תוכנית מניעת תאונות

מסמך FAA: FAA-P-8740-44 AFO-800-1283

פנייה בלתי אפשרית

פנייה לאחור הינה הפעולה האפשרית הגרועה ביותר כאשר מתרחש כישלון מנוע במהלך טיפוס לאחר המראה במטוס חד-מנועי.

התבוננתי במטוס Miles Sparrowhawk הקטן ממריא וחוצה את תחום השדה. הבטיחו לי סיבוב בציפור קטנה ויפיפייה זו, הדגם היחיד שנותר מהמטוס הבריטי היפה משנת 1935. ואז, ללא התראה, המנוע שבק.

לפניו היו אדמות מעובדות. הטייס בחר לשוב על עקבותיו. הוא ביצע מחצית מהפנייה לפני שההטיה חצתה לפתע את המצב האנכי, האף פנה מטה והמטוס היה בסחרור. בגובה נמוך שכזה, בקושי הייתה אפשרות לפנייה מלאה לפני שהמטוס פגע בקרקע ונפגע מעבר ליכולת תיקון. למרבה המזל, לא הייתה אש, אולם הטייס לא היה שוב אותו האדם.

שנים מאוחר יותר, מטוס סיור ארבעה מושבי, כמעט חדש, המריא מ – Biggin Hill, השדה המפורסם מהקרב על בריטניה, לא הרחק מלונדון. השדה אכן ממוקם על גבעה. המסלול שהיה בשימוש באותו היום נושק לכיוון עמק פתוח ורחב, הנמוך במאתיים רגל או יותר מגובה פני השדה. בגובה של בערך 250 רגל, מנוע המטוס שבק בפתאומיות. העמק השתרע בקשת רחבה לפני המטוס, מציע מותרות (במונחים של זמן גלישה) של עוד כמה מאות רגל. ההחלטה הברורה הייתה לנחות קדימה לפנים.

במקום זאת, הטייס פנה לאחור, נכנס לסחרור והתרסק במרחק מטרים מהמקום בו חנה המטוס כמה דקות קודם לכן. הטייס ואחד הנוסעים נהרגו בהתרסקות; שני הנוסעים האחרים נפצעו קשה.

צמד עלילות מעשיות למדי: בראשונה מעורב טייס ניסוי מקצועי ומנוסה מאד ובשנייה חובב, שלמרות זאת נודע באמינותו ובהרגל לעשות דברים לפי הספר. בכל אחד מהמקרים, הטייס בחר לפנות לאחור ולנסות להגיע עם הרוח באופן מסוכן, כאשר התנאים היו פחות או יותר אידיאליים לנחיתת אונס ישירות לפנים.

סיפורים שכאלה ישנים כמו התעופה עצמה. ללא ספק אפשר למלא ספר גדול בדוגמאות מעשיות כאלה. הדבר מוזר כיוון שלא יכול להיות סוד לגבי הסכנות בפנייה לאחור בהמשך לכישלון מנוע לאחר המראה; מרבית ספרי הלימוד, לבטח אלו עם השמות הנכבדים על כריכותיהם, ממליצים בחום כנגד תפעול שכזה. ועדיין, אנשים ממשיכים להרוג עצמם כאשר המצב יכול להסתיים בקלות בנזק מזערי למטוס, קטן או בכלל לא לנוסעים, ומאוחר יותר לחגוג ביצוע תהליך חירום במומחיות.

אנחנו חיים בימים מתירניים. אם מישהו מספר לקהילת התעופה, שבאם "החמור" שלפניכם שובק במהלך השלבים המוקדמים של ההמראה, לעולם לא לפנות לאחור, מזדקפות הנוצות וכרגיל אנשים הגיוניים מאשימים את הדובר בהיותו דוגמטי. אחד או שניים תמיד יציגו בגאווה מספר סיפורים שבהם הטייס פנה לאחור, יצא מזה, והיה עלול להגיע לכותרות אם היה נוחת ישר לפנים.

