית הפיתוח ומציינים את קידום החרטום המודולרי שיוכל לשאת מטעדים שונים. לדברי מפקדת ארגון הפיתוח של חייל האוויר, תת-מרשל האוויר קת' רוברטס, מודולריות זו תשמש כגורם מפתיע בשדה הקרב כיוון שלא יהיה ניתן לדעת מה כלי הטייס נושא בחרטומו.

במקביל לניסויים באוויר מתקדם גם "התאום הדיגיטלי" של המטוס שמתבסס על תוצאות בניסויים באוויר ובדיקות במעבדה. מרכיב משמעותי בתאום הדיגיטלי, כמו גם במטוס עצמו, הוא מערכת השליטה האוטונומית. אלפי ניסויים ספרתיים שיבוצעו על התאום הדיגיטלי יאיצו מאד את תוכנית הפיתוח.

בתוכנית הפיתוח שותפות, מלבד הקבלן הראשי בואינג, עוד 35 חברות אוסטרליות. חברת הבת האוסטרלית של RUAG סיפקה את כן הנחיתה שנבחן בטיסה האחרונה וחברת הבת האוסטרלית של BAE מספקת את מערכת השליטה האוטונומית. כמו כן שותפים בפיתוח מספר גופי מו"פ של חייל האוויר ומשרד ההגנה. שני אבות הטיפוס ימשיכו בתוכנית ניסויים אינטנסיבית במהלך השנה הבאה.

סרטון הטיסה של האבטיפוס הראשון:
<https://youtu.be/8lwcjwPmwIE>



מקל"ט מתקדם לליווי מטוסים מאוישים לחא"א

— 5 בנובמבר 2021

[The Air Force's next jet drone will be a new robot wingman](#)

היא לתקיפת מתקני יירוט בעלי טילי קרקע-אוויר ובכך לפנות נתיב למטוס הקרב המאויש, או ע"י התרעה מוקדמת על סכנות שבדרך ובכך לתת הגנה לפלטפורמה המאוישת. בהינתן שעלות המקל"ט הינה בסדר גודל של טיל שיוט, השימוש במקל"ט בודד בקרב, עם תחזית שברוב המקרים הוא יחזור לשירות, הינו סביר ומשתלם. המטוס מיועד להמריא ולנחות על מסלולי טיסה קונבנציונאליים, המיועדים למטוסי סילון. העברת פונקציות האיתור למקל"ט מאפשרת הגנה מיטבית הן על הטייסים והן על המטוסים המאוישים היקרים יותר – בהיבטי חיי אדם ועלות ציוד. בפרט, גם אם מקל"ט מיורט, רק חלק מהיכולת של הלהקה אובד.

נשיא חברת Kratos (זכיינית המכרז) ציין שכנראה יהיו למקל"ט גם מגבלות מסוימות, במספר המשימות שיוכל לבצע או במספר שעות הטיסה, אבל אלו עדיין לא ברורות. תוכנית מחקר נוספת של חייל האוויר האמריקני, המבוססת על מערך אוטונומי שלם של מטוסי קרב בלתי מאוישים, מכונה Skyborg.

[אזיב](#)

מטוס הקרב הלא מאויש הבא של חייל האוויר האמריקני מתוכנן להיות מהיר, זול, וגמיש במיוחד, עם פלטפורמה הניתנת לשינוי מהיר. הוא מתוכנן לאספקה בסוף שנת 2022 בעלות מוערכת של 50 מיליון דולר. יש אופציה להארכת החוזה עד 2024 כתלות בהצלחת הפרויקט. התוכנית שעבורה נרכש המטוס מכונה "תחנת חישה חיצונית" (OBSS - Off-Boarding Sensing Station). המטוס מהווה השלמה למערך פלטפורמות הקרב המוטסות הקיימות בחייל האוויר האמריקני, ואינו מתחרה במטוסי הקרב המאוישים. המקל"ט מהווה מכפיל כוח באמצעות יכולתו לקבל פקודות ממפעיל חיצוני או מטייס אנושי במטוס סמוך.

הוא נושא חיישנים המאפשרים שיתוף והעברת מידע נוסף לתמונה הכוללת המתקבלת בעת המשימה, וגם נושא מערכות נשק וחימוש בעת ליווי של כוח מוטס, עם אופציה לקחת חלק פעיל בקרב (להק מעורב – מורכב מפלטפורמות מאוישות ובלתי מאוישות).

אחת הדרכים שבהן ניתן לנצל את השימוש החוזר במקל"טים למבצעים משותפים כאלה,

ניסיון פגיעה בתשתית חשמל בארה"ב ע"י רחפן

36

— 10 בנובמבר 2021

[Likely Drone Attack On U.S. Power Grid Revealed in New Intelligence Report](#)

לפי הפרסום התקיפה לא הצליחה והרחפן נפל ונמצא בקרבת המתקן. הפרסום מציין כי זו הפעם הראשונה שזוהה ניסיון תקיפה של תשתית החשמל באמצעות רב להב ומובע חשש שמקרים כאלה יתרבו בעתיד. יש לציין כי מקרים של טיסת רבי-להב לא מזוהים בסביבה של תחנות כוח, בעיקר גרעיניות, אירעו מאז 2017. המסמך מציין כי המפעיל של רב-הלהב לא נתפס עד היום וכי כל סימנים מזהים אפשריים על הכלי הוסרו, כולל המצלמה וכרטיס הזיכרון הפנימי. הסרת המצלמה מעידה כי המטיס היה בקרבת מקום ובקשר עין עם הכלי, אך כאמור התקיפה לא הצליחה.

[אזיז](#)

מסמך מודיעיני פנימי שדלף למספר גופי תקשורת בארה"ב חושף כי בשנה שעברה בוצע ניסיון לתקוף מתקן לאספקת חשמל באמצעות רחפן. המסמך, (JIB) Joint Intelligence Bulletin, הוא פרסום משותף של המשרד להגנת המולדת, ה-FBI והמרכז הלאומי ללוחמה בטרור. לפי המסמך הדבר אירע ב-16 ביולי 2020 כאשר רחפן מסוג DJI MAVIC 2 נשא כבל נחושת עבה באמצעות חוט ניילון והתקרב למתקן הפצת חשמל בפנסילבניה. כבל הנחושת נועד ללא ספק לנסות לקצר כבלי מתח גבוה ולגרום לנזק למערכות השנאים וההפצה.

קונספט מטוס התקיפה F/A-XX

37

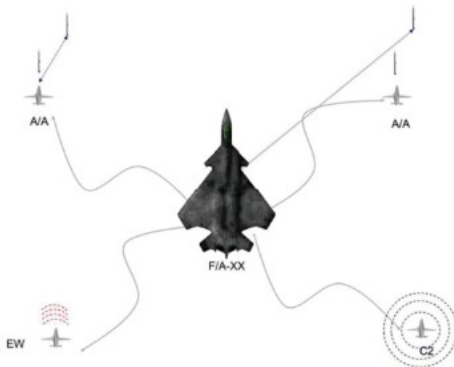
— 29 באוקטובר 2021

[The Navy Just Released Its Vision For Its Future F/A-XX Next Generation Strike Fighter](#)

צי ארה"ב פרסם פרטים חדשים על קונספט מטוס התקיפה של הדור הבא F/A-XX אשר צפוי להחליף את מטוסי F/A-18E/F Super Hornet בשנות 2030-2035.

בינה מלאכותית artificial intelligence-driven systems, טילים שגא-קוליים, מערכת ל"א עתידית (NEMESIS) ועוד.

Source: DARPA/CSBA



[אוייר](#)

הדרישות כוללות יותר טווח, יותר מהירות, יכולות חיישנים משופרות, ויכולות שיגור חימושים לטווח ארוך. הקונספט כולל גם אפשרות הפעלת נחילי כטב"מים למשימות תקיפה, ל"א, ועוד.

תצורת המטוס אינה מפורטת היטב, אך דומה לתצורת המטוס החמקן YF-23 המפותח ע"י נורת'רופ. הדרישות המפורטות נמצאות עדיין בשלבי גיבוש ולכן לא פורסמו. המטוס יופעל מנושאות מטוסים במקביל למטוס F-35C. הצי מעורב בתוכניות פיתוח של חא"א אשר תומכות בקונספט זה - כטב"ם loyal wingmen, מערכות

38

נגזרת דו-מושבת לחמקן הסיני J-20

— 26 באוקטובר 2021

[This Is Our First Look At A Two-Seat Variant Of China's J-20 Stealth Fighter](#)

פרסום התמונות אינו רשמי, אך מתאים למדיניות הסינית של ההדלפה בשלבים. הקונספט פורסם כבר באירועים קודמים. לא ידוע לוח הזמנים של פיתוח מטוס זה.

Source: CHINESE INTERNET



פורסמו תמונות ראשונות של נגזרת דו-מושבת למטוס הקרב החמקן הסיני J-20. אבטיפוס צולם במתחם ניסויי הטיסה של חברת Chengdu Aerospace המפתחת את המטוס. מטוס זה יאפשר יכולות משופרות של הפעלת מערכות המידע והחימושים שלו ע"י שני אנשי צוות, וכך יהיה מכפיל כוח. כמו כן יאפשר תפעול יעיל יותר של נחילי הכטב"מים הצפויים לתגבר את מטוסי הקרב בתוכניות loyal wingmen.

[אוייר](#)

נחשף דגם מטוס קרב שגא-קולי Quarterhorse

39

— 10 בנובמבר 2021

מנוע סילוני קיים GE J85, Turbine-Based Combined Cycle (TBCC), נגזר
אבטיפוס צפוי לטיסת בכורה בסוף העשור.
סרטון: <https://youtu.be/pBlo-cRzIM>

Source: Hermeus

[אוייר](#)

[Quarterhorse hypersonic mock-up goes public with live engine fire](#)

חברת Hermeus חשפה לאחרונה בארה"ב דגם (מוק-אפ) של מטוס קרב שגא-קולי Quarterhorse שהוצג לנציגים של משקיעים, אנשי צבא וממשל. הדגם הזה היה שונה ממוק-אפ רגיל בכך שכלל גם מנוע ניסוי אשר הותנע בטקס הגלילה. החברה עובדת מול חוזה פיתוח של חא"א בהיקף 60 מיליון דולר, לבנייה ולניסוי של מדגים אבטיפוס של מטוס קרב שגא-קולי עשוי טיטניום. ביצועים צפויים – מהירות טיסה מעל מאך 5, טווח 7,400 ק"מ. המנוע בשיטת

פרטים על ניסוי היפרסוני סיני מעלים סימני שאלה

40

— 24 בנובמבר 2021

ידיעה חדשה שהתפרסמה על הניסוי הסיני של נשק היפרסוני גולש שנערך בחודש יולי מעוררת עניין ותהיות אצל מומחים.
העיתון הבריטי "פייננשל טיימס", שהיה הראשון שהודיע על הניסוי, פרסם כי יש עדויות לכך

[China's mysterious hypersonic test may take a page from DARPA's past](#)

המידע המועט שמשרד ההגנה האמריקני פרסם על הניסוי איננו מסייע לפתרון התעלומה. על פי מה שפורסם מדובר בניסוי משולב של מערכת מומחים אחרים טוענים כי ניתן לתכנן את הכלי הנושא כך שמתחתיו ייווצר אזור לחץ נמוך שיאפשר פיזור רהוט של חימוש גם במהירות גבוהה.

הפצצה מסלולית – Fractional Bombardment System (FOBS) ונשק גולש. מדובר בטיל ארוך טווח ששוגר מסין, הקיף את כדור הארץ ואז שחרר נשק גולש שפגע, לפי הפרסום האמריקני, קרוב מאד למטרתו המיועדת בסין. חלק מהמומחים סבורים שהידיעה השנייה שהתפרסמה מקורה באי הבנה של הניסוי שבו המשגר הנושא הוא זה ששחרר את הגולש ההיפרסוני ולא מדובר באמצעי נוסף שפוזר מהגלשן עצמו.

[אזכור](#)

שהנשק שחרר עצם אחר במהלך המעוף ההיפרסוני, עצם שיכול להיות טיל עצמאי או אמצעי נגד. אם יש אמת בידיעה ומדובר אמנם בשחרור מכוון מדובר ביכולת מרשימה ומדאיגה. חלק מהמומחים מטילים ספק בידיעה וטוענים כי שחרור רהוט של עצם מכלי הגולש במהירות היפרסונית הינו מורכב ביותר בגלל גלי ההלם ששני הכלים יצרו. מומחים אחרים טוענים שהדבר אפשרי אם הכלי הנושא מאט משמעותית לפני הפיזור. הם מזכירים תוכנית של DARPA בשם Common Aero Vehicle (CAV) בראשית שנות ה-2000 שבה תוכנן פיזור של חימוש מכלי גולש היפרסוני. התוכנית בוטלה על ידי הקונגרס ב-2004 בגלל החשש מהמשמעותיות המדיניות-אסטרטגיות לפני שהבעיות הטכנולוגיות נבחנו לעומק.

סקירה: מערך הפיתוח והייצור של כלי שייט בלתי מאוישים לשימוש צבאי בסין

ים

— 10 בנובמבר 2021

הפיתוח הטכנולוגי של המדינה (תוכנית 863) למימון במיליארדי דולרים של פיתוח טכנולוגיה יישומית. בשנת 1996 נוספו לתוכנית טכנולוגיות ימיות, מה שנתן דחיפה לתעשיית כלי השייט התת-מימיים. בפועל ישנם שלושה מוסדות מחקר ממשלתיים המהווים את עמוד השדרה של פיתוח הכשב"מים בסין. כל אחד מהמכונים הללו החל במחקר ופיתוח של כלי שייט תת-מימיים עוד בשנות השמונים והמשיך לפיתוח כלים לא מאוישים הנמצאים בשימוש עד היום.

