

02.12.2023

גוף הידע למבקר איכות מוסמך (ICQI – Israeli Certified Quality Inspector)

ההסמכה למבקר איכות מהווה הכרה בידע וביכולת המקצועית בנושאי האיכות של נושא תעודה זו נושאי האיכות המפורטים במסמך זה משקפים את צרכי התעשייה והשירותים המודרניים ומהווים בסיס להשרדותם והצלחתם העסקית.

הסמכה זו אינה מהווה תואר אקדמי.

גוף הידע של האיגוד הישראלי לאיכות מבוסס על מקבילו האמריקאי וכולל מספר תוספות שוועדת ההסמכה של האיגוד מצאה כראויים להיכלל בצקלון הידע של מהנדס איכות ישראלי.

בכל אחד מסעיפי גוף הידע מצוינת הרמה הקוגניטיבית ומכאן מידת העומק וטיב המיומנות הנדרשים לגביו.

הסבר לגבי מהות הרמות הקוגניטיביות בסולם הטקסונומיה של בלום מופיע בסוף מסמך זה.

המבחן יכלול 60 שאלות רב ברירתיות. ו- 2 שאלות פתוחות. בהתבסס על תיאור מקרה שיינתן.

המבחן יתבצע עם חומר פתוח, יחד עם זאת, אסור יהיה להשתמש במכשיר כלשהו שיש בו יכולת של גלישה אינטרנטית.

א. מתימטיקה טכנית

א. מתימטיקה בסיסית ברצפת היצור

פתור בעיות פשוטות תוך שימוש בארבעת הפעולות המתמטיות הבסיסיות ובכלל זה פעולות בשברים, מספרים עשרוניים והוצאת שורש. הכר והשתמש בשיטות מקובלות להעגלה נאותה במספרים חיוביים ושליילים (יישום).

ב. אלגברה בסיסית

פתור משוואות פשוטות ממעלה ראשונה ובעלות נעלם אחד (יישום).

ג. גיאומטריה בסיסית

חשב גדלים כשטח והיקף מעגל או גופים אחרים, נפחים של גופים בסיסיים, חשב זוויות במצולעים שונים (יישום).

ד. טריגונומטריה בסיסית

חשב זוויות וערכים בעזרת פונקציות טריגונומטריות בסיסיות – סינוס קוסינוס וטנגנס. הכר את משפט פיתגורס (יישום).

ה. מערכות מדידה

תרגם מידות אימפריאליות למטריות כגון אינץ' לס"מ, ליטר לגלון וכן פריטה של מידה למידות קטנות יותר כגון מטר למילימטר (יישום).

ו. המרות מספריות

הכר והשתמש בשיטות לייצוג מתימטי של מספרים כגון חזקות שברים וערכים עשרוניים.

עמוד 1 מתוך 9

II. תורת המדידות**A. מכשור מדידה בסיסי**

1. מכשירי מדידה לערכים משתנים:
זהו והשתמש במכשור מדידה לערכים משתנים כגון קליפר, מיקרומטר, חוגן זוויתי ומערכות מדידה מורכבות (CMM). הבן מבנה ועקרונות סקלות ליניאריות במכשירים כגון סרגל פלדה, ובלוקי יחוס. הכר והשתמש במכשור מדידת קדחים (בורוסקופ), מדי טמפרטורה, וגששי טמפרטורה (ישום).
2. **כלי מדידה לפי תכונות :**
זהו ולמד להשתמש במדידים לפי תכונות ובכלל זה מדידי תברגים פנימיים וחיצוניים, פני מדידה לסוגיהם, ומדי רדיוס (ישום).
3. **מדי העברה:**
זהו ולמד להשתמש במדי העברה למדידת קדחים צרים ובכלל זה מדים טלסקופים וקליפר קפיצי (ישום).
4. **סקלות מדידה:**
תאר והבחן בין חוגנים אנלוגים, מדידות ספרתיות, וסקלות ורניר (זכירה).

B. מכשירי מדידה מיוחדים ויישומיהם

- זהו ותאר את פריטי וסוגי מכשור המדידה הבאים : (זכירה).
1. מכשירי מדידה אלקטרוניים – אוסצילוסקופים, רבי מודדים ופירוטרים.
 2. מכשור מדידה אוטומטי – מכונות הדמיה, מכשירי מדידה אולטרסוניים, מכשירי מדידה המבוססים על קרני X ועל קרינת לייזר.
 3. מכשור מדידה פניאומטיים - גששים, מכשור מדידת לחץ, וטבעות.
 4. מדי כח – מדי מומנט ומפתחות.
 5. כלי מדידת פרמטרים סביבתיים – מדי לחות, רשמים ואוגרי נתונים.