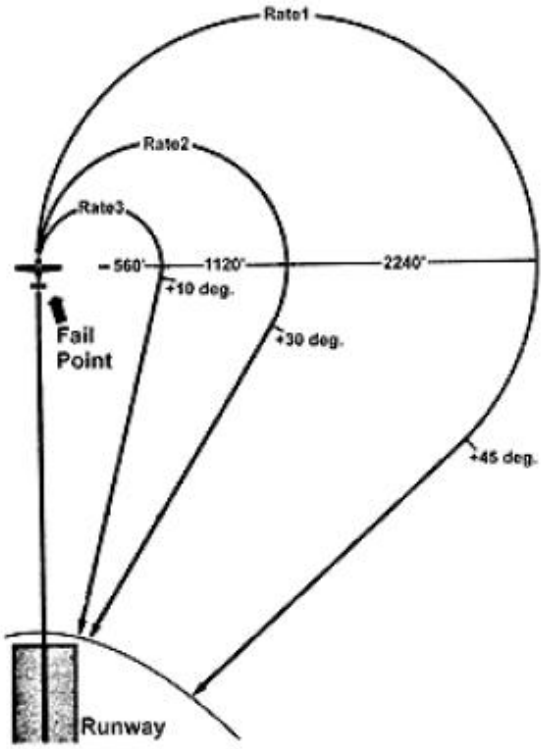
ללא ספק יש כמה מצבים, אומנם מעטים, שבהם הנסיבות עשויות להכתיב לפנות לאחור. אולם, החלטות כאלה, הדורשות חלקיק שנייה וכישורי על, הינן מעבר ליכולותיו של הטייס הממוצע. טוב בהרבה למסד תרגיל חירום שמתאמנים עליו היטב ושומרים על התמחות, כך שבאם המנוע יוצא לשביתה, לא תהיה שום שטות של "האם כן/האם לא" כשהזמן אוזל.

למה לא לפנות לאחור? המשיכו לקרוא.

תורגם על ידי איציק מה-יפית
ינואר 2012

"ברור שעדיף לפנות חזרה לנחיתה בשדה התעופה מאשר להסתכן בנגיעה בשדה חרוש ולעמוד בפני העלות של איסוף החלקים והחזרתם לשדה התעופה." אלו מלים אמיצות. אולם הן מתעלמות מהסיכונים הברורים של ניסיון נחיתה עם הרוח כנגד התנועה הממריאה, בהנחה שיש מספיק גובה להגיע לשדה מבלי להסתחרר. מהו גובה מספק? הביטו במספרים.

איור 1 מתאר את המצב הבא. זה עתה השלמתם אחת מהיציאות המושלמות שלכם וטיפסתם לגובה 300 רגל. ללא התראה מוקדמת, הכול משתבש מלפנים. בוצעו מספר ניסיונות די חושפניים ביחס לזמן תגובה של טייס ממוצע; מכל החישובים, הטייס הממוצע זקוק לארבע שניות לפחות על מנת להגיב כאשר עומד בפני דממה עמוקה בלתי מתוכננת. כיוון שהמטוס הקל המודרני מטפס במצב אף די גבוה, כאשר הוא עם חרטום מעלה ללא כוח, מחוון המהירות נעצר כמו שעון שנשבר.



איור 1 – למרות הכפלת שיעור הפנייה של רדיוס חצאי הפניה כאשר מנסים לחזור לאחור למסלול, מהירות ההזדקרות גדלה בצורה דרמאטית.

בסיומן של אותן 4 שניות, הטייס בוודאי קיבל את המסר: "הנמך את האף ושמור מהירות". בשלב זה, כל העצות הטובות של מדריך הטיסה שלכם, ואלו מספרי הלימוד הנהדרים, מושלכות הצדה ואתם מגלגלים להטיה על מנת לחזור לשדה. בכדי לא להסתכן בסחרור, אתם מגבילים עצמכם לפנייה בשיעור סטנדרטי. כמה זמן לוקח לבצע 180 מעלות בשיעור סטנדארטי? 60 שניות תמימות!