מכון שניאנג לאוטומציה Shenyang **(SIA) Institute of Automation**:

מהווה חלק מהאקדמיה הסינית למדעים. קבוצת Computer Vision של המכון נמצאת בחוד החנית של מחקר טכנולוגיות לא מאוישות וכלים אוטונומיים בסין. בשנת 1981 פיתחה SIA את HR-01, הכלי התת-ימי המופעל מרחוק הראשון בסין. בהמשך פיתח המכון את סדרת הכלים התת-ימיים האוטונומיים "אקספלורר" בשנות ה-90 וה-2000, עם גרסאות מאוחרות יותר שיכולות לצלול עד לעומק של 6,000 מטרים. כיום SIA מתמחה בפיתוח אבות טיפוס של כלי ים תת-ימיים בינוניים וגדולים, כולל הכלים האוטונומיים בסדרת [Sea-Whale 2000](#) וסדרת [Qianlong](#) ("הדרקון הנסתר").

מאת מנקי איתן, רס"ן (מיל'), חייל הים

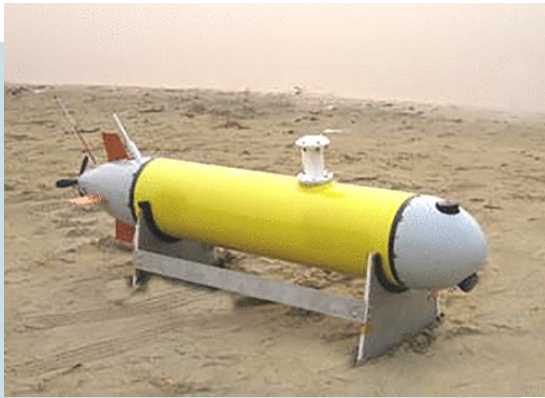
בשנים האחרונות נתקלים דייגים במדינות סמוכות לסין ביותר ויותר כלי שייט לא מאוישים קטנים ופשוטים דמויי דאון, אשר נתפשים ברשתות שלהם. ברור שסין מפתחת כלי שייט לא מאוישים, בדומה לציים רבים אחרים בעולם, ונשאלת השאלה: כיצד הם ישתלבו בעימות צבאי אפשרי בעתיד?

סקירה זו מבוססת על מגוון רחב של מקורות ראשיים, כולל פרסומים של התעשיות הביטחוניות בסין, פרסומים של צבא סין (PLA), מאמרים מחקריים ומידע שפורסם על ידי מכוני מחקר ממשלתיים בסין. הסקירה תכלול פירוט של גופי הפיתוח העיקריים בסין, תדון ביישומים אפשריים של צי הכלים האוטונומיים הלא מאוישים בסין, הגדל והולך, ותסיים בתיאור חסמים קיימים להתפתחות מגמה זו.

שלושת גופי הפיתוח העיקריים בסין בתחום התת-ימי

כמו בתעשיות טכנולוגיה סיניות רבות אחרות, המדינה ממלאת תפקיד מוביל בפיתוח כלי שייט תת-מימיים לא מאוישים. בשנת 1986, ראש ממשלת סין דאז, ג'אוזיאנג, יזם את תוכנית

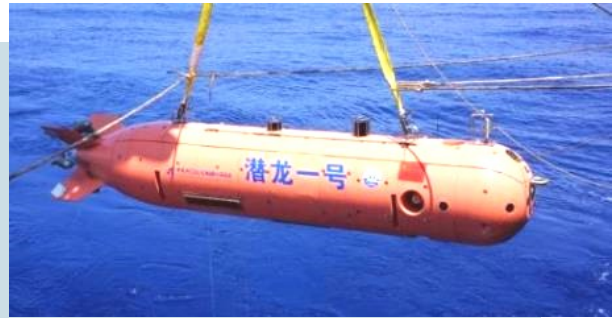
כצב"ם WeiLong-II (מקור: ר' הערה 5)



שחקנים חדשים בפיתוח כלים אוטונומיים

מעבר לשלושת מרכזי פיתוח הכלים האוטונומיים העיקריים של סין, יש מספר גדל והולך של מכוני מחקר ומפעלים פרטיים שנכנסים לשוק הכלים האוטונומיים הסיני. מסמך שפירסמה בשנת 2019 [האגודה הסינית לאדריכלות ימית](#) מפרט 159 פרויקטי מחקר בנושא פיתוח כלים תת-ימיים, הנמצאים בלמעלה מ-40 אוניברסיטאות סיניות שונות, עלייה משמעותית לעומת 15 האוניברסיטאות הגדולות בהן פעלו צוותי מחקר בתחום התת-ימי רק ארבע שנים קודם לכן. מסמך נוסף, שהכין פרופסור באוניברסיטת [Hebei](#) למדע וטכנולוגיה, מראה שפרויקטים גדולים של כצב"מים אוטונומיים ונשלטים מרחוק קיימים ביותר מ-48 אוניברסיטאות ו-45 חברות בסין. אסטרטגיית פיתוח באמצעות שילוב צבאי-אזרחי (军民融合) בסנית) של המפלגה הקומוניסטית של סין מביאה לפריחה בתעשיית הכלים האוטונומיים גם במגזר הפרטי. על ידי קידום שיתוף משאבים ומידע בין חברות הטכנולוגיה הממשלתיות והפרטיות זוכה סין להצלחה, אם כי מוגבלת, במאמציה להאיץ את מחקר הכלים האוטונומיים, תודות לעובדה שמספר ארגונים מפתחים במקביל סדרות

כצב"ם Qianlong של SIA (צילום: SIA)



חברת מספנות סין (China Shipbuilding Industry Corporation) או CSIC:

מדובר בקונגלומרט בניית הספינות הגדול בעולם, שמכוני המחקר שלו (בעיקר מכונים מס' 701, 702, 710 ו-714) תרמו תרומה משמעותית למחקר ופיתוח של כלים אוטונומיים בסין. מאז שנת 2000 אחראית המספנה על פיתוח סדרת "Haishen" (אל הים הסיני), בנוסף לקו חדש של דאונים תת-ימיים אוטונומיים, כגון [Haiyi 1](#) (כנף הים).

אוניברסיטת חרבין להנדסה (HEU):

נקראה במקור "מכון חרבין לבניית ספינות". החלה לפתח את סדרת הכשב"מים האוטונומיים "מים חכמים" עוד בשנת 1991 ובהמשך עשתה ניסויים רבים בכלים אוטונומיים בים סין הדרומי.

סדרת "[המים החכמים](#)" כוללת כיום חמש גרסאות, בגדלים שונים, ובמקביל HEU פיתחה דגמי אוטונומיים נוספים לסקר ומיפוי תת-ימי כגון [WeiLong-II](#) (זרקון קטן). ב-HEU פועלת גם המעבדה הלאומית המרכזית של סין לכלים תת-ימיים (水下航行器信息技术重点实验室) המתמחה בפיתוח כלים צוללים מכל הסוגים – מאוישים, מופעלים מרחוק ואוטונומיים.

של 2,000 מטר אשר נועדו לאתר כלי שייט תת-ימיים הפועלים בים סין הדרומי. מאמרים עדכניים יותר מצביעים על כך שהצי הסיני עשוי לעשות שימוש בכלים אוטונומיים קטנים ובינוניים למטרה דומה.

עד כה עשה הצי הסיני שימוש בעיקר בכלים אוטונומיים מדגמים ניידים וקלים, בין השאר בשל מגבלות של גודל הסוללות של הכלים. כלים מוקדמים, כמו Haishen 100 של CSIC ("פוסידון 100") והכלי Explorer של SIA יכלו לצלול לעומק של פחות מ-1,000 מטרים כל אחד; עם זאת, גרסאות מודרניות של כלים אלו התפתחו, הן בגודל והן ביכולת. הדאונים התת-ימיים הם חידוש מבטיח במיוחד, ואין זה מפתיע שנמצאו כל כך הרבה ברחבי הודו-האוקיינוס השקט: בגלל הטווח והעמידות בתנאי ים המשופרים שלהם, הדאונים הללו יכולים לגלות בצורה אמינה יותר מסרות תת-ימיות ולעלות מעת לעת אל פני המים כדי לשדר מידע זה לתחנות הקרקע וכלי שטח.

במקרה של משבר, אנליסטים [מזהירים](#) כי ניתן יהיה להשתמש בדאונים אוטונומיים כאלו כדי להתגבר על החיסרון המשמעותי של סין בתחום הלוחמה התת-ימית, על ידי ניצולם לאיתור ומעקב אחר מיקומן של צוללות אמריקניות אפילו מעבר ל-"שרשרת האיים הראשונה" (שרשרת איים במזרח אסיה הנמשכת מהאיים הקיריליים של רוסיה, דרך יפן, טאיוואן והפיליפינים עד לאינדונזיה והיסטורית נחשבים לקו ההגנה הראשון מול סין).

דוגמאות לכלי רכב כאלה כוללות את Haiyi של Haiyan, SIA של אוניברסיטת טיאנג'ין; ואת Hai Xiang שפותח על ידי CSIC. עם זאת, דאונים אלה יהיו חייבים לעלות לפני המים כדי לשדר את המידע שלהם ובסין סבורים כי לארצות הברית יש עדיין יתרון בתחום הסיור והמיפוי תת-ימי.

חדשות של כלים אוטונומיים, ללא תלות בשלושה מכוני המחקר הגדולים. אמנם מוקדם מדי לומר אם הם עשויים להיות תחרותיים מול חברות כמו Bluefin Robotics האמריקנית או קונגסברג הנורבגית, אך בסין עצמה מובילות את התחום חברות מקומיות, כמו [Xi'an Tianhe](#) ו- [Haiphong Intelligent Technology Startest](#). בשנת 2017 הגיעו לתערוכת Ocean Technology הבינלאומית בעיר Qingdao נציגים מיותר מ-500 ארגונים שעובדים על כלים אוטונומיים ורכיבים לכלים כאלה.

כיצד יכול חייל הים הסיני להשתמש ברכבים תת-ימיים אוטונומיים

בעוד שסד"כ הכלים האוטונומיים של סין מורכב עדיין בעיקר מכלים ניסיוניים בשלבי מחקר מוקדמים ואבות טיפוס, מאמרים מחקריים מדעיים ומסמכי מחקר של הצי הסיני מצביעים על כך שהוא מעוניין בעיקר להשתמש בכלים אוטונומיים לצורך סקרים ימיים וסיור ימי, לוחמת מוקשים ונגד מוקשים, בדיקת כבלים תת-ימיים ולוחמה נגד צוללות. כל אחת מהמשימות הללו מסתמכת על דגמים אוטונומיים שונים ויש בה השלכות וסיכונים מובהקים עבור הצי האמריקני ושותפיו באוקיינוס ההודי ובאוקיינוס השקט.

סקרים ימיים וסיור ימי

היישום הבשל ביותר של הצי הסיני מבחינת כלים אוטונומיים הוא בסקרים תת-ימיים וסיור ימי. אנליסטים סינים ואמריקנים העריכו זה מכבר שארצות הברית תשמור על יתרון משמעותי מתחת למים בגזרת מצרי טיוואן, ונראה שהצי הסיני מרחיב במהירות את סד"כ הצוללת המאווישת שלו, כדי לפצות על נחיתות זו. כבר בשנת 2013 יזם הצי הסיני את הקמת מה שכינה "החומה התת-ימית הגדולה" ([水下长城](#)), רשת של חיישנים אקוסטיים הפרוסים בעומק

אוטונומיים ותת ימיים, למשימות של מיקוש וסיוור, אולם יש כיום מידע מועט בלבד לגבי הכלים האוטונומיים של הצי הסיני. מאמר מחקר אחר שפורסם באוגוסט 2020 [קבע](#) כי "עם שינוי האסטרטגיה של חייל הים הסיני, היקף הפעילות נגד מוקשים יגיע לאזורים הנמצאים גם מעבר לשרשרת האיים הראשונה". ישנם חוקרים הסבורים שהצי הסיני מתכוון לצייד את הצוללות המאוישות שלו ביותר מ-50 מוקשים [בכל אחת](#), כמות שיום אחד יוכלו אולי גם כלים לא מאוישים לשאת, לאור התוכניות הסיניות לכצב"מים גדולים יותר ויותר. בין הפלטפורמות הבינוניות והגדולות הקיימות כיום ניתן למנות את Haishen 1 ו-2 של SIA ואת סדרת Haishen שפותחה על ידי מכון המחקר 710 של CSIC.

הכצב"ם Haishen 6000, הנחשב לגדול מסוגו בסין (צילום: מכון 710 של CSIC)



בדיקת כבלים תת-ימיים

ההתקדמות במחקר ופיתוח של כצב"מים עשויה גם לאפשר לצי הסיני להתחבר לכבלי תקשורת תת ימיים או לחבל בהם, בעת עימות, לאור ריכוז כבלים כאלה בקרבת [צפון טאיוון](#). קווי תקשורת אלה הם בעלי חשיבות לא רק לתקשורת פנים בטיוואן, אלא גם לתקשורת נתונים אל מעבר לאוקיאנוס השקט ומהווה חלק מתשתית האינטרנט העולמית, כולל לחלקים בארה"ב. אוניברסיטת חרבין (HEU), למשל, מציגה כצב"מים שלה כבעלי יכולת "בחינה ותחזוקה

דאון הגלים Haiyi (Sea Wing) של חברת CSIC



לוחמת מוקשים ונגד מוקשים

מוקשים ימיים הם מרכיב יסוד בדוקטרינה הימית הסינית [ובתכנון המבצעי שלה](#). כבר בשנת 2013 הכירו חוקרים בפורום המדע והטכנולוגיה של סין להנדסה [בפומבי](#) בחשיבותם של כצב"מים בהנחה של מוקשים ימיים ובאיתורם. מומחים צבאיים התייחסו ליכולות פיזור המוקשים של הכצב"ם הסיני HSU001 שנחשף בסין לראשונה בשנת 2019. כיום עומדים לרשות חייל הים הסיני יותר מ-26 סוגים של מוקשים ימיים, צפים ושקועים, המיועדים נגד מגוון מטרות אויב, כולל ספינות שטח וצוללות.

