

ISSN 0333-6220

התקע המצדיע



כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת הכוח 'חובנית' - אשקלון



תוכן העניינים

26	התייעלות בצריכת החשמל בצה"ל סא"ל י'	3	העלייה, הבניה והפיתוח – ההיבט של החישמול המזורז מ' נלקן
28	תאונת חשמל ולקחה תאונה שנגרמה על ידי כל השניאות האפשריות ו' זיס	4	התקנת מאיז ראשי ושיפור רמת הבטיחות במיתקנים ישנים א' לייסנר
29	חידושים במנועי סרבן א' פלסק	5	תחנת הכוח "רוטנברג"
34	תאורת משרדים בעידן המיחשוב – היבטים טכניים והנחיות תיכנון א' דומן	6	מבטחים וייעודם נ' פלג
38	מבנה תעריפי החשמל במדינות הקהיליה האירופית ח' פלד	9	תוכנית רבי-שנתית לשיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים ח' קמיל
39	חלוקת תעודות הוקרה באגודת מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה חדשות חברת החשמל	11	שיטות חדשות שהונהגו בחברת החשמל לשיפור האחזקה המונעת של הקווים והרשתות א' שסינר
40	בדיקות טכנו-כלכליות של מקורות אנרגיה מתחדשים לצורך שילובם בתוכניות הפיתוח של חברת החשמל ו' לב	14	מיתקן החשמל במיקלט – שיקום מערכת קיימת ד' קר-דרור
41	שילוב מצברים במערכת החשמל בישראל מ' בלאו, ד' קוסיק	20	תיכנון וביצוע של פעולות אחזקה במיתקני חשמל גדולים י' מוסקוביץ
42	פיתוח יעמרות מוסחתי באגף מחקר ופיתוח בחברת החשמל א' סט	23	מדור שירות פירסומי לקוראים משולחן הוועדות פ' שפר
43	הכנס המקצועי השנתי ה-8 של העוסקים בתחום החשמל בישראל		א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות החשמל ב. ועדת המירושים ג. מפרט החשמל לבתים ויבילים
43	מפגשי מועדוני "התקע המצדיע"		

עורך:

אורי לייסנר

עורך משנה:

אריה הנדקו

מערכת:

יוסף בלבד, יצחק ברכה, הירש גינדס, בן ציון גמלאלי, אברהם זיו, נתן זלצר, ליאון יבלונבסקי, משה מרגלית, שמעון מרדיקס, אלו נאוטרה, יוסף נוימן, זימנט ספרון, גרשון פרב, יהודה סרף, צבי קולטוצניק, אביר רביב, יוסף רוזנקרן

מינהלה:

חנך דרור

מוציא לאור:

משה ציטרון

עריכה לשונית, גרפיקה וסדר:

טרפיק כתיבה והפקה בע"מ
המגזינים 35, חיפה

לוחות והדפסה:

דפוס תמיר בע"מ
יהודה הלוי 31, חיפה

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ
ד.ת. 8830 חיפה 32086
טל. 04-548256

בשער:

תחנת הכוח "רוטנברג"

ב-10 באוגוסט 1990 חוברת לראשונה יחידה אחת של תחנת הכוח "רוטנברג" לרשת הארצית. לאחר שלבי העמסה והרצה הגיעה לתפוקתה הנומינלית – 550 מגואט – בהיותה מוסקת בפחם.

פרטים נוספים על התחנה ומאפייניה – בכתבה בעמוד 5.



צילום: עמרם אלכו

העלייה, הבנייה והפיתוח – ההיבט של החישמול המזורז

פרופ' משה נלקן

צורכי השעה מחייבים את כל הגופים הציבוריים והממלכתיים להתארגן בעוד מועד, כדי שכל אחד מהם יקיים בצורה נאותה את חלקו באספקת השירותים החיוניים לקליטת גלי העלייה המגיעים ארצה ולתנופת הבנייה והפיתוח שילוו אותם.

מר **יצחק חופי**, מנכ"ל חברת החשמל, העמיד אתגר לפני הנהלת החברה עוד בתחילת השנה: התארגנות מיוחדת כדי שלא ייוותר ללא חשמל שום בית, מבנה טרומי, מבנה יביל (קאראוון) או מיתקן אחר, המיועדים לאכלס עלים ומיגורי אוכלוסיה שהמדינה העמידה לרשותם פתונות דיור.

המשימה הוטלה על יחידות החברה הנוגעות בדבר, באמצעות ראשי האגפים ומנהלי המחוזות. במקביל הפנה המנכ"ל את תשומת לבם של השרים הנוגעים בדבר לדרישות קדם, כגון: הקצאת קרקע למיתקנים ולפרוזדורי קווים, קבלת אישורי בנייה והקמה, הכנת נוהלי עבודה מוסכמים ותיאום.

מאחר שבתוך חודשים מספר כבר נמצאת התארגנות זו בעיצומה, מן הראוי לדווח לעוסקים בתחום החשמל בישראל, בכל מינון העיסוקים והרמות המקצועיות, על האורות והצללים של העשייה עד כה.

* אישור, במידת הצורך, לביצוע בדיקות קבלה של מיתקנים על-ידי בודקים מורשים, שאינם עובדי חברת החשמל.

* רכישת מלאי של אבזרים ופריטים תקינים לחיבורים לשכונות ובתים.

* עידוד לקבלים בשטח לבצע חפירת שוחות להנחת כבלים במחיר קבוע מראש, במסגרת עבודות תשתית בשטח.

במנעים שוטפים עם משרד הבינוי והשיכון ועם הגופים המועלים מטעמו, מקבלת חברת החשמל מידע עד כמה שניתן, תוך שיתוף פעולה מורה, המאפשר שילוב קווים ומיתקני חשמל בתוכניות פיתוח של תשתיות שכונתיות.

בקשר לדברים שטרם מצאו פתרון יש לציין:

* עד כתיבת שורות אלו, משרד הפנים לא נתן מענה לסתירה בין הנהלים שלפיהם נבנות שכונות חדשות (ולא היתרי בנייה) ובין הוראות החוק המאפשרות ביצוע עבודות חיבור לחשמל רק לאחר קבלת אישור המותנה בחינת בנייה. עד שמשרד הפנים לא יישב את הסתירה הזאת, לא יהיה אפשר לחבר את הבתים והשכונות למערכת החשמל.

* מצוקה חמורה אחרת, שטרם מצאה את פתרונה, מצויה בהעדר עתודה מספקת במערכת ההשגה ובקווי החלוקה.

כדי לאפשר אספקה סדירה של הביקוש העולה ולהבטיח לשכונות חדשות אספקת חשמל אמينة במועד, יש להרחיב באופן דחוף את מערכת תחנות המשנה ואת הקווים. חברת החשמל מוכנה לבצע מלאכה זו ללא דיחוי, ואף הכינה "תוכניות מצויה" לתחנות תקניות, קיבלה אופציות להוספת הציוד הנדרש ושיריינה תקציבים לביצוע. כל הפעולה הזאת מתעכבת במקרים רבים בגלל מצוקת האתרים והאישורים.

הגופים הסטטוטוריים, ובראש ובראשונה משרד הבינוי והשיכון, הממונה על מינהל מקרקעי ישראל, חייבים לפעול בתיאום עם חברת החשמל ולאשר את האתרים הדרושים, להציע אתרים חלופיים להרחבת מערכת תחנות המשנה ולהקצות פרודורים לקווים.

מבלי שיתקבלו אישורים אלה בעוד מועד, לא יהיה אפשר לספק את הביקוש המוגבר לחשמל.

לסיכום עלי לציין בסיפוק, שבכל יחידות חברת החשמל ובגופים הבאים איתה במגע, מורגש רצון טוב ויש נכונות לפתור את הבעיות. אני משוכנע שנצליח להפוך רצון טוב זה להישגים מעשיים והחשמל יאיר את משכונות העולים, הבאים אלינו בהמוניהם.

ביחידות המטה של חברת החשמל מעבדים תחזיות ומודלים שונים לגידול הצריכה והביקוש, המתחייבים מגל העלייה. נבדקים תסריטי פיתוח אופטימליים של מערכות הייצור וההעברה, שמטרתם לענות לביקושים הצמיים.

במקביל מתבצעת בשטח מהמכה-זוטא בנושא של זירוז ההליכים, הבאים להבטיח את חיבור אספקת החשמל, גם למיתקנים המוקמים בצורה מזורזת, בעזרת חקיקה מיוחדת. יש לציין, שגם בעבר עמדה חברת החשמל בהצלחה באתגרים של פיתוח מזורז, כגון: גידול הביקוש בקצב של מעל 10% בשנה, חיבור לרשת החשמל של שדות תעופה בנגב ושל מפעלי תעשייה ושכונות מגורים בתקופת האמת.

ברם, במשימות האלה עמדה חברת החשמל באותם האילוצים כמו הבונים והמקימים; את הזמן, שבו נערך היזם להשגת האישורים לתוכנית הפיתוח והיתרי הבנייה, יכולה היתה חברת החשמל לנצל לקבלת זכויות מעבר ולהשלמת הליכי רישוי ובזמן שהיזמים בנו ורכשו מיתקנים בהתאם לנהלים, יכלה גם החברה לרכוש אבזרים וציוד ולבצע עבודות בהתאם לשיערה בדוקה ומבוקרת.

בימים אלה ניתן לזמום, בעיקר למשרד הבינוי והשיכון, חופש פעולה לביצוע עבודות בתהליכים מזורזים, יבוא קאראוונים ומבנים טרומיים, והקמתם תוך הליך מהיר ופשוט, יחסית, בהתאם לחוקים שאושרו במיוחד.

לחברת החשמל לא ניתנו עד כה הנחות והקלות אלו, דבר המקשה על ביצוע העבודות בזמן. ובכל זאת ההתארגנות של החברה השיגה עד כה יעדים רבים, ביניהם רצון לציין:

* הוכן מפרט למערכות חשמל בבתים מיוכאים ובקאראוונים, המפרט נטף ביוזמת החברה והועבר בעוד מועד למשרד הבינוי והשיכון.

* אישור מידי של תוכניות חשמל לקאראוונים המוצעים על-ידי היבואנים, תוך הערות המתחייבות מהתקנות.

* הנחיות תקניות בקשר להארקות הקאראוונים.

* אפשרות הוספת חיבור בתהליך מזורז תוך תשלום מוסכם מראש.

* אישור אספקת חשמל בצובר לשכונות ארעיות של קאראוונים באתרים עירוניים.

* גיבוש מפרט חיבור תקני לקאראוונים בבניה כפרית.

מי נלקן – נציג חברת החשמל למטה קליטת העלייה, לשעבר מנהל אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל

התקנת מא"ז ראשי

ושיפור רמת הבטיחות במיתקנים ישנים

אינג' אורי לייטנר

בהתקרב ימי החורף חברת החשמל מוצאת לנכון לחזור ולפנות אל ציבור החשמלאים, שאותם היא רואה כשגריריה בקרב צרכני החשמל, בבקשה לתבהיר ולהסביר לצרכנים את החשיבות שבהתקנת מפסק אוטומטי זעיר (מא"ז) ראשי בלוח החשמל שבדירה. כידוע, ניתן להתקין מא"ז ראשי בכל בית ועל כל לוח חשמל – חדש או ישן.

חברת החשמל פונה אל החשמלאים לסייע בנושא זה ולקטין על ידי כך את הפסקות החשמל הממושכות ולמנוע אי נעימות וטרדה מיותרת מצרכניה, אשר להם היא מעוניינת להגיש את השירות הטוב ביותר.

כמו כן פונה חברת החשמל אל החשמלאים המבצעים עבודות חשמל במיתקנים ביתיים ודומיהם (נגי ילדים, משרדים וכו'), לערוך גם ביקורת של מצב הבטיחות במיתקנים אלה, ללא תשלום. הביקורת נועדה לחשוף, במידת האפשר, ליקויים בטיחותיים ומפגעים אחרים, כדי להתריע בפני בעל המיתקן ולשכנעו לדאוג לתיקון הליקויים ולשיפור המצב.

בתום הביקורת מומלץ להשאיר בידי הלקוח רשימת המלצות לשיפור רמת הבטיחות במיתקן.

להלן רשימת הנושאים, שאליהם חברת החשמל ממליצה להתייחס בזמן הביקורת במיתקן, וגם דוגמה של רשימת המלצות למסירה לידי הלקוח לאחר הביקורת.

אנו מקווים שבשיתוף הפעולה נבביר את תודעת הבטיחות בקרב ציבור הצרכנים ונחזק את תדמית קהיליית החשמלאים.

נושאי הביקורת המומלצים במיתקני חשמל ביתיים ודומיהם

א. לוח החשמל

מומלץ לערוך ביקורת של:

1. שלימות הנתיכים (אם קיימים כאלה בלוח).
2. מצב כללי של הלוח – חיווק הלוח אל המבנה, שלימות הכיסויים על גבי החלקים הנמצאים תחת סתת.
3. קיום ותקינות של מפסק מגן המופעל בזרם דלף (מפסק נגד התחשמלות).
4. קיום שילוט ברור ובר-קיימא של המעגלים הגיוניים מהלוח.

הערות:

- אם הלוח הנבדק כולל נתיכים – כדאי להמליץ על הסבת הלוח הקיים ללוח עם מפסקים אוטומטיים זעירים.
- אם בלוח לא הותקן עדיין מפסק מגן – כדאי להמליץ על התקנתו.

ב. אזורי חשמל קבועים

מומלץ לערוך ביקורת של:

1. שלימות מפסקים ובתי תקע.
2. קיום בתי תקע תקינים (למשל, בתי תקע דו סגניים).
3. שלימות הכיסויים לתיבות הסתעפות.
4. שלימות בתי נורה.

ג. הארקה

מומלץ לערוך ביקורת של:

1. שלימות הנשרים על מדי המים.

1. קיום הארקה של גופי תאורה מתכתיים.

נוסף לביקורת הנ"ל מומלץ לבדוק את מצב לולאת הארקה בבתי התקע באמצעות ימד עכבת לולאת התקלה (Line Earth Impedance Loop Tester).

ד. מכשירי חשמל ביתיים

מומלץ לערוך ביקורת של:

1. תקינות פתילי הזינה של המכשירים.
2. שלימות ותקינות התקנים.
3. קיום הארקה הגוף של המכשירים. (פרט למכשירים עם בידוד כפול).
4. שלימות הכיסויים על גבי החלקים הנמצאים תחת סתת.
5. דוד לחימום מים – טיב החיבורים בדוד, קיום הארקה נוף, תקינות התרמוסטט.

ה. שונות

1. מומלץ לערוך ביקורת של התאמת המעגלים והציוד המשמשים להזנת מכשירים בעלי הספק גבוה (מחממים מידיים, מזגני אוויר, וכו') לדרישות חוק החשמל ותקנותיו.
2. בבתים ישנים מומלץ לערוך בדיקה של טיב בידוד המוליכים, אם הבדיקה מצביעה על טיב ירוד של הבידוד, כדאן להמליץ בפני בעל המיתקן על החלפת המוליכים.

(דוגמה של רשימת המלצות למסירה לידי הלקוח לאחר הביקורת)
הערות לגבי מצב מיתקן החשמל והמלצות לשיפור רמת הבטיחות
 לאחר הביקורת שנערכה בתאריך _____ חוגי משלף לבדלי המיתקן כדלהלן:

א. לוח החשמל

1. מצב כללי של הלוח: _____
2. נתיבים: _____
3. מפסק סגן נגד התחשמלות: _____
4. שילוט: _____
5. המלצות נוספות: _____

ב. אבזרי חשמל קבועים

1. מפסקים: _____
2. בתי תקע: _____
3. בתי נורה: _____
4. כיסוי תיבות הסתעפות: _____
5. המלצות נוספות: _____

ג. הארקה

1. גשרים על מדי מים: _____
2. הארקה נולי תאורה מתכתיים: _____
3. המלצות נוספות: _____

ד. מכשירי חשמל ביתיים

1. פתילי זינה: _____
2. תקינות ותקניות תקעים: _____
3. כיסויים על גבי חלקים הנמצאים תחת מתח: _____
4. דוד לחימום מים: _____
5. המלצות נוספות: _____

ה. שוטות

1. מעגלים למכשירים בעלי הספק גבוה: _____
2. המלצות נוספות: _____

שם החשמלאי: _____ סוג הרשיון: _____
 כתובת: _____

תחנת הכוח "רוטנברג"

ממוחשבות מן המתקדמות ביותר.

גאוותה של חברת החשמל היא על כך שרוב רובו של התיכנון, הביצוע וההכנסה לניצול בוצעו על טהרת כוח האדם העצמי – על טהרת "כחול-לבן". דבר זה התאפשר במידה רבה בגלל שיתוף הפעולה הפורה בין כל האגפים הנוגעים בדבר – החל ממייסד, אגף תיכנון תחנת כוח, אגף האספקה, אגף הביצוע ואגף התיפעול בריכוזו של המהנדס הראשי **משה כץ** ומעורבותו הישירה של המנהל הכללי **יצחק חופי**, כאשר כל יתר היחידות בחברה מסות שכם.

במהלך השלמת תיכנון התחנה וליטושו, נוצר שיתוף פעולה מלא ומתואם, תוך היוון חזר, בין צוותות אגפי התיכנון והתיפעול, אשר ידעו להפירות זה את זה תוך השגת שיפורים ושיכלולים במערכות השונות.

כתוצאה מהפקת לקחים של הקמת תחנות קודמות, הקים אגף התיפעול עוד ב-1984 צוות-מטה מוביל לתחנה בראשותו של המהנדס **דוד קון**, אשר מונה למנהל

כ-18 לאוגוסט 1990 חוברת לראשונה יחידה אחת של תחנת הכוח "רוטנברג" לרשת הארצית. לאחר שלבי העמסה והרצה הגיעה התחנה לתמוקחה הנומיולית – 550 מגוואט – בהיותה מוסקת במחם.

תחנת הכוח "רוטנברג" תכלול שתי יחידות ייצור בהספק של 550 מגוואט כל אחת, כאשר היחידה השנייה אמורה להיכנס לפעולה כשנה לאחר הראשונה.

התחנה תוכננה כתחנה דו דלקית, וניתנת להפעלה הן במחם והן בדלק נוזלי – עובדה המקטינה את התלות בסוג דלק אדי.

תחנת הכוח "רוטנברג" פתחת את עידן "מתח העלי" בארץ – 400 ק"ו – ומהווה את הקצה הדרומי (בשלב זה) של מוביל החשמל הארצי, אשר יימשך דרך תחנת המיתונ "עפית" צפונה עד לאזור מפרץ חיפה.

יחסית לקדמותיה, כוללת התחנה מספר גדול ביותר של מערכות בקרה ופיקוח

* ראה תמונת השטר

תחנת הכוח "רוטנברג" והופקד על ההיבטים השונים של קידום פרויקט תחנת הכוח מבחינת הכנת והכשרת המהנדסים והעובדים שישרתו בתחנה בעת פעולתה, תוך קבלת עזרה וגיבוי מלא ממטה אגף התיפעול בראשות מנהלו, המהנדס **שאל יוסן**.

הכשרת העובדים החלה בקורס מהנדסים שנמשך כ-18 חודש, שסמרתו היתה הכשרת הכוח ההנדסי אשר משמש כיום כשולד המקצועי-הנדסי של התחנה. מעבר לכך הושקעו בהדרכת כלל העורדים המיועדים לעבוד בתחנת הכוח "רוטנברג" מעל 400,000 שעות הדרכה – אשר הקיפו את כל 270 העובדים שנקלטו בכל מינורי התחנה – כמתציתם עובדים שנשלמו לאחר מיון קפדני מן האיטום האנושי של עובדי "מפעל מתהווה" של אגף הביצוע.

תחילת ההדרכה נעשתה במסגרת אגף התיפעול, והמשכה בשיתוף בית הספר למגמות התיפעול, המוסיף ומשרת את אגף התיפעול על כל יחידותיו.

מבטחים וייעודם

איגני נחום פלג

בתקנות החשמל השונות קיימת התייחסות כמעט מתמדת למושג מבטח (מתחרז עם מפתח) המוגדר כ"אבזר לניתוק אוטומטי של זרם במיתקן, כאשר עוצמתו גדולה מעוצמת הזרם הנומינלי של המבטח" (תקנות העמסה והגנה של מוליכים מבודדים במתח עד 1,000 וולט, ק"ת 4350, הנמצאות בדיון).

מבחינה מעשית כוללים תחת השם "מבטח" מספר אבזרים המיועדים לגרום לניתוק הזרם באופן אוטומטי כאשר הזרם במערכת חורג, בהתאם לתנאים מוגדרים בתקן של אותו אבזר, מהגבולות שנקבעו מראש. מבחינה מעשית אנו משתמשים בסוגים הבאים של מבטחים:

- נתיכים לסוגיהם השונים כמו לפי תקן ישראלי ת"ע 230 הנמצא בשלבי עידכון (Fuses).
- מפסקים אוטומטיים ועירים לפי תקן ישראלי ת"י 745 (Miniature Circuit Breakers).
- מפסקים אוטומטיים לפי תקן ישראלי ת"י 1206 (Circuit Breakers).

ההבדל העקרוני בין נתיכים ומפסקים אוטומטיים ועירים ובין מפסקים אוטומטיים נעוץ בעובדה שנתכים ומפסקים אוטומטיים ועירים אינם ניתנים לכיוונון על ידי המשתמש, בעוד שמפסקים אוטומטיים ניתנים, עקרונית, לכיוונון (בגבולות מסויימים) גם מבחינת זרם העמסת יתר וגם מבחינת זרם הקצר.

המבטח שאנו מתקינים במיתקן החשמל אמור לספק שלוש הגנות:

- הגנה בפני זרם העמסת יתר.
- הגנה בפני זרם קצר.
- הגנה בפני התחשמלות.

נסקור כאן את שלוש המטלות של המבטח ונראה כיצד נוכל לתאם בין כל הדרישות השונות, וזאת מבלי להתפשר עם דרישות התקנות השונות.

גם במקרה זה אנו מצפים שהמבטח יגן על המערכת באופן אוטומטי.

הגנה בפני חישמול

נוסף לשתי המשימות הנזכרות לעיל, מוטל על המבטח תפקיד נוסף- במקרה של התהוות קצר לנוף פתחתי, תקלה העלולה לגרום לחישמול, על המבטח למעול במהירות ולנתק את הזינה תוך 5 שניות.

דרישה זו מחייבת ערך נמוך של עכבת לילאת התקלה, כך שזרם התקלה אשר יתפתח יהיה מספיק גדול כדי לגרום שהמבטח יפעל תוך הזמן הנקוב.

מבטחים – יתרונות וחסרונות

נתיכים

נתיכים היו המבטחים הראשונים שהוכנסו לשימוש במערכות חשמל, וזאת זמן קצר ביותר לאור שהתברר כי יש צורך בהגנה על מיתקני חשמל בכלל, ועל מעגלים בפרט, בפני זרמי עומס יתר ובפני זרמי קצר.

הנתיכים, לסוגיהם השונים, הם למעשה מוליכים "ידקים" יותר מהמוליכים הראשיים אשר עליהם ברצוננו להגן והמותקנים בטור עימם.

בעת הופעת זרם עומס יתר או זרם קצר, המוליך הדק הזה מתחמם מהר יותר

מאחר שלמעשה לא ניתן לקיים מעקב חזותי שוטף אחר עוצמת הזרם במעגל, או אחר מצב הבידוד לאורך הכבל, עלינו לסמוך על המבטח אשר יספק לנו הגנה זו וישמור על רכיבי מערכת החשמל בפני הנזקים העלולים להיערם עקב זרמי עומס היתר.

הסכנות שבזרמי קצר

למרות כל המאמצים שעושים למניעת הופעת זרמי קצר במיתקן החשמל, הרי שבמקרים או במאחר תתרחש תקלה בלתי צפויה, וכתוצאה ממנה יתרחש קצר אשר יגרום בעקבותיו הופעה של זרם קצר (Short Circuit Current), המוגדר כ"זרם יתר במעגל שיש בו תקלה בעלת עכבה (Impedance) נמוכה מאוד בין שתי נקודות שקיים ביניהן מתח".

כאשר דנים במקרה של הופעת זרם קצר, עלינו לצאת מהנחה שתקלה זו מתרחשת כאשר המוליכים נמצאים כבר בטמפרטורה המירבית המותרת, למשל: 100°C או 90°C לפוליאתילן מוצלב (או בידוד נטול הלוגנים). אסור שעליית הטמפרטורה הנוספת עקב הקצר תעלה את הטמפרטורה של המוליך מעל ל- 160°C ל-P.V.C. או ל- 250°C לפוליאתילן מוצלב (או בידוד נטול הלוגנים).

הסכנות שבזרמי עומס יתר

זרם עומס יתר (Overload Current) מוגדר כ"זרם יתר במעגל שאין בו תקלה ונגרם על ידי העמסת יתר".

כידוע, הפעולה התקינה של חלקי מעגל חשמלי כל שהוא מבוססת על קיום רמת בידוד תקינה בין חלקים שביניהם אסור שיתהווה קצר.

בין חומרי הבידוד הנמצאים בשימוש יומיומי ניתן למצוא אוויר, נוזלי, שמן מינרלי, חומרים קרמיים (חרסינה), חומרים פלסטיים ועוד.

למעט אוויר וחומרים קרמיים (חרסינה), כל יתר חומרי הבידוד שהזכרנו מושפעים לרעה כאשר הטמפרטורה שלהם עולה מעבר לסף מסויים (בהתאם לתכונות של החומר). אם נתבונן באחד מחומרי הבידוד הנפוצים ביותר למטרת בידוד מוליכים וכבלים – פוליוניל כלוריד (פיו.סי. – P.V.C.), נראה כי P.V.C. רגיל מתחיל להתרכך בטמפרטורה של 70°C .

מכאן, מתבקשת המסקנה, כי יש להבטיח שגם במקרה של זרם עומס יתר ממושך לא תעלה הטמפרטורה המתמדת של המוליכים המבודדים בציוור, או של מוליכי הכבל מעל טמפרטורה זו.

9 פלג – מהנדס יעק

מהמוליך המוגן ולטמפרטורה גבוהה יותר. אם התקלה אינה מסולקת תוך זמן מסוים, המוליך הדק הזה ייקריב את עצמו וישרף. כך הנתוך מפסיק את הזרם במעגל ומציל את המוליך מגזק בלתי הפיך תוך שמירה על הפרמטרים שהוזכרו (וזאת בתנאי שהמיתקן תוכנן ונבנה כהלכה).

אם נסקור את תכונות הנתוך, נגיע למסקנה כי יש לו יתרון עקרוני אחד ויחיד – תכונה של "אל כשלי" (Fail Safe). מאחר שאין לו, למעשה, חלקים מכניים, הוא יפעל (ישרף) בשעת הצורך גם ללא טיפול או תחזוקה מונעת.

לעומת זאת, החסרונות של הנתוך הם:

- הנתוך הוא בעל אופיון שנקבע בהתאם לתקן שלו. זמני התגובה שלו לזרם עומס יתר ולזרמי קצר אינם ניתנים לשינוי האחד ביחס לשני.

- בגלל מיגבלות ייצור התקן מתיר תרומי תגובה רחבים ביותר בהשוואה למפסקים אוטומטיים וזעירים או למפסקים אוטומטיים. תכונה זו עלולה להביא לכך שההגנה באמצעות נתוך לא תהיה תואמת בצורה אופטימלית. אם נתייחס, למשל, לתוך רגיל המסומן בערך של 100A, נמצא שלפי התקן, **אסור** שהנתוך יישרף תוך שעותיים בזרם של 130 אמפר ובעוד שהוא **חייב** להישרף תוך שעותיים בזרם של 160 אמפר. במילים אחרות, התחום שבין 130 אמפר ובין 160 אמפר הוא תחום של אי ראות מבחינת פשלת הנתוך.

- הנתוכים מיוצרים לפי גדלים של זרמים עדיפים, ולכן לא תמיד נמצא הפיפה אופטימלית בין זרם ההעמסה הממוצע המתור למוליך (בתנאים שלו) ובין הנתוך המצוי. בדרך כלל ניאצל להתפשר ולוותר על "משהו" – או על הגנה מלאה או על כושר הולכת זרם (כפי שנואה בהמשך).

- בדרך כלל, ניתן לטעות בקלות ולהכניס נתוך לא נכון במקומו של נתוך שנשרף. דבר זה נכון במיוחד לגבי נתוכי "סכיניים" בעלי כושר ניתוק גבוה (HRC). גם הנתוכים המתוברנים, הנמצאים בשימוש בארץ, אינם משוחררים מחיסרון זה.

כאן הגענו למקום בו נתחיל להשתמש במושג חדש והוא **"זרם מתמיד ממוצע"**. מושג זה מוגדר כממוצע שבין זרם אי-ההפעלה הממוצע (זרם הבדיקה הנמוך) ובין זרם ההפעלה הממוצע (זרם הבדיקה הגבוה) בהתאם לתקן החל על המבטח. עבור נתוכים לזרמים העולים על 25 אמפר, זרם הבדיקה הנמוך הוא 1.3I_n וזרם הבדיקה הגבוה הוא 1.6I_n.

בערך זה של **זרם מתמיד ממוצע** נשתמש כאשר נרצה להחליט אם מבטח

מסויים עונה לדרישות ההגנה של מוליך מבודד. כללית, נוכל להניח שהזרם המתמיד הממוצע של המבטח חייב להיות נמוך יותר מאשר הזרם המתמיד המירבי של המוליך המבודד עליו ברצוננו להגן.

המפסק האוטומטי הזעיר

למפסק האוטומטי הזעיר חלק מהמיגבלות של הנתוך, כגון מוגבלות לזרמים עדיפים וכן חוסר אפשרות לשינוי אופיון זרם עומס היתר לבין השיחרור המהיר (מגנטי) לזרמי קצר. כמו כן אין לשכוח כי מפסקים אוטומטיים וזעירים מיוצרים רק עבור זרמים של עד כ-50 אמפר בלבד. מיגבלה זו מאפשרת שימוש בהם כהגנה על מוליכי נחושת בעלי חתכים של עד 25 סמ"ר או 35 סמ"ר.

כמו כן, קיימים מפסקים אוטומטיים וזעירים תקינים בעלי אופיונים שונים אשר הנמוצים ביניהם הם "L" ו-"G". לא כאן המקום להתייחס לנקודה זו של האופיונים השונים, אך חייבים להעיר שהאופיון המתאים ביותר להגנת מוליכים מבודדים במעגלים הוא "L" בלבד.

המפסק האוטומטי הזעיר מהווה את ההגנה האופטימלית בלוחות, במיוחד בלוחות דירתיים. מאחר שהוא מאפשר תיפעול בטוח ואמין (אין צורך בשליפת נתוכים לצורך החלפתם וגם נמנעות טעויות של התקנת הגנה לא נכונה במקרה של פעולה כתוצאה מזרם עומס יתר או מקצר).

ניתן לאמפר שלמפסק האוטומטי הזעיר חיסרון בסיסי אחד – בגלל היותו התקן אלקטרו-מכני הוא עלול לא לפעול כתוצאה מתקלה מכנית (ציריים "תפוסים" בגלל שיתוך, קפיץ שביר וכו').

המפסק האוטומטי

כאשר אנו דנים במיתקני חשמל "כבדים" כגון, רשתות חלוקה או מיתקנים תעשייתיים, הרי שמבחינה מעשית הברירה העומדת בפנינו היא בין נתוכים לבין מפסקים אוטומטיים.

נראה כי במקרים אלה קיימת עדיפות ברורה למפסק האוטומטי על פני הנתוך וזאת עקב הנמישות הרבה יותר המתאפשרת, בעיקר, על ידי התכונה של הכיוונון הנפרד של ההגנה בפני זרם עומס היתר, וההגנה בפני זרם קצר (וזאת קבלי להתייחס ליתרונות אחרים כגון: השגת סלקטיביות טובה יותר על ידי השויות בעלות כיוונון לפעולה בזרמי קצר או אפשרויות לחיבור והפסקה מרוחק וכו').

במפסקי זרם אוטומטיים מקובל, לגבי ההגנה בפני זרם עומס יתר (ההגנה התרמית) שזרם אי ההפעלה הממוצע (זרם הבדיקה הנמוך) הוא 1.05I_n ואילו זרם ההפעלה הממוצע (זרם הבדיקה הגבוה) הוא 1.15I_n (כאשר I_n הוא הזרם המכוון).

מכאן ניתן לראות, כי התחום של אי הודאות בפעולת ההגנה הוא הרבה יותר קטן במפסקי זרם אוטומטיים מאשר בנתוכים.

דוגמאות לפעולת מפסקים אוטומטיים

נציג כאן כמה דוגמאות אשר יבהירו לנו את הנמישות שבהגנה על ידי מפסקים אוטומטיים.

דוגמה א'

ניקח, לדוגמה, מעגל תלת-מופעי שבו מוליכי המופעים הם מנחושת, בחתך של 50 ממ"ר, בעלי בידוד P.V.C. רגיל, מותקנים בצנור מחומר פלסטי בטמפרטורה אופת של 35°C. בהתאם לטבלאות העמסת מוליכים, הזרם המתמיד המירבי במוליכים הוא 124 אמפר.

במקרה זה, אם נשתמש בנתוך כמבטח הרי שעליו להיות בעל זרם נקוב של 80 אמפר, שהזרם המתמיד הממוצע שלו הוא 116 אמפר, שמחושב באופן הבא:

$$\frac{80 \times (1.3 + 1.6)}{2} = 116A$$

נתוך של 100 אמפר אינו מתאים במקרה זה, כי הזרם המתמיד הממוצע שלו הוא 145 אמפר, שמחושב באופן הבא:

$$\frac{100 \times (1.3 + 1.6)}{2} = 145A$$

זרם זה עולה על המותר – 124 אמפר – עבור המוליך במעגל הנדון.

לעומת זאת, אם נשתמש במפסק אוטומטי כמבטח, נוכל לכוונון אותו לזרם של 112 אמפר, לפי החישוב הבא:

$$\frac{112 \times (1.05 + 1.15)}{2} = 123.2A$$

דוגמה ב'

אם יש לנו התנאים והטמפרטורה האופפת תעלה ל-45°C (במקום 35°C), הזרם המתמיד המירבי יהיה עתה, באותו מעגל, 105 אמפר, שמחושב באופן הבא:

$$124 \times 0.85 = 105A$$

אי לכך, כבר לא נוכל, בהתאם לתקנות להעמסת מוליכים בעלי בידוד P.V.C., להשתמש בנתוך של 80 אמפר וניאלץ לבחור בנתוך נמוך יותר, של 63 אמפר, בהתאם לחישוב הבא:

$$\frac{63 \times (1.3 + 1.6)}{2} = 94.5A$$

לעומת זאת, במפסק האוטומטי נוכל להסתפק בשינוי הכיוונון של ההגנה התרמית לערך של 95.5 אמפר, בהתאם לחישוב הבא:

$$\frac{95.5 \times (1.05 + 1.15)}{2} = 105A$$



איור 1
מפסק המצויד ביחידות ניתוק
תרמיות ומגנטיות מתכוונות

450+400 אמפר. במקרה זה, אם תותקן הגנה מגנטית קבועה של 700 אמפר לא יהיה הגרטרור מוגן כלל בפני קצר, ועד שההגנה התרמית תפעל בזרם זה יש להניח כי הגרטרור כבר ייטק.

המסקנה העיקרית היא שהשימוש במפסק זרם אוטומטי ללא אפשרות של כיוונון ההגנה המגנטית בפני זרמי קצר מגביל אותנו מראש בהשוואה למיטות התיפעול של מפסק אוטומטי בעל אפשרות כיוונון כזאת.

לכן, קבלת הגנה אופטימלית מותנית בשימוש במפסקים בעלי הגנה תרמית והגנה מגנטית מתכוונות.

סיכום

במסגרת מאמר זה ניסינו לתאר את הסוגים השונים של המבטחים העומדים לרשותנו וכן את יתרונותיהם וחסרונותיהם.

נראה כי המסקנות המתבקשות הן:

- לגבי מבטחים המותקנים, למשל, בדירות מגורים, משרדים, תחנות, ומתופעלים על ידי אנשים שאינם בעלי מקצוע בתחום החשמל, ההגנה הטובה ביותר ונהדרשת בתקנות היא באמצעות מפסקים אוטומטיים זעירים (בעלי אופיון I), שתיפעולם בטוח ואינו מותיר מקום לטעויות.
- כאשר יש צורך בהגנת מעגלים שורמם הנקוב עולה על 50 אמפר, הפיתרון האופטימלי הוא מפסק זרם אוטומטי.
- נתיכים, בגלל תכונת היאל כשלי שלהם, מתאימים ביותר למטרת הגנה עורפית (Back-Up) שאינה מחייבת תחזוקה וטיפול.

שלו בפני זרם קצר קבועה לטרך אחד של 700 אמפר.

התקנת מפסק זרם אוטומטי כזה לא תאפשר למתכנן ולמפעיל להתאים את נקודת המעבר של ההגנה (מאופיון תרמי לאופיון מגנטי) להפסקה מיידית בהתאם לעכבת לולאת התקלה, או בהתאם לאופי המעגל המוגן (זינת מנועים בעלי זרם התנעה גבוה או מכשירי צריכה בעלי זרם התחלתי נמוך ביחס לזרם הנומינלי שלהם).

כל האפשרויות האלה פתוחות כאשר בוחרים, לדוגמה, במפסק זרם אוטומטי לזרם נקוב של 100 אמפר, שבו תחום כיוונון ההגנה המגנטית הוא 1150+600 אמפר.

אם, נוסף לתחום הכיוונון הנקוב של 400+150 אמפר, ניתן להחליפו בחתקן מגנטי אחר בעל תחום כיוונון של 400+760 אמפר (או אפילו בהתקן בעל תחום כיוונון של 260+475 אמפר), יהיה בידו פיתרון טכני מעולה להתמודדות עם מינון של בעיות, כגון:

- עכבות שונות של לולאת התקלה.
- שינויים בתנאים של זרמי התנעה.
- סלקטיביות.
- הגבלת נזקים עקב קצרים אפשריים, וכו'.

שתי הדוגמאות הבאות מבהירות את הבעייתיות הקיימת במפסקים בעלי הגנה מגנטית קבועה.

דוגמה א'

ברצוננו להגן על מנוע בהספק של 60 כ"ס הפועל בתנאי התנעה קשים. זרם העבודה של המנוע הוא, לפי הנתונים, כ-85 אמפר. בזמן ההתנעה צורך המנוע זרם של 800-900 אמפר לזמן קצר. אם נשתמש בהגנה מגנטית של 700 אמפר, שאינה ניתנת לכיוונון, לא נוכל בכלל להתניע את המנוע.

אם נתבונן בחסרונות המפסק האוטומטי, נראה כי נוסף לחסרונות המפסק האוטומטי הועי (שכבר הזכרנו), יש בו חיסרון נוסף – עלול לקרות שבמשך הזמן משתנים הכיוונות שלו, בגלל ריטוט, למשל. במקרה כזה נמצא הפיתרון בהתקן הגנה מגנטי מתכוונן, שניתן לקבוע אותו לתגובה בזרם העולה על 900 אמפר.

דוגמה ב'

כאשר מדובר בהגנה על גרטרור סיבובי או ממיר, יהיו זרמי הקצר המירביים הצפויים (גם במקרה של קצר מלא) נמוכים בהרבה מהמקובל לגבי אספקה משנאי רשת, וזאת בגלל העכבה הפנימית הנבונה של מקורות זינת אלה.

בגרטרור תלת-מופעי בהספק של 70 ק"ו, יהיה הזרם הנקוב של כל מופע כ-100 אמפר במתח של 230 וולט. זרם הקצר הצפוי הוא

סכאן ניתן להסיק, כי המפסק האוטומטי מאפשר, על ידי גמישות כיוונון, העמסה מלאה של המוליכים על ידי כיוונון נכון, בעוד שכאשר משתמשים בנתיכים מאבדים, בדרך כלל, חלק מכוחו ההעמסה המותר.

הגנה בפני זרם קצר

בנקודה זו נתייחס להיבט אחר של תכונה הנדרשת מהמבטח – הגנה בפני זרם קצר.

בדרך כלל לא מתעוררת בעיה כאשר דנים בהגנה בפני זרם קצר בין שני מופעים או בין מופע למוליך אפס במעגל, וזאת בגלל הנחת היסוד הבאה: מאחר שמפל המתח המירבי המותר בזמן העמסה מלאה של מעגל אינו עולה על 5%, הרי שקיום תנאי זה משמעותו, כי במקרה של קצר "מסיבי" (Bulged) יהיה זרכו של זרם הקצר כסדר גודל של פי 20 מערכו של הזרם הנומינלי של המעגל. זרמים כאלה יגרמו לשריפת הנתך תוך זמן קצר ביותר ויגנו על המוליכים הנדרש.

לעומת זאת, מתעוררת בעיה כאשר מתבניים במתרחש כאשר הקצר הוא בין מופע להארקה. במקרה זה, ביחוד במיתקנים קיימים המוגנים בהארקת הגנה (TT) – מתעוררת הבעיה אם הנתך יישרף תוך 5 שניות כנידרש בתקנות.

אם נתייחס למעגל הקודם שלנו, המוגן באמצעות נתיכים של 80 אמפר, הרי שעכבת לולאת התקלה אסור שתעלה על 0.51 אוהם, וזאת כדי שזרם הקצר לאדמה יהיה בן 450 אמפר לפחות (כדי להבטיח את שריפת הנתך תוך 5 שניות) ובכן – מה עלינו לעשות אם בבדיקה יתברר כי עכבת לולאת התקלה הממשית היא, למשל, 0.6 אוהם?

אם נתעקש להשתמש בנתיכים, ניאלץ להתקין, להגנת המעגל, נתיכים בעלי זרם נקוב של 63 אמפר לכל היותר, ובצורה זו להקטין, פעם נוספת, את כושר ההעמסה של המעגל.

פתרונות אחרים יכולים להיות הנדלת חתך מוליכי המעגל (מעולה שלא תמיד אפשרית) או השקעה בשיפור הארקה.

