



חיים בר

# איכות שרשרת האספקה בתעשיות התעופה והחלל (על-פי דרישות תקן AS9100)

3. מזרח-אסייתי (APAQG - Asia-Pacific Aerospace Quality Group).

מטרת האיגוד היא להוציא יוזמות אל הפועל, שישרו משמעותית את התהליכים בשרשרת האספקה - להביא לעקיבות באספקת מוצרים איכותיים, ולצמצם פעילויות מיותרות ועלויות אי-איכות בשרשרת האספקה.

האיגוד פועל לקידום מטרתו באמצעות הפעולות הבאות:

- פרסום תקנים ודרישות איכות.
- פרסום מידע אודות תהליכים לשיפור.
- פרסום תוצאות של מבדקים, של ביקורות ושל ביצועי ספקים.
- תיאום מהלכים עם רשויות מפקחות ועם סוכנויות ממשל.

להלן דוגמאות של תקנים בין-לאומיים, שהאיגוד פרסם:

- AS9100 - מערכת איכות לתעשיות תעופה וחלל (Quality System for Aerospace Manufactures).
- AS9101 - גיליון בדיקה עבור תקן 9100 (Checksheet for 9100).
- AS9102 - בדיקת פריט ראשון (FAI - First Article Inspection).
- AS9103 - ניהול פרמטרים מיוחדים (Management of Key Characteristics).
- AS9110 - מערכת איכות לתחנת תחזוקה (Quality System for Aerospace Repair Stations).
- AS9111 - גיליון בדיקה עבור תקן 9110 (Checksheet for 9110).
- AS9120 - מערכת בדיקה למפיצים (Quality System for Distributors).

תעשיות התעופה והחלל מאופיינות במורכבות גבוהה של תהליכי ייצור, הרכבה ואינטגרציה. תהליכים אלה מחייבים: תזמון מדויק של אספקת חומרי-גלם, רכיבים, תתי-מערכות ומערכות לקווי הייצור וההרכבה. בתהליכים אלה מעורבים: יצרנים, קבלנים ראשיים, קבלני-משנה, ספקים וקבלני עבודות מיוחדות.

להלן דוגמה, המציגה את השחקנים השונים, המעורבים בשרשרת האספקה בתעשיית התעופה:

1. יצרני מטוסים, כגון בואינג (Boeing) או איירבוס (Airbus), המתרכזים, בעיקר, בתכנון מטוסים, בהרכבת מערכות תעופתיות ובאינטגרציה סופית.
2. קבלנים ראשיים, כגון התעשייה האווירית לישראל (IAI - Israel Aircraft Industries) [להלן - "תעשי"א"], המייצרים מערכות תעופתיות, או תתי-מערכות תעופתיות עבור יצרני מטוסים.
3. קבלני-משנה לייצור מוצרים תעופתיים בתחומים ייעודיים, כגון: מבנות מטוסים, עיבוד שבבי, זיווד, חיווט, אלקטרוניקה וכו', ואינטגרציה של תתי-מערכות.
4. ספקי חומרי-גלם, המספקים מתכות, קשיחים, רכיבים אלקטרוניים וכו'.
5. קבלנים לביצוע תהליכים מיוחדים, כגון: ציפויים, טיפולים תרמיים וכו'.

מורכבות שרשרת האספקה הביאה להקמת איגוד האיכות הבין-לאומי בתעשיות התעופה והחלל (IAOQ - International Aerospace Quality Group). האיגוד כולל שלושה מגזרים:

1. אמריקני (AAQG - American Aerospace Quality Group).
2. אירופי (EAQG - European Aerospace Quality Group).

התקן כולל את הדרישות לניהול מערכת איכות על-פי תקן ISO 9001:2000 ודרישות נוספות, הייחודיות לתעשיות התעופה והחלל. מטרת הדרישות המיוחדות בתקן AS9100 היא לתרום ערך מוסף אמיתי לכל הארגונים הפועלים בשרשרת האספקה

כל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה חייב לשרשר מטה (Follow down) את דרישות האיכות לקבלני-המשנה שלו. זאת, כדי להבטיח שכל ארגון בשרשרת האספקה מקיים את דרישות הלקוח הסופי

כל ארגון בשרשרת האספקה, שעבר את תהליך ההסמכה, מחויב לבצע הערכה תקופתית לספקי ולקבלני-המשנה שלו, כדי לוודא שרמת איכות המוצרים, שהם מספקים, עומדת בדרישות האיכות ובלוחות-הזמנים שנקבעו. זאת, כדי להבטיח זרימה רציפה וחלקה של מוצרים בשרשרת האספקה.

