

רצפה אנטיסטטית
במבנים ציבוריים ובמפעלי תעשייה
איפיון טכני – סוגים – תקנים – אופן תיפקוד

איל צדוק

מהנדס מומחה לבקרת חשמל סטטי

מנתח סיכונים של אוירה דליקה וציוד חשמלי

ת.ד. 108, הילה 24953, טל: 04-9572126, פקס: 04-9974585, eyalzac@netvision.net.il

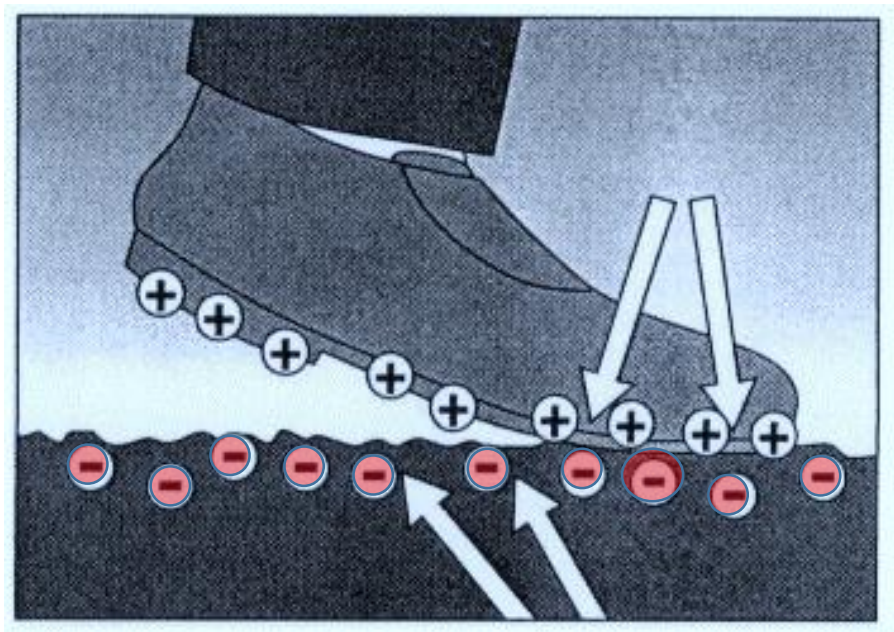
כל הזכויות שמורות

רקע



תופעת החשמל הסטטי מוכרת לאדם
מזה מאות שנים, אך לרובנו זו עדיין
תופעה מיסתורית, הן באופן התהוותה
והן במיפגשים הבלתי צפויים שלנו איתה.

רקע

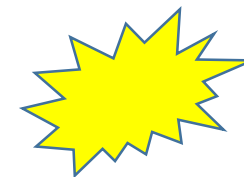


חיכוך בין גופים מחומרים שונים
הינו הגורם העיקרי להצטברות
מטעני חשמל סטטי. כך הדבר גם
כשאנו צועדים על הרצפה.

רקע

מטען חשמלי על גוף האדם משפיע ב-3 תחומים עיקריים:

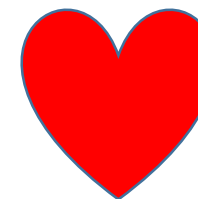
בטיחות – הצתה ופיצוץ חומרים דליקים.



אמינות – שיבוש ופגיעה בציוד אלקטרוני.



בריאות – הלם חשמלי וכיווץ שרירים בלתי רצוני.

