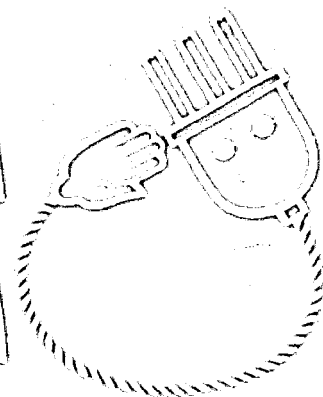
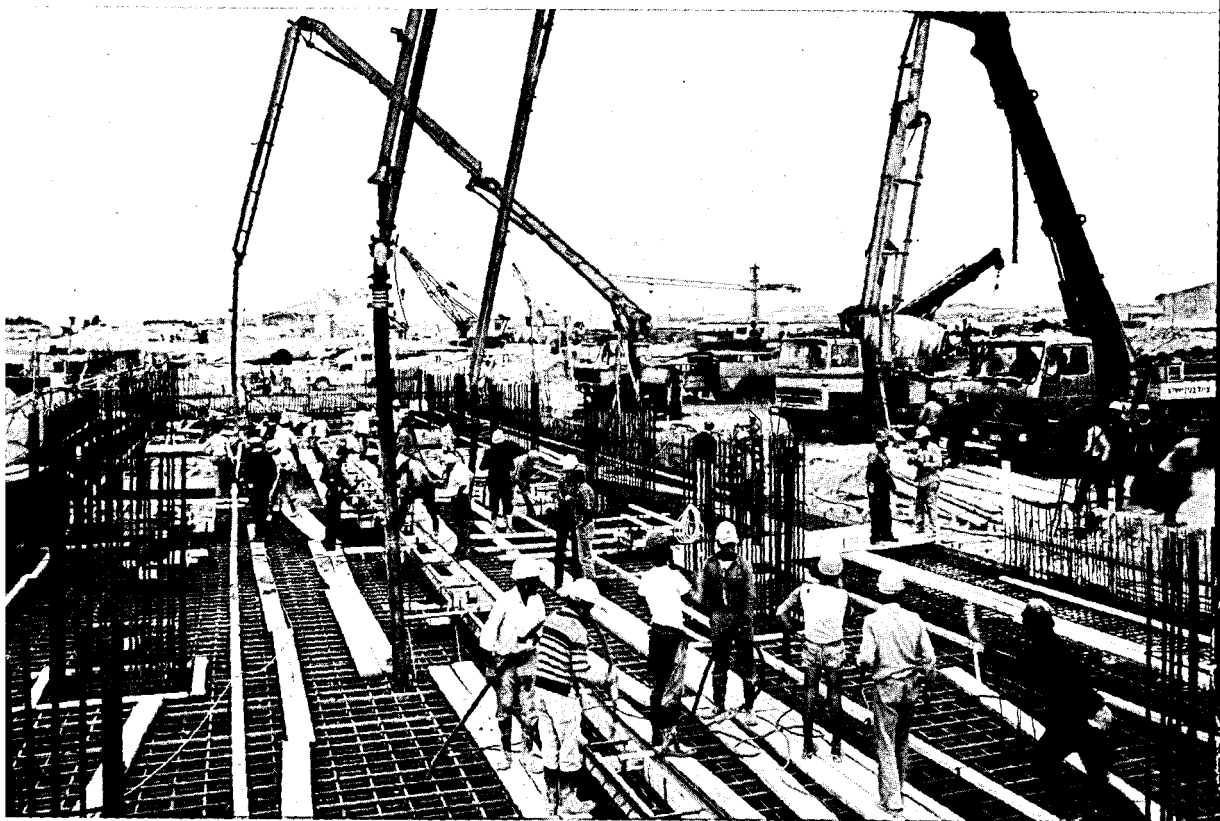


# התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



דצמבר 1984

מס' 33

דבר העורך ..... הכנס הארצי השנתי ה' II לחשמלאים

3 ..... השוואת מחירי הסקת חדרים באמצעות מכשירים ומתקנים שונים

4 ..... עם פרסום המהדורה החדשה של תקנות החשמל (רשיונות) - ד. תרזה

6 ..... איכות תרמית של מבנים והשפעתה על תשלומים בעד צריכת החשמל לפי תע"ז - מ. הופמן, ב. שוורץ

7 ..... השוואת מחירי החשמל בין מספר ארצות באירופה לבין ישראל - י. לביארי

14 ..... התחברות של גנרטורים אסינכרוניים פרטיים לרשת חברת החשמל -

21 ..... היבטים טכניים וכלכליים - ב. בלוך

23 ..... אידגון ארצי לקבלני חשמל וחשמלאים מוסמכים

24 ..... איזה תנור מהמם את ביתך ביתר נעימות? - ש. שוראקי

25 ..... יישומים מיוחדים של תאורת חרום - ג. פלג

27 ..... קובץ התקנות 4731 ("מעגלים סופיים") - מהדורה חדשה

28 ..... חידושים בכבלים - חומרים ושיטות עבודה - א. שטיינר

29 ..... מכשירים חשמליים ביתיים - מידע על הספקים, צריכת חשמל ותקינה - ב. קנול

31 ..... הגנה פנימית בפני מתחי יתר הנוצרים מפגיעת ברקים ישירות ועקיפות - פ. הסה

35 ..... בידוד כפול יכול למנוע את מרבית התאונות הנגרמות על ידי ציוד חשמלי מטלטל - ו. זיס

39 ..... החישובול שבקיר - מ. לוי

40 ..... חידון בקיאות התקנות החשמל

41

עורך

**א. לייטנר**

עורך המשנה:

**א. ונגרקו**

המערכת:

**י. בלבל, ה. גינרס, ל. יבלונובסקי,**

**ש. מרדיקס, י. נוימן, ג. פלג, ג. מרבר,**

**ה. ציפר, צ. קולטוצ'ניק, ש. קורן.**

מנהלה:

**מ. ציטרון**

כתובת המערכת:

**חברת החשמל לישראל בע"מ**

**ת.ד. 8810 חיפה, 31086**

**טל. 04-523231/256**

סדר והדפסה:

**פרסום אלי בע"מ, חיפה**

**דפוס ואופסט י. גוף בע"מ, חיפה**

## **בשער: יציקת היסודות לתחנת הכוח "דרום", הנמצאת דרומית לאשקלון**

**2400 מ"ק בטון נוצקו ליסודות הטורבינה בתחנת הכח "דרום" אחת היציקות הגדולות בתולדות המדינה**

במבצע מיוחד ורחב היקף שנמשך 24 שעות יצקה חברת החשמל את יסודות הטורבינה ליחידת הכח הראשונה (מתוך שתיים) בתחנת הכח "דרום" באשקלון.

לטורבינות בתחנות הכח יסודות נפרדים וחזקים במיוחד, כמתחייב ממשקלן הרב והתנודות המהירות של סיבוביהן. יחידות הכח בתחנת "דרום" תהיינה הגדולות ביותר בישראל (550 מגוואט כל אחת) וליציקת יסודות לטורבינה נדרשו 2400 מ"ק בטון שהובאו לאתר מ"4 מפעלי בטון. לאתר תחנת הכח הובאו משאבות מיוחדות ששאבו את הבטון לבור היציקה הענק. היציקה המסיבית הצריכה התאמה מראש של תכונות הבטון. כמות הצמנט בתערובת הוקטנה ומאיךד הוגדלה כמות האגרגטים והוספו חומרים מיוחדים - כל זאת במטרה למנוע התקשות הבטון במהלך היציקה הארוכה וכדי למנוע חשש להיסקדות היסוד בעתיד, כתוצאה מהום גבוה. יחידת הייצור הראשונה בתחנת "דרום", שתהיה השנייה בישראל שתוסק בהחם אמורה להתחיל ליצר חשמל בקיץ 1989.



## חשמלאים יקרים,

בשער האחורי של חוברת זו אנו חוזרים ומציגים את סיסמת חברת החשמל המכוונת אל ציבור הצרכנים באשר לשימוש הנכון בחשמל:

### "השתמש בחשמל בתבונה"

לסיסמא זו המבטאת את המסר המרכזי של החברה לצרכניה, נילוות כיום 3 סיסמאות-משנה:

- א. "לי איכפת כל ואט"
  - ב. "חשמל – לא בבת אחת"
  - ג. "אל תקח חשמל בידיים"
- "כדאי לשאול חשמלאי"

סיסמת המשנה השלישית דלעיל מתייחסת לאספקט הבטיחותי של השימוש הנכון בחשמל. הסיסמה מכוונת בראש ובראשונה אל בעלי מקצוע בתחומים שונים אשר אינם חשמלאים מורשים, כמו גם אל הציבור הרחב.

יש בסיסמא מסר ואתגר חשובים לציבור החשמלאים בארץ איתם מקיימת חברת החשמל קשר הן בעבודה היומיומית והן באמצעות פעילויות "התקע המצדיע":

מחד-גיסא נחזור ונדגיש – תוך שיתוף פעולה הדוק עם המוסד לבטיחות וגהות, בכל דרכי ההסברה שיעמדו לרשותנו – עד כמה ביצוע עבודות חשמל שלא על ידי חשמלאים בעלי רשיון (כנדרש עפ"י חוק החשמל) טומן בחובו סיכונים בטיחותיים ולכן הוא אסור בתכלית האיסור מההיבט החוקי, מההיבט הבטיחותי ומההיבט הנוגע לתיפקודו הנאות של המתקן.

מאידך גיסא, אנו מצפים מהחשמלאים בעלי הרשיון שייענו בחיוב להסברת העניין לכל מי שפונה אליהם בנדון בעקבות הסייפא של הסיסמא, דהיינו – "כדאי לשאול חשמלאי"!

בברכה,

אורי לייסנר

# הכנס הארצי השנתי ה-III להשמלאים (מרכז הקונגרסים גני התערוכה ת"א 15.1.85)

לאור ההצלחה של הכנס הארצי השנתי ה-I שהתקיים בינואר 1984 (דיווח על כך הופיע ב"התקע המצדיע" מס' 31 – מרץ 1984), הוחלט לקיים בינואר 1985 את הכנס הארצי השנתי ה-II

הכנס ה-II יצטמצם ליום אחד, בניגוד לכנס ה-I שהתפרס על פני 4 ימים (היום הראשון ב"מגדרין" – מפגש מרכזי ו-3 הימים הנוספים ב"הילטון" מפגשים סקטוריאליים; מהנדסים יועצים, חשמלאי קיבוצים, מורי חשמל).

הכנס ה-II, שיתקיים במרכז הקונגרסים, גני התערוכה – תל-אביב ב-15.1.1985, יתחלק ל-2 מושבים:

## מושב ז' (למנה"צ) – המפגש המרכזי

במפגש המרכזי ישא דברי פתיחה אינג' משה זיסמן מנהל אגף הצרכנות בחברת החשמל, לאחר מכן יוגשו 2 הרצאות.

1. הרצאת מנכ"ל חברת החשמל מר יצחק חופי: פיתוח מערכת החשמל עד שנות ה-2000 בישראל.

2. הרצאת אינג' יעקב רוזן, מנהל אגף מערכות מידע ומחשבים, חברת החשמל: המיחשוב ושילובו במערכות הניהול והפיתוח של חברת החשמל.

בתום ההרצאות יתקיים דיון (רב-שיח).

## בצוות הדיון ישתתפו:

אינג' משה זיסמן – מנהל אגף הצרכנות, חברת החשמל.

פרופ' מיכאל ארליצקי – הפקולטה להנדסת חשמל, הטכניון.

אינג' ויקטור זיס – מנהל ענייני החשמל, משרד האנרגיה והתשתיות.

מר דוד תרזה – מנהל היחידה לחשמל ולאלקטרוניקה, האגף להכשרה ולפיתוח כח אדם, משרד העבודה והרווחה.

אינג' ארלי תמיר – מפקח על הוראת החשמל, מיכשור ובקרה, משרד החינוך והתרבות.

## מושב ב' (אחה"צ) – בו יתחלקו משתתפי הכנס ל-6 מפגשים סקטוריאליים:

1. מפגש מועדון "התקע המצדיע" למהנדסים יועצי חשמל בו יוגשו ההרצאות כדלקמן:

★ תוכניות לרכישת חשמל מיצרנים פרטיים, ע"י חברת החשמל

המרצה: מר יובל יערי – מנהל המחלקה למחקר, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

★ השלכות טכניות – כלכליות של הפעלת שיטת "האיפוס" בהגנה נגד הישמול במתקנים קיימים ובמתקנים חדשים.

המרצה: אינג' ויקטור זיס – מנהל ענייני החשמל, משרד האנרגיה והתשתיות.

2. מפגש מועדון "התקע המצדיע" למורי החשמל בו יוגשו הרצאות כדלקמן:

★ הגישה המקצועית להדרכת תלמידים בבתי ספר יסודיים, מקצועיים והיכוניים, להתייחסות נכונה לשימוש החסכוני בחשמל.

המרצה: אינג' אורי לייטנר – מנהל המחלקה לפיתוח הצרכי, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

★ הגנה בפני הישמול לאור התקנות החדשות ("הארקות ושיטות הגנה נגד הישמול", "הארקות יסוד").

המרצה: מר אליהו ברזילי – מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז דן, חברת החשמל.

3. מפגש מועדון "התקע המצדיע" לחשמלאי הקיבוצים בו יוגשו הרצאות כדלקמן:

## ★ תכנון רשת

המרצה: אינג' אלכסנדר בן-ארצי – מנהל מחלקת תכנון, מחוז הדרום, חברת החשמל.

★ בעיות תעריפיות לגבי קיבוצים בעידן התעו"ז

המרצה: מר יהושע לנדאו – המחלקה לצרכנות ותעריפים, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

4. מפגש מועדון "התקע המצדיע" של צוותי חשמל לאחזקה בבתי חולים, בבתי מלון ובמפעלים גדולים בו יוגשו הרצאות כדלקמן:

## ★ תפעול גנרטורים פרטיים

המרצה: אינג' בוריס גודוביץ – מחלקת הצרכנים הטכנית מחוז הצפון, חברת החשמל.

אינג' ישראל מוסקוביץ - מהנדס חשמל ראשי, קרית הפלדה.

2. בית החולים קפלן, רחובות.

המרצים: אינג' בוריס שוורץ - המחל-קה לפיתוח הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל

אינג' רפי אופיר - מחלקת האחזקה, מרכז קופת חולים.

3. מפעלים איזוריים שער הנגב

המרצים: אינג' בוריס שוורץ - המחל-קה לפיתוח הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

מר יצחק דחנר - מנהל מחלקת החש-מל ובקרה, מפעלים איזוריים שער הנגב.

בכל אחד מהמפגשים הנ"ל, שיונחה ע"י אחד מחברי מערכת "התקע המצדיע", יהיו דברי פתי-חה ודיון בהם יטלו חלק פעיל המרצים ובעלי תפקידים בכירים בחברת החשמל, במשרדים הממשלתיים ובגופים המרכזיים הנוגעים לתחור מי הפעילות של משתתפי המפגש.

הזמנות אישיות לכנס הועברו אל כל קהילת "התקע המצדיע": מהנדסים יועצים, הנדסאי חשמל, טכנאי חשמל, חשמלאים מורשים מכל המיגורים והפעילויות הקשורות בהנדסת חשמל - תכנון, ביצוע, תפעול ותחזוקה.

★ מתקני חשמל במקומות של סכנה מוגברת המרצה: אינג' יוסף בלבל - מחלקת הצרכנים, מחוז הדרום, חברת החשמל.

5. מפגש מועדון "התקע המצדיע" לקבלני חשמל בו יוגשו הרצאות כדלקמן:

★ מערכת היחסים בין חברת החשמל וקבלני החשמל על בסיס הכללים לאספקת חשמל לצרכנים

המרצה: אינג' צבי קולטוצ'ניק - מנהל מחלקת החיבורים לבתים, מחוז הצפון, חברת החשמל.

★ חידושים בצידוד, כלי עבודה, חומרים ושיי-טות עבודה בכבלים

המרצה: אינג' אנדרי שטיינר - הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

6. מפגש מועדון "התקע המצדיע" לצוות החשמל של צרכני תעו"ז בו יוגשו הרצאות כדלקמן:

★ צעדים טכניים ואירגוניים שנוקטו ותוצאתם אות שהושגו בפועל, אצל צרכנים שהופעל אצלם תעו"ז.

1. קרית הפלדה, עכו

המרצים: אינג' אילן ירום - מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז הצפון, חברת החשמל

### המפגשים הנלווים של מועדון "התקע המצדיע"

★ לאחרונה הסתיימה הסדרה מס' 11 של המפגשים האיזוריים אשר הוקדשה לנושא "תכנון וביצוע מערכות הארקה והגנה נגד חישמול בהתאם לתקנות החדשות". במסגרת הסדרה התקיימו 15 מפגשים שבהם השתתפו כ-500 חשמלאים. הסדרה החלה באיזור חדרה ב' 13.6.84 והסתיימה בתל-אביב ב' 29.9.84.

\*\*\*

★ הסדרה מס' 12 של המפגשים האיזוריים לחברי מועדון "התקע המצדיע" תתחיל ב' 24.2.85 באיזור נהריה ותקף, בהתאם למתוכנן, את כל האיזורים לרבות באר שבע, ירושלים וחיפה בהם לא נערכו עד כה מפגשים במתכונת זאת. הנושאים שיועלו בסדרה:

א. אימונים של מבטחים (נתיכים, מפסקים אוטומטיים) וסלקטיביות בהגנות במתקני מתח נמוך.

ב. נהלים בהקשר ליישום תקנות החשמל.

הזמנות למפגשים האיזוריים נשלחות, דרך קבע, אל כל חברי מועדון "התקע המצדיע" (לכל אחד בהתאם לאיזור מגוריו).

### מועדות "התקע המצדיע" ומחוזות מ"ז המרים והתקיעה

★ מר שמעון וולפסון מותיקי העובדים בחברת החשמל אשר עבד במחלקה לפיתוח הצריכה למעלה מ-20 שנה (מ' 1978 היה סגן מנהל המחלקה), ומ' 1975 היה מנהל מערכת "התקע המצדיע", סיים את עבודתו בחברת החשמל ויצא לגימלאות ב' 31.10.84.

★ אינג' נחום פלג מראשוני מערכת "התקע המצדיע", בתוקף תפקידו במחלקת שרותים טכניים לצרכנים וביחידת הרשת הארצית, אשר עשרות מאמריו והרצאותיו במסגרת "התקע המצדיע" הפכו ל"נוכחי צאן וברזל" בקרב ציבור החשמלאים בארץ, סיים את עבודתו בחברת החשמל ויצא לגימלאות ב' 1.1.1985.

# השוואת מחירי הסקת הדרים באמצעות מכשירים ומתקנים שונים

(מחירי יחידת חום – 1000 קק"ל)

מטרת הנתונים דלהלן לאפשר חישוב הוצאות ההסקה (הוצאות שוטפות בלבד, לא כולל השקעה ברכישת המכשירים והמתקנים ותחזוקתם).

אופן החישוב המלא הוצג במאמרים שהופיעו ב"התקע המצדיע" 13 (דצמבר 1975), 19 (פברואר 1978), 28 (דצמבר 1982) ו-30 (דצמבר 1984).

## הנסיס לתחשיבים

מחיר יחידת חום (1000 קק"ל) לגבי המכשירים המקובלים להסקה בדירות מגורים, מחושב לפי הערך הקלורי של מקור האנרגיה והמחירים הרשמיים, אשר בתוקף החל מ-24.9.84 ובהתחשב במקדם התפוקה של המכשירים.

בהקשר לטבלה זו יש להבהיר את הגדרת המושג "מקדם תפוקה" שהוא: "היחס בין כמות החום המתקבלת למעשה לצורך העלאת הטמפרטורה בחדר לבין כמות האנרגיה הטמונה בדלק או בחשמל הנצרך על ידי ההסקה ואשר עבורה משלם הצרכן".

### הגורמים המשפיעים על ערכו של מקדם התפוקה:

- מידת ניצולו של הדלק שהוכנס למכשיר.
  - כמויות החום הנפלטות אל מחוץ לקטע המרחבי בחלל החדר, אשר בו נדרש החימום למעשה.
  - ניצולו בזמן הרצוי, של החום המופק מן התנור.
- מידת ניצולו של הדלק שהוכנס למכשיר תלויה בין היתר במידת השלמות של שריפת הדלק במכשיר, רמת התקינות והתחזוקה של המכשיר, רמת ההפסדים התרמיים בצנרת (במקרה של הסקה מרכזית).

כמויות החום הנפלטות אל מחוץ לקטע המרחבי בחלל החדר, אשר בו נדרש החימום למעשה, נובעות מהצורך לאזור את החדר על מנת למנוע הצטברות של גזים רעילים הנפלטים בזמן תהליך השריפה של דלקים נוזליים (סולר, קרוסין) וגז, ולהעלות את כמות החמצן בחלל האוויר של החדר.

בטבלה מפורטים 13 סוגים של מכשירי חימום ביתיים מקובלים הניתנים ליישום בדירת מגורים בבתים קיימים. לגבי כל סוג מופיע בטור השני מחיר מקור האנרגיה ל-1000 קק"ל "ברוטו" (דהיינו הערך הקלורי המושקע במכשיר) בהתאם למחירי הדלקים ותעריפי החשמל הרשמיים.

בטור השלישי מופיעים ערכי מקדם התפוקה המשוערים לכל סוג.

בטור הרביעי מופיעים מחירים של 1000 קק"ל "נטו" (דהיינו הערך הקלורי המושקע בפועל לחימום החדר).

יש לציין שהמחירים המופיעים בטור הרביעי של הטבלה ל-24.9.84 ובהתאם לערכים משוערים של מקדם התפוקה המופיעים בטור השלישי של הטבלה.

בטור החמישי של הטבלה מופיעים המחירים של 1000 קק"ל "נטו" באחוזים, ביחס למחיר של יחידת החום לגבי שלושת הסוגים הראשונים של תנורי החשמל.

במידה ולגורם כלשהו המעוניין להשתמש בטבלה, יש נתונים על ערכי מקדם תפוקה שונים מאלו שמופיעים כאן, יש לעדכן את המחירים בהתאם. כמו כן, כמובן, לעדכן את המחירים בכל מקרה של שינוי בתעריפים.

(א. לייטנר)

מחיר יחידת חום (1000 קק"ל) לגבי מכשירי ההסקה המקובלים לדירת מגורים בבית קיים				
סוג המכשיר	המחיר ל-1000 קק"ל ("ברוטו") בשקלים	מקדם התפוקה המשוער	המחיר ל-1000 קק"ל ("נטו") בשקלים	המחיר ל-1000 קק"ל ("נטו") באחוזים
1	2	3	4	5
תנור חשמל – קורן	36.28	0.95	38.2	100
תנור חשמל – מפור חום עם מנוע	36.28	0.95	38.2	100
תנור חשמל – מוליך חום ("קובקטור")	36.28	0.95	38.2	100
תנור חשמל – רדיאטור שמן	36.28	0.90	40.3	105
משאבת חום (מזגן אוויר)	36.28	1.95	18.6	49
תנור חשמל – אוגד ("זרם לילה")	31.16	0.85	36.7	96
מתקן חשמל תת-רצפתי	31.16	0.70	44.5	116
תנור נפט ("פיידיסידי")	23.73	0.70	33.9	89
תנור נפט עם ארובה	22.76	0.65	35.0	92
תנור סולר עם ארובה	21.29	0.65	34.2	90
מתקן הסקה מרכזית (סולר)	21.29	0.50	42.6	112
תנור גז ללא ארובה (גז – בבלונים)	28.60	0.90	31.8	83
תנור גז ללא ארובה (גז – הספקה מרכזית)	32.11	0.90	35.7	94
תנור גז עם ארובה (גז – בבלונים)	28.60	0.70	40.9	107
תנור גז עם ארובה (גז – הספקה מרכזית)	32.11	0.70	45.9	120

הערה: יש לציין שמחירי הדלק (סולר, נפט, גז) הועלו ב-24.10.84 בכ-24%. העלאה זו לא מוצאת את ביטוייה בטבלה הנ"ל הואיל ותעריפי החשמל לא עודכנו בהתאם לעלית מחירי הדלק.

# עם פרסום המהדורה החדשה של תקנות החשמל (רשיונות)

דוד תרזה

בימים אלה עומדת להתפרסם במסגרת חוק החשמל מהדורה חדשה של התקנות העוסקות בענין רשיונות. תקנות אלה תבואנה במקום התקנות בנושא שפורסמו ב־1963 בקובץ התקנות 1495.

בתקנות החדשות יש שינויים מרחיקי לכת בסיווג הרשיונות. לאור העובדה שמספר רב של אנשים הכריזו על עצמם כעלי בעלי מקצוע ונותני שרותים במקצועות הפרה־חשמליים, מגדירות התקנות החדשות בפירוט רב את המאפיינים המקצועיים של החשמלאים על שיוכם המקצועי וסיווגם. בכך ישמש רשיון החשמלאי "תעודת־זהות" מקצועית אשר תאפשר לצרכן הנזקק לשרותיו של בעל מקצוע בתחום החשמל לבדוק את איכותו של בעל המקצוע וסיווגו המקצועי ויאפשר לצרכן לוודא שהוא מוסר את ביצוע העבודה בידי בעל מקצוע מיומן המורשה לבצע את העבודה האמורה.

התקנות החדשות מתייחסות לאוכלוסיית בעלי מקצוע בתחום החשמל אשר הרגישות שלהם למתן רשיון ייחודי בעבר לא הצדיקה שינוי התקנות. דוגמא לכך משמש הרשיון "להנדסאי־חשמל" אשר הצורך בו התעורר כיוון שאוכלוסיית הנדסאי החשמל הולכת וגדלה, מה גם שקיימים עתה יותר מתקני חשמל אשר ביצועם הינו בהיקף רחב ומתבקשת לגבי סמכות מקצועית וכישורים מקצועיים גבוהים יותר מאלה של "חשמלאי בכיר".

מאידך, לגבי בעלי מקצוע שיש להם נסיון מעשי עשיר אך אין ביכולתם להתמודד עם נושאים עיוניים נועד הרשיון מסוג "חשמלאי מעשי" שמבוסס על נסיון מעשי וקבלתו מותנית בבחינות עיוניות מוגבלות בהיקפן שעיקרן ידע בנושא בטיחות, חקיקה ותקינה.

חיידוש נוסף בתקנות הוא רשיון מסוג "חשמלאי שירות". רשיונות מסוג זה ינופקו לקבוצות של חשמלאים אשר תחום עיסוקם המקצועי מוגבל ומוגדר ואינו מחייב לימוד רחב ומקיף במסגרת המקובלת.

כידוע, בכדי לזכות ברשיון־חשמל מסוג כלשהו, נדרש החשמלאי לעמוד בשתי דרישות. האחת של השכלה והשנייה של ותק. דרישת ההשכלה מושגת על־ידי הוכחת לימוד בצורת תעודה או עמידה בבחינות אקסטרניות בעוד שדרישת הותק מוכחת על־ידי אישורים החתומים על־ידי אנשים שונים, שלא תמיד יש להם את הסמכות לכך. אי הבהירות בנושא האישורים גרמה לכך שאנו נקפיד מעתה לקבל אישורים אשר ירשמו בספר מיוחד ויחתמו בכתב ועל־ידי חותמת רק על־ידי בעל רשיון המוסמך לכך.

יש לציין את השינויים המשמעותיים בנוגע לרשיון "חשמלאי בכיר":

— בתום ששה חודשים מיום פרסומן של התקנות החדשות לא ינתן עוד רשיון "חשמלאי בכיר";

— רשיונות של "חשמלאי־בכיר" שניתנו לפני תחילת תוקפן של תקנות אלה יוקפאו אולם ישארו בתוקפם ודינם יהיה כדין של רשיון חשמל שניתן לפי תקנות אלה;

— בעל רשיון, "חשמלאי בכיר" רשאי לעסוק בביצוע עבודות חשמל שבעל רשיון "חשמלאי־טכנאי" רשאי לבצען לפי תקנות אלה.

להלן הסעיפים העיקריים של התקנות החדשות:

## הגדרות

- |      |                    |   |  |
|------|--------------------|---|--|
| (א)  | "בית ספר להנדסאים" | — | בית ספר על־תיכוני להכשרת הנדסאים מוכר ע"י האגף;  |
| (ב)  | "בית ספר לטכנאים"  | — | בית ספר על־תיכוני להכשרת טכנאים מוכר ע"י האגף;   |
| (ג)  | "המנהל"            | — | מנהל האגף או מי שהוא הסמיכו לענין תקנות אלה;   |
| (ד)  | "האגף"             | — | האגף להכשרה ופיתוח כח־אדם במשרד העבודה והרווחה;  |
| (ה)  | "חשמלאי"           | — | בעל רשיון לעסוק בביצוע עבודות חשמל לפי החוק;   |
| (ו)  | "יחידת הבחינות"    | — | יחידת הבחינות של האגף;   |
| (ז)  | "מגמת חשמל"        | — | מגמת לימודים לפי הדרישות שבתכנית הבחינות אשר מטרתה הכשרת בעלי מקצוע בעבודת חשמל;                                   |
| (ח)  | "מיתקן חשמלי"      | — | מיתקן המשמש לשם ייצור חשמל, הולכתו, הפצתו, צריכתו, צבירתו או שגורו;  |
| (ט)  | "עבודת חשמל"       | — | התקנה, בדיקה, שינוי, תיקון או פירוק של מיתקן חשמלי, לרבות השגחה על ביצוע עבודה כאמור ועריכת תכניות טכניות לביצועה; |
| (י)  | "רשיון"            | — | רשיון לעסוק בביצוע עבודות חשמל;  |
| (יא) | "תכנית בחינות"     | — | תכנית בחינות שקבע האגף לכל אחד מסוגי הרשיונות המפורטים בתקנות אלה;   |

ד. תרזה — מנהל היחידה לחשמל ואלקטרוניקה, האגף להכשרה ופיתוח כח־אדם, משרד העבודה והרווחה.

- (יב) "מתח נמוך" — מתח ששיעורו בפעולה אינו עולה על 1000 וולט בין המוליכים;  
 (יג) "מתח גבוה" — מתח ששיעורו בפעולה עולה על 1000 וולט בין המוליכים;  
 (יד) "מתח עליון" — מתח ששיעורו בפעולה עולה על 33,000 וולט בין המוליכים;  
 (טו) "חשמלאי חונך" — חשמלאי בעל רשיון אשר מנהל האגף הסמיכו לשמש כמדריך ומנחה בהיקלטותם של חשמלאים בעבודה במקצוע;

## תהליך הוצאת הרשיונות

בקשה למתן רשיון

- א. בקשה למתן רשיון תוגש למנהל לפי טופס שיקבע;  
 ב. הבקשה תחתם כיד המבקש לאחר מילוי הפרטים הנדרשים בטופס;  
 ג. לבקשה יצורפו מסמכים קבילים (תעודות) לאימות הפרטים בטופס;  
 מתן הרשיון
- א. המנהל רשאי לתת רשיון למבקש או לחדשו אם מילא המבקש אחר התנאים הקבועים בתקנות אלה;  
 ב. הרשיון יהיה תקף כשהוא יחתם ביד המנהל ויוחתם בחותמת בנק הדאר המאשרת תשלום האגרה הקבועה בתקנות אלה בעד הרשיון או בעד חידושו;  
 ג. תוקפו של הרשיון יהיה לתקופה המצויינת בו;  
 סירוב לתת רשיון
- א. ראה המנהל שמבקש הרשיון אינו ממלא אחר התנאים הקבועים בתקנות אלה לקבלת רשיון, יודיע על כך למבקש בכתב תוך 60 יום מיום הגשת הבקשה;

חידוש הרשיון

- א. הודעה על הצורך בחידוש רשיון ישלח המנהל לבעל הרשיון שלושים ימים לפי פקיעת תקפו, ההודעה תכלול את הצהרת החשמלאי לפי סעיף ב' להלן;  
 ב. בעל רשיון המבקש חידוש רשיונו יאשר בחתימתו בגוף טופס בקשת החידוש במקום המיועד לכך שעבד בשנה החולפת בעבודות חשמל בהתאם לסוג רשיונו;  
 בעל רשיון "חשמלאי עוזר" יחתים את הממונה עליו על אישור עבודתו בשנה החולפת;  
 ג. לא קיבל בעל רשיון הודעה כאמור בתקנות משנה (א), עד ארבעה עשר ימים לפני תום תקפו של הרשיון, יבקש חידושו מהמנהל, לפני תום תקפו של הרשיון;  
 ד. בעל רשיון המבקש חידוש רשיונו לאחר שרשיונו בוטל או לאחר עבור שנתיים מיום שפג תקפו, רשאי המנהל לדרוש ממנו הגשת בקשה למתן רשיון והמנהל יפעל לפי הענין;  
 ביטול רשיון והחזרתו
- א. ביטל המנהל רשיון, ישלח לבעל הרשיון הודעה על כך בדואר רשום;  
 ב. בוטל רשיון או פקע תקפו, יחזיר אותו בעל הרשיון למנהל תוך ארבעה עשר ימים מיום שנמסרה לו הודעה כאמור בתקנות משנה (א);

## רשיונות לסוגיהם

רשיון יהיה מאחד הסוגים המפורטים בקבוצה א' או ב' שלהלן:

קבוצה א'	קבוצה ב'
1. חשמלאי עוזר;	9. חשמלאי בודק — סוג 1
2. חשמלאי מעשי;	10. חשמלאי בודק — סוג 2
3. חשמלאי מוסמך;	11. חשמלאי בודק — סוג 3;
4. חשמלאי ראשי;	12. חשמלאי מסוייג — לפי תחום עיסוקו;
5. חשמלאי בכיר;	13. חשמלאי שירות — לפי תחום התמחותו;
6. חשמלאי טכנאי;	
7. חשמלאי הנדסאי;	
8. חשמלאי מהנדס;	

## חשמלאי עוזר

תנאים למתן רשיון חשמלאי-עוזר

- המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי עוזר אם נתקיים במבקש אחד מאלה:  
 א. בידו תעודת גמר מאת משרד החינוך והתרבות המעידה עלי-כך שסיים בהצלחה י"ב כיתות בבית ספר מקצועי במגמת חשמל;



- ב. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס ההכשרה מקצועית בחשמל של האגף, או בפיקוחו, ועמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות;
  - ג. בידו תעודת מקצוע בחשמל שניתנה לו לפי חוק התניכות.
  - ד. בידו תעודה המעידה על כך שסיים בית ספר תעשייתי במגמה לחשמל (בבי"ס שאושר ע"י האגף), ועמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות;
  - ה. מלאו לו 18 שנים והוכיח שעבד במשך 3 שנים במקצוע החשמל בהשגחת בעל רשיון חשמלאי חונך, ועמד בהצלחה בבחינות לחשמלאי מעשי שערכה יחידת הבחינות.
- העבודות המותרות לחשמלאי-עוזר  
בעל רשיון חשמלאי-עוזר רשאי לעזור בביצוע עבודות חשמל כמתקן בעל מתח נמוך וזאת בפיקוחו של בעל רשיון חשמלאי מהסוגים 3 עד 8 בקבוצה א'.

