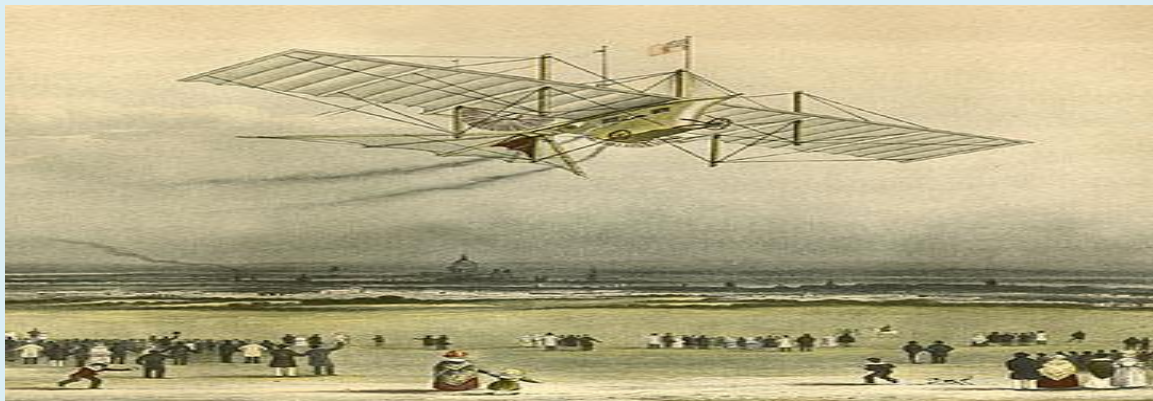


התעופה לקראת טיסות ממונעות

- לאור העקרונות שפותחו על ידי קליילי ובעקבות פיתוחו פורץ הדרך של מנוע הקיטור בשנות ה-20 של המאה ה-19, החלו מהנדסים לבדוק את האפשרות של שילוב מנוע הקיטור המכני עם כלי טיס שונים.
- מהנדס בריטי בשם ויליאם סמואל הנסון פיתח תכנית לבניית מטוס עם שני מדחפים בעלי שישה להבים כל אחד, אשר יונעו באמצעות מנוע קיטור.
- דגם המטוס קיבל את הכינוי "כרכרת הקיטור האווירית של הנסון", והוא עורר התרגשות רבה בקרב מדענים ועיתונאים ברחבי הממלכה.
- לבסוף ניסיונותיו של הנסון להביא לכדי יצירת מכונה מעופפת לא צלחו עקב מחסור במשאבים והיעדר מנוע קיטור מכני קל משקל.



איור "כרכרת הקיטור האווירית של הנסון"

הטיסה הממונעת הראשונה על ידי האחים רייט

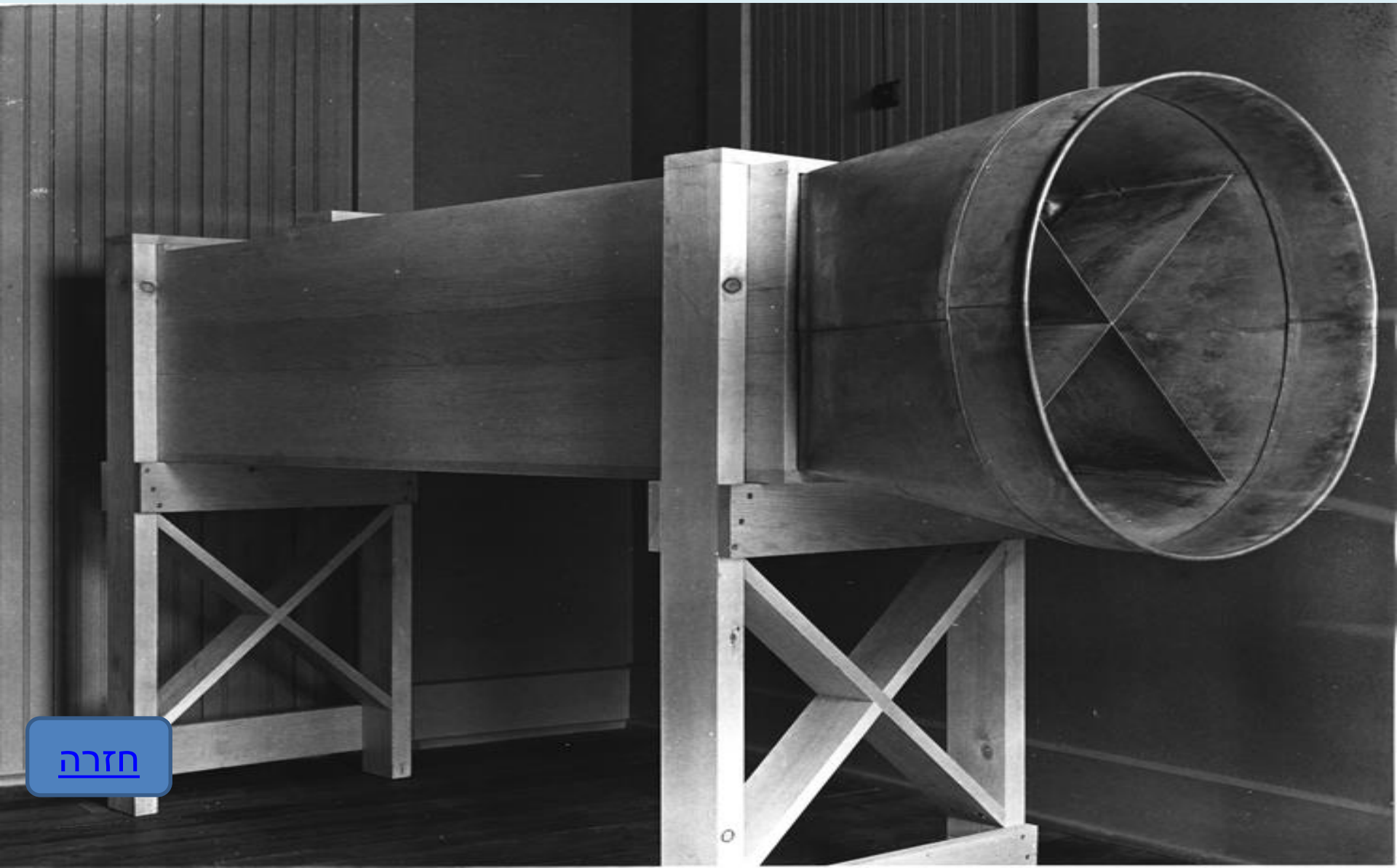
- במשך מרבית המאה ה-19 נכשלו מתכנני כלי טיס הממונעים להביא לשלב מעשי את המצאותיהם, בעיקר בעקבות חוסר היכולת להבטיח את שמירת היציבות של כלי הטיס בעודם באוויר.
- רק לקראת סוף המאה ה-19, עם ההתפתחויות הטכנולוגיות ובעיקר פיתוחו של מנוע הבעירה הפנימית (הבוכנה), התאפשר [לאחים וילבור ואורוויל רייט](#), שני בוני אופניים אמריקאיים, להיות קרובים מאוד ליצירת מכונה מעופפת מבצעית.
- בשנים 1900-1902 הם ייצרו בסדנת האופניים שלהם סדרה של דאונים כאשר במהלך בנייתם נערכו להם מדידות אווירודינמיות מדויקות להפליא. הם בנו לשם כך את "[מנהרת הרוח](#)" הראשונה אי פעם, שבעזרתה שכללו את דאניהם.
- בסוף שנת 1903 הם כבר היו מסוגלים להוסיף לדאונם מנוע בוכנה קל משקל שאותו פיתחו בעצמם.
- ב-17 בדצמבר 1903, ב"קיטי הוק" שבצפון קרוליינה, התקבצו ארבעה מבוגרים וילד לחזות בניסיון [הטסת ה"מעופף של האחים רייט](#)". וילבור נבחר להטיס ראשון, אך לא הצליח להמריא. אחריו היה זה תורו של אחיו אורוויל שהצליח לטוס למרחק של כ-37 מטרים בטיסה במכונה מאוישת ראשונה שארכה 12 שניות בודדות.