לעומת זאת, ניתן בדרך כלל לשנות את הכיוונון של ההגנה המגנטית של המפסק האוטומטי, כך שהתנאי של הפסקת המעגל תוך 5 שניות, במקרה של קצר להארקה, יתקיים.

יתרונות נוספים של מפסקים בעלי הגנה מגנטית מתכווננת (איור 1)

קיימים מפסקי זרם אוטומטיים שבהם ההגנה המגנטית היא קבועה ואינה ניתנת לכיוונון. ניקח, לדוגמה, מפסק זרם לזרם נקוב של 100 אמפר בעל אפשרות כיוונון ההגנה בפני עומס יתר כבולות שבין 63 אמפר ובין 100 אמפר, אולם ההגנה המגנטית

תוכנית רב-שנתית לשיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים *

ד"ר חיים קמיל

אמינות אספקת חשמל של מערכת חברת החשמל מקורה ביכולתה לספק חשמל לצרכנים ברמה הדרושה מבחינת רציפות האספקה ומבחינת איכותה. מאמר זה דן בדרך הטיפול של חברת החשמל בשיפור אמינות אספקת חשמל לצרכנים במערכת החלוקה מבחינת רציפות האספקה בלבד.

אמינות אספקת חשמל של מערכת חברת החשמל

כידוע, אספקת החשמל לצרכנים איננה רציפה, בגלל הפרעות במערכת חברת החשמל שחלקן לא ניתן למניעה. הנורמים להפרעות במערכת חברת החשמל הם רבים, כגון:

- **נורמים אטמוספריים**
ברקים, רוחות חזקות, זיהום מבודדים ועוד.
- **נורמים חיצוניים**
עצים, נופים זרים, אש, ציפורים, אנשים ועוד.
- **נורמים מחוץ לרשת**
חוסר גרציה, ציוד עזר בתחנות משנה ועוד.

ההפרעות יכולות להתרחש בחלקים השונים של מערכת חברת החשמל והם:

- **מערכת הנגרציה**
תחנות כוח.
- **מערכת ההעברה וההשנאה**
קווי מתח עליון, תחנות מיתוג ותחנות משנה.
- **מערכת החלוקה**
קווי מתח גבוה, תחנות טרנספורמציה, קווי מתח נמוך.

במערכת הנגרציה ובמערכת ההעברה, המרכיבים השונים מחוברים ביניהם באופן שהפרעה באחד מהם אינה גורמת, בדרך כלל, להפסקת אספקת החשמל לצרכנים.

לעומת זאת, המרכיבים השונים של מערכת החלוקה מחוברים ביניהם באופן שהפרעה באחד מהם גורמת תמיד להפסקת חשמל לצרכנים.

אמינות האספקה במערכת החלוקה - חקר ראשוני

הטיפול באמינות האספקה במערכת החלוקה הוטל, לפני מספר שנים, על יחידת הרשת

* הרבאה בנושא הוגשה במסגרת הכנס המקצועי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל, שנערך לאחרונה במרכז הקונגרסים בתל אביב על ידי מערכת "התקע המצדיע".

חי קמיל - סגן מנהל מחלקת רתיק, חליב ותפגיל, אגף הצרכנות, ורשת הארצית, חברת החשמל

האספקה לצרכנים בחברת החשמל.
בדיוח זה נקבע:

- מדדים לתיאור רמת אמינות האספקה (טבלה 1).
- רמת אמינות קיימת של אספקת חשמל לצרכנים בחברת החשמל לישראל בהשוואה לזאת של חברות חשמל אחרות בעולם (טבלה 2).
- מדוי יעד אשר יבטיחו בעתיד רמת מזערית של אמינות אספקת חשמל לצרכנים במדינה שפותחת (טבלה 2).

הארצית של חברת החשמל. יחידה זו התבקשה, בין היתר:

- לחקור את נושא אמינות אספקת החשמל לצרכנים.
 - לקבוע קריטריונים ומושגים לתיאור אמינות האספקה.
 - להמליץ על הצעדים הדרושים לשיפור המצב.
- יחידת הרשת הארצית ביצעה חקר ראשוני בנושא. בסיומו, הכינה והוציאה לאור, באוקטובר 1987, את הדו"ח **אמינות**

טבלה 1
מדדים לאמינות אספקת החשמל לצרכנים

יחידת מדידה	תיאור	סימן	שם הממד
דקות לשנה	משך ממוצע של אי אספקת חשמל לצרכן בשנה	\bar{U}	מדד משך ההפסקות (Average Interruption Duration Index - AIDI)
לשנה	מספר ממוצע של הפסקות באספקת חשמל לצרכן בשנה	$\bar{\lambda}$	מדד תדירות ההפסקות (Average Interruption Frequency Index - AIFI)
דקות	מדד ממוצע של הפסקה אחת לצרכן	\bar{r}	מדד שיקום האספקה (Customer Average Interruption Duration Index - CAIDI)
יחס או אחוזים	חלק יחסי של זמן שהצרכן מקבל חשמל יחסי בין כמות האנרגיה שסופקה במהלך לבין כמות האנרגיה שהצרכן היה מקבל ללא ההפסקות	\bar{A}_i (\bar{A}_c)	מדד אמינות האספקה (Average Service Availability Index - ASAI)

טבלה 2
רמת אמינות קיימת של אספקת חשמל לצרכנים בחברת החשמל לישראל בהשוואה לזאת של חברות חשמל אחרות בעולם ומדוי יעד

משך שנותי של הפסקות לצרכן (דקות)							סיבת ההפסקות באספקת החשמל				
חברת החשמל לישראל						מדינת ישראל				מדינת ישראל	מדינת ישראל
מדינת ישראל		מדינת ישראל		מדינת ישראל							
רמת יעדר	רמת יעדר	רמת יעדר	רמת יעדר	רמת יעדר	רמת יעדר	מדינת ישראל	מדינת ישראל	מדינת ישראל			
1.5	—	—	—	—	—	1.5	—	—			
19	18.0	10.3	18.0	10.3	18.0	19	18.0	10.3			
40.0	15.0	3.0	104.0	15.0	32.0	40.0	15.0	3.0			
100.0	70.0	13.0	152.0	17.0	40.0	100.0	70.0	13.0			
40.0	15.0	10.0	—	—	—	40.0	15.0	10.0			
100.0	80.0	25.0	100.0	17.0	11.0	100.0	80.0	25.0			
450.0	100.0	30.0	100.0	17.0	11.0	450.0	100.0	30.0			
150.0	100.0	18.0	100.0	17.0	11.0	150.0	100.0	18.0			
400.0	100.0	40.0	100.0	17.0	11.0	400.0	100.0	40.0			

* ללא רשת מתח נמוך.

- אמצעים שונים מומלצים לשיפור אמינות האספקה.

החישובים השונים בדו"ח היו מבוססים על נתונים שנלקחו מסטטיסטיקות בנושא הפרעות, הפסקות ונוקים ברשתות החלוקה של מתח גבוה של חברת החשמל. יש לציין, שיחידת הרשת הארצית מנהלת סטטיסטיקה זו כבר כעשר שנים.

כדי לקבוע את רמות היעד של אמינות אספקת החשמל לצרכנים, היה צורך להבדיל בין סוגים שונים של צרכנים. לפיכך סווגו הצרכנים לשלוש קבוצות, בהתאם לפירוט הבא:

■ קבוצה א'

צרכנים שהפסקה באספקת חשמל גורמת סכנה לחיי בני אדם, גורמת לסכנות שרירותיות ו/או פיצוצים, לשיבושים בפעילות מערכות חיוניות ולנזקים כבדים לציוד או למוצרים.

■ קבוצה ב'

צרכנים שהפסקה באספקת חשמל גורמת להם הפסדים כספיים משמעותיים.

■ קבוצה ג'

צרכנים שהפסקה באספקת חשמל גורמת להם אי נוחות ושיבושים במהלך חייהם היום יומיים.

הצרכנים הנכללים בקבוצה א' זקוקים לרמה הגבוהה ביותר האפשרית של אמינות אספקת החשמל, ולכן הם צריכים להשקיע משאבים כדי לקבל רמת אמינות זו ללא התייחסות לשיקולים כלכליים.

לצרכנים הנכללים בקבוצה ג' יש להבטיח אמינות אספקת החשמל ברמה הקרובה, ככל האפשר, לזו המקובלת במדינות מפותחות לרוב הצרכנים, בהתחשב במצב הקיים של רשתות החלוקה בישראל. לכן גם עבורם לא קיימים שיקולים כלכליים.

לעומת זאת, כל צרכן הנכלל בקבוצה ב' צריך לשקול אם הרמה של אמינות אספקת החשמל של צרכן קבוצה ג' מספקת אותו, או אם הוא מוכן להשקיע משאבים כדי להשיג רמה גבוהה יותר של אמינות אספקת החשמל.

הטיפול בשיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים בדו"ח הנייל מתייחס לצרכנים הנכללים בקבוצה ג' – הקבוצה הגדולה והבסיסית של צרכני חברת החשמל.

יש לציין, שחברת החשמל מעוניינת לספק את החשמל לכל צרכניה ברמה הגבוהה ביותר של אמינות אספקה, וזאת בהתחשב בהגבלות הטכניות הקיימות (מבנה הרשת, אורכה ומיקומה) ובסוגי הצרכנים המואנים מרשת זו.

בהתאם לכך, וכדי לקבוע מדדי יעד לאמינות אספקת החשמל לצרכנים, היה צורך

להבדיל בין סוגים שונים של רשתות החלוקה. רשתות אלו סווגו באופן הבא:

■ רשת עירונית תת קרקעית.

■ רשת עירונית עילית.

■ רשת לא עירונית.

יש לציין, שמקובל גם בעולם לסווג את רשתות החלוקה בהתאם לסוגים המוזכרים לעיל, וכן לקבוע מדד יעד שונה לכל סוג רשת.

תוכנית רב שנתית לשיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים מרשתות מתח גבוה

לאור המצב הירוד של רמת אמינות אספקת החשמל לצרכנים בישראל לעומת זו שבמדינות אחרות בעולם (ראה טבלה 2), וכדי לזרז את הטיפול בשיפורה, הוקמה בחברת החשמל בישראל בשנת 1988 ועדה לשיפור אמינות האספקה.

ועדה זו היתה מורכבת מנציגי יחידת הרשת הארצית (יורד, מרכז ומוסחה) ומנציגי מחלקות תיכנון וטיפול של ארבעת המחוזות של החברה.

תוכנית העבודה שלפיה פעלה הוועדה כללה ארבעה שלבים.

שלב א': איסוף מידע

שלב זה כלל את הפעילויות הבאות:

- איסוף מידע על עקרונות קיימים לתיכנון רשתות חלוקה.
- לימוד עקרונות תיפועל קיימים וסכימות של קווים.
- איסוף מידע על ציוד קיים בעולם המיועד לשיפור אמינות האספקה, כגון מקטעים, מפסקים וכדומה.
- בדיקת אפשרויות של שילוב ציוד חדש במערכת הקיימת (התאמה עם הננות וכו').

שלב ב': תיכנון רשתות חדשות

הוועדה הכינה כמה כללים:

- כללי בדיקה טכנו-כלכלית של כדאיותה של הוספת אמצעים לשיפור אמינות האספקה.
- כללי תיכנון רשתות מתח גבוה תת קרקעיות.

שלב ג': שיפור רשתות קיימות

הוועדה ביצעה את הפעילות הבאה:

- הכנת הנחיות לשיפור אמינות אספקה ברשתות קיימות.
- הכנת פרויקט דוגמה מעשי של יישום הנחיות לשיפור אמינות אספקה.
- אומדן כמותי וכספי ליישום ההנחיות הנזכרות לעיל ולוח זמנים.

שלב ד': המלצות על אמצעים לשיפור תיפועל ואחזקה של רשתות

עם סיום עבודת הוועדה לשיפור אמינות האספקה, יחידת הרשת הארצית הכינה והוציאה לאור, בספטמבר 1989, את הדו"ח **שיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים מרשתות חלוקת מתח גבוה**. בדו"ח זה נסקרו ונבחנו הנושאים הבאים:

- תיכנון רשתות חלוקה חדשות.
- שיפורים ושיפוצים של רשתות קיימות.
- הכנסת אמצעי אוטומציה, ציוד פיקוד מרחוק ואיתור מקומות תקלה לרשתות חלוקה.
- האמצעים המומלצים להשגת הרמה הדרושה של אמינות אספקת החשמל לצרכנים הם:
 - א. תיכנון קווים חדשים בהתאם לכללים ותקנים.
 - ב. חימוש קווים קיימים כדי להביאם למצב תיקני.
 - ג. אחזקה מונעת נאותה.
 - ד. שימוש בציוד לאוטומציה, לפיקוד מרחוק ואיתור תקלות.
- השימוש בציוד ייעשה באופן הבא:

■ ברשתות עיליות עם נקודת אפס מאורקת דרך סליל פטרסון:

- ★ מתקי עומס עם מנגנון הפעלה רימוח מקומי, המאפשרים, בעת הפרעה, איתור אוטומטי של מקום התקלה כקו והפסקה אוטומטית של הקטע הפגום בלבד.
- ★ פיקוד מרחוק.

■ ברשתות עיליות עם נקודת אפס מאורקת בקשיחות:

- ★ מספקי זרם על עמודי רשת עם מנגנון להפסקת קטע של קו בגלל הפרעה, וביצוע חיבור חוזר של קטע זה לאחר תיקון ההפרעה.
- ★ פיקוד מרחוק.
- ★ מחזורי תקלות.

■ ברשתות תת קרקעיות:

- ★ פיקוד מרחוק.
- ★ מחזורי תקלות.

ביצוע פרויקט זה של שיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים מרשתות חלוקת מתח גבוה, כלומר, התקנת האמצעים הנזכרים לעיל, בכל רשתות חלוקת המתח הגבוה של חברת החשמל, תימשך עשר שנים.

הכנת תוכנית עבודה מפורטת תיעשה בהתייחס לסדר עדיפויות שייקבע בהתאם לנוק הכספי למשק הלאומי הנגזר עקב ההפסקות בכל קו וקו.

שיטות חדשות שהונהגו בחברת החשמל לשיפור האחזקה המונעת של הקווים והרשתות

אינג' אנדריי שטיינר

תפקידה העיקרי של חברת החשמל הוא לספק אנרגיה חשמלית. כחברה לאומית, אחראית חברת החשמל לכל תהליכי הייצור, ההובלה והחלוקה של אנרגיה חשמלית לצרכנים, החל בצרכנים הגדולים ביותר, כגון מפעלי ים המלח או מקורות, וכלה בצרכנים הקטנים ביותר. במנחים מקצועיים של התקשרות בין הצרכנים ובין חברת החשמל מדובר באמינות אספקת החשמל. אמינות אספקת חשמל של מערכת חברת החשמל מוגדרת כיכולת לספק את החשמל לצרכנים ברמה הדרושה הן מבחינת רציפות האספקה והן מבחינת איכותה. חברת החשמל שומרת על כלל זה עד כמה שאפשר, אך למרות הכל, אספקת החשמל לצרכנים איננה רציפה, בגלל הפרעות במערכת החשמל, אשר את חלקן לא ניתן למנוע. מאמר זה דן בשיטות מיוחדות של אחזקה מונעת של קווים ורשתות המביאות לשיפור אמינות אספקת החשמל.

אחזקה מונעת

הצעד הגדול ביותר לשיפור אמינות אספקת החשמל שנעשה בשנים האחרונות במסגרת חברת החשמל הוא האחזקה המונעת.

נקבעו כמה כללים לבדיקות תקופתיות של מיתקני הרשת בכל רמות המתח. את הכללים האלה ניתן לחלק לשלוש קבוצות עיקריות.

ביקורות תקופתיות ללא ניתוק מתח

ביקורות אלו מתבצעות לאורך הקווים או בתוך המיתקנים על ידי עובדים מוסמכים לכך. מטרתן נגזרת מתקלות וליקויים כדי לקבוע עדיפויות ולוח זמנים לביצוע תיקונים לשם הבטחת אספקת חשמל סדירה.

העובד המבצע את הבדיקה מצויד בטופס ייעודי שבו הוא רושם את ממצאי בדיקתו: נתונים מזהים של אתר הבדיקה וכן את הליקויים שהתגלו בזמן הבדיקה.

הנתונים שנאספו בזמן הביקורת מועברים למחלקת האחזקה וההשגחה במחוזות, ושם מחליטים על עדיפויות ביצוע התיקונים. בכל מקרה, דואגים בזמן התיקונים לספק חשמל לצרכנים באזור על ידי אספקה מקבילה.

דרישות תקינות במסגרת אחזקה מונעת

דרישות תקינות כוללות את כל הכללים, התקנים והדרישות הטכניות הנוגעים ומתייחסים להפעלת מיתקני חשמל בצורה סדירה.

בכללים אלו מוזכרים כל פריטי הרשת והמיתקנים שחייבים להיבדק במסגרת בדיקה תקופתית עם הפסקת מתח, כולל המלצות למצב תקינות של פריטים ומיתקנים. אם יש סתירה בין המלצה ובין המצב בשטח, מצויות בכללים גם הוראות בנושא שיטות לתיקון התקלות.

אי שטיינר – הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל לישראל

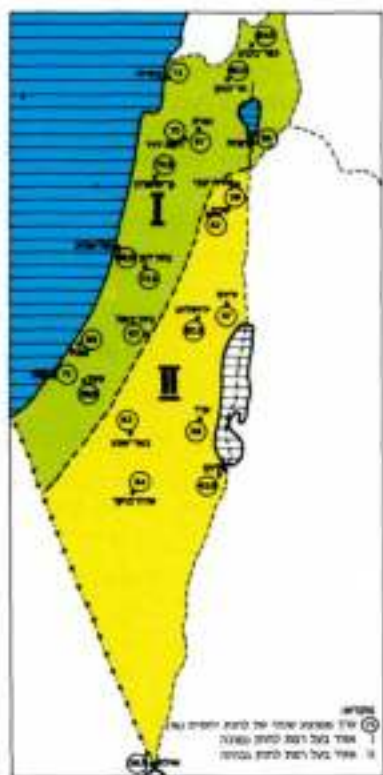
הכללים במסגרת אחזקה מונעת

במסגרת הכללים לאחזקה מונעת הוצאו גם כללים מיוחדים, שתפקידם להסדיר פעולות לשיפור מיתקני רשת, הנכללים בהגדרה של אחזקה מונעת.

תדירות הבדיקות התקופתיות נקבעת לפי האיזור האקלימי שבו מותקנים הציוד או המיתקן. את תדירות הביקורת קובעת, בין היתר, גם הלחות באיזור (איור 1). יש ציוד הדורש ביקורת תקופתית פעם בחצי שנה. לדוגמה, שנאים מיוחדים או מבדדים באזורים שבהם רמת ויהום האוויר גבוהה מאוד, ויש ציוד הדורש ביקורת תקופתית פעם בשש שנים – קווים אוויריים באזורים יבשים.

דוגמה אחרת של הכללים הנכללים במסגרת אחזקה מונעת היא הכלל לבדיקות ריקבון של עמודי עץ. בגלל האקלים הקשה השורר באזורנו, ריקבון של עמודי עץ הוא תופעה נפוצה. עמוד רקוב הוא סכנה לעובד החברה, שבמסגרת תפקידו חייב לטפס עליו. במקרים קריטיים יכול העמוד לנרום לתקלה בגלל קריסתו. הכלל לבדיקות ריקבון של עמודי עץ מסביר שיטות בדיקה וכן את אופן סיווג מצב עמודי העץ שנתקפו בריקבון. איור 2 מציג את הטופס הייעודי שבו ממלא העובד את ממצאי בדיקתו.

דוגמה נוספת היא הכלל לטיפול בשנאי חלוקה בשמן. שנאי זה, בגלל התקנה חיצונית, פגיע מאוד. לשנאי זה יש חשיבות



איור 1

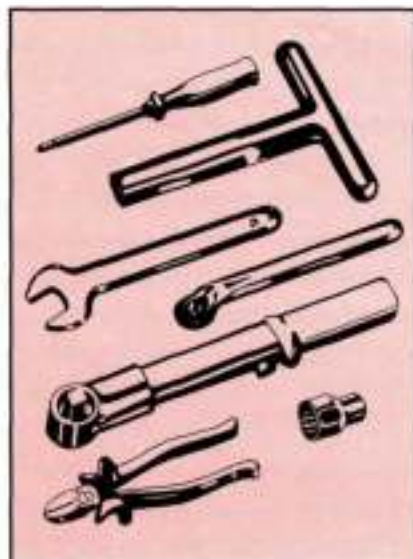
מפת חלוקת הארץ בהתאם לרמת הלחות

דו"ח בדיקת ריקבון של עמודי עץ

מיקום	סוג עמוד	מצב ריקבון			שם עובד	תאריך
		מצב טוב	מצב בינוני	מצב ריקבון		

איור 2

דו"ח בדיקת ריקבון של עמודי עץ - טופס בדיקה



איור 3
כלים לעבודה במתח חי

במתח הפריצה הדרוש (איור 4). בצורה זו מסוגלים עובדי החברה לבצע כמעט כל עבודה כאילו היתה מבוצעת בידיים חשופות. הכשרת העובדים לעבודה בתנאים אלו מחייבת הדרכה מיוחדת וממושקט, אך כל ההשקעה בנושא זה היא כדאית, מאחר שאם ניתן למנוע הפסקה אחת, או רבות, באספקת החשמל לצרכן במתח גבוה, הרי שהתמורה היא מיידית מבחינת אמינות האספקה של חברת החשמל.

שיטות עבודה במתח חי במתח גבוה משתכללות מיום ליום, וכעת חברת החשמל

למהלך העבודה וגם מורידה את רמת הבידוד של העובד. לפיכך משתמשים בכפפות בד, הנלבשות מתחת לכפפות הגומי, ותפקידן הוא לספוג את היערה.

עובד היוצא לעבודה במתח חי, מצויד איפוא בשלושה זוגות של כפפות: כפפות גומי, בד ועור. העובד חייב ללבוש את כל הכפפות כדי שיוכל לבצע את העבודה בביטחה, למרות אי הנוחות והקושי שהן גורמות לו.

לצורך ביצוע העבודה במתח חי, העובד מצויד גם בערכת כלי עבודה (איור 3). כל כלי עבודה הנמצא בשימוש הוא כלי שנבדק על ידי היצרן במתח של 5,000 וולט או 10,000 וולט – תלוי בתפקודו.

בשיטת עבודה זו, ניתן לתקן או לשפר כמעט את כל החיבורים הקשורים לבתים וכן תיקונים ברשת מתח נמוך. כדוגמה לעבודה מסוג זה נזכיר את החלפת מנעם בגודל כלשהו בתוך בית או החלפת מבדד תמיכה ברשת מתח נמוך.

חברת החשמל מבצעת כיום, בשיטה זו – עבודה במתח חי – כמעט כל חיבור של מיתקן חדש לרשת היה במתח נמוך.

עבודה במתח גבוה

שיטת העבודה במתח חי במתח גבוה שונה לחלוטין משיטת העבודה במתח חי במתח נמוך. בעבודה במתח חי במתח גבוה, העובד יכול להיפגע רק מעצם התקרבותו לגוף הנמצא תחת המתח הגבוה, אף על פי שכל אמצעי ההגנה העומדים לרשותו, כפפות וכלי עבודה, עומדים במתחים הדרושים.

מסיבה זו, העבודה במתח גבוה נעשית ממרחק, בעזרת מוטות מבודדים העומדים

רבה באספקת החשמל לצרכנים, מאחר שכל תקלה בו משתקת איזור שלם של אספקת חשמל לצרכנים.

בתוך הכלל מפורטים כל האבזורים החייבים להיבדק, נתונים טכניים לצורך ביקורת תקופתית, וכן אופן הטיפול בליקויים שנתגלו.

תוצאות כל סוגי הבדיקות התקופתיות, הנערכות בהתאם לפירוט הבדיקות הנזכרות לעיל, מאוחסנות במאגר מידע ממוחשב המשרת את כל המחוז. בקרוב יאוחסן מידע זה במאגר המידע הכללי של חברת החשמל.

שיטות לאחזקה מונעת של קווים

במסגרת שיפור אמינות האספקה, מבצעת חברת החשמל עבודות מיוחדות שתפקידן לשפר את תיפקוד הרשתות וזאת מבלי להפסיק את המתח בקווים. באמצעות שיטות אלו משפרים רשתות, והצרכן, ללא תלות בגודלו, לא חש שנעשות עבודות כלשהן בקו.

מכל השיטות הקיימות, נזכיר במסגרת מאמר זה רק את השיטות החשובות והמקובלות ביותר:

- עבודה במתח חי (עמ"ח).
- שיטת מבדדים.
- בדיקות תרמוגרפיות.

עבודה במתח חי (עמ"ח)

עיקר העבודות במתח חי הוא ביצוע עבודות של קווים או של חיבורים לבתים במתח נמוך ובמתח גבוה.

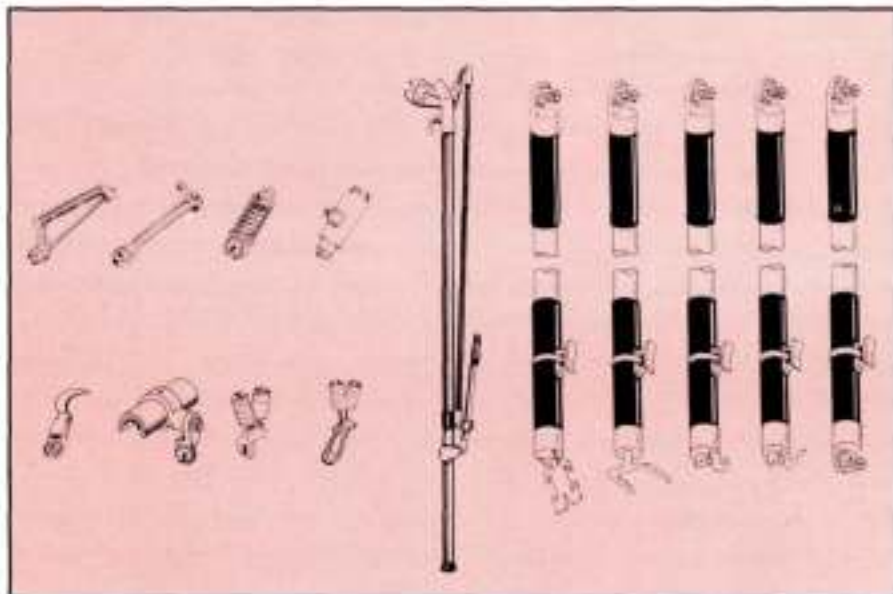
עבודה במתח נמוך

העבודה מבוצעת באמצעות סוגי יסיר כמיתקן המטופל. העובד סוגן מפני פגיעה חשמלית באמצעות סוגים שונים של הגנות.

כפפות גומי משמשות הגנה עיקרית על העובד. תפקידן לבודד את ידי העובד מהנקודה החיה. כדי לאפשר לעובד עבודה קלה, הכפפות צריכות להיות דקות, ומכאן שיש חשיבות רבה לרמת הבידוד שלהן. עובי הגומי של הכפפה הוא פחות מ-1 מ"מ והן נבדקות במתח של 5,000 וולט.

מאחר שהכפפות דקות מאוד, קיימת אפשרות גבוהה שהן תיפגענה בזמן העבודה ויש צורך להגן עליהן מפני פגיעה מכנית. ההגנה הזאת מתבטאת בשימוש בכפפות עור הנלבשות מעל לכפפות הגומי. סוגן מאליו שכפפות העור צריכות להיות גמישות מאוד וחזקות מאוד.

העובד מויע בכפפות הגומי בגלל טמפרטורת הסביבה הגבוהה ופרק הזמן הארוך של ביצוע העבודה, ההוצעה מפריעה



איור 4
סוגים שונים של מוטות מבודדים



תמונה 5
עבודה במתח חי במתח גבוה

אם בקטע מסויים של המוליך, החתך שלו קטן, או נפגם בצורה כלשהי, הזרם באיזור זה גורם להתחממות יתר מקומית לעומת זו של כל המוליך.

על עיקרון זה מבוססת שיטת הבדיקה התרמוגרפית, המאפשרת לסרוק קווים או מיתקנים בעזרת **גלאי חום** מיוחד, המצביע בדיוק רב על הימצאות "הנקודות החמות" לאורך הקו.

דיוקם של הגלאים גבוה ומתבטא בדיוק של עשירית המעלה. ככל שהפרש הטמפרטורה של הקו למקום התקלה גדול יותר, כן הדחיפות בצורך לביצוע תיקון גדולה יותר. על סמך בדיקות אלו ניתן לקבוע עדיפויות בלוח הזמנים של תיקוני קווים או מיתקנים.

ניתן להשתמש בגלאים באופנים שונים. לשאת אותם ידנית לבדיקת מיתקנים, כגון תחנות טרנספורמציה פנימיות, או להתקין אותם על גבי רכב, מטוס קל או מסוק כאשר סורקים קווים ארוכים.



תמונה 7
מסוק לשטיפת מבדדים

יכולת הקיבול של המכונות היא ארבעה מ"ק ולחץ השטיפה הוא כ"500 P.S.I.

הבטיחות של העובד מושגת באמצעות מוליך הארקה, המתחבר ישירות לעמוד הנשטף. השטיפה נעשית במים מזוקקים על ידי ורטק, כאשר המריח הבטיחותי מהמבדד או מהקו החי הוא כארבעה מטרים.

חסרונה של השיטה הוא שמספר העמודים הנשטפים ביום עבודה הוא קטן יחסית. התפוקה הנמוכה נובעת מגודל המשאית, מיכולת עבירותה הנמוכה ומכך שלא ניתן להגיע באמצעותה לכל עמוד בשטח.

בחברת החשמל חיפשו שיטה מהירה יותר לשטיפת מבדדים וביטיב וזהה לשטיפה הנעשית באמצעות מכונות, וכמובן ללא צורך בהפסקת המתח. הפיתרון שנמצא הוא שיטת המבדדים ממסוק (תמונה 7).

כנשר הקיבול של המסוק קטן יחסית לזה של המשאית (200 ליטר), אך דיוק השטיפה גבוה מאוד. הדיוק מושג עקב התקרבות המסוק למבדד עד כדי סנטימטרים אחדים. ההתקרבות מתאפשרת מאחר שבמסוק מותקן ורטק שאורכו כ"10 מטר, והוא מופעל ידנית על ידי עובד חברת החשמל ממושב צדדי של המסוק.

הדיוק והידידות של המסוק, כולל מהירות הגעתו לנקודת חידוש אספקת המים, מאפשרים שטיפה של מספר רב של שרשרות מבדדים וביעילות גבוהה מאוד.

בדיקות תרמוגרפיות

כאשר זרם זורם דרך מוליכים נוצר בהם חום. כמות החום המתפתחת תלויה בחתך המוליך, בהתנגדותו ובעוצמת הזרם הזורם בו.

מסוגלת להחליף לא רק מבדד בעמוד מתח גבוה או לשפץ מנתק, אלא גם את כל העמוד ברשת מבלי שהצרכן ירגיש בכך (תמונה 5).

שטיפת מבדדים

במדינת ישראל, ששטחה קטן יחסית, יש כמה אזורים אקלימיים השונים זה מזה. אזורים שבהם רמת הלחות גבוהה ומעורבת במלחים וחלקיקים כימיים, ואזורים יבשים וחוליים. כמו כן, מבחינה אקלימית, התקופה ללא גשם נמשכת כשמונה-תשעה חודשים. עובדה זו גורמת שכל המזהמים באוויר, ללא תלות באיזור האקלימי, נדבקים למבדדים של קווי מתח גבוה עליון.

באזורים אקלימיים שבהם יורדים גשמים בצורה סדירה נעשית שטיפת המבדדים על ידי הגשמים, ולכן אין צורך באמצעי שטיפה מלאכותיים. באזורנו, בגלל תקופת הגשם הקצרה ותקופת היובש הארוכה, המזהמים נדבקים למבדדים ויש לנקותם באמצעים מלאכותיים.

את הניקוי, או שטיפת המבדדים, ניתן לבצע באופן ידני על ידי העלאת עובדים למבדדים בעזרת סולם הידראולי. פעולה זו מחייבת הפסקת המתח בקו.

כדי למנוע את הפסקת המתח בקו, החליטה חברת החשמל לפני כעשרים שנה לבצע שטיפת מבדדים תחת מתח. המיתקנים הראשונים לשטיפת מבדדים הותקנו על גבי משאיות שנסעו במקביל לקווי מתח גבוה כלבד ושטפו את המבדדים תוך כדי הנסיעה. אמצעי הבטיחות שנקט כדי למנוע את התחשמלות העובד נעשה באמצעות התקנת שרשרת מתכתית שחוברה למרכב המשאית ויצרה מגע עם הקרקע.

שיטה זו אומצה גם לצורך שטיפת מבדדים במתח עליון. לשם כך רכשה חברת החשמל בארה"ב מכונת מיוחדת (תמונה 6).



תמונה 6
מכונת לשטיפת מבדדים בקווי מתח עליון

מיתקן החשמל במיקלט – שיקום מערכת קיימת

איג' דרור קן-דרור M.Sc.

מטרת מאמר זה לשמש מדריך כללי למתכנני מיתקן החשמל במיקלטים. ההנחיות מתייחסות לתקנות, הקודמות והחדשות, של חוק ההתגוננות האזרחית.

בחוק החשמל ותקנותיו אין התייחסות למיקלטים, אך קיימות "תקנות ההתגוננות האזרחית" (מפרטים לבניית מיקלטים), שפורסמו בקובץ התקנות 2692 התשל"א 1971 ב"סימן ט"ו" העוסק בנושא "התקנות חשמל וקשר". תמצית התקנות פורסמה ב"התקע המצדיע" מס' 9 – יולי 1970, במאמרו של איג' ני פלג שנושא מיתקן החשמל במיקלט.

במציאות, קיימים מיקלטים רבים שבהם לא הותקנה כלל מערכת חשמל או שהיא נבנתה שלא בהתאם לדרישות תקנות הג"א. תוכניות החשמל של המיתקן החשמלי שבמיקלט, המוגשות לאישור חברת החשמל, נבדקות בהתייחס לדרישות חוק החשמל. בודקי חברת החשמל אינם אמורים לבדוק שמיתקן החשמל של המיקלט, במידה שקיים, אומנם עומד בדרישות תקנות הג"א.

התקנות החדשות בנושא: – "תקנות ההתגוננות האזרחית (מפרטים לבניית מיקלטים) התש"ן 1990" – פורסמו ב-24.8.90 בקובץ התקנות 5289. ההנחיות החדשות שבתקנות מובאות במאמר זה, ומומלץ ליישמן כבר עתה הלכה למעשה.

(קליטה ושידור) יהיו קשים או בלתי אפשריים. הטלפון האלחוטי גם אינו אמין מאחר שפעולתו תלויה באספקת חשמל סדירה.

סוג הציוד המתאים למערכות חשמל במיקלט

מיתקן החשמל במיקלט חייב לעמוד בתנאי תפעול קשים מהרגיל. מסתבר שבתנאים מסויימים קיימת לחות יחסית גבוהה במיקלט ונוצר עיבוי מים. מסיבה זו, כל המיתקן החשמלי במיקלט חייב להיות מוגן בפני מים. לוח החשמל חייב להיות אטום במידה מספקת מפני הלחות ויש להרכיבו בקופסאות פלסטיות, אטומות ובלתי דליקות, בעלות מכסה שקוף, כך שניתן יהיה לתפעלו כאשר הקופסאות סגורות.

כל המפסקים, בתי התקע ושאר חלקי המיתקן חייבים להיות מסוג משוריין מוגן מים ומסופס בלתי דליק, בהתאם לדרישות התקן הישראלי ת"י 281 ובהתאם ל-IP447 (כל אחת מחסרות).

אם משתמשים בכבלים להונת המיקלט, יש להקפיד שהכבלים יהיו מטיפוס בלתי דליק או כבה מאלו. (בהמשך נראה כי במיקלט קיים, שבו לא הותקנה מערכת החשמל, זהו הפיתרון היחיד).

מקורות אספקת החשמל למיקלטים בשעת חירום וייעודיהם

מקורות אספקת האנרגיה החשמלית למיקלטים הם:

- רשת החשמל הארצית.
- מצברים.
- גנרטורים מקומיים.

מערכת הקשר במיקלט

מבנה המיקלט ומסגרת היוון שלו מהווים מעין "כוכב פאראדיי", שדרכו אינם חודרים שידורי הרדיו. לכן קליטת שידורי רדיו וטלוויזיה ללא אנטנה חיצונית אינה אפשרית, באופן סביר, בתוך המיקלט הסגור.

בשעת חירום, כאשר משתמשים במיקלט, נדרשת אפשרות לקליטת מידע על המתרחש בתוך מידע זה מגיע באמצעות הרדיו והטלוויזיה, והוא נחוץ הן מבחינה מוראלית והן לשידור הוראות מיוחדות לידעת הציבור הרחב החוסה במיקלטים. בהתחשב בכך, על החשמלאי ליידע את צרכניו בדבר הצורך להכין שידור שיאפשר חיבור אנטנה חיצונית למיקלט – כלומר, להתקין במיקלט בית תקע מיוחד לחיבור אנטנת רדיו ובית תקע מיוחד לחיבור אנטנת טלוויזיה. מבית התקע יצא צינור שקוטרו לא יפחת מ-16 מ"מ אשר יוביל אל מחוץ למיקלט חיבור לאנטנה חיצונית. אם קיימת אנטנה מרכזית – אפשר להתחבר אליה.

צינור זה יכול לשמש למטרות קשר אחרות במקרה של הפיכת המיקלט למיפקדה שכונתית של הג"א.

טלפון

מקור קשר חיוני נוסף במיקלט הוא הטלפון. הטלפון משמש לקשר אל העולם החיצוני למטרות חירום, כגון: הזעקת עזרה רפואית, או אחרת, בשעת הצורך. לכן יש צורך שהחשמלאי יכין שידור שיאפשר חיבור נוח של טלפון במיקלט. לשם כך יש לקבל אישור בכתב מ"בוקי" ולהתקין בית תקע מיוחד לטלפון במיקלט, אליו יתחבר צינור מתאים מתיבת ההסתעפות של "בוקי".

לגבי האפשרות של שימוש בטלפון אלחוטי במיקלט, הרי כאמור, המיקלט מהווה כעין "כוכב פאראדיי", כך שתנאי השימוש

חשיבות מערכת החשמל במיקלט

כאשר יש צורך להשתמש במיקלט יש חשיבות עליונה למערכת חשמל תקינה במיקלט. למעשה לא ניתן לתאר חיים במיקלט ללא אספקת חשמל תקינה.

שימושים בחשמל במיקלט

מבנה המיקלט אינו מאפשר בו תאורה טבעית, גם במשך היום. מבחינה מעשית ניתן להאירו רק באמצעות החשמל. במיקלט אסור לאחסן חומרי דלק בגלל סכנת שריפה, ויהום האוויר (פליטה של גזים בעת שריפת חומרי דלק), ובגלל חיוניותו של החמצן שבמיקלט לנשימה של היושבים בו. **מסיבה זו בשעת חירום מותר לחמם את המיקלט ולבשל בו רק באמצעות החשמל.**

מכשירים חשובים נוספים הצורכים חשמל במיקלט הם: מפוחים לאספקת אוויר (במיקלטים שבהם תנועת האוויר אינה חופשית), משאבות שפכים ומי תהום במקומות מסויימים ובעייתיים כאשר מפלס המיקלט נמוך ממערכת הביוב הקרובה. למשאבות אלה חשיבות מיוחדת לטיפול בנפעי לוחמה כימית, הכוללת בין השאר, שטיפה בכמויות ניכרות של מים, מכשירים רפואיים שונים לפי הצורך וכו'.

בסיכום, החשמל במיקלט משמש למטרות הבאות:

- תאורה, ביטול וחימום.
- אספקת אוויר.
- שאיבת מי שפכים ומי תהום.
- טיפול רפואי וכו'.

ד"ר קן-דרור – ראש מדור צרכנות טכנית, רשות הארצית, חברת החשמל

מצברים

המצברים משמשים, בכל סוגי המיקלטים, למטרות תאורה במקרים של הפסקת חשמל.

גנרטורים

בכל מיקלט, פרט למיקלטים קטנים מאוד, חייב להיות בלוח החשמל סידור לחיבור גנרטור, במקרה שבמבנה עצמו אין גנרטור למטרות אחרות, כגון: עבור מעליות.

אף על פי שהחוק כיום עדיין אינו מחייב זאת, מומלץ להתקין גנרטור קטן סטיפוס "שקטי" גם במיקלטים קטנים. גנרטורים קטנים כאלה הם, בדרך כלל, ניידים וניתן להשתמש בהם בדירות מגורים כוסן הפסקת חשמל, מחנאות וכו'.

המעבר בין אספקת החשמל השונות נעשה באמצעות שני מפסקים מחלפים ידניים המותקנים בלוח הראשי של המיקלט, כאשר:

- מפסק מחלף אחד בודד: רשת החשמל הארצית/גנרטור.
- מפסק מחלף שני בודד: מתח נמוך מאוד משנאי מבדל 24V/מצברים 24V.

הידושים בתקנות החדשות

ההגדרות של המיקלטים שונות. בעבר היה כינוי המיקלטים בהגדרות,

- "מיקלט זעיר"
- "מיקלט קטן"
- "מיקלט בינוני"
- "מיקלט גדול"
- "מיקלט גדול מאוד"

בתקנות החדשות המיקלטים מוגדרים כדלקמן (הנייטטים מודפסים בצבע):

"מיקלט מסוג א-1"

מיקלט שנפחו 10-30 מ"ק עד 20 מ"ק אם הוא משמש בית הסהוה יחידת דיור אחת שלא יפחת מ-8 מ"ק, ושטחו מ-4 מ"ר עד 8 מ"ר.

"מיקלט מסוג א-2"

מיקלט שנפחו מעל 20 מ"ק עד 62.5 מ"ק ושטחו מעל 8 מ"ר עד 25 מ"ר.

"מיקלט מסוג ב-1"

מיקלט שנפחו מעל 62.5 מ"ק עד 125 מ"ק ושטחו מעל 25 מ"ר עד 50 מ"ר.