חשיבות אספקת הפריטים לקווי הייצור וההרכבה היא קריטית. שכן, אספקה שאינה תואמת את הדרישות עלולה לגרום להשבתת העבודה בקווים. תארו לעצמכם קווי ייצור מושבתים עם 20 מטוסים בשלבי הרכבה שונים, כאשר מחירו של מטוס יחיד בגמר ההרכבה הוא יותר מ-100 מיליון דולר. מובן שתנאי הכרחי להצלחת ההרכבה הוא שקיפות מידע מלאה על התקדמות האספקה ובחלק מן המקרים, החזקת פריטים במחסנים קדמיים הסמוכים לקווי הייצור.

הסוקרים לעיל מקיימים את מבדקי ההסמכה והמעקב התקופתיים בארגונים הרלוונטיים בשרשרת האספקה. המבדקים מתבצעים על-פי שאלון מובנה להערכת מערכת ניהול האיכות (Quality Management Systems Assessment) (תקן AS9101). בסיום כל מבדק, הסוקרים מוסרים ציון לגורם הנבדק, וציון זה משקף את רמת עמידתו בדרישות התקן. תהליך זה מחייב את הגורמים הנבדקים, שקיבלו ציון נמוך, לקבוע יעדים לשיפור האיכות בתהליכי עבודתם. כך, מודל זה מבטיח תהליך של שיפור מתמיד בשרשרת האספקה.

אפשר לקבל מידע על ארגונים מוסמכים ועל סוקרים מוסמכים באתרי האינטרנט הבאים:

- אתר המציג את כל הארגונים, שעברו תהליכי הסמכה שונים, על-פי סיווג ענפי, ובכלל זה את הארגונים, שהוסמכו לתקן AS9100 (www.iaqg.com).
- אתר, המציג את כל רשימת הסוקרים המוסמכים על-פי הסיווגים: ארץ, מגזר תעשייתי, תחום פעילות ודירוג הסוקר. האתר מאפשר לארגון תעופה לאתר סוקר מוסמך, התואם את צרכיו (www.irca.org).

### דרישות האיכות בתחום הרכש, בתקן AS9100

דרישות האיכות בתחום הרכש מפורטות בסעיף 7.4 בתקן. להלן דרישות האיכות העיקריות:

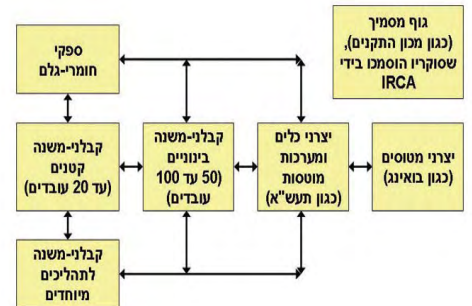
- תיקון לדו"חות חומר-גלם:** בדיקה תקופתית מדגמית של מנת חומר-גלם, כדי לוודא שהספק מספק חומר-הגלם, העומד בדרישות המפרט. התיקוף בא להבטיח את איכות חומר-הגלם, אשר ממנו מייצרים פריט תעופתי.
- בדיקת פריט ראשון (FAI):** בדיקת הפריט הראשון בתהליך הייצור ואישורו. הבדיקה באה כדי להבטיח, שהמוצר הראשון עומד בכל דרישות מפרטי התכנון ודרישות הלקוח. אישור תוצאות הבדיקה הוא תנאי הכרחי לפני המעבר לייצור סדרתי.
- בקרת פרמטרים קריטיים (Key - Characteristics):** בשלב תכנון המוצר ותהליכי ייצורו, יש לזהות את הפרמטרים הקריטיים של

- AS9121 - גיליון בדיקה עבור תקן 9120 (Checksheet for 9120).
- AS9131 - תיעוד אי-התאמה (Non Conformance documentation).
- AS9132 - סימון פריטים (Data matrix 2D coding Qty requirement for parts marking).
- AS9134 - ניהול סיכונים בשרשרת האספקה (chain risk management).