האחים רייט



חזרה

מנהרת הרוח שפיתחו האחים רייט



[חזרה](#)

צילום טיסתם הראשונה של האחים רייט



לראשונה האדם נעזר במטוס במלחמה

- השימוש במטוסים במלחמת העולם הראשונה התחיל בביצוע גיחות סיור וריגול מעבר לקווי האויב. מכאן, החלו להתפתח קרבות האוויר שתחילה נוהלו בצורה פרימיטיבית למדי. טייסי ריגול משני הצדדים הלוחמים החלו לקחת עמם לאוויר אקדחים אישיים מתוך ניסיון "לצלוף" זה על זה תוך כדי טיסה. הניסיונות הללו היו במרביתם המוחלט לא מוצלחים...
- הסיכון הרב ביותר שנשקף באותו הזמן לטייסים, היה דווקא אש מן הקרקע. אי לכך עלו טייסים רבים לאוויר כאשר לוח מתכתי שנועד למנוע פגיעות של קליעים, ניצב מתחת גופם.
- בשלבים מאוחרים יותר של המלחמה החלו הצבאות לצייד ולשדרג מטוסים עם מכונות ירייה קדמיות, דבר שהפך אותם לראשונה למטוסים המיועדים לקרב. הירי דרך הפרופלור העמיד אותו בסיכון, מחשש של פגיעה בלהבים שלו על ידי קליעים תועים. רק לאחר פיתוח של מנגנון המונע ממכונת הירייה לירות כאשר אחד מלהבי המדחף מצוי מולה, הפכו המטוסים להיות כלי מלחמתי יעיל של ממש.

מכונות ירייה קדמיות



איור של קרבות אוויר במלחמת העולם הראשונה



[חזרה](#)

גיבורי מלחמה מסוג חדש

- מלחמת העולם הראשונה יצרה לראשונה גיבורי מלחמה מסוג חדש - ה"אייסים" או אלופי הפלות בקרבות אוויר. הצבאות מהצדדים השונים הפכו גיבורי טיס שכאלו לגיבורים מיתיים כמו ה"ברון האדום" מנפרד פון ריכטהופן הגרמני ורנה פול פונק הצרפתי. במלחמת העולם הראשונה התבררה חשיבות המטוס במערך הכוחות הלוחמים כמו גם העוצמה הפוטנציאלית הקיימת באמצעי הלחימה החדש. דבר זה גרם לפיתוח תיאוריות לחימה ותמרוני אוויר חדישים.



רנה פול פונק



ה"ברון האדום"

"תור הזהב" של התעופה

- לאחר סיום המלחמה עברה התעופה האנושית לשלב המכונה "תור הזהב". בתקופה זו חוותה התעופה התפתחויות משמעותיות. טייסי הקרב של המלחמה פרשו והחלו להופיע במטסים שבהם הטיסו מטוסי שעשועים למטרות בידור. בעקבות הפופולריות של מופעים אלה הכריזו עיתונים גדולים ברחבי העולם על פרסים לאלה אשר ישלימו אתגרי תעופה שונים.
- האתגר הגדול ביותר מבין אלה היה לחצות את האוקיינוס האטלנטי ללא חניית ביניים.
- [צ'ארלס לינדברג](#) האמריקאי בנה לצורך כך [מטוס פשוט](#) וקל משקל, שאפילו מכשירי הקשר הוצאו ממנו על מנת לצמצם את תצרוכת הדלק. "הרוח של סיינט לואיס", כינויו של המטוס, המריא מניו יורק ב-20 במאי 1927, וכעבור 33 וחצי שעות של אי ודאות נחת המטוס בלה בורז'ה שליד פריז. לינדברג זכה ב-\$25,000, והאנושות זכתה להבין כי כבר לא נשאר מרחק שאותו לא מסוגל המטוס לגמא.
- [סרטון המתאר את טיסתו ההיסטורית של לינדברג \(חצייה ראשונה של האוקיינוס האטלנטי בטיסה ישירה\)](#)

צ'ארלס לינדברג



[חזרה](#)

תא הטייס של מטוס ה"רוח של סיינט לואיס"



[חזרה](#)