### חשמלאי מעשי

תנאים למתן רשיון חשמלאי-מעשי

המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-מעשי אם נתקיים במבקש אחד מאלה:

1. בידו תעודה המעידה על כך שסיים בבית-ספר לטכנאים במגמת החשמל ועמד בהצלחה בבחינות הגמר הממשלתיות;
  2. בידו תעודת גמר מאת משרד החנוך והתרבות המעידה על-כך שסיים בהצלחה י"ב כיתות בבית-ספר מקצועי במגמה לחשמל, והוכיח שעבד שנה אחת כחשמלאי עוזר;
  3. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאי-מוסמך של האגף, או בפיקוחו, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד שנה אחת כחשמלאי עוזר;
  4. בידו תעודת מקצוע בחשמל שניתנה לו לפי חוק התניכות, התשי"ג — 1953 והוכיח שעבד במשך שלש שנים כחשמלאי עוזר;
  5. בידו תעודה המעידה על-כך שסיים י"ב כתות בבית ספר תעשייתי במגמה לחשמל, שאישר האגף, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד שנה אחת כחשמלאי עוזר;
  6. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאי מעשי שאישר האגף, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד שנתיים כחשמלאי עוזר;
  7. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאי מוסמך של האגף, או בפיקוחו של האגף, ועמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד במשך חמש שנים בעבודות חשמל בהשגחת חשמלאי שהוא בעל תעודת חשמלאי-חונך;
  8. הוכיח שעבד במשך ארבע שנים בעבודות חשמל בהשגחת חשמלאי בעל תעודת חשמלאי-חונך ועמד בהצלחה בבחינות לקבלת רשיון חשמלאי מעשי, שערכה יחידת הבחינות;
  9. הוכיח שעבד במשך שש שנים בעבודות חשמל בהשגחת חשמלאי שהוא בעל תעודת חשמלאי-חונך ועמד בהצלחה בבחינות לקבלת רשיון חשמלאי מוסמך, שערכה יחידת הבחינות;
- העבודות המותרות לחשמלאי-מעשי  
בעל רשיון חשמלאי-מעשי רשאי:

1. לעסוק בביצוע העבודות של בעל רשיון חשמלאי עוזר;
2. במיתקן חשמלי בעל מתח נמוך —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל כולל עריכת תכניות, למעט תכנון הארקה יסוד, כשהמיתקן בעל עוצמת זרם שאינה עולה על  $1 \times 25$  אמפר ונמצא בתוך מבנה המשמש לדירות מגורים או למשרדים;
  - ב. לעסוק בביצוע עבודות חשמל, במיתקן בעל עוצמת זרם  $1 \times 25$  אמפר, למעט עריכת תכניות ובלבד שהעבודות יבוצעו על פי תוכנית שאישר בעל רשיון הרשאי לערוך אותן;
3. במיתקן חשמלי בעל מתח גבוה —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל בהשגחתו ובנוכחותו של בעל רשיון מהסוגים 6, 7 ו-8 בקבוצה א', ובלבד שיש בידו תעודת סיום של קורס בנושאי בטיחות מתקני חשמל מתח גבוה ומתן עזרה ראשונה לנפגעי חשמל, ולאחר שעמד בהצלחה בבחינות שנערכו ע"י יחידת הבחינות.

### חשמלאי מוסמך

תנאים למתן רשיון "חשמלאי-מוסמך"

המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-מוסמך אם נתקיים במבקש אחד מאלה:

1. בידו תעודה המעידה על כך שסיים את לימודיו בבית ספר להנדסאים, במגמת חשמל, ועמד בהצלחה בבחינות הגמר הממשלתיות;
2. הוא רשום כחוק כטכנאי-חשמל בפנקס הטכנאים והוכיח שעבד שנה אחת לפחות בעבודות חשמל כחשמלאי מעשי בעל רשיון;

3. בידו תעודת גמר מאת משרד החינוך והתרבות המעידה על כך שסיים י"ב כיתות בבית ספר מקצועי במגמה לחשמל והוכיח שעבד שנתיים כחשמלאי מעשי;
4. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאי-מוסמך של האגף, או בפיקוחו של האגף, ועמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד במשך שנתיים בעבודות חשמל כחשמלאי-מעשי;
5. בידו תעודה המעידה על כך שסיים י"ב כיתות בבית ספר תעשייתי במגמה לחשמל שאישר האגף, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד במשך שנתיים בעבודות חשמל כחשמלאי מעשי או שלוש שנים כחשמלאי עוזר;
6. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאי-מוסמך של האגף, או בפיקוחו של האגף, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות והוכיח שעבד חמש שנים בעבודות חשמל בהשגחת חשמלאי ובעל תעודת חשמלאי-חונך ובמשך שנה אחת כחשמלאי מעשי;
7. עבד במשך שנתיים בעבודות חשמל כחשמלאי מעשי ועמד בהצלחה בבחינות לקבלת רשיון חשמלאי-מוסמך שערכה יחידת הבחינות;
8. עבד במשך שבע שנים לפחות בעבודות חשמל בהשגחת חשמלאי בעל תעודת חשמלאי-חונך ועמד בהצלחה בבחינות לקבלת רשיון חשמלאי-מוסמך שערכה יחידת הבחינות;

העבודות המותרות לחשמלאי-מוסמך

בעל רשיון חשמלאי-מוסמך ראשי:

1. לעסוק בביצוע העבודות שבעל רשיון חשמלאי מעשי ראשי לבצען;
2. במיתקן חשמלאי בעל מתח נמוך —
  - א. לעסוק בביצוע כל עבודות חשמל במיתקנים בעלי עוצמת זרם עד  $3 \times 63$  אמפר, לרבות עריכת תכניות (ובלבד שהמתקן נמצא במבנה המשמש לדירות מגורים, משרדים או בתי מלאכה);
  - ב. לעסוק בביצוע עבודות חשמל, במיתקן בעל עוצמת זרם מעל  $3 \times 63$  אמפר, למעט עריכת תכניות לביצוע, ובלבד שהעבודות יבוצעו לפי תכנית שאישר בעל רשיון הרשאי לערוך תכניות כאמור (ובהשגחתו ואחריותו של בעל רשיון מתאים לזרם המתקן);
3. במיתקן חשמלי בעל מתח גבוה —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל, בהשגחתו ובנוכחותו של בעל רשיון חשמל מן הסוגים 6, 7, או 8, בקבוצה א', ובלבד שבידו תעודת סיום של קורס בנושאי בטיחות מתקני חשמל מתח גבוה ומתן עזרה ראשונה לנפגעי חשמל ולאחר שעמד בהצלחה בבחינות שנערכו ע"י יחידת הבחינות;

### חשמלאי רישוי

תנאים למתן רשיון חשמלאי-ראשי

המנהל ראשי לתת רשיון חשמלאי-מעשי אם נתקיים במבקש אחד מאלה:

1. הוא מהנדס חשמל, הרשום במדור חשמל בפנקס המהנדסים והאדריכלים (להלן — פנקס המהנדסים);
2. הוא הנדסאי חשמל הרשום במדור חשמל בפנקס הטכנאים וההנדסאים והוכיח שעבד במשך שנה לפחות כחשמלאי מוסמך;
3. הוא טכנאי חשמל הרשום במדור חשמל בפנקס הטכנאים וההנדסאים ועבד במשך שנתיים לפחות בעבודות חשמל, מהן שנה כחשמלאי-מוסמך;
4. בידו תעודה המעידה על כך שסיים קורס חשמלאים ראשיים של האגף, או בפיקוחו של האגף, עמד בהצלחה בבחינות שערכה יחידת הבחינות ועבד במשך שנתיים לפחות כחשמלאי מוסמך;

העבודות המותרות לחשמלאי-ראשי

בעל רשיון חשמלאי-ראשי ראשי —

1. לעסוק בביצוע העבודות שבעל רשיון חשמלאי מוסמך ראשי לבצען;
2. במיתקן חשמלי בעל מתח נמוך —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל לרבות עריכת תכניות במיתקן חשמלי בעל עוצמת זרם עד  $3 \times 200$  אמפר;
  - ב. במיתקן בעל עוצמת זרם מעל  $3 \times 200$  אמפר לעסוק בביצוע עבודות חשמל, למעט עריכת תכניות, ובלבד שהעבודות תבוצענה על פי תכנית שאישר בעל רשיון הרשאי לערוך תכניות כאמור;

### חשמלאי טכנאי

תנאים למתן רשיון חשמלאי-טכנאי

המנהל ראשי לתת רשיון חשמלאי-טכנאי אם נתקיים במבקש כל אלה:

1. הוא טכנאי חשמל הרשום במדור חשמל בפנקס הטכנאים וההנדסאים;
2. הוא עבד במשך שנתיים כחשמלאי ראשי;

## העבודות המותרות לחשמלאי-טכנאי

בעל רשיון חשמלאי טכנאי רשאי:

1. לעסוק בביצוע העבודות שבעל רשיון חשמלאי ראשי לבצען;
2. במיתקן חשמלי בעל מתח נמוך —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל כאשר עוצמת הזרם עד —  $3 \times 400$  אמפר, לרבות עריכת תכניות;
  - ב. במיתקן בעל עוצמת זרם מעל  $3 \times 400$  אמפר לעסוק בביצוע עבודות חשמל למעט עריכת תכניות ובלבד שהעבודות יבוצעו על פי תכנית שאישר בעל רשיון הראשי לערוך תכניות כאמור;
3. במיתקן חשמלי בעל מתח גבוה — לעסוק בביצוע עבודות חשמל, למעט עריכת תכניות ובלבד שהעבודות יבוצעו על פי תכנית שאישר בעל רשיון חשמלאי-מהנדס, ובלבד שיש בידו תעודת סיום של קורס בנושאי בטיחות מתקני חשמל מתח גבוה ולאחר שעמד בהצלחה בבחינות שנערכו ע"י יחידת הבחינות;

## חשמלאי-הנדסאי

תנאים למתן רשיון חשמלאי-הנדסאי

המנהל רשאי לתת רשיון לתת רשיון חשמלאי-הנדסאי אם נתקיים במבקש כל אלה:

1. הוא הנדסאי חשמל הרשום במדור חשמל בפנקס הטכנאים וההנדסאים;
2. הוא עבד במשך שנתיים לפחות כחשמלאי ראשי;

העבודות המותרות לחשמלאי-הנדסאי

בעל רשיון חשמלאי הנדסאי רשאי:

1. לעסוק בביצוע העבודות שבעל רשיון חשמלאי-טכנאי רשאי לבצען;
2. במיתקן חשמלי בעל מתח נמוך —
  - א. לעסוק בביצוע עבודות חשמל כאשר המיתקן בעל עוצמת זרם עד —  $3 \times 630$  אמפר, לרבות עריכת תכניות;
  - ב. במיתקן חשמלי בעל עוצמת זרם מעל  $3 \times 630$  אמפר לעסוק בביצוע עבודות חשמל למעט עריכת תכניות, ובלבד שהעבודות יבוצעו על פי תכנית שאישר בעל רשיון חשמלאי-מהנדס;
3. במיתקן חשמלי בעל מתח גבוה — לעסוק בביצוע עבודות חשמל, למעט עריכת תכניות ובלבד שהעבודות יבוצעו על-פי תכנית שאישר בעל רשיון חשמלאי-מהנדס, ובלבד שיש בידו תעודת סיום של קורס בנושאי בטיחות מתקני חשמל מתח גבוה ולאחר שעמד בהצלחה בבחינות שנערכו ע"י יחידת הבחינות;

## חשמלאי-מהנדס

תנאים למתן רשיון חשמלאי-מהנדס

המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-מהנדס אם נתקיימו במבקש כל אלה:

1. הוא מהנדס חשמל בזרם חזק הרשום במדור חשמל, בפנקס המהנדסים והאדריכלים;
2. הוא עבד במשך שנתיים בהנדסת חשמל זרם חזק;

העבודות המותרות לחשמלאי-מהנדס

בעל רשיון חשמלאי מהנדס רשאי לערוך כל תכנית חשמל ולבצע כל עבודות חשמל;

## חשמלאי-בודק — סוג 1

תנאים למתן רשיון חשמלאי-בודק — סוג 1

המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-בודק — סוג 1, אם המבקש עבד במשך חמש שנים כחשמלאי טכנאי;

העבודות המותרות לחשמלאי-בודק — סוג 1

בעל רשיון חשמלאי-בודק — סוג 1 — רשאי לעסוק בביצוע בדיקות של מיתקן חשמלי בעל עוצמת זרם עד  $3 \times 63$  אמפר במתח נמוך, למעט עבודות חשמל אשר תוכננו ובוצעו על-ידו;

## חשמלאי-בודק — סוג 2

תנאים למתן רשיון חשמלאי-בודק — סוג 2

המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-בודק — סוג 2, אם המבקש עבד במשך חמש שנים כחשמלאי הנדסאי;

העבודות המותרות לחשמלאי-בודק — סוג 2

בעל רשיון חשמלאי-בודק — סוג 2 רשאי:

1. לעסוק בביצוע בדיקות שבעל רשיון חשמלאי-בודק — סוג 1 רשאי לבצען;
2. לבצע בדיקות של מיתקן חשמלי בעל עוצמת זרם עד  $3 \times 200$  אמפר במתח נמוך, למעט עבודות חשמל אשר תוכננו ובוצעו על-ידו;

### חשמלאי בודק — סוג 3

- תנאים למתן רשיון חשמלאי-בודק — סוג 3  
המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי-בודק-סוג 3, אם המבקש עבד במשך שנתיים כחשמלאי מהגדס;  
העבודות המותרות לחשמלאי-בודק — סוג 3  
בעל רשיון חשמלאי-בודק — סוג 3 רשאי לעסוק בביצוע בדיקות בכל מיתקן חשמלי;

### חשמלאי-מסוייג

תנאים למתן רשיון חשמלאי-מסוייג

- א. המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי מסוייג לאדם המבצע סוג מסויים של עבודות חשמל אם ראה כי לאותו אדם הכשרה מקצועית ונסיון מקצועי ולהתנות תנאים ברשיון;  
ב. המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי מסוייג למיתקן חשמלי במקום עבודה מסויים לפי תנאים אלה:  
1. הרשיון ינתן למקום העבודה;  
2. ביצוע עבודות חשמל במקום עבודה כאמור יעשה רק בידי עובד ששמו נקוב ברשיון הניתן למקום העבודה.  
3. הרשיון ינתן על שם העובדים שסיימו בהצלחה השתלמות מיוחדת לפי דרישות האגף ובפיקוחו;  
4. מקום העבודה יהיה אחראי להשתלמותו של העובד בביצוע העבודה שצויינה ברשיון;  
5. הרשיון ינתן לבצוע עבודות החשמל במסגרת מקום העבודה שאושר בלבד ויהיה תקף לעבודות אלו בלבד;  
6. לגבי עבודות הקשורות בתפעול מערכות מתח גבוה יש לצרף לבקשה לקבלת רשיון מסוייג, את המסמכים הבאים:  
א. תרשים מפורט של מערכת/מתקן המתח הגבוה אשר בה יטפל החשמלאי המסוייג;  
ב. אישור על סיום מוצלח של קורס לתפעול מערכות מתח גבוה;  
ג. אישור על סיום מוצלח של קורס מתן עזרה ראשונה לנפגעי חשמל;  
ד. אישור מבעל רשיון חשמלאי מהגדס המאשר שבתן את מבקש הרשיון ומצאו כשיר לתפעל מערכת מתח גבוה כמפורט בסעיף 1 ושתדרך את המבקש אישית בכל הקשור לתפעול נאות של המתקן הנדון;

### חשמלאי-שירות

תנאים למתן רשיון חשמלאי-שירות

- א. המנהל רשאי לתת רשיון חשמלאי שירות לאדם המבצע סוג מסויים של עבודות חשמל ואלקטרוניקה שבידו תעודת גמר קורס של האגף או שנערך בפיקוחו, באחד מתחומי ההתמחות שיפורטו להלן לפי התנאים שיקבעו לגבי כל אחד מהם:  
1. מיכשור אלקטרוני-רפואי;  
2. מערכות רדיו ואודיו;  
3. טלוויזיה באחד מהסוגים:  
א. טלוויזיה שתור-לבן;  
ב. טלוויזיה בצבעים;  
4. מערכות וידיאו והסרטה;  
5. אנטנות;  
6. מכשירים חשמליים ביתיים, באחד מהסוגים הבאים:  
א. מכונות כביסה;  
ב. מקררים;  
ג. שואבי אבק;  
ד. מערבלים;  
ה. מדיחי כלים;  
ו. משהצים;  
ז. מייבשי כביסה;  
ח. תנורי חימום;  
ט. תנורי בישול ואפיה;  
7. מערכות קירור ומיזוג אויר;  
8. מערכות גנרטורים;  
9. מערכות חשמל ופיקוד למעליות;  
10. אחזקת ציוד תעשייתי;  
11. תיקון ושיפוץ מכונות חשמל;

ב. בעל רשיון חשמלאי-שירות רשאי לבצע עבודות בתחום ההתמחות המצויין ברשיונו ובהתאם לתנאים שהתנה בו המנהל;

### שונות

ביצוע עבודות חשמל בירי תלמידים  
בתקופת הכשרתו למקצוע במוסדות ההכשרה שנוכרו בתקנות אלה, רשאי תלמיד לבצע עבודות חשמל בתנאי:

1. שהעבודות יבוצעו בהדרכתו ובהשגתו של מדריך אשר בידו רשיון חשמלאי בר תוקף שלפיו רשאי הוא לבצע את העבודות בנושא ההדרכה, או שבידו רשיון חשמלאי-תונך;
2. שלא יעסק בביצוע עבודות חשמל במתח גבוה;
3. שהעבודות יבוצעו באחריות מוסד ההכשרה שבו הוא לומד;

מנין תקופות עבודה במקצוע

1. אישור בדבר תקופת עבודה במקצוע ינתן בידי חשמלאי בעל רשיון אשר השגיח ופיקח על עבודתו של מבקש הרשיון ובתנאי שנותן האישור הוא בעל רשיון מסוג גבוה מזה של המבקש ושהוא בעל רשיון מסוג מן הסוגים 3 עד 8 בקבוצה א';  
האישור ינתן על גבי הטופס שבתוספת לתקנות ותצויין בו תקופה העבודה וכן סוגי העבודה שביצע מבקש הרשיון בהשגחת המאשר;
2. במנין תקופות העבודה במקצוע לענין תקנות אלה לא יובאו בחשבון עבודות שביצע המבקש לפני הגיעו לגיל 18 שנים;
3. הוכח להנחת דעתו של המנהל כי מבקש רשיון שעסק בעבודות חשמל, בהיותו חייל או עובד בצה"ל, בתוקף תפקידו, רשאי הוא לקבוע שיראו את המבקש, לצורך מנין תקופת עבודתו כחשמלאי כבעל רשיון לפי תקנות אלה, וכאילו עבד בתקופת העיסוק בצה"ל, או בחלק ממנה כחשמלאי בסוג מהסוגים המנויים בתקנות לפי סוג עבודות החשמל שביצע בתקופה האמורה;
4. לענין ותק בעבודות חשמל הנדרש לפי סוג הרשיון המבוקש לא יובא בחשבון מלוא הותק במקצועות הצבאיים המפורטים בתוספת ומגיש הבקשה יידרש בכל מקרה להמציא אישור על ותק של שנה אחת לפחות בעבודות חשמל כנדרש בתקנות בהתאם לסוג הרשיון המבוקש;
5. אישור על תקופת העבודה במקצוע כאמור בסעיפים 3 ו-4 יובאו בחשבון רק אם ינתנו ע"י השלישות הראשית;
6. חשמלאי העובד כעצמאי, למעט חשמלאי עוזר, ימציא תצהיר על תקופת עבודתו וכן אישור מחברת החשמל על סוג העבודות שביצע בתקופה האמורה;

### בחינות

1. יחידת הבחינות תערוך את הבחינות השונות הנזכרות בתקנות אלה תוך העזרות בועדת בחינות של מומחים, שימנה השר הממונה;
2. האגף יקבע תכנית בחינות לכל אחד מסוגי הרשיונות שיכללו בחינות עיוניות ובחינות מעשיות;
3. נושאי הבחינה יהיו לפי תכנית הבחינות;

### ועדה מייצעת

1. תוקם ועדה מייצעת בתחמישה חברים ובה ארבעה חברים שימנה שר העבודה והרווחה מקרב ציבור מומחים שהמליץ עליהם האגף, נציג האגף יהא יושב ראש הועדה המייצעת (להלן הועדה);
2. מתפקידה של הועדה לייצג לאגף:
  - א. בקביעת תכנית הבחינות;
  - ב. בנושא התקנות;

### הודעות מאת בעל הרשיון

1. בעל רשיון חייב להודיע בכתב למנהל תוך 30 ימים:
  - א. על כל שינוי בשמו או מענו הפרטי;
  - ב. על אבדן רשיונו, בצירוף אישור על מסירת הודעה למשטרה;
2. הודיע בעל הרשיון כאמור בתקנה משנה (א), רשאי המנהל לתת לו העתק רשיון שצויינו בו הפרטים שהודיע עליהם כאמור בתקנה משנה (א) (1);

### חובה להתום על מסמך

1. בעל רשיון יחתום את שמו ויטביע חותמת הנושאת את שמו המלא, מספר רשיונו וכן סוג הרשיון על כל מסמך הנוגע לעבודות חשמל שביצע;
2. בתקנה זו, "מסמך" — תכנית המוגשת לאישור, חישוב טכני, בקשה לבדיקת מיתקן חשמלי ואישור הניתן להוכחת ותק מקצועי לעוסק בביצוע עבודות חשמל;

### חובת הצגת רשיון

בעל רשיון חייב להציג את רשיונו לפי דרישת מקבל השירות;

# איכות תרמית של מבנים והשפעתה על תשלומים בעד צריכת החשמל לפי תערו"ז

ד"ר מלוא הופמן; אינג' בוריס שוורץ

## מבוא

במאמר על מערכות בקרה ממוחשבות ויישומן במציאות התערו"ז שפורסם ב"התקע המצדיע" 32, אוגור סט 1984, הודגשה חשיבות התיכונן האופטימלי של מתקן מבחינה אנרגטית לשם ניהול יעיל של משק האנרגיה (Energy Management) במציאות תערו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה).

שלב ראשון בתיכונן האופטימלי של המתקן מבחינה אנרגטית הינו תיכונן נכון של המעטפת החיצונית של מבנים תוך כדי ניצול מירבי של בידוד תרמי וטכניקות אחרות המאפשרות הקטנת צריכת החשמל למיזוג אויר ו/ או הסקה.

במאמר זה מובא הסבר על התכונות התרמיות הנדרשות מהמבנה בכדי להשיג התאמה מירבית של משטרי הפעלת מערכות מיזוג אויר ו/או הסקה למסגרת התערו"ז.

כמו כן מובאות במאמר דוגמאות מעשיות של השפעת האיכות התרמית על תשלומים בעד צריכת החשמל למיזוג אויר במבנים לפי תערו"ז.

## רקע עיוני

על מנת להקל על הקורא את הבנת ההסברים הטכניים אשר ינתנו בהמשך, בחרנו להביא בתחילת המאמר הסברים עיוניים קצרים על מושגים טכניים אשר אינם מוכרים דיים לציבור הרחב של אנשי החשמל.

### התנגדות תרמית של שכבה:

ערך המבטא את התנגדות השכבה למעבר חום דרכה.

$$r_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (1)$$

כאשר:

$r_i$  - התנגדות תרמית של שכבה  $\left[ \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{\text{watt}} \right]$

$d_i$  - עובי השכבה [m]  
 $\lambda_i$  - מוליכות תרמית סגולית של החומר,  $\left[ \frac{\text{watt}}{m \cdot ^\circ C} \right]$   
 ממנו בנויה השכבה

**התנגדות תרמית של אלמנט בנין:**  

$$r = \sum_{i=1}^n r_i$$

**התנגדות תרמית כוללת של אלמנט הבנוי ממספר שכבות:**

$$R_k = R_{os} + \sum_{i=1}^n r_i + R_{is} \quad (2)$$

כאשר:

$R_k$  - התנגדות תרמית כוללת של האלמנט 'k'  
 $R_{os}$  - התנגדות תרמית של שכבת אויר על פני המשטח החיצוני (הערך ההופכי של מוליכות תרמית שטחית חיצונית).

$R_{is}$  - התנגדות תרמית של שכבת אויר על פני המשטח הפנימי (הערך ההופכי של מוליכות תרמית שטחית פנימית).

$Z_i$  - התנגדות תרמית של שכבה "i" הוכללת באלמנט.

מונחאות (1), (2) ניתן להסיק שאלמנט הבנוי מחומר רים עם מוליכות תרמית סגולית קטנה (חומרי בידוד תרמיים) הינו בעל התנגדות תרמית גדולה.

**הגדלת ההתנגדות התרמית של אלמנט בנין גורמת להקטנת זרימת החום דרכו.**

מכאן שבניית מבנה מאלמנטים חיצוניים (קירות, ריצ'פה, גג) בעלי התנגדות תרמית גדולה, מקטינה את זרימת החום דרך המעטפת החיצונית של המבנה וכתוצאה מכך, מקטינה את צריכת האנרגיה לחימום או לקירור בתוך המבנה.

### אינרציה תרמית של אלמנט בנין:

מהירות ה"תגובה" (שינויי טמפרטורה) של האלמנט לשינויי טמפרטורה על פני המשטח שלו או לשינויי הטמפרטורה של האויר על פני המשטח של האלמנט.

### קבוע זמן תרמי של אלמנט בנין:

ערך המבטא את האינרציה התרמית של האלמנט קבוע זמן תרמי (Thermal Time Constant) - TTC מוגדר באופן פיזיקלי ככמות החום הנאגרת באלמנט ביחס לשינוי בשטף החום הזורם דרכו. ערך זה נמדד ביחידות של שעה.

קבוע זמן תרמי של שכבה מחושב כמכפלה של קיבול החום של השכבה ביחידת שטח הקיר כפול ההתנגדות התרמית ממקום השינוי (מהאויר החיצוני) עד אמצע השכבה:

$$TTC_i = (R_{os} + \sum_{j=1}^{i-1} r_j + \frac{1}{2} r_i) d_i \cdot \rho_i \cdot c_i \quad (3)$$

כאשר:

$R_{os}$  - התנגדות תרמית של שכבת אויר על פני המשטח החיצוני

$\sum_{j=1}^{i-1} r_j$  - התנגדות תרמית כוללת של שכבות האלמנט הנמצאות בין הפן החיצוני  $\left[ \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{\text{watt}} \right]$  לבין השכבה "i"

$d_i$  - עובי השכבה "i" [m]

$\rho_i$  - משקל מרחבי של החומר,  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$   
 ממנו בנויה השכבה "i"

$c_i$  - חום סגולי של החומר,  $\left[ \frac{\text{watt} \cdot \text{hr}}{kg \cdot ^\circ C} \right]$   
 ממנו בנויה השכבה "i"

$TTC_i$  - קבוע זמן תרמי של שכבה "i" [hr]

ד"ר מלוא הופמן - התחנה לחקר הבניה, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל  
 אינג' בוריס שוורץ - המחלקה לפיתוח הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

אם האלמנט בנוי ממספר שכבות, אזי קבוע הזמן התרמי שלו הינו סיכום הערכים של קבוע הזמן התרמי של כל אחת מהשכבות המרכיבות את האלמנט.

$$TTC_k = \sum_{i=1}^n TTC_i \quad (4)$$

יכולת האלמנטים של בנין לאגור חום (או "קור") הנו בעת מקיבול תרמי של האלמנטים, הינה תכונה חשובה מאד המאפשרת למתן את השפעת שינויי הטמפרטורה על פני האלמנטים, על הטמפרטורה בתוך הבנין.

בניית מבנים עם יכולת אגירת חום (או "קור") חשובה במיוחד במציאות תעריפית של תעו"ז. דוגמאות מעשיות והסברים המובאים בהמשך, מסבירים את השפעת התכונות התרמיות של המבנים על מערכות החשמל השונות בבנין ככלל, ועל תשלומים בעד צריכת החשמל למיזוג אויר והסקה כפרט.

## תכנון אופטימלי של מבנה מהיבט אנרגי וי ואקלימי במציאות התעו"ז

תכנון אופטימלי של מבנה מההיבט האנרגטי והאקלימי כולל:

- איסוף ועיבוד נתוני אקלים באזור בו יוקם המבנה;
- תכנון המעטפת החיצונית של המבנה עם התנגדות תרמית ואינרציה תרמית גדולים;
- תכנון נכון של גודל וכיווני הפתחים (חלונות ודלתות) לשם ניצול האודור הטבעי ובחירת אמצעי הצללה מתאימים;
- בחירת מערכות חימום, אורז, מיזוג אויר, תאורה ועילות וחסכוניות;
- תכנון נכון של משטרי הפעלתן של מערכות מיזוג אויר והסקה תוך כדי ניצול התכונות התרמיות של המבנה, והתאמתן של משטרי ההפעלה למציאות התעו"ז.

כדי לבדוק את השפעת הפתרונות השונים של תכנון המבנה על תנאי הנוחות מבחינה אקלימית בתוך המבנה ועל צריכת החשמל לקירור ולחימום, יש צורך בחישוב התגובה התרמית הדינמית של המבנה (מהלך טמפרטורת האויר בתוך המבנה) לשינויי טמפרטורה לחות ועוצמת קרינת השמש בחוץ.

חישוב כזה אינו ניתן לביצוע בצורה ידנית, ולשם ביצועו על חייבים להעזר במחשב.

בתחנה לחקר הבניה בטכניון, פותחה תוכנית מחשב המאפשרת לחשב את מהלך הטמפרטורה בתוך המבנה או את כמויות האנרגיה הדרושות לקירור ולחימום במבנה הבנוי מחומרי בניה שונים בתנאי אקלים משתנים (טמפרטורת אויר חוץ, לחות, עוצמת הרוח וקרינת השמש).

לאחר שמפתחי השיטה ותוכנית החישוב הוכיחו את נכונותן באמצעות מדידות במודלים ובניינים מעשיים, התחיל השימוש בתוכנית זו לצורך מתן ייעוץ לגורמים המעוניינים בתכנון אופטימלי של מבנים מבחינה אנרגטית.

בהמשך נתייחס לאחת מהעבודות שבוצעו באמצעות השיטה ותוכנית המחשב הנ"ל.

## השפעת התכונות התרמיות של המבנה ומשטרי ההפעלה של מערכת מיזוג אויר על תשלומים בעד צריכת החשמל לפי תעו"ז (דוגמה מעשית)

הדוגמה אשר תובא להלן מבוססת על תוצאות מחקר על דרכי הייכוון בצריכת החשמל של מערכות מיזוג אויר במרכזיות טלפון עם ציוד ספריי \* (1,2). מחקר זה בוצע בתחנה לחקר הבניה בטכניון לפי הומנת משרד

התקשורת (היום חברת "בזק"). חישוב התגובה התרמית של מבנים אלה נעשה בהתאם לתוכנית המוכרת לעיל במחשב של הטכניון.

לצורך הדגמת ההשפעה של התכונות התרמיות של הבנין ושל משטרי ההפעלה של מערכות מיזוג אויר על תשלומים בעד צריכת החשמל לפי תעו"ז, נשתמש בחלק מתוצאות המחקר הנ"ל.

### תאור המבנה ותנאי האקלים

- הבנין ממוקם באזור הנגב הצפוני (באר-שבע).
- בתוך המבנה מותקן ציוד סיפרתי עם פיזור חום קבוע.
- בבנין מותקנת מערכת מיזוג אויר שתפקידה – סיפוח החום הנבלט מהציוד הסיפרתי והבטחת תנאי האקלים הנדרשים לעבודה תקינה של הציוד בתוך האולם שבו הוא מותקן, כך שטמפרטורת האויר בתוך האולם לא תעלה על 25°C במשך כל ימות השנה. שטח האולם הינו כ-225 מ"ר.
- נבדקו שלוש צורות בנית המעטפת החיצונית (קרי רוח וגג) של המבנה הנדון. באזור 1, ניתן לראות את חתך הקירות והגג בכל אחת משלושת הצורות של המבנה שנבדקו, עם ציון ההתנגדות התרמית (r) וקבוע הזמן התרמי (TTC) של הרכיבים הנ"ל.

### שימוש באורז מוגבר לשם הקטנת תפוקת הקיור של מערכות מיזוג אויר

במסגרת המחקר נבדקה אפשרות של שימוש באורז מוגבר (הכנסת אויר צח מבחוץ בקצב מוגבר) בשעות הערב והלילה, כאשר הטמפרטורה בחוץ יורדת מתחת ל-24°C, במטרה להקטין את תפוקת הקירור של מערכת מיזוג האויר הנדרשת לסילוק החום הנבלט עלידי הציוד.

בטבלה 1 רוכזו תוצאות החישובים של ערכי הספק פיזור החום נטו – NHD (Net Heat Dissipation Power) המותרים במבנה בכדי שהטמפרטורה בתוך המבנה לא תעלה על 25°C. NHD מוגדר כהספק חום עודף בתוך המרכזיה:

$$NHD = EHD - CE \quad (5)$$

כאשר:

EHD – הספק פיזור החום מהציוד המותקן במבנה, [kW]  
CE – תפוקת הקירור של מערכת מיזוג האויר, [kW]

הגדרה זו מאפשרת לנו להעריך את השפעת משטרי האורז השונים על תפוקת מערכת מיזוג האויר לשם שמירת רמת הטמפרטורה הנדרשת לתיפקודו התקין של הציוד (25°C לכל היותר), ללא תלות ב-C<sub>EHD</sub>.

$$CE_1 - CE_2 = NHD_2 - NHD_1 \quad (6)$$

כאשר:

CE<sub>1</sub> – תפוקת קירור במשטר אורז ראשון, [kW]  
CE<sub>2</sub> – תפוקת קירור במשטר אורז שני, [kW]  
NHD<sub>1</sub> – הספק פיזור החום העודף המותר במשטר אורז ראשון, [kW]  
NHD<sub>2</sub> – הספק פיזור החום העודף המותר במשטר אורז שני, [kW]

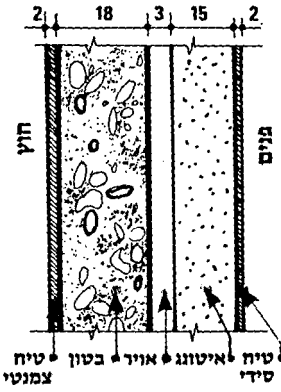
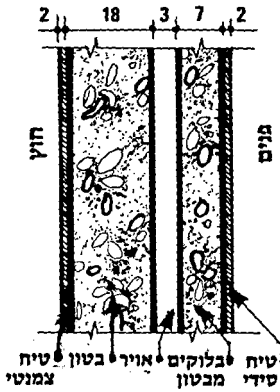
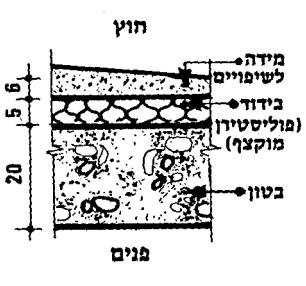
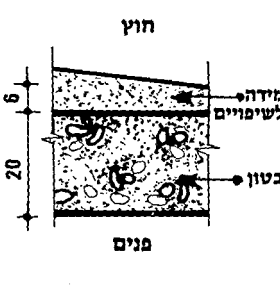
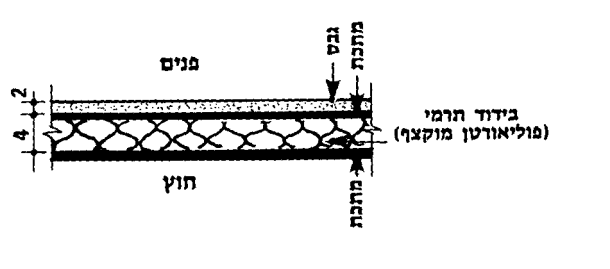
\* "הנחיות אקלימיות לתכנון בנין מרכזיות טלפונים עם ציוד ספריי". מלוא הופמן, מנחם גדעון – התחנה לחקר הבניה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, פברואר 1984.

(2) "Ventilation as a means of air conditioning power saving in reinforced concrete telephone exchange buildings".

M.E. Hoffman, M. Gideon, K. Miller, Y. Katz.

"Energy and Buildings" (1984)

**איור 1**  
 דוגמאות תחך אנכי של מרכיבי המעטפת החיצונית של המכנה  
 (מידות עובי השכבות - בס"מ)

גג	קירות חיצוניים	אלמנט
 <p> <math>r = 0.92 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{watt}} \right]</math>  <math>\text{TTC} = 30 \text{ [hr]}</math> </p>	 <p> <math>r = 0.42 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{watt}} \right]</math>  <math>\text{TTC} = 20 \text{ [hr]}</math> </p>	בניין מבודד
 <p> <math>r = 1.39 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{watt}} \right]</math>  <math>\text{TTC} = 134 \text{ [hr]}</math> </p>	 <p> <math>r = 0.14 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{watt}} \right]</math>  <math>\text{TTC} = 14 \text{ [hr]}</math> </p>	בניין מבודד באופן מוגבר
<p> <math>r = 1.17 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{watt}} \right]</math>  <math>\text{TTC} = 3 \text{ [hr]}</math> </p>		בניין עם מעטפת מבודדת קלה

משטר אודור עם  $n = 1$  בשעות היום (מי 07.00 עד 19.00), ו- $n = 30$  בשעות הערב והלילה (מי 19.00 עד 07.00) – הינו משטר הפעלת מערכת מזווג אודור עם איורור מוגבר.

