

ISSN 0333-6220

התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת המיתוג החדשה "צפית"



תוכן העניינים

<p>מסולחן הוועדות פ' שפר</p> <p>23 א. ועדת ההזראות לביצוע עבודות החשמל</p> <p>26 ב. ועדת הפירושים</p> <p>27 אמצעי ניבוי לאספקת החשמל סוגים, עלויות ויישומים</p> <p>א' אפשטיין</p> <p>חיבור החשמל לבנייני מגורים לאור ההוראות האחרונות של חברת החשמל</p> <p>33 נ' גרינברג, י' קליימן</p> <p>הכנס המקצועי השנתי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל</p> <p>37 א' ונגרין</p> <p>תחרות "צרכן החשמל היעיל" לשנת 1989</p> <p>37 ב' כהן</p> <p>תחנת המיתוג "צפית"</p> <p>38 צ' שגב</p> <p>39 מה חדש בספרות המקצועית</p> <p>מסרכת אוטומטית לאיתור תקלות הוכנסה לשימוש כרשת למתח גבוה</p> <p>39 חדשות חברת החשמל</p> <p>40 חברת החשמל בסימן עלייה</p> <p>הביקוש לחשמל – עידכון המצבות למזרח ארץ</p> <p>42 חברת החשמל תיערך לקליטת מהנדסים עולים מברית-הים</p> <p>43</p>	<p>פרוייקטים לניהול עומס בתחום הצרכנות</p> <p>ב' שורץ</p> <p>3 א. מערכת מיוזג אוויר עם אגירת קור (מים קרים) במרכז הרפואי "סורוקה" בבאר שבע</p> <p>3 ב. מערכת ממוחשבת לניהול עומס בקיבוץ עברון</p> <p>6 ג. שיפור יעילות תאורה במוסך למטוסים (אגור) בתעשייה האווירית</p> <p>8 חברת החשמל מבקשית להוריד את המיסוי על טרות ביתיות יעילות</p> <p>9 מתח מעג ומתח תקלה במקרה של ניתוק מוליך הארקה</p> <p>10 ז' דוניבסקי</p> <p>הארקות ויישור</p> <p>13 נ' פלג</p> <p>תאונת חשמל ולקחה</p> <p>לקחי תאונות חשמל והצעדים לשיפור בטיחות המותקנים והמשתמשים בהם</p> <p>16 ו' זיס</p> <p>שיפור רמת הבידוד במבנים כאמצעי לחיסכון בצריכת החשמל למיוזג אוויר (חימום/קירור)</p> <p>19 ס' ברטשניידר</p> <p>נוחות אקלימית במבנים</p> <p>21 י' אפשטיין</p> <p>מדור שירות פירסומי לקוראים</p>
--	---

עורך:

אורי לייסטר

עורך משנה:

אריה הנריק

מערכת:

יוסף בלבל, יצחק ברכה, הירש גינדס, בן ציון גמליאל, אברהם זיו, נתן זלצר, ליאון יבלוובסקי, משה סרגלית, שמעון מרדיקס, אלי טאוסר, יוסף טיימן, זיגמונט סמורן, נרשון מרבר, יהודה סרץ, צבי קולטובניק, אביר רביב, יוסף רוזנקרץ

מינהלה:

תנך דרור

מוציא לאור:

משה ציטרון

עריכה לשונית, גרמיקה וסדר:

טרפיק כתיבה והפקה בע"מ
המצינים 35, חיפה

לוחות והדפסה:

דמוס תמיר בע"מ
יהודה הלוי 51, חיפה

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ
ת.ד. 8830 חיפה 33086
טל. 04-548256

בשער:

תחנת המיתוג החדשה "צפית" שליד קיבוץ כפר מנחם

תחנת המיתוג "צפית" 400/161 ק"ו, ראשונה בארץ, הכוללת מיסדרי מיתוג חיצוניים 400 ק"ו ו-161 ק"ו, אוטו-שנאי גישור 400/161 ק"ו, 2x500 מגו"א, בית פיקוד, שנאי 161/24 ק"ו, 30 מגו"א ודיזל גנרטור לשעת חירום. פרטים נוספים על תפקידי התחנה ומאפייניה – ראה כתבה בעמוד 38.



צילום: עמרם אלבו

פרוייקטים לניהול עומס בתחום הצרכנות

אינג' בוריס שורץ



בסוף 1989 הכריזו משרד האנרגיה והתשתית וחברת החשמל לישראל על תוכנית לאומית לייעול השימוש בחשמל. במסגרת התוכנית ניתן סיוע כספי של חברת החשמל לפעולות ניהול עומס. מאז הוגשו לחברת החשמל 86 בקשות לסיוע, הכוללות בקשות לסיוע להקמת פרוייקטים לניהול עומס, בקשות לעריכת סקרי היתכנות ובקשות במסגרת מבצעי תאורה ובידוד. עד כה הוצאו לצרכנים 11 מכתבי זכאות לסיוע כספי להקמת פרוייקטים לניהול עומס בתחום הצרכנות. הפעלת המערכות, שתוקמנה במסגרת 11 הפרוייקטים המאושרים, תביא להסטה של כ-3.4 מגואט משעות הפיסנה לשעות השפל, ולחיסכון שנתי של כ-2 מיליון קוט"ש. מאמר זה, הראשון בסידרת מאמרים, אשר מתאר פרוייקטים לניהול עומס בתחום הצרכנות, שיוקמו בסיוע כספי של חברת החשמל. תיאור הפרוייקטים, כפי שמופיע בהמשך, מתבסס על המסמכים הטכניים שצורפו על ידי הצרכנים לבקשתם לסיוע כספי במסגרת התוכנית הלאומית לייעול השימוש בחשמל.

מערכת מיזוג אוויר עם אגירת קור (מים קרים) במרכז הרפואי "סורוקה" בבאר שבע

תיאור הפרוייקט, העתיד לקום במרכז הרפואי "סורוקה" בבאר שבע, מתבסס על נתונים טכניים-כלכליים, אשר מופעים בסקר היתכנות שהוכן עבור הצרכן על ידי חברת "אי.אי.אס. מערכות מתקדמות לאנרגיה". סקירה זו כוללת תיאור כללי של המצב הקיים, ניתוח עלויות ותועלות ואופן חישוב היקף הסיוע הכספי שתברת החשמל מעניקה לצרכן לצורך הקמת הפרוייקט.

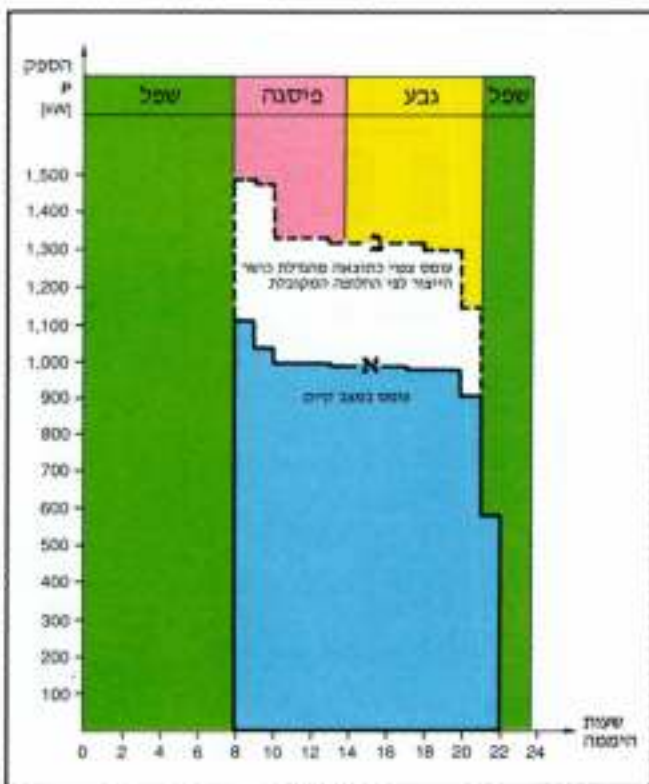
ניתוח עקומות עומס

התפוקה הכוללת של יחידות הקירור המתקנות כיום במרכז לייצור מים קרים במערכת מיזוג אוויר מרכזית במרכז הרפואי "סורוקה" בבאר שבע, היא כ-1,100 טונות קירור (שתי יחידות שתפוקת כל אחת מהן היא 550 טונות).

עקומה א' באיור 1 מתארת את השתנות העומס של המרכז לייצור המים הקרים במתכונתו הקיימת כיום בבית החולים, ביום אופייני בעונת הקיץ. התפוקה המינימלית של המערכת שנושמה ביום האופייני בשעה 08.00 היא 1,040 טונות קירור, (עומס חשמלי של 1,108 ק"וט).

כתוצאה מגידול משמעותי של דרישות הקירור, שחל בשנים האחרונות הנובע מהרחבת האגפים השונים בבית החולים, עומד כיום המרכז הרפואי "סורוקה" לפני הצורך להגדיל את תפוקת הקירור של מערכת מיזוג האוויר המרכזית בבית החולים. כדי לענות לדרישת הקירור המוגדלת, בשיטות המקובלות, יש צורך להתקין יחידת קירור נוספת שתפוקתה תהיה 400 טונות קירור. עקומה ב' באיור 1 מתארת את השתנות העומס של המרכז לייצור המים הקרים לאספקת דרישות הקירור המוגדלות, הצפו לאחר הגדלת כושר הייצור של המרכז בחלופה המקובלת – התקנת יחידת קירור חדשה בת 400 טונות קירור. אם אכן תיושם החלופה המקובלת, פירושו – הגדלת ההספק החשמלי המותקן בכ-445 ק"וט, וגידול צפוי של ההספק המינימלי המופעל בכ-378 ק"וט.

את דרישת הקירור המוגדלת (איור 1), ניתן לספק גם לפי חלופה שבה לא מוסיפים יחידות קירור חדשות, אלא משלבים אמצעים לאגירת קור ליחידות הקירור הקיימות. עיון בעקומה א' שבאיור 1, מראה שיחידות הקירור הקיימות מנוצלות כ-14 שעות ביממה לאספקה ישירה של הביקוש לקירור במבנים השונים של המרכז הרפואי. אם במשך 10



איור 1
השתנות העומס במרכז לייצור מים קרים, ביום אופייני בעונת הקיץ

ב' שורץ – המחלקה לייעול הצרכנות, אגף הצרכנות, חברת החשמל

השעות הנותרות, שבהן אין דרישת קירור במיתקן, נמשך לייצר מים קרים ונאגור אותם במיכל אגירה, ונכל לספק את דרישות הקירור המוגדלות ב-14 שעות הביקוש לקירור.

במקרה זה, עשר השעות שבהן יכול הצרכן להפגת את מלאו כושר הייצור של יחידות הקירור לאגירת קוד הן שעות השפל במערכת החשמל הארצית. המרכז הרפואי "יסרוקה" הוא צרכן תעריז, ולכן במקרה של מערכת עם אגירת קור, יוכל הצרכן להגות גם מהקטנה משמעותית של התשלום בעד צריכת החשמל למיווג האוויר.

החלופות שנבדקו

אפשרות יישום שיטת אגירת קור נבדקה על ידי מרכז קופת חולים בעת חיפוש אחר פיתרון לאספקת הדרישות המוגדלות לקירור במרכז הרפואי "יסרוקה". הבדיקה כללה השוואה טכנו-כלכלית בין שתי חלופות, היכולות לספק את דרישות הקירור המוגדלות:

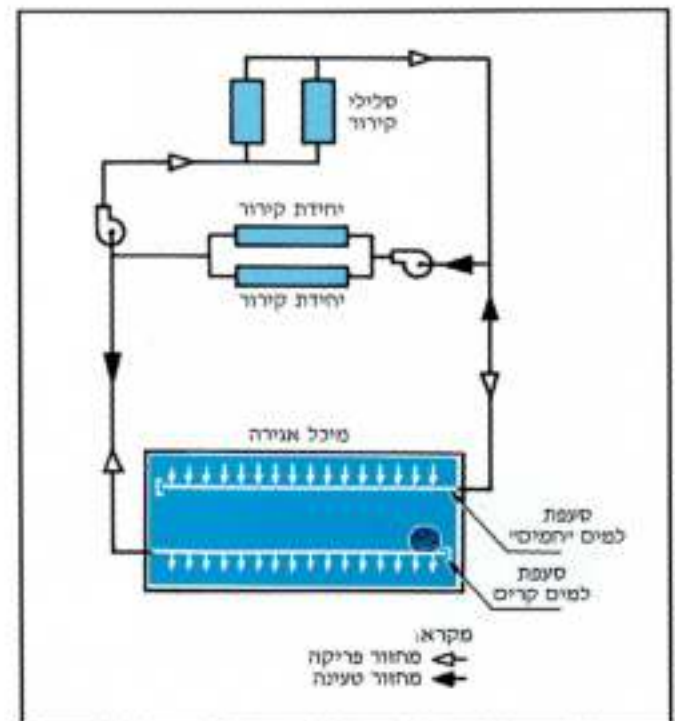
חלופה א' (השיטה המקובלת): התקנת יחידת קירור חדשה בתפוקה של 400 טונות קירור.

חלופה ב': בניית מאגר מים קרים בגובה של 2,500 מ"ק ושילובו ביחידות הקירור הקיימות.

דיון בעקרונות השיטה לאגירת קור במערכות מיווג אוויר מרכזיות נערך ב"התקע המצדיעי" מס' 40 – נובמבר 1987. להלן תיאור קצר של עקרונות השיטה, תוך הצגת אפשרות יישומה בפרייקט במרכז הרפואי "יסרוקה" הנוון כאן.

משך אגירת קור, המתוכנן להתקנה במרכז הרפואי, מתבסס על מאגר מבטון בעל בידוד תרמי ברמה גבוהה. המאגר ייצא מעל פני הקרקע ונפחו יהיה בן 2,500 מ"ק (קוטר חיצוני – 18.5 מטר, וגובה – 10 מטר).

איור 2 מציג תיאור עקרוני של המערכת. במחזור הטעינה (אגירת קור), המים נשאבים מחלקו העליון של המאגר, מקוררים על ידי יחידות הקירור, מורמים לחלקו התחתון של המאגר וחוזר חלילה, עד שכל כמות



איור 2 אגירת מים קרים במאגר עם סעפות למניעת עירבוב המים

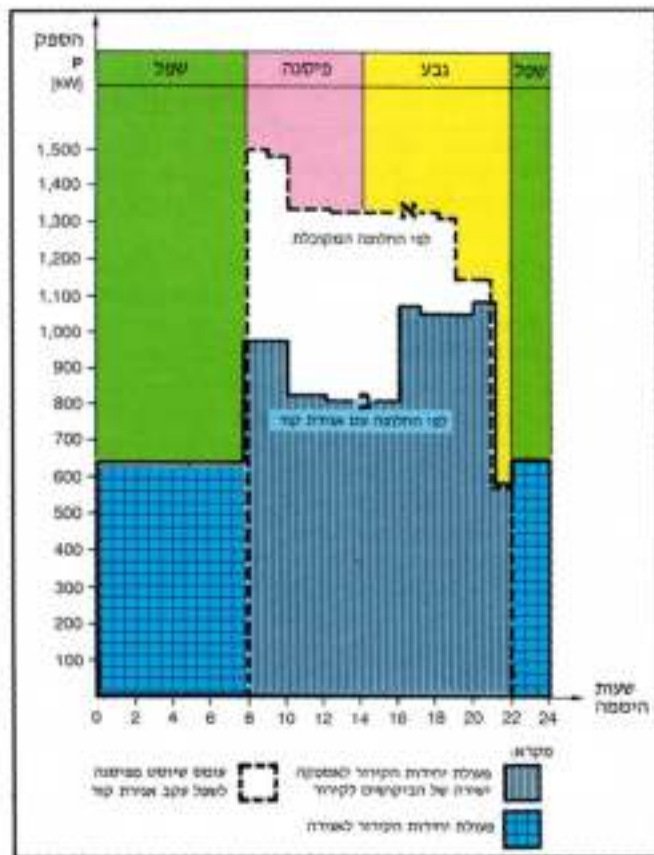
המים, הנשמרת במאגר, מגיעה לטמפרטורה של 4.5 מעלות צלסיוס. במחזור הטעינה אין זרימת מים דרך סלילי הקירור, הנמצאים ביחידות לטיפול באוויר – שהן צרכני הקירור – במבנים השונים של המרכז הרפואי. קירור המים הוא לצורך אגירה בלבד.

במחזור הפריקה, המים הקרים נשאבים מתחתית המאגר, ומסוחררים דרך סלילי הקירור לאספקת דרישות הקירור במבנים השונים. המים קולטים חום מהאוויר באזורים הממוזגים, והם מוחזרים אל חלקו העליון של המאגר, כאשר הטמפרטורה של המים החוזרים היא 12.8 מעלות צלסיוס.

הבעיה הקריטית במערכת עם אגירת מים קרים, היא עירוב המים החוזרים מהמיתקן במחזור הפריקה עם המים הקרים הנשמרים במאגר. עירבוב המים גורם לעלייה מחירה של טמפרטורת המים במאגר, וכתוצאה מכך לביטול כושר הקירור של המים ולביוזבו אנרגיית הקירור שהושקעה במים אלה. כדי לפתור בעיה זו משתמשים בכמה טכניקות, שציקר מטרתן היא בלימת עירבוב המים.

בלימת עירבוב המים במאגר המתוכנן במרכז הרפואי "יסרוקה" תושג באמצעות הפעלת סעפות (MANIFOLD). סעפת אחת תותקן בחלקו העליון של המאגר, והשנייה – בחלקו התחתון של המאגר. סעפות אלו תאפשרנה פיוזר אחד ואיטי של המים החמים והמים הקרים בהתאמה. הקטנת מחירות החרימה של המים באמצעות הסעפות אמורה לבלום את עירבוב המים, ותאפשר ניצול יעיל של האנרגיה (מים קרים) שתיאגר במאגר.

העקרונות שבאיור 3 מתארות את השתנות העומס הצפוי של המרכז לייצור מים קרים ביום קיץ אופייני, בשתי החלופות שנבדקו. מהאיור



איור 3 השתנות העומס הצפוי במרכז לייצור מים קרים, ביום אופייני בעונת הקיץ, בחלופות שנבדקו

חישוב היחס **תועלת/עלות** בפרוייקט הנדון מתבצע באופן הבא:

$$\frac{\text{סה"כ תועלת}}{\text{סה"כ עלויות}} = \text{יחס תועלת/עלות} = \frac{638,000 + 456,500}{515,500 + 24,000} = \frac{1,094,500}{539,500} = 2.03 > 0.7$$

מכאן, בהתייחס לערך של יחס **עלות/תועלת**, הפרוייקט עומד בקריטריון לקבלת סיוע כספי מחברת החשמל.

ניתוח עלות-תועלת שתואר לעיל, מצביע על נדאיות כלכלית ברורה של הקמת הפרוייקט, מההיבט של הצרכן.

היקף הסיוע הכספי של חברת החשמל להקמת הפרוייקט

כאמור, הצרכן הגיש לחברת החשמל בקשה לקבל מענק להקמת הפרוייקט. כדי להמחיש כיצד נקבע גובה המענק לפרוייקטים מהסוג הנדון, מצאנו לכוון להביא את שיטת החישוב של סכום המענק, אשר יינתן לצרכן לצורך הקמת הפרוייקט.

א. נתוני בסיס

- המרכז הרפואי "סורוקה" מקבל אספקת חשמל הנמדדת במתח גבוה.
- הסטת העומס, הצפויה מהקמת הפרוייקט, תהיה בשיעור של 515 קו"ט לאורך כל שעות הפיסגה בעונת הקיץ.
- התועלת למשק החשמל מהסטת קו"ט אחד, כמפורט בדפי המידע שהובאו לידיעת הציבור (ראה גם מירוט ב"התקע המצדיע", מס' 44 – פברואר 1990), היא 430 דולר/קו"ט.
- ההשקעה הנדרשת להקמת הפרוייקט: 515,500 ש"ח.

ב. התועלת למשק החשמל מהקמת הפרוייקט

חישוב התועלת למשק החשמל מתבצע באופן הבא:

$$455,740 \text{ ש"ח} = \$221,450 = 515 \text{ קו"ט} \cdot \$430 / \text{קו"ט}$$

ג. המענק של חברת החשמל להקמת הפרוייקט

גובה המענק לפרוייקט עם חידוש טכנולוגי נקבע לפי הנסוך מבין שני הסכומים:

25% מערך ההשקעה

א

25% מערך התועלת למשק החשמל.

התועלת למשק החשמל (455,740 ש"ח), קטנה מההשקעה הנדרשת להקמת הפרוייקט (515,500 ש"ח).

לכן, סכום המענק יהיה:

$$113,900 \text{ ש"ח} = 455,740 \cdot 0.25$$



ניתן לראות, ששילוב מאגר קור בחלופה ב' יאפשר להסיט לשעות השפל כ-3,600 קו"ט"ש מהצריכה היומית הצפויה בשעות הפיסגה, וכ-1,700 קו"ט"ש מהצריכה היומית הצפויה בשעות הנבע. ההסטה משעות הפיסגה לשעות השפל תביא גם להקטנת הביקוש המירבי בקיץ ב-515 קו"ט.

הקטנת ההוצאות לחשמל, כתוצאה מהסטת העומס והקטנת הביקוש המירבי, בחלופה עם אגירת קור, בהשוואה עם החלופה המקובלת, איננה התועלת היחידה, התועלת הנוספת הן:

א. מניעת הצורך בהתקנת יחידת קירור חדשה בהספק של 400 טונות קירור.

ב. הקטנת העומס על חיבור החשמל למרכז הרפואי "סורוקה", אשר תדחה, בעתיד, את הגדלת החיבור כשיעור המתאים להזנת צרכן חשמלי בהספק של 515 קו"ט.

ניתוח עלות-תועלת

ניתוח עלות-תועלת, המובא להלן, מתבסס על נתונים שנמסרו על ידי הצרכן. נתונים אלה עודכנו בהתאם לתעריף (תעריף א'), שבתוקף מ-18.3.90, ולשער יציב של 2.058 ש"ח לדולר.

חישוב עלות

■ **עלות השילוב של מערך אגירת קור במערכת מיוזג האוויר הקיימת:** 515,500 ש"ח

■ **ערך כספי של הבלאי המואץ של יחידות הקירור הקיימות, כתוצאה ממעבר למשטר עם אגירת קור:** 24,000 ש"ח

הערה:

בעת השוואה בין חלופה עם אגירת קור ובין חלופה עם מקובלת, יש להתחשב בעובדה שבמשטר עבודה עם אגירת קור מופעלים מרחסי הקירור לא רק לאספקה ישירה של דרישות הקירור, כמו בחלופה המקובלת, אלא גם לטעינת מאגר הקור. כתוצאה מכך גדל מספר "שעות המנועי" של מרחסי הקירור, ויש לקחת זאת בחשבון בעת הערכת עלויות היישום של אגירת קור. במקרה הנדון כאן, נלקח בחשבון סקיצור אורך חיי המדחס הוא בשיעור של 25%.

חישוב תועלת

■ **עלות נמנעת:** 638,000 ש"ח

הערה:

אחת התועלות החשובות בשיטת אגירת הקור היא, כאמור, מניעת הצורך בהתקנת יחידות קירור חדשות, כדי להצטנן לגידול בדרישות הקירור במיתקן הקיים. ערך העלות הנמנעת שווה לעלות התקנת יחידת קירור חדשה בתצורה של 400 טון קירור (חלופה א').

■ **הקטנת עלויות החשמל למיוזג אוויר (מהון לכל אורך חיי המיתקן – 20 שנה):** 456,500 ש"ח.

חישוב יחס תועלת/עלות

אחד הקריטריונים, שעל פיהם נבדקת הזכאות של הצרכן לקבלת סיוע כספי מחברת החשמל להקמת הפרוייקט, הוא היחס **תועלת/עלות** של הפרוייקט. היחס הנדרש בפרוייקטים שאין בהם חידוש טכנולוגי הוא 1.2 לפחות. בפרוייקטים שיש בהם חידוש טכנולוגי, הפרוייקט לאגירת קור מוגדר ככזה (נכון לעכשיו), היחס הנדרש הוא 0.7 לפחות.

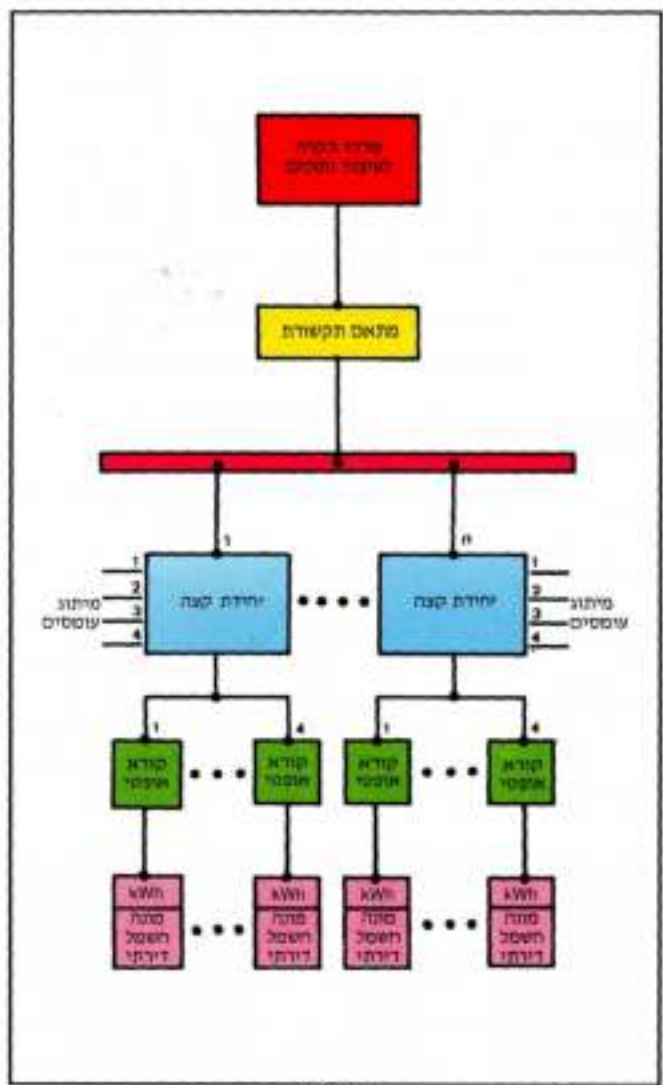
מערכת ממוחשבת לניהול עומס בקיבוץ עברון

קיבוץ עברון מתקין עתה מערכת ממוחשבת לניהול עומס, בעיקר במגורי החברים. בגין פרוייקט זה, זכאי הקיבוץ לקבל מחברת המחשמה מענק, כפי שיתואר בהמשך.

תיאור הפרוייקט

הפרוייקט לניהול עומס בקיבוץ עברון מוקם בהמשך לניסיון שהצטבר במספר קיבוצים. ניסיון זה מצביע, שהתקנת מונים במגורי החברים, וחיוב התקציב האישי בהתאם לצריכת החשמל של החבר, מביאים לחיסכון משמעותי בצריכת החשמל, (לפי הערכת הצרכן – כ-25% מצריכת החשמל במגורי חברים כיום).

חיוב החברים בקיבוץ עברון, לאחר השלמת הפרוייקט, ייעשה לא רק בהתאם לגודל הצריכה הנרשמת במונים שיותקנו, אלא גם לפי עיתוי הצריכה. במילים אחרות, חיוב הצרכן ייעשה על פי תעויו, אשר חל על הקיבוץ. יישום עקרונות החיוב של החברים לפי תעויו מתבסס על מערכת בקרה ממוחשבת שתיאורה העקרונות מוצג באיור 4.



איור 4
תיאור עקרונות של מבנה מערכת לבקרת צריכת החשמל בדירות חברים בקיבוץ עברון

המערכת הממוחשבת, שפותחה על ידי חברת "גביש" מקיבוץ נבעת ברנר, כוללת את המרכיבים הבאים:

- מרכז בקרה ועיבוד נתונים.
- מתאם תקשורת.
- יחידות קצה.

מרכז בקרה ועיבוד נתונים

מבוסס על מחשב אישי. המחשב מקבל מידע שוטף, אשר נאסף על ידי יחידות הקצה, מבצע חישובי צריכה בכל אחד ממקבצי שעות הביקוש (משייבים) של תעויו לגבי כל אחד מהמונים, ומחשב את הסכום שיש לחייב בו את תקציב החברים.

ממרכז הבקרה ניתן להפעיל גם תוכניות לבקרת עומסים, כפי שיפורט בהמשך.

מתאם תקשורת

משמש לתיאום התקשורת בין מרכז הבקרה ובין יחידות הקצה, המתבצעת דרך קווי תקשורת שהונחו בקיבוץ.

יחידת קצה

משמשת לאיסוף ואיחסון מידע על צריכת החשמל, הנרשמת בסונה הדירתי. איסוף מידע זה מתאפשר באמצעות קורא אנרגטי המורכב על גבי המונה.

באמצעות הקורא האופטי, סופרת יחידת הקצה את מספר הסיבובים של הדיסקיות שבמונה. מידע זה יסתורגס בהמשך לצריכת חשמל.

אל יחידות הקצה ניתן לחבר עד ארבעה קוראים אנרגטיים. יחידות הקצה גם משמשות להפעלה/הפסקה של עומסים חשמליים לפי תוכניות בקרה, כפי שיוסבר בהמשך.

תוכניות בקרה

נוסף לאיסוף ועיבוד מידע על צריכת החשמל, תבצע המערכת גם תוכניות בקרה. הפעלת עומסים מבוקרים לפי לוח זמנים מוגדר מראש, ובקרת הביקוש המירבי. העומסים המבוקרים הם:

- גופי חימום בדודים לחימום מים.
- משאבות חום לחימום מים.
- חדר קירור בחדר האוכל.
- תאורה במקומות ציבוריים.

התועלת העיקרית, הצפויה מהקמת הפרוייקט, היא חיסכון של כ-375,000 קוטייש. ההתייחסות בהמשך היא רק לתועלת עיקרית זו, אך ייתכן שתחיינה גם תועלות נוספות כתוצאה מהורדת הביקוש המירבי והסגת הצריכה משעות הפיסגה לשעות הנבע והשפל.

ניתוח עלות-תועלת

ניתוח עלות-תועלת, הסובא להלן, נעשה בהתאם לתעריף תעויו אי לאספקה במתח נמוך, שבתוקף מ-18.3.90, ולשער יציג של 2.058 ש"ח לדולר.

חישוב עלות

- מחיר מערכת בקרה ממוחשבת: 72,800 ש"ח
- מחיר התקנת מוני החשמל: 27,200 ש"ח
- סה"כ עלות: 100,000 ש"ח

חישוב תועלת

התועלת העיקרית, מההיבט של הצרכן, נובעת מהקטנת צריכת החשמל. נתוני החישוב של התועלת השנתית, האמורה, מרוכזים בטבלה 1. חישוב החיסכון אינו כולל תשלום מע"מ. החישוב נעשה בהנחה שהצריכה מתפלגת בין השעות 15.00-24.00.

טבלה 1

תועלת שנתית, מהיבט הצרכן, הנובעת מחיסכון בצריכת החשמל

עונת השנה	שעות ביקוש (מש"ב)	סה"כ שעות עבודה (שעות)	חיסכון בצריכה (קו"ט"ש)	חיסכון בתשלום בעד הצריכה (ש"ח)
קיץ 1	נבע	304	34,700	4,039
	שפל	243	27,740	1,920
קיץ 2	נבע	304	34,700	4,806
	שפל	243	27,740	2,053
חורף	פיסגה	261	29,800	7,086
	נבע	196	22,370	3,194
	שפל	365	41,670	3,009
מעבר	פיסגה	652	74,430	10,398
	נבע	130	14,840	1,407
שפל	587	67,010	4,563	
סה"כ		3,285	375,000	42,495

התועלת המהווה (PV) ב-\$, של החיסכון השנתי בעד הצריכה (PMT) ב-\$, לכל אורך חיי הפרוייקט (N) – 20 שנה, בשער ריבית דולרית (i) של 12% מוחשבת באופן הבא:

$$PV = (PMT = \$20,650; i = 12\%; N = 20) = \$154,240 = 317,430 \text{ N.S.}$$

תועלת נוספת, הצפויה מהקמת הפרוייקט, עשויה להתבטא בהקטנת רמת ההעמסה על החיבור הקיים למיתקן. אם הפרוייקט לא יוקם, יהיה הכרח בעוד כשנתיים להגדיל את החיבור הקיים, כתוצאה מגידול שנתי מתמיד בביקושים במיתקן. הקמת הפרוייקט תמנע השקעה זו.

תועלת זו מוערכת על ידי הצרכן – קיבוץ עברון – בכ-159,400 ש"ח.

חישוב יחס תועלת/עלות

חישוב היחס תועלת/עלות כמרוייקט הודון מתבצע באופן הבא:

$$\text{יחס תועלת/עלות} = \frac{\text{סה"כ תועלות}}{\text{סה"כ עלויות}} = \frac{317,430 + 159,400}{100,000} = 4.77 > 1.2$$

ניתוח עלות-תועלת המפורט לעיל, מצביע, מההיבט של הצרכן, על כדאיות כלכלית ברורה של הקמת הפרוייקט בקיבוץ עברון.

היקף הסיוע הכספי של חברת החשמל

להלן פירוט החישוב של סכום המענק, אשר יינתן לקיבוץ עברון להקמת הפרוייקט. כאן המקום לציין שהנוהל למתן סיוע למרוייקטים לחיסכון בצריכת החשמל שונה מאז הפירסום הראשון על מתן הסיוע כפי שהופיע ב"התקע המצדיע", מסי 44 – פברואר 1990. עיקר השינוי בנוהל הוא

בכך שההיקף המירבי של הסיוע נגזר מתועלת למשק החשמל, הצפויה מהקמת מרוייקט מסוג זה.

חישוב הסיוע, המוצב בהמשך, נעשה על פי הנוהל החדש תוך הצגת טבלת הערכים של התועלת למשק החשמל, מפרוייקט לחיסכון בצריכת החשמל.

א. חישוב התועלת הצפויה מהפרוייקט למשק החשמל

התועלת למשק החשמל מחושבת על בסיס הערכים של התועלת, המופיעים בטבלה 2, ובהתאם לנתוני החיסכון בצריכת החשמל (טבלה 1). חישוב התועלת נעשה בהנחה, שהחיסכון הוא פועל יוצא של הורדה אחידה של העומס (בקו"ט) על פני כל שעות השימוש בחשמל.

טבלה 2

תועלת שנתית, מפולגת לפי מש"ב, של מרוייקט לחיסכון בצריכת החשמל ברמת אמינות של 100%

עונת השנה	מקבץ שעות ביקוש (מש"ב)		
	אספקה במתח גבוה	אספקה במתח עליון	אספקה במתח נמוך
קיץ 1	פיסגה – 260 שעות	19.7	23.3
	נבע – 392 שעות	18.2	21.5
	שפל – 808 שעות	22.4	26.5
קיץ 2	פיסגה – 260 שעות	30.1	35.7
	נבע – 392 שעות	21.6	25.6
	שפל – 808 שעות	23.9	28.4
חורף	פיסגה – 261 שעות	24.7	29.3
	נבע – 822 שעות	47.1	55.8
	שפל – 1,107 שעות	32.0	38.2
מעבר	פיסגה – 1,520 שעות	84.9	100.8
	נבע – 305 שעות	11.6	13.7
	שפל – 1,825 שעות	49.8	59.2
סה"כ	8,760 שעות בשנה	386	459

התועלת בקיץ 1:

$$\text{נבע: } \frac{37,400}{304} \cdot \frac{304}{392} \cdot 21.5 = \$1,903 = 3,917 \text{ N.S.}$$

$$\text{כשפל: } \frac{27,740}{243} \cdot \frac{243}{808} \cdot 26.5 = \$910 = 1,872 \text{ N.S.}$$

התועלת בקיץ 2:

$$\text{נבע: } \frac{34,700}{304} \cdot \frac{304}{392} \cdot 25.6 = \$2,266 = 4,664 \text{ N.S.}$$

$$\text{כשפל: } \frac{27,740}{243} \cdot \frac{243}{808} \cdot 28.4 = \$975 = 2,007 \text{ N.S.}$$

התועלת בחורף:

$$\text{בפיסגה: } \frac{29,800}{261} \cdot \frac{261}{261} \cdot 29.3 = \$3,345 = 6,885 \text{ N.S.}$$

$$\text{נבע: } \frac{22,370}{196} \cdot \frac{196}{822} \cdot 55.8 = \$1,519 = 3,125 \text{ N.S.}$$

$$\text{כשפל: } \frac{41,670}{365} \cdot \frac{365}{1,107} \cdot 38.2 = \$1,438 = 2,959 \text{ N.S.}$$

התועלת בעונת המעבר:

במיסנה:

$$\frac{74,430}{652} \cdot \frac{652}{1,520} \cdot 100.8 = \$4,936 = 10,158 \text{ N.S.}$$

בנבע:

$$\frac{14,840}{130} \cdot \frac{130}{305} \cdot 13.7 = \$667 = 1,372 \text{ N.S.}$$

בשפל:

$$\frac{67,010}{587} \cdot \frac{587}{1,825} \cdot 59.2 = \$2,174 = 4,473 \text{ N.S.}$$

סה"כ התועלת השנתית הצפויה: $35,645 - \$17,320$ ש"ח
 סה"כ התועלת המהוונת לאורך חיי הפרוייקט (20 שנה):

$$PV = (PMT = \$17,320; i = 12\%; N = 20) =$$

$$= \$129,370 = 266,245 \text{ N.S.}$$

ג. המענק של חברת החשמל להקמת הפרוייקט

הפרוייקט הנדון הוא פרוייקט ללא חידוש טכנולוגי, ולפיכך, סכום המענק נקבע לפי הנמוך מבין שני הסכומים:

15% מערך ההשקעה

א

15% מערך התועלת למשק החשמל

ההשקעה הנדרשת לביצוע הפרוייקט - 100,000 ש"ח - קטנה מהתועלת למשק החשמל - 266,245 ש"ח.

סכום המענק יהיה:

$$100,000 \cdot 0.15 = 15,000 \text{ ש"ח}$$

שיפור יעילות תאורה במוסך למטוסים (אנגר) בתעשייה האווירית

התעשייה האווירית לישראל קיבלה, בימים אלה, מחברת החשמל מכתב זכאות למענק לשיפור תאורת פנים באחד מהאנגרים ששטחו כ-11,000 מ"ר. שיפור יעילות התאורה יעשה על ידי החלפת נורות כספית קיימות, בנורות נתרן לחץ גבוה (נל"ג). נדגיש כאן, שהחלפת הנורות הנדונה איננה יכולה לזכות את הצרכן במענק במסגרת **מבצע** להחלפת נורות כספית בנורות נל"ג, מפני שהמבצע מתייחס לתאורת חוץ - תאורת רחובות, תאורת גדרות וכדומה. עם זאת, ניתן לסווג את הפעולה של החלפת הנורות כפרוייקט לחיסכון בצריכת החשמל, ולבחון מתן סיוע כספי לפעולה זאת, בהתאם לקריטריונים החלים על פרוייקטים מסוג זה.

תיאור הפרוייקט

צריכת החשמל לתאורה באנגר הנדון במסגרת הפרוייקט, מהווה כ-50% מסך צריכת החשמל באנגר. התאורה הקיימת כיום היא באמצעות 102 נופי תאורה עם נורות כספית בהספק של 1,000 וואט, בכל נוף תאורה, ועוד 160 נופי תאורה עם נורות כספית בהספק של 400 וואט. ההספק של התאורה במצב הקיים הוא 166 ק"ו"ט.

במסגרת הפרוייקט תוחלפנה נורות הכספית, שהספקן 1,000 וואט, בנורות נל"ג, שהספקן 400 וואט. החלפה כוללת גם החלפת ציוד עזר בהתאמה.

נורות הכספית, שהספקן 400 וואט, תוחלפנה בנורות נל"ג שהספקן 250 וואט, כולל החלפת ציוד עזר בהתאמה.

החלפת נורת כספית בהספק 1,000 וואט, שהיא בעלת שטף אור של 58,000 לומן, בנורת נל"ג בהספק 400 וואט, שהיא בעלת שטף אור של 47,000 לומן, תביא להקטנת יומת התאורה באנגר. כדי להתגבר על הקטנת רמת התאורה, יותקנו 28 נופי תאורה חדשים, עם נורות נל"ג בהספק של 400 וואט, נורות אלה יפורו באנגר באופן שרמת התאורה לאחד ביצוע הפרוייקט לא תפחת מזו הקיימת כיום.

משטר הפעלת התאורה באנגר לאורך כל השנה - 5 ימים, 10 שעות ביום (מ-7:00 עד 17:00). ביצוע שיפור יעילות התאורה, כאמור לעיל, יביא להקטנת ההספק המופעל ב-74 ק"ו"ט (92 ק"ו"ט לאחר השיפור, במקום 166 ק"ו"ט במצב הקיים).

ניתוח עלות-תועלת

ניתוח עלות-תועלת, המובא להלן, מתבסס על הנתונים שנמסרו לחברת החשמל על ידי הצרכן. נתונים אלו עודכנו בהתאם לתעריף תעריז א', שבתוקף מ-18.1.90, ולשער יציב של 2.058 ש"ח לדולר.

חישוב עלות

עלות הפרוייקט: 82,320 ש"ח

חישוב תועלת

התועלת העיקרית, מהחיבת של הצרכן, נובעת מהקטנת התשלומים בגין הצריכה של התאורה ומהקטנת התשלום בגין הביקוש המיזיבי בהתאם. נתוני החישוב של התועלת השנתית, האמורה, מרוכזים בטבלה 3. חישוב החיסכון אינו כולל תשלום מיזימי.

טבלה 3

תועלת שנתית, מתיבת הצרכן, הנובעת מחיסכון בצריכת החשמל לתאורה

עונת השנה	מיקבוץ ביקוש בשעות עבודה (מס"ב)	סה"כ שעות עבודה (שעות)	חיסכון בצריכה (ק"ו"ט/ש)	חיסכון בתשלום בעד הצריכה (ש"ח)	חיסכון הביקוש המיזיבי (ק"ו"ט)	חיסכון בתשלום בעד הביקוש המיזיבי (ש"ח)
קיץ 1	מיסנה	260	39,240	3,292	74	709
	נבע	130	9,620	1,014	-	-
	שפל	43	3,182	200	-	-
קיץ 2	מיסנה	260	39,420	5,074	74	1,095
	נבע	130	9,620	1,208	-	-
	שפל	43	3,182	234	-	-
חורף	נבע	652	48,248	6,253	-	-
	מיסנה	1,086	80,364	30,190	74	262
	סה"כ	2,604	192,696	27,445	74	2,066

החיסכון השנתי בהוצאות החשמל הוא:

$$29,511 = \$14,355 + 27,445 \text{ ש"ח} + 2,066 \text{ ש"ח}$$

התועלת המהוונת של החיסכון השנתי בעד הצריכה, לכל אורך חיי הפרוייקט - 10 שנים, בשער ריבית דולרית של 12% היא:

$$PV = (PMT = \$14,355; i = 12\%; N = 10) =$$

$$= \$81,100 = 166,900 \text{ N.S.}$$

נטף לחיסכון בצריכת החשמל, כמפורט לעיל, קיימת תועלת חשובה נוספת, הנובעת מכך שהירידה בתפוקת האור לאורך חיי נורת נליג קטנה בהרבה מזו של נורת כספית. ניתן להעריך תועלת זו בערכים כספיים, זאת, כמובן, בתנאי שנהלי האחזקה במיתקן מחייבים החלפת נורות, כאשר תפוקתן יורדת מתחת לגבול מסוים (למשל, 70% מהתפוקה הנומינלית). בהעדר נתון זה, לא נביא כאן הערכה כספית לתועלת זו.

