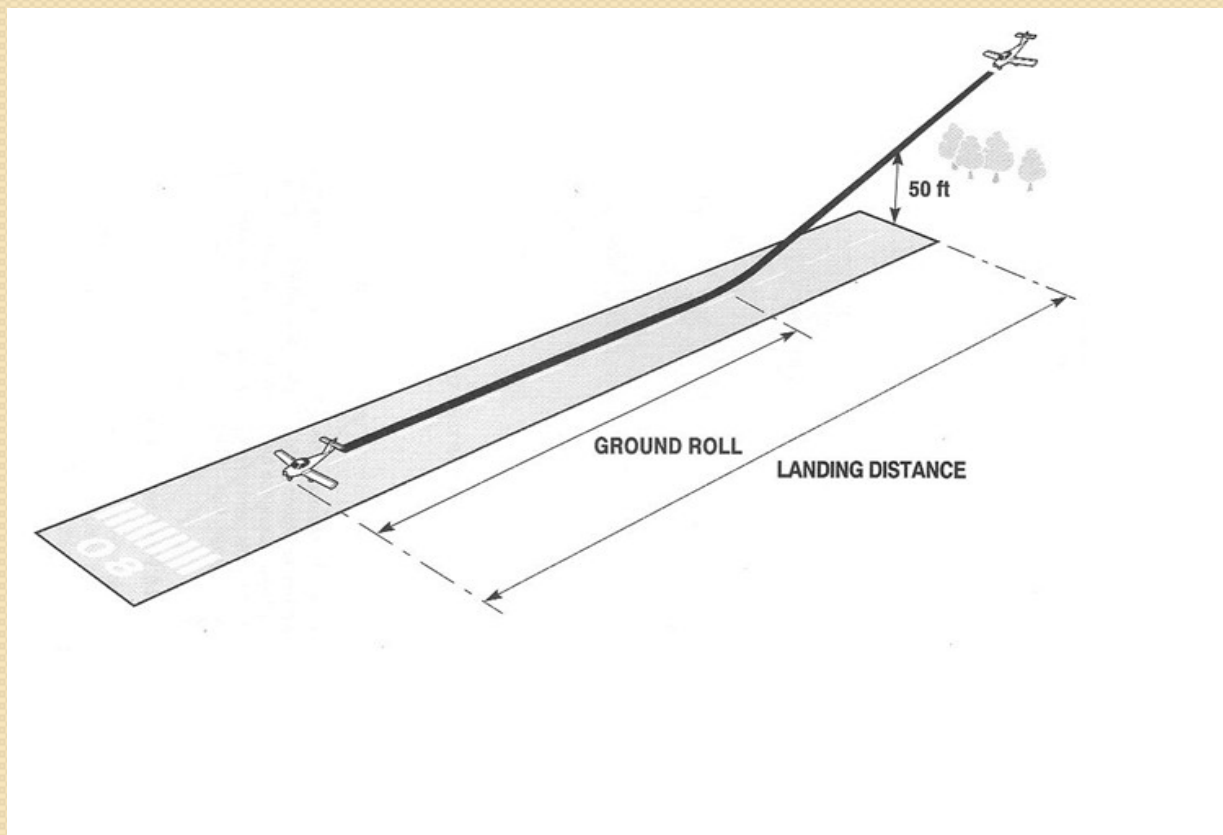


# תופעת ה"קנגורו" בנחיתה והטיפול בה



## גישה נכונה רגילה

בתהליך נחיתה רגיל.  
מיוצב ומסודר לקראת הנחיתה  
בפיינל בגובה 200 רגל  
אם לא מסתדר הולך סביב !!



# נחיתה נכונה



# נחיתה נכונה



# התופעה

- תופעת ה"קנגורו" בנחיתה, קפיצה אחת ונחיתה, או שמתפתחת לסדרת קפיצות על המסלול עד לשיכוך התופעה ועצירת המטוס.
- עלולה להתחיל, אם כי לא חייבת, עקב גישה סופית לא מאורגנת.
- רצון של הטייס לבצע נחיתה מדוייקת וחלקה למופת.
- "שבירה" מאוחרת של הגלישה.
- התופעה נוצרת בתהליך הנקרא Pilot induced oscillation
- כאשר הטייס מבצע סדרה של "תיקוני יתר". בכל פעם תיקון יתר בכיוון הפוך לכיוון תגובת המטוס.
- יכולה להתחיל מ 2 צורות של תפעול המטוס בנחיתה.

# קנגורו



- מטוס מגיע לנחיתה בתצורת הנחיתה הרגילה במהירות גבוהה. מלוא מדפים מטה (הגרר גדול).
- איחור בשבירת הגלישה – המטוס נוגע במסלול במהירות הגבוהה מהדרוש.
- בדרך כלל במצב אף נמוך מהמצב הנכון לביצוע נחיתה בטוחה.
- שלשת הגלגלים נוגעים ביחד במסלול, או גרוע יותר, כאשר גלגל האף מקדים ונוגע במסלול לפני כן הנסע הראשי.
- תוצאה – המטוס קופץ לאוויר.
- תגובת הטייס – דחיפה מבוהלת של הסטיק / הגה קדימה, דפיקת גלגלים וקפיצה נוספת - קנגורו

# Balloon



- הטייס שמר מהירות בגישה גבוהה מדי ומבצע משיכה של ההגה לשבירת הגלישה.
- בדרך כלל בגובה הנכון.
- בגלל המהירות הגבוהה, העודפת, בתוך תחום השפעת אפקט הקרקע, משיכת הגה / סטיק כאשר עדיין קיים כוח עילוי עודף מהדרוש, גורמת למטוס להתרומם.
- תגובה מיידית של טייס לא מיומן, מבוהלת ובלתי מבוקרת. דחיפת הגה / סטיק חזקה מדי
- תוצאה - פגיעת המטוס בקרקע בזווית חדה וקפיצה חוזרת לאוויר - קנגורו