הכצב"ם הגדול HSU001 במצעד צבאי בסין 2019



רבים מהמוקשים הימיים של חייל הים הסיני מיוצרים על ידי מכון המחקר מספר 710 של CSIC, המייצר גם כצב"מים. מחקר שפורסם על ידי [המכון](#) המליץ לפתח כלים לא מאוישים,

בשנת 2020, כולל 1 Haidou ו-2000 Sea-Whale של SIA.

הכלי הכבד ביותר מבין הכצב"מים האוטונומיים של סין עד כה הוא Haishen 6000, הקרוי על שם אל הים הסיני. זהו כלי בעל הדחק של 3.5 טון שפותח על ידי מכון 701. ככל הנראה הוא מסוגל לצלול לעומק של 6,000 מטרים, והוא מסוגל לשאת מגוון של אמצעי גילוי וזיהוי, כולל מערכת USBL לניווט אקוסטי, מערך סונר נגרר, סונר סורק צד, מצלמה תת ימית וסונר קדמי.

לא נראה כי כלים אלו מצוידים כבר במסילות לפיזור מוקשים או במערכות נשק אחרות, אך התקדמות נוספת בדגמי האוטונומיים הגדולים ושיפור בחיי סוללה אמורים לאפשר להם לשאת מטעדים כאלה.

חסמים לפיתוח כלים אוטונומיים ימיים בסיין

למרות התקדמותה הניכרת באיתור וניווט תת-ימי, תעשיית הכלים האוטונומיים הימיים הסינית עדיין ניצבת בפני חסמים טכניים ובירוקרטיים משמעותיים לפיתוח פלטפורמות תת-ימיות לשימוש צבאי.

המחסומים הגדולים ביותר הם טכניים - במיוחד חיי הסוללה. רוב הדגמים האוטונומיים הקטנים, הבינוניים והגדולים המוזכרים במאמר זה אינם מסוגלים לפעול יותר מ-24 שעות לפני שהם דורשים תדלוק או טעינה מחדש, אם כי הסינים סבורים שהכלים האוטונומיים האמריקנים סובלים ממגבלות דומות. בנוסף, בינה מלאכותית היא עדיין טכנולוגיה מתפתחת, ומערכות זיהוי המטרות המשמשות בכצב"מים אוטונומיים מודרניים אינן חסינות מספיק כדי לזהות מטרות תת-ימיות בצורה אמינה, שלא לדבר על העסקה של המטרות בקרב. למרות ההתקדמות של צבא סין בפיתוח כלים אוטונומיים, המרכז לביטחון וטכנולוגיות מתפתחות באוניברסיטת ג'ורג'טאון

הנדסית תת מימית", כולל בדיקה ותיקון של צנרת תת ימית. מסמכי מחקר ורישומי רכש שפורסמו על ידי צבא סין מצביעים על כך שהוא עשוי להצטייד בכלים תת-ימיים בעלי זרועות רובוטיות וחיישנים המסוגלים לטפל בכבלים תת-ימיים. גורמים צבאיים בסיין כבר הביעו עניין ברכישה של כצב"ם "SPICE" מתוצרת קוואסאקי היפנית, המצויד בזרוע רובוטית לתיקון כבלים וצינורות תת-ימית.

פעולות בקרקעית הים ולוחמה נגד צוללות

ההערכות הן שבעתיד הצבא הסיני עשוי להשתמש בכצב"מים אוטונומיים גדולים ללוחמה נגד צוללות (נצ"ל) ולפעולות בקרבת קרקעית הים. ניתוח מגמות בפרסומי מחקר של צבא סין מצביע על בניית של ספריות של חתימות אקוסטיות לאיתור וזיהוי מטרות תת-ימיות, וכמה גופים צבאיים חתמו על חוזה מחקר הקשורים לזיהוי חזותי מבוסס למידה עמוקה ומערכות לזיהוי מטרות עבור כלים תת-ימיים. סטודנטים וחוקרים ב-HEU נחשבים לחלוצים בתחום תהליך מבוסס בינה מלאכותית לעיבוד של תמונות [סונאר](#). אפשר שמערכות זיהוי מטרות תת-ימיות מסוג זה יהיו שימושיות בזיהוי וטיפול אוטונומיים של תשתיות תת ימית ועצמים תת מימיים אחרים.

כצב"מים אוטונומיים גדולים עשויים גם להיות באמל"ח לתקיפה של צוללות יריבות. עד כה ייצרה התעשייה הביטחונית הסינית מעט דגמי כצב"מים אוטונומיים גדולים המתאימים למשימות נצ"ל, אם כי מספר הכלים הולך וגדל. אחת הדוגמאות הבולטות היא ה-HSU-001, כלי גדול המסוגל לשאת סונאר סורק צד וגלאי MAD (אנומליה מגנטית). כלים אחרים, גדולים ובינוניים כבר קבעו שיאי צלילה לעומק והפלגה למרחק

חסמים להתפתחות של בינה מלאכותית במגזר הציבורי.

לדוגמה, פירוט של פרויקטים בהנדסה תת ימית שפורסמו על ידי השלטון העירוני של העיר טיאנג'ין כלל פירוט של עשרות כשב"מים וכשב"מים אוטונומיים לשימוש אזרחי וצבאי כאחד. מצד שני, שלושת מכוני המחקר הגדולים הנתמכים על ידי המדינה - SIA, CSIC ו-HEU - עדיין שולטים בפיתוח כשב"מים אוטונומיים והחדשנות במגזר הפרטי בסין עדיין לא הצליחה לממש את מלוא הפוטנציאל שלה.

[ים](#)

(CSET) סבור כי השילוב של "המצב העדכני של הטכנולוגיה, ביחד עם מורכבות הלחימה נגד צוללות, ההיקפים והאתגרים הפיסיקליים של חישה ותקשורת תת-ימיות - כולם מביאים למסקנה שלמערכות אלה יש עוד דרך ארוכה". הבירוקרטיה הסינית ותרבות התכנון המרכזי גם הן מגבילות את התקדמות סין בפיתוח כלים תת-ימיים. מצד אחד, נראה כי ההתמקדות המתמשכת של המפלגה הקומוניסטית הסינית בשילוב מאמץ צבאי-אזרחי אכן מקלה על כמה

42

שבדיה: עיצוב מדחף של סוחרת לחיסכון באנרגיה

— 29 בספטמבר 2021

[Redesigned Propeller Blades Increase Fuel Efficiency up to 22%](#)

יצרנית המדחפים השבדית Berg Propulsion טוענת כי היא הצליחה להביא לחיסכון של 22% באנרגיה הדרושה להנעת ספינת סוחר, על ידי תכנון מחדש של המדחפים. החברה חקרה את ביצועי המדחפים של סוחרת באורך 485 רגל

ובהדחק של 13,760 טון ובהתאם עיצבה מחדש את להבי המדחפים. לאחר השינוי עלתה הניצולת של המדחפים, במהירות 12 קשר, ב-50% ובמתווה ההפלגה הרגיל של הספינה אמור שינוי זה להשיג את החיסכון הדרוש בתצרוכת הדלק.

סירה קרבית חדשה של חברת סאב

— 4 באוקטובר 2021

[On board CB90: Saab's next-generation combat boat](#)

חברת סאב השוודית הציגה את הסירה הקרבית המשודרגת שלה (CB90 – Combat Boat 90) לראשונה מחוץ לגבולות שבדיה, בנהר התמזה, בלונדון. מספנת סאב מייצרת אמצעי לחימה ימיים זה 30 שנה, והגרסה הראשונה של סירת קרב 90 (CB90) פועלת בשוודיה, נורבגיה, מקסיקו יוון ובדרום מזרח אסיה על ידי משמר החופים האמריקני. בסיס המשתמשים הרחב איפשר לסאב לצבור די ניסיון כדי לעצב ולבנות את הדור הבא, גרסה משופרת ומאובזרת יותר. הגרסה העדכנית CB90HSM Next Generation כבר משרתת בחייל הים השוודי ומותאמת לצרכיו.

השיפורים מתמקדים במגוון היבטים, כדלקמן:

- הגברת הספק המנוע והמהירות, שיפור התמרון.
- חומרים קלים-אלומיניום בשילוב פוליאתילן.
- מבנה – מרכז כובד, וגוף הספינה עוצבו מחדש.
- פיקוד ובקרה - שליטה מלאה למפקד הסירה וייעול מערכת הניווט והתקשורת.
- קיבולת – הסירה מסוגלת לשאת 18 חיילים בנוסף ל-3 אנשי צוות.
- ארגונומיה – עיצוב מחודש של אזור ההגאים, המאפשר אזור עבודה מודרני ונוח לצוות.

[י](#)

- בתא הנוסעים תיבה ייעודית לאחסנת ציוד. עמדה מיוצבת לנשק מסוג Trackfire, הממוקמת בחלקה האחורי של הסירה. ראות טובה בתא הסיפון.
- מערכת נשק מתקדמת, הכוללת שלוש עמדות עם מתלים המתאימים למקלע כבד (כיום, בראונינג עם קליבר 0.5), מקלע 7.62 מ"מ או מטול רימונים (מסוג MARK 19). עמדות הירי מקיפות את כל שטח הסירה עם נגישות לאספקת התחמושת ולתפעול הכלים. קיימת עמדת נשק מסוג Trackfire הנשלטת מרחוק ומאפשרת נעילה על מטרות. הנשק מיוצב, כך שאפילו במהירות גבוהה, תמרונים או סיבובים חדים, אחוזי הפגיעה במטרה הינם גבוהים. בעתיד, החברה שוקלת שדרוג של עמדות הנשק ע"י תותחי בושמאסטר ומערכות של טילים נגד פלטפורמות ימיות או/ו ומוטסות.

הכלי מותאם למגוון משימות ימיות שגרתיות: סוור, אבטחה, ליווי, פיקוד ושליטה יישומי הצלה ויחידות צוללים. הדגם החדש מאפשר הובלת כוחות וציוד ומאובזר במערכת נשק מתקדמת מתאימה ללחימה בכל סביבת קרב ימי. עד כה, חברת סאב סיפקה 18 סירות לשירות בחייל הים השבדי.

Credit: Credit: SAAB



ראש ממשלת רוסיה הגדיר את השקתה כאבן דרך בשנת הטכנולוגיה והמדע ברוסיה. הספינה נמצאת כרגע בהתקנות שונות והיא מיועדת להפליג במימי הים השחור וים אזוב לאורך כל השנה.

צילום: United Shipbuilding Corporation



[י](#)

מומחי הגנת השטח של צי ארה"ב פנו לחברת Lockheed Martin לייצר מערכות ל"א המיועדות להתקנה על מסוקי הצי שימשו להגנה נגד טילי שטח קיימים ועתידיים.

44 ברוסיה הושק כלי שייט עם יכולות הפלגה אוטונומיות

— 7 באוקטובר 2021

[Russia Launches Research Ship with Unmanned Navigation Capabilities](#)

ספינת המחקר Pioneer-M שהושקה לאחרונה ברוסיה היא כלי השייט הראשון עליו מותקנות מערכות המאפשרות הפלגה לא מאוישת ואוטונומית, והיא מיועדת לשמש פלטפורמת מחקר בתחום ההפלגה האוטונומית. מדובר בקטמרן של 114 טון שהושקה על ידי מספנת Sredne-Nevisky בסבסטופול שבים השחור. הספינה פותחה על ידי סטודנטים בשבע אוניברסיטאות ברוסיה והיא תשמש מגוון של מכוני מחקר בתחום.

45 צי ארה"ב יתקין על מסוקים מערכות ל"א להגנת ספינות

— 14 באוקטובר 2021

[Lockheed Martin to build electronic warfare \(EW\) for helicopters to defend against anti-ship missiles](#)

מערכת AOEW אמורה להגן על הספינה בעצמה וגם בשילוב עם מערכות ל"א המותקנות בספינות, לאיתור מוקדם של הטיל הנכנס ולהטעייתו באמצעות שידורים אקטיביים.

[י](#)

המערכת מכונה AN/ALQ248 או Advanced Off-Board Electronic Warfare (AOEW) והיא צפויה להיות מותקנת על מסוקי MH-60R ו-MH60S הנמצאים על ספינות הצי.

46

כלי שייט לא מאויש של הצי הבריטי שיגר טיל

— 14 באוקטובר 2021

[Royal Navy launches missile from autonomous vessel in NATO exercise](#)

מעבדת הפיתוח והחדשנות של הצי המלכותי הבריטי, NavyX, נערכה לאחרונה בפורטוגל לתרגיל בן שבועיים שנועד לבחון את השילוביות בין מערכות נאטו השונות ואפשרויות חדשות לשימוש בטכנולוגיות אוטונומיות. התרומה העיקרית של המעבדה הבריטית היה הצגה של הכשב"ם Madfox הנמצא בניסויים מאז תחילת השנה. זו הייתה הפלגה הראשונה של הכלי בחו"ל ובמסגרת זו הוא השתתף בתרגיל נאט"ו במשימות איסוף מודיעין וגם שיגור טילים.

התרגיל כלל רכישה של המטרה באמצעות רחפן אמריקני מדגם Puma שהמריא מספינה של הצי

[י](#)

האמריקני וציין את המטרה לתחנת חוף. המטרה הנעקבת הייתה מטרה ימית נשלטת מרחוק של הצי הספרדי. התחנה בחוף העבירה את המטרה לכשב"ם הבריטי ששיגר טיל אל הנ"צ שקיבל ממנה.