"מיקלט מסוג ב-2"

מיקלט שנפחו מעל 125 מ"ק עד 250 מ"ק ושטחו מעל 50 מ"ר עד 100 מ"ר.

"מיקלט מסוג ג-1"

מיקלט שנפחו מעל 250 מ"ק עד 375 מ"ק ושטחו מעל 100 מ"ר עד 150 מ"ר.

"מיקלט מסוג ג-2"

מיקלט שנפחו מעל 375 מ"ק עד 500 מ"ק ושטחו מעל 150 מ"ר עד 200 מ"ר.

הסעיף הנוגע למיתקני חשמל והסופיע ב"פרק ו' מיתקני חשמל וקשרי בתקנות החדשות מתייחס לסוגי המיקלטים הנייב.

בנוגע למיתקני החשמל במיקלט קיימים ארבעה חידושים עיקריים.

- מערכת המתח הנמוך מאוד, המיועדת לאספקת התאורה בכל סוגי המיקלטים היא 24V בלבד. (בעבר, היה המתח הנהוג במיקלטים קטנים 12V.)
- גובה התקנת המפסקים ובתי התקע ירד מ-1.8 מ' ל-1.4 מ', פרט למקומות בהם חוק החשמל מחייב התקנה בגובה של 1.8 מ' (גני ילדים וכו').
- נאסר השימוש במפסק מגן לזרם דלף יחיד. התקנות מחייבות לפחות שניים.
- בעיקר המיקלט (שטח המיקלט העיקרי), התאורה המחוברת לרשת הארצית 230V תהיה תאורה פלאוארנית.

חיבור אספקת החשמל

בחיבור אספקת החשמל למיקלט יש להקפיד על:

- בחירת גודל חיבור החשמל וסוגו.
- אופן החיבור לרשת החשמל.
- מיקום לוח החשמל.
- מבנה לוח החשמל.
- בכל מקרה יש לבצע את הגדרות בתקנות כמפורט להלן.

בחירת גודל חיבור החשמל וסוגו

גודל חיבור החשמל וסוגו (חד מופעי או תלת מופעי) יהיה על פי ההנחיות המופיעות בתקנה 119.

(א) במקלט מסוג א-1 המסבל אספקת החשמל ממיתקן אחד, יהיה החיבור סלוח המיתקן האמור באמצעות מעגל בלעד.

(ב) מיקלט מסוג א-2 ומיקלט מסוג ב-1 יחוברו לאספקת החשמל חד-מופעית בעוצמה של 40x אספר.

(ג) מיקלט מסוג ב-2 יחובר יחבר לאספקת חשמל חד-מופעית בעוצמה של 40x אספר.

(ד) מיקלט מסוג ב-2 מנימי יחובר לאספקת חשמל חד-מופעית בעוצמה של 40x אספר או תלת מופעית בעוצמה של 25x אספר, לפי סוג החיבור בלוח היבדורי של הבנין.

(ה) מיקלט מסוג ג-1 אשר יש בו חדר איורודי וסיונו מרכזי, יחובר לאספקת חשמל תלת מופעית בעוצמה של 25x אספר.

(ו) מיקלט מסוג ג-1 אשר יש בו חדר איורודי וסיונו מרכזי, וכן מיקלט מסוג ג-2 יחובר לאספקת חשמל תלת מופעית, את סוג החיבור יקבע מתוכנן החשמל.

(ז) מיקלט בישוב קידסו עם שלביל ושכפ"ץ אשר החיבור אליו יהיה תת קרקעי, יחובר הבכל

בנוך מוביל מפלדה שקוטרו לא יפחת מ-2.5" אם אין בו כימוף כלשהו, או במוביל שקוטרו לא יפחת מ-4" אם יש בו כימוף אחד בלבד, המוביל יותקן מתחת לשכביל הבנייה למיקלט או מתחת לשכביל יציאת חירום, אם יש כזו.

אופן החיבור לרשת החשמל

אופן החיבור לרשת החשמל ייעשה על פי תיאור עם חברת החשמל במחוז הרלוונטי ועל פי הדרישות המופיעות בתקנות הריא, תקנה 120.

(א) מיקלט חיבוגי משותף למספר בתים, גם אם הוא נמצא בחברת פרטיים, וכן מיקלט ציבורי, יקבל אספקת חשמל נפרדת מהחברה הציבורית לאספקת חשמל.

(ב) אופן החיבור אל רשת החברה הציבורית לאספקת חשמל ייעשה לפי סוג הרשת הקיימת של החברה וסוג המיקלט.

- (1) מיקלטים מסוג א-2, א-1, ב-1, ב-2 ו-3

(א) מרשת עילית: למיקלט על קרקעי או למיקלט דו מפלסי, במקרים מיוחדים, ובתיאום עם החברה הציבורית לאספקת חשמל, יוגח כבל תת קרקעי.

(ב) מרשת עילית: למיקלט תת קרקעי מקום החיבור התת קרקעי יהיה במרחק שלא יפחת מ-15 מטרים מהמיקלט.

(ג) במקלטים מסוג א-1, ג-1 מרשת תת קרקעית: מקום החיבור התת קרקעי יהיה במרחק שלא יפחת מ-15 מטרים מהמיקלט.

בתוספת השנייה שבתקנות האמורות מופיעה אף תוכנית החשמל המסבירה את אופן חיבור המיקלט לרשת ההוגה של חברת החשמל (ראה איור 1).

לגבי חיבור מיקלטים ציבוריים או כאלה הנמצאים מחוץ למבנה הבית, רשת החזנה של חברת החשמל מתחברת למונה חד מופעי או תלת מופעי בהתאם לדרישות שבתקנות הריא.

את המונה יש להתקין, בתיאום עם חברת החשמל, בתוך קופסה אטומה העשויה מחומר פלסטי כבה מאליו או בלתי דליק ובעלת מכסה שקוף, וזאת על פי תקנה 121.

(ח) מונה או נתיכים של החברה הציבורית לאספקת החשמל שהותקנו בתוך המיקלט, יהיו בתוך ארגו פלסטיק בדומה ללוח חשמל.

דרישה זו מיועדת להבטיח אטימות בפני חדירת רטיבות, לאפשר גישה נוחה לקריאת המונה, ללא צורך בפתיחת המכסה, וכן לאפשר בדיקה חזותית של נתיכי חברת החשמל.

22 יש להתקין פסי מהדקים לחיבור המוליכים היוצאים מהלוח, אין לחבר מוליכים ישירות לאבורים המותקנים בלוח אלא דרך פסי המהדקים בלבד.

23 למיתקן מתח נמוך מאד תותקן מציצה להפרדה בין המתחים.

(א) מתחים מצויחים בלוח יונגו באופן מבני.

(ס) למקלט זו תכליתו יותקן שדה נמרד לתכלית הנוספת בהתאם לדרישות החלות על לוח החשמל של המקלט ובצמוד אליו ככל האפשר, השדה האמור לא יופעל על ידי גנדור החיבורים של המקלט, כאמור בתקנה 118 ד(ז).

תקנה 118 (ד) קובעת:

(ד) במקלט זו תכליתו לא יספק הגרנדור לשעת חירום את לוח התכלית השנייה.

הגדרת "מקלט זו תכלית", המופיעה בפרק א' בתקנה 1, היא:

"מקלט זו תכלית" - מקלט המשמש גם למטרה אחרת מאשר לחסות בו בשעת התקפה, בהתאם לרשיון לפי סעיף 15 לחוק."

מפסק מגן לורם דלף

באופן כללי, חל איסור שימוש במפסק מגן לורם דלף, בלוח החשמל, המותקן במיקלט, וזאת עקב הרגישות הגבוהה של המפסק שעלולה לגרום להפסקות חשמל שאנשים שאינם בעלי מקצוע מוסמכים יתקשו להתגבר עליהן. במקרים מיוחדים ויוצאים מהכלל מותר לחבר מפסק מגן לורם דלף בתנאי שלא יהיה יחיד, ובתנאי שהזרם יהיה מ-0.5 אמפר או יותר. מקרים מיוחדים אלה מוגדרים בתקנה 123 כדלהלן:

לא יותקן בלוח חשמל מפסק מגן לורם דלף אלא, אלא במקרים אלה:

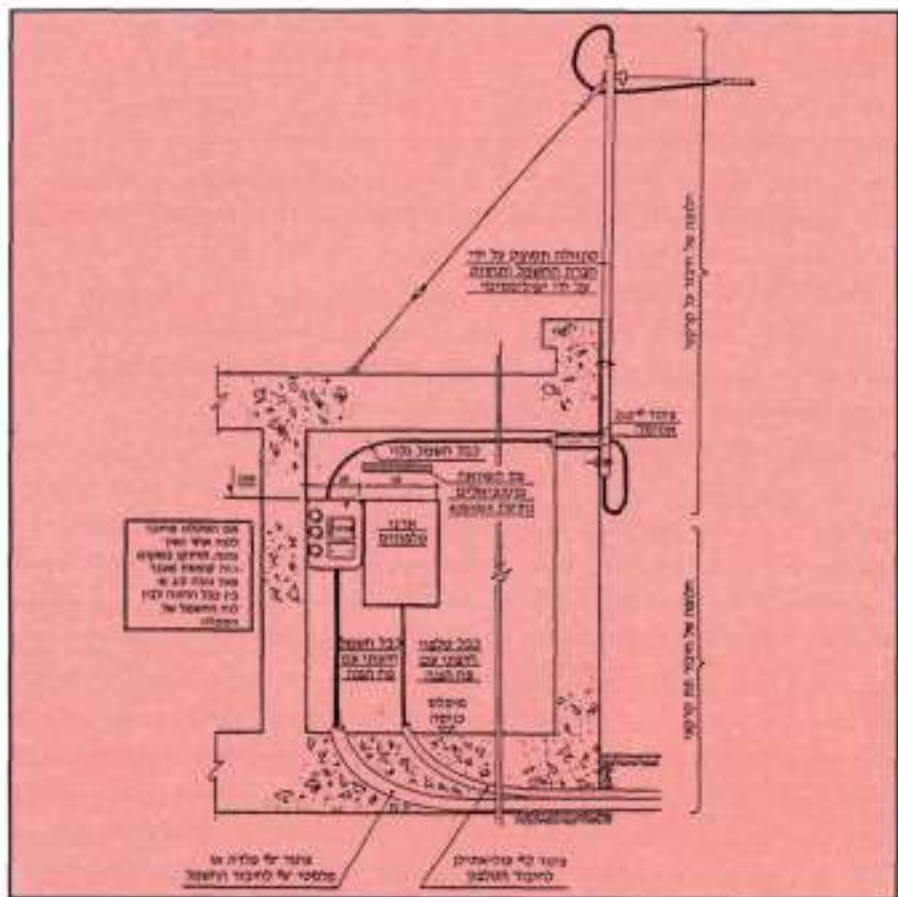
21 במקלטים שפולאת התקלה אינה מאפשרת מיתוך זרם קצר להפעלת אמצעי הגנה מפני הייחוסול ואין אפשרות לבצע אימות, שבהם תותקן הגנה בלעדית על ידי מפסק לורם דלף נמרד למערכת התאורה תפרד למערכת בתי התקע, רגישות המפסק לא תהיה נמוכה מ-0.5 אמפר.

22 במקלטים זו תכליתיים שמתקן התכלית השנייה תוכנן מראש, ובלוח החשמל נמצא המיתקן בשדה נמרד - שבהם מותרת התקנת מפסק לורם דלף עבור התכלית השנייה בלבד ובסקרה זה ייחולטו בתי התקע בשלט בר קיימא ילא מוגן על ידי מפסק זרם דלף.

23 במקלטים זו תכליתיים קיימים שלא נעשה בהם הכנה מיוחדת לתכלית השנייה, אולם משתמשים בהם למטרות שונות, יותקנו שני מפסקים לורם דלף לבתי התקע בלבד, כאשר כל מפסק מבטיח את מחצית בתי התקע.

נורות סימון ושנאי המותקנים בלוח החשמל

בלוח הכולל נורות סימון תהיינה הנורות מסוג נורות "מריקה" בעלות עדשות בקוטר



איור 1
פרט חיבור המיקלט לרשת החשמל החיצונית

המבטחים שיותקנו בלוח יהיו על פי האמור בתקנות הגי'א תקנה 121 (ג), (ד), (ה). הם יהיו אך ורק מפסקים אוטומטיים בעלי כושר ניתוק של 3 קילו אמפר, למרות, ומוגנים בפני רטיבות וחדירת מים. לשם כך הם יותקנו מאחורי מסכה מחומר פלסטי שקוף הניתן למתיחה לשם תיפועול.

במפסקים בעלי ידית הפעלה חיצונית, למציעת נרית המוליכים בעת מתיחת המכסה, יש להתקין על המכסה ידיות מצמד כך שהלוח יישאר אטום.

יש לדאוג לשילוט ברור של המפסקים המותקנים בלוח.

דרישות נוספות למבנה לוח החשמל

יתר הדרישות לגבי לוח החשמל יהיו כאמור בתקנות הגי'א תקנה 121 סעיפים (ו), (ז), ו-(ט) שלהלן:

24 (א) כל לוח יצוייד בקופסת מהדקים מבודדת לחיבור מוליכי כניסה ראשיים ומוליכי כניסה לגרנדור, על הקופסא יותקן שלט אזהרה: "זהירות - כניסה לפני מפסק ראשי".

מיקום לוח החשמל

מיקום לוח החשמל ייבחר על פי ההנחיות שבתקנות הגי'א בתקנה 121 (א).

25 (א) בכל מקלט, למעט מקלט מסוג I-A, בו תוכננה התקנה שאינה מחייבת יותר מסעגל אחד, יותקן לוח חשמל בעיקר המקלט על קיר כניסה המרוחק 1 מטר לפחות מקיר חיצוני או על קיר הגובל עם דרך הגישה, וימוגן בקיר על-ידי 6 ברים מתפצלים עשויים סתכת.

26 במקלט חיצוני בעל חיבור חשמל נמרד יותקן לוח חשמל בין הכניסה למקלט ובין הכניסה המוגנת למקלט, ומפניו ייעשה חיבור ללוח החשמל בעיקר המקלט."

מבנה לוח החשמל

מבנה הלוח יהיה כאמור בתקנה 121 (ב).

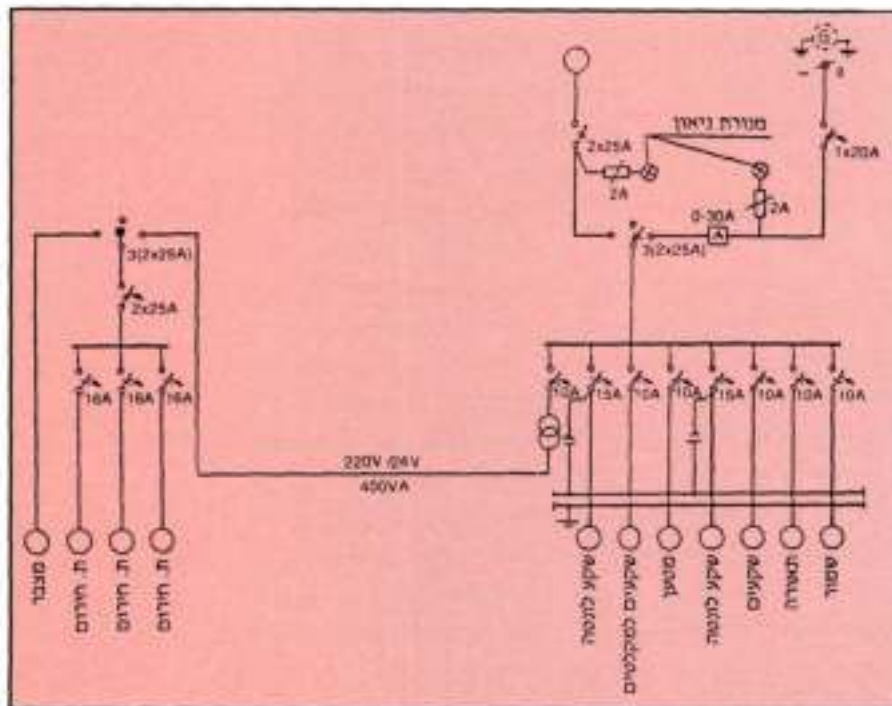
27 לוח החשמל יהיה בנוי מארנוים פלסטיים מפוליקרבוט, בעלי תכונות בידוד במל עם כישוי שקוף ומחומר בלתי שכיך, ויהיה מוגן מפני רטיבות וחדירת מים, חומר הלוח יהיה יבכה מאלו"ל לפחות.

20 מי"מ שיוטקטו אחרי המפסק הראשי. נרות סימון או מכשירים כמו מד מתח יוגנו באמצעות נתיכי זכוכית בעלי כושר ניתוק של 3 קילו אמפר לפחות.

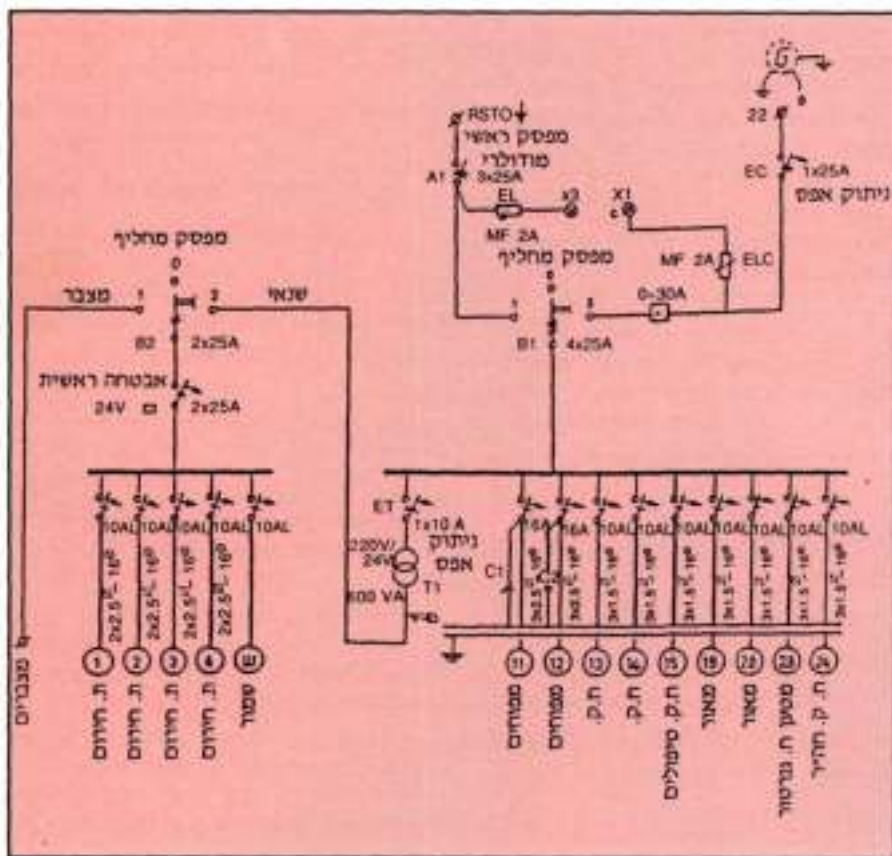
שנאי המותקן בלוח למתח נמוך מאוד 24 וולט, יהיה מטיפוס **שנאי מבודל**. ההעברה של הזרמה משנאי מבודל למצברים תהיה באמצעות מפסק מחלף דו קוטבי שלושה מצבים וראה איורים 2, 3, 4, 5, 16.

תחזוקה נאותה של מערכת החשמל במיקלט

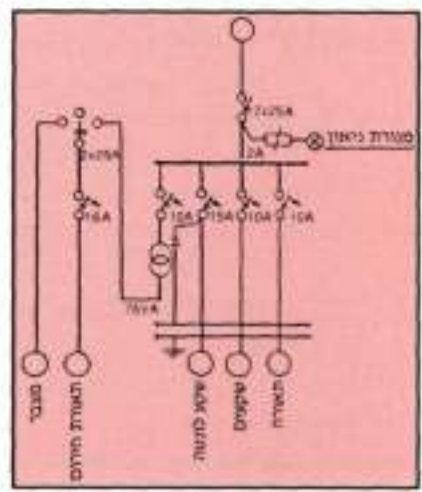
במיקלט שבו קיימת מערכת חשמל שלא היתה בשימוש זמן רב יש לבדוק את המיתקן החשמלי בשלמותו ולשפצו לפי הצורך. במיוחד נדרשת תשומת לב אם במיקלט היתה הצפה. **באופן כללי מומלץ לבצע בדיקה כזאת אחת לשנה.**



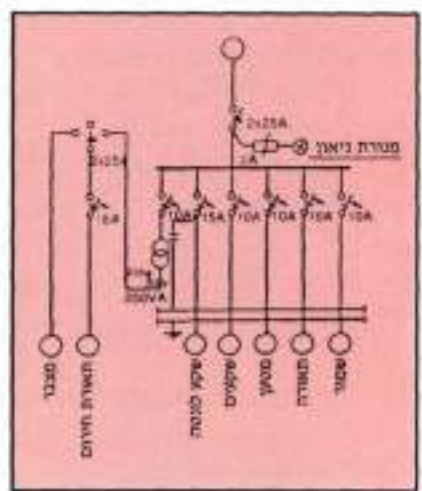
איור 4
תוכנית חשמל - מיקלט סוג ב-1



איור 5
תוכנית חשמל (כוללת מרכיבי טיהור, גנרטור, איזורור וסינון) - מיקלט סוג ב-2



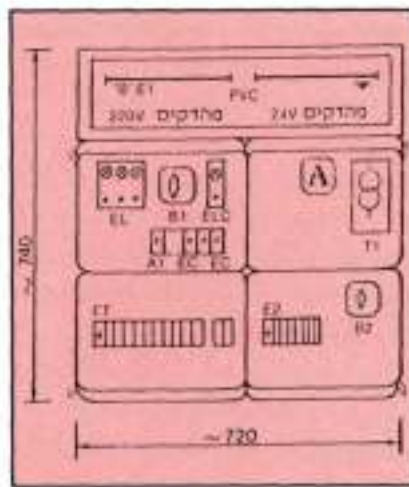
איור 2
תוכנית חשמל - מיקלט סוג א-1



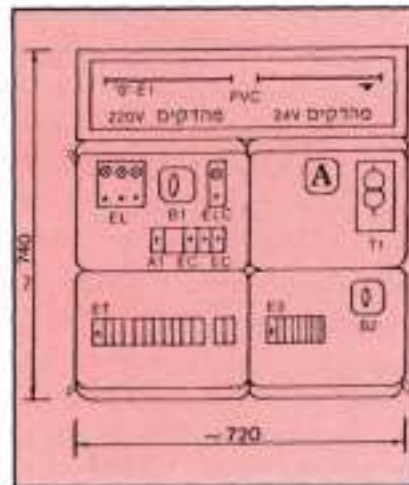
איור 3
תוכנית חשמל - מיקלט סוג א-2



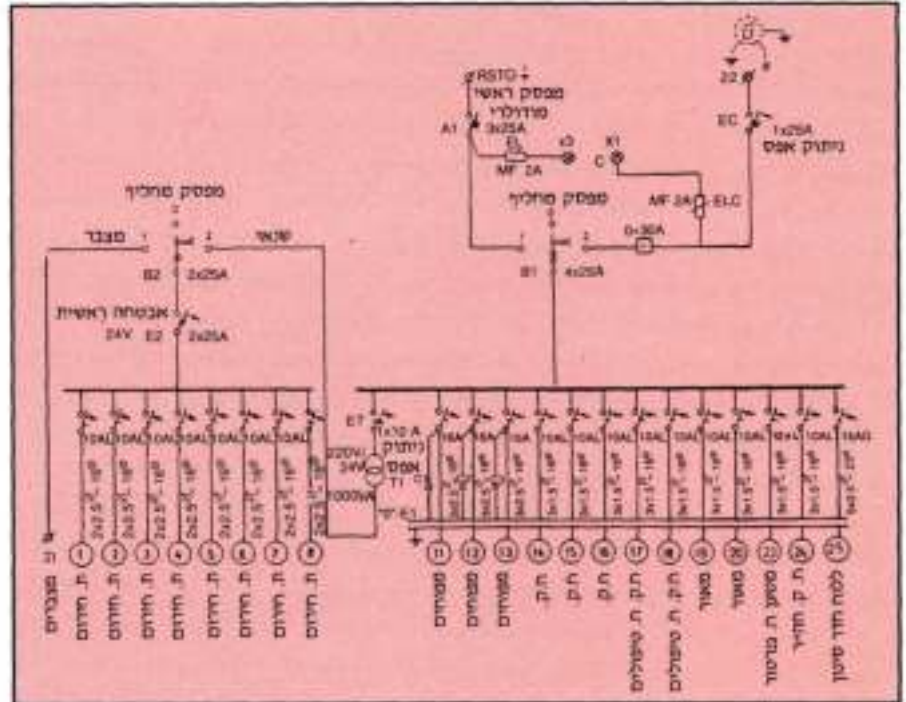
איור 8
לוח חשמל - מיקלט סוג 1-ג



איור 9
לוח חשמל - מיקלט סוג 2-ג



איור 10
לוח חשמל - מיקלט סוג 2-ג

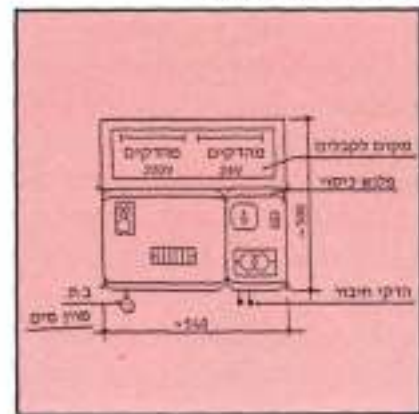


איור 6
תוכנית חשמל (כוללת מרכיבי טיהור, נגרטור, איזורור וסינון מרכזי) - מיקלט סוג 2-ג

במקרה שלוח הפח אינו תקין יש להחליפו אך יודק בלוח מוגן בפני רטיבות וחדירת מים, העשוי מחומר פלסטי בעל תכונה של בידוד כפול ומסיפוס כבה מאליו/בלתי דליק, כנדרש בתקנות החדשות. פעולה זו תמנע בעתיד את הצורך בצביעה.

לעיתים קרובות עלות שיקום מערכת החשמל - תיקונו הצבע והפחחות בלוח החשמל והחלפת אבזרים פגומים - יקרה יותר מעלות התקנת לוח חדש.

מראה לוחות החשמל לסוגיהם השונים, בהתאמה לסוג המיקלט, מופיע באיורים 7, 8, 9, 10, 11. האיורים לקוחים מתוך התוספת השנייה של תקנות הגביא.



איור 7
לוח חשמל - מיקלט סוג 1-א או סוג 2-א

הבדיקה תבצע באופן הבא:

- בדיקת לוח החשמל הראשי של המיקלט.
- בדיקת הציוד החשמלי ומערכות החשמל המתקנים במיקלט.

בדיקת לוח החשמל הראשי

הבדיקה כוללת את הפעילויות הבאות:

- בדיקת שלמות פיות של הלוח, כגון: חיזוק תקין של הלוח לקיר, הידוק ברגים רופפים (במפסקים, במפסקים האוטומטיים, בפס אפסים, בפס הארקות וכו').
 - בדיקת תקינות האטמים (הלוח חייב להיות מוגן מים), פתיחה וסגירה תקינה של הייחלונות.
 - בדיקת הפעולה המכנית של המפסקים והמפסקים האוטומטיים שבלוח על ידי הפעלת כל אחד מהם בנפרד.
 - בדיקת מצב השנאי המבדל והחיבורים להדקו (24V) וקיום מחיצת הפרדה תקינה בין מערכת המתח הנמוך מאוד (24V) ובין מערכת המתח הנמוך (230V).
- במיקלטים ישנים שבהם קיימים עדיין לוחות חשמל מפה יש לבדוק את רציפות ההארקה למבנה הלוח וכן את שלמות הפח ותקינותו. במקרה שהצבע נפגם, יש לנקות את החלודה ולצבוע בצבע יסוד ובצבע שמן. כמו כן, יש לשמן, בהתאם לצורך, את הציידים של דלת הלוח.

חייב להיות מוגן על ידי מסכה מחומר פלסטי, ובמיוחד, כאשר מותקנים נופי תאורה פלואורויניים, יש להגן עליהם בפני נפילה.

לחצן לפעמון

בכניסת כל מיקלט יש להתקין לחצן לפעמון שיהיה מוגן מאספקת המתח הנמוך מאוד של המיקלט (24 וולט). במיקלט מסוג א-1 אין חובה לכך מבחינת החוק, אך רצוי מאוד לבצע הוראה זו. במבנים שבהם קיים אינטרקום מומלץ להתקין מעגל כזה גם בכניסת המיקלט.

גנרטור

כאשר מתקנים גנרטור יש לקיים את הדרישות המפורטות בתקנות. נציין כאן רק חלק מהדרישות המיוחדות המופיעות בתקנה 127 (א), (ב), (ג) כדלהלן:

(א) בין חיבת מעבר מתאימה שתותקן בחדר הגנרטור לבין לוח המקלט, יותקן קו חשמל המאפשר את חיבור הגנרטור.

(ב) במקלט בו נדרשת הכנה להתקנת גנרטור, יותקנו בלוח החשמל מד זרם (אמפרמטר) אחד או שלושה למדידת הזרם המסופק על ידי הגנרטור, על מד הזרם יסומן בקו אדום הזרם הנקוב של הגנרטור.

(ג) מותקן גנרטור חירום בכנין שבו כאמור חלה חובה כזו לפי תקנות התכנון, יכול שגנרטור כאמור ישמש גם לאספקת חשמל למקלט בשעת התקפה כתנאים אלה.

(ד) יתקיימו כל הדרישות המפורטות במפרק זה;

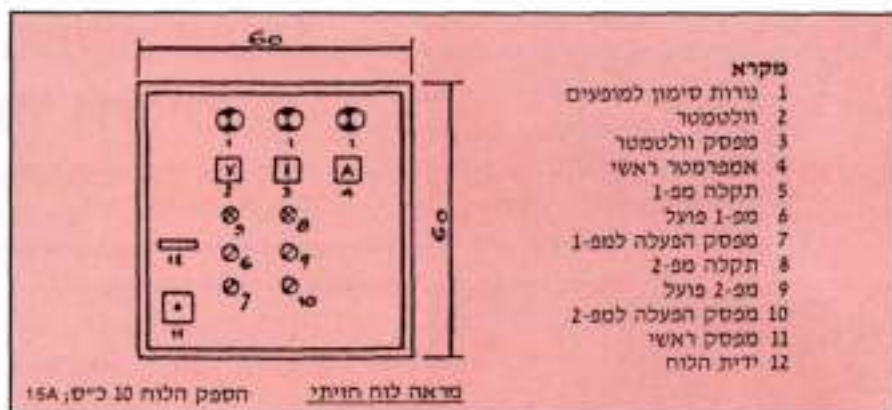
(ה) יותקן מעקף חשמלי של לוח שירותי הבית באמצעות התקנת מפסק מחלף ידני דו מצבי בחדר הגנרטור ואשר יסומן כמילים "לוח שירותי הבית" ו-"מיקלטי", המצב הרגיל יהיה "לוח שירותי הבית", ומצב "מיקלטי" יותקן חיבור חשמלי ישיר ללוח המקלט,

(ו) בלוח המקלט יותקן מפסק מחלף שיסומן, חי/גנרטור, ואשר במצב "גנרטור" יתחבר ישירות לקו המעקף, המצב הרגיל יהיה ח"ת.

דרישות נוספות לגבי התקנת הגנרטור במיקלט יש לתאם עם הגורמים המוסמכים לכך בהגייא.

סיכום*

תקנות הגייא לבניית מיתקן החשמל למיקלטים אינן כלולות בחוק החשמל ותקנותיו, אך הן מהוות חוק מדינה ולכן חייב כל חשמלאי המתכנן מיתקן חשמל, במבנה שבו כלול מיקלט, לתכנן את מיתקן החשמל למיקלט גם לפי תקנות הגייא וגם לפי תקנות החשמל. יחד עם זאת, טוב יעשה המתכנן, במיוחד לגבי מערכות חשמל למיקלטים גדולים וציבוריים, אם יצור קשר עם מיפקדת הגייא האזורית לצורך אישור התוכנית.



איור 11 לוח חשמל בחדר איזורי וסינון מרכזי במקלט - מיקלט סוג 2-2

שהושחלו המוליכים בתוך השרוויל, יש לאטום את המעבר בפני מעבר מים ונוזלים.

בתי תקע

בתי התקע שבמיקלט כאמור יעמדו בדרישות התקן הישראלי ת"י 981 ויהיו מוגנים בפני מים לפי IP 447. התקנתם תיעשה בנובה של לא פחות מ-1.40 מטר מהריצפה, מלבד במקומות שבהם נדרשת על פי חוק החשמל התקנה גבוהה יותר, למשל, חדרי ילדים ומסודות חיטוך. בתי התקע ימוקמו על יד כל יציאת חירום. כמו כן, יש להתקין בית תקע אחד למרחק 25 מטר לכל 25 מטר של שטח מיקלט.

בעיקר המיקלט יותקנו לפחות שני בתי תקע, כמתחייב בתקנות החשמל.

תאורת המיקלט

תאורת המיקלט הרגילה במתח 230 וולט תיעשה בגוף פלואורויני של 40 ואט הכולל מסכה שמגן בפני נפילת השפופרת, לכל 20 מטר של עיקר שטח המיקלט. לתאורה במתח נמוך מאוד, 24 וולט, יש להשתמש בגוף תאורה בעל בית נורה טיפוס ביונט לנורות ליבון 20-25 ואט לכל 20 מטר של ריצפת המיקלט. כמו כן, יש להתקין תאורה דומה במקומות הבאים:

- דרך גישה ומסכת בניינים בחדר מדרגות.
- כל דלת כניסה מוגנת למיקלט.
- תא מפריד עצמאי ובכל תא במערך הטיהור.
- תא איזורי וסינון.
- תא גנרטור.
- שירותים.

בכל מקרה לא יותקנו יותר מ-6 נופי תאורה הניזונים ממתח נמוך מאוד (24 וולט) במעגל אחד:

חל אישור על תקנת נופי תאורה משולבים למתחים שונים. כל גוף תאורה

בדיקת מערכת החשמל והציוד החשמלי המותקנים במיקלט

את הבדיקות המוזכרות לעיל יש לבצע בכל סוגי המיקלטים. במיקלטים גדולים או במיקלטים ציבוריים או במיקלטים של בתי חולים, שבהם נדרש, בהתאם לתקנות, להתקין גנרטור, יש לבדוק את התנעת הגנרטור ואת מעלתו התקינה.

במיקלטים זו תכליתיים שבהם על פי התקנות החדשות חייבים להתקין מערכות איזורי וסינון, מערכות מיזוג אוויר, משאבות ספיקה שונות או ציוד חשמלי אחר, יש כמובן להפעיל ולבדוק את כל אחד מהמכשירים והציוד החשמלי הנוסף הקיים במיקלט על פי הבדיקות המקובלות לאותו סוג מכשיר או ציוד חשמלי.

דרישות לאופן ביצוע המיתקן החשמלי הפנימי שבמיקלט

מוליכי החשמל

מוליכי החשמל היוצאים מהלוח למיתקני החשמל במיקלט יהיו מבודדים, לפי דרישות התקן הישראלי ת"י 981, ויותקנו בתוך טובילים המבטיגים בקירות או בתיקרה עם יציאת המיקלט דרישה זו אינה מעשית לגבי מיקלטים קיימים, שבהם לא הותקנה מערכת חשמל, לכן מותר להתקין בהם כבלים מסוג כבה מאליו בדרך של התקנה נלויה על גבי הקירות.

במקרה כזה, יש להתקין את הכבלים נבזה ככל האפשר ולחזקם היטב, באמצעות מהדקים מתאימים, לקיר. אם הכבלים חוצים בתוואי שלהם קירות, כמו מעבר מתחד לחדר - יש להשחילם בתוך שרוול מתכתי שהותקן בתוך הקיר ובוטן, לאחר

* בצינוי לחדות ליחסי החשמל מר מרשל לוי, הפעיל במיפקדת ראש ת"י, ע"י הודעת מיקלטים, שעסקה בנושא עידכון תקנות הגייא בנושא "מיתקני חשמל וקשר".

תיכנון וביצוע של פעולות אחזקה במיתקני חשמל גדולים

אינג' ישראל מוסקוביץ



התיפקוד התקין של מיתקני חשמל גדולים הנמצאים במפעלים תעשייתיים גדולים בקיבוצים, בבניינים מסחריים, בבתי חולים, בבתי מלון וכי, תלוי במידה רבה בתיכנון נכון של פעולות האחזקה וביצוען לפי תיכנון זה.

כשאנו מתייחסים למיתקני חשמל גדולים, הכוונה היא, בעיקר, למרכזיות חשמל במתח גבוה ובמתח נמוך הכוללות:

- תחנות משנה מתח עליון ומתח גבוה.
- מסדרי חשמל מתח גבוה ומתח נמוך.
- לוחות חלוקה מתח גבוה ומתח נמוך.
- שנאים למרכזיות חלוקה.
- רשתות חשמל עיליות ורשתות כבלים תת קרקעיות.
- מערכות הפעלה ומערכות פיקוד של מכונות.
- מערכות אספקה לשעת חירום.
- מיתקני תאורה וכי.

התחזוקתי ולוח הזמנים לביצוע פעולות האחזקה בהתאם לצרכים הכלליים של התהליך הטכנולוגי.

התירום המעשי של התיאום בין תיכנון פעולות האחזקה ובין התהליך הטכנולוגי, הוא ניצול מירבי של ההפסקות בפעולות המכונות, או ניצול הפסקות שבתהליכי הייצור, כך שבמהלכן יתבצעו פעולות האחזקה.

הכוונה היא שפעולות האחזקה יבוצעו מחוץ לשעות העבודה הרגילות. למשל, כאשר המפעל עובד במשמרת אחת או בשתי משמרות יבוצעו פעולות האחזקה במשמרת השלישית, או בעת הפסקות עונתיות, או בעת הפסקות מתוכננות לצורך ביצוע עבודות אחזקה מכנית וכי. אם מנצלים את ההפסקות בתהליך העבודה השוטף, למשל: חופשה מאורגנת, אין צורך בהפסקת חשמל יזומה לשם ביצוע פעולות האחזקה במיתקני חשמל, הפסקה הנורמת להשבת העבודה הסדירה.

לוח זמנים לפעולות האחזקה החשמלית במיתקני החשמל המשתלב בתהליך הייצור הכללי, יש לו את מירב הסיכויים שיתקבל על ידי ההנהלה.

תוכנית האחזקה ולוח הזמנים יוצגו במני ההנהלה, ולאחר שיימסרו כל ההסברים הדרושים, יש לתת לתוכנית האחזקה תוקף מחייב. מרגע זה, תוכנית האחזקה ולוח הזמנים מחייבים באותה מידה הן את האחראי על האחזקה והן את ההנהלה (אזורים 1 ו-2).

תיכנון פעולות האחזקה

בכל מיתקן חשמלי נעשים שני סוגים של טיפולים השונים במהותם זה מזה:

- פעולות אחזקה, שהן טיפול במיתקן החשמלי כשהוא במצב תקין.
 - תיקונים בעת תקלות.
- ביצוע הטיפולים משני הסוגים דורש תיכנון מראש, המבוסס על:
- הוראות יצרן הציוד החשמלי.
 - תקנים ותקנות בתחום החשמל.
 - ידע וניסיון.

עבור שני סוגי הטיפול, יש לדאוג למלאי מתאים של חלקי חילוף ולגובה אדם המתאים לסוגי הטיפול שיש לבצע.

בעוד שבמקרה של תיקונים בגלל תקלות קשה לחזות מראש את כל הפעולות הדרושות לביצוע התיקונים, הרי שבמקרה של טיפול אחזקה, אפשר, ואף כדאי, להכין תיכנון מפורט ומדויק הצמוד לתהליך הטכנולוגי שמיתקן החשמל משרת אותו.

באופן מעשי, יש לבסס את תיכנון התחזוקה על לוח זמנים הצמוד לצורכי המפעל ולכלול בו את הפעולות הנדרשות – מתוכננות על כל פרטיות.

בהתייחס למיתקנים החשמליים כל נשכח את העובדה, שרוב המכונות, בכל מפעל ומפעל, מופעלות בחשמל, שהוא כלי עזר ליישום כל תהליך טכנולוגי. לכן, כדאי להתאים באופן הדוק ביותר את התיכנון

תוכניות האחזקה –

שיקולים טכניים וכלכליים

מבחינת מיתקני חשמל זדם חוק ואחזקתם, אין הבדל משמעותי בין אם מדובר במפעל תעשייתי, בבית חולים, בבית מלון או בכל יחידה אחרת, מאחר שבכל היחידות הללו נמצאים אותם מרכיבים עיקריים של מיתקני החשמל אשר הוצרכו לעיל.

לצורך ביצוע של תוכנית אחזקה, חשוב שתהיה שפה משותפת, במישור המקצועי, בין ההנהלה ובין האחראי לאחזקת מיתקני החשמל ומערכת החשמל במפעל.

קורה לפעמים, שתוכנית אחזקה אשר הוכנה על ידי מנהל האחזקה החשמלית, אינה מגיעה לשלבי ביצוע, כיוון שהדרג הניהולי, מתוך אילוצים כספיים או אחרים, אינו מתחשב בנימוקים המקצועיים שעליהם מבוססת תוכנית האחזקה.

נימוקים שכיוונים במקרים כאלה של ההנהלה הם: "עכשו אין כסף בשביל זה", או "לא בעיר", או "נעשה את זה פעם אחרת", או "במילים אחרות, **"אל תעשה חיים, מה שאפשר לדחות למחר"**.

ניתן לומר, שהתנאי הראשון להכנת תוכנית אחזקה וביצועה, הוא גישה חיובית של ההנהלה וגישה מקצועית לצורכי התיפקוד התקין של מיתקני החשמל, ולמעשה, **לתיפקוד התקין של המכונות המופעלות בחשמל.**

י מוסקוביץ – מהנדס ייעוץ

אם בגלל סיבה המתקבלת על הדעת, אין אפשרות לבצע עבודה מסוימת בהתאם ללוח הזמנים, למשל: חלק חילוף חדש שהיה מיועד להחליף את הישן במיתקן חשמלי כלשהו לא הגיע מחו"ל, יש לציון זאת בלוח הזמנים וצוות האחזקה חייב לבצע את העבודה שנדחתה במועד הקרוב ביותר.

