

# חקירת הגורם האנושי עפ"י מודל הגבינה

## השוויוצרות (חקירת תאונות ותקריות אוויר).



אסף תרגם, וכתב גיל ארנון, חוקר במשרד החוקר הראשי, מבוסס על:

- *ICAO Doc 9683: Human factors training for safety investigators*
- *ICAO Circ 240: Human factors digest.*
- *Eurocontrol: Human factors module*
- *ISASI Guidelines for investigation of Human factors in Accidents*

למען הסר ספק מובהר בזאת כי אין לשנות, לשכתב, לתקן, למחוק, להוסיף, לפרסם, להפיץ או לעשות כל שימוש אחר, מסחרי או לא מסחרי אחר בכל חלק מן הנ"ל בלא הסכמתם המפורשת של הכותב והמשרד ושלא בכתב ומראש.



## ”הגורם האנושי” באירוע בטיחותי – חשיבותו בחקירה, והחקירה

### מבוא

על מנת שייקל על הקורא לחבר בין נושא הכתבה התיאורטי לבין עולם התוכן האמתי מוצגת סוגיה בטיחותית פוטנציאלית, שעליה הקורא יוכל להפעיל את המתודולוגיה ולזהות את ההקשר והחיבור בין ה”גורם האנושי” לבין התאונה.

תחומי התעופה הכללית, הספורטיבית ובכללם תחום הרחיפה מאופיינים ברגולציה יורדת ברמות הדרישה השונות, כגון: רישוי, תחזוקה, אכיפה – וזאת, ככול שרמת האחריות הנלווית לעיסוק החלה על המשתמש, קרי, מפעיל כלי הטיס - עולה.

אחד הסממנים ”לחופש הפעולה” שבידי המשתמש, הינו האפשרות ו/או טווח ”התנהלות” גמיש, הטומן בחובו, בין היתר, את היכולת לאי קיום נורמה תעופתית בטיחותית מקובלת, המצופה לאותו חופש רגולטורי הקיים בתחום. לא אחת ניתן לראות כלי טיס המופעלים בתחומים אלו, יוצאים לטיסה עם תקלות בטווח רחב של רמות שונות, כדוגמת: מערכות כלי טיס תקולות, סדקים, שברים, נזילות וכד’. למעשה, על פי ההגדרה הקיימת בחוק, משמעות המצב - יציאה בתצורה שלא כפי שכלי הטיס רושין על ידי היצרן. ככלל, זאת בניגוד לתעופה המוסדרת יותר, כמו: מובילים אוויריים וחברות מסחריות בתעופה הכללית, אשר נתנו מענה באמצעות מנחי עבודה (SOP's) והנחיות ברורות לטייסים ולצוותי ההפעלה הנגזרות מכוח החוק ותקנות הטיס. אף על פי כן, לא אחת, ניתן למצוא סממנים אלו גם ברמות השונות שבתוך התעופה הכללית, היותר מוסדרת מבין השלוש המוזכרות מעלה, כאשר הכוונה לחברות מסחריות הפועלות בתחום.

”אילוץ” היציאה לטיסה בטיסות אלו הינן מגוונות, ונשענות בעיקר אך לא רק, על כתפי הטייס (משתמש הקצה - Line operator), בהקשרים כמו: רצון/התעקשות לצאת לטיסה, לחץ ההנהלה/בעלי החברה, פחד של ”לא לספק את הסחורה” כלפי המעביד, פרנסה/השתכרות, ועוד.

משרד החוקר הראשי מצא לנכון לשתף, בהיבט החינוכי/תרבותי ומתוך שקיפות, ליידע ולהעשיר את ציבור העוסקים בתעופה, בעבודת החוקר בחקירה בטיחותית, תוך התמקדות על תחום ספציפי - שהינו ”הגורם האנושי”, אשר קיים במרבית אירועי הבטיחות המתרחשים בעולמנו בכלל, ובתעופה בפרט.



במהלך מספר עשורים, חוקרי תאונות זיהו את חשיבות האדם וההקשר הסיבתי בין הימצאותו ומעורבותו, לבין התאונה. ואכן, באופן מסורתי, ההתמקדות בחקירה הייתה על "הפעולות הלא בטוחות" ("Unsafe acts") שבוצעו על ידי אינדיבידואלים ושבדיעבד הסתיימו באסון. ההכרה שאותו אינדיבידואל אינו פועל לבדו, אלא למעשה הינו חלק/"רכיב" ממערכת מורכבת ("Complex system"), הינה התפישה המקובלת מזה מספר שנים. אותה מערכת מורכבת" ניתן להגדירה כ: **"ארגון של אנשים ומכונות הפועלים ומתחזקים כדי לבצע משימות נדרשות שיעמדו בדרישות המערכת"**. הגישה המערכתית מאשרת, שלכול האלמנטים המרכיבים את המערכת ישנו תפקיד פעיל באירוע בטיחותי. קרי, גם אירוע שבו לכאורה מעורב טייס בודד, אזי יש לראות אותו כשייך למערכת גדולה יותר, אליה הוא קשור באופן ישיר ו/או עקיף.