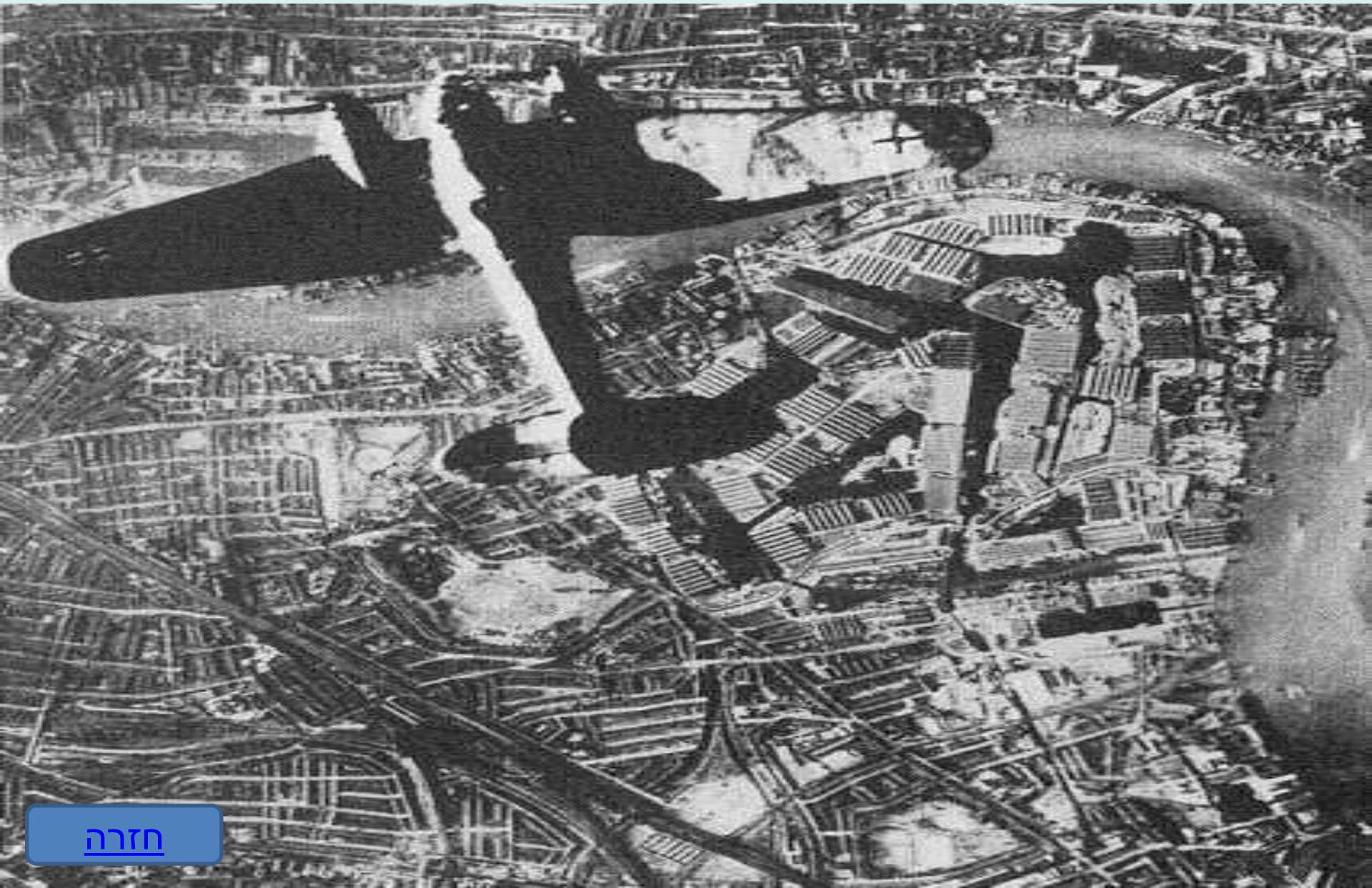
הקהל הצרפתי מתאסף סביב מטוסו של לינדברג, דקות לאחר הנחיתה



המטוס ככלי מרכזי במלחמת העולם השנייה

- במלחמת העולם השנייה תפסו המטוסים תפקיד משמעותי החל מיריית הפתיחה. המטוסים היו גורם מכריע במלחמת הבזק הגרמנית ששטפה את אירופה. בתחילת המלחמה לא הייתה תשובה לעליונותו האווירית של מטוס ה"מסרשמיט 109" הגרמני ודגמים אחרים, כמו ה"יונקרס 88 - שטוקה" בשמי אירופה.
- בטוחים בעוצמת חיל האוויר הגרמני החלו הנאצים בקיץ 1940 [להפציץ מהאוויר אתרים אסטרטגיים](#) באי הבריטי, זאת במסגרת ההכנות לקראת פלישה. כך נפתחה המערכה האווירית הגדולה בהיסטוריה שכונתה ה"קרב על בריטניה".
- הבריטים העמידו מול "המסרשמיט" הגרמני את ה"ספיטפייר" אשר זריזותו ותמרונו החדים תפסו פעם אחר פעם את "המסרשמיטים" בעמדת נחיתות. פיתוחו פורץ הדרך של המכ"ם על ידי הבריטים יחד עם [עליונותם של מטוסי "הספיטפייר"](#) הכריעו לבסוף את הכף לטובת הבריטים אשר הסירו מעליהם את איום הפלישה הנאצי.
- כניסת ברית המועצות, ארצות הברית ויפן הקיסרית למלחמה הוסיפה שלל מטוסים לקרבות. אך היו אלה המטוסים האמריקאיים שבלטו מעל השאר, ובייחוד מטוס ה"מוסטנג" שהיה לדעת רבים מטוס הקרב האיכותי ביותר במלחמה.

מפציץ גרמני מעל העיר לונדון



צילום מתוך כוונת מטוס "ספיטפייר" היורה צרורות לעבר מפציץ גרמני



[חזרה](#)

המטוס ככלי מרכזי במהלך מלחמת העולם השנייה (המשך)