חישוב יחס תועלת/עלות

חישוב היחס **תועלת/עלות** בפרוייקט הנדון מתבצע באופן הבא:

$$\text{יחס תועלת/עלות} = \frac{\text{סה"כ תועלות}}{\text{סה"כ עלויות}} = \frac{166,900}{82,320} = 2.03 > 1.2$$

ניתוח עלות-תועלת המפורט לעיל, מצביע, מההיבט של הצרכן, על כדאיות ברורה של החלפת נורות כספית קיימות בנורות נליג.

היקף הסיוע הכספי של חברת החשמל

לחן פירוט החישוב של סכום המשנק, אשר ניתן לתעשייה האווירית לצורך החלפת נורות כספית בנורות נליג בהגדר הנדון.

א. חישוב התועלת, הצפויה מהפרוייקט, למשק החשמל

התועלת למשק החשמל מחושבת על בסיס הערכים של התועלת, המופיעים בטבלה 2, ובהתאם לנתוני החיסכון הצפוי המרוכזים בטבלה 3.

התועלת בקיץ 1:

בפיסנה: $74 \cdot \frac{260}{260} \cdot 21.2 = \$1,569 = 3,229 \text{ N.S.}$

בגבע: $74 \cdot \frac{130}{392} \cdot 19.5 = \$479 = 985 \text{ N.S.}$

בשפל: $74 \cdot \frac{43}{808} \cdot 24.1 = \$95 = 195 \text{ N.S.}$

התועלת בקיץ 2:

בפיסנה: $74 \cdot \frac{260}{260} \cdot 32.4 = \$2,398 = 4,935 \text{ N.S.}$

בגבע: $74 \cdot \frac{130}{392} \cdot 23.2 = \$569 = 1,172 \text{ N.S.}$

בשפל: $74 \cdot \frac{43}{808} \cdot 25.7 = \$101 = 208 \text{ N.S.}$

התועלת בחורף:

בגבע: $74 \cdot \frac{652}{822} \cdot 50.6 = \$2,970 = 6,112 \text{ N.S.}$

התועלת בעונת המעבר:

בפיסנה: $74 \cdot \frac{1,086}{1,520} \cdot 91.3 = \$4,827 = 9,934 \text{ N.S.}$

סה"כ התועלת השנתית הצפויה: $\$13,008 = 26,670 \text{ ש"ח}$
 סה"כ התועלת מהוונת לאורך חיי הפרוייקט (10 שנים):

$$PV = (PMT = \$13,008; i = 12\%; N = 10) = \$73,500 = 151,260 \text{ N.S.}$$

ג. המענק של חברת החשמל להקמת הפרוייקט

הפרוייקט הנדון הוא פרויקט ללא חימוש טכנולוגי, ולפיכך סכום המשנק נקבע לפי הנמוך מבין שני הסכומים:

15 אחוזים מערך ההשקעה

א

15 אחוזים מערך התועלת למשק החשמל

ההשקעה הנדרשת לביצוע הפרוייקט - $82,320 \text{ ש"ח}$ - קטנה מהתועלת למשק החשמל - $151,260 \text{ ש"ח}$.

סכום המענק יהיה:

$$12,350 \text{ ש"ח} = 82,320 \cdot 0.15$$

חברת החשמל מבקשת להוריד את המיסוי על נורות ביתיות יעילות

מהפסד ההכנסות מסוים - הכנסות שאינן מתמשכות - כולל הסחיר המלאכותי הנבחר שיוצר המיסוי. מאמר מפורט המתייחס להיבטים השונים של נושא התאורה היעילה, התפרסם ב"התק"ע המגזין מס' 44 - מרדואר 1990.

לחיסכון שנתי של 450 מיליון קוטייש בצריכת החשמל השנתית, ולהקטין את שיא הביקוש לחשמל בחורף ביותר מ-200 מנואט. המעבר לשימוש בנורות החדשות עשוי לחסוך, למשק המדינה, מאות מיליוני דולר. החיסכון בחשמל זהיה גדול פי כמה וכמה.

מנהל המחלקה ליעול הצריכה בחברת החשמל, אינו **אורי לייטנר**, מנה למשרד האנרגיה, בבקשה שיה יפעל להורדת שיעורי המס הגבוהים החלים על נורות פלואורסצנטיות קומפקטיות. במכתב מוסבר, כי בשנים האחרונות יצא לשוק נורות פלואורסצנטיות חדישות, כולל דגמים בעלי כיפה מתוגברת, שניתן לשלבם בכתיסורה רגילים. נורות אלה הן בעלות נצילות גבוהה ביותר, וחוסכות בכך כ-80 אחוז מצריכת החשמל.

תפוקת האור של נורה בת 20 ואט פח הסוג החדש, מקבילה לזאת של נורת ליבון רגילה בת 100 ואט. נטף לכך, אורך חייהן של נורות אלה הוא כ-8,000-10,000 שעות תאורה. דהיינו, פי שמונה עד פי עשרה מאורך חייה של נורת ליבון. הנורות החדשות נפוצות באירופה ובארה"ב, וסחירן מגיע לכ-10 דולר לנורה. מאחר שבישראל מוטלים על הנורות מס, מס קנייה ותמי"א, מחירן מגיע לכ-40 דולר לנורה. הדבר מונע את רכישתן על ידי הציבור.

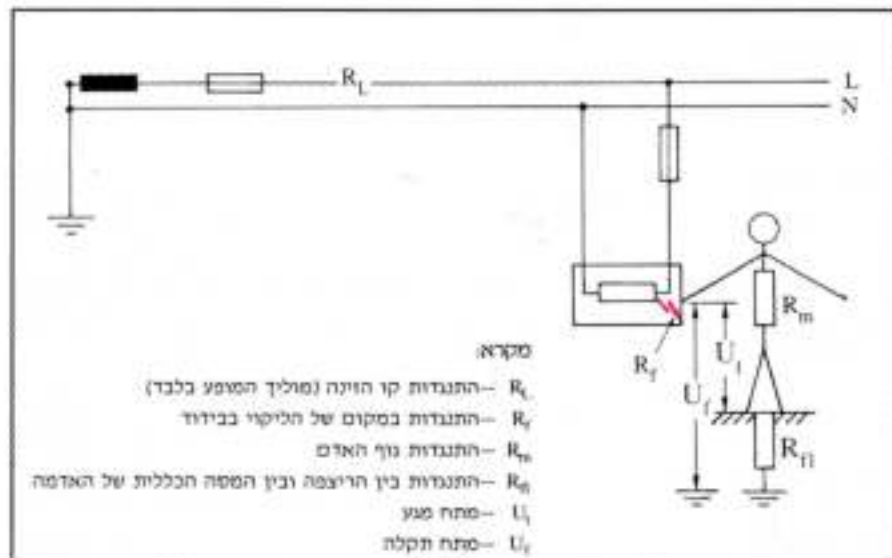
לפי הערכת חברת החשמל, עשוי מעבר מאסיבי לשימוש בנורות החדשות להביא



מתח מגע ומתח תקלה במקרה של ניתוק מוליך הארקה

אינג' זלמן דוניבסקי

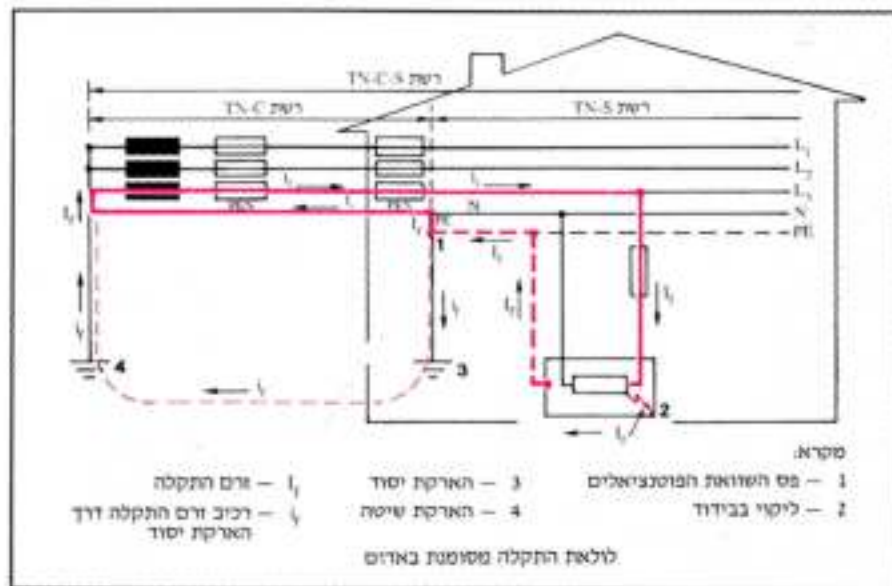
בעת שיחות עם חשמלאיים נוכחתי לדעת כי לרבים מהם לא נהיר ההבדל שבין מתח מגע למתח תקלה. מטרת מאמר זה להסביר מושגים אלה ומושגים נוספים הקשורים בנושא.



איור 1
מתח מגע ומתח תקלה

חי. ז'ים זה תחילתו במקור הוינה והוא עובר דרך קו הוינה, המקום שבו קיים הליקוי בבידוד, מוליך הארקה, אלקטרודת הארקה (במיתקן המוגן על ידי הארקה הנגה – TT), כאשר המיתקן מוגן כשיטת האיפוס (TN-C-S) כמתואר באיור 2, עובר ז'ים

המסה הכללית של האדמה, הארקה השיטה וחזרה אל מקור הוינה. כמיתקן המוגן על ידי הארקה הנגה – TT), כאשר המיתקן מוגן כשיטת האיפוס (TN-C-S) כמתואר באיור 2, עובר ז'ים



איור 2
א. לולאת התקלה במיתקן המוגן בפני חישוב שיטת האיפוס
ב. רשתות TN-S, TN-C ו-TN-C-S

הגדרות

בהגדרות של מתח מגע ומתח תקלה בספרות הטכנית הלועזית נאמר:

מתח מגע

המתח המופיע, בזמן שקיים ליקוי בבידוד, בין נופים נגישים בו זמנית.

מתח תקלה

מתח המופיע בזמן שקיים ליקוי בבידוד בין גוף מוליך חשוף ובין אלקטרודת הארקה מקומית, בעלת פוטנציאל שאינו משתנה עקב התקלה.

באיור 1 רואים כי מתח מגע (U_t) הינו חלק ממתח תקלה (U_f), והוא שווה למפל המתח על גוף האדם. מדידת מתח מגע מתבצעת באמצעות וולטמטר שהתנגדותו הפנימית קרובה בערכה להתנגדות גוף האדם, התנגדות שהיא בסדר גודל של 2,000-3,000 אוהם. לעומת זאת, לצורך מדידת מתח התקלה, התנגדות הוולטמטר צריכה להיות גבוהה – 40 קילוהום או יותר.

קיים הבדל מהותי בין מתח מגע למתח תקלה. מתח תקלה מופיע בין גוף מחושמל לאדמה, או בין שני נופים שקיים ביניהם הפרש פוטנציאלים. למשל, נופי מכשירים הגיוניים מסופעים שונים של הרשת.

מתח התקלה תלוי בגורמים השונים שהם מורכב המיתקן.

לעומת זאת, מתח המגע תלוי גם בהתנגדות גוף האדם, אשר משתנה לא רק מאדם לאדם, אלא גם אצל אותו אדם בהתאם למצב גופו (יבש או מוצע), לסוג לבושו (סוג הנעליים), למצב העור במקום המגע עם הגוף המחושמל (פצע) ועוד. במיתקן שבו קיים מתח תקלה מסוים, יופיעו על אנשים שונים מתחי מגע שונים, בהתאם לנסיבות. למשל, שטיפת הריצפה מקטינה כנאמן זמני את התנגדותה.

לולאת התקלה

לולאת התקלה היא מסלול ז'ים התקלה (I_f) המופיע עם התהוות ליקוי בבידודו של גוף

* הסבר לכינוי הרשת – ראה סעיף מתאים בהמשך מאמר זה.

ד' דוניבסקי – עורך "המדריך לחשמלאי", חבר בוועדת ההוראות ובוועדת הפירושים ליד משרד האנרגיה והתשתית

$$R_{fi} = R_i \frac{U_1 - U_2}{U_2}$$

כאשר:

R_{fi} – התנגדות הריצפה למסה הכללית של האדמה

R_i – התנגדות מניסית של הוולטמטר

U_1 – מתח בין מקור הזינה לאדמה

U_2 – מתח בין מקור הזינה ואדמה, כאשר מסלול המדידה עובר דרך הריצפה

במדידה זאת יש להשתמש בוולטמטר בעל התנגדות מנימית של כ-2,500-3,000 אוהם שווה-ערך להתנגדות גוף האדם.

אם משתמשים בוולטמטר שהתנגדותו המנימית (R_i) גדולה יותר, מומלץ, כ-VDE לחבר במקביל לוולטמטר התנגדות שערכה מורחב בהתאם לנוסחה הבאה:

$$R = \frac{3000 R_i}{R_i - 3000}$$

חישוב מתח מגע

כאשר מופיע במיתקן, בגלל ליקוי בבידוד, מתח תקלה, והמיתקן מצויד, בהתאם לתקנות, באמצעי הגנה מפני חישובול הפעילים כהלכה, מנתקים אמצעים אלה את הזרם בתוך זמן קצר ביותר, התלוי בסוג אמצעי ההגנה, וסנועים את הסכנה. לא כך הדבר כאשר קיים פגם באמצעי ההגנה, למשל, מוליך הארקה מנותק. במקרה כזה, עלול מצב מסוכן להימשך זמן רב, מבלי שיורגש בכך. אם במצב כזה מופיע גם ליקוי בבידוד, בין מופע לבין גוף מוליך, מופיעים כסיתק מתח תקלה ומגע. בשלוש הדוגמאות הבאות מוחשב מתח מגע כאשר ידועות ההתנגדויות בלולאת התקלה (איור 5).

יש לזכור, כי הארך של התנגדות גוף האדם, המופיע בדוגמאות החישוב, עשוי להשתנות

הייחוס במידה כזאת, שהמתח בין נקודות כלשהן, בתחום זה הינו זניח (לפי VDE).

התנגדות ריצפה

בתקנות הגרמניות VDE מתוארת שיטה למדידת התנגדות ריצפה (איור 4). לפי שיטה זו, מניחים על הריצפה מטלית לחה במידות 27x27 ס"מ ומפעילה מניחים לוח פח פלדה במידות 24x24 ס"מ. כדי לקבל לחץ שווה על כל השטח מניחים מעליהם לוח עץ עבה בעל אותו מידות ומעמיסים עליו משקל של 75 ק"ג, משקל הנחשב כשווה ערך למשקלו של אדם מבוגר. את החיבורים מבצעים כפי שמתואר באיור 4.

מדדים את המתח בשני מצבים, U_1 ו- U_2 של המסק מחלף של הוולטמטר. מחשבים את התנגדות הריצפה לפי הנוסחה:



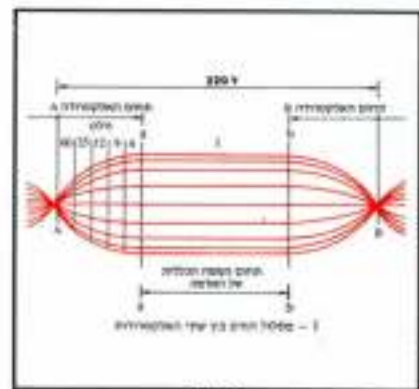
איור 4
מדידת התנגדות הריצפה

התקלה, כמעט כולו, דרך מוליך האפס של הרשת, ודרכו אל מקור הזינה. במקרה זה מוליך האפס של הרשת נקרא, בתוך הביני לאומי, מוליך (Protective Earth Neutral) PEN.

יש מקום לציין, כי רכיב קטן יחסית של זרם התקלה (I_f) חוזר למקור הזינה דרך מס השוואת הפוטנציאלים, הארקה היסוד, האדמה והארקה השיטה. אולם, ההתנגדות מסלול זה של הזרם גדולה בהרבה, בדרך כלל, מהתנגדות המסלול דרך מוליך PEN (האפס) של הרשת. התנגדות מוליך PEN ברשת תקינה היא בסדר גודל של חלקי אוהם, בו בוסן, שהערך המותר להתנגדות הארקה יסוד, לפי התקנות, הוא עד 20 אוהם. כאשר לא קיים מוליך הארקה במיתקן, או כאשר הוא מנותק, זרם התקלה מוצא את דרכו לאדמה ואל מקור הזינה בדרך כלשהי, למשל, דרך גוף האדם, ריצפה ועוד, וזאת כמובן, כאשר קיימת ברשת הארקה שיטה.

המסה הכללית של האדמה

כאשר קיים מתח בין שתי אלקטרודות A ו-B באדמה, עובר ביניהן זרם כמתואר באיור 3.



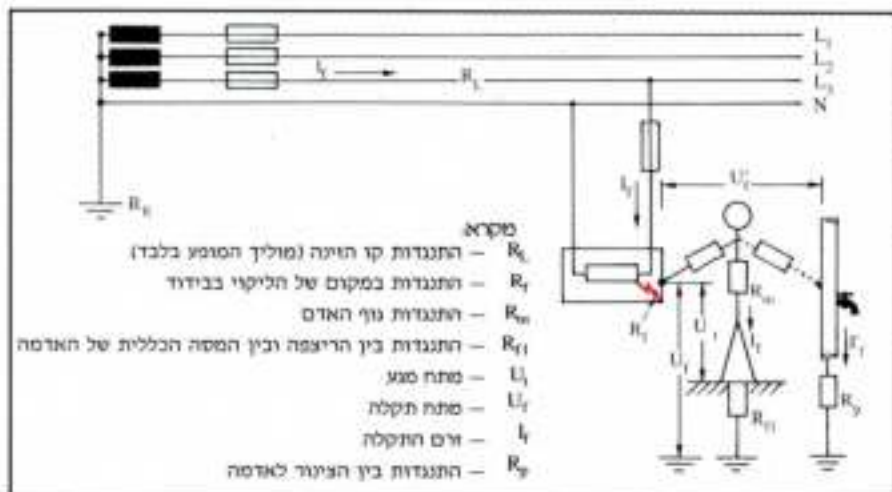
איור 3
המסה הכללית של האדמה

שטח החתך של האדמה שדרכה עובר זרם זה הינו מפועי סמוך לאלקטרודות, והוא הולך וגדל ככל שמתרחקים מתן.

המתח בין האלקטרודה לאדמה, בנקודה כלשהי באדמה, נמדד בין האלקטרודה לבין מוט מתכת התקוע באדמה. מתח זה גדל ככל שמתרחקים מהאלקטרודה, עד שהוא מגיע לערכו המינימלי. מעבר לתחום זה, תחום a לגבי אלקטרודה A, ותחום b לגבי אלקטרודה B, ישתרע תחום a-b. המתח בין האלקטרודה ונקודה כלשהי בתחום זה של האדמה אינו משתנה למעשה.

תחום זה של האדמה, בין a ל-b, נקרא **המסה הכללית של האדמה**, או בקיצור **אדמה**, ולגבי מודדים מתח לאדמה של אלקטרודת הייחוס, של גוף מחשבל ועד.

ניתן להגדיר **מסה כללית של האדמה** כתחום של אדמה המרוחק מאלקטרודת



איור 5
חישוב מתח מגע

מסקרה למקרה, בהתאם לנסיבות. לשינויים בערך של התנגדות גוף האדם יש השפעה רבה על תוצאות החישוב.

דוגמא א':

חישוב מתח מגע כאשר אדם עומד על ריצפה מבודדת

נתונים:
 R_f – התנגדות קו הזינה, ממקור הזינה ועד למקום שבו קיים ליקוי כבידוד (מוליך המופע בלבד) 0.5 אהום,
 R_f – התנגדות בין החלק החי לבין הגוף המוליך, במקום שבו קיים הליקוי כבידוד 0 אהום,
 R_m – התנגדות גוף האדם 2,500 אהום,
 R_{f1} – התנגדות בין הריצפה לבין הארמה 50,000 אהום,
 R_f – התנגדות הארקה שיטה: 2 אהום,

יש לחשב את:

R – התנגדות לולאת התקלה

U_f – מתח המגע

I_f – זרם התקלה

חישובים:

התנגדות לולאת התקלה:

$$R = R_f + R_f + R_m + R_{f1} + R_f$$

מאחר שניתן להזניח את הערכים R_f ו- R_{f1} , ערכה של התנגדות לולאת התקלה היא:

$$R = 2,500\Omega + 50,000\Omega = 52,500\Omega$$

במתח זינה 230 וולט, ערכו של זרם התקלה יהיה לפי המחושב בנוסחה הבאה:

$$I_f = \frac{U}{R} = \frac{230\text{ V}}{52,500\Omega} = 0.0044\text{ A} = 4.4\text{ mA}$$

לפיכך, מתח המגע הינו:

$$V_f = I_f \cdot R_m = 0.0044\text{ A} \cdot 2,500\Omega = 11\text{ V}$$

בגלל הריצפה המבודדת, שהאדם עומד עליה, זרם התקלה העובר דרך גופו הוא כ-4 מיליאמפר בלבד, ומתח המגע הוא רק 11 וולט. ריצפה מבודדת יכולה לשמש כאמצעי נוסף להגברת הבטיחות של השימוש בחשמל אולם לפי התקנות אין להשתמש בה כשיטת הגנה מפני חישמל.

דוגמא ב':

חישוב מתח מגע כאשר אדם עומד על ריצפה מוליכה

נתונים:

R_{f1} – התנגדות בין הריצפה לבין האדמה: 1,200 אהום;

שאר הנתונים כמו בדוגמא א';

חישובים:

התנגדות לולאת התקלה:

מאחר שגם במקרה זה ניתן להזניח את

הערכים R_f ו- R_{f1} , ערכה של התנגדות לולאת התקלה היא:

$$R = 2,500\Omega + 1,200\Omega = 3,700\Omega$$

במתח זינה 230 וולט ערכו של זרם התקלה יהיה לפי המחושב בנוסחה הבאה:

$$I_f = \frac{230\text{ V}}{3,700\Omega} = 0.062\text{ A} = 62\text{ mA}$$

לפיכך, מתח המגע הינו:

$$U_f = 0.062\text{ A} \cdot 2,500\Omega = 155\text{ V}$$

בגלל הריצפה המוליכה שהאדם עומד עליה זרם התקלה שעובר דרך גופו הוא כ-62 מיליאמפר, ומתח המגע הוא 155 וולט.

במיתקן זה קיים מצב מסוכן.

דוגמא ג':

חישוב מתח מגע – כאשר האדם נוגע, בו זמנית, בגוף מחושמל ובגוף בעל התנגדות קטנה לאדמה (למשל, צינור מים), בעומדו על ריצפה מבודדת (איור 5)

R_f – התנגדות בין צינור מים לבין האדמה: 6 אהום;

שאר הנתונים כפי שמפורט בדוגמא א';

חישובים:

לאחר שמוזנחים את R_f , ערכה של התנגדות לולאת התקלה היא:

$$R = 2,500\Omega + 6\Omega + 2\Omega = 2,508\Omega$$

במתח זינה 230 וולט ערכו של זרם התקלה יהיה לפי המחושב בנוסחה הבאה:

$$I_f = \frac{230\text{ V}}{2,508\Omega} = 0.0917\text{ A} \approx 92\text{ mA}$$

לפיכך, מתח המגע הינו:

$$V_f = 0.0917\text{ A} \cdot 2,500\Omega \approx 229\text{ V}$$

ערכו של מתח המגע במקרה זה, שהוא המסוכן ביותר, קרוב מאוד למתח הזינה.

כינויי רשת

במאמר זה נעשה שימוש בכינויי הרשת המקובלים בתקנים של הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה (IEC), המתתייחסים למבנה הרשת. בתקנות החשמל החדשות, העומדות להתפרסם בקרוב, יש שימוש נרחב בכינויים אלה.

כל כינוי רשת כולל מספר אותיות שפירושן **האות הראשונה** (משמאל) מתייחסת לשיטת הארקה כאשר:

T – חיבור ישיר לאדמה של נקודה אחת לפחות, ברשת (הארקה שיטה).

I – בידוד בין מרכיבי הרשת לבין האדמה.

האות השנייה מתייחסת להגנה מפני חישמל של גופי הציוד ברשת כאשר:

T – חיבור ישיר של גוף הציוד לאדמה (הארקה הגנה).

N – חיבור של גוף הציוד להארקה של הרשת (איפוס).

אותיות נוספות מתייחסות למוליכי אפס והארקה ברשת כאשר:

S – מוליך האפס (N) וההארקה (PE) נפרדים.

C – מוליך האפס משמש בו זמנית גם כמוליך ההארקה (PEN).

רשתות למתח נמוך המקובלות בארץ הן:

TT – רשת עם נקודה אחת לפחות מחוברת לאדמה והגנה מפני חישמל על ידי הארקה הגנה.

TN-C-S – רשת עם נקודה אחת לפחות מחוברת לאדמה והגנה מפני חישמל על ידי איפוס (איור 2). חלק מרשת זו, ממקור הזינה ועד לחיבור בין מוליך PEN (אפס + הארקה) לפס השוואת הפוטנציאלים, הינו רשת TN-C, המשך במיתקן הינו רשת TN-S. הכינוי לרשת זו בשלמותה הינו TN-C-S.

IT – רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

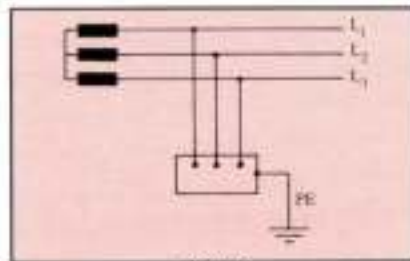
רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).

רשת ללא הארקה שיטה (רשת צפה) שפונשים בה במיתקנים מיוחדים, למשל בבתי חולים. גופי הציוד ברשת זו מאורקים (איור 6).



איור 6
רשת IT (רשת צפה)

סיכום

הדוגמאות שהוצגו במאמר זה מלמדות שמתח המגע – מפל מתח על גוף האדם בין הנקודה שהזרם חודר לגופו ובין הנקודה שהוא עוזב אותו – משתנה בגבולות רחבים מאוד. מוליטים אחדים ועד קרוב מאוד לערכו של מתח הזינה. ערכו של מתח המגע תלוי במיתקן החשמל ובגופו של האדם.

לעומת זאת, מתח התקלה – מתח שבין הגוף המחושמל לאדמה – תלוי רק במיתקן החשמל. במקרה של קצר מלא ($R_f=0$) בין גוף חי וגוף מוליך של הציוד, כמתואר בדוגמאות, ערכו של מתח התקלה כמעט שווה לערכו של מתח הזינה. כדי לחשב את מתח התקלה יש להכפיל את ערכו של זרם התקלה (I_f) בסכום ההתנגדויות במסלול יגוף מחושמל-אדמה ($U_f = I_f \cdot (R_m + R_{f1})$). אם מבצעים את החישוב כאשר $R_f=0$, מקבלים שהערך של מתח התקלה קרוב כל כך לערכו של מתח הזינה, עד שאין כליהם הפרש משמעותי.

במקרה של חישמל נהג החשמלאי הבודק את נסיבות התאונה למדוד את המתח בין הגוף המחושמל ובין האדמה (מתח התקלה). יש לזכור, שאין זה המתח שמופיע על גוף האדם הנגע (מתח המגע).

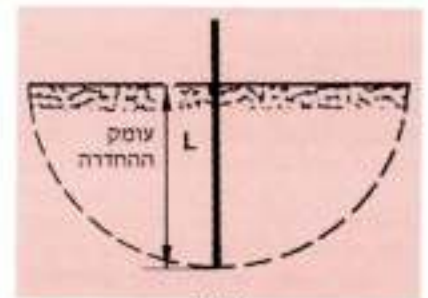
הארקות ויעודן

אינני נחום פלג

מאמר זה דן בשילוב של הארקות שונות וניצולן ליעודים שונים. כמו כן יש במאמר התייחסות לשאלה מתי הארקות (אלקטרודות) שונות מהוות – מבחינה מעשית וחשמלית – הארקות נפרדות, ומתי לא.

אלקטרודה אנכית

נדון תחילה באלקטרודה אנכית, המורכבת ממוט (או ממספר מוטות), המוחזרת אנכית לאדמה, תיאורטית, ניתן להבדיר את יתרום ההשפעה של האלקטרודה כרדיוס השווה באורכו לעומק ההחדרה של האלקטרודה האנכית (תצי כדור). "ההשפעה" המיורבית ביותר של האלקטרודה היא בקירבה המיידית אליה (איור 1). השפעה זו הולכת ותחלשת ככל שגודל המרחק מהאלקטרודה, עד שבמרחק האמור מגיעה השפעה זו לאסימפטוטה של השפעה שולית בלבד.



איור 1 תחום ההשפעה התיאורטי של אלקטרודה

תיאורטית אם מתקיימים שתי אלקטרודות, כל אחת בעומק L, הרי כדי לקבל שתי אלקטרודות נפרדות (ליעודים שונים), המרחק ביניהן צריך להיות 2L או גדול יותר (איור 2).

אולם בפועל התברר, שכדי לקבל שתי אלקטרודות נפרדות, ניתן להסתפק במרחק L ביניהן (איור 3).

לעומת זאת, כאשר מדובר באלקטרודה נרחבת, המורכבת, לדוגמה, ממספר אלקטרודות המוחזרות לאדמה ומחוברות ביניהן, או מהארקת יסוד של מבנה, הרי שכל אלקטרודה אחת הנמצאת בתוך תחום ההשפעה של אלקטרודה זו היא, מבחינה מעשית, אותה אלקטרודה ולכן אותה הארקה.

מתכתי המחובר בשני מקומות לפחות לאלקטרודת הארקה, (3) כל המערכות נמצאות בתחום ההשפעה של אלקטרודת הארקה.

22. התנגדות חשמלית בין האלקטרודה להארקת שיטה ובין המסה הכללית של האדמה.

(א) והתנגדות החשמלית בין אלקטרודת הארקה או מערכת אלקטרודות הארקה המיוחדות להארקת השיטה במתח נמוך לבין המסה הכללית של האדמה לא תעלה על 5 אוהם.

(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) מותר, במערכת חלוקה המיועדת להגנה באמצעות איסוס, שההתנגדות תעלה על 5 אוהם אולם לא תעלה על 20 אוהם."

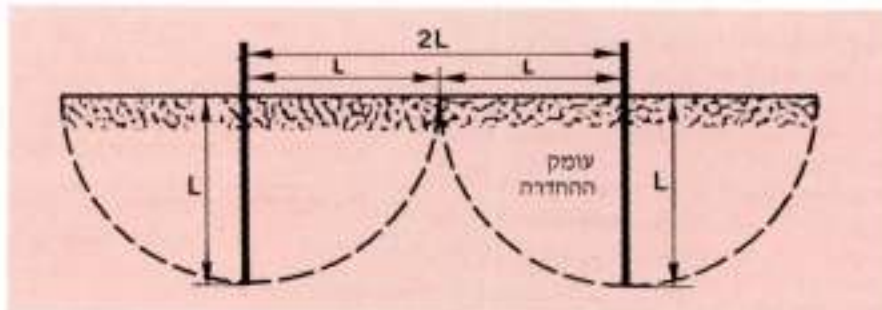
נצטט כאן את התקנות 21 ו-22 מהתקנות המתייחסות להארקות ושיטות הגנה בפני חיטמול במתח עד 1000 וולט – התשס"ד 1984, (ק"ת 4643).

21. אלקטרודות הארקה נפרדות ומשותפות. (א) לכל יעוד תותקן אלקטרודת הארקה נפרדת.

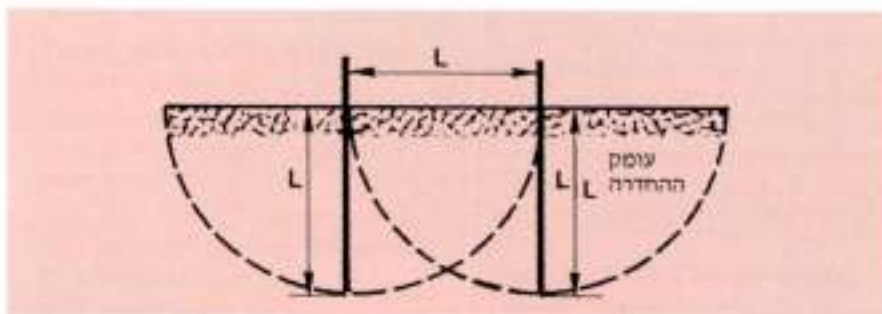
(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) מותר להשתמש באותה אלקטרודה ליעודים שונים אם נתקיימו כל התנאים שלהלן:

(1) ההתנגדות בין אלקטרודות הארקה למסה הכללית של האדמה עונה על הדרישות המפורטות בתקנה 22,

(2) מוליך הארקה לכל יעוד הוא נפרד עד למקום החיבור לפס השוואת הפוטנציאלים, לאלקטרודת הארקה או לפס



איור 2 מרחק תיאורטי מזערי בין שתי אלקטרודות נפרדות ליעודים שונים

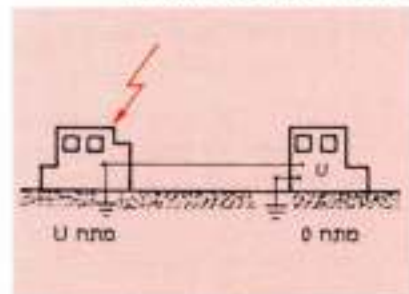


איור 3 מרחק מעשי מזערי בין שתי אלקטרודות נפרדות ליעודים שונים

שימוש באלקטרודות נפרדות

הצורך בשימוש באלקטרודות נפרדות מתעורר לפעמים מסיבה פשוטה: בין הארקות שונות עלול להופיע מתח כתוצאה מורמים יתועיסי באדמה, תקלה במיתקן החשמל (קצר) או מישט ברק.

נתבונן באיור 4, המתאר שתי מבנים, א' ו-ב', אשר לכל אחד מהם אלקטרודת הארקה נפרדת. המבנים מרוחקים ביניהם כך שלכל אלקטרודה תרום השפעה שונה.



איור 4

הפרש פוטנציאלים בין שני מבנים, כשלכל מבנה יש אלקטרודת הארקה נפרדת

במקרה זה, אם בין שני המבנים (א' ו-ב') מותקן מוליך מבודד (למשל, קו טלפון), הרי שאם יפגע ברק במבנה א' יעלה הפוטנציאל של מבנה זה ויחד עמו יעלה גם הפוטנציאל של המוליך המבודד המחובר אליו. מבנה ב' נמצא בפוטנציאל שונה, והפרש פוטנציאלים U יופיע בין המוליך המגיע למבנה ב' ובין האלקטרודה של מבנה זה.

הפרש מתחים זה עלול להיות גבוה ביותר ולהגיע לסדרי גדל של אלפי וולט.

יעודי השימוש באלקטרודות הארקה

היעודים שהאלקטרודה אמורה לשרת הם:

1. הארקה שיטה במיתקני חשמל למתח נמוך וגבוה.
2. הארקה הגנה (עם או בלי איפוס) במיתקני חשמל.
3. הארקה למיתקני הגנת מבנים מפני ברקים (הגנה חיצונית).
4. הארקה להתקני הגנה מפני מתחי יתר במיתקני חשמל ובמערכות אלקטרוניות שונות (הגנה פנימית).
5. הגנה מפני מטענים אלקטרוסטטיים ומערכות לפריקה אלקטרוסטטית למכלולים נפוצים (מאיס) (Electro Static Discharge – ESD).

לצורך הדיון ביישומים השונים של אלקטרודות, נסקור את היעודים שלעיל.

הארקה שיטה במיתקני חשמל למתח נמוך וגבוה

בהתאם לתקנות למי חוק החשמל – הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול – יש הארקה שיטה, דהיינו, הארקה במתכוון של נקודת הכובש של מקור הזינה התלת מופעי (או הארקה נקודה אחת במערכות חד מופעיות ורכ מופעיות) שלוש מטרות בו זמניות וכן:

1. ייצוב המתח של השיטה לאדמה.
2. הגנה מפני עליית מתח במקרה של חדרית מתח ממקור שמוחץ לשיטה.
3. קיום פעולת הגנת השיטה (סגירת מעגל תקלה לאדמה במקרה של קצר בין מופע לאדמה).

בכדי לקיים מטרות אלה נקבע, כי התנגדות האלקטרודה המשמשת להארקה השיטה למסה הכללית של האדמה לא תעלה על 5 אוהם (20 אוהם אם קיים איפוס).

כללית, נאמר, כי נקודת הארקה השיטה תהיה יקרובה ככל האפשר למקור הזינה (דהיינו – השנאי או הגנרטור). בנקודה זו מתברר, כי במקרים המתוארים להלן רצוי לפעמים להתרחק במידה מסוימת ממקור הזינה.

מקרה א'

שנאי מסוים על עמוד רשת ומזין לוח ראשי במבנה, הנמצא במרחק 20 או 30 מטר ממנו. נשאלת השאלה, היכן רצוי להתקין את האלקטרודה של הארקה השיטה.

והתשובה במקרה זה, כאשר השנאי מזין לוח ראשי אחד, המקום הטוב ביותר להתקנת הארקה השיטה הוא בלוח עצמו ולא ליד העמוד, וזאת בגלל הסיבות הבאות.

1. במקרה של פריצת מתח גבוה לעמוד (דרך מבדד פגום, תקלה במנתק הממוקם על העמוד וכיון) תימנע הופעת מתח גבוה ברשת המתח הנמוך.

2. לולאת התקלה במיתקן המתח הנמוך שבמבנה תהיה בעלת עכבה נמוכה יותר, מאחר שהיא תהיה מורכבת כולה ממוליכים מתכתיים ללא צורך במעבר דרך אדמה.

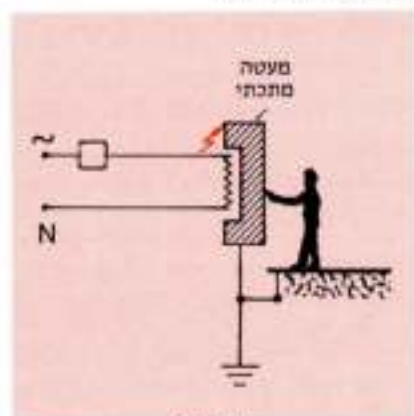
מקרה ב'

שנאי ממוקם בתוך מבנה בעל הארקה יסוד. במקרה זה אין משמעות לאלקטרודות ינפרדות להארקה השיטה של השנאי ולהארקה ההגנה של גוף השנאי, מאחר שלפנינו "אלקטרודה רחבת" – וזאת נוסף לעובדה, שהשנאי ממוקם ומזין מבנה שהוא למעשה יכלוב פאראדיי. בכל מקרה, לפנינו מבני שבו אלקטרודה משמשת לשני היעודים גם יחד.

הארקה הגנה (עם או בלי איפוס) במיתקני חשמל

להארקה הגנה מטרה אחת ויחידה – להקטין עד למינימום את הסכנה של הופעת מתח

גבוה, העלול לגרום לחישמול של אדם או בעל חיים. מבחינה מעשית אנו מתקנים, עבור זרם התקלה, מסלול מתכתי "עוקף" המקביל, חשמלית, לגוף האדם וגם מבטיח שאמצעי ההגנה המותקן במערכת יפעל בתוך חמש שניות (איור 5).



איור 5

מוליך הארקה הגנה במקביל לגוף האדם

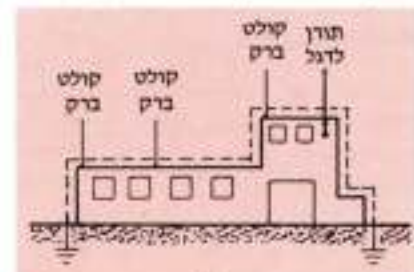
ברור שבמקרה זה רצוי שעכבת לולאת התקלה תהיה נמוכה ככל האפשר, כך שזרם התקלה שיתפתח יהיה גבוה ככל האפשר ויבטיח את ניתוק המעגל בזמן הקצר ביותר.

אחת הדרכים להשגת מטרה זו היא שימוש בשיטת האיפוס (TN-C-S), שבה מאריקים את מוליך האפס של הרשת בבניסה למבנה אל פס השוואת הפוטנציאלים. כך, למעשה, מובטח מסלול מתכתי מלא לזרם התקלה, החל ממקור הזינה ועד לחזרתו אליו. באתו זמן מבטיחים, כי במבנה עצמו לא ייווצר מצב של הופעת מתח מסוכן בין חלקים השונים, הודות לגישור בין כל החלקים המתכתיים שלו (Bonding).

הארקה למיתקני הגנת מבנים מפני ברקים (הגנה חיצונית)

מטרת מיתקן להגנה מפני ברקים היא לאפשר לזרם הברק להתנקז לאדמה במסלול מתכתי שהוכן על ידינו מראש, ובצורה זו למנוע, עד כמה שניתן, נזק למבנה עצמו (איור 6).

מדובר כאן במערכת קולטי ברק ומוליכי הורדה, כנדרש בתקן ישראלי תיי 1173.



איור 6

מערכת הגנה חיצונית מפני ברקים

להארקת גוף המכונות. כאשר מדובר במיכליות דלק, עלול המטען האלקטרוסטטי לגרום להתפוצצות, ולכן יש לודא שמכליות תהיינה מאורקות, עד כמה שניתן, בכל עת, ובמיוחד בזמן מילוי ודיקון.

כאמור, כאשר דנים במטענים אלקטרוסטטיים במבנים, נראה כי אפשר לצמצם את ממדי התופעה על ידי יינון האוויר ושמידה על לחות יחסית של כ-60% לפחות. צעדים אלו ימנעו "בניית" מטענים אשר יתפרקו, לאחר מכן, בצורת ניצוצות.

צעדים נוספים הם התקנת ריצפה אלקטרוסטטית בעלת מוליכות מסוימת ואיסור שימוש בבלוש מחומר סינתטי מבודד (יש להשתמש בבגדי כותנה ובנעליים מיוחדות). גם כאן, הדרך הנאותה ביותר לפריקת מטענים אלקטרוסטטיים היא השוואת פוטנציאלים נרחבת ככל האפשר על ידי חיבור כל הגופים המתכתיים למערכת השוואת הפוטנציאלים של אותו מבנה, חדר או אולם (איור 7).

כלל זה חל גם על מיתקני שינוע, עגלות וכו', שבהם רצוי שהגלגלים יהיו מחומר מוליך ודרכם תארוק העגלה. במידה שלתוך אולם מכניסים גוף מתכתי כל שהוא, הרי שעוד לפני הכנסתו יש להבטיח שבינו לבין כל חלק אחר של המבנה לא יהיה מצב של הפרש פוטנציאלים. כדי למנוע התפרקות בלתי מבוקרת ברצף החיבור (ניצוץ) בין הגוף ובין הפוטנציאל המקומי, ייעשה חיבור זה באמצעות נגד פריקה מתאים, אשר יקטין את האנרגיה של הניצוץ לרמה בלתי מסוכנת. ככל אופן, ברור כי במקרה זה, ההארקה המשמשת למניעת התפרקות האלקטרוסטטיות היא אותה הארקה המשמשת להשוואת פוטנציאלים ולהגנה מפני חיסול באותו חדר, אולם או מבנה.

בעיקרון מתבססת ההגנה, כאמור, על השוואת פוטנציאלים ארעית בין חלקים שביניהם מופיע מתח מסוכן.

אי לכך, הארקה התקני הגנה אלו חייבת להיות משותפת עם הארקה ההגנה הקיימת באותו מבנה – הארקה היסוד במבנים (שבהם היא קיימת) ובשום אופן לא אל אלקטרודה מרוחקת, הנמצאת מחוץ לתחום ההשפעה של האלקטרודה המשמשת להארקה הגנה.

הגנת מפני פריקת מטענים אלקטרוסטטיים

Electro Static Discharge (ESD)

התופעות האלקטרוסטטיות, שבהן אנו נתקלים מתחילות כמיטרדים שוליים ומגיעות עד למצב של גרימת נזקים רציניים, כגון פריצות במיתקנים אלקטרוניים, או אפילו גרימת התפוצצות באתרים שבהם יש גזים נפיצים או דליקים. למעשה, גם ברק הוא התפרקות רבתי של מטען אלקטרוסטטי, אך כאן ההתייחסות היא לתופעות של מתחים אלקטרוסטטיים בתוך מבנים.