(\*) תחלופת אודור אחת לשעה: החלפת נפח האודור באולם הממוגז באודור צח מבחוץ, פעם אחת לשעה.

בטור 2 של הטבלה מופיעים ערכים ממוצעים של טמפרטורת האודור החיצוני המינימלית והמקסימלית באיזור הנגב הצפוני בחודשי השנה השונים.

בטור 3 מופיע מספר תחלופות האודור הצח לשעה (\*) המאפיין את משטר האודור בשעות היום ובשעות הלילה.



בטורים 5, 7, 9 – מופיעים הערכים של טמפרטורת המיזמום המושגת בתוך המבנים שנבדקו.

בטורים 4, 6, 8 – מופיעים הערכים של הספק פיזור החום העודף (NHD) המותר בכל אחד ממשטרי האזור בשלושת המבנים שנבדקו.

טבלה 1  
 NHD מותר עבור איזור הנגב הצפוני (באר שבע)  
 $t_{max} = 25$  מעלות צלסיוס

חודש	טמפרטורת איור חוץ		תחלופת אויר	בנין מבודד		בנין מבודד באופן מוגבר		בנין עם מעטפת מבודדת קלה	
	max min [°C]			NHD [kw]	t <sub>min</sub> [°C]	NHD [kw]	t <sub>min</sub> [°C]	NHD [kw]	t <sub>min</sub> [°C]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ינואר	16.1 } 7.7 }	1/1 1/30	26 63	22.5 20.4	13 65	23.5 22.4	49	20.5	
פברואר	17.9 } 8.1 }	1/1 1/30	22 60	23.8 22.4	11 63	24.0 23.5	46	20.8	
מרץ	20.5 } 10.4 }	1/1 1/30	17.5 47	24.0 22.6	9 50	24.0 23.5	37	21.3	
אפריל	23.8 } 12.3 }	1/1 1/30	14 38	24.0 22.5	7 40	24.0 23.5	21	21.0	
מאי	28.3 } 15.0 }	1/1 1/30	2 20	23.2 22.5	2 22.5	24.2 23.5	5	20.5	
יוני	31.5 } 17.3 }	1/1 1/30	-4 7	23.5 23.2	-1 10	24.7 24.2	-9	20.8	
יולי	32.1 } 19.1 }	1/1 1/30	-8 0	23.5 23.5	-2 2	24.6 24.2	-17	21.8	
אוגוסט	32.4 } 19.5 }	1/1 1/30	-8 0	23.5 23.5	-2 2	24.6 24.2	-17	21.8	
ספטמבר	30.5 } 17.9 }	1/1 1/30	-4 7	23.5 23.2	-1 10	24.6 24.2	-9	20.8	
אוקטובר	27.5 } 15.3 }	1/1 1/30	2 20	23.2 22.5	2 22.5	24.2 23.5	25	20.5	
נובמבר	23.0 } 12.5 }	1/1 1/30	14 38	24.0 22.5	7 40	24.0 23.5	30	21.2	
דצמבר	17.3 } 9.3 }	1/1 1/30	25 56	23.7 20.5	11 58	24.0 22.8	42	20.8	

התוצאות המופיעות בטבלה 2 ממחישות את החשיבות של בניית המבנה עם אינרציה תרמית גדולה, כאשר מדובר על ניצול אפשרויות אגירת אנרגיה של קירור המתקבלת כתוצאה מאורור מוגבר בשעות הלילה לשם לקטנת תפוקת הקירור הנדרשת ממערכת מרי זוג האויר.

מניתוח התוצאות המופיעות בטבלה 1 והמתייחסות למשטר אורור רגיל בחודשי השנה הקרים יחסית – (מנובמבר עד מאי), עולה שהספק פיקור החום (NHD) המותר בבנין מבודד הינו גדול מזה שבבנין המבודד באופן מוגבר. פירושו הדבר, שתוספת בידוד תרמי למעטפת החיצונית של הבנין כמתואר באיור 1 איננה תורמת להקטנת תפוקת הקירור במשטר האורור הרגיל – בחודשים הקרים. במקרים בהם קיימת פליטת חום קבועה מהציוד המותקן בתוך המבנה, אנו מעוניינים בסילוק החום מהמבנה בכדי לשמור על רמת הטמפרטורה הנדרשת לפעולת התקינה של הציוד (במקרה הנדון 25°C). תוספת בידוד תרמי מקטינה את זרימת החום דרך המעטפת החיצונית מהחלל הפנימי אל החלל החיצוני בחודשים הקרים.

חשוב לציין כי תוספת בידוד תרמי מהווה גורם שלילי אך ורק במקרים הספציפיים הנ"ל ובחודשי החורף בלבד.

יחד עם זאת, גם במקרה הנדון מהווה תוספת הבידוד התרמי גורם חיובי, כאשר מדובר במשטר הפעלה עם אורור מוגבר. הסיבה לכך נובעת מהעובדה שתוספת הבידוד מגדילה את קבוע הזמן התרמי של המבנה ובתוצאה מכך, כפי שכבר הוסבר לעיל בטבלה 2, מבריאה להגדלת היחסון בצריכת החשמל השנתית במשטר של אורור מוגבר, אם כי בשעור קטן יחסית.

### מיגבלות פסיכומטריות של שימוש במשטר האורור המוגבר

תופעת עליית הלחות היחסית של האויר החיצוני בשעות הערב והלילה מכתביה מיגבלות על משטר הקירור המלווה בהכנסת כמות גדולה של אויר צת (אורור מוגבר).

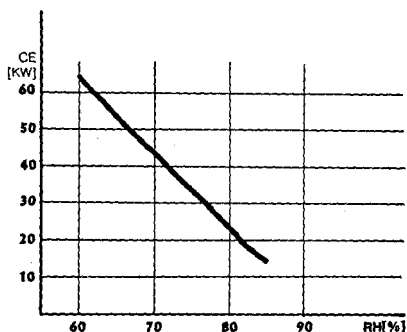
המיגבלות נובעות מהצורך להקפיד על כך שטמפרטורת האויר המקורר על ידי מערכת מיווג האויר לא תרד עד לטמפרטורת העיבוי של אדי המים הנמצאים באויר הצח (נקודת הטל).

אם טמפרטורת האויר המקורר תרד עד לטמפרטורת העיבוי, אזי נצטרך להשקיע אנרגיה נוספת בכדי לבטל את אנרגיית החום הכמוס הנמסר לאויר תוך כדי עיבוי אדי המים.

את ההשלכות של תופעה זו על משטרי ההפעלה של מערכת מיווג האויר נסביר בדוגמה המובאת להלן.

#### איור 2:

שינוי תפוקת הקירור CE המתרת במשטר עם אורור מוגבר בכדי שהלחות היחסית של האויר הצח המקורר על ידי מערכת מיווג האויר, המותקנת עבור המבנה הנבדק, לא תעלה על 95%, כתלות מהלחות היחסית של האויר בחוץ (RH) כאשר הטמפרטורה בחוץ הינה 15.0°C.



ממשוואה (6) ניתן להסיק: ככל שהספק פיקור החום המותר (NHD) גדול יותר – תפוקת הקירור הנדרשת ממערכת מיווג האויר (CE) קטנה יותר. מסקנה זו תאפיין שר לנו לנתח בצורה נכונה את התוצאות המופיעות בטבלה 1.

**לדוגמה,** ננתח את התוצאות המופיעות בטבלה 1 עבור יום מייצג בחודש ספטמבר בבנין מבודד:

\* הספק פיקור החום (NHD) במשטר אורור ראשון: 4 kW – פירושו הדבר: כאשר הספק פיקור החום מהציוד (EHD) הינו, למשל, 7 קו"ט לשעה, יש צורך בהפעלת מערכת מיווג אויר עם תפוקה של 11 קו"ט קירור במשך כל שעות היממה.

\* הספק פיקור החום (NHD) במשטר אורור שני (אורור מוגבר): 7 kW.

פירושו הדבר: כאשר הספק פיקור החום מהציוד הינו 7 קו"ט (כמו במשטר האורור הראשון) – אין צורך בהפעלת הקירור במערכת מיווג האויר במשך כל שעות היממה.

\* לפי יחס שמרני: לייצור 1 קו"ט קירור דרושה הפעלה של מערכת קירור שהספקה החשמלי הינו 0.34 קו"ט. מכאן שהיחסון בצריכת החשמל היומית המושג כתוצאה משימוש באיורור מוגבר הינו:  $0.34 \times 11 \times 24 = 90$  קו"ט"ש.

להלן תוצאות החישוב של היחסון השנתי המושג כתוצאה בשימוש במשטר האורור בהשוואה למשטר האורור הרגיל. החישוב נעשה על סמך ניתוח התוצאות המופיעות בטבלה 1 כפי שהוסבר בדוגמה לעיל.

**יחסון שנתי בבנין מבודד:** 63,911 קו"ט"ש.

**יחסון שנתי בבנין מבודד באופן מוגבר:** 81,658 קו"ט"ש.

התוצאות המופיעות בטבלה 1 מאפשרות לאמוד את השפעת האינרציה התרמית של המבנה (המאופיינת, כפי שהוזכר לעיל, ע"י קבוע זמן תרמי TTC) על צריכת החשמל השנתית של מערכת מיווג האויר.

בטבלה 2 רובו תוצאות החישוב ההשוואתי של צריכת החשמל השנתית לקירור במשטר הפעלת מערכת מיווג האויר עם אורור מוגבר במבנים עם אינרציה תרמית שונה.

#### טבלה 2

השפעת האינרציה התרמית של המבנים על הפרשים בצריכת החשמל השנתית לקירור במשטר הפעלה עם אורור מוגבר

יחסון בצריכת החשמל השנתית		תאור ההשוואה
קו"ט"ש	יחס בין המפרשים	
7198	S	מבנה עם TTC = 30 שעות בהשוואה למבנה עם TTC = 20 שעות
45172	6.3 x S	מבנה עם TTC = 30 שעות בהשוואה למבנה עם TTC = 3 שעות
37974	5.3 x S	מבנה עם TTC = 20 שעות בהשוואה למבנה עם TTC = 3 שעות

**דוגמה:**

\* ניוח שהספק החום הנפלט מהציוד מותקן במבנה במשך כל אחת משעות היממה:  $EHD = 60 \text{ KW}$   
 אנרגיית החום הנפלט במשך היממה:  
 $60 \times 24 = 1440 \text{ KWh}$

\* אם נתייחס, למשל, ליום טיפוסי בחודש יוני בכנין המבודד, ונקבל מטבלה 1 שהספק פיזור החום היומי נטו המותר במבנה במשטר הפעלה עם אידור מוגר בר הינו:  $NHD = 7 \text{ KW}$

אנרגיית פיזור החום המותרת במשך היממה תהיה איפוא:  $7 \times 24 = 172 \text{ KWh}$

\* באיור 2 מובא גרף המבטא את שינויי תפוקת הקירור כתלות משינויי הלחות היחסית של האוויר בחוץ עבוד משטר עם אידור מוגבר.

ביום הטיפוסי בחודש יוני באזור האקלימי הנדון (איזור הנגב הצפוני), הלחות היחסית בחוץ (RH) בשעות הלילה הינה כ-80%.

מהגרף נקבל שתפוקת הקירור (CE) המותרת בכדי למנוע את תופעת העיבוי הינה:  
 $CE = 23 \text{ KW}$

כלומר, אנרגיית הקירור אשר מותר להשקיע במבנה במקביל לאידור המוגבר בשעות מ' 19.00 עד 07.00 הינה:  $23 \times 12 = 276 \text{ KWh}$

\* אנרגיית החום העודף אשר אותו יש לקזז על ידי הקירור בשעות היום מ' 07.00 עד 19.00 הינה:  
 $1440 - 276 - 172 = 992 \text{ (KWh)}$

תפוקת הקירור הנדרשת בשעות היום הינה:  
 $992 : 12 = 82.7 \text{ KW}$

כלומר, כתוצאה מהקטנת תפוקת הקירור בשעות מ' 19.00 עד 07.00, עקב המיגבלות הפסיכרומטריות, נאלץ להגדיל את תפוקת הקירור בשעות מ' 07.00 עד 19.00.

\* לשם השוואה נביא את חישובי תפוקת הקירור הנדרשת במשטר עם אידור רגיל:

- מטבלה 1 ניתן לראות שבהחדש יוני:  
 $NHD = -4 \text{ KW}$

- תפוקת הקירור הנדרשת בכל אחת משעות היממה:  $CE = 60 - (-4) = 64 \text{ KW}$

\* צריכת החשמל היומית הנדרשת לקירור:  
 - במשטר עם אידור מוגבר:  
 $23 \times 12 + 82.7 \times 12 = 1234.4 \text{ קוט"ש}$

- במשטר עם אידור רגיל:  
 $64 \times 24 = 1536 \text{ קוט"ש}$

החיסכון בצריכת החשמל היומית לקירור כתוצאה משימוש באידור מוגבר הינו 91 קוט"ש.

חיסכון זה מהווה כ-17% מצריכת החשמל היומית לקירור במשטר הפעלה עם אידור רגיל.

\* מחישוב התשלומים בעד צריכת החשמל לפי תעריף (בהנחה שהמבנה הינו חלק ממתקן המקבל אספקה הנמדדת במתח גבוה וללא התחשבות במדריכי שיא הביקוש) עולה שהתשלום בעד הצריכה לקירור במשטר עם אידור מוגבר, הינו קטן בכ-9% מהתשלום בעד הצריכה לקירור במשטר עם אידור רגיל.

כלומר, החיסכון בצריכת החשמל לקירור, כתוצאה משימוש באידור מוגבר, בשעור של כ-17% איננו משפיע בשעור דומה על הקטנת התשלום בעד צריכת החשמל לפי תעריף (כ-9% בלבד). הדבר נובע מהגברת תפוקת הקירור בשעות היום והקטנתה בשעות הלילה במשטרים עם אידור מוגבר, כמתואר לעיל, כתוצאה ממיגבלות פסיכרומטריות.

מהדוגמה הנ"ל ניתן ללמוד שההשפעה החיובית של חיסכון בצריכת החשמל של מערכת מיזוג האוויר לקירור במשטר עם אידור מוגבר בשעות הלילה, המתבטאת טייתר בהקטנת התשלום בעד הצריכה לפי תעריף, "מקוזזת", באופן חלקי, על ידי ההשפעה השלילית של המיגבלות הפסיכרומטריות על התשלום במציאות התעריף.

בנוסף לכך, הגברת תפוקת הקירור בשעות היום והקטנתה בשעות הערב והלילה, כתוצאה מהמיגבלות הפסיכרומטריות במשטר קירור עם אידור מוגבר במבנים, בהם נדרש לקזז את אנרגיית החום הנפלט מהציוד, עלולה להביא, בחלק מהמקרים, להגדלת הביקוש המיורי בחודשי הקיץ. כתוצאה מכך עלול לעי לות בהתאם, גם הביקוש המיורי השנתי, דבר שיתבטא בגידול התשלום בהתאם.

מהאמור לעיל ניתן להסיק שהפעלת מערכת מיזוג אויר להשגת תנאים הנדרשים לתיפקודו התקין של ציוד עם הספק פיזור חום גבוה, במשטר קירור המלווה בהכנסה מוגברת של אויר צח מבחוץ בשעות הערב והלילה, עלולה להיות, בחלק מהמקרים, לא כדאית מהיבט של תשלום בעד צריכת החשמל לפי תעריף.

כל זה כתוצאה מהמיגבלות הפסיכרומטריות הקיימות במשטר ההפעלה הנ"ל.

יחד עם זאת, גם במקרים מהסוג הנדון יש לערוך בדיקה מפורטת על מנת להגיע למסקנה חדימשמעית על כדאיות השימוש במשטר הקירור עם אידור מוגבר.

יש להדגיש שהמיגבלות הפסיכרומטריות המתוארות לעיל אינן חלות על משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר לאידור מוגבר בלבד (ללא קירור) בשעות הערב והלילה. במבנים בהם נדרשת הפעלת מערכת מיזוג אויר להשגת תנאי נוחות וביקוש בשעות היום (מבני משרדים, למשל), עשוי אידור מוגבר ללא קירור בשעות הערב והלילה להביא להקטנת תפוקת הקירור הנדרשת בשעות היום, לחיסכון בצריכת החשמל לקירור ולהקטנת התשלומים בעד הצריכה בהתאם. כל זה בתנאי, כמובן, שסכומים נכונים עם איכות תרמית המתאימה לאיכות אנרגיה (אינרציה תרמית והתנגדות תרמית גבוהות של האלמנטים החיצוניים).

**הפעלת מערכות מיזוג אויר במשטר עם קירור מוגבר בשעות השפל, לשם הקטנת התשלום בעד צריכת החשמל לפי תעריף.**

באם השימוש באידור מוגבר בשעות הלילה איננו כדאי מהסיבות שהוזכרו קודם, רצוי לשקול את כדאיות השימוש במשטר הפעלה עם קירור מוגבר בשעות השפל והקטנת תפוקת הקירור בשעות הפיסגה והגבע. במציאות התעריף עשוי משטר הפעלה זה להביא להקטנת התשלום בעד צריכת החשמל של מערכות מיזוג אויר.

את האמור לעיל נסביר בדוגמה המובאת להלן, המבוססת על התוצאות המופיעות בטבלה 1 והמתאימה להפעלת מערכת מיזוג האוויר בחודשי הקיץ במבנה מבודד. בדוגמה ננתח את משטרי הצריכה מהיבט התעריף, בהנחה שהמבנה הינו חלק ממתקן המקבל אספקה הנמדדת במתח גבוה.

\* נניח שבמבנה הנדון של מרכיבי התשלום מותקן ציוד עם הספק פיזור החום  $EHD = 60 \text{ KW}$   
 אנרגיית החום שאותה יש לקזז באמצעות הקירור במשך היממה:

$$60 \times 24 = 1440 \text{ KWh}$$

\* אם ניקח, למשל, נתונים המופיעים בטבלה 1 עבור מבנה מבודד והמתייחסים לחודש יוני ונקבל:

- במשטר הפעלה עם קירור קבוע והכנסת אויר צח בשעור של תחלופת אויר אחת (אידור רגיל) במשך כל שעות היממה נדרשת תפוקת קירור:  
 $CE_1 = EHD - NHD_1 = 60 - (-4) = 64 \text{ KW}$

ההספק החשמלי של מערכת הקירור הנדרשת במשך כל אחת משעות היממה:

$$64 \times 24 = 1536 \text{ קוט"ש}$$

- כתוצאה מאידור מוגבר בשעות מ' 19.00 עד 07.00, כפי שכבר הוסבר קודם, ניתן להקטין את תפוקת הקירור הנדרשת ב-11 קוט"ש (בהשוואה לתפוקת הקירור הנדרשת במשטר

שעות הביקוש (מש"בים) של תע"ז, ולחשב את היחס בין התשלום בעד צריכת המשמל (ללא התחשבות במרכיב שיא הביקוש) במשטר עם קירור קבוע במשך כל שעות היממה, לבין התשלום במשטר הפעלה עם קירור מוגבר בשעות השפל.

★ בטבלה 3 רוכזו תוצאות החישובים של התפלגות צריכת המשמל בהתאם למש"בים של תע"ז, ותש" לום בעד צריכת המשמל בחודש יוני (ללא מרכיב שיא הביקוש) עבור המבנה המבודד. התשלום החדשי מושב לפי תעריף שבתוקף החל מ-24.984 (כולל מע"מ) וללא התחשבות במרכיב שיא הביקוש.

מטבלה 3 ניתן לראות שבמקרה הנדון, הצריכה החדשית הכוללת הינה זהה בשני משטרי ההפעלה אך הרי דות להעברת חלק מהצריכה ממש"בים "יקרים" יח" סית (פיסגה וגבע), למש"ב "זול" יחסית, ניתן להקטין את התשלום החדשי בעד צריכת המשמל בכ"ס 10 אחוזים.

חשוב לציין, שבקונסטלציה מסוימת (כתלות מעקר מת העומס הנובעת מהפעלת צרכנים אחרים ומשטרי כים למתקן) עשוי משטר ההפעלה הנדון של מערכת מיוזג האויר, להביא להקטנת הביקוש המידי במתקן ולהקטנת התשלום הכולל בעד הצריכה, בהתאם.

### סיכום

1. איכות תרמית גבוהה של מבנה, כתוצאה מתכנון נכון של בידוד תרמי וקבוע הזמן התרמי של מרכיבי המעטפת החיצונית, מאפשרת להקטין באופן משמעותי את צריכת המשמל של מערכות מיוזג אויר והסקה.

2. תכנון אופטימלי של מבנים מבחינה אנרגטית הינו אחד הצעדים החשובים הנוקטים לשם ניהול יעיל של משק האנרגיה במתקן. נושא זה קיבל הדגשים חדשים עם החלת התע"ז.

יכולת המבנה לאגור אנרגיה מאפשרת להעביר חלק מצריכת המשמל הכוללת למיוזג אויר ו/או להסקה משעות "יקרות יותר" לשעות "זולות יותר" מבחינת המהיר בעד צריכת המשמל, דבר המביא להקטנת התשלום בעד צריכת המשמל לפי תע"ז.

3. בניית המבנה עם ערכים גבוהים של אינרציה תרמית והתנגדות תרמית מאפשרת למתן את שנווי הטמפרטורה בתוך המבנה ולהקטין את תפוקת הקירור/החימום הנדרשת.

כתוצאה מכך ניתן להסתפק במערכות קטנות יותר שתפוקתן מושפעת באופן מתון יחסית, משינויים בתנאי האקלים החיצוני, עקב כך קטנה גם "התדר" מה" של העומס הנובע מפעולת המערכות לביקוש המירבי במערכת המשמל של המתקן שבו ממוקם המבנה.

4. יישום משטרי הפעלה עם אורור מוגבר (הכנסת כמות מוגדלת של אויר צח מבחוץ) בשעות בהן הטמפרטורה בחוץ יורדת מתחת לטמפרטורה הנדרשת בתוך המבנה, עשוי להקטין את צריכת החשמל של מערכות מיוזג האויר לקירור בתוך המבנה ואת התשלום בעד הצריכה.

יישום משטרי הפעלה עם הגברת תפוקת הקירור בשעות השפל והקטנתה בשעות הפיסגה והגבע, במציאות התע"ז, מאפשר להעביר חלק מצריכת המשמל ממש"בים יקרים למש"ב זול יותר וכתוצאה מכך - להקטין את התשלום בעד צריכת החשמל לפי תע"ז.

יישומות המשטרים הנ"ל במתקן כלשהו חייב להביא דק בהתאם לאופי הפעילות במתקן, לאיכות התדר מית של המבנים במתקן ולתנאי האקלים של האזור בו נמצא המתקן.

עם אורור רגיל). כלומר, אנרגית הקירור הנדרשת במשך היממה הוקטנה ב"264 קוט"ש. תוצאה זו הושגה בגלל אגירת האנרגיה עקב הכנסת כמות מוגברת של אויר צח בטמפרטורה הנמוכה מזאת הנדרשת במבנה (25° C) במשך 12 שעות של אורור מוגבר.

★ סביר להניח שהגברת הקירור בשעות של 264 קוט"ש במשך שעות השפל תאפשר להקטין את הקירור בשעות הזה במשך שעות הפיסגה והגבע. בהתאם לתנחה זו ניתן לחשב את ההספק החשמלי הדרוש לקירור במשטר ההפעלה הנ"ל באופן הבא:

בימים א'-ה' בשעות הפיסגה (08.00-16.00):

$$= 0.34 (EHD - NHD_2 - 264 : 15)$$

$$= 0.34 (60 - 7 - 17.6) = 0.34 \text{ קוט"ש}.$$

$$\text{בשעות הגבע (16.00-23.00) -}$$

$$\text{וזה להספק בשעות הפיסגה: 12 קוט"ש.}$$

בשעות השפל (מ"ס עד 08.00 ומי"ס עד 23.00):

$$= 0.34 (EHD - NHD_2 + 264 : 9)$$

$$= 0.34 (60 - 7 + 29.3) = 0.34 \text{ קוט"ש}.$$

בימי ו' בשעות הפיסגה (08.00-14.00):

$$= 0.34 (60 - 7 - 44) = 0.34 (EHD - NHD_2 - 264 : 6)$$

$$= 0.34 (60 - 7 + 14.7) = 0.34 (EHD - NHD_2 + 264 : 18)$$

$$= 0.34 \text{ קוט"ש}.$$

בשעות השפל (מ"ס עד 8.00 ומי"ס עד 14.00):

$$= 0.34 (60 - 7) = 0.34 (EHD - NHD_2) = 0.34 \text{ קוט"ש}.$$

בשעות - כל שעות היממה הן שעות השפל, לכן אין צורך בשנוי הספק הקירור והוא יישאר יציב לאורך כל שעות היממה (מ"ס עד 24.00):

$$(EHD - NHD_2) = 0.34 (60 - 7) = 0.34 \text{ קוט"ש}.$$

בדרך דומה ניתן לחשב את ההספק החשמלי הדרוש בכל אחד מהחדשי הקיץ. כמו כן ניתן לערוך חישוב מתאים של התפלגות הצריכה החדשית לפי מקבצי

### טבלה 3

שינוי התפלגות הצריכה כתוצאה מהגברת תפוקת הקירור בשעות השפל והקטנתה בשעות הפיסגה והגבע, והשפעתו על התשלום בעד צריכת המשמל לפי תע"ז בחודש יוני במבנה מבודד

הגברת תפוקת הקירור בשעות השפל והקטנתה בשעות הפיסגה והגבע	תפוקת קירור קבועה במשך כל שעות היממה	הקטנת תשלום בשעות הפיסגה והגבע		התפלגות הצריכה החדשית לפי מש"בים
		קוט"ש	%	
2184	3600	קוט"ש	פיסגה	התפלגות הצריכה החדשית לפי מש"בים
17	28	%	גבע	
1848	2772	קוט"ש	פיסגה	
14	21	%	גבע	
8928	6588	קוט"ש	שפל	
69	51	%	שפל	
12960	12960	קוט"ש	סה"כ	התפלגות הצריכה החדשית לפי מש"בים
100	100	%	הצריכה	
323203	357495	בשקלים	סה"כ	
90	100	%	התשלום בעד צריכת המשמל	

# השוואת מחירי החשמל בין מספר ארצות באירופה לבין ישראל

יונה לביארי - כלכלן

מחירי החשמל במדינת ישראל כשהם מתורגמים לסנטים, הם מן הנמוכים ביותר מבין ארצות אירופה השונות.

הנתונים להלן, עיקרם בהשוואת מחירי חשמל בארץ למחירי חשמל הקיימים במספר ארצות באירופה. הנתונים ההשוואתיים המובאים, מבוססים על דו"ח UNPEDE ומעודכנים ליום 1.1.84. UNPEDE הוא הארגון האירופי הבינלאומי של יצרנים וספקי חשמל. (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs D'Énergie Électrique)

## צרכנות ביתית

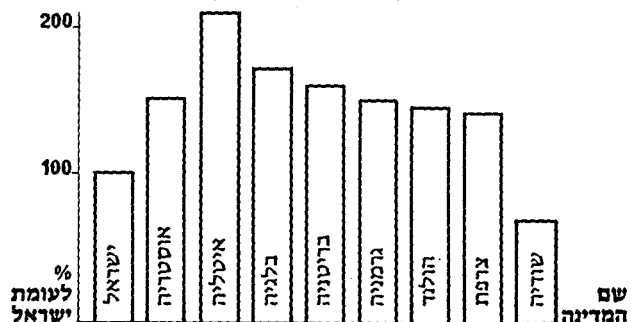
טבלה מס' 1

השוואת מחירי חשמל ביתיים במספר ארצות באירופה לעומת ישראל

צרכן א'			צרכן ב'			צרכן ג'		
צריכה שנתית בקוט"ש			3,500			3,500		
הצריכה בתעריף רגיל			3,500			2,200		
הצריכה בשעות מוגבלות בתעריף מוזל לחימום מים			0			0		
מחירים ממוצעים לקוט"ש			מחירים ממוצעים לקוט"ש			מחירים ממוצעים לקוט"ש		
המדינה	בשקלים	בסנטים	ב-% לעומת ישראל	בשקלים	בסנטים	ב-% לעומת ישראל	בשקלים	בסנטים
אוסטריה	43.11	8.0	145	38.98	7.3	143	35.89	6.7
איטליה	33.80	6.3	115	58.95	11.0	216	—	—
בלגיה	55.99	10.4	189	46.30	8.6	169	40.38	7.5
בריטניה	53.92	10.1	184	42.86	8.0	157	36.87	6.9
גרמניה	54.34	10.1	184	41.73	7.8	153	41.73	7.8
הולנד	46.74	8.7	158	41.19	7.7	151	39.26	7.3
צרפת	38.47	7.2	131	39.33	7.3	143	33.51	6.2
שוודיה	20.01	3.7	67	17.99	3.4	67	17.17	3.2
ישראל	30.42	5.5	100	28.25	5.1	100	27.18	4.9

אזור 1

דיאגרמת עמודות השוואת מחירי חשמל לצרכנות ביתית (3,500 קוט"ש לשנה בתעריף רגיל)



י. לביארי - כלכלן במחלקה לצרכנות ותעריפים, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

## הערות והבהרות (לטבלה 1)

- UNPEDE מציגה 10 קבוצות צריכה שנתית מ-600 קוט"ש לשנה ועד 20,000 קוט"ש לשנה. קבוצת צריכה של 1,200 קוט"ש לשנה מאפיינת בארץ קבוצת צריכה ביתית נמוכה, ואילו צריכה של 3,500 קוט"ש לשנה מאפיינת קבוצת צריכה ממוצעת בארץ.
- בטבלה התייחסנו ל-3 סוגי צרכנים. צרכן א' צריכתו 1,200 קוט"ש לשנה ואין לו מונה נפרד לחימום מים. צרכן ב' צריכתו 3,500 קוט"ש לשנה ואין לו מונה נפרד לחימום מים. צרכן ג' צריכתו 3,500 קוט"ש לשנה ויש לו מונה נפרד לחימום מים.
- המחיר הממוצע לקוט"ש הינו המחיר המתקבל מחיבורם, בהתאם לענין, של שני מרכיבי התעריף המופיעים בתעריפים הביתיים הרלבנטיים בסעיף פים 4 ו-5 ברשימת התעריפים הרשמית, וחלוקת סכום זה בכמות הקוט"ש שצרכו (מרכיבי התעריף הם תשלום קבוע לחודש, ותשלום עבור צריכה שוטפת).

## צרכנות תעשייתית

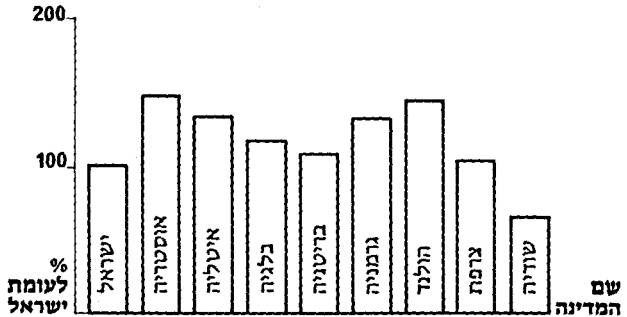
טבלה מס' 2  
השוואת מחירי השמל לצרכנים תעשייתיים במספר  
ארצות באירופה לעומת ישראל

צרכן ב'			צרכן א'			
500			100			ביקוש מירבי שנתי (קו"ט)
1,250,000			160,000			צריכה שנתית (קוט"ש)
מחירים ממוצעים לקוט"ש			מחירים ממוצעים לקוט"ש			
המדינה	בשקלים	בסנטים	בישראל	בשקלים	בסנטים	
אוסטריה	44.92	8.4	171	36.92	6.9	147
איטליה	38.73	7.2	147	34.00	6.3	134
בלגיה	41.55	7.7	157	31.86	5.9	126
בריטניה	35.57	6.6	135	28.69	5.4	115
גרמניה	42.59	7.9	161	33.79	6.3	134
הולנד	39.57	7.4	151	36.69	6.8	145
צרפת	31.95	6.0	122	26.09	4.9	104
שוודיה	18.31	3.4	69	16.42	3.1	66
ישראל	27.27	4.9	100	26.10	4.7	100

### הערות כלליות

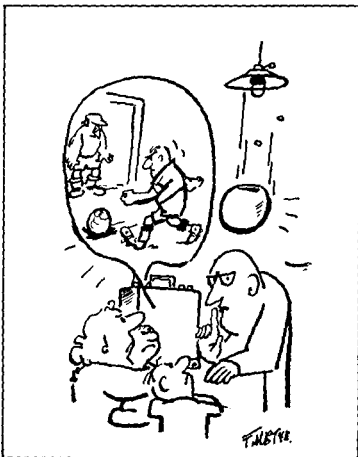
1. המחיר בישראל תורגם לסנטים של ארה"ב על פי שער החליפין - 555 ש" = 1\$.
2. המחירים הממוצעים בארצות אירופה השונות תורגמו לסנטים של ארה"ב לפי יחס מטבעות לדור לך ביום 9.11.84.
3. התעריף בישראל בתוקף מ-24.9.84.
4. במדינות בהן מחירי השמל אינם אחידים בכל המדינה, נלקחו בחשבון המחירים הממוצעים בעיר הגדולה ביותר.

איור 2  
דיאגרמה עמודות להשוואת מחירי השמל לצרכנים  
תעשייתיים (על פי הנתונים של צרכן ב' 1,250,000  
קוט"ש לשנה)



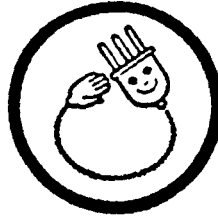
### הערות והבהרות (לטבלה 2)

1. בטבלה התייחסנו לשני סוגי צרכנים: צרכן א' - צריכתו השנתית 160,000 קוט"ש. זהו צרכן תעשייתי קטן המשלם את מחירי החשמל על פי תעריף א' לכה ומאור לתעשייה ומלאכה. צרכן ב' - צריכתו השנתית 1,250,000 קוט"ש. זהו צרכן תעשייתי בינוני המשלם את מחירי החשמל על פי תעריף ב' לכה ומאור לתעשייה. צרכן זה, צריכתו נמוכה מכדי להכלל בין הצרכנים אשר תעריף מוחל עליהם (תעריף א' - תעריף על פי עומס הזמן צריכה).
2. המחיר הממוצע לקוט"ש לצרכן א' מתקבל ע"י כוח התשלומים הבאים: תשלום בעד ביקוש מירבי שנתי, תשלום חודשי קבוע, ותשלום בעד הצריכה וחלוקתו בכמות הקוט"ש שנצרכה (160,000).
3. המחיר הממוצע לקוט"ש לצרכן ב' נתקבל על ידי סיכום התשלומים עבור ביקוש מירבי שנתי וצריכה וחלוקתו בכמות הקוט"ש שנצרכה (1,250,000).



# מדור שרות פרסומי לקוראים

התקע המצדיע 33



למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

1. סמן בתלוש השרות הפרסומי את מספרי המודעות בהן יש לך ענין במידע נוסף.
2. מלא את שמך וכתובתך, בכתב יד ברור.
3. שלח את תלוש השרות הפרסומי (בשלמותו) או העתק ממנו, לפי כתובת המערכת: מערכת "התקע המצדיע" ת.ד. 8810 חיפה 31086.

הפרטים יישלחו למפרסם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.

## תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

שם החשמלאי: .....

המען לתשובות: .....

מספר

רחוב/שכונה

ישוב: .....

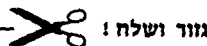
מיקוד: .....