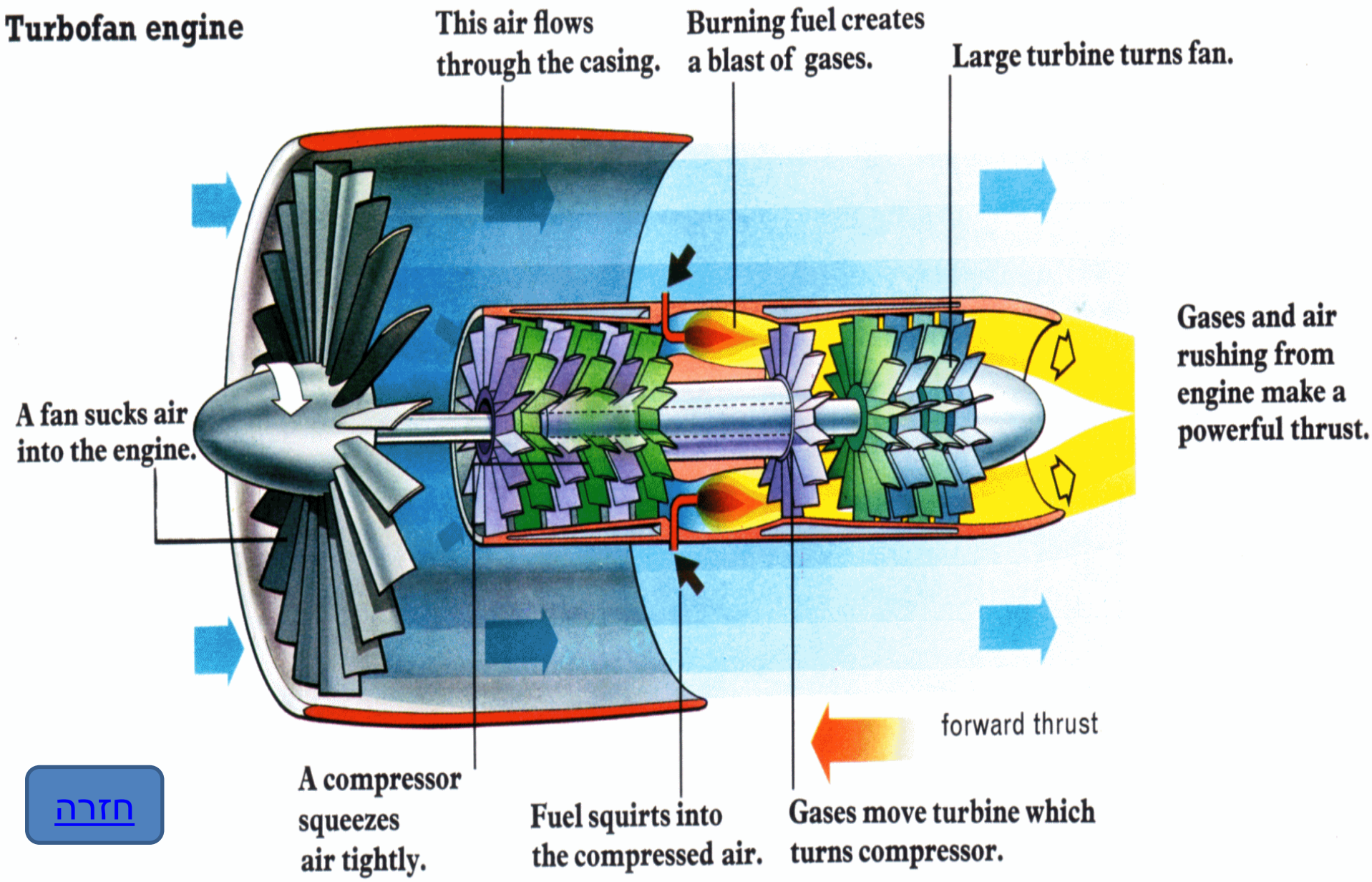
- ככל שהמלחמה קרבה אל סופה, הלכו ותפסו המפציצים הכבדים תפקיד חשוב יותר ויותר בהפצצת עריה ומרכזי התעשייה של פנים גרמניה הנאצית.
- מפציצי ה-B-17 וה-B-29 האמריקאיים הכו פעם אחר פעם בלב גרמניה. על אף פיתוחם הראשוני של טילים בליסטיים קטלניים שכונו V-1 ו-V-2, שהגרמנים הכניסו לשירות מבצעי בסוף המלחמה, תבוסתם הייתה כבר בלתי נמענת.
- בימיה האחרונים של המלחמה נכנס למשחק כלי חדש: מטוס הסילון. "הגלוסטר מטאור" הבריטי החל לפעול בשמי אירופה וכך גם התשובה הגרמנית – "המסרשמיט 262". שני החלוצים של עידן הסילון אמנם הספיקו ליטול חלק פעיל במלחמה, אך הם היו מועטים מדי ומאוחרים מדי על מנת להטות את הכף לכאן או לכאן.
- [סרטון \(10 דקות\) - צילומים של קרבות אוויר ממלחמת העולם השנייה](#)
- [סרטון \(3 דקות\) של מטוס הסילון הראשון - המסרשמיט 262](#)
- [סרטון \(7 דקות\) - הפצצות אסטרטגיות במלחמת העולם השנייה](#)

עידן מנוע הסילון והטיסה העל-קולית

- [מנוע הסילון](#) מושך לתוכו אוויר ודוחס אותו. לאחר הדחיסה מעורב האוויר הדחוס עם דלק, והתערובת מוצתת על ידי מצת. האנרגיה הנוצרת מהבעירה היא הדחף שאותו ממירים ליצירת ההנעה.
- [סרטון \(9 דקות\) - איך עובד מנוע סילון? \(אנגלית\)](#)
- אחר תום מלחמת העולם השנייה החלו מטוסי הבוכנה לפנות את מקומם למטוסי הסילון. תחילה הוצאו משירות מטוסי הקרב המצוידים במנוע בוכנה, ולאחר הצגתו של ה"דה הבילנד קומט" וביתר שאת לאחר פיתוחו של הבואינג 707 יצאו משירות גם רוב המטוסים שאינם סילוניים.
- מנוע הסילון אפשר לאדם להתקרב בטיסתו למהירות הקול, אך כאשר מטוסי הסילון התקרבו במהירותם למחסום הקול (כ-1,000 קמ"ש), הם החלו לשקשק ולרעוד, והיה חשש שיתפרקו.
- בסופו של דבר הטכנולוגיה התגברה על אותן בעיות, ובאוקטובר 1947 טס טייס הניסוי האמריקאי [צ'אק ייגר](#) במטוס ["בל X-1"](#) ועבר לראשונה את מהירות הקול. לא חלף זמן רב, ונבנו מטוסי הקרב העל-קוליים הראשונים בייצור סדרתי.
- [סרטון \(6 דקות\) - שבירת מחסום הקול על ידי צ'אק ייגר \(אנגלית\)](#)

תרשים גרפי של מנוע סילון

Turbofan engine



צ'אק ייגר על רקע ה-X-1



X-1 באוויר



[חזרה](#)

המשך עידן מנוע הסילון והטיסה העל-קולית

- כשש שנים לאחר טיסתו ההיסטורית של ייגר, בשנת 1967, טס המטוס בעל המנוע הרקטי, X-15, במהירות הגבוהה ביותר שהאדם השיג מעודו תחת התנאים הפיזיקליים שבכדור הארץ. 7,297 הקילומטרים לשעה שאותם השיג המטוס, היו יותר מפי שישה ממהירות הקול, מהירות שנשברה לראשונה רק כמה שנים קודם לכן. זו הייתה מהירות פי 146 ממהירות מטוסים של האחים רייט שהמריא אך לפני מעט יותר מ-60 שנה.