ג. בחירת כלי מדידה, טיפול ושימוש

1. **כלל 1:10:**
הכר את כלל 1:10 לפיו כושר הפרדה של מכשיר המדידה צריך להיות לכל היותר עשירית מסבולת הערך הנמדד ותקני הכיול דורשים כושר הפרדה של לפחות עשירית מזה של מכשיר המדידה המכיל (הבנה).
2. **בחירת כלי המדידה:**
בחר כלי מדידה בהתאם לתכונה של המדידה או הפרמטר הנמדד, את הסבולת הראויה, דיוק המדידה, סביבת המדידה, כושר ההפרדה וכשירותו של כלי המדידה. קבע אם המדידה צריכה להיות ישירה, עקיפה או בהעברה (ישום).
3. **טיפול, אחזקה, שימור ואחסנה של מכשור מדידה:**
זהו ויישם שיטות לשמירת נקיון, תחזוקה ואחסון של כלי המדידה (ישום).
4. **שמירת מתאם כלי מדידה:**
הכר וישם שיטות לקביעת התאימות בין כלי מדידה שונים בין אם מאותו סוג או מסוגים שונים לדוגמה ציוד מדידה אוטומטי מול ציוד המבצע אותן מדידות בשיטות ידניות (ישום).

ד. משטחים, כלים וטכניקות

1. כלי מדידה אופייניים למשטח:
הכר בחר והשתמש במדי גובה, בלוקי V, חוגנים ושאר מכשירים המשמשים למדידת מידות. הבן את חשיבות האחזקה השוטפת, נקוי, כיול וליטוש של משטחי עבודה ומדידה (יישום).
2. כלי מדידה זוויתיים:
הכר ודע להשתמש בסוגים השונים של מד זווית (מזווית), מוטות סינוס ובלוקי זווית.

ה. ציוד מדידה מיוחד

1. **מדידות מסה.**
תאר וישם מדידות משקל ומאזניים (יישום).
2. **מדידת גימור:**
תאר ויישם מדידות בעזרת מערכות מדידת טיב שטח ומכשירי השוואת פרופילים (Comparators) (יישום).
3. **מדידות צורה ופרופיל:**
תאר וישם מערכות מדידה מכניות מבוססת השוואת (Comparators), מדי עיגוליות, צירי דייק להשגת רמת דיוק גבוהה בחלקים נעים ומכשירי מעקב אחרי פרופילי קו או משטח.
4. **מדידות אופטיות:**
תאר ולמד להשתמש במכשירי השוואה אופטיים (Comparators), משטחים אופטיים מדויקים לבדיקת מישוריות ומיקרוסקופים (יישום).
5. **מערכות מדידה מבוססות תוכנה:**
הגדר ותאר את השימוש במצלמות דיגיטליות, חיישנים אופטיים המשולבים בקו היצור, מערכות מדידה מבוססות קרינת אור והתקני דפינה מתכוננים, מדידות מבוססות לייזר ואמצעי מדידה דיגיטליים לבחינת מוצר. היה מודע למגבלות התוכנה בקביעת דיוק נקודות יחוס, קביעת מיקומי נקודות ומשטחי גופים, מיקומי קדחים ועקרונות ביצוע מדידות בשלשה מימדים. (הבנה).
6. **מדידת שיפועים:**
הגדר ותאר מדידת שיפועים קוים ומישוריים באמצעים מכניים ואופטיים (הבנה).

ו. כיול

1. **מערכות כיול:**
תאר את עקרונות ותכלית מערכת ניהול כיול כלי מדידה, ובכלל זה את חשיבות קביעת מרווחי הכיול, ורמת אי הוודאות בכיול. הכר את השיטות המקובלות למעקב תקינות הכיול כגון רשומות, מדבקות ברקוד, שבבי RFID וכו' (יישום).
2. **תקני כיול ונעקבות ציוד מדידה**
תאר את היררכיית סטנדרטי המדידה מהרמה הארגונית ועד לבינלאומית וכיצד תיעוד הכיול של מכשיר המדידה מיוחס לרמה הבינלאומית (זכירה).
3. **בקרת סביבת הכיול**
תאר את ההשפעה שיש לתנאי הסביבה על אפקטיביות הכיול – טמפרטורה, לחות, הלמים ורעידות ורמת ניקיון (יישום).