הכשב"ם הבריטי Madfox
(צילום - הצי המלכותי הבריטי)



47 הדגמת הגנה מפני נחילי ספינות קטנות

— 26 באוקטובר 2021

[Royal Navy fires new Martlet missiles at sea to demo carrier defenses](#)

הצי הבריטי לא מפרט את אסטרטגיות ההגנה, אך ידוע שבעשור האחרון השתמשו ברקטות 70 מ"מ מדויקות Advanced Precision Kill Weapons System (APKWS) נגד ספינות קטנות. מסוק Wildcat יכול לשאת 20 טילי Martlet. הטיל בקוטר 76 מ"מ, משקל 13 ק"ג, מגיע למהירות 1.5 מאך, טווח 6 ק"מ ומונחה לייזר. ניתן לשיגור מספינה או ממסוק נגד מטרות ימיות או אוויריות.

הצי המלכותי הבריטי מוסיף מערכת הגנה לנושאות מטוסים. בוצע ירי ראשון של טילי Martlet ממסוק Wildcat נגד מטרה צפה, להדגמה של הגנה מפני נחילי ספינות קטנות. חיילות הים המתפעלים נושאות מטוסים משקיעים במערכות הגנה של ספינות ליווי, צוללות ומטוסים, כולל מטוסי קרב ומסוקים של הספינה עצמה.

[י](#)

ח ל ל

אדום רחוק (LWIR) בתחום 10.3-12.5 מיקרון ולה רזולוציה מרחבית של 100 מטר. החיישנים שלה מבוססים על טכנולוגיית בארות קוואנטים (QWIP). המצלמה המולטי-ספקטראלית, אשר נבנתה בידי חברת Ball Aerospace, מכילה 9 ערוצים בתחום הספקטראלי שנע בין 433 ל-2,300 ננומטר ולה רזולוציה מרחבית של 30 מטר (פרט לערוץ הפאן-כרומטי, לו רזולוציה של 15 מטר). הערוצים הספקטראליים שלה מכסים את הכחול, ירוק, אדום, תת-אדום קרוב והתת-אדום קצר. החיישנים שלה מבוססים על סיליקון (לתחום הנראה) ו-MCT (לתחום התת-אדום הקרוב).

[חלל](#)

חברת Masten Space Systems מפתחת שיטה להגנת רכבי חלל מפני נזקים מרסיסי קרקע (regolith) בזמן נחיתה על הירח.

48

חיישנים מולטי-ספקטראליים ותרמיים בלוויין מסחרי

— 28 בספטמבר 2021

[Latest Landsat carries infrared instruments into orbit](#)

לוויין Landsat 9, אשר שוגר ב-27/9/2021, נושא עליו שתי מצלמות חדשות, האחת בתת-אדום והשנייה מולטי-ספקטראלית. לוויין זה יספק מידע סביבתי בעל ערך רב: שימוש במים, שריפות יער, שינויים ותזוזות של קרחונים וייעור (או בירוא יערות). הלוויין יצלם תמונות של כדור הארץ אחד ל-16 יום, בהפרש של 8 ימים מהלוויין הקודם בסדרה, Landsat 8. מצלמת התת-אדום נבנתה בידי סוכנות החלל האמריקנית (NASA) והיא מכילה שני ערוצי תת-

49

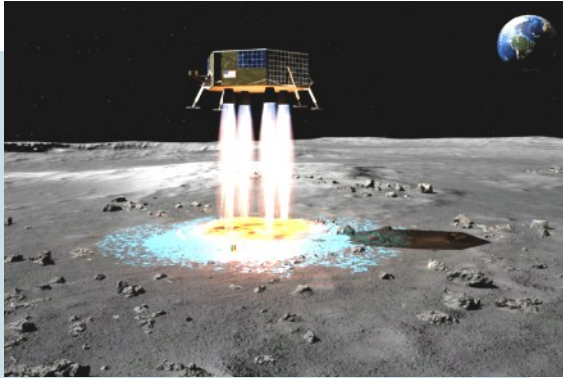
הגנת רכבי חלל בנחיתה על הירח

— 13 באוקטובר 2021

[FAST lets lunar landers make their own landing pads pre-touchdown](#)

בהמשך נבדקים פרמטרים של גודל החלקיקים, עובי המשטח המתקבל, עמידות בטמפרטורה ובמשקל, זמן קירור לגיבוש המשטח, ועוד. לאחר מכן יבוצע ניסוי נחיתה בירח. החברה צופה כי שיטה זו תקטין משמעותית את עלויות הטיסה לחלל, כולל יעדים אחרים.

Source: Masten



השיטה מבוססת על תוספת חלקיקי אלומיניום קרמי לשובל הדלק הרקטי, אשר ידביקו את האבק ורסיסי הקרקע כדי ליצור משטח נחיתה לפני נגיעה. תוכנית זו היא במסגרת מאמצי נאסא להתגבר על אתגרים רציניים של יצירת נוכחות אנושית קבועה על הירח.

רסיסי הקרקע נוצרו במשך מיליארדי שנים עקב פגיעות מטאוריטים בפני הירח. הם כוללים אבק ורסיסים חדים בצורות שונות, אשר פוגעים ברכבי הנחיתה ובחליפות החלל. הדף רכבי הנחיתה יוצר רוחות במהירות 3,000 מטר לשנייה אשר מחריפות את הנזקים. החברה השלימה שלב ראשון במחקר, כולל סימולציות וניסויים קרקעיים.

[חלל](#)

50

הנעת רכבי חלל ללא צורך בדלק

Credit: Universidad Carlos III de Madrid

13 באוקטובר 2021 —



[Image: Tethered satellites for propulsion without fuel](#)

האם אפשר להניע רכבי חלל ללא דלק או חומר הודף? לחוקרים בספרד יש תשובה: אפשר, בעזרת רצועות אלקטרודינמיות (electrodynamic tethers). אלה הם מוליכים ארוכים וחזקים המחברים שני רכבי חלל, למשל שני לוויינים. כאשר מוזרם זרם חשמלי ישר במוליך, הוא מפעיל כוח על רכב החלל וגורם לו להאיץ או להאט.

Image credit: NASA

[חלל](#)

כך ניתן לבצע תמרוני תנועה מסלוליים ללא שימוש בדלק, או להוציא לוויין ממסלולו בסוף חייו כדי למנוע פסולת חלל.

החוקרים הציעו לשפר את תכנון המוליך ע"י שילוב תאים סולאריים של שכבות דקות כדי "לקצור" הספק נוסף. הרעיון הוצע במסגרת פלטפורמת חדשנות של סוכנות החלל האירופית ESA, והסוכנות אישרה אותו לצורך מימוש.

51

קוריאה הדרומית מקדמת תוכנית חלל למרות כישלון בניסוי

— 20 באוקטובר 2021

של השלב האחרון נפסקה 40-50 שניות לפני הזמן ולפיכך לא הושגה המהירות הנדרשת ע"מ לאפשר טיסה במסלול המתוכנן. מספר סיבות יכולות לגרום לתקלה כזו, למשל לחץ נמוך מדי במכלי הדלק, או פקודה שגויה ממערכת הבקרה. חרף התקלה, בקוריאה מאד מרוצים מההישג שכן כל הטכנולוגיה והייצור הם מתוצרת מקומית. יכולת זו מצעידה את המדינה לעידן חדש כפי שהתבטא שר לענייני מחקר ופיתוח. רקטת השיגור הייתה בנויה משלוש רקטות מונעות בדלק נוזלי: השלב ראשון רקטה במשקל 75 טון, השלב השלישי רקטה במשקל 7 טון. בשנת 2013 ביצעה קוריאה הדרומית שיגור ראשון של רקטה שפותחה במשותף עם רוסיה. שיגור זה נכשל. התוכנית הנוכחית כוללת חמישה שיגורים ניסיוניים שאחריהם ישגרו לוויין אמיתי.

[S.Korea's Moon vows 'Korea space age' after rocket test falters](#)

באוקטובר שיגרה קוריאה הדרומית לחלל לוויין דמה, שתוכנן להיכנס למסלול סביב כדור הארץ. השיגור נעשה ע"י משגר רקטי מתוצרת מקומית והיה בנוי לפעול בשלושה שלבים. החלק האחרון של המשימה לא צלח והלוויין לא נכנס למסלול. הלוויין, במשקל 1.5 טון, היה אמור להיכנס למסלול היקפי בגובה של 600 – 800 ק"מ. היעדים של התוכנית הקוריאנית הם לשגר בהמשך הדרך לווייני תקשורת, ניווט וסיוור. נשיא קוריאה הדרומית שנכח בשיגור ציין כי כל שלושת השלבים של השיגור פעלו כמתוכנן, אך השלב של ההצבה במסלול כשל. חרף זאת התוכנית תמשיך כמתוכנן. תוכנית "קוריאה בעידן בחלל" תקדם את יכולותיה של המדינה. דיווח רשמי לאחר הניסוי ציין כי פעולת המנוע

[חלל](#)

תוכניות לסילוק פסולת חלל

52

— 21 בספטמבר 2021

חברת Astroscale ביפן תשגר לוויין ADRAS-J עם מצלמות ומערכת לידאר למפגש עם שלב שני של רקטת JAXA אשר משייט במהירות 27,000 קמ"ש בחלל. הלוויין יתקרב למרחק 100 מטר לביצוע צילומים מזוויות שונות. חברת Rocket Lab תבצע שיגור הלוויין עם טיל שיגור Electron. השיגורים צפויים בשנת 2023. שלב שני של הדגמת ביצוע סילוק צפוי בשנת 2025.

חברת Rocket Lab תבצע גם שיגור לוויין אחר נסיוני לסילוק פסולת, של חברת Aurora הפינית, לבחינת מערכות הנעה והבלימה שלו.

[חלל](#)

[Rocket Lab to launch space junk inspection mission for JAXA](#)

יש כיום עשרות אלפים של חלקי פסולת חלל אשר טסים במהירות ומסכנים לוויינים ורכבי חלל. סוכנות פיתוח ביפן Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) התניעה תוכניות גדולות לסילוק הפסולת. אחת מהן היא הדגמה צפויה של חברת Rocket Lab. קיימות מחשבות על מספר שיטות עקרוניות לסילוק הפסולת: רשתות, צלצלים, מגנטים, גדרות ועוד. שלב ראשון של הפרויקט יכול שיגור רכב חלל אשר יאתר חלקי פסולת גדולים ויצלם אותם ואת סביבתם עבור מחקר בהמשך.

נוסתה שיטת שיגור לא שגרתית לחלל

53

— 10 בנובמבר 2021

חברת הזנק אמריקנית בשם SpinLaunch הדגימה לראשונה שיטת שיגור קינטית ללא משגר רקטי.

[Space Launch Start-Up Just Used a Giant Centrifuge to Fling a Projectile Into The Upper Atmosphere](#)

הקליע לאחר כדקה של שיוט לא ממונע והמנוע הרקטי ייכנס לפעולה. לדברי החברה ניתן יהיה לשגר לוויינים במשקל של עד 180 ק"ג במחיר זול יותר מאשר בשיטות קיימות או בפיתוח. בנוסף השיגור יהיה "ירוק" יותר במובן זה שלא תהיה פליטת גזים ממונע רקטי בתוך האטמוספירה. סרטון שמציג את הקונספט המלא אפשר לראות בקישור:

<https://vimeo.com/573120364/1b4ef669e0>

כפי שניתן להתרשם מהסרטון מדובר בצוות גדול והשקעה משמעותית. החברה גייסה עד כה 110 מיליון דולר ממשקיעים והיא מתכוונת לקיים עוד 30 ניסויים במהלך שישה עד שמונה החודשים הקרובים. החברה מכוונת אל שוק השיגור המסחרי אך היא זוכה להתעניינות גם ממשרד ההגנה.



[חלל](#)

השיטה מבוססת על צנטריפוגה ענקית המסתובבת בתא מרוקן מאוויר. קליע לא ממונע הגיע כך למהירות העולה פי כמה על מהירות הקול ואז הוטל אל האטמוספירה, כשהוא פורץ מתא הריק דרך ממברנה אטומה. הניסוי הראשון של הקונספט, הנשמע דמיוני, התקיים ב-22 באוקטובר בניו מקסיקו.

החברה הוקמה ב-2014 ופעלה עד כה ללא פרסום נרחב. הניסוי היה עם אבטיפוס של מתקן האצה שגובהו כ-91 מטר כאשר המתקן הסופי אמור להיות גדול פי שלושה! אורכו של הקליע ששוגר הוא כשלושה מטרים. לא נמסר מהי מהירות השיגור שהושגה בפועל אך נאמר שמדובר ב"אלפי קמ"ש" תוך שימוש ב-20% בלבד מהספק המתקן. לא פורט גם מה הגובה אליו הגיע הקליע ונמסר כי מדובר "עשרות אלפי רגל". סרטון של המתקן והניסוי אפשר לראות בקישור:

<https://youtu.be/YB6Nw4MKE2g>

לדברי החברה המתקן הסופי יוכל להטיל קליע משמעותי אל האטמוספירה העליונה. הקליע יישא לוויינים קטנים שיעלו למסלול ארץ נמוך באמצעות מנוע רקטי קטן. המנוע יופעל בגובה של 200 אלף רגל (61 ק"מ) שם תתפרק מעטפת

ניסוי מוצלח של רקטה לשיגור לוויינים קטנים

54

— 20 בנובמבר 2021

חברת ההזנק Astra ביצעה ניסוי שיגור מוצלח לחלל של רכב שיגור Launch Vehicle 0007 שנשא דגם לוויין.

[Astra rocket reaches orbit for 1st time on test flight for US military](#)

מערכת זו כוללת 6 לוויינים אשר ישוגרו ע"י 3 רקטות במחצית 2022.

זהו ניסוי שיגור רביעי של החברה. בשלושת הקודמים היו הצלחות חלקיות בלבד. אבות טיפוס נוספים נמצאים בייצור עבור המשך פיתוח וניסויים. החברה מקווה להגיע לקצב שיגורים סדרתי יומיומי בשנת 2025. החברה מפתחת גם לוויינים קטנים עבור לקוחות המפתחים רק מטע"דים.

[חלל](#)

השלב השני נכנס למסלול הקפה בגובה 310 מייל (500 ק"מ).