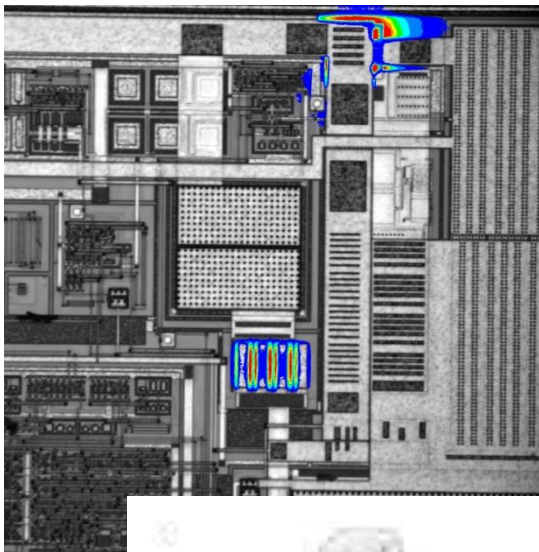


סיכון להצתת חומרים דליקים



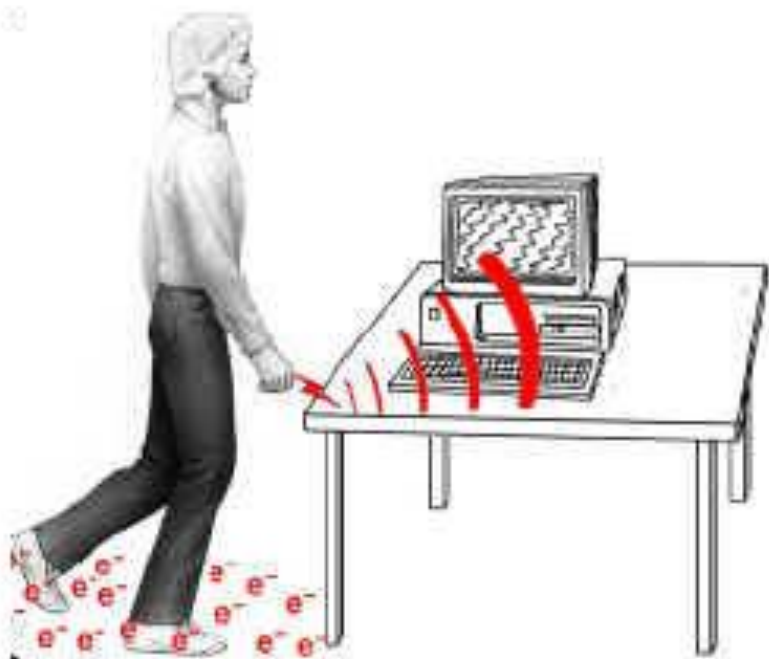
בתחנת דלק, כשאנו יוצאים מתוך הרכב, מצטבר עלינו מטען חשמלי. כשאנו נוגעים באקדח המילוי, תיתכן פריקת ניצוץ שתצית את אדי הדלק.

סיכון לשיבוש ציוד אלקטרוני



רכיבים ומיכשור אלקטרוניים רגישים
למטעני חשמל סטטי. רכיבים עלולים
להתחמם עד כדי התכה פנימית.

מיכשור עלול להשתבש ולפעול
בניגוד לתיכנון, עד כדי חריגה
שמסכנת חיי אדם.