4. פקיעת תוקף הכיול
תאר את השפעת השימוש במכשור מדידה שפג תוקפו על מהימנות הבדיקות והפעילות שיש לנקוט במצבים אלו (יישום).

- ז. ניתוח מערכת המדידות**
- הגדר ותאר את המושגים הבאים ביחס לתכונות מכשיר המדידה (זכירה)
1. הטיה (Bias).
 2. יציבות (Stability).
 3. דייק (Precision).
 4. דיוק (Accuracy).
 5. ליניאריות (Linearity).
 6. חזרתיות ושחזוריות (Repeatability And Reproducibility).

III. בדיקות ומבחנים (TBD שאלות)

- א. שרטוטים, מתן מידות וסיבולות (GD&T) והגדרות מבוססות מודל**
1. שרטוטים והגדרות מבוססות מודל הגדר ופרש את המקטעים השונים בשרטוט הטכני, שדות כותרת, סבולות, רשימת עדכונים, הערות, קנה מידה ומתן מידות (יישום).
 2. **מינוח וסימולים:**
הגדר ופרש היבטים ומתן פרטים המגדירים מוצר. הגדר והשתמש במונחים ובסימונים של תקן ASME Y14.5M (ניתוח).
 3. **מיקום ובנוס סבולת:**
חשב סבולת מיקום ובנוס הסבולת (ניתוח).
 4. **מיקום החלק ומדידתו בעזרת אלמנט יחוס (Datum):**
קבע את אופן מדידת החלק בעזרת אלמנט יחוס (ניתוח).

- ב. דגימה**
- הגדר ופרש את מושגי הדגימה הבאים:
1. רמת איכות רצויה (רא"ר).
 2. דגימה אקראית.
 3. גודל מנה ומדגם.
 4. מספר קבלה.
 5. תכניות דגימה.

ג. תכנון ותהליכי בדיקות

1. **סוגי בדיקות:**
הגדר והבחן בין סוגי בדיקות כגון בקורת בקבלה, בקורת פריט ראשונית (FAI), בקורת בתהליך ובקורת סופית (יישום).
2. **טעות הבדיקה:**
זהה סיבות אפשריות לשגיאות מדידה הקשורות בגורם האנושי כגון הטיה, עייפות, הסחת דעת, ולחץ זמן (ישום).
3. **נעקבות המוצר:**
זהה שיטות לקיום נעקבות אחר מוצר וחמרים לצורך זיהוי פרמטרים כגון גיל, תאריך תפוגה וקיום משטר FIFO, בקרת ברקוד, שיוך למנה וקטלוג (ישום).
4. **זיהוי וסימון חומר לא מתאים:**
תאר את השיטות השונות לזיהוי וטיפול בחומר לא מתאים – דיווח, סימון והפרדה (ישום).
5. **רמת החומרה**
הגדר ותאר רמות חומרה של אי התאמה (קריטי, חמור וקל) ויישם אותן במהלך הבדיקות (ישום).
6. **טיפול בחומר לא מתאים:**
תאר את סוגי ההחלטות לטיפול בחומר לא מתאים ובכלל זה פסילה, עיבוד מחדש, תיקון או אישור תחת הרשאת חריגה כפי שנקבע ע"י ועדת סקר חומרים (MRB) או רשות מוסמכת אחרת (ישום).

ד. שיטות בחינה

- הגדר וישם שיטות בחינה במצבים שונים (ישום).
1. **בדיקות ללא הרס:**
קרינת רנטגן, זרמי מערבולת, שיטות אולטרסוניות, תרסיסי צבע חודר, בדיקות חלקיקים מגנטיות, שיטות אופטיות, ויזואליות ושימוש במטולי פרופיל.
 2. **בדיקות הרס:**
בדיקות מתיחה, לחיצה, והפלות.
 3. **בדיקות פונקציונליות:**
מומנט, דליפות ואטימות.
 4. **בדיקות קושי:**
בדיקות בשיטת ברינל, רוקוול, שימוש בדורומטר ובדיקות מיקרו קושי.

ה. ציוד ותוכנת בדיקות

זהה ותאר כלים בסיסיים (מניעת טעויות, בדיקות פונקציונליות, בדיקות השוואתיות, בדיקות לפי תכונות ופרמטרים) המשמשים להבטחת תקינות תוכנת ציוד הבדיקה והתאמתה ליעודה (זכירה).