- [סרטון ה-X-15](#)



צילום של X-15 באוויר

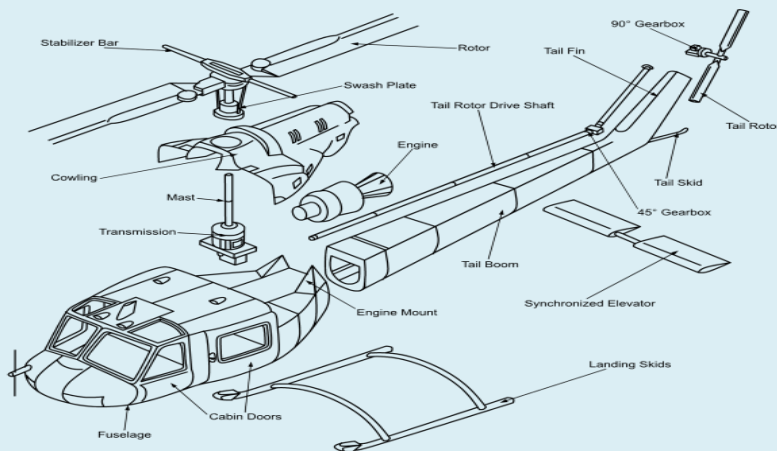
"איש הרקטה"

- הטייס השווייצרי איב רוסי, המכונה "איש הרקטה", בנה בעצמו כנפיים מתרבות פחם שלהן מחוברים ארבעה מנועי טורבינת סילון.
- באמצעות הכנפיים הממונעות שיגר את עצמו רוסי ממטוס מגובה של 2,500 מטרים וחצה, בגיחה מהירה, את תעלת למאנש המפרידה בין אנגליה לצרפת.
- [סרטון: "איש הרקטה"](#)



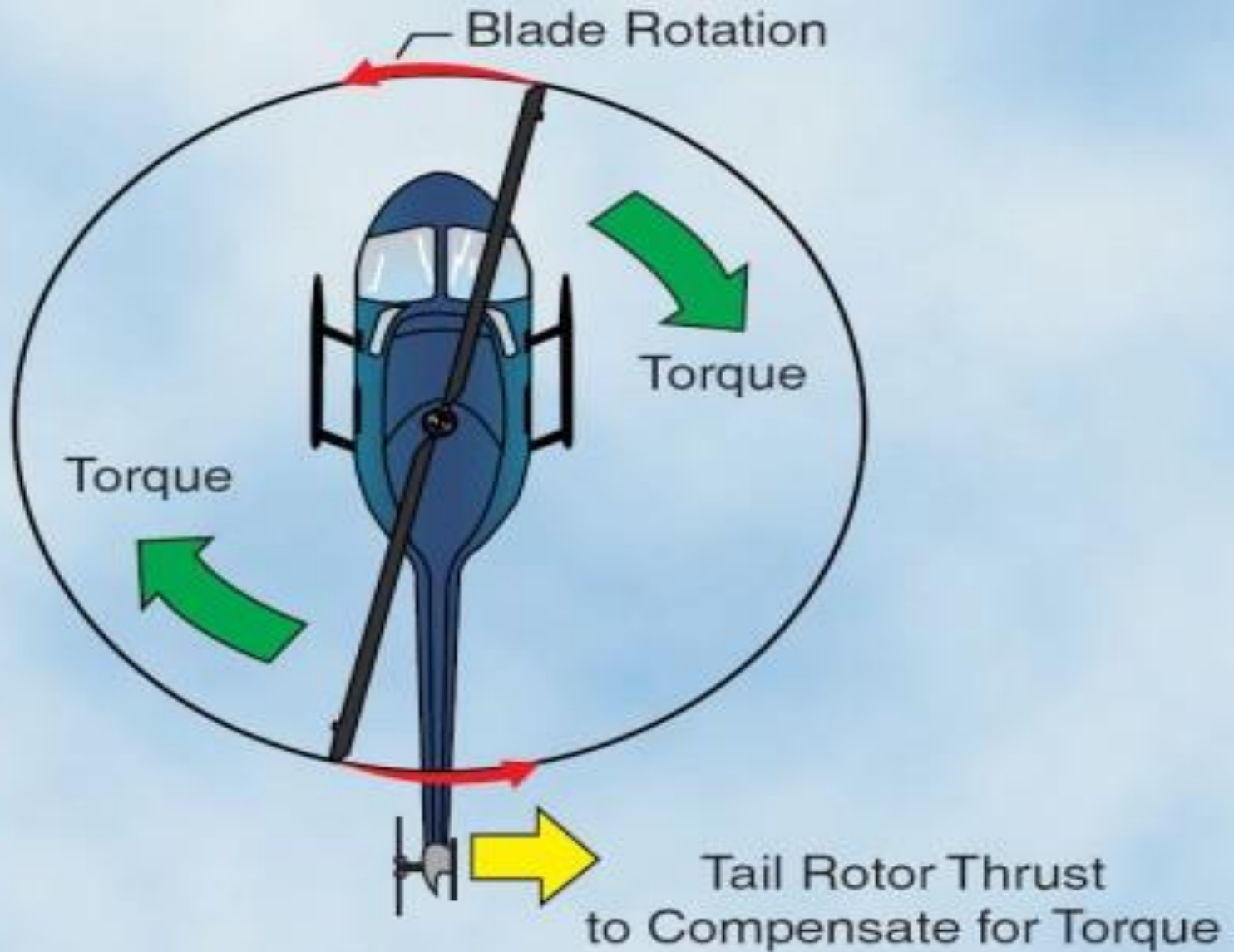
מהו מסוק

- המסוק הוא כלי טיס הכבד מהאוויר. תכונתו הבולטת – היותו אמצעי לתעבורה באוויר, המתוכנן ככלי בעל כנף מסתובבת, הנוסק מעלה באופן אנכי. תכונה זו מקנה למסוק את האפשרות, בניגוד למטוס, להמריא ממשטחי המראה מגוונים וקטנים, לרחף במקום מעל נקודה מסוימת ולנחות במאונך.
- העילוי האווירודינמי שלו מושג בעזרת מערכת הרוטור – משטחים דמויי להב, לרוב צרים וארוכים, המסתובבים במהירות גבוהה סביר ציר.
- הרוטור המסתובב אמנם יוצר כוח עילוי המשמש לטיסה, אך הוא יוצר גם כוח פיתול שמסובב את גוף המסוק בכיוון ההפוך לכיוון תנועת הרוטור. פתרון לבעיה זו הוא רוטור הזנב, רוטור קטן הניצב מאונך בקצה המסוק ויוצר כוח עילוי המתנגד לשאיפת גוף המסוק להסתובב.