# התפתחות התופעה

- רצון של הטייס לבצע נחיתה מדוייקת וחלקה למופת .
- שבירה מאוחרת מדי של הגלישה. צלע סופית לא מאורגנת .
- לא נעים שהחבר'ה יראו שהוא שובר את הגלישה גבוה מדי ונופל על המסלול מגובה של מטר אחד.
- אלה גורמים לשבירה מאוחרת של הגלישה.
- בדרך כלל התגובה המיידית, של טייס לא מיומן, למצב אף גבוה וחריג כזה, היא מבוהלת ובלתי מבוקרת.
- הטייס דוחף הגה (או סטיק) חזק מדי (לא משחרר בעדינות) כדי לעצור את הנסיקה שבאה לו בהפתעה, ואז:
- המטוס מנמיך מהר מדי, נוגע במסלול במהירות גבוהה ובזווית חדה יותר מדי. הטייס לא מצליח לעצור את שקיעת המטוס בקו מקביל למסלול ועקב המהירות הגבוהה של ה"התנגשות" במסלול המטוס מנתר בחזרה לאוויר.
- הטייס, עדיין מבוהל, דוחף את ההגה קדימה חזק מדי והתוצאה הבלתי נמנעת, "נשיקה" נוספת של גלגל האף למסלול וחוזר חלילה. בתהליך ה P.I.O

# התוצאה

- **במקרה הטוב,**
- כפי שבדרך כלל קורה, בהנחה שהטייס לא יבצע תיקון מוגזם, התופעה מתמשכת על פני שתיים או שלוש קפיצות.
- לבסוף המטוס מאבד את כל פוטנציאל התנועה שלו ומתיישב סופית על המסלול.
- ללא נזק למטוס או נזק קל.
- **במקרה הפחות טוב,**
- תיקון או תגובה המוגזמים מהנדרש, **דחיפה אינסטינקטיבית חזקה של ההגה קדימה**, עלולים להביא את הטייס לאובדן שליטה, להזדקרות ולפגישה לא נעימה (בלשון המעטה) עם הקרקע.

# זהירות - המצב קריטי

- המצב כפי שתואר לעיל עלול להתפתח במהירות גם למצב מסוכן עד כדי אבדן שליטה. מדוע ???
- המטוס בגובה של כמה מטרים מעל המסלול.
- יוצא משכבת "אפקט הקרקע" במהירות נמוכה מאד.
- בדרך כלל במצב אף גבוה מהדרוש, די קרוב לזווית הקריטית, די קרוב למהירות ההזדקרות.
- המנוע בסל"ד סרק.

# הליכה סביב

- תגובה אינסטינקטיבית, די טבעית של טייס שמבוהל מהמצב, תהיה "ללכת סביב".
- קיים גם סיכוי שמישהו יצעק לו בקשר "לך סביב".
- הטייס חושב לעצמו "מה פשוט יותר מאשר לפתוח כוח מנוע מלא, לטפס ולבצע הקפה רגילה ולהתארגן לנחיתה נוספת, בתקווה שזו תהיה מוצלחת." וכל המחשבה הזאת בזמן בהלה.

## **זה הדבר הנכון לעשות בטכניקה והשליטה הנכונים !**

- כאן נוצר מצב מסוכן !!! עם אפשרות שמכאן והילך הדברים ישתבשו:
  - המטוס נמצא בתוך השפעת "אפקט הקרקע"
  - פתיחת כוח מנוע מלא להליכה סביב, במצב טיסה לא מבוקר שכזה, וקשה לשליטה.
- המטוס מטפס ויוצא מהשפעת אפקט הקרקע, ביצועי המטוס יורדים, כאשר ההגאים ביעילות נמוכה ביותר, בצרוף הרמת מדפים מבוהלת ובלתי מבוקרת יכולה להוביל לאסון !!!

# זהירות !!! חשוב מראש על מה שהנך מבצע עכשיו.

- המטוס במצב מדפים מטה, גרר גדול ביותר, מהירות נמוכה מאד וזווית התקפה על סף ההזדקרות.
- פתיחת מנוע, **מבוהלת ולא מבוקרת**, לכוח מלא כדי ללכת סביב במצב זה עלולה להביא דווקא לנפילת כנף שמאל בגלל:
  1. ביציאה מטווח השפעת "אפקט הקרקע" - המהירות נמוכה מדי !!!
  2. תגובת המטוס למומנט הפיתול החזק של הפרופלר.
  3. תרומת "אפקט P" בפרופלר, שמתחזקת ככל שסל"ד המנוע גדול וככל שזווית ההתקפה גדולה עקב המהירות הנמוכה.
  4. השפעת זרם הפרופלר החזק עקב פתיחה לכוח מלא שמסבסב את המטוס שמאלה.
  5. תופעת הפרצסיה של הפרופלר.

# אפקט הקרקע

- בתוך תחום השפעת אפקט הקרקע הגרר קטן יותר.
- אותו כוח עילוי נוצר במהירות נמוכה יותר
- שומר מצב במהירות נמוכה יותר.
- יתרון בנחיתה, חיסרון בהמראה.
- יעילות ההגאים פוחתת דרושה תנועת הגה גדולה יותר לשליטה במטוס.
- יציאה בנסיקה מתחום אפקט הקרקע גורמת במייד ללהגדלת הגרר והקטנת העילוי. לאחר מכן המטוס נכנס לתחום המהירויות הרגיל בנסיקה.