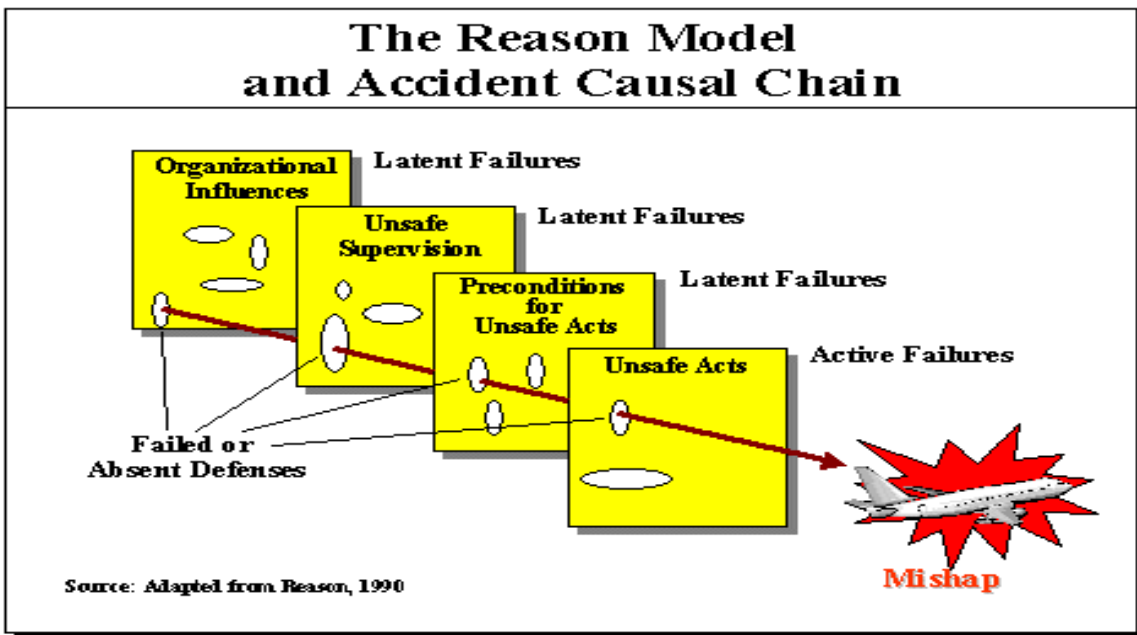
### **מתודולוגית החקירה של "הגורם האנושי"**

בעקבות אירוע בטיחותי, מתודולוגיית החקירה הבטיחותית מנחה את החוקר, מתוך תפישת הבטיחות, כי, חקירת התאונה **"מתחילה אצל הטייס" – ובדרך כלל אינה מסתיימת בו**. סוגיה זו משויכת למושג הנקרא "הגורם האנושי" ולמעשה נמצאת במרבית האירועים הבטיחותיים שמתרחשים. מכאן, על מנת לקדם את בטיחות התעופה מתקיים הצורך הטבעי המתבקש לשפר את היכולת לזהות את מרכיבי "הגורם האנושי" בתאונות ותקריות אוויריות. על ידי ביצוע שכזה ניתן יהיה ללמוד מתוך הניסיון המצטבר, וליישם, צעדים חדשים ויעילים יותר שימנעו אירועי בטיחות מאותו הסוג מלחזור על עצמם.

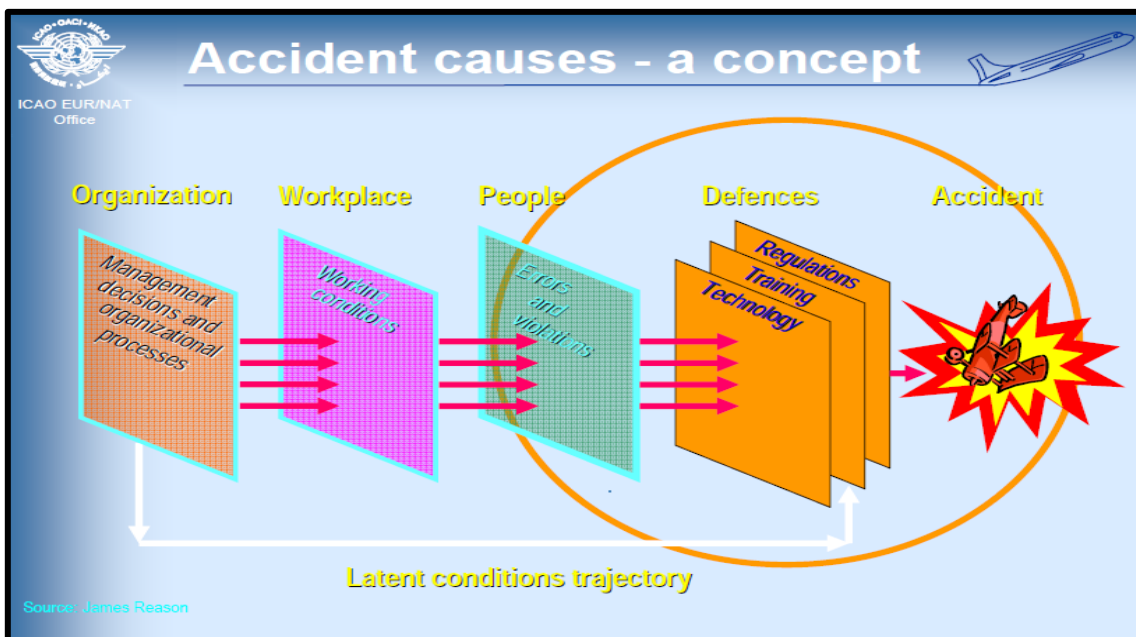
מתוך תפישת הבטיחות ברור, שלא ניתן למנוע מבני אנוש מלטעות – **"כי לטעות זה אנושי"**. יחד עם זאת הובן, שבוודאות ניתן להוריד את תדירות התרחשות אירועים, כמו גם לצמצם את תוצאות הנזק של אירועים בטיחותיים. לכן, חקירת "הגורם האנושי" באירועי בטיחות בתעופה, חייבת להיות חלק אינטגרלי בכל ביצוע של חקירה בטיחותית ולהוות חלק מדוח החקירה המופק על ידי הרשות החוקרת. מתוך התפישה: בני האדם אינם פועלים בריק. הם למעשה אלמנט אחד **במערכת מורכבת**, כאשר לפעמים האדם/המפעיל מהווה את המחסום האחרון שעשוי לבלום את רצף האירועים/כשלים (להלן: **"אירועי משנה"**) שקדמו לתאונה, ואשר כל אחד מהם בנפרד, לא בהכרח יוביל/יגרום לתאונה ושאותם חובה על החוקר לזהות ולחקור. בכל מקרה, כאשר אירועי משנה אלו חוברים יחדיו לתוצאה קטסטרופלית כמו תאונה, הרשות החוקרת חייבת להבטיח שכול האלמנטים של "המערכת המורכבת", בה פועל האדם המעורב, ייחקרו, עד שתובן סיבת התאונה הבטיחותית שהתרחשה, ובכך תענה שאלת ה"למה". חיפוש סיסטמתי אחרי התשובה לשאלת ה"למה", אין מטרתה להצביע על גורם יחיד/סיבה, כמו גם אין מטרתה להאשים ולתרץ טעות אנוש. **החיפוש אחר התשובה לשאלת ה"למה" נועד לעזור בזיהוי הכשלים הסמויים שאפשר ויגרמו לתקריות ו/או תאונות דומות להתרחש בעתיד.**