בנוסף, לעתים שוכחים שפניות דורשות מרחב, וככל שאתם טסים מהר יותר הפנייה תהיה רחבה יותר. אפילו במהירות גלישה צנועה של 70 קשר למטוס קטן, רדיוס פנייה בשיעור סטנדרטי הינו 2240 רגל מדהימים. עד שהכיוון מתהפך, אתם ומטוס הפלא החביב שלכם נמצאים 4480 רגל מצדו האחד של המסלול. האיור מראה שהפנייה חייבת להמשיך עוד 45 מעלות לפני שהמטוס מצביע בכיוון הכללי של השדה, כך שהפנייה הכוללת דורשת שינוי כיוון של 180 מעלות בתוספת 45 מעלות לסך של 225 מעלות.

כאשר המנוע כושל, הזמן משמעותי. כפי שמדריך הטיסה הקשיש שלי נהג לומר, "הגרביטציה אף פעם אינה מוותרת". כיוון שהזמן הינו ביחס לאובדן הגובה, בואו נתבונן במה שקורה במהלך הזמן

תורגם על ידי איציק מה-יפית
ינואר 2012

החולף לאחר שהמנוע שובת בגובה 300 רגל מעל פני הקרקע. ראשית, יש את זמן התגובה של ארבע שניות. ואז אתם צורכים עד 60 שניות לפנות 180 מעלות בשיעור פנייה סטנדרטי, ועוד 15 שניות לעוד 45 המעלות הנדרשות לכיוון שדה התעופה.; הזמן מאז כישלון המנוע עד כה עומד על 79 שניות. מטוס קל ממוצע ינמיך בפנייה, בואו נאמר, 1000 רגל לדקה: בשיעור זה 79 שניות מתורגמות לאובדן גובה של 1346 רגל. אם התחלנו את תהליך החירום בגובה 300 רגל בלבד מעל הקרקע, אתם ומטוס הפלאים שלכם תהיו 1016 רגל מתחת לפני הקרקע!

התומכים בפנייה חזרה יגיבו ללא ספק לטעון זה בהצעה שפנייה סטנדרטית אינה הדרך לטפל בחירום זה. "בצעו פנייה חדה וחזרו לשדה", הם יגידו לכם, מתעלמים בנוחיות מהרבה בעיות שזה ייצור.

ידוע, שעקב העומס, מהירויות ההזדקרות גדלות עם זווית ההטיה. הביטו באיורים המתייחסים למטוס קל ארבעה מושבי הנפוצים בעולם (ראו טבלה 1).

זווית הטיה	מהירות הזדקרות	תוספת
0 מעלות	49 קשרים	0%
35 מעלות	53 קשרים	8%
45 מעלות	59 קשרים	20%
60 מעלות	71 קשרים	43%
75 מעלות	97 קשרים	97%

טבלה 1 – טבלה אופיינית למטוס חד מנועי ארבעה מושבי המראה את היחס של מהירות ההזדקרות לזווית ההטיה.

המסר המובן מאליו המועבר בטבלה 1 הינו, שאם תעמידו את הציפור על קצה כנף אחת ותמשכו לאחור, מהירות ההזדקרות כמעט ותוכפל. נראה ברור שכאשר מתרחש כשלון מנוע בגובה בטוח לפנייה לאחור (יידון מאוחר יותר), יש להתייחס ל - 45 מעלות הטיה כאל המקסימום המוחלט.

