



המעבדה לחשמל ואלקטרוניקה

ענף תעשייה

מוטי אילון - מהנדס חשמל , מהנדס בודק 3



לוחות חשמל עבר הווה ועתיד

1. עבר 20%

- 1.1 המונח המתורגם בטעות " לוח " , תמונות והסבר
- 1.2 תרגומי התקן לעברית, עקרון קריאת תקנים.
- 1.3 מערכת ההתעדה והיתרי תו התקן במספרים .

2. הווה 30%

- 2.1 הפנייה מהתקן לרשימת תקנים מעודכנים
- 2.2 הווה – מיומנויות עיקריות בשלבי ייצור לוחות, מול רשימת בדיקות.
- 2.3 חיבורים ישירים למעגלי יציאה מול הדקים

הרחבות דוגמאות וליקויים – יוצגו בהמשך ע"י 3 הבודקים הנוספים שלנו:
יעקב טילים, נוה נאור ורוני שורץ

3. עתיד 50%

- 3.1 עליית טמפ' חידושים בתקן IEC TR 60890
- 3.2 זרמים נקובים, ING ומקדם העמסה ההגדרות בעתיד
- 3.3 תכנון לוחות בעתיד, תוך שימוש ב AI.
- 3.4 בדיקת לוחות לפנלים סולאריים, טיפים
- 3.5 לוח חכם בתוכנית העבודה של IEC

הקדמה: מי אני?

מוטי אילון, מהנדס חשמל, מהנדס בודק סוג 3.
בעל ותק של 24 שנים בבדיקת לוחות במפעלים.
לפני כן מתכנן, מהנדס יועץ 9 שנים, בעיקר בתעשייה הכבדה,
בין כל הפרויקטים שבהם הייתי מעורב, אציין רק אחד:
אינטל קרית גת, INTEL - FAB18, פרויקט של 5 שנים, כולל שנה תכנון בארה"ב.
היקף הפרויקט כלל: 2 הזנות 161 ק"ו, 40 מגוואט כ"א.

מטרת ההרצאה:

להעלות את המודעות, אצל הלקוחות, האדריכלים והיועצים, לדרוש ולקבל לוחות
תקניים, המתאימים לתנאי הסביבה, מקום ההתקנה, הזנת החשמל ואופי העומסים.

ו...תודה מראש על ההזדמנות לדבר בפניכם



1.1 נפתח באנקדוטה, טעות בהגדרת לוח חשמל

הגדרה בעברית: מתוך קובץ התקנות שנת 1991

מסד והציוד החשמלי המורכב עליו להבטחה של מתקן חשמל לפיקוד ולפיקוח

הגדרה באנגלית: מתוך IEC 61439

Power switchgear and controlgear assembly

לוח - לא שווה – אסמבלי !

רק בסעיף 3.3.2 בתקן מוגדר:

open-type assembly with a front cover, the live parts may be possibly being accessible from directions other than the front

כשתורגם לראשונה התקן לעברית ע"י מר אדלר הזקן, הלוח הנפוץ אז בארץ היה לוח עם חזית שייש לכן הוא קרא לו לוח. המונח הנכון היום יהיה עמודה או תא או מעטפת סגורה.

אגב, זה התרגום הטוב ביותר, משנת 1985 שמצאתי בעברית עד היום.

נשתמש בו להבין את הנושא הבא בשלב ה"עבר": איך קוראים תקנים.

1.2 איך מורכב תקן ב IEC (ובדומה לו במערכות תקינה נוספות)

**תקן יהיה כתוב בצורה המדויקת ביותר.
גם אם הוא יאלץ את הקורא לבצע הפנייות,
כלומר לעזוב אותו ולחפש מידע בתקנים נוספים,
גם אם יש דרך נוחה הרבה יותר להבנה, אם היא פחות מדויקת.
לכן ללימוד נושא ישנם פורמטים אחרים, נוחים יותר,
כגון החומר הטכני המקצועי של היצרנים וכן ה TR**

**למשל אצלנו התקן הוא IEC 61439 על כל חלקיו המתחדשים.
אך הוא יפנה ללימוד הנושאים ל TECHNICAL REPORT
למשל ל IEC TR 60890 ED3 או ל IEC/TR 61439-0 Edition 2.0**

חלקי התקן:

1. חלות התקן
 2. הפניות לפירסומים המופיעים בגוף התקן
 - 3+4. מונחים והגדרות
 5. מידע הנדרש לספק עם המוצר: נתוני הלוח
 - 6 + 7. תנאי סביבה רגילים / מיוחדים / בהובלה
 8. תכנון ומבנה
 9. דרישות וביצועים
 10. בדיקות טיפוס
 11. בדיקות שגרה
- ריכוז טבלאות, תמונות, נספחים, ביבליוגרפיה.

ת"י IEC 61439-2

רשימה חלקית, תקנים רלבנטיים בנושא לוחות חשמל

הפניות ישירות

#	מס'	סוג	נושא
0	61439-0	IEC/TR	הדרכה ליועצים
1	61439-1	IEC	לוחות חשמל חלק כללי
2	61439-2	IEC	לוחות תעשייתיים
3	61439-3	IEC	לוחות ביתיים
4	61439-4	IEC	לוחות לאתרי בנייה
5	61439-5	IEC	לוחות חלוקה לרשתות ציבוריות
6	61439-6	IEC	תעלות פסי צבירה
7	61439-7	IEC	לוחות מיוחדים
8	61439-8	IEC	לוחות מכונה - בתהליך תקינה
9	60865-1,2	IEC	חישוב אפקטי זרם קצר + דוגמאות
10	60890	IEC	עלית טמפ PTTA
11	60890+1	IEC	תוספת נספחים - טבלאות
12	60073	IEC	צבעי מנורות סימון ולחצנים
13	60445	IEC	סימון מהדקים
14	60068-2	IEC	תנאים בדיקה חריגים - טמפ' ותא מלח
15	60227-3	IEC	מוליכים PVC
16	60364	IEC	התקנות חשמליות - המקור לחוק החשמל
17	60529	IEC	הגנה / אטימות דרגות IP
18	60695-2	IEC	בדיקות תייל להט
19	60947	IEC	ציוד ללוחות חשמל, סדרת תקנים
20	61000-4+6	IEC	חסינות ופליטות EMC
21	62208	IEC	מבנים ריקים ללוחות חשמל
22	62262	IEC	בדיקות הכאה IK
23	61140	IEC	הגנה מפני חישמול
24	61641	TR/IEC	מדריך לבדיקות קשת פנימית