משהוחלט על פתיחת חקירה, על הרשות החוקרת לבצע ולבחון בצורה מקיפה את כולל היבטי האירוע, אם בכוונתה ליישם את כולל מטלות החקירה הנדרשות. אימוץ גישה מערכתית לחקירת תאונה עוזרת לחוקר הבטיחות לזהות את הגורמים והסיבות הסמויות במערכת תעופתית מורכבת. היא מאפשרת הבנה מיטבית כיצד "רכיבים" במערכת זו השתלבו ותפקדו ביניהם עד אשר הובילו לתאונה, ובכך למעשה, מאפשרות להוביל לצעדי תיקון עתידיים אפשריים/מתבקשים, למען אי השנות מקרים דומים. קיימות טכניקות/גישות ידועות לעבודה וניתוח בחקירת אירוע. גישה פופולרית אחת, הנמצאת בשימוש נרחב, הינה של מפתח מודל גורמי האחריות (ואחריותיות) בתאונה – מודל הגבינה השוויצרית, שפיתח ג'יימס ריזון (James Reason).



מודל "הגבינה השוויצרית" של ג'יימס ריזון ואימוצו כתפישה על ידי ה- ICAO





גיימס ריזון קבע, כי יש להתייחס לכול גוף או פרט בתעשיית התעופה כאל "מערכת יצרנית/פרודוקטיבית מורכבת". המכלול הבסיסי הראשון, מבין המכלולים הבסיסיים, המרכיב מערכת שכזו, משויכת "למקבלי ההחלטות" (דרג הנהלה בכירה - הגוף/חברה ש"מאחורי" הטייס, ו/או הגוף הרגולטורי), האחראים על קביעת הכללים והמשאבים שיבטיחו איזון בין שני יעדים מוצהרים: יעד הבטיחות והיעד המסחרי שלמטרתו קיים.

מכלול בסיסי שני של מרכיבי המערכת, הינו **דרג הנהלה המבצע**, המיישם את תהליך קבלת ההחלטות של הדרג המנהלי הבכיר שמעליו. המכלול הבסיסי השלישי והאחרון במודל ריזון הינן "**הגנות**" אשר בד"כ נמצאות במקומן ושנועדו למניעת פציעות, נזק או נזק חומרי. ניתן לומר, כי תאונות בימינו חפות מגורם בודד בזכות ההתקדמות הטכנולוגית והימצאותן של הגנות יעילות או עקב כשל בצידוד/מערכת מרכזית. מנגד, הם נובעים כתוצאה מהאינטראקציה של סידרה של כשלים "קטנים" ו/או פגמים הקיימים במערכת, עוד טרם ואף הרבה לפני התרחשות האירוע הבטיחותי הנחקר - וזאת בגלל הקושי לראותם קודם לכן.

### כשלים אלה נחלקים לשני סוגים:

1. **כשל פעיל (Active failure)** – מוגדר כטעות או הפרה, המאופיינת באפקט תוצאתי חמור, המתרחש מידית עם ביצוע פעולה כלשהי. טעות זו מתבצעת בד"כ על ידי "אנשי הקו הראשון (Line operator)", קרי, המפעיל המבצע (לדוגמה: טייס), כמו: הרמת ידית גלגלים בשוגג במקום ידית מדפים, וכד'.