גורם אחר, שלעתים התומכים בפנייה הדוקה לאחור מתעלמים ממנו, הינו הצורך בהגדלת מהירות הגלישה ככל שמתווספת הטיה מעבר, בואו נאמר, 20 מעלות, וגידול שיעור ההנמכה כתוצאה מחויבת. כשלוקחים את המטוס הקל שלנו בעל 70 קשרים מהירות גלישה כדוגמה, אם אתם מגלגלים ל – 45 מעלות הטיה, הזהירות מחייבת שתגדילו את המהירות ל – 80 קשר – ככל שהטיה חריפה יותר עולה עומס ה – G, דבר המגדיל את מהירות ההזדקרות ושיעור ההנמכה.

אם תעמידו את הציפור על קצה כנף אחת ותמשכו לאחור, מהירות ההזדקרות כמעט ותוכפל.

ב – 80 קשרים, הטיה של 45 מעלות תתקרב לשיעור פנייה של פי ארבע מהסטנדרטי. כלומר, ידרשו 15 שניות לשינוי כיוון של 180 מעלות. הביטו שוב באיור 1: למרות שעבור פנייה של 70 קשר האיור מראה רדיוס של 560 קשר, ותוספת של 10 קשרים תגרום להבדל גדול, לחזור לשדה ידרוש לבצע עוד 10 מעלות. במונחים של זמן, יש לנו 4 שניות להגיב, 15 שניות לפניה של 180 מעלות ועוד שנייה עבור תוספת של 10 מעלות הנדרשות לכיוון השדה, סך הכול 20 שניות.

אפילו אם שיעור ההנמכה נשאר ללא שינוי (למרות שאתם ואני יודעים שחייבים להגדילו בזמן הטיה של 45 מעלות) שליש דקה בעת ההנמכה ב – 1000 רגל לדקה משמעותו שתאבדו 333 רגל בסיום הפנייה, דבר שהחלנו בגובה 300 רגל מעל פני הקרקע.

למדו את הנתונים בטבלה 2. הם מראים כמה זמן נדרש לפנות חזרה לשדה בשיעור פנייה שונה. כמובן, נדרש להוסיף 4 שניות של תגובה למספרים המצוטטים בעמודה האחרונה כיוון שהטבלה מתוחמת לזמן הפנייה. כמו בציור 1, הטבלה מניחה מהירות גלישה של 70 קשר, ולמרות שהמהירות תצטרך לגדול פי שניים או פי ארבע משיעור פנייה סטנדרטי, הרדיוס הגדול יותר יאוזן על ידי המהירות הגבוהה יותר.

שיעור פנייה	זמן לפניית 180°	פנייה נוספת נדרשת	סך הכול זמן
סטנדרטי (3 מעלות/שנייה)	60 שניות	45 מעלות	75 שניות
פעמיים שיעור סטנדרטי (6 מעלות/שנייה)	30 שניות	30 מעלות	35 שניות
ארבע פעמים שיעור סטנדרטי (12 מעלות/שנייה)	15 שניות	10 מעלות	15.8 שניות

טבלה 2 - פנייה חזרה למסלול דורשת יותר מ -180 מעלות, צורכת תוספת זמן וגובה.