בעזרת תוכנת מחשב ובהוצאות מיוערת, ניתן למצוא עבור כל צרכן את הנוסחה המתאימה ביותר לביצוע של תוכנית האחזקה. תוכנת מחשב הבנויה בצורה מתאימה ונכונה, יכולה לשרת ביעילות גבוהה מאוד כל תוכנית אחזקה, ולהבטיח את ביצועה המוצלח.

שימוש בתוכנת אחזקה יאפשר לקבל התראה על מועד מתקרב של טיפול מתוכנן, וכן את כל שאר הפרטים והתנאים הדרושים לשם ביצוע הטיפול, כמו (איור 2):

- רשימת חלקי חילוף, חומרים ומכשירי מדידה הנחוצים בתהליך.
- רשימת ציוד עזר נדרש – למשל, מנף, אם יש צורך בכך.
- רשימת צוות העובדים הדרוש, כולל כוח אדם מיומן המיועד לעבודות ספציפיות, למשל, מומחה מחו"ל.
- רשימת פעולות התיאום הדרושות עם המחלקות בעלות הציוד המיועד לטיפול האחזקה.
- הכנת אמצעי בטיחות.
- קביעת תנאי הפסקת החשמל לצורכי האחזקה ואופן החזרת האספקה בתום ביצוע העבודות.

שיטות אחזקה

- מכרות שני שיטות אחזקה:
- "אחזקת שבר".
 - אחזקה מונעת.

אחזקת שבר

כדי להמחיש את חשיבותו של תכנון האחזקה ואת ביצוע פעולות האחזקה, מתוארת להלן שיטת אחזקת שבר. שיטת אחזקה זו קיימת במספר רב של מקומות, ומכרת גם בשם "אחזקת תקלה" או "אחזקת כיבוי שריפות". בשיטה זו, לא מבצעים, במיתקן החשמלי וברכיביו טיפולים או פעולות אחזקה כלשהן, כל זמן שהמיתקן מתפקד. המיתקן מנוצל עד גבול יכולתו ופעולות התיקונים מבוצעות בו רק לאחר שהתגלתה הפרעה או תקלה.

הדרך הניהולי של המפעל, בית חולים, או בית מלון, מחויק, במקרים כאלה, צוות אחזקה קטן. לכאורה, הוצאות האחזקה נמוכות. הכל טוב ויפה ומתנהל כשורה, עד לרגע מסוים – הרגע שבו מופיעה תקלה.

התקלות האפשריות הן:

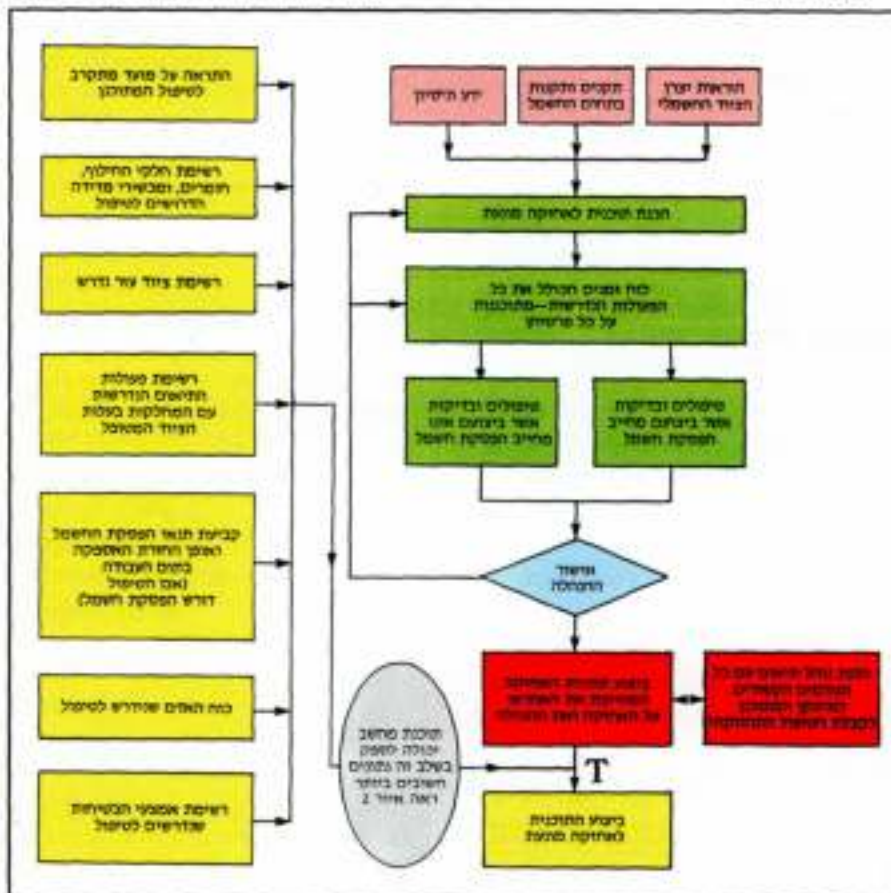
- תקלה הנורמת תאונת עבודה או קיפוח חיי אדם בגלל התחשטלות.
- תקלה הנורמת שריפה גדולה.
- תקלה הנורמת נזק ניכר למיתקן חשמלי מרכזי, למשל, שריפת שנאי, שריפה בלוח חשמל ראשי, או אפילו בלוח חשמל משני, או שריפת פנוע גדול השייך למערכת מרכזית, וכו'.

במצב של הרע במיעוטו, תגרום תקלה כזאת רק הוצאות כספיות גדולות והפסדים בשל אי תיפקוד המיתקן החשמלי או פגיעה בתהליך הטכנולוגי כולו.

רבים הסיכויים שההוצאות הכספיות לאחר התקלה תהיינה גדולות בהרבה לעומת ה**חיסכון** שהושג בגלל הזנחת צורכי התחזוקה.

אם נוקטים בשיטת אחזקת שבר, עלולים להתרחש התסריטים הבאים:

- חדר הניתוח בבית חולים יישאר ללא חשמל חירום ברגע הקריטי ביותר של ניתוח מסוכן.



איור 2

תרישים נתונים המופקים מתוכנת מחשב לביצוע תוכנית אחזקה מונעת

איור 1

תרישים זרימה של שלבי תוכנית ממוחשבת לאחזקה מונעת

מכשירי מדידה, ציוד בטיחות, ציוד הרמה, כך שמשך הטיפול יהיה קצר, במידת האפשר, ולא יתמשך מעבר לזמן שנקבע בלוח הזמנים.

- העבודה מתבצעת בהתאם להוראות הטכניות ובהתאם לכל כללי הבטיחות.
- תוכנית האחזקה תחלק את הטיפולים שיש לבצע לקבוצות שונות, המופיעות בצורה מוגדרת וברורה בלוח הזמנים.

בהתייחס להפסקות החשמל הנדרשות לשם ביצוע עבודות האחזקה בהתאם ללוח הזמנים, ניתן לחלק את העבודות, לשתי קבוצות (איור 1).

- טיפולים ובדיקות אשר ביצועם מחייב הפסקת חשמל.
- טיפולים ובדיקות אשר ניתן לבצעם ללא הפסקת חשמל.

טיפולים ובדיקות אשר ביצועם מחייב הפסקת חשמל

להלן רשימה של טיפולים שיש לבצע תוך הפסקת חשמל כללית או חלקית:

- **מצב המסדרים – פנימיים וחיצוניים:** בדיקת תקינותם של האמצעים למניעת חדירת מים, כגון: תקינות דלתות, תאים וצביעה.
- **מערכת הארקה:** בדיקות רציפות, מדידת התנגדויות, בדיקת חיבורים וחיוקס.
- **מבדדים המותקנים בלוחות חשמל:** בדיקת סדקים ונקיון.
- **שנאים טבולים בשמן:** בדיקת איכות השמן, בדיקת נזילות השמן, בדיקה או החלפה של הסיליקה-ג'ל, מצב החיבורים, תיפקוד מערכת האיוורור ומצב המבדדים.
- **בדיקת ראשי כבלים בשמן:** בדיקת נזילות.
- **מערכת התאורה:** בדיקת תקינות וניקוי המערכת.
- **תעלות כבלים:** בדיקת תקינות החסימות בפני חדירת בעלי חיים, ביקורת ניקיון וניקוי.
- **מונעים:** בדיקת מצב הבידוד, מצב החיבורים ומצב המיסבים.
- **דיול נגרטור:** בדיקת המצברים, מצב מנוע דיול, מצב כללי של הנגרטור, בדיקת לוחות כוח ותיקוד, הפעלה נסיונית.
- **לוחות חשמל:** החלפת ציוד פגום, בדיקת הגנת, ניקוי הלוחות, חיוקס מגעים רופפים.

טיפולים ובדיקות אשר ניתן לבצעם ללא הפסקת חשמל

עבודות שאינן דורשות הפסקת חשמל יכולות להתבצע, לכאורה, ללא תיכנון מראש. אולם למעשה חשוב לכלול גם אותן בתיכנון התחזוקתי, אחת, דווקא כשצטרף להשתמש בציוד מסויים, הוא עלול להיות פגום. להלן מספר דוגמאות של עבודות מסוג זה:

- **מכשירי מדידה:** בדיקת תקינות.
- **ציוד עזרה ראשונה:** בדיקת שלמות ותקינות.
- **ציוד בטיחות:** כפפות מתאימות ותקינות, מוט לבדיקת העדר מתח, תקינות המקצרים, בדיקת מצב הציוד וכו'.
- **שטיחי גומי:** בדיקת מצבם ו/או החלפתם.
- **ציוד לכיבוי שריפות:** בדיקת שלמות ותקינות.

שיטה חדשה של בדיקות, חשובה מאוד, של **גילוי מוקדם של תקלות** בלוחות חשמל מתח נמוך ומתח גבוה, ברשתות עיליות ובמערכות פיקוד, באה לשרת את כל הטיפולים ולהשתלב בהם בהצלחה רבה. מדובר ב**בדיקה תרמוגרפית** (ראה מאמרים ב"התקע המצדיעי" מס' 42 – מרץ 1989 ו"התקע המצדיעי" מס' 43 – ספטמבר 1989).

תוצאות הבדיקה התרמוגרפית עשויות להמחיש את הדחיפות בביצוע פעולות האחזקה, ובכך **לעדכן** את תוכנית האחזקה ולשנות את סדרי העדיפות בלוח הזמנים.

יתרונות בביצוע תוכנית אחזקה

היתרונות בביצוע הפעולות המתחייבות מתוכנית האחזקה המתוכננת הם:

- הקטנת הסיכון להתרחשות תאונות חשמל ואסונות בגלל סיבות טכניות.
- מיתקן חשמלי מטופל, מוסיף תחושת בטיחות אצל צוות העובדים.
- הארכת אורך החיים של המיתקן.
- צימצום הפסקות החשמל.
- חיטון בהוצאות הצרכן.
- שליטה מלאה על תהליך הייצור ועל התפוקה על ידי המחלקות והנהלת המפעל.

טיפולים תקופתיים – מועדים לביצוע

ביצוע במועד הנכון של כל הטיפולים הדרושים בכל ציוד או מערכת חשמל הוא היעד החשוב ביותר של כל תוכנית אחזקה והמשימה החשובה ביותר של כל צרכן. מדובר בתחנת כוח או חלק ממנה, חצר מיתוג

מתח עליון או חלק ממנה, מסדר מתח גבוה או חלק ממנו, שנאי, מפסק זרם באוויר (מזביא), סנתק, מערכת אוויר דחוס, מנוע, דיזל נגרטור וכו'.

התרגלנו לעבודה שהרכב שבו אנו נוסעים, צריך לעבור טיפול כל 10,000 ק"מ, ונוסף לכך טיפולים אחרים מדי פעם. באותה מידה נקבע שמזביא 22 ק"מ, המותקן במסדר מתח גבוה צריך לעבור סידרה ארוכה של טיפולים לאחר 20,000 פעולות.

קביעת סוג הטיפול, המתאים לכל מיתקן, ופרק הזמן שבו הוא מתבצע, היא אבן הפינה והיסוד לתיכנון ולביצוע של כל עבודות האחזקה. והתוצאה – האפשרות לבנות את לוח הזמנים לביצוע במועד הנכון של כל הטיפולים התחזוקתיים.

זמני הטיפול וסוגי הטיפול נתונים ב**ספר ההוראות של היצרן**, המלווה כל ציוד וכל מיתקן חשמלי. ספר ההוראות היצרן הוא המקור האמין והחד משמעי בדבר המידע על הטיפול התקופתי שהציוד החשמלי צריך לעבור, וכל העבודות שיש לבצע כל פעם שהמיתקן החשמלי עובר טיפול תקופתי.

מספר ההוראות של יצרן המזביא למדנו, שהמזביא צריך לעבור טיפול לאחר 20,000 פעולות. באותו ספר אף נמצאת רשימת העבודות שטיפול זה כולל.

על סמך מידע זה ניתן לתכנן ולהכין את כל הדרוש, לצורך ביצוע הטיפול, כגון: חומרים, חלקי חילוף, כוח אדם וכו'.

וזאת ועוד. קביעת המועד הנכון לביצוע הטיפול על ידי צוות האחזקה של הצרכן צריכה וחיבת להסתמך גם על ידע ועל נסיון. כל מקורות המידע הללו – המלצות היצרן, דרישות החוק והתקנות במידה שקיימות, ידע וניסיון – נותנים לנו את האפשרות לתכנן ולבצע פעולות אחזקה נכונות, ובכך להבטיח ניצול מירבי של הציוד והפסקות ייצור מתוכננות בלבד.

סיכום

עם סעט דימיון, כל צרכן, אפילו שקיימים אצלו מיתקנים קטנים יותר, יכול להתאים את האמור לעיל למערכות החשמל שלו.

צרכן חשמל בעל מיתקני חשמל ומערכות חשמל מתחזקות בהתאם לכל הכללים, ירשום לפניו הצלחות בכל המישורים, ומעל לכל, פעולה סדירה של כל המיתקנים והמערכות. לעומתו, צרכן, שאין לו מודעות ואינו מקבל על עצמו תוכניות לאחזקה מניעת, ירשום לפניו הפסקות חשמל רבות וממושכות, תאונות עבודה, הפסדים, הוצאות מיותרות, תצרוכת חשמל גבוהה, וחוסר שליטה על התפוקה ועל תיפקוד המחלקות.

לביצוע או לאי ביצוע של תוכנית אחזקה, מתאים הפיתגום: **"אין דברים דחופים, יש דברים מוזנחים"**.

חברת החשמל לישראל מודיעה על הוצאה לאור של:

**קובץ דפי מידע לעוסקים בניהול
עומס החשמל בתחום הצרכנות
(Demand-Side Management)**

דפי המידע מיועדים למהנדסים, לאדריכלים ולגורמים מקצועיים אחרים העוסקים בניהול עומס בתחום הצרכנות.

קובץ דפי המידע יכלול:

- ★ מידע עדכני ייחודי, המתפרסם בארץ ובספרות מכנית בחו"ל בנושאים החשויים. דגש מיוחד יושם על שיטות ואמצעים לניהול עומס בתחום הצרכנות.
 - ★ תאור מפורט של פרדיקטים שיושמו בישראל, במתקני צרכנים, אשר קבלו סיוע כספי מחברת החשמל בביטול עת התוכנית הלאומית ל"יעול השימוש בחשמל". התאור ילדיה בהצגת פרטים מכניים ונתוני עלות-היעלת.
- למנויים ישלח אתגן ממודר וכו' קובץ ראשון של דפי מידע בנושאים המונים. במהלך שנת 1991 יישלחו למנויים דפי מידע נוספים.

דמי המנוי לשנת 1991 (כולל משלוח האגף וקובץ הדפים) הוא 50 ש"ח.

כדי להימנות על מקבלי קובץ דפי המידע, אנו מצא בבירור את פרטיך האישיים בספח, וישלחו אליך שיבר המשלוח ורשימת דפי המידע שייכללו בקובץ בעתיד.

אנא החזר ספח זה



לכבוד

חברת החשמל לישראל
אגף הצרכנות, המחלקה ליעול הצריכה
ת.ד. 0510 חיפה 31006

כרצוני להיות מנוי לקובץ דפי מידע לעוסקים בניהול עומס בתחום הצרכנות (Demand-Side Management) שיוצא לאור על-ידי חברת החשמל לישראל, אבקשכם לשלוח לי שובר תשלום ורשימת הנושאים שייכללו בקובץ.

שם

מקצוע/תפקיד

מקום העבודה

טלפון

רחוב

עיר

מיקוד

תאריך

אתם מוזמנים לראות את הכוח באור

חזנות יסוד מייצרת כ-2% מההכנס בארץ, 2 אחוז מהכנסים של 98 האחוזים הנותרים. זרוע אחת ושורשיה ושטחיה של החברה נמצאים בכל דעה ודעה.

אנשי החברה עובדים בארץ, מפתחים את מטרות החברה שמונחות הידיעה, לראות בנאור חיים את החברה בארץ החכמה לכל החיים. אנו קשובים ומאזינים אלפי מקרים כבר התארחו בירושלים ונתנו את האם מודעים להצטרף אליהם, כחכמה דברי הסבר, נדע, ביקור במוקד העניין והשטח וההנה

לדעת המנהלים דובר החברה וכוון.

ביקורתיות של החברה וכוון.

* מרכז החנה לים בתחנת הכוח ימאי-דודי, טדיה, 70, 37420-76, 05-331171.

* מרכז המכשירים בתחנת הכוח ירושלים, בני אונקלון, 52, 31307-051, 051-49209.

* מרכז המכשירים בתחנת הכוח דיפה, 52, 649460-04.

* מרכז המכשירים במסוף הפחם, אשדוד, 70, 5620770-04.

הקוים של החברה אחידים ועל חברה הדואגת יותר לתועם באמצעות כח שרה שיש, ניהול החברה, חברת הדואגת, 6810 דיפה 051886.

בינצ'י

חברת החשמל לישראל



מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" מס' 46



למעוניינים במידע נוסף:

כדי לקבל מידע נוסף:

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

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

תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

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

שם: מקצוע:

חברה/מוסד/מפעל: תפקיד:

המען לתשובות: רחוב/שכונה/ מספר טל':

ישוב: מיקוד:

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

48/13 48/12 48/11 48/10 48/9 48/8 48/7 48/6 48/5 48/4 48/3 48/2 48/1
48/20 48/25 48/24 48/23 48/22 48/21 48/20 48/19 48/18 48/17 48/16 48/15 48/14

הודעה למערכת:

.....

התלוש לצדיע נסף יענה עד יום 28.2.81 לאחר תאריך זה יע
להפנות את בקשות המידע ישירות לחברת המפרסמות.

נחת ושלח! ✂



1987-90



נוסד 1970

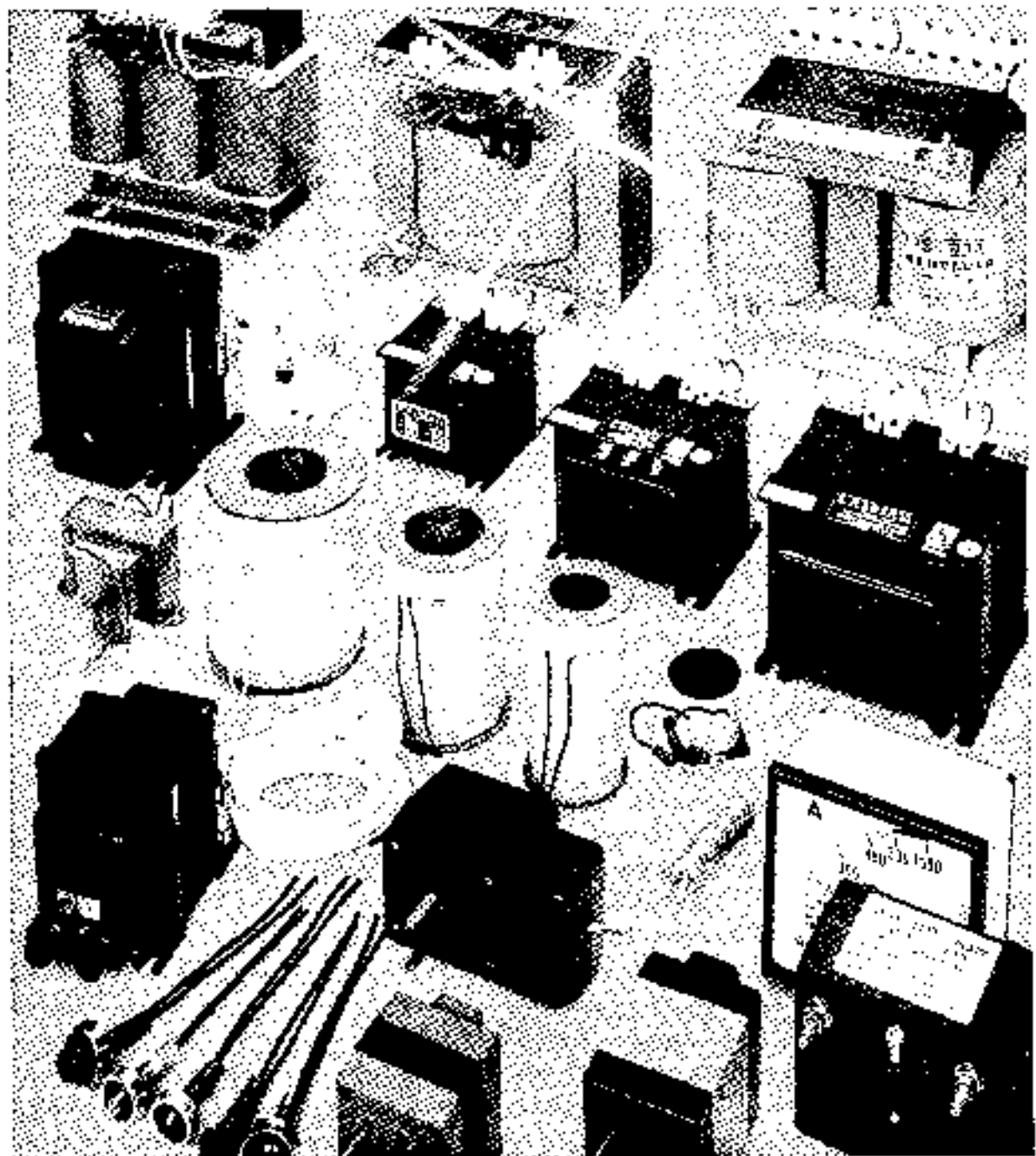
כח

ברק

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

- ★ שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאים 115 v / 230 v.
- ★ שנאים לפיקוד ובקרה ולמערכות חשמל.
- ★ שנאים להפעלת נורוח הלוגן 12v - 230 v.
- ★ מיוצר לפי דרישת חרדי"ן, ת"י - 899.
- ★ סניף משרד הרטחון מס' 0083094547

- ★ שנאים טרנספורמטוריות חד יבואי ונולות כאזי
- ★ להרכבה בליציות חשמל ומנועי חשמל.
- ★ שואי אוטומטרי להתנעת מנועים חשמליים עד 20000 כה סוס.
- ★ משנה זרם לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.



מסומן על גבי כל המוצרים

רח' רוניו 6 פינת הר ציון 19 תל אביב 66638 סל. 377692-03, פקסימיליה 370475-03
להשיג בכל בתי המסחר לחומר חשמל בארץ

למה לחכות לרגע האחרון? כלומר, לגשם הראשון?

חברת החשמל ממליצה,
לבדוק ולהכין את מערכת החשמל הביתית
עכשיו, לפני החורף:

למניעת מפגעים

- יש לזרז את מערכת, דודי פחם ורזרבוים, או כל מפג אחר המכיל להורדת מרחות וגופים.
- יש לגייש מפי מפני כומב הבית העלול ע לראש ועל זחמי החשמל לכיב.

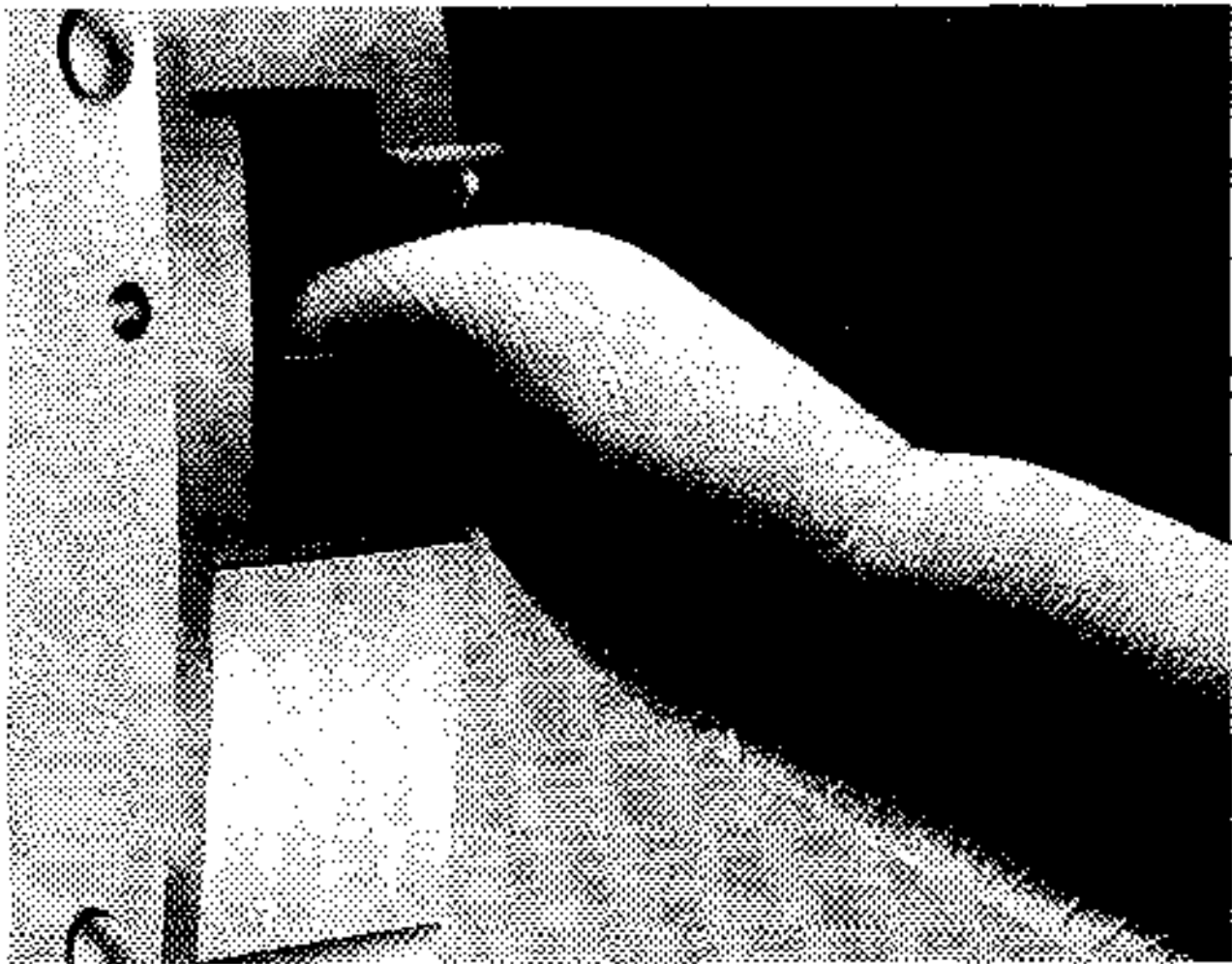
לחיסכון

- **הקמת דולמות** - איסום הפעו ע על ידי אמצעי איסום משרי יום, יסום והדחת אודר יר לבית היחיד בהתבטת החשמל לז יום.
- **חימום מים** - לנתות את הדולקים עם דוד הפסע.
- **לחא עם פלמות דכיידר בוד** - הני כידוד הפנת עם דוד הפסע.
- **לחא לבית דושיחטת** - לסיסי מרה על 60 מעלות נאפיעתו והפלא מרובי.
- **סוגים** - לקחת את המטב-לרת את מוס פוסים, כבי להטע דרמו יום, ולחא סעבר אודר גופי.

לבטיחות

- **תפסק אוטומטי ראשי** - נט בזה ימן ונט נכות חדם - אם אין תפסק אוטומטי ראשי, להסין ופוליא שריפת.
- **תפסק סג** - **שג ההתעמלות** - לבדוד הפעית נדיף באר היום, על ידי לזרז על כפנת הבוית, אם התפסק אינו קופי - להסין והפלא חתום, אם אין תפסק כזה - להאין ופוליא שריפת.
- **מכשירי חימום** - להבטיח הפיעת והלמת התפסי, דחסי מופי הוד סתם.

לשידור,  חברת החשמל לישראל

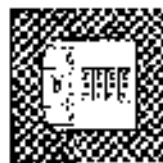


מפסק אוטומטי. באצבע אחת חידשתי את הזרם.



לוח חשמל עם
פנל עומק
המפסק אוטומטי
חדש.

ניחן לוח חשמל מפסק אוטומטי ראשי
בכל בית רחל כל לוח חשמל - חדש
או ישן, במסדור העושה לכל נעים. כל
התמלאי טרשה, כמעט רשיח מתאים
הכד' העיקר ראשי לבצע את ההתקנה.
כדאי לפנות אליו כבר היום.



לוח חשמל עם
מפסק אוטומטי
חדש.

החשמלאי החקין לי מפסק אוטומטי

כיום רבים מעדיפים דיווח בלוח
מפסקים אוטומטיים, הכולל, בדרך
כלל (שידך לכרוק) גם מפסק
אנטי-אש ראשי. הם מפסק עם נגד
החשמלות קוארד לא באר מפסק
חדש.



לוח חשמל עם
מפסק אוטומטי
חדש.

אבל אם לוח העומק שלך הוא מן
הסוג הישן - שבו עשיתי קרטיקה,
קודם לראש שאף לך מפסק אוטומטי
ראשי. כדאי שיחיה.



ולדגים את
כוח המפסק,
החשמל חתך נגד.

הזרם נחנק בגלל עומק יתר

בלוח החשמל הידורי מהצברים
פנלים המפלים את כבשתי
החשמל בבית. כל המפלים החיים
מהיטור של חברת החשמל -
הדבור זה סוגן בעזרה הנחמד
הראשי. הנחמד הראשי עולה להשורף
לאור מופעים בביראמת סכסוכי
הפנל שהמפסקי במה נודד למימס
סים, מכעת כביסה, פנס, תנורי-
דיטה, תנור אפיה, סלוח כלים,
סליש כביסה, במקרה מה טרשה,
זרם החשמל מהדירה ויש להחליף את
אנשי חברת החשמל שיבואו
להחליף את הנחמד.

הנחמד הראשי לא נשרף לי

טוב שהחשמלאי שלי החקין אצלי
מפסק אוטומטי ראשי.
המפסק יק' צני' אוטומטי, כאשר
הנחמד הראשי של חברת החשמל
נמצא הבת שטט רם מדי - הם
בשקרה של קצה.
כן יציל המפסק דאוטו בוד למנת
את שרפת הנחמד הראשי ולחטך
סגור את זמן ההמתנה להחוק.

כל כך פשוט ונהח

כאשר החפסק האוטומטי יק' צני',
כל מה שצריך
לעשות הוא לתקן
את אחד
המפסקים בעלי
ההפסק הנכחה.

לשירותך,

חברת החשמל לישראל



מבצע
 15 ש"ח א' 12 תשלומים,
 משלוח חנוכה!
 הקנייה גם בכרטיסי אשראי -
 זהה ויש לאמרו.

וורקמן - ארגו כלים שהוא בית מלאכה!



קל לנשיאה



מחסן כלים

שעשש כפול לתא הנשלף



משטח עבודה

חלל לאחסון כלים גדולים

- 3 מצורים ביחידה אחת!**
- ארגו כלים, סולם ומשטח עבודה.
 - איסוף לבעלי מקצוע, טכנאים ואנשי תחזוקה נידרים, ולשמש כבית-מיוצר מפוליפרופילן - חומר מבודד קשיח וקל.
 - פתיחה וסגירה - תוך שניות נקטן לגעילה.
 - מתנה מצוינת לחפזי עובדים, מפעלים וארגונים.

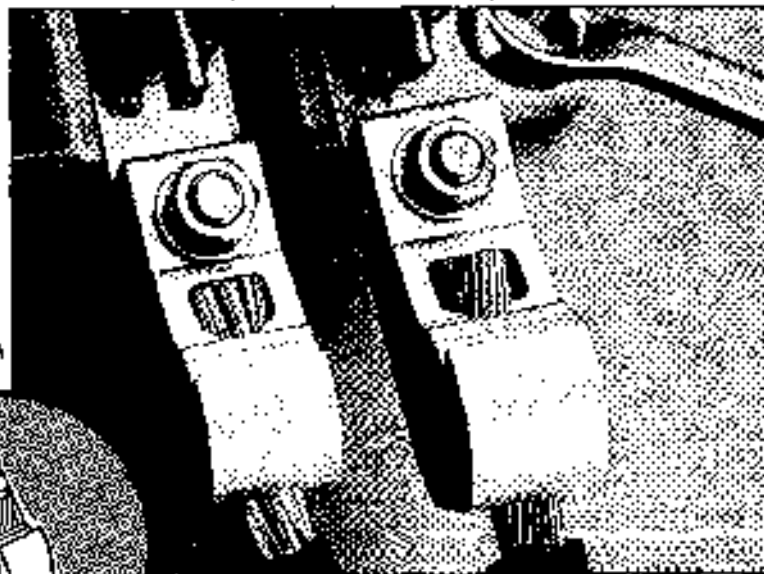


90 ס"מ

מיוצר ומשווק ע"י דורילן בע"מ. רח' אחימאיר 27 ת"א 69492 : **DURILAN**
 טל. 417567, 6424156 03 101 7010 | פקס. 03-6424673

מהר חזק ואלגנטי

"סאיטולוק" המהדק העולמי



חדש
החל מ-16 מ"מ



מהדקים חדישים (נעלי כבל) הטובים בעולם!

הידוק מהיר ללא לחצן, לקבלת חיבור חשמל/מכני הטוב ביותר בזמן הקצר ביותר

פתאים לכל סוגי הכבלים - חושות, אלומיניום, קשיח, גמיש, סקטוריאלי, אלקטרודה, אלומיניום/פלדה.

איכות עמיד בטמפרטורות קשים, רעידות, לחות, קורוזיה, שומר על טמפר. חיבור נמוכה, לוחץ לשימוש חוזר, לא משתחרר עם הזמן (cold flow).

תקן בעל אישורי תקן מכל העולם, בשימוש נרחב בתחנות כוח, כורים, מכרות, מפעלים, תחנות, אגרות, חקלאות, חיבורים ארציים ותגובה מלידה בזמן חרום.

כבר רכשנו חברת חשמל, בתי איסקו חיפה, בתי איסקו אשדוד, מפעלי ים המלח, חיפה כימיקלים, תעשייה, מסייג, קצא"א, עת"א, תדיראן, קיבוצים, מפעלים, יצרני לוחות ועוד.

להשיג מחמלאי מ-16 מ"מ עד 630 מ"מ²

טלפן אלינו לקבלת פרטים.

דיסקומט

גר ירי - תל אביב, מוזאיקה 75, טל. 03-611965

פקסי: 03-566-0245

בדק נבל



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

מרכז אלקלעי - מהמס חשמל
ת.ד. 27154, יפו 61271
טלפון: 03-821661

פוסטו אלי

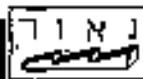
למרחק נוסף באין 48/7

**יצור אספקה והתקנה של
סולמות כבלים לתעשייה**



אנו מציעים:

1. פתרון לכל תוואי - סולג כללים מוצלחי
 2. מגוון רחב של מידות וספיקות ושבות
 3. חוק מיכני מוחאם לעומסים עד 200 ק"ג למ'.
 4. ציפוי אבץ חס 77 מיקרון או צבע לפי דרישה.
- אחריות 10 שנים לציפוי. אספקה מהירה
גובה מינון נספ. תוספת קטנה ומינימום גובה מינון למשרדים.



נאור בע"מ
קבלני חשמל לתעשייה

מספר תע"מ: 78, ת.ד. 10266
70 411142, 04-414834, 079 414528

פוסטו אלי, ט"מ - חיפה

למרחק נוסף באין 96/6

**חשמלאי!!!
עשה לך חיים קלים
עם קאטר "אלדין"**



תע"מ
78-10266

חותך* צינורות מרדון

לחותך ישר וחלק להשיג ב-2 דגמים:

* דגם חותך 37 מ"מ * דגם חותך 42 מ"מ

להשיג בתנויות הסיסונגאיות לחומרי חשמל בכל רחבי הארץ.



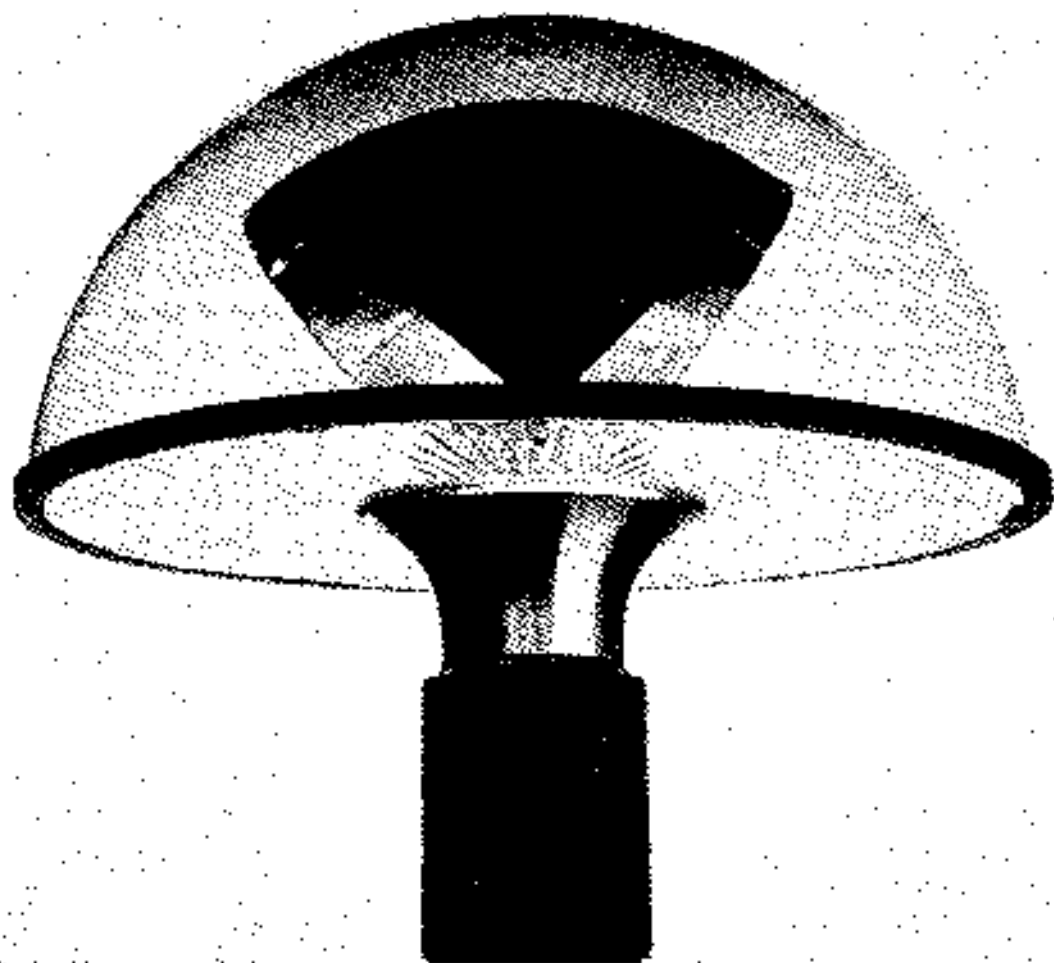
"אלדין" שיווק חשמל בע"מ נל. 03-816304

ניתן גם לחתוך לוח מתכת בכל דגם.

למרחק נוסף באין 48/8

ג'ינו תעשיות מציגים

גופי תאורה



גופי תאורה בעיצוב ובטכנולוגיה חדישים, באיכות גבוהה מבית היוצר האיטלקי

ג'ינו תעשיות בע"מ – תאורה, ציוד מיתוג

את החידושים

מפסקי זרם



מגוון רחב של מפסקי זרם בעיצובים מיוחדים, הניתנים להרכבה מודולרית

משרד מכיחות תל אביב
רח' יד חרוצים 15, ת"א
פקס' 03-5373074
טל' 03-273886, 273948

משרד ראשי - מכיחות לצפון
רח' אופיר 3, חיפה 32235
פקס' 04-845023, טל' 04-46572
טל' 04-674227, 670866/8

ג'ינו תעשיות בע"מ

שנאי שמן ויצוקים

ציוד מיתוג מתח נמוך, מתח גבוה

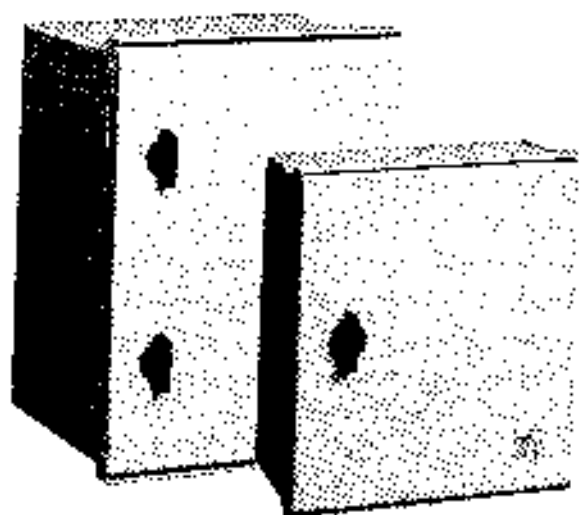
קבוצת קצנשטיין אדלר | איכות | אחריות | אמינות

חדש!!!