החברה שנוסדה בשנת 2016 במטרה להיכנס לשוק שיגור לוויינים קטנים, מפתחת מערכות רקטות שיגור קטנות ויעילות הניתנות לשינוע בתוך מספר קונטיינרים ימיים סטנדרטיים. לחברה יש כבר מספר חוזים עם לקוחות, כולל נאסא, למערכת מעקב מזג אוויר – Time Resolved Observations of Precipitation Structure and Storm Intensity with a Constellation of Smallsats mission (TROPICS).

55

רוסיה דוחה האשמות בסיכון תחנת חלל עקב יירוט לוויין

— 20 בנובמבר 2021

[Russia rejects accusations of endangering ISS astronauts](#)

[Space debris from Russian anti-satellite missile test spotted in telescope images and video](#)

הרוסים ביצעו הדגמה של השמדת לוויין ע"י טיל ששוגר מהקרקע. הוצגו תמונות מכ"ם של הלוויין הרוסי (שכבר אינו פעיל) Cosmos 1408 לפני ואחרי היירוט. כמו כן נצפו בתמונות טלסקופ כ- 1,500 חלקים שהתפזרו בחלל.

בעולם התעוררה מחאה גדולה בעקבות ניסוי זה, אשר הוסיף כמות משמעותית של פסולת חלל, שמסכנת לוויינים קיימים ותחנות חלל. צוות של שבעה אסטרונאוטים אשר שוהים בתחנת החלל הבינלאומית, תפס מחסה בחלליות הצמודות לתחנה עקב הסכנה מפגיעת חלקים מהלוויין שהושמד. כמו כן קיימת סכנה לשלושה אסטרונאוטים סיניים בחללית שלהם. המשיך שיתוף הפעולה בין רוסיה וארה"ב בתחנת החלל הבינלאומית נמצא בדיון.

הסכים כי פעולותיה של רוסיה מסכנות את תחנת החלל ואמר "זה היה מעשה פזיז של רוסיה להפיל ולהשמיד לוויין כחלק מניסוי של מערכת נשק נגד לוויינים", שיצר הרבה פסולת חלל. הוא אמר שזה מעורר דאגה נוספת "מכיוון שזה מדגים שרוסיה מפתחת כעת מערכות נשק חדשות שיכולות להפיל לוויינים, ויכולות להרוס יכולות חלל החשובות עבור תשתית בסיסית על פני כדור הארץ, כמו תקשורת, ניווט, או התרעה מוקדמת על שיגורי טילים."

בנאסא אמרו שהאיום המוגבר עלול להמשיך להפריע למחקר המדעי של האסטרונאוטים ולעבודות אחרות.

גם ניסוי נשק דומה על ידי סין ב-2007 גרם לאינספור חתיכות פסולת. אחת מאלה איימה להתקרב בצורה מסוכנת לתחנת החלל בשבוע שעבר. אך מאוחר יותר הסיכון הפוטנציאלי נדחה. נאסא הזיזה את תחנת החלל בכל מקרה. ניסויי טילים נגד לוויינים על ידי ארה"ב בשנת 2008 והודו בשנת 2019 נערכו בגבהים נמוכים, הרבה מתחת למסלול תחנת החלל, שמקיפה בגובה של כ-260 מיילים (420 ק"מ).

ספינת המטען של SpaceX במהלך הגישה הסופית לתחנת החלל הבינלאומית (2017).
(צילום נאס"א)



פקידים אמריקנים האשימו את רוסיה בפעולה שהם כינו תקיפה פזיזה וחסרת אחריות. החשש שאותם 1,500 חלקי פסולת חלל עלולים לפגוע בתחנת החלל הבינלאומית נתמכה גם על ידי ראש נאטו. לדברי מנהל נאסא, אסטרונאוטים עומדים כעת בפני סיכון גדול פי ארבעה מהרגיל עקב פסולת חלל. גורמים רשמיים ברוסיה דחו את ההאשמות כי סיכנו אסטרונאוטים ששהו על סיפון תחנת החלל הבינלאומית במהלך עריכת הניסוי הנ"ל. סוכנות החלל הרוסית Roscosmos הצהירה ש"הבטיחות הבלתי מותנית של הצוות הייתה ונשארה בראש סדר העדיפויות שלנו".

משרד ההגנה של רוסיה אישר ב-16 בנובמבר ביצוע ניסוי להשמדת לוויין שהושבת במסלול מאז 1982, אך התעקש כי "ארה"ב יודעת בוודאות שהשברים שנוצרו, מבחינת זמן הבדיקה ופרמטרי המסלול, לא עלולים להוות איום על תחנות במסלול, על חלליות ועל פעילויות בחלל". הוא כינה את התבטאויותיהם של גורמים רשמיים בארה"ב "צבועות". שר ההגנה סרגיי שויגו אמר שהתקיפה בוצעה "בדיוק כירורגי" ולא היוותה איום על תחנת החלל. שר החוץ סרגיי לברוב גם האשים כי זו "צביעות" לומר שרוסיה יוצרת סיכונים לפעילות שלום בחלל.

לאחר שהמצב התברר בבוקר יום שני 15 בנובמבר, הצטוו האנשים שהיו על סיפון תחנת החלל הבינלאומית – ארבעה אמריקנים, גרמני אחד ושני רוסים – לחפש מייד מחסה בקפסולות המעוגנות שלהם. הם בילו שעתים בשתי הקפסולות, לבסוף הגיחו רק כדי לסגור ולפתוח מחדש את הפתחים למעבדות הפרטניות של התחנה בכל סיבוב במסלול (שעה וחצי), כשהם עברו ליד או דרך פסולת החלל.

אפילו חלקיקי צבע יכולים לגרום לנזק גדול בתנועה במסלול במהירות של 28,000 קמ"ש. משהו גדול, בעת התנגשות, יכול להיות קטסטרופלי. מזכ"ל נאטו Jens Stoltenberg

אמש (שלישי) וזאת בגלל דיווחים על פסולת המרחפת באזור תחנת החלל הבינלאומית שעלולה לסכן את שלומם. הדחייה הזו מעכבת את ההחלפה של אנטנת התקשורת המצויה על תחנת החלל שהפסיקה לתפקד לאחרונה וששני אנשי הצוות האמריקאים היו אמורים להחליף.

[חלל](#)

הערה: להלן קטע שהתפרסם ב"ישראל היום" ביום 2 בדצמבר:

סוכנות החלל האמריקנית דחתה השבוע את הליכת החלל של האסטרונאוטים תומס מרשבורן וקיילה בארון, שהייתה אמורה להתנהל

תקשוב

הרשתות יאובטחו בטכנולוגיית בלוקצ'יין תוך שימוש בפיתוח שנקרא ENFChain (Environmental Fingerprint-based Consensus) (Blockchain).

החוקרים מקווים שיוכלו לבנות מה שנקרא בפיהם "פיקוח של ספקטרום מלא" (full-spectrum surveillance), תוך שילוב מצלמות אופטיות, מצלמות של גלים מילימטריים והתקנים אחרים יחד עם חישת 5G החדשה. לכל זה יש פוטנציאל להעניק יכולת לחיילים בסביבה עירונית לראות מעבר לפינות או באזורים חשוכים.

[תקשוב](#)

חברות Mynaric ו-H3 HATS מגרמניה פתחו בסדרת הדגמות של מערכת לתקשורת אופטית מבוססת לייזר למטוסים בגובה רב, תוך שימוש

האם אפשר להשתמש

בתקשורת 5G כמו במכ"ם?

— 19 באוקטובר 2021

[Can 5G be used as surveillance radar? US military funds research](#)

חוקרים באוניברסיטת בינגהמטון ובאוניברסיטה של מדינת ניו יורק קיבלו שני מענקי מחקר כדי לבדוק האם אפשר להשתמש בתקשורת 5G באופן דומה למכ"ם, ע"י יצירת תמונות בעזרת הגלים האלקטרומגנטיים המוחזרים מעצמים ומבני אדם. מדובר על שני מענקים של קרוב ל-300 אלף דולר כל אחד, האחד מהמשרד למחקר של חא"א, והשני מתוכנית מחקר ביטחוני אוניברסיטאי של משרד ההגנה האמריקני.

המחקר ישלב טכנולוגיות חישה מבוססות 5G יחד עם מצלמות אופטיות ברשתות ERSES-5G (Environmental Resilience Surveillance Edge Service).

תקשורת אופטית עם מטוסים בגובה רב

— 18 באוקטובר 2021

[Mynaric and H3 HATS boost optical links with high-altitude aircraft](#)

איסוף מודיעין של כלי טייס מאוישים ובלתי-מאוישים אשר זקוקים לרוחב פס גדול כדי להעביר את המידע. בתמונה: יחידת הקצה של Mynaric ממותקנת על גוף המטוס.

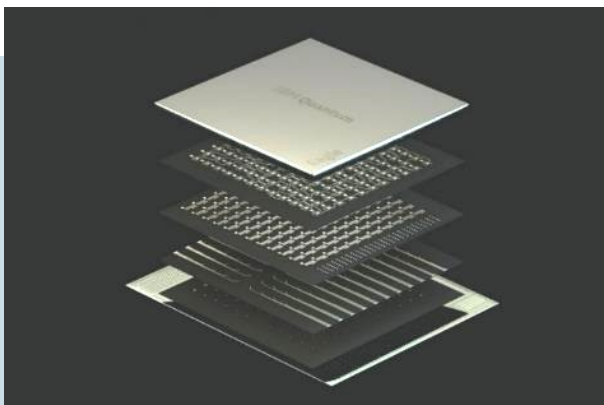


[תקשוב](#)

ביחידות קצה מסחריות לתקשורת. ההדגמה בוצעה בעזרת ציוד קצה של חברת Mynaric אשר הותקן על מטוס מסוג G520NG של חברת H3 בה הועברה תקשורת דו-כיוונית בקצב של 10 ג'יגה-ביט לשנייה בין המטוס לתחנת קרקע. לטענת החברות, הייתה זו הפעם הראשונה בה הודגמה מערכת מסחרית אשר מבצעת תקשורת כזו. המטוס יכול להגיע לגבהים של עד 50,000 רגל והתקשורת שהודגמה מהווה ערוץ מאובטח ובלתי-נראה בין המטוס לקרקע. מנהלי החברה מסרו כי תקשורת שכזו יכולה לשמש למשימות

58 המרוץ לקראת המעבד הקוואנטי החזק ביותר בעולם

An exploded view of IBM's new Eagle quantum processor (IBM)



— 16 בנובמבר 2021

[IBM unleashes the Eagle, the world's most powerful quantum processor](#)

— 17 בנובמבר 2021

[This new startup has built a record-breaking 256-qubit quantum computer](#)

חברת IBM חשפה את המעבד Eagle, והכריזה שזה המעבד הקוואנטי החזק ביותר בעולם. הוא כולל 127 קיוביטים (סיביות קוואנטיות) ומהווה צעד חשוב לקראת מחשבים קוואנטיים מסחריים. הוא עקף את המעבד הסיני Jiuzhang 2.0 הכולל 113 קיוביטים, ואת המעבד Bristlecone של גוגל, ובו 72 קיוביטים.

ובסמוך לפרסום הידיעה הקודמת, פורסם שחברת הזנק בשם Quera Computing מבוסטון הדגימה יכולת תכנות של סימולטור קוואנטי (מחשב קוואנטי ש"תפור" לפיתרון של סוגים ספציפיים של בעיות), עם 256 קיוביטים, כלומר יותר מאשר ה-127 של IBM שכאמור הוכרזו כ"מעבד החזק בעולם". יש לציין שמספר הקיוביטים זה לא הפקטור היחיד שקובע. אנשי QUERA מתהדרים ביכולת התכנותיות המשופרת של המעבד שלהם, שבו כל קיוביט הוא אטום בודד אולטרה-קר. הם מתכוונים להשיג תוך שנתיים 1000 קיוביטים, ואחר כך להתקדם לסדרי גודל של מאות אלפי קיוביטים. זאת הודות לסידור הפיזי הייחודי של המערכת. בעוד שהמחשבים הקוואנטיים של IBM וגוגל משתמשים בקיוביטים מוליכי-על, וחברה בשם IonQ משתמשת ביונים לכודים, הפלטפורמה של QUERA משתמשת במערכים של אטומים נייטרליים המפיקים קיוביטים עם קוהרנטיות מרשימה (כלומר עם זרעה גבוהה של "קוואנטיות"). הפלטפורמה הזאת משתמשת בפעילות לייזר כדי לגרום לאינטראקציה בין האטומים, בגישה שנקראת "גישת רידברג" (פרטים בכתבה המקורית).

[תקשוב](#)

עם 127 הקיוביטים זהו המעבד הראשון (לטענת IBM) עם עוצמה העולה על יכולות של מחשבי-על מסורתיים, וזאת אבן דרך שמכונה "היתרון הקוואנטי". לדברי IBM שיחזור אחד מהמצבים של EAGLE על מחשב רגיל ידרוש יותר ביטים רגילים (קלאסיים) מכמות האטומים הכוללת בכל תושבי כדור הארץ...

על זכות הראשונים על "היתרון הקוואנטי" יש ויכוח. בשנת 2019 טענה חברת גוגל שהיא השיגה אותו עם המעבד "סיקמור" שכלל 53 קיוביטים. חברת IBM הגיבה אז בטענה שעם אלגוריתמים קלאסיים משופרים אותו חישוב יכול להתבצע על מחשב-על בתוך ימים אחדים, מה שסתר את טענת היתרון הקוואנטי של גוגל. עם זאת, המעבד הסיני Jiuzhang הדגים יתרון קוואנטי לפני שנה, ע"י ביצוע תוך דקות אחדות חישוב מסוים שהיה לוקח למחשב-על קלאסי 2.5 מיליארד שנים!