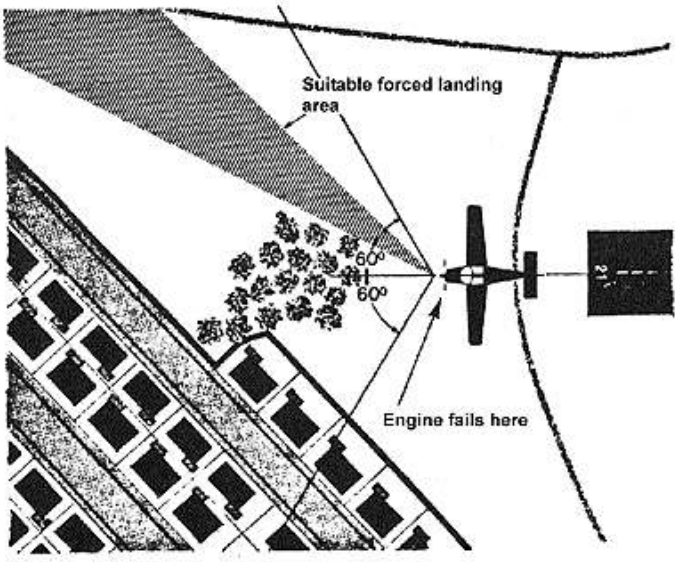
עד כה שקלנו רק את המספרים. על בסיס זה בלבד, פנייה חזרה בגובה נמוך אינה פתירה. אולם, ישנן סיבות אחרות מדוע אין לנסות פנייה שכזו, אלא אם הנסיבות מציעות סיכוי סביר להצלחה. ראשית, קיימת הסכנה המוחשית של נחיתה מול תנועה נגדית. אולם, אפילו והשדה שקט וכולו עבורכם, עדיין נדרש להתמודד עם נחיתה ברוח גב. במקרה הגרוע, גישה סופית יכולה להתרחש ברוח גב וצולבת, מצב שיכול להסתיים בנזק רב יותר מאשר הגעה מבוצעת היטב, בשדה חרוש. הרוח הצולבת מסבכת יותר את הבעיה כיוון שהיא מגדילה או מקטינה את רדיוס הפניה שלכם בהתאם להטיה שמאלית או ימנית בדרך חזור. בגובה נמוך, עם כל הלחץ והחרדות של כישלון מנוע, האם אתם מרגישים בטוח מספיק לבצע את ההחלטה הנכונה?

אם אתם מתמודדים רק עם מבנים ועצים בכל הכיוונים, ובתנאי שהגעתם לגובה 600 רגל לפני כשלון המנוע, יש סיכוי סביר להגיע לשדה, בתנאי שפניית גלישה של 9 מעלות לשנייה מתחילה ללא שהות והמהירות גדלה בערך בעשרה קשרים מעל זו של גלישה ישרה. אולם, בסיום הפנייה, תתקלו בנחיתה קשה לפנים.

גורמים ברורים המשפיעים על תוצאות הפנייה לאחור הינם ביצועי גלישה של המטוס, והחשוב ביותר, כישורי הטייס. אני מקווה שעד כה נזרעו זרעי הספק בראשם של אלו המרגישים מסוגלים לפנות לאחור, כיוון שמתחת ל – 600 רגל מעל פני הקרקע, המספרים משקפים אסון.

בגובה נמוך, עם כל הלחץ והחרדות של כישלון מנוע, האם אתם מרגישים בטוח מספיק לבצע את ההחלטה הנכונה?

אחת מהסיבות מדוע מספר חברים נכנסים ללחץ כשאומרים להם לנחות ישירות קדימה, אם המנוע שובת לאחר המראה, הינה כיוון שהם מרגישים שנשללת מהם הזכות להפעיל את השיפוט שלהם. אני אהיה הראשון להסכים. הדרישה שהנחיתה חייבת להיות ישירות קדימה תהיה חסרת טעם ומסוכנת בפוטנציה. קדימה יכולים להשתרע אזורי מגורים הגדולים והצפופים ביותר של כל הזמנים. עשר מעלות לצד אחד יכול להיות שדה פתוח בגודל של JFK. איור 2 מתאר את האפשרויות הקיימות אם אתם סורקים את האזורים הנרחבים יחסית הכלולים בקשת בטווח של 60 מעלות שמאלה או ימינה מנתיב ההמראה. אין כל סיבה מדוע המטוס לא יתמרן בתחום מגבלות רחבות יחסית אלו.



איור 2 – אם המנוע כושל בגובה נמוך, סביר לחפש אתר נחיתה מתאים 60 מעלות בכל צד של המטוס.