MINIPOL

**סדרת קופסאות מפוליאסטר משוריינת
מתוצרת חברת**

HAZEMEYER



IP 659 *

* מוגן בפני קרינת UV

* יציקה אחת

* גמישות מירבית בהרכבת הציוד

* צירים ממותכת אל-חלד

* גגון מים אינסטגרלי

* דגמים להתקנה במערכות חשמל

ותקשורת

ערוכה



קצנשטיין אדלר תעשיית
קצנשטיין אדלר תעשיית
א. הנדל-קצנשטיין אדלר
א. הנדל ק.א. (אילת)

קבוצת קצנשטיין אדלר
אנו תמיד קשובים אליך



הנדסה אלקטרומכנית

תכנון | ייצור | שרות | בקרת איכות | מלאי חלפים

חדש!!!

MEDEX

סדרת מאמ"רים וממסרי כוח
לשימוש ביתי ותעשייתי



ממסר כוח ל-40A ו-83A בזרם זליגה
של 0.03A ו-0.3A מתאימים לתי"ל 832
"מפסקי סגן הפועלים בזרם זלף".



מאמ"רים דומים L ו-G-1 מ-6A עד 40A
נמצאו מתאימים לתי"ל 725 "מפסקים
אוטומטיים תעריס".

'איכות מעולה

02-536332	טל'	ירושלים	ק.מ.ק הנדסת חשמל בע"מ	03-614668	טל'	תל-אביב	1975 בע"מ
03-614668	טל'	תל-אביב	קצנטיין אדלר ושוח' בע"מ	052-448228	טל'	רעננה	בע"מ
04-410330	טל'	חיפה	קצנטיין, אדלר ושוח' (סניף חיפה)	03-614668	טל'	תל-אביב	בע"מ (התקנות)
057-35916	טל'	באר-שבע	קצנטיין, אדלר ושוח' (סניף באר-שבע)	059-31906	טל'	אילת	מ
03-624446	טל'	תל-אביב	טקסל אלקטרוניקה בע"מ	059-78858	טל'		
03-623421	טל'	תל-אביב	אסטרוגל בע"מ	04-410330	טל'	חיפה	ה בע"מ

"אופיר שי"

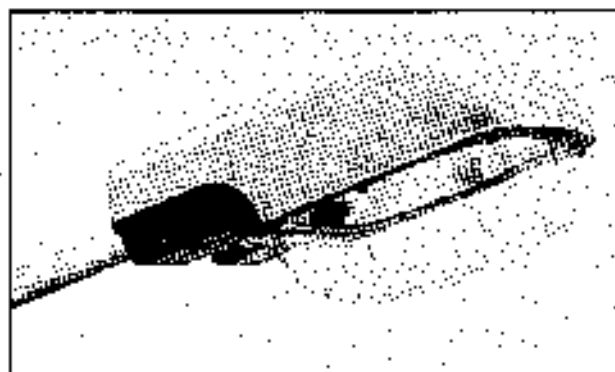
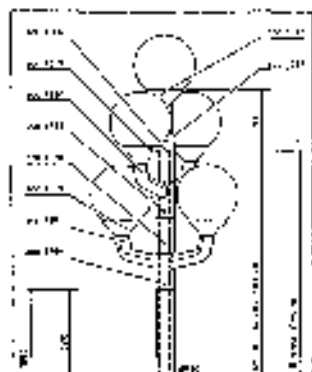
ייצור שיווק ואספקה

חומרי חשמל לתעשייה, בנין, רשת, אחזקה ותאורה



כבלים

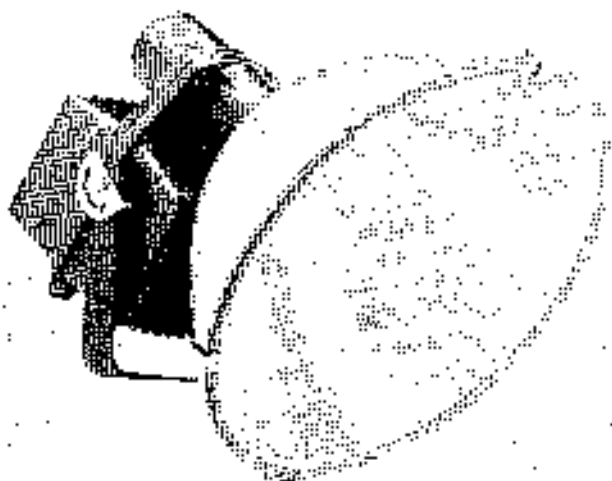
כבלי כח עליים ותת קרקעיים.
מכל הסוגים, כל החתכים ובכל האורכים.
כבלי פיקוד ותקשורת, אספקה מהמלאי.
כבלי בטיחות - חסיני אש - נטולי הלוגנים
משפחת LYONOTOX תוצרת:
LES CABLES DE LYON



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 ארית, רח' עמל 37, טל. 0529230855, פקס. 039233193
 סניף תל אביב : רח' החשמלאים 105, טל. 5614338, 5612376, פקס: 5614324
 סניף באר שבע : עסק שרה רח' הפועלים 20, טל. 32080, 36930, פקס: 057-32077

אופיר שי (1984) בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : רח' החרושת 10, אזור תעשיה רעננה, טל. 052910588, פקס: 052910926
 סניף ירושלים : דרך חברון 28, טל. 02731080/5, פקס: 02731010
 סניף הרצליה : רח' בן גוריון 48, טל. 052557747, פקס: 052557802
 ורח' סוקולוב 80, טל. 540784, 540746, פקס: 052557802

אופיר שי ייצור שיווק ואספקה צפון (1988) בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : זרץ בן יהודה 195, תל חנן, טל. 04322277, 323417, פקס: 04343415
 סניף ברמיאל : רח' המסגר 9, טל. 04881898, פקס: 04881891



תאורת גן

גופי תאורה למשרדים
 גופי תאורה מיוחדים -
 נגד סינוור לחדרי מחשב



ציוד מוגן התפוצצות

קופסאות, אביזרי פיקוד
 כניסות וגופי תאורה

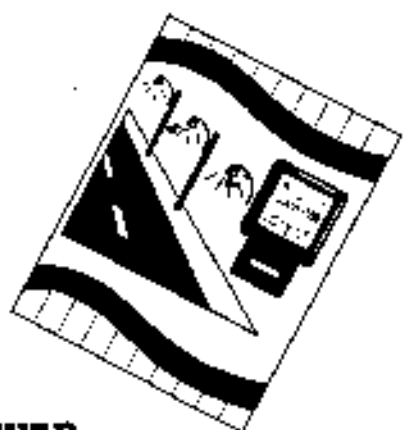
פרטים אולי בעיית - חופה



ציוד פיקוד

מיתוג ובקרה
 מתוצרת
 לגרנד

צרכן גדול, חברת החשמל מעמידה לרשותך סיוע כספי ואתה מרוויח חסכון בחשבון החשמל שלך.



מבצעים

התכנית הלאומית כוללת גם מבצעים מיוחדים לניהול עומס, מבצעים ייעודיים לזמן חורף, לחימום חפשי לזמן הבאתם.
* חלוקת עומס כספית: לכנותם, בוודות חורף לחץ גבוה וצרכנות, שהם הסכימויות יותר. ב-2006 גופי האנרגיה חורף לשימור.
* מ"ד הכיבוד החודשי במבנים קיימים, בטוחה לידית ונגות על 260 ט"ר לפחות.

פרטים נוספים:
נגן לקבל במשרדי חברת החשמל.



הקמת פרויקטים לניהול עומס

ליישר עומס בתחום הבריכות טמרי לחסוך לצרכנים הגדולים ככונ"ם טכנולוגיים בתוצאות החשמל, תנזיל את האנרגיה של אספקת החשמל ומקטין את עלויותיהם למשק הלאומי.
תכנון החשמל חשבים סיוע כספי לצרכנים גדולים וליישים. אשר יבצע פרויקטים מיוחדים להסקה של צריכת החשמל בימות הקיץ (בהן סחיד החשמל נכזה עד פי 400%). לעומת השטל, פרויקטים יביאו להסכון בחשמל או לפרוייקטים לקוגרציה.
תכנון החשמל תנוק סיוע כספי גם לצרכנים גדולים ויישים. עייבצט סקר לכדייקת ההיבטוח לקראת הקמת פרויקטים סכיג זה בסתקניהם.

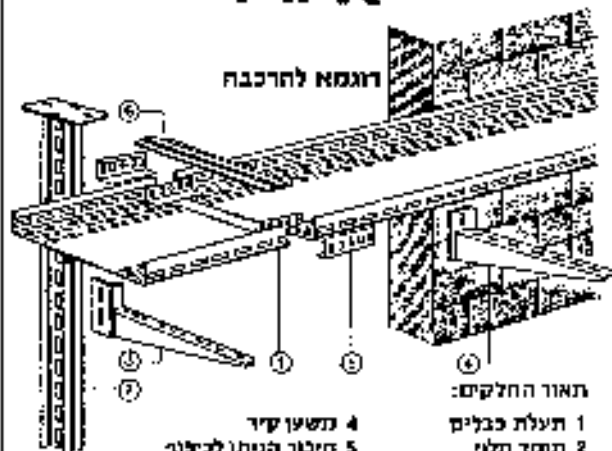
משרד האנרגיה והתשתית

חברת החשמל לישראל

ליד שיזוק בע"מ

ת.ד. 609 נצרת עילית, טל. 08-574434

תעלות וסולמות כבלים MFK



דוגמה להרכבה

תאור החלקים:

- 1 תעלת כבלים
- 2 תומך תלוי
- 3 משען לתומך תלוי
- 4 משען קיר
- 5 חיבור הניתן לסיפון
- 6 פלטה לחיבור עליון



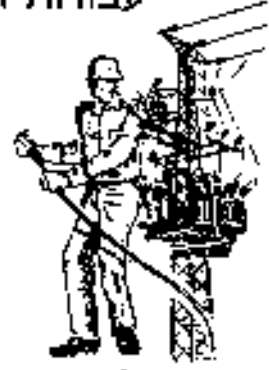
בכבלים
שבחצלות ליד
זה לא זוגע...
— פואר וקריד
שם מרי!

יעד/אינטר אלקטריקה

שרות וביצוע
עבודות השמל בע"מ

ביצוע
עבודות השמל
בתעשייה

בתי קרור,
מכונות תערוכה,
בתי אריזה



מיטום ילי בע"מ - חמה

נצרת עילית, אזור תעשייה ב', רח' העמל 3
ת.ד. 609, טל. 08-574434, 08-563357

רק



חמים

איקורי

עד-62%

חסכון בחשמל.

ני רק

חמם מקורי

עשוי מחומר מלסטי
גמיש EPDM
המשמש במברי
בין המים החמים
לקרים ברוד.



הזהרו

מחיקויים!

דווש חמם מקורי
באריות הצהוב
יבדיק:
על החמם מוטבע
מסי פטנט רשום
59569.

תעלות אחריות
מצורפת
ל-4 שנים

מבצע!

לכלת כחונת
החנית רקובנה
חייל חינוג:

177-022-3939

מורה

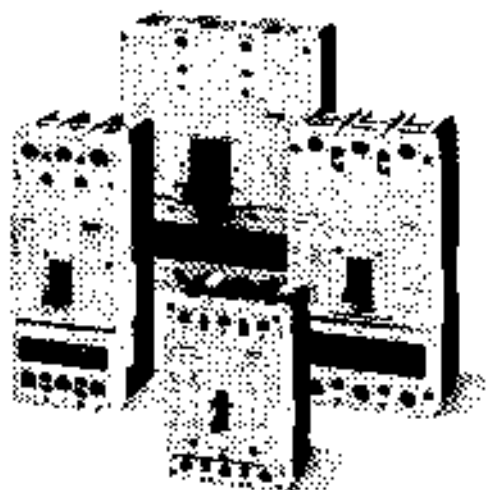
052-963161

הסיכוי לחסכון באנרגיה

ניסקו הקשר בינך

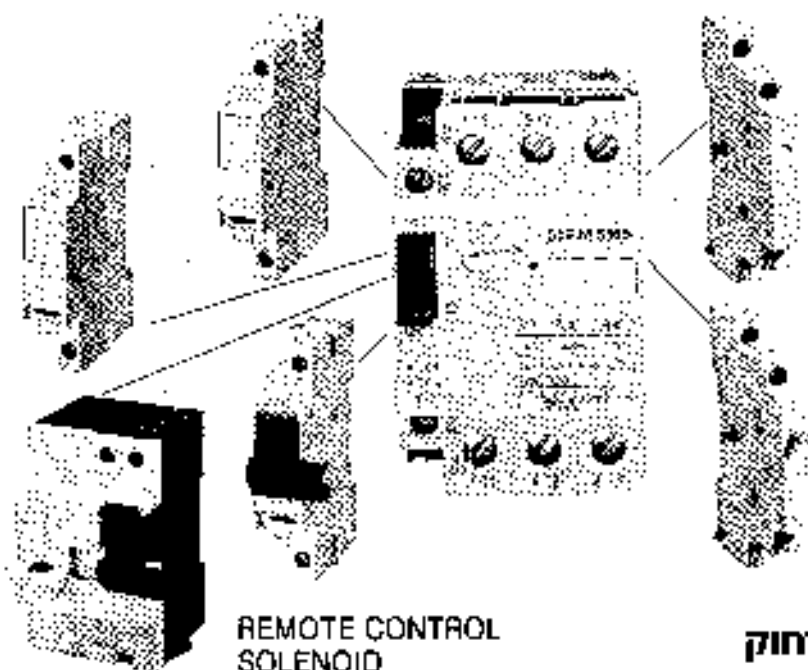
חדש ציוד מיתוג

CURRENT-LIMITING
CIRCUIT BREAKERS



מנתקי הספק
חצי אוטומטיים

כושר ניתוק 36, 65, 100KA
מ"ס 50 עד 2000 אמפר



REMOTE CONTROL
SOLENOID

מתנעים
טרמו מגנטיים

בכושר ניתוק גבוה עד 6 אמפר
10 KA עד 10 אמפר
מופעלי "טוגל"
עד 25 אמפר, 11 קו"ט.
מגוון אביזרים מתחברים:
מגעי עזר
מגע אזעקה לקצר
סליל חוסר מתח
סליל עבודה
ובמיוחד: סליל הפעלה מרחוק

סימוס - כבל השמל

סימוס - פנסים ושפי תאורה

אוסום - המהפכה בתאורה

ובין החשמל

ופקוד מתוצרת SIEMENS



3TF 20.-0



3TF 48



3TB 40

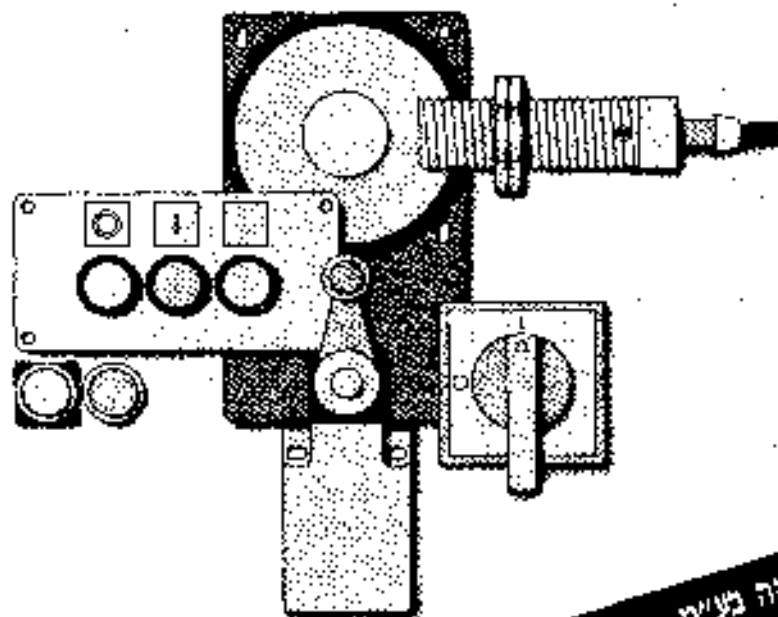
מגענים מ-4-325 קו"ט
מסדרה 3TB, 3TF



3TB 41

כולים
כל האביזרים

ממסר יתרת זרם
מכל הסוגים



ציוד עזר לבקרה

אביזרי בקרה 22 מ"מ ללוחות
קופסאות לחצנים עד 6 חורים
מפסקי גבול IP67
גששי קירבה על קוליים

בדבר פרטים ומומחיות

ניסקו

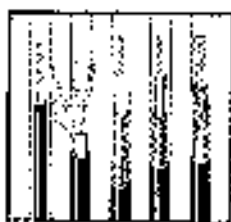
יבנה חשמל ואלקטרוניקה בע"מ. רח' חוקיתו המלך 6 תל אביב 66530, ת.ד. 35052
טל. 03-835158, פקס. 03-836972

סימוס - ציוד ללוחות חשמל

ניסקו - קופסאות שקעים ומוחגים

י. קשטן חומרי

כבלים מכל הסוגים



- ★ כבלי אלקטרוניקה, פיקוד וקואקס.
- ★ כבלי פיקוד לבקדים גמישים, ממספרים, מסוככים.
- ★ כבלי חשמל וכה.
- ★ כבלי טלפונים ודקות.
- ★ כבלים לתנאי שטח קשים מסוג פוליאוריתן.
- ★ כבלים שטוחים למעליות כגונות ועגורים.
- ★ כבלים חסיני אש PYRO, ELODUR.
- ★ כבלי מתח גבוה מבודדי XLPE.
- ★ כבלי מבשור רגילים ומשוריינים.
- ★ כבלים לי CATV — BAMBOO.
- ★ סיבים אופטיים.

SAB • KERPEN • EHLERSKABEL • NKF • DÄTWYLER • CAROL

לפרטים נוסף סקן 487116

תאורה ופיקוד תאורה

מוגנת מים, אבק, התפוצצות, תאורה ניידת, תאורת שטח ברכות ומיכלים, תאורת רכב צבאי ומטוסים. מפסקי תאורה, פיקוד תאורה דימרים לפלורסנטים ומערכות שליטה מרחוק עד 12 KW.

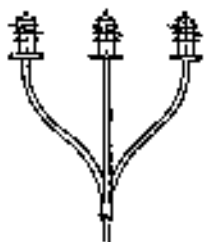
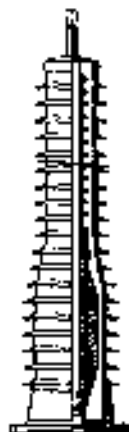


NIKO • VICTOR • CEAG • MAEHLER & KAEGE • MAX MULLER • WEST-AIR

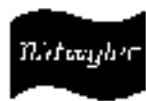
לפרטים נוסף סקן 487117

אביזרי מתח גבוה

- ★ סופיות מקליקן לכבלים שנאים ו- SF 6
- ★ מבודדי סיליקון לרשת.
- ★ אביזרי חיבור, אינסטלציה וכלי עבודה.



High Voltage Terminals
Insulators and Accessories
S.P.A. S.p.A.



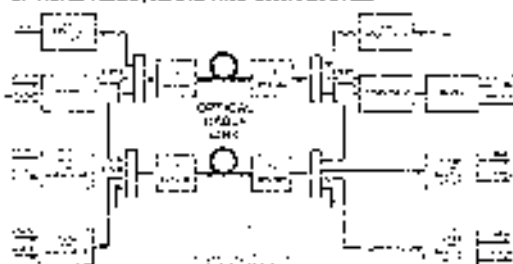
לפרטים נוסף סקן 487118

חשמל בע"מ (נוסד 1932)

מערכות תקשורת אופטיות

מערכות תקשורת (משדרים ומקלטים) עם סיבים אופטיים להעברת נתוני קול ותמונה לתעשייה, בקרת תנועה ו־CATV. תקשורת בין מחשבים ובקרים ממוכנתים. כבלים אופטיים METAL FREE, אבטוח וחיבוד כלי עבודה ומכונות הלחמה לסיבים אופטיים.

OPTICAL VIDEO, AUDIO AND DATA SYSTEM



NKE

למחיר: 1000 ש"ח

פיקוד ובקרה



- * מתמחים בכל הסוגים (גומפי זרם, מתח וטרנז), חרמנים והצננות תהליך.
- * בקרת טמפר, לחץ, לחות ורימה ועוד.
- * רגשי קרבה מיוחדים.
- * רגשי הנדסה.
- * ממכרות פיקוד למיכלי תערוכת בכל הגדלים.
- * בודים אוטומטים אינפראאד לתעשיית המזון.
- * כתי חולים, מצבדה ומערכות אינסטלציה סליטריות.

למחיר: 1000 ש"ח

■ ABB ■ TROLEX ■ STATUS INSTRUMENTS ■ S-PRODUCTS ■ KUHNEL

ציוד מוגן התפוצצות



קופסאות, אביזרי פיקוד, שקעים תקעים, מתוגעים, מפסקי זרם עד 180 A. מפסקי גבול וחולצים מוגני התפוצצות, פעמונים תעשייתיים ומוגני התפוצצות. כניסות כבל ומתאמים בין המרוגות. מעברים מוגני אש לכבלים בין תדרים.

למחיר: 1000 ש"ח

ABB
ASEA BROWN BOVERI



EExde. IIC T3

BST - PEPPERS

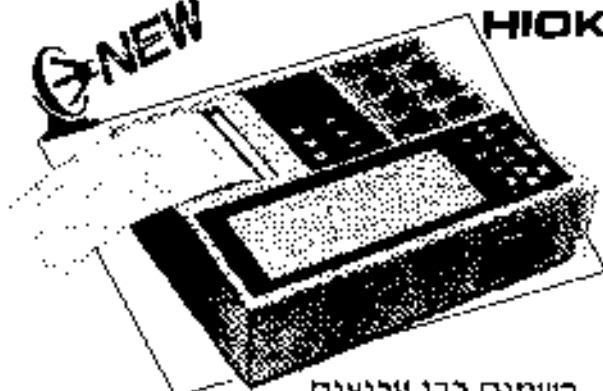
י. קשטן חמרי חשמל בע"מ אלנבי 121, תל אביב 61007 ת.ד. 802
 מחלקת מכירות: תל אביב: רח' קיבוץ גלויות 24, טל. 810958, 03-810919
 במר שבע: רח' העצמאות 16, טל. 057-72597
 TLX, 341292, FAX, 03-835025

יש חדש

מכשירי מדידה ורישום

NEW

HIOKI

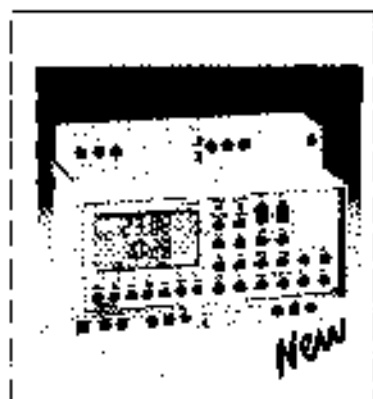


רשמים רבי ערוצים,
מהירים ואיטיים,
אנאלוגיים ודיגיטליים.

שטוני' ביקוד

GRASSLIN

שעון דיגיטלי אסטרונומי
322 תוכניות הפעלה.
ל-2 או 4 ערוצים.



V 86/2 digi 322 J

שקעים תקעים, מחברים



Wieland

שקעים ותקעים
בעלי 3-7 פינים
המינצרים מחומר
כבה מאליו.
זרם מירבי עד 16A.
ניתן להשיג עם
כבלים יצוקים
באורכים שונים
וכן ללא כבל.

אסטרגל בע"מ רח' החשמל 4 תל-אביב



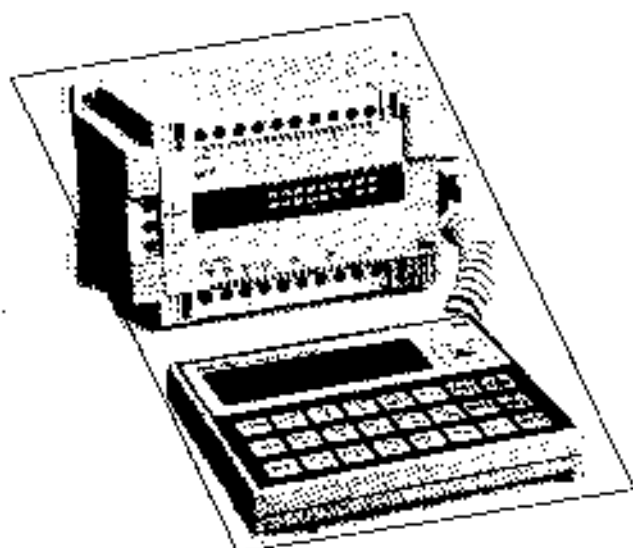
באסטרגל

צופרים, סידנות מנורות איכות
חשמל

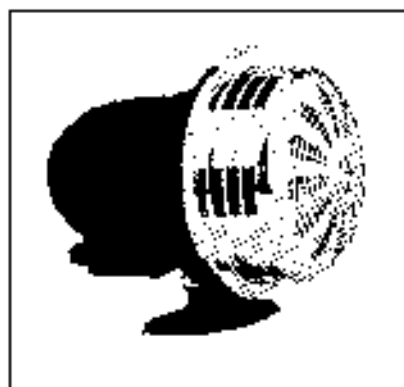
בקרים מתוכננים

idec

MICRO-1



- ★ בקר מתוכנת למכונות קטנות.
- כשאין לך צורך בבקר גדול
- ★ אבל עדיין דרושה לך לוגיקה מורכבת.



הגנת מנוע

ABLSURSUM



10KA 0.63 - 25A

03-614331 . דפוק 03-623421-4 . 70



חדש!!!

מנוף 18 מטר

**נדיבי
עדן-אור**

רשום: 59487

התקנה ואחזקה של תאורת רחוב, מגרשים, סככות

**השכרת מנופים
לביצוע עבודות שונות עד
לגובה 18 מטר**

אשקלון, מיקוד 78593, רח' צ.ה.ל. 16
טל. 750927, 051-750850

למידע נוסף טל 052/46



**מערכות מיגון אש
(שריט 1988) בע"מ**

**מערכות פסיביות למניעת
התפשטות אש ועשן**

- * חסימת אש במעברי כבלים וצנרת.
- * ציפוי כבלי חשמל ותיקשורת.
- * חגנה על קונסטרוקציות מתכת.

**FLAMMASTIK®
KBS System**



רח' העמל 10, ת.ד. 208 אזור תעשייה אור-יתוחד 60251
טל. 716473, 717016, 03-347214
פקסימיליה 03-5339285

למידע נוסף טל 052/46

סדרת מפסקי זמן לדוד



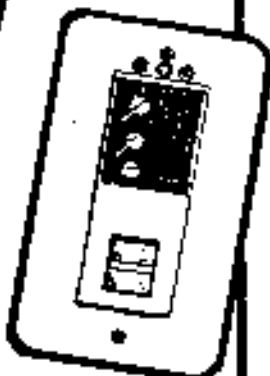
**יעילים במיוחד כתוספת
לחמם מקורי**



קובע את משך ההפעלה
של דוד השמש מרצה
שעה עד 4 שעות



קובע את זמן תחילת
ההפעלה לפעולה
בהתאם לדרישת
המשתמש, וכן את
משך ההפעלה
מרצה שעה עד 4 שעות.



לפעולת אוטומטית סמוכות
של דוד השמש השמש
אפשרות לתכנות 4 מחזרים
שונים של הפעלה וסכום.



המרכז לחסכון באנרגיה



לייג חמים 177-022-3939

חיג רגיל 052-963161

למידע נוסף טל 052/46

אינני מאול שפר

א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל

טרם עלה בידי הוועדה להביא לסיומו של הדיון בתקנות החשמל (אתרים רפואיים) שבהן היא מטפלת בחודשים האחרונים. בגלל עומס העבודה גם, עדיין, לא הגיע שלוש התקנות הממתנות במשרד המשפטים לעריכה משפטית (הארקות, לוחות ואתרים חקלאיים) אל המדפיס הממשלתי לשם פירסומן ברבים.

עם זאת הכינה הוועדה תוכנית עבודה לשלוש השנים הקרובות, והיא כוללת את הנושאים הבאים:

1. מיתקני חשמל באתרי בניה.
2. ריכוז והאחדה של ההגדרות המופיעות בתקנות השונות, במגמה להביא להגדרתו האחידה של מונח כלשהו בכל התקנות.
3. מעגלים סופיים – עידכון (ריבוייה) שיכלול:
 - א. הגדרת מיתקן החשמל בחדרי אמבטיה ובמקלחות.
 - ב. קביעת מפלי המתח המותרים במיתקן הפרטי של הצרכן.
4. מיתקן החשמל של רמזורים.
5. זיהום רשתות (עיוות גלי המתח, גלים עליונים וכו').
6. התקנת כבלים – עידכון כללי והכללת מרק על כבלים בעלי בידוד בולם אש.
7. התקנת מובילים – עידכון כללי.

יתוספו בודאי נושאים נוספים לפי לחץ הנסיבות.

הוועדה כבר נדרשה לטפל בהכנת תקנות להסדרת אספקת חשמל שכונתית, בשבתות ובמועדי ישראל, מנגרטרורים פרטיים.

נושא זה זכה לימפולריות יבזמן האחרון ויש צורך דחוף לדאוג לתנאים הטכניים והבטיחותיים הנאותים של אספקתו.

ב. ועדת הפירושים

לאחרונה טיפלה ועדת הפירושים במספר לא מבוטל של פניות לפירושים מוסמכים בסוגיות שונות. להלן החלטות הוועדה בנושאים שיש להם עניין לציבור החשמלאים.

מאוררים בחדרי אמבטיה

חוק התיכנון והבניה מכתוב איורור של חדרי שירות, כגון, חדר אמבטיה, חדר שידותים, מזווה, חדר ארוגות, וכי'. אמצני האיורור המוזכרים בחוק הם: חלון שמתח לאוויר החיצוני, צוהר בדלת, צינור איורור (פיר איורור) או מאורר מכני (Exhauster).

בחדרי אמבטיה רבים אין אפשרות איורור מלבד האמצעי האחרון – המאורר המכני. אולם בתקנות החשמל (מעגלים סופיים, קי"ת 4731) מוזכר רק תנור חימום ונוף תאורה מונן במני חדירת רטיבות כמותרים להתקנה בחדר אמבטיה או בחדר מקלחת. דבר זה מביא להתנגשות בין שתי התקנות ולמצב כלתי הגיוני, מאחר שקיים הכרח, במקרים רבים, להתקין מאורר.

תשובת הוועדה

הבעיה של התקנת ציוד חשמלי נוסף בחדר אמבטיה כבר נדונה במקרה קודם (התקע המצדתי מס' 44). הוחלט אז לגשת לעידכון הנושא. אבל כדי ליישר את ההדורים ולאפשר איורור נאות של חדרי שירותים החליטה הוועדה להרשות התקנת מאורר בחדרי

מרביתם הם אומנם שנאים יצוקים בחומר מבדד.

חיבור בין פסי השוואת פוטנציאליים בשני מבנים מוזנים מאותו מקור זינה

מבנה אי מונן משנאי בלעדי למבנה המזין ישירות את חדר החשמל הראשי. במבנה יש הארקות יסוד ופס השוואת פוטנציאליים כנדרש. מהלוח יוצא קו הזנה למבנה ב' שגם בו יש הארקות יסוד ופס השוואת פוטנציאליים.

האם התקנות מחייבות להניח עם הקו המחבר את שני המבנים גם מוליך הארקה שיחבר את שני פסי השוואת הפוטנציאליים?

תשובת הוועדה

כל מבנה מהווה מבנה נפרד עם הארקות יסוד נפרדת ואספקה נפרדת. העובדה שקו האספקה מגיע אל מבנה ב' לא ישירות מהדקי השנאי אלא דרך פסי הצבירה של הלוח במבנה א' איננה מוסיפה ואיננה גורעת מעצמות האספקה במבנה ב'.

חיבור גלווני בין שני פסי השוואת פוטנציאליים, שכל אחד מהם קיים איפוס לפי שיטת TN-C-S, מביא, מצד אחד, לזרימת זרמי עבודה במוליך הארקה, ומצד שני, לזרימת זרמי תקלה במוליך האפס מאחר שהם מחוברים במקביל.

אמבטיה ובחדרי מקלחת, כתנאי שהמכשיר המותקן הוא בעל הגנה בפני רטיבות כנדרש לגבי נוף מצורה.

הזנת מנורת הלוגן במתח של 12 וולט

מנורות הלוגן רבות פועלות במתח של 12 וולט המתקבל משנאי של 230/12 וולט. לדעת השואל יש להאריק את הצד המשיני (של 12 וולט) הארקה שיטה, ולכן אין צורך להשתמש בשנאי מבדל כנדרש בתקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חיטמול, קי"ת 4643) במרק הדין בהגנה על ידי מתח נמוך מאד.

תשובת הוועדה

נכון הוא שהמתח הנמוך מאוד נדרש במקרה זה מסיבות מונקציונליות, ולא מפני שהוא מהווה שיטת הגנה. אך מאחר שהוא קיים, יש להתייחס אליו כנדרש לגבי שיטת אספקה המונעת במתח נמוך מאוד, דהיינו, אסור להאריק את הצד של 12 וולט בהארקה שיטה וחובה להזין את המנורות באמצעות שנאי מבדל, כלומר, שנאי בעל שני ליפופים נפרדים.

נזכיר כאן, כי כל השנאים המסופקים בשוק כשנאים מקוריים המיועדים להזנת מנורות הלוגן של 12 וולט הם אכן שנאים מבדלים. אין צורך שהם יהיו שנאים בעלי בידוד מוגבר או שנאים מסוג II, אם כי

הגנה בפני חישובול ממחשבים אישיים (PC) וצניהם

בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל) נקבע, כי כל לוח המיועד להונת מכשירים מטלטלים יצויד במפסק מגן המופעל בזרם דלף. האם יש לראות מחשב אישי (PC), לרבות הצג, כמכשיר מטלטל ולהזין אותו דרך מפסק מגן?

תשובת הוועדה

מכשיר מטלטל הוא כל מכשיר חשמלי הניתן להעברה ממקום למקום **תוך שימוש תקין**. בו.

דוגמה קלסית למכשיר מטלטל היא מקדחת די או מנהץ.

אין זה מקובל להעביר מחשב ממקום למקום תוך שימוש תקין בו. לכן, אין כל צורך להזין מחשבים כאלה, המותקנים על שלחנות עבודה, דרך מפסק מגן.

כדי לאפשר סיפול בכל חלקי הנגרטור ומעבר במצב בטיחותי. (לנגרטורים שהספקם אינו עולה על 50 קו"א מותר שהמעבר **בצד אחד** יהיה 60 ס"מ לפחות).

באין אפשרות לקבל מרווחים תקינים של 1 מטר מכל צד, האם מותר להקטין את המרווח בצד אחד עד 50 ס"מ, ולעומת זאת להפוך את הקיר לדלת ארוכה, בעלת שתי יכנפיים שתאפשר יצירת מעבר רחב בזמן הטיפול, בדומה למצב של גרטרור מורכב על קרון עם דמגות נפתחים?

תשובת הוועדה

חדר הנגרטור אינו דומה לקרון של נגרטור נייד. במקרה האחרון אין אפשרות לספל בנגרטור או להניע אליו, אלא לאחר פתיחת הדמגות, והמפעיל נמצא בחוץ ליד הערכה.

בחדר נגרטור, לעומת זאת, המפעיל יכלוא בין הקירות לבין הערכה ומי יערוב שהדלתות תהיינה תמיד פתוחות לרווחה! לכן, אין להשוות בין שני המקרים ויש לדאוג למצבדים שרוחבם נקבע בתקנות.

זאת ועוד – העברת קו חיבור בין שני פסי השוואת פוטנציאלים במבנים שונים, שלכל אחד מהם הארקה יסוד נפרדת, יכולה רק להביא להעברת מתח זר ממקום למקום. לכן אין להתקין מוליך הארקה בין שני המבנים המזווגים בשיטת TN-C-S.

המצב שונה אם ההגנה היא בשיטת TN-S, כשברשת החלוקה יש מוליכים נפרדים לאפס (N) ולהארקה (PE), החל מכניסת האספקה למבנה (או החל מנקודת האפס של השנאי). במקרה כזה, המסקביליות בין N ו-PE בין שני המבנים אינה קיימת, ולכן יש להתקין מוליך PE בין פסי השוואת הפוטנציאלים, דבר שעוזר, במקרה זה, להשגת ערך נמוך יותר של התנגדות ההארקה למסת האדמה.

המרווחים סביב לערכת זיזל נגרטור

בתקנות החשמל (התקנת נגרטורים למתח נמוך, קי"ת 5000) נדרשים, בתקנה 17, מרווחים של 11 מטר, לפחות, סביב לערכה,

ג. מפרט החשמל לבתים יבילים מפרט מכון התקנים (מפמ"כ-412 – ספטמבר 1990)

בשל הקמתם הצפויה של בתים יבילים (קאראוונים) רבים בארץ, הוחלט להכין מפרט טכני לדרישות המזעריות לגבי בתים אלה. משרד הבנוי והשיכון ומכון התקנים הישראלי נרתמו למשימה זו ועיבדו את המפרט המבוקש, אשר דן, בין היתר, בפרק מיוחד גם בדרישות בנין טיב מיתקן החשמל בבתים אלה.

כדי להבטיח שלא תהיה התנגשות בין דרישות מפרט זה ובין אלה שבכל תקנות החשמל, הובא הפרק לפני ועדת ההוראות לביקורת. במשך שתי ישיבות ארוכות דנה ועדת ההוראות במפרט המוצע ואישרה אותו לאחר הכנסת כמה שינויים.

להלן עיקרי המפרט, שהרבה מדרישותיו מופיעות גם בתקנות החשמל, ואילו דרישות מסויימות הן יחודיות לבתים יבילים.

מיספור הסעיפים להלן זהה למיספור הסעיפים במפרט (הציטוטים במפרט זה מודפסים בצבע).

השוואת הפוטנציאלים יסוקס מתחת ללוח החשמל.

הכוונה היא ליסוד עשוי מקורות שהזיון שלהן מחובר באופן רצוף, כנדרש בתקנות החשמל (הארקות יסוד).

502.2.2 כמבנה המותקן על עמודונים מכסון יחוברו זווני העמודונים על ידי טבעת נישור מפס פלדה מגולוון 40x4 ס"מ לפחות, הסמון באדמה בעומק של 0.5 מ' לפחות, כולל היציאה לפס השוואת הפוטנציאלים.

בתקנה 114 של תקנות החשמל (הארקות יסוד) נדרש שהחיבורים בין חלקי טבעת הנישור וגם אלה שבין הטבעת לחלקי הזיון ייעשו בריתוך או כשהדקים מיוחדים למטרה זו או כסיסורו או כברנים.

502.2.3 לטבעת הנישור תותקן יציאת חוץ אחת לפחות מכל צד של המבנה. במידה שההתנגדות בין הארקה היסוד לבין

החיזויות על מנת להבטיח התאמה לאבזרים המקובלים בארץ וחליפות במקרה של צורך בהחלפה.

502. הגנה בפני חישובול

502.1 מיתקן החשמל יוגן בפני חישובול באמצעות איפוס TN-C-S.

דרישה זו קיימת לגבי כל המבנים היבילים, הן אלה שיש להם הארקות יסוד והן אלה שאין להם הארקה זו. לכן, יש להכין פס השוואת פוטנציאלים בכל המבנים.

502.2 כל מבנה אשר יש לו יסודות כגון או מתכת באדמה יצויד בהארקת יסוד.

במקרים אלה יש לפעול על פי תקנות החשמל (הארקות יסוד, קי"ת 4271) כלשונו.

502.2.1 במבנה הנסמך על קירות יסוד מגסון ייעשה נישור בין הקירות לבין פס השוואת פוטנציאלים באמצעות פס פלדה מגולוון 40x4 ס"מ לפחות. פס

501. כללי

מיתקן החשמל יתאים לחוק החשמל ולתקנותיו. מיתקן החשמל יהיה חד מפנעי ובעל מתח טיפילי של 230 וולט ותדר של 50 הרץ.

מירוש דרישה זו הוא שיש:

א. למלא אחר כל דרישות תקנות החשמל החלות על מיתקן כיתי, אלא אם יש במפרט זה דרישות חמורות יותר.

ב. לדאוג לכך שחומרי החשמל הבאים לשימוש במיתקן יתאימו לתקנים הישראליים, מכיוון שדרישה זו נמצאת בכל התקנות.

לגבי חומרי התקנה, כגון, צינורות, מוליכים, כבלים ותיבות חיבור והתקנה, הם חייבים להתאים **לפחות** לדרישות התקנים, אך מותר שיהיו טובים יותר. לגבי חומרים אחרים, כגון, בתי תקע, מפסקים ובתי נורה, הם חייבים להתאים בדיוק מבחינת המידות

המטה הכללית של האדמה עולה על 20 אהם יחזרו לאחת היציאות אלקטרוניות נטפוט עד שיתקבל הערך הנדרש.

היציאות הנ"ל יכולות, כמובן, לשמש גם לכל המטרות המוזכרות בתקנה 38 לח) לתקנות החשמל הארקות יסוד.

502.2.4 מבנה שאין לו הארקות יסוד יצויד באלקטרוניות מקומיות שהתנגדותן השקולה למטה הכללית של האדמה לא תגלה על 20 אהם.

דרישה זו, שאושרה על ידי ועדת ההוראות, מאפשרת להשתמש באימס גם במבנים שאין להם הארקות יסוד כדן. היא דומה לתקנה 47 בעידכון לתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חיטום) במתח עד 1,000 וולט, קי"ת 14643, אשר פרטיה נסקרו ביהתקע המצדיעי מס' 45 – יוני 1990.

503. חיבור החשמל

בכל מבנה תהיה הכנה בחיבור כבל תת קרקעי 4x20 סמ"ר. כבל תת קרקעי יועך, בחיבור למבנה, באמצעות צינור פלסטי קשיח או צינור ממתכת, בקוטר של 30 מ"מ או בכיסוי שקיל אחר.