IV. הבטחת איכות**א. יישומים סטטיסטיים בסיסים**

1. מדדי מרכז:
הכר וחשב ממוצע של אוכלוסייה או מדגם, חציון ושכיח (יישום).
2. **מדדי פיזור:**
הכר וחשב טווח של אוכלוסייה או מדגם, סטיית תקן ושונות (יישום).
3. **מדדי פרופורציה:**
הכר וחשב אחוז ויחס פרופורציה לקבוצות נתונים שונות (יישום).
4. **תיאורים גרפיים:**
הגדר ופרש השימוש בתרשימי פיזור, רשימות איסוף נתונים (Tally Sheets), דיאגרמות מקלות ע"מ לתאר התפלגות נתונים באופן אפקטיבי במצבים שונים (יישום).
5. **ההתפלגות הנורמלית:**
תאר את התכונות העיקריות של ההתפלגות הנורמלית – עקומת הפעמון, הסימטריה ונטית המרכז (הבנה).

ב. בקרת תהליכים סטטיסטית

1. סיבות שונות רגילות ומיוחדות
הגדר תאר והבחן בין שני סוגי שונות אלו המשפיעים על התנהגות התהליך. קבע האם תהליך נמצא במצב של בקרה סטטיסטית ע"י ניתוח תבניות הנתונים (תרשימי ריצה, ניתוח מגמות ושינויים חריגים במימדי שונות התהליך) ומה הפעולות שיש לנקוט בתגובה אם התהליך אינו תחת בקרה סטטיסטית (יישום)
2. **גבולות בקרה:**
הגדר תאר והבחן בין הגבולות המשמשים בבקרת תהליכים סטטיסטית (יישום).
3. **תרשימי בקרה לפי משתנים:**
זהה את התכונות והשימושים של תרשימי $\bar{X}-R$ $\bar{X}-S$ (ישום).
4. **תרשימי בקרה לפי תכונות:**
זהה את התכונות והשימושים של תרשימי בקרה מסוג $U - C$ NP P (יישום).
5. **כושר התהליך:**
הגדר והבחן בין מדדי תהליך מסוג C_p C_{pk} P_p P_{pk} וזהה את ישומיהם בסוגי נתונים ומצבים שונים (הבנה).

ג. שיפור האיכות

1. מונחים ותפיסות
הגדר עקרונות בסיסיים בשיפור האיכות כגון זיהוי פגמים ומניעתם, הבנת משמעות עלות האיכות, גישת ניהול איכות כוללת (TQM) וחשיבות הבנת צרכי הלקוח ושביעות רצונו (הבנה).
2. מוצרים ותהליכים
הגדר והבחן בין בקרת מוצרים ותהליכים. תאר את הקשרים בין תכן מוצר, חומרים המשמשים ביצור, תהליכי יצור ושלבי התהליך יכולים להשפיע על המוצר הסופי (הבנה).

ד. מבדקי איכות

1. סוגי מבדקים:

הסבר ותאר את סוגי המבדקים הקיימים, הבחן בין מבדקים פנימיים וחיצוניים ובין מבדקי מוצר, תהליך ומערכת (הבנה).

2. תהליך המבדק:

הגדר ותאר את שלבי התהליך מתכנון ביצוע סיום ומעקב) ובכלל זה קביעת מטרת המבדק, תכולתו, המשאבים, לוח הזמנים, שיחת הפתיחה, תשאול אנשי הארגון הנבדק, איסוף מסמכים וראיות, ניתוחם, שיחת סיכום, דוח מסכם ומעקב פעילות מתקנת (הבנה).

3. כלי המבדק:

הגדר ותאר את השימוש ברשימות התיוג, רישום הממצאים, דגימת ממצאים, וסוגי סדר המבדקים (מהתחלה לסוף מהסוף להתחלה, או סדר אקראי) (הבנה).

4. כלי וטכניקות תקשורת:

הגדר ותאר את השימוש בטכניקות תשאול הקשבה ותקשורת. תאר את השימוש בתרשימים, גרפים ודיאגרמות לצד תיאורים מילוליים בע"פ ומצגות.

5. דוח פעילות מתקנת:

תאר כיצד דוחות פעילות מתקנת המופקים בעקבות מבדקים יכולים לשמש לשיפור האיכות (הבנה).