2. **כשל סמוי (Latent failure)** – תוצאה של קבלת החלטה או פעולה שבוצעה והמתונה למימושה אפילו זמן רב לפני שהתאונה הנחקרת התרחשה. כשלים מסוג זה משויכים לדרג "מקבלי ההחלטות", אנשי הנהלה של "הקו הראשון/קדמי" (Line management level), והרגולטור, כלומר, אנשים הנמצאים בטווח של מרחק, זמן ומרחב מהאירוע הבטיחותי שהתרחש. אחד המאפיינים לכשלים מסוג זה הינו, שכול עוד כשלים אלה מבודדים האחד מהשני, לא תתרחש בד"כ תאונה, אך הם מסוגלים להשתלב ביניהם או עם כשלים חדשים וליצור "חלון הזדמנויות" ליצירת תאונה. יש לראות באנשי הקו הראשון (הטייסים) כ"יורשים" של כשלים אלו, בבחינת, שהם אלה שיצטרפו להתמודד אתם לאחר ("שקיבלו") אותם בכלי הטיס, לדוגמה: כשלים טכניים, מצב מסוכן אחר, או ביצועיהם האישיים שלמעשה יחשפו את נוכחותם של הכשלים הסמויים.

ניתן לומר שבמערכת (או ארגון/חברה) בעלי "הגנות טובות", אפשר שכשל פעיל יחבור לכשל סמוי, אך בד"כ לא יצליח לפרוץ את ההגנות הקיימות באותו גוף ויסתיים בתקרית, בניגוד לגוף בו אין הגנות או בעל הגנות חסרות, אזי אותם כשלים עלולים להסתיים בתאונה.





מיד לאחר קרות אירוע בטיחותי ופתיחת חקירה, החוקרים יתמקדו בניסיון להבין ולענות על שתי השאלות הראשונות: מה קרה?, מתי קרה?, כדי להצליח לענות על השאלה השלישית: איך קרה?.

הפעולות הלא בטוחות שביצע הטייס יכולות להסביר את התנהגות כלי הטיס במהלך התרחשות התאונה, ולמקד את החקירה למסקנה של טעות/הפרה של טייס כגורם/סיבה לתאונה. עם זאת, אם החוקר "יצלול פנימה" לבדיקת נהלי החברה ואופן התנהלותה, תוך חיפוש אחר גורמים נוספים שהשפיעו/עשוים היו להשפיע על ביצועי הטייס, אפשר וניתן יהיה למצוא כשלים פעילים כמו גם כשלים סמויים שהיו קיימים במהלך הטיסה, ואף קודם לה. מכאן, התפישה המתודולוגית מנחה - שאל לחקירה להפסיק בנקודה בה הטייס שגה.

### **תובנות בתפישת "הגורם האנושי" באירוע בטיחותי:**

- ✓ תאונה או תקרית אינה תוצאה של פעולה יחידה שבוצעה בידי האדם הבודד.
- ✓ פוטנציאל לתאונה נוצר כאשר פעולות אנושיות וכשלים סמויים מתקיימים בארגון.
- ✓ מטרת חקירת "הגורם האנושי" הינה לזהות את הפעולות שהובילו לפריצת ההגנות, ומכאן – להתרחשות התאונה.
- ✓ זיהוי זה מחייב החלטה בדבר הכשלים הסמויים הרלוונטיים שנכחו - בכול רמות דרגי הנהלת הארגון.
- ✓ חשוב להבין ולהחליט כיצד ניתן היה למנוע ביצוע פעולות לא בטוחות אלו.
- ✓ לא ניתן למנוע בני אנוש מעשיית טעויות, אך ניתן לצמצם את תכיפותן ולהגביל את חומרת תוצאותיהן בהיבט הנזק הנגרם.

על מנת שהקורא יבין את אופן חקירת הגורם האנושי, המאמר מרחיב על עקרונות החקירה בתחום זה.

### **ביצוע חקירת "הגורם האנושי"**

חקירת "הגורם האנושי" בתאונה הינה חלק אינטגרלי במכלול הסוגיות הנחקרות בחקירת אירוע בטיחותי. הליך איסוף המידע וניתוח "הגורם האנושי" באירוע כאמור, הינו זהה, מתודי ומכיל: איסוף וניתוח אינפורמציה על כלי הטיס המעורב, מערכותיו, או כל תחום נדרש אחר על פי מתודולוגית החקירה. גם בתחום זה, עומק והיקף חקירת גורמי האנוש תלוי בנסיבות האירוע, ובתוצאות הנצפות מהאירוע. **הצלחת חקירת תחום "הגורם האנושי" תלויה ונשענת על איכות השילוב והשיתוף עם כלל האלמנטים האחרים בחקירה.**



## מי רשאי לחקור תחום זה:

רוב התאונות והתקריות של כלי טיס נחקרות על ידי חוקרים שאומנו והוכשרו כחוקרים מן המניין על פי תחומם ובעלי רקע חקירתי כללי נרכש (Generalists investigators). במשך שנות עבודתם, חוקרים אלו נחשפים ומבצעים חקירות של אירועי בטיחות בתחומים עתירי טכנולוגיה ומורכבות, ובכללם תחום "הגורם האנושי". כאשר מתקיים הצורך להיעזר במומחה לסוגיות ספציפיות בתוך התחום, אזי נעזרים במומחים/יועצים, אך עדיין עיקר העבודה בתחום "הגורם האנושי" מבוצעת על ידי החוקר הכללי, ובלבד שהוכשר במסגרות מאושרות ביסודות חקירת תחום זה וביישומן.