#	הפניות עקיפות / משניות	
25	DIN 267 Part 10	ברגים Fasteners, Bolts
26	DIN 267 Part 11	אומים Nuts
27	DIN 40500	נחושת לשימוש בחשמל
28	DIN 43673	קדיחות וחבורי ברגים בפסי צבירה
29	DIN 46206	מהדקים על ציוד לחיבור פסי צבירה
30	DIN 46235	מידות נעלי כבל נחושת
31	DIN 46329	מידות נעלי כבל אלומיניום
32	DIN 6796	דיסקיות קוניות
33	DIN 7349	מידות דיסקיות
34	ISO 4628-3 rusting Ri1	הערכת כמות החלודה
35		
	הפניות לציוד	
36	IEC 60269-1	נתיכים
37	IEC 60898-1	מא"זים, תקן ביתי
38	IEC 61869-2	משני זרם
39	IEC 62053-11,22,23	רבי מודד
40	IEC 60999	הדקים
41	IEC 60715	פסי DIN
42	IEC 60309	בתי תקע תעשייתיים CEE
43	IEC 61008	ממסר פחת
44	IEC 60502	כבלים XLPE
45	IEC 60158-2	מגענים חצי מוליכים
46	IEC 62080	זמזם
47	IEC 61810-2	ממסרים
48	IEC 60831-1,2	קבלים לשיפור מקדם הספק
49	IEC 61643-1	מכשיר הגנת מתחי יתר
50	IEC/TS 63107	שילוב אמצעי הפחתת קשת פנימית

2.2 מיומנויות המפעל בשלבי ייצור הלוח: - מול - דרישות התקן ISO ומת"י

- אישור יצרן מקורי

- אישור יצרן מרכיב

סקר חוזה

סטנדרטי סימבולים ושרטוט

ביקורת קבלה, אישור ציוד

(רשימות של היצרן המקורי)

הוראות יצרן מקורי

הוראות יצרני ציוד

מיומנות עובדים וכלי עבודה

סטנדרט שילוט הדקים

כל פרק 11 בדיקות יצרן מרכיב

נוהלי מפעל

מכרזים, הצעות מחיר, קבלת הזמנה

תכנון

הזמנות, רכש, לו"ז

העמדה / הרכבת מבנה / הרכבת פסי צבירה

הרכבת ציוד כח ופיקוד

חווט כח ופיקוד

שילוט

בדיקות סופיות

אריזה ומשלוח, תוכניות עדות, גבייה

Routine verification	רשימת בדיקות שגרה פרק 11 בתקן:
General	11.1 הסבר כללי על הבדיקות
Degree of protection against contact with hazardous live parts, ingress of solid foreign bodies and water of enclosures	11.2 רמות אטימה הן מחשמול והן מכניסת חפצים או חדירת מים
Clearances and creepage distances	11.3 מרווחי אוויר ומרחקי זחילה
Protection against electric shock and integrity of protective circuits	11.4 הגנה מפני חשמול ונאותות מעגל ההגנה
Incorporation of built-in components	11.5 שילוב אביזרים ורכיבים
Internal electrical circuits and connections	11.6 מעגלים פנימיים וחיבורים
Terminals for external conductors	11.7 הדקים למוליכים חיצוניים
Mechanical operation	11.8 הפעלה מכאנית
Dielectric properties	11.9 תכונות דיאלקטריות
Wiring, operational performance and function	11.10 חיווט, ביצועים ופונקציונאליות ההפעלה



2.3 חיבורים ישירים למעגלי יציאה מול הדקים

לכאורה חיבורים ישירים חסכוניים יותר, יעילים ובטוחים יותר.

אני רוצה להציג מצד התקן המלצה, כמעט חד משמעית אחרת, לאור השיקולים שנפרט כאן:

- א. התאמה לתקן: הדקי מפסק – 120 מעלות צלסיוס - לא מתאים לכבלים, אפילו לא XLPE. בעוד שפסי צבירה גמישים וליצות כן.
- ב. התאמת הדקים לתקן - ברירת המחדל היא 45 K - כלומר 80 מעלות צ' מתאים לכבלים.
- ג. הפרדת האחריות בין יצרן הלוח והקבלן - נפגמת בחיבורים ישירים כבר בשורה אחד. הפרדה מצוינת בהדקים גם במפסקים שוכבים וגם בעומדים.
- ד. דרישת התקן לקרבה בין הדקי הפאזות, האפס והארקה – קשה מאוד לקיים בחיבורים ישירים. התקיימת בנקל בהדקים סמוכים.
- ה. דרישות יצרן לחיבור ההדק, מומנט סגירה, חתכים, יציאה למוליך פיקוד – בדרך כלל לא זמינים לקבלנים. קיימים בנהלי כל מפעל / יצרן מרכיב בתו תקן.
- ו. מקצועיות החיבור – ע"י הלקוח/ הקבלן, בד"כ נמוכה: קבלני משנה, לחץ בעבודה, עבודה בהדממה, סביבה לא ממוזגת, כלי עבודה ספציפיים תמיד חסרים.
- ז. ע"י יצרן הלוחות, גבוהה: עובדים קבועים, כ 100 חיבורים ביום, פחות לחץ בעבודה, מפעלים ממוזגים, כלי עבודה זמינים, אישיים, ובמפעל עם כמה חוטים תמיד יש להם גיבוי. מה שהופך את תוספת ההדק המחבר לתוספת סיכון זניחה לכשל!
- ז. נזק בכשל – כשעלות מפסק שניזוק 15,000 ₪, עלות מחבר 50 ₪ בלבד – עד פי 100!!
- ח. כסף – חייבים לחלק ראשית בין כסף של מי! עלות קטע חיבור נוסף: בהגדרה נכונה מראש של הלוח כ FORM גבוה יותר מ 1, הקטע הנוסף שעלותו מתווספת למפעל, צריכה לרדת מהקבלן, ואכן כשהמפעל מקבל הזמנה מהקבלן, זה מתקוזז. ונשאר רק עלות ההדק וזה כבר די זניח