ה. כלים וטכניקות לבקרה ושיפור האיכות

הגדר והדגם שימוש בכלים והטכניקות הבאים (ישום):

- תרשים פרטו.
- תרשים סיבה תוצאה (עצם הדג).
- תרשימי זרימה.
- תרשימי בקרה.
- רשימות תיוג.
- תרשימי פיזור.
- היסטוגרמות.

ו. כלים וטכניקות לבקרה ושיפור האיכות

תאר את השימוש בכלים הבאים המשמשים לשיפור תהליכים ומוצרים (יישום).

1. PDSA/PDCA.
2. שיטות ניהול רזה ומניעת בזבז - 5S, מניעת טעויות, מיפוי זרימת ערך (VSM), קייזן קנבן, זרימת פריט אחד בו זמנית, קיצור זמן הכנה.
3. מתודולוגית שש סיגמא – הגדר, מדוד, נתח, שפר והצב בקרה (DMAIC).
4. ניהול סיכונים (FMEA).
5. מתודולוגית 8D.
6. 5 Why's.
7. ניתוח עץ תקלות (FTA).

ז. משאבים

1. תמיכה בגורמי סביבה ובטיחות:

זוהי את הפעילויות והמשאבים הנדרשים לקיום רמת בטיחות ושמירת הסביבה באופן נאות. הכר את השימוש במסמכי מפרטי הבטיחות (MSDS) והשימוש בצידוד הגנה אישי (יישום).

2. מסמכי יחוס:

זוהי ודע להשתמש במסמכי תקינה תעשייתיים, לאומיים ובינלאומיים (ISO, ANSI, ASTM, QS) ומפרטי לקוחות ורשויות המתיחסים ותומכים בתהליכים ונהלים המיועדים להבטחת איכות המוצרים (יישום).

3. עובדים מול משאבים:

תאר כיצד ניתן להעצים את תפקידי העובדים והערך המוסף שלהם בקבוצות או פרויקטי שיפור. תאר תפקידים וסוגי אחריות בעבודת הצוות כגון הנחיה, קביעת כללי התנהלות, כתב מינוי התנעת פרויקט שיפור. תאר את ארבעת השלבים האופייניים להתגבשות צוות שיפור – התהוות, סיעור, נירמול וביצוע (זכירה).

4. תיעוד איכות:

הגדר ותאר תיעוד איכות – תיאור תהליך (הוראת עבודה), בחינת פריט ראשונה (FAI), דוח דגימה ראשונית (ISIR), דוח אישור פריט (PPAP), שימוש נאות של תיעוד ברמות השונות ממסמכי מדיניות ועד להוראות עבודה וטפסים. כללי בסיס בבקרת תיעוד, הקפדה על תיעוד מדויק של רשומות איכות ובקרת שינויים בתיעוד (יישום).

סולם רמות יכולת החשיבה

(מבוסס על טקסונומית בלום מהדורת 2001)

בנוסף לפירוט המופיע בכל אחד ממרכיבי גוף הידע מצוינת גם רמת יכולת החשיבה (קוגניציה) שהתלמיד מצופה להשיג. ההגדרות לרמות יכולת החשיבה מבוססות על סולם הטקסונומיה של בלום מהדורה 2001 והן מוצגות להלן בסדר עולה של מידת ההעמקה מהרמה הפשוטה ועד למורכבת ביותר:

זכירה - ידיעה והיכרות עם המונחים, הגדרות, עובדות, רעיונות, חמרים, תבניות, שיטות ועקרונות

הבנה - יכולת בסיסית לקרוא להבין ולתרגם את הידע הנלמד לכדי משמעות ובכלל זה תיאורים מילוליים, דוחות, טבלאות, תרשימים והכוונות שונות

ישום – הידיעה מתי וכיצד יש להשתמש ברעיונות, שיטות, פרוצדורות, נוסחאות, תיאורים וכד'

ניתוח - חלוקת המידע לקטיגוריות בעלות משמעות, זיהוי היחסים בין ישויות וכיצד הן מאורגנות. זיהוי חלוקות משנה של קטיגוריות או אוכלוסיות והצפת מידע משמעותי מתוך אוסף נתונים נרחב ומורכב

הערכה – היכולת לקיים שיפוט ולבחון את מידת נכונותן של טענות או ישימותם של רעיונות ופתרונות ע"י קביעת קריטריונים או יכולת השוואת לחלופות מוכרות או תקנים

יצירה – יצירת יצירה שלמה על ידי צירופים של רעיונות ממקורות שונים. התוצר צריך להיות דגם, מבנה, או פתרון מקורי שלא היה קיים בעבר