העלייה במורכבות העולם התעופתי מחייבת את החוקרים ("הכללים") להיות בעלי ידע והכשרות ביישום עקרונות "גורמי אנוש" בחקירה, ולהפגין יכולת איסוף מידע וניתוחו באמצעות טכניקות נלמדות. ארגון ה- ICAO מבהיר במפורש, כי חוקרים אלה אינם צריכים להיות רופאים, פסיכולוגים, סוציולוגים או מומחי הנדסת אנוש בהשכלתם/הכשרתם. הדרישות החיוניות מהם, על מנת להיות חוקרי תחום "הגורם האנושי", זהות לדרישות מחוקר כללי תחומי.

זאת ועוד, מידת ההצלחה של חוקר הבטיחות בתחום "הגורם האנושי", אינה מצויה ביכולותיו המקצועיות במדעי ההתנהגות, אלא ביכולותיו להתייעץ, לקבל החלטות ולהגדיר מהו המידע הרלוונטי לאירוע, לשאול את השאלות הנכונות, יכולת להקשיב לתשובות המתקבלות ולנתח את האינפורמציה שנאספה בסדר כרונולוגי ובדרך יעילה.

## מהי האינפורמציה לאיסוף?

באופן כללי, המידע הנדרש לאיסוף נחלק לשני סוגים עיקריים ורחבי היקף:

1. מידע שיאפשר לחוקרים לבנות בצורה כרונולוגית ומפורטת כל "אירוע משנה משמעותי" (SSE – Safety Significant Event) שהוגדר על ידו, שהתרחש לפני קרות האירוע הנחקר, ואם נכון, גם במהלך האירוע (רצף "אירועי משנה משמעותיים" אלו חייב להדגיש את המאפיינים ההתנהגותיים באירועי משנה אלו, ומהו האפקט שאפשר שהשפיע על רצף האירועים בתאונה).

2. מידע שיאפשר לחוקרים להקיש מסקנות הגיוניות/סבירות על גורמים שאפשר שהשפיעו או תרמו או המריצו "התנהגות יוצרת תאונה".

על החוקר לאסוף מידע המצביע על החלטות שהתקבלו, פעולות והתנהגות/התנהלות כל הגורמים המעורבים והקשורים לאירוע הנחקר – לא רק של אנשי הקו הראשון (Front line) - קרי הטייסים וכד'. החוקרים חייבים לזהות את התנאים בהן התקבלו ההחלטות, הפעולות וההתנהלות/התנהגות שבוצעו. תנאים אלה יכללו את: מבנה הארגון/חברה, מדיניות הארגון/חברה, נהלי וביצועי החברה. כל אלו יביאו להבנה מלאה כיצד נוצר "חלון ההזדמנות" להתרחשות האירוע הבטיחותי.



## מודל איסוף המידע – SHEL(L)

בנוסף למודל האחריות / אחריותיות לתאונה של ג'יימס ריזון (James Reason), תפישת מודל SHEL(L), תמחיש את היקף המשימה של איסוף המידע/נתונים - **תוך שמספקת גישה עקבית (סיסטמטית) של זיהוי בעיות / כשלים**, המקובלת בשימוש בעולם הבטיחות וחקירות בטיחות.

### הרכב חמש "הלבנים" של מודל SHEL(L):

**האדם (Liveware)** - לבנה זו עומדת במרכז המודל ומסמלת את האדם שבמרכז האירוע. החוקר בודק כל דבר רלוונטי שקשור באדם זה (כמו הטייס) בהיבט הפיסי, פיסיוולוגי, פסיכולוגי ופסיכוסוציאלי שלו.

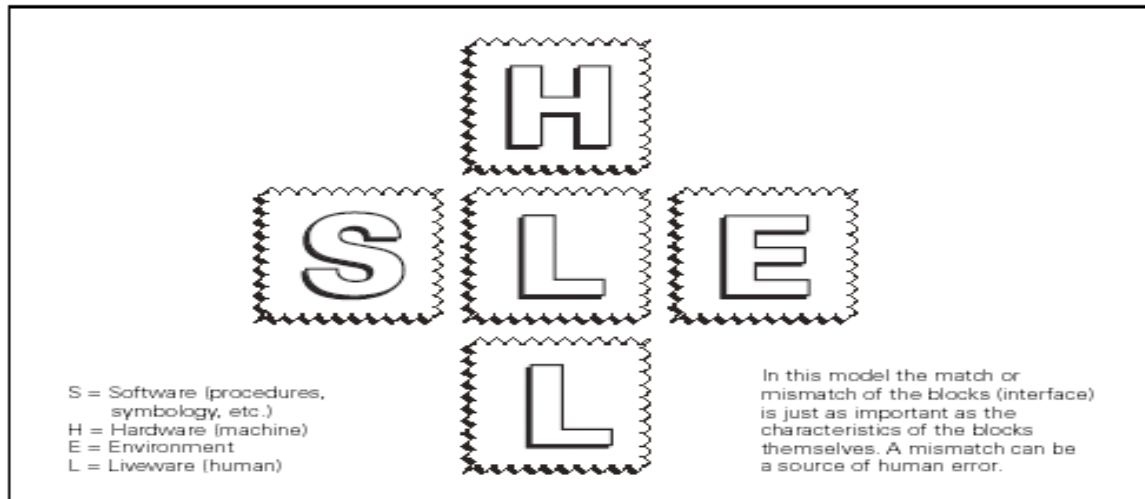
**אדם – מחייה (Liveware-liveware)** - יחסיות זו קשורה ביחסי הגומלין בין האדם - המעורב, וכל אדם אחר בסביבת העבודה אליה הוא קשור. יחסי הנהלה כלולים גם כן, באשר להימצאות של תרבות ארגונית ולחצי עבודה/ביצוע מצד החברה, אשר עשויים להשפיע משמעותית על הביצוע האנושי. המידע הנדרש בד"כ, הינו אינטראקציה בין - אישית, תקשורת וסימנים ויזואליים שונים.