כדי שבמבנה יתהוו מטענים אלקטרוסטטיים חייב להתקיים תנאי ראשוני של אוויר מבודד, יבש ובלתי מיונן, המשולב בתנועה ובחיכוך עם גופים מחומר מבודד. מקרה נוסף של הופעת מטען אלקטרוסטטי הוא העברה מבודדת של גוף מתכתי, הנמצא בפוטנציאל של מקום אחד למקום אחר שבו קיים פוטנציאל שונה. בתופעה אחרונה זו נתקלים, לא פעם, כאשר נוגעים בגוף של רכב שהיה בתנועה, חיכוך עם האוויר, או שהיה במגע (דרך גוף האדם, למשל) עם פוטנציאל האדמה במקום מרוחק.

תופעה זו מהווה מיטרד לאנשים לא מעטים. הפיתרון, בדרך כלל, הוא לדאוג

כאשר מאריקים את קולטי הברק אל הארקה היסוד של המבנה, בזמן פגיעת ברק בקולט הברק ומעברו לאדמה, עולה הפוטנציאל של כל המבנה כלפי ההארקה. אך גם במצב זה אין, למעשה, סכנת התחשמלות של אדם הנמצא במים, מאחר שהוא נמצא, למעשה, בתוך "כילוב פאראדיי" שווה פוטנציאל. הסכנה התיאורטית קיימת, אולי, רק לאדם שלרוע מזלו עומד, ברגע פגיעת הברק, עם רגל אחת מחוץ המבנה ורגל שנייה על האדמה מחוץ למבנה. גם במקרה זה ניתן להקטין את מתח הצעד לממדים בלתי מסוכנים, אם מסיביב למבנה (או, לפחות, בכניסה אליו) נתקין באדמה טבעת מתכתית, או טבעת מתכתית, אשר "יפזרו" את תחום השפעת האלקטרודה וימנעו את "יטפוף" מתח הצעד.

בנקודה זו ברצוני להעיר:

1. אם על מבנה ממוקם תורן מתכתי למטרה כל שהיא (אנטנה, תורן דגל וכדומה), יש להתייחס אליו כאל קולט ברק ולהאריקו בהתאם.
2. תחום ההגנה של תורן הוא חרוט בעל זווית בת 20 מעלות (ולא חרוט בעל זווית בת 45 מעלות, כפי שהגירו בעבר).

הארקה להתקני הגנה מפני מתחי יתר במיתקני חשמל ובמערכות אלקטרוניות שונות (הגנה פנימית)

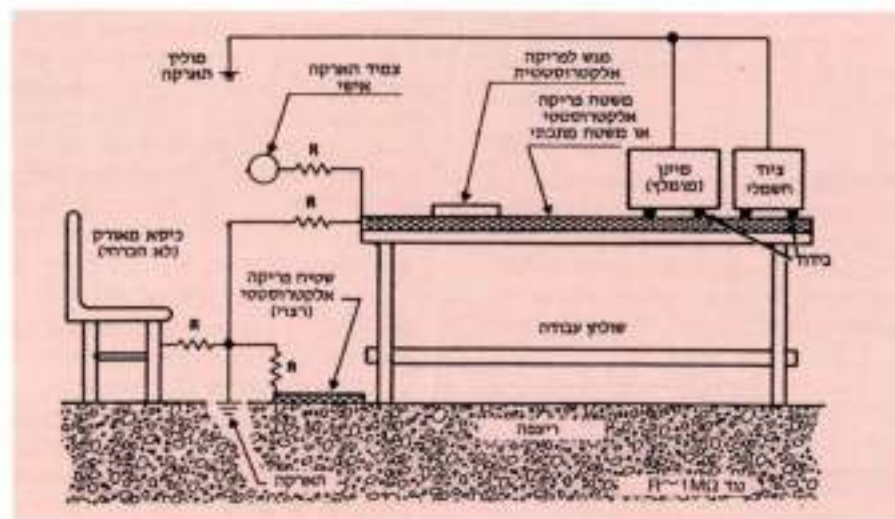
כל הרכיבים של מיתקני החשמל והאלקטרוניקה יכולים לעמוד במתחי יתר, עד גבול מסוים. ככל שמתח העבודה של רכיב נמוך יותר, עמידותו במתחי יתר היא, בדרך כלל, נמוכה יותר (גם באופן מוחלט וגם באופן יחסי).

מתחי יתר כאלה עלולים להופיע כתוצאה מפגיעה, ישירה או עקיפה, של ברק, תופעות מעבר ברשת החשמל כתוצאה מפעולות מיתוג או השראה וקיבוליות בין מערכות שונות.

כאשר מדובר במוליכים מבודדים, הנכנסים למבנה, עלינו להיות מודעים לשערה, כי כל מוליך מבודד כזה יוצר "תורי" ביכלוב פאראדיי של המבנה, ולכן יכול להביא מתח גוד הרסני מבחוץ.

השיטה להגנה מפני תופעות אלו מתבססת, בעיקרון, על התקנים המחברים בין מוליכים מבודדים ובין מוליכים אלה להארקה. כל עוד לא מופיע מתח יתר, מקיימים התקנים אלה הבדדה נאותה. עם הופעת מתח היתר (ועוד בסרם הגיע לרמה מסוכנת), חייב התקן לעבוד למצב הולכה, לקצר רגעית את המתח הזה, וכאשר המתח נעלם לחזור מיידית למצב של הבדדה, כך שהמערכת תמשיך לתפקד מבלי שתיגרם פריצת ביחוד ברכיב כל שהוא (מעין ססתום ביטחון חשמלי).

לא כאן המקום להיכנס לפירוט ההתקנים השונים המיועדים למטרות אלה, אך נציין כי



איור 7

תחנת עבודה מוגנת מפני מטענים אלקטרוסטטיים

לקחי תאונות חשמל והצעדים לשיפור בטיחות המיתקנים והמשתמשים בהם

אינג' ויקטור זיס

ב"התקע המצדיע" מס' 41, מיוני 1988, נעשה ניתוח סטטיסטי של תאונות החשמל בשנים 1978-1987. בעשור זה היו בממוצע 16.4 תאונות קטלניות בשנה. בשנים 1988 ו-1989 היו בממוצע 13 ו-10 תאונות קטלניות בהתאמה: דהיינו, פחות מהממוצע הרב-שנתי, וזאת למרות גידול ניכר גם בצריכת החשמל וגם באוכלוסייה. לא ברור אם מגמה זו תימשך גם בעתיד, אך אנו מקווים, כי לאור מכלול השיפורים שנעשו בעבר ותעשים בהווה, אכן זה מה שיקרה.

מאמר זה מתייחס לארבעה תחומים העשויים לתרום למגמה החיובית של הקטנת מספרן של תאונות החשמל:

1. הכשרת חשמלאים.
2. מפסקי מגן הפועלים בורם דלף.
3. גישה חדשה למבנה ולהתקנה של לוחות חשמל במיתקנים ביתיים.
4. חינוך ילדים לשימוש נכון בחשמל.

תאונה במטבח גדול של מפעל

במטבח גדול ומודרני של מפעל תעשייתי היו כל מעגלי ההזנה לבתי התקע – חד מופעיים ותלת מופעיים – מוגנים באמצעות מפסקי מגן, הפועלים בזרם דלף ברגישות של 30 מיליאמפר. לא היה קושי באיתור מכשיר פגום, העזרם להפעלת מפסק מגן זה או אחר. מובן מאליו, שמכשירי חימום קבועים וחדרי קירור לא היו מוגנים על ידי מפסקי מגן הפועלים בורם דלף.

תיאור התאונה

שרה, עובדת מטבח, קיבלה מכת חשמל חזקה בזמן שהפעילה מכונה חשמלית לחיתוך בשר. המכונה הוזנה באמצעות פתיל תלת גידי (מופע, אפס והארקה) מבית התקע. בזמן התאונה, המכונה עמדה על שולחן נירוסטה. עובד נוסף שנשען על השולחן קיבל מכת חשמל, נזרק למרחק-מה מהמקום ונזרק ממקור החימום, וחיוו ניצול. שרה לא הצליחה להשתחרר מהמכונה המחושמלת. כעבור מספר שניות פעל מפסק המגן, שרגישותו 30 מיליאמפר, ושרה נפלה על הריצפה. הוגשה לה עזרה ראשונה והיא הועברה לבית-החולים, ושם נפטרה כעבור מספר ימים.

סיבות התאונה

בחקירת התאונה התברר שבמכונה לחיתוך בשר היה חסר התקן עינון לפתיל הזינה ושרוויל הגומי (מכפס) של הפתיל בנוף המכונה התפורר במשך הזמן. כתוצאה מחוסר התקן העינון והתפוררות מכפס הגומי נגרמו שתי תקלות:

- בידוד מוליך המופע נפגם.
- מוליך הארקה מגוף המכונה לחיתוך בשר נותק.

שרה והאדם הנוסף התחשמלו על ידי סגירת מעגל חשמלי ממכונת הבשר המחושמלת

בבטנו. הטיפול הרפואי היה מורכב וכלל מספר ניתוחי השתלות עור. כתוצאה מכך נעדר קלמן מעבודתו למעלה מחצי שנה.

סיבות התאונה

בחקירת התאונה התבררו הפרטים הבאים:

- על חיבורי הכניסה של מפסק הזרם הראשי וכן על פסי הצבירה בכניסה אליו נראו סימנים ברורים של קצר תלת מופעי לאדמה. יש להניח, כי במקום התפתח זרם זלינה בין המופעים, או בין המופעים לאדמה. התהוות זרם הזלינה נבעה כתוצאה מפגם בבידוד המפסק או מהצטברות לכלוך מוליך עליו. זרם זלינה זה גדל בהדרגה עד שבשלב הסופי גרם לקצר המלווה בקשת חשמלית.

- זרם הקצר המחושב במקום הוא כ-25 קילואמפר, לכן הקשת היתה חזקה במיוחד.

- נתיכי המתח הגבוה של השנאי נשרפו, דבר שגרם לכיבוי הקשת החשמלית על פסי הצבירה בכניסה למפסק הזרם הראשי האוטומטי 1,600 אמפר בצד המתח הנמוך.

לקח התאונה

לקלמן היה מול ביש במיוחד בזה שהוא עבד במקום כאשר התרחשה התקלה המתוארת לעיל. למרות זאת, אילו הוא וחברו היו בוגרי קורס בטיחות בעבודה במיתקני מתח גבוה, הם היו מפסיקים את מנתק העומס של השנאי לפני תחילת העבודה והתאונה היתה נמנעת.

מפסקי מגן הפועלים

בזרם דלף

את הגישה לשימוש במפסקי מגן נמחיש על ידי תיאור שתי תאונות דומות מאוד, אשר התרחשו בהפרישי זמן קצרים במקומות שונים.

הכשרת חשמלאים

תקנות החשמל (רשיונות) – התשס"ה-1985 קובעות שעל מנת לעסוק בביצוע עבודות במיתקני מתח גבוה חייבים כל החשמלאים – החל מחשמלאי מעשי לרבות החשמלאי-הנדסאי – לעבור קורס בנושאי בטיחות מיתקני מתח גבוה, וזאת נוסף לרשיונות שבידיהם. דרישה זו הוכנסה לתקנות החשמל כתוצאה משתי סיבות:

א. צרכנים רבים מתפעלים מיתקני מתח גבוה ומספרם הולך וגדל.

ב. במסגרת הכשרתם הרגילה של החשמלאים, אין התייחסות מספקת לטיפול במיתקני מתח גבוה.

הדרישה מומחשת על ידי סיפור תאונה שאירעה באחד ממפעלי התעשייה הגדולים, הניזונים במתח גבוה.

תאונה במיתקן מתח גבוה

שני חשמלאים – קלמן ויוסף – עסקו בהתקנת מונים פריטים בקווי הזנה של מתח נמוך עבור מחלקות הניזונות מתחנת השנאה. החשמלאים, שהיו בעלי רשיונות חשמלאי-מוסמך, היו מודעים לעובדה שלא עברו קורס בטיחות במיתקני מתח גבוה והסתפקו בהפסקת מפסק זרם ראשי אוטומטי 1,600 אמפר בצד מתח נמוך. הם פעלו כהלכה בנקודות הבאות:

- קיצרו את פסי הצבירה של המתח הנמוך (אחרי בדיקת העדר מתח).

- התקינו מוחיצת קרסון כדי למנוע מגע מקרי בפני צבירה המזוים את מפסק הזרם הראשי וכן נפילת כלים עליהם.

לפתע, תוך כדי התקנת משנה זרם על אחד מקווי ההזנה היימתיים, הופיעה קשת חשמלית חזקה על פסי הצבירה שבין השנאי ובין מפסק הזרם הראשי. קלמן נפגע קשות

וי זיס – מנהל עיני החשמל,

משרד האנרגיה והתשתית

- הקטנת סבירות לשריפה בתוך ארון החשמל הקומתי.
- מניעת מעשי קונדס כמו הפסקת חשמל העולה לגרם לקילקול מזון במקררים ו/או במקפיאים.

חינוך ילדים לשימוש נכון בחשמל

מטבעם ילדים סקרנים הם ואינם מודעים לסכנות האורבות להם. הם עלולים להיפגע ממכשירי חשמל או ממיתקני חשמל. חובת החינוך לשימוש נכון ובטיחותי בחשמל חלה על כולם – הורים ומערכת החינוך. להלן עשרה כללי בטיחות לשימוש בחשמל, מותאמים לילדים, כפי שפורסמו בחוברת הדרכה לבטיחות בחשמל שהוצאה על ידי משרד העבודה והרווחה ומיועדת למורים המלמדים חשמל.

כללי בטיחות לשימוש נכון בחשמל

הסבר	כללי בטיחות
 <p>גוף האדם הוא בעל התנגדות חשמלית נמוכה כשהוא יבש, לכן תהיה סבת החשמל במקרה זה חלשה. הצעילים שהינך נועל מגדילות את ההתנגדות החשמלית של גופך כלפי האדמה ולכן מקטינות את הסכנה של מכת חשמל (אם מפעילים מכשיר חשמלי שהוא מוגן).</p>	<p>1. הפעל מכשירי חשמל רק בידיים יבשות, כשאתה נועל נעליים ועמד במקום יבש.</p>
 <p>אם הבחנת בכבל מאריך שבידודו קרוע ובטלי או אם התקע או בית התקע שבורים, אל תשתמש בהם! דאג לתיקונם על ידי חשמלאי בעל רישיון מתאים. כלל זה חל על מכשירי חשמל שחלקיהם בלויים, שבורים או חסרים. הרגשת בחיטוט, הקל ביותר, אפילו לעיתים רחוקות מאוד, אל תזלזל בכך ומסור מיד את המכשיר לבדיקה ולתיקון על ידי בעל מקצוע.</p> <p>זכור! זלזול מסכן חיי אדם!</p>	<p>2. השתמש אך ורק במכשירי חשמל ובמתלים תקינים. אם אתה סבור שהמכשיר מוגן או מחשמל (ואפילו בצורה הקלה ביותר) – הפסק את השימוש בו ומסור אותו לבדיקה ולתיקון על ידי חשמלאי בעל רישיון.</p>
 <p>תיקונם או פירוקם של מכשירי חשמל מחייב ידע מקצועי. טיפול בלתי מקצועי יכול לגרום לתקלה במכשיר ולהתחשמלות, והוא מסכן הן את הימטפלי במכשיר והן את האנשים האחרים בקירבתו.</p>	<p>3. אל תפרק ואל תתקן בעצמך מכשירי חשמל.</p>
 <p>לא רצוי להשתמש במתיל ארוך, כי בהיותו משתרך על הריצפה, יגרום להיתקלות ולנפילה מסוכנת. במתילים מאריכים הפרושים על הריצפה עלול גם הבידוד להיפגע ולגרום לחיטוט מסוכן.</p>	<p>4. הימנע משימוש במתילי חשמל ארוכים.</p>

- מפסק מגן, הפועל בורם דלף, מהווה הגנה נוספת בלבד, אך אין זו הגנה מוחלטת. (ראוי לציין שגישה זו מקובלת מאוד בגרמניה).

גישה חדשה ללוחות חשמל דירתיים

בכנייה החדשה עוברים בהדרגה ללוחות חשמל מודולריים, המותקנים בקיר בתוך הדירה במקום בארון משותף עם מוני חברת החשמל. היתרונות הבטיחותיים בהתקנה מסוג זה הם:

- גישה נוחה ומהירה למפסק הזרם האינטומטי הזעיר הראשי במקרה של תאונה או תקלה וכן להגנת המעגלים.
- מניעת אפשרות קלה ופשוטה לניתוק החשמל מחוץ לדירה על ידי גורמים שאינם מוסמכים לכך, או גרימת חבלה.

(שעמדה על שולחן נירוסטה), דרך גופם ודיצפת הבטון לאדמה.

תאונה בחצר מוסד ציבורי

אברהם, איש אחזקה במוסד ציבורי, רצה בשעת חשיכה לתקן נזילה מצינור מים בחצר המוסד. לצורכי העבודה הוא הביא למקום זרקור בעל נורת ליבון, המורכב על חצובה. הזרקור חובר, באמצעות מתיל מאריך, לבית תקע במחסן סמוך. המיתקן החשמלי במחסן היה מוגן באמצעות מפסק מגן הפועל בורם דלף ברישות של 30 מיליאמפר.

תיאור התאונה

תוך כדי עבודתו החליק אברהם ונפל. בנפילתו הפיל את הזרקור. רשת ההגנה על נורת הליבון התפרקה, הנורה נשברה והאלקטרודות שלה נגעו בידו של אברהם. אברהם צעק: "התחשמלתי!" לפני שעוזרו הספיק לנתק את הזרקור, פעל מפסק המגן בפינור של מספר שניות. למרות העזרה הראשונה המיידית שהוגשה לו, נפטר אברהם.

סיבות התאונה

בחקירת התאונה התברר, שהציוד החשמלי שבו השתמש אברהם היה תקין. התאונה התרחשה כאשר אברהם סגר מעגל חשמלי בין אלקטרודות המופע, דרך גופו לאדמה. נטף למעגל זה שגרום למות, היה גם מעגל נוסף בין המופע לאפס דרך חלק מידו של אברהם.

מסקנות ולקחים

משתי התאונות, ניתן להגיע למסקנה שמפסקי המגן, הפועלים בורם דלף, פעלו בפינור שגרום כתוצאה מאחת משתי הסיבות הבאות.

- מפסקי המגן לא הופעלו לניסיון במשך זמן רב לפני התאונה. דבר זה גרם לעיכוב מכני שעליו התגבר זרם הדלף רק לאחר מספר שניות.
- כשלב הראשוני של התאונה היה זרם ההתחשמלות נמוך יותר מזרם ההפעלה של מפסק המגן. הזרם גדל כתוצאה משריפת השכבה העליונה של העור על ידי זרם החיטוט.

ראוי לציין שמפסקי המגן פעלו באופן תקני בזמן הבדיקה אחרי התאונה (זרם ההפעלה וזמן ההפעלה היו בהתאם לורישות תקן ישראלי ת"י 832), ולכן קשה להגיע למסקנה ברורה איזו סיבה מהסיבות המוזכרות לעיל גרמה לתאונה.

מאונות אלו ניתן להפיק שני לקחים:

- התחשמלות יש למנוע קודם כל על ידי הארקה טובה ומניעת גישה לחלקים "חיים".

חשיבות השמירה על כללי בטיחות

סיפורן של שתי תאונות שקרו, ידגים את החשיבות הרבה שבהקפדה על כללי בטיחות לשימוש נכון בחשמל.

האסונות המתוארים להלן היו יכולים להמנע אילו נהגו הנערים על פי כללים 3 ו-8.

אל תתקן ואל תמקד בעצמך מכשיר חשמלי

ירחמיאל היה ידוע כנער "חובב חשמלי". למזלו הביישן, מצא מנוע של מאוורר חשמלי בדרכו לביתו כשחזר מבריכת השחיה. המנוע היה מחוץ לגוף המאוורר אך בלטו ממנו שלשה מוליכים: מופע, אפס והארקה.

ירחמיאל, שהיה מרוצה מאוד מהצידו שמצא החליט לנסותו מיד, כאשר עדיין היה יחף וגופו רטוב.



לצורך הניסוי הוא חיבר את מוליכי המופע והאפס לבית התקע המיטלטל של כבל מאריך. תוך כדי הניסוי, התנתק מוליך האפס מבית התקע. ירחמיאל נגע בקצהו החשוף, וכך סגר מעגל חשמלי שתחילתו במופע, דרך ליפופי המנוע, דרך גופו ודרך הריצפה לאדמה. לנזכר התנאים שבהם התרחשה התאונה – הסיום היה קטלני.

אל תיגע במוליך חשמל עילי המונח על הקרקע

ילד נתקל בשדה בתיל הארקה קרוע של קו מתח עליון. בתור משחק, התחיל לטלטל אותו עד שפגע איתו באחד מתילי המופעים.

הנגיעה גרמה לקצר חד מופעי לאדמה – דרך עמוד ברזל מארזק של הקו. חלק מזרם הקצר עבר דרך גוף הילד והוא נפגע קשה מכוחות.

למזלו, חייו ניצלו הודות לעובדה שרוב הזרם זרם דרך מוליך ההארקה והודות לפעולה התקינה של מפסקי הקו.

כללי בטיחות לשימוש נכון בחשמל (המשך)

הסבר	כללי בטיחות
<p>חיבור פתיל הונג לרשת החשמל לפני חיבור אל בית המחבר יכול לגרום למצב שהפתיל יהיה תחת מתח, שפירות המגע של המחבר תהיינה או פתוחות, אם מישוה יכניס לתוכן כלי מתכתי, הוא יתחשמל. ניתוק המכשיר על ידי משיכה בפתיל ההונג במקום בתקע עלולה לגרום לניתוק מוליכים מסקומם, לנגיעתם זה בזה ולחשיפת מסוכן של המכשיר.</p>	<p>5. כאשר אתה מחבר מכשיר חשמלי בעל פתיל הונג נתיק, חבר קודם את המחבר אל בית המחבר ורק אחר כך את התקע אל בית התקע.</p>
<p>אי ניתוק מכשירים מרשת החשמל בנמר השימוש בהם גורמת לבלאי מאץ ולהגדלת האפשרות של תקלה בהם. אנשים אחרים שאינם יודעים שהמכשירים מחוברים לרשת החשמל עלולים לסכן את עצמם. לדוגמה, כיסוי משפת חשמלי שמחובר לרשת החשמל על ידי חומר דליק, עלול לגרום לשריפה.</p>	<p>6. נתק את המכשיר מבית התקע מיד עם גמר הפעולה או השימוש בו.</p>
<p>הנססת עפיפונים בקירבת קווי חשמל יכולה לגרום להסתבכות העפיפון במוליכי החשמל. במקרה זה, החוט של העפיפון, במידה שהוא מלוכלך, יכול להוביל זרם חשמלי ולגרום למכת חשמל לילד המעיף את העפיפון. הרמת עצמים ארוכים, כגון, צינורות השקיה מתחת לקווי חשמל עלולה לגרום לנגיעה במוליכי חשמל ולקבלת מכה חשמלית.</p>	<p>7. הימנע משיחק בעפיפון או בעצמים ארוכים וניכבים בקירבת מוליכי חשמל.</p>
<p>מוליכים אלה עלולים להיות תחת מתח חשמלי והנגיעה בהם מהווה סכנה חמורה. התרחק מהמוליכים והרחק אנשים אחרים שבסביבה. הדע מיד למשטרה או למשרד הקרוב של חברת החשמל.</p>	<p>8. אל תיגע במוליך חשמל עילי המונח על הקרקע או התלוי בגובה נמוך.</p>
<p>פגיעה בעמודי חשמל עלולה לגרום לדליפת זרם חשמלי לאדמה, לשימוש הקרקע כסביבת העמוד, ולפגיעה חמורה בעוברי אורח. פגיעה בעמודי חשמל מערערת את יציבות המוליכים והם עלולים ליפול על האדמה או לרדת לגובה נמוך. מוליך חשמל בגובה נמוך, או כזה המונח על הקרקע, יכול לגרום להתחשמלות. פגיעה בארגונים ובלוחות חשמל המתקנים בחובות או בחורי מדרגות בבתי, תגרום לחשיפת מטריכות וחלקים שיש בהם מתח חשמלי, ואשר כל הנגע בהם ייפגע.</p>	<p>9. מנע פגיעות בעמודי חשמל, פתילי חשמל ובארנוי חשמל.</p>
<p>אין להשאיר מכשירי חשמל מופעלים ללא השגחה.</p>	<p>10.</p>

שיפור רמת הבידוד במבנים כאמצעי לחיסכון בצריכת החשמל למיזוג אוויר (חימום/קירור)

אינג' סימינה ברטשניידר

במסגרת פעולות חברת החשמל בנושא ניהול עומס בתחום הצרכנות (Demand-Side Management), נבדקים היבטים הקשורים בשיפור אנרגיה במבנים:

האיכות התרמית של מבנים קובעת, לטווח ארוך, את רמת הצריכה של האנרגיה הנדרשת לחימום/לקירור במבנה. חברת החשמל, בשיתוף עם משרד האנרגיה והתשתית, פועלת בתחום זה בשני מישורים עיקריים:

- א. ייזום החמרת דרישות התקן הישראלי לבידוד תרמי בבניינים חדשים.
 - ב. מתן מענקים לצרכנים המשפרים את רמת הבידוד התרמי במבנים קיימים, כחלק מהפעילויות הקשורות בתוכנית הלאומית ליעול השימוש בחשמל.
- מאמר זה מתאר את הפעילויות בשני המישורים האלה.

מהסביבה החיצונית, לרבות השפעת כושר הבידוד של קירות, גגות, חלונות והשפעת חדירת אוויר.

הדרישה לגבי קביעה של ערך מקסימלי עבור המוליכות התרמית הנפחית של דירה אמורה להכתיב הנבלה של הפסדי אנרגיה דרך כל המעטפת החיצונית של הדירה (הגדרה של ת"י 1045 מיוני 1984).

תמצית הממצאים העיקריים מהבדיקה ההשוואתית

השוואה בין ת"י 1045 ובין התקן האמריקאי (ASHRAE STANDARD)

בהשוואה בין ת"י 1045 לתקן האמריקאי התקבלו הממצאים הבאים:

ברוב המקרים, עבור המודל הנבחר, הערכים של המוליכות התרמית המירבית של אלמנטי המעטפת, בהתייחסות לדרישות ת"י 1045, עולים על הערכים המקבילים המירביים בהתייחס לתקן האמריקאי.

כפי שהוסבר לעיל, רמת הבידוד התרמי של אלמנט המבנה משתפרת ככל שערך המוליכות התרמית המירבית נמוך יותר.

הפעל בין ערכי המוליכות התרמית בתקנים הנייל מחמיר במקרים הבאים:

א. כאשר משקל אלמנט הבנייה ליחידת שטח עולה.

ב. באזור אקלים אי (לדוגמא: במישור החוף).

ג. במקרה שקירות החוף אינם חשופים לקרינה.

ד. כאשר משתמשים באלמנט בנייה סופג.

ה. כאשר מגדילים את שטח החלונות במבנה.

ראוי להדגיש כי בהשוואת הערכים הנייל עבור קירות החוף נמצא כי קיימים עדיין

במסגרת בדיקת רמת היעילות של ת"י 1045, על סמך מודל נבחר, נערכה עבודה שהשוותה את דרישות ת"י 1045 לבני התנגדות תרמית מינימלית אופיינית של אלמנטים במעטפת ולגבי מוליכות תרמית נפחית מקסימלית של דירה, למקדמים דומים בתקנים הזרים.

הגדרות

להלן ההגדרות של שני איפיונים בסיסיים:

התנגדות תרמית אופיינית של אלמנטים במעטפת

התנגדות בחדר אופייני של אלמנט בניין שעוביו נתון, לשטף חום בין משטחו החיצוני ובין משטחו הפנימי, לכל מעלת צלסיוס של ההפרש בין הטמפרטורה של משטחים אלו. התנגדות זו היא ההופכי של המוליכות התרמית האפיינית.

ההתנגדות התרמית האופיינית של האלמנטים במעטפת מוצגת את השינויים בטמפרטורות המשטח הפנימי של אלמנטים, הנוצרים עקב שינויים בתנאים התרמיים שמתוך לבנין, דבר המאפשר השגת תנאי נוחות מינימליים של אקלים הפנים והפחתת הסיכון של היווצרות מי עיבוי (הגדרה לפי ת"י 1045 מיוני 1984).

לכן, ככל שערך ההתנגדות התרמית האופיינית גדול יותר, האיכות התרמית של אלמנט הבניין גם היא טובה יותר.

מוליכות תרמית נפחית

שטף החום הממוצע, העובר מהדירה או אל הדירה, לכל מטר מעוקב של נפח הדירה ולכל מעלה צלסיוס של ההפרש בין הטמפרטורה של האוויר בפנים הדירה ובין הטמפרטורה של האוויר מחוץ לדירה.

המוליכות התרמית הנפחית מבטאת את כושר הבידוד התרמי הכולל של הדירה

החמרת דרישות התקן הישראלי לבידוד תרמי בבניינים חדשים

הצורך בהשוואת דרישות התקן הישראלי לדרישות תקנים זרים

חברת החשמל הוחלט לערוך בדיקה ראשונית של התקן הישראלי 1045 מיוני 1984. "בידוד תרמי של בנייני מגורים" (להלן: ת"י 1045), ולהשוות את דרישותיו לדרישות של תקנים זרים הדנים באותו נושא.

שני התקנים הזרים אשר שימשו להשוואה הם:

א. התקן האמריקאי

ASHRAE STANDARD ENERGY CONSERVATION IN NEW BUILDING DESIGN, Sections 1 through 5, ANSI/ASHRAE/IES 90A-1980

ב. התקן הבריטי

CIBSE BUILDING ENERGY CODE, Part 1: Guidance Towards Energy Conservation Design of Buildings and Services, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London 1977, Reprinted 1980, 1985.

הצורך בבדיקה זו נבע מהעובדה שמטרת הדרישות של ת"י 1045 היא, בעיקר, לקבוע "את הבידוד התרמי המינימלי הנדרש מאלמנטי מעטפת של בנייני מגורים, כדי לאפשר נוחות תרמית מינימלית והפחתת עיבוי אגב חיסכון באנרגיה", בעוד שמטרת הדרישות של התקנים הזרים היא שימור אנרגיה.

סי ברטשניידר – המחלקה ליעול הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל

האנרגיה והתשתית בהמלצה להפעיל, בחקדם האפשרי, את ועדת התקינה הדנה בתיי 1045, כדי שזו תערוך עידכון בדרישות התקן ואף תשאף להתאימן לרמה של דרישות התקנים המקובלים בנושא בחייל.

עידכון זה נחוץ כדי לכוון את דרישות התקן הישראלי בעיקר לעניין שיפור האנרגיה במבנים, בדומה למצב הקיים בתקנים הוריים אשר שימשו להשוואה.

נוסף לכך, יש להרחיב את חלות התקן הנוכחי גם על בניינים ציבוריים מכל הסוגים ולא להגבילו, כפי שהמצב כיום, לבנייני מגורים בלבד.

מתן מענקים לצרכנים לשיפור הבידוד התרמי במבנים קיימים

במסגרת היתוכנית הלאומית ליעול השימוש בחשמל, מתנהל מבצע מתן מענקים לצרכנים אשר ישפרו את הבידוד התרמי במבנים קיימים. המבצע הנוכחי יסתיים, לפי התוכנית, ב־1.4.91, או בגמר התקציב שהוקצה למבצע – המועד המוקדם מבין השניים.

מבצע זה חל על כל צרכן שישפר את הבידוד התרמי על קירות חוץ ו/או גגות ששטחם הכולל הוא מ־250 מ"ר עד 5,000 מ"ר במבנים קיימים, שיש בהם מערכות לחימום ו/או לקירור בחשמל.

המענק שיינתן לצרכן המבצע שיפור בבידוד התרמי במבנים קיימים יהיה בגובה של 30% מהתועלת למשק החשמל, או בגובה 30% מסך ההשקעה הנדרשת לביצוע שיפור הבידוד – הנמוך מבין השניים.

ערכי התועלת למשק החשמל, הנובעת מסוגים שונים של שיפור הבידוד התרמי של גגות וקירות, מפורטים בדפי מידע המחולקים לצרכנים המעוניינים להשתתף במבצע במשרדים המחוזיים והאזוריים של חברת החשמל.

סיכום

איכות תרמית גבוהה במבנים מבטיחה, בדרך כלל, צריכה מינימלית של אנרגיה לחימום/לקירור של חללים במבנים. לפיכך יש חשיבות בקביעת דרישות מחמירות בתקנים הרלוונטיים ועיונן במסגרת חקיקה מתאימה.

שילוב של דרישות חמורות לגבי האיכות התרמית של בניינים במסגרת ייתכונן מודע אנרגיה (ENERGY CONSCIOUS DESIGN) של מבנים ומערכות צורכות אנרגיה יכול לסייע, בסופו של דבר, להשגת מטרות של ניהול עומס בתחום הצרכנות, לתועלתם של הצרכן, של חברת החשמל ושל המשק הלאומי.

במיוחד עבור תקרות עליונות ועבור רצפות מעל לחללים פתוחים;

ב. יש להוסיף לתיי 1045 דרישות חד משמעיות ומחמירות לגבי רמת האיטום של הפתחים.

ג. מומלץ לשפר את שיטת החישוב של המוליכות התרמית הנפחית על ידי התחשבות בגורמים נוספים בעלי השפעה על מקדם זה.

הכוונה היא לערוך חישוב מדויק יותר של המוליכות התרמית הנפחית, כאשר נלקחים בחשבון גורמים נוספים, כגון:

- הפרשי הטמפרטורה חוץ-פנים.
- התמדה תרמית של אלמנטי מעטפת.
- הצללה.
- מיקום ספציפי של הדירה, כיוונה וכו'.

ד. בהקשר לאיכות התרמית של הבניינים, מומלץ להתייחס גם לאלמנטי הבנייה הפנימיים, אף-אל-פי שבתקנים הוריים אין כמעט התייחסות לנושא זה. יחד עם זאת, קיימת התעניינות רבה בנושא, ובמאמרים מקצועיים ממליצים על הגברת הבידוד של אלמנטי הבנייה הפנימיים, המפרידים בין חללים הנמצאים בתנאי טמפרטורה שונים.

המלצות לגבי תקינה וחקיקה

בתהיחס למסקנות הבדיקה ההשוואתית של התקנים, פנתה חברת החשמל למשרד

מצבים שבהם הערכים המירביים של המוליכות התרמית לפי תיי 1045 נמצאים בגבולות המומלצים על ידי התקן האמריקאי, ואילו במקרה של תקרות עליונות ושל רצפות מעל חללים פתוחים לא קיים אפילו מצב אחד שבו הערכים הנ"ל הם בהתאם לתיי 1045 ונמצאים בגבולות המומלצים על ידי התקן האמריקאי.

השוואה בין תיי 1045 לבין התקן הבריטי (CIBSE BUILDING ENERGY CODE)

בהשוואה לתקן הבריטי נמצא, כי הערכים של המוליכות התרמית המידבית, לפי תיי 1045, חודנים בצורה חמורה יותר מהגבולות המומלצים, וקיימים רק מקרים בודדים שבהם הערכים הנדרשים על ידי תיי 1045, עונים באופן גבולי להמלצות התקן הבריטי.

מסקנות הבדיקה ההשוואתית הראשונית והמלצות ספציפיות לשיפור תיי 1045

להלן המסקנות וההמלצות כמו שערכו לאחר שנבדקו ערכי המוליכות התרמית הנפחית של דירה, אשר ימבטאת את כושר הבידוד התרמי הכולל של הדירה מהסביבה החיצונית ואשר מתווה מדד ליעילות האנרגטית של דירה, לפי תיי 1045.

א. יש להקטין את הערכים הנדרשים בתיי 1045 עבור מוליכות תרמית מירבית,



נוחות אקלימית במבנים *

ד"ר יורם אפשטיין

נוחות אקלימית היא מונח סובייקטיבי המעוגן במדדים פיזיולוגיים. אדם חש בנוח כאשר מתקיימים התנאים הבאים:

- טמפרטורת מרכז גופו מצויה בטווח 36.5 עד 37.5 מעלות צלסיוס.
- הטמפרטורה הממוצעת של העור מצויה בתחום 33 עד 35 מעלות צלסיוס.
- עורו חופשי מזיעה ושריריו אינם מצטמררים.

חריגה מתחום הטמפרטורות הנ"ל, הזעת יתר או צמרמורת נורמת תחושת אי-נוחות. ככל שהחריגה גדולה יותר, כך מתעצמת תחושת אי הנוחות.

נוחות אקלימית ומאזן החום בגוף

טמפרטורת הגוף היא תוצאה של שיווי משקל עדין בין כמויות החום המיתוספות לגוף ובין החום המתפזר מהגוף. שני מקורות תורמים לחום הגוף:

- עומס חום פנימי.
- עומס חום חיצוני.

עומס חום פנימי

החום הפנימי, הקרוי גם חום מטבולי, מקורו בתהליכי חילוף החומרים של הגוף. מאחר שניצולת העבודה בגוף האדם נמוכה (כ-20%), עיקר האנרגיה המטבולית הופכת ישירות לחום. כמות החום הנאגרת בגוף בדרך זו תלויה בעוצמת העבודה. בטבלה 1 מוצגים ערכים אופייניים של ייצור החום המטבולי בגוף אדם מבוגר.

טבלה 1

ערכי ייצור החום המטבולי (בגוף אדם מבוגר)

הפעילות	כמות החום		
	קקיל/שעה	ואט	מט
שינה	70	85	0.8
מנוחה	85	105	1.0
ישיבה	100	125	1.2
עבודה קלה בעמידה	145	170	1.6
הליכה (6 קמ"ש)	360	420	4.0
ריצת שדה (12 קמ"ש)	900	1050	10.0

* הרצאה בנושא הונחה במסגרת יום העיון "ניהול עומס בתחום הצרכנות, תכנון מודע אנרגיה של מבנים ציבוריים ומבני מסחר", שנערך על ידי אגף הצרכנות בחברת החשמל בחסות משרד האנרגיה והתשתית.

* אפשטיין - מבין ה"ח"י, המרכז הרמאי ע"ש שיבא, תל-השומר

מאזן החום בגוף

שיווי-משקל במאזן החום פירושו חוסר שינוי בכמות החום בגוף. מאחר שההזעה נורמת לאי-נוחות, הרי שבתנאי נוחות אופטימליים, איוון כזה חייב להתקבל ללא צורך בהזעה ובנידופה. בתנאים אופטימליים אלו, החום המטבולי בגוף יפורז על ידי הגורמים הפיזיקליים. קרינה והזעה בלבד.

הגוף שולט במידת-מה על פיזור החום הפיזיקלי באמצעות כיווץ או הרחבה של כלי הדם בעור, ובעקבות זאת בשינוי של טמפרטורת העור.

כאשר מופר האיוון בין החום המטבולי ובין פיזור החום הפיזיקלי, או חסור מזה, כאשר נוסף לגוף חום על ידי קרינה והסעה, במצב שבו טמפרטורת הסביבה גבוהה מטמפרטורת העור, הדרך היחידה לשמור על שיווי-משקל במאזן החום היא השימוש בנידוף זיעה.

בדרך דומה, בתנאי אקלים קר, כשהאדם אינו לבוש במידה נכונה, ייגרעו מהגוף כמויות חום גדולות בדרך של קרינה והולכה. הצמרמות באה לכסות על אובדן חום זה על ידי העלאת הרמה המטבולית.

בטבלה 3 מרוכזים נתונים על תחושת הנוחות התרמית וההשלכה הפיזיולוגית - שינוי בכמות החום בגוף (S).

טבלה 3

תחושת הנוחות התרמית

דירוג תחושת	משמעות	השלכה פיזיולוגית	גבול סבילות
0	קר ללא נשוא קר מאוד	$S < -0$	בלתי סביל
1	קר	$S < 0$	סביל
2	קריר	$S < 0$	סביל
3	קריר	$S < 0$	סביל
4	נוח	$S = 0$	נוח
5	חמים	$S > 0$	סביל
6	חם	$S > 0$	סביל
7	חם מאוד	$S > 0$	בלתי סביל
8	חם ללא נשוא	$S > 0$	בלתי סביל

ערכי ייצור החום נמדדים ביחידות קקיל/שעה, ואט ו"מט. היחידה met l נקבעה באופן שרירותי, והיא צריכת אנרגיה של אדם במנוחה. ביחס אליה, מחשבים את צריכת האנרגיה של אדם בפעילויות שונות.

עומס חום חיצוני

עומס החום החיצוני הוא החום הנוסף לגוף (או החום הנגרע ממנו) באמצעות קרינה (העברת חום באמצעות גלים אלקטרו-מגנטיים) והולכה (העברת חום באמצעות תוך מסיח: אוויר או מים).

כמות החום הנצברת בגוף או הנגרעת ממנו בדרך זו תלויה בגורמים הבאים:

- מפל הטמפרטורות שבין הגוף לסביבה.
- מידת בידודו של הבגד הנלבש.
- עוצמת הרוח.

טבלה 2 מציגה ערכים אופייניים של מקדם הבידוד של הבגד.

טבלה 2

תכונות הבידוד של הבגד

ערכים אופייניים של מקדם הבידוד

סוג הבגד	מקדם הבידוד
חולצת T	0.15
נפיה ארוכת-שרוולים	0.2
לבוש קיץ קצר	0.5
מכנסיים וחולצה ארוכת-שרוולים	1.0
סוודר	0.4
מעיל חורף	2.5-3.0

כדי להעריך את כושר הבידוד של הבגד יש לצרף את המקדמים של כל מריט. דוגמאות:

■ כושר הבידוד של מכנסיים וחולצה ארוכת-שרוולים מעל חולצת T מעל נפיה הוא 1.15.

■ כושר הבידוד של מעיל חורף הנלבש מעל נפיה ארוכת-שרוולים, מכנסיים, חולצה ארוכת-שרוולים וסוודר הוא 4.

סיכום

ניתן להגדיר את תחום הנוחות במדדים האקלימיים הבאים:

- טמפרטורת סביבה (מעלות צלסיוס): 23±.
- לחות יחסית (אחוזים): 50±15.

בתחום זה, טמפרטורת הסביבה הנוחה בקיץ תהיה גבוהה בכ-2 מעלות צלסיוס מזו שבחורף. עם זאת יש לזכור, שלמעילות גופנית וללבוש יש השפעות מכריעות על תחום הנוחות.



טבלה 5 ערוכה עבור אנשים המצויים במנוחה ולבושים בלבוש קיץ קל (מכנסיים וחולצת התעמלות). כל עלייה ברמת הפעילות או תוספת לבוש מחייבים הורדת טמפרטורת הנוחות בהתאם.

ככלל ניתן לקבוע שעלייה ברמה המטבולית, (צריכת האנרגיה) בשיעור של 0.2 met או בידוד הכגד ב-0.2 יחידות, שקולים ל-1 מעלות צלסיוס בטמפרטורת הנוחות. כלומר, אם טמפרטורת הנוחות נקבעה ל-23 מעלות צלסיוס בבידוד קל, ואנו לבושים במכנסיים ובחולצה ארוכת-שרוולים תהיה טמפרטורת הנוחות במצב זה 21 מעלות צלסיוס.

תנועת אוויר בשיעור של עד 0.5 מטרים בשנייה שקולה לירידה ב-1 מעלות צלסיוס בטמפרטורת הנוחות.

רוח בעוצמה של עד 0.8 מטרים בשנייה שקולה לירידה ב-2 מעלות צלסיוס בטמפרטורת הנוחות.

לכן, במצב שבו יש רוח יש צורך ללבוש בגד מבודד יותר כדי לשמור על הרגשת הנוחות.