הואיל נא לסמן עיגול סביב מספרי המודעות, בהן יש לך ענין במידע נוסף

33/11	33/10	33/9	33/8	33/7	33/6	33/5	33/4	33/3	33/2	33/1
33/22	33/21	33/20	33/19	33/18	33/17	33/16	33/15	33/14	33/13	33/12
33/33	33/32	33/31	33/30	33/29	33/28	33/27	33/26	33/25	33/24	33/23

אני מעוניין בפרסום מאמר בנושא: .....

התלוש למידע נוסף יענה עד יום 30.3.85. לאחר תאריך זה יש להפנות את בקשות המידע ישירות לחברות המפרסמות!



גזור ושלח!

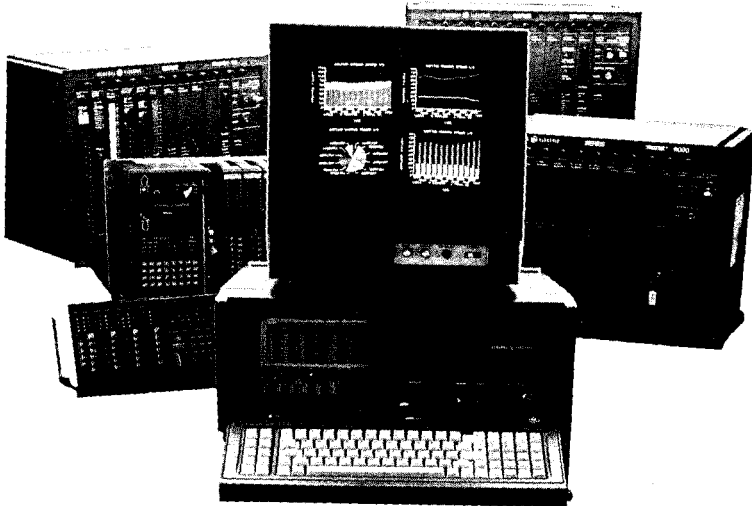
ג'נרל מהנדסים בע"מ



# חברת ג'נרל מהנדסים מציעה:

מגוון בקרים מתוכנתים מתוצרת

GENERAL  ELECTRIC



- \* אפיון וביצוע בשיטת ה-TURN-KEY.
- \* השתלמויות והדרכות במרכז יישום והדגמה.
- \* מעבדה ומערך שירות.

---

הציבור מוזמן לבקר במרכז יישום והדגמה של המחלקה לאוטומציה, תעשייתית

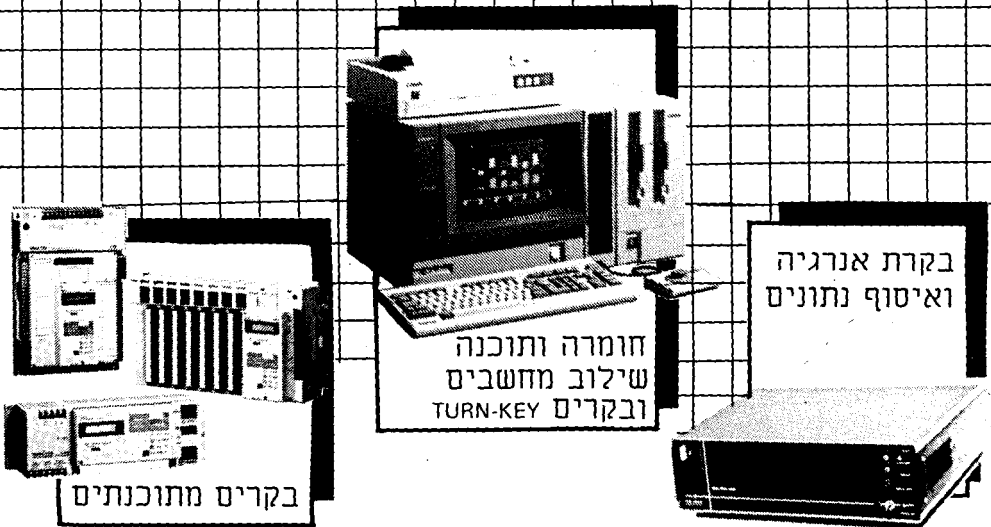
ליד משרדנו באיזור התעשייה בהרצליה ב'

מיקוד 46105 • ת.ד. 557 • טל. 552233 052 • טלקס 341908



# בקה תעשייה מבנים

תוצרת הוריון מחשבים ו-OMRON יפן



## רכיבים לתעשייה תוצרת OMRON

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>□ קוצבי זמן</li> <li>□ מחברים</li> <li>□ אינקודרים</li> <li>□ לחצנים</li> <li>□ מנועי סרוו</li> <li>□ מפסקי גובה</li> <li>□ בקרי טמפרטורה</li> </ul> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ מערכת לבקרה חייסכון באנרגיה</li> <li>□ בקרים מתוכנתים</li> <li>□ מפסקים פוטו אלקטריים</li> <li>□ מפסקי קירבה</li> <li>□ ממסרי פיקוד והספק</li> <li>□ ממסרים למעגלים אלקטרוניים</li> <li>□ מיקרו מפסקים</li> <li>□ מונים</li> </ul> |
|---|--|---|

**HORON**

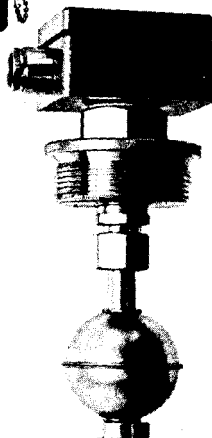
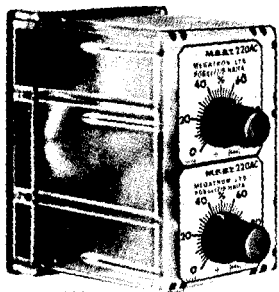
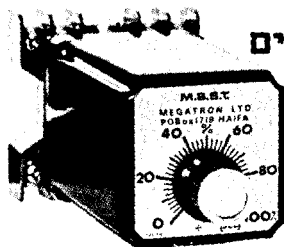
הנציגות הבלעדית המורשית להפיץ את תוצרת OMRON בישראל

נמנה על קבוצת כלל מחשבים וטכנולוגיה

הורון מערכות בע"מ בקרה תעשייתית ורכיבים.

משרדי וחנות המכירה, רח' יד המעביר 9 ת"א 69510 ת.ד. 24092 ת"א, טלפון 472529, 490877, 03-482450, 03-479843 FAX.

## טיימרים

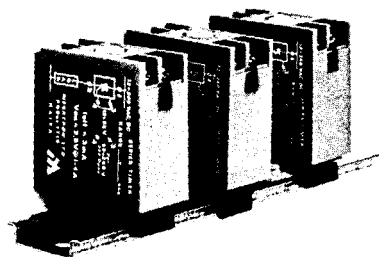


מוצר אמין, נוח להתקנה, מסופק מהמלאי במחיר נמוך, מיוגון של סוגי הפעלה, תחומי זמן, מתחי הפעלה. לפי דרישת הלקוחות. אנו מייצרים גם טיימרים עם סוקט של 8 פינים.

אחריות 5 שנים לבעולה תקינה!  
למידע נוסף סמן 33/5

**M.S.S.T. 701**

ט י י מ ר  
ט ו ר י



- יחידה אחת המתאימה למתח החל מ-12 וולט ועד 230 וולט.
- 10 תחומי זמן ניתנים לבחירה ע"י חיבור פנימי מ-1 שניה עד 16 דקות.
- מתאים למסילות DIN סטנדרטיות, איכות מעולה במחיר נמוך (\$ 17)
- אספקה מהמלאי!
- דגם B 702 השהית פולס (ויש רלי).
- דגם F 702 טיימר מחזורי (בלינקר)
- דגם X 701 — "זמן התאוששות" 10 מילי שניות.

למידע נוסף סמן 33/6

## מפיצים של:

מפסקי לחץ טמפ' חרימה  
מפסקי קרבה  
אינדוקטיביים  
מפסקים מגנטיים  
בקרי גובה  
מונים אלקטרוניים  
ומכניים  
מדי טמפרטורה דיגיטליים

למידע נוסף סמן 33/3

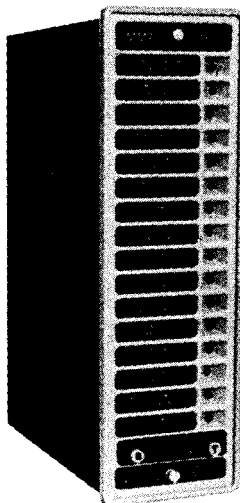
## יצרנים של:

- \* מערכות התרעה
- \* קוצבי זמן מהבהבים
- \* יחידות להמרת סיגנלים
- \* בקרים מיוחדים
- \* מתקנים ומכשור בהתאם למברטי המזמין

## MMA 182

מערכת התרעות ממוחשבת  
MMA-182

המערכת החדשה מבוססת על מיקרו מחשב, אשר מאפשר גמישות רבה והתאמה לכל הדרישות הנוכחיות והשיוניים שעלולים להופיע בעתיד. בחירת כל האופציות מתבצעת ע"י קביעת מפסקים זעירים (Bit-Switches) המערכת מיועדת עבור 16 ערוצי התרעה, ויכולה לקבל כניסות מכל סוג שהוא.



למידע נוסף סמן 33/4

עברנו למשכננו החדש והמרווח — ברחוב מרקוני 12  
מפוז' חיפה (ליד היפר-כליבו, בצ'ק פוסט).

# מגטרון



אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

ת.ד. 1719 חיפה,

4-740704/5, 04-728739

# בקר מתוכנת SK-1600



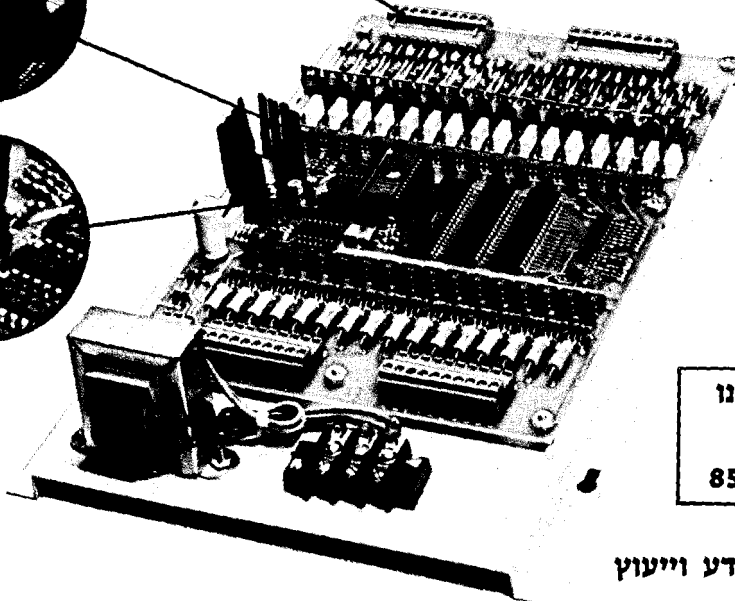
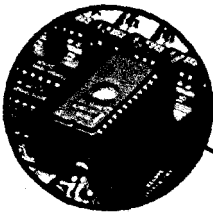
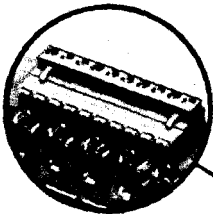
**ENTERTRON INDUSTRIES INC.**  
Manufactured in Israel by Megatron

חברת מגטרון בע"מ חתמה הסכם עם חברת Entertron לייצור ושיווק הבקרים הידועים בישראל. הנסיון והידע הרב של חברת Entertron בשילוב עם המוניטין של מגטרון מבטיחים מוצר מעולה במחיר תחרותי בהשוואה לשאר הבקרים האחרים המצויים בשוק.

הבקר הבסיסי דגם SK-1600 כולל זכרון 8,1K טיימרים, 8 מונים, 16 כניסות עם בידוד אלקטרו-אופטי, 16 יציאות מבודדות ל-2A. ניתן להרחיב את הבקר ב-16 כניסות ועוד 16 יציאות נוספות.

תכנות הבקר מתבצע בשיטת דיאגרמת סולם ע"י יחידת תכנות נפרדת.

קיימים דגמים נוספים עד 256 I/O כולל גם כניסות ויציאות אנלוגיות.



בואו לבקרנו  
בתערוכת  
85 "REX"  
ו-"OPIX" 85

אנא פנה  
לקבלת מידע וייעוץ

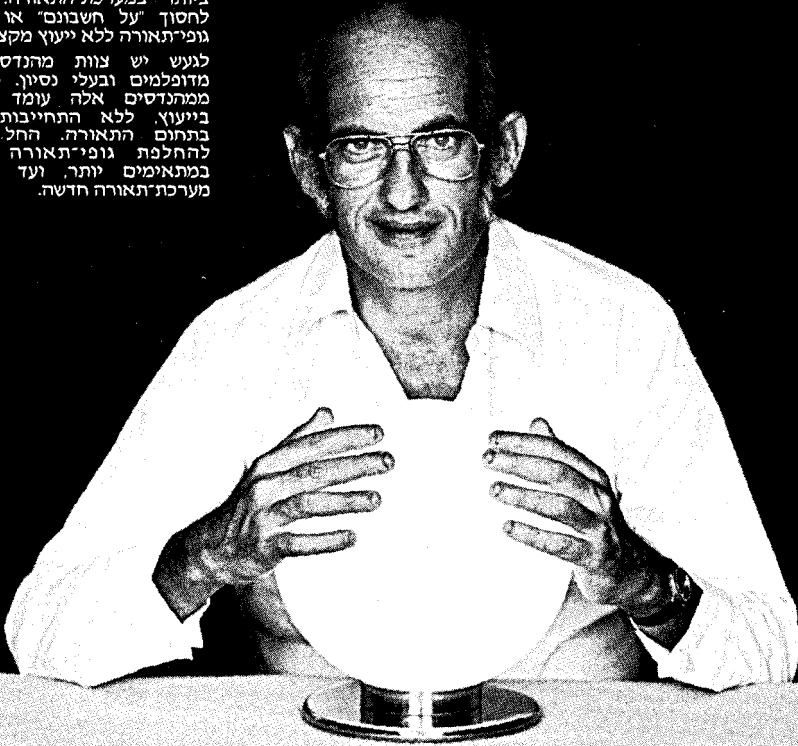
**megatron**

electronics & controls ltd. p.o.b. 1719 haifa  
04-740704/5, 04-728739

# ייעוץ חינוך ממקור ראשון.

ההשקעה הכספית בגופי-תאורה היא הקטנה ביותר מסך כל ההשקעה בתשתית שכוללת: חפירות, כבלים ועמודים. ועם זאת – גופי-תאורה הם החלק החשוב ביותר במערכת-התאורה. אל לך לחסוך "על חשבונם" או להתקין גופי-תאורה ללא ייעוץ מקצועי.

לוגש יש צוות מהנדסי-תאורה מדופלמים ובעלי נסיון. כל אחד ממהנדסים אלה עומד לרשותך בייעוץ, ללא התחייבות מצדך. בתחום התאורה, החל מייעוץ להחלפת גופי-תאורה ונורות במתאימים יותר, ועד להתקנת מערכת-תאורה חדשה.



מפעלי תאורה

**געש**



קיבוץ געש: טל' 08-789857 (052)  
מינצ'י תמך: רח' הארבעה 8, ת"א טל' (03)268251  
ובבל מרכז תפן בארץ  
אזור הצפון: זר' יאור, מנרץ חופה, טול מוסך חושי  
טל' 3-7221321 (04)

ג'זר

•תאורת רחוב •תאורת שטח •תאורת בטחון •תאורה תעשייתית •תאורת גנים •תאורת פנים •תאורת חירום.

# געש מאירה כל מטרה בשטח

"אורית 9416"  
לתארת כבישים ודרכים באזורי  
מגורים ובאזורים כפריים.



"אמריקן"  
לתארת כבישים ראשיים,  
צמתים וככרות.



געש מציעה לך מיגוון רחב של פנסים וזרקורים מעולים, העונים על כל צורכי תאורת החוץ. החל מתאורה בחניונים ובמבנים ועד לתאורה בצמתים ובכבישים בין עירוניים.

מוצרי "געש" לתאורת חוץ מצטיינים במבנה חזק ובאטימות מלאה המגינה עליהם מנוזקי האקלים. הם עמידים בפני פגעי קורוזיה, קרינה אולטרה סגולה, ונדלזים וכד'. עמידות המורידה למינימום את רמת התחזוקה הנדרשת.

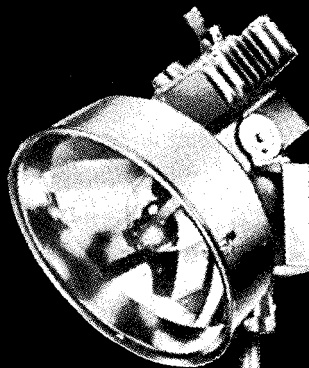
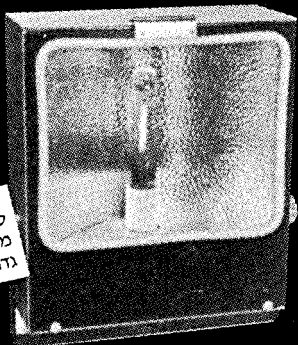


מפעלי תאורה  
**געש**

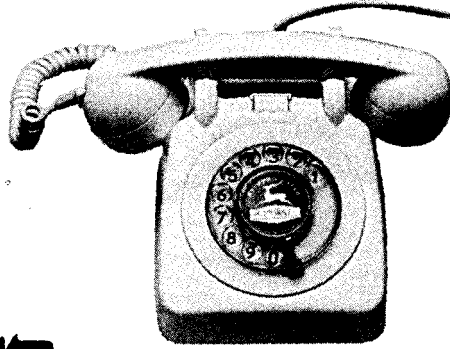
קביץ געש: טל. 8-78985(052)  
מוצרי תכן: רח' הארבעה 8 ת"א, טל. 263267(03)  
ובכל מרכזי תכן בארץ.  
אזור הצפון: זהר-אור, מפרץ תיפה, מול מוסך חושי.  
טל. 2-3-721321(04).

"פיליפס"  
התשובה האופטימלית לתארת  
כבישים בהם דרושה רמת תאורה  
גבוהה ואחידה, ללא כל סינוור.

"זוהר"  
לתארת שטח במתקני ספורט,  
מבנים, חניונים, תחנות דלק,  
גדרות בטחון וכד'.



"אומני געש"  
זרקור המתאים למגרשי ספורט.



# קשר ישיר ממהנדס למהנדס

הפרוייקט שלך אושר, אך המיפרט הטכני טרם הושלם. בנושא תאורה למשל, בוודאי היית רוצה לדעת יותר על גומי-תאורה מסויימים לפני שתחליט נה מתאים לתכנית התאורה שלך.

לפעמים, שיחת מהנדס עם מהנדס יכולה לקצר לך את הדרך למציאת גומי-תאורה ונורות נכונים. ד"ר סטרומזה, מי שהיה ראש מחלקת תאורה בעיריית ירושלים, ומהנדס התאורה דניאל קלינה, ישמחו לשוחח אתך. טלפן אליהם, טלפון:

**(052)78985-8**

והם יעדכנו אותך בכל מה שקשור לגומי-תאורה ונורות ועש. I.T.T., PHILIPS, ISOCAL, MARLIN, RAB, SPERO, COUGHTRIE, HITEK, LITHONIA, אחרי-הכל, תאורה היא חלקן הראווה של כל פרוייקט.



LITHONIA, I.T.T., PHILIPS  
מספקות שירותי מחשב.

מפעלי תאורה  
**געש**



קיבוץ געש: טל 8-78985(052)  
מוצרי תפני: רח הארבעה 8 ת.א. טל 03)268251  
ובכל מרכזי תכן בארץ.  
אזור הצפון: זהר-אור, מפרץ חיפה. מול מוסד חושי  
טל 2-3-721321(04)

דובר

\*תאורת רחוב\*תאורת שטח\*תאורת בטחון\*תאורה תעשייתית\*תאורת גנים\*תאורת פנים\*תאורת חירום.

# תאורת החרום ברק מאירה לך כמה פרטים חשובים שאתה חייב לדאוג!



3 נותנים עיקריים קובעים את איכותה של תאורת חדרים. נוצמת האור, זמן התאורה ואורך חיי המצבר. לפני שאתה קונה, קרא מה נותן לך "ברק" של געש.

- \* נוצמת האור של ברק: 8W (בניגוד לתאורת חדרים אחרות של רק 6W).
- \* זמן התאורה של ברק: 3/4 שעות.
- \* לברק מצבר ניצל קדמיום, אורך חייו: 5-7 שנים (תאורת חדרים אחרות מצבר שאורך חייו רק 3 שנים).

לברק יתרונות נוספים, חשבוים לא פחות, גם אותם חשוב שתכיר.

- \* ברק היא תאורת החדרים היחידה הפועלת בשיטת "הקתורה התמה" המבטיחה הזלקה מהירה, ומאריכה את חיי הנורה.
- \* רק בברק השנאי מפריד לחלוטין בין הרכיבים האלקטרוניים לזן רשת החשמל, יערוך זה מקנה בטיחות מקסימלית (ניוד משופר).
- \* מעגל CUFF בברק מונע התרוקנות מוחלטת של המצבר, וזכונה זו גם מאריכה את חייו.
- \* כל מכשיר נבדק ע"י מחשב בכל שלבי היצור. בסופו של התהליך נבדקת פעולתו במשך 60 שעות ורק אז הוא יוצא לעוק, (ראה פרוס תהליך הבדיקה).
- \* בברק קיים מפסק המאפשר להפסיק את פעולת המכשיר בשעת שחמורת החרום מיותרת (כשעות היום לדוגמה), מבלי להפסיק את סעינת המצבר.
- \* מכשיר, כשהנתונים בידי, אתה יודע, כי לא כל תאורת חדרים שמוארת יותר, בהכרח גם מאירה יותר.

- ברק — תהליך בדיקה:**
1. בדיקה במעגל — בדיקת 22 ספציפיקציות על פי תקנים 8 נורטיים.
  2. בדיקת מעגל ורכיבים אלקטרוניים שלוש שעות מחזורי פעולה של סעינה ואי סעינה במשך 60 שעות, כדי לודא פעילות תקינה ובטוחה של המערכת כולה.
  3. נותני הבדיקה מתנים במחשב ומצאים במעגל במשך שנת האחריות.
- כל הבדיקות נעשות בזמן אמיתי.

ת"ת



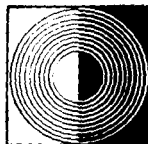
קיבוץ געש טל. 8-78985-052 סוכנויות ראשיות: תל-אביב — מצרי תל, רח' הארבעה 8, סל. 03-263267, אוור הצפון — זוהר אור, מפרץ חיפה טל. 3-721321-04, ירושלים — שובל שיווק, א. התעשייה תלפיות סל. 02-721563.



לייטינג סנטר בע"מ

שטייניץ

מפעלי תאורה בע"מ



דח' התעשייה 12 ת"א טל. 336043

## אנו שמחים להודיע

חברתנו התמנתה למפיץ מורשה למוצרי תאורה מתוצרת ג'נרל אלקטריק ארה"ב

# GENERAL ELECTRIC

אנו מפיצים בלעדיים של:

## עמודים למאור דרכים מפוליאסטר משוריין

• יותר בטוחים - אינם מסכנים חיי אדם במקרה של תאונות דרכים ומונעים התחשמלות.

• בעלי תקן ישראלי מס 1122

• אפשרות לגמר סטנדרטי או דקורטיבי

• עמידים בפני קורוזיה

במחלקת הדימרים הוספנו:

• דימרים (מעמעמי אורות) גם לתאורה פלואורסצנטית

• מווסתים למהירות מנועים

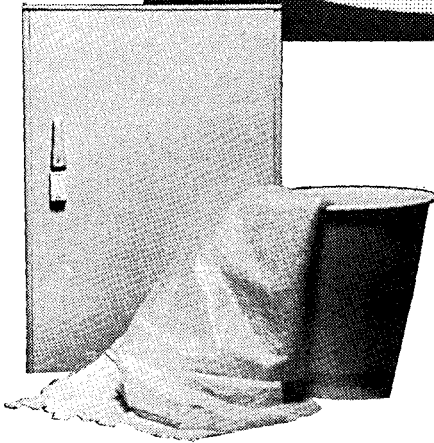
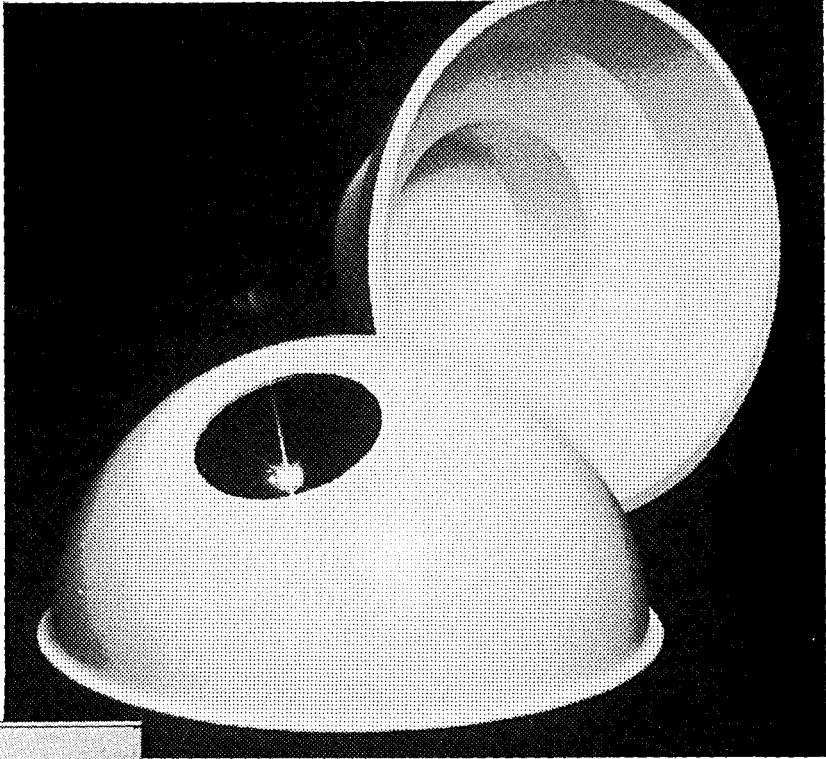
• מווסתי חום לתנורי חשמל

נשמח לעמוד לרשותכם במסירת מידע,

יעוץ מקצועי ותכנון.



**תדרואן, עמיד-פילטרים, קוליסו, טכנוחק,  
סוומט-פילטריישן, מנורות געש –  
כבר ניסו והצליחו:**



## **תן לנו להציע גם לך פתרון בפוליאסטר משוריין**

**אולי זה מה שאתה מחפש?**

אם אתה מחפש פתרון בייצור אביזר שיכול לעמוד בדרישות של מעמס גבוה, דיוק בתכנון, התכווצות אפסית, פני שטח בגימור מעולה, עמידות בקשת חשמלית, פריצת מתח גבוה ועמידות בחום ובאש – לך על פוליאסטר משוריין.

**מהנדסי "ענבר" יתאימו לך קו ייצור גמיש**

למפעל "ענבר" חמדיה תפישת חדשה בייצור. כאן מייצרים פתרונות לא שיגרתיים עבור מפעלים אחרים, בקו ייצור גמיש המתאים את עצמו לדרישות ולצרכים של מפעלי תעשייה בשטחים שונים ומגוונים. במקביל לקו הגמיש, "ענבר" מפעיל קו ייצור קבוע המייצר בין השאר שולחנות, כסאות לאיצטדיונים וארונות חשמל מבודדים ועמידים באש, בחום ובכל תנאי מזג אוויר.

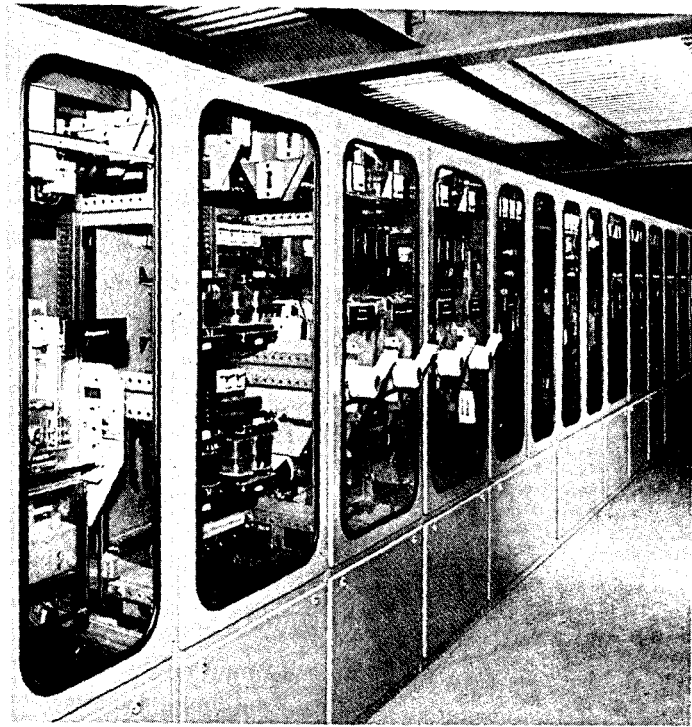
**מעניין אותך? אז בוא ונקבע פגישה!**

תן לנו להציג בפניך את תכונות החומר ואת הפתרונות המגוונים היגורים ממנו. יחד נוכל לפתח מוצר חדש.

**ענבר** מייצרת פתרונות

קייבוק חמדיה, ד.ג. בית שאן.  
טל' 065-89085, טלפקס: 46370.

# קבוצת קצנשטיין אדלר



1

על צי  
או

קצנשטיין אדלר תע  
קצנשטיין אדלר וש  
א. הנדל-קצנשטיין  
הנדסה אלקטרוניקה  
ה.א.מ. שיווק בע"מ  
לוחות והנדסת חשמל  
קצנשטיין אדלר תע

## קבוצת קצנשטיין אדלר אנו תמיד קרובים אליך:



מלאי חלפים

בקרת איכות

שרות

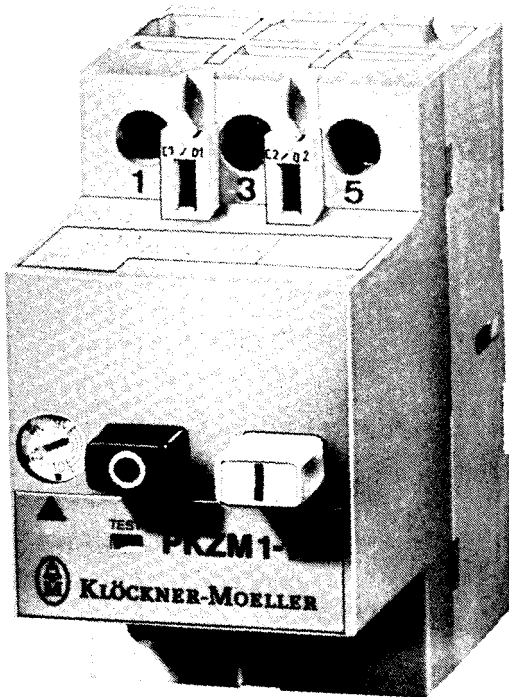
ייצור

חבנו

אמינות

אחריות

איכות



דדדש

PKZM

מיתוג קלוקנר מלר  
שר תמיד לסמוך.

לשם קבלת מידע נוסף  
ן לפנות למשרדינו הטכניים

02- 536332 טל ירושלים  
057- 35916 טל באר-שבע  
03- 614668 טל תל-אביב  
03- 614668 טל תל-אביב  
03- 999844 טל ראשון לציון  
03- 623421 טל תל-אביב

ק.מ.ק. הודסת חשמל בע"מ  
ק.א. אלקטרומכניקה באר-שבע בע"מ  
טקסל אלקטרוניקה בע"מ  
סולקוון תעשיות בע"מ  
מיתוג בע"מ  
אסטרול בע"מ

03- 614668 טל  
03- 614668 טל  
03- 614776 טל  
04- 532175 טל  
04- 532175 טל  
052- 24003 טל  
051- 26719 טל

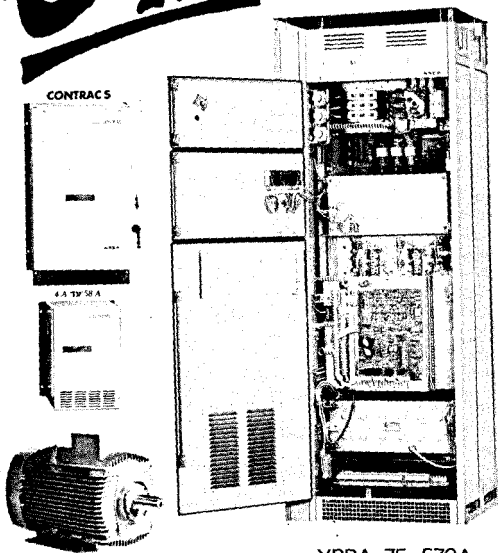
תל-אביב (1975) בע"מ  
תל-אביב בע"מ  
תל-אביב (והתקנות)  
חיפה בע"מ  
כפר-סבא בע"מ  
אשקלון-תל-אביב

# הנע מווסת מהירות ASEA

# חכה

החדש Asea-Drive מומינה אותך לבחון את "הלהיט" החדש בתחום ויסות מהירויות למנועים אסינכרוניים רוטור כלוב.

המרת תדר בשיטת — P.W.M. (Pulse Width Modulation) — לויסות ושינוי מהירות רצוף עם שמירה על מומנט קבוע מ-0 עד למהירות מנוע נומינלית, ומומנט קטן במהירויות מעל מהירות מנוע נומינלית.



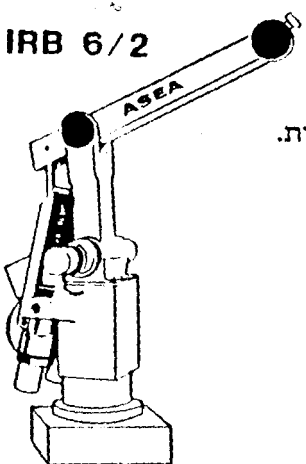
YRRA-75-570A

## דגמים עיקריים

1. חדש — דגם YRRC וסתיים למנועים קטנים 380 V/4-58 A 27 A, 16 A, 11 A, 4 A .58 A, 36 A.
2. דגם YRSA למתחים 380 וולט, 30 A, 55 A ו-85 אמפר, לויסות מהירות למנועים עד 45 קו"ט.
3. דגם: YRRA למתחים 380 וולט, 500, ו-660 וולט, עד 570 אמפר לויסות מהירות למנועים עד 630 קו"ט (!!!).
4. כמו כן ניתן לקבל וסתי מהירות למנועים אסינכרוניים עם רוטור מלופף (בשיטת קסקד). מנועים אסינכרוניים Asea הטובים בעולם (ניתן לקבל עם ווסתי המהירות כמתקן "Turn key"). מנועי מעצור, מנועי יור, מנועים עם טבעות החל-קה, מנועי קומוטטור (שרגא).
5. מנועי זרם ישיר מעשירית עד אלפי כ"ס.
6. וסתי מהירות ז"י (מישר מבוקר) TYRAC-8A, מן המשוכללים בעולם.

פנה אלינו לייעוץ ומובטחת לך העזרה המקצועית של מומחי ASEA לקבלת הפתרון הטוב והאמין ביותר.

IRB 6/2



## רובוטים תעשייתיים

רובוטים רב שימושיים מהטובים בעולם לתעשיות השונות.