נחושת גמישה

דגם מפסק	זרם	תיאור פריט
XT1	160A	9X0.8X6
XT1	160A	13X0.5X10
XT2	160A	13X0.5X10
XT3	250A	15.5X0.8X6
XT4	250A	15.5X0.8X6
T4	320A	24X1X10
T5	400A	24X1X10
T5	630A	32X1X10
T6	630A	40X1X8
T6	800A	50X1X8



ABIB-T116-K65
סט נחושת שזורה
למפסק XT1/XT2 עומק 650/800

TE



ABIB-T563-K50
סט נחושת שזורה
למפסק T5 עומק 500

3. עתיד 50%

- 3.1 עליית טמפ' חידושים בתקן IEC TR 60890
- 3.2 זרמים נקובים, ING ומקדם העמסה ההגדרות בעתיד
- 3.3 תכנון לוחות בעתיד, תוך שימוש ב AI.
- 3.4 בדיקת לוחות לפנלים סולאריים, טיפים
- 3.5 לוח חכם בתוכנית העבודה של IEC

3.1 תקן TR 60890: מהדורה 3

דף זה מיועד למכירי המהדורה הקודמת, שרק רוצים להתעדכן בשינויים.
עיקר השינוי הוא הוספת נספחים המפרטים ומבארים מצבים בהם השפעות נוספות
וחיצוניות משנות את החישוב.

הערות מעניינות:

- טמפ' מקסימאלית לא תעלה ביותר מ 5 מעלות על טמפ' הממוצעת (סעיף 1)
- לוחות מתכתיים יהיו צבועים מ2 הצדדים (סע' 5)
- החישובים הינם על שכבת מתכת יחידה
(למשל לא דלת + פנל, או לא כפי שטרנדי כעת, לוחות בעלי דלת זכוכית).

החלטה לגבי 1600 Vs 3150:

התקן חל עד 1600 א'. ב DC כשאין בעיית זרמי מערבולת חל עד 3200 א'.
מי שרוצה להשתמש בעקרונות התקן ולהעלות את הזרם ב AC, באוורור טבעי, חייב להוכיח
שאין במקרה שלו זרמי מערבולת, אפקט קירבה ואפקט מעטפת.

נספחים, כולם INFORMATIVE:

A. דוגמאות, כבעבר.

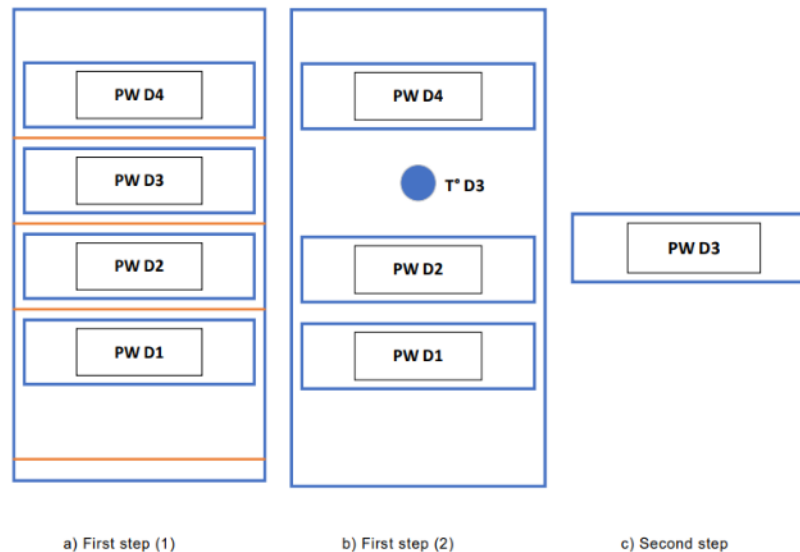
B. חדירות דרך נקבוביות במחיצות אופקיות:

מחשבים כשיש לפחות 50% פתחים במחיצות. אם אין מצב כזה למשל בלוחות MCC נשלפים, מחשבים ב 2 שלבים: שלב א' - כאילו אין מחיצות ← מקבלים עליית טמפ' בכל גובה בלוח. שלב ב' - מחשבים על התא שרוצים כאילו היה לוח נפרד בטמפ' אופפת שקיבלנו בשלב א' לפי גובה התקנת התא שרוצים.

TR 60890/Ed.3/CD © IEC(E)

34

121B/113/CD



Key

PW Dx power losses in a functional unit

Figure B.2 – Two-step approach

C - קרינת שמש:

אפקט קרינת השמש על הלוח מאוד משמעותי. אם מדרגים את הצבע לפי השפעת הכחות על עליית הטמפ' בלוח עם מקדם של 0.1 ללבן ו 1.0 לשחור, מקבלים תוספת של 10 K עד 25 K בהתאמה. הצבע הנפוץ היום בלוחות מקבל מקדם של 12K !

A practical and linear approach can be used to convert and interpolate the influence of the colour between light colour and black one (see Figure C.2).