בדעת חברת החשמל להתקין בבתיים היבילים את החיבור הסטנדרטי של 40 אמפר כמופיע אחר.

קו החיבור יהיה בכבל תת קרקעי, גם אם מסיבה כלשהי הרשת תהיה עילית. יש כמובן לדאוג לכך שדרך צינור הכניסה למבנה, מי הגשם לא יוכלו לחלחל.

504. לוח החשמל

לוח החשמל יתאים לדרישות המפורטות בתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1,000 וולט, קי"ת 14964).

מסד הלוח והמעטה שלו יהיה מסוג II (בידוד כפול או מוגבר) עשוי חומר כבה מאליו.

כל לוח יצויד במפסק אוטומטי ועדי ראשי, בעל זרם נומינלי של 40 אמפר, אופ"ן I, המתאים לתקן ישראלי ת"י 745, ובטור עמו מפסק סגן, המופעל בזרם דלף של 0.030 אמפר, המתאים לתקן ישראלי ת"י 852.

במקום שני האזורים הנ"ל ניתן להתקין מפסק סגן משולב הפועל בזרם דלף ובזרם יתר, המתאים לתקן ישראלי ת"י 1036.

בלוח תהיה הכנה למעגל בלבדי למיתקן פיווג אוויר. בלוח יהיה מקום לנטופת של ארבע יחידות ברוחב של 17.5 מ"מ כל אחת.

הדרישות לגבי הלוח הן דומות לאלה שבתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1,000 וולט). סקירה על עידכון התקנות מופיעה ביהתקע המצדיעי מס' 44 – פברואר 1990. יש לשים לב במיוחד לכך שהמסד והמעטה של הלוח יהיה עשויים מחומר כבה מאליו.

כמו כן יש לדאוג שנוסף לכל המעגלים הדרושים לטיפול המידי של מיתקן החשמל שבמבנה, יהיה בלוח מקום רזרבי ל-4 מעגלים העשויים להיתוסף בעתיד, וזאת נוסף למעגל הבלבדי הנדרש למיווג אוויר או חיטום, ללא קשר אם קיים מעגל כזה ואם לא.

505. מונה החשמל

בכל מבנה תעשה הכנה להתקנת מונה חשמל, לפי הוראות חברת החשמל.

יש להיוועץ במשרד המחוזי של חברת החשמל במחוז שבו סוג של המבנה המסוים עומד להיות מוקם, מאחר שהמקום למונה תלוי בסוג המבנה ובאופן הכניסה שלו.

506. מיתקן החשמל במבנה

התיוג המוסי יהיה באמצעות:

(א) מוליכים סבודיים המושהלים בצורת פלסטית מסוג יכבה מאליו, בהתאם לתקן ישראלי ת"י 728 או (ב),

(ב) כבלים בעלי מעטה הגנה מסוג יכבה מאליו. המעטה יהיה שווה ערך, לפחות, לנדרש לפי (א).

על פי דרישה זו, כבלים בעלי מעטה פ"ו.י.סי. רגיל אסורים לשימוש.

בכל מיתקן תותקן למחות נקודת מאור ושני בתי תקע בכל חדר. המרחק בין שני בתי התקע לאורך קיר יהיה 2 מטר לפחות.

דרישה זו תואמת את תקנה 11 של תקנות החשמל (מעגלים סופיים).

בתי תקע יתאימו לתקן ישראלי ת"י 32. מפסקים יתאימו לתקן ישראלי ת"י 33.

בכל חדר יותקן, בנוסף, בית תקע, המוגן ממעגל סופי פנימי, בעל מוליכים בחוגן של 2.5 סמ"ר, המשמש כהכנה לחיבור מוגן אוויר או תנוו חיטום חשמלי.

המעגל המיוחד הזה, המוזכר כבר בסעיף 504 (לוח החשמל) יזין במקביל את כל בתי התקע המיועדים למיווג אוויר או לחיטום בכל החדרים גם יחד.

בכל מטבח יותקנו נקודות מאור אחת וארבעה בתי תקע לפחות.

■ שלושה בתי תקע במעגל אחר, שמוליכיו בעלי חתך של 2.5 סמ"ר.

■ בית תקע במעגל נפרד, בעל מוליכים בחתך של 2.5 סמ"ר, והמיועד לתנוו ביטול ואפיה."

דרישה זו הוחמרה לגבי תקנה 11 (ב) של תקנות החשמל (מעגלים סופיים, קי"ת 14731), שבה נדרשים רק שלושה בתי תקע.

אם במקרה יש במטבח גם הכנה למדיח כלים (או התקנה ממשית), יש כמובן ליעד גם לו מעגל בלבדי.

מותקן בבית ברו מים המיועד, לפי סוגו ומיקומו למכנת כביסה, יותקן במקום המתאים בקרבתו בית תקע לזרם נקוב של 16 אמפר, הנחוץ על ידי

מעגל סופי המיועד רק לו. מוליכיו יהינה לבית תקע זה יהיו בחתך של 2.5 סמ"ר.

דרישה זו היא מובנת מאליה ומעוגנת בתקנות החשמל (מעגלים סופיים).

בכל בית יהיה מיתקן חשמלי לחיבור דוד חשמל או דוד שמש, אם נעשית יתה של דוד שמש על ידי כבל על קיר חיבולי של המבנה או על הגג ויהיה הכבל שלם לכל אורכו. אין להתקין כבל זה בצמוד לצינור המים.

זו העתקה של תקנה 49 של תקנות החשמל (מעגלים סופיים). יש לזכור שמיתוג הדוד צריך להיעשות על ידי מפסק דו קוטבי עם נורת סימון. לדוד שמש על הגג דרוש מפסק נוסף, מוגן נגד מים, בקרבתו המיידית של הדוד.

אין מניעה להתקין בחדר אחד נקודות מאור היזנות ממעגלים סופיים שונים.

גם הוראה זו נלקחה מתקנות החשמל (מעגלים סופיים), תקנה 11 (ו).

למעשה רצוי הדבר, אם רק ניתן, כדי למנוע חושך מוחלט כשיש תקלה במעגל המאור היחיד בחדר.

בחדר האמבטיה או במקלחת יהיו נטורות מסוג II (בידוד כפול או מוגבר), מוגנות מפני החוה, ו-4 ויילי שחיבורן למיתקן החשמל נעשה באמצעות מפסק הנמצא מחוץ לחדר. מותר, בנוסף, להתקין בגוף המגורה מפסק משיכה, שחוט ההפעלה שלו עשוי חומר בידוד.

יש שחושבים שהדרישה למפסק מחוץ לחדר מייקרת את המיתקן ללא צורך, מאחר שאפשר להפעיל את המפסק האוטומטי העמיד של המעגל כאשר מתעורר צורך בטיפול במגורה או במפסק המשיכה שבה, אך הוא בודואו מוסיף לביטוחות של אנשים בלתי מקצועיים אשר עלולים לטפל במגורה.

מוליכים יותקנו בהתקנה סמוייה או חשופה, בחוג מנכיל, עשוי חומר כבה מאליו. מותר להשתמש בהתקנה חשופה בכבלים בעלי מעטה הגנה עשוי חומר כבה מאליו.

כל עוד מוליכים מושחלים בצורת מחומר כבה מאליו, הם יכולים להיות מפ"ו.י.סי. רגיל. אותו דין תקף גם לגבי כבלים בעצרת כנייל. אך כבלים בהתקנה חשופה חייבים להיות בעלי מעטה נאופרן ובידוד נטול הלוגן.

505. הכנה לחיבור טלפון

במבנה תהיה הכנה לחיבור כבל טלפון תת קרקעי או כבל עילי ממעגלים לחיבור טלפון יהיו נפרדים ממעגלי חשמל אחרים.

סיכום

יש להדגיש כי נוסף לדרישות שבמפרט זה, אשר מרביתן המכרעת מבוססת על הגאמר בתקנות החשמל, יש למלא אחר כל דרישות התקנות עצמן, הכל לפי העניין.

התייעלות בצריכת החשמל בצה"ל

סא"ל י'

צריכת החשמל בצה"ל, כמו במיגורים האחרים במשק, היתה עד 1989 בעלייה מסיבית ומתמדת ודרשה הקצאת משאבים גדלים והולכים, שהכבידו על המערכת הצה"לית ועל משק האנרגיה הלאומי שעמד בפני אי יכולת לספק את מלוא הצריכה בשעות השיא, עם כל המשתמע מכך (השלת עומס וכו').

במקביל לפירסום תקנה 4207 – "תקנות הרשות הלאומית לאנרגיה (פיקוח על יעילות צריכת האנרגיה במפעלים) – ולפעילויות של משרד האנרגיה ושל חברת החשמל לשיפור יכולת האספקה ולהדרכת הציבור להתייעלות בצריכה, נרתם גם צה"ל לנושא.

מבוא

ב-1987 מינה שר הביטחון את סא"ל א' מסונה על שימור אנרגיה בצה"ל. לצד הממונה פועלת ועדה ובה נציגי הורועות ואנשי מקצוע במערך אגף אפסנאות. הוועדה פועלת בחסות סגן ראש אגף אפסנאות ומבשלת דרכי פעולה להתייעלות הצריכה.

ב-1989 הוקם בצה"ל מדור שימור אנרגיה. המדור, שהוא תחת פיקודו של מרכז בינוי שבאגף אפסנאות, מרכז את מינון הפעילויות להתייעלות הצריכה על מרכיביה השונים:

- מחקר ופיתוח.
- בדיקות טכנולוגיות.
- יישום טכנולוגיות חדשניות.
- ביצוע סקרים אנרגטיים בבסיסים מידגמים.
- מעקב אחרי צריכת חשמל בבסיסים "יעתירי-אנרגיה".
- קביעת מודלים ואופיני צריכה על פי ייעוד ואופי המיתקנים.
- ריכוז פעילויות הדרכה והסברה. ימי עיון, כנסים וכו'.
- ריכוז הנושא מול משרדים ממשלתיים.
- ריכוז פעילות מול מסוני אנרגיה במיקודים ובמחנות.
- מתוך תוצאות ומסקנות הסקרים אשר בוצעו עד כה אותרו מוקדי הצריכה העיקריים. מוקד הצריכה הראשי הוא החשמל הכולל מספר צרכנים:
- תאורה.
- מיוזג אוויר.
- מערכות הסקה.
- מערכות אוויר דחוס.
- מחשבים.

מדור שימור האנרגיה ביצע בדיקות טכנולוגיות לבחינת פיתרונות להתייעלות הצריכה. לתוצאות הבדיקות האלה יש השלכה ישירה על הסוג והאופי של האבזרים

סא"ל י' – ראש מדור שימור אנרגיה בצה"ל

והרכיבים אשר ילוו את מערך הבינוי של צה"ל בעתיד. חלק מהמסקנות מיושם בתחום התאורה, מערכות מיוזג האוויר וכו'.

מערכות תאורה

צריכת החשמל השנתית של מערכות התאורה בצה"ל, על פי תוצאות סקרי אנרגיה, מהווה למעלה מ-30% מכלל צריכת החשמל השנתית. במסגרת התייעלות בוצעו בדיקות כלכליות המתייחסות להחלפת סוגי נורות קיימות בנורות יעילות יותר. כתוצאה מבדיקות אלה מבצעות הפעילויות הבאות:

- א. נורות ליבון מוחלפות בנורות פלואורוניות (פלואורצנטיות) 11 ואט. כידוע, הנצילות האורית של נורה פלואורנית בת 11 ואט היא שוות ערך לנורת ליבון בת 60 ואט.
- ב. נורות פלואורוניות 40 ואט מוחלפות בנורות פלואורוניות 36 ואט עם ציוד תואם. החיסכון מסתכם בכ-30.7%.
- ג. במקומות אשר בהם אין משמעות לאיכות מסירת הצבעים, מוחלפות נורות הכספית בנורות נתון לחץ גבוה (נליג) בהספקים התואמים את רמת התאורה הקיימת. החיסכון השנתי הכולל מסתכם בכ-17.5% עד 23% לנורה בת 70 ואט (6 עד 7 דולר לשנה), ובכ-30% עד 44% בנורות שהספקן 150 ואט ועד 700 ואט (כ-17 עד 71 דולר, תלוי בהספק הנורה), וזאת תוך ניצול המענקים במסגרת מבצעי חברת החשמל.
- ד. במאהלים, בונקרים ומקומות רטובים, על פי הוראות מרכז בינוי, מתח ההנהגה הוא 24 וולט, והתאורה היא באמצעות נורות ליבון שהספקן 40 עד 60 ואט. מתוך פעילות מדור שימור האנרגיה מול גופים יצרניים בארץ, פותח נוף תאורה למתח אספקה של 24 וולט עם נורה פלואורנית שהספקה 9 ואט.

מיוזג אוויר

מערכות הקירור והחימום מהוות נתח גדל והולך מסך צריכת האנרגיה החשמלית בצה"ל. לכן, מושם דגש מיוחד על איפיון מערכות מיוזג האוויר הקטנות, מזגנים מפוצלים ומזגני אוויר.

בדיקה טכנולוגית בוצעה בנושא החלפת מקבצי מזגני אוויר במבני ציבור, כגון: חדרי אוכל, מועדונים, סועדוני שקיים, חדרי לימוד וכו', ביחידות מיוזג אוויר מרכזיות קטנות, תוצאות בדיקות אלה נמצאות בשלבי יישום.

יחידות הפיקוד והבקרה של מערכות מיוזג אוויר עוברות הסבה למערכות עם מיתוג אוטומטי המפסיק את פעולת המערכת הבודדת או המרכזית לאחר פרק זמן קצוב. הפעלה מחדשת מחייבת לחיצה פיזית על שגן ההפעלה.

בצד פעילות זו במערכות מיוזג האוויר מתוכנן מיתקן מידגמי ראשון בצה"ל של מערכת לאגירת קור לצורך מיוזג אוויר. המערכת מיתגדת לאגור קור על ידי הפעלתה בשעות שפל בצריכת החשמל במשק, וניצול האנרגיה האגורה בה בשעות הפיסגה, שעות שבהן צפויה צריכת שיא ברשת החשמל הארצית.

מערכות גנרטורים

כתוצאה מפניית חברת החשמל לגורמים שברשותם גנרטורים להיכנס עימה להסדרי הפעלה בשעות שיא הצריכה, נערכה בדיקה טכנולוגית על ידי מדור שימור האנרגיה והוסקו מסקנות אשר נדונו בוועדות המקצועיות לניכוש החלטה בנושא.

התוצאה היא שצה"ל נכנס להסדר עם חברת החשמל להפעלת גנרטורים של צה"ל בשעות שיא הצריכה כפי שנקבע בין הצדדים. הגורמים אשר הביאו לקבלת ההחלטה היו היבטים לאומיים וכלכליים.

מערכות אוויר דחוס

צנרת אוויר דחוס נבדקת למניעת דליפות לחלל הפתוח. צנרת תת-קרקעית מוחלפת בצנרת עילית, ונעשה שימוש הולך ומתרחב במערכות בקרה ואבזרים לחיסכון באנרגיה בהפעלת המדחסים.

מערכות מנייה

במחנות רבי-יחידתיים מותקנות מערכות מנייה פרטיות לכל יחידה לצורך מעקב אחרי צריכת החשמל של היחידות השונות וקביעת

פרופיל הצריכה שלהן, זאת, לצורך בחינת דרכים להתייעלות וקביעת נורמות צריכה תוך מגמה של מתן תמריצים ליהודות שמתיעלות, הקצאת חלק מסכום החיסכון לצורכי היחידה, ונקיטת אמצעים נגד הכובאים.

שיפור מקדם הספק

צהיל השקיע ומשקיע מדי שנה משאבים לא מעטים לשיפור מקדם ההספק של צרכניו. מודעים אנו שהשקעה זו רווח נאה בצידה, גם לצה"ל וגם למשק הלאומי.

אנרגיות מתחדשות

מדור שיפור אנרגיה מבצע פעילות ענפה בנושא ניצול האנרגיה של איתני הטבע: שמש ורוח ליצירת חשמל ולחימום מים.

אנרגיית הרוח

בתחילת נובמבר 1989 הושלמה הקמת מערכת טורבינת רוח לאספקת חשמל למיתקן. המערכת תוכננה לאספקת צורכי המקום במשך כל ימות השנה (איור 1). התיכנון בוצע למתן אוטונומיה של 4 ימים. כלומר, כאשר טורבינת הרוח אינה פועלת, הגיבוי של מערך המצברים במערכת מאפשר אספקת חשמל במשך ארבעה ימים. המערכת כוללת טורבינה לזרם ישר בגודל 2.5 קוטי"ש המבטיחה אספקה של למעלה מ-500 קוטי"ש לחודש במהירות רוח של 5 מטר לשנייה.

מסדידות מהירות הרוח אשר נערכו באזור בשנה האחרונה התקבלה, כממוצע שנתי, תוצאה של למעלה מ-7.5 מטר לשנייה. הטורבינה מותקנת על תורן שאורכו 12 מטר. התורן ניתן להרכנה לצורך אחזקה, טיפול וכי.

חלק מהצרכנים במיתקן מקבלים הזנה ישירה במתח ישר 24 וולט ואילו חלק אחר של הצרכנים – תאורת מגורים, מקרר, טלוויזיה וכי – מוגנים, דרך סמיר, במתח חילופין של 230 וולט.

אנרגיית השמש

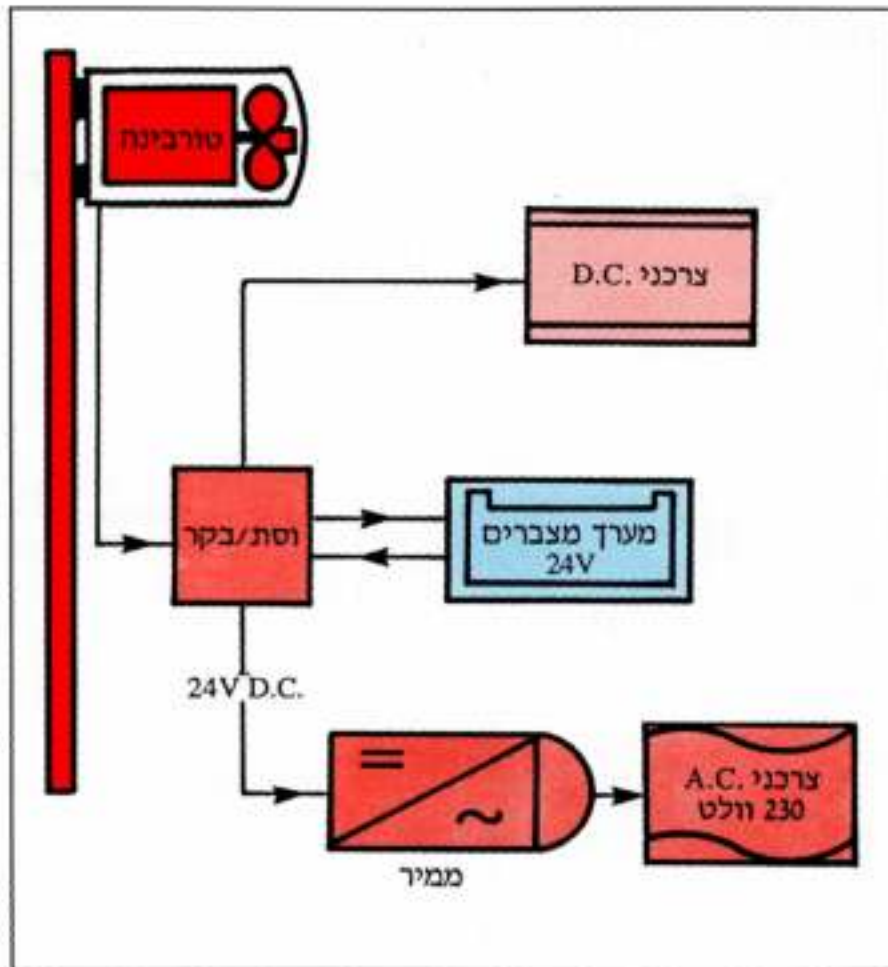
אנרגיית השמש מנוצלת בשני מישורים עיקריים:

- חימום חסקה.
- יצירת חשמל באמצעות תאים פוטו-וולטאים.

סיכום

רבות ומגוונות הן דרכי התייעלות צריכת החשמל, אך אנו מודעים לעובדה שרק שיתוף פעולה מצד אוכלוסיית מחנות צה"ל – מפקדים וחיללים – יאפשר את הצלחת המשימה.

נעשות פעולות הסברה והדרכה בקרב מפקדים וחיללים. פעולות אלה כוללות חלוקת



איור 1
טורבינת רוח – תרשים עקרוני

"דפי חשמל"

בעיקבות שיתוף פעולה של המחלקה ליעול הצריכה ושל דובר חברת החשמל עם ידפי זהבי יצא לאור בימים אלה, לראשונה, מדריך מקצועי מסווג לענף החשמל ובו – לבד משפע סיווגים של הנושאים בענף – גם מידע מוגן והדרכה בנושאים שונים, כגון: צריכה, עומס יתר, חידושים בתקניה, טבלאות למשתמשים, הוראות בטיחות תזרה ראשונה ועוד.

המדריך מסווג כללי-ארצי, ויופץ בדיוור ישיר לכל מי שעוסקים בתחום החשמל, לרבות: ספקים, מתכננים, מבצעים, חשמלאי כל מפעלי התעשייה במדינה, חשמלאי ההתיישבות העובדת, ורבים אחרים.

אין ספק שהמדריך יסייע לאנשי החשמל בעבודתם היומיומית. ניתן להשיג את המדריך במשרדים האזוריים של ידפי זהבי, או טלפונית – טל: 02222000-177.

מדבקות וכרזות, בשיתוף עם משרד דובר חברת החשמל ומנהל האנף לשימור אנרגיה.

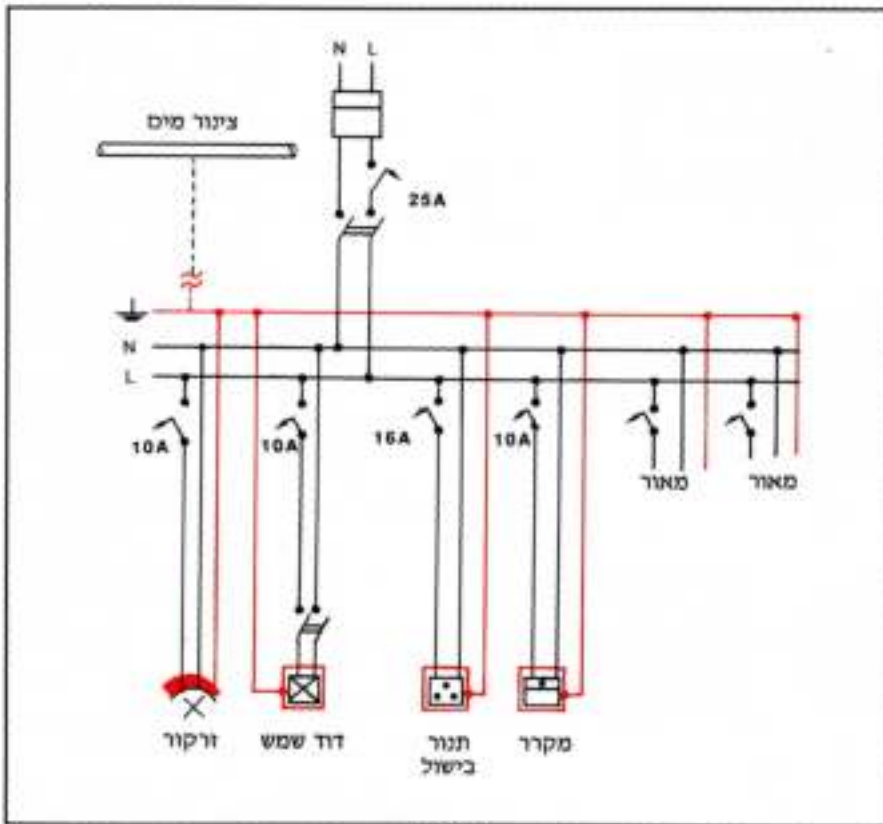
לצורך פירסום והדרכה הוכנה חוברת הסברה לנאמני האנרגיה במחנות צה"ל. התקיימו קורסי הדרכה, במסגרת משרד האנרגיה ובהדרכת המכון לפירוש העבודה, למסוגני האנרגיה במחנות צה"ל. כמו כן, נעשית פעילות משותפת עם חברת החשמל להכנת קלטת וידאו לצורך הסברה והדרכה כיצד ליעל את צריכת החשמל.

כתוצאה מפעילויות אלה חל בשנת 1989/90 מיתון ניכר בגידול בצריכת החשמל בצה"ל. הגידול בצריכת החשמל הגיע לכ-2.3% לעומת השנה המקבילה, וזאת בלי קיזוז בצריכה הנובע מגידול ותוספת מיתקנים וציוד במהלך השנה החולפת.

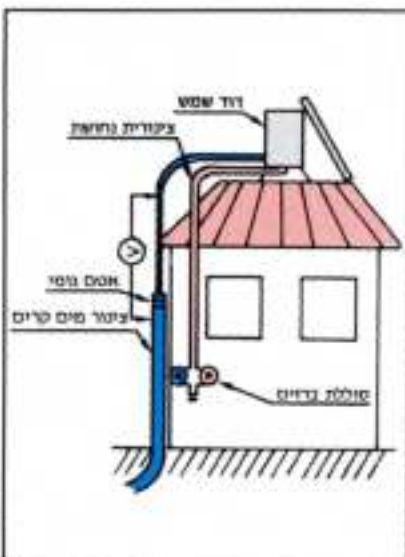
אין ספק שנוסף להקטנת העלויות לצה"ל תהיה לפעילות זו השלכה גם על משק האנרגיה הלאומי, העומד בימים אלו במצב קשה של חוסר אפשרות לספק את מלוא הצריכה.

תאונה שנגרמה על ידי כל השגיאות האפשריות

אינבי ויקטור זיס



איור 1
תרשים חשמלי של המיתקן המחושמל



איור 2
תרשים הארקה מדוד השמש

התאונה

שלושה ילדים רצו לטפס על גג ביתן שירותים בחצר בית בכפר בזמן חתונה. תוך כדי טיפוס על הגג דרך צינור המים, קיבלו הילדים מכת חשמל קשה שגרמה להם לפציעות קשות בידיים.

הילדים ניצלו רק הודות לאחד מאנשי הכפר, שהבחין במתרחש, נגע באחד הילדים והרגיש במכת חשמל, הצליח להשתחרר ורץ מיד למפסק הזרם הראשי של הבית תיתק את החשמל כתוצאה מכך נמלו הילדים מצינור המים לחצר.

המסקנות

בחקירת התאונה התבררו הפרטים הבאים:

1. על גג ביתן השירותים הותקן זרקור לתאורה חגיגית לחתונה.
2. בפתיל הותנה של הזרקור הורכב, כאופן בלתי מקצועי, תקע, כך שהיה מגע בין מוליכי המופע והארקה.
3. הנגיעה המוזכרת בסעיף 2 גרמה לניתוק מפסק הזרם האוטומטי הועיד 10 אמפר של המעגל. בעל הבית שיהבין קצת בחשמלי החליט להתגבר על הבעיה על ידי ניתוק מוליך ההארקה הראשי מפס הארקה בלוח החשמל. על מפסק המגן הפועל בזרם דלף לאדמה לא היה צורך להתגבר, כי הוא היה תפוס ולא פעל.
4. כתוצאה מיתושיית בעל הבית, הזרקור המחושמל "פיוור" את החישמול, כפי שמראה איור 1.

5. גם המקרר החשמלי והתנור החשמלי במטבח חושמלו, אך חישמול זה לא הורגש מאחר שעל ריצפת המרצפות הודבק רומר פלסטי.

הארקה אלטרנטיבית מצינור המים הקרים לדוד השמש, שהיה מותקן על גג ביתן השירותים, היתה מנוטלת בגלל שימוש בסוללת ברזים פלסטית במקלחת, ושימוש באטם נומי שהותקן בין צינור המים הקרים ובין צינורית נחושת בחיבור המים לדוד השמש (איור 2).

מתח של 230 וולט נמדד בין צינור המים הקרים ובין צינורית הנחושת.

6. הילדים התחשמלו כאשר נגעו, בו זמנית, בצינור המים הקרים ובצינורית הנחושת, שביניהם נמדד הפרש פוטנציאלים של 230 וולט.

7. מפסק המגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ברגישות 30 מיליאמפר) נטרל כתוצאה מהידבקות המגעים הראשיים שלו. רק לאחר הפסקתו הידנית, שתוך כדי ביצועה, נשמע "קליק", הוא חזר לפעולה תקינה ברגישות נומינלית.

הלקחים

הלקחים מתאונה זאת הם:

1. אסור לנתק את ההארקה הראשית למיתקן חשמלי.
2. מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה חייב להיות מופעל לניסיון לפחות אחת לחודש כדי למנוע מעצורים מכניים או הידבקות המגעים.
3. גם התקנת תקע דורשת ידע מקצועי, והיא עבודת חשמל, שצריכה להיות מבוצעת על ידי חשמלאי מורשה.

1 זיס - מנהל עייוני החשמל, משרד הארגיה והתשתית

חידושים במנועי סרבו

ד"ר אלברט פלקס

מזה עשרות שנים מהווים מנועי סרבו מרכיב חשוב במיתקני האוטומציה. בעידן הטכנולוגיה התעשייתית החדשה חלה התעוררות מחדשת בכל הקשור למנועים אלה. כך פתחנו את מאמרו לפני ארבע שנים ("התקע מצדיעי" מס' 37 – יולי 1986), בתקופה זו נכנסו לשימוש דגמים חדשים של מנועי סרבו, ובדגמים קיימים הוכנסו שיפורים רבים.

בתערוכת Drives/Motors/Controls-88 שנערכה בדצמבר 1988 בבירמינגהם (אנגליה), הוצגו מנועי סרבו, שימושיהם וחידושים שונים בענף זה. מאמר זה מיועד, בעיקרו, לתאר את החידושים האלו.

את המינוח של מנועי סרבו חדשים שבשימוש התעשייה ניתן לחלק באופן כללי לשתי קבוצות:

■ מנועי סרבו סיבוביים, הכוללים במבנם חלקים סיבוביים.

■ מנועי סרבו קווים, הממיעים מנגנון מכני בתנועה קווית (ליניארית) בלבד. מנועים אלו אינם כוללים חלקים סיבוביים.

מנועי סרבו סיבוביים

במנועי סרבו סיבוביים, חלק אחד נמצא בתנועה סיבובית וניתן לשלוט על המאפיינים הפיזיקליים של התנועה (מהירות, מומנט, זמן עצירה וכו').

החידושים בתחום מנועים אלה מתבטאים בעיקר במנועים לזרם ישר ובמנועי צעד.

מנוע סרבו לזרם ישר ללא מברשות (Brushless Motor)

הפיתוח של מנועי סרבו לזרם ישר ללא מברשות התאפשר הודות להתפתחות הטכנולוגית בשנים האחרונות. התפתחות זו הייתה בעיקר בפיתוח חומרים חדשים לייצור מגנטים קבועים ובטרנזיסטורי הספק המועילים במתח זרם גבוהים.

עקרונית, מנוע ללא מברשות בנוי, כמו כל מנוע, משני חלקים עיקריים: סטטור ורוטור. אך במקרה הנדון מנגנון העירוי מותקן ברוטור והוא מהווה מגנט קבוע. מנגנון ההספק נמצא על הסטטור והוא מורכב ממספר סלילים המחוברים ביניהם ומזווגים בשיטות הזנה שונות.

למעשה, מנוע ללא מברשות מצביע על כך שאין בו קומוטטור מכני ומברשות. מפסקים אלקטרוניים ממלאים תפקיד זה.

איור 1 מציג תיאור סכמטי של מנוע טיפוסי ללא מברשות. המגנט הקבוע מסונט, בדרך כלל, בכיוון ראדיאלי. כתוצאה מכך קבוע הזמן החשמלי, ההפסדים המגנטיים והשפעת תגובת העונן נמוכים יותר.

* בהכנת החומר השתתף אייל לוי, תלמיד המכללה הטכנולוגית, אורט קרית-ביאליק.

א' פלקס – המכללה הטכנולוגית אורט קרית-ביאליק, תל אביב

המנוע סוזן ממקור זרם ישר, והסלילים מקבלים הזנה ממסרכת בקרה הכוללת שישה מתגים: A-F. כל מתג מופעל לזמן מוקצב ובסדר מסויים. כתוצאה מכך, הרוטור מגיע למהירות קבועה התלויה בתדירות מיתוג המתגים (בדומה לבקרת מנוע לזרם ישר על ידי דפקים). על ציר המנוע מתפתח מומנט מידי.

בטבלה 1 מודגם סדר המיתוג, המאפשר את קבלת תנועת רוטור בכיוון השעון. ניתן לראות שתמיד מופעלים, בו זמנית, שני מתגים ולכן מוזגים שני סלילים. המתגים הם מתגים אלקטרוניים. משתמשים בדרך כלל בטרנזיסטור הספק.

טבלה 1

סדר המיתוג במנוע זרם ישר ללא מברשות

צעד	הזנה (+)	הזנה (-)
1	A	F
2	A	D
3	B	D
4	B	E
5	C	E
6	C	F

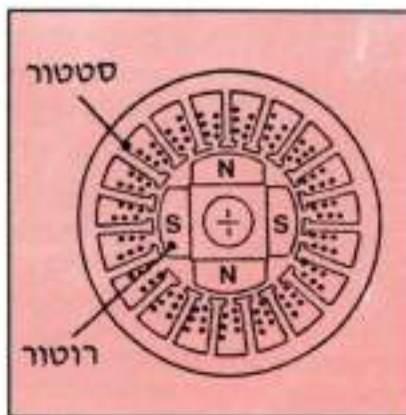
היתרונות של הקומוטטור האלקטרוני בהשוואה לקומוטטור האלקטרומכני המקובל הם:

- טמפרטורת פעולה גבוהה יותר.
- לא קיימות בעיות של חיכוך וליכולת של מברשות, וערכי ההספק המועברים דרך הקומוטטור האלקטרוני גבוהים יותר.

במנועים ללא מברשות קיימות שלוש שיטות לחיבור סלילי הסטטור:

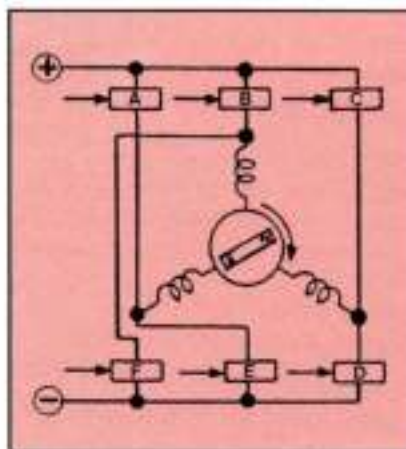
- חיבור "יזכבי" תלת מופעי.
- חיבור "משולש" תלת מופעי.
- חיבור דו מופעי.

איור 2 מדגים באופן סכמטי את פעולתו של מנוע לזרם ישר ללא מברשות. כדי לפשט את ההסבר, הרוטור של המנוע מוצג כאמצעות זוג קטבים אחד בלבד. הסטטור מכיל שלושה סלילים המחוברים בכוכב.



איור 1

מבנה סכמטי של מנוע לזרם ישר ללא מברשות



איור 2

תרשים בקרת מנוע לזרם ישר ללא מברשות

חיבור "כוכב" תלת מופעי

משמש, בדרך כלל, לבקרת חצי גל של מתח. הקוטב החיובי של ההזנה מחובר לנקודה משותפת של הכוכב. כל סליל ממוחג על ידי פוטנציאל שלילי של מתח הספק. המבנה של הקומוטטור, במקרה זה, כולל רק שלושה מתנים. בכל רגע רק אחד משלושת הסלילים נמצא בפעולה. למנוע בעל חיבור זה נצילות נמוכה, ולמומנט המתפתח תנודות ניכרות.

חיבור "משולש" תלת מופעי

חיבור מסוג זה מאופיין בכך שבו זמנית כל שלושת הסלילים נמצאים בפעולה. הגל של המתח הממוחג הוא ריבועי. לצורך הבקרה של המנוע דרושים שישה מתנים, ולכל זוג קטבים שישה צעדי מיתוג. חיבור זה הוא נוח ושימושי ביותר. בחיבור מסוג זה הנצילות גבוהה יחסית, ולמומנט המתפתח תנודות נמוכות.

חיבור דו מופעי

בחיבור זה יש שני סלילים המוזנים זה מזה ב-90 מעלות. למנוע כמעט אין תנודות במומנט. הקומוטטור האלקטרוני מסובך למדי, ונצילות המנוע נמוכה יחסית.

יתרונות מנוע לזרם ישר ללא מברשות

- היתרונות של מנוע לזרם ישר ללא מברשות הם:
- הבעיות הנוצרות על ידי מברשות (קומוטציה, ניצוצות וכו') לא קיימות.
- פיזור החום במנוע טוב יותר, מכיוון ששטח הפנים של הסלילים גדול יותר ודרכי העברת החום משופרות.
- אורך החיים והאמינות גבוהים.
- יכולת לפעול בתנאי סביבה קשים, כולל בנוזל ובריק.
- בקרת המנוע פשוטה יותר.

חסרונות מנוע לזרם ישר ללא מברשות

- החסרונות של מנוע לזרם ישר ללא מברשות הם:
- דרוש קומוטטור אלקטרוני, הכולל טרנזיסטורי הספק, הספק טרנזיסטורים תלוי בהספק של המנוע עצמו.
- בחיבורים מסוימים של סלילי סטטור נצילות המנוע נמוכה וקיימות תנודות במומנט המתפתח על ציר.
- פעולת המנוע במהירויות נמוכות לעיתים אינה יציבה.
- מחיר גבוה יחסית בגלל העלות של המנטים הקבועים.
- מנועים ללא מברשות מתאימים בעיקר לפעולה במהירויות גבוהות ובתחום רחב של שיטי מהירות.

כיום, המנועים מיוצרים במיגוון רחב של הספקים ומהירויות: הספק – מעשרות האט ועד עשרות קילוואט, ומהירויות המגיעות עד 10,000 סלילי. מתח ההזנה של המנועים הוא מ-5 עד 270 וולט זרם ישר.

הקומוטטורים של המנועים מהווים, בדרך כלל, יחידה המיוצרת כתת מערכת, הכוללת את כל רכיבי ההספק והבקרה, כך שניתן לחברה למנוע מצד אחד ולמערכת בקרה מצד שני.

אמצעי משוב

כידוע, למנוע הפועל במערכת בקרה בחוג סגור דרושים רכיבים אשר מספקים מידע על המצב האמיתי של המערכת. רכיבים אלה – חיישני מצב ומהירות – משמשים חלק מהמשוב. מכיוון שמנועים אלה בנויים ללא מברשות, סובגן שנים החיישנים חייבים להיות ללא מברשות. לפיכך, הרכיב המקובל ביותר בבקרת מנועי סרבו לזרם ישר – טכונסטור לזרם ישר – אינו שימושי במקרה זה.

ארבעת הרכיבים הבנויים ללא מגעים מכניים ושניתן לשלבם כאמצעי משוב בבקרת מנועים ללא מברשות הם:

- מקודד אופטי
Optical Encoder
- חיישן תופעת הול
Hall Effect Sensor
- שנאי סיבובי
Synchrous Resolver
- שנאי מצב סינטי/קוסינוסי
Inductosyn

מאחר שבמסגרת מאמר זה אין באפשרותנו לתאר כל אחד מהרכיבים, נסתפק בציון שדה השימוש בהם.

הרכיב השימושי ביותר הוא שנאי סיבובי. מבנהו העקרוני פשוט, כולל במוצא רק שני מופעים, ומחירו נמוך יחסית. ניתן לשלבו הן כמשוב מצב והן כמשוב מהירות. הוא אמצעי אידיאלי לשימוש במנועים בעלי שני מופעים הפועלים במהירויות לא גבוהות, מפני שתדרותו המירבית האפשרית נמוכה יחסית.

גם למקודד האופטי יש שימוש רחב כמשוב מצב. רכיבים אלו, שנאי סיבובי ומקודד אופטי, מורכבים, בדרך כלל, בגוף המנוע כחלק המוכלל בהם (Sensorimotor). שני הרכיבים האחרים – חיישן תופעת הול ושנאי מצב – משמשים, בדרך כלל, כמשוב מצב. הם בנויים כרכיבים עצמאיים ומתקנים על ציר המנוע המבוקר.

שימושי מנוע סרבו לזרם ישר ללא

מברשות

- מנועים אלה מתקנים, בדרך כלל, כרוביטים ובמינימלטורים.

- במפעילים (Actuators) הפועלים בתנאי סביבה קשים (כמו במערכות חלל, כורים גרעיניים וכדו').
- במראות של טלסקופים גדולים לצורך הפעלתן.
- במערכות טיסה וזדום.

מנוע סרבו-צעד

בענף מנועי סרבו-צעד קיימים בשוק קבוצה של מוצרים חדשים. להלן תיאור של מספר מנועי סרבו-צעד מסוגים שונים.

מנוע צעד בעל רוטור-דיסקוס מגנטי

רוטור המנוע בנוי כדיסקוס דק, המכיל מגנט קבוע הממוגנט בכיוון צירי. הודות לשיטת מיגנט מיוחדת, הדיסקוס מהווה מגנט בעל מספר גדול של קטבים. כתוצאה מכך מקבלים שתנועת הרוטור היא בזווית צעד קטנה יותר בהשוואה לזו של מנועי צעד רגילים בעלי רוטור מגנט קבוע. על הסטטור מורכבים שני סלילים (שני מופעים) המהווים מעגלים בעלי הפסדים מגנטיים קטנים מאוד. מומנט ההתמדה של הרוטור וזמני המעבר (Acceleration Time) של המנוע נמוכים. בקרת המנוע והה לזאת של מנוע צעד רגיל.

יתרונות

- קירור המנוע טוב מכיוון שלרוטור יש שטח פנים גדול.
- נצילות המנוע, בהספק מירבי, היא בין 50%+80%. עבור מנועי צעד נחשבים ערכים אלו כנצילות גבוהה יחסית.
- מומנט סיבובי מירבי והספק גבוה ביחס למימדים הפיזיים של המנוע.