המעבד EAGLE זמין כעת בענן של IBM לחברים מסוימים של רשת הקוואנטום של החברה, שבנתה כבר מפת דרכים למעבדים קוואנטיים עתידיים. בשנה הבאה היא מתכוונת להציג את המעבד "אוספרי" עם 433 קיוביטים, ובשנת 2023 את המעבד "קונדור" עם 1121 קיוביטים.

משרד ההגנה פרסם הנחיות אתיות לפיתוח AI

59

— 23 בנובמבר 2021

יחידת החדשנות של משרד ההגנה (DIU– Defense Innovation Unit) פרסמה הנחיות ליישום דרישות משרד ההגנה למימוש אחראי של

[Defense Innovation Unit publishes ethical AI guidelines](#)

1. האצת תוכניות בשל הגדרת יעדים, תאום ציפיות, הבנת הסיכונים והחלופות.
2. ביטחון גובר בפיתוח ובחינת מערכות המבטיחות רמה מקסימלית של הוגנות, אחריות, ושקיפות.
3. גמישות באופן בו טכנולוגית ב"מ נבחנות, נבחרות, מפותחות ומיושמות.
4. ההנחיות עוררו תהיות ושאלות שהניעו דיונים משמעותיים להצלחת פרויקטי ב"מ. נראה שניתן, בעזרת יישום ההנחיות, לפתח פרויקטים של ב"מ ללא פשרה ערכית. יתרה מכך, ההנחיות מאיצות את אפשרות האימוץ של טכנולוגיות ב"מ ומקדימות טיפול בבעיות קריטיות שעלולות לעצור את הפרויקטים. אחת החברות המעורבות טענה שההנחיות סייעו לה גם בתחום המסחרי ע"י חיזוק הבקרה הפנימית ויצירת שקיפות ודפוסי אמון עם המשתמשים.

[תקשוב](#)

בינה מלאכותית [ב"מ], זאת במסגרת מאמצי הרכש ואימוץ הטכנולוגיות האזרחיות שלה. תפקיד היחידה שהוקמה ב-2015 הוא לסייע למשרד ההגנה בשימוש בחדשנות אזרחית. ההנחיות מספקות מסגרת מפורטת לגורמים במשרד ההגנה ולחברות העוסקים בב"מ, לפיתוח תוכניות העומדות בדרישות של המשרד בתחום האתיקה, ושהוגנות, אחריות ושקיפות נבחנים לאורך הפיתוח. ההנחיות מבוססות על עבודה של 15 חודשים תוך היוועצות במומחים מהממשל והאקדמיה. התוכנית מבטיחה מענה לדרישות האתיות של הפנטגון מ-2020 [לפיהן מערכת ב"מ תפותח במסגרת העקרונות הבאים: אחריות, הוגנות (ללא הטיה בנתונים), עקיבות, אמינות וניתנת לשליטה. עורך הידיעה].
ע"פ DIU להנחיות כבר יש השפעה חיובית:

לקחים מניסוי תקשוב של צבא ארה"ב

60

— 10 בנובמבר 2021

[What Worked, What Didn't at Army's Second Connect-Everything Experiment](#)

ניסוי התקשוב השני במסגרת Connect Everything של צבא היבשה האמריקני שנערך באריזונה, כחלק מהמאמץ הנרחב של הצבא

הנקרא Project Convergence, הוכיח את החשיבות הטכנולוגית והמבצעית של שיתוף נתונים בין-חיילי במספר היבטים מרכזיים:

- עבודה עם חיילים – שימוש בציוד חדשני, כדוגמת אוזניות לאימון מצבי אמת (למשל, התקפה אווירית) בסביבה מדומה. מאפשר לשמור על 'שגרה' בעת לחימה – יכולת מודעות, התנהלות פיקודית ואימונית כהכנה לקרב או למשימה.
- יחד עם זאת, זהו מספר דברים הטעונים שיפור, כדלקמן:
 - מוכנות אוטונומית לקרב – כיום, המערכות האוטונומיות מבוססות על סוג מסוים של לייזר (GPS ו-LIDAR) המהווה נקודת תורפה (כדוגמת המכוניות החשמליות) כיוון ש-LIDAR הינה מערכת מוארת היכולה לחשוף את המשתמש, ואילו GPS ניתן לחשוף. יש מקום לחשוב על אמצעי חישה חלופיים או נוספים.
 - הגנה מפני אמצעים אלקטרומגנטיים – לסין ולרוסיה יש מערכות לוחמה אלקטרוניות מפותחות. יישום טכניקות להפיכת גל הרשת לגמיש יותר ע"מ לא להיחשף עלול לפגוע בטווח או בקיבולת המכשיר.
 - שיתוף מידע ומודעות – המשך שיפור מגמת פיקוד ושליטה בתחומים משותפים בין זרועות וגם עם צבאות זרים בעלי ברית ושותפים אסטרטגיים. סוגיות סיווג יתר מאיימות על שיתופי פעולה והעברת מידע בזמן אמת. היכולת לשלב מערכות מודעות אחודה של מרחב הקרב בין כלל הזרועות תחת מדיניות אחת ('תחת מסך אחד במקום ארבעה') הינה עדיין טעונה שיפור ופיתוח.
 - לסיכום, האירוע בשנה הבאה יכלול אלמנטים טכנולוגיים נוספים ומיקומים גיאוגרפיים חדשים, שיבחנו את גישת הצבא האמריקני לפיקוד ושליטה משותפים בכלל התחומים ועם אופציה לשילוב זרועות נוספות וצבאות זרים.
- העברת נתונים, מהירות, טווח, וקבלת החלטות. הטכנולוגיות החדשניות שאכן פעלו ונתנו מענה מבצעי הולם הינן:
 - עצמאות ורמת בינה מלאכותית גבוהה - סיוור כרב"מים ומסוקי מזל"ט מבוססי בינה מלאכותית. התבטא בחיבור בין ארבעה רובוטים קרקעיים אוטונומיים שהתחברו לשני מל"טים לביצוע משימת סיוור אוטונומית לחלוטין ללא התערבות גורם אנושי. הרובוטים החליטו ביניהם ובעצמם כיצד לבצע את הסיוור ולשתף פעולה וכיצד לדווח על איומים.
 - מסוק UH60 הוכח כאוטונומי לחלוטין ובעל יכולת לשגר חימוש משוטט בדומה לשיגור טילים.
 - שיתוף מידע – שיתוף מהיר יותר של נתוני איומים בין חיילות שונים, ביסוס תמונה תפעולית משותפת בין יחידות בעלות טכנולוגיות שונות. הדבר התאפשר הודות לפעילות מקדימה לניפוי שגיאות בפורמט ההודעות ובחינת המחסומים הביורוקרטיים בין הזרועות. בנוסף, שילוב נתוני חיישנים בין זרועי במערכת פיקוד הקרב המשולבת בהגנה אווירית וטילים.
- תקשורת רשת משופרת באמצעות לוויינים ומזל"טים – הצלחת פעילות רשתית ברוחב פס גדול נגד יריבים שעלולים לפגוע במשאבים מבוססי תקשורת, כגון כלי נשק מתקדמים, פלטפורמות יבשתיות, מוטסות, ימיות וחיילים. הנתונים הועברו באמצעות מל"טים וקונסטלציות לוויינים, הממוקמת במסלול נמוך (low earth orbit).

[תקשוב](#)

התרעה לפנטגון: להגן על אמל"ח מהשתלטות האקרים

— 12 באוקטובר 2021

ובמידה פחותה קוריאנה הצפונית ואיראן, הכשירו אנשי סייבר שמשימתם היחידה בזמן מלחמה (או אפילו בזמן שלום) תהיה חדירה למערכות מחשב ורשתות אמריקניות. אפילו נשק קטן יחסית ולא מאובטח יכול לאפשר להאקרים גישה למערכת גדולה יותר.

כמעט כל אמצעי הלחימה האמריקניים, למעט כלי נשק קלים וכלי נשק צוותיים (כגון מקלעים), כוללים מערכות מחשב מובנות. המחשבים מוסיפים פונקציונליות, לרבות בקרת אש משוכללת, ניווט (קליטת אותות GPS) ותקשורת (העברת מידע קולי ונתונים). מחשבים אלה נקשרים לרוב לרשתות גדולות, לפעמים חובקות עולם, לצורך הוצאת פקודות, איסוף נתונים, דיווח על תצפיות אויב, ואפילו תיאום תקיפה או הגנה בין כוחות שונים, המרוחקים גיאוגרפית.

כיצד התקפות הסייבר הללו עשויות להיראות? בסרט הטכנו-מותחן Ghost Fleet שיצא לאקרנים ב-2015, צבא ארה"ב יוצא בו זמנית למלחמה עם רוסיה וסין. המלחמה כוללת התקפת פתע על הוואי, כולל מאמץ חדירה כוללני להשבתת כלי הנשק העוצמתיים ביותר בארה"ב. ספינות מלחמה, מטוסי F-35 ומערכות אחרות יוצאות מפעולה במהלך הקרב מבלי לבצע ירייה אחת – או לחילופין, גם ללא ירי לעברם. בחיים האמיתיים, הפריצות המדאיות ביותר יכולות להיראות דומות: הפנטגון מודאג ביותר מהתקפות שיגרמו לחבלה או השבתה של

[NSA to Pentagon: Lock Down Your Weapons Before Hackers Get to Them](#)

לטענת הסוכנות לביטחון לאומי (NSA – National Security of America) האקרים יכולים להשיג גישה למערכות הנשק המורכבות ביותר של צבא ארה"ב. בפרט בתקופה בה ארה"ב מתרחקת משני עשורי לחימה נגד ארגוני גרילה וטרוריסטים. כשהצבא אמור להתעמת עם יריבים בעלי טכנולוגיה עילית כמו סין ורוסיה, אזי כלי נשק מבוססי מחשב נמצאים בסיכון לפריצה. קשה לעקוף מצב זה, בעולם שבו הפנטגון מקדם פיתוח כלי נשק מתקדמים טכנולוגית ומבוססי מחשב, רשתות וקישוריות, המאפשרים העברת נתונים ביניהם באופן אלחוטי, כך שהאקרים יכולים לנצל זאת ולפגוע ביכולת של כוחות ארה"ב להילחם.

רוב האמריקנים מכירים את ה-NSA כסוכנות הביון המובילה במדינה, האחראית על איסוף מודיעין זר באמצעות מחשב, טלפון סלולרי ואמצעים אלקטרוניים אחרים. אולם ה-NSA אחראית גם על אבטחת סייבר והגנה מפני מדינות זרות המבקשות לחדור למחשבים ולרשתות אמריקניות. על הפנטגון להקשיח את מערכות הביטחון הלאומי מפני איומים חיצוניים, בייחוד מתקיפות סייבר. מערכות הנשק המדוברות אינן כוללות רק טילים היפרסוניים או לייזרים. כמעט כל מערכת אווירית, ימית ויבשתית כוללת יישומי מחשב. רוסיה וסין,

פגיעות הסייבר. בניגוד לשדה הקרב הקינטי - שבו מטוסים וכלי לחימה משוריינים מבלים את רוב זמנם ללא קשר עם האויב - האופי האלחוטי של רשתות מחשבים מתבטא בכך שאותם כלי נשק יהיו תחת איום מתמיד של התקפת אויב. זה דורש סוג אחר של שריון, שריון שיכול להיות חשוב לא פחות מהסוג שעוצר כדורים ופגזים.

[תקשוב](#)

כלי נשק, ויגרמו לתוכנה שמפעילה אותם לקרוס. זה יכול להתבטא בהשבתת מטוס קרב, השבתת מכ"ם, או לגרום ללוויין להיות במצב לא מקוון. פעילות פריצה עדינה יותר יכולה לכלול חדירת רשתות תקשורת, חבלה במאגרי מידע מבצעיים ולוגיסטיים, ונעילה של משתמשים לגיטימיים מחוץ לרשתות קריטיות. מומחי NSA רוצים שהצבא והתעשייה ייקחו ברצינות את סוגיית

חיישן קוואנטי יאפשר ניווט ללא GPS

62

— 2 בנובמבר 2021

[Quantum Sensor Breakthrough Paves Way for GPS-Free Navigation](#)

ההישג המתואר בכותרת התאפשר הודות לפיתוח שיטה לשמירה על וואקום לאורך זמן ולא בגלל הבנה עמוקה יותר בהיבטי הפיסיקה הקוואנטית. המחקר במדע הקוואנטים – הנמצא בסדר העדיפויות העליון של הפנטגון - עשוי למלא הבטחה ארוכת שנים ליצירת חלופה ל-GPS. צוות של מדענים מהמעבדה הלאומית Sandia פיתח חיישן קוואנטי שאינו נסמך על הספק או תמיכה מכאנית מסיבית, והוא בעל עמידות מוכחת, לאחר הרצה רצופה במשך שנה וחצי במעבדה. האמצעי יכול לאפשר מגוון רחב של יישומים אזרחיים וצבאיים, כגון התקני מחשוב קוואנטי, ורובוטים מכל הסוגים שאינם זקוקים עוד להסתמך על אותות לוויין חלשים, הניתנים לזיוף וחסומה, כדי לנווט באוויר, מתחת למים ואפילו מתחת לאדמה. ניווט קוואנטי פועל

באמצעות תהליך הנקרא אינטרפרומטריה אטומית (atom interferometry). אם אטומים יתקררו רק למיליוניות המעלה מעל האפס המוחלט, ואז יפגעו בהם באמצעות אלומות אור, ניתן להביא אותם למצב הקרוי סופרפוזיציה קוואנטית. כל אטום מקבל שני מצבים בו זמנית: נע ודומם. כל מצב מגיב אחרת לכוח המשיכה ולתאוצה. זה מאפשר למדוד ערכים כמו מרחק בצורה מדויקת יותר מאשר GPS - וללא צורך באות מהחלל.