**אדם – חומרה (Liveware-hardware)** - יחסיות זו קשורה בין האדם והמכונה. המידע הנדרש קשור בתצורת תא הטייסים ואזור העבודה, קרי, תצוגה ותצורת ידיות ההפעלה בהיבט הנדסת האנוש, תצורת המושבים, ועוד.

**אדם – תוכנה (Liveware-software)** - יחסיות זו קשורה ביחסי הגומלין בין האדם לבין המערכות התומכות בסביבת /אזור העבודה. המידע הנדרש מצוי בחוק, בתקנות הטיס, בספרי ההפעלה המבצעיים, בד"ח/ים, פירסומים, נהלי עבודה בחברה (S.o.p's), תכנון מערכות ממוחשבות, ועוד.

**אדם – סביבה (Liveware-environment)** - יחסיות זו קשורה ביחסי הגומלין בין האדם והסביבה הפנימית והחיצונית שלו. הסביבה הפנימית של האדם היא סביבת אזור העבודה שלו - הכוללת טמפרטורה, תנאי תאורה יחסיים, רעש ואיכות האוויר (לחץ). הסביבה החיצונית של האדם - כוללת את הסביבה הפיסית שמחוץ לאזור העבודה הישיר שלו, כמו גם במובן הרחב של האילוצים ה"פוליטיים" והכלכליים שבהם החברה עובדת. המידע הנדרש כולל: מז"א, טופוגרפיה באזור, והאמצעים הפיסיים, מבניים ומצב כלכלי.





כפי שניתן לראות בתמונה מעלה, קצות "הלבנים" (אבני הבניין) המרכיבות את המודל, אינן ישרות אלא "משוננות" וזאת כדי להמחיש את הצורך שלהן להשתלב אחת בשנייה, כתלות לעבודה ולממשק מתואם עם כלל הלבנים האחרות. בחסרון, הדבר יכול להסביר את האירוע הבטיחותי.

על חוקרי "הגורם האנושי" בתאונה לזהות ולהצביע על אי ההתאמה בין "הלבנים" שהתגלו במהלך החקירה ושהיו טרם התרחשות התאונה, שאפשר ותרמו להתרחשותה. כך, בבחינת "לבני המודל" הללו, ניתן יהיה באמצעות המידע הנאסף בצורה סיסטמטית לבדוק בצורה יעילה ולנתח כל "לבנה" ו"לבנה" באירוע, על פי מודל SHELL(L).

### כמה מידע נחשב כמספק את החקירה?

כאשר חוקרים סוגיות ב"גורם האנושי", הקו העובר בין מידע רלוונטי למידע שאינו רלוונטי לעתים קרובות אינו ברור. מידע שבתחילה נראה כלא קשור לאירוע יכול להתגלות כחשוב ביותר וקשור לאחר בחינת ההקשרים בין אירועי משנה ספציפיים או מרכיבים אחרים שהתגלו.

לעתים קרובות נאמר שחוקרים אוספים תחילה את כול העובדות, ורק לאחר מכן מנתחים אותן, ואז מסיקים מסקנות וממליצים ככל שנדרש. הגם שגישה זו הינה אובייקטיבית ועניינית, היא אינה ראלית במציאות. בפועל, אין דבר יותר פוגם/מזיק בשלב העבודה בזירה מהתיימרות שכול העובדות יכולות להתגלות בזירה, ללא ביצוע הליך סלקטיבי ואנליטי. מתוך "שלל" המתודולוגיות הקיימות, חוקרי הבטיחות, הכירו בצורך "בהליך תרחישי (התרחשותי) מסביר, ומתמשך" לאירוע נחקר. אחד האנליטים הידועים בתחום, הגדיר את הליך הסיבתיות המתמשך, כ: "הגעה באמצעות מתן סיבתיות - כהסבר אפשרי לעובדות ידועות או נחשדות בתאונה". על החוקרים לזכור בהקשר זה, שהעובדות הנאספות, הניתוח בגינן והמסקנות המתקבלות כתוצרי החקירה, אינן צריכות לעמוד במבחן המשפטי בבתי משפט, אלא, אך ורק בהיבט המניעתי של התאונה העתידית מאותו הסוג.



לבסוף, בבחינת עומק והיקף איסוף המידע וחקירת "הגורם האנושי" בתאונה, מטרת חקירת "הגורם האנושי" הינה להסביר כיצד רצף אירועי המשנה הסיבתיים נוצר, ולענות על שאלת "המדוע?" רצף זה לא הופרע/נעצר לפני התרחשות התאונה – **מדוע (Why)**, לא את "מי" (Who) יש להאשים. אם המידע לא עוזר להסביר את השאלות הללו, אזי שכנראה אינו רלוונטי.