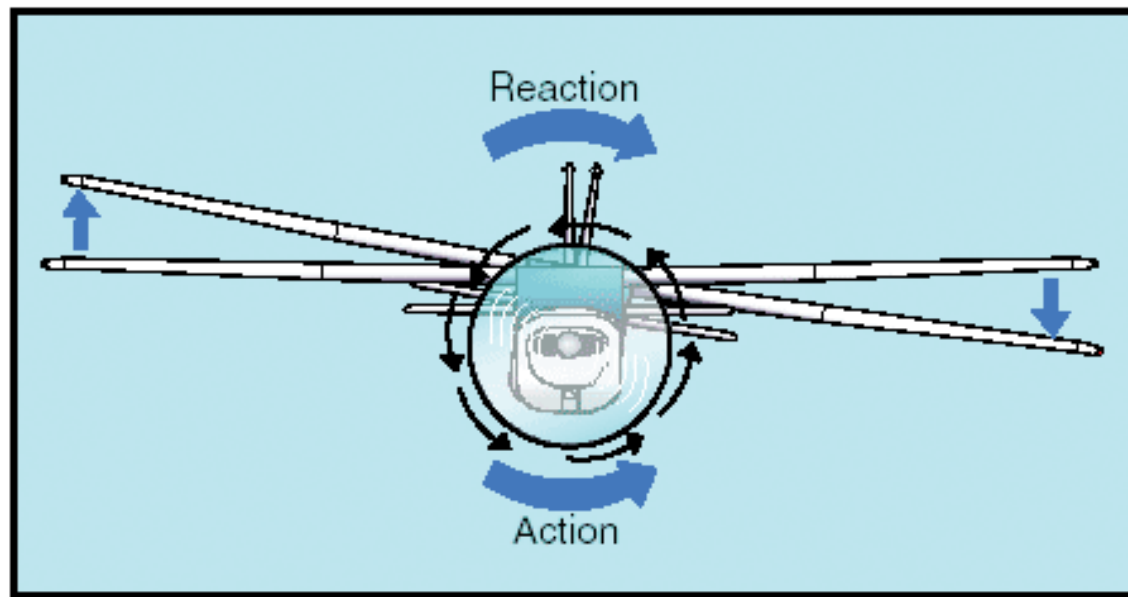
# השחף מנצל את התופעה וחוסך באנרגיה



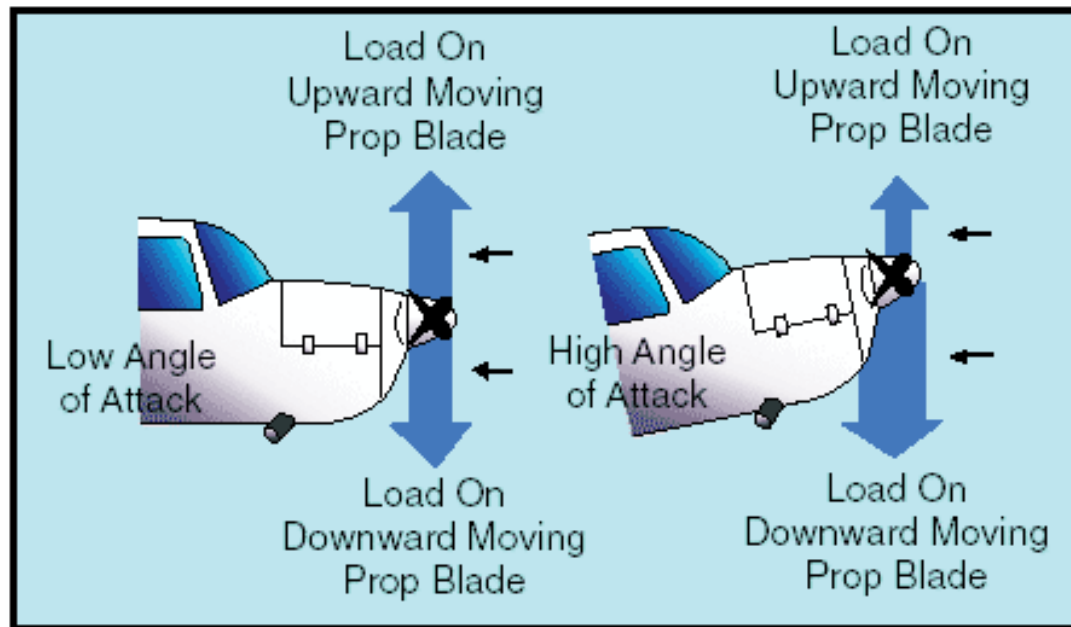
# מערבולות קצה הכנף נעצרות בגלל הקרבה לקרקע