כדי למדוד סופרפוזיציות קוואנטיות, נדרשת סביבה סטרילית שבה אין חלקיקים אחרים שיכולים להפריע. מרבית הג'ירוסקופים האטומיים ומדי התאוצה כיום דורשים מכשירי ואקום גדולים כדי לשאוב מולקולות מהמלכודת

ניתן להשתמש בחיישני האינרציה הללו בכל מקום שיש צורך במידע על מיקום או ניווט, ובמקום שבו GPS אינו זמין. ביישומים אזרחיים וצבאיים, כגון תעופה וכלי רכב אוטונומיים, גם הפסקות רגעיות של אות ה-GPS אינן קבילות. GPS בהחלט אינו זמין מתחת לאדמה או מתחת למים ולכן ניווט אינרציאלי חשוב מאוד עבור סביבות מבצעיות כאלו. מד התאוצה יכול לעבוד גם כמד כבידה. בנוסף, מדידות של שינויי כבידה חשובות גם לאספקטים כלכליים ואזרחיים, כגון חיפושי נפט, גז ומינרלים.

[תקשוב](#)

המגנטו-אופטית (magneto-optical trap - MOT). צוות Sandia הבין כיצד אפשר להשתמש באלומינה, אלומינוסיליקט וכימיקלים אחרים כדי לספוג ולנקות באופן פסיבי מולקולות סוררות. שיטה זו מורידה באופן ניכר את צרכי ההספק וגודל המכשיר. הפתרון ההנדסי מתבסס על תא ואקום שמשמש בשאיבה פסיבית כדי לשמר לחץ נמוך הנדרש לתופעת MOT למשך למעלה מ-200 ימים. לדברי צוות המעבדה, מאז אטימת התא עברה שנה וחצי ללא ירידה משמעותית בביצועים.

— 20 בספטמבר 2021

[Researchers find a new way to control magnets](#)

רוב המגנטים אשר בשימוש כיום בנויים מחומרים פרו-מגנטיים. הצירים המגנטיים של חומרים אלה מסודרים בכיוון צפון-דרום כך שאיחוד הכוחות שלהם יוצר שדה מגנטי בעוצמה כלשהי; חומרים אלה מהווים את הבסיס לרוב הזיכרונות במערכות מחשבים של היום. מעטים מאוד הם המגנטים המבוססים על חומרים פרו-מגנטיים (ferrimagnetic), בהם חלק מהאטומים מסודרים לכיוון אחד ואילו הנותרים מסודרים לכיוון ההפוך; השדה המגנטי של החומר הפרו-מגנטי נובע מחוסר האיזון בין שני סוגי האטומים – ככל שיהיו יותר אטומים מסודרים לכיוון מסוים, אזי השדה המגנטי יהיה חזק לאותו כיוון. בשל העובדה כי חומרים פרו-מגנטיים מושפעים רבות מכוחות חיצוניים, יש להם יכולת תגובה מהירה יותר לשמור מידע או לשנותו מאשר לחומרים פרו-מגנטיים.

הבעיה הייתה שעד כה לא הייתה דרך טובה לשנות מצב של מגנט מחומר פרו-מגנטי (למשל, מ-0 ל-1).

חוקרים במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) פרסמו כי שימוש בשכבה דקה של גדוליניום-קובלט (Gadolinium-Cobalt) יוצר את האפקט הזה, בשל העובדה שהציר המגנטי של אטומי הגדוליניום מסודר בכיוון מסוים, בעוד שהציר המגנטי של אטומי הקובלט מסודר בכיוון ההפוך. ע"י הפרדה של מולקולות מים לחמצן ומימן בעזרת מתח חשמלי, הצליחו החוקרים לגרום לגרעיני המימן (פרוטונים) לשנות את האיזון של הכיוון המגנטי ובכך לשנות ב-180 מעלות את מצב השדה המגנטי, האפקט הנדרש בהתקני זיכרון. החוקרים מציינים כי בשל העובדה שהם השתמשו בשינוי מתח בלבד, לא התחמם ההתקן ולפיכך היה יעיל מאוד מבחינה אנרגטית.

[טכנולוגיות](#)

חומר חדש יכול להסיט או לחסום חום

— 30 בספטמבר 2021

כך נוצר חומר אשר יכול להפיץ / לפזר את החום בכיוונים שונים. כך משיגים אפקט של הולכת חום בכיוון בו האטומים מסודרים לאותו כיוון, אך כאשר בוחנים שכבה סמוכה, היא יכולה להוביל את החום לכיוון אחר ולפזרו. לטענת החוקרים, בנייה של חומרי גלם לשבבים אלקטרוניים בשיטה זו תאפשר את קירור השבבים בצורה יעילה הרבה יותר ממה שמקובל כיום. החומר בו השתמשו החוקרים במקרה זה הוא תרכובת של מוליבדן וגופרית הידועה בשמה מוליבדן די-סולפיד (Molybdenum disulfide או MoS₂). בכך ניתן יהיה לחסוך בתקורות הנדרשות לקרר מעבדים בעלי מעגלים אלקטרוניים מסובכים. מאמר מדעי:

Extremely anisotropic van der Waals thermal conductors. Nature, 2021; 597 (7878): 660
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03867-8>
 טכנולוגיות

[Scientists create material that can both move and block heat](#)

כל פעולה מייצרת חום, בשל העובדה שאנרגיה היא חלק מעצם ביצוע הפעולה ובסופו של דבר הופכת לחום. הבעיה עם חום היא שעם הזמן הוא "מעייף" חומרים: רכיבים אלקטרוניים או סוללות. חוקרים באוניברסיטת שיקאגו בארה"ב המציאו שיטה המאפשרת לחומר להסיט חום או לחסום אותו כליל ברמה המיקרוסקופית. מדובר במבודד חום שבנוי משכבות דקות של גבישים בהם האטומים מסודרים בכיוון מסוים. החוקרים המשילו את החומר ל"קובייה הונגרית" שאינה מושלמת, קרי, טרם הסתיים תהליך סידורה למצב הסופי. בכל שכבה יש אטומים מסודרים לכיוון אחד, אך בשכבה שלידה אין לדעת מה הסדר והוא בחזקת אקראי.

אופטימיזציה של תכונות חומרים בעזרת למידת מכונה

— 15 באוקטובר 2021

חוקרים ב-MIT פיתחו תהליך מבוסס-נתונים ולמידת מכונה, המאפשר אופטימיזציה של תכונות חומרים המתאימים להדפסה תלת ממדית.

[Machine-learning system accelerates discovery of new materials for 3D printing](#)

החוקרים בנו חבילת תוכנה בקוד פתוח (open-source) הנקראת AutoOED, אשר מאפשרת לחוקרים אחרים לבצע אופטימיזציות משלהם. המערכת נוסדה לצורך אופטימיזציה של הרכב דיו חדש להדפסה תלת ממדית, אשר מתקשה עקב חשיפה לאור על-סגול, ומשיג תכונות מכאניות רצויות. לדברי החוקרים, אפשר להאיץ את כל התהליך עוד יותר, ע"י הוספת אוטומציה גם ביצירת הדגימות ובחינתן. הם מצפים שבעתיד אפשר יהיה ליישם את השיטה לא רק לבניית חומרים משופרים להדפסה תלת ממדית, אלא לפיתוח חומרים בכלל, בהתאם לשימושים ספציפיים.

מאמר מדעי:

Accelerated Discovery of 3D Printing Materials Using Data-Driven Multi-Objective Optimization, Science Advances (2021), <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abf7435>

[טכנולוגיות](#)

הודות לתהליך זה ניתן להוריד עלויות וגם להקטין את הפגיעה בסביבה ע"י צמצום החומרים המבזבזים. לדברי החוקרים, עד כה פיתוח חומרים חדשים הוא במידה רבה תהליך "ידני": הכימאי מערבב מרכיבים שונים, בודק דגימות ובסוף מגיע להרכב מסוים. הוא יכול לעשות בדיקות בודדות כאלה במשך ימים אחדים. לעומת זאת, המערכת הממוחשבת שפותחה יכולה לעשות מאות איטרציות באותו הזמן. מפתח החומרים בוחר כמה מרכיבים, מזין למערכת את פרטי ההרכבים הכימיים שלהם, ומגדיר את התכונות המכאניות הרצויות של החומר המבוקש. האלגוריתם "משחק" עם כמויות שונות של המרכיבים ובסוף ממליץ על הקומבינציה האידיאלית. בהתאם לכך המפתח יוצר דגימה, בודק את תכונותיה, ומדווח לאלגוריתם – אשר לומד באופן אוטומטי מהניסוי ומיישם את המידע בהמשך.

העברת מיומנויות מסימולציות לרובוט אמיתי

66

— 20 באוקטובר 2021

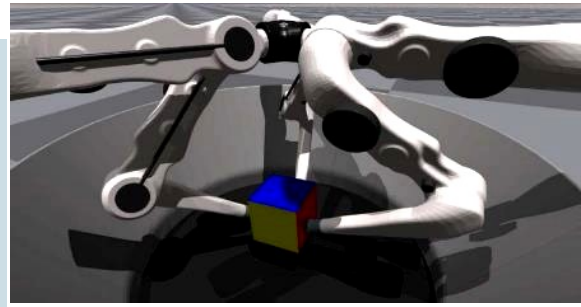
בתחרות "אתגר רובוטי אמיתי" (Real Robot Challenge) שקיים השנה מכון מקס פלאנק למערכות אינטליגנטיות, התחרו מעבדות אקדמיות במתן פתרונות לבעיה של מיקום ושינוי מיצוב של קובייה, תוך שימוש ביד רובוטית זולה.

[A system to transfer robotic dexterous manipulation skills from simulations to real robots](#)

לטיפול בבעיית המניפולציה השתמשו החוקרים בגישה הנקראת "ייצוג נקודות מפתח" (keypoint representation). זאת שיטה לייצג אובייקט ע"י התמקדות ב"נקודות העניין" העיקריות שבתמונה שלו. אלה הן נקודות שנשארות ללא שינוי בלי תלות בגודל התמונה, בסיבוב, בעיוותים וכו'. החוקרים השתמשו ב"נקודות המפתח" בתמונה כדי לייצג את המיצוב של קובייה שהרובוט היה אמור לטפל בה, להזנת נתוני התמונה אל רשת נוירונים. כמו כן הם הוסיפו אלמנטים שונים של אקראיות ("רנדומיזציה") אל הסביבה, כדי לאלץ את בקר רשת הנוירונים להפגין התנהגות החסינה לטווח רחב של פרמטרים של הסביבה. בתהליך האימון האלגוריתם "חווה" 16,000 סימולציות של רובוטים, ובכל שנייה הופקו 50,000 צעדים ששימשו לאימון המערכת. מאמר מדעי:

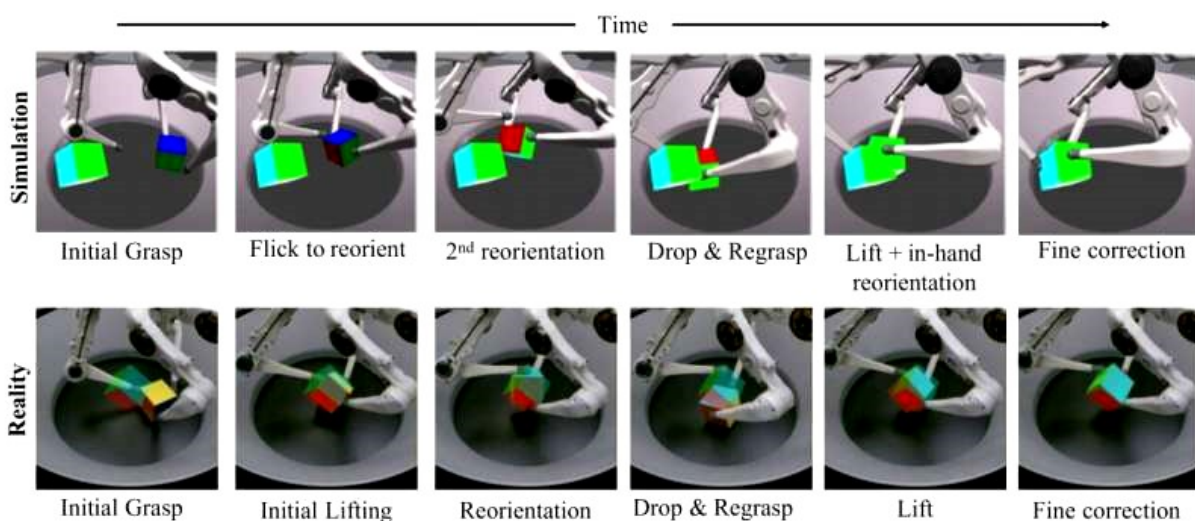
Arthur Allshire et al, "Transferring dexterous manipulation from GPU simulation to a remote real-world trifinger", <https://arxiv.org/abs/2108.09779>

Credit: Allshire et al.



האתגר כלל סידרה של בעיות מניפולציה, עם רמות קושי שונות. כדי להתמודד עם אחת מהבעיות שהוצגו בתחרות, חוקרים משלושה מוסדות (University of Toronto's Vector Institute, ETH Zurich, MPI Tubingen) פיתחו מערכת שמאפשרת לרובוט לרכוש מיומנויות של מניפולציה מאתגרת, ע"י העברת המיומנויות הללו מסימולציה אל הרובוט האמיתי. המערכת השיגה 83 אחוזי הצלחה במטלות שהוגדרו בתחרות לביצוע ע"י "יד" עם שלוש אצבעות: TriFinger system. החוקרים השתמשו בשיטה של "למידת חיזוק" המקובלת בלמידת מכונה (פרטים בכתבה המקורית ובמאמר המדעי). הסביבה הסימולטיבית נבנתה ע"י סימולטור חדש של חברת NVIDIA.

Credit: Allshire et al.