### תקן AS9100

תקן זה הוא מודל לניהול מערכת איכות בתעשיות התעופה והחלל (Quality System for Aerospace Manufactures). התקן כולל את הדרישות לניהול מערכת איכות על-פי תקן ISO 9001:2000 ודרישות נוספות, הייחודיות לתעשיות התעופה והחלל. מטרת הדרישות המיוחדות בתקן AS9100 היא לתרום ערך מוסף אמיתי לכל הארגונים הפועלים בשרשרת האספקה, שיבוא בעיקר לידי ביטוי ברכיבים הבאים:

- שיפור משמעותי באיכות המוצרים המסופקים.
- הוזלת עלויות המוצרים, המסופקים דרך צמצום הבזבוזים בשרשרת האספקה.
- עמידה בלוח-הזמנים של הלקוח הסופי (לדוגמה, יצרן המטוס).



מודל שרשרת אספקה תעופתית

כדי להפיק שרשרת אספקה תקינה, שתוצריה תואמים את לוחות-הזמנים ואת דרישות האיכות של הלקוחות, נדרשים כל הארגונים בשרשרת האספקה לפעול על-פי דרישות התקן.

גוף חיצוני, כדוגמת מכון התקנים הישראלי, שגוף בין-לאומי להסמכת סוקרים (IRCA - International Register of Certificated Auditors) הסמיך את סוקריו, מבצע את מבדקי ההסמכה לתקן בכל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה, שביקשו לעבור את תהליך ההסמכה ואת המעקב התקופתי.

קבלני-משנה קטנים, שעדיין לא עברו את תהליך ההסמכה, מקבלים את דרישות האיכות מלקוחותיהם שהוסמכו לתקן, וקבלני-משנה אלה מחויבים לעמוד בדרישות אלו. לדוגמה: קבלן-משנה קטן, המעסיק חמישה עובדים ושאינו מוסמך לתקן, המייצר פריט מכני עבור תעש"א, יקבל את דרישות האיכות (כגון דרישה לתיקוף חומר-גלם) מתעש"א. יישום מודל זה בשרשרת האספקה מגדיר אחריות ברורה, והוא מבטיח אחידות ושפה ברורה של דרישות איכות, שכל ארגון בשרשרת האספקה מחויב לעמוד בהם.



צילום: Boeing Photo

לפעול על-פי שיטה מתועדת, המפרטת את תהליך בקרת השינויים במפרטים ואת שילוב שינויים אלה בתהליכי הייצור.

- **בקרת תהליך הייצור במקרה של פיצול מנות בייצור.**
- **תהליך בדיקת המוצרים בשרשרת האספקה ואישורם.**
- **בקרת תיעוד, ובעיקר, של מפרטים ושל תקנים חיצוניים.**
- **שרשור דרישות האיכות לכל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה: כל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה חייב לשרשר מטה (Follow down) את דרישות האיכות לקבלני-המשנה שלו. זאת, כדי להבטיח שכל ארגון בשרשרת האספקה מקיים את דרישות הלקוח הסופי. משמעות השרשור היא, שכל קבלן אחראי על תוצרי קבלן-המשנה שלו, גם כאשר הלקוח בוחר את קבלן-המשנה.**
- **בדיקת האפקטיביות של פעולות מתקנות אצל קבלני-משנה.**
- **תנאי אחסנה ושימוש בחומרים בעלי אורך חיים מוגדר (כגון דבקים וחומרי אטימה).**
- **הקפדה על כיוול ציוד המזידה (עקיבות של כיוול מזידי-אב למעבדה לאומית):** בענפי התעופה והחלל, יש צורך להקפיד במיוחד על כיוול ציוד המזידה. הכיוול צריך להתבצע במעבדות, שאת מדידי-האב שלהן כילה ואישרה המעבדה הלאומית, או שיש להן עקיבות למעבדה הלאומית.
- **עקיבות של מנת מוצרים:** כל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה נדרש לקבוע את השיטה לעקיבות של מנת מוצרים. הכוונה היא לדעת את כל הפרטים על מנת הייצור (כגון: חומרי-הגלם שמהם ייצרו את המנה, תאריך ייצורה, באיזה תהליך ייצרו אותה, וכו'). נתונים אלה חשובים, בעיקר, במקרה של כשל, או של תקלה בטיחותית במערכת מוטסת.
- **בקרת חותמות:** בענפי התעופה והחלל מקובל להשתמש בחותמות אישיות, כדי לאפשר לעובד בתחנת עבודה, או למבקר, לאשר בחותמת את הפעולה שהוא ביצע. החתימה מהווה הוכחה, שהעובד/המבקר לוקחים אחריות על ביצוע הפעולה/הבדיקה, בהתאם לדרישות הלקוח. כל ארגון בשרשרת האספקה נדרש להכין שיטה מתועדת לבקרת החותמות.