# מומנט הפיתול שיוצר המנוע

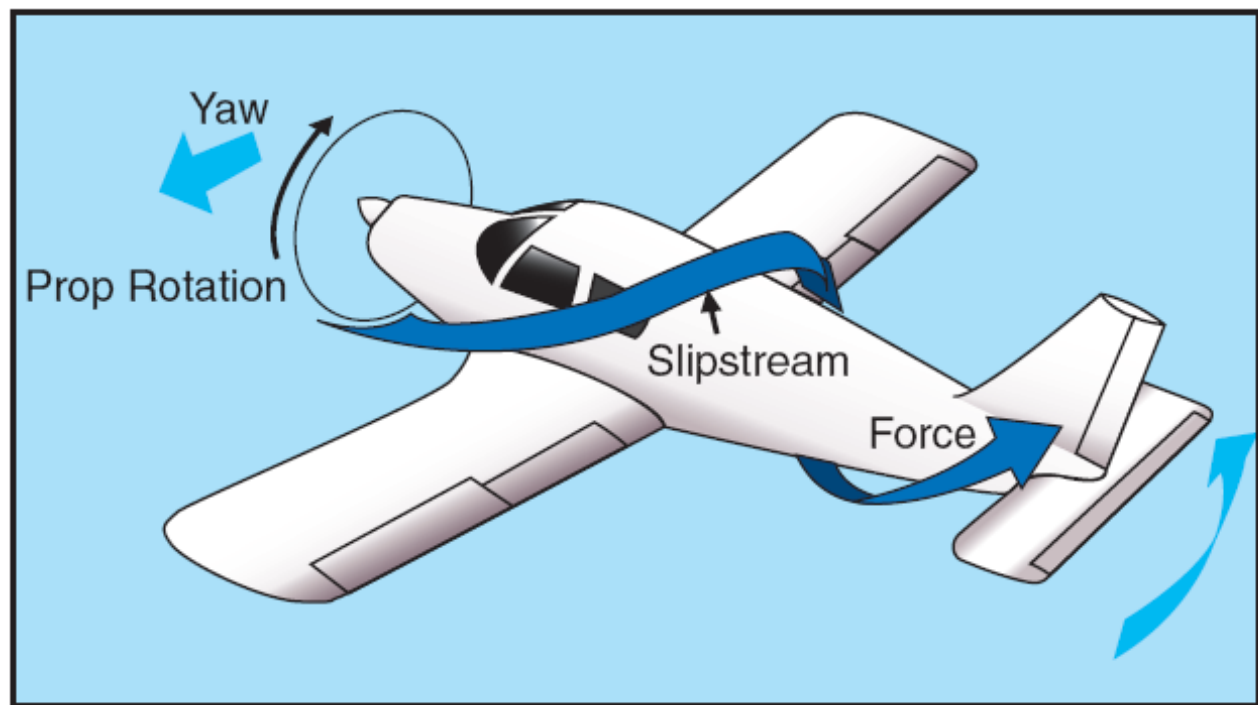


## גורם הפרופלר "P" Factor



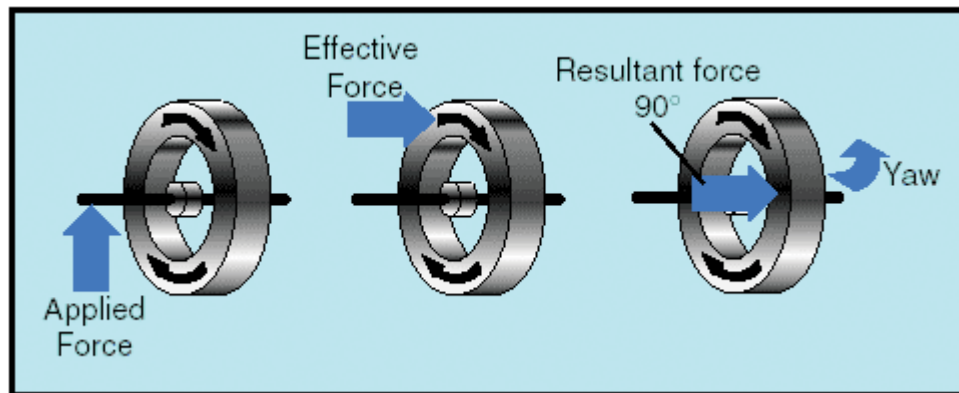
- נוצר כאשר המטוס נמצא בטיסה בזווית התקפה גבוהה.

# זרם הפרופלר



# פרצסיה

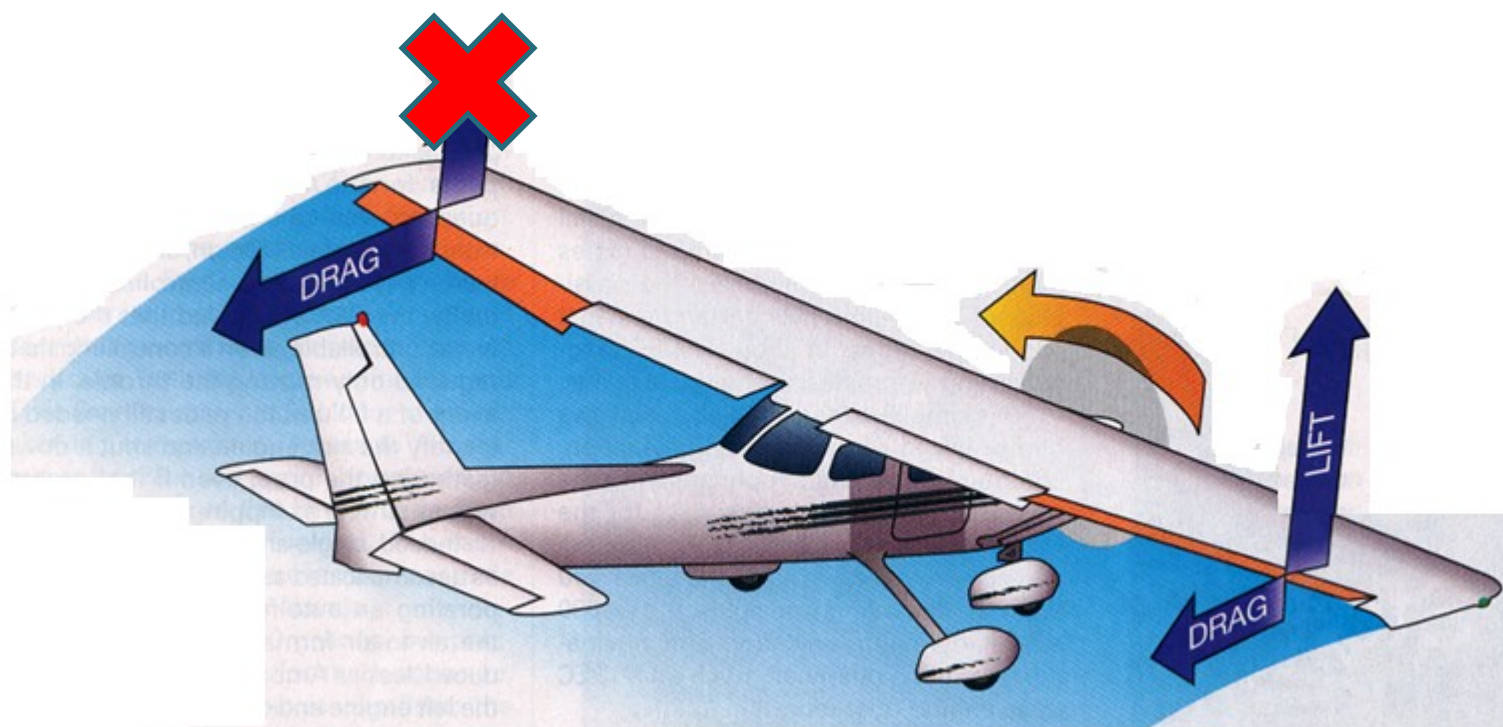
- הפעלת כוח על מישור הסיבוב של הסביבון יוצרת תגובה של שינוי כיוון מישור הסיבוב ב  $90^\circ$  לכיוון המקורי