סיכון להלם חשמלי



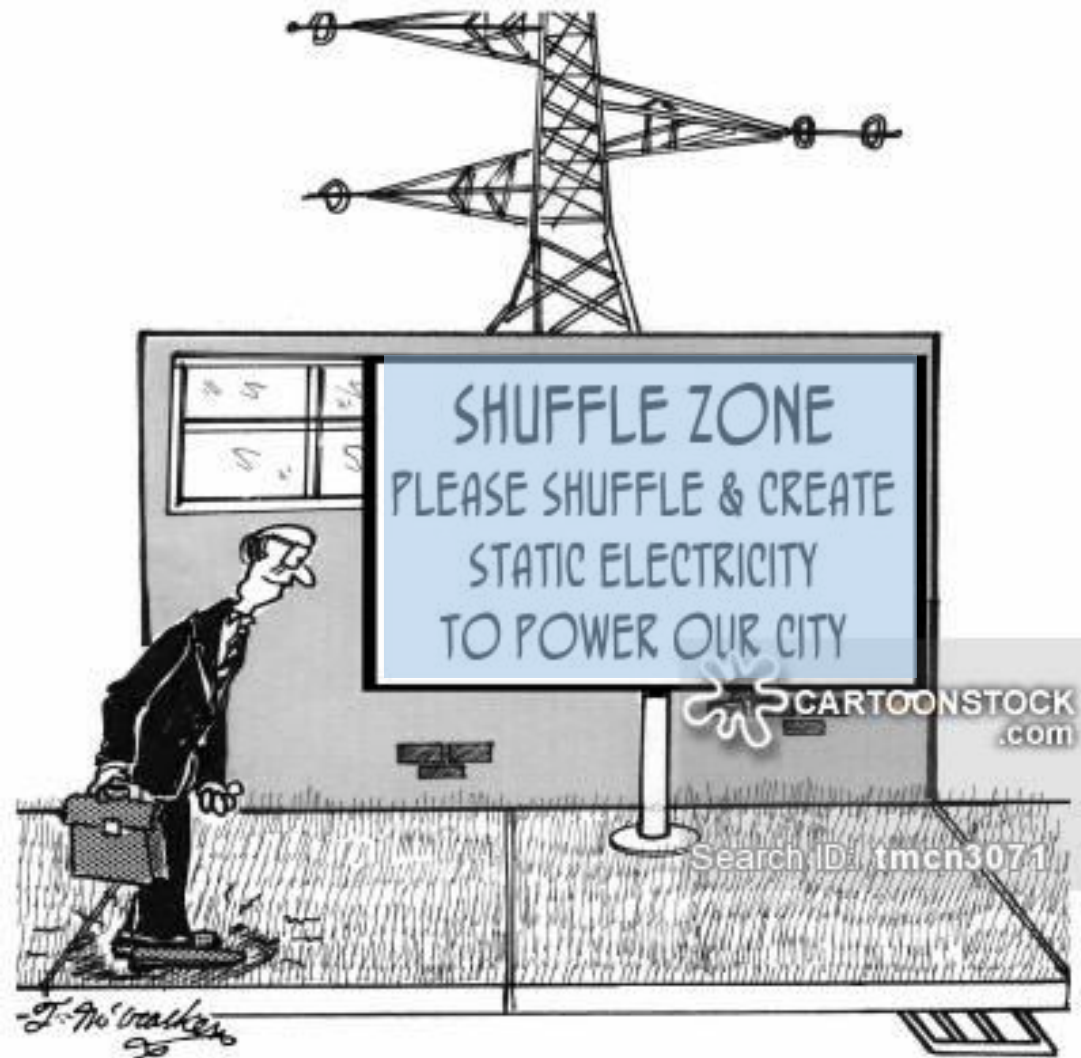
מטען חשמלי שמצטבר על גוף אדם
אינו מסוגל להזיק לנו ישירות. אבל,
הוא עלול לגרום להתכווצות שרירים
בלתי רצונית, ואז – אפילו לגרום

מוות!

כיצד רצפה גורמת למטען חשמלי על גוף אדם?

חיכוך בין סוליות הנעליים למשטח
הרצפה גורם להצטברות מטעני חשמל
סטטי. החומר ממנו עשויה הרצפה
משפיע על כמות המטען שתצטבר.

אז מה ניתן לעשות?



איל צדוק

הפתרון: יישום רצפה אנטיסטטית במקום רצפה רגילה

לרוב, אין הבדל חזותי בין רצפה אנטיסטטית לרצפה רגילה



מטרות השימוש ברצפה אנטיסטטית

כשאנו צועדים על רצפה אנטיסטטית:

- 1) מקטינים את הצטברות מטעני חשמל על גופנו.
- 2) מאפשרים מעבר מטעני החשמל מהגוף דרך ציפוי הרצפה אל הארקה (רצפת הבטון).

מהן התכונות הנדרשות ברצפה כדי להשיג מטרות אלו?

איפיון טכני של רצפה אנטיסטטית

שתי תכונות אנטיסטטיות מאפיינות את ציפוי הרצפה:

1) Body Voltage Generation (BVG) – היכולת לגרום למטען חשמלי בצעידה על ציפוי הרצפה.

2) Electrical Resistance – ההתנגדות החשמלית מפני ציפוי הרצפה אל הארקה (רצפת הבטון).

מהם תחומי הערכים הרצויים?