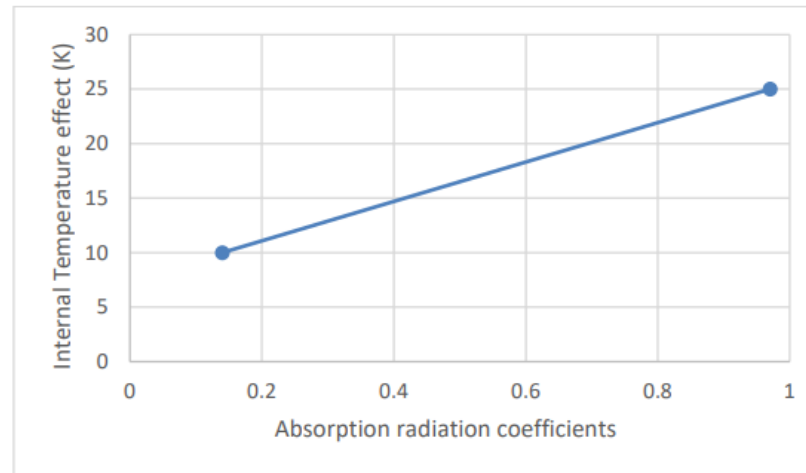


Figure C.2 – Interpolation curve

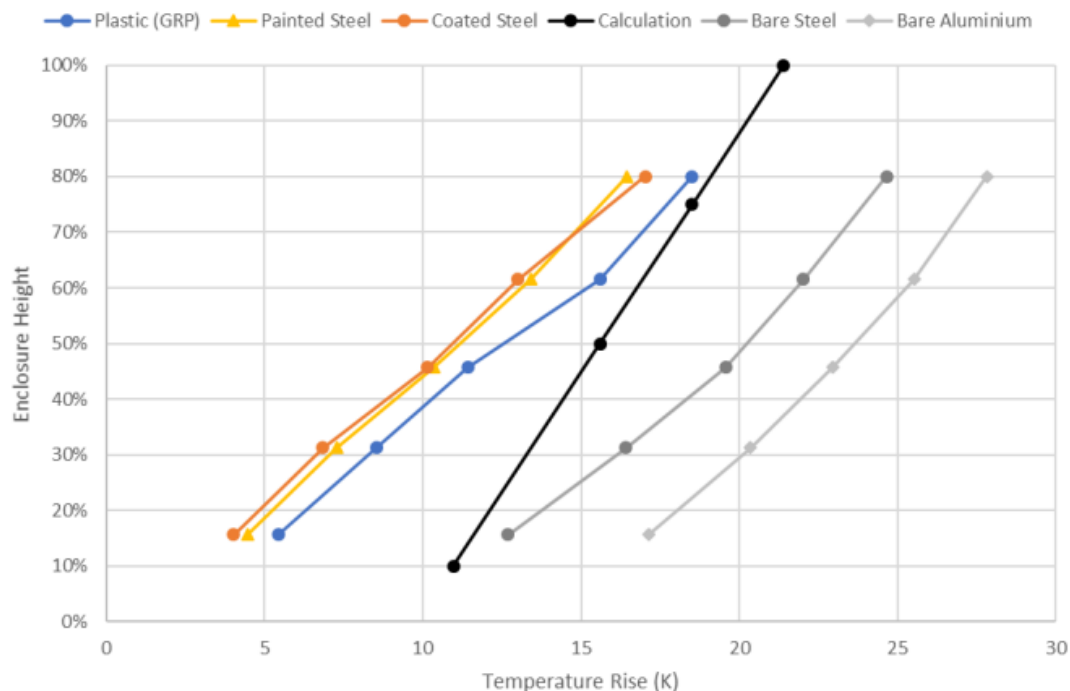
פתחים וכיסויים עשויים להקל, נדרש הסכם מיוחד.

- D - השפעת מעטפות שונות על טמפ' הלוח:
מעטפות פלסטיות גורמות לעליית טמפ' של 2-3 מעלות יותר ממתכת צבועה. החישוב בכל מקרה שמרני וגבוה ב 2-5 מעלות יותר מהתוצאות של הניסוי בנספח שהיה ב K 20, עם 90W בתא קטן ואטום.

TR 60890/Ed.3/CD © IEC(E)

38

121B/113/CD



NOTE Curves in different colours are referring to different enclosure materials.

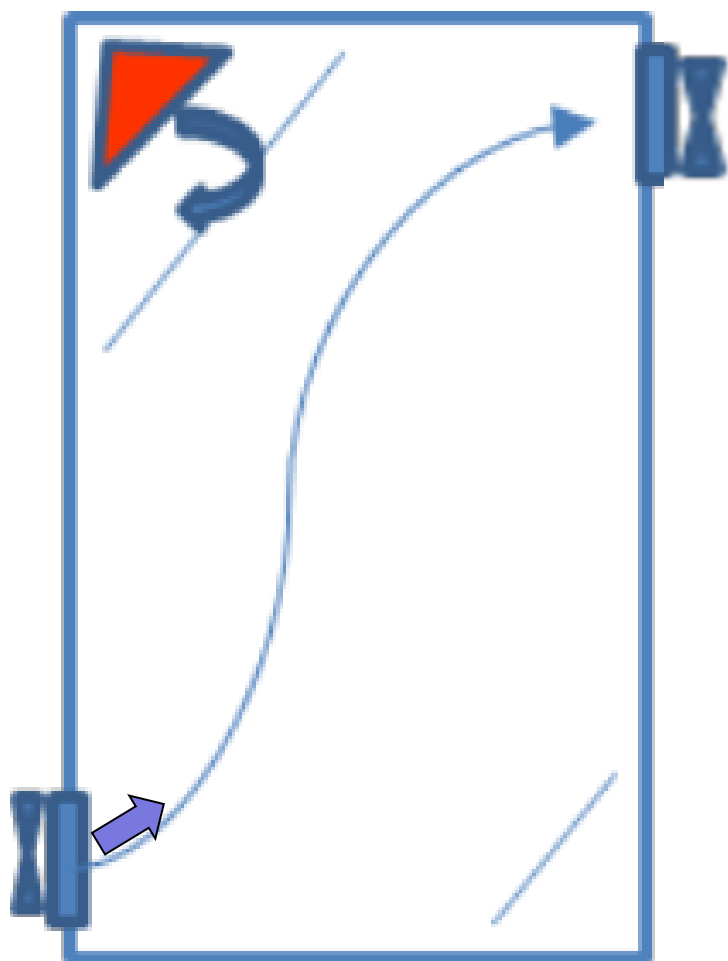
Figure D.1 – Results of comparison tests

E. השפעת כמות פתחי אוורור:

יצירת אפקט ארובה קריטי בחישוב זה. הוא מתחיל ב 10% מינימום. ניתן להשיגו בגודל הפתחים או בכמותם. ככל שהלוח כולל רמת אטימות גבוהה יותר קשה להשיג את האפקט זרימת האוויר הנ"ל. תוספת פילטר למשל IP5X לפתחי IP2X מבטלת כמעט לחלוטין את זרימת האוויר.