# הסבר התופעה

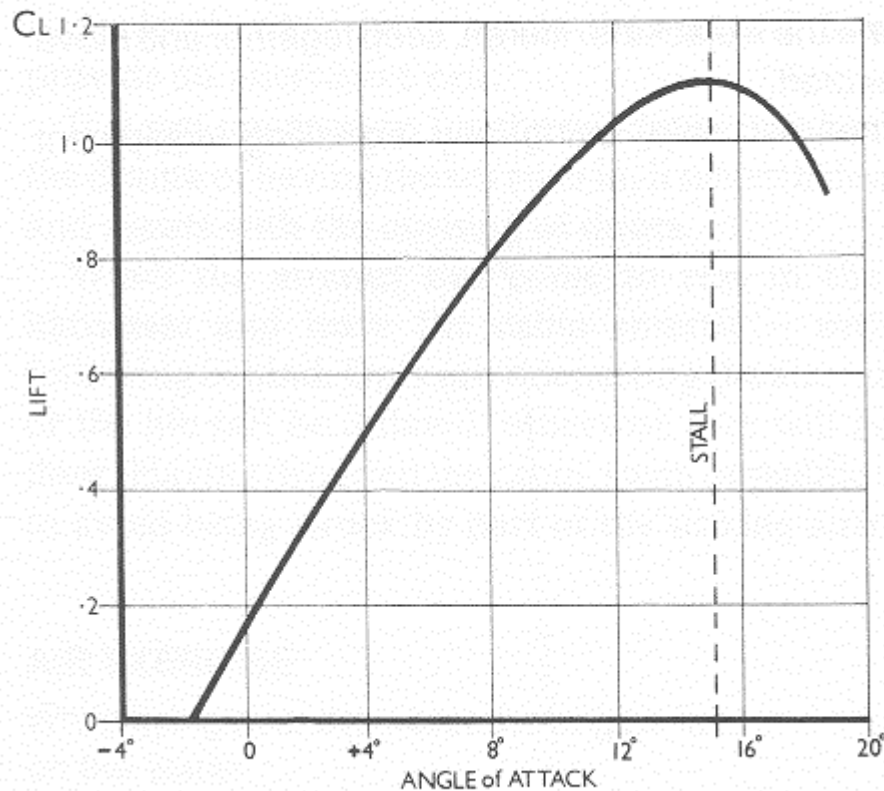
- הטייה חריפה של ההגה ימינה גורמת למאזנת כנף שמאל, שנפלה, לרדת וכך להגדיל את זווית ההתקפה על הכנף השמאלית.
- המטוס נמצא בזווית התקפה גבוהה, הגדלה נוספת של זווית ההתקפה עלולה להביא את כנף שמאל אל מעבר לזווית הקריטית, להזדקרות !!!.
- לאבד בחטף את העילוי שהכנף השמאלית מייצרת ולהגדיל משמעותית את הגרר שעליה.
- הטיית ההגה ימינה, תגרום למאזנת ימין לעלות, כלומר להקטין את זווית ההתקפה של כנף ימין ולהרחיק אותה מזווית ההזדקרות. עדיין נותר עילוי חיובי וגדול יותר בהשוואה לעילוי שנעלם לגמרי בכנף שמאל.
- הגרר על כנף ימין קטן בגלל הקטנת זווית ההתקפה עליה, קטן משמעותית מהגרר שגדל על כנף שמאל.
- הפרש הכוחות הגדול שנוצר בין שתי הכנפיים גורם לגלגול חריף של המטוס שמאלה ולסבסוב חזק שמאלה, מכאן כניסה לסחרור התחלתי שמאלה.
- מהירות ההזדקרות בפניה עולה בצורה משמעותית !!
- התוצאה הבלתי נמנעת בגובה נמוך היא פגישה טראגית עם הקרקע.