תורגם על ידי איציק מה-יפית
ינואר 2012

אפילו בהנחה שלא ניתן למצוא אזור נחיתה נקי ממכשולים בטווח של 120 מעלות (60 מעלות שמאלה או ימינה מכיוון הטיפוס), למרבית המטוסים הקלים החד-מנועים יש מהירויות גלישה איטיות יחסית, וכאשר נושבת רוח, מהירות קרקעית בנקודת המגע יכולה להיות מתונה. להלן התרגולות. יש להתאמן בהן לפחות אחת לששה חודשים, ורצוי בחברת מדריך טוב.

כשלון מנוע במהלך המראה – אתם חגורים לאורך המסלול, בונים מהירות ועוסקים בעניינכם כאשר הפסקת פעילות מלפנים מודיעה שיש כשלון מנוע:

1. סגרו מצערת.
2. בלמו בחוזקה.
3. שמרו כיוון מסלול.
4. בעוד המטוס מאט, סגרו ברז דלק, נתקו את המגנטו ומשכו ידית תערובת לכיבוי בכדי להקטין סכנת אש.
5. כאשר יש סיכון של חציית קצה מסלול, או אפילו ריצה מעבר לשטח השדה, פנו לכיוון העשב. נקטו פעולה חריפה כאשר יש מכשולים.

כשלון מנוע לאחר המראה – בגובה של 400 רגל רעש יקר ערך מהקצה הקדמי מודיע שיש כשלון מנוע:

1. הורידו אף מיידית וקזזו למהירות גלישה אופטימאלית.
2. התבוננו בקשת של 60 מעלות שמאלה וימינה מכיוון המטוס ובחרו את אזור הנחיתה הזמין המיטבי (ראו איור 2).
3. סגרו דלק ומגנטו. משכו תערובת לכיבוי בכדי להפחית סיכוני אש.
4. אם אתם במטוס בעל גלגל זנב, הימנעו מסיכון של התהפכות במהלך הנחיתה על ידי קיפול כן הנסע (אם ישים). עדיף להשאיר את כן הנסע הקדמי בחוץ במטוס בעל גלגל אף על מנת לספוג את המהלומה הראשונה שתגיע.
5. בצעו פניות עדינות בכדי להימנע ממכשולים.
6. כאשר אתם בטוחים שתגיעו לאזור הנחיתה הנבחר, הורידו מדפים, במדרוג אם נדרש, אולם תכננו מלוא המדפים לפני הנגיעה. אל תאפשרו למהירות לגדול.
7. בגישה קצרה, סגרו מפסק ראשי ופתחו את דלתות התא (בכדי להישמר מסיכון של הילכדות בתא עקב היתקעות דלתות).
8. ***התנגדו לפיתוי לחזור חזרה לשדה!***

כאשר כשלון מנוע לובש צורה של מדחף שקט מסתובב ברוח (wind milling), ללא סימנים ברורים של נזק מכאני, הסיבה יכולה להיות חוסר דלק. במקרים שכאלה אתם תבחרו מיכל אחר (אם יש כזה), אחרי שתבחרו את שדה הנחיתה הטוב ביותר. המשיכו בבד"ח אם המנוע לא יניע מחדש.

מעט טייסים מנוסים לא יסכימו שכשלון מנוע לאחר המראה, במיוחד במטוס חד-מנועי, הינו אחד מהמצבים המאתגרים של אוויראי. אם מאמר זה אינו עושה יותר מאשר לשכנע את המשוכנעים, שלמעט בנסיבות אידיאליות, פנייה לאחור אינה אופציה לטייס החושב בעל השאיפה להזדקן בנחת, אזי הוא שירת מטרה יקרת ערך. למרבה המזל, כישלונות מנוע הינם נדירים בימים אלו, ואף על פי כן נשארים עובדה בחיי התעופה.