תרשים: מבנה מסוק

אפקט הסיבוב של הרוטור



[חזרה](#)

מערכת הרוטור

[חזרה](#)

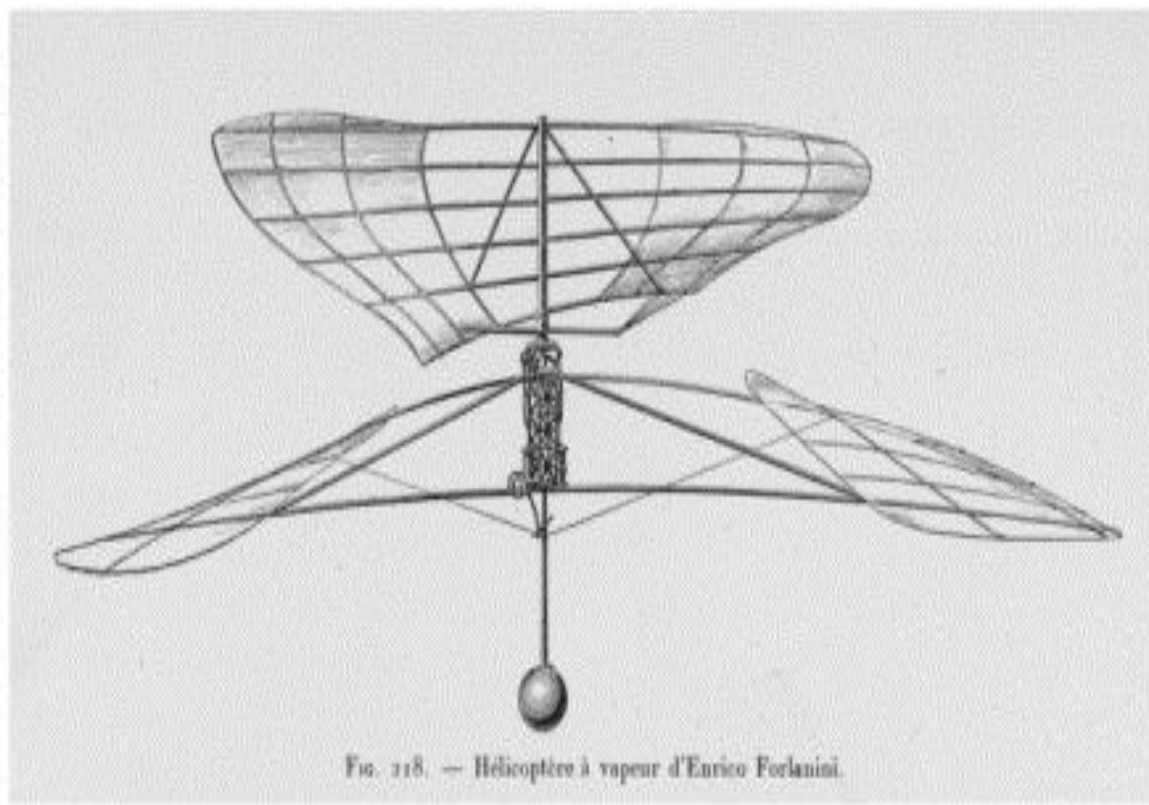
רוטור הזנב

[חזרהמה](#)
[מסוק](#)

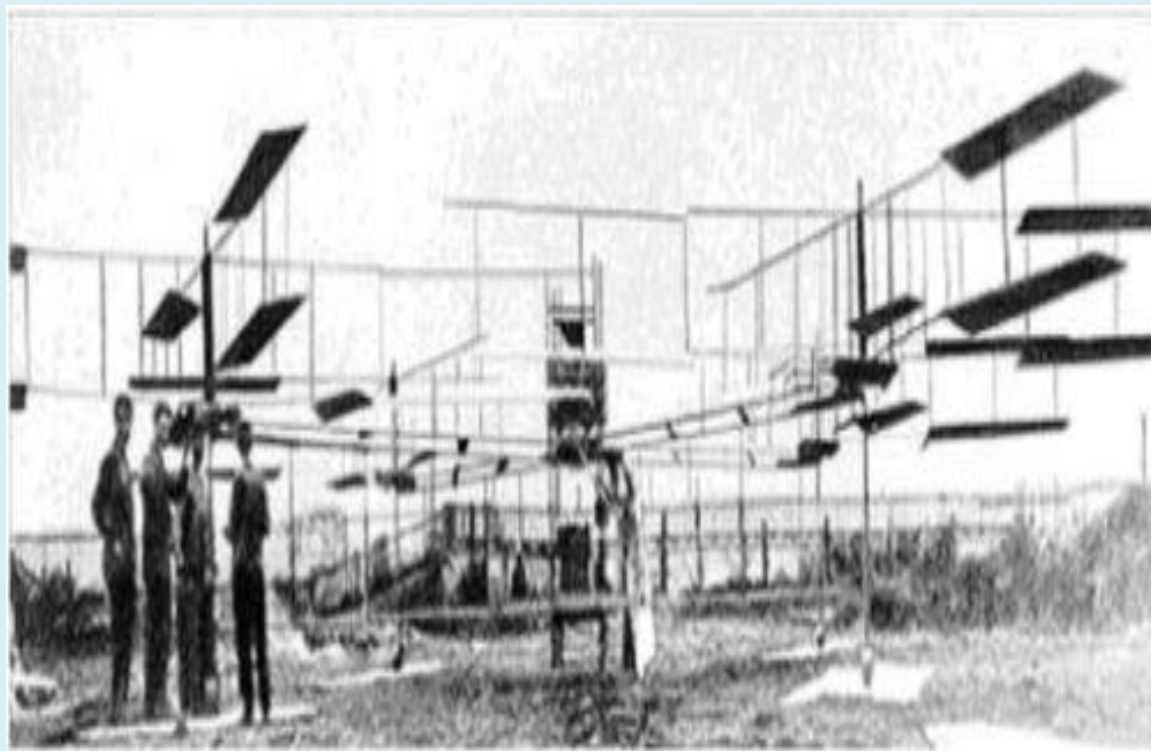
שורשי התפתחות המסוק

- העדויות הראשונות לכלי תעופה בעלי יכולת המראה ונחיתה אנכית הולכות אחורה לשנת 400 לפנה"ס בסין העתיקה, כאשר בוני צעצועים סינים פיתחו משחק ילדים מעץ המכונה "באמבוק". הכלי עבד באמצעות רוטור שהיה מתחיל להסתובב סביב צירו במהירות לאחר שהיו מותחים אותו וגורמים לו לשחרר אנרגיה סיבובית שיצרה עילוי.
- לקראת 1480 לספירה פותח וסורטט על ידי דה וינצ'י כלי תעופה המהווה ציון דרך בהתפתחות מחשבת המסוק.
- בשנת 1861 ממציא צרפתי בשם גוסטב דה פונטון הגה את השם "הליקופטר" (מיוונית: "הליקס" – סליל ו"פטרון" – כנף) לכלי בעל יכולת תעופה אנכית.
- בשנת 1878 ממציא איטלקי בשם אנריקו פורלאניני בנה כלי תעופה אנכי שאליו חובר מנוע קיטור. במהלך אחד הניסויים הצליח הכלי לנסוק לגובה של 12 מטרים למשך כ-20 שניות.
- בשנת 1906 שני אחים צרפתים בשם לואי וז'אק ברגו הצליחו להמריא עם מסוק פרי פיתוחם לגובה של מטר אחד מהקרקע במשך דקה רצופה. למרות הנסיקה הלא מרשימה ולמרות חוסר היכולת לבצע תמרונים באמצעות מסוקם, זו נחשבת לנסיקה האנכית המאוּישת הראשונה בהיסטוריה.