# התנהגות המטוס בהזדקרות בפניה



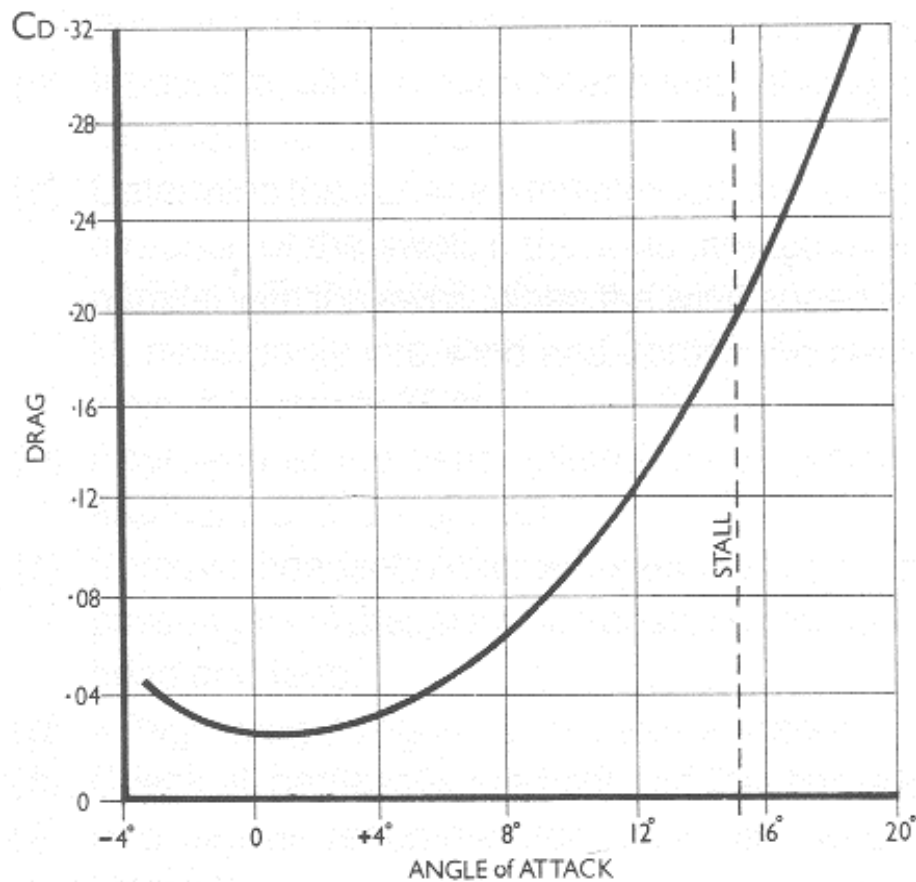
# התנהגות העילוי על הכנף כתלות בזווית ההתקפה

$$\text{Lift} = \left[ \frac{1}{2} \rho V^2 \right] S C_\ell$$

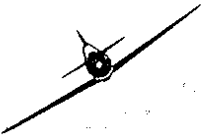
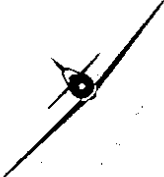
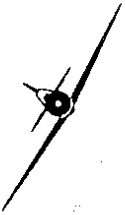


# התנהגות הגרר על הכנף כתלות בזווית ההתקפה

$$\text{Drag} = \left[ \frac{1}{2} \rho V^2 \right] S C_d$$



# גידול מהירות ההזדקרות בפניות

| זווית<br>ההטייה               |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| גורם הגברת<br>מהירות ההזדקרות | 1:1                                                                               | 1:2                                                                                | 1:4                                                                                 | 2                                                                                   | 3:4                                                                                 |
| גורם הגברת<br>העילוי          | 1:2                                                                               | 1:35                                                                               | 2                                                                                   | 3:86                                                                                | 11:5                                                                                |

לא נעים !