### **שלב ניתוח המידע שנאסף**

לאחר סיום איסוף המידע הנדרש בסוגית "הגורם האנושי", הקשור לתאונה, עומד בפני החוקר האתגר של ניתוח המידע. לרוב, החוקרים מצליחים לנתח מידע נמדד (כמותי) הקשור לגורמי האנוש – לדוגמה: מציאת הכוח הנדרש להפעלת מוט ההיגוי, כמות האור הנדרשת לקריאת מסכי המצגים בכלי הטיס, דרישות טמפרטורה ולחץ ביחס לתפעול ספציפי, ועוד.

לצערנו, **רוב רובם של גורמי "הגורם האנושי" אינם ניתנים למדידה פשוטה** ולכן הם קשים לחיזוי מיטבי. כתוצאה מכך, **מידע מבוסס "גורמי אנוש", אינו מאפשר לחוקר הבטיחות להסיק מסקנות שאינן ניתנות למחלוקת.**

קל באופן יחסי להציג מסקנות המבוססות על חישוב מדויק, ולכן הנטייה של חוקרים תהא להציג ולהתמקד באדם המבצע את הפעולה שהובילה לתאונה, ולעצור שם את החקירה. לדוגמה: חישוב של רוחות גזירה שגרמו לשינוי בביצועי מטוס, אשר בשל כך המטוס עבר את הביצועים המורשים, או מסקנה של אובדן מנוע שנגרם מכשל באחת מלהבי הטורבינה, וכד'.

עם זאת, דוגמאות כאלה, של קשר ישיר בין סיבה ומסובב, אינן נמצאות בחקירה של "גורמי אנוש", כמו: "אדישות", "עייפות", "והיסח דעת בטיסה". מושגים אלה, לטובת המאמר, מוגדרים כגורמי ביצועי אנוש שאינם מוחשיים (Intangible), זאת בניגוד לכאלה שניתן למדוד אותם כמו: שמיעה, ראייה, התקף לב, חוסר התאמה תפקודית עקב צריכה של סמים, אלכוהול, וכול'.

לדוגמה, אם חקירה חשפה שטייס ביצע טעות שהובילה לתאונה, ובחקירה נמצא שהיו קיימים תנאים לעייפות, הסחת דעת עקב שיחות שהתנהלו, או נמצאה עדות לשאננות שהופגנה בתא הטייס, הדבר אינו מוביל בהכרח בוודאות למסקנה שהטעות שביצע הטייס נבעה עקב תנאים אלו שהחקירה חשפה. בלתי נמנע שמידה מסוימת של השערה מעורבת במסקנות החקירה, ותקפותן של מסקנות אלה הינן טובות בהקשר ישיר לתהליך הסיבתיות שהחוקר ביצע ולמשקל העדויות שמצא, והציג בדוח.



מאחר שבחקירת ה"גורם האנושי" מעורבים מושגים של הסתברויות והיתכנויות, אזי הסקת מסקנות **מסיבתיות אינדוקטיביות** (הסקת מסקנה הנובעת ממקרה פרטי ומוסקת על הכלל) – Inductive reasoning, הנובעות מניתוח סוגיות ב"גורם האנושי", הינן מטבע הדברים פחות "מדויקות" **מסיבתיות נלמדת** – Deductive reasoning.

"הסבירות" בקונטקסט זה, אינה תוצר של דיוק מתמטי של סבירות. העלאת מסקנות המבוססות על הסבירות הגבוהה לאירוע, או בהיתכנות גבוהה ומוסברת של אירועים התנהגותיים, והגעה למסקנות הנובעות מהליך חשיבה של סיבתיות אינדוקטיבית, אינן יכולות להיבחן באופן סופי ובצורה משכנעת. בכול מקרה, מסקנות הנובעות מסיבתיות אינדוקטיביות חייבות להתבסס על שיטה/הליך מסודר ועקבי שמסביר את הדרך למסקנה.

ההיגיון הנדרש לנתח תופעה מוחשית פחות, שונה בהכרח מאשר זה הנדרש בתחומי החקירה האחרים בהם המדידה מדויקת יותר. תקפות מסקנות הנובעות מחקירה, הנוגעות ל"גורם האנושי", אינן יכולות להיבחן באופן משכנע וסופי, מאחר שהן נשענות על ניתוח המבוסס על אפשרויות, היתכנות, וסבירות להתרחשות. בשל כך, קיימת נטייה אצל חוקרים להתנגד, להסתייג ולהסס מלחקור זאת. ארגון ה- ICAO, מנחה, כי על החוקרים לבנות לעצמם אסטרטגיות להתגבר על החשש, הפחד וההתנגדות מלחקור סוגיות שכאלה.

על מנת להבטיח הליך שיטתי הנדרש ליצירת מסקנות הנובעות מסיבתיות אינדוקטיביות, הרשות החוקרת האוסטרלית יצרה ויישמה בהצלחה הליך פשוט, עוקב שלבים, הדן בעובדות "גורמי אנוש" פחות מוחשיות. במאמר זה, הדן בסוגיה זו, המושג "ידע ניסיוני" (Empirical knowledge) מתייחס לממצאים ניסיוניים שהתקבלו באופן כללי על ידי קהילת המחקר של תחום "גורמי אנוש".