- IRB 6/2 — להרמה עד 6 ק"ג
- IRB 60/2 — להרמה עד 60 ק"ג
- IRB 90/2 — להרמה עד 90 ק"ג
- IRB 90S/2 — לריתוך נקודות וריתוך קשת
- IRB 1000 — רובוט הרכבה מהיר — עד 8 ק"ג מתקן — ראיה לרובוטים
- MHU — מניפרלטורים פניאומטיים ב-3 גדלים

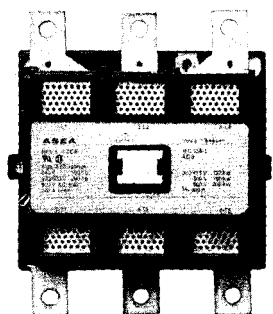
הנדסת חשמל בע"מ-ASEA



ביאליק 129 — ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה) טלפון חדש: 03-7519146, טלקס לועזי 32154 פקסימיליה 7511628 — מפה

## מגעונים ומתנעים חדשים !!! EH-ASEA

מיועד למנוע דגם	זרם		מיועד למנוע דגם	זרם			
	AC3-ב	AC1-ב		AC3-ב	AC1-ב	AC3-ב	
EH-6		25 A	6 A	EH-50	22 KW	70 A	55 A
EH-9	4 KW	25 A	9 A	EH-65	30 KW	80 A	65 A
EH-12	5.5 KW	25 A	12 A	EH-100	55 KW	135 A	120 A
EH-16	7.5 KW	40 A	16 A	EH-160	110 KW	210 A	210 A
EH-22	11 KW	50 A	23 A	EH-250	160 KW	300 A	300 A
EH-32	15 KW	63 A	30 A	EH-400	280 KW	800 A	550 A
EH-40	18.5 KW	63 A	40 A	EH-630	370 KW	1000 A	700 A



- אמינות גבוהה ביותר.
- אחזקה נוחה (החלפת סלילים קלה)
- ניתן לקבלם עם תוספות - כגון משהה זמן פנאומטי
- מגעי עזר נוספים, נעילה מכנית וחגור בין שני המגעונים.
- ממסרי יתרת זרם המתחברים בקלות למגען.
- גימור מעולה.
- מחירים סבירים.

## דיזל גנרטורים וציוד אל-פסק

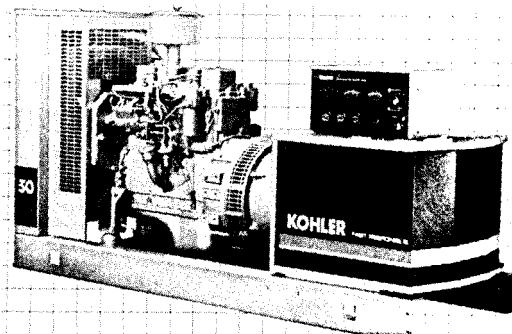
- מערכות ASEA-UPS עד 300 קו"א, ביחידה אחת, המהימנים ביותר.
- דיזל גנרטורים בגדלים 5000 - 1.5 קו"א.
- גנרטורים עם מנועי בניין 5 סו"א במלאי

היחידה מורכבת עם הגנרטור החדש בעל טירסטודים מסתובבים, עם זמן תגובה קצר ביותר, הנותן עד שמונה פעמים זרם נומינלי, דבר הדרוש להנעת מנועים. (כל גנרטור אחד נותן רק פעמיים זרם נומינלי).

**שימו לב**

הטלפון החדש

03-7519146-7-8-9

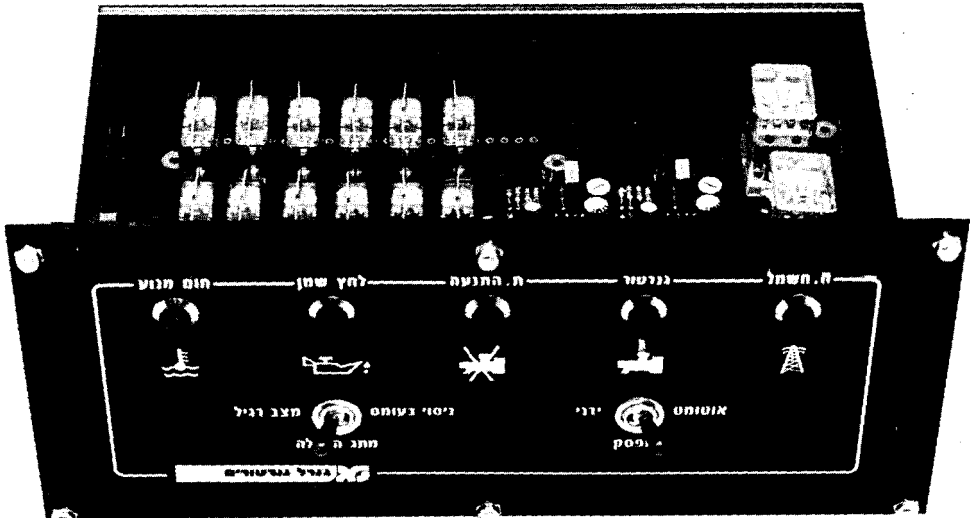


הודסת חשמל בע"מ-ASEA



ביאליק 129 ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה)  
טלפון חדש: 03-7519146, טלקס לועזי 32154 פקסימיליה 7511628 - מפה

# מערכת התנעה אוטומטית לדיזל וגנרטור



המערכת בנויה משני כרטיסים אלקטרוניים נישלפים הניתנים להחלפה והמהווים יחד מערכת פיקוד מושלמת העונה לכל הדרישות התעשייתיות ומתאימה לכל סוג וגודל של דיזל וגנרטור.

## המערכת כוללת:

- ★ יחידת שלוש התנועות עם השהייה בין ההתנועות עד 30 שניות.
- ★ יחידת ממסר חוסר פוזה/מפל מתח הניתן לכיוון בין 180-240 וולט.
- ★ יחידת פיקוד להתלפת מגענים בין ח/חשמל לגנרטור עד 180 שניות.
- ★ השהייה לקירור הדיזל ללא עומס עד 240 שניות.
- ★ מערכת הגנות: לחץ שמן, חום מנוע, תקלה בהתנעה, כולל נורות ביקורת (אפשרות לתוספת הגנות לפי דרישה).
- ★ אפשרות התנעה אוטומטית או ידנית עם אפשרות ניסוי בעומס.

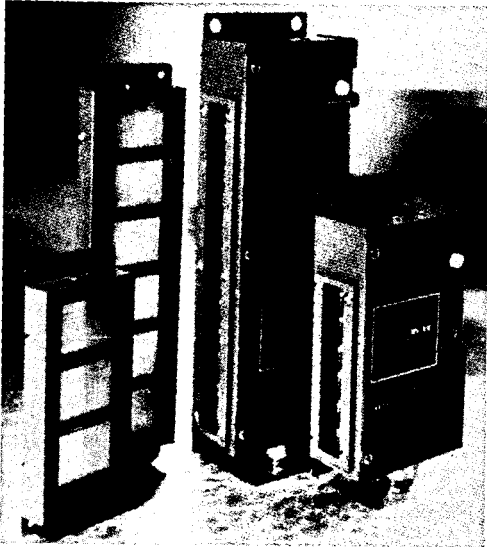
# ג'נרל גנרטורים

שירותים אלקטרוניקה

רח' המשביר, 32, אזור תעשייה חולון 58 859 \* טל. 803457, 03-804717

**Beam Curtain**

**מסך אלומות אור**



הפתרון האידיאלי לבעיות של בטיחות ליד מכונות. הגנת העובד ליד מכונה הופכת לעתים קרובות להיות כה מסוכנת בגלל מבנה המכונה והאפשרות לייצור מגן קשיח למניעת פגיעה של העובד. מסך אלומות האור - BEAM-CURTAIN הוא פתרון אידיאלי ויעיל מבלי שקיים צורך לבצע מיגון מבני.

השטח המוגן ע"י המסך יהיה בין "משדר" האלומות מצד אחד ובין מחזיר האור מהצד השני כל פגיעה ב"רצף" האלומות יגרום למתן "אות" אשר באמצעותה ניתן להפסיק מיידית את הפעלת המכונה או להפעיל מנגנון אחר כל שהוא. האות מתקבל בתוך זמן קצר ביותר: מגעי הממסר המחליף ייפתחו או ייסגרו בפעולה רגילה תוך 15 msec ובפעולת חרום תוך 30 msec. ה"מסך" מורכב מ-3 זוגות אלומות אור בדגם RS 1220-3, ומ-6 זוגות אלומות אור בדגם RS 1220-6 כל אלומה בקוטר 17 מ"מ. טווח הפעולה או המרחק בין משדר ומחזיר אור בין 0.5:3 מ'. רוחב המסך 141 מ"מ לדגם RS 1229

ר-282 מ"מ לדגם RS 1220-6.

מקור האור: אינפרה אדום באורך גל 940.

התקנה, חוטי, חבור והפעלה פשוטות למדי.

לקבלת מידע נוסף - פנה אלינו.

**אי.א.די** אלקטרוניקה  
ציוד אלקטרוני וחשמלי לפיקוד ובקרה

מחלקת המכירות: רח' מסילת החשמונאים 41 ת"א  
טל. 331583

היריד השנתי הבינלאומי  
לחשמלאים



יריד הנובר 1985  
24-17 לאפריל

- הנדסת אלקטרוניקה וחשמל.
- לוחות וגופי תיאורה.
- אינסטלצית חשמל.
- העברת כוח ובקרה.
- מחקר וטכנולוגיה.
- עוד ועוד...

סידורי נסיעה ואירוח מוזלים

אברתורס • תיירות ונסיעות 1970 בע"מ

רח' הירקון 96 תל-אביב 63903  
טלפון: 244333



למידע נוסף סמן 33/19

משרד העבודה והרווחה  
המרכז להשתלמות מקצועית - חיפה  
מועצת פועלי חיפה

### קורסים במקצועות החשמל

1. הכנה לבחינות רישוי - "חשמלאי מוסמך" ו"חשמלאי ראשי"
2. הכנה לקראת רישוי "מתח גבוה"
3. אלקטרוניקה תעשייתית לחשמלאים העוסקים במיכשור אלקטרוני (כולל מעבדה).
4. בקרה מתוכנתת (כולל מעבדה).

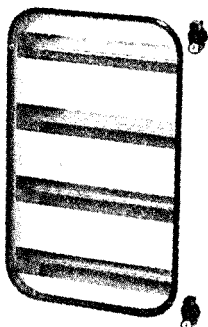
כל הלימודים מתקיימים בחיפה בשעות הערב

ההרשמה: בשעות הערב - בבסמ"ת בנין ראשי,  
בשעות הבוקר - במועצת פועלי  
חיפה

רח' החלוץ, חדר 214, טלפון 641781

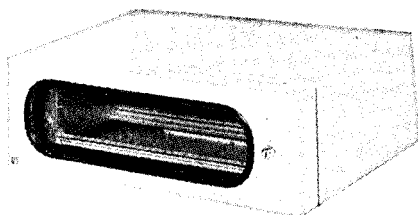
למידע נוסף סמן 33/20





אספקה שוטפת של קופסאות, ארגזים ולוחות

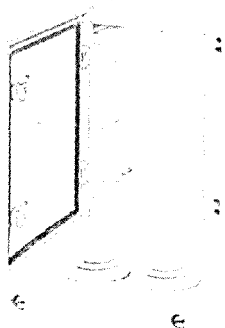
מכל הגדלים והסוגים לזווד: IP 559



- \* חשמל
- \* תקשורת
- \* אלקטרוניקה
- \* בקרה
- \* מחשבים
- \* פניאומטיקה

## מיטב המוצרים במיטב החומרים

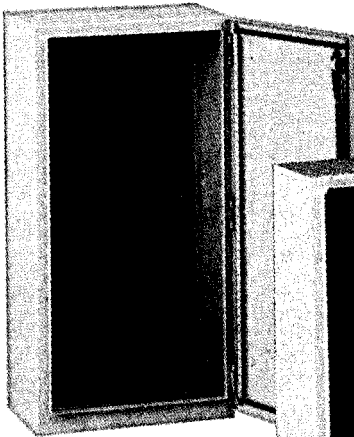
- \* PVC קשיח
- \* פוליאסטר משוריין
- \* להזקנה חיצונית עמידות בשמש
- \* מתכת, צביעה על בסיס פוליאסטר
- \* בגווני RAL 7032
- \* אפשרות: דלת מזוגגת, גגון, בסיס ליציקה בבטון.
- \* פתחי אוורור, מאווררים, פנל חמום ליבוש
- \* לחות, כניסות כבל, כיס לתכניות, וכו'..
- \* יעוץ והדרכה על-ידי בעלי מקצוע.



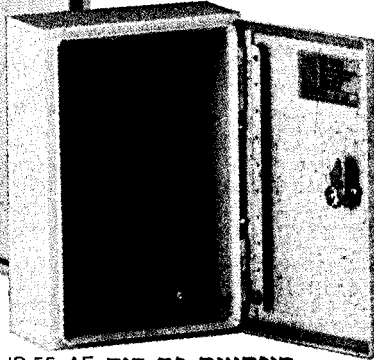
לשרותך בישראל

sarel

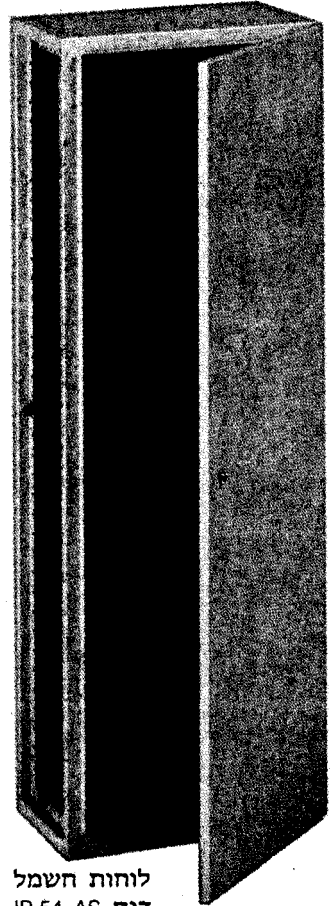




לוחות חשמל  
 דגם IP-55 AK



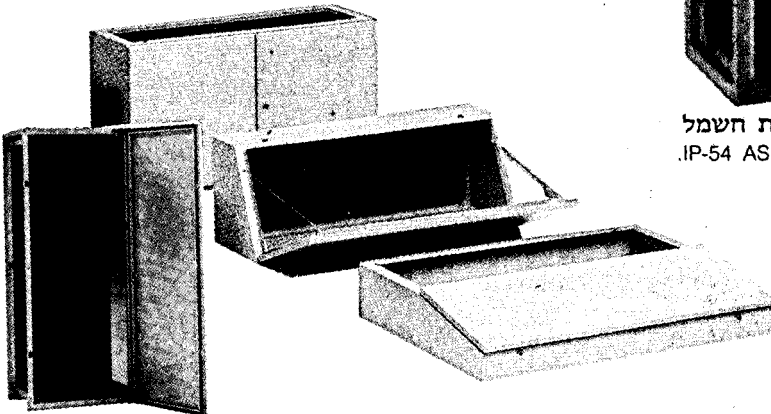
קופסאות פח דגם IP-55 AE  
 או נירוסטה דגם IP-65 AE



לוחות חשמל  
 דגם IP-54 AS

**אצלנו במלאי**  
**לתחום החשמל והאלקטרוניקה**  
**RITTAL**

לוחות בקרה דגם IP-54 AP  
 להעמדה בהרכבים



לוחות חשמל דגם IP-54 RS  
 להעמדה בהרכבים.

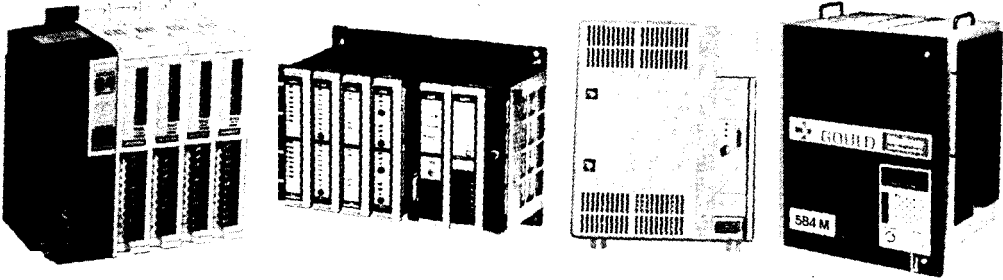
**אטקה בע"מ חברה לשיווק והפצה**

רח' בר-כוכבא 6, בני-ברק, ת.ד. 917 בני-ברק 51625, טל: 03-707146, טלפקס: 33665 FEUCO IL

# ה-אפ של הבקרה

## אפיק

### משפחת בקרים תוצרת GOULD MODICON



**מיקרו 84** : עד 112 I/O, כולל אנלוג, BCD, עד 2K זכרון, תקשורת RS232.

**484** : עד 512 I/O, עד 8K זכרון.

**884** : עד 1024 I/O, עד 9.1K זכרון, 16 BITS עם אפשרות Remote.

**584M** : עד 2048 I/O עם אפשרות Remote, 16K זכרון.

**584A** : עד 8192 I/O עם אפשרות Remote, 32K זכרון.

**584L** : עד 8192 I/O עם אפשרות Remote, 128K זכרון.

16 BITS ו-24 BITS, Super Scan.

לחברת אפקון נסיון רב במאות יישומים בארץ בתעשיית המזון, החקלאות, פלסטיקה, כימיקלים, מוצרי בנין, תע"ש, מוסדות חינוך, בקרת אנרגיה ועוד.

**אפקון ב"ש**  
רח' החשמלאי 15, ב"ש  
טל: 057-37870

**אפקון חיפה**  
רח' השיש 3 חיפה  
טל: 04-726217

**אפקון ת"א**  
רח' פינסקר 19 ת"א  
טל: 03-299617



**אפקון בקרה ואוטומציה בע"מ**  
מקבוצת פויכטונגר תעשיות

# בדק נבל



**בדיקת כבלים  
קביעת מקומם בשטח  
אתור מקום התקלה**

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל  
ת.ד. 27154, יפו 61271  
טלפון: 821661

למידע נוסף סמן 33/25

## נדיבי עדן אור



רשום: 59487

התקנה ואחזקה של תאורת רחוב,  
מגרשים, סככות.

### השכרת המנוף

לביצוע עבודות שונות  
עד לגובה 16 מטר

\* אשקלון 051-22927

למידע נוסף סמן 33/26

## הנדסת הספק (1980) בע"מ מקבוצת כלל תעשיות

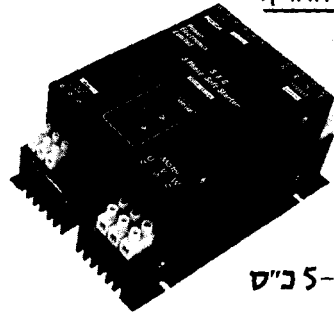
S.T.C. – התנעה אלקטרונית רכה היא הפתרון להתנעת מנועי זרם חלופין.

★ די במכות מכניות למנוע ולעומס בהתנעה.

★ די בזרמי התנעה גבוהים.

★ די בצורך בגנרטורים בהספק מוגזם רק בגלל זרמי התנעה.

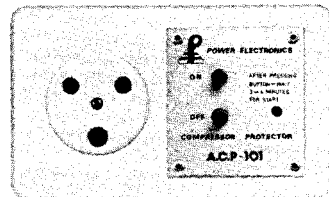
השתמש במתנעים אלקטרוניים S.T.C. תוצרת הארץ.



400-5 כ"ס

כ-1500 מתנעים שונים מתוצרתנו פועלים בארץ ובעולם מזה שלוש שנים.

## A.C.P. – הגנות אלקטרוניות למזגנים ומדחסים



ת.ד. 303 אשקלון. (78102)  
051-24116 051-27644

למידע נוסף סמן 33/24

# אינטר אלקטריק

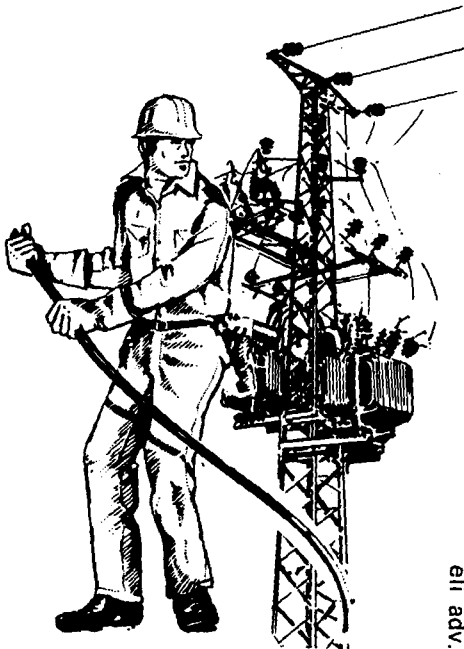
שרות וביצוע  
עבודות חשמל בע"מ

נצרת עילית.  
אזור תעשייה ב'  
רח' העמל 3, ת.ד. 609  
טל. 065-74434

מפיצים בלעדיים  
בצפון הארץ  
לציוד טלמכניק



## Telemecanique



ali adv.

# ברק כ"ח בע"מ

ייצור שנאים (טרנספורמטורים)  
בהסכם ידע עם

BENMAT CO L.I.C NEW YORK U.S.A

- ★ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- ★ שנאי אוטוטרפו להתנעת מנועים חשמליים עד 200 HP כח סוס 3.
- ★ משנה זרם לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.
- ★ שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאים 230/115 V.
- ★ שנאים למערכות לפי דרישת המזמין בכל המתחים האפשריים ★ לפיקוד ★ בקרה ★ מעליות.

מיוצר לפי דרישת מת"י, ת"י — 899

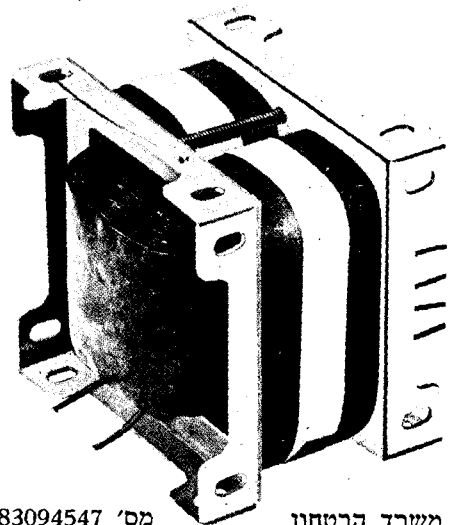
## ברק כ"ח

ייצור טרנספורמטורים (שנאים)

רח' רוזגו 8, פינת שד' הר ציון 91

תליאביב

או בחנויות חומרי חשמל



מס' 0083094547

ספק משרד הבטחון

שד' הר ציון 91 (סמטת רוזיגו 8)

טל: 03-377692 ת"א

**חדש!**

**BBC METRAWATT**  
BROWN BOVERI

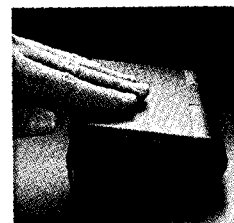
# המתקפלים של עידן חדש של מולטימטרים



- תצוגה ענקית מתקפלת, ניתנת לסבוב ב-180 מעלות.
- סגירה קומפקטית, הגנה מושלמת על המכשיר.
- עשרות תחומי מדידה בכל דגם.
- כלים מעולים לחשמלאים, לאלקטרונאים ולאנשי תחזוקה.



רצועת נשיאה  
עבודה בידיים חומשיות  
נעילה חשמלית אוטומטית  
מתקפל ולכיס



בכל הדגמים:  
עד 10 אמפר (ac/dc)  
עד 650 וולט (ac/dc)  
מדידת התנגדויות

- ✦ דגם M2030 — לחשמלאים
- ✦ דגם M2031 — עם תחום מיוחד להתנגדויות בתוך מעגל
- ✦ דגם M2032 — TRUE R.M.S.
- ✦ דגם MA 3E — אנלוגי.

## עכשיו גם במלאי במחירי היכרות

ועוד במלאי: צבתות להספק, ל- $\cos \varphi$ , לזרם וכן מולטימטרים רשמיים ועוד.

## נציגים ושרות: חברת ישראלמקס בע"מ

ארלוזורוב 25, ת"א 62488 • ת.ד. 6014 ת"א 61060  
טלפון 24 33 33 (6 קווים) • טלפקס 34 22 66

אל: ישראלמקס בע"מ ת.ד. 6014 ת"א 61060  
המתקפלים של B.B.C. רעיון גדול / הצעות מחיר  
לא שילחו לי מידע סבני / הצעות מחיר  
עם ותקדיר  
מחנות  
50

# התחברות של גנרטורים אסינכרוניים פרטיים לרשת חברת החשמל – היבטים טכניים וכלכליים

אינג' בנימין בלון

## הגנרטור האסינכרוני:

הוא למעשה מנוע אסינכרוני עם דוטור-כלוב, המנוע על-ידי התקן מכני כגון טורבינה ומחובר לרשת החשמל.

כאשר מופעל מנוע אסינכרוני במהירות שהיא מעל למהירות הסינכרונית שלו, הנפך המנוע לגנרטור, והנ"ספק הנמסר ממנו לרשת תלוי ישירות במספר סיבובו של המנוע מעל למהירות הסינכרונית.

כשם שההספק שמנוע עם רוטור-כלוב צורך מהרשת תלוי במספר הסיבובים שלו (ההחלקה) מתחת למהירותו הסינכרונית, בהתאם לכך כל מכונה אסינכרונית עם החלקה שלילית היא מנוע ומכונה כזאת הפועלת בהחלקה חיובית היא גנרטור.

בכדי ליצור את האנרגיה החשמלית ולמסורה לרשת, צורך הגנרטור האסינכרוני הספק-עיוור לצורך בניית השדה המסתובב שלו מהרשת. (בדיוק באותה הצורה שמנוע אסינכרוני צורך את ההספק העיוור לצורך בניית השדה המסתובב).

מכאן שהגנרטור האסינכרוני אינו יכול לפעול ללא מקור של הספק-עיוור, כאשר מקור ההספק העיוור אינו יציב, במילים אחרות איננו מקור "אינ-סופי" ביחס לצריכת הגנרטור, לא יספק הגנרטור אנרגיה חשמלית יציבה, היות והמקור ה"אינ-סופי" היחיד שקיים הוא רשת חברת החשמל. מכאן, שגנרטורים אסינכרוניים מעצם טבעם פועלים במקביל לרשת חברת החשמל, ואינם מיוצרים חשמל כאשר אין אספקה סדירה מחברת החשמל.

לכן השימוש בגנרטורים כאלו אפשרי רק כאשר מדובר על התקנים קטנים יחסית המשיבים אנרגיה לרשת חברת החשמל ותורמים בכך למשק הלאומי.

## יתרונות הגנרטור האסינכרוני

### בטיחות:

בהעדר אספקה מרשת חברת החשמל, הגנרטור איננו מיוצר חשמל (ואת בתנאי שאין מקור אחר של הספק עיוור המחובר על הדקי הגנרטור).

### מבנה פשוט:

מבנה הגנרטור פשוט, בעקרון, זהו מבנה של מנוע רגיל עם דוטור-כלוב.

### סיבוכן פשוט לרשת:

צריך רק לבדוק ולוודא הימצאות מתח ותדר יציבים ברשת וכאם מספר הסיבובים קרוב למהירות הסינכרונית לתבר את הגנרטור לרשת.

### מחיר נמוך:

כל המערכת זולה יותר ממערכת סינכרונית.

## חסרונות הגנרטור האסינכרוני לעומת הסינכרוני

החסרון הבולט היחיד של גנרטורים אסינכרוניים (כאשר מדובר ביחידות קטנות יחסית) הוא העדר האפשרות לקבל אספקת חשמל בזמני חירום.

## בקרה ופקוד

בכדי לקבל מערכת בקרה אמינה יש להתקין במערכת את המכשירים הבאים:

– ממסרי על ותת-תדר

– מדי מהירות

אינג' ב. בלון – מהנדס יועץ חשמל

– ממסרי על ותת-מתח

– ממסר הספק חווד

– אמצעי ניתוק מהירים של המערכת.

במקרים מיוחדים יש לשקול אמצעי חיבור וניתוק "חלקים" שיאפשרו הכנסה והוצאה של המערכת בצור"דה "חלקה" ללא נחשולי זרם גבוהים ברשת מצד אחד, וממונט הנע גבוה על המערכת המכנית המנועה מצד שני.

את בקרת המערכת כדאי לבצע בעזרת בקר-מתוכנת במקום בעזרת מערכת קונבציונלית.

## התחברות לרשת חברת החשמל

בכל הפרוייקטים שנבנו עד עתה נעשה החיבור לרשת חברת החשמל "דרך" רשת החשמל של הצרכן, דהיינו הגנרטורים ויחידות לרשת החשמל של הצרכן.

הצרכן צורך את האנרגיה הדרושה לו, ובמידה וחסרה לו אנרגיה, מסופקת האנרגיה על ידי חברת החשמל, עודפי האנרגיה מוזרמים לרשת חברת החשמל ונרכשים על ידי בתעריף שנקבע, שהוא נמוך מתעריף הרכישה של האנרגיה על ידי הצרכן.

סידור כזה מועדף מכל הבחינות, בכל מקרה שפרוייקט כזה נמצא בקידמה סבירה לצרכן האנרגיה, כפי שהיה עד עתה, ברור לנו שבעתיד יהיו מספר פרויקטים שבהם סידור כזה לא יהיה כלכלי ויש לחשוב על אפשרות (במקרים יוצאי דופן) של התחברות ישירה לרשת חברת החשמל, כאשר ההעדרה תהיה תמיד לצורה של התחברות לרשת הצרכן לעומת התחברות ישירה לרשת חברת החשמל.

## מקדם ההספק

מקדם ההספק של גנרטור אסינכרוני מגיע ל-0.88 במקרה הטוב ביותר ובעומס מלא. לכן ברור שיש לתקן את מקדם ההספק של התחנת-כח כזאת ל-0.92 לפחות.

יש לשים לב במיוחד לבעיות של חוסר יציבות מתח המערכת, כאשר ישנה נפילת מתח ברשת חברת החשמל.

במקרה כזה צריך להתגבר על האפשרות של אספקת הספק עיוור בלתי יציב על ידי הקבלים וגנרטור. אספקה כזאת עלולה לגרום עליות מתח בלתי רצויות ואף מסוכנות למערכת.

נסיינות רבים שונעשו יחד עם המהנדס אילן ירום מחברת החשמל, מחוז הצפון הוכיחו שניתן בקלות יחסית לבנות מערכת יציבה ובטוחה עם מקדם הספק מעל ל-0.92.

כאשר גנרטור אסינכרוני מחובר לרשת הצרכן נוצר מצב אבסורדי לכאורה שבו למרות שמקדם ההספק של הצרכן כאשר הוא פועל לבדו הוא מעל ל-0.92 ומקדם ההספק של מערכת הגנרטור גם הוא מעל ל-0.92 המערכת כולה מתנהגת כלפי מערכת המדידה של חברת החשמל כאילו שיש לה מקדם הספק גרוע ביותר, במקרים מסוימים. זאת מהסיבות הבאות:

מקדם ההספק המופיע בחשבונות חברת החשמל נגזר מחישוב המונה של האנרגיה הפעילה שסופקה לצרכן בחלקי האנרגיה העיוורת. ולכן כאשר הצרכן רוכש כמות אנרגיה פעילה נמוכה (בגלל יצור עצמי) ולעומת זאת כמות אנרגיה עיוורת קבועה התלויה במתקנים שלו, מופיע בחשבון החשמל מקדם הספק שאינו משקף את המציאות הטכנית האמיתית, והחשבון מחושב בהתאם לכך.

מצב זה יבוא כנראה על תיקונו בנמר הדיננים שנערכים עתה בין חברת החשמל למשרד האנרגיה בנושא התעריפים.

בכדי להתגבר על תקופת הביניים דאגנו במתקנים הקיימים לתקן את מקדם ההספק, כך שבכל מקרה הצרכן לא ישלם "קנסות". סידורים כאלו לא יהיו מוצדקים בכל הפרוייקטים העתידיים ויש לדאוג לשנוי שיטת התעריף בהתאם.

**ישומים**

בארץ קיימים מספר ישומים של השבת אנרגיה לרשת בעזרת גנרטורים איסוכרוניים.

מפורטים להלן המקומות המוכרים לכותב המאמר בהן מותקנות טורבינות כאלה:

טורבינה	בבתי הזיקוק באשדוד	בבתי הזיקוק נסיונית	במעלות	בהנגשרים	בחצבנידן	בצומת תחונה	ברוויה
טורבינת רוח	300 קו"ט	150 קו"ט	60 קו"ט	200 קו"ט	2x1100 קו"ט	300 קו"ט	260 קו"ט
טורבינת מים							
טורבינת מים							
טורבינת מים							
טורבינת מים							

מערכות אלו בלבד יחזירו לרשת אנרגיה של מעל ל-12,000,000 קוט"ש בשנה הקרובה.

זוהי התחלה צנועה שמצביעה על האפשרויות הטמונות שיש לנצל בעתיד.

כל המערכות האלו נבנו על-ידי גורמים פרטיים, לאחר שנערכו התחשיבים הלכלכליים המתאימים.

בפרוייקטים של טורבינות המים שנעשו על-ידי כותב המאמר, הוכחו כבר התחשיבים כנכונים.

**תוכניות לעתיד**

בארץ קיים פוטנציאל נוסף של אנרגיה במערכות מים קיימות שאפשר להשיכן לרשת בעזרת פרויקטים נוספים.

פוטנציאל זה נאמד בכ-50,000,000 קוט"ש לשנה.

פוטנציאל נוסף, וכבר ביותר, הוא ניצול אנרגית הרוח, ולפי מה שידוע לי, ייגשים אתה ליישום פרויקטים מובילים בשטח זה.

בנוסף לכך קיימות אפשרויות לניצול של חום אבוד בתעשייה, אנרגית שמש וכיו"ב. לדעת הכותב ניתן להגיע לניצול חשמל בתחנות כאלה בהיקף של 5% מתוצרת החשמל הארצית, תוך מספר שנים, זאת במידה ויהיה עידוד ממשלתי מתאים לפרוייקט חשוב זה.

**אירגון ארצי לקבלני חשמל וחשמלאים מוסמכים ליד התאחדות בעלי מלאכה ותעשייה זעירה**

רח' מרכז בעלי מלאכה 16, ת.ד. 4041, ת"א 61040 טל. 294211, 281433

ארגון קבלני החשמל וחשמלאים עצמאיים ליד התאחדות בעלי מלאכה ותעשייה זעירה בישראל פונה אל החשמלאים וקורא להם להצטרף לארגון כדי לעזור לסייע בידם בכל ענייניהם המקצועיים וכדי להשיג בכוחות משותפים את המטרות שהצבנו לעצמנו:

- א. לשפר ולקדם את היחסים בין קבלן החשמל והמוזמן.
  - ב. לקיים תחרות הוגנת בין הקבלנים לשם קבלת פרויקטים.
  - ג. ליזום קשרים עם חברת החשמל לפתרון בעיות מקצועיות של הקבלן בשטח.
  - ד. לקבל מידע שוטף על נוהלי הזמנת בדיקות על-ידי חברת החשמל.
  - ה. להוציא לאור מחירון מנחה לביצוע עבודות חשמל.
  - ו. לתת הנחיות לגבי קידום מקצועי, סיווג, רישוי והשתלמויות לחשמלאים.
  - ז. לייעץ בהקשר למיסוי וכיו"ב.
  - ח. לשפר את התנאים הסוציאליים של ציבור קבלני החשמל, ועוד...
- אנו פתוחים לכל הצעה שתביא לקידום הענף, ונשמח להצטרפותך לארגון. להלן שמות נציגות הוועד הארצי ומזכירי הסניפים בערים השונות, כתובותיהם, מספרי הטלפון ושעות הקבלה. אנא, פנה אלינו במקום הקרוב למגורריך ונשמח לצרף אותך לאירגונו ולסייע לך בבעיותיך, כקבלן חשמל.