טבלה 4

תחושת לחות העור

רטיבות העור	תחושת נוחות	דירוג תחושת	המצב
מאות מ"מ 30%	אופטימלית-סבירה	0	המצב והגוף יבשים לגמרי
30%	נסבלת	1	העור לח למגע
		2	הרטיבות ניתנת להבחנה
		3	נצרות סימית זיעה
מעל 40%	בלתי נסבלת	4	חלק מהבגדים רטוב
		5	מרבית הבגדים רטובים
		6	כל הבגדים שטופים זיעה
מעל 70%	בלתי נסבלת לחלוטין	7	זיעה ניגרת

טבלה 5

תנאי נוחות תרמית - טמפרטורת הסביבה גבוהה מ-22 מעלות צלסיוס

מצב	לחות יחסית (אחוזים)	טמפרטורה מקסימלית (מעלות צלסיוס)
אופטימלי	35-70	22-25
סביר	70	25
	45	27
	25	28
נסבל	85	25
	55	27
	30	29
	25	30

הערה: הטבלה בניה עבור לבוש קיצי קל, כשהאדם נמצא במנוחה.

הפרשת זיעה היא תגובה פיזיולוגית לטמפרטורת הגוף. פיזור חום באמצעות הזיעה, לעומת זאת, אינו תלוי בגורמים פיזיולוגיים אלא בגורמי הסביבה הבאים.

- מפל לחות בין העור לסביבה.
- תכונות פיזיקליות של אריג הבגד, המגדירות את יכולת אדי המים לעבור דרך האריג.
- תנועת האוויר (רוח).

עצם תהליך ההזעה הוא בלתי נעים וההזעה לנחות טובות ככל שההזעה מתגברת, ובעיקר כאשר חלק משטח הגוף נשאר לח או רטוב. נתונים על תחושת לחות העור מוצגים בטבלה 4.

כאשר שיעור העור הרטוב נמוך מ-30%, ניתן לראות זאת כנוחות בתחום הנסבל. כלומר, כדי להשאיר בתחום הנסבל, כושר האידוד המירבי צריך להיות גדול לפחות פי שלושה מכמות החום הנצברת בגוף ושיש לפזרה כדי לשמור על שיווי-משקל תרמי.

נוחות אקלימית במונחים מעשיים

כאמור, תחומי הנוחות מוגדרים על ידי גורמים מטאורולוגיים וגורמים פיזיולוגיים והתנהגותיים.

הגורמים המטאורולוגיים הם:

- טמפרטורה.
- לחות.
- מהירות האוויר.

הגורמים הפיזיולוגיים וההתנהגותיים הם:

- סוג הפעילות.
- אופי הלבוש.

לצורך קביעת גבולות הנוחות יש להתחשב בכל הגורמים האלה. נהוג להגדיר חמישה תחומי נוחות (ראה טבלה 3), המתייחסים הן למאון החום בגוף ונקבעים על ידי כמות החום (S) הנצברת או נרעת ממנו, והן על ידי הרגשת הנוחות המדרגת בטולם סובייקטיבי.

מסביב לאיזור הנוחות מוגדרים שני אזורים נוספים שבהם ירגיש האדם פחות נוחות.

טבלה 5 מגדירה שלושה תחומי נוחות, כאשר טמפרטורת האוויר במבנה גבוהה מ-22 מעלות צלסיוס. בטבלה שוקלל כבר גורם הלחות. לגורם הלחות השפעה על קצב אידוי הזיעה מעל פני הגוף ועל תחושת הרטיבות. שלושת תחומי הנוחות המוגדרים בטבלה מתייחסים לדרגות הנוחות 4-6 שבטבלה 3, ולרמות 0-3 בדירוג התחושת, המוגדרות בטבלה 4.

מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" מס' 45



למעונינים 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

לכב' מערכת "התקע המצדיע"
ת.ד. 8810 חיפה 31086.

שם: הפקיד:

המען לתשובות: והוב/שכונה / מספר טל:

ישוב: מיקוד:

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

45/13 45/12 45/11 45/10 45/9 45/8 45/7 45/6 45/5 45/4 45/3 45/2 45/1
45/26 45/25 45/24 45/23 45/22 45/21 45/20 45/19 45/18 45/17 45/16 45/15 45/14
45/28 45/27

הודעה למערכת:

התלש למידע נוסף יענה עד יום 30.9.80 לאחר האריך זה יש להפנות את בקשות הידע ישירות לכתובת המפרסמת.

גזור ושלח!



1987-80



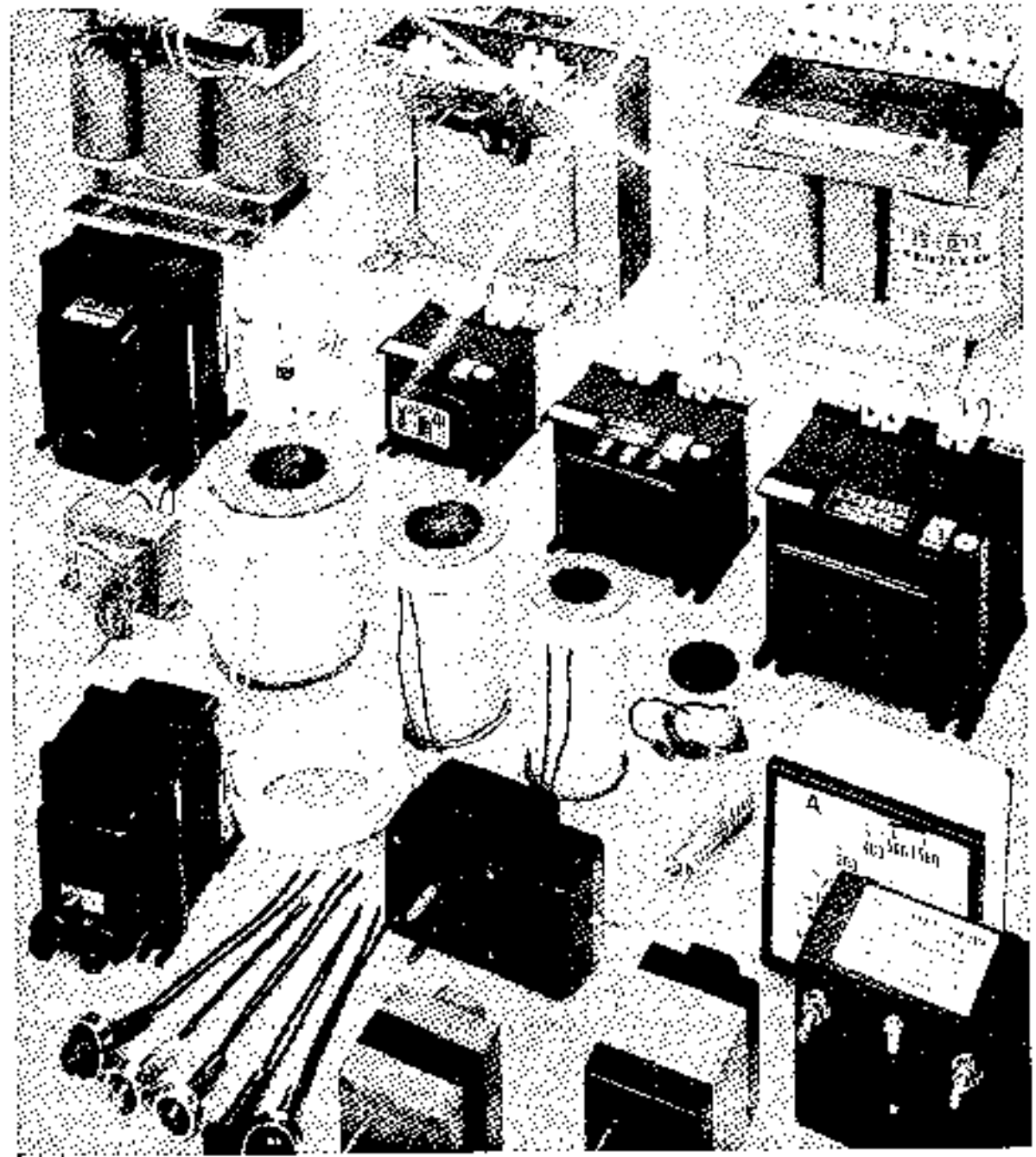
נוסד 1970

כח

ברק

ברק כח ייצור שנאים (טרנספורמטורים) בע"מ יבוא ושוק מכשירי מדידה לחשמל

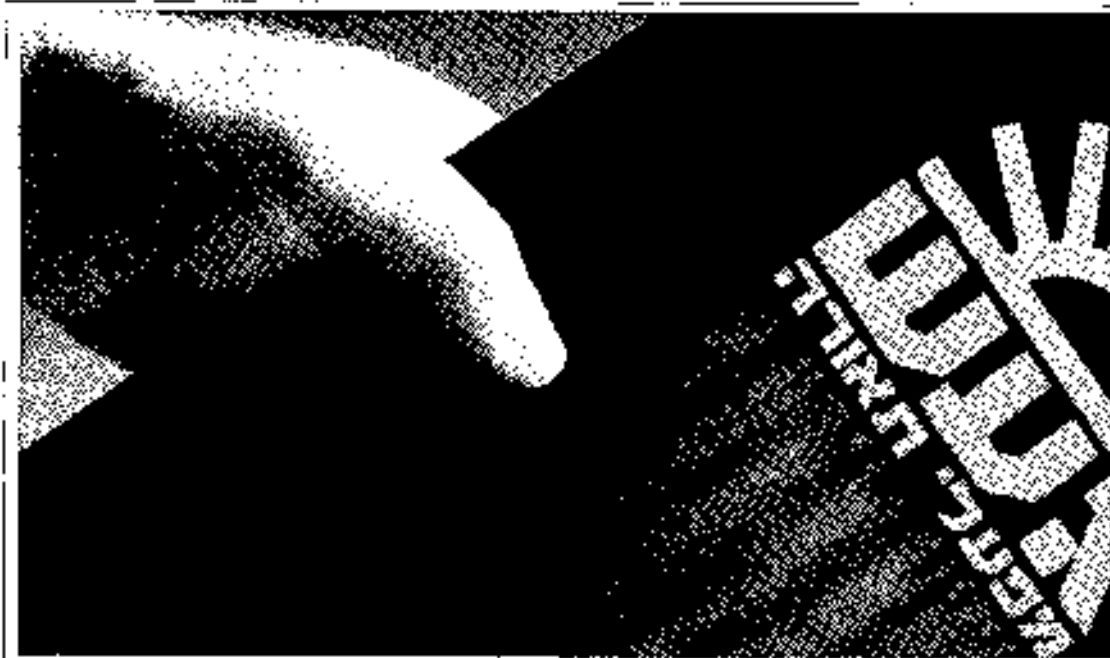
- * שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי
- * להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- * שנאי אוטוטרפו להתנעת מנועים חשמליים עד 200HP כח סוס.
- * משגרי זיכ לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.
- * שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאים 115V/230V.
- * שנאים לפיקוד ובקרה במערכות חשמל.
- * שנאים להפעלת מנוני וולטג'ן 12V-230V.
- * מיוצר לפי דרישת מח"י, מ"י - 899.
- * ספק משרד הבטחון מס' 0083094547



פוסט אר, גערי - תיבה

רח' רוזיבו 8 פינת הר ציון 91 תל אביב 66528 טל. 03-377692, פקסימיליה 03-370478
להשיג בכל בתי המסחר לחומרי חשמל בארץ

במפעלי תאורה געש מחפשים מהנדסי חשמל ותאורה מנוסים ביותר



במפעלי תאורה געש רוצים אתך.
רוצים אתך בלקיט.

מהנדס חשמל או איש תאורה, איש אחזקה או
מנהל פרויקט, ייעוץ תאורה או אנשי מינהל המוקדים
ליעוץ בנושאי תאורה.
בועש אתם יכולים להכל ייעוץ רחב ואישו
מצוות התכנון שלנו, המהנדס זני קלינה ואלכס שטרנליכט,
שיסייעו לכם בכל פרויקט תאורה, תוך שימוש
במכונות המחשב המיוחדות שלנו, העומדות גם לרשותכם.

במפעלי תאורה געש תוכלו להיערך בתכונת החלישות
של American Electric, Philips, Geash,
Lithonia, Lighting Technologies ועוד.

הקטלוג החדש של געש מכיל מוצרים רד שים ותועים עדכניים.
כנו עוד היום למפעלי תאורה געש, לקבלת הקטלוג החדש.



קיבוץ געש

טלפון 052-521133
פקסימיליה 052-521139

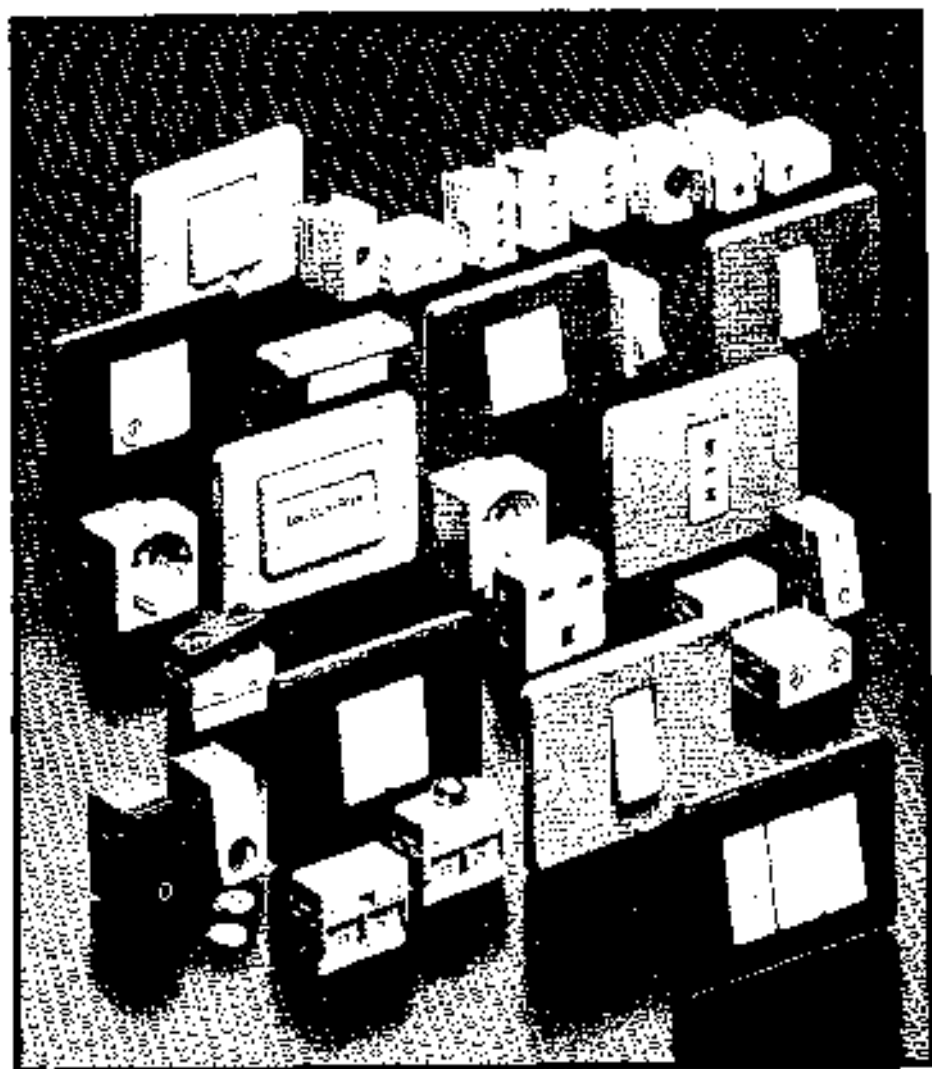
מוצר תכו, תל אביב
רח' הארבעה 20, טל. 03-561846



המודולריים של GEWISS

GEWISS

סדרת 9000 תחת הטיח



סדרה חדשנית של מפסקים, לחצנים, שקעים, עמעמים, נוריות סימון, פעמונים, זמזמים וכל שאר האביזרים החשמליים – הכל ביחידות מודולריות הנתנות להרכבה עצמית בכל שילוב אפשרי במסגרות בצבעים שנהב, חום, אפור, אדום, ירוק, בורדו, תכלת וורוד. התקנה נוחה, בטיחות מירבית, בעיצוב יפיפה וגימור מושלם – פאר תוצרת איטליה.

סדרת 9000 מאושרת ע"י מכון התקנים הישראלי.
לקבלת קטלוג מפורט והדגמה פנה ל

זאב שמעון - חמיש בע"מ

שד' זשינגטון 18 ת"א, 66086, טל. 03-834111, פקס. 03-834114

PHOTOCELL.

עם העקטה אני מאיר,

עם אור ראשון אני כבה.



מפסק פוטו אלקטרי של געש

עוד מוצר חדש מגעש

3 דגמים חדשים של מפסק פוטואלקטרי לשיומוש פנימי וריצוני עד 500 וואט, ביאו לך חסכון ניכר בחשמל, ובטיחות המיטרידה לכבת ולהדליק מפסקי תאורה שונים בזמן המתאים.

עלות נמוכה

עלות נמוכה, קומפקטי, ניתן לחיבור והתקנה קלים במיוחד למתקנים שונים.

רגישות מיוחדת

המפסק הפוטו אלקטרי ניתן לכיוול, מתאים לאורכי גל של אור יום, ואינו מגיב למקורות אור שאינם רצויים.

לא רק לתאורה

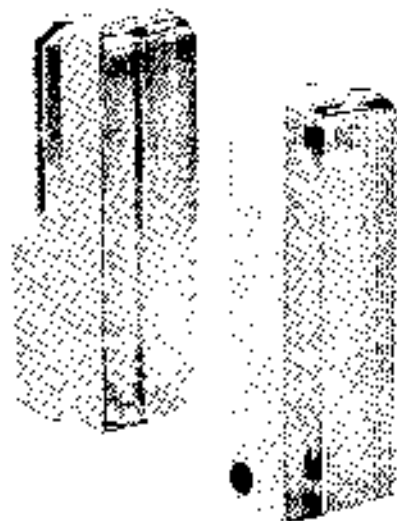
עם קצת דימיון וטובל לנצל את המפסק יותר. המפסק החדש ניתן לשיומוש לצרכים אחדים ויכול להפעיל אמצעי חשמל שונים.

קיבוץ געש
סלפון 052-521113
טלפקס: 052-521139
מוצרי תכנ, תל אביב
רח' הארבעה 10, סל 03-561367



שנת אור החדש

תמיד דעת שתאורת החירום של געש היא הטובה ביותר.



על האילנות המסלקה של האורות החירום מסידרת סרק, מיוחד לספר.

תאורת החירום של געש הייתה זה שבמב אמינותה המובהקת. הרבה לפני כל המתחרים.

מה שמאחר צריך לדעת כעת הוא שהמבחר הרחוב הקטן לרשותך במבין תאורת החירום הוא רצון ורצוני ביותר הקיים היום בשוק.

ברק 106, ברק 206

ברק 106 מנורה קבוצה. ברק 206, תמידית הידעית, השמשת גם כמנורה ליום, לשיקוף, לחירוי ילדים וכו'. עיצוב חדש שלת נורה להצלה.

ברק II וברק III

תאורה פלורסנטית משולבת, אפשרות לתאורה רגילה או קטנה, עם סנוד אור פרימטרי מנורה, ניתן לקבל גם בחודות לשילוב חירום סדור.

ברק III

תאורת רחוב 25w עם נמו פרימטרי לפור או אופטימלי. היחידש האחרון בברק הוא 3 שעות תאורת רחוב, ו-90 דקות בינם דו-גבולות.

ברק 100

קף תאורה יסוד אגסי גדול שנאים לכל תבוא מנו אחר. ניתן להשיג משני המנים, אשור חנים אשור.

מנורות

הנפכים כל קף תאורה פלורסנטי לתאורת רחוב. תהנים להקנה בכל קף קטנטני מנוף תאורה פלורסנטי 9w 7w קוף תאורה פלורסנטי 105 W



עכשו אתה יודע שהמבחר הרחב מכולם.

שורת אור קהילה



קיבוץ געש
טלפון 052-521113
פקסימיליה 052-521139

מנצרי תכן, תל אביב
רח' חשיבועה 20, טל. 03-5613636

קיבוץ כפר גלעדי חוסך כסף בזכות בידוד תרמי לגות ועוד קיבל סיוע כספי מחברת החשמל.

"שילוח דברי נאמור עד ברוך וטחכסים ויבנה לנגור את זה כחברות החשמל המדינית אצי נמיידי חתול לנגור דמיה לוי חרה העבים החכבר. נודעקעה כדאחל אאור ורחהה כללית. נכחמיהו אצית הלאערו לייטל העליוה כחמל קנולאק מילאמלמל. יי בקל שרברו החמלה לכישט המדיקס. כח הדיות פכחיים נכחמסק ככפ נועמכר החמלה לפוך צמט נמסידט כדנמקט."

א.א.א.

מנחה אנוחה
מנכ"ל קיבוץ כפר גלעדי

כדור הירושל והחקרנות בשלם הכירמנים המדינית ככרשית זיכה של ייתור הקיב יושל אריכה הנומל. חמיוכר אכפנת העל איויה זכר למדינית חמיוכר זוכה כערינו ונור ייטול החמקדיות כענועה. ככישט ערה זכר ח החמל לצונמיה אדע ככפ לכישט פיומילוס ושעלח יי ושונו סיעל אל העליוה העליוה זכר על כישטכ אכפנת דמיה למשק ייטול אל יי וטול חמל. כחמלה לפיילוסקעל איוורמיה. צחמנו לכישט לעמדות כדיישכ אהמנה מיעד שרה.

מכשיו גם אתה יכול להדווח:
חכיר רמטול מיישק סיוט ככפ לכל חי אשעניין לכישט בידוי חכיר (לררר חקרה) במשה של טע חכיר ויוט. נלבויה ליישק. כולל כחיים פראיים ומעורמיהם מיה למעורר רכיה החמלה.



ליישד את המנהל בגות
החברת החשמל
ליישק העיסוקים במשק

Alat

משרד האנרגיה והתשתית | חברת החשמל לישראל

8 נקודות אור בתאורת העש של געש



נקודת אור בגובה ארוכה ורחבה. קטן וקונטמפטי.
לנורות העש אורך נמוכות עד 20 נקודות
במידה 100 ס"מ, ואם, למאור גישולו, חמנים וכו'

זוהרית



נקודת אור בעל אינפוזיציית
והנורות לשימוש במסלול, כניסות
והנורות ציבורי

זוהר 9511



נקודת אור בעל אינפוזיציית
בעל אפורה או חיסרון, הפיזור
הנורות ציבורי, גישולו, חמנים וכו'

זוהר 9512



נקודת אור קונטמפטי בעל אינפוזיציית
עד 30 נקודות, 400 ס"מ, נקודת חיסרון
אפורה חיסרון, חמנים וכו'

רב זוהר



נקודת אור בעל אינפוזיציית
שנורות חיסרון, חיסרון חיסרון וכו'
לנורות עד 1500 (אם 1000) ואם 1000

אומני געש



נקודת אור בעל אינפוזיציית
בעל חיסרון, חיסרון חיסרון חיסרון
לנורות עד 100 (אם 100) ואם 125 (אם 100)

קרון



נקודת אור בעל אינפוזיציית
בעל חיסרון, חיסרון חיסרון חיסרון
עד 150 (אם 100) ואם 250 (אם 100) חיסרון חיסרון

קיר געש



נקודת אור בעל אינפוזיציית
בעל חיסרון, חיסרון חיסרון חיסרון
לנורות עד 100 (אם 100) ואם 150 (אם 100) חיסרון חיסרון

זקיר



מוצרי געש, תל אביב
רח' הארבעה עשר, 45/8
טל: 03-521139

קניין געש
רח' הארבעה עשר, 45/8
טל: 03-521139

אורות אומני געש

M.A.M. Ltd

מאור סוכנויות ושווק בע"מ

רח' אלוף דוד מרכוס 9, סגולה פתח תקוה 49277
 טל. 03-9341315
 ת.ד. 251 חוד השרון 45102, פקס. 03-9300384

M A M



TEM-1200 B

Loop Tester L.T. 1200B.

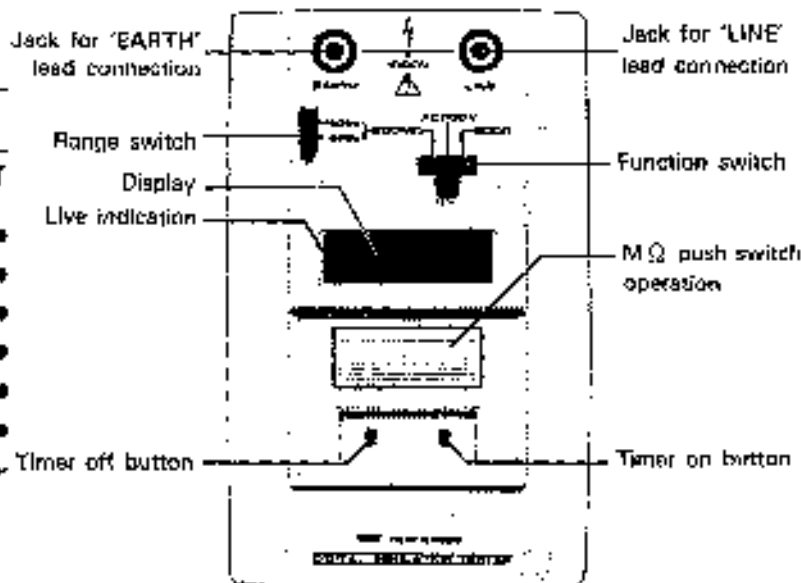
- צג: 3½ Dig
- תחום מדידה Ω 0-19.99
- מתח הפעלה/בדיקה 200-260V, 50-60 Hz
- דיוק ± 1%
- זרם מדידה 20 Amp
- המדידה מתבצעת במתח הרשת
- יצרן: יפן T.M.K.

מאור סוכנויות ושווק בע"מ

TEM-2555 B

Digital Insulation Tester

- צג: 3½ Dig
- מתח מדידה VDC 500/1000
- התנגדות Ω 0-200 M
- מדידת מתח VAC 0-500
- מדידת התנגדות Ω 0-200
- דיוק ± 1%



פתרונות מתקדמים

חדש

סידרת M2 - מימול חדש במגענים עד 95A בצי 95A

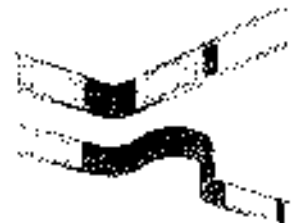
- * אביזרים להרכבה מעל המגען
- סיימור פניאומטי
- ממסר נעילה
- מגעי עזר מידים אטומים 54 P
- בלוק מגעי עזר 2,1 או 4 מגעים.
- * אביזרים להרכבה מתחת למגען
- יחידה רחב טווחית עם MAN-AUTO RESET
- * אביזרים להרכבה מעל המגען
- יחידת כניסה MAN-CFF AUTO
- סיימור אלקטרוני DELAY-CFF-MAN
- יחידות ממשק
- הופיסורים ברז טכנולוגיות
- * אביזרים להרכבה בצד המגען
- בלוק עם 2 מגעי עזר מידים
- אינטרלוק מכני וחשמלי משולבים
- * * * מגען עם צריכת זרם ממוכה 1.2W למחצת עד 7,5 KW



חדש

סידרת פסי צבירה החדשה CANALIS KN

- * 2 גליטאונים KNA ודאג
- * 3 גולים 40, 63 ו100A
- * מעגלי כח ופיקוד מספקים מכל תקע לאורך הפס לרכיבי הבקרה או הטמנות.
- * מרחק קפיסאות יציאה 160 ל-32A
- * דרגת איטמות IP41, IP54 עם אביזרים.
- * חיבור קטעים קל ומדויק בכוחות מרקה.
- * שקעים מוגנים אוטומטית בפני נגיעה. בטיחות מלאה!
- * זווית וקטעים גמישים לשינוי כיוון ועקיפת מכשולים.



חדש

מסוף תפעול חדש A-DZ

- * מסך להצגת נתונים וחיוניות לקריאה מנוחה של ארבעה מטרים.
- * מילוש ב-12 מקשי פונקציות בהתאם לאסוף המכונה.
- * אפשרות הקשת מידע נומרי באמצעות מקשים ספרותיים.
- * גודל קומפקטי להרכבה בתוך פול במארה אבץ.
- * דרגת איטמות IP65.
- * 100 החצויות יחידות ונות 32 תיים כ"א מאומסנות ב-ACR100 פפמי.
- * עיבוד עם בקרים שונים בקוד ASCI
- ועם בקרי DELTA-ELECTRONICS במצב DELTA.
- * סוגי תקשורת: RS232C/RS422-485 ברלין
- RS422-485/RS485/RS422-485



ובנוסף כל מגוון מוצרינו האמין לאספקה מהמלאי

- * בקרים מתוכנמים;
- * מתנגעים ישר לקו ובוגר משולש;
- * מתנגעים טרנס-מגנטיים;
- * חמס"ר הגנה אלקטרוניים;
- * ארזי פיקוד;
- * וסתי מרירות והרונגעות רכות;
- * מפסקי גבול, גשמי קירבה ועיניים פוסט-אלקטרוניות
- * * * פניאומטיקה (מחידים מיוחדים לשסתומים 5/2).

מחירים נמוכים מאלו של יצרנים אחרים

ציוד חשמל בע"מ רחוב מבטחים 1 קרית מטלון פ"ת 49130
טל: 03-9246505 פקס: 03-9248049



מציג את הדור השלישי של מתנעים אלקטרוניים להתנעה רכה **RVS-D**



המתנע
האלקטרוני
המשוכלל
ביותר
בעולם



מערכת בקרה דיגיטלית
מבוקרת מחשב

- הפעלת מנוע בשתי מהירויות
- מהירות מקובה, 1/6 מהירות
- הפיכת כיוון סיבוב אלקטרונית
- מערכת חסכון באנרגיה
- תצוגה דיגיטלית (LCD)
- לתצמ מגע (TOUGH)

חדש SMB



**בלמים דינמיים
למנועי רוטור כלוב
(הזרקת DC ללפופי הסטטור
לעצירה חלקה ומבוקרת של העומס)**

- ללא חלקים נעים - SOLID STATE
- מומנט עצירה וזמן עצירה מתכוונים
- הפסקה אוטומטית של הבלימה עם עצירת המנוע
- קל להתקנה ונוח להפעלה, למנועים עד 150 כ"ס.

לקבלת קטלוגים מספרים נא לפנות:

סולקון תעשיות בע"מ

משרדים: רח' ביתרעננד 13 תל אביב, טל. 03-5373891
מפעל: אזור התעשייה קרית ביאליק טל. 04-768190



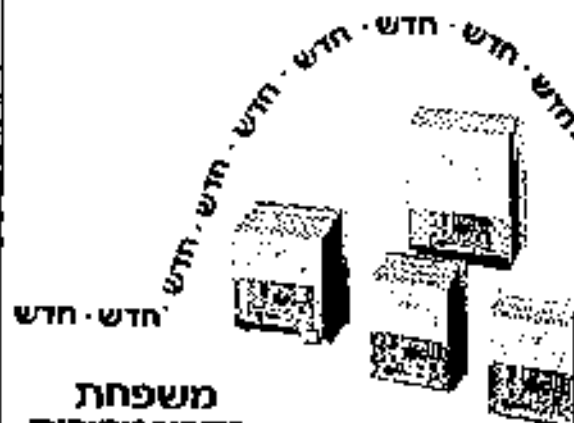


הנדסת הספק (1980) בע"מ

מקבוצת כלל תעשיות

משפחת
מתנגעים ירכים

אנלוגי **SOF-R**
אנלוגי הגנות **STC-7**
דיגיטלי **STC-8**



חדש - חדש

משפחת
בקרי-מהירות

אנלוגי **PDB**
דיגיטלי **PAD**
דיגיטלי שקט **PDC**



חדש - חדש - חדש - חדש - חדש

רח' החרושת 24 אזור תעשייה חדש ת.ד. 285, אור יהודה 60200 טל. 03-344484 פקס' 03-347383

למידע נוסף טלן. 45/12



כשהזינה צפה אין עצירה!

BENDER ISOMETER כשהזינה צפה עם

אפילו קצר לא ישבית את הייצור!
(בניגוד לממסר פחת "מקובל")

מתבקש בתעשייה המתוחכמת, במיתקנים ביטחוניים... משלים למערכות אל-פסק

אתה בודאי יודע - כמה יקרה כל השבתה



אליעזר תואן כטימ רחי צהיל 98, קיראון
ת.ד. 55109 קיראון 03-343506, 70, 03-340776, 03-340776

למידע נוסף טלן 45/13

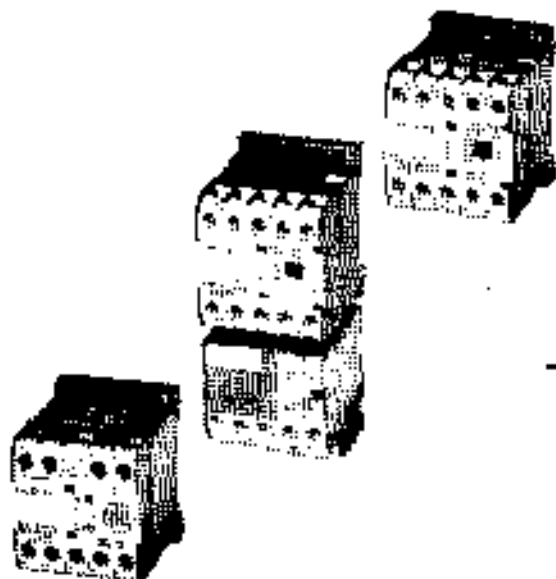
קבוצת קצנשטיין אדלר | איכות | אחריות | אמינות

חדש!!!

DIL E



**סדרת מגענים ומסרים קטנים
למונעים עד 5.4 כ"ס**



- * מודולריים
- * צריכת הזרם של הסליל נמוכה ביותר
- * ממון של אבזרי פיקוד, מיתוג תגובה
- * רמת בטיחות גבוהה ביותר
- * מתאימים במיוחד לשימוש בקרה
- * תעשייתית ולמחנות דירתיים

- DIL-ER - מסרים ל-AC
- DIL-ER-G - מסרים ל-DC
- DIL-ER-GI - מסרים להפעלה מבקר
- DIL-EM - מגענים ל-AC
- DIL-EM-G - מגענים ל-DC
- DIL-EM-GI - מגענים להפעלה מבקר
- DIL-ET - מסרי השוויה AC/DC
- ZE-... - מסרי עזרת-זרם

5 שנים

על מוצרי קלוקנד-מ

קצנשטיין אדלר תעש
קצנשטיין אדלר תעש
א. המדל-קצנשטיין א
א. המדל ק.א. (אילר)
הנדסה אלקטרומכני

קבוצת קצנשטיין אדלר
אנו תמיד קרובים אליך



תכנון | ייצור | שרות | בקרת איכות | מלאי חלפים

צעדו צעד נוסף קדימה

מוצר חדש מסדרת מנתקי ההספק NZM



NZMS

למיתוג הספק בינוני (עד 65kA)



סדרת NZM למיתוג כל הספק

NZMH - מגביל זרם, למיתוג הספק גבוה (100kA).

NZMS - מגביל זרם, למיתוג הספק בינוני (65kA).

NZM - למיתוג הספק רגיל (עד 40kA).

מנתקי ההספק מסדרת NZM
ערוכה למיתוג אמן



אחריות

ד אפשר תמיד לסמוך

02-536332	ירושלים	ק.מ.ק הנוסות השמל בע"מ	03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ	03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף חיפה)	03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ
03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ	052-448228	רעננה	קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ	03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-31906	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ
04-410330	חיפה	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף חיפה)	03-614668	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף חיפה)	059-31906	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ
057-35016	באר-שבע	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-31906	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ
03-624446	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ
03-624421	תל-אביב	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	059-78858	איילת	קצנשטיין אדלר ושות' (סניף באר-שבע)	03-624446	תל-אביב	טקסיל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	חיפה	אסטרול בע"מ	04-410330	חיפה	אסטרול בע"מ

שירות ייחודי ויעוץ רחב ואישי,
 ילוו אתכם בכל פרויקט תאורה, תוך שימוש
 בתכנות המחשב המיוחדות, העומדות לרשותכם.
 צוות התכנון שלנו, המהנדס דני קלינה
 ואלכס שטרנליכט, ילוו אתכם לאורך כל הדרך.

מהנדס השמל או איש תאורה, איש אחזקה או
 סגל פרויקט, יתן תאורה או אנשי מינהל
 הזקוקים ליעוץ בנושאי תאורה, במפעלי תאורה נעש
 תוכלו להיעזר בתכנות החדישות של:
 Gaash, Philips, American Lighting
 Lithonia, Lighting Technologies.

הקטלוג החדש של געש מכיל מצרים חדשים
 ותוצרים עדכניים. פנו עוד היום
 למפעלי תאורה געש, לקבלת הקטלוג החדש.

שירותי הליוו של געש עומדים גם לרשותך.



קיבוץ געש
 טלפון 052-521113
 פקסימיליה 052-521129

מוצרי תכן תל אביב
 רח' הארבעה 10, טל. 03 5513666

אני בטלפון ומארת געש, קיבוץ געש
 או לשירותי מוקדם או לטלפון געש
 מס' _____
 כתובת _____
 תפקיד _____

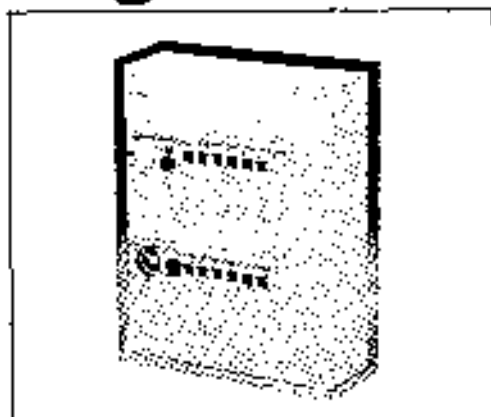


מוצרי איכות תחת קורת גג אחת!

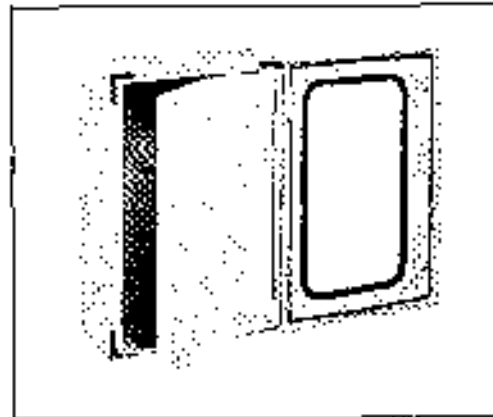
מבחר דגמים רחב ביותר של ציוד מודולרי, אדגזים, קופסאות ולוחות
ממתכת ופוליאסטר משוריין מסובי היצרנים באירופה.
● צנרת גמישה וכניסות כבל מכל הסוגים ● מנקבים וכלים לחירוד בפח מס' 1 בארה"ב.

hager

sarel 

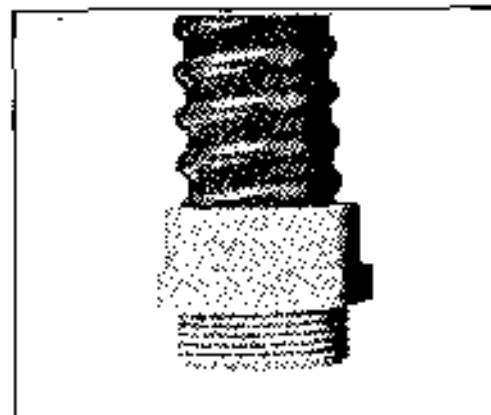


לוח G-800 עם ציוד מודולרי HAGER
הסבחי חרוט ביותר של קופסאות לציוד מודולרי
לחברות שזייט ויהייט עם ובני דלת.



ארגז מוליאסטר SAREL IP-659 עם דלת-
שקופה ופנל מגימי על ציר. ארגזי מוליאסטר
כ"ג גדלים עד 835 X 1035 ס"מ עם אפשרות של הצמדת.

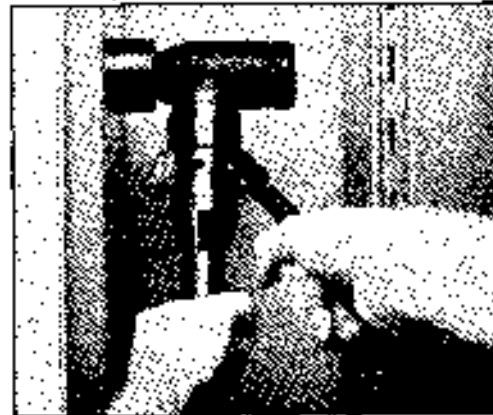
CAPRI



צינור גמיש מ" P.V.C מחוץ עם מחבר
קוטר נצימי מ"מ 10 עד 55 מ"מ.

מחלק מ"מ - חופה

GREENLEE



משאבה הידראולית עם PUNCH
הוצרת GREENLEE לניקוב פלדה עד 3.5 נ"מ עובי.

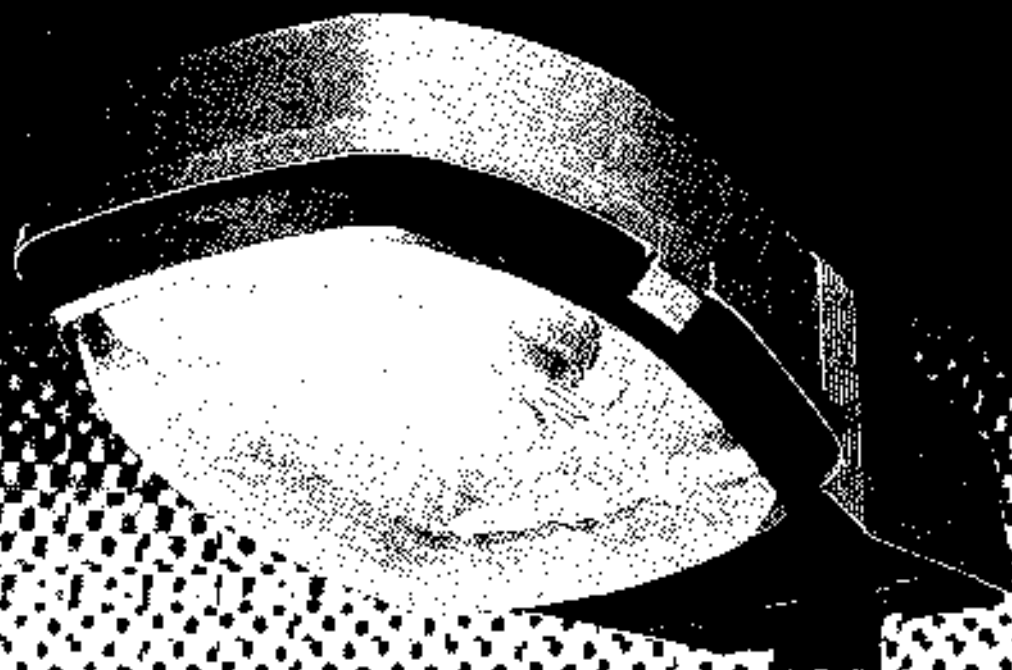
הציוד משווק בכל חלקי הארץ לסיטונאים ולמטעני הלוחות, לפיקוד ולבקרה, לתקשורת ואלקטרוניקה,
לתעשייה, לתקלאות ולבנין.

על טיב אין אנו מתמשרים. אתה מוזמן למשרדנו ויתן להזמין גם קטלוג מפורט.

א.ג. מולכו ציוד חשמל ותעשייה בע"מ טל. 03-9247037/8

רח' הסיבובים 37, פתח-תקוה. מכתבים: ת.ד. 18121 תל אביב - 61181, פקס: 03-9233452

25 שנות נסיון, תיחכום, תעוזה ומקוריות, מביאים לך את הפנס הטוב ביותר.



אור-און

מפעלי תאורה געש גאים להציג את
"אור-און" הפנס החדיש והמתקדם ביותר הקיים.