איפיון טכני של רצפה אנטיסטטית

– Body Voltage Generation (BVG) (1

למניעת הلم חשמלי במבנים לכלל הציבור: $BVG < 2000 \text{ volt}$

למניעת פגיעה ברכיבים אלקטרוניים: $BVG < 100 - 15 \text{ volt}$

– Electrical Resistance (2

במבנים המיועדים לכלל הציבור: $R_{P-G} < 1000 \text{ M}\Omega$

במבנים של מפעלי אלקטרוניקה: $R_{P-G} = 1 - 100 \text{ M}\Omega$

סוגים של רצפה אנטיסטטית

- 1) רצפה פלסטית גמישה – אריחים $61 \times 61 \times 0.2$ ס"מ, יריעות $15 \times 2 \times 0.2$ מ.מ.
- 2) שטיחים – אריחים ויריעות, במידות שונות.
- 3) רצפה פולימרית קשיחה – יציקה של אפוקסי או פוליאוריטן, בעובי 2-6 מ"מ.
- 4) רצפת צמנטית – בטון רגיל מוחלק, בטון עם פולימרים.
- 5) מגנזיה.

אופן תיפקוד של רצפה אנטיסטטית

רצפה פלסטית גמישה

התכונות האנטיסטטיות מוקנות לחומר באמצעות שילוב של תוספים.

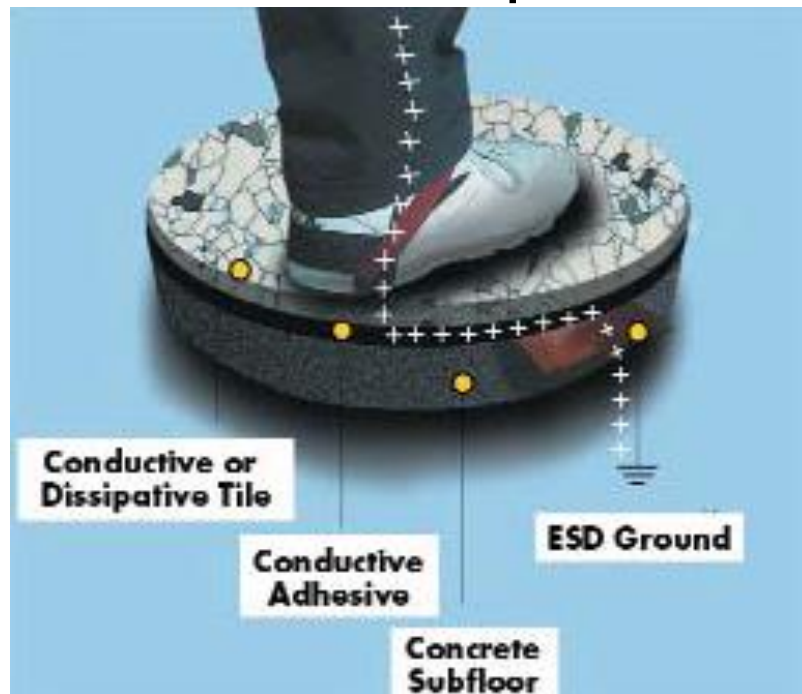
התוספים מסוג: נוזל, אבקה, פתיתים מוצקים של חומר מוליך חשמלית.

הרצפה עשויה שכבה אחת או שתי שכבות:

שכבה אחת = "הומוגנית"

שתי שכבות = שכבה תחתונה "מוליכה",

שכבה עליונה "הומוגנית"



אופן תיפקוד של רצפה אנטיסטטית

שטיחים

התכונות האנטיסטטיות מוקנות לחומר באמצעות שילוב של תוספים.

התוספים משולבים בדרך כלל בתהליך יצור חומר הגלם.