נציגות הוועד הארצי: אפרים שמר - י"ר  
אברהם ליטמן - סגן י"ר

מזכירי הסניפים ופרטיהם:

המקום	מזכיר	כתובת	טלפון	שעות קבלה
ירושלים	ברילנט אלימלך	בצלאל 26	02/232498	15.00-08.00
תל-אביב	מקובר דני	מרכז בעלי מלאכה 16	03/294211	18.00-16.00
חיפה	רום אליעזר	לבונטין 14	04/511256	19.00-16.00 א,ב,ד
פתח-תקוה	רחנבאום	המורים 8	03/9222605	19.00-16.30 ג,ה
באר-שבע	רייכר אסתר	הדסה 46	057/74547	12.30-08.00 א,ה
אשדוד	שיטריה אשר	העבודה 73	055/22855	12.30-08.30 א,ה
רחובות	רכטמן שמואל	הרצל 125	08/451857	12.00-08.00 א,ה
חדרה	לזין שמואל	שד' פלטרין	063/22448	13.00-08.00 א,ו
לוד	בן חמו שמואל	דוד המלך 8	08/434423	19.00-16.00 א,ה
כרמיאל	אורן יצחק	שושנים 1/10	04/986358	19.00-16.00 א,ה
כפר סבא	גולדשמיט אריה		052/23331	19.00-16.00 א,ה
רעננה	שטיינסקי יעקב		052/28494	19.00-16.00 א,ה



# איזה תנור מהמם את ביתך ביתר נעימות ?

ד"ר שמואל שוראקי

בחורף 83/84 ערכנו בדיקות יסודיות במטרה לסווג את יעילות החימום של תנורים השמליים (קובקטורים).

ההנחה היתה כי שני תנורים זהים בעוצמתם, אינם בהכרח גורמים גם להרגשת נוחות זהה של המשתמש בהם.

במילים אחרות, התכנון, המבנה והצורה (הקונפיגורציה) של התנור, בנוסף לעוצמתו, קובעים את יעילות החימום שלו.

קביעת מדד נוחות אבסולוטי אינה פשוטה כלל ועיקר.

נוחות האדם, במה שנוגע לחום, מושפעת ממספר גורמים:

- טמפרטורת האויר ומהירותה בחלל.
- הלחות היחסית באויר.
- הקדנה מעצמים קרובים (קירות למשל).
- פריטי הביגוד שהאדם לובש ורמת פעילותו.

## הבסיס לקביעת מדד הנוחות

במחקרנו קבענו מדד, אשר מורכב רק מטמפרטורת האויר ומטמפרטורת הקירות.

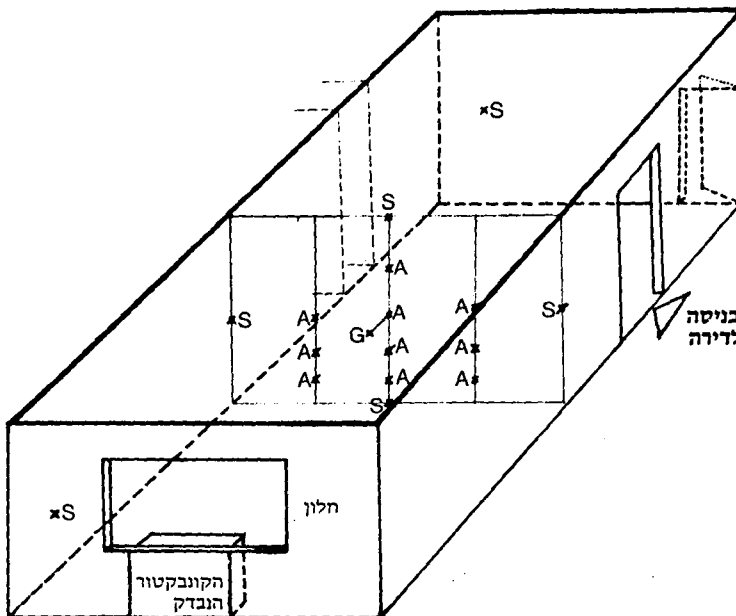
למעשה קיים סוג של מדידת טמפרטורה, המבוסס על עקרון זה ואשר משתמש במכשיר הנקרא, GLOBE הי- GLOBE הוא בסך הכל כדור מתכתי שחור, בגודל של ראש ילד, שבתוכו מורכב גשש טמפרטורה. הטמפרטור זה הנמדדת היא כעין סימולציה של הטמפרטורה שגוף האדם מרגיש כתוצאה מטמפרטורת האויר והקירות. מדידה עם GLOBE היא מדידה נקודתית ויש למדידה זו רגישות יתר לכיוון זרימת האויר הנגרמת על-ידי קובקטור זה או אחר.

לכן הוחלט להרכיב מדד חדש (להלן - הפונקציה) המורכב מטמפרטורת הקירות (40%) ומטמפרטורה משוקללת של אויר מהרצפה עד גובה 1.20 מטר בערך (60%). יש לציין שמדדים אלה עמדו יפה בענין הנורמליזציה.

## תאור המדידות שנערכו

ובכן, על קירות סלון הדירה אשר הועמדה לרשותנו, מיקמנו מספר גששי טמפרטורה השופים לאויר וכן מכ- שיר GLOBE (ראה איור 1).

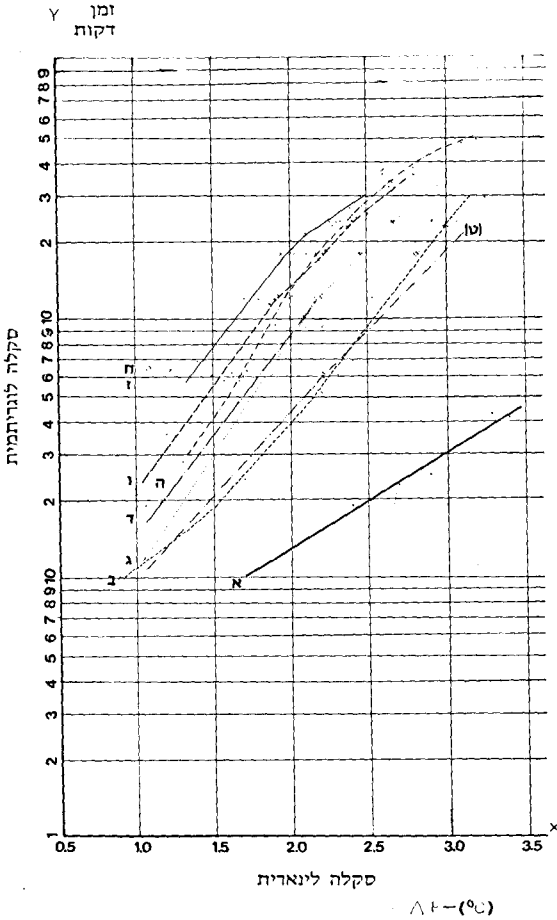
איור 1  
סכמה המציינת את מיקום הגששים בסלון



ד"ר ש. שוראקי - המעבדה הישראלית לפיסיקה, משרד המסחר והתעשייה.

בעקבות מחקר זה נתבקשנו להקים מבדקה אשר תעמוד לרשות כל צרכן או גוף מסחרי. לפני כחודש הופעלה לראשונה המבדקה הממור חשבת הממוקמת במעבדה הישראלית לפיסיקה השייכת למשרד התעשייה והמסחר, וניתן כבר להצביע על אמינות גבוהה לתוצאות המדידות שנתקבלו.

איור 2  
עקומת הזמן הדרוש לחימום עד סף מסויים



תנור תשמלי מסוג קונבקטור הוצב מתחת לחלון, הת- נור הופעל לפי הוראת היצרן, במשך הלילה בפקוד של מחשב.

בסוג מדידה זה חיוני למצוא שיטה להשוואת התוצ- אות שנתקבלו בתנאי התחלה וסביבה שונים. (נורמליז- ציה של המדידות).

צורת החימום בתנאי הארץ שונה בדרך כלל ממה שמקובל בארצות הקרות. אנתנו מחממים כל יום מספר שעות קטן ואילו בחו"ל נהוג להחזיק את המב- נים בטמפרטורה חמה אחידה, פחות או יותר במשך תקופה ארוכה. לכן גם בדיקת יעילות החימום חייבת להיות שונה, ויש לקבוע את יעילות החימום במשך שעות החימום הראשונות.

בעוד שבחו"ל צריכת החימום היא פונקציה ישירה של הפרש בין טמפרטורת הפנים לטמפרטורת החוץ, תלויה אצלנו הצריכה בטמפרטורה הקיימת בתוך הדי- רה בעת הפעלת החימום, ואכן תוצאות המדידות הרי- בות אימתו הנחות אלה.

### המאפיינים לסיווג התנורים

בעבודתנו הוגדרו שלשה מאפיינים (פרמטרים), מבוס- סים על מדד הנוחות שעל פיהם סווגו התנורים:

1. הזמן הדרוש להגיע ראשונה אל סף מדד (בדרך כלל הפרש מדד, אשר נקבע על דינו) הנקרא זמן ראשון.
2. צריכת החשמל ב-6 שעות ההפעלה הראשונות, כאשר ההפעלה וההפסקה הן באמצעות מחשב ועל פי המדד.
3. מידות פיזור החום בכיון האופקי והאנכי, וכן את שינויי הפיזור עם הזמן.

### התוצאות

תוצאות המדידות מתוארות בעקומות (איור 2).

1. כל עקומה מייצגת קונבקטור אחד כאשר ציר X מסמן את עלית ערך המדד, וציר Y את הזמן (סקלה לוגריתמית). עקומות אלה מראות את הזמן הנחוץ לכל קונבקטור (זמן ראשון) כדי להעלות את המדד במספר מסויים של מעלות.

כדי להמחיש את התוצאות נתייחס למשל לערכי זמן ראשון כאשר מעלים את הפונקציה ב-2.5° C (דבר שווה ערך להעלאת הטמפרטורה באמצע החדר ב-4.5° C).

לקונבקטור א' יש זמן ראשון של פחות מ-20 דקות, לקונבקטור ב' של 90 דקות ולקונבקטור ה' 300 דקות.

יש לציין שקונבקטור א' (הבולט לטובה) הוא מסוג מפות, וכדי להציג תמונה אמיתית רצוי לקחת בחשבון שתנור מסוג זה מכיל חלקים נעים ויכול להרעיש.

מתוך הקונבקטורים שנבדקו קונבקטור ב' טוב בהרבה מהאחרים.

2. עד כה תארנו את התוצאות לפי הפרמטר הראשון שנבחר וברור שחשוב לנו למיין את הקונבקטורים גם לפי צריכת החשמל ב-6 שעות ההפעלה הראשונות.

מדידות רבות הוכיחו קשר חזק בין הזמן הראשון לבין תצורת החשמל ב-6 שעות ההפעלה הראשון- נות - בדקנו את הדבר גם מבחינה מתמטית ומצא- נו קורלציה גבוהה בין שני הגורמים. פרוש הדבר: תנור המסוגל לספק נוחות מסויימת במהירות, הוא גם חסכוני בחימום הכולל. (בצריכת החשמל הכוללת).

3. כאשר לפרמטר השלישי, פיזור: לא מצאנו הבדלים משמעותיים בין הקונבקטורים שנבדקו. אומנם ברור שמכשיר נייד מסוג מפור חום יגרום לטטיות בפיזור החום גדולות בהרבה. מצאנו הבדלים של מעל 10° C כאשר מתרחקים במקצת מכיוון זרימת האויר החם.

# יישומים מיוחדים של תאורת חרום

## אינו' נחום פלג

במסגרת זו אתייחס לשלושה יישומים של תאורות חרום ולשיקולים השונים בקביעת המעגלים. המתייחסים אליהם.

שלושת היישומים הם:

- תאורת חרום בחרי מדרגות של מבנים רבי קומות,
- תאורת חרום בחדר מכוונת של המעלית וגם בתא המעלית עצמו,
- תאורת חרום במיקלטים.

למעשה כל השוני בין מערכת משולבת זו לבין המערכת הרגילה לתאורת חדר המדרגות מתבטא בהשחלת מוליך נוסף – מוליך מופע (פזה) – שתחילתו במבטח של המעגל.

גופי התאורה המשולבים חוסכים מעגל נוסף לתאורת החדר ומקטינים את מספר גופי התאורה שיש להתקין בחדר המדרגות.

לגוף התאורה משולב זה יש חסרון הנובע מהעובדה שאנו נאלצים למקם את מערכת המצברים (הרגישים לחום) בסמוך לנורת ליבון הפולטת חום רב.

בכדי להגן על המצברים יש לנקוט שני אמצעים:

1. להגביל את גודל נורת הליבון שמוותר להתקין בגוף כזה.
2. להתקין, בטור עמה גוש תרמי אשר יפסיק את נורת הליבון כאשר הטמפרטורה בקרבת המצברים עולה על ערך מסויים (בערך 60°C).

בגוף המתוכנן כהלכה, אין כל סיבה כי בשימוש מקובל יהיה צורך בפעולת מגביל הטמפרטורה אך, כפי שהדבר נעשה בכל תכנון טוב, יש להתחשב באפשרות להיווצרות מצב חריג כגון; שימוש בנורה בעלת הספק העולה על המותר או שהתאורה מופעלת למשך זמן רב ללא הפסקה כתוצאה מלקוי בקוצב הזמן או על ידי נעיצת גפרוד בלחצן ההפעלה בחדר המדרגות.

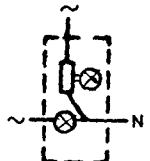
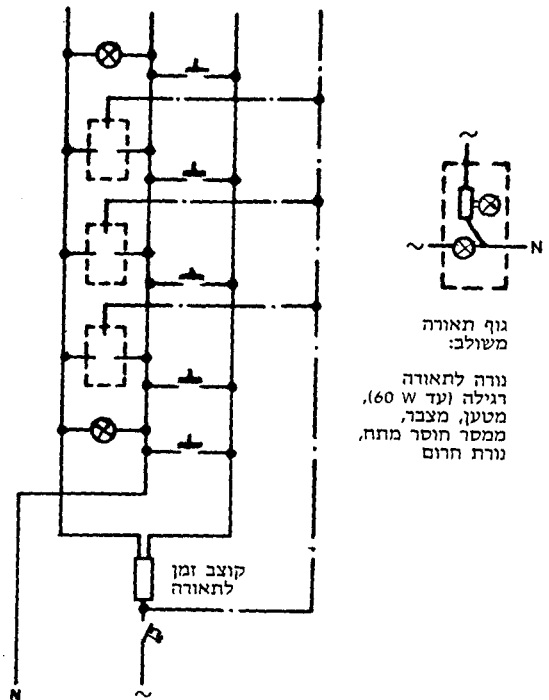
### תאורת חרום בחדרי מדרגות של מבנים רבי קומות

בהתאם לתקנות המתייחסות לחוק התכנון והבניה יש להתקין תאורת חרום אשר במקרה של תקלה באספקת החשמל תאיר את חדר המדרגות.

תאורה זו חייבת להכנס לפעולה מיד עם תחילת התקלה בין אם הפסקת החשמל מקורה באספקת החשמל למבנה ובין אם היא נובעת מפעולת המפסק האוטומטי הזעיר המזיין את מעגל תאורת חדר המדרגות. לשם כך עדיף להתקין, בחדר המדרגות, גופי תאורה משולבים הכוללים גם את נורת הליבון המשמשת לתאורה רגילה וגם את המטען, מצברי ניקל קדמיום, מימסר לחוסר מתח ונורת החרום (ראה איור 1).

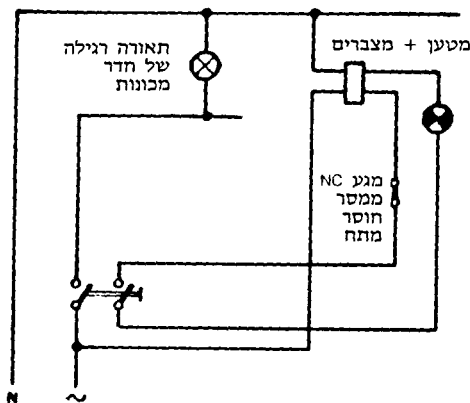
איור 1

תאורת חדר מדרגות הכוללת גופי תאורה משולבים לתאורת חרום.



גוף תאורה משולב:  
נורה לתאורה רגילה (עד 60 W), מטען, מצבר, ממסר חוסר מתח, נורת חרום

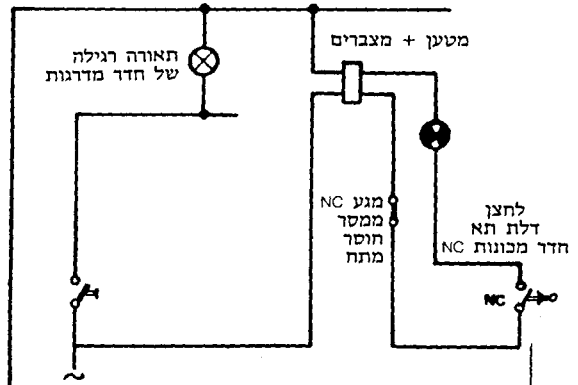
איור 2  
תאורת חרום בחדר מכוונת של מעלית.  
גרסה א'



אספקה לתאורת חדר מכוונת (ממעגל תאורת חדר מדרגות)

אינו' נחום פלג – הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

**איור 3**  
**תאורת חרום בחדר מכונות של מעלית**  
 גרסה ב'



**תאורת החרום של המעלית (איור 2, 3)**

המערכת הבאה שאליה נתייחס היא, במידה מסויימת, המשכה של תאורת חדר המדרגות.

המערכת המתוארת לתאורת החרום של חדר המכונות של המעלית והמעליות מבוססת על הצעה שהועלתה בוועדה שהוקמה במכון התקנים לטיפול במערכות החשמל של מעליות.

לחדר המכונות של המעלית דרושה תאורת החרום בראש וראשונה לאנשים האמורים לחלץ בני אדם שנתקעו במעלית בגלל הפסקת אפסדת החשמל (אנ' שים אלה אינם, בהכרח, חשמלאים) ובעדיפות שניה טיפול בלוח החשמל או במערכת התאורה עצמה תוך הפסקתה.

במקרה זה מחייב שיקול מעשי פשוט את אי הפעלת תאורת החרום בזמן שבחדר המכונות לא נמצא אדם הזקוק לתאורה זו. במילים אחרות הפעלה אוטומטית של תאורת החרום מרגע הפסקת החשמל עלולה, בקלות, לגרום למצב שבו, כאשר יגיעו המחלצים לחדר המכונות, ימצאו שתאורת החרום כבר אינה פועלת בגלל התרוקנות המצברים. (תאורת החרום חייבת לפי עול שעה וחצי לפחות).

בכדי להבטיח שמירה על מצברי התאורה נקוט באחד משני האמצעים הבאים:

1. בנוסף ובטור עם המגע של הממסר האוטומטי להפעלת תאורת החרום המתחבר עקב חוסר מתח אינה – יותקן במשקוף דלת הכניסה מפסק קפיצי העובר למצב "מחובר" עם פתיחת הדלת.

2. מפסק התאורה לחדר המכונות יהיה כפול ובעל שתי מערכות נפרדות של מעגלים ויחבר את תאור

רת החרום כאשר הוא במצב "מחובר".

בכל אחד משני מקרים אלו תופעל תאורת החרום בחדר המכונות רק כאשר אין מתח במעגל התאורה הרגיל ובנוסף לכך, הדלת פתוחה ומפסק התאורה הרגילה נמצא במצב "מחובר".

אגב: תאורת חדר המכונות תונן ממעגל התאורה של חדר המדרגות. דבר זה מבטיח עד כמה שאפשר, שמע

גל התאורה של חדר המכונות לא יהיה "מוזנח" ויהיה אמין יותר.

בנוסף לתאורת החרום בחדר המכונות, יש להתקין, בכל תא של מעלית, תאורת חרום, בנוסף לתאורה הרגילה של התא. תאורת חרום זו צריכה להכנס לפעור

לה מיד עם התרחשות הפסקה במעגל התאורה הרגיל של התא. תאורה זו חייבת לפעול במשך 4 שעות לפי

חות ויכולה להיות מורכבת משתי נורות שוות או מגור

רה אחת חזקה ושניה חלשה בתנאי שהנורה החזקה היא זו המיועדת להיות מחוברת בשעת הצורך והשניה

תובנס, אוטומטית, לשימוש רק במקרה והנורה החזקה אינה פועלת.

כאן, לא מצאנו לצערנו, פתרון טכני פשוט אשר יבטיח שתאורת החרום לא תופעל במקרים שבתא לא נמצא אים בני אדם.

**תאורת חרום במקלטים**

המערכת האחרונה אליה נתייחס במסגרת זו היא תאורת החרום במיקלטים. מאחר ואין חובה לצייד מיקל"טים בתאורת חרום פעילה אלא בשלב הנוכחי, יש להתקין בהם מערכת אשר תוכל לתפקד בשעת חרום.

מערכת זו מורכבת ממעגלי תאורה במתח נמוך מאד (12 וולט או 24 וולט, בהתאם לגודל המקלט) ומיועדת לקבל זינה רגילה משנאי מתאים בלוח. המערכת משמשת או חלק מהתאורה הרגילה של המיקלט ובמקביל קיימים כל הסידורים לזינתה בורם ישר ממצברים אשר יותקנו בשעת חרום.

מערכת דו-תכליתית כזו מאפשרת את בדיקתה גם כשאין מותקנים בה מצברים. בנוסף לכך מאפשרת המערכת להפסיק או להבר נורות מסויימות לפי הצורך, ולחסוך בכך בניצול המצברים.

**סיכום:**

אחת מנקודות התרופה של כל מערכת תאורת חרום – כפי שדבר זה נכון, עקרונית, לגבי כל מערכת חרום – היא אמינותה. לא פעם נתקלים בעובדה שמערכת החרום אינה מתפקדת בשעת הצורך כתוצאה מאי הקפדה על בדיקות תקופתיות בה.

בנוסף לכך יש לציין כי הבדיקה התקופתית הקצרה אינה מספיקה אלא אחת לתקופה מסויימת (הצריכה להיקבע על ידי היצרן) ויש להפעיל תאורה זו למשך 15-20 דקות ברציפות בפרקי זמן שונים על מנת לפרק את המצברים – אחרת עלולים לעמוד בפני הפתעות לא נעימות.



רשומות

**קובץ התקנות**

4731

כ"ג בחשוון תשמ"ה 18 בנובמבר 1984

תקנות התשמל

(מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך).

מהדורה חדשה

★ ב-18.11.84 פורסמו, בחתימת שר האנרגיה והתשתיות מר משה, שחל בתוקף סמכותו לפי חוק החשמל, תקנות חדשות בנושא "מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך".

★ תחילתן של תקנות אלה שלושה חודשים מיום פרסומן, (דהיינו – 18.2.85)

★ תקנות אלה יהולו על כל מתקן חשמלי שהותקן לאחר תחילתן או שנעשו בו שינוי יים יסודיים לאחר תחילתן.

★ תקנות אלה באות במקום תקנות החשמל בנושא (קובץ התקנות 4036 מ-1979).

★ בתקנות החדשות יש מספר שינויים ותוספות חשובים בעלי משמעות מעשית.

הסברים ופרשנות לדברים דאה מאמרו של אינ' נחום פלג ("התקע המצדיע" 32 מאוגוסט

1984 עמ' 13-15).

# הידושים בצבליים – הומריים ושיטות עבודה

אינג' אנדרי שטיינר

בשנים האחרונות חלה מהפכה עולמית בשימוש בכבלים בכל רמות המתחים. הדים ממהפכה זו ניכרים לאחרונה גם בארצנו.

בצורה איטית, אך מתמדת, מפסיקים כל צרכני הכבלים את השימוש בכבלים עם בידוד ניר רווי שמן ומתחיל עידן של בידוד פלסטי מסוגים שונים. שני כיווני התפתחות עניינו במיוחד את יצרני הכבלים ואת הצרכנים.

1. הכנסת כבל מתח נמוך עם בידוד פוליאטילן מוצלב שבא במקום הכבלים למתח נמוך עם בידוד ניר רווי שמן והכבלים למתח נמוך עם בידוד פי.וי.סי.

2. שינויים מרחיקי לכת שחלו במבנה הקונסטרוקטיבי של הכבל החד-גידי למתח גבוה בעל בידוד פוליאטילן מוצלב.

מטרת שינויים אלו הייתה להבטיח אורך חיים מוגדל לכבלים ללא תלות מכניות וחשמל-יות כאחת.

טבלה 1

כבל N(A)2XY (אמפר)	כבל N(A)YY (אמפר)	חתך הכבל (מ"מ <sup>2</sup> )
89	73	4 × 25
125,5	105	4 × 50
186,5	156	4 × 95
239	200	4 × 150
321	268,5	4 × 250

## מבנה הכבל עם בידוד פוליאטילן מוצלב

מבנה הכבל עם בידוד פוליאטילן מוצלב, שסימונו N(A)2XY פשוט בהרבה לעומת המבנה של כבל בעל בידוד פי.וי.סי. משוריין.

ראשית המוליכים הם גידותיים (סקטוריאליים), שחוסכים מקום במבנה הכבל. שנית בידוד הפוליאטילן לן המוצלב דק יותר מאשר בידוד פי.וי.סי. לכבל זה אין שיירון או סיבון וכך בסיכומו של דבר הכבל היוו הרבה יותר קטן וקומפקטי לעומת הדגם הקודם.

אם נסכם יתרונות אלה יחד, שככל זה יחסון הוציא אות רבות בתפעול ובהתקנה וזאת בעיקר בגלל כושר העברת הורם המשופר בו ועקב מבנהו הפשוט.

## כבלי מתח גבוה

לפני כ-30 שנה הוכנס לשימוש בארצות רבות בעולם כבל עם בידוד פלסטי למתח גבוה. בארצנו הוכנס כבל זה לשימוש לפני כ-15 שנה. עד אז השתמשו לרשתות תת-קרקעיות אך ורק בכבלים עם בידוד ניר רווי שמן. כבלים אלו היו והם עד היום כבלים אמניים, אך העבר דה עימם קשה מאד, מלוכלכת, דורשת ידע רב בעבור דות כבלים ואביזרים מסורבלים ויקרים.

מסיבות אלה הוכנסו לשימוש כבלים עם בידוד פלסטי, שהם כבלים פשוטים בהרבה, זולים יותר, והעבודה עימם אינה מסובכת ואינה דורשת אביזרים ברמה טכנולוגית גבוהה כל כך.

המבנה המוכר בכבלים בעלי בידוד פלסטי (במקרה שלנו פוליאטילן מוצלב) הוא פשוט ואפשר לראותו באור 1.

## כבל מתח נמוך עם בידוד פוליאטילן מוצלב

הכבל העיקרי הנמצא עד היום בשימוש בעולם ובארץ הוא כבל עם בידוד פי.וי.סי. כבל זה התקבל באירופה בצורתו הפשוטה, ללא שיירון וסימונו לפי התקן גרמני הוא N(A)YY.

בארץ הוכנס כבל זה לשימוש ככבל משוריין וסימונו – N(A)FGbY או N(A)YBY (שני סוגי כבלים אלה מובדלים בצורת שיירונם). כבלים אלה שרתו ומשרתים עד היום את הצרכנים בכל מקום בעולם, כולל ישראל, בצורה נאמנה ובמשך שנים רבות.

תוך כדי הנחת הכבלים ובזמן תפעולם התעוררו בארץ מספר בעיות הנובעות מסיבובים ואי גמישותם של הכבלים בגלל שיירונם.

לשיירון בכבלים יש שני תפקידים עיקריים:

אחד חשמלי – להוות הארקה לכבל.

והשני נועד להגנה מכנית של הכבל.

כיום מוכרות שיטות אחרות של הארקות מתקנים ולכן אין צורך בהארקות הכבלים בצורת שיירון.

גם תפקידו השני של השיירון – הגנה מכנית אינו בר

תוקף כיום מסיבה פשוטה; כל ציוד חפירה כבד יכול לגרום נזק וזה לכבל בין אם הוא בעל שיירון או לא. הבעיה השנייה נעוצה בעובדה שעד היום נהוג להשתמש בארץ במוליכים עגולים, שזורים, שאינם תקינים בשום מקום בעולם ואינם מעוגנים בשום תקן בינלאומי או לאומי כל שהוא. השימוש במוליכים עגולים תרם רבות להגדלת קוטרו החיצוני של הכבל וכן לסרבולו בעבודה.

הבעיה הקיימת של כבלים בעלי בידוד פי.וי.סי. לא הייתה מוכרת בדרך כלל לצרכני הכבלים.

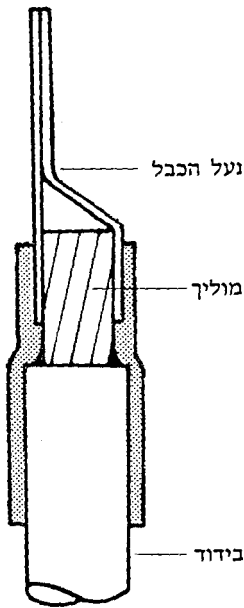
בארץ טמפרטורת הקרקע, ברוב חודשי השנה, מגיעה עד ל-35°C, ולא כמו במדינות אירופה, בהן טמפרטורת הקרקע לצורך הישוב כושר העברת הורם היא רק 20°C.

כבבלים בעלי בידוד פי.וי.סי. ניתן להשתמש עד לטמפרטורה של 70°C וכושר העברת הורם בכבלים שיוצרו עד היום בארץ היה נחות בהרבה לעומת נתונים של יצרנים באירופה. מסיבה זאת היה צורך למצוא סוג של בידוד אחר, שיאפשר שימוש גם בטמפרטורות שמעל 70°C.

ואמנם, בידוד כזה – פוליאטילן מוצלב היה מוכר ליצרני הכבלים בעולם, בהיותו משמש כבידוד לכבלים למתח גבוה. יתרונו של בידוד זה הוא אפשרותו לשימוש קבוע בטמפרטורה של עד 90°C, נתון זה מאפשר העברת זרם מוגדלת בכבל באותו חתך, מאשר בכבל עם בידוד פי.וי.סי. את ההפרשים ניתן לראות בטבלה מס' 1. הנתונים בטבלה מחושבים לטמפרטורת קרקע של 35°C.

אינג' א. שטיינר – הרשת הארצית, אגף הצרכנות חברת החשמל

איור 2  
אטימת קצות הכבל בנעלי כבל



בעיה נוספת של הכבלים בעלי המבנה הנוכחי הוא "שכבה חצי מוליכה", הנמצאת מעל בידוד הכבל והעשויה מגרפית.

גרפית היא אבקה, שקשה מאד להתדירה כשכבה אחי דה מעל לבידוד ולכן הנתונים החשמליים של הכבל אינם מושלמים. היתרון של שכבת גרפית הוא בכך, שניתן להורידה בקלות בזמן ביצוע סגירות סופיות או מופות.

במקום התקנת שכבת גרפית כאמור לעיל החלו יצרני הכבלים להשתמש לפני מספר שנים בשכבה חצי מוליכה יצוקה (EXTRUDED) מעל לבידוד הכבל. שכבה זאת נעשית תוך תהליך היצור, כפי שנועשת השכבה החצי מוליכה מגרפית ומותקנת מעל למוליך ומהווה גוף אחיד. שכבה זאת הינה אחידה ולכן נתנו החשמליים של הכבל הם מושלמים.

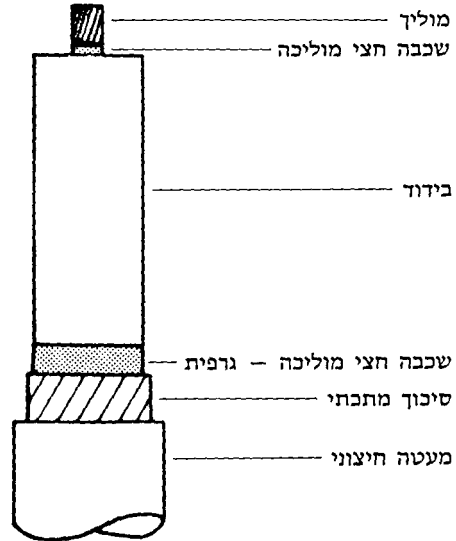
במרוצת השנים התפתחו שתי שיטות יצור של שכבה זאת; אחת בצורה מושלמת, מודבקת על בידוד הכבל והצורה השניה כשכבה אשר ניתנת לקלוף קל (EASY PEELABLE).

הבעיה של שכבה, אשר ניתנת לקלוף קל היא בכך, שקיימת סבירות להיווצרות בועות אויר בין הבידוד לבין הסיכוכ, דבר שיכול לגרום לפריצה חשמלית. מאי דך קיימת הבעיה של קילוף השכבה החזקה לבידוד הכבל, אך בעיה זאת נפתרה והיום ישנם כלי עבודה המאפשרים קילוף השכבה בצורה מושלמת.

**סיכום**

ניתן לומר, שאנו מצפים לכך שכל החידושים הללו יוכנסו לשימוש יום יומי ואנו נקבל כבל טוב יותר ואמין יותר ונאפשר אספקת אנרגיה חשמלית סדירה.

איור 1  
מבנה כבל בעל בידוד (פוליאתילן מוצלב)



מבנה של כבל זה סיפק במשך זמן רב את דרישות היצרנים והצרכנים ורק לאחר שימוש במשך מספר שנים, נתגלו בו נקודות התורפה שלו.

הבעיה העיקרית בכבל זה היא רגישותו הרבה לרטוי בות, אשר יכולה לגרום להתפשטות תופעת "עץ" (TREEING) בתוך בידוד הכבל ותוך תקופה קצרה לפריצה חשמלית.

לאופן חדירת הרטיבות לתוך הכבל ישנם כמה אפשרויות:

האפשרות הראשונה היא דרך שיוור המוליך, במידה והמוליך אינו דחוס (קומפקטי) ואינו אטום בקצוות הכבל יכולה לחדור רטיבות דרכו לתוך הכבל ולתקוף את השכבה החצי מוליכה ודרכה את הבידוד. הפתרון לבעיה זאת הוא פשוט מאוד, ניתן לבנות את המוליך בצורה בלתי שווה אך מלאה (SOLID) ולמנוע בכך הדי רת רטיבות לתוך הכבל.

מאידך, הכבלים בעלי מוליך מלא הם בלתי גמישים, דבר שמקשה ביצוע עבודות עימם. לכן עדיף למנוע את חדירת הרטיבות לפני כניסתה למוליך וזאת על ידי אטימת קצוות הכבלים בנעלי כבל. (ראה איור 2).

האפשרות השניה לחדירת הרטיבות לתוך הכבל היא דרך המעטה החיצוני של הכבל. מעטה זה עשוי כיום מחומר פי.וי.סי., שהוא חומר רך ואינו עמיד בפגיעות מכניות העלולות להתהוות בזמן יצור הכבל, הובלתו, הנחתו וגם בזמן תפעולו. לחיצה קטנה על הבידוד עם מכשיר חד או אבן יכולה לגרום לחיתוך מעטהו החיצוני וי וכן לחדירת רטיבות לתוך הכבל.

לבעיה זאת ישנם היום שני פתרונות: אחד הוא החלפת המעטה החיצוני מפי.וי.סי. רך לחומר קשיח יותר, העמיד גם בפגיעות מכניות. החומר המתאים למטרה זו הוא פוליאתילן בצפיפות חומר גבוהה שוי מחומר זה הינו קשיח ביותר עד כדי כך, שהכבל ניתן לקיפול רק בקושי רב, אך מאידך כבל זה מוגן בצורה מושלמת.

הפתרון השני הוא באמצעות שכבה מיוחדת, המותקנת בין הסיכוכ של הכבל לבין המעטה החיצוני שלו, ברגע שהרטיבות חודרת דרך המעטה החיצוני לכבל נרטבת שכבה זאת ומתרחבת וסותמת בכך את התפשטות המים לתוך הכבל. שכבה זאת יכולה להיות או בצורת אבקה או כשכבת גומי מיוחדת.

# מכשירים השמליים ביתיים – מידע על הספקים, צריכת השמל ותקינה

אינג' בנו קנול

עליית רמת החיים מתבטאת, בין היתר, בריכוז וגיוון מכשירי החשמל בהם נהוג להשתמש בבית. יחד עם זאת, עליית תעריפי החשמל אשר באה בעיקבות עליית מחיר הדלק מחייבת בחירה וניצול נכונים של מכשירי החשמל הביתיים.