"אור-און" הוא פרי בידוח מיוחד, בעל
רכלקטור המתחכם לפיזור אור אופטימלי,
מיגזון רחב בידור של נורדת, 70-250 ואט
עשוי כולו מליקר בונט, אנטי נאנדלי,
תחוקה קלה, גישה נוחה
למערכת החשמלית ללא צורך בכלים
ניצוב טאח וחדשני ביותר.

מחנדי געש יעמדו לרשותך בתכנון
פרויקטים לתאורה ב"אור-און"

פנה עוד היום למפעלי תאורה געש
(בקש את הפולספקט של "אור-און").

קיבוץ געש
סלמון 052-521113
פסקימיליה 052-521138

מוצרי תכון, תל אביב
רח' הארבעה 30, טל. 03-5613636



ווסתי מהירות למנועי AC

ALLEN-BRADLEY
A ROCKWELL INTERNATIONAL COMPANY



מציגה את הדור החדש והמתקדם של ווסתי מהירות מהטובים בעולם.



VADER-101

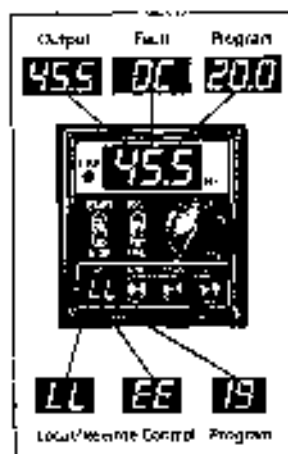


פונקציות רגילות הקיימות במערכת:

- זמני האצה והאטה (0.1-1600 שניות).
- תחומי תדר עבודה (0.5-240 HZ) עם הגבלות של MIN/MAX.
- פיקוד מקומי ופיקוד מרחוק.
- 2 כניסות אנלוגיות ויצאה אנלוגית.
- 3 מוגי עזר למידע המשתמש.
- הפעלת תוודת אוטו /או לחצן RESET.
- אופציה: כניסת BCU (ממוחשב או C.P.U).

תכונות יחידות סטנדרטיות:

- 4 מהירויות הדרגתיות קבועות.
- שלוש נקודות דילוג על תדירויות.
- סוגי חבלים: חופשית/לפי שיפוע.
- 9 רמות להגברת מומנט התמנה (BOOST).
- שתי רמות זמן להאצה ולהאטה.
- הרצה ידנית INCHING (0.5-20 HZ) JOG.
- מערכת אמצעי הגנה מתקדמת.
- תצוגה דגיטלית לתדר העבודה לקבלת ערכים מתוכנתים ואבחון 7 סוגי תקלות.



לוח תצוגה והפעלה בחזית המכשיר

לפרטים נוספים ולתאום הדגמה במפעלכם נא להתקשר טלמונית לקובי וינטר.

מסומן אלו בעלים - חסיה



ח'ל אביב, רח' חוצות הארץ 10, ת"ד 36005
ת"א 61360, סל' 03-254162 (10 קווים).
טללים: 03-258678, פקסימיליה 03-258678.



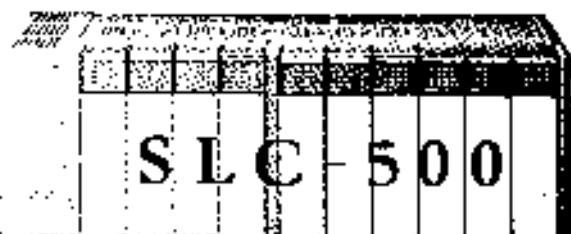
קונטל
הנדסת מכשיר ובקרה בע"מ
CONTEL
מפעל תעשייתי, ת.י. 101, תל אביב

משפחת בקרים מתוכנתים לביצוע משימות גדולות

PROGRAMMABLE CONTROLLERS



- * משפחת בקרים קטנים עם יכולת בקרי ALLEN-BRADLEY הגדולים.
- * קל לתיכנות.
- * סט פקודות רחב ומתקדם ביותר.
- * מבנה זכרון נמש, גודל DATA TABLE ניתן לשינוי, לניצול מירבי של הזכרון.
- * קומפקטי מאוד בסדלו ותופס מינימום שטח ונפח התקנה.
- * גיבוי זכרון מבקר באמצעות מצוץ אפשרויות: UV-PROM, EEPROM, סוללה.
- * כניסות ויציאות אנלוגיות

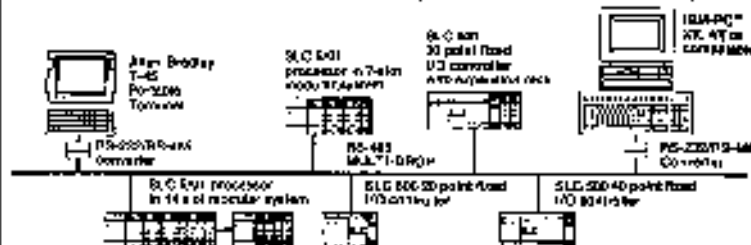


מבנה המודולרי

- * תמיכה ב-4 עד 256 כניסות/יציאות.
- הבקר מסוגל כרטיסים התקע במארז היחיד.
- מארזי היחיד נחצלים לרכישה בגדלים של: 4, 7, 10 או 13 מסילות.
- ניתן לצרף עד 3 מארזי יחיד לבקר מתוכנת אחד.
- בכל מסילה ניתן להתקין כרטיסים במסוון רחב של אפשרויות ובכמות של: 4, 8 או 16 נקודות סט. בנוסף לכרטיסי קומבינציה המשלבים כניסות ויציאות כרטיסי אחד:
- בקרת P.I.D, DIAGNOSTIC, יכו'.

מבנה הקבוע

- * הבקר המתוכנת כולל כניסות ויציאות עם אפשרות של מארז הרחבת עבור 2 כרטיסי סט נוספים.
- בקבוצה זו קיימים בקרים בגודל:
 - סט 20 והרחבה עד 52 נקודות.
 - סט 30 והרחבה עד 62 נקודות.
 - סט 40 והרחבה עד 72 נקודות.



סלס - 05-254162

- * תקשורת ברשת בין הבקרים ללא צורך בתוספת כרטיסים.
- * תקשורת למחשב מקומי ולמרוחק - ברשת.
- * תקשורת למרצף A-B ממשפחות PLC-2, PLC-3, PLC-5.
- * פיתוח התוכנה ומעקב אחרי דיאגרמות הטולם מרחוק.
- * פיתוח דיאגרמות טולם גם בעזרת מחשב (בדומה לבקר PLC-5).
- * יכולת המשכיות והרחבה.
- * תקשורת ישירה לערוצים מקבוליים (BUS) (עקיפת צוואר הקבוק של RS-232C עבור: MOTOROLA VME-BUS, IBM PC-BUS, DIGITAL Q-BUS).

- * מסוף תיכנות ידני משוכלל הכולל:
 - 5 שורות דיאגרמת טולם.
 - אפשרות "ZOOM".
 - יכולת תיכנות OFF-LINE.
 - הפעלה באמצעות תפריטים.
 - סיסמא (PASSWORD).
 - תוכנה ב-6 שפות שונות.



תל-אביב, רח' הנצרת הארץ 10, ת"ד 36005
טל: 03-254162, סל: 03-254162 (10 קווים),
סלס: 03-258678, פקסימילית 03-258678.



קונטל
הרשות מחשור ובקרה בע"מ
CONTEL

"אופיר שי"

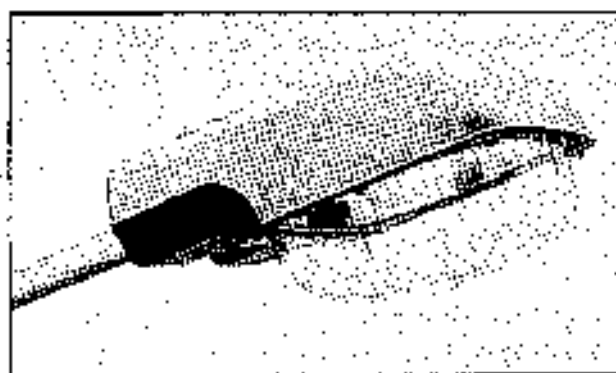
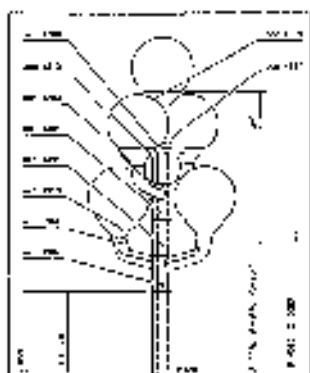
ייצור שיווק ואספקה



חומרי חשמל לתעשייה, בנין, רשת, אחזקה ותאורה

כבלים

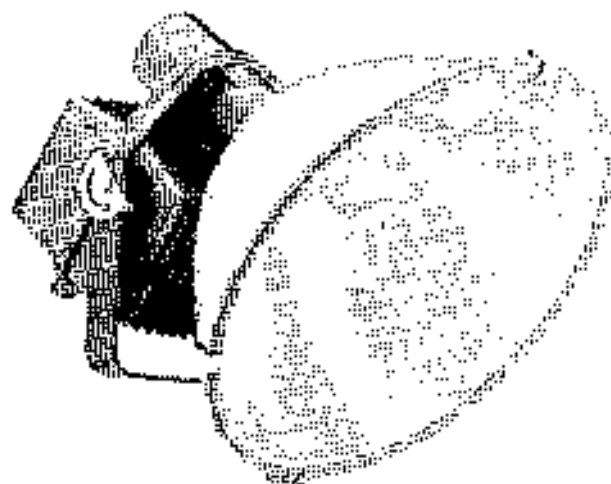
כבלי כח עליים ותת קרקעיים
מכל הסוגים, כל החתכים ובכל האורכים.
כבלי פיקוד ותקשורת, אספקה מהמלאי.
כבלי גטיחות - חסיני אש - בטולי הלוגנים
משפחת LYONOTOX תוצרת:
LES CABLES DE LYON



ציוד רשת
למתח נמוך
ומתח גבוה.
עמודי תאורה
ופנסים

תאורת רחובות ובטחון

מחסנים, אולמות ספורט
ותעשייה



רשת סניפים בכל הארץ:

אופיר שי ייצור שיווק ואספקה בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : קרית אוהב, רח' עמל 37, 70, 03-9230955, פקס: 03-9222193
 סניף תל אביב : רח' החשמונאים 105, 70, 03-5614338, פקס: 03-5614324
 סניף באר שבע : קרית יהודית 70, 057-32638

אופיר שי (1984) בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : רח' החרושת 10, אזור תעשייה תנוכה, טל. 052-910558, פקס: 052-910926
 סניף ירושלים : דרך חברון 28, טל. 02-731050/5, פקס: 02-731017
 סניף הרצליה : רח' בן גוריון 48, טל. 052-557747, פקס: 052-557802
 רח' סוקולוב 60, 70, 540784, פקס: 052-540748, פקס: 052-557802

אופיר שי ייצור שיווק ואספקה צפון (1988) בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : דרך בן יהודה 195, ויל חנו, 70, 04-322277, פקס: 04-343415
 סניף כרמיאל : רח' המסגר 9, 70, 04-861898, פקס: 04-861891



תאורת גן

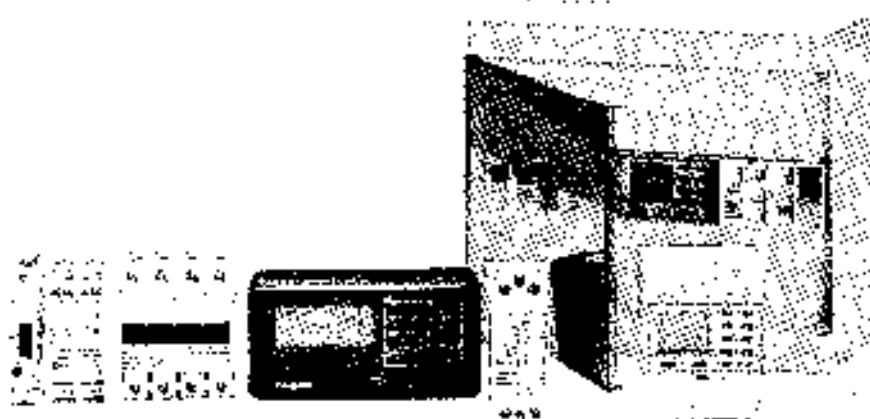
גופי תאורה למשרדים
 גופי תאורה מיוחדים -
 נגד סינוור לחדרי מחשב.



ציוד מוגן התפוצצות

קופסאות, אביזרי פיקוד
 כניסות וגופי תאורה

פרינסטון אילי בע"מ - ח"כ"ה

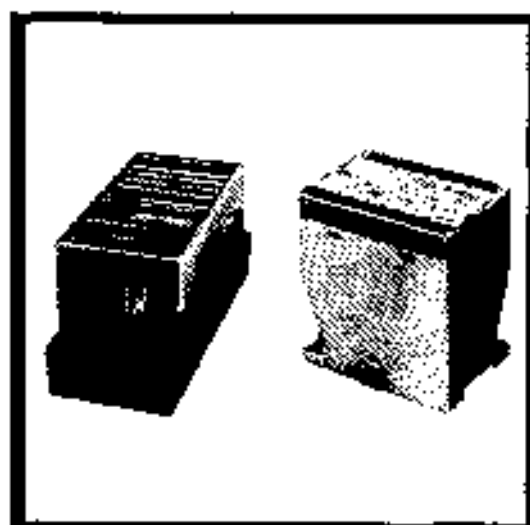


ציוד פיקוד

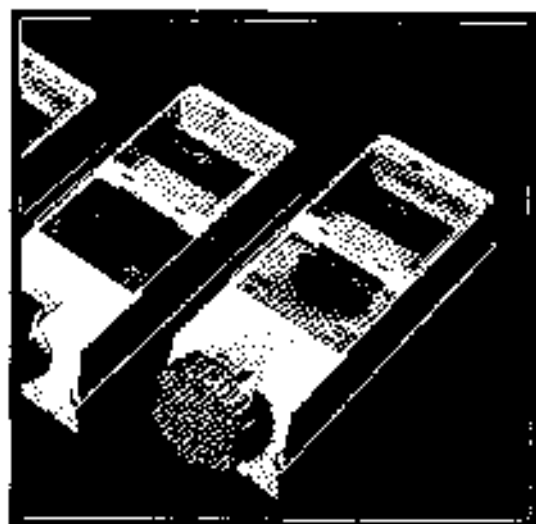
מיתוג ובקרה
 מתוצרת
לגרנד

מגוון רחב של ציוד חשמל,

- מפסיקי זרם חצי אוטומטיים מתוצרת SACE.
- מפסיקי זרם זעירים חצי אוטומטיים מתוצרת AEG.
- מכשירי מדידה אולוגיים/דיגיטליים ומתמרים מתוצרת IME.
- מצעים ויטרוות זרם מתוצרת SCHIELE.
- מאסרי זמן, פיקוח ובקרה מתוצרת SCHIELE.
- אבזורי פיקוד מתוצרת SCHIELE.
- מעקקי מבטחים מתוצרת JUNG.
- שקעים ותקעים דגם CEE מתוצרת ILME.
- ווסתי טפל הספק מתוצרת FRAKO, CIRCUATOR.
- מהדקי פיקוד לשמל ואלקטרוניקה מתוצרת PHOENIX.
- מוטות הארקה מתוצרת AARDING.
- סימניות לסימון חוטים וכבלים מתוצרת CRITCHLEY FLEXIMARK.
- ציוד בטיחות והגנה למתח גבוה.
- נתיכים למתח גבוה מתוצרת B.B.C.
- תעלות P.V.C מתוצרת פלגל.
- קופסאות, עמודות ושולחנות פיקוד מודולריים מתוצרת RITTAL.
- קלנסאות חיבור ולוחות מאמתיים מדולריים מתוצרת SPELSBERG.
- בקרים מתוכנתים מתוצרת OMRON.
- ציוד פיקוד ובקרה מתוצרת OMRON.



IME
מתמרים תעשייתיים למדידת גרלים
חשמליים, מתח, זרם, הספק,
מקדם הספק, תדר זרם זליגה.

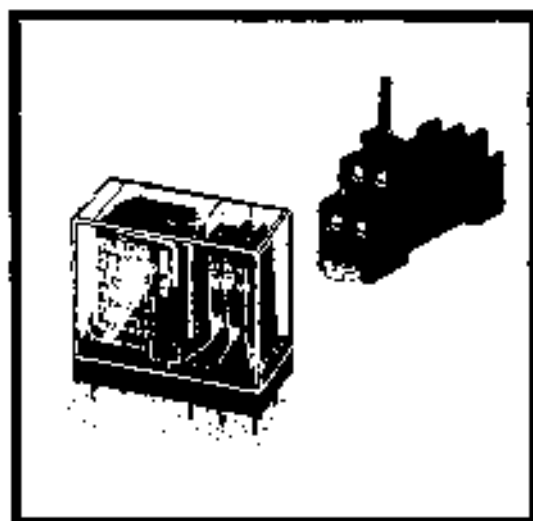


ILME
שקע CEE מותקן בקופסה
עם אינטרלוק לחגנה.



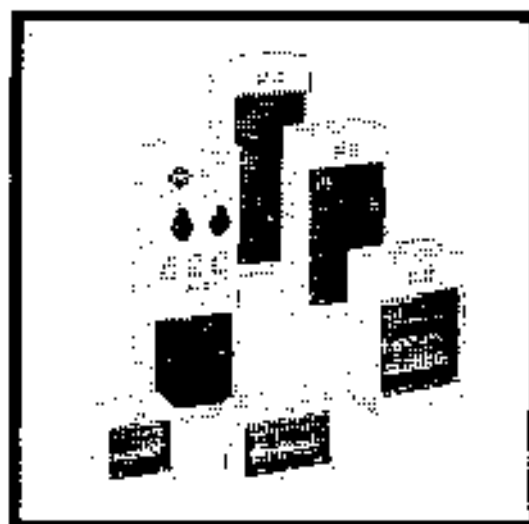
SACE/ABB
מפסק ח"מ DELTATRONIC
משולב עם הגנת פחת
אופציה לכיוון רגישות השוליה.

מיתוג, פיקוד ובקרה באטקה



מגנטר פיקוד לזרם של עד 10A
במידות קטנות במיוחד, מנגע נחליף
אחד או שניים.

OMRON



קומפאקט חיבר ולחוג
סאמטיים מודוליים

SPELSBERG

**בכל אחד מהסניפים תקבל סיוע
טכני ואספקה ממלאי מקומי**

אטקה

אטקה בע"מ תברה לשינוק והפצה
סק.בוצח פייכטונגר חקשיות

3 סניף צפון:
רח' השיש 3, מפרץ תימה
טל: 04-724402
פקס: 04-722967

2 סניף דרום:
רח' החשמלאי 15
עמק שדה, באר שבע
טל: 057-72323
פקס: 057-79195

1 משרד ראשי:
רח' היצירה 23, קריית אריח
פתח-תקוה
טל: 03-9392333, 9392411
פקס: 03-9244245

מכשירי הנדסת חשמל בע"מ

רח' ביאליק 129 ■ ת.ד. 8229 ■ רמת נן 52181 ■ סל' 03-7519146/50 ■ 02154 0770 ■ פקטימיל'ה 02-7519151

- מכשירי קבוע VIBRO-SWITCH למדידה רצומה של רעידות 20 PC VMS.
- מכשיר נייד למדידת חומרת רעילות דגם VIB-10.
- מנתח תדירות הרעילות 1ST RIBRÖMAILH VTMS7 ומודד חותכת רעידות.

דיזל גנרטורים

שיום קץ להפסקות החשמל. רכוש דיזל גנרטור אמין מתוצרת KOSHA ארה"ב, בתחום הספקים 3.5-1250 וכך מערכות אל פסק סטטיות מערכות אל פסק מסתובבות גנרטור עם דיזל עד 500 KVA.



מכשירי עזר לבדיקת חשמל ומתכת

Vollstück ■ גלאי-שדה חשמלי בצורת עט, מגלה מתח בחוטים ובלוחות חשמל ללא מגע.

Magnet-stick ■ גלאי-שדה מגנטי בצורת עט, המגלה פעילות ברזים חשמליים.

Volt-Metal detector ■ גלאי חשמל ומתכת בקירות, מגלה תוצאי קוי חשמל עד 100 מ"מ עומק.



ממירי תדר לויסות מהירות-מנועים

מתוצרת VEE-FLIN עם בקרה אנלוגית או דיגיטלית מלאה כולל קשר למחשב באספקה מיידית למנועים בגודל מ-1HP ועד 300HP מתלעדים רכים. מנועי זרם ישן ומנועי זרם חילופין, באספקה מהירה.



מכשירי בדיקת מכונות תוצרת

SPM שבדיה

■ מיכשור לבדיקת טיב מיסבים דיגיטלי דגם BEA 52.



הקובע את מצבם של מיסבי המנוע ומעריך כמה זמן הם עוד ימשיכו לשרת, וכן בודק את שימון המיסביים.

■ מכשיר מדגם BAS-10 לבדיקת טיב מיסבים דיגיטלי חדש.



בודק מצב המיסב והשימון, אוסף את הנתונים לזכרון המכשיר, וניתן להעביר אותם למחשב IBM P.C עם תוכנת AMOS.

■ מכשיר לבדיקת טיב מיסבים אנלוגי דגם A 43.



המודד את מצב מיסבי המנוע ומעריך כמה זמן ימשיכו לשרת. עשרות מכשירים מדגם זה פועלים בארץ.

■ סטטוסקופ אלקטרוני לשמיעת רעשים ורעידות במכונות דגם ELS-12.

■ סכומטר TAC-10 חדשני לבדיקת מספר סיבובים.



ללא מגע, מעל תצוגה דיגיטלית, כמו כן אפשרות מדידה עם מגע לקדתי במרכז הציר, וכן אפשרות מדידת מהירות קווית.

■ מכשיר אוניברסלי לבדיקת מנועי חשמל, הבודק את ההתנגדות IR (אנדרלסטנס X של ליפופי המנוע וכן בידוד לנר, דגם EMC-11).



■ בודק נאילות LDE-10. לאותור מקום הנאילה בצורת אויר דחוס, או כל מקור המטנניע העשים בתחום 25-40 KHZ.



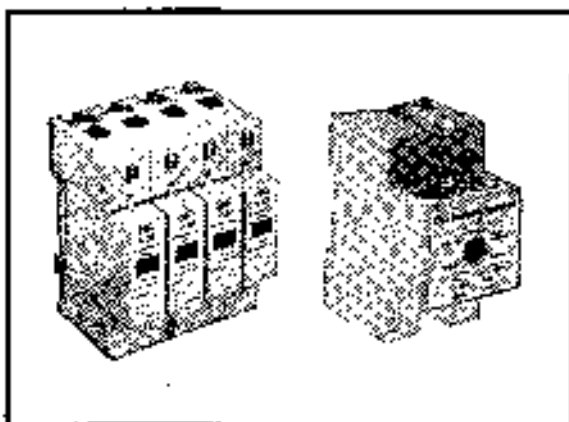
אמבל B

חברת אמבל מיצגת בארץ את החברה הגרמנית OBO BETTERMANN למגוון ציוד המשמש להתקנות חשמל במעשיה, לקבלנים, הנדסאים וצרכנים שונים.

- קופסאות חבורים
- מהדקי חבורים
- כניסות כבל
- אביזרי חבור שונים
- ציוד מגן לברקים
- ציוד הארקה

חברת אמבל עומדת לשרותכם כחתן כל נידע שידרש בנושא טכני, כספי ונושמה לראייתכם בין לקוחותיה.

OBO BETTERMANN

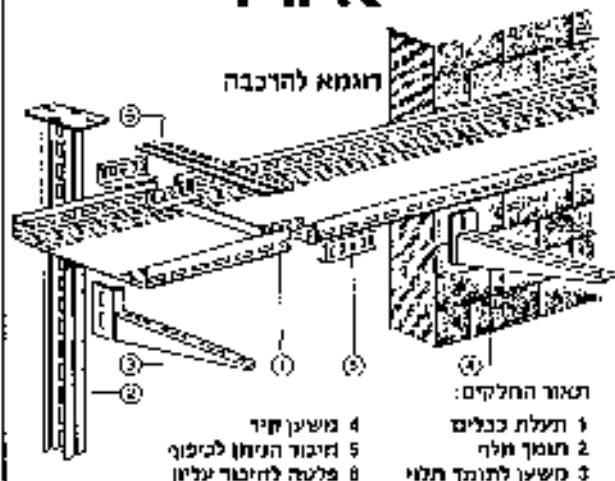


אמבל רח' ברעיה 19 תל-אביב 67454
טל. 03-250462 פקס. 03-265841

יירד שיווק בע"מ

ח.ד. 609 נצרת עילית, טל. 06-574434

תעלות וסולמות כבלים MFK

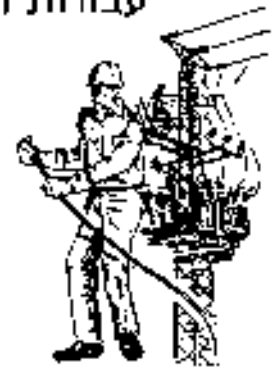


יעד/אינטר אלקטריקה

שחות וביצוע עבודות חשמל בע"מ

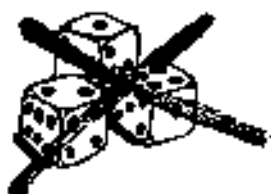
ביצוע עבודות חשמל בתעשייה

בתי קרוו, מכוני תערוכות, בתי אריזה



מסומם איל בע"מ - חומה

נצרת עילית, אזור תעשייה ב', רח' העמל 3
ח.ד. 609, טל. 06-574434, פקס: 06-553357



אל תסמוך על המזל!

הגנה בפני התחשמלות
במיתקן ארעי ובתנאי הארקה קשים



רק בזינה צפה* עם איזומטר

לגנרטורים ומערכות נידות שבהם התנגדות מוט ההארקה גבוהה מהמותר
* עפ"י חוק החשמל זינה מגנרטור ארעי. (קצת 5000 סעיף 15)

הקדם תרופה ל"אכח" החשמל



אלפי ישיב ושוקו בעימ רחי צהיל 98, קיראון
ת.ד. 994 קיראון 55100. מל. 03-343506. פקס. 03-340776.

לחידע גוסף סמך 45/28

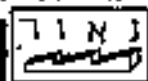
**יצור אספקה והתקנה של
סולמות כבלים לתעשייה**



פוסום אלי בעלמ - תפח

אנו מציעים:

1. פתרון לכל תוואי - סולם כבלים מודלרי
 2. מכוון רחב של מידות וסכיות ישונות
 3. רווק מיכני מונטאם לשמסים ועד 200 ק"ג למי.
 4. צופי אכך חם 77 מילון או צבע לפי דרישה.
- אחריות 10 שנים לצופי. אספקה מהירה
נובר מידע טלפ. 0522 קסטו ומריון נא לטעור לטעור



נאור בע"מ
קבלני חשמל לתעשייה

תפוח תיכה. רחי חלוצי תעשייה 79, ת.ל. 10258
70. 04-411142, 04-414834, 07-414528



מערכות מיגון אש
(שריט 1988) בע"מ

**מערכות פסיביות להגנה
בפני התפשטות אש ועשן**

- ★ איטום מעברי כבלים וצנרת.
- ★ ציפוי כבלי חשמל ותיקשורת.
- ★ הגנה על קונסטרוקציות מתכת.
- ★ הגנה מאש למתכת עץ ואריגים.
- ★ דלתות אש מיוחדות.
- ★ סולמות מילוט.

FLAMMASTIK®
KBS System



רחי העמל 10, ת.ד. 208 אזור התעשייה ארזיהודה 60251
טל. 716473, 717016, 03-347214
פקסימיליה 03-5339285

לחידע גוסף סמך 45/28

לחידע גוסף סמך 45/27

אינג' פאול שפר

א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל

העידוכן של תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט) – (ק"ת 4643), אשר הדיון בו הסתיים לפני חודשים אחדים, נשלח להכנה לקראת פירסומו, מבלי שיעלה בידי הוועדה לפתור, בשלב זה, את הבעיה של "מוליכי הארקה ראשיים במבנים רב־קומתיים", שהוזכרה בסקירה ב"התקע המצדיע" מס' 43. לכן יש מקום להביא כאן וכתת את השינויים שאשרו עד כה. אם נגיע להחלטה בבעיה הנזכרת, נוציא תיקון נוסף לתקנות.

עידוכן של תקנות החשמל – הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט

המהדורה הקודמת של תקנות הארקות מורסמה, כידוע, בשנת 1984, כשחלה מהפכה יסודית בתפישת סדרי ההגנה ואשר השימוש באיפוס כשיטת ההגנה המועדפת. לאור הניסיון שהצטבר מאז נתגלו מספר בעיות שתבעו פיתרון. החשובות ביניהן היו:

■ הגדלת האספקה למיתקני תעשייה או מלאכה במבנים קיימים

במקרים רבים לא איפשרה עכבת לולאת התקלה הגנה נאותה על ידי הארקה, אלא בהוצאות בלתי סבירות להחדרת אלקטרודות לאדמה. האיפוס היה נותן תשובה נאותה, אלא שבמבנים אלה לא היתה קיימת הארקות יסוד, ולפיכך האיפוס היה אסור.

נושא זה נדון ונמצא לו פיתרון, כמוגדר בתקנה 39 החדשה.

■ ריבוי מספר הארקות ברשת מאופסת

היום, כל הרשתות החדשות ומרבית הרשתות הישנות של חברת החשמל מותאמות להגנה על ידי איפוס. אך עם הגידול במספר הארקות ברשת מאופסת נתגלה קושי אובייקטיבי לקיים את דרישת התקנות של בדיקה מלאה של כל הארקות אחת לחמש שנים. גם התברר, שבתנאים החדשים אין צורך בכך. גם לבעיה זו נמצא פיתרון כמוגדר בתקנה 77 החדשה.

■ מיתקנים המוגנים בשיטת הזינה הצפה (IT)

לאחר שהסתבר, כי חל ריבוי משמעותי במספר המיתקנים המוגנים בשיטה זו, שיטה שהיתה בעבר אחת השיטות השוליות יותר, הוחלט לסווג הגנה בשיטת הזינה הצפה במקום השלישי בין שיטות ההגנה, מיד לאחר שיטות האיפוס (TN) וההארקה (TT), ולהעמיק את הדרישות לגביה.

פ' שפר – יו"ר ועדת ההוראות וועדת הפירושים שליד משרד האנרגיה והתשתית

עידוכן התקנות נעשה על ידי ועדת משנה, שחבריה היו הי"ד דוניבסקי, א' נאומרה, מרופי י' נאות, ע' פרנקל ונ' פלג.

עבודתה של ועדת משנה זו נעשתה בשנת 1986 והוגשה לוועדת ההוראות באותה שנה. מליאת הוועדה הקדישה לדיונים מספר רב של ישיבות בשנים 1987 ו-1988.

בסיום הדיונים הוכנה טיוטה חדשה שבה הוכנסו שינויים רבים נוסף לאמור לעיל, בחלקם שינויים של עריכה, הבהרה וביטול כפילויות, ובחלקם שינויים מהותיים. טיוטה זו עברה קריאה שנייה בשנת 1989, ונמצאת עתה בשלבי הכנה לפירסום.

הסקירה המובאת להלן לא באה, בשום פנים ואופן במקום קריאת התקנות לכשיתפרסמו, או במקום לימודן לפי הצורך. היא מיועדת אך ורק לתת הצגה מוקדמת של עיקרי השינויים.

פירוט התקנות

כדי לעקוב אחר השינויים רצוי לעיין, בזמן הקריאה, במקביל בתקנות משנת 1984. סדר הקריאה יהיה על-פי המספור של התקנות היישות" הללו.

פרק א': פרטנות

1. הגדרות

עיקרי הפעולה של כל אמצעי ההגנה מוגדרים עכשו בתקנה של **הגדרות, לדוגמא:**

זינה צפה (IT) מוגדרת כ"אמצעי הגנה בפני חישמול המאופין על ידי העדר הארקה השיטה וחובת שימוש במשגוח".

משגוח מוגדר כ"מכשיר המיועד לפקח על תקינת הבידוד בין מוליכי המיתקן ובין המסה הכללית של האדמה או בין מוליכי המיתקן ובין גופי המתכת של ציוד המיתקן".

כדי להסיר כל ספק הונהג השימוש בכינויים המקובלים בתקינה הבינלאומית.

IT – הגנה על ידי הארקה.

ITN – הגנה על ידי איפוס. סוג האיפוס המותר אצלנו הוא TN-S (מוליך הארקה נפרד החל מהטרנספורמטור) או TN-C-S (מוליך הארקה נפרד ממוליך האפס החל מהכניסה למיתקן).

IT – הגנה על ידי זינה צפה.
PEN – מוליך המשותף לאפס ולהארקה.
PE – מוליך הארקה בלבד.
N – מוליך האפס בלבד.

בוטל הכינוי של "מתח כטיחות" כאמצעי הגנה, והוא נקרא מעתה **מתח נמוך מאוד**. המושג של מתח בטיחות איננו מעשי, מאחר שיש אנשים רבים הנוגעים במוליכים שבהם מתח של 230 וולט, ולא קורה להם דבר, ואילו אחרים נפגעים אפילו ממתח של 50 וולט. בספרות סוכר מקרה קלסי של אדם שנפגע ממתח של 32 וולט (ולא בתנאי חדר ניתוח!).

לעומת זאת, מתח של פחות מ-50 וולט נחשב למתח אשר ברוב המקרים של המקרים אינו גורם לפגיעה באדם. כאכור, בתקנות של מיתקני חשמל באתרים חקלאיים, מוגבל מתח זה ל-24 וולט בלבד, והוא הדין בתקנות למיתקני חשמל באתרים רפואיים.

פרק ב': סוגי ההגנות

לא חלו שינויים מהותיים בפרק זה, חוץ מהתוספת של **זינה צפה** כאמצעי הגנה מותר, ואף חשוב, שממוקם במקום השלישי ברשימת האמצעים המותרים.

פרק ג': שיטות מארקות ושיטות בלתי מארקות

כדי לעקוב אחרי התקנות ולהשוות בנוחיות בין השינוי ובין התקנה הקיימת נעשית ההתייחסות, בהמשך הסקירה, למספר התקנה כמתואר בדוגמה הבאה:

5^(י) – תקנה 5, מיספור ישן

5^(ח) – תקנה 5, מיספור חדש

5^(יח) – תקנה 5, המיספור זהה בשתי המהדורות.

תקנה 5^(י) – 5^(ח):

החובה של הארקה שיטה של שגאי מדידה, שהופיעה בתקנה 62 הישנה, הועברה לתקנה 5 החדשה, מאחר שמדובר בהארקה שיטה שמקומה בפרק זה של התקנות.

תקנה 6^(יח):

איסור התקנת הארקה שיטה חל גם על מיתקן המונח על ידי זינה צפה.

תקנה 7^(יח):

מיתקן לורם ישר בעל **שני מוליכים** עדיין אסור בהארקה שיטה. אך אם עולה מתח

המיתקן על 120 וולט, יש להתקין משגוח כמו בוינה צפה.

ניתן היתר להארקת מיתקן כזה (בכל מתח), אם הוא נמצא כולו, לרבות מקור הזינה, במבנה אחד. מטרת ההיתר לאפשר פעולה תקינה של מיתקני תקשורת (לרבות מיתקני חברת "בזק"), ומיתקני פיקוד ופיקוח, הפועלים בדרום ישר, וזקוקים להארקת שיטה מסיבות תיפעוליות. אולם, מותר להאריק מיתקן כזה, הנמצא בחלקו מחוץ למבנה, באישור מנהל ענייני החשמל בלבד.

תקנה 8(ח"י):

לתקנה נוסף סעיף חדש (ב) האומר: "על אף האמור בתקנת משנה (א) לא תותקן הארקת שיטה אם ההגנה במני חישמול מבוססת על:

- (1) זינה צפה;
- (2) הפרד מגן;
- (3) מתח נמוך מאוד.

תקנות 9(ח"י)-10(ח"י):

לא חלו שינויים.

תקנה 11(י):

התקנה בוטלה ובמקומה בא סימן ג' בפרק ז' החדש.

פרק ז': מבנה אלקטרודת ההארקה והתקנתה

תקנות 12(י) עד 16(י) – 11(ח"י) עד 15(ח"י):

לא חלו שינויים מהותיים.

תקנה 17(י) – 16(ח"י):

בניגוד לדרישה, בתקנה הישנה, של גישור כל מדי המים ומכלי המים, נדרש עתה לגשר רק את אותם הפריטים המהווים חלק **מלוואת התקלה**. הוראה זו פוסרת מחובת גישור את אלפי המיכלים ומוני המים שאין להם כל קשר עם מיתקני חשמל.

תקנות 18(י) עד 22(י) – 17(ח"י) עד 21(ח"י):

לא חלו שינויים מהותיים.

פרק ה': מוליך הארקה, מבנהו והתקנתו

תקנות 23(י), 24(י), 26(י) – 22(ח"י) עד 24(ח"י):

לא חלו שינויים מהותיים.

תקנות 25(י) + 27(י) + 28(י) – 30(י) – 25(ח"י):

בוטלה הדרישה של התנגדות מירבית של 1 אוהם. במקומה באה דרישה על חובה לוודא את הרציפות החשמלית של מוליך ההגנה, החל מהאלקטרודה או מפס השוואת הפוטנציאלים ועד לנקודה כלשהי במערכת ההארקה.

בוטלה הדרישה שמוליך ההארקה יאפשר פיתוח זרם תקלה, כנדרש בתקנות. במקום זה באה דרישה שמוליך ההארקה חייב להתאים, מבחינה תרמית ואלקטרו דינמית, לעוצמת הזרם הצפוי לעבור דרכו.

התנגדות מוליך ההארקה היא, בדרך כלל, חלק מוערי של עכבת לילאת התקלה, ולכן

הדרישה שדווקא מוליך זה יאפשר פיתוח זרם תקלה כנדרש אינה ניתנת לביצוע.

במקרים רבים גם התנגדות בת 0 אוהם לא תועיל. לעומת זאת, חשוב שהמוליך יעמוד במאמץ התרמי והאלקטרו דינמי העלול להתפתח עם מעבר זרם הקצר הצפוי.

הטבלה שבתקנה 27 הישנה מיוחסת עתה למוליך הארקה המותקן בנפרד מיתר מוליכי המעגל **במלואו או בחלקו**.

הטבלה שבתקנה 28 (הישנה) – תקנה 25 ד' (החדשה), שונתה באופן מהותי והותאמה לדרישות שבתקן הגרמני VDE 100/540 משנת 1986. כל חתכי המוליכים הם באופן משמעותי גדולים יותר מאלו שנדרשו עד כה. מותר גם שמוליכי ההארקה יהיו מחומר שונה מזה של מוליכי המופעים, בתנאי שתחכם יהיה שווה-ערך מבחינת המוליכות, כנדרש בטבלה.

התקנה מתירה גם מוליך הארקה משותף למספר מעגלים בתנאי שחתכו מתאים לנדרש בטבלה לגבי המעגל בעל חתכי המופעים הגדולים ביותר.

תקנה 29(י) – 26(ח"י):

נוספה הרשאה שמוליך הארקה, המותקן באותו מוביל עם מוליכי מופע בעלי בידוד כפול (כגון כבל), יכול להיות **ללא בידוד**.

תקנה 30(י) – 25(ח"י):

לא חלו שינויים.

תקנות 31(י) עד 38(י) – 27(ח"י) עד 28(ח"י):

שמונה התקנות הישנות, המגדירות את המערכות המתכתיות אשר בהן מותר/אסור להשתמש במוליך הארקה, רוכזו בשתי תקנות חדשות. האחת – מגדירה את כל המותר, ובאילו תנאים מותר, והשנייה – כוללת את כל האסור לשימוש במוליך הארקה.

תקנות 39(י) עד 42(י) – 29(ח"י) עד 32(ח"י):

לא חלו שינויים.

תקנה 43(י) – 33(ח"י):

מעתה, כל מכשיר מסוג I (מכשיר בעל מעטה מתכתי) חייב במוליך הארקה בפטיל המזין אותו, כי לא מן הנמנע שבמכשיר כזה יעשה שימוש לפרקים במערכת שבה אין צורך במוליך הארקה, ולפרקים במערכת שבה יש צורך כזה.

פרק ו': חובת הגנה במני חישמול

תקנה 44(י) – 34(ח"י):

לא חל שינוי מהותי.

תקנה 45(י) – 35(ח"י):

בוטל האיזכור של צינורות מגן (צינורות "ברנמין"), אשר זה שנים רבות יצאו מהשימוש.

בוטל האיזכור של צינורות, זיוזים, חבקים וכו', המגוינים מכנית על כבלים, כי

לפי תקנת משנה 35 (1) (א) (חדש), כל מעטה מתכתי המגן על ציוד מסוג II, ובכלל זה כבלים, ממילא פטור מחובת הארקה.

פרק ז': אמצעי הגנה במני חישמול

סימן א': איפוס (TN-S) (TN-C-S)

תקנה 46(י) – 36(ח"י):

חברת החשמל רואה את ההגנה על ידי איפוס כשיטה מועדפת, ומאז תחילת התקנות של 1984 בונה את רשתותיה כך שהן מאפשרות לצרכנים לממש את יתרונות האיפוס. לכן, ההוראה שבתקנת משנה ב' מיותרת, והיא בוטלה.

תקנה 47(י) – 39(ח"י):

בתקנה זו מופיע אחד השינויים החשובים לעומת התקנות הקודמות.

בתקנה החדשה, תקנת משנה 39 (ב) נאמר: "על אף האמור בתקנת משנה (א) – (תקנה הוהה לתקנת משנה 47 (א) הישנה) – ימותר להשתמש באיפוס במבנה אשר אין בו הארקת יסוד, כאשר יש לו אלקטרודת הארקה מקומית וקיימת במבנה השוואת פוטנציאלים כנדרש בתקנות החשמל (הארקות יסוד), **למעט חובת חיבור לזיון המבנה. קיימים במבנה צרכנים נוספים המוגנים בשיטת הארקת הגנה (TT), תותאם ההגנה אצלם להגנה בשיטת האיפוס. הוצאות ההסבה תחולנה על המזמין שבגללו נעשה האיפוס. בעלי המיתקנים האחרים אינם רשאים לסרב להסדר זה."**

פירוש הדבר, שבעל מיתקן הנמצא במבנה (ישן) ללא הארקה יסוד, וברצונו להגדיל את אספקת החשמל מעבר לאפשרויות ההגנה על ידי הארקה מקומית באמצעות אלקטרודות, יכול לבקש שינוי ההגנה לאיפוס, בתנאי שהוא מתקין השוואת פוטנציאלים של כל השירותים המתכתיים במבנה, כנדרש בתקנות הארקה יסוד, למעט זיון המבנה.

מאחר שאסור להשתמש באותו מבנה באיפוס ובהארקת הגנה, הרי במידה שקיימים באותו מבנה צרכנים נוספים, יש לחשב גם אצלם את ההגנה לשיטת האיפוס. כל ההוצאות הכרוכות בשינוי זה אצל הצרכנים האחרים יחולו על מזמין השינוי.

עדיין נשארת בתוקפה הדרישה של תקנת משנה (ג), המחייבת שההתנגדות של הארקה היסוד או האלקטרודה המקומית לא תעלה על 20 אוהם.

תקנות 48(י) – 40(ח"י), 49(י) – 41(ח"י), 50(י) – 37(ח"י), 51(י) – 38(ח"י):

לא חלו שינויים מהותיים.

תקנה 52(י) – 42(ח"י):

שינויי ניסוח והדגשה, **שהטבלה מתייחסת לנתיכים בעלי אופיון g או למפסיקי זרם**

אוטומוטיים זעיריים, למי תקן ישראלי ת"י 745 בעלי אופיון I בלבד.