## הליך הניתוח מורכב מהשלבים הבאים:

### שלב ראשון: מבחן הקיימות

השלב הראשון בהליך מכוון לבדיקת הסתברות קיומם של תנאים הקשורים ב"גורמי אנוש":

- בדיקת כל העובדות הידועות ובחינת סוגיות בגורמי אנוש הרלוונטיים באירוע.
- שקלול/תיעדוף של כול האפשרויות בעלות החשיבות הרבה ביותר, לגביהן נדרש לבצע בחינה יסודית.
- לבסס את הידע הקיים בתחום, בקשר לסוגיות שהועלו בגורמי האנוש והגורמים הנסתרים שנמצאו בחקירה.
- השוואה בין נסיבות האירוע הנחקר לבין "ידע אמפירי" קיים.
- קבלת החלטה באשר לסבירות שאחד או יותר מ"גורמי האנוש" שהועלו, התקיים באירוע.

### שלב שני: מבחן ההשפעה

השלב השני מכוון לביסוס הסבירות שגורם אנושי ספציפי, אחד או יותר, השפיע על רצף אירועי המשנה שהובילו לתאונה. הפעולות המתבקשות:

- לבחון את הידע האמפירי הקיים באשר להשפעת אותו גורם אנושי שהוחלט עליו בשלב הראשון.
- להשוות בין ביצועי האנשים המעורבים באירוע, לבין מה שידוע על בסיס "הידע האמפירי".
- לקבוע את מידת הסבירות שפעולות של האנשים המעורבים הרלוונטיים, הושפעו מ"הגורם האנושי" שהיה קיים באירוע.
- לקבוע את מידת הסבירות שאותו "גורם אנושי" שנחשד כתורם, אכן תרם לרצף האירועים שהובילו לתאונה.

### שלב שלישי: מבחן התיקוף

- כל השלבים שתוארו מעלה מסתמכים על כל העובדות שנצברו בחקירה ושאינן מאפשרות ליצור מסקנות שלא ניתן לחלוק עליהן, אלא מאפשרות להעלות מסקנות הקשורות - בסבירות. הדבר דומה למונח המשפטי הנקרא: "עובדות נסיבתיות" המצריכות בחינה של תרחישים אפשריים. כוחה של גישה זו נעוץ בכך, שהוא מחייב את החוקר להסיק את מסקנותיו בדרך עקבית, המבוססת על ידע אמפירי ועל עובדות תומכות שעליהן לא ניתן לחלוק.



ניתוח סוגיות "גורמי אנוש" חייב לקחת בחשבון את מטרת החקירה הבטיחותית שהינה מניעת התאונה הבאה מאותו הסוג. ידוע, כי אירועי בטיחות לעיתים נדירות הינם תוצאה של סיבה בודדת. לכן, אם מניעת התאונה הבאה היא המטרה האובייקטיבית, אזי ניתוח סוגיות "הגורם האנושי" חייב להכיר בעובדה שלמרות שגורמים אינדיבידואליים עשויים להתפרש כלא משמעותיים, מתוך ניתוח פרטני/מבודד שלהם, הם מסוגלים ביחד, לייצר רצף אירועים שלכאורה אינם קשורים האחד בשני, אך בשילובם יחדיו ייצרו תאונה. מודל מחוללי התאונה של גיימס ריזון מהווה פלטפורמה יעילה לחוקרי בטיחות לנתח באופן מקיף את תחום "הגורם האנושי" באירוע, בכול הרמות.

ניתוח "הגורם האנושי" באירוע בטיחותי, אסור שיתמקד רק בכשלים הישירים (Active failures) של העובד/ים בקו הראשון (Front line operators), אלא חייב להכיל גם ניתוח של ההחלטות/פעולות השגויות שנתגלו בכל הרמות, שחברו יחדיו ליצירת "חלון הזדמנויות" להתרחשות התאונה שקרתה.

#### סיכום

אין ספק שחשיבות תוצרי החקירה הבטיחותית הינה בזיהוי, בנטרול, במניעה או בהקטנה של ההסתברות לאירוע בטיחותי עתידי מאותו הסוג, וזאת באמצעות מתן מענה על חמש השאלות שהחוקר שואף לענות עליהן במהלך החקירה. עם זאת, השאלה החשובה ביותר, זו שנוגעת בשורש הבעיה, בסיכון או סכנה שנחשפו במהלך החקירה, הינה שאלת ה"למה?". שאלה זו, בניגוד לשאר השאלות, הינה המוחשית פחות מאחר שהיא מסתמכת בעיקר על תובנות והשערות שהחוקר נחשף אליהן במהלך החקירה ובמרבית המקרים אינה ניתנת למדידה או חישוב. משכך, היא עלולה לייצר התנגדות בקרב המעורבים באשר לניתוח ומסקנות החקירה. בהקשר זה חשוב לזכור ולהזכיר שתי תובנות חשובות, והן:

- ☒ כל תאונה נחשבת בד"כ לתאונה ארגונית ולא אינדיבידואלית.
  - ☒ המטרה הבלעדית של החקירה – הינה מניעה של תאונה מאותו הסוג – בעתיד. ככזו, התשובה לשאלת ה"למה?", הינה היחידה המאתרת את הכשלים הסמויים בארגון שבד"כ נמצאים בין אנשי הקו הראשון לבין אנשי הקו השני והשלישי.
- נהוג לומר, כי: "לטעות זה אנושי", אך רצוי לשאוף, ככול שניתן, שאופי הטעויות יהא כזה:
- ✓ שייקל על המעורב לדווח עליהן.
  - ✓ וגם " לחיות איתן" ( בעיקר עם עצמד).

אמרה ידועה אומרת: "האדם אינו עושה טעויות – טעויות עושות את האדם".