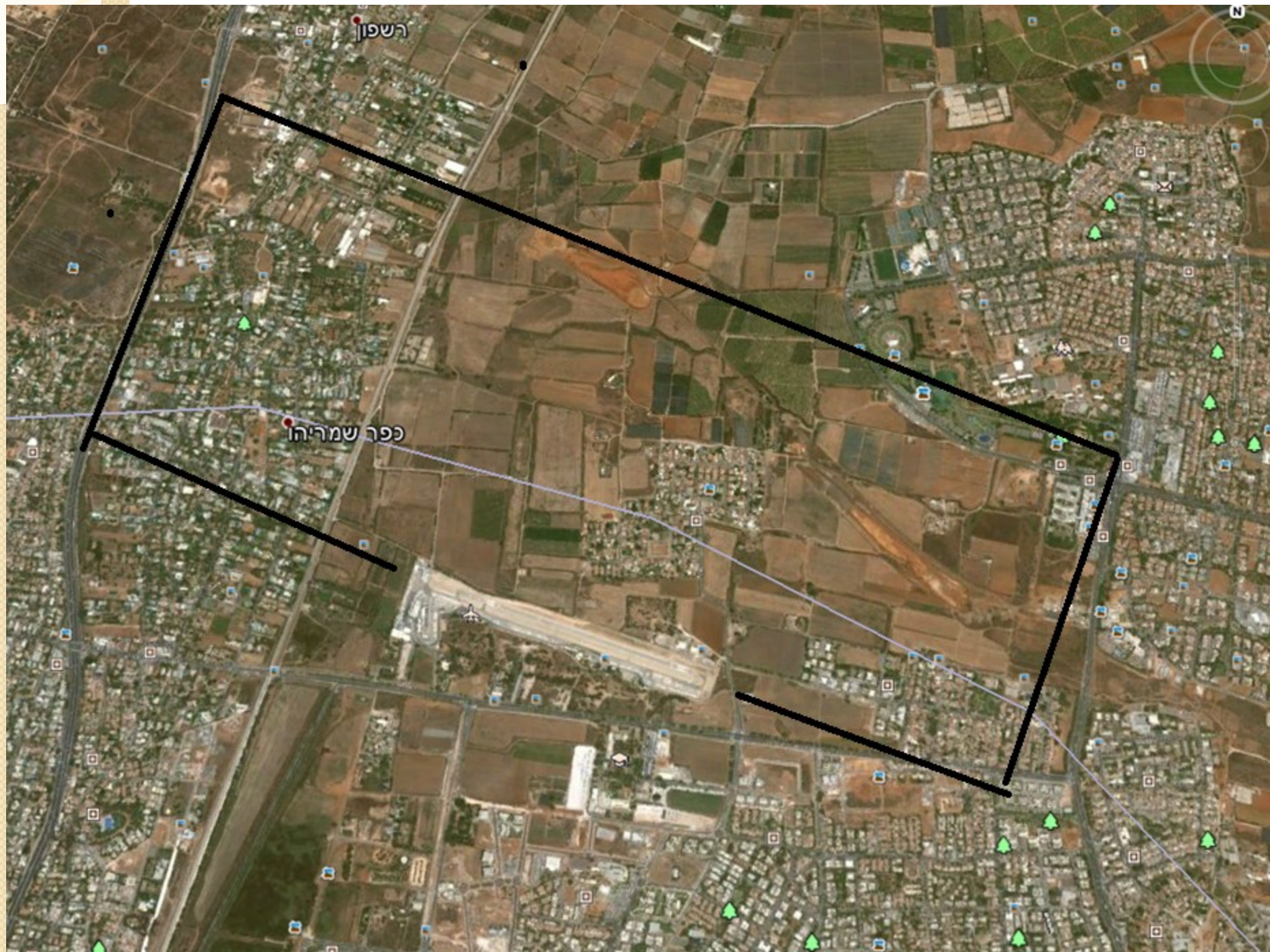


# מדוע זה קורה לטייסים ?

- גישה לנחיתה במהירות גבוהה מדי.
- מהירות גבוהה בזמן ה"ציפה" מעל המסלול.
- גישה בזווית גבוהה מדי, מתחילה קרוב מדי למסלול.
- גישה לנחיתה ונגיעה במסלול במצב אף נמוך מהנדרש.
- "אובר שוט" נגיעה רחוק מדי. הטייס רוצה בכוח לנחות.
- טעות בהערכת גובה שבירת הגלישה – מאוחר מדי.
- שבירת הגלישה לא מסתיימת. נגיעה עם גלגל אף לפני הראשיים.

# גורמי סביבה

- ההקפה בהרצליה מתוכננת בצורה טובה להקפה בגובה 800 רגל (QNH).
- בשדה הרצליה, הצטרפות לנחיתה מבצרה, ישירות לצלע בסיס למסלול 29 נעשית בגובה 1200 רגל !
- התחלת הנמכה לנחיתה מתאחרת וגורמת לגישה גבוהה ותלולה. משום הזווית הגבוהה מהירות נשארת גבוהה מדי.
- כניסה ללחץ. המהירות לא יורדת ! המטוס צף וצף והמהירות לא יורדת !!!  
כבר עבר המגדל ואז .... דחיפה של הסטיק כדי להביא את המטוס למסלול.
- עומס בהקפה, עומס בקשר ולחץ של הפקח במגדל מפעילים לחץ נפשי על הטייס, מוציאים אותו מהריכוז בו הוא נמצא.
- צריבה בתודעת הטייס של תמונת הפיינל, המרחק והגובה מהמסלול בהרצליה, גורמת לטעות אופטית, שבירת הגלישה בגובה גדול מדי במסלולים רחבים וארוכים יותר.





- צריבה בתודעה של תמונת הפיינל אצל טייסי הרצליה, גורמת לשבירת הגלישה בגובה גדול מדי במסלולים רחבים וארוכים יותר.
- לדוגמא:
- הטייסים שבסיס האם שלהם, ורוב הזמן טסים בהרצליה, צרובה בתודעתם תמונת ממדי שדה הרצליה ובהתאם גובה שבירת הגלישה.
- טייס כזה שיגיע לדוגמא לנחיתה בבן גוריון, בססנה 172, תיווצר אצלו תמונה אופטית מעוותת. הטייס יראה את תמונת המסלול, במימדים שמוכרים לו כאשר הוא בגובה גדול יותר מהגובה בהרצליה.
- סיכוי גדול ששבירת הגלישה בנחיתה תעשה גבוה מדי, על פי ממדי התמונה המוכרת לו וממדיה צרובים במוחו.
-

## גורמי אנוש שמעוותים את שיקול הדעת וכושר השיפוט

- חייב להגיע בזמן, אני מאחר לקחת את הילד מהגן. הבטחתי לאשתי לעבור בסופר ולקנות .... עלי להגיע הבייתה בשעה ..... ואני עדיין באוויר ??
- יש לי פגישת עסקים בעוד שעה, אני חייב לנחות ! אני אאחר בגלל הפקקים בכביש.
- הלחץ הפנימי שלי לבצע את הנחיתה מיד בגישה הראשונה:
- טייסים רבים רואים בהליכה סביב תוצאה של כישלון בתכנון וביצוע הגישה לנחיתה.
  - מה אני אלך סביב ?? החבר'ה יצחקו עלי !!
  - לשרוף כסף לחינם ? עוד 2 פעימות ב"הובס" ??
  - אני טייס ! יש לי כבר מספיק ניסיון ! צברתי כבר 150 שעות. אני אנחית את המטוס בלי בעיה.
  - עייפות, מחסור בשינה, תזונה לקויה.....
- כטייס מפקד עליך לעמוד בפני לחצים אישיים ולחצים סביבתיים אחרים.
- לא להיכנע ללחצי הסביבה על חשבון הבטיחות וירידה בכשר הביצוע.
- תכנן מרווחי זמן עודפים לכל פעילות הקשורה לטיסה. כך שלא תיצור צפיפות זמנים.