בטבלה עצמה נוספו הערכים לורמים נומינליים של 32 אמפר ו-40 אמפר, שהם היום ערכים מקובלים בשימוש. כמו כן, היתוסף, בסוף טבלה, הערך של 1,250 אמפר.

תקנה (י) 53 – (ח) 43:

מאז שנת 1984 מורסמו תקנות החשמל הדנות בהתקנת רשת עילית, ושם מופיע פירוט מלא של חתכי מוליכי ה-PEN. לכן בוטלה הטבלה שבתקנה 53 הישנה, ובמקומה יש הפניה לתקנות החשמל (התקנת רשתות חשמל עיליות במתח עד 1,000 וולט) התשס"ט – 1989 (ק"ת 5158).

תקנה (י) 54 – (ח) 44:

בתקנה זו, הדנה במוליך האפס ברשת כבלים תת קרקעיים, יש החמרה בדרישות, כולל קביעת חתך מזערי של 16 מ"מ נחושת או 16 מ"מ אלומיניום למוליך PEN בכבלים. כמו כן ניתנת טבלה של חתכי PEN מזעריים בהתאמה למוליכי המופע.

תקנות (י) 55 – (ח) 45, (י) 56 – (ח) 46:

לא חל שינוי מהותי.

תקנה (י) 57:

בוטלה כמיותרת.

תקנות (י) 58 – (ח) 47, (י) 59 – (ח) 48:

לא חל שינוי מהותי.

סימן ב': הארקות הגנה (I')

תקנה (י) 60:

בוטלה כמיותרת.

תקנה (י) 61 – (ח) 49:

ללא שינוי מהותי. הפטור מהגבלת ערך עכבת לולאת התקלה לרשתות עיליות הועבר לתקנה 42 החדשה.

תקנה (י) 62 – (ח) 5:

לא חל שינוי.

סימן ג': זינה צפה

זינה צפה כאמצעי הגנה לא היתה כלולה בתקנות של שנת 1984. כל סימן ג' זה הוא חדש. לכן נצטט אותו במלואו.

"תקנה (י) 50: הגנה על ידי זינה צפה

- (א) מותרת זינה צפה בתנאי שיותקן, ליד מקור הזינה, משגוח לפיקוח על רמת הבידוד במיתקן.
- (ב) התריע המשגוח על ליקוי בבידוד המיתקן, יתוקן הליקוי בהקדם.
- (ג) ניתן המשגוח לכיוונון, תהיה פעולה זו אפשרית באמצעות כלים בלבד.

תקנה (ח) 51: גישור גופי מתכת נגישים והארקתם

- (א) כל הגופים המתכתיים של ציוד מסוג I, כולל מקור הזינה, יהיו מגושרים ביניהם באמצעות מוליך הגנה שאורך.

(ב) היתה ההתנגדות בין ההארקה האמורה לבין המסה הכללית של האדמה פחות מאשר 5 אוהם, יכול סף ההתראה של המשגוח להיות כלשהו. היתה ההתנגדות זו מעל 5 אוהם או שלא נמדדה בכלל, יתריע המשגוח כאשר ההתנגדות הבידוד תרד מתחת לערך של (100 ± 15) אוהם לולט. המתח הקובע הוא המתח בין המוליכים במיתקן חד מופעי או המתח בין מופע לנקודת האפס במיתקן תלת מופעי.

תקנה (ח) 52: בדיקה תקופתית של המשגוח

- (א) אמירות פעולת המשגוח תיבדק מעת לעת בפרקי זמן סבירים. תוצאות הבדיקה יירשמו ויישמרו על ידי בעל המיתקן או מחזיקו.
- (ב) על אף האמור בתקנה 2 מותר שבדיקה זו תבוצע בידי אדם שאינו חשמלאי.

סימן ז': מפקס מגן המועל בזרם זלף

התקנת של סימן זה הועברו עתה לסימן ו' בשינויים הבאים:

תקנה (י) 63 – (ח) 68:

לא חל שינוי.

תקנה (י) 64 – (ח) 69:

זרם ההפעלה המזערי של מפקס מגן כהגנה בלעדית נקבע מעכשיו ל-30 מיליאמפר במקום 300 מיליאמפר במהדורה הישנה, כדי לתת הגנה רחבה יותר.

תקנה (י) 65:

תקנה זו בוטלה, כי אין הגבלה על זרם ההפעלה של מפקס מגן, המשמש הגנה נוספת.

תקנות (י) 66 – (ח) 69:

בוטלו כמיותרות כי הן סובנות מאלוהן.

תקנה (י) 70 – (ח) 70:

תקנה זו שונתה בצורה מהותית.

לא מדובר עוד על התנגדות המעגל, אלא על עכבת לולאת התקלה.

נדרש שעכבה זו תאפשר פיתוח זרם תקלה של **לפחות פי 10** מזרם ההפעלה הנומינלי של המפקס.

יתר סעיפי התקנה נשארו ללא שינוי.

תקנה (י) 71 – (ח) 71:

ניתן היתר שמפקס מגן, המגן על קווים (להבדיל ממעגלים סופיים), יוכל להפסיק את המופעים בלבד ולא את מוליך האפס.

תקנה (י) 72 – (ח) 72:

לא חל שינוי.

סימן ד': מתח בטיחות

תקנות אלו הועברו לסימן ה' החדש עם הכותרת "מתח נמוך מאוד".

תקנה (י) 73 – (ח) 62:

נוספה דרישה ששנאי הזינה, כשהוא מטלטל, יהיה גם מסוג II, נוסף להיותו שנאי מבדל.

תקנה (י) 74 – (ח) 63:

לא חל שינוי.

תקנה (י) 75 – (ח) 64:

בוטל ההיתר שניתן למנהל להתייר הארקה שיטה או הארקה הגנה.

תקנה (י) 76:

בוטלה וחלק מתוכנה הועבר לתקנה 62 החדשה.

תקנה (י) 77 – (ח) 65:

לא חל שינוי.

תקנה (י) 78 – (ח) 66:

הצטלבויות בין קווים למתח נמוך מאוד ובין קווים למתחים אחרים יהיו בהתאם לנדרש בתקנות לרשתות עיליות.

תקנה (י) 79 – (ח) 67:

בוטלה הדרישה להתאמת תקעים ובתי תקע לדרישות התקן, כי הוראה זו עוברת כחוט השני בכל התקנות, ואין צורך להזכירה מחדש.

לעומת זאת, אוזכרה דרישה חדשה לאי חליפיות בין תקעים ובתי תקע למתח נמוך מאוד ובין כאלה המשמשים מעגלים במתחים אחרים באותו מיתקן.

סימן ה': הרד מגן

תקנות אלו הועברו לסימן ד' החדש.

תקנה (י) 80 – (ח) 53:

הוגדר ערך לקיבוליות הנאותה הנדרשת כתנאי מוקדם לשימוש בהגנה על ידי הרד מגן כדלקמן:

"קיבוליות נאותה כזו תושג כשהמכפלה של אורך המעגל המופרד כמול המתח המירבי בין שני מוליכים לא תעלה על 100,000. בכל מקרה לא יעלה אורך המעגל המופרד על 500 מטר."

תקנה (י) 81 – (ח) 54:

המתח המירבי הראשוני של שנאי הזינה של מעגל מופרד הועלה מ-400 וולט ל-500 וולט עקב השימוש הנרחב של מכוונות חקלאיות המשתמשות במעגלים מופרדים במתחים שבין 400 וולט ל-500 וולט.

תקנה (י) 82 – (ח) 55:

בתקנת משנה (ג), שנוספה לתקנה זו, ניתן היתר להכללת מוליך הארקה במתיל המשמש מכשיר מסוג I.

תקנות (י) 83 – (ח) 56 – (ח) 59:

לא חל שינוי.

תקנה (י) 87:

בוטלה מאחר שלא נראתה הצדקה לדרישה.

תקנה (י) 88 – (ח) 60:

נדרש שההיבור החשמלי שבין משטח העמידה ובין המכשיר שבידי המפעיל ייעשה באמצעות **מתיל נמיש**.

תקנה (י) 89 – (ח) 61:

לא חל שינוי.

סימן ו' (ז): בידוד מגן

אמצעי הגנה זה מופיע עתה בסימן ו'.

תקנה (י) 90 – (ח) 73:

נוספה דרישה שציוד מסוג II יהיה מסומן בסימן הבינלאומי.

תקנה (י) 91 – (ח) 74, (י) 92 – (ח) 75:

לא חל שינוי מהותי.

פרק ז': הוראות שונות (פרק ח')

תקנה (י) 93 – (ח) 76:

לא חל שינוי.

תקנה (י) 94 – (ח) 77:

נוספה תקנת משנה (ג) האומרת: "על אף האמור בתקנת משנה (א) אין צורך בבדיקה תקופתית של ההתנגדות, למסה הכללית של האדמה, של הארקה השיטה ברשת של חברת החשמל בה קיימים התנאים הבאים, כולם כאחד:

- (1) יש לפחות 5 הארקות במוליך האפס או ה-"PEN" וזאת בנוסף להארקה השיטה כנדרש בתקנות אלו או כאשר רשת החלוקה היא כבבלים תת קרקעיים.
- (2) ההתנגדות השקולה של רשת כנייל למסה הכללית של האדמה נמדדת אחת לחמש

שנים בנקודה כלשהי ברשת ואינה עולה על 2 אוהם.

(3) נעשית בדיקה חוזתית בלבד, אחת לחמש שנים, של חיבורי הארקה."

תקנות (י) 95 – (ח) 102 – (ח) 78 – (ח) 85:

לא חל שינוי מהותי.

התוספת לתקנות כוללת עתה שלושה תרשימים והם:

- מיתקן מוגן על ידי איפוס (ITN).
- מיתקן מוגן על ידי הארקה הגנה (TT).
- מיתקן הניזון ביניה צפה (IT)

ב. ועדת הפירושים

בין הנושאים אשר נדונו בוועדת הפירושים, נביא הפעם תשובות לארבע שאלות שיש בהן עניין לציבור החשמלאים.

כיוונון מפסיקי זרם

בטבלאות שבתוספת הראשונה של תקנות החשמל (העמסה והגנה של מוליכים מבודדים פולימריים כלוריד במתח עד 1,000 וולט – ק"ת 4350) צוין הזרם המתמיד המיירבי I_2 שהינו גבוה מהזרם הנומינלי I_N של נתיך או מאיז המגן על המוליך.

האם ניתן להשתמש במפסק אוטומטי בעל מנגנון הניתן לכיוונון, בו יופעל המנגנון כך שהזרם לא יעלה על הערך I_2 של מוליך?

תשובת הוועדה

התשובה נמצאת בתקנות 15-16-17 של התקנות הנייל. תקנה 15 קובעת, שהזרם המתמיד המירבי לא יעלה על הערך הניתן בטבלאות שבתוספת.

היותה הגנה על ידי נתיך (או מפסק זרם אוטומטי יזרי שדינו כדיון נתיך) אשר איננו ניתן לכיוונון, איז בהתאם לתקנה 16 הזרם הנומינלי של הנתיך חייב להיות בהתאם לאמור בטבלאות.

יש לזכור, שלמבטח (נתיך או מפסק זרם אוטומטי) יש אומנם זרם נומינלי, אך אין הוא הזרם שבו המבטח יפעל. למבטח יש זרם בדיקה נמוך, בו הוא לא יפעל גם בזמן ממושך, וזרם בדיקה גבוה שבו הוא יתחיל לפעול אחרי זמן מסוים שנקבע בתקן של האבזר.

שני הערכים של זרמי הבדיקה גם יחד גבוהים באחוזים ניכרים מהזרם הנומינלי של המבטח, כך שלמעשה קיים ניצול מלא של יכולת ההעברה של המוליך, גם אם הוא מוגן על ידי מבטח אשר הזרם הנומינלי שלו נמוך מ- I_2 .

בתקנה 17 נאמר, שמפסק אוטומטי הניתן לכיוונון יכוון כך שהזרם הנומינלי לא יעלה על הזרם המתמיד המירבי של המוליך המוגן. אגב, תקנת החשמל – העמסה והגנה של מוליכים נמצאות עתה בשלב בחינה על

גנת לעדכן ולהוסיף להן פרק הדין במוליכים בעלי בידוד העומד ב-90 מעלות צלסיוס.

התקנת מבדד בעוץ

בתקנה 33 של תקנות החשמל (התקנת רשתות חשמל עיליות במתח עד 1,000 וולט) התשס"ט – 1989 (ק"ת 5158), נדרשת התקנת מבדד בעוץ לפי כל התנאים המפורטים בתקנה זו.

יש מסודות המקימים רשתות מתח נמוך עיליות משלהם ונוהגים לחבר את כל העוגנים למוליך הארקה המועבר על הסמכים ביחד עם מוליכי המופעים והאפס. הכוונה היא להביא הארקה טובה למבנים ואגב כך גם לשפר את אמינות מוליך ההארקה ולהוריד את התנגדותו למסה הכללית של האדמה. על פי תקנה 33 הדבר אסור וגורם לכן להעלאת התנגדות ההארקה.

תשובת הוועדה

עוגנים אינם מיועדים להיות אלקטרודות הארקה וגם אינם מתוכננים למטרה זו. ערכם בהקטת ההתנגדות הכללית לאדמה מפרקס ולא נבדק. אם מוליך מופע יפול על מוליך ההארקה, דבר הקורה לעיתים, והנתיך המגן על המופע (שהוא יכול להיות נתיך של 400 אמפר או 630 אמפר) לא יישרף, הרי שכל העוגנים יקבלו פוטנציאל מסוכן ויטכנו את כל העוברים ושבים. לכן, יש להקפיד ולהתקין מבדד כנדרש.

התקנת אבזרים בריצפה

האם ניתן להתקין בריצפה אבזרי התקנה כגון: תיבות חיבור, תיבות הסתעפות וכו'?

תשובת הוועדה

עקרונתית אין כל סיבה שלא להתקין אבזרים כאלה בריצפה. היו מקרים בעבר שאבזרים אושרו לשימוש בריצפה.

התנאי הוא שהגנתם נגד רטיבות וחידית מים תהיה מובטחת, וטיבם יאושר על ידי מכון התקנים בהתאם לתקן ישראלי או לתקן בינלאומי שלפיו הם נוצרו.

יש לזכור, שרוב הרצפות בארץ עשויות מאריחים קרמיים שמוליכותם גבוהה, וצורת הניקיון המקובלת היא שטיפת רצפות במים, היכולים לחדור לתוך האבזר, אם איננו מוגן כהלכה.

ציוד חשמלי

כמרבית התקנות נדרש, שיציוד חשמלי יתאים לתקן החל עלייו. האם אין כאן השמטה, מאחר שגם מכשירי חשמל חייבים להתאים לתקן ולהיבדק לפני הפעלתם?

תשובת הוועדה

זאת הזדמנות נאותה להסביר את הפירוש (על פי התקנות) של המונחים: "אבזר", "מכשיר", ו"ציוד".

"אבזר" - הוא פריט של ציוד חשמלי המשמש לתמסורת או לחלוקה של אנרגיה חשמלית.

פירוש הדבר שחומר התקנה המשמש לבניית קווי חשמל ומיתקני חשמל, כגון: סמכים, מבדדים, מוליכים, מבטחים, מתברים, מהדקים, תיבות וכו', הוא אבזר.

"מכשיר" - הוא פריט המיועד להמרה במתכוון של אנרגיה חשמלית באנרגיה אחרת או באנרגיה מסוג אחר.

על פי הגדרה זו גנרטורים, מנועים, דודי חימום מים, מכונות חשמליות לסוגיהן הם מכשירים להמרת אנרגיה באנרגיה אחרת. טרנספורמטורים ממירים וכו' הם מכשירים להמרת אנרגיה חשמלית לאנרגיה חשמלית מסוג אחר.

"ציוד" - פריטים המהווים חלק ממיתקן חשמלי.

לכן, כל הפריטים הקיימים במיתקן, הן אבזרים והן מכשירים, הם הציוד שבמיתקן. כולם חייבים להתאים לתקן החל עליהם והחובה לוודא זאת חלה על המיתקן בהתאם ל"ירוח" התקנה של "אחריות" הקיימת בכל התקנות. אשר לביצוע בדיקות התאמה לתקן – הרי זה עניין של מכון התקנים הישראלי.

אמצעי גיבוי לאספקת החשמל סוגים, עלויות ויישומים

ד"ר אהוד אפשטיין

- הציבור העשוי להתעניין באמצעי גיבוי לאספקת החשמל הוא ציבור המשתמשים במערכות בעלות המאפיינים הבאים:
 - ציוד הזקוק לאספקת חשמל רצופה מסיבות של בטיחות, ביטחון, עלות הפסקה וסיכון הקמה מחדש.
 - ציוד רגיש להפרעות – ההפרעה גורמת לשיבוש פעולת הציוד או אף לנזק.
 - בחירת שיטת הגיבוי המתאימה כוללת את השלבים הבאים:
 - הגדרת הבעיה – הגדרת ההפרעות הקיימות וסוג הנזק הנגרם לציוד ולתיפעולו.
 - תיכנון ראשוני של הצגת פתרונות אפשריים.
 - בחירה של שיטת הגיבוי לפי המאזן בין עלות הפיתרון המוצע לעומת עלות הנזקים הנמנעים.
 - תיכנון שיטת הגיבוי וביצועה.
- במאמר זה ננסה לארגן את התחום הרחב של הפעולות המבוצעות בעת ההחלטה והיישום של מערך הגיבוי. נקדיש תשומת לב מיוחדת לתחשיב עלות לעומת תועלת, שהוא הגורם הקובע בהחלטה אם לבצע מערך גיבוי וכיצד לבצעו. גורם זה משמעותי ביותר, כי ההתייחסות למערכות גיבוי היא, לעיתים, כאל מערכות שאינן מייצרות דבר, ולכן הצדקת רכישתן אינה מיידית.

- א. לנסות למצוא התאמה טובה (קורלציה) בין ההפרעות באספקה, סוגן ומשכן, ובין ההפרעות בפעולת העומסים והנזקים לציוד. על ידי כך ניתן יהיה להגדיר בהמשך את סוג הגיבוי הנדרש לעומסים השונים.
- ב. לאסוף נתונים לצורך הערכת העלות הנובעת מנזקי ההפרעות.

- הפסקות חשמל ארוכות, ונמור ברישום מהיר של כל ההפרעות ברשת באמצעות ציוד מיוחד, המאפשר למיין את ההפרעות לפי הקריטריונים הבאים: סוג, עוצמה, מועד ומשך האירוע.
- רישום של ההפרעות התיפקודיות בעומסים השונים.
 - מטרות רישום ההפרעות כמלה:

הגדרת הבעיה

הדרישות מרשת האספקה מפורטות להלן.

עבור הדקי העומס:

- אספקת מתח סינסינואדאלי טהור.
- באמפליטודה קבועה.
- בתדר קבוע.

עבור מערכות תלת מופעיות:

- אמפליטודה וזהה לשלושת המופעים.
- הסחת מופע זהה של 120 מעלות.

ביצוע כל אחת מהדרישות מלווה בקשיים רבים בהזנה מהרשת, כפי שנראה בהמשך הדברים.

טבלה 1 מציגה את ההפרעות בהזנה מהרשת, מקורן ותוצאותיהן.

לסוגי ההפרעה המתוארים בטבלה 1 יש להוסיף גם את סוגי ההפרעות הבאות:

- אסימטריה.
- עיוותים הרמוניים.
- שינויי תדר.

שלושת סוגי ההפרעות האחרונות נובעות, בדרך כלל, מהעמסת המקור, ולכן אינן נפוצות במיוחד בהזנה מרשת קשיחה. השפעתן העיקרית היא גרימת התחממות יתר ונזק לציוד, או הפעלת ההגנות שלו.

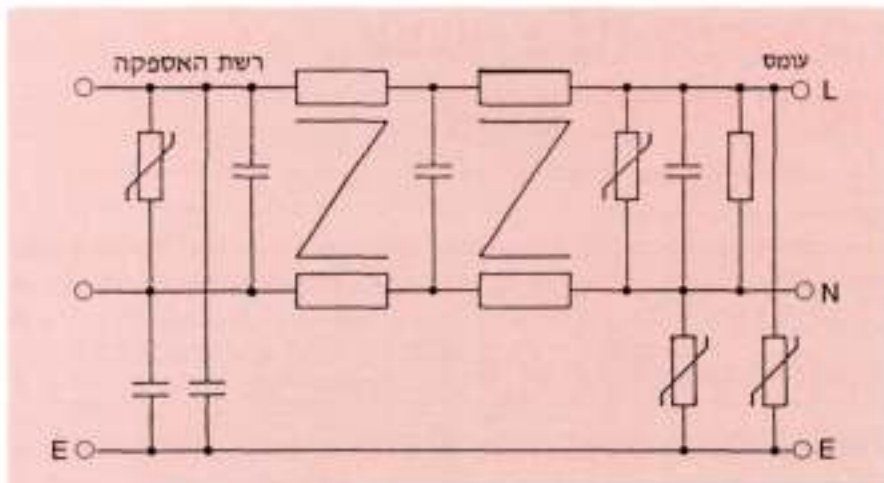
הפעולות שעל המתכנן לבצע כשלב זה של הגדרת הבעיה הן:

- רישום ההפרעות, ברמה זו או אחרת של פירוט, החל מרישום ידני פשוט של

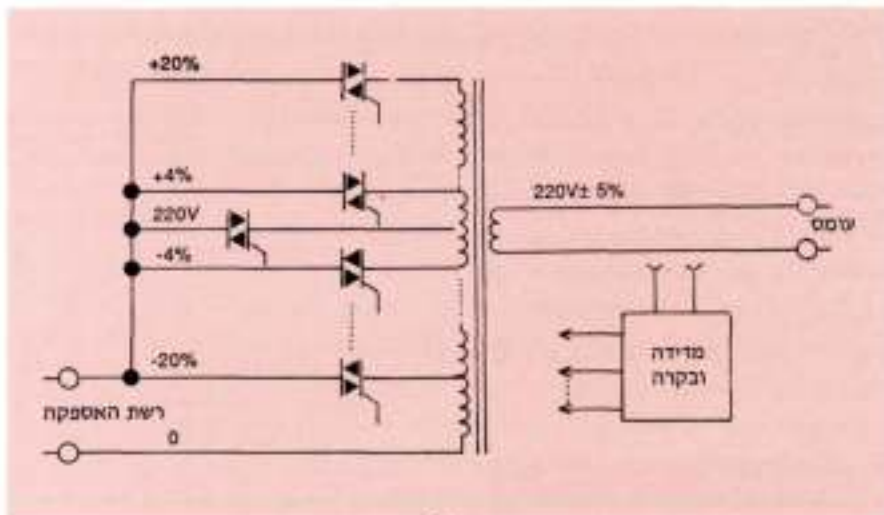
טבלה 1
סוגי ההפרעות בהזנה מהרשת

תוצאה	מקור	סוג ההפרעה
אובדן ייצור	תקלות בציוד הייצור/ההעברה	הפסקות ארוכות (1 sec <) (Blackout)
■ הפסקת פעולה בעומסים המפוקדים אוטומטית ■ תקלות בציוד	תקלות ברשתות משנה/צרכנים שכנים	הפסקות קצרות (10 msec <)
תקלות בציוד (סאור, תרמי, שאנים)	■ שינויי העמסה יומיים ■ שינויים ברשת ההעברה	שינויי מתח מתמשכים (5 sec <) שינוי של ±6% ומעלה (Brownout)
שיבוש בפעולה של עומסים בעלי ספקים רגישים	חיבור וניתוק עומסים גדולים קרובים	דעיכות מתח חלפות (Sags, 10 msec <)
■ שיבוש במעולת ציוד אלקטרוני ■ נזק לציוד	■ תקלות קרובות ■ מניעת בריק ■ מיתוג קבלים	דורבנים (Spikes-Surges)
שיבוש במעולת מחשבים וקווי תקשורת	עומסים שכנים ממוטגים (מנועים מבוקרי מהירות, מכשירי ריתוך)	רעש (Electrical Noise)

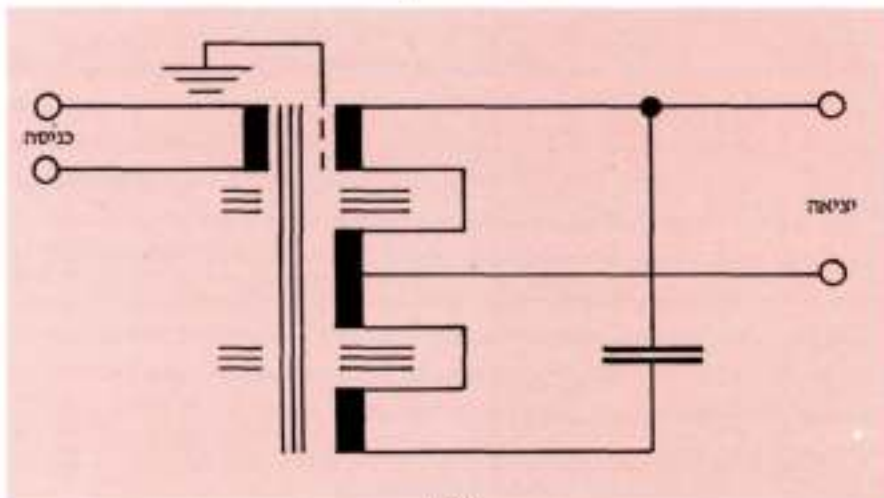
אי אפשטיין – מהנדס יועץ



איור 1
מסנן רעשים ודורבנים



איור 2
מייצב מתח אלקטרוני



איור 3
מסנן ומייצב מתח מגנטי

התוצאה של הפעילות בשלב ראשוני זה של העבודה תהיה, במצב אידיאלי, דריח שיכלול רשימה של עומסים המועמדים לגיבוי, ועבור כל אחד מהם:

- הספק ותנאים חשמליים.
- הספק מירבי בהתנעה (חינוי להגדרת סוג ציוד הגיבוי וגודלו).
- סוג ההפרעות לתן הוא רגיש.
- עלות הנוק של ההפרעות.

רישום מסודר של ההפרעות, במשך תקופה של שנה לפחות, נותן בסיס מוצק להחלטה בדבר הצורך בציוד גיבוי, העומסים הדורשים גיבוי ותנאים לתיכנון מערך הגיבוי.

סוגי ציוד הגיבוי

להלן מובא ניסיון לסווג את הציוד הנוסף, המשמש במערכות גיבוי. המאפיין העיקרי בסיווג זה הוא רמת ההגנה המתקבלת (רמת המחירים, בדרך כלל, נמצאת בהתאמה לרמת ההגנה). הסיווג המסני נוגע מעט לטכנולוגיית המימוש.

מסננים (איור 1)

המסננים הנפוצים כוללים שילוב של סלילים וקבלים, המיועדים לסנן רעשים, ובדרך כלל גם מפריצים של גז או חומרים מוליכים למחצה, להגנה מפני מתחי יתר ודורבנים (Spikes).

השימוש במסננים נפוץ בעיקר במערכות אלקטרוניות רגישות, ונועד למנוע שיבושי מעלה ומסחרת.

המסננים הם אלמנטים טוריים, המהווים עכבה גבוהה לתדרים גבוהים. הם מוגדרים לפי הורם (בתדר הרשת) שאותו הם מסוגלים להעביר, החל מעשירות אמפר ועד אלפי אמפר. השימוש במסננים מקובל בעיקר להגנה על עומסים בודדים, מכיוון שבגלל העכבה הגבוהה הם גורמים להפרעה הדדית של עומסים המחוברים יחד למוצא שלהם.

מייצבי מתח אלקטרוניים (איור 2)

מייצבי מתח אלקטרוניים מורכבים, בדרך כלל, משנאי בעל סנפים המסותגים באופן מבוקר, כך שמתח המוצא לשנאי יהיה בתחום מוגבל, בעת שמתח הרשת משתנה בתחום רחב. מקובל לשלב יחד איתם מסננים, גם כדי למנוע את העיוותים שהמיתוג במייצבים עלול ליצור.

מייצבי מתח אלקטרוניים נפוצים בעיקר כהגנה על ציוד העלול להיזק בתקופות ארוכות של שינויי מתח – כלומר, ציוד הכולל שנאים רבים, מנועים או גופי חימום מדויקים.

מייצבים מגנטיים (איור 3)

מייצבים מגנטיים מבוססים על שנאי וקבל. השנאי שריו ברוויה חלקית, ויחד איתו הקבל מהווה מעגל תהודה בתדר הרשת.

כגול שתי תכונות אלו, המייצבים המגנטיים מסוגלים.

- לייצב את מתח הרשת בנבול מסוים (לדוגמא: עבור שינוי מתח בתחום $\pm 15\%$ בכניסה, השינויים במתח המוצא יהיו בתחום של $\pm 5\%$).
- לסנן דורבנים, שקיפת (SAGS) ורעש.
- לגשר על מני הפסקות חשמל קצרות, עד מחזור הרשת, הודות לאנרגיה האגורה בהם.

מגבלות המייצבים המגנטיים הן בעיקר משקלם הגבוה, רעש אקוסטי ניכר והפסדים גבוהים יחסית.

הם משמשים בחלק ממערכות האל־פסק כמסננים של הגל הלא סינוסי (מרובע בקירוב), המיוצר באמצעים אלקטרוניים.

מערכות אל־פסק סטטיות (אלקטרוניות)

מערכות אלו מבוססות על יישור זרם הרשת לשם אגירת אנרגיה במצברים, ולאחר מכן הפיכת האנרגיה בחזרה לזרם חילופין (המרה), באמצעות מתגים אלקטרוניים.

תחת ההגדרה: "מערכות גיבוי אל־פסק סטטיות" ניתן לכלול גם את מערכי תאורת החירום, המבוססים על גופי תאורה הדורשים זרם חילופין. בתוך מערכי תאורת החירום בנוי מערך אל־פסק בעל צורת גל מרובע, אשר הוא, בדרך כלל, בעל מבנה מחליף.

מבנים אפשריים של מערכות אל־פסק סטטיות הם:

- מבנה מחליף (STAND BY).
- מבנה טורי.
- מבנה מקבילי.

מערכות סטטיות במבנה מחליף (STAND BY) (איור 4)

במבנה זה העומס ניזון, בדרך כלל, ישירות מהרשת, רק בזמן הפסקת חשמל הוא עובר להזנה מממיר מנימי.

היתרונות הם:

- מחיר נמוך יחסית.
- הפסדים נמוכים.

החסרונות הם:

- אין הגנה מפני רעשים, דורבנים ומתח יתר.
- חלה הפסקת חשמל קצרה עם המעבר מן הרשת לממיר.

מערכות סטטיות במבנה טורי (איור 5)

במבנה זה העומס ניזון כל הזמן מהמקור הפנימי, ללא קשר למתח הרשת.

היתרונות הם:

- בידוד מרעשי הרשת.
- אין תופעות מעבר בהפסקת/החזרת הרשת.
- המתח והתדר אינם תלויים בכניסה.

החסרונות הם:

- מחיר גבוה יחסית.
- הפסדי אנרגיה – כל הזמן מתבצע יישור והמרה לחילופין של מלוא זרם העומס.
- עקבת מוצא נמוכה – קושי באספקת זרמי יתר להתנעת עומסים ולהגנה סלקטיבית.

מערכות סטטיות במבנה מקבילי (איור 6)

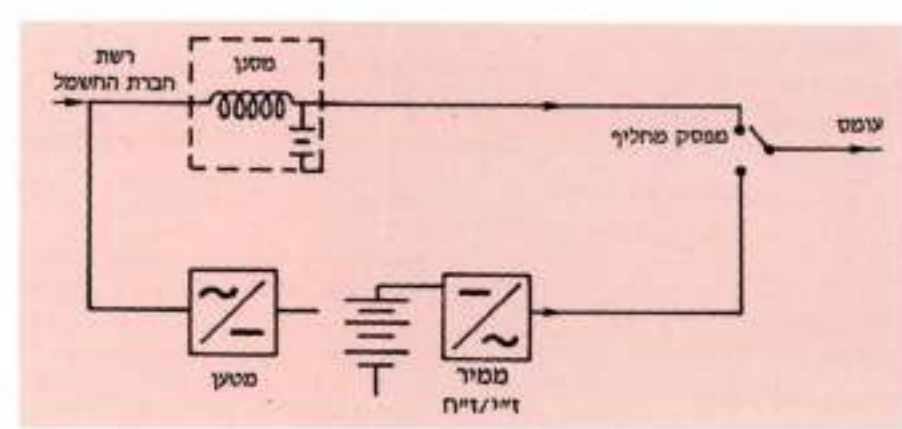
במבנה זה האנרגיה מסופקת על ידי הרשת, אך המקור הפנימי מחובר ומעל באופן קבוע. לעיתים הוא מעל כמסנן של המצברים.

היתרונות הם:

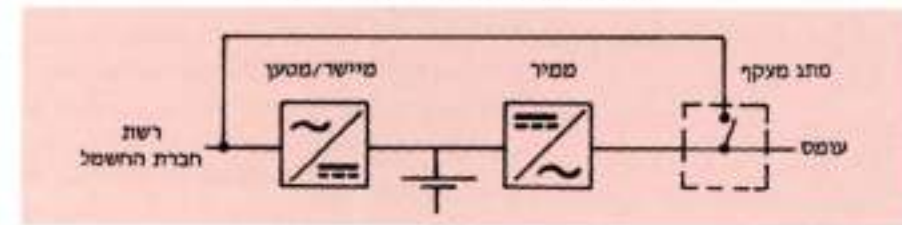
- קיצור זמן המעבר, יחסית למחליף.
- יכולת זרם יתר במצב רגיל גבוהה, יחסית מזאת של מבנה טורי.
- מחיר, הפסדים ומימדים נמוכים, יחסית למבנה טורי.

החסרונות הם:

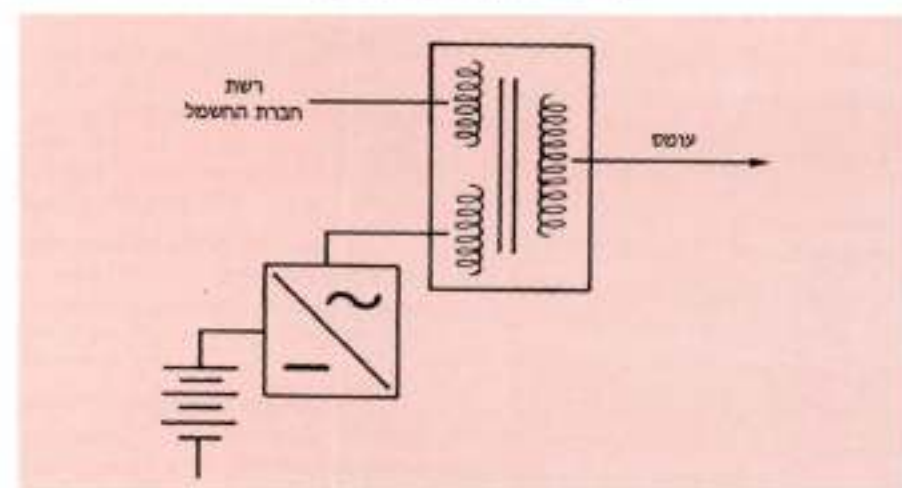
- אין הגנה מושלמת מפני רעשי הרשת.
- תופעות מעבר בזמן החלפת רשת/ממיר (תלוי ביצון ובטכנולוגיה).



איור 4 מערכת אל־פסק סטטית במבנה מחליף



איור 5 מערכת אל־פסק סטטית במבנה טורי



איור 6 מערכת אל־פסק סטטית במבנה מקבילי

מאפיינים לבחירת מערכת אל-פסק סטטית

לצורך איפיון ובחירת מערכת אל פסק סטטית יש לבדוק, בין היתר, את הנורמים הבאים:

- מבנה המיישר והשפעתו על הרשת והמצברים.
- מבנה הממיר, יכולתו לעמוד בזרמי התנעה וצורת המתח שהוא מייצר.
- סוג המצברים הנחוצים.
- קיום מעקף, למקרה של כישלון הממיר, יכולת הזרם שלו, שיטת עבודתו וכו'.
- אופי העומס שהמערכת מסוגלת להזין (לא לינארי, מקדם הספק גזע, וכו').
- השפעת סביבה – דרישות מיוזג, חימום עצמי, רעש אקוסטי וכדומה.

מערכות סובבות

מערכות אלו מבוססות על ייצור מתח החילופין על ידי מכונה סובבת (נגרטור סינכרוני), בדרך כלל, האנרגיה מסופקת בזמן הפסקת השמל על ידי מנוע דיזל, ועד שזה מופעל – על ידי גלגל תנופה או אמצעי מכני אחר.

קיימות מערכות סובבות המשתמשות באיגירת אנרגיה במצברים, אך נהנות מהחסיונות, מעכבת המוצא הנמוכה ומיכולת זרמי היתר של המכונה הסובבת.

ניתן למצוא הקבלה בין סוגי המערכות הסובבות ובין סוגי המערכות הסטטיות, כולל היתרונות והחסרונות היחסיים.

הסוגים של מערכות סובבות הם:

- מערכת סובבת במבנה מחליף (STAND BY).
- מערכת סובבת במבנה סורי.
- מערכת סובבת מבנה מקבילי.

מערכת סובבת במבנה מחליף

מערכת זו היא המערכת הנפוצה ביותר. המערכת כוללת נגרטור דיזל, בדרך כלל בעל פיקוד אוטומטי להתנעה ולהחלפה בין מקורות ההזנה (איור 7א).

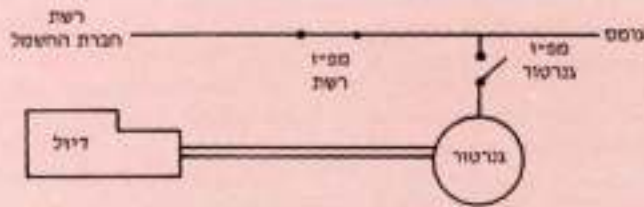
ניתן להקטין את ההפסקה במערכת זו עד לסדר גודל של 0.2 שניות, על ידי הוספת אמצעים להתנעה מהירה ואיגירת אנרגיה בגלגל תנופה (איור 7ב).

מערכת סובבת במבנה סורי (איור 8)

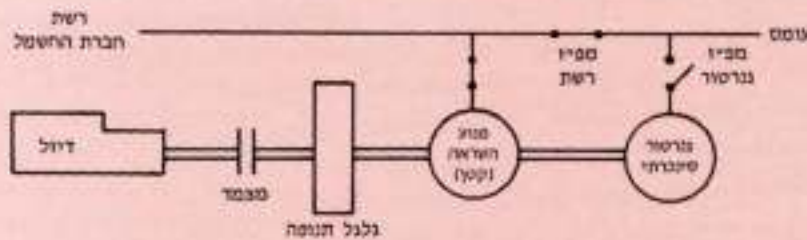
במערכת זו הרשת גורמת לסיבוב המנוע החשמלי, אשר מסובב את הנגרטור. הקשר בין הרשת לעומס הוא כל הזמן מכני כלבד והבידוד מושלם.

מערכת סובבת במבנה מקבילי (איור 9)

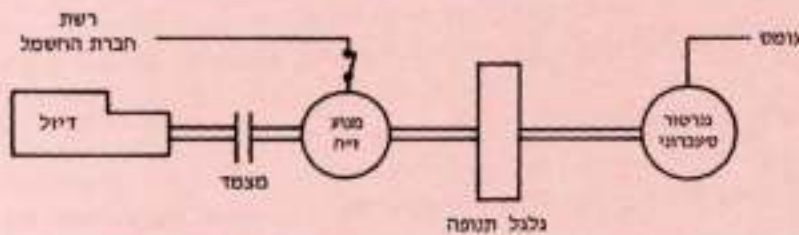
והי מערכת בעלת הפסדים נמוכים יחסית, ובעלת חסיונות גבוהה יותר מזו של המערכת הסטטית המקבילה. בזכות האנרגיה האנורה בה היא רגישה פחות להפרעות ברשת, ומסוגלת להתנתק מרץ ביתר קלות.



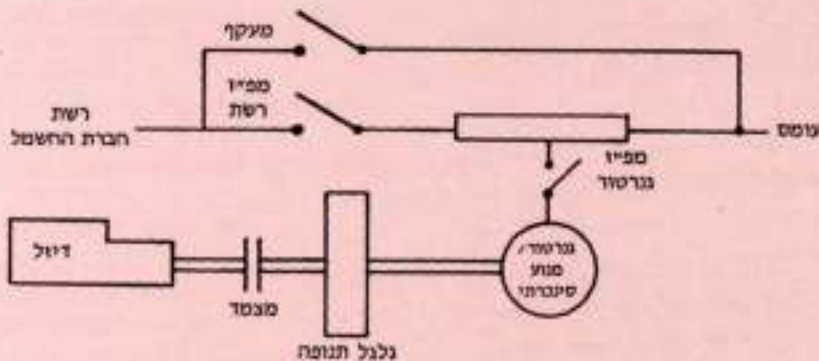
איור 7א
מערכת סובבת במבנה מחליף



איור 7ב
מערכת סובבת במבנה מחליף – בעלת הפסקה קצרה



איור 8
מערכת סובבת במבנה סורי בניבוי גלגל תנופה/דיוול



איור 9
מערכת סובבת במבנה מקבילי (בעלת מכונה בודדת)

טבלה 1
השוואת תכונות של מערכות ניבוי

סוג מערכת הניבוי	התכונות	הפסקות ארוכות	הפסקות קצרות	שינויים מתמשכים	דעיכות חולפות	דורבנים / רצף
מסננים	-	-	-	-	+/-	+
מייצבי מתח אלקטרוניים	-	-	-	+	+/-	-
מייצבים מגנטיים	-	-	+/-	+	+/-	+/-
מערכות במבנה מחליף (STANDBY) א. מערכת סטטית (כולל תאורת חירום) ב. מערכת סובבת	+/-	+	-	-	-	+/-
מערכות במבנה מקבילי א. מערכת סטטית ב. מערכת סובבת	+/-	+	+/-	+	+	+/-
מערכות במבנה טורי א. מערכת סטטית ב. מערכת סובבת	+/-	+	+	+	+	+ / +/- +

* תלוי בדגם

מקרא לטבלה
+ שונה על הבעיה; +/- פיתרון חלקי; - לא עונה על הבעיה

– מהם העומסים שכדאי לנבוא, או על הגנה ברמה מסוימת, או מהו פרק הזמן שמעבר לו הניבוי אינו כדאי.

מציאת נקודות איוון אלו תיתן למתכנן קו מנחה להגדרת סוג הפיתרון הרצוי, אשר יהיה כדאי למימוש מבחינת העלות.

חלק מהגורמים הקובעים את עלות הנוק, מהווים שיקול עליון שאינו נמדד בכסף, כמו:

- מערכות מחשבים מרכזיות, שהשבתן משתקת מערכת כלכלית / ייצורית / מנהלית שלמה.
- מערכות ביטחון ובטיחות.

חלק מהגורמים הנזכרים לעיל מובן מאליו, כגון: אובדן ייצור בזמן הפסקות השמל ארוכות, אך בדרך כלל יש להוסיף לגורמים אלו גם את התחשיבים הבאים:

■ נזק ישיר לציוד

ניתן להעריך בכי-50% את התקלות הבלתי מוסברות בציוד חשמלי במפעלי תעשייה מודרניים, כתוצאה מגורמים הנובעים מרשת ההזנה. מתח לא קבוע או לא נומינלי גורם נזקים לרכיבים אלקטרומגנטיים (שנאים, מנועים, מגננים ומשקי תארה).

הפסקות קצרות גורמות התנועות לא מבוקרות, שיבוש במנגנוני פיקוד וייקיצור חייסי של רכיבי היע.

דורבנים מהווים גורם דומה בציוד אלקטרוני – מחשבים, ציוד מדידה, בקרי חספ / מהירות מגעים.

לשם כך יש להקדיש תשומת לב לגורמים הבאים:

- האם קיים מערך מעקף וכיצד הוא פועל (באופן אוטומטי או באופן ידני).
- מהי יכולת הורם שלו.
- מהי מהירות האבחנה שלו בתקלה.
- מהי מהירות המעבר ומהי תופעת המעבר הנוצרת.
- איך בנוי מנגנון החיכוך מחדש.
- האם יש סינון/בידוד במסלול העוקף.
- האם יש חינור האמצעי הנגה.