חסרונות

- ניתן לייצר מנועים מסוג זה רק למומנטים והספקים נמוכים.
- מחיר גבוה יחסית.

מנוע צעד חד מופעי

למנועים מסוג זה יש מבנה פשוט מאוד, מכיוון שבסטור מורכב סליל אחד בלבד. כל דופק בכניסת המנוע נורם לצעד אחד. מנועים אלה מאופיינים במומנט גבוה, יחסית. המומנט שלהם כעמידה (ללא עיבוד) כפול בהשוואה לזה של המנועים הרגילים.

מנוע חד מופעי יכול לפעול בשני אופנים.

- התחל-הפסקי (Start-Stop).
- תנועה רציפה (סינכרונית).

במצב "התחל-הפסקי" הזמן בין דפקים רצופים מספיק כדי לגרום לתנועה של צעד אחד ולעצירה. אגת הבקרה צריך להיות מותאם בגבולות, כדי לבקר את המנוע בהספק ובמומנט הרצוי.

בו זמנית, ארבעה מופעים. כתוצאה מכך מתקבל מעגל בקרה דו קוטבי. במעגל זה, המופע הבלתי מעורר מקוצר דרך ההדק החיובי או ההדק השלילי של מקור המתח, ובכך מבטיחים רישון טוב מאוד של המערכת. המעגל המחומש הסתואר באיור 6 מתאים למעולה בצעדים של 0.72 מעלות.

בבקרת חצי צעד, כל סליל מבוקר באופן עצמאי על ידי ארבעה טרנזיסטורים בעזרת סידרת דפקים. הבקרה היא מסובכת יחסית, אך ניתן לקבל זווית צעד בת 0.36 מעלות האפילו 0.18 מעלות.

היתרון העיקרי של מנוע צעד חמש מופעי הוא ברמת הדיוק הגבוהה שלו בהשוואה למנועים רגילים – עד כדי סדר גודל אחד (פי עשרה).

החיסרון של המנוע נובע מכך שמבנה המנוע והקומוטטור מסובכים יותר.

הנתונים הטכניים המאפיינים את המנועים המיוצרים כיום הם:

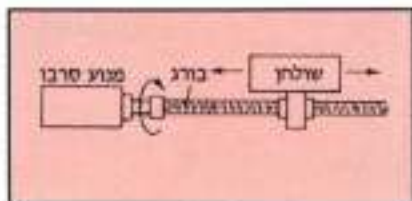
- מומנט מירבי של עד 10 ניוטון-סמטר,
- הספק מירבי של 460 וואט.
- מהירות מקסימלית עד 4800 סל"ד.

האופיונים של המנוע דומים לאלה של מנוע צעד היברידי ארבע מופעי בעל אותם מאפיינים אלקטרומכניים. השימוש העיקרי של מנועים אלה היא במכונות מדויקות שונות.

המפעיל הקווי (Linear Actuator)

המפעיל הקווי הוא אמצעי חדש יחסית, המאפשר קבלת תנועה קווית (ליניארית). אך לפני שנדון בעיקרון הפעולה ובמבנה של המפעילים הקווים, נקדיש מספר משפטים להסבר כללי על התנועה הקווית של מנגנונים מכניים.

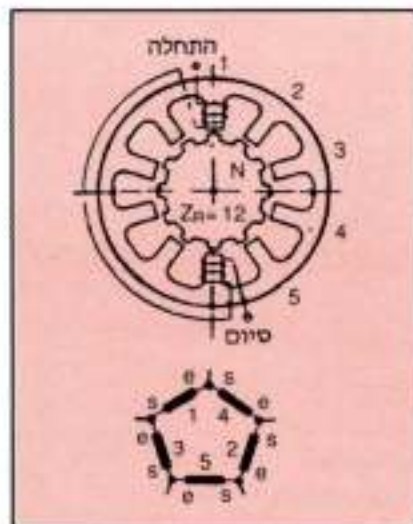
הדרכים המקובלות ביותר לקבלת תנועות קוויות הן על ידי צילינדרים פניאומטיים והידראוליים, או על ידי המרת תנועה סיבובית של מנוע חשמלי לתנועה קווית. התרשים באיור 7 מתאר מערכת להמרת תנועה סיבובית לתנועה קווית בעזרת מנגנון מכני פשוט הכולל בורג שמחובר לציר המנוע מווי אום שאליו מחובר שולחן, או חלק אחר, המיועד לנוע בתנועה קווית.



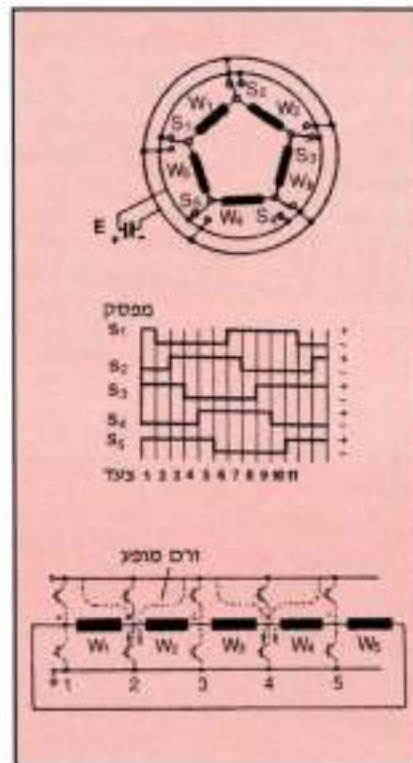
איור 7 המרת תנועה סיבובית לתנועה קווית

באיור 5 מודגם מבנה עקרוני של מנוע צעד חמש מופעי ואופן חיבור הסלילים עבור משטר צעד מלא. המופעים מחוברים בצורת מחומש סימטרי.

לצורך הבקרה משתמשים בעשרה טרנזיסטורים המהווים המישה מפסקים מחליפים S1-S5 (איור 6). ככל רגע מוזנים,



איור 5 מבנה סכמטי של מנוע צעד חמש מופעי ואופן חיבור הסלילים

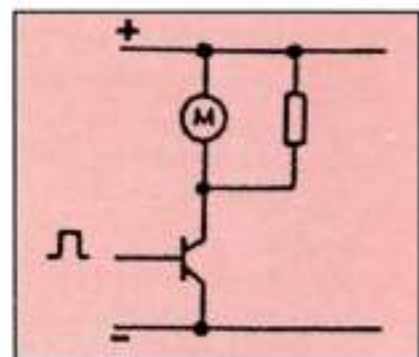


איור 6 בקרת מנוע צעד חמש מופעי

במצב תנועה רציפה המנוע אינו עוצר בין הצעדים. הכאיב הנגזי בסוף הצעד מספק מידע אשר משתמשים בו למתן הדופק הבא.

יתרון חשוב של מנועי צעד חד מופעיים הוא שמעגל ההפעלה שלהם פשוט. כלומר, אין צורך בקומוטטור, אלא במחולל דפקים (איור 3).

המנוע מסוגל להסתובב רק בכיוון אחד בתנאי שקוטביות אותות הבקרה היא בהתאם לנדרש על ידי היצרן. לכן, יש לדאוג ולהזמין מהיצרן מנוע שהסיבוב שלו הוא בכיוון הרצוי. זווית הצעד של המנועים היא 15 מעלות עד 60 מעלות. המומנט הגומילי מגיע עד 0.2 מיליניוטון-סמטר. מתח ההנה הוא מ-10 עד 50 וולט. משקל המנוע מ-6 עד 13 גרם.

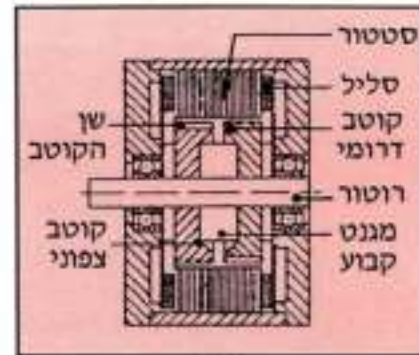


איור 3 תרשים בקרת מנוע צעד חד מופעי

מנוע צעד חמש מופעי

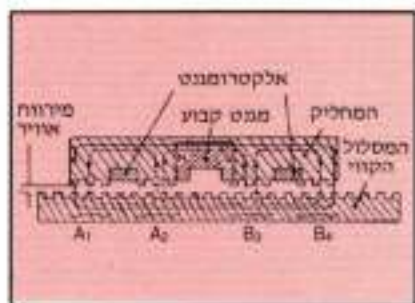
מנוע צעד חמש מופעי פותח לצורך קבלת זווית צעד קטנה. הרוטור של מנוע זה דומה לרוטור של מנוע צעד דו מופעי או ארבע מופעי היברידי (זאת אומרת, בעל שיניים ומנט קבוע). על הסטטור מורכבים חמישה סלילים (מופעים).

איור 4 מציג את המבנה הסכמטי של המנוע. המנוע יכול לפעול במשטר צעד מלא או במשטר חצי צעד. שיטת חיבור הסלילים והבקרה קובעת את משטר הפעולה.



איור 4 מבנה סכמטי של מנוע צעד חמש מופעי

באיור 11 מתואר מבנה סכמטי של מנוע צעד קווי, שבאמצעותו ניתן להכוין את אופן פעולת המנוע. שני אלקטרומגנטים כוללים שני סלילים A ו-B₁ (הורמים בתוכם זרמים בהפרש מופע 90 של מעלות). שני האלקטרומגנטים יוצרים שני קטבים. המנוע הוא בעל ארבעה קטבים. שני קטבים בסופו A ושניים במופע B, לעומת שמונה קטבים הנדרשים במנוע סיבובי דומה (מטעמי סימטריה ושיווי משקל). כל זוג קטבים מלווה בכיוון הפוך. לכן, כאשר המנוע מעורר, אחד מהקטבים נוטה לניטרול השטף, שנוצר על ידי המגנט הקבוע, עובר דרך אחד האלקטרומגנטים, דרך מירווח האוויר שבין המחליק למסלול, לאורך המסלול הקווי, חוזר דרך מירווח האוויר, וסוגר את המעגל המגנטי דרך האלקטרומגנט השני.



איור 11
עקרון הפעולה של מנוע צעד קווי

אם שני האלקטרומגנטים לא מעוררים, השטף של המגנט הקבוע מתחלק באופן שווה בין ארבעת הקטבים של האלקטרומגנטים. כאשר אחד האלקטרומגנטים ממוגן, הזרם בלימף גורם לכיוון השטף הכללי המגיע לשני המגנטים דרך הקוטב המשותף להם. לדוגמה, אם אלקטרומגנט A הנמצא בקוטב הצפוני של המגנט הקבוע, ממוגן, אזי השטף יעבור דרך קוטב זה למסלול הקווי, ודרך הקוטב הדרומי של האלקטרומגנט לא יעבור שטף. השטף דרך קוטב אחד יוצר כוח מקביל למסלול הקווי ומושך את המחליק לאורך המסלול, עד אשר שן הקוטב תימצא בדיוק מעל שן המסלול. העברת מיתוג ממגנט אחד לשני גורמת למחליק לנוע צעד אחד לאורך המסלול הקווי.

שינוי כיוון הזרם באלקטרומגנט המעורר גורם לשינוי כיוון הקטבים. לפיכך, הקטבים משתנים בתוך המסלול הקווי בסדר B₂, A₁, A₂, B₁ וכיוצא בזה. המחליק ממשיך לנוע באותו כיוון, ושינוי סדר הדפקים של העיבוד גורם לשינוי בכיוון התנועה של המחליק.

הצעד המלא של מנוע צעד קווי שווה לרבע המרחק של פסיעת השיניים במסלול הקווי. מתן הדפקים ובקרת המנוע מתבצעת בעזרת המפעיל הקווי האלקטרוני (Driver), הדומה למנוע צעד סיבובי.

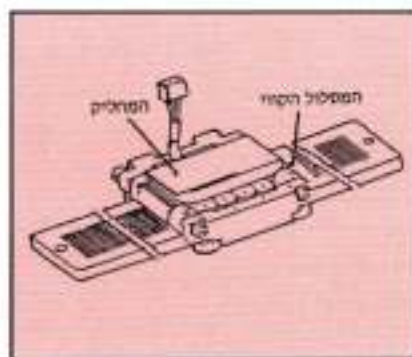


איור 9
השוואת מנוע קווי למנוע סיבובי

אחת הדוגמאות המפורסמות לשימוש בעקרון היא רכבת יפנית אשר נעה במחיריות קרובה ל-500 קמ"ש. השימוש במנועי סרבו קוויים התפתח רק בתקופה האחרונה הודות להתפתחות הטכנולוגית של חומרים שונים.

מנוע צעד קווי

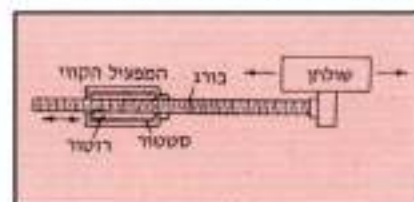
הסוג הנפוץ ביותר של מנועי סרבו קוויים הוא מנוע צעד היברידי דו מופעי. מבנהו המעשי הפוך לזה שבחסבר העקרונות. רוטור המנוע הוא מסלול קווי משונן, העשוי בדרך כלל מפלדה בעלת אחוזי פחמן נמוך. הסטטור הכולל שני סלילים (שני אלקטרומגנטים) ומגנט קבוע הופך לחלק נע – המחליק. חלק זה נע על מיסבים המסייעים בשמירת מרווח האוויר בין המסלול למחליק (איור 10). החלקים הפעילים, כגון: המגנט הקבוע, הסלילים והמיסבים, משולבים בתוך המחליק, וכך, המסלול הקווי, בהיותו פסיבי, יכול להיות מיוצר באורכים שונים כנדרש על ידי המשתמש.



איור 10
מבנה של מנוע קווי

חסרונו הגדול של המנגנון הוא העובדה שמתפתחים בו כוחות חיכוך גדולים שגודלם תלוי בעומס שעל השולחן. כתוצאה מכך, למתקן יש נצילות נמוכה מאוד, וההספק הנדרש ממנוע הסרבו גדול יחסית.

אחת התשובות לפיתרון בעיית החיכוך היא המפעיל הקווי. המפעיל הקווי הוא מנוע בעל רוטור חלול עם הברגה מניסית שבתוכו נמצא בורג (איור 8). כאשר הרוטור מסתובב, בורג אשר מחובר בחיבור קבוע לשולחן (ולא לרוטור) כמו במקרה הקודם, מוגבר בתוך הרוטור, נע בתנועה קווית (אך אינו מסתובב) ומושך (דוחף) את השולחן.



איור 8
המפעיל הקווי – מבנה סכמטי ואופן פעולה

יתרונו של המפעיל הקווי הוא ביכולתו לפתח כוחות משיכה גדולים כאשר כוחות החיכוך בתמסורת אינם מושפעים מהעמסת השולחן.

המנוע של המפעיל הקווי יכול להיות כל אחד מסוגי מנועי הסרבו. אך כיום, המנוע המרכיב את המפעיל הקווי הוא בעיקר מנוע צעד היברידי.

יש מיגוון רב של מפעילים קוויים בהתייחס להספקם, למומנט ולאורך הצעד. אורך התנועה הקווית נע ממילימטרים ספורים ועד עשרות סנטימטרים.

השימוש במפעיל הקווי נעשה בשולחנות קואורדינטות, לפתיחה ולסגירה של מגופים וברזים וכיוצא בזה.

מנועי סרבו קוויים

את עיקרון הפעולה של מנוע קווי ניתן להסביר בהתבסס על מנוע השראה בעל רוטור כלוב (איור 9א). הסטטור מקבל הזנה של זרם חילופין. בתוכו נוצר שדה מגנטי מסתובב, וכתוצאה מכך הרוטור מסתובב. נתאר לעצמנו פריסה של הרוטור והסטטור העגולים. בדרך זו מקבלים סטטור כמסלול קווי (Platen) ורוטור כגוף מחליק (Slider או Forser). השדה המסתובב הופך לשדה המתקדם לאורך הפריסה (באותה הזנה של זרם חילופין) והרוטור נע בתנועה קווית (איור 9ב).

עקרון הפעולה והיישומים הראשוניים של מנועים קוויים ידועים זמן רב – משנות החמישים.

יתרונות מנוע סרבו צעד קווי

- היתרונות של מנוע סרבו צעד קווי הם:
- מבנה פשוט, אין צורך בהסרת תנועה סיבובית לתנועה קווית.
- ניתן להגיע לתאוצות ומהירויות תנועה גבוהות, מאחר שאין הנבלה של תמסורת "בורג-אום".
- מידת ההבחנה של המנוע גבוהה ותלויה ברובח השיניים.
- אין הנבלת אורך מסלול התנועה.
- תכונות מכניות טובות ואורך החיים גבוה.
- הפעלה פשוטה יחסית.

חסרונות מנוע סרבו צעד קווי

- החסרונות של מנוע סרבו צעד קווי הם:
- למנוע הפסדים סוגנלים במחליק ובמירווח האוויר עקב מבנה פתוח של המנוע.
- המנגנון המכני המדויק (הכולל מיסבים וקפיצים), הוא מורכב באופן יחסי.
- מערכת הפעלה מורכבת ויקרה, יחסית, עקב שימוש בשני מופעים בלבד של המחליק.
- מחיר גבוה בהשוואה למנועי צעד סיבוביים או למפעילים קוויים.
- נציין, שבמקום מיסבים וקפיצים, אשר שומרים על מירווח האוויר הדרוש, משתמשים גם במנגנון המופעל באמצעות לחץ אוויר. היתרון של מנגנון זה הוא בכך שנמנע חיכוך מכני וניתן לעבוד במירווח אוויר קטן יותר (כך התכונות האגרנטיות של המנוע משתפרות). החיסרון של המנגנון הוא בהיותו מסובך ויקר יותר.

נתונים טכניים של מנוע סרבו צעד קווי

- אורך המסלול הקווי של המנוע הקווי המיוצר כיום – עד 50 ס"מ.
- מהירות – מעל 500 מ"מ לשניה.
- הדיוק ומידת ההבחנה – 0.2 מ"מ.
- משקל מירבי על המחליק – עד 5 ק"ג.

שימוש במנוע סרבו צעד קוני

- שדה השימוש של מנועים אלו רחב למדי נוכח רק מספר אפשרויות.
- זרועות של רובוטים.
- צירים של שולחנות קואורדינטות.
- מכונות כתיבה.
- מדפסות ותוויות (Plotters).
- מסועים קטנים וכד'.

מנוע סרבו קווי לזרם ישר

למעשה, מנוע מסוג זה היה בין המנועים הקווים הראשונים אשר הוכנסו לשימוש. בדומה למנוע צעד קווי, גם המבנה של מנוע סרבו קווי לזרם ישר הוא הפוך מהמקובל. לאורך המסלול הקווי מורכב סליל ומקטעים של קולקטור. המנגט הקבוע (עירור) והמברשות נמצאים על המחליק. המברשות עשויות מחומר מיוחד בעל תכונות מכניות וחשמליות טובות מאוד. אופן הפעולה והבקרה של המנוע דומים לאלה של מנוע לזרם ישר מסתובב.

יתרונות מנוע סרבו קווי לזרם ישר

- היתרונות של מנוע סרבו קווי לזרם ישר הם:
- מהירויות ומידת הבחנה גבוהים.
- דיוק פעולה גבוה.
- זמני מעבר קצרים.
- מערכת בקרה פשוטה.

חסרונות מנוע סרבו קווי לזרם ישר

החיסרון של מנוע סרבו קווי לזרם ישר נובע ממערכת הקולקטור – מברשות, מורכבת למדי מערכת זו דורשת אחזקה שוטפת ועולה לגרום תקלות לעיתים תכופות.

נתונים טכניים של מנוע סרבו קווי לזרם ישר

- מנועי הסרבו הקווים לזרם ישר המיוצרים כיום מסוגלים להגיע למהירויות של עד 150 ס"מ לשניה, וניתן לקבל מהירות יציבה מיזערית של 0.0025 ס"מ לשניה.
- כוח המשיכה של המחליק מגיע עד 25 ק"ג ויותר.

מנוע סרבו קווי לזרם ישר ללא מברשות

פיתוח חדש של מנועי סרבו קווים לזרם ישר הוא **מנוע ללא מברשות**. עקרון הפעולה של מנוע זה זהה לעקרון הפעולה של מנוע סיבובי ללא מברשות. המבנה של מנוע סרבו קווי לזרם ישר ללא מברשות זהה למבנה מנוע צעד קווי.

יתרונות המנוע

למנוע זה יש את מרבית היתרונות של מנוע לזרם ישר, אך העובדה שהוא בנוי ללא קולקטור ומברשות מקנה לו גם יתרונות נוספים.

חסרונות המנוע

חסרונות העיקרי של המנוע הוא מחירו הגבוה.

נתונים טכניים של המנוע

הנתונים הנומינליים של מנועים אלו זהים לנתונים של מנועים הכוללים מברשות.

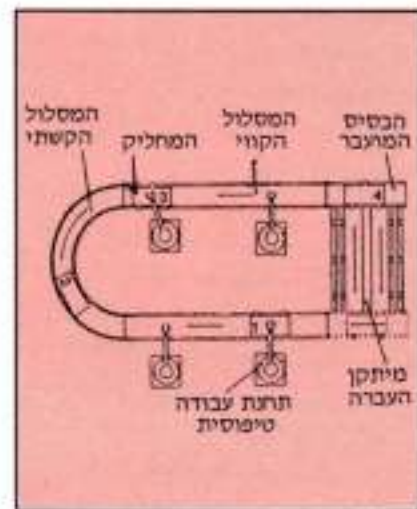
שימוש במנוע

זהו לשימוש במנוע סרבו צעד קווי.

נציין גירסה נוספת של מנועים אלה – מנועים בעלי מספר מחליקים הנעים לאורך אותו מסלול קווי (Multitude Slides). המיתקן נמצא בשימוש מעשי בקווי הרכבה או ייצור שונים.

המסלול, במקרה זה, הוא קטע ישר אחד או מספר קטעים ישרים המצורפים זה לזה באמצעות קשתות. איור 12 מציג תיאור סכמטי של קו הרכבה המכיל מספר רובוטים ומנוע קווי בעל ארבעה מחליקים. ניתן להגדיל את מספר המחליקים.

מערכת הבקרה והחיישנים האלקטרו-אופטיים מאפשרים את פעולת המחליקים גם באופן עצמאי וגם כתיאום זה עם זה ומנועים מיישג פיסי ביניהם.



איור 12
קו הרכבה בעל ארבעה מחליקים

לסיום נציין, שלצורך בקרת מנועי סרבו קווים כחוג סגור משתמשים במקודדים קווים המורכבים לאורך המסלול הקווי. עקרון הפעלה של מקודדים אלה זהה לזה של מקודדים אלקטרו-אופטיים סיבוביים. הדיוק ומידת ההבחנה תלו במבנה הפנימי של סקלת המקודד.

סיכום

מאמר זה מתאר כמה סוגים של מנועי סרבו, אשר נכנסו לאחרונה לשימוש בעולם הטכנולוגיה המודרנית.

אין לנו ספק שעם פירסום מאמר זה חברות שונות כבר שוקדות על פיתוחים נוספים ונודאי נמצא בשוק, כטבעה של הטכנולוגיה, מנועים משוכללים יותר המצלים טכנולוגיות עדכניות יותר.

תאורת משרדים בעידן המיחשוב – היבטים טכניים והנחיות תכנון

אינג' אורי דומן



איור 1
מערך מחשבים טיפוסי במשרד הממוחשב

מהפכת המחשבים האישיים - מיזעורם, הוולתם והתאמת חבילות תוכנה לכל מגזרי המשק, – שינתה לבלי הכר את מתכונת המשרד כפי שהיתה קיימת במשך עשרות שנים. לא עוד מכוונות כתיבה ידניות, סרגלי חישוב, מכוונות מיושנות וכו'. מרבית הפונקציות המשרדיות אוחדו לכלי אחד ויחיד, ששינה מן הקצה אל הקצה את תפקוד המשרד. במקביל לחדירת המחשבים למשרד בכלל, והמחשב האישי בפרט, חלה מהפכה בעיצובו הפנימי של המשרד, בתפיסה הארגונומטרית - הנדסת אנוש ודפוסי העבודה. תשומת לב רבה יותר ניתנת לרווחת העובד במשרד, וזאת בעיקבות מחקרים שהראו תלות ברורה בין תפוקת העובד ובין התנאים הסביבתיים שבו הוא עובד (איור 1).

השימוש בעמדת עבודה ממוחשבת – עייים – (Visual Display Terminal), – מלווה לא פעם בתלונות העובדים על כאבי ראש, עירפול, סחרחורות, ירידה ביכולת הראייה לאורך זמן ושאר מיחושים בעלי אופי של מתח (Stress). ממחקרים שנעשו הסתבר שהתקנת מחשבים במשרדים נעשית לעיתים ללא מחשבה מעמיקה בהתייחס לריהוט הפנימי וסידורו, לתנאי תאורה מתאימה, טמפרטורה, לחות וכו'.

מטרת מאמר זה, להצביע בפני המתכנן/המבצע על עיקרי הבעיות הכרוכות ביצירת נוחות מירבית לעובד – בהתייחס לנושא התאורה – על כל היבטיה.

טבלה 1

מושגי יסוד בתאורה – הגדרה ויחידות

יחידה	יחידה	יחידה	סימון מקובל
שטף האור	כמות האור הנפלטת ממקור האור	לומן [LUMEN]	lm
כמות האור	שטף האור ליחידת שטח	לוקס [LUX]	lx
עוצמת האור	שטף האור לסטנדרטן (זווית מרחבית)	קנזלה [CANDELA]	cd
בהירות	היחס שבין עוצמת האור לשטח מקור האור	קנזלה/מטר [CAND/MT]	cd/m ²

הדרישות ממתקן התאורה

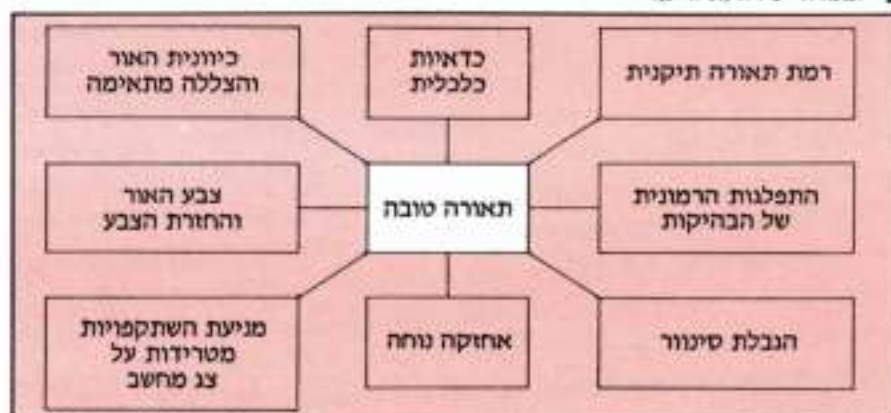
איור 2 מציג את הקריטריונים שמיתקן תאורה, במשרד המודרני, חייב לעמוד בהם. בטבלה 1 מרוכזים מושגי יסוד בתאורה והגדרתם.

סוגי מיתקן התאורה במשרד מודרני

שלושת סוגי מיתקני התאורה המקובלים כיום במשרד המודרני הם:
■ תאורה ישירה (איור 3).



איור 3
תאורה ישירה



איור 2

קריטריונים שמיתקן תאורה חייב לעמוד בהם

אי דומן – מהנדס יועץ, עמית באיגוד מהנדסי המאור בבריטניה – C.I.B.S.E. (Chartered Institution of Building Services Engineers)

■ תאורה בלתי ישירה (איור 4).

■ שילוב של תאורה ישירה ותאורה מקומית (איור 5)



איור 4
תאורה בלתי ישירה



איור 5
שילוב של תאורה ישירה ותאורה מקומית

בהתייחס לשלוש השיטות לעיל, השיטה הראשונה – התאורה הישירה – היא השיטה המקובלת והנפוצה ביותר וניתן באמצעותה, בקלות יחסית, לעמוד בקריטריונים שמיתקן תאורה חייב בהם.

השיטה השנייה – תאורה בלתי ישירה – עונה אומנם על מרבית הדרישות שפורטו לעיל, אך דורשת חלל גבוה וכלכלית מוטלת בספק.

השיטה השלישית – שילוב של תאורה ישירה ותאורה מקומית – שנויה במחלוקת בקרב קהילת המתכננים, היות שהתאורה המקומית מתקבלת מגופי תאורה מיוחדים שאינם מתאימים תמיד לסיודר הפנימי בקיורת המחשב ואינם עונים תמיד על דרישותיו של מעצב הפנים.

לפיכך, בהמשך המאמר, ההדגשים יהיו על שיטת התאורה הישירה, שהיא, כאמור, השיטה הנפוצה והמקובלת.

תקנים והנחיות תכנון

בישראל הוצא בשנת 1976 ת"י 933, הדן במאור משרדים. מאז שהוצא תקן זה, חלפו ארבע עשרה שנים. בפרק ומן זה חלה התקדמות עצומה בעיצוב גופי תאורה, בהתייחסות לנושאי התאורה במשרד המודרני, ובתפיסת יחסי הגומלין שבין התאורה, המחשב והעובד.

מאמר זה מתבסס, בעיקרו, על שני תקנים/הנחיות תכנון שהוצאו בשנים האחרונות והם:

- "מדריך לתאורה" – חללים עבור עי"מ בהוצאת אגודת מהנדסי התאורה בכריטינה ("C.I.B.S.E." – L.G.3/1989).
- התקן הגרמני "DIN 5035/7" – שהוא חלק מסיידרה כוללת של תקנים לתאורת פנים – "DIN 5035". תקן זה דן באופן מיוחד בחללים עם עמדות עבודה ממוחשבות.

רמות תאורה מומלצות

רמות התאורה המומלצות הן:

- חדרי ספח/מסדרונות/שירותים – 200 לוקס.
- משרדים רגילים – 500 לוקס.
- משרדים גדולים/פתוחים – 750-1000 לוקס.

ערכים אלו מתקבלים ממדידה בנובה של 0.85 מטר.

החברות הגדולות, המספקות ציוד תאורה, מעמידות לרשות המתכננים/סבצעים תוכנות לחישוב תאורה אופטימלית, המאפשרות מציאת מספר נורות/גופי תאורה הדרושים לחלל מסוים, וזאת בהתחשב בעיצובם ונווני הגמר שלהם.

נוסף, ניתן לסצוא גם בחישובים מקורבים, על בסיס הספק ליחידת שטח, את מספר הנורות/גופים הדרושה ואת מספר הנורות/גופים ליחידת שטח.

דוגמה

במשרד ששטחו 100 מ"ר, ובו נווני גמר המתאימים להחזרים הבאים,

- תקרה – 0.8
- קירות – 0.5
- ריצפה – 0.2

יידרשו כ-2.5 ואט/מ"ר לכל 100 לוקס, כאשר בגוף מותקן ציוד הפעלה רגיל (משנק, מצת זכ"ר), וכ-1.9 ואט/מ"ר לכל 100 לוקס כאשר בגוף מותקן ציוד הפעלה אלקטרוני.

דוגמה חישובית

כמה נורות פלאואורוניות בהספק של 36 ואט יידרשו להארת החדר הנ"ל, כאשר רמת התאורה הדרושה היא 750 לוקס וציוד

ההפעלה של הנורה הוא ציוד רגיל? מספר הנורות הנדרשות מתקבל מהחישוב הבא:

$$52 \text{ נורות} = \frac{7.5 + 100 \text{ מ"ר} \cdot 2.5 \text{ ואט/מ"ר}}{36 \text{ ואט}}$$

בסיידור מקובל של 2 נורות לגוף תאורה יידרשו 26 גופי תאורה.

חישוב מקורב זה מבוסס על גוף תאורה בעל עקומת פיזור המתאימה לחדרי משרדים חדישים, כפי שיפורט להלן. ראוי לציין, שבכל מקרה, חישובים אלה אינם באים במקום חישובים מדוייקים בשיטת הידועות (שיטת מקדמי הנצילות/נקודה לנקודה).

התפלגות הרמונית של הבהיקות

להתפלגות הרמונית של הבהיקות (L), הנמדדת ביחידות של (CD/M²), יש חשיבות גדולה ביותר להרגשה הטובה של העובד במשרד.

לעיתים, כשעובד נמצא בחלל שבו רמת התאורה מתאימה לתקנים, קיימת הרגשה של "חוסר תאורה" או "עודף תאורה", תופעות אלו מקורן בעובדה שאנו "לא רואים" את כמות האור, אלא את הבהיקות (L).

לפיכך, כבר בשלב של עיצוב פנים החלל, חייבים להיות הבנה ותיאום מלאים בין מעצב הפנים/האדריכל ובין האחראי על תכנון/כיצוע מיתקני התאורה. משטחים כהים מדי יגרמו להרגשת "חושך", ולהיפך, משטחים בהירים מדי יגרמו להרגשת "עודף תאורה".

בטבלה 2 מפורטים פרטי הנימור וההחזרים המומלצים ממשטחים בחלל המשרד.

טבלה 2

פרטי נימור והחזרים ממשטחים במשרד

סוג המשטח	מקדם החזרה*	דרגת הנימור
שולחנות עבודה ומשטחים גלויים של ציוד הפעלה (מקלות זכ"ר)	0.5-0.2	מט-מטני מט
תקרה	0.8-0.6	כניל
קירות	0.5-0.3	כניל
ריצפה	0.25-0.15	—

* מקדם החזרה הוא המקדם המשמש למציאת מקדם הנצילות הכללית בשיטת חישוב כמות אור (E), הנמדדת ביחידות של (LUX).

הגבלת סינוור ומניעת השתקפויות מטרידות על צג המחשב

הסינוור על צורתיו השונות, כפי שיפורט להלן, הוא היאויב הגדול של מיתקני התאורה (גם במיתקני תאורת חוץ). סביב לנושא זה פותחו תיאוריות אין ספור, הוצאו תקנים, המלצות, הנחיות וכו', אשר מטרת כולם – למנוע מהעובד במשרד את החשיפה לסינוור הישיר ולסינוור המוחזר.

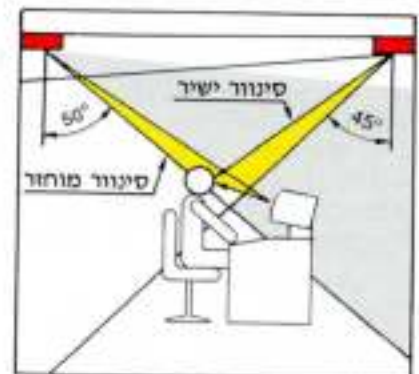
כפי שניתן לראות באיור 6, מבחינים במקרה שלנו בשני סוגים של סינוור: ישיר ומוחזר.

סינוור ישיר

מקורו בשטף אור בלתי מחופה החודר ישירות לעיני העובד.

סינוור מוחזר

מקורו בשטף אור המוחזר ממשטחים מבריקים בסביבתו הבלתי אמצעית של העובד.

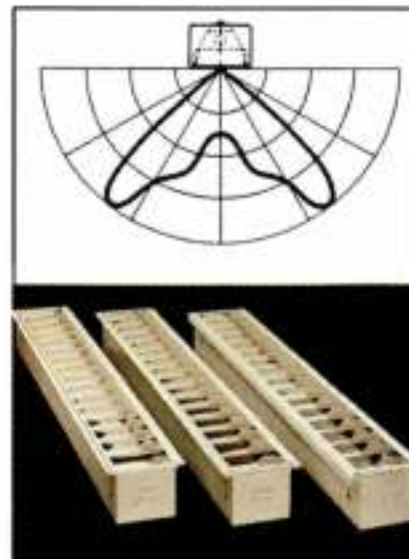


איור 6
סוגי סינוור

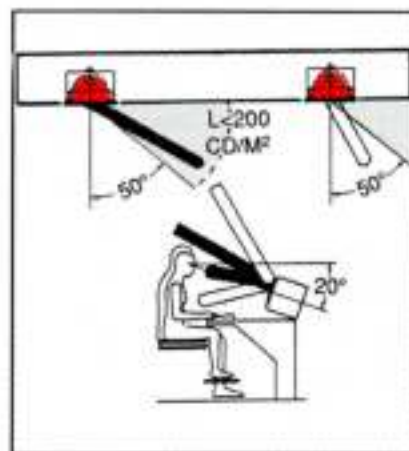
בהתאם לכך, פותחו גופי תאורה פלואורינטיים עם מחזירי אור בדרגת גימור גבוהה בעלי עקומת פיזור בצורת "פרפר" (איור 7), המשמשים לתאורת משרדים. כסוג זה של מחזירי אור, רמת הבהיקות של מקור האור מוגבלת ל-200 CD/M² מעל לזווית 50 במאונך (איור 8).

ערך זה אינו מוחלט, אך מקובל בין הגופים השונים העוסקים בהנדסת מאור (אגודות מאור, מכוני תקינה, יצרני גופי תאורה וכו'), כערך המייצג תנאי סינוור סבילים.

בהמלצות העדכניות של אגודת המאור הבריטית נקבעו שלוש רמות של הגבלת בהיקות בזוויות כדלקמן: 55°, 65°, 75° – כולן ביחס לאנך, לפי המתואר באיור 8. ערכים אלו מתאמים לחללים בעלי דרישות



איור 7
עקומת פיזור מסוג "פרפר" וזוג תאורה טיפוסי למשרד ממוחשב



איור 8
הגבלת בהיקות זוג תאורה פלואוריסצנטי

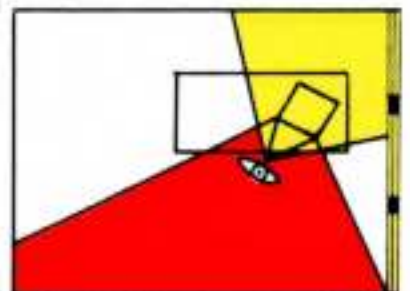
מחמירות (55°) ועד לחללים בעלי דרישות מקילות (75°), אי הקפדה על ערכים אלו תגרום להשתקפויות מטרידות על גבי צג המחשב, לפי המתואר באיור 9. את התופעה הזאת יש למנוע:

בקביעת גיאומטריית הסינוור הפנימי במשרד, יש להקפיד על מיקום המחשב ביחס לחלונות בלתי מחופים, כאשר קיים חשש ש"עודף" אור יום יחדור לצג המחשב וישתקף בו, או לחילופין "עודף" אור יום יחדור ישירות לעיני העובד ויגרום לסינוור ישיר לפיכך, יש למקם את המחשב בהתאם, ובמקביל לראוץ להצללת החלונות בזוויות שיהיו בעלי מקדמי החזרה זהים לאלו של הקירות.

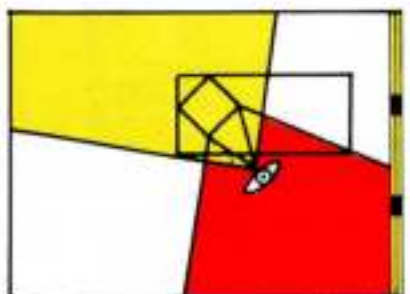
באיור 10 ניתן לראות שלושה מצבים שבהם המחשב ממוקם "נכון"/"לא נכון".



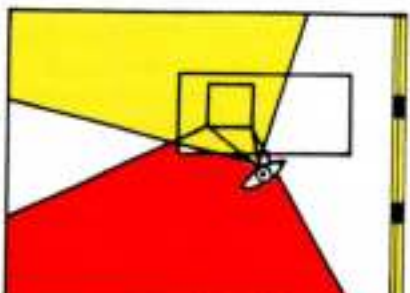
איור 9
השתקפות זוג התאורה על גבי צג המחשב



איור 9
"לא נכון" – קיימת חזרה מוגזמת של אור טבעי לעין העובד



איור 9
"לא נכון" – קיימת חזרה של אור טבעי לצג המחשב



איור 9
"נכון" – צג המחשב ועין העובד חופשיים מחזירת אור טבעי

איור 10
מיקום "נכון"/"לא נכון" של המחשב ביחס לחלונות

כיוונית האור

שנייה נפוצה במיקום גופי תאורה פלואורוניים במשרד, היא למקסם במקביל לשולחן העבודה. מיקום זה גורם, בדרך כלל, לתופעות של החזרות אור בלתי רצויות והשתקפויות במשטחים שלפני העובד.

רצוי ומומלץ למקס גופי התאורה **בניצב** לשולחנות, כך ששטף האור יהיה מהצד ולא לפני השולחן. מיקום זה, כאשר נעשה בשורות, במקביל לחלונות, משמש גם כהשלמה לאור יום על ידי קבוצות הדלקה מתאימות ומביא על ידי כך לחיסכון בשימוש בחשמל.

איור 11 מציג מיקום נכון של גופי תאורה פלואורוניים, בהתחשב בחלונות ובצורת הישיבה.

צבע האור והחזרת צבע

גורם נוסף שיש לו השלכה על נוחות העובד והרגשה טובה במשרד המודרני הוא צבע האור והחזרת הצבע. מי מאתנו לא "חווה" חלל פנימי של משרד, שבו נווץ האור יוצר הרגשה "שרבית" או "קרה" בהתאם לסוג הנורות המתקנות בגופי התאורה הפלואורוניים.

תופעות אלו מקורן בשימוש לא נכון בנורות פלואורוניות בעלות טמפרטורת צבע נמוכה מדי (נורות בעלות נווץ אור "חם") או טמפרטורת צבע גבוהה מדי (נורות בעלות נווץ "קר").

הנורות המתאימות ביותר לשימוש במשרד המודרני הן נורות בעלות טמפרטורת צבע (הנמדדת במעלות קלווין) של 4,000, או כפי שהן מכונות בשפה המסחרית – "לבן/יילבן קרי". שימוש בנורות פלואורוניות מסוג זה, ברמת תאורה מומלצת, ייצור אווירה נעימה ועניינית במשרד.