# מה נכון לעשות ?

- הנכון הוא לפתוח מנוע מלא וללכת סביב. בזהירות ובהבנה מה הנך עושה.
- זכור את הסיכון בהליכה סביב במהירות נמוכה בתוך אפקט הקרקע
- סכנה נוספת היא שבזמן קפיצות הקנגורו נגרם נזק מכני למטוס !!
- לכן הנסע ? לפרופלר ? למנוע ?
- כן נגרם נזק ?? לא נגרם נזק מהמכה ?? מתא הטייס אינך יכול לדעת !!
- נזק שאינך יודע מהו ?? ואשר ייתכן ויפחית משמעותית את ביצועי המטוס עד כדי אי יכולת לנסוק במהירות VX או VY עובדה שיכולה להסתיים בכניסה לגדר בהרצליה או ביקור במרפסת בית שנושק לשדה.

## הגורם הישראלי הספציפי למיומנות לא מספקת של הטייס

- עלות יקרה של הטיסות.
- מיעוט שעות טיסה.
- מיעוט באימונים, יותר טיסות "גיהוץ".
- סגירות מבצעיות של נתיבים ושדות.
- מגמת שר התחבורה ורש"ת סגירת שדות תעופה.
- מגבלות תעבורה וביטחון.
- מגבלות "כיפת ברזל"

אז מה לעשות כדי שמאחד לא יתרבו הרבה כאלה ??



# אז מה עושים ???

## • הליכה סביב נשלטת היא הפתרון הנכון מכל גובה שבו הינך נמצא.

- אם הגישה לנחיתה לא נוחה לך כטייס, "לך סביב" לפני שהגעת לגובה ולשלב שבירת הגלישה. כאשר עדיין ההגאים יעילים והמהירות מספיק גבוהה.
- תדרכו ותרגלו את עצמכם בחשיבה מראש על התופעה והתיקון הנכון
- אם כבר קפצת בנגיעה במסלול פתח מנוע ולך סביב בצורה שקולה ומבוקרת.
- אם הינך מבוהל – משוך מצערת שמור הגה במצבו הנוכחי - זהו !!! אל תעשה יותר כלום !!!
- בטיסת הדרכה- אם קרה בנחיתה, בשלב התחלת "הצפה" הגעת למצב של Baloon או שקפצת מהמסלול ומצאת את עצמך בגובה של כמה מטרים, במצב אף גבוה, מצב זה יאפשר למדריך להדגים ולך להתאמן בשיכוך הנפילה למסלול.
- הפנימו לעצמכם... להימנע מתגובה אינסטינקטיבית ! אסור! אסור ! לדחוף סטיק / הגה בבהלה קדימה.
- טייס מנוסה ושולט היטב במטוס יכול לתקן. יש לדחוף קלות את ההגה קדימה
- **ב ע ד י נ ו ת** ולפתוח את המצערת **קצת** !! קדימה.
- **לדחוף מעט את שניהם - סטיק ומצערת ו ב ע ד י נ ו ת.**

# סיכום

- במספר דו"חות תאונות מהעבר הייתה המלצה לתרגל עם חניכים מצב זה. לפי דעתי:
- אין להכניס מטוס למצב "קנגורו" ואין לתרגל יציאה ממצב "קנגורו" בכוונה תחילה.
- זכרו: אנו מלמדים על "ססנה" שהוא מטוס סלחני ביותר. טייסים שיעברו למטוס מורכב יותר הליכה סביב במצב כפי שתואר עלולה להיות קטלנית.
- מעיון בכמה דוחות של תאונות קנגורו או הליכה סביב לא מבוקרת מגובה "0" ניתן ללמוד שברוב המקרים הנזק מהליכה סביב שכשלה היה גדול יותר מאשר במקרים בהם לא נעשה ניסיון היחלצות מהקנגורו.
- הליכה סביב בתוך אפקט הקרקע במהירות מחתת למהירות ההזדקרות היא מסוכנת וחייבת להיעשות בשליטה מלאה של הטייס במטוס.
- ראו את ARO, CHS, CGP, CCM, DZL – "בוננזה" בחיפה. CCT "אצטק" בשדה דב
- לעומת אלה ראו את תאונת ה ANZ שנגמרה ללא נפגעים.

















# המידע המשמח הוא ש:

- אפשר לצאת מזה בסדר ויש מה לעשות:

1. להתכונן ולתכנן על הקרקע לערוך תדריך עצמי ולחשוב מראש על התרחיש.
2. אתה רואה שהגישה לא טובה לך סביב מראש עם חשיבה ותכנון של המהלך.
3. הליכה סביב שנגרמת מתוך לחץ - מתכון לכישלון והסתבכות.
4. טייסים רבים רואים בהליכה סביב תוצאה של כישלון בתכנון וביצוע הגישה לנחיתה. זו חשיבה שגויה. קבלת החלטה על הליכה סביב היא החלטה נכונה.
5. עדיף ללכת סביב מגובה 200 רגל.
6. אפשר גם ללכת סביב מגובה של 10 רגל כאשר אתה עדיין במהירות נשלטת.
7. אם קפצת ואתה שולט במצב ויודע שאתה שולט בעצבך - שמור את ההגה כמו שהוא ופתח מנוע קצת .... כדי ליצור וקטור משיכה קדימה
8. אם אתה מבוהל !!לא יודע מה לעשות !! – סגור מצערת, שמור את הסטיק כמו שהוא ואל תעשה כלום !!!! תן למטוס ליפול.

## לטייסים הפרטיים שבינינו

- טיס הוא תחביב מדהים. אלא שזהו תחביב שבו החובב חייב להיות מקצוען אמיתי.

נחיתות בטוחות לכולנו

תודה

יהודה ביין