**סיכום**

מודל שרשרת האספקה בתעשיות התעופה והחלל, המבוצע על-פי תקן AS9100, תורם ערך מוסף אמיתי לכל אחד מן הארגונים בשרשרת, ומבטיח זרימה רציפה וחלקה של פריטים ושל מוצרים ברמת איכות גבוהה. רציפות האספקה היא קריטית בתעשיות אלו, שמוצריהן הסופיים (מטוסים ולוויינים) נמכרים בעשרות ובמאות מיליוני דולרים.

יישום מודל זה מחייב את כל הארגונים בשרשרת האספקה לעמוד בדרישות האיכות שמגדיר התקן, וכן מחייב אותם בתהליך בקרה אחר יישומו של התקן. ■

המוצר ושל תהליכי ייצורו. יש לסמן את הפרמטרים הקריטיים ולקבוע להם תכניות בדיקה ייחודיות. בדרך כלל מבצעים בדיקה מלאה (100%) של כל פרמטר קריטי בפריט, במנת מוצרים.

- **הסמכה ותיקוף של תהליכים מיוחדים:** הגדרת "תהליך מיוחד" אומרת, שאין אפשרות לבדוק את תפוקת התהליך, אלא בעזרת בדיקה הרסנית. דוגמאות לתהליכים אלה הן: טיפולי שטח, טיפולים תרמיים ובדיקות הרסניות. התהליכים המיוחדים צריכים את אישור הלקוח. קיים גוף בין-לאומי בשם "Nadcap", שתפקידו להסמיך תהליכים מיוחדים בארגונים, כדי להבטיח רמת איכות גבוהה של המוצרים, שצריכים לעבור תהליכים אלה. הלקוחות הגדולים מחייבים את קבלני-המשנה לבצע את עבודות התהליכים המיוחדים אצל קבלנים שהסמיך Nadcap.
- **ביקורת מדגמית, מספר קבלה (C) = 0:** ביקורות מדגמיות בתהליכי הייצור, או בביקורת הסופית, חייבות להיות מבוססות סטטיסטית ובעלות מספר קבלה = 0. הכוונה היא, שאם פריט אחד נדחה בביקורת המדגמית, אזי כל המנה נדחת. במקרה זה, גורם בעל סמכות יצטרך לקבל החלטה על המשך הבדיקה.
- **אישור הלקוח במקרים של תיקון מוצר ושל שימוש, "כפי שהוא", חומר/במוצר חריג:** כאשר קבלן-משנה מזהה חריגה במוצר המחייבת תיקון, או כאשר הוא מבקש להשתמש בחומר/במוצר חריגים כפי שהם, הוא חייב לקבל את אישור הלקוח. לקבלן-המשנה אין סמכות לתקן את מנת המוצרים כפי שהיא, לאשרה, או לשולחה, והוא חייב לקבל את אישור הלקוח לכך, לפני ביצוע כל פעולה.
- **שמירת רשומות איכות, בהתאם לדרישות הלקוח.**
- **בקרת שינויים במפרטי הדרישות:** בשלבים שונים של תהליך ייצור מנת המוצרים, הלקוח וגורמים אחרים יכולים לדרוש שינויים במפרטי הדרישות. כל אחד מן הארגונים בשרשרת האספקה חייב



צילום: Boeing Photo





**With Schenker and BAX global becoming one,  
your world moves closer together.**

**# 1 in land transportation in Europe**

**# 2 in airfreight worldwide**

**# 3 in seafreight worldwide**

**# 6 in global contract logistics**