F. השפעת אוורור מאולץ:

לתוספת מאווררים יש השפעה גבוהה מאוד על קירור הלוח לטמפ' האופפת שלו. חשוב לזכור כי במקרה כזה הלוח חייב תחזוקה כדי לעבוד לכל אורך חיי הלוח. פרטי התחזוקה הנדרשת יצורפו למידע הטכני המצורף ע"י יצרן הלוח! חשוב לשים לב לנתוני המאוררים, המגיעים בד"כ בזרימת אויר חופשית, בעוד שבלוח הם עובדים מול התנגדות לזרימת האויר, ע"י גריל או פילטר. יש לקחת בחשבון את הערך הנמוך משמעותית המוצג ע"י היצרן הכולל את הפילטר. כמו גם את הערך הנמוך יותר ב 50 הרץ. מכיוון שאורך חיי מערכת האוורור המאולץ קצר משמעותית משל הלוח, בשל המאוררים הפשוטים והפילטרים הנסתמים, מומלץ כמעט תמיד להיעזר בבקרת טמפ' (תרמוסטט).



יש לשים לב לא
להתקין ציוד
שחייב אוורור
בשטחים
"המתים"
במסלול האוויר
המאולץ,

וכן למניעת
הכנסת זיהום
חיצוני ללוח
לתוך הציוד.

מומלץ כיוון
שטיפה אלכסוני
עם כניסת מהצד
בחלק התחתון.

G.

חישוב ערכי פליטות החום:

יש להתחשב בכל פליטות החום, בד"כ במקרה הכי גרוע.
המידע מהיצרנים מתחלק להפסדים קבועים ובחלקו להפסדים תלויי ריבוע הזרם.
חלק מהמידע כולל הפסדים לקוטב ולא לצידוד כולו.

H.

השפעת קיר אחורי:

בלוח על הקיר נדרש מינימום של 5 ס"מ.
בלוח על הרצפה נדרש מינימום של 10 ס"מ.
בלוח ברוחב מעל 2 מ', זה לא מספיק, יילקח בחשבון שהגב צמוד לקיר!!

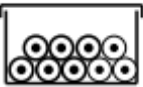
I.

זרמים והפסדי מוליכים:

יצרני הלוחות מתבססים על טבלה זו של התקן לבחירת מוליכים בלוח.
הוספו לטבלאות חתכי מוליכים מ 0.5 ממ"ר, טבלה לפ"צ והסברים.

Table I.1 – Operating current and power loss of single-core copper cables with a permissible conductor temperature of 70 °C (ambient temperature inside the enclosure: 55 °C)

0% אוויר 50% 100%

Conductor arrangement		 Single-core cables in a cable trunking on a wall, run horizontally or vertically. 6 of the cables (2 three-phase circuits) continuously loaded		 Single-core cables, touching free in air or on a perforated tray. 6 cables (2 three-phase circuits) continuously loaded		 Spacing at least one cable diameter Single-core cables, spaced horizontally in free air	
		Max. operating current I_{max}^b A	Power losses per conductor P_v W/m	Max. operating current I_{max}^c A	Power losses per conductor P_v W/m	Max. operating current I_{max}^d A	Power losses per conductor P_v W/m
Cross-sectional area of conductor	Resistance of conductor at 20 °C, R_{20}^a						
mm ²	mΩ/m						
0,50	36,0	3,5	0,6	-	-	-	-
0,75	24,5	5,0	0,7	-	-	-	-
1,0	18,1	6,0	0,7	-	-	-	-
1,5	12,1	7,5	0,8	9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	10	0,9	13	1,5	21	3,7
4	4,61	14	1,0	18	1,7	28	4,2
6	3,08	18	1,1	23	2,0	36	4,7
10	1,83	24	1,3	32	2,3	50	5,4
16	1,15	33	1,5	44	2,7	67	6,2
25	0,727	43	1,6	59	3,0	89	6,9
35	0,524	54	1,8	74	3,4	110	7,7
50	0,387	65	2,0	90	3,7	134	8,3
70	0,268	83	2,2	116	4,3	171	9,4
95	0,193	101	2,4	142	4,7	208	10,0
120	0,153	117	2,5	165	5,0	242	10,7
150	0,124	-	-	191	5,4	278	11,5
185	0,099 1	-	-	220	5,7	318	12,0
240	0,075 4	-	-	260	6,1	375	12,7
300	0,060 1	-	-	301	6,6	432	13,5

NOTE Equivalent information to that given in Table C.1 can be derived from IEC 60364-5-52:2009 for aluminum conductors.

J - הפסדים מגנטיים וזרמי מערבולת:
 יש לשמור מפני זרמי מערבולת החל ממוליכים בזרם מעל 200 א'.
 זה נעשה ע"י מניעת העברת כל גיד בנפרד במחיצות.
 זרמים עד 600 א' יקבלו טיפול ע"י חריצים כך שיווצר שדה משותף. מעל זרם זה נדרשת הרחקה גדולה יותר. ניתן לא לקיים הוראה זו רק אם בוצעה בדיקת עליית טמפ' ב AC.

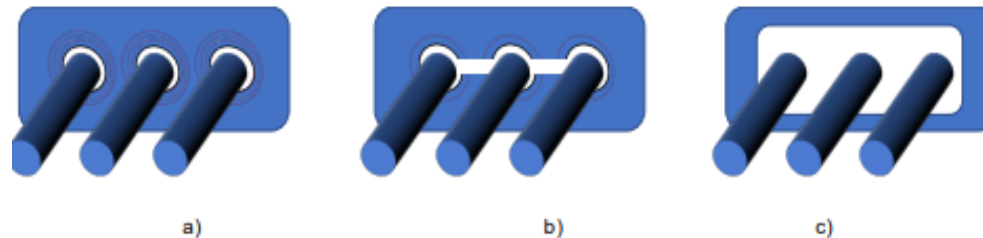


Figure J.1 – Power losses distribution for different gland plates with the same rating

K - חישובים באוויר מאולץ:
 נוסחאות לביצוע חישוב עליית טמפ' הכולל אוורור מאולץ.
 מתחילים באיסוף סך כל ההפסדים, ובחישוב ללא פתחים.
 לאחר קביעת טמפ' מקס' לפי הצידוד,
 נחשב כמה הפסדים נוספים נשאר לפנות מהלוח.
 אח"כ מחשבים את ספיקת האוויר הנדרשת ע"י מאוורר
 כדי לפנות את אותם ההפסדים הנוספים.
 (מומלץ לערוך איטרציה נוספת עם סך כל ההפסדים פחות ההפסדים שפנו
 ע"י המאוורר שנבחר, להצגת הטמפ' המקסימאלית המחושבת)

1. $DW \rightarrow T_{max}$ 2. $-DW \rightarrow CFM$ 3. $CFM' + DW \rightarrow T$

3.2 חידושים בתקן ת"י IEC 61439 מהדורה 3:

רקע:

תקן IEC 439 = ת"י 1419 נרשם כבר בעבר הרחוק.
סדרת IEC 60439 הובילה אותנו כבר למיומנויות בדיקה משופרות.
אך רק IEC 61439 ביצעה את החלוקה בין יצרן מקורי ומרכיב.