הערכת עלות התקלות

לעיתים קרובות, קטע זה של העבודה אינו מתבצע באופן רציני, מפני שבדרך כלל יסובן מעליו למתכנן, שמערכת הניבוי היא חיונית. עם זאת, ביצוע שלב זה חשוב משתי סיבות:

- א. ניתן להגיע להערכה כלכלית של העלות לעומת התועלת שבמערכות אלו. חישוב העלות ישמש הצדקה לביצוע מערכת הניבוי בשלב המעשי, שלב בו מוגשים באישים המסמנים את ההשקעה במערכת הניבוי, ולהם – הנושא אינו "מובן מאליו".
- ב. חישוב מפורט, המתייחס לחלקי המפעל השונים, יכול להצביע על נקודות איוון

ניתן לשלב את הסוגים השונים של מערכות סובבות ביחידה אחת. לדוגמה, ניתן לבנות מערכת שתספק לחלק מהעומסים ניבוי מחליף ולחלק – ניבוי טורי.

מערכות כאלו נפוצות בעומסים גבוהים (מאות קו"א), והן משמשות, בדרך כלל, להגנה כוללת על אנף שלם, הכולל עומסים מורכבים ומפוזרים. במקרים אלו נדרשת רשת בעלת עכבה נמוכה יחסית, שתאפשר שמירה על יכולת זרמי התנעה והגנה סלקטיבית נכונה.

השוואת תכונות של מערכות ניבוי

טבלה 1 מציגה השוואה מתומצתת של תכונות מערכות הניבוי השונות שתוארו לעיל.

עלויות רכישה

טבלה 2 מציגה נתונים על הערכות מקורבות של עלויות הציוד. ההתייחסות היא לעלות רכישת הציוד בלבד, ואינה כוללת עלות של גורמים נוספים שיידונו בהמשך המאמר.

טווח המחירים בתוך כל קבוצה נובע, חוץ מתדמית ומאיכות המוצר, גם מהעובדה שכלל שמערכת הניבוי גדולה יותר, המחיר ליחידת חספ (וולט-אמפר) נמוך יותר.

מאחר שהמבנה של המערכות המקביליות שונה מאוד, טווח המחירים של מערכות אלו רחב מאוד, ומקיף את כל טווח העלויות של המערכות הטוריות והמחליפות.

טבלה 2

עלות ציוד הניבוי ביחס ליחידת חספ

הציוד	מחיר ליחידת חספ (וולט-אמפר/דולר)
מסננים	0.1—0.2
מייצבי מתח	0.4—0.8
מערכת אל'פסק מחליפות – קטנות	1.2—1.8
מערכת אל'פסק טוריות – קטנות	2—3
מערכת אל'פסק מחליפות – גדולות	0.2—0.6
מערכת אל'פסק טוריות – גדולות	0.5—0.9

הערות:

1. מבחינה כלכלית טכנית, רצוי, בדרך כלל, להשתמש בשילוב של פיתרונות. לדוגמה: רצוי להשתמש במערכת בעלת מבנה מחליף (STANDBY) לשם ניבוי של מיתקני התארה ומיוזג האוויר, וניבוי לזמן ארוך על ידי מערכת טורית, כך שתתקבל הגנה מושלמת על מחשבים.
2. חלק בלתי נפרד ממערכת אל פסק הוא מערך המעקף שלה, במקרה שהיא מתקלקלת, או אינה מסוגלת לספק את העומס הנדרש.

ניתוח התקלות וגם רישום השוואתי של הוצאות תחזוקה במפעלים שבהם בוצע ניבוי, מצביעים על הקטנה משמעותית של העלות הנובעת מהתקלות, כסדר גודל של כ-50% בהשוואה למצב שהיה לפני התקנת הניבוי.

■ אובדן זמן וחומר גלם בעת הפעלה מחדש בתום הפסקת חשמל

הדבר בולט במיוחד במערכות מחשבים מורכבות ומקשרות, או בקווים בעלי תהליך רציף ורב שלבי.

■ נזק לציוד אחר, שאינו חשמלי או אלקטרוני כתוצאה מפעולה משובשת

לדוגמא: קרישת חומר פלסטי באקסטרודר, או תנועה לא מבוקרת של רובוטים ומכונות עיבוד שבבי.

■ הפסדי הכנסות ומוניטין כתוצאה מאי-עמידה בלוחות זמנים.

■ כוח אדם המוחזק באופן קבוע לשם התגברות על מצבים של הקמת המערכת.

■ הנזרם המוראלי

במקרים מסוימים יש להתייחס הן להשפעה המוראלית של הבטלה מאונס, והן לעבודה המרובה הנדרשת להקמת המערכת מחדש.

הערכת עלות לעומת תועלת

למתכנן יש השפעה ניכרת על עלות המערכת, הן דרך התיכנון עצמו והן בעריכת חישוב נכון של העלות. לשם כך עליו להגדיר נכון את הנחוך, ולא לתת פיתרונות כוללניים יקרים מדי. כמו כן, עליו להתייחס לגורמים נוספים המשפיעים על העלות.

הגדרה נכונה של הנחוך

הגדרה נכונה של הנחוך כוללת:

הנדרת ההספק הנדרש

אין להשתמש בנתוני תווית של הציוד המגובה, אלא בצריכה בפועל.

הערכת מקדם הניצול של הציוד

יש להעריך מקדם זה ולנסות ולחשב את ההסתברות של התרחשות הפסקת חשמל באותו קטע זמן שבו יש הספק מעל לנקודה שגדרת.

התחשבות בזרמי התנעה של הציוד

לעיתים ניתן להסתפק בציוד ניבוי בעל יכולת זרם יתר רגעית גבוהה יחסית לזרם הנקוב, דבר החוסך רכישת ציוד גדול ויקר יותר.

לחילופין, או יחד עם זאת, רצוי לתכנן התנעה מבוקרת במקרים שהדבר אפשרי. דהיינו, להתניע קודם את העומסים בעלי זרמי התנעה הגבוהים, ורק לאחר שהיה מבוקרת, את העומסים האחרים.

ניסיון להפריד את העומסים

יש טעם להפריד את העומסים לפי רמת הניבוי הנדרשת (אפילו אם כתוצאה מכך

נדרש שינוי ברשת החלוקה). בצורה זו ניתן להקטין את ההספק של ציוד הניבוי היקר יותר.

לדוגמא, התקנת ניבוי בקו ייצור ממוחשב.

■ ניתן לבצע הזנה נפרדת לבקרה הממוחשבת ולתת לה אספקת אל-פסק סטטית.

■ למנועים החיוניים – לתת הזנה של אל-פסק סובבת.

■ למערכת השירות (חימום, מיווג אוויר וכו') לתת מערכת מחליפה (STAND BY).

תיכנון השלת עומסים

בביצוע השלה יש להזהר, שכן לעיתים נגרמת הפסקה מלאכותית ארוכה מן הגדרש כתוצאה מפעולת החשלה.

גורמים נוספים שיש לכלול בחישוב

העלות

הגורמים הנוספים שיש להתייחס עליהם הם:

תשתית

- טיח וטומס ריצפה נדרש.
- אמצעי מיווג נדרשים (בעיקר למערכות סטטיות).
- אמצעי איזורור ופליטת גזים (מערכות מצברים ומערכות סובבות).
- שינויים נדרשים ברשת החשמל.
- יש לזכור, שמערכות אל-פסק, בעיקר מערכות סטטיות, הן בעלות אופיון של רשת חלשה. לכן הגנות על כבלים וסלקטיביות של מנתקים לא יתקיימו בזמן קצר.
- אמצעים נדרשים לשיכוך רעש.
- אמצעי בטיחות למצברים, לאיחסון ולהצבת דלק.

עלות לטווח ארוך

- צריכת אנרגיה נוספת: הפסדים בתוך הציוד, והספק לציוד מיווג האוויר הנדרש.
- לדוגמא: חישוב למערכת ניבוי בהספק של 100 ק"ו (בעלת נצילות נמוכה), הפסדים חשמליים 12%, 100,000 קו"ט"ש. הספק למיווג: 60,000 קו"ט"ש.
- כלומר, עלות שנתית בסביבות 10,000 דולר (לפי 6 סנט/קו"ט"ש).

עלות תחזוקה

- טיפול במערכות סכניות.
- טיפול במצברים.
- עלות חוץ שירות לציוד אלקטרוני.
- בלאי.

אורך חיי המצברים מוגבל. יש לקחת בחשבון את הצורך בהחלפתם תוך 4 עד 10 שנים.

סיכום

לאור הרישימה הארוכה של עלויות, ולאור העובדה שמערכות הניבוי אינן יצרניות, יש לערוך תיכנון וחישוב, מדויקים ככל האפשר, של המאזן בין העלויות ובין הנוק שניתן למנוע באמצעות מערכות אלה. (דוגמא למערכות אל-פסק מוצגת בתמונה 10).

בחירת שיטת הניבוי והתאמתה צריכה להיות מבוססת על שילוב של שיקולים טכניים והכלכליים.

בחירה ותיכנון נכונים יכולים להכריע בין המשך עבודה במצב הרה נזקים, ובין מעבר להזנה מוגנת, כפי שמתחייב בעידן התעשייה הממוחשבת והמדרגית.



תמונה 10
מערכות אל-פסק (U.P.S.)

חיבור החשמל לבנייני מגורים לאור ההוראות האחרונות של חברת החשמל

אינג' נולדי גרינברג ואינג' יבגני קלימן

לאחרונה נכנסו לתוקף בחברת החשמל הוראות חדשות המתייחסות לחיבורי החשמל לבנייני מגורים. תקנות אלו מיועדות לענות על הביקוש הגובר בצריכת החשמל במיגור הביתי וכן לשפר את איכות אספקת החשמל. לפי ההוראות החדשות הוגדל חיבור הסטנדרטי לצרכן הביתי מ-25 אמפר חד מופעי ל-40 אמפר חד מופעי. למטרה זו הוכן בחברת החשמל מיפרט חיבורים לבתים חדשים (מיפרט חליב). על פי המיפרט החדש ניתן להגדיל את חיבור הצרכן מ-40 אמפר חד מופעי ל-25 אמפר תלת מופעי. המיפרט תוכנן בצורה המאפשרת ביצוע הגדלת חיבור מבלי לשנות את המזינים הפנימיים והחיצוניים, פרט לקטע הקו שבין מבטחי חברת החשמל המותקנים לפני המונה ובין הדקי הצרכן. מאמר זה סוקר את אופן חיבור החשמל לבנייני מגורים לאור ההוראות החדשות של חברת החשמל.

הקדמה

ההוראות החדשות בדבר חיבור החשמל לבנייני מגורים מתייחסות אך ורק לבנייה החדשה – התחלה הבנייה לאחר 1.12.1988.

תיכנון החיבורים החדשים מבוסס על מחקרים שנערכו בחברת החשמל בארץ ובמדינות אחרות. על פי מחקרים אלו נקבעה נוסחה, שלפיה ניתן לחשב את העומס הכללי של המבנה בהתאם למקדם התלכדות המתייחס למספר הדירות המחוברות במבנה.

נוסף לכך, הוכנסה שיטה חדשה להתקנת קווי הונה פנימיים בתוך המבנה. השיטה החדשה – "עם תעלה" – מבוססת על קווי הונה פנימיים וארגונים מבודדים, המורכבים בתעלה בנויה. השיטה החדשה באה נוסף לשיטה הקיימת – "המבוטטת" – שיטה שבה המוליכים של קווי הונה מושחלים בצינורות המורכבים בתוך הקיר כאשר ארגונים מבודדים מושקעים בבטון.

חשוב לציין, כי על פי ההוראות החדשות חל איסור על שימוש בארונות עץ להתקנת מונים וציוד חשמלי. המונים והציוד החשמלי הנוסף יותקנו בשקעים בנויים, בעלי גב בטון.

גודל החיבור של הצרכן

בהתאם לאמור בחוק החשמל התשי"ד, – 1954, בתקנות בדבר הכללים להתקנת לוחות כמתח נמוך (ק"ת 3531), על הצרכן להתקין בלוח המבטיחים הראשיים שלו מפסק אוטומטי ועד כדלקמן.

■ מפסק אוטומטי ועוד חד קוטבי או דו קוטבי – עבור חיבור חד מופעי.

י גרינברג – רישת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל לישראל
י קלימן – מחלקת חליב, מחוז הצפון, חברת החשמל לישראל

■ מפסק אוטומטי ועוד תלת קוטבי או ארבע קוטבי – עבור חיבור תלת מופעי. בטבלה 1 מפורטים גדלי החיבור של הצרכן ואבטחת חברת החשמל.

טבלה 1

גודל החיבור של הצרכן ואבטחת חברת החשמל

סוג החיבור על הצרכן	מפסק אוטומטי ראשי על הצרכן (אמפר)	זרם נקוב של נתיך קופחי של חברת החשמל (אמפר)
חד מופעי	40	63
תלת מופעי	25x3	35x3

הזרמים הנומינליים של המפסקים האוטומטיים יהיו בהתאם לזרמים הסטנדרטיים המופיעים בטבלה 1 לעיל. דהיינו: 40x3 אמפר או 25x3 אמפר.

גודל החיבור לשירותי הבית (מעלית, תאורת חדר מדרגות, מקלט וכד'), ייקבע על ידי המסמן.

יש להדגיש, שאם הלוח הראשי של הצרכן אינו מותקן בארון המונים, על הצרכן להתקין בתוך ארון המונים, בתחום המוגדר "תחום הצרכן" (ראה איור 1), בסמוך למונה, קופסה מבודדת מחומר כבה מאליו, בגודל מתאים. בתוך הקופסה יותקנו שני מהדקים או ארבעה מהדקים, בהתאם לחיבור המוחסן – חד מופעי או תלת מופעי. המהדקים יתאימו לחיבור שני מוליכים או ארבעה מוליכים בעלי חתך של 10 מ"מ כל אחד.

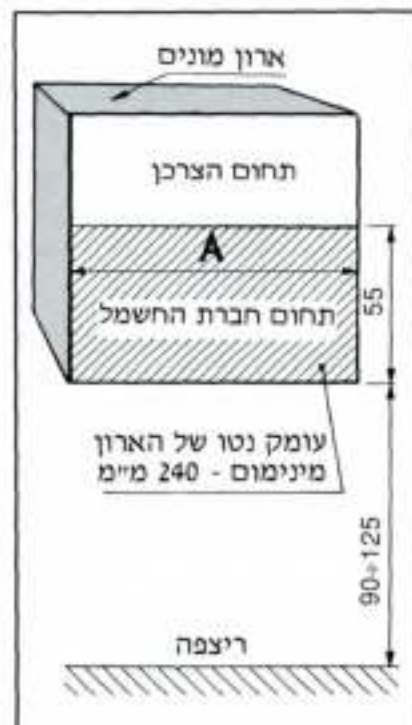
לוחות מונים וארונות מונים

המונים של צרכנים הנמצאים באותה קומה מסומנים בתוך ארון המונים או בארונות המונים. המונים מותקנים על גבי לוחות מונים תיקניים של חברת החשמל.

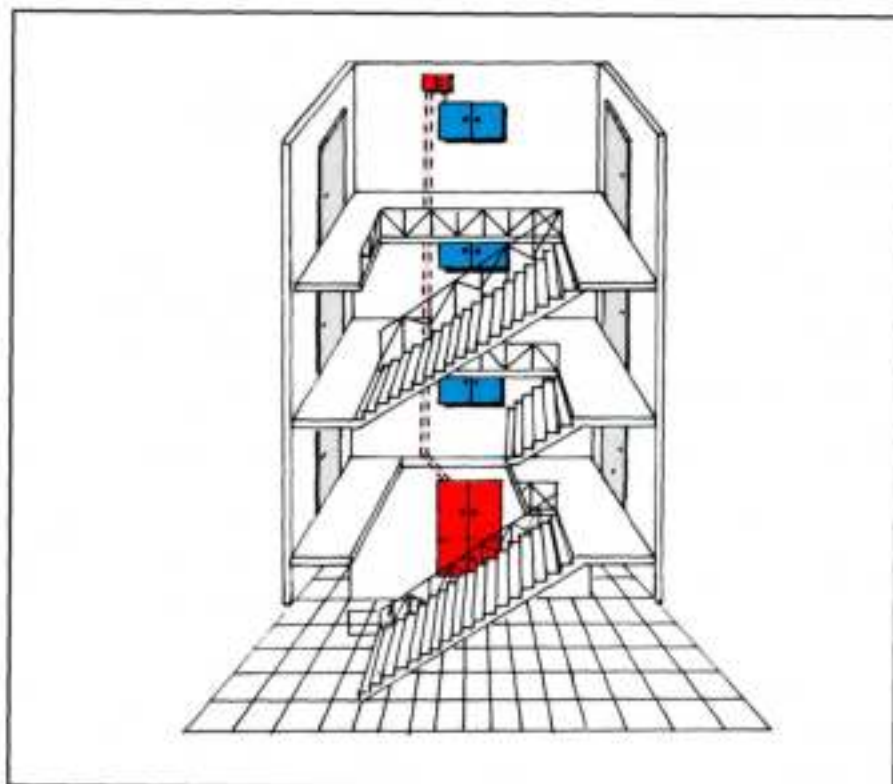
המידות המינימליות של ארון המונים, כפי שנדרש על ידי חברת החשמל, מפורטות באיור 1 ובטבלה 2.

טבלה 2
מידות ארון המונים

סוג הארון	מספר המונים הממוקמים בארון	רוחב הארון "A" (ס"מ)
א	1	400
ב	2	400
ג	3	900
ד	4	1300
ה	5	1300
ו	6	1500
ז	לשירותי בית כאשר קיים חיבור ל-63 אמפר או ל-80 אמפר	700



איור 1
מידות ארון המונים



איור 2

קווי ההזנה מותקנים בשיטה "מבוטנת" - מראה כללי של מבנה

בבתים חד משפחתיים, דו משפחתיים וטוריים ללא מגייה נפרדת לחדר מדרגות, יותקנו מבטחי חברת החשמל והמונים בתוך ארון פוליאסטר למגייה (פיילר).

כדי להעלות את רמת הבטיחות של המיתקן החשמלי, הממוקם בארון המונים הקומתי, וכדי למנוע אפשרות של שריפות, הוחלט בחברת החשמל על נקיטת האמצעים הבאים:

- ארון המונים צריך להיות בנוי מבלוקים או מבטון, ללא עץ. הצד האחורי של ארון המונים יהיה עשוי אך ורק מבטון, ישר ומטיח, בעובי של 10 ס"מ.
- אין להתקין בקיר, בצד האחורי של הארון, מיתקני מים, חשמל, טלפון, גז, אינטרקום וכדומה.
- סגירת ארון המונים תבוצע על ידי המזמין, ועליו חלה האחריות על שימוש בחומרים המאושרים על ידי מכבי-אש.

קווי הזנה פנימיים

קווי הזנה פנימיים מחברים את ארון החשמל הראשי של המבנה לארונות המונים הקומתיים.

קווי ההזנה הפנימיים יהיו עשויים ממוליכים מבודדים או מכבלים חד גידיים.

שיטות התקנה

קיימות שתי שיטות להתקנה של קווי הזנה פנימיים:

- שיטה "מבוטנת".
- שיטה עם "תעלה".

שיטה "מבוטנת"

בשיטה ה"מבוטנת", קווי ההזנה הפנימיים מושחלים בתוך צינורות העשויים מחומר כבד מאלו. צינורות אלו מותקנים בתוך הקיר (ראה איור 2).

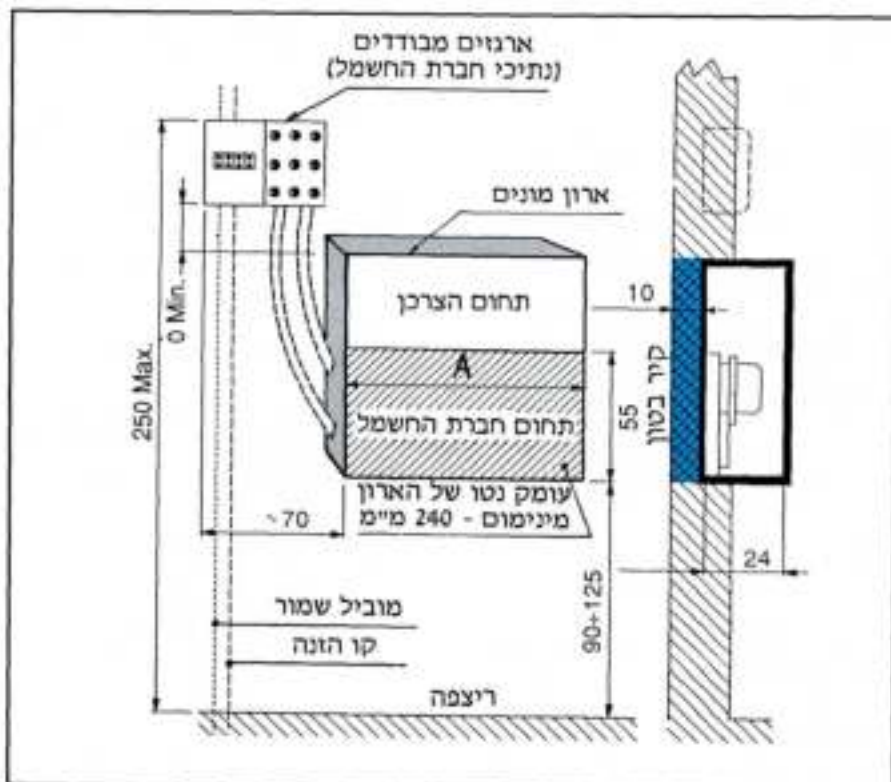
איור 3 מתאר, בצורה סכמטית, התקנת ארון מונים בקומה טיפוסית של בניין בשיטה ה"מבוטנת".

בקומה מותקן ארון מונים אחד, ויש אפשרות להתקנת ארון מונים נוסף. הקיר מאחורי ארון המונים עשוי מבטון (מסומן באיור בצבע כחול). אין להתקין בו כל אבזרי אינסטלציה.

המידות הרשומות באיור 3, הן אלו הנדרשות לשם ביצוע ההתקנה.

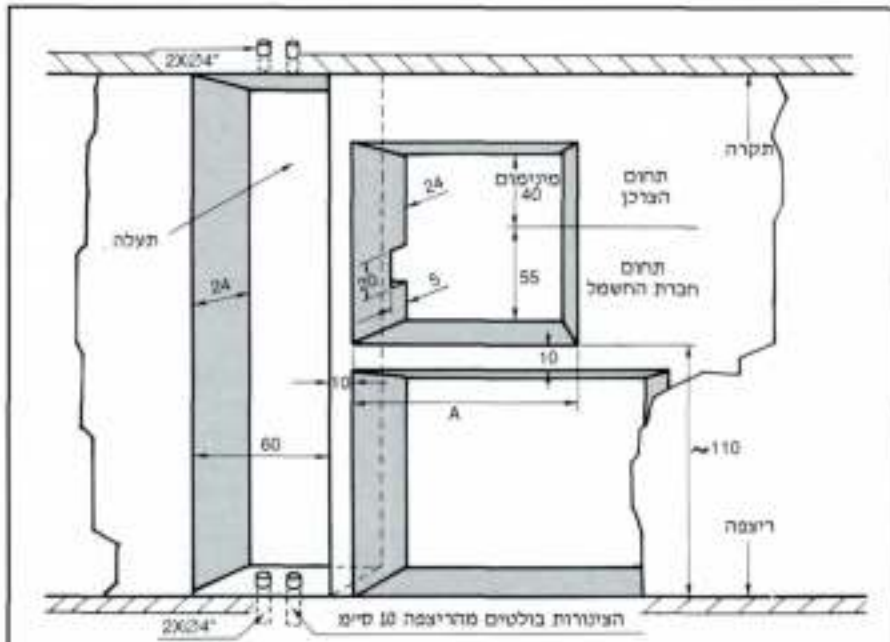
שיטה עם "תעלה"

בשיטה עם "תעלה" קווי ההזנה מותקנים בתוך תעלה בנויה (ראה איור 4). התעלה עשויה מבטון או מבלוקים, גב התעלה בנוי



איור 3

התקנת ארון מונים בקומה טיפוסית בשיטה "מבוטנת" - תרשים

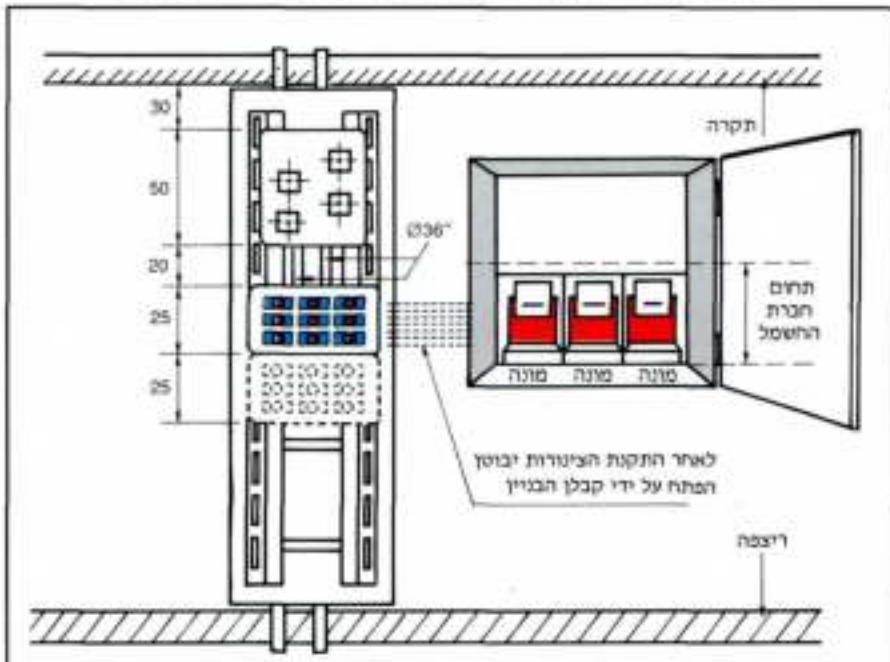


המרות:

1. כל המידות הן מידות פנימיות (נטו), בסי"מ.
2. ניתן לבנות תחת ארון המונים, ארון נוסף לשירותי טלפון, אנטנה מרכזית ואינטרקום בלבד.
3. יש לאגום את צינורות המעבר, בין הקומות, שבהם מושחלים הכבלים ואת הצינורות השמורים בצמר סלעים ובסוף רזה.

איור 5

בניית התעלה והשקע עבור המונים בשיטה עם "תעלה" - תרשים



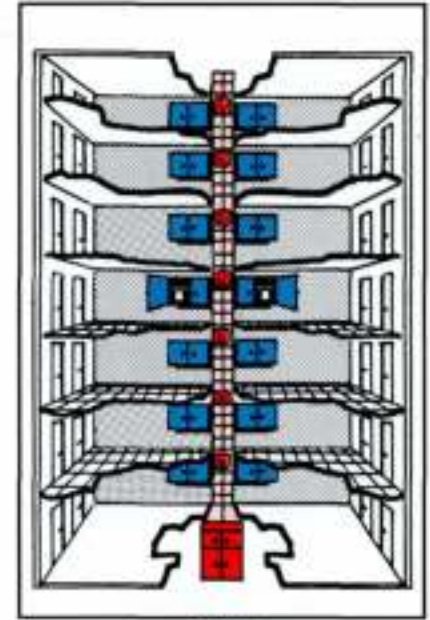
המרה:

הסולם יסופק על ידי חברת החשמל למספר ויתתקן על ידיו או על ידי עובדי חברת החשמל בתעלה.

איור 6

התקנת ציוד החשמל בתעלה ובארון המונים

מבטון בעובי 10 ס"מ. בתוך גב התעלה לא יעברו מיתקני מים, חשמל, גז, טלפון, אינטרקום וכדומה.



איור 4

מראה כללי של מבנה

קווי ההזנה מותקנים בשיטה עם "תעלה"

מכסי התעלה יהיו עשויים מפח מונן מפני חלודה ובהתאם לדרישות מכבי-אש. המכסים יורכבו באמצעות ברגים וניתן יהיה לפרקם.

חלק התעלה, שבו נמצאים הארגונים המבודדים, יכוסה באמצעות דלת פח הכוללת סידור נעילה באמצעות מנעול של חברת החשמל.

איור 5 מתאר בצורה סכמטית את צורת בניית התעלה והשקע עבור המונים. כמו כן מפורטות באיור המידות הנדרשות.

בתוך התעלה מותקן סולם שעליו מותקנים ארגונים מבודדים, הכוללים את נתיבי חברת החשמל ומתקני ההסתעפות, על הסולם מחוזקים גם קווי ההזנה.

איור 6 מתאר את אופן התקנת הציוד בתעלה וכן את המידות הנדרשות.

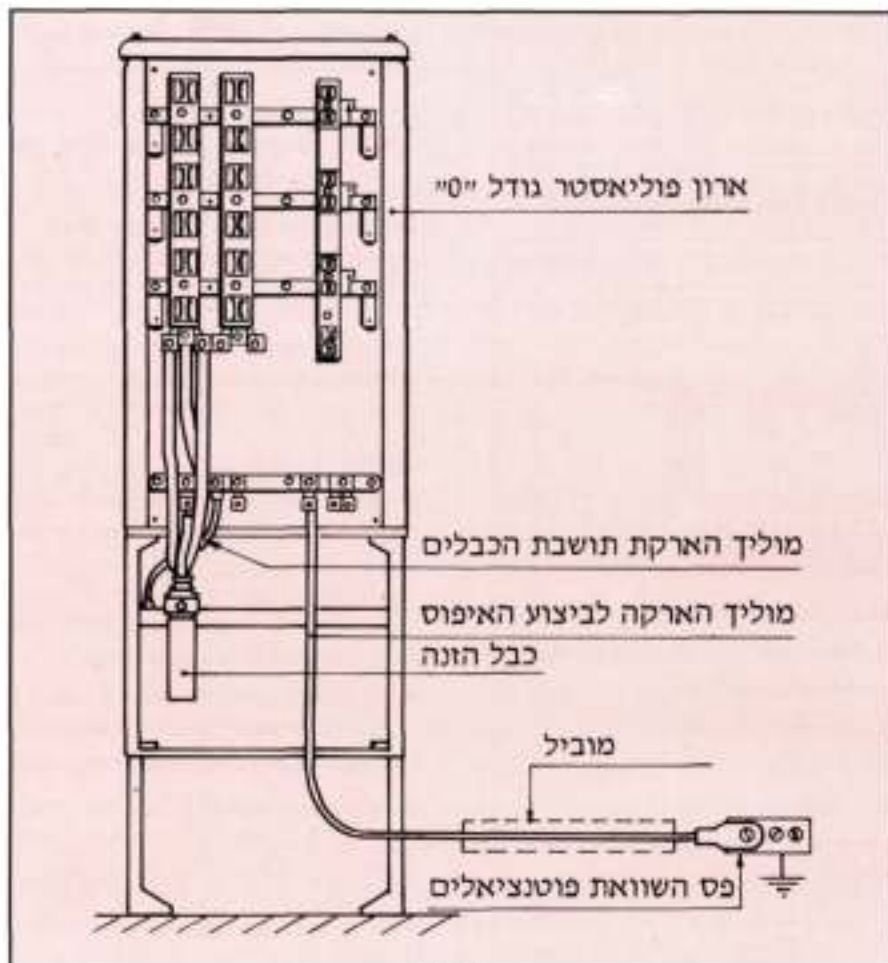
חנת מוליכי קווי ההזנה (בשתי השיטות)

מוליכי קווי ההזנה הפנימיים יהיו עשויים נחושת בהתאם למירוט הבא:

- סוג "סי" מבודדי P.V.C. עד חתך של 35 מ"מ ועד בכלל.
- גוון הבידוד יהיה: חום, סגול או כחול עבור המופעים, ושחור - עבור האפס.
- כבל חד גנדי מבודד בפוליאיתילן מוצלב עבור חתך של 150 מ"מ.

טבלה 4
סוג הכבל המזין את המבנה, חתכו והנתיכים הראשיים

חתך הכבל לחזנת המבנה עם בידוד פוליאתילן מוצלב (ממ"ר)		זרם נקוב של הנתיך הראשי של המבנה (אמפר)	מספר הדירות במבנה
תת קרקעי	אווירי		
4 x 30	4 x 30	63	3 + 1
4 x 25	4 x 50	100	6 + 4
X		125	9 + 7
		160	12 + 20
		250	15 + 13
X	4 x 150	315	18 + 16
			21 + 19
			24 + 22
			27 + 25
			30 + 28
			33 + 31
			36 + 34



איור 7
צורת ארון חשמל ראשי של המבנה - ארון מפוליאסטר

חתך המוליכים של קווי ההזנה יהיה בהתאם למפורט בטבלה 3.

טבלה 3

חתך קווי ההזנה הפנימיים

מספר הדירות בבניין	חתך המוליכים המזינים (ממ"ר)
1 עד 3	4x16
4 עד 9	3x35+16
10 עד 18	2x(3x35)+16
19 עד 36	4x150

החיבור בין ארגזי הנתיכים של חברת החשמל ובין ארון המונים מתבצע באמצעות צינורות בקוטר של 29 מ"מ, העשויים מחומר כבה מאליו, כאשר מספר הצינורות גדול באחד ממספר הצרכנים. בתוך הצינורות מושחלים מוליכים מבודדים ב-P.V.C בעלי חתך של 10 ממ"ר כל אחד.

קו הזנה חיצוני (כבל כניסה)

מבנים המכילים עד שש דירות, ועד בכלל, מוזנים באמצעות כבל תת קרקעי או כבל אווירי עם תיל נושא. מבנים המכילים מעל שש דירות מוזנים באמצעות כבל תת קרקעי בלבד. בתים חד משפחתיים, דו משפחתיים או טוריים, ללא מגייה נפרדת לחדר המדרגות מוזנים באמצעות כבל תת קרקעי בלבד.

סוג הכבל המזין את המבנה, חתכו והנתיכים הראשיים יהיו בהתאם למפורט בטבלה 4. כבלים אלו, הנמצאים בשימוש חברת החשמל, מבודדים בפוליאאתילן מוצלב. קביעת הזרם המותר למעבר בהם נעשתה בהתאם לכללים הטכניים של הרשת הארצית והתקנים הבינלאומיים המתאימים (חוק החשמל מגדיר רק את הזרמים המותרים לכבלים בעלי בידוד P.V.C).

ארון חשמל ראשי של הבית

ארון החשמל הראשי של הבית עשוי מארגזים מבודדים או מארון פוליאסטר עם סרגלי מבטיחים (איור 7). הארון כולל מבטיחים ראשיים, מבטיחים לקווי ההזנה הפנימיים ומבטיחים לשירותי הבית. בתוך ארון החשמל הראשי של הבית מותקנים מבטיחים ראשיים, כאשר קיימות יותר משתי הסתעפויות.

חלק הקיד שעליו מותקן הארון יהיה ישר ועשוי בטון, עובי הבטון יהיה 10 ס"מ. בהתאם לסוג החיבור, מיקומו של הארון הראשי יהיה:

- בקומת קרקע או בקומת העמודים - עבור חיבור תת קרקעי.
- בקומה בגובה התקרה, שבה נמצא עינון (4-6 מ' מתקרקע) - עבור חיבור אווירי.
- בסיסי הנתיכים הנמצאים בתוך ארון החשמל הראשי של המבנה יהיו:
- בסיס לנתיך מתוברג - עד 63 אמפר.
- בסיס לנתיך דגם סכין - מ-63 אמפר ומעלה.

הכנס המקצועי השנתי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל



פרופ' **יזחאל מנדרי**, "יוקן חסגלי"
נושא דברים ברביעית

מיד, עם סיומו של הכנס המקצועי השנתי ה-7, הוחל בתיכנון ובהכנות לקראת הכנס המקצועי ה-8. ההכנות נעשות בשני מישורים – התוכני והאירגוני.

הכנס המקצועי השנתי ה-8, מתוכנן להתקיים, גם הפעם, במרכז הקונגרסים שבגני התערוכה בתל אביב, ביום רביעי, 29 במאי 1991. מתוכנת הכנס ה-8 תהיה דומה לזו של הכנס ה-7.

פרטים נוספים על תוכנית הכנס המקצועי השנתי ה-8, קבוצות ההרצאות ונושאי ההרצאות יפורסמו בחוברות הבאות של היתקף המצדיעי.

אריה זגריק

אינג' **משה זיסמן**, מנהל אגף הצרכנות בחברת החשמל, התייחס בדבריו לתוכנית הרב שנתית של חברת החשמל לניהול עומס בתחום הצרכנות. כמעמד זה הוא הציג לפני משתתפי הכנס את הזוכים בתחרות "צרכן החשמל היעיל" ה-4 (1990) והפעולות שנקטו על ידיהם לשם ייעול וחיסכון בצריכת החשמל במיתקניהם.

ד"ר **דן וינר**, מנהל מחלקת פיתוח מקורות אנרגיה בחברת החשמל, הירצה על מגמות בפיתוח מקורות אנרגיה עתידיים.

מושב אי הסתיים ברביעי בהשתתפות חברי הנהלת חברת החשמל ובעלי תפקידים מרכזיים במשרד הראשי ובמחוזות החברה.

מושב ב', שהתקיים אחרי הצהרים התפצל לשש קבוצות, שבהן הוגשו 12 הרצאות במיגוון רחב מאוד של נושאים בתחומים הבאים:

- תעריפי החשמל ומערכות המנייה – תמגנת מצב ותוכניות לעתיד.
 - יישום שיטות טכניות לניהול עומס בתחום הצרכנות.
 - תוכניות חברת החשמל ופעולותיה לשיפור אמינות האספקה לצרכנים.
 - שיפור הבטיחות במיתקני חשמל.
 - אמצעי ניבוי לאספקת החשמל וניצול גרנטורים פרטיים כיישורי קרי.
 - תיכנון ותחזוקה של מיתקני חשמל.
- בכנס זה יושמו תוכניות ונושאים שהועלו, על ידי המשתתפים, בשאלון שחולק להם בכנס ה-6.

הכנס המקצועי השנתי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל התקיים ביום רביעי, 22.5.90, במרכז הקונגרסים שבגני התערוכה בתל אביב. כנס זה הוא גולת הכותרת של פעילות ההסברה וההדרכה של חברת החשמל בקרב ציבור אנשי המקצוע בישראל. השתתפו בו כ-2,000 אנשי מקצוע מכל חלקי הארץ ומכל מיגוון העיסוקים והרמות המקצועיות. הרחל באנשי אקדמיה מן האוניברסיטאות, הטכניון ומתנדדים יועצי חשמל, וכלה בחשמלאים מן השורה, מכל מיגורי המשק, מורים לחשמל, סטודנטים ותלמידים במיכללות ובבתי הספר המקצועיים.

הכנס, המתקיים זו השנה השביעית ברציפות, הוא אירוע חשוב בחיי האנשים העוסקים במקצוע החשמל בארץ ומאפשר מפגש בלתי אמצעי בין ציבור המשתתפים לבין עצמם, ובכנס לבין נציגים מרכזיים בחברת החשמל, שאיתם נמצאים חלק מן המשתתפים בקשרי עבודה שוטפים.

הכנס כלל שני מושבים:

מושב א' – המיפנש המרכזי
התקיים לפני הצהריים באולם המרכזי בהשתתפות כל באי הכנס.

נטלו חלק במושב זה:

ד"ר **אהוד קופמן**, יושב ראש מועצת המנהלים של חברת החשמל, ומר **יצחק חופי**, מנכ"ל חברת החשמל. שניהם נשאו דברי פתיחה וברכה לבאי הכנס.

תחרות "צרכן החשמל היעיל" לשנת 1989



תחרות "צרכן החשמל היעיל" אשר התקיימה זו השנה הרביעית ברציפות, היא חלק מפעילויות חברת החשמל, לניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות (Demand-Side Management). התחרות נועדה לצרכנים של חברת החשמל המשלמים בעד צריכת החשמל שלהם לפי תעריף המטרות העיקריות של התחרות:

- לעודד צרכנים לנקוט צעדים לייעול צריכת החשמל במיתקניהם על ידי חיסכון בצריכה (מניעת ביזבוז), העברת חלק של הצריכה משעות הפיסגה לשעות השפל ו/או הנבע, הקטנת הביקוש המירבי ושיפור מקדם העומס ומקדם ההספק.
 - להקנות מידע לאנשי המקצוע האחראים על ניהול משק החשמל במיתקני צריכה, על דרכי הפעולה ועל האמצעים לייעול צריכת החשמל במיתקנים, וזאת על ידי פירסום ההישגים של הצרכנים המשתתפים בתחרות.
- ועדת השיפוט של התחרות בחנה את העבודות שהוגשו על ידי הצרכנים וקבעה את הזוכים הבאים.

בקבוצת "התעשייה"

מקום ראשון (פרס כספי בסך 10,000 ש"ח):
"סילוואות", חברה לפיתוח משקי מפרץ חיפה
"סילוואות" הקימה והפעילה תשתית לאיסוף ממוחשב רציף של נתוני הצריכה במפעלי

התשלובת כדי לחייב את המפעלים השונים לפי תעריף, וכן כדי לאפשר לימוד פרופיל הצריכה של המפעלים, ולהסיק מסקנות לגבי המוטציה לשיפור.

"מילואות" נקטה צעדים לשיפור פרופיל הצריכה של מספר מערכות במפעלים אשר הביאו לירידה בביקוש המירבי של כ-1,700 קו"ט, הסתת 6% מצריכת החשמל השנתית מפיסנה לשפל (2.25 מיליון קו"ט) והיסכון של 0.5 מיליון קו"ט בשבוע בצריכת החשמל השנתית.

מקום שני (פרס כספי בסך 5,000 ש"ח): "תל-כר", תעשיות למוסדות בריאות, עפולה

יתל כר" נקטה צעדים טכניים ואירגוניים לניצול אופטימלי של הציוד המותקן במפעל (מכבסה אוורית). היא החליפה מגעים לא יעילים במגעים בעלי תפוקה קטנה אך הפועלים ביעילות מירבית. פעולות בקרה פשוטות גם מונעות בזבוז במערכות מיווג אוויר ותאורה במפעל.

הצעדים הביאו לחיסכון של 200 אלף קו"ט בשבוע ולחוסנת הביקוש המירבי ב-120 קו"ט, צריכת החשמל הסגולית לטון כביסה ירדה בכ-35%.

בקבוצת "מסחר, שירותים, מוסדות, קיבוצים"

מקום ראשון (פרס כספי בסך 10,000 ש"ח): קיבוץ טירת צבי

קיבוץ טירת צבי נקט צעדים טכניים בתחום בקרת אנרגיה של מערכות מיווג אוויר מרכזיות ובקרת שיא ביקוש, שיפור בידוד תרמי לבתי מגורים, ייעול מיתקני תאורה, התקנת מונים למעקב אחר צריכת החשמל,

והסברה נרחבת לחברי הקיבוץ. הצעדים הביאו לחיסכון של 216 אלף קו"ט בשבוע בצריכת חשמל ולהסטה של כ-500 אלף קו"ט מפיסנה לשפל.

מקום שני (פרס כספי בסך 5,000 ש"ח): קיבוץ שדה אליהו

בקיבוץ שדה אליהו הותקנו מונים למעקב אחר צריכת חשמל במקדי צריכה, כדי לאתר פוטנציאל ליעול הצריכה. הותקן בידוד תרמי על בתי מגורים ושופרו מערכות התאורה. כמו כן יושמו בהצלחה רבה אגרות קור במערכת מיווג אוויר מרכזיות, כחלופה להוספת יחידת מיווג אוויר והגדלת היבוק מחברת החשמל.