חשוב להכיר שני איפיונים חשמליים – תפעולים עיקריים של המכשירים:

- **הספק חשמלי, הנמדד בואטים ומודפס על תווית המכשיר.**
- **הצריכה, הנמדדת בקוט"ש על ידי מונה החשמל.**

מודעות ציבור החשמלאים על רמותיו השונות לשני המאפיינים הנ"ל תתרום ללא ספק לתכנון נכון של מתקן החשמל, לביצוע נאות ולניצול יעיל של אותו מתקן. כן עשוי מידע זה לסייע בידי החשמלאים בהסברה כאשר הם באים במגע עם ציבור הצרכנים, לקוחותיהם.

בהתפתחות המשק היצרני של מכשירי החשמל הביתיים מורגשת לאחרונה מודעות להורדת צריכת החשמל תוך אבטחת איכות המכשירים בהתאם לנתונים התפעוליים הספציפיים של כל מכשיר ומכשיר. יכולת המכשירים לעמוד בדרישות הטכנולוגיות והבטיחותיות המפורטות בתקנים הרלבנטיים היא ערובה לאיכות גבוהה וזקניות המכשירים.

## מיון המכשירים החשמליים הביתיים

ניתן למיין את המכשירים החשמליים הביתיים כדלקמן:

**על בסיס הספק החשמלי הנקוב (בואט):**

**מכשירים בעלי הספק חשמלי גבוה, כגון:**

- מכשירים להסקת תדרים
- מזוגי אוור (חלון ומפוצלים)
- מכשירים לחימום מים ולהרתחתם
- תנורי כישול, אפיה וצליה
- מכונות כביסה ומייבשי כביסה
- מדיחי כלים
- מנהצים
- מצנמי לחם
- שואבי אבק
- מערבלים
- כירות
- פלטות שבת

**מכשירים בעלי הספק חשמלי נמוך, כגון:**

- מכשירי תאורה
- מקררים ומקפיאים
- טלוויזיות
- מערכות קול
- מכשירי וידאו וכו'
- מאורדי שולחן
- סדינים חשמליים

**מכשירים בעלי הספק חשמלי נמוך מאד, כגון:**

- מכשירי רדיו
- שעוני חשמל
- מכונות גילוח חשמליות
- מברשות שיניים חשמליות וכו'.

על בסיס תצרוכת החשמל שלהם (בקוט"ש):

**מכשירים בעלי צריכת חשמל גדולה:**

מכשירים בעלי הספק חשמלי גבוה וזמן הפעלה ממושך:

- ★ תנורים חשמליים להסקת חדרים (ת"י 149 – רשמי):

– קונוקטורים בהספקים: 2000; 1750; 1500; 1000; 750; 500 ואט.

אינג' ב. קנול – המחלקה לפיתוח הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

- מפזרי חום בהספקים: 3000; 2400; 2000 ואט.
- תנורים קורנים, בהספקים: 2200; 2000; 1700; 1600; 1500; 1200 ואט.
- רדיאטורי שמן בהספקים: 2500; 2000 ואט.
- ★ **מוזגי אוויר כמפזר בטבלאות 1, 2.**

טבלה 1

הספקים של מוזגי חלון בהתאם לתפוקת הקירור והחימום שלהם (ת"י 994 חלק 1)

תפוקת קירור (Btu / Hr)	הספק (W)	תפוקת חימום (Btu / Hr)	הספק (W)
8000	1200	7900	1300
9100	1400	9400	1500
11300	1600	10800	1650
14000	2200	12500	2150
15100	2150	15000	2100
18000	2500	18000	2800
23600	3400	21000	3400

טבלה 2

הספקים של מוזגים מפוצלים עג"י תפוקת הקירור והחימום שלהם (ת"י 994 חלק 2)

תפוקת קירור (Btu / Hr)	הספק (W)	תפוקת חימום (Btu / Hr)	הספק (W)
12000	1600-1700	10000	1450
14700	2150	11000	1600-1700
15500	2000	13200	1900
18000	2500	14000	2000
19000	2600	16000	1970

הערה:

הנתונים הנ"ל נכונים בגבולות טמפרטורה של:

26.6°C – אויר פנימי, 35°C – אויר חיצוני (בתהליך הקירור).

7.2°C – אויר חיצוני (בתהליך החימום, כאשר המזג מופעל כמשאבת חום הפועלת במחזור הפוך.

קיימים דגמים של מכוונות כביסה ויבוש משולבים, אשר עבור תהליך היבוש מורכבים בהן גוף חימום נוסף ומאוורר.

**★ מכוונות ליבוש כביסה (אין עדיין ת"י)**

**טבלה 5  
הספקים של מכוונות ליבוש כביסה**

הספק כללי (ואט)	הספק גוף החימום (ואט)	הספק המנוע (ואט)
1960	1750	210
2160	2000	160
2600	2400	200
3300	3000	300

הערה:

הספקם מורכב מהספק גוף החימום והספק המנוע.

**★ מדיחי כלים (אין עדיין ת"י)**

**טבלה 6  
הספקים של מדיחי כלים**

הספק כללי (ואט)	הספק גוף החימום (ואט)	הספק המנוע (ואט)
1250	1000	170(80)
1600	1400	200
2100	1800	300(90)
3200	2800	400
3350	3000	350(60)

הערה:

הספקם הכללי מורכב מהספק גוף החימום והספק המנוע (או המשאבה):

**★ כידות חשמליות (ת"י 856)**

מורכבים ממספר משפטים, אשר הספקם: - משפת אחד: 1000; 1200 ואט. - שני משפטים: 2200 ואט

מכשירים בעלי הספק חשמלי נמוך אך זמן פעולה ממושך (במשך כל שעות היום):

המכשירים החשמליים השייכים לקבוצה זו, מהווים בדרך כלל את המרכיב העיקרי בצריכת החשמל החדשית.

★ במכשירים הנכללים בקבוצות הנ"ל ניתן לווסת את הטמפרטורה או לבחור בתוכנית עבודה מתאימה, ועל ידי כך להשפיע באופן משמעותי על צריכת החשמל החדשית שלהם.

**★ מקררים ומקפיאים (ת"י 721 - רשמי)**

מפורטים להלן נתוני הצריכה היומית של מקררים ומקפיאים חשמליים (ראה מאמר על "יעול וחיסכון בצריכת החשמל של המקרר" - ב"התקע המצדיע" 17 - יולי 1977).

**טבלה 7  
מקדר אוטומטי:**

קבול כללי (ליטר)	צריכה ליממה (קוט"ש)
400-290	2.9-1.6
450-400	3.4-2.3

**★ דודים חשמליים לחימום מים (ת"י 69.1 - רשמי):**

הספק גופי החימום בהתאם לגופי הדוד:  
80 ליטר..... 1000 ואט  
120 ליטר..... 1500 ואט  
1500 ליטר..... 1800 ואט

נגדלים אחרים הספק גוף החימום מחושב לפי 12,5 ואט לכל ליטר של קיבול הדוד.

**★ מחממי מים מיידיים:** מיועדים לחימום המים תוך כדי זרימה, והספקם כדלקמן:

6000; 5000; 4000; 3000 ואט בהתאם ליעוד השימוש.

הערה:

יש לציין שאף אחד מבין היצרנים של מחממי המים המיידיים, המשווקים את מוצריהם בשוק הישראלי לא קיבל עד היום היתר מטעם מכון התקנים לסר מון מוצריו בתורתקן או סימן השגחה.

**★ תנורי בישול, אפיה וצליה משולבים (ת"י 1049)**

**טבלה 3**

**הספקים של תנורים משולבים לאפיה ולצליה**

הספק כללי (ואט)	הספק תא האפיה (ואט)	הספק תא הצליה (ואט)
4500	2500	2000
4000	2400	1600
3900	2300	1600
3759	2000	1750

הערה:

ההספק הכללי מתחלק בין תא האפיה ותא הצליה.

קיימים תנורים משולבים בעלי תא אחד לאפיה וצליה המופעלים בשיטת "טורברטרם". דרגת החום נקבעת על ידי תרמוסטט ופוזורו נעשה על ידי מאוורר, כך שהטמפרטורה בתוך התא היא אחידה. כך ניתן למשל לאפות 2-3 תבניות ברימנית.

ההספקים של התא האחיד, ביחס לגופו התא, הם כדלקמן: 2250; 2350; 2700; 2840 ואט.

★ **מכוונות כביסה (ת"י 322 - רשמי):** הספקם הכללי מתפתח בעת תהליך חימום המים והוא מורכב מהספק גוף החימום והספק המנוע (תהליכי הסחר טה והורקת המים בעזרת המשאבה מתבצעים מחוץ לתהליך חימום המים).

**טבלה 4**

**הספקים של מכוונות הכביסה ומרכיביהם:**

הספק כללי (ואט)	הספק גוף החימום (ואט)	הספק המנוע בפעולת סחיטה/כביסה (ואט)	הספק המשאבה (ואט)
2150	1850	300/540	70
2200	1900	300/600	80
2200	1950	250/480	70
2400	2200	200/540	90
2600	2400	200/680	100
2700	2500	225/520	60
2800	2500	270/700	95
3230	3000	230/580	90



**טבלה 8**

מקרר אוטומטייבש (NO-FROST):

קירובל כללי (ליטר)	צריכה ליממה (קוט"ש)
452-400	4.3-3.2
500-453	3.3
600-500	5.4-4.3
מעל 600	5.5-4.2

**הערות:**

1. המקררים המיובאים מארה"ב בנויים למתח 110 וולט בתדר של 60 הרץ. במקררים אלו, כדי להתאימם לנתוני הרשת הארצית, יש להרכיב שוני הספק: 110/230 וולט; בהפעלת המקרר שמתוכנן לתדר של 60 הרץ ומופעל בתדר של 50 הרץ יורד ההספק הנקוב ב-17%.

כתוצאה מכך מוארך הזמן עד להשגת הטמפרטורה המתוכננת באמצעות הטרמוסטט, מצב שגורם לצריכת חשמל מוגדלת.

2. מקרר אוטומטי - יבש צורך חשמל בכ-25% יותר ממקרר אוטומטי דומה. הגורם העיקרי לכך הוא הספק גוף החימום להפשרה מחזורית אשר פועל בערך כל 6 שעות במשך חצי שעה, ונגדלו נתון בהספקים הבאים: 332; 400; 484; 500; 515; 625; 650; 700; 775 ואט (בהתאם ליצרן ולקיבול המקרר).

מרכיב מישני בצריכת החשמל של המקרר הוא הספק המדחס שוע בין 90-245 ואט, בהתאם לקיבול הכללי של המקרר.

**טבלה 9**

צריכת החשמל של המקפיאים

קירובל המקפיא (ליטר)	צריכה ליממה (קוט"ש)
140 (146)	1.3-1
250-200	1.7-1.3

**הערה:**

המרכיב העיקרי לצריכה זו נובע מהספק המדחס (90-155 ואט).

**\* פלטות שבת**

המותקנות בתוך התנורים המשולבים - 150-180 ואט. פלטות שבת נפרדות - 300-350 ואט.

**מכשירים בעלי צריכת חשמל קטנה**

מכשירים בעלי צריכת חשמל קטנה: הם המכשירים שהספקם החשמלי הוא גבוה, אך מופעלים פרקי זמן קצרים יחסית כגון:

\* **תאי צליה** (ת"י 829-רשמי) בהספקים: 650; 400; 800; 1200; 1500; 1800 ואט.

\* **מצנמי לחם** (ת"י 793-רשמי) בהספקים: - לשתי פרוסות לחם: 600; 750; 900; 1000 ואט.

- לארבע פרוסות לחם: 1200; 2000 ואט.

\* **תנורי "מיקרווינג"** (ת"י 1150): מבצעים את תהליכי הבישול והצליה בתדירות של 2450 מגה-הרץ. תנור רים אלו מיוצרים בהספקים של 1200; 1300; 1350; 1400 ואט (ראה מאמר בחוברת "התקע המצדיע" למת"י מרצונו החופשי בבקשה לקבל היתר לסמן את מוצריו בתרתקו, ולמטרה זו הוא מעביר לבדיקה במעבדות המכון המוצריו.

\* **שואבי אבק** (ת"י 957) בהספק חשמלי של המנוע כדלקמן:

450; 750; 800; 850; 1000; 1100 ואט. קיימים מספר דגמים שניתן לבחור מביניהם תוכניות שאיבה בהספקים שונים, באותו מכשיר, כגון: 400; 600; 900; 1100 ואט.

\* **מנהצים** (ת"י 182-רשמי) בתחום הספקים מ"900 ועד 1200 ואט.

\* **מערבלים** (ת"י 1100) בתחום ההספקים 400-600 ואט.

\* **קומקומים חשמליים** (ת"י 251) בהספקים בין 600-2400 ואט. בהתאם לנפח המכשיר וכמות המים שיש להרתיח.

**מכשירים בעלי צריכת חשמל קטנה מאוד**

מכשירים בעלי צריכת חשמל קטנה מאוד: הם המכשיר רים שהספקם נמוך יחסית ומופעלים שעות ספורות ביממה:

\* **מכשירי טלוויזיה צבעונית** (ת"י 250 - רשמי):

**טבלה 10**

טבלת הספקים של מכשירי טלוויזיה צבעונית בהתאם לאורך האלכסון של המסך

אלכסון המסך (אינץ')	הספק (ואט)
14	60*58*47*45
16	70*64*58*47*45
20	70*68*60*55
22	120*90*88*80*70
26	130*110*100
27	120*110*100*82*75

\* **מאווריר שולחן** (ת"י 483) - הספקם נע בין 50-90 ואט.

\* **סדינים חשמליים** (ת"י 583) - הספקם נע בין 90-120 ואט.

**הערה:**

ישנם מספר מכשירים חשמליים ביתיים נוספים בעלי צריכת חשמל מזערית כגון: מכשירי רדיו, מכשירי וידאו, או, שעות חשמלי, מכונת גילוח חשמלית, מברשת שיניים חשמלית, שמשקלם בצריכה החודשית הוא אפסי.

**תקינה**

התכונות והאיכות של המכשירים החשמליים הביתיים נבדקות, בדרך כלל, לפני הפצתם בשוק, במכון התקנים הישראלי (מת"י).

מכון התקנים היוו גוף ממלכתי מקצועי שמטרותיו העיקריות הם הכנת התקנים ואבטחת איכות המוצרים.

המכון עורך סקרים ומחקרים, מבצע בדיקות במעבדות המכון לצורך בדיקת התאמת המוצרים לדרישות התקנים הישראליים והביקור לאומיים, מעניק תרתקן למוציא רים שונים לכדומה.

בדיקת המכשירים הביתיים הנפוצים מתבצעת תוך התבססות על התקנים שצוינו בסוגריים בתוך המאמר.

המכשירים שעבורם אין עדיין תקן ישראלי (לדוגמה מייבשי כביסה ומדיחי הכלים), נבדקים על בסיס תקנים כלליים יסודיים כגון: ת"י 900 - "כללי בטיחות למכשירי חשמל לשימוש ביתי ולשימושים דומים". תהליך בדיקה זה מתבצע כאשר היצרן או היבואן פונה למת"י מרצונו החופשי בבקשה לקבל היתר לסמן את מוצריו בתרתקו, ולמטרה זו הוא מעביר לבדיקה במעבדות המכון המוצריו.

כאשר סיכום תהליך הבדיקות הוא חיובי, מוענק למורצר תורתקן והיצרן הוא הנהנה העיקרי מיתוצאות בדיקות אלה, כאשר הוא רוכש מוצר בעל תרתקן.



★ תקניות מוצרים מיובאים

ממשלת ישראל הוציאה צו ("צו יבוא חופשי"), דיני רישוי יבוא וייצוא - כרך ב', קובץ דיני המיסים (קד"מ 378) המתנה את יבואם ושייוקם של מוצרי דים שונים, בעמידתם בכל דרישות התקנים או המפרטים הישראליים הרלבנטיים הקיימים. תקנה זו באה להבטיח את הציבור בפני מוצרים שרמת בטיחותם ורמת איכותם הן נמוכות, ולמנוע תחרות בלתי הוגנת עם מוצרי התעשייה המקומית העומדים בדרישות התקנים והמפרטים הרלבנטיים. בדיקות ההתאמה של המוצרים המיובאים לתקנים או מפרטים ישראליים מתבצעות במעבדות שונות של מכון התקנים הישראלי.

כלי פשוט להבחנה בין מוצרים תקינים לבין מוצרים אחרים, כלי שמבטיח איכות אופטימלית, רמת בטיחות מירבית ורמה תפעולית מתאימה של המוצרים.

★ תורתקן חובה:

קיימים מספר מוצרים שהתקנים החלים עליהם הם תקנים רשמיים (ביניהם מספר רב של מכשירי חשמל ביתיים) הקשורים במיוחד בבטיחות ובריאות הציבור.

במקרים אלה רשאי שד התעשייה והמסחר לפרסם צו האוסר ייצור המוצרים, אלא אם הם מסומנים בתורתקן. בצו הראשון שפרסם השר בענין זה כלר לים מוצרים אלה:

- תנורי בישול ואפיה
- מקררים ומקפיאים
- מכונות כביסה
- אוגרים (דודי שמש)
- תקעים ובתי תקע חשמליים
- קולטי שמש
- מטפים לכיבוי אש.

★ סימן השגחה



ישנם מקרים בהם לא קיים תקן ישראלי אשר יכול לשמש כסיס תיקני לייצור מוצר מסוים; במקרים אלה רשאי מת"י לקיים את הפיקוח על הייצור על פי מפרט מאושר.

ליצור מוענק היתר לסמן את מוצריו בסימן השגחה שצורתו דומה לצורת תורתקן אך במקום האותיות ת"י (תקן ישראלי) שאותן חובקת המחוגה, חובקת האות "מ" (מפרט).

יש לציין כי מבחינתו של הצרכן אין הבדל בין שני הסמלים.

★ תקן רשמי

לשד המסחר והתעשייה נתונה הסמכות להכריז על תקן מסוים כתקן ישראלי רשמי, באחד מהמקרים דלקמן:

- הדבר דרוש לשמירה על בריאות הציבור ובטחונו.
- להבטחת רמה נאותה לתוצרת הארץ,
- ליעול המשק,
- להגנת הצרכן.

החל מפרסום התקן כתקן כרשמי, אין לייצר את המוצר ואין למכרו, לייבאו, לייצאו או להשתמש בו בכל עבודה שהיא, אלא אם הוא מתאים לתקן הרשמי.

כמו כן אין לבצע עבודה כאשר הכללים הטכניים של תהליכיה נקבעו כתקן רשמי, אלא אם מתאים תהליך העבודה לדרישות התקן.

המלצות לסיכום

עם רכישת מכשיר חשמלי ביתי או בעת השימוש במכשיר קיים, יש לשים לב למספר דברים כפי שמשמע מן המאמר:

א. על המכשיר מודבקת תווית המציינת את נתוני החשמליים ומאפשרת שילובו הנכון במתקן החשמלי הקיים. מבחינת התאמת המכשיר לנתוני רשת ההזנה הארץ צית (230 ואט - 50 הרץ), ומבחינת העומס החשמלי המותר בהתאם לגודל החיבור ובטיחות המתקן.

ב. המכשיר סומן בתורתקן או סימן השגחה, כערוכה לאיכותו, בטיחותו ותקינותו של המכשיר.

ג. עם רכישת המכשיר מקבל הקונה גם מידע רחב (רצוי בכתב) על אופן השימוש במכשיר הביתי כדרך אפשרית להורדת צריכת החשמל, תוך ניצול אופטימלי של נתוניו התפעוליים.

במחלקה לפיתוח הצריכה של חברת החשמל ישנו מידע רחב על המכשירים החשמליים הביתיים והמהלך קה מוכנה לסייע בידי הצרכנים למיניהם ביעוץ והדור כה בכיוון החיסכון באנרגיה החשמלית בחומר הסברתי כתוב המתייחס לנושאים אלה.

מה חשב התקניה

ת"י 251 חלק 2 - מכשירי חשמל לחימום נוזלים: מכשירים לחימום מים ולהרתחתם

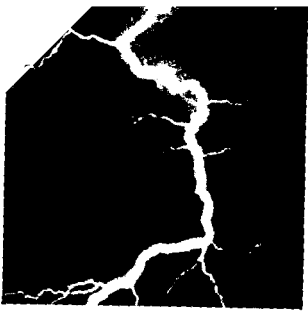
Electrical appliances for liquids heating: appliances for water heating and boiling

תקן זה חל על מכשירי חשמל לחימום מים ולהרתחתם, המיועדים לשימוש במטבחים המשרתים מספר רב של אנשים, כגון במשרדים, במזנונים, בבתריהות ולשימושים דומים. בתקן פורטו תוראות לגבי ערכים טמפיליים, הנגב מפני הלם חשמל, הספק מכוא וורם, פעולה כתבאים של עומס יתר כמכשירים בעלי טפי חימום, עמידות ברטיבות, חוזק מכני וכו'.

ת"י 608 - משפתי חשמל למכשירי בישול ביתיים

Electric plates for domestic cooking appliances

(גיליון תיקן 1-4 לתקן מאפריל 1971)  
בגיליון תיקן זה הובאו שינויים בטעימים, המחייבים לכדיקת אינדיאידואליות, להספק נומינלי של משפתיים וקוטריהם, להספק מכוא ושטח פשיתה, בדיקת הנציכות וכו'.



# הגנה פנימית בפני פתחי יתר הנוצרים מפגיעות ברקים ישירות ועקיפות

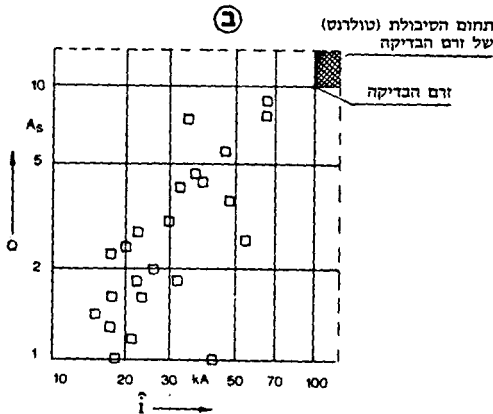
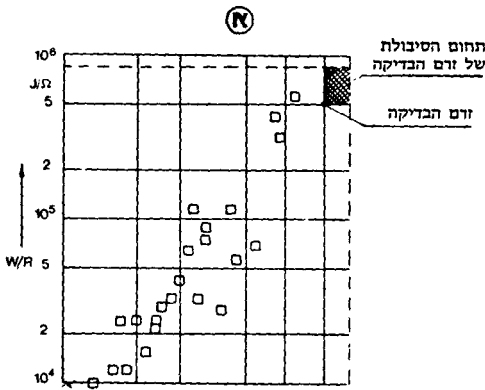
ד"ר אינג' פטר הסה – פרופסור ד"ר אינג' יוהנס וויזינגר\*

בהתאם לתקן VDE 0185 יש למנוע הופעת מתחי יתר בין רשת החשמל ובין פס השוואת הפוטנציאלים. יש לדאוג כי במקרה של פגיעת ברק, יעבור זרם הפריקה דרך התקנים למניעת מתח יתר אל פס השוואת הפוטנציאלים.

IEC 664 מגדיר את כושר העמידה בעומס הורמים הנ"ל וכן את הדרישות לרמות הבידוד. כוונת מאמר זה היא לדון במבנה ובתכונות התקנים חדישים למניעת מתחי יתר ולהבהיר את עקרונות הבדיקה עבור התקנים אלה.

יש לציון כי בשלב הנוכחי אין עדיין תקנים ישראלים המתייחסים להתקנה פנימית בפני מתח יתר.

איור 1  
השוואה בין ברקים בעלי פרמטרים שונים:  
א. אנרגיה ספציפית W/R. ב. מטענים Q.



## השוואת פוטנציאלים – הגנה בפני ברקים

לפי ההוראות החדשות של תקן VDE 0185 – "הגנה בפני פגיעות ברקים", אשר יצא לאור בהדפסה סופית בחלקים אחד ושניים, נדרשת, בנוסף להגנה החיצונית, גם ביצוע הגנה פנימית בפני פגיעות ברקים ע"י השוואת פוטנציאלים. \*1

תפקיד ההגנה הפנימית הוא למנוע הופעת מתחי יתר מסוכנים לבני אדם או ציוד, בין חלקי מתקן מתכתיים שונים. מכאן נובעת הדרישה להשוואת פוטנציאלים לפי VDE 0190, נדרש גישור מתכתי בין פס השוואת הפוטנציאלים לבין כל השירותים העשויים מתכת הנמצאים במבנה. (ראה גם חוק החשמל – הארקות יסוד).

לפי התקנות החדשות ונוסף על כל האמור לעיל יש לשקול מניעת מתחי יתר במתקנים למתח נמוך. לשם כך יש לגשר, באמצעות התקנים למניעת מתח יתר את פס השוואת הפוטנציאלים אל מוליכי הפזות ואם אין איפוס, גם אל מוליך האפס.

נתונים על ערכים מירביים, אשר לפיהם יש להגביל את מתחי היתר במתקנים מופיעים בדו"ח IEC 664 ו-IEC 109. תקנים אלה מגדירים גם את רמות הבידוד הנדרשות.

## סיכונים כתוצאה מפגיעות ברקים ישירות ועקיפות

במסגרת מאמר זה, נתייחס לסכנות הנובעות מהופעת מתחי יתר, הנגרמים מברקים ישירים ועקיפים. כן נדון בדרישות המתייחסות להתקנים להגבלת מתחי יתר, כושר הולכת הזרם שלהם בזמן מעבר ברק ושמידת רמת בידוד נאותה בתנאים קשים אלה.

לאחרונה פורסמו מחקרים, אשר מתייחסים לקשר בין פסגת זרם ההתפרקות  $\hat{i}$  ומטען הברק Q. וכן לקשר בין אותו הזרם  $\hat{i}$  לאנרגיית הפריקה W/R (אינטגרל ג'ואל) (ראה איור 1).

נתייחס כאן להתפרקות ראשונית בלבד ולברק בעל קוטביות שלילית בין ענן לאדמה. תופעה זו היא הקר בעת את הפרמטרים אשר לפיהם יש לתכנן הגנה נגד מתחי יתר. זרם הלם בעל הנתונים הבאים:

$$\hat{i} = 100kA$$

$$Q = 10A_s$$

$$WR = 500kJ/\Omega$$

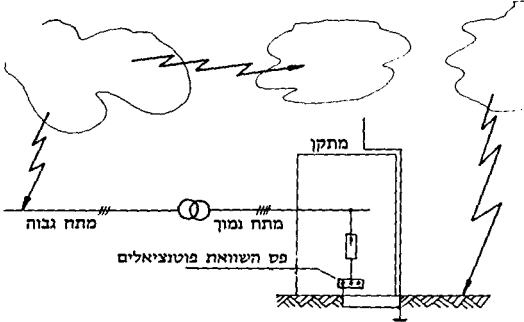
\*1 הערת המחברים: ההגנה בפני פגיעות ברקים מורכבת עקרונית משתי מערכות הגנה נפרדות: א. הגנה חיצונית (ראה תקן ישראלי ת"י 1173) המורכבת מקולטים ומערכת הולכה חיצונית. ב. מערכת הגנה פנימית: תפקיד ההגנה הפנימית הוא למנוע או להגביל את מתחי היתר בין חלקי המתקן השונים, שמקורם יכול להיות פגיעת ברק ישירה או גרר מתח הנגרם מפגיעת ברק רחוקה (עקיפה) וכן בלולאות מתכתיות.

\* תורגם ממאמר שפורסם בכתב העת ETZ כרך 104 חוברת מס. 1 – 1983 ותומצת ע"י מר ד. לינדמן, מחברת הנדסה אלקטרומכנית, חיפה.

**איור 3**

**דוגמא לסיכונים מפגיעת ברק רחוקה ועקיפה:**

- א. פגיעה ברשת מתח גבוה.
- ב. מתח השראתי כתוצאה מהתפרקות ברק בין עננים או פגיעת ברק באדמה.



במקרים אלה, יופיעו רכיבי מתחים גבוהים יחסית בין חלקי מתכת שונים או רשתות שונות. מתחים אלה הינם בעלי אנרגיה ועירה, אך עלולים לגרום נזק ניכר לציוד רגיש על ידי פריצת בידודו. הדרישות עבור התקן ני מגן לתנאים אלה וזרמי הבדיקה שלהם מוגדרות ב-VDE 0675.

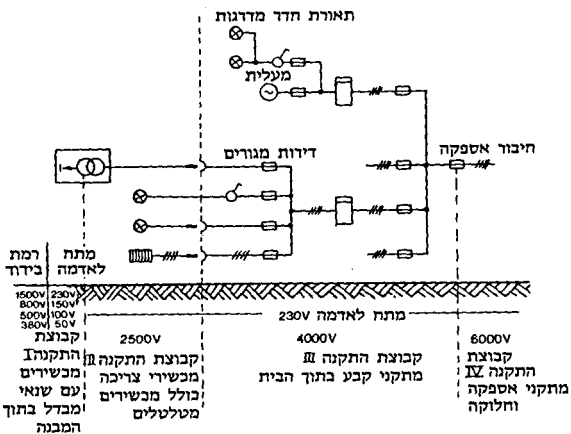
**רמת בידוד של קבוצות התקנה שונות**

בתקנים הגרמניים והבינלאומיים מוגדר מתח הלם שצורתו I.2/50 לביצוע בדיקות רמת הבידוד עבור קבוצות I, II, III, IV (קבוצות ההתקנה מוגדרות באיור 4). בדרך כלל, נהוג להרכיב ציוד להגנה בפני מתח יתר בקבוצת התקנה III ברמה זו, חייבים בהגנה בפני מתח יתר מעבר ל-4kV בכל מקרה של פגיעת ברק ישירה או עקיפה.

בחלקי מתקן מסוג התקנה I, יש להגן על כל רכיב לפי רמת בידודו המוגדרת. יש לציין שמתחי היתר אשר מופיעים בחלקי מתקן אלה, הם בעלי אנרגיות ועירות ומוזנים באמצעות שנאי מבדל המותקן במבנה.

**איור 4**

**מתח בדיקה מומלץ לפי קבוצות ההתקנה השונות**



מכסה את כל תחום הברקים הטבעיים (כפי שמתואר באיור 1). ולכן, הוא יכול לשמש כבסיס לבדיקות מעבדתיות של התקנים להגנה בפני מתח יתר, המיועדי דים גם לעמוד בפגיעות ברק ישירות.

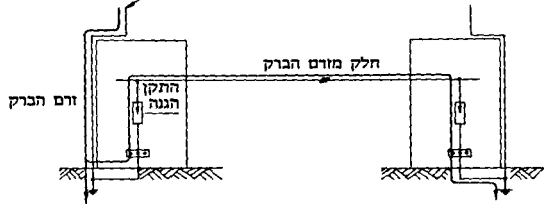
המטען Q קובע את אנרגיית הפריקה אשר תזרום דרך מפרץ הבטחון בזמן התופעה. האנרגיה הסגולית W/R היא זו שקובעת את הכוחות האלקטרוסטטיים המופיעים במסלול הזרימה.

לשם דמיו מעבדתי של ברקים עקיפים וכן זרמים מושראים במתקני מתח נמוך משתמשים לפי VDE 0675 חלק 1, במכת ורם בעוצמה 5kA בזמנים 20/2.8\* איור 2 מנתח את המתרשש במתקן חשמלי, בעת פגיי עת ברק ישירה. להלן סוגי הפגיעות:

**איור 2**

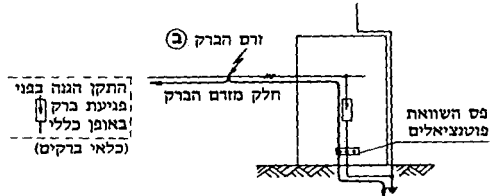
**תאור מתקן חשמלי בזמן של פגיעת ברק ישירה**

- א. פגיעת ברק במערכת ההגנה (איור 2 א')



הברק פוגע במערכת ההגנה או באנטנה על הגג. במקרה זה זרומם חלק מזרם ההתפרקות דרך פס השוואת הפוטנציאלים לאדמה. יתר הזרם ימצא דרכו לאדמה דרך פס השוואת פוטנציאלים של מב- נים אחרים. במידה וקיים איפוס מחוברים גם פסי השוואת הפוטנציאלים של מבנים אלה באמצעות שרותים מתכתיים משותפים או דרך מוליך האפס של רשת החלוקה. במקרה זה זרומם גם בנתיב זה חלק מהזרם. כאשר רשת החלוקה היא רשת בכבי- לים ולא קיימת הגנה בפני מתחי יתר, עלולים כבי- לים הקשורים למתקן להפריץ כתוצאה ממתחי יתר.

- ב. פגיעה ישירה ברשת האספקה (איור 2 ב')



במקרה של פגיעת ברק ברשת האווירית או בכבל תתי-קרקעי (למשל פגיעה בעץ ששורשיו נוגעים בכבל) זרמו זרמי תקלה חלקיים דרך פס השוואת הפוטנציאלים לאדמה.

מהאמור לעיל, מתבקשת המסקנה שהכרחי להגן על מתקנים באמצעות התקנים להגבלת מתח יתר. התקנים אלה חייבים להיות בעלי התכונות הבאות:

- א. על ההתקן למנוע מתח העולה מעל לרמת הבי- דוד של המתקן שעליו הוא מיועד להגן.
- ב. על ההתקן לעמוד בזרמי הפריקה הצפויים מפגיי עת ברק ישירה, גם כאשר התפרקות אלה מופיעות בהפרשי זמן של כמה מאיות שניה (ברק רב התפרקות).
- ג. לאחר העלמות מתח היתר (כתוצאה מקיצורו לאדמה) חייבת רמת הבידוד לחזור לקדמותה.

— מפרצים עם וריסטור צורן/ פחמן (Silicon / Carbid).  
 (מפרץ שסתום — לפי VDE 0675) המיועד להגנה  
 בפני פגיעות ברק עקיפות.

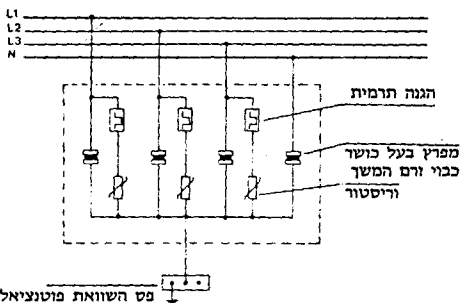
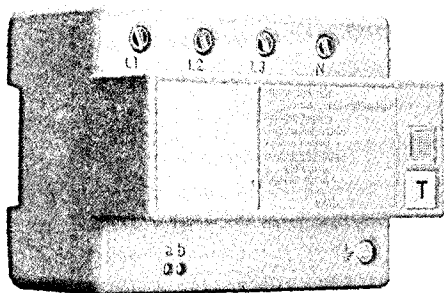
— וריסטורים (Metaloxidvaristor M.O.V.) של תחמוצת  
 מתכת מיועדים אף הם להגנה בפני פגיעות ברק  
 עקיפות.

— מפרצים מסוגים שונים, אשר עומדים בפגיעות ברק  
 ישירות ומסוגלים לכבות את קשת זרם ההמשך,  
 דהיינו קשת שהתהוותה מצרוף זרם 50Hz מרשת  
 האספקה זרם הברק (ראה איור 8).

מתחי יתר שנוצרים מפגיעות ברק עקיפות במתקני  
 פיקוד, מדידה, תקשורת ועיבוד נתונים, נהוג  
 להגבילם בהתקנים משולבים, הכוללים מפרצים  
 בשפופרת גז אוציל להגנה גסה, ואלמנטים של חצאי  
 מוליכים כהגנה עדינה.

איור 7 מראה התקן חדיש, המשלב הגנה בפני מתח  
 יתר, הנוצר מפגיעות ישירות או עקיפות, המיועד בעי  
 קר להגנה של מתקנים ביתיים. התקן זה כולל בגוף  
 אחד הגנה על כל המוליכים החיים, כאשר הוא מחובר  
 (לפי איור 7) בין מוליכי הפזות והאפס מצד הכניסה  
 ומפס השוואת הפוטנציאלים מצידו השני. עקרון  
 הפעולה של ההתקן מבוסס על חיבור של וריסטורים  
 של תחמוצת מתכת במקביל למפרץ בעל כושר לכבו  
 זרם המשך.

איור 7  
 התקן ההגנה וסכימת החיבורים שלו.