הרצפה עשויה שכבה אחת או שתי שכבות:

שכבה אחת = "שטיח"

שתי שכבות = שכבה תחתונה "מוליכה", שכבה עליונה "שטיח"

אופן תיפקוד של רצפה אנטיסטטית

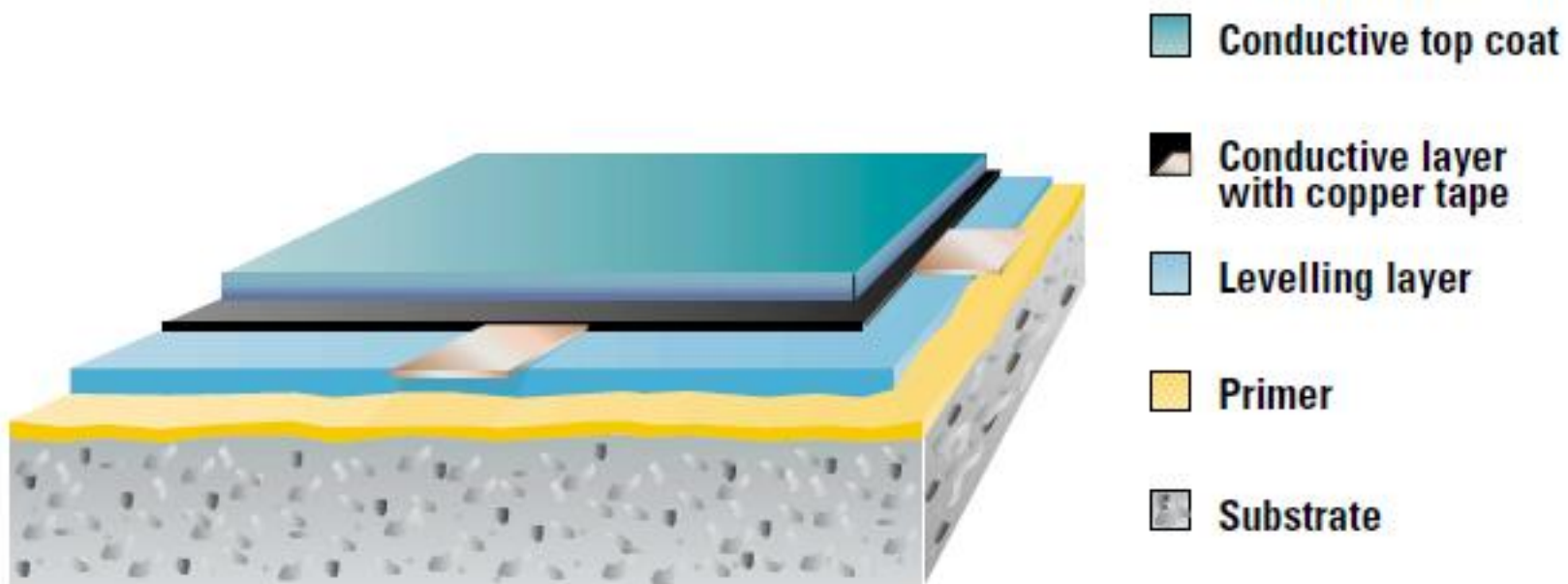
רצפה פולימרית קשיחה

התכונות האנטיסטטיות מוקנות לחומר באמצעות שילוב של תוספים. התוספים מסוג: נוזל, אבקה, פתיתים מוצקים של חומר מוליך חשמלית.

הרצפה עשויה מספר

שכבות בעלות תיפקוד

שונה אחת מהשניה.



אופן תיפקוד של רצפה אנטיסטטית

רצפה צמנטית

החומר הצמנטי של הרצפה יוצר באופן טבעי התנגדות חשמלית בתחום של
 $5\text{ K}\Omega - 10\text{ M}\Omega$.

אין צורך בתוספים או בעיבוד מיוחד במהלך יציקת החומר.

ההתנגדות החשמלית של החומר מושפעת מהלחות של התשתית בשטח.

תקנים של רצפה אנטיסטטית

בעולם קיימים תקנים לאומיים ובינלאומיים, אשר מציגים הנחיות עבור שתי התכונות האנטיסטטיות של הרצפה, ובכלל זה:

★ תחומי ערכים,

★ שיטות מדידה,

★ מיכשור ותנאי מדידה,

★ תכולת דוח בדיקה.