[טכנולוגיות](#)

בניית סגסוגת עם תכונות יוצאות דופן ע"י הדפסת 3D

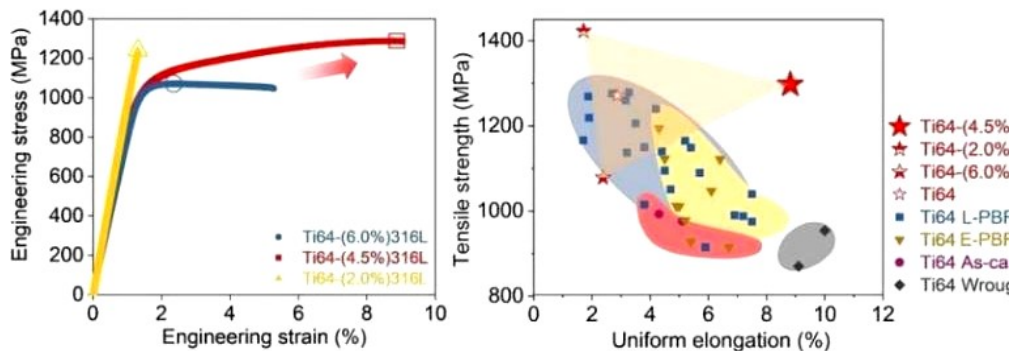
— 22 באוקטובר 2021

הם פיתחו שיטה ליצור סגסוגות עם ריכוזי גרדיינטים בגודל מיקרוני בעזרת הדפסה תלת ממדית. התהליך כולל התכה וערבוב של אבקות סגסוגת שונות ואבקות של פלדת אל-חלד, תוך שימוש באלומת לייזר ממוקדת. ע"י בקרת פרמטרים כמו הספק הלייזר ומהירות הסריקה, הם הצליחו ליצור אי-אחידות מבוקרת בתוצר הסופי.

לדברי החוקרים, המיקרו-מבנים הייחודיים מובילים לתכונות מכאניות מעולות – כולל שילוב של חוזק גבוה מאוד יחד עם משיכות גבוהה ומשקל נמוך.

סגסוגת הטיטניום שפיתחו החוקרים קלה ב-40% מפלדה, יש לה חוזק משיכה של כ-1.3 ג'יגה-פסקל, והתארכות של כ-9%.

The experimental results show that the new titanium alloy has supreme mechanical properties. Credit: Dr Zhang Tianlong



[Innovative design of titanium alloy with supreme properties by 3D printing](#)

באמצעות הדפסה תלת ממדית, חוקרים באוניברסיטת העיר הונג קונג פיתחו סגסוגת טיטניום סופר-חזקה, קלה מאוד ובעלת משיכות גבוהה (ductility). ההישג עשוי לסלול דרך לפיתוח סגסוגות עם תכונות ומבנה חסרי תקדים, עבור יישומים מבניים שונים.

עד היום הדעה המקובלת במטלורגיה הייתה שהיעדר הומוגניות בסגסוגת אינו רצוי, כי הדבר עלול להוביל לתכונות לא טובות כגון פריכות. על כן אחד האתגרים בתהליכי "ייצור בהוספה" (כלומר הדפסה תלת ממדית) היה איך למנוע את האי-הומוגניות במהלך קירור מהיר. אבל החוקרים גילו שרמה מסוימת של הטרוגניות דווקא עשויה לשפר את התכונות.

מאמר מדעי:

Tianlong Zhang et al, In situ design of advanced titanium alloy with concentration modulations by additive manufacturing, Science (2021), <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abj3770>
[טכנולוגיות](#)

היא גם מבטיחה שולי בטיחות גבוהים לפני שעלול להתרחש שבר. כל אלה הן תכונות מועילות מאוד עבור יישומים מבניים בתחומי תעופה וחלל, תחבורה, ויישומים תעשייתיים שונים. ממצאי המחקר פורסמו בכתב העת המדעי המוביל "סיינס".

לקראת נשק לייזר של פעימות אולטרה-קצרות

68

— 19 באוקטובר 2021

[Rapid Pulse Laser Weapons Could Be The Pentagon's Future Edge](#)

כדי להתגונן מפני נחילי כטב"מים וטילים שגא-קוליים, יש צורך להשקיע יותר במערכות אלה. מדובר על הספק של טריליון וואט הנורה למשך של קואדריליונית השנייה. בעוד שאלומת לייזר רציפה מסדר גודל של קילוואט מתפזרת שהיא עוברת באטמוספירה, אלומת USPL מפרקת מולקולות ומייננת אטומי חנקן וחמצן. הדבר יוצר סוג של "ערוץ פלאזמה" ששומר על מיקוד הקרן לאורך מרחק גדול. אבל קרן USPL גם הופכת חלק קטן מפני המטרה לפלאזמה. אם לא נותנים לפלאזמה הזאת זמן להתפזר, היא עצמה פועלת כמגן בפני הפעימות הבאות. זאת תופעה שנחקרה במשך עשרות שנים. המחקרים החדשים בנושא בודקים האם סידרה של פעימות הנורות ברצף במהירות גבוהה יכולה לפגוע במטרה הנעה במהירות, לפני שנוצרת שכבת ההגנה.

לדעת כותב המאמר, (ג'ון שפרד, סמנכ"ל חדשנות באנרגיה מוכוונת של חברת Booz Allen Hamilton) מערכת הביטחון של ארה"ב לא משקיעה מספיק בפיתוח לייזר של פעימות אולטרה-קצרות (ultrashort pulse lasers - USPL). רוב המו"פ בנשק של אנרגיה מוכוונת עוסק בלייזרים של גלים רציפים, כלומר באלומות עם אנרגיה גבוהה שצורכות הספק נמוך יחסית, ושיכולות לגרום נזק לחיישנים אופטיים או חלקים אחרים במטרות. אבל יש עניין גובר בלייזרים של פעימות אולטרה-קצרות והספק עצום. הפעימות הללו נורות לזמן קצרצר של חלקיק שנייה ויכולות לאדות חלק קטן של פני המטרה או להוציא את האלקטרוניקה שלה מכלל שימוש.

להערכת כותב המאמר, אפשר לצפות לאבות טיפוס של מערכת מבצעית תוך 10 – 15 שנים, בהנחה שיושקעו המשאבים הנדרשים. המחבר טוען כי תקציבי הפיתוח בארה"ב לנשק אנרגיה קטנים; אם ב-2021 הוקצו 1.2 מיליארד דולר לנושא, אזי ל-2022 מתוכננים רק 0.915 מיליארד דולר. הוא טוען כי חייבים להגדיל את התקציב ל-2 מיליארד דולר. הוא מוסיף כי מדינות באירופה משקיעות לא מעט בתחום זה ומציין כי גם בסין (בשנחאי) הוקם מרכז למחקר לייזר בעוצמות של פטה-ואט.

[טכנולוגיות](#)

כמו בכל סוגי האנרגיה המוכוונת, יש עוד צורך במו"פ כדי להקטין גודל, משקל, דרישות הספק, קירור, ועלויות. שלוש מערכות USPL המתקדמות ביותר נכון להיום פותחו במסגרת היוזמה האירופית Extreme Light Infrastructure, וגודלן כשל בניין. מערכות כמו אלה שנבנו באוניברסיטת נברסקה או אוניברסיטת מרכז פלורידה עשויות ממספר "דוכנים אופטיים" (optical benches), במשקל טונה כל אחד. מעבדות באוניברסיטת סטנפורד ונברסקה מחפשות דרכים לצמצום הגודל והמשקל.

ניווט מדויק ללא לוויינים

69

— 8 באוקטובר 2021

[How to get accurate positioning without satellites](#)

הן יאפשרו ביצוע משימות מבצעיות בדיוק גבוה בטווח ארוך או שהייה ארוכה ללא תלות במערכות GNSS. בהתבסס על ניסויים אלו, החברה מציעה כעת ללקוחות המבצעים שילוב והתאמה למטוסים עתידיים. למשל בהצעת רכש של מטוסי Gripen עבור ח"א הפיני.

[טכנולוגיות](#)

חברת סאאב ביצעה מחקר וניסויים של מספר טכנולוגיות עבור ניווט מדויק ללא קשר ללוויינים. הניסויים בוצעו עם מטוס Gripen E בשיתוף עם חברת Maxar והתקבלו תוצאות טובות. המערכות משלבות חיישנים אופטיים ומדי מרחק, ואלגוריתמים מתקדמים של מיפוי תלת-ממד ומעקב שטח, והשוואה לבסיס מידע קיים.

חא"א מתניע מאמץ לאספקת אנרגיה ליחידות לוחמות בשטח

— 3 בנובמבר 2021

[AFRL's Expeditionary Energy Campaign commences](#)

התוכנית האסטרטגית של ההגנה הלאומית (National Defense Strategy) מזהה את הצורך להפעיל כוח לוחם שישוגר במשלחות ייעודיות כדי להתמודד עם איומים גלובליים בכל אזורי החיכוך האפשריים. לכוח כזה יידרשו דלק והספק חשמלי כדי להילחם ולהתקיים. ע"מ לתת מענה לצרכים הללו, מעבדת המחקר של חייל האוויר האמריקני AFRL השיקה את קמפיין האנרגיה, במטרה לממן פיתוח טכנולוגיות אנרגיה חדשניות ויעילות המציעות שיפורי היכולת עבור הלוחמים (למשל, ייצור חשמל גמיש וייצור חשמל מתחדש, העברת חשמל אלחוטית וכו').

קמפיין האנרגיה קורא ל-AFRL לשתף פעולה עם שמונה חברות טכנולוגיה בתחום האנרגיה שנבחרו מתוך AFWERX Reimagining Energy Challenge עבור משרד ההגנה, כדי לעזור ולהבין את תחומי העניין ולהתחבר למשתמשים פוטנציאליים של חייל האוויר וחייל החלל. הוחלט לאפשר מתן מימון לכל אחת משמונה החברות עבור מחקר היתכנות שלב 1 במשך שישה חודשים על סך \$200,000. בהתבסס על הערכה של התועלת הצבאית, חלק מהפתרונות עשויים

לקבל מימון נוסף עבור הדגמה מוגבלת כדי להראות הוכחה לקונספט. החברות הבאות נבחרו לבדיקת היתכנות:

- תאגיד AES, הממוקם בארלינגטון, וירג'יניה, היא חברת חשמל עולמית של Fortune 500 הפועלת בארבע יבשות. הם מובילים בתחום אנרגיה מתחדשת ואחסון אנרגיה, וממוקמים במקום החמישי בעולם בפיתוח סולארי. ההתמקדות שלהם במחקר שלב 1 - הפחתת התלות בדלק וסיכונים לוגיסטיים.
- Florida Turbine Technologies, Inc, חטיבה של Kratos Defense & Security Solutions, שבסיסה בפלורידה, מייצרת פתרונות טורבו-מכונות מאז 1998 ובעבר כבר עבדה עם AFRL. מחקר שלב 1 של החברה יתמקד בפיתוח של מערכת גנרטור ניידת קלת משקל ובעלת הספק גבוה.
- IceWind, LLC, הממוקמת בטקסס, מפתחת את IceWind Power Platform כדי לשלב ייצור חשמל, הפצה ואחסון אנרגיה, ופותרת את הצורך של משרד ההגנה האמריקני באנרגיה מבוזרת שניתנת לפריסה בקלות עבור הלוחמים.

ביצועים גבוהים, עבור יישומים קריטיים למשימה.

▪ Resonant Link בוחנת את ההיתכנות של מערכת טעינה אלחוטית יעילה, הניתנת לפריסה, כולל ציוד תמיכה קרקעי.

▪ Liftwave, Inc. DBA RISE Robotics, הממוקמת במסצ'וסטס, המציאה תחליף למערכות הידראוליות שיאפשרו את העידן הבא של מכונות כבדות חשמליות. טכנולוגיית הליבה של הסטארט-אפ היא מפעיל ליניארי מכאני המופעל חשמלית עם כל היכולות של צילינדר הידראולי, אך בעל יעילות ושליטה משופרת מאוד. מחקר שלב 1 של החברה יתמקד בהיתכנות של טכנולוגיית RISE™ ביישומי ציוד חשמלי של חייל האוויר האמריקני.

▪ סימנס אנרג'י, בע"מ, הממוקמת בפלורידה, היא צוות עולמי של יותר מ-91,000 עובדים ובעלת מומחיות עולמית בטכנולוגיית טורבינות, ייצור חשמל, ניהול חשמל ועוד מספר תחומים הקשורים להספק. מחקר שלב 1 של החברה מתוכנן להתמקד בפתרונות לייצור חשמל מבוססי מיקרו-טורבינות.

[טכנולוגיות](#)

▪ Influit Energy, LLC, הממוקמת בשיקגו, מפתחת נוזלים פונקציונליים, שהינם ננו-נוזלים מבוססי-ננו-טכנולוגיה, המאפשרים פתרונות רבי עוצמה למגוון אתגרי אנרגיה. על ידי שינוי כימי של פני השטח של הננו-חלקיקים, נוצרים נוזלים חדשים בעלי צמיגות נמוכה, שיכולים להעביר ולאגור אנרגיה בצורה יעילה יותר בצורות שונות לקבלת ננו-אלקטרו-דלק (Nanoelectrofuel - NEF).

▪ Reach Labs, הממוקמת בקליפורניה, היא חברת טכנולוגיה בעלת מיומנויות בהעברת הספק באופן אלחוטי בתדרי רדיו, אלגוריתמים שיתופיים של רשתות אנרגיה, עיצוב מטא-חומר אלקטרומגנטי אדפטיבי, הספק גבוה דו-כיווני, מעגלי המרה ביעילות גבוהה ותוכנה חכמה לניהול הספק. מחקר שלב 1 של החברה יעסוק בעיצובים של ממסר פסיבי, בדומה לעדשה פשוטה, המשמשת למיקוד אות כוח אלחוטי, המאפשר טווח מוגדל בין משדר למקלט.

▪ Resonant Link, הממוקמת בוורמונט, מציעה מערכת להעברת הספק אלחוטית, בעלת



מס' הטלפון במפא"ת
03-6976081