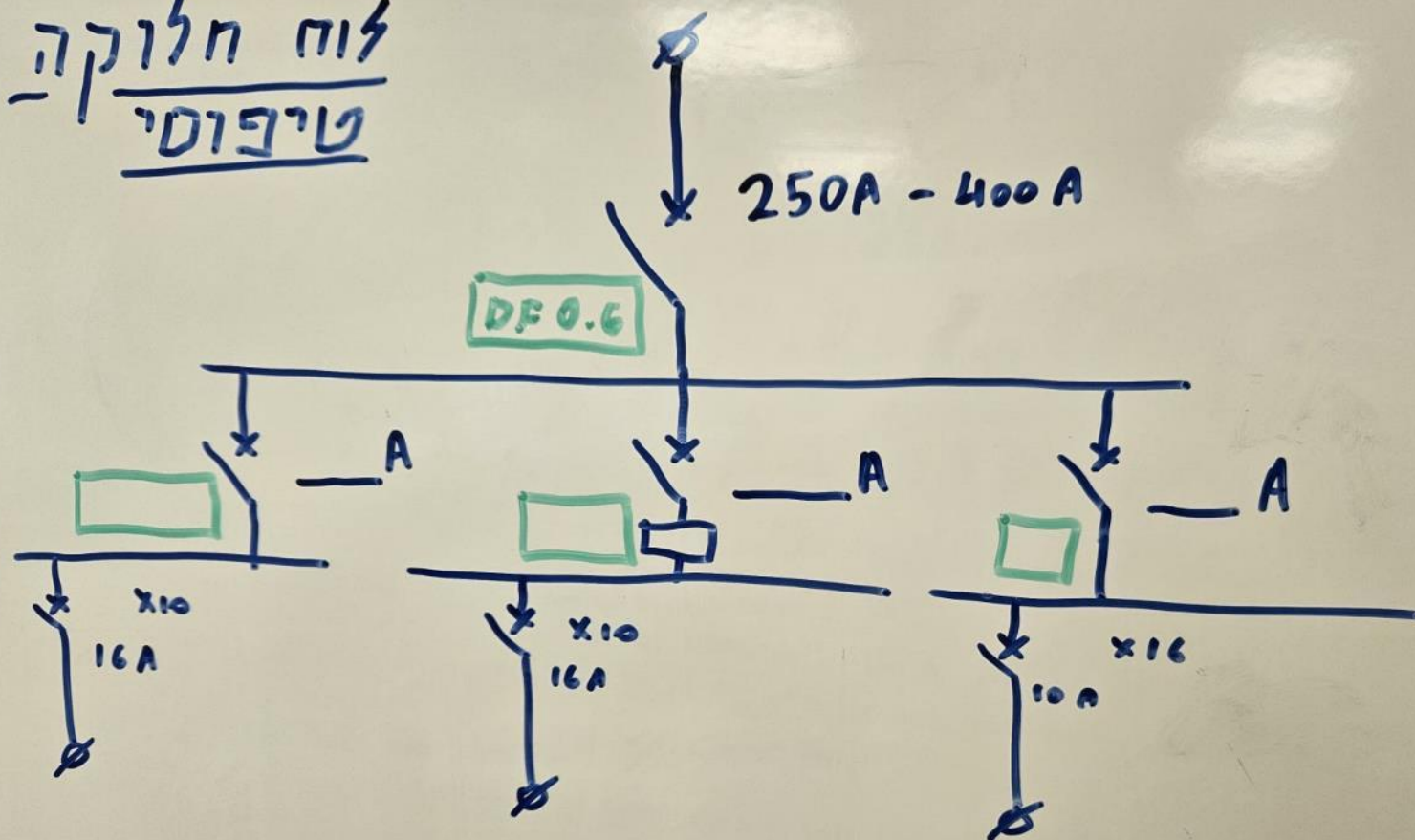
סדרת IEC 61439 במהדורה 1 עבדה טוב כמה שנים.
התפתחויות בעיקר בנושא עליית טמפ' היו אמורות להיכנס כבר למהדורה 2,
אך זו נתקלה בהתנגדויות רבות, ובפועל Rev זו כיהנה זמן קצר מאוד.
והוחלפה ב IEC ע"י מהדורה 3 עליה נדבר כעת.
עבודת התקינה בארץ לצורך המעבר למהדורה 3 של ת"י 61439 הסתיימה בסוף 2022 ועברה לממונה
על התקינה.
משם ענו לי לפני שבועיים שזה בלשכה המשפטית ו"אין צפי" לתאריך פרסום האכרזה
– אני פונה מכאן למי שיכול שיסייע לקדם את הנושא.

בעריכת מהדורה 3, הגדרות רבות מאוד עודכנו והצבע האדום שלט במסמך, אבל בבסיס השינוי היה עיקרון יחיד, שהוזנח בעבר, אבל עם התקדמות הטכנולוגיה החישובית, ובמיוחד לאור הוצאת מהדורת TR חלק 0 ליועצים, הוא הפך להיות גורם שלא ניתן עוד להתעלם ממנו, ועלתה דרישה להגדרה חד-משמעית של המונח **CURRENT RATING**.

נקודת המחלוקת הייתה בהגדרת הזרם בשדות החלוקה המשניים, או בהגדרת זרמי המפסקים הראשיים של שדות אלו. ומכאן חרג והתפשט התיקון בשלב שני עוד הלאה.

נסביר את העיקרון באמצעות לוח חלוקה טיפוסי שישמש כדוגמא:
בלוח מפסק ראשי ופ"צ ראשי,
3 מפסקים קבוצתיים ו3 פ"צ משניים,
ו 10 יציאות זהות בכל שדה משני

לוח חלוקה
טיפוס



INA

ING

INC

אבל לפני זה מכיוון שהנושא לא קל ותצטרכו להיות בקשב רב,
אבקש לתת תזכורת, מה קיים בתקן לפני השינוי.