יישום אגרות קור איפשר הסטה של 80 אלף קו"ט מפיסנה לשפל, הקטנת ביקוש בקיץ של 140 קו"ט, ומניעת גידול בביקוש של 120 קו"ט. נוסף לחיסכון השוטף בהוצאת החשמל, הושג חיסכון בעלויות ההתחלתיות של המערכת.

מקום שני (פרס כספי בסך 5,000 ש"ח): מרכז רמאי יוספטל, אילת

עיקר הפעולות של המרכז הרמאי קשורות לשיפור פרופיל הצריכה של מערכת מיווג האוויר המרכזית בבית החולים. שיפור זה הושג על ידי החלפת מכונות המותאמות לדרגות הקירור המשניות לפי שעות היממה, ימות השבוע ועונות השנה. כמו כן ננקטו צעדים לחיסכון בצריכה לתאורה ולקירור מוזן.

צעדי הייעול הביאו לחיסכון של 96 אלף קו"ט בשבוע בצריכת החשמל השנתית.

מקום שלישי (פרס כספי בסך 2,500 ש"ח): מרכז רמאי ע"ש שיבא, תל-השומר

במרכז הרמאי ע"ש שיבא, עיקר הפעולות שנקטו קשורות לשיפור פרופיל הצריכה של מערכת מיווג האוויר המרכזית של בית החולים. הושלמה הקמתו של מערך בקרה ממוחשב אוטמטי על פעולת מרכז האנרגיה של בית החולים. בשלב זה, מבוצעת בקרה ידנית להבטחת פעולה אופטימלית של מדחסי הקירור של המערכת המרכזית.

פעולות אלה הביאו לחיסכון של 250 אלף קו"ט בשנה בצריכת חשמל.

כפי שפורסם בוסן ההכרזה על תחרות "צרכן החשמל היעיל" לשנת 1989, בחרה חברת החשמל מבין הצרכנים, אשר זכו באחת מארבע התחרויות, בשני צרכנים כמועמדים ליוצג את ישראל בתחרות הבינלאומית Unipede Eta Awards, שהוכרזה על ידי אירגון UNIFEDE.

שני הצרכנים הם:

התעשייה האווירית לישראל בע"מ, בקבוצת הצרכנים המעסיקים מעל 100 עובדים.

"מילואות", חברה למיתוח משקי מפרץ חיפה בע"מ, בקבוצת הצרכנים המעסיקים עד 100 עובדים.

אינו בניסין כחן

המחלקת ליעול הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל

תחנת המיתוג "צפית" *

תעשייתיות 2x100 מגוואט ב"צפית" והעברתה למערכת 161 ק"ו.

- השנאה של 161/24 ק"ו לצורך הזנת עומסים של מערכת החלוקה כרדיוס של עד 20 ק"מ מן התחנה, ותצורת עצמית של טורבינות הזן ותחנת המיתוג.

מאפייני התחנה

- כדי שהתחנה תוכל למלא את תפקידיה, תוכננה התחנה עם המאפיינים הבאים.
- מיסדר 400 ק"ו תוכנן לפי סכימת "מפסק וחצי", המאפשרת תיפקוד מלא של התחנה גם במקרה של תקלה בפס צבירה או במפסק זרם, ותיפקוד חלקי גם במקרה של אובדן בוזמני של שני פסי צבירה. על ידי כך תובטח אמינות אספקה גבוהה של מערכת 400 ק"ו הארצית.
- מיסדר 161 ק"ו תוכנן לפי סכימה של פס צבירה כפול עם פס העברה, המאפשרת הוצאת כל מפסק זרם לאחזקה מבלי לנתק קווים או שאים.
- בתחנה הותקנו שני "בנקים" של שאים 400/161 ק"ו, בהספק של 500 מגו"א כל אחד. כל "בנקי" מורכב משלושה שאים חד מפעיים בהספק של 167 מגו"א כל

תפקידי התחנה

תחנת המיתוג "צפית" 400/161 ק"ו, ראשונה בארץ, הכוללת מיסדרי מיתוג חיצוניים 400 ק"ו ו-161 ק"ו, אוטו-שאני קישור 400/161 ק"ו, 2x500 מגו"א, בית פיקוד, שאני 161/24 ק"ו, 30 מגו"א ודיול גרטור לשעת חירום.

התחנה מיועדת למלא את התפקידים הבאים:

- מיתוג האנרגיה החשמלית שתיוצר בתחנת הכוח "ירוטנברג" והעברתה למערכת המסירה הארצית.
- תיפקוד כגומת מיתוג עיקרי במערכת 400 ק"ו הארצית, שתפתח בעתיד, על ציר המסירה הראשי צפון-דרום עם ציר משני לכיוון ירושלים. דרך פסי הצבירה 400 ק"ו שלה יורמו מאת ואלפי מגו"א.
- השנאה של 400/161 ק"ו לצורך הזנת העומס האווירי של דרום הארץ במתח 161 ק"ו כמתח תת מסירה.
- מיתוג האנרגיה החשמלית שתיוצר בתחנת הכוח של טורבינות גז

* ראה תמונת השער

אחד. נוסף לכך מותקן שאני עתודה חד מופעי. באתר הותקנו "פסי רכבת", כדי לאפשר הוצאת שאני פגע והחלפתו בשאני העתודה בתוך זמן קצר.

- מערכת הדיול גרטור וטורבינות הגז מאפשרות הזנת התצורות העצמיות של התחנה גם בזמן תקלה ארצית.
- מערכות זרם ישר וההגנות תוכננו עם יתרות (redundancy) מתאימה להשגת האמינות הנדרשת מתחנה כה חשובה במערכת.

תיכנון רעיוני של התחנה והכנת מיפריטי ציוד עיקרי והגנות בוצעו על ידי מחלקת מיתוח מערכת מסירה והשנאה באגף מחקר ופיתוח (מו"פ). התחנה תוכננה על ידי מחלקת תיכנון תחמישי באגף מר"פ ומחלקת תיכנון אזרחי תחמישי באגף תיכנון תחנות כוח. התחנה הוקמה על ידי אגף הביצוע, והוכנסה לניצול על ידי אגף התיפוסל. כמו כן תרמו להקמתה אגף האספקה, שירותים ומליח, מחוז הדרום והרשת הארצית.

אינו צבי שגב

מנהל מחלקת מיתוח מערכת המסירה וההשנאה, אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל

**מילון למונחים טכניים
עברי-אנגלי**

ליקט וערך חיים באר

מטרת המילון לסייע בידי העובד הנוקם לתרגום ולהסברים של מונחים וביטויים טכניים. בעזרת המילון ניתן למצוא הסבר פשוט ותרגום עברי למונחים ולביטויים טכניים שונים, שהם בשימוש במפעלים, במעבדות, במשרדים ובתעשייה. כמו כן, כולל המילון מילים בשימוש יומיומי, ההכרחיות להבנת הספרות הטכנית.

המילון זכה להערכה מרובה ומהווה כלי עזר מבוקש במערכות התיכנון והייצור במערכת הביטחון ובמפעלי תעשייה בארץ.

המילון ראה אור בהוצאת **התעשייה הצבאית**, אגף מינהל וכוח אדם, מחלקת

פיתוח כוח אדם והדרכה.

את המילון ניתן להשיג בתנאות למסחר ספרות מקצועית.

**מכונות חשמל - פרקים
נבחרים**

מאת אינג' ב' אוסטר

חוברת זו - פרקים נבחרים במכונות חשמל, היא תקציר הרצאות במסגרת שיעורים במקצוע זה, שהוגשו לתלמידי אלקטרוניקה במסלולי טכנאים והנדסאים.

החוברת מיועדת בעיקר, לשמש עזר לימודי עבוד הנדסאי וטכנאי אלקטרוניקה. אולם גם טכנאי והנדסאי סתת, ואחרים, יוכלו למצוא בה תועלת, אם ללימוד עצמי ואם לחזרה על חומר שנלמד.

החוברת ראתה אור בהוצאת **אורט ישראל**. ניתן להשיגה במרכז הפדגוגי ע"ש **מושינסקי**, דרך הטייסים 28, תל אביב.

מערכות קשר אלקטרוניות

מאת ג'ורג' קנדי תירגם ז' שיידינגר

זהו תרגום החלק השני של הספר "מערכות תקשורת אלקטרוניות" מאת ג'ורג' קנדי. הספר מיועד לטכנאים והנדסאים מתחום תקשורת ומחשבים.

הספר מציג עקרונות מנחים, תהליכים ומעגלים, המהווים בסיס של מערכות תקשורת.

הספר ראה אור בהוצאת **אורט ישראל**. ניתן להשיגו במרכז הפדגוגי ע"ש **מושינסקי**, דרך הטייסים 28, תל אביב.

מערכת אוטומטית לאיתור תקלות הוכנסה לשימוש ברשת למתח גבוה

זו מאפשרת לשגר מיד למקום התקלה את המשגיחים לטיפול בתקלה. נוסף לכך, המערכת גם מצוידת בפיקוד מרחוק, המאפשר להפעיל את המתקנים מרחוק ולהחזיר את אספקת החשמל לקטעים שלא נפגעו, על ידי חיבורם לקווים אחרים. במקביל, המערכת מביאה איפוא לניתוק מספר מועדי הכרחי של צרכנים.

המערכת, חדישה לא רק בארץ, אלא בעולם כולו (ברחבי העולם מותקנות 28 מערכות כאלה, בעיקר בגרמניה, שם קווי החשמל ארוכים, מפוזרים וקשים לגישה ולתיקונים). כאמור, אצלנו הותקנה המערכת לניסיון בתחנת משנה "קישוף" בלבד. משם חולשת היחידה המרכזית כיום על שני קווי מתח גבוה - קו העמק (עם ארבע יחידות בשדה) וקו תל חנו (עם שלוש יחידות בשדה), והיא בנויה לשליטה על 21 קווים.

במערכת שהותקנה בוצעו שינויים מסוימים, כדי להתאימה לצידו הסטנדרטי של חברת החשמל (למתקנים, למשל) ולתנאי האקלים בארץ (למשל, חום השמש).

מהנהלת הרשת הארצית של חברת החשמל, שהפרייקט מתקיים באחריותה, נמסר כי אם יוכיח הפרייקט את עצמו בתוך כמה חודשים, יורכבו עוד השנה כ-200 יחידות דומות, ובתוך עשר שנים יצוידו כל קווי המתח הגבוה, בחלקם - ביחידות אוטומטיות, ובחלקם - ביחידות עם פיקוד מרחוק.

המערכת הורכבת על ידי עובדי מחוז הצפון, על סמך הוראות תיפעול של הרשת הארצית. בפרייקט מעורבים גופים נוספים בחברה, כמו האגף למחקר ולפיתוח, אגף התיפעול, יחידת המעבדות, מעבדת קשר ואלקטרוניקה של יחידת המהנדס הראשי, אגף האספקה, אגף הביצוע ועוד.

זה, עם מירווח של שלושים שניות האחד מהשני ומחזירה בכך את אספקת החשמל לצרכנים. רק המנתק של קטע הקו הפגוע נשאר פתוח.

המערכת גם "מדריעה" לפיקוח המחוז על הקווים באיזה קטע קרתה התקלה. נוסף לכך מופיעה הודעה על מדפסת בדבר סוג התקלה, מיקומה והזמן המדויק שבו התרחשה. פעולה



מקרא

- 1 - מנתק עם תא כיבוי
- 2 - ארגו פיקוד מקומי
- 3 - משנה מתח
- 4 - אנטנה לפיקוד מרחוק
- 5 - ארגו לפיקוד מרחוק

תמונה 1

המערכת האוטומטית לאיתור תקלות מותקנת על עמוד חשמל 22 ק"ו

חדשה, לא רק אצלנו, אלא גם בעולם כולו, זוהי המערכת האוטומטית שהותקנה, לאחרונה, לניסיון בתחנת המשנה "קישוף" שבחיפה, ואשר באה לאתר ולבודד תקלות בקווי חלוקה עיליים במתח גבוה.

המערכת הזאת, SIMAGIK, שהיא מתוצרת "סימנסי" בגרמניה, נרמט להפסקת קטעים בקווי מתח גבוה בשעת תקלה ומבודדת את הקטע הפגוע משאר חלקי הקו.

המערכת מורכבת מיחידה מרכזית, הממוקמת בתחנת המשנה, ומיחידות בשדה, המותקנות על עמודי חשמל במקומות של הסתעפויות קווים (תמונה 1).

עד היום, כאשר בקווי המתח הגבוה, שהם ארוכים יחסית, יש תקלה בקטע כלשהו, מנתק הורם בתחנת המשנה שאליה קשור אותו הקו, והחשמל מפסיק לזרום לאורך הקו כולו. מאחר שלפיקוח על הקווים אין דרך לאתר מיד את הקטע שבו אירעה התקלה, יוצאים המשגיחים לשטח ומנסים, תוך מעבר לאורך הקו, לאתר את הקטע הפגוע. זהו תהליך ארוך, המתעכב לא אחת בגלל "פקקי תנועה", וכמהלכו סובלים הצרכנים הקשורים לאותו קו מהפסקת חשמל ממושכת. הפעולה הידנית של המשגיחים - פתיחת מנתקים וסגירתם לאורך הקו - גם נרמט לשחיקה מהירה של הציוד.

המערכת האוטומטית החדשה "מגלה" את הקטע הפגוע מנתקת אותו מיתר חלקי הקו, ומחזירה בתוך זמן קצר (פרחת משלוש דקות) את אספקת החשמל לצרכנים שאינם מחוברים לאותו קטע קו שנפגע. ברצף יש תקלה על קטע כלשהו, מרגישות זאת ההננות של הקו, המפסק בתחנת המשנה נפתח וכל המנתקים על העמודים בשטח נפתחים גם הם. המערכת סוגרת את המנתקים בזה אחר

המבודד בנו זה מקובל כיום בארץ רק במתח גבוה עד 24 ק"ו ומשתמשים בו גם בתחנות משנה למתח עליון. זאת הפעם הראשונה שציוד כזה ישמש למתח 33 ק"ו.

יתרונו של הבידוד בנו SF₆ הוא ביטחון מבחינת הורדת הטמפרטורה, הגדולה פי כמה מזו של הציוד הקונבנציונאלי המקובל בחברת החשמל. עקב כך, ניתן להקטין את טווחי הביטחון הנדרשים, וכתוצאה מכך להכניס את תחנת ההשגאה למבנה קטן וחסכוני.

יתרון נוסף של הציוד המבודד הוא בהיותו "ציוד ללא אחזקה". כלומר, ציוד קל לטיפול, שאינו דורש בדיקות תקופתיות והחלפת חלקים לעיתים קרובות, כפי שגורש בציוד המקובל.

מטען הפחם הראשון הובא ברכבת מאשדוד לתחנת הכוח "רוטנברג" באשקלון

מטען הפחם הראשון, המיועד להפעלתה של תחנת הכוח החדשה "רוטנברג" באשקלון, הובא לאחרונה ברכבת מאשדוד. הרכבת הראשונה, שיצאה ממסוף הפחם באשדוד, מנתה 30 קרונות ובהם 1,800 טונות פחם.

בתחנת הכוח "רוטנברג" שתי יחידות גדולות לייצור חשמל, בהספק של 550 מגואט כל אחת. הראשונה ביניהן, תחל לפעול במהלך הקיץ, והשנייה – כשנה לאחר מכן. לאחר השלמתה, תצרוך התחנה כ-8,000 טונות פחם ביסמה. הפחם לתחנה נפרק בגמל אשדוד, ובאמצעות מסוע הוא מובל למסוף שהוקם סמוך לגמל. מן המסוף תצאנה לאשקלון, בכל יום, חמש רכבות שתישאנה 1,800 טונות פחם כל אחת. הפחם ייפסק במאגר שהקימה חברת החשמל באתר התחנה, ותכולתו תגיע למיליון טונות.

מטען הפחם הראשון יאפשר לנסות ולבדוק בהפעלה מעשית את ציוד הפריקה באשקלון, לקראת מילוי המאגר והפעלת התחנה.



מיתקן "עורם-פורק"

מנכ"ל חברת החשמל, מר יצחק חופי, הורה להצביר לרשות הקיבוצים הרוצים בכך מוני חשמל ישנים. מונים אלה, המוצאים משימוש מסיבות שונות ולחברה אין עוד צורך בהם, מועברים לרשות הקיבוצים, ולאחר שיפוץ ובדיקה מותקנים בבתי החברים, כדי לאפשר בדיקת הצריכה שלהם. הפעולה נעשית במסגרת המאמצים לשימוש נכון ונכון, וכדי להביא לחיסכון בשימוש בחשמל.

מן הראוי לציין, כי רוב הקיבוצים מקבלים את אספקת החשמל באופן מרוכז – בצובר – וחלוקתו לנקודות הצריכה, בבתי החברים וכדומה, היא באחריות הקיבוץ. בקיבוצים רבים נרשמה צריכת חשמל גבוהה ביותר בבתי החברים. לכן החליטו אחדים מהם להתקין את המונים, ובחלקם אף נקבעה מכסה, אשר על הצריכה שמעבר לה משלם החבר מתקציבו האישי. כעקבות צעדים אלה דווח, בעלוני הקיבוצים, על ירידה משמעותית בצריכה.

המונים מועברים ללא כל תמורה כספית, וזאת במסגרת מאמציה של חברת החשמל לשימור ניהול העומס בצד הצרכן.

ייצור החשמל השנתי – מעל 20 מיליארד קוט"ש

ייצור החשמל בישראל עבר לראשונה את גבול 20 מיליארד קוט"ש. ב-12 החודשים האחרונים ייצרה חברת החשמל 20.01 מיליארד קוט"ש לעומת 19.36 מיליארד בתקופה המקבילה אשתקד.

על אף המיתון שחל בשנה האחרונה כקצב גידול הביקוש, ממשיכה צריכת החשמל לעלות בשיעור שנתי של כ-3%.

ב-12 החודשים האחרונים היה הגידול בשיעור של 3.3% לעומת 12 החודשים שקדמו להם. שיא הביקוש השנתי בתקופה זו עלה, לעומת זאת, ב-1.1% בלבד (3,800 קוט"ש בינואר 1990, לעומת 3,760 קוט"ש בינואר 1989) – דבר המעיד על מגמה של "יישור הקו".

פיסגת זאב – לקראת הכנת ציוד מבודד במתח 33 ק"ו

שכונת פיסגת זאב בירושלים זוכה לאחרונה בשיפורים ניכרים באמינות אספקת החשמל שלה תודות לעבודות המתבצעות במסגרת החשמל להעברתה ממתח 11 ק"ו למתח 33 ק"ו.

במסגרת העבודות שבוצעו בשכונה, הוכנס לשימוש בתחנת הטרונספורמציה הפנימית שבאתר "בנה ביתך" בפיסגת זאב, ציוד שבו האלמנטים, כמו מנתקים ופסי צבירה, מבדדים בנו SF₆. השימוש בציוד

יעול השימוש בחשמל לתאורה בעירויות

במסגרת יום העיון "ניהול עומס בתחום הצרכנות (Demand-Side Management) היבטים מאפיינים לרשויות המקומיות", שנערך על ידי אגף הצרכנות בחברת החשמל בחסות משד האגרניה והתשתית, באולם האירועים של הקאנטרי קלוב תל אביב, ב-7.2.1990, הודיע מר **מקסים לוי**, יו"ר מרכז השלטון המקומי, על הקמת צוות מקצועי של נציגי הרשויות המקומיות שיפעל בשיתוף עם חברת החשמל ליישם את התוכנית הלאומית ליעול השימוש בחשמל.

מנהל אגף הצרכנות בחברת החשמל, איגני **משה זיסמן**, ציין, כי עד כה הגישו עשרות רשויות בקשה לסייע כספית במסגרת התוכנית הלאומית. במקביל לביצוע הפרוייקטים של החלפת תאורת חוף ברשויות המקומיות, החלפת מנורות כספית במנורות נתרן לחץ גבוה שהן חסכוניות יותר, אשר סיוע לפרוייקטים גדולים, בהם מיתקני אגירת קור ורום, המאפשרים קירור או חימום מים בשעות השפל ושימוש בהם במערכות מיוזג האוויר בשעות שיא הביקוש לחשמל.



עוד נמסר, כי ברשויות רבות לא חיכו למבצע הסייע להחלפת המנורות שכן החיסכון באגרניה, המתבטא בכ-40%, משמש גורם מדרבן, ובתוך זמן קצר מכוסה עלות החלפה.

עד היום הוגשו לחברת החשמל עשרות בקשות לסייע לפרוייקטים ליעול השימוש בחשמל לדוגמה, בית-החולים המרכזי לגב בבאר שבע, קיבל ממק כספי של יותר מ-100 אלף ש"ח להתקנת מיתקן אגירת קור המסיט את השימוש בחשמל, בקיץ, משעות היום לשעות הלילה, ובכך עוזר ליישם את הקו, ומייעל את השימוש בחשמל תוך חיסכון כספי ניכר למשתמש.

מונים ישנים לקיבוצים כדי לחסוך בחשמל

חברת החשמל תרמה לקיבוצים שונים ברחבי הארץ כ-35,000 מוני חשמל (כ-30,000 חד מפעיים וכ-5,000 תלת מופעיים) שהוצאו משימוש אצל צרכניה הביתיים.

"אם בזירוז הליכי הרישוי לבנייה לא יינתן ביטוי לצורכי התשתית החשמלית – יהיו בתים, אך לא יהיה להם חשמל"

משפט זה הוא ציטוט ממכתב מנייה של מנכ"ל חברת החשמל לגורמי התיכנון והרישוי. חברת החשמל נערכת זה זמן באיסוף מידע ובחתימונות לתינובור מערכת החשמל, כדי לעמוד בביקושים הגורמים הצפויים עם קליטת העולים החדשים. יחד עם זאת, אם חוקים, הוראות והחלטות המיועדים לזרו את הליכי הבנייה והפיתוח יתעלמו מצורכי התשתית החשמלית, יפגע הדבר באפשרות לבצע בזמן את עבודות הפיתוח המתחייבות לצורך אספקת הזרם לבתים ולמפעלים החדשים שיוקמו.

במכתב ששלח מנכ"ל חברת החשמל, יצחק חופי, למשרד הפנים, והעסקיו העברו לגורמי התיכנון והרישוי השונים, מבהיר המנכ"ל, כי אין החברה מציעה להקים מוסדות חדשים או לבטל הליכים כלשהם שתפקידם לשמור על זכויות הפרט ולהבטיח בקרה על איכות החיים והסביבה. עם זאת, נדרשת, לדעת חברת החשמל, מעולה מיידית לתיאום ולמניעת "צוואר בקבוק", באופן שהחלטות על בנייה חדשה תלווינה בהחלטות שתאפשרנה את אספקת החשמל לאותם פרויקטים.

עוד מצוין במכתב, כי על חברת החשמל לקבל בעוד מועד את המידע על הבנייה המתוכננת, שכן חוץ מפיתוח אמצעי הייצור, יהיה עליה לדאוג לתיכנון, להקמת תחנות משנה וקווי העברה באזורים השונים, תוך איתור והשגת השטחים ומסדרונות המעבר הדרושים. "תמיכה זו דרושה על מנת לאפשר לחברת החשמל לבצע בזמן את כל הדרוש לאספקת חשמל אמין, כנדרש וכמצופה" – מסיים המנכ"ל את מכתבו.



מוציאים כבלים מתחנת "מנשיה"

הקמת מוביל החשמל במתחיל מיועד לענות לצורכי העברת הכמויות הגדולות של החשמל שיידשו למשק, תוך התאמת מערכת ההעברה לצריכה הנוברת. על פי תוכניות הפיתוח של חברת החשמל, הקטע הראשון של הקו – מאסקלון ל"צפית" יופעל עם הפעלת יחידת הייצור הראשונה ב"רוטנברג" בעוד חדשים אחרים.

לקראת סוף שנת 1990 ייבנס לפעולה קטע נוסף – מ"צפית" לתחנת המשנה "פתח-תקוה". בעתיד יימשך הקו צפונה לתחנה שתוקם בחולות קיסריה (ותקבל את החשמל מתחנת הכוח החדשה שבהקמתה הוחל בחדרה), וכן לאזור כפר מכבי. בהמשך, על פי פיתוח אמצעי הייצור, עשוי הקו להמשיך צפונה – לאזור הכינרת, ודרומה – לרמת חובב שכנב.

פרויקט "מנשיה"

מחלקת ביצוע רשת של מחוז דן ממשיכה בעבודות הנחת כבלים תת קרקעיים היוצאים מתחנת המשנה "מנשיה" שעל גבול יפו תל אביב, כדי לשפר את אמינות האספקה לאזור.

לאחרונה הוצאו מהתחנה 36 יציאות כבלים במתח גבוה 13 ק"ו, שחלקם תלת נדיים, בחתך 3x240 מ"מ כל אחד, וחלקם חד נדיים בחתך 1x300 מ"מ כל אחד.

החפירה בוצעה בקטעי אורך של 500 מטר לאורך הרחובות אלנבי, מונטיפיורי ויבנה. העבודה הצריכה תיכנון מדוקדק, ומכיוון שתפסה את כל רוחב הכביש, נדרשו שינויים גדולים בנייתוב התנועה וקביעת הסדרי תנועה מיוחדים שבוצעו בביקוח מסוק.

על ביצוע העבודה הקשתה העובדה, שתוואי הכבלים חוצה קווי טלפון, ביוב ומים, ונדרשה עבודת תיאום עם הרשויות, כדי להימנע מפגיעה בהם.

יצוין, כי הפעלתה של התחנה בפחם תיעשה לאחר תקופת הרצה, שבה היא תוסק בדרך נזיל.

התחנה באסקלון היא השנייה בישראל שתופעל בפחם. "עידן הפחם" בחברת החשמל, שהחל בראשית שנות ה-80 היא לחיסכון כספי מצטבר של כמיליארד דולר, והוכיח עצמו מבחינת התרומה לאיכות הסביבה – זאת בזכות איכותו של הפחם המשמש את חברת החשמל.

חשוב לציין, כי לקראת החורף הקרוב יצטרפו למערכת הייצור גם שתי טורבינות הגז התעשייתיות ב"צפית", וכך תגדל יכולת הייצור של החברה ב-750 מגואט, נוסף ל-260 מגואט שהוספו בשנה שעברה.

מוביל החשמל הארצי הופעל לניסיון – בהצלחה

לראשונה בישראל זרם מתחיל בקווי חשמל

במסגרת ההכנות לקראת השלמתה של תחנת הכוח "רוטנברג" באסקלון, השלימה חברת החשמל בהצלחה ניסוי ראשון להפעלת קטע הקו של מוביל החשמל הארצי החדש, אשר עתיד להעביר את החשמל מתחנת הכוח "רוטנברג" לתחנת המיתוג "צפית", ליד כפר מנחם. היתה זו הפעם הראשונה שבה הזרם חשמל בקווי מוביל החשמל החדש, במתחיל של 400 קילוולט. המתח החשמלי הגבוה ביותר שהופעל באורך עד כה – 161 קילוולט – משמש את קווי ההעברה הארציים כיום.



מנהל אגף התיפעול בחברת החשמל הסביר כי כדי לבדוק את הקו לפני הפעלת התחנה, חובר קו המתח העליון (161 קילוולט) מתחנת המשנה "איתן" ל"צפית". השנאים ב"צפית" העלו את המתח למתח-על, והחשמל במתח זה העבר "בכיוון ההפוך" – מ"צפית" ל"רוטנברג".

חברת החשמל בסימן עלייה

הביקוש לחשמל – עידכון המגמות לטווח ארוך *

בהתאם לתחזיות אלו, התוצר לנפש בעשור הבא יעלה בשיעור שנתי ממוצע של 2.6% בתרחיש של 320 אלף עולים, ובי 2.5% בתרחיש של 520 אלף עולים.

להערכתנו, קליטת עלייה בסדרי גודל של 320-520 אלף איש לא תאפשר יעילות גבוהה בייצור, ועל כן התוצר לנפש בשנות ה-90 לא יגיע לשיעור של תוואי הצמיחה (עקב אי היעילות בשנים הראשונות של קליטת העלייה). למרות זאת במסגרתם של סך כל הנידול בתוצר, מתקבל שהתליג הצפוי בתוואי הצמיחה מאוקטובר 1988 דומה לתוואי החזוי היום בתרחיש עלייה של 520 אלף איש.

הנהלת חברת חשמל, בישיבתה מיום 9.5.90, החליטה לאמץ את תחזית צריכת החשמל המניחה עלייה של 520 אלף נפש בארבע השנים הקרובות. התחזית של 320 אלף עולים תשמש לניתוח רגישות.

עיקרי התוצאות

מיוט התוצאות המוכא לחלן, התקבל מהרצה חדשה של מודל הביקוש לחשמל, שפותח על ידי חברת "מודלים כלכליים". עם זאת, התבצעו התאמות מסוימות הקשורות למיגורים שלגביהם המודל המקשר בין צריכת החשמל למשתנים המקרו-כלכליים לא נתן תוצאות מובהקות.

■ צריכת החשמל **הביתית** הצפויה בשנת 2000 תגיע ל-8,100 מיליוני קוטייש בהשוואה ל-5,170 מיליוני קוטייש שנצרכו בשנת 1989 – גידול מצטבר של 57%, שמשמעותו שיעור גידול שנתי ממוצע של 4.1% התרומה העיקרית לגידול בצריכה הביתית נובעת מהגידול של כ-340 אלף משקי בית בעשור הקרוב. בחופש שלאחריו שיעור גידול של 2.9% בממוצע לשנה.

על פי התחזית הנוכחית, **צריכת החשמל הממוצעת למשק בית** תגיע בסוף העשור ל-5,216 קוטייש בהשוואה ל-4,367 קוטייש בשנת 1989 – גידול שנתי ממוצע של 1.4% בהשוואה לגידול שנתי של 5.1% בעשור הקודם.

■ צריכת החשמל במיגור **המסחרי-ציבורי** צפויה להגיע בשנת 2000 ל-9,540 מיליוני קוטייש בהשוואה ל-4,750 מיליוני קוטייש בשנת 1989 – גידול שנתי ממוצע של 6.5% בהשוואה לגידול שנתי ממוצע של 9.5% בעשור הקודם.

המיגור **המסחרי-ציבורי** מורכב מענפי המשנה הבאים: המיגור הציבורי, מסחר ושירותים, תקשורת ובינוי, ואספקה בצובר – בעיקר לתושבי יהודה ושומרון ורצועת

הקטנת קשוי הקליטה יגולה להיעשות על ידי מדיניות ממשלתית מתאימה, אשר תממן חלק מהקליטה באמצעות הלוואות מחו"ל, תוך שמירה על ריווחיות היוצא והגדלת החשיפה לייבוא ולמשל, באמצעות שמירה על שער חליפין ריאלי קבוע לייצוא והורדת מכסים, מיסי קנייה ותממ"א על סחורות ייבוא.

תחזית עלייה של 520 אלף איש

גל העלייה הצפוי לפי הנורמים הרישמיים מוערך עדיין ב-320 אלף איש בתוך שלוש שנים. אולם לפי קצב העלייה הגדל בחודשים האחרונים, ואשר הגיע כבר ל-10,000 איש בחודש, נראה שגל העלייה עשוי להגיע ל-520 אלף איש בתוך פחות מ-4 שנים. לדעת מומחים מבריה"מ, גל העלייה הנוכחי עשוי להתקרב אף למיליון נפש.

כיוון שקשה מאוד להעריך כיום את מספר העולים הצפויים בשנים הקרובות, וכיוון שתחזית של 320 אלף איש נראית היום אומדן חסר, ערכנו את התחזית גם בתרחיש של 520 אלף איש. באלטרנטיבה זו צפוי גל העלייה להגדיל את אוכלוסיית המדינה החל משנת 1993 בכ-11% בקירוב, בהשוואה לתחזיות האוכלוסייה הקודמות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. מאחר שכשליש מהעולים הם בני 25 עד 44 שנים (לעומת 27% בישראל), תרומתם לכוח העבודה תגיע אף ל-12% ויותר.

מגמות בהתפתחות המשק והביקוש לחשמל

בהתאם לשני התרחישים לעיל נערכו תחזיות לטווח ארוך של המשק הישראלי תוך שימוש במודל המקרו-כלכלי של חברת "מודלים כלכליים". טבלה 1 מרכזת את תמצית התחזית לתקופה 1990-2000 בשני התרחישים.

טבלה 1

נתונים עיקריים

(שיעורי שינוי שנתיים ממוצעים לתקופה)

1990-2000		
520 אלף עולים	320 אלף עולים	
2.6%	2.2%	אוכלוסייה
3.4%	3.0%	כוח עבודה אזרחי
5.2%	4.9%	התוצר המקומי הגולמי
6.1%	5.8%	תוצר הסקטור העיסוקי
5.3%	5.0%	הצריכה הפרטית

לאור גל העלייה מבריה"מ, חברת החשמל מעדכנת את תחזית הביקוש לחשמל, בהתאם לעידכונים הנערכים בתחזיות המקרו-כלכליות במשק.

העלייה המסיבית של יהודי ברה"מ, אשר החלה בסוף שנת 1989, מתעצמת מחדש לחודש. קצב העלייה החדשי עמד בחודש אפריל 1990 על כעשרת אלפים עולים, והוא יכול אף לעלות.

בסיוע חברת "מודלים כלכליים" נבחנו ההתפתחויות הכלכליות במשק החשמל בשני תרחישים. האחד – עלייה בהיקף של 320 אלף איש בשנים 1990-1992, והשני – עלייה בהיקף של 520 אלף עולים בשנים 1990-1993. ייתכן שתידרש בחינה נוספת אם הערכות המומחים יהיו על עלייה בהיקף הגדול אף מחצי מיליון איש.

מסמך זה מכיל שתי תחזיות ביקוש לחשמל על פי תרחישים אלה. תחזית על פי עלייה של 320 אלף איש, ותחזית שנייה על פי עלייה של 520 אלף איש.

תחזית עלייה של 320 אלף איש

בשנת 1989 עלו מבריה"מ כ-13 אלף עולים. בשנת 1990 מוערך מספר העולים מבריה"מ ב-100 אלף. אלה יגיעו לארץ בקצב חודשי עולה של עד כ-10,000 עולים בחודש. משמעות הדבר היא, כי בסוף השנה נעמוד בקצב עלייה של 120 אלף עולים בשנה, אשר יימשך גם במהלך 1991. ב-1992 צפויים, להערכתנו, עוד כ-100 אלף עולים. בסך הכל צפויים איפוא להגיע בשלוש השנים הקרובות כ-320 אלף עולים. יש לציין, כי עלייה בסדר גודל כזה לא היתה מאז העלייה הגדולה של ראשית שנות המדינה.

עלייה זו צפויה להגדיל את אוכלוסיית ישראל החל משנת 1993 ב-7% בקירוב, בהשוואה לתחזיות האוכלוסייה הקודמות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. מאחר שכשליש מהעולים הם בני 25 עד 44 שנים (לעומת 27% בישראל), תרומתם לכוח העבודה תגיע אף ל-8%.

כוח העבודה של העולים מאופיין במקצועיות רבה. כמעט כל העולים הם בעלי מקצוע מוגדר, ובעיקר כזה שרכישתו נמשכת זמן רב. לכן, להערכתנו, עלייה זו היא בעלת פוטנציאל ניכר לצמיחת המשק הישראלי, למרות קשוי ההתאמה הצפויים בטווח הקצר.

* מתוך חברת שהופקה על ידי המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים בחברת החשמל

עזה. המרכיב העיקרי הוא המינור הציבורי שצריכתו מהווה 41% מכלל צריכת החשמל במינור זה. קצב הגידול במינור זה הוא המהיר ביותר וחלקו בשנת 2000 צפוי להגיע ל-43% מכלל הצריכה במינור המסחרי-ציבורי.

תחזית זו צופה, כי חברת החשמל לישראל תמשיך לספק חשמל לכל האוכלוסייה המתגוררת ביהודה שומרון ורצועת עזה. צריכת החשמל לאוכלוסייה זו תוכפל במשך העשור הקרוב.

במינור המסחר והשירותים צפויה התמתנות בקצב הגידול השנתי. עם זאת, צפוי שצריכת החשמל תוכפל במהלך העשור הקרוב.

■ צריכת החשמל בתעשייה תוכפל בעשור הקרוב. זאת בחשואה לגידול של 60% בעשור הקודם. אספקת החשמל לתעשייה צפויה להגיע ל-9,860 מיליוני קוטייש בשנת 2,000 בהשוואה ל-4,990 מיליוני קוטייש בשנת 1989. העריכה זו מבוססת על ההנחה, שכוח האדם המקצועי הצפוי בגל העלייה הנוכחי יתרומם רבות לפיתוח התעשייה בישראל. על פי תוצאות המודל, לא יחול שינוי משמעותי בחלקם של הענפים התעשייתיים השונים. עם זאת ניתן לציין, שחלקם של ענפי הכימיה, החשמל והאלקטרוניקה יעלו במקצת ואילו חלקה של צריכת החשמל בענפים הקשורים לצריכה

הפרטית - כגון סקסטיל ומזון - יקטן בהתאמה.

במסגרת מינור התעשייה נלקח בחשבון ייצור החשמל העצמי של מפעלי התעשייה, המהווה כיום כ-450 מיליוני קוטייש, וצפוי להגיע עד שנת 2000 ל-550 מיליוני קוטייש לשנה.

■ במינור החקלאי צפוי גידול שנתי ממוצע של כ-3% צריכת החשמל צפויה להגיע ל-1,180 מיליוני קוטייש בשנת 2000 בהשוואה ל-950 מיליוני קוטייש בשנת 1989. בעשור הקודם הגידול השנתי הממוצע היה 7.9%.

■ הונח גידול של 1% לשנה בצריכת החשמל לשיבת מים. לאור אופיו המיוחד של מינור זה, לא ניתן לחזות את הגידול בצריכת החשמל בו על פי מודל.

סיכום הממצאים

תחזית צריכת החשמל הכוללת התקבלה מסיכום תחזיות צריכת החשמל במינורים השונים. לא נבנה מודל נפרד לצריכת החשמל הכוללת. על פי התחזית הנוכחית, צריכת החשמל בשנת 2000 תגיע ל-31,090 מיליוני קוטייש בהשוואה ל-17,950 מיליוני קוטייש בשנת 1989 - גידול שנתי ממוצע של 5.1%.

תחזית זו מבוססת על ההנחה, שאוכלוסיית מדינת ישראל תמנה בשנת 2000 5.9 מיליון תושבים - גידול שנתי ממוצע של 2.5% במקביל, צריכת החשמל לנפש

תגיע ל-5,254 קוטייש לשנה בהשוואה ל-3,977 קוטייש לנפש בשנת 1989 - גידול שנתי ממוצע של 2.6%. לשם השוואה, בעשור הקודם הגידול השנתי בצריכת החשמל לנפש היה 3.8% בעוד האוכלוסייה גדלה בקצב שנתי של 1.8%.

על פי הערכות אגף מחקר ופיתוח, שיעור הייצור העצמי בתחנות הכוח יקטן עקב הכנסת תחנות פחמיות נוספות למערך הייצור. על פי תוכנית הפיתוח צפוי הייצור העצמי, אשר כיום עומד על 5.1% להגיע ל-4.5% בשנת 1993, 4.4% בשנת 1997 ו-4.3% בשנת 2000. הכנסת קו מתח 400 ק"ו עשויה להוריד במידה קטנה את שיעור האיבודים ברשת המסירה והחלוקה (5% מכלל האיבודים כקווי מתח גבוה ועליון).

אנו צופים שחברת חשמל תרכוש מיצרנים פרטיים כ-200 מיליוני קוטייש בשנת 2000 בחשואה ל-50 מיליוני קוטייש בשנת 1989.

שיא הביקוש המופיע בתחזית הנוכחית חושב על פי מודל תחזית עקום העומס, בהתבסס על נתוני הייצור השנתי הצפויים. על פי תוצאת המודל, צפוי שיא ביקוש של 6,720 מגוויט בשנת 2000 כתנאי מזג אוויר רגילים ו-6,950 מגוויט כתנאי מזג אוויר קשים. כאשר שיא הביקוש צפוי לחול בחורף. שיא הביקוש בקיץ בשנת 2000 צפוי להגיע ל-6,150 מגוואט.

חברת החשמל תיערך לקליטת מהנדסים עולים מבריה"מ

חברת החשמל תיערך לקליטתם בעבודה של עובדים, ובמיוחד מהנדסים ובעלי מקצועות טכניים, מקרב עולי בריה"מ. בדיון מיוחד, שקיימה הנהלת החברה בנושא זה, הודגש הצורך לקלוט עובדים, מתוך ראייה לטווח ארוך ונכונות להשקיע במערכות הדרכה וקליטה, לימוד השפה העברית והכרת החברה, כדי לאפשר למהנדסים העולים לממש את הידע והיכולת שיש להם בתחום המקצועי.

בדיונים הודגש, כי גם בעבר הפיקה חברת החשמל תועלת רבה מקליטתם של עולים, מוסחים, בעלי ידע וניסיון בתחומי התיכונן, ההקמה וההפעלה של תחנות כוח ורשתות חשמל. כן הובעה הדעה, כי על החברה לקחת חלק ממשי במאמץ הלאומי לקליטת העלייה הנוכחית, במיוחד לנוכח העובדה שעקב הביקושים הגוברים לחשמל ותוכניות הפיתוח הנגזרות מהם, תודקק החברה בשנים הקרובות לאלפי עובדים נוספים.

כזכור, לפני חודשים אחדים הודיעה חברת החשמל, כי על פי תוכניות הפיתוח, תוכפל מערכת החשמל תוך 10 שנים, בהשקעה של כ-6 מיליארד דולר. תוכניות אלה מצריכות אלפי עובדים נוספים. בחמש

השנים הקרובות אמורים להיתוסף לחברה כ-2,000 עובדים תקינים נוסף לאלפי עובדים שיועסקו בהקמת תחנות הכוח ובעבודות עזר

הכרוכות בפרויקטים הגדולים יצוין, כי על פי התחזית תגדל מצבת המהנדסים בחברה ב-36% תוך חמש שנים.



המבצע לשיפור הבידוד התרמי לחיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור במבנים קיימים "יצא לדרך"



במסגרת המבצע לשיפור הבידוד התרמי הוגשו עד כה 19 בקשות למענק. בין מגישי הבקשות שקיבלו על עצמם לבצע את השיפורים הנדרשים לבידוד קירות חיצוניים ונגות נמנים קיבוצים, מושבים, בתי מלון ובתי חולים.

לשישה צרכנים אושרו כבר מענקים בגובה של 45,654 ש"ח, מתוכם 11,000 ש"ח הועברו כבר לצרכן הראשון, קיבוץ כפר גלעדי, שסיים את ביצוע השיפורים.

סך הכל התועלת הצפויה למשק החשמל של ששת הצרכנים להם

אושרה הזכאות לקבלת המענק מתבטאת בחיסכון שנתי בצריכת החשמל של 218,329 קוט"ש.

בקיבוץ כפר גלעדי, ששוכן בצפון הארץ, קר בחורף ונדרש חימום רב, וחם בקיץ ונדרש מיוג אוויר. בידוד הנגות של 15 ממבני הקיבוץ בשטח כולל של 2,693 מ"ר כדאי מאוד, ויחסוך לקיבוץ כסף רב על ידי הקטנת צריכת החשמל שלהם.

המענק הכספי בסך 11,000 ש"ח שניתן לקיבוץ עבור ביצוע הבידוד התרמי של גנות המבנים בקיבוץ. הבידוד נעשה באמצעות כיסוי בפוליאוריתן מוקצף בעובי של כ-2.5 ס"מ.

התועלת למשק החשמל מתבטאת בחיסכון שנתי צפוי לצרכן של 38,133 קוט"ש, כאשר אורך החיים המשוער לבידוד תרמי הוא, בדרך כלל, 15 שנה.

עכשיו גם אתה יכול להרוויח:

חברת החשמל מציעה סיוע כספי לכל מי שמעוניין לבצע בידוד תרמי (קירות ונגות) בשטח של 250 מ"ר ויותר, במבנים קיימים,

כולל בננים פרטיים ומשותפים.

מנה למשרדי חברת החשמל.