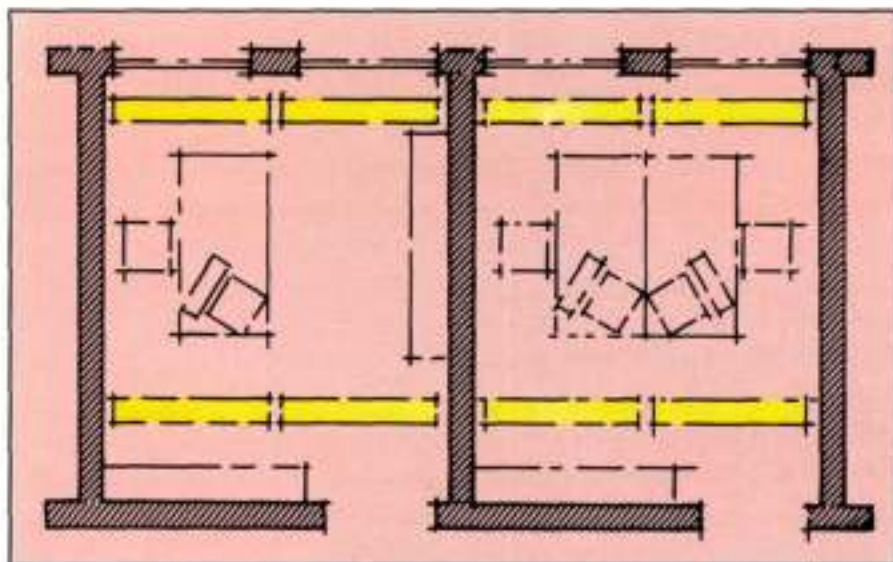
בשנים האחרונות הוזלו מאוד הנורות הפלואורוניות מסוג Three Band Phosphor. נורות אלו מצטיינות, מצד אחד, ביעילות גבוהה יותר (פחות נורות ליחידת שטח), ומצד שני, בתכונות מעולות של מסירת צבע – מעל 80. (תכונת מסירת צבע נמדדת באמצעות מקדם מסירת צבע – RA).

נורות אלה, נוסף להיותן כלכליות יותר – צריכה מוקטנת של 10% בחשמל, ושטף אור גדול ב-10% מנורות רגילות, מעניקות תכונות טובות יותר להרמוניות הצבעים בחלל, וגורמות לפחות עיוותים ולהרגשה "אמיתית" של הצבע.

כלכליות ואחזקה

התפלגות הצריכה החשמלית במבנה משרדים טיפוסי היא, בדרך כלל, כדלקמן:

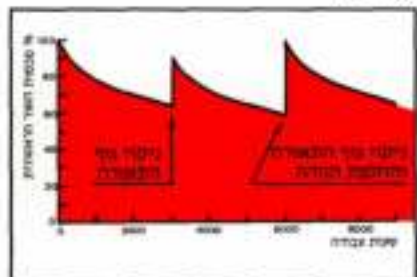
- מיוזג אוויר – 50%
- תאורה – 30%



איור 11
כיוונית האור המומלצת

גורמים, התיישנות הציוד החשמלי, בלאי הנורות והצטברות ליכלוך על פני המערכת האופטית והתיישנותה.

הקפדה על תנאים בסיסיים נכונים במיתקן החשמלי – מתח כנבולות הנדרש, תדירות יציבה וכן החלפה קבוצתית של נורות וניקוי תקופתי של מחזירי האור – יביא עימו "להחזרת חלק מהאור האבוד" ולשימוש רציונלי יותר במיתקן החשמל (איור 12).



איור 12
השמעת ניקוי המערכת האופטית והחלפת נורות על כמות האור כתלות באורך חיי הנורות

סיכום

"תאורה נכונה" במשרד הממוחשב היא גורם בעל חשיבות מכרעת בהרגשה הטובה של העובד, בפירוש העבודה הגבוה ושימוש אופטימלי בחשמל. בהשקעת מחשבה בזמן תיכנון מיתקן המאור ובהוצאה שהיא שולית בהשוואה לכלל ההוצאות במבנה, ובודאי בהשוואה לאורך חיי המיתקן, ניתן להגיע לתוצאות אופטימליות הן לפרט והן לכלל ולענות על קריטריונים כלכליים, טכניים וארגונומטריים.

- מכשירים שונים – 15%
- מעליות ומשאבות – 5%

ניתן לראות שהצרכן השני בגודלו במשרד, הן מבחינת ההספק החשמלי המחובר והן מבחינת הצריכה השוטפת, הוא מיתקן התאורה.

שימוש במקורות אור יעילים ונימור נכון של החללים, יביא בעיקבותיו חיסכון בהשקעה הראשונית (חיבור חשמל מוקטן, קווי חזנה, לוחות, מעגלים סופיים וכו') ובשימוש השטף.

בשנים האחרונות, עם הוזלתם וחדירתם לשוק של המשקפים האלקטרוניים, גדל מאוד פוטנציאל החיסכון של מיתקן התאורה. כך, לדוגמה, ניתן להגיע לחיסכון של עד כ-30% בהספק חשמלי מחובר של מיתקן התאורה. זאת כאשר גופי התאורה הפלואורוניים מצוידים בנורות מסוג Three Band Phosphor ובמשקפים אלקטרוניים.

בתקופה זו – כשמחירי האנרגיה, בכלל, ומחירי החשמל, בפרט, עולים בצורה שלא היינו עדים לה מאז משבר האנרגיה האחרון (בסוף שנות ה-70) – צו השעה, הן למתכנן והן למבצע, לשאוף למיתקנים חסכניים וכלכליים לצרכן ולהצמסה אופטימלית ברשת הכללית.

ראוי לציין, שמיתקני מאור המתוכננים ומבוצעים בצורה אופטימלית יכולים להקטין גם את עומס הקירור של מיתקני מיוזג האוויר, ובעיקבות זאת להביא גם לחיסכון בהשקעה הראשונית ובצריכה השוטפת בסוג זה של המיתקן! זהו גורם בעל משקל שיש לקחת בחשבון בכל מיתקן תאורה בינוני ומעלה.

לכסוף, כולנו מודעים לעובדה שעם הזמן יורדת יעילות מיתקן המאור. לעובדה זו כמה

מבנה תעריפי החשמל במדינות הקהילה האירופית (תמצית דו"ח אשר הוכן על ידי ועדת יוניפד* לנושא תעריפי החשמל, ינואר 1990)

תורגם ונערך על ידי חנה פלד

- בשנים הקרובות צפוי נידול בייצור חשמל באמצעות מקורות אנרגיה מתחדשים ובאמצעות קו-נרציה.
 - להתפתחויות ולשינויים בתמהיל ייצור החשמל היתה השפעה רבה על מבנה תעריפי החשמל ודמת התעריפים.
- הטבלה שלהלן מציגה נתונים המצביעים על התפתחות מבנה תמהיל ייצור החשמל בארצות הקהילה האירופית.
- בהתייחס לנתונים אלה, יש לציין, שבשיראל היתה הייצור באמצעות תחנות כוח פחמיות בשנת 1989 49% מכלל ייצור החשמל. הייצור באמצעות תחנות כוח מזוטיות היווה, גם הוא, כ-49%, ו-2% מיוצרים באמצעות טורבינות נו.

- הגידול בצריכת החשמל ב-1989 לעומת 1988 היה 6.1%.
- ההתפתחויות בשוק האנרגיה העולמי, כתוצאה ממסבר האנרגיה בשנת 1973, הביאו לשינויים משמעותיים בתמהיל ייצור החשמל בארצות הקהילה האירופית.
- שיעור ייצור החשמל באמצעות תחנות כוח גרעיניות (מסך כל ייצור החשמל), עלה מ-15% בשנת 1982 ל-32.5% בשנת 1987. הצפי הוא כי עד שנת 1993 יגדל ייצור החשמל באמצעות תחנות כוח גרעיניות ב-3% בלבד.
- ייצור חשמל באמצעות תחנות כוח מזוטיות בשנים 1982-1987 ירד ב-7% וחלקו הגיע בשנת 1987 ל-9.4% בדומה למגמה זו, חלה ירידה של 6% בייצור חשמל באמצעות תחנות כוח פחמיות, וחלקו, מסך ייצור החשמל, הגיע בשנת 1987 ל-30.9%.

- הדו"ח, אשר עיקרו מובאים להלן, מסכם את ההתפתחויות שחלו במערכת ייצור אספקת החשמל בארצות הקהילה האירופית בשנים 1982-1987, ומתאר את יישום המלצות הוועדה לנושא תעריפי החשמל במדינות הקהילה.
- צריכת החשמל בארצות האלה גדלה בתקופה 1982-1987 בשיעור שנתי ממוצע של 3.3%. צריכת החשמל הביתית לנפש גדלה גם היא באותה תקופה בשיעור ממוצע של 3% לשנה.
- הצפי הוא, כי שיעור הגידול בצריכת החשמל לכלל השימושים בשנים 1987-2002, יהיה 2% בממוצע לשנה.
- יש לציין, כי שיעור הגידול בצריכת החשמל בישראל לכלל השימושים בשנת 1987 לעומת 1987 היה 9.7%, ושיעור

* UNPEDE – International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy (European Community Committee)

נתונים על התפתחות מבנה תמהיל ייצור החשמל בארצות הקהילה האירופית (%)

החשמל ייצור באמצעות סוגי הדלקים השונים (מסוים הייצור)	בסגיה		גרמניה המערבית		דנמרק		ספרד		צרפת		יוון		איטליה		אירלנד		פוקספונד		הולנד		פורטוגל		בריטניה		סלובניה			
	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993		
מים (כולל אנרגיה שאובה)	2.4	2.4	5.1	4.3	-	-	22.2	24.7	20.0	16.9	10.6	12.9	22.0	21.3	9.1	7.7	54.0	66.7	-	-	5.0	6.2	30.8	41.9	2.1	2.3	11.7	11.4
אנרגיה גרעינית	66.1	58.5	31.6	34.8	-	-	33.1	31.8	69.7	77.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	6.2	49.2	58.1	17.1	22.5	32.5	35.3
תחנות כוח פחמיות	31.3	39.1	63.3	60.9	100.0	100.0	44.7	43.5	10.3	5.9	89.4	87.1	78.0	78.7	90.9	92.3	46.0	33.3	95.0	93.8	95.0	93.8	49.2	58.1	80.8	75.2	55.8	53.3
סה"כ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

היחידות התרמיות מתפלגות כדלקמן:

פחמיות	19.9	25.3	31.8	32.1	96.2	86.8	31.2	31.4	6.9	3.7	1.1	-	14.3	15.6	38.0	37.3	-	-	26.1	38.7	25.4	30.2	71.1	68.3	30.9	29.8
מזוטיות	1.4	3.2	3.6	2.4	3.5	4.9	1.5	3.4	1.4	0.9	22.7	13.5	44.4	39.9	20.7	26.8	0.8	2.0	1.4	1.5	21.5	26.1	8.6	6.2	9.4	8.7
כל היתר *	8.0	10.6	27.9	26.4	0.3	8.3	100	8.7	2.0	1.3	65.6	73.6	19.3	23.2	32.2	28.2	32.5	44.0	67.5	53.6	2.3	1.8	1.1	0.7	14.8	14.8

* כל היתר כולל ייצור חשמל באמצעות נו סבוי, טורבינות נו ומקורות ייצור אחרים.
** הגידול חל בעיקרו בייצור חשמל באמצעות נו סבוי.

ח פלד – המחלקה לצרכנות ולתעריפים, אגף הצרכנות, חברת החשמל לישראל

המלצות הוועדות לנושא תעריפי החשמל במדינות הקהילה האירופית ויישומן

אחת ההמלצות החשובות, אשר הועלתה בוועדות יוניפד לנושא תעריפי החשמל, בשנים האחרונות, נוגעת למבנה התעריפים:

"על התעריפים לשקף את העלויות באספקה לצרכן לפי זמני הצריכה השונים, להוות תמריץ לשימוש רציונלי בחשמל, ולהיות בהירים ופשוטים להבנה.

יש להביא לידיעת ציבור הצרכנים מידע רב ככל האפשר על מחירי החשמל וסבנה התעריפים.

תעריפי החשמל במרבית המדינות כוללים כיום, בדרך כלל, שני מרכיבים:

א. מרכיב קבוע או חיוב לפי הביקוש המירבי (קוויט).

ב. חיוב בגין האגרניה (קוויט"ש).

החיוב בגין האגרניה משתנה בהתאם למועד הצריכה (לפי שעות היממה ועונות השנה).

המחירים גבוהים יחסית בשעות שהביקושים לחשמל גבוהים ויש צורך להפעיל תחנות כוח שבהן עלות ייצור החשמל השולית – בעיקר הדלקים – גבוהה, כגון, טורבינות גז.

לעומת זאת המחירים וולים – כאשר הביקושים לחשמל נמוכים וניתן לספקם באמצעות תחנות כוח גרעיניות או תחנות הידרו-אלקטריות, שבהן עלות הייצור השולית נמוכה.

תעריפים לפי "בלוקים יורדים" של צריכה, אשר לפיהם המחירים לחשמל מוזלים ככל שהצריכה עולה, אינם מוצעים עוד לצרכנים, והם מוחלפים בתעו"ז, בתעריפים של "זמן אמת" ובתעריפי "הפרעה".

* תעריפי "הפרעה" מוצעים לצרכנים המוכנים להשיל עומסים לפי בקשת החברה בתקופות של מצוקה במערכת החשמל, בהתראה מראש או ללא התראה. כתוצאה, הצרכנים נהנים ממחירי חשמל נמוכים יחסית בשאר הזמנים.

התעריפים אינם חלים עוד על פי סוג השימוש, או ההשתייכות הסקטוראלית של הצרכן, אלא, על פי מאפייני דפוסי הצריכה החשמלית.

ועדת יוניפד המליצה על עיצוב תעריפי חשמל שמטרתם הסטת צריכה משעות הפיסגה לשעות השפל והשלת עומסים משעות הפיסגה.

המריצה הטכנולוגית שהלה בשנים האחרונות בתחום אמצעי המנייה האלקטרוניים ובתחום התקשורת מאפשרת החלת תעריפים בני מספר תקופות צריכה ביממה, תעריפים הנקבעים ב"זמן אמת", ותעריפי "הפרעה".

הסטת עומסים מ"שעת הפיסגה" תשמר את תפועל מערכת אספקת החשמל הצרכנים יפיקו תועלת על ידי ניצול המחירים הנמוכים ב"שעת השפל", וכתוצאה מכך תזול עלות החשמל לצרכן, ואף תגדל רווחת החברה והמשק.

חלוקת תעודות הוקרה באגודת מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה



ביום 6 בספטמבר 1990 התקיים בחיפה טקס חלוקת תעודות הוקרה לשני חברי האגודה הוותיקים והמצטיינים.

מרופי ד"ר אינג' יהודה נאות על פעילותו הנרחבת ורבת השנים בשטח החינוך המקצועי האקדמי במקצוע האלקטרוניקה; על תרומתו בקידום רמת התיכנון של מיתקני חשמל ומערכות חשמל; על השתתפותו הפעילה בשטח הנתיקה הקשורה בחוק החשמל ועל מאמציו לקידום הבטיחות בחשמל בכל תחומי השימוש בו ובמיוחד בשטח מיתקני החשמל במיגוד החקלאי; על העמדת דורות רבים של מהנדסי החשמל להם שימש מורה, מנחך ודוגמא אישית.

אינג' זלמן דוניבסקי על פעילותו הנרחבת ורבת השנים בשטח הנדסת החשמל, על התמדתו בהוצאה סדירה של המדריך לחשמלאי אשר באמצעותו עודכן ציבור בעלי המקצוע בשטח החשמל בארץ בכל הידושים, השינויים והעידכונים אשר התחייבו מההתקדמות הטכנולוגית בהתאם לחוק החשמל ותקנותיו; על השתתפותו הפעילה והתורמת בוועדת ההוראות של משרד האגרניה והתשתית ועל העמדת דורות רבים של אנשי מקצוע בשטח החשמל אשר הודרכו על ידיו במישרין ובעקיפין.

בתמונה (מימין לשמאל):

אינג' ש' סורק – יו"ר לשכת המהנדסים, האדריכלים והאקדמאים במקצועות הטכנולוגיים בישראל.

מרופי א' בראונשטיין – יו"ר אגודת המהנדסים לחשמל ואלקטרוניקה.

מרופי י' נאות, אינג' ז' דוניבסקי – "חתני הפרס".

אינג' א' גוראל – ראש עיריית חיפה.

אינג' א' קרשון – יו"ר לשכת המהנדסים סניף חיפה.

בדיקות טכנו-כלכליות של מקורות אנרגיה מתחדשים לצורך שילובם בתוכניות הפיתוח של חברת החשמל

ורדה לב M.Sc.

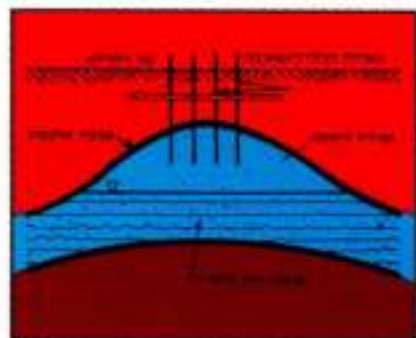
חיוביים, אם יחידה ראשונה זו (בהספק 120 מגואט) תפעל כצפוי, ויסתבר כי ניתן להפיק באופן מסחרי חשמל מפצלי שמן, תפעל החברה להקמת יחידות ייצור נוספות מאותו סוג אחרי שנת 2000.

תחזית צריכת האנרגיה בשנת 2000

על פי התחזיות הקיימות צפויה ישראל לספק בין 8% ל-15% מצריכת האנרגיה שלה בשנת 2000 באמצעות אנרגיית השמש, פצלי שמן, טורבינות רוח, ביומסה ואנרגיה הידרו-אלקטרית. תחזית זו מותנית בכדאיות הכלכלית של הפקת חשמל מפצלי שמן ובגורמים טכנו-כלכליים של אנרגיות חלופיות (מחיר הדלקים, שיעור הריבית, עלויות הקמה וכו').

מיתקנים לאנרגיה אנרגיה

בחברת החשמל עוסקים עתה בבדיקת כדאיותם של מיתקנים לאנרגיה אנרגיה בעזרת **אוויר דחוס** (איור 1) או **אנרגיה שאובה** (לפי עיקרון של ניצול אנרגיה זולה יחסית בשעות השפל של הצריכה לצורך שאיבת המים למאגר נבנה והפלתם ממנו, בשעות השיא, תוך ייצור אנרגיה הידרו-אלקטרית וזולה). מיתקני אנרגיה כאלה עתידים לשפר את ניצול החשמל המופק במערכת כמגמה לאפשר תגובה נמישה לשינויים בלתי צפויים.



איור 1
תרשים של מבנה מאגר תת קרקעי לאוויר דחוס

יש לציין שפרוייקטים אלה יאפשרו התמקדות במשאבי אנרגיה מקומיים במטרה להקטין את הסיכונים האסטרטגיים של הטווח הארוך (אי הספקת אנרגיה) ואת הסיכונים הכלכליים (התנגדות הכלכלית צפויות בשוק הדלקים) הכרוכים בהישענותו של המשק על דלקים מיובאים.

תעשייתיות ברמת חובב ובצפיית יחידות ייצור אלה אמורות לענות על הגידול בביקוש, כפרט בתקופה הקרובה, עד לשילובן המלא של יחידות הייצור בתחנת הכוח רוטנברג. טורבינות זו תעשייתיות תשולבנה גם הן במהלך השנים הבאות במערכת ייצור החשמל.

מקורות אנרגיה חלופיים

במקביל לתוכנית הפיתוח, המשלבת יחידות ייצור המוסקות בפחם ובדלקים נוזליים, נבחנים לאחרונה, כמשנה תוקף, מקורות אנרגיה חלופיים מקומיים ומתחדשים, למשל:

- רוח,
- שמש,
- פצלי שמן,
- קונברציה וכו'.

יתר על כן, חברת החשמל מעודדת סידרה של פעולות בתחום שימור אנרגיה במטרה לגרום לשימוש יעיל באנרגיה מנוקדת המבט של המשק על ידי מגיעת כיוונו, שילוב יעיל עם גורמי ייצור אחרים, העלאת הנצילות, ניצול אנרגיה שזורית, הסטת עומסים בצריכת חשמל, ושימוש בטכנולוגיות אנרגטיות חדשות. במאון האנרגיה, פעולות אלה הן מקור חשוב המחליף משאבי אנרגיה מיובאים.

הצלחת השילוב של מקורות אנרגיה מקומיים אלה בתוכניות הפיתוח לטווח ארוך, כמו גם הצלחת הפעולות בתחום החיסכון באנרגיה, תקטין את ההספק הנדרש באמצעי הייצור הקונבנציונליים.

הפקת אנרגיה מפצלי שמן

קיומם של מרבצים נרחבים של **פצלי שמן** כמישור רותם והפעלתו של מיתקן נסיוני להפקת אנרגיה על ידי שריפת פצלים, הביאו את חברת החשמל לבדיקה מעמיקה של הכדאיות הכלכלית של שילוב תחנת כוח המוסקת בפצלי שמן במערכת הייצור. היתרון הבולט של תחנת כוח המוסקת בפצלי שמן הוא בכך שהתחנה מושתתת על מקור אנרגיה מקומי העשוי להקטין את תלותו של משק האנרגיה הישראלי במקורות חוץ, אמנם, כמות האנרגיה המופקת מהסקת קיי פצלי שמן היא רק כעשירית מזו המופקת מהסקת קיי פחם, אולם מרבצי הפצלים יכולים לתרום עתודה ניכרת של דלק מקומי.

חברת החשמל שוקלת הקמת יחידת ייצור מסחרית המוסקת בפצלי שמן, במידה שהלחצים אשר יופקו מהמיתקן הניסויי יהיו

תיכנון לטווח ארוך

תיכנון מערכת ייצור החשמל לטווח ארוך הוא תהליך מורכב. שכמהלכו נבחרת תוכנית הפיתוח הזולה ביותר העונה על דרישות אמינות ההספקה של מערכת הייצור לאורך כל תקופת התיכנון, מורכבותו של התהליך נובעת ממספר גורמים:

א. תיכנון מערכת הייצור נעשה לטווח ארוך, וקיימת אידואות ביחס למספר גדול של אירועים עתידיים העשויים להשפיע על תיכנון המערכת, כמו: תחזית הביקוש לחשמל, מחירי הדלקים לסוגיהם, שער הניכיון ועוד. כתוצאה מכך יש לבחון את תוכניות הפיתוח במינון תסריטים עתידיים אפשריים.

ב. בחירת התוכנית הזולה ביותר, העונה על דרישות האמינות בכל אחד מהתסריטים, מחייבת שימוש בכלים אנליטיים מורכבים. כלים אלה דורשים זמן ומשאבים ניכרים של כוח אדם ומחשב. כתוצאה מכך מספר התסריטים הנבחים מוגבל באופן מעשי.

ג. ההחלטות התיכנוניות הקשורות למערכת ייצור החשמל רגישות מאוד לשינויים בהערכות לגבי אירועים חיצוניים כגון: מחירי הדלקים, רמת הפעילות הכלכלית במשק (המשפיעה על תחזית הביקוש ועל שער הניכיון), התפתחויות טכנולוגיות המשפיעות על ההיתכנות של מקורות אנרגיה חדשים, ושינויים בעלות אמצעי הייצור. השינויים התכופים שחלים בהערכות אלה יוצרים צורך בבחינה חוזרת ונשנית של תוכניות הפיתוח.

הגידול הרב בביקוש לחשמל וגלי העלייה הצפויים בשנים הקרובות מדגישים את הצורך בתיכנון מוקדם ויעיל של מערכת הייצור.

כדי לספק את הביקוש ברמת האמינות הנדרשת, תוגברה מערכת הייצור ביחידה פחמית חדשה בהספק מותקן של 550 מגואט באתר רוטנברג באשקלון. יחידה תאומה, בעלת הספק זהה, עתידה להתחבר למערכת החשמל במהלך שנת 1991. יתר על כן, חברת חשמל הוסיפה ליחידות הייצור שלה כ-460 מגואט המותקנים בטורבינות נו מוסקות בסולר, בכלל זה כ-400 מגואט בטורבינות נו

1 * מחלקת פיתוח ומחקר אנליטי, אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל

שילוב מצברים במערכת החשמל בישראל

אינג'י משה בלאו, M.Sc., וד"ר דניאל קוטיק

בשנים האחרונות פותחו מצברים מסוגים חדשים בעלי צפיפות אנרגיה גבוהה יותר מאשר מצברי עופרת-חומצה, כגון מצברי נתרן גופרית, אבץ ברום ועוד. בעתיד צופים התפתחות של מצברים מתקדמים יותר כגון אלומיניום אוויר ועוד.

המיגבלות הבסיסיות של המצברים לשימוש ברכב חשמלי עדיין קיימות. אך, למרות זאת, טווח הנסיעה של הרכב גדל ומאפשר הפעלה של רכב חשמלי לשימוש באזורים עירוניים.

לשימוש נרחב ברכב חשמלי יהיו כמה יתרונות:

- שיפור מקדם העומס של תחנות הכוח.
- הקטנת זיהום האוויר והרעש בערים.
- הקטנת הוצאות הטיפול והאחזקה של כלי הרכב. עלות האנרגיה ברכב החשמלי מהווה כשליש מעלות הדלק ברכב הקונבנציונלי.
- חברת החשמל מפעילה לניסיון, מאז קיץ 1986, רכב חשמלי מסוג "יורנויטי" מתוצרת חברת BEDFORD (ראה תמונה).
- מטרות הניסוי הן:
 - בדיקת ההיבטים הכלכליים (עלויות הפעלה ואחזקה).
 - הדגמות תחומי השימוש ברכב חשמלי וכיצד ניתן.
 - יצירת ידע בדוק ומעשי בנושא לצורך העמדתו לרשות הציבור.
 - עידוד השימוש ברכב חשמלי לשם העמסה כלכלית יותר של מערכת ייצור החשמל בשעות הלילה.

אם יותקנו במערכת חברת החשמל מצברים שימשו עתודה מיידית, יקטן היקף השלת העומסים בעקבות הפסקות מאולצות של יחידות ייצור ויקטן מספר וייעומקי חריגות התדר מתנאי הטיפול הרגילים.

למשל, בשנת 1986 הופעלה במערב ברלין מערכת מצברים המאפשרת גיבוי של 17 מגואט למשך 15 דקות במקרים של הפסקות ביחידות הייצור.

מצברים להקטנת שיאי ביקוש ויישור עקומת הביקוש היומית

אגירת האנרגיה במצברים בשעות שפל הצריכה בלילה, ושימוש באנרגיה זו בשעות שיא הביקוש ביום, תאפשר את הקטנת שיאי הייצור היומיים ותעזור ליישור עקומת הביקוש היומית.

לשם כך יש צורך במצברים בעלי קיבול אנרגיה גדול וזמן פריקה ארוך יחסית (מספר שעות). הקטנת שיאי הייצור היומיים ויישור עקומת הביקוש עשויים לאפשר דחייה בהקמת יחידות ייצור חדשות, וכך ניתן יהיה לדחות השקעות כספיות גדולות. מאז שנת 1988 פועל בדרום קליפורניה מיתקן הדגמה של חברת החשמל SCE בהספק של 30 מגואט ל-5 שעות.

מצברים לתחבורה חשמלית*

בעולם, ההתעניינות ברכב חשמלי התחילה כבר בשנת 1890. במשך 30 שנה התחרו סכוניות, המצוידות במצברי עופרת-חומצה, במכוניות בעלות מנועי שריפה פנימית. עם התפתחות מנועי השריפה הפנימית נעלמו המכוניות החשמליות. המיגבלות העיקריות של כלי הרכב החשמליים הן: טווח נסיעה קצר וזמן ארוך הנדרש לטעינת המצברים.

בעקבות ההתקדמות הטכנולוגית בייצור מצברים בשנים האחרונות, חלה התפתחות משמעותית ביישומים חדשים של המצברים ושיפורים ביישומים הקיימים.

קיימות שיטות שונות לאגירת אנרגיה, כגון:

- אנרגיה שאובה.
- אגירת אוויר דחוס.
- אגירת אנרגיה במצברים.

אגירת אנרגיה במצברים

היתרונות המיוחדים של מיתקן אגירת אנרגיה במצברים הם:

- מיקום המיתקן יכול להיות באתר כלשהו ללא צורך בחיפוש מבנה גיאולוגי מיוחד, כמו במקרה של אגירת אנרגיה שאובה או אגירת אוויר דחוס.
- השפעתו על הסביבה אינה משמעותית.
- מערכות של מצברים מתקדמים יאפשרו בעתיד בניית מיתקנים יעילים לאגירת אנרגיה בעלות בנייה נמוכה.
- התחומים שבהם משתלבים, או עשויים להשתלב, המצברים לאגירת אנרגיה במערכת החשמל בישראל הם:
 - כעתודה מיידית/תחליף לעתודה סובבת בתחנות כוח במערכת ייצור החשמל.
 - בהקטנת שיאי ייצור החשמל היומיים (Peak Shaving).
 - ביישור עקומת הביקוש היומית (Load Leveling).
 - בתחבורה חשמלית.
 - כגיבוי לעומסים חשמליים חיוניים (U.P.S.).

מצברים כעתודה מיידית במערכת ייצור החשמל

אחד מיתרונות המצברים הוא זמן תגובה מהיר. זאת אומרת, הזמן העובר מרגע הפעלתם ועד הרגע שבו הם מספקים הספק מלא הוא קצר. לפיכך, המצברים מתאימים לשמש עתודה מיידית למערכת ייצור החשמל.

* מאמר ספרות בנושא נכתב על ידי יהיה אינג'י יו סורת ואי שופלכרז והתפרסם ב"התקע המצדיעי" מס' 31 - מרץ 1984

מי בלאו, ד' קוטיק - מחלקת פיתוח ומחקר אנליטי, אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל



41 ירתקע המצדיעי" מס' 46 - דצמבר 1990

פיתוח "מערכות מומחה" באגף מחקר ופיתוח בחברת החשמל

אינג' אברהם סט

הגדרות

בינה מלאכותית (AI - Artificial Intelligence)
ענף של מדעי המחשב העוסק בתיכנון מערכות מחשב המייצגות חלק מהתכונות האופייניות לאינטליגנציה האנושית, כגון הבנת שפות טבעיות, כושר לימוד, ניתוח והסברת החלטות ופיתרון בעיות. התחומים העיקריים של הבינה המלאכותית הם: רובוטיקה, עיבוד שפות טבעיות, פיענוח דיבור, זיהוי עצמים, תיכנות אוטומטי, משחקים (שחמט) ומערכות מומחה.

מערכת מומחה (ES - Expert System)

מערכת מומחה היא תוכנה המועלת בתחום מוגדר, כמומחה אנושי לאותו תחום. מומחה אנושי הוא אדם, שבגלל הכשרתו וניסונו, רכש מיומנות בלעדית בשטח מקצועי מסוים.

מערכת מומחה היא תוכנה אשר:

- מכילה ידע שנדלה ממומחה אנושי בתחום מסוים.
- יכולה לתת תשובה משכנעת לגבי שאילתא באותו תחום מקצועי מוגדר.
- יכולה להסביר כיצד הגיעה לאותה תשובה (מסקנה). כלומר, לנתח את קו המחשבה וההסקה שלה.

מבנה מערכת מומחה

מערכת מומחה מורכבת משלושה חלקים עיקריים (איור 1).

- בסיס הידע (Knowledge Base).
- מנגנון ההיסק (Inference Engine).
- מערכת מימשקים (Interfaces).

בסיס הידע

זהו החלק של מערכת המומחה הכולל את מאגר הידע בתחום המקצועי שבו מטפלים. בדרך כלל מכיל בסיס הידע הן ידע מוצהר, הכולל עובדות בקשר לעצמים ואירועים, חוקים, הגדרות ותאוריות כלליות, והן ידע מודרך, שהוא היררכי ברובו ומכיל חוקי אצבע הנובעים מניסיונם של מומחים מקצועיים.

מנגנון ההיסק

זהו אותו חלק של התוכנה המגדיר את מדיניות הבקרה או השיטה אשר תאפשר למשתמש לחפש, לתאר ולשלוף את הידע שהוא מעוניין בו.

מערכת מימשקים

קושרת את המשתמשים ואת מפתחי המערכת למערכת המומחה, ומאפשרת להגדיר בצורה

נוחה את הבעיה ולקבל תשובה בצורה ידידותית ונחה.

יישומי מערכות מומחה בחברות החשמל בעולם

בחברות החשמל בעולם מתנהלת פעילות רצינית לפיתוח מערכות מומחה בשטחים שונים, בעיקר בנושאי תיפעול, אחזקה, איבחון תקלות ועוד.

בנושאי תיפעול, למשל, מסייעות מערכות מומחה למפקחים בחדר הפיקוח לאתר ולנתח את התקלות, לסלק אותן ולהחזיר את המערכת למצב עבודה תקין.

לנושאים אלה יש שתי סיבות עיקריות המצדיקות פיתוח מערכת מומחה:

א. פער ידע (Knowledge-Gap), הנוצר כתוצאה מחילופי עובדים, העובדים הוותיקים פורשים יחד עם הידע והניסיון שהם צברו, ולעובדים החדשים קשה, בעיקר בתקופה הראשונה, לתפקד ברמה דומה.

ב. דווקא בחדר בקרה מודרני וחדש מתקבלות, בזמן תקלה, אזהרות ואעקות מנקודות מדידה רבות (דיגיטליות ואנלוגיות). מידע זה מוקרן על לוחות הפיקוד וצגי המחשב.

למפקח, האמור להגיב במהירות, יהיה קשה לנתח את המידע הרב, והסותר למעמים, לתת משקל חדימיות לאירועים השונים ולקבל החלטה מהירה ואמינה.

יישומי מערכות מומחה בחברת החשמל בישראל

בחברת החשמל בישראל מתנהלת פעילות בנושא זה באגף תיכנון תחנות כוח (מדור מערכות משובצות-מחשב), ולאחרונה, גם ברשת הארצית.

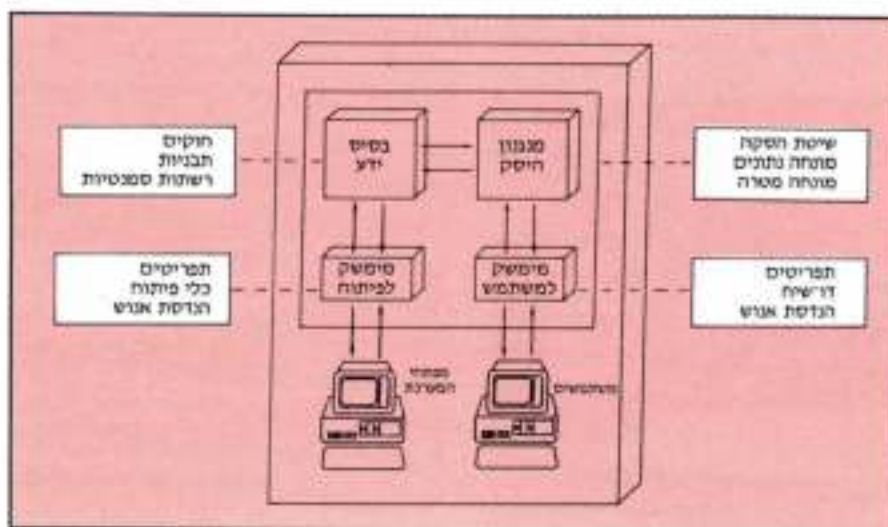
באגף מחקר ופיתוח (מג"פ) התחילה פעילות והתעניינות של מהנדסים בנושא כבר לפני מספר שנים. לאחרונה פותח, במחוז הדרום, אבי-טיפוס של מערכת מומחה בנושא הפסקות יזומות. תיאור כללי של מערכת זו מוצג באיור 2.

מטרת מערכת מומחה זו היא לסייע במטרה בחדר הפיקוח הממוח, כדי שבזמן הפסקות יזומות של קווים ייקבע סדר ההפסקות באופן שייגרם נזק מיוערי למשק הלאומי. הצורך לבצע הפסקות יזומות מתעורר בשעות שהספק הייצור הזמין אינו עונה על ביקוש הצרכנים. המועדים המיועדים לכך הם במהלך שיאי הביקוש בקיץ ובחורף, או במקרים של תקלות במערכת החשמל הארצית.

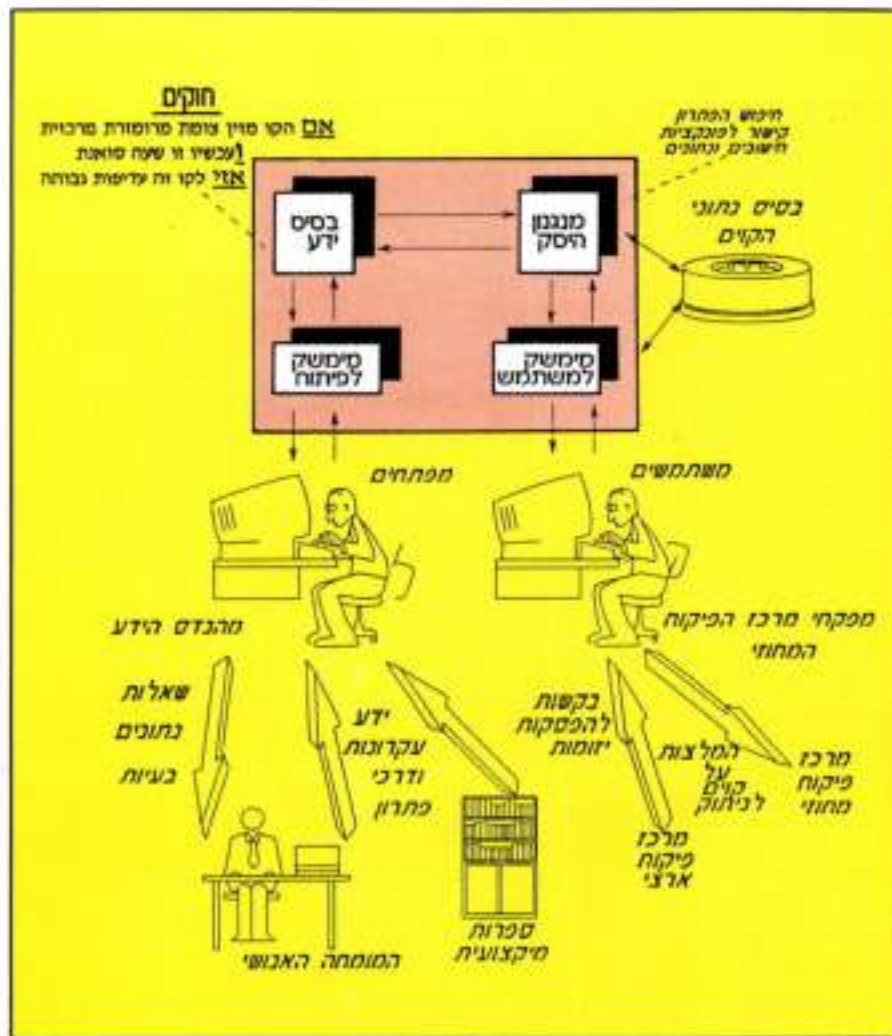
אם התקלה היא פיתאומית, המדיניות היא לנתק עומסים גבוהים עד כמה שאפשר ובמהירות מירבית. אולם, אם ההפסקה היוזמה היא מתוכננת, הרי שניתן להתארגן כך שלצרכנים ייגרם נזק כלכלי מיוערי.

במקרה זה בסיס הידע הוון בידע שנדלה ממומחים אנושיים לנושא זה.

ידע זה מאוחסן בצורה של חוקים מסוג:



איור 1
מבנה עקרוני של מערכת מומחה



איור 2
מבנה כללי של מערכת מומחה להפסקות יוזמות

אם... 1... אזי... צורה זו שימושית במערכות מומחה רבות. נראה כיצד נראים כמה חוקים במקרה שלנו:

אם הקו מיון רפורים בצומת מרכזית
ו נכשיו זו שעה שואנת
אזי תן לקו זה עדיפות 20

העדיפות הנמוכה ביותר היא 10, וזו עדיפות של קו שניתן להפסיקו ללא בעיות – שכנת מגורים או איזור חקלאי. החוק אומר שבשעות שואנות, בדרך כלל בין 7 ל-9 בבוקר ובין 4 ל-7 בערב, יש לתת לקו המוזכר עדיפות נבונה יותר.

אם הקו מיון משאבות סים
ו נכשיו קיץ
אזי תן לקו זה עדיפות 20

כשם שהחוק הראשון היה תלוי בשעות מסוימות, החוק השני מושפע מעונות השנה.

אם הקו מיון בית חולים
ו יש לו דיול גרטור תקין כגיבוי
אזי תן לקו זה עדיפות 40
אחרת תן לקו זה עדיפות 50

בית החולים הוא, ללא ספק, צרכן רגיש וחיוני, וגם אם מותקן בו דיול גרטור הוא מקבל עדיפות נבונה.

במקרה שהדיול גרטור אינו תקין, אזי העדיפות תהיה הגבוהה ביותר (50), וזה למעשה אומר שאסור להפסיק את הקו הזה.

באגף מייפ מקווים, שבמשך הזמן, ניתן יהיה ליישם את נושא מערכות המומחה כשטחים נוספים שבהם תסייע מערכת המומחה למהנדסים העוסקים בתיכנון ובפיתוח המערכת.

הכנס המקצועי השנתי ה-8 של העוסקים בתחום החשמל בישראל

הכנס הארצי השנתי ה-8 יתקיים ביום רביעי, 29 במאי 1991, במרכז הקונגרסים שבגני התערוכה בתל אביב.

תוכנית הכנס, תישלח, כנפרד, לכל מגויי "התקע המצדיע" כחודש לפני מועד הכנס.

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" סידרה מס' 16

סידרה מס' 16 של מפגשי מועדון "התקע המצדיע" לעוסקים בתחום החשמל החלה ביום רביעי, 28 בנובמבר 1990 באיזור נתניה.

נושא ההרצאה המרכזית ב"מפגשים אלה הוא:

"שיטות ההגנה בפני חישובול במתח נמוך – הנהרת מושגים ומונחים"

כמו כן, יימסר במסגרת המפגשים מידע אודות הנחיות טכניות חדשות בנושאים:

■ **צרכנות טכנית**

■ **חיבורים לבתים