תקנים של רצפה אנטיסטטית

רשימת תקנים עבור BVG – Body Voltage Generation:

מס' קטלוגי	שיוך	המוסד המפיק
ANSI/ESD STM97.2	ארה"ב	ESD ASSOCIATION + ANSI
IEC 61340-4-5	בינלאומי / ישראלי	IEC
EN 1815	האיחוד האירופאי	EN

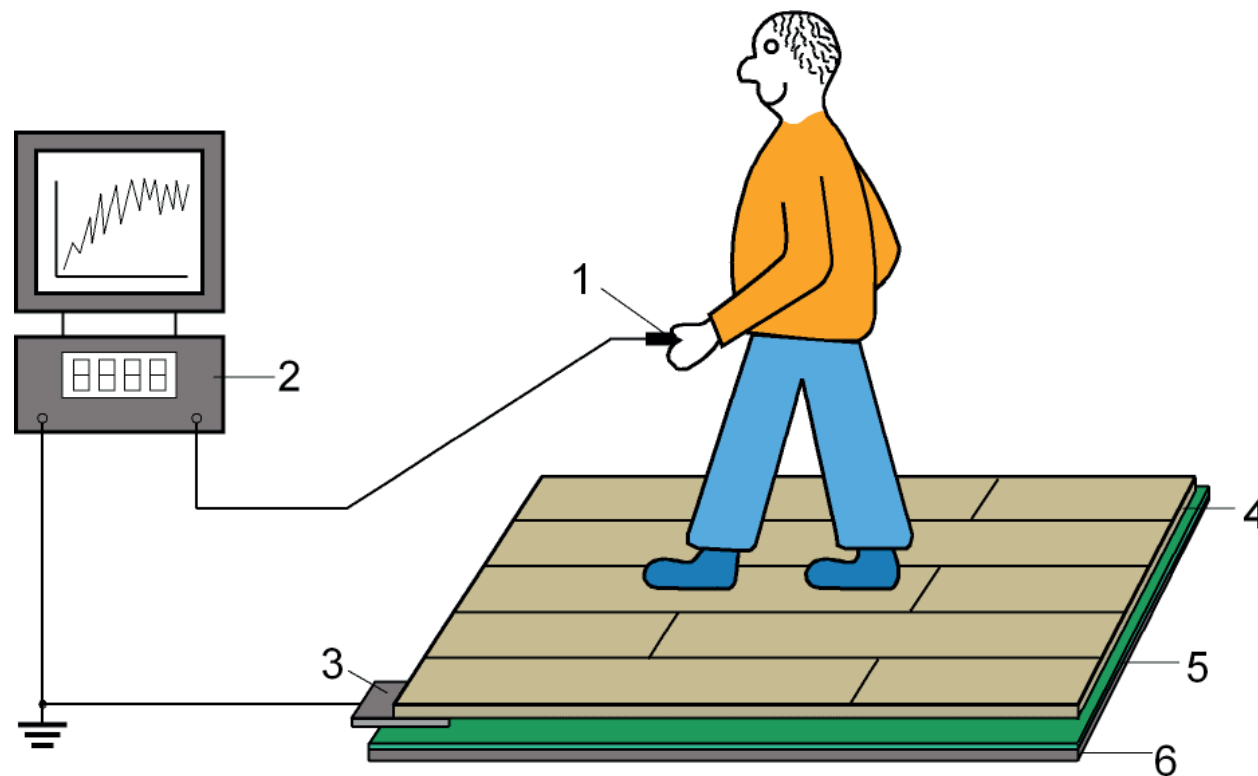
תקנים של רצפה אנטיסטטית

רשימת תקנים עבור Electrical Resistance:

מס' קטלגי	שיוך	המוסד המפיק
ANSI/ESD S7.1	ארה"ב	ESD ASSOCIATION + ANSI
IEC 61340-4-1	בינלאומי / ישראלי	IEC
EN 1081	האיחוד האירופאי / גרמני	EN / DIN

תקנים של רצפה אנטיסטטית

שיטה למדידת BVG – Body Voltage Generation ברצפה:



תקנים של רצפה אנטיסטטית

שיטה למדידת Electrical Resistance ברצפה:



שילוב רצפה אנטיסטטית בתיכנון אדריכלי

מבנים ואתרים בהם אנשים דיווחו על הلم מחשמל סטטי:

סופרמרקטים (עפולה, לב המפרץ, צומת קרית אתא, באר שבע);
לובי של מבני משרדים ובנקים (חח"י ירושלים, חיפה, רחובות, ר"ג);
לובי של חברות ומפעלים;
בתי חולים (פרוזדורים, חדרי ניתוח, חדרי אישפוז, מכוני בדיקה);
חניוני רכב פתוחים ומקורים (ראשון לציון, תל אביב, חיפה, ירושלים);
גני ילדים ובתי ספר;
מוסכים לטיפול ברכב;
מחסנים עם מערכות שינוע ידניות / אוטומטיות;

שילוב רצפה אנטיסטטית בתיכנון אדריכלי

השלבבים הנכונים בכל פרוייקט לצורך יישום רצפה אנטיסטטית:

- (1) איפיון צרכים של הלקוח – הגדרת הצורך העקרוני, עפ"י אופי המבנה;
- (2) הכנת פרוגרמה לפרוייקט – הגדרת השטחים;
- (3) תיכנון ראשוני – קביעת סוגי הרצפה הרצויים, עפ"י אופי השימוש;
- (4) תיכנון מפורט – מסמכי איפיון טכני והנחיות התקנה, תוכניות הארקה;
- (5) בקרת יישום - פיקוח ואישור שלבי הביצוע, בדיקת קבלה, דוח בדיקה;

א
ד
ר
כ
י
ל

י
ע
י
מ
ו
ר
מ
ר

זהירות והקפדה בבחירה, התקנה ובדיקה של רצפה אנטיסטטית

לרצפה אנטיסטטית, כמו לכל רצפה אחרת, יש שני מרכיבים שמחייבים

כל מנהל פרוייקט לזהירות והקפדה מיקצועיים:

(1) עלות כספית – ייבוא חומרי גלם וחומרי עזר, לוח זמנים.

(2) ביצוע שינוי לאחר ההתקנה – קושי תיפעולי וכלכלי (החלפת דגם,

שיפור שכבה עליונה/תחתונה, שיפור הארקה).

שילוב של יועץ מוסמך יאפשר להימנע משגיאות וטעויות.

הסמכת יועצים (מומחים) לבקרת חשמל סטטי

בעבר, היה קיים בארה"ב גורם לאומי להסמכת מהנדסים - N.A.R.T.E., האגודה הלאומית האמריקאית של מהנדסי תקשורת, רדיו אלקטרומגנטיות).

כיום, קיים גורם בינלאומי – **iN.A.R.T.E.** - שפועל תחת כללי ISO ואמנה בינלאומית,

והוא היחידי המסמך מומחים בתחום בקרת חשמל סטטי, לאחר עמידה בתנאים:

השכלה, שנת לימודים לפי תוכנית, ניסיון, סדרת בחינות בתיאוריה וסדנא מעשית.

ההסמכה תקפה ל- 3 שנים. ניתנת לחידוש בהצגת רשימת עבודות והצהרת עיסוק.

הסמכת יועצים (מומחים) לבקרת חשמל סטטי

דירוג הסמכה בבקרת חשמל סטטי:

- (1) **מהנדס בקרת חשמל סטטי** – ESD Control Engineer, בעל ידע וניסיון במחקר, תיכנון, בדיקה, ניתוח ממצאים, ואישור כל ציוד ומתקן בתחום חשמל סטטי.
- (2) **טכנאי בקרת חשמל סטטי** – ESD Control Technician, בעל ידע וניסיון בהפעלת מיכשור מדידה מעבדתי, התקנה של ציוד אנטיסטטי.
- (3) **מנהל תוכנית בקרת חשמל סטטי** – ESD Program Manager, בעל ידע וניסיון בהכנת תוכנית ESD מפעלית, בדיקה תקופתית לאישור ציוד אנטיסטטי.

הסמכת יועצים (מומחים) לבקרת חשמל סטטי

חותמת מהנדס ESD מוסמך



תעודת הסמכה למהנדס בקרת חשמל סטטי