כלי התעופה של פורלאניני



המסוק של האחים ברגו



התפתחות המסוק המודרני

- שיפורים טכנולוגיים במחצית הראשונה של המאה ה-20 באופן המנוע, מתכות השלד, האווירודינמיקה והתמרון אפשרו את ראשית פיתוחם של המסוקים המודרניים הראשונים.
- בספטמבר 1939 פיתח מהנדס כלי הטיס הנודע איגור סיקורסקי [הליקופטר מסוג VS-300](#). כלי חלוצי זה היה הסנונית הראשונה לתחילת הייצור ההמוני והשכלול ההולך והגובר של המסוק.
- גם בתחום הצבאי מקומם של המסוקים לא נפקד. מלחמת וייטנאם הייתה המלחמה הראשונה שבה בוצע שימוש נרחב במסוקים, בתחילה רק במערכים תומכי הלחימה כגון מערך התובלה או מערך פינוי הפצועים. היה זה רק עניין של זמן עד שמסוקי קרב יחלו לבצע פעילות מבצעית טהורה. בשלהי מלחמת וייטנאם כבר הספיק לטוס [מסוק ה"קוברה"](#), שזכה להיות מסוק הקרב הראשון. דגמים חדשים של המסוק עודם נמצאים בשירות מבצעי פעיל בחילות אוויר רבים.
- [סרטון \(13 שניות\) - ניסיונות ראשונים לפתח כלים מוסקים](#)
- [סרטון \(8 שניות\) - ניסיונות תעופה ראשונים במסוק](#)

מסוק "VS-300"

[חזרה](#)



מסוק "קוברה"



[חזרה](#)

טיסה באמצעים סולריים

- אנרגיה סולרית היא מקור של אנרגיה חלופית ומתחדשת שמקורה בקרינת השמש.
- מתקני אנרגיה סולרית ממירים את הקרינה האלקטרומגנטית שמגיעה מהשמש לאנרגיה תרמית או לחשמל. עקב ההספק הגבוה של קרינת השמש על פני כדור הארץ יש לשיטה זו פוטנציאל יישומי גבוה.
- אחת מהאפשרויות לניצול אנרגיית השמש היא לצורכי הפקת אנרגיה להפעלת כלי תעופה.
- [טיסה סולרית](#)



תחנת החלל הבין-לאומית שמפיקה אנרגיה באמצעות לוחות סולריים

נושאות מטוסים

- נושאת מטוסים היא אוניית מלחמה עצומת ממדים המשמשת כשדה תעופה נייד לכלי טיס.



שורשי התפתחות נושאת המטוסים

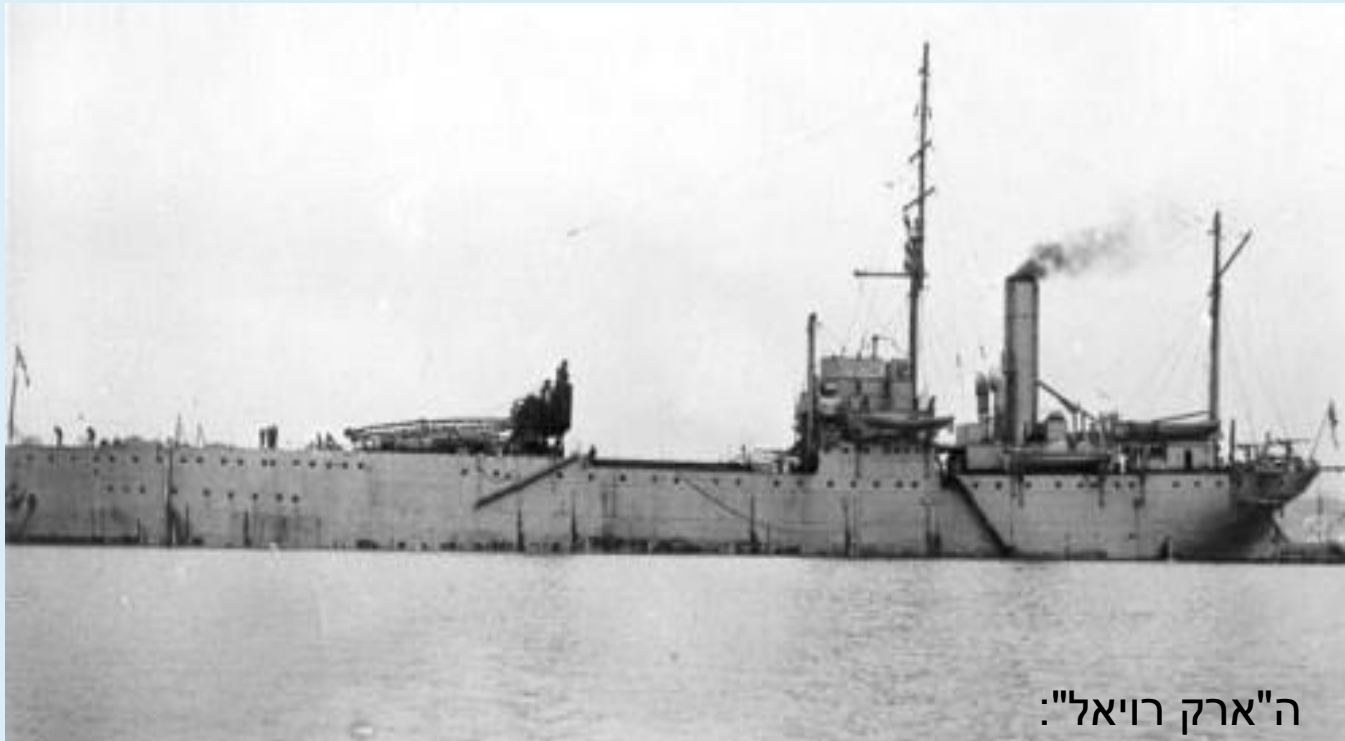
- לאחר הטיסה הממונעת הראשונה שביצעו האחים רייט, החלו ניסיונות לבחון אם קיימת אפשרות לבצע המראות ונחיתות של מטוסים ממונעים על סיפון של ספינות קרב.
- בנובמבר 1910 טייס אמריקאי בשם יוג'ין אלי הצליח לבצע המראה מוצלחת ראשונה ממשטח שנבנה במיוחד על סיפונה של משחתת ה"ברמינגהם" ולנחות בשלום על אדמת ווירג'יניה. חודשיים לאחר מכן ביצע אלי נחיתה מוצלחת ראשונה על סיפון משחתת ה"פנסילבניה". הצלחותיו של אלי הוכיחו כי רעיון השילוביות בין ספינות הצי לכוחות אוויריים הוא אפשרי.