מנוע שמסיבה זו או אחרת מתפרק (טלטל שיוצא דרך בית גל הארכובה, זרוע נדנד שבורה, וכו') יכול להיות מחוץ לשליטת הטייס. אולם, כישלון מנוע יכול היה להימנע על ידי פעולה של בדיקה מודעת לפני טיסה. לפנינו מספר טיפים לטייס העליז:

בדיקות לפני טיסה – אין לטפל בהן כתוכי בתהליך שגרתי נסבל.

1. חיוני לבדוק מים בדלק. אין טעם לאפשר לדלק להישפך על הקרקע – זה לא יאמר לכם כלום. השתמשו בצנצנת קטנה ונקזו עד אשר דלק (לא מים) יוצאים מפתח הניקוז. אני יודע על שני טייסים שנהרגו בשנה האחרונה כיוון שהם לא בדקו להימצאות מים במטוס, שעמד בחוץ שבועות. לאחר שימוש בפתחי הניקוז, ודאו שהם סגורים כיאות. אחרת, המיכלים שלכם יתרוקנו בזמן קצר.

2. מחווני הדלק הישרים של אתמול יכולים לשקר היום. הביטו לתוך המיכל, בצעו בדיקת ראיה לגובה הדלק והשוו זאת לחיווי הדלק כאשר אתם נכנסים לתא.
3. בדקו שמן והחזירו את מכסה פתח המילוי כיאות. ראיתי פעם מטוס קל מבצע נחיתה במהירות גבוהה כששובל עשן שחור מאחוריו הופך את היום ללילה. מכסה השמן לא הוחזר למקומו כיאות ולתוצאות, בעוד שהיו יותר מפחידות ממסוכנות, היו כל הסימנים של אש מנוע רצינית. למעשה, זה קרה למטוס אחד.

בדיקות מנוע ופעולות חיוניות –

1. בהגעה לנקודת ההמתנה, החליפו מיכלים לפני הרצת המנוע. בדרך זו תבדקו את מערכת הדלק. בשום מקרה אל תחליפו את המיכלים לאחר בדיקות הכוח ולפני עלייה על המסלול. אם משהו אינו כשורה, אתם יכולים להתערב שהמנוע ייכנע ברגע הגרוע ביותר.
2. בדקו את המגנטו, אוויר חם (או אוויר חלופי), וכאשר מצויד, שינוי פסיעת המדחף.
3. חיוני לבדוק את לחץ הדלק ללא פעולת המשאבה החשמלית, כיוון שרק אז אתם יכולים לוודא שהמשאבה המכאנית מתפקדת. זה הזמן לבדוק את כל טמפרטורות ולחצי המנוע, כמו גם משאבת ריק (ואקום) וטעינה, אולם בצעו זאת עם כוח, לא בסל"ד סרק.
4. במהלך חלקה המוקדם של ריצת ההמראה, היו קשובים לכל רעש גס, לא מוכר, רעידות בלתי רגילות. אפילו כשהכול נשמע טוב, העיפו מבט מהיר במכשירי המנוע מיד עם ייצוב הכיוון וודאו שכולם בטווח הירוק.

אם יש רק רמז קל ביותר למשהו לא סדיר, סגרו מצערת, בטלו את ההמראה והפסיקו לשחק את הגיבור.

ידיד טייס מבחן סיפר לי פעם, "ההבדל בין טייס מקצוען אמיתי ושאר הטייסים הינו שבמהלך ההמראה הרבה חובבנים מופתעים כאשר משהו אינו עובד; המקצוען מופתע באותה מדה אם משהו עובד!" האמת של ציטוט קטן זה הינה שלטייסים רבים מדי יש אמונה עיוורת בדברים מכאניים. יש הרגל בלתי לוגי של סגירת משאבת דלק חשמלית מיד כשהמטוס עוזב את השדה. נדרש רק משחק של המשאבה המכאנית בכדי שיהיה בידינו כשלון מנוע. בשלב זה הטייס בוחר לפנות לאחור – אולם כולם יודעים את התוצאות של זה!

טיסה הינה מקצוע
בטיחות הינה גישה