העקרה:

זרם נקוד הא

הזרם המירבי של

גורם לעדייר טמפ

באביזר / במעגל

בעקבות הציבה

(סד' 3.8.10.1)

יצרן הצילוף
זרם נקוד
 I_n
ABB SE Eaton
לפי IEC60947-2 40C

יצרן הסיסמ
ז.נ.ל מעגל
 I_{nc}
T4P, PRISMA, Rittal
לפי IEC61439-1 55C

סקוח / סמס
ז. הכעלה של
ההעלה
 $I_{כיל}$ >

$$I_n \geq I_{nc} \geq I_{כיל}$$

חילוק N קצום העמוד (ישן)

1. צפייה לקוח / יוצר	1.0	חילוק	Select WC
2. $I_{in} / \sum I_{out}$	0.5	חילוק	All In
3. גובה בתקן	0.2 / 0.6 / 1.0	חילוק	All אי מקצום עמוד

הגדרות (שלב ראשון):

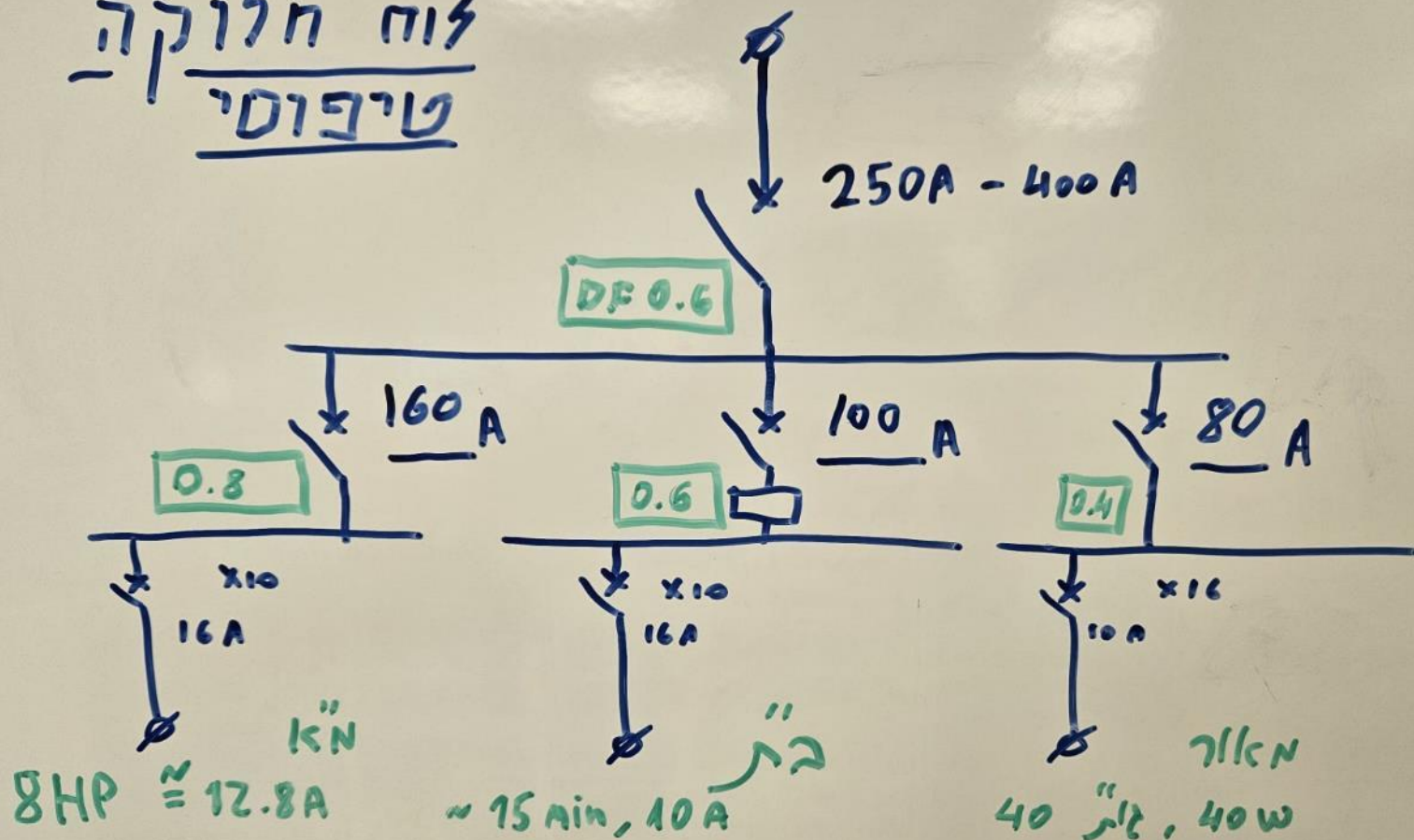
INC – מתוך 61439 הקיים – זרם המעגל המירבי שלא גורם לעלית טמפ' בעבודה רציפה.
כשרק הוא עובד!

IB – מתוך תקן התקנות חשמל בביניים IEC 60364 (חוק החשמל) – הזרם העומס המירבי
הצפוי במעגל, שהינו חלק ממתקן חשמלי. כשיתר העומסים מסביבו
לא מועמסים במלואם ברציפות ובו זמנית, הוא לא יהיה גדול מ INC.

ING (G=group) – מתוך 61439 מהדורה 3 – זרם המעגל הקבוצתי כשהוא מועמס בסך העומסים
המירביים הצפויים בו זמנית וברציפות, מכל מעגלי הקבוצה.
ודרישת הלקוח היא שמספיק כי IB לא יהיה גדול מ ING.

הדרישה תהיה ש $INC \geq ING \geq IB$

זוח חלוקה טיפוס



I_{NA}

$I_{NG} =$

I_{NC}

I_B

אחרי שהפנמנו את המונחים INC ו ING לגבי המפסקים הקבוצתיים,

נגלה שהיחס ביניהם הוא בעצם מקדם ההעמסה RDF הידוע.

זה ששימש אותנו רבות בחישובי עלית טמפ'.

התחלנו להשתמש בו לגבי הלוח כולו,

ועד מהרה נאלצנו להשתמש בRDF גם לגבי קבוצות מעגלים groups בעלי אופי דומה.