יוג'ין אלי ממריא מסיפון ה"ברמינגהם"

נושאת המטוסים (המשך)

- זמן קצר לאחר טיסותיו המוצלחות של אלי החלו חילות ים ברחבי העולם להשמיש ולפתח נושאות מטוסים.
- בספטמבר 1914 חיל הים הבריטי היה הראשון בעולם שהסב ספינת תובלה מצי הסוחר לנושאת מטוסים מבצעית – ה"ארק רויאל".



ה"ארק רויאל":

המכניקה של נושאת מטוסים

- נושאות המטוסים המודרניות נושאות על סיפון מטוסי סילון הזקוקים לצורך המראתם צבירת מהירות גבוהה יחסית. לאור אורך המסלול המוגבל שעל סיפון נושאת המטוסים, עלה הצורך לפתח מנגנון שיגור שיאפשר למטוסי הסילון להאיץ למהירות גבוהה בתוך שניות ספורות.
- המענה לבעיה זו הוא מנגנון ה"מעוט" המשמש מעין קטפולטה המשגרת את המטוס במהירות ממשטח ההמראה.
- מנגנון זה נרתם לגלגל הקדמי של המטוס, נדחף בעוצמה רבה על ידי בוכנת קיטור המופעלת על ידי קיטור בלחץ גבוה, וכך מעניק למטוס את המהירות הגבוהה הנחוצה להמראתו.
- קישור: סרטון הסבר על מנגנון ה"מעוט"



תרשים: מנגנון ה"מעוט"

מנגנון ה"מעוט"



[חזרה](#)

המכניקה של נושאת המטוסים (המשך)

- כפי שקיימת בעיה בביצוע המראה מנושאת מטוסים עקב מגבלת האורך שלה, כך גם קיימת בעיה בביצוע נחיתה. אי לכך עלה הצורך לפתח מנגנון שיבלום בחדות את מהירות המטוסים עם נחיתתם על משטח הנחיתה.
- המנגנון שפותח הוא [כבל עצירה על הסיפון ו-וו עצירה](#) המותקן על המטוס.
- כבל העצירה הוא צמת פלדה עבה וחזקה המורכבת על קרקע מסלול הנחיתה, מחוברת לתושבת מיוחדת. מספר גלגליות הפרוסות לאורך הכבל מאפשרות לוו העצירה, המותקן על המטוס, להיתפס בו במהלך נחיתה, ובכך להכניס לפעולה את המערכת ההידרולית הייעודית הבולמת את מתיחת הכבל ועוצרת את המטוס בחדות ובמהירות.
- קישור: [סרטון על מנגנון כבל העצירה ו-וו העצירה](#)
- קישור: [סרטון נחיתה על נושאות מטוסים \(זווית צילום מתא הטייס\)](#)

כבל העצירה ו-ו העצירה



נושאת המטוסים כיום

- נושאות המטוסים כיום משמשות כבסיסים ימיים ענקיים וצפים המכילים בתוכם מאות כלי טיס ואלפי אנשי צוות ותחזוקה.
- נושאות המטוסים מאפשרות לצבאות לשנע כוחות עצומים ומשמשות ככוח לוחמה אסטרטגי המסוגל להגיע ולפגוע בכל נקודה על גבי הגלובוס.



התעופה כיום

- כיום, רגליו של האדם הולכות ונדחקות לטובת מכשירי ומחשבי טיסה משוכללים. מטוסים בלתי מאוישים המבוססים ונשלטים על ידי מחשב, החלו להיות נפוצים ואף להחליף בפעמים רבות את הגורם האנושי.
- בשדה הקרב החלו להופיע מטוסים זעירים ללא טייס שביצעו פעילויות של סיור, צילום ולוחמה אלקטרונית. הם נשלטים באמצעות רדיו מהקרקע. עם התפתחות הטכנולוגיה החלו להופיע כלי טיס בלתי מאוישים הנשלטים מקרון בקרה מאויש או באמצעות מחשב ומסוגלים לבצע אפילו גיחות קרב והפצה. בשנת 2003 מטוס ללא טייס כבר חצה את האוקיינוס האטלנטי.
- בראשית המאה ה-21, מעט יותר ממאה שנים לאחר שהאדם טס לראשונה, התעופה הפכה לאחד מסמלי העולם המודרני - החל מהטסת נוסעים בטיסות טרנס-אטלנטיות, דרך ריסוס שדות חקלאיים, ועד ללוחמה בכלי טיס בלתי מאוישים.
- סרטון הדגמה של טיסת כלי טיס בלתי מאויש
- סרטון של כלי טיס בלתי מאויש בשירות חיל האוויר הישראלי (עברית)

דגמים שונים של כלי טיס בלתי מאוישים



קישורים

- [קישור: סרט \(1:02 שעה\) - "כיבוש האוויר" \(אנגלית\)](#)
- [קישור: סרט \(41 דקות\) - "המאבק בשמים", דוקומנטרי על חיל האוויר האמריקאי במלחמת העולם השנייה \(אנגלית\)](#)
- [קישור: סרט הנפשה \(דיסני\) \(1:06 שעה\) - "ניצחון דרך עליונות אווירית" \(שנת 1942\) \(אנגלית\)](#)
- [קישור: סרט \(57 דקות\) - "הבלונים הראשונים" \(אנגלית\)](#)

מקורות

- בן-גוריון, עמנואל (1972), **תולדות התעופה בעולם**. הוצאת "מסדה" בע"מ, רמת גן
- כהן, מאיר (2003), **מאה שנות תעופה**. הוצאת כנרת, זמורה-ביתן, דביר מוציאים לאור בע"מ
- אתר "ויקיפדיה"

מצגת זו מיועדת לשימוש חינוכי בלבד
המצגת הוכנה על ידי ניר הייט, מכון פישר למחקר אסטרטגי אויר וחלל