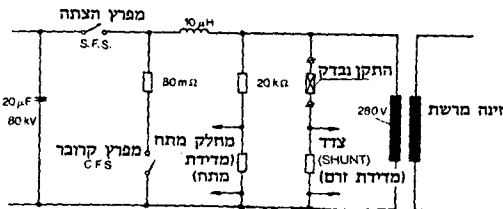
מתחי יתר שנגרמו מפגיעות ברקים עקיפות, או כתוצי  
 אה מהפרעות אלקטרומגנטיות אחרות ברשת מ.ג.  
 יוגבלו על ידי הוריסטורים ל- 2kV. (מתחי יתר מסוג זה  
 עלולים להופיע לעיתים תכופות אך הם בעלי אנרגיה  
 נמוכה).

במקרה של פגיעה ישירה, יורום תחילה דרך הוריסטור  
 זרם גדול יחסית, אשר גורם לעלית המתח (מפל מתח  
 גדול) בין הדקי הוריסטור. מתח זה יגרום להצתת המפ-  
 רץ ולהתפרקות זרם הברק דרכו ויקצר זמנית את  
 הוריסטור.

### דימוי פגיעת ברק ישירה

בעקבות מדידות של ברקים טבעיים, ניתן לשחזר את  
 הערכים הגבוליים שלהם כמעבדה בעזרת גנרטור לזרם  
 הלם. איור 5, מראה סכמת חיבורים של גנרטור מסוג  
 זה. גנרטור זה מפעיל על ההתקן הנבדק מתח זרם הלם  
 דמוי ברק, כאשר במקביל מחובר על ההתקן מתח  
 קבוע של 50Hz 280V וזאת על מנת לבדוק את כושר  
 הכיבוי וההולכה של ההתקן.

איור 5  
 סכמת חיבורים של מתקן בדיקה עבור התקן הגנה בפני  
 מתח יתר עם מתח כבוי של 280V.



איור 6 מראה אוסצילוגרמה זרם בדיקה של 100kA אשר  
 נוצר באמצעות המתקן הנ"ל עם זמן ירידה למחצית  
 הערך  $t_2$  של 100us. על מנת לקבל ערכים אלה, יש  
 צורך במטען Q של 10 אס אנרגיה W/R 500 kJ/Ω.  
 ניתן להשיג ערכים אלה בתנאי מעבדה עם הסיבולת  
 (טולרנסים) המתאימות לפי הטבלה הבאה:

$$\hat{i} = 100kA + 20\%$$

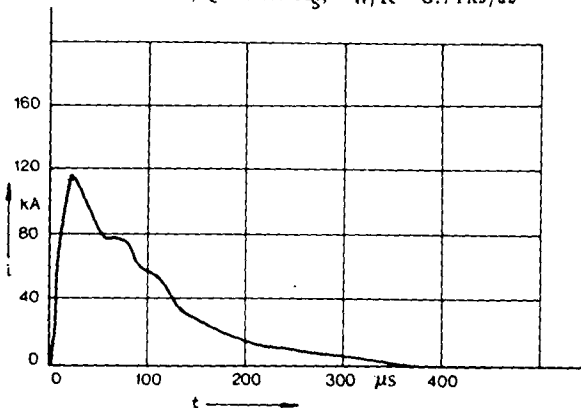
$$Q = 10A_s + 40\%$$

$$W/R = 500kJ/\Omega + 70\%$$

באיור 1 מתארות דיאגרמות ערכים אלה (כולל הסיביר  
 לות שלהם) בהשוואה למדידות ברקים בטבע.

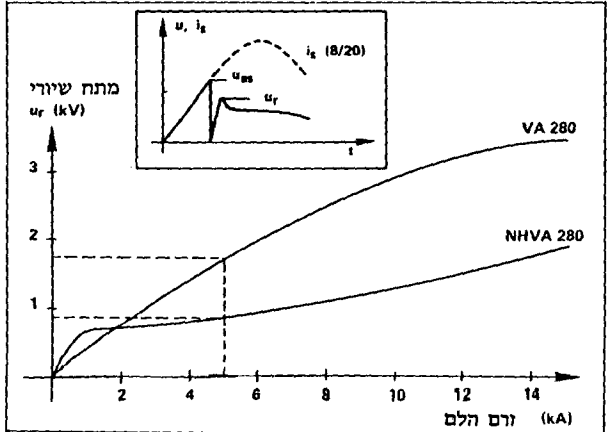
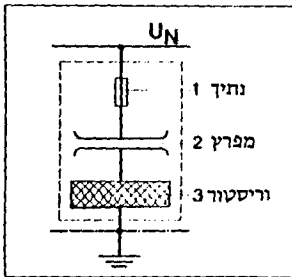
איור 6  
 עקומת זרם הלם — מיוצר על ידי גנרטור (לפי איור 5).

$$\hat{i} = 112kA; Q = 11.7 A_s; W/R = 0.71kJ/\Omega$$



### התקנים להגנה בפני מתח יתר כתוצאה מפגיעות ישירות ועקיפות

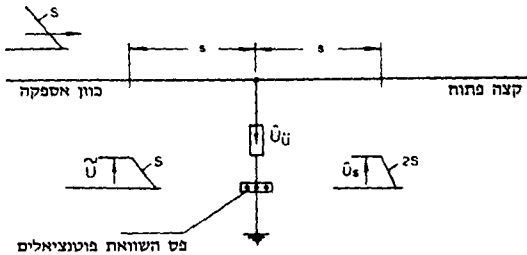
בטכנולוגיה המודרנית מקובל השימוש במספר שיטות  
 כהגנה בפני מתחי יתר במתקני מתח נמוך.



- $\hat{U}_s$  - ערך מקסימלי ב- kV המותר למתח יתר במתקן מוגן
- $\hat{U}_{\bar{u}}$  - ערך מקסימלי ב- kV שנובע מפעולת ההתקן
- S - שפוע המתח של גל ההלם התווך ב- kV/μs

איור 9

תחום ההגנה של "התקן להגנה בפני מתח יתר" לפני ואחרי מקום התקנתו



כאשר לדוגמא:

השיפוע הוא  $S = 10 \text{ kV}/\mu\text{s}$   
 מתח הפעולה של ההתקן הוא  $\hat{U}_{\bar{u}} = 2 \text{ kV}$   
 רמת הבידוד היא מסוג III  $\hat{U}_s = 4 \text{ kV}$   
 מקבלים את התוצאות הבאות:

$$s = \frac{150(4 - 2)}{10} = 30 \text{ m}$$

דהיינו, תחום ההגנה יהיה 30 מ' לכל צד ממקום הרכיב בת ההתקן.

סיכום

לפי תקן VDE 0109 ומסמך IEC 664 המתייחסים להגנת מתקני מ.ג., אמצעי ההגנה להגבלת מתח יתר, צריכים להתאים לדמת הבידוד של חלקי המתקן השונים. חשובים במיוחד מקומות המעבר בין מתקנים בעלי רמת בידוד III (רשת החלוקה) ומתקנים בעלי רמת בידוד IV (מתקן פנימי).

במילים אחרות, הכניסה למתקן היא המקום האופטימלי למיקום ההתקן על מנת להגן על המתקן בפני מתח יתר, הן כתוצאה מהפרעות ברשת והן מפני פגיעות ברקים.

כאמור לעיל, מפרץ זה הוא בעל כושר הולכה וכבוי של זרמים גבוהים (אנרגיה גבוהה). תכונות המפרץ הן כא" לה, המגדילים את הפרש הפוטנציאלים בין הרשת ופס השוואת הפוטנציאלים עד 3kV.

לאור האמור לעיל, ההתקן המשולב יעיל להגנה על מתקנים ברמת בידוד לפי דרגות III ו-IV ידוע שבמשך הזמן, יורד מתח התגובה של הווריסטור כתוצאה מפעולות תכופות והתפרקויות חלשות אך ממושכות יחסית (ערך אופייני זרם 100A לאורך 100ms). הוא מתחמם מעבר לגבול המותר ואז משתנה עקומת זרם/מתח שלו ומתרחשת זליגה מתמדת של מתח הרשת לאדמה.

במקרה כזה מובטח ניתוק הווריסטור על ידי התקן הגנה תרמי אשר מחובר בטור. לאחר ניתוק הווריסטור גדל קת מנורת ההתראה. רמת הבידוד נשמרת עדיין, אך רמת ההגנה יורדת ויש להחליף את ההתקן.

כהגנה ראשית לפני ההתקן, משמשים, בדרך כלל, נתיב כים 35A ו-50A. בטבלה הבאה ניתנים ערכים אופייניים של בדיקת נתיבים אלה בזרם הלם.

טבלה 1

ערכים אופייניים לבדיקת נתיבים בזרם הלם

גודל הנתיב	גבול כושר מעבר ללא שריפת הנתיב	שריפת הנתיב ללא נזק לבסיס	שריפת נתיב עם הרס הבסיס
35 A	6 kJ/Ω	15 kJ/Ω	27 kJ/Ω
50 A	11 kJ/Ω	40 kJ/Ω	110 kJ/Ω

מניתוח הטבלה אנו למדים שנתיבים המותקנים, על פי רוב, לפי ההתקן להגנת מתח יתר מסוג זה, יפעלו בדרך כלל לפני שתחייב פעולת הגנה תרמית. הדבר נכון גם לגבי ברקים רבי התפרקויות או מספר ברקים תכופים.

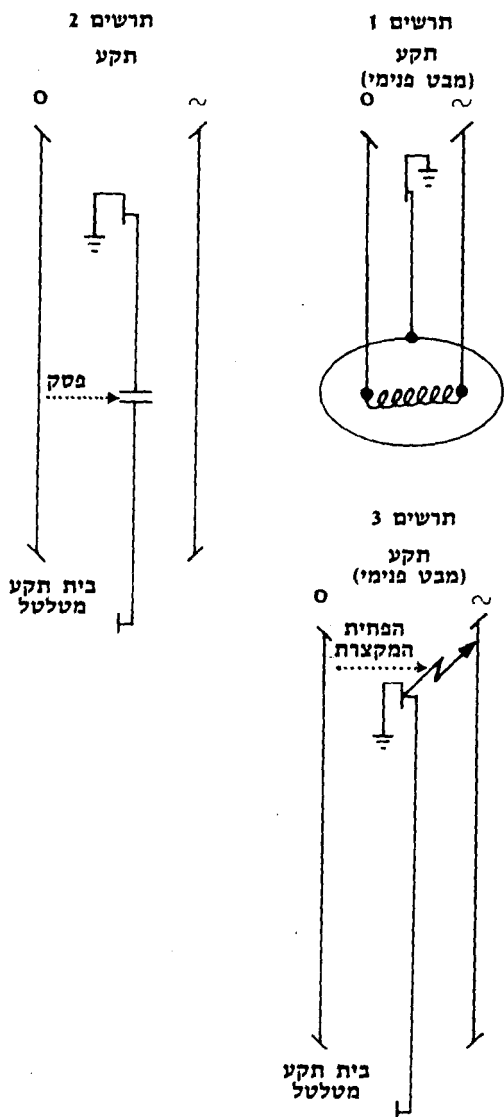
ברז שלאחר שריפת הנתיב, הקטע שלפניו (ככיוון האספקה) לא יהיה מוגן מפגיעת ברק, אך לעומת זאת, ישאר המתקן מוגן בפני פגיעות נוספות. המקום האידיאלי להתקנת התקן להגנה בפני מתח יתר הוא קרוב ככל האפשר לפס השוואת הפוטנציאלים וזאת, במגמה להקטין את מפל המתח על מוליך הארקה המור דכב בין פס השוואת הפוטנציאלים וההתקן.

איור 9 מתאר את תחום ההגנה של ההתקן להגנה בפני מתח יתר בזמן פגיעה עקיפה (מתח יתר בעל אנרגיה גבוהה) כאשר החיבור למתקן הוא בקו אוידי או בכבל. תחום ההגנה s מוגדר על ידי הנוסחה:  $s = 150(\hat{U}_s - \hat{U}_{\bar{u}})/S$  כאשר s נתון במטרים.

# בידוד כפול (□) יכול למנוע את מרבית התאונות הנגרמות על-ידי ציוד השמלי מטלטל

מאת אינג' ויקטור זיס

תקלות רבות ומוזנונות גרמו בעבר לתאונות קטלניות כתוצאה מציוד חשמלי מטלטל (במיוחד מקדחות) אשר היה מבודד בבידוד מסוג I (\*) ומוגן בפני חישהול על-ידי הארקה. סכוי לתאונות מסוג זה הוא רב לאור האפשרויות הרבות של פגיעות במוליכי הארקה, בפתילי ההזנה של המכשירים, בכבלים המאריכים שלהם וכן במתקני החשמל הקבועים. פגיעים במיוחד הם מקומות החיבור של מוליכי הארקה בתקעים ובבתי התקע המטלטלים.



לאור הסכונים המפורטים לעיל אסד הממונה על התקינה במשרד המסחר והתעשייה יצור, יבוא, שיווק ושימוש במקדחות בעלות בידוד מסוג I לאחר תאריך 31.12.77 (ראה הכרזה - קובץ התקנות 2984 מיום 23.3.73).

למרות איסור זה ממשיכים עדיין לצערי, אנשים רבים להשתמש במקדחות בעלות בידוד מסוג I.

כדוגמא לסכונים הנובעים משימוש בכלים מטלטלים בעלי בידוד מסוג I יכולה לשמש תאונה קטלנית שקר-תה למוריס ז"ל - קבלן שיפוצי דירות.

## תאור התאונה

בשעת התאונה השתמש מוריס במקדחה בעלת בידוד מסוג I שהיתה תקינה (ראה תרשים 1). בנוסף למקדחה שנמצאה ברשותו של מוריס היו לו 2 כבלים מאריכים (ראה תרשימים 2 ו-3). בכבל המאריך המתואר בתרשים 2 היה פסק במוליך הארקה ובכבל המאריך המתואר בתרשים 3 השתחרר ממקומו אחד מבדגי התקן התפיסה בתקע (נמצא בתוך תקע). דבר זה איפשר את סיבוב פחית התקן התפיסה סביב הבורג השני שלו, בזמן טלטול הכבל וקיצור מוליך הארקה ומוליך המופע.

לדוע המול חיבר מוריס את הכבל המתואר בתרשים 2 לבית התקע שבדירה, אחריו חיבר את הכבל המתואר בתרשים 3 ואת המקדחה המתוארת בתרשים מס' 1. באחד מטלטולי הכבלים המאריכים קיצרה פחית התקן התפיסה בכבל המתואר בתרשים 3 בין מוליכי הארקה והמופע ופוטנציאל של 230 וולט, השתחרר כלפי האדמה, והועבר דרך מוליך הארקה של כבל זה ודרך מוליך הארקה של המקדחה על גופה המתכתית. באותה העת נשען מוריס על צנור ביוב מתכתי וסגר מעגל חשמלי ממקדחה מחושמלת לאדמה דרך גופו במסלול מסוכן במיוחד: יד, בית חזה, גב. מובן מאליו שהמקדחה המחושמלת לא נותקה מאספקת חשמל כתוצאה מפסק במוליך הארקה של הכבל המאריך המתואר בתרשים 2.

**הלקת מתאונה** זאת הוא אחד ויחיד: הוצאה מהירה משימוש של כלים מטלטלים בעלי בידוד מסוג I יכולה למנוע אסונות רבים.

\* בידוד סוג I - בידוד פונקציונלי עם גוף מתכתי מאורק.  
 בידוד סוג II - בידוד כפול - גוף לא מאורק  
 בידוד סוג III - המכשיר ניזון במתח נמוך מאוד (עד 50 וולט)

אינג' ו. זיס - מנהל עיני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית

# החישמול שבקיר

מרסל לוי

דבר נוסף שהתגלה בבדיקה היה, שאורך המוליך המקור לף המוכנס למהדקים היה גדול מדי. נוצר מצב שבמקרים מסויימים בלט המוליך החשוף מחזית המהדק ונגע בבקליטי של המפסק.

יש לציין שאורך הקילוף של הבידוד במוליך לא צריך להיות ארוך יותר מיכולת ההכנסה שלו לתוך המהדק או אורך תעלת החיזוק שלו (ראה ציור).

בבדיקה מדגמית נבדקו מספר בתים וברוב הקופסאות נשארה פסולת בנין (שיירי בטון או טיח) שלא נוקה בעת הרכבת האביזרים. רק במקרה אחד, המקרה הני דון, היה גם חסר ניר הופת החוצץ בין פח הקופסא לבין ברגי המפסק.

## מסקנות

כיום מיוצרים ומשווקים קופסאות מחומרים פלסטיים הנושאים תו תקן. למרות שהשימוש בקופסאות פח אינו אסור ויתכן שעדיין מצויות קופסאות כאלה אצל סוחרים או חשמלאים, אולם רצוי להימנע מלהשתמש בהם ואם כן, יש להקפיד שניר הבידוד ישאר במקומו ויהיה שלם, להוציא את המקומות שבהם חודרים הצינורות.

יש להקפיד לנקות את הקופסאות משיירי חומרי בנין לפני הרכבת האביזרים ולהקפיד על הרכבת סיימטרית של האביזר על מנת למנוע התקרבות של קצוות הכרזים גים לדופן הקופסא.

קיימים בשוק גם מפסיקי זרם ובתי תקע עם ברגים בחזית או ללא ברגים בכלל וגם עם מגבילי אורך המור ליד המוכנס לתוך המהדק וכמובן שימוש בהם עשוי למנוע מקרים כגון אלו המוזכרים כאן.

עקב מקרה של התחשמלות באחד הקיבוצים, נבדקה מערכת החשמל ונסיבות המקרה.

המקרה ארע כאשר דייר הבית "הקיבוצניק", נגע בקיר של חדר אמבטיה בצד המסדרון של הדיירה. הדייר קיבל זעזוע ולמזלו, כנראה המתח לא היה מלא ולכן לא נגרם אסון.

## הקירת המקרה העלתה את הפרטים הבאים:

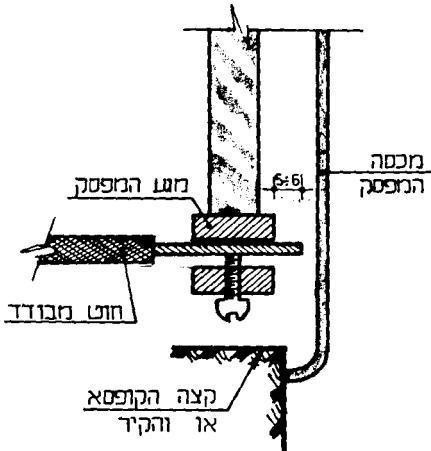
הבנין הינו בנין טרומי שקירותיו והתקרות יוצרו במפ"על מקומי, הובאו והורכבו באתר הבניה כאשר צינורות החשמל וקופסאות החיבורים מותקנים בתוך הקיר.

היצרן השתמש בצינורות פלסטיים וקופסאות פלסטיות, אולם במספר קירות, שנוצרו בתקופה מוקדמת יותר, הוכנסו קופסאות פח עם בידוד ניר זפת.

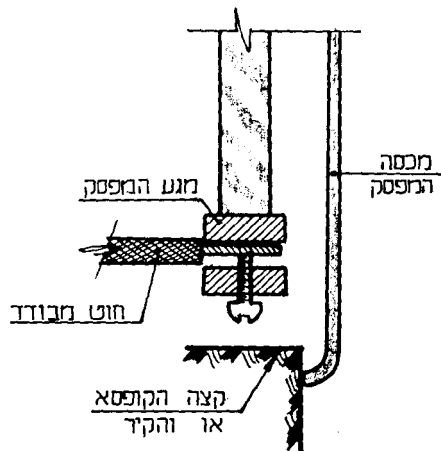
בעת יציקת הקירות במפעל נפל הבידוד מקופסא אחת וליתר הקופסאות חדרו מי בטון ושיירי בטון שהתקשו עם יבוש הקיר. הקירות עם שיירי הבטון הובאו לאתר הבניה, הורכבו וקבלן החשמל לא טרח לנקות את הקופסאות עם הכנסת המוליכים ולפני הרכבת האביזרים (מפסיקי זרם ובתי תקע).

במקום הורכבו בתי תקע מסוג מסויים שבהם, ברגי חירזוק המוליך מופנים כלפי צד מפסק הזרם והמרחק בין קצה הבורג לבין פני שיירי הבטון היה חלקיק המילימטר.

מאחר והקיר הנדון היה קיר שהפריד בין האמבטיה לבין המסדרון, ספג הקיר לחות, מאדי המים באמבטיה, ונוצרה זליגה בין הבורג של מפסק הזרם לבין הקיר - ההמשך ברור.



לא נכון.



נכון.

מ. לוי - יועץ חשמל.



# אתגרין - במקראות בתאקעיות התשמ"ל

1. "הארקת הגנה" מוגדרת
  - א. כהגנה בפני הישמול באמצעות חיבור גוף מתכת של ציוד חשמלי למסה הכללית.
  - ב. כמערכת אלקטרונית הארקה, טבעת גישור, פס השוואת פוטנציאלים ומוליך הארקה המחבר בין הטבעת והפס האמור.
  - ג. כהארקה המוגנת על ידי התקני הגנה מתאימים למניעת פגיעה בה.
  - ד. כשם כולל לשיטות ההגנה השונות כגון "הארקת יסוד", "הארקת שיטה" וכו'.
2. במתקן המוגן על ידי הפרד מגן:
  - א. לא יותקן יותר מבית תקע אחד.
  - ב. ניתן להתקין יותר מבית תקע אחד בתנאי שהמתקן יוגן גם על ידי "הארקת שיטה".
  - ג. אין הגבלה למספר בתי התקע שיוותקנו.
  - ד. אין קשר בין סוג ההגנה ומספר בתי התקע כל זמן שהתקעים הם תקינים וכוללים מגע הארקה כנדרש.
3. מערכת צינורות מחכת לאספקת מים תוכל לשמש כאלקטרודת הארקה רק אם התקיימו דרישות תקנות אלה:
  - א. צינורות המים נמצאים בבעלותו של בעל המתקן וקיימת השגחת חשמלאי על הרציפות החשמלית שלהם.
  - ב. לא תפגע שלמות הצינורות והאביזרים של המערכת עקב חיבור מוליכי ההארקה אליה.
  - ג. אינה מיועדת לשמש כאלקטרודה להארקת שיטה במתקן לזרם ישר.
  - ד. כל התשובות נכונות.
4. לתוך צינור מגן בעל קוטר פנימי של 13.5 מ"מ מותר להשחיל מספר מוליכים בהתאם לשטח חתכם. המספר המירבי של המוליכים המותר להשחלה בהתקנה גלויה בצינור בקוטר זה יהיה:
  - א. 1 מוליך בשטח חתך - 10 מ"מ<sup>2</sup>.
  - ב. 2 מוליכים בשטח חתך - 2.5 מ"מ<sup>2</sup>.
  - ג. 3 מוליכים בשטח חתך - 1.5 מ"מ<sup>2</sup>.
  - ד. 5 מוליכים בשטח חתך - 1 מ"מ<sup>2</sup>.
5. העומק המינימלי של הנקודה העליונה של צינור מבטון המשמש כמוביל לכבל חשמלי כאשר הוא טמון באדמה צריך להיות:
 

א. 20 מ"מ	ב. 40 ס"מ	ג. 60 ס"מ	ד. 80 ס"מ
-----------	-----------	-----------	-----------
6. בהתאם לתקנות הרשות הלאומית לאנרגיה, קובץ התקנות 4207, חייבים למנות ממונה מפעלי שידאג לקידום ניצולה היעיל של האנרגיה במפעל.
 

הפקידי הממונה המפעלי הם:

  - א. לפעול למניעת צריכה בובזנית של אנרגיה, לרבות מאור, קירור, חימום והסקה ולתיקון מהיר של כל תקלה הגורמת לאיבוד אנרגיה, לרבות נזילת קיטור, מים ואויר.
  - ב. לפקח על תפעול ותחזוקה המבטיחים נצילות מירבית של המתקנים והתהליכים ולנקוט בפעולות הדרושות להבטחת נצילות מירבית זו.
  - ג. למדוד צריכה חודשית של חשמל ודלקים לסוגיהם, ולחשב צריכה סגולית של אנרגיה ליחידת מוצר או לפי בסיס כמותי אחד המאפיין את פעילויות המפעל.
  - ד. כל התשובות נכונות.
7. עבודה ברשת עילית "חיה" (שהפסקתה עלולה לגרום הפרעות בתהליכי ייצור המחייבים אספקת חשמל רצופה) מותרת רק:
  - א. לחשמלאי עובד חברת החשמל
  - ב. לעובד בעל רשיון "חשמלאי מסווג", או "חשמלאי עוזר" לפחות לאחר הכשרה מיוחדת שקיבל בפיקוחו של חשמלאי בעל רשיון "חשמלאי ראשי", לפחות.
  - ג. לקבוצה של לא פחות משני חשמלאים בעלי רשיונות "חשמלאי מוסמך" לפחות ובעלי הכשרה מתאימה לעבודה זו כאשר אחד מהם ימונה כמשגיח על העבודה.
  - ד. אך ורק לחשמלאים בעלי רשיון "חשמלאי בכיר" בעלי הכשרה מיוחדת לעבודה במתקנים חיים.
8. התקנת צינורות פלסטיים במתקני מתח גבוה:
  - א. מותרת
  - ב. מותרת רק אם מידת החום של הצינור לא תעלה על 60°C.
  - ג. אסורה
  - ד. אסורה רק אם הצינור הוא בעל דפנות דקים.

המשך מעבר לדף

סמן בעגול את התשובה הנכונה, ציין את שמך וכתובך, גזור ושלח לפי כתובת המערכת (אם ברצונך לשמור על שלמות החידון, כתוב את התשובות על דף נפרד)

שאלה 1:	שאלה 2:	שאלה 3:	שאלה 4:	שאלה 5:	שאלה 6:	שאלה 7:	שאלה 8:
א	א	א	א	א	א	א	א
ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב
ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג
ד	ד	ד	ד	ד	ד	ד	ד

השם

הכתובת

בין הפותרים נכונה את החידון יוגרלו פרסים.

### תשובות לתקבלנה עד 31.3.85



## פתרון החידון שמורסם בעלון מס' 32

כל השאלות התייחסו לנושא הארקות ושיטות הגנה בפני חישובול במתח עד 1000 וולט; זאת, לאור העובדה שבסמוך למועד הוצאתו לאור של העלון מס' 32 פורסם קובץ התקנות 4643 (10.6.1983) הדין בנושא חשוב זה.

כוונתנו היתה לעודד את החשמלאים להתעמק בתקנות החדשות כדי שיהיו בקיאים בהם.

אגב, מרבית הסעיפים שמשמשים כאסמכתא לתשובות הנוכונות פורסמו באותו עלון במסגרת מאמרו של אינג' פ. שפר "הערות והארות לתקנות החדשות עם הפרסום".

- שאלה 1 - התשובה הנכונה (א): סימוכין - תקנה 22
- שאלה 2 - התשובה הנכונה (ב): סימוכין - תקנה 46
- שאלה 3 - התשובה הנכונה (ד): סימוכין - תקנה 99
- שאלה 4 - התשובה הנכונה (א): סימוכין - תקנה 53
- שאלה 5 - התשובה הנכונה (א): סימוכין - תקנה 70
- שאלה 6 - התשובה הנכונה (ב): סימוכין - תקנה 70
- שאלה 7 - התשובה הנכונה (ג): סימוכין - תקנה 75
- שאלה 8 - התשובה הנכונה (א): סימוכין - תקנה 29

בסך הכל הגיעו למערכת 85 פתרונות מהם היו 14 פתרונות נכונים.

### בהגדלה שנערכה בין בעלי הפתרונות הנכונים, עלו בגורל:

1. אנריקו כהן, ערד
2. שמעון גרצס, ראשון לציון
3. ארנון עמלי, קבוץ גונן

### הפרסים לזוכים יישלחו בדואר.

### להלן שמות בעלי הפתרונות הנכונים:

1. נחום אוהד, ראשון לציון
2. משה אתגור, בית לחם הגלילית
3. אהרן גרצס, רמת אליהו
4. שמעון גרצס, ראשון לציון
5. משה היילפר, קיבוץ כרם שלום
6. אנריקו כהן, ערד
7. רפאל לגטיני, מושב דלתון
8. יהושע לנדסמן, גבעתיים
9. הקטור מילגרם, באר שבע
10. אהרן סילברמן, כפר ויתקין
11. ארנון עמלי, קבוץ גונן
12. משה רגובסקי, ראשון לציון
13. אהוד רן, קבוץ עין השופט
14. מיכאל שנוור, קרית אתא

# השאל-לא בבת אחת!

במסגרת מסע ההסברה אותו עורכת חברת החשמל בחורף, הופקה עליידי החברה חוברת הסברה בנושא: **חשמל לא בבת אחת - לחורף נעים בביתך!** להלן שני פרקים מהחוברת:

## כשאומרים גודל חיבור החשמל לדירה, למה הכוונה?

הכוונה היא לזרם המכלול (באמפרים) של המאור ושל המכשירים. שהיך רשאי לחבר בז'ומנית בדירה.

## איך תדע מהו הזרם המכלול העומד לרשותך?

- אם אתה מתגורר בבנין שנבנה לאחר שנת 1975, ובלוח החשמל הדירתי שלך מוזתק מפסק אוטומטי ראשי: גודל החיבור שווה לזרם הנקוב (באמפרים), המוטבע על גוף המפסק (בדרך כלל - 25 אמפר).
- אם אתה מתגורר בבנין שנבנה לפני שנת 1975 ובלוח החשמל הדירתי שלך לא מוזתק מפסק אוטומטי ראשי: גודל החיבור הינו, בדרך כלל, 20 אמפר.
- אם אתה מתגורר בבנין שנבנה לפני שנת 1965, יתכן מצב, שהנתק הראשי (היפקק\*) של חברת החשמל משותף למספר דירות: גודל החיבור המשותף הינו אז 20 אמפר. במלים אחרות, כדי להעריך מהו גודל החיבור לדירתך, יש לחלק את 20 האמפר הניל במספר הדירות המחוברות לנתק המשותף.

נציין, שבנוסף לגדלים אלה של החיבורים הדירתיים, יש אפשרות להזמין - תמורת תשלום מואים - חיבורים גדולים יותר, למשל: 35 אמפר או 3x25 אמפר (תלת-פאז). חיבורים כאלה, ואף גדלים יותר, קיימים במספר מצומצם של דירות.



## מהו העומס המירבי המותר בדירתך?

- יש להבדיל בין שני המושגים הבאים: **העומס המירבי המותר במעגל.**
- **העומס המירבי המותר במתקן הדירתי כולו.**

### העומס המירבי המותר במעגל

בכל אחד מהמעגלים בדירה מותקן מפסק אוטומטי או נתיך, על מנת להבטיח את המעגל בפני זרם יתר.

**זרם יתר** יכול להגרם עיי עומס יתר. עומס יתר הינו עומס העולה על העומס הנומינלי אשר עבורו תוכנן המעגל.

במלים אחרות, **העומס המירבי המותר במעגל**, הינו העומס הנומינלי אשר עבורו תוכנן המעגל.

טבלה 1

גודל הנתק או המפסק האוטומטי	העומס המכלול של המאור ושל המכשירים המותרים להפעלה בז'ומנית במעגל
10 אמפר	2200 וט
16 אמפר	3500 וט

טעות היא לחשוב, של די הגדלת נתק או מפסק אוטומטי, ניתן להגדיל בצורה יפוטית את ההספק המירבי המותר במעגל. פעולה זו, כאשר היא מתבצעת ללא הגדלה של חתך מוליכי המעגל בהתאם, עלולה לגרום לשריפה.

### העומס המירבי המותר במתקן הדירתי כולו

העומס המירבי המותר במתקן הדירתי כולו הינו פועל יוצא מגודל החיבור של חברת החשמל לדירה.

טבלה 2

גודל החיבור	העומס המכלול של המאור ושל המכשירים המותרים להפעלה בז'ומנית בדירה (העומס המירבי המותר בדירה)
25 אמפר	5500 וט
20 אמפר	4400 וט
20 אמפר משותף ל-2 דירות	2200 וט
20 אמפר משותף ל-3 דירות	1500 וט

חשוב לציין, שבדירות בהם קיימים שני מונים נראה דוגמא ראשונה לעיל, ניתן להפעיל בנוסף לעומס המירבי הניל גם את הדוד לחימום מים, המקבל הזנה מחיבור נפרד של חברת החשמל.

בדירות בהן קיים רק מונה אחד (דוגמא שניה), כולל העומס המירבי הניל גם את העומס הטבעי מנהלעת הדוד לחימום המים (גיבילר, או דוד חשמל).

למשל, נביש על חיבור של 20 אמפר והיבילר או דוד חשמל הינם בעלי הספק של 1,500 וט, הם יזנפים בטו מעלם כ-4 מיכילת חיבור.

### לתשומת ליבך:

העומס המירבי המותר להפעלה בז'ומנית בדירה כולה (טבלה 2) - קטן מסך כל העומסים המותרים להפעלה בז'ומנית במעגלים של הדירה.

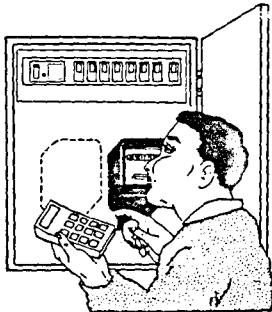
למשל, בדירה בה יש 4 מעגלים של 10 אמפר כל אחד, וגודל החיבור שלה הוא 20 אמפר (המאפשר עומס בז'ומני כולל של לא יותר מ-4,400 וט) אין להעמיס בז'ומנית את כל 4 המעגלים עד למכסימום המותר של 2,200 וט בכל מעגל.

אם ננסה, למרות האמור לעיל, להעמיס בד' ז'ומנית כל מעגל אפילו ב-1,500 וט, הרי שסך כל העומס הבז'ומני יהיה 6,000 וט. עומס כזה, עלול על העומס המירבי המותר בדירה (4,400 וט) עלול לגרום להמסקת חשמל כללית בדירה.

### זכור!

עמס העולה על העומס המירבי המותר עלול לגרום להתכת (שריפת) הנתק הראשי (היפקק) של חברת החשמל וכתוצאה מכך - לניתוק אספקת החשמל לדירתך.

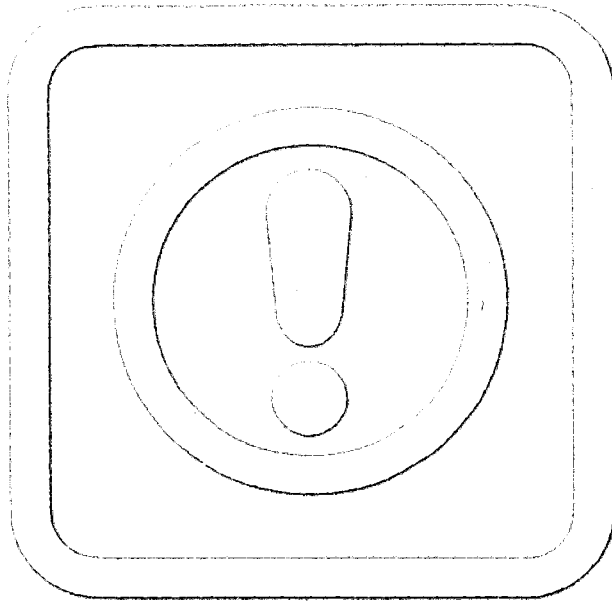
תיקון הנתק מותר אך ורק לעובד שהוסמך לכך בחברת החשמל. לכן חשוב היטב לפני שהיך מובעיל מספר מכשירים בז'ומנית השתדל - לא בבת אחת...



המעוניינים בעלון במלואו או בפרטים נוספים, מתבקשים לפנות אל: המחלקה לפיתוח הצריכה, חברת החשמל לישראל בע"מ ת.ד. 8810 חיפה 31086.



השתמש בחשמל בהתבונה



## השתמש בחשמל בתבונה

\* "לי איכפת כלל ואלט"

\* "חשמל-לא בהת אחת"

\* "אל תקח חשמל כידיוק"

"כדאי לאל חשמלאי"