ומכאן קצרה הדרך לתיקון קל נוסף בהגדרות

הגדרות (שלב שני):

ING (G=Group) - מתוך 61439 מהדורה 3 :

זרם המעגל ~~הקבוצתי כשהוא~~ המירבי, בהתחשב בהשפעה התרמית של כל המעגלים סביבו, שצפויים להיות מועמסים באופן המירבי בו זמנית וברציפות

ומכיוון שכל מעגל יש לו כעת גם ING, אז ניתן להרחיב את הגדרת DF גם כן לכל מעגל.

RDF - מקדם ההעמסה הנקוב של מעגל, הינו הערך המחושב מחלוקת ING ב INC של אותו מעגל.

נראה כעת דוגמאות מעשיות להרחבת השימוש ב ING וב RDF בכל הרמות.

זוה חלוקה טיפוס

630 kVA
910 A

$$DF = \frac{910}{1250} = 0.73$$

I_{NA}

V

$I_{NG} =$

V

I_{NC}

V

I_B

$$DF = 0.8$$

$$0.6$$

$$0.3$$

8 HP $\approx 12.8 A$
K" N

~ 15 min, 10 A
ב"ר

40 "ל", 40 W
K" N

$$DF = \frac{I_B}{I_{NC}} = 0.1$$

מנוע

היופי באופן ההגדרה הזו היא, שמי שמתכנן או מבצע לוח חד פעמי, ולא רוצה להיכנס לכל השינויים, יכול כעת להמשיך לעבוד כבעבר, ללא שינוי.

חשיבות השינוי בהגדרות עולה ככל שהתכנון מיועד לייצור סדרתי יותר, או בזרמים גבוהים יותר, כגון ליצור המקורי שיוצא לבדיקות.

כבר קיבלנו דוחות בדיקה של יצרנים מקוריים ממעבדות בינלאומיות שכבר הפנימו את השינוי בתקן ורושמות בדוחות ING.

כנ"ל ללוחות סדרתיים כגון, לוחות מכונה: מנופים, מעליות, צ'ילרים, לוח מערכת משאבות. וככל ששלב התכנון ישתמש יותר בידע נרכש ממערכות בינה מלאכותית AI, ויעשו חישובים סטטיסטיים להגדרת העומסים, המונחים ילכו ויכנסו לתוך התכנון. ההערכה שבחלק משמעותי מכלל הייצור של לוחות, מי שלא יכנס לזה ייצר בהכרח לוחות פחות יעילים, יהיה פחות כלכלי ויזרק מהשוק. ובהתאמה גם הלקוחות.

דוגמא מוכיחה מהעבר ניתן לקחת מתוך הענף שלנו: גודל המפסקים MCCB של פעם מול של היום. תכנון מדויק והגדרות חד משמעיות בתקנים, הובילו לאחידות וליעילות שמתבטאת בהקטנה דרסטית של גודל הצידוד.

3.4 טיפים לבדיקת לוחות לפנלים סולאריים.

בלוחות סולאריים עולה לעיתים הדרישה למתח ההזנה גבוה
שאלה: מה מבדיקת לוח 400 וולט ע"פ התקן יהיה תקף ללוח 800 וולט?

- עליית טמפ' ? כן / לא / זה פתיר
- מרחקי הבדדה? כן / לא / זה פתיר
- בחירת ציוד? כן / לא / זה פתיר
- עמידה בז"ק? כן / לא / זה פתיר

תשובת שמעון פרס: כן ולא

שאלה מקדימה, האם המתח חשוב בבדיקת קצר?
או שניתן לבצע את הבדיקה במתח נמוך מזה של הרשת?

יש לנו 2 בדיקות קצר שונות בתקן.

עמידה בז"ק מותנה - ICC	-מול-	ICW – עמידה בזרם קצר
בודקים עמידה באנרגית קצר עד פתיחת ההגנה MCCB		בודקים בעיקר עמידה בכוחות מכאניים של פ"צ + ACB

הכוח פונקציה של זרם בלבד – בדיקה ב 400 וולט תקפה.

אנרגית הפתיחה S פונק' של V^* - נדרשת בדיקה חוזרת

3.5 לוח חכם בתוכנית העבודה של IEC

בסוף 2019 הוגשו 2 הצעות למזכיר הוועדה של IEC הגרמני, אחת סינית ואחת צרפתית, לקראת התקינה ללוחות חכמים. נבחרה ההצעה הסינית, וצורפה כנספח ההצעה הצרפתית.

להלן חלות הצעת התקן שמספרו IEC TS 63290 מהדורה 1:

The purpose of this document is to specify the definitions, service conditions, construction requirements, technical characteristics and verification requirements **for**

intelligent low-voltage switchgear and controlgear assemblies.

Many manufacturers declare their products are Intelligent Assembly, but some characteristics of Intelligent Assembly is different from Conventional Assembly. The third party testing lab don't know how to perform tests to prove whether it is Intelligent Assembly or not without a well-known standard. So it is necessary for SC121B to develop such a standard to fill in the vacancy, in order to guide technology development, and to guide testing and consumer market.

בתרגום חופשי:

חלק מהיצרנים מצהירים כי יש להם "לוח חכם", אבל הוא כנראה "החכם ביותר מסוגו", בריק שנוצר בו אין הגדרות ברורות למונח, לא יוכל גוף נייטרלי (כגון מעבדות הבדיקה) לדעת מיהו החכם ומי לא. ולכן נדרש התקן הזה.

ראינו את המערך הסכמתי של הצרכנים והיצרנים:

ואת המבנה ההירארכי המוצע:

וכן את רשימת פרוטוקולי התקשורת הכלולים:

גם אם אין עדיין הרבה בשר בתקינה זו,

IEC נערך כמו שרק הוא יודע, במקצועיות רבה,

שכאשר המוצרים הללו יגיעו לשוק, המעבדות יידעו להיערך לבדיקתם,
והגדרות יהיו ברורות וחד משמעיות.

מה שמחזיר אותנו לטענה בפתיחה וכאן גם אסיים, כבעבר כן גם בעתיד,

תקן יהיה כתוב בצורה המדויקת ביותר.



מכון התקנים הישראלי

תודה

WWW.SI.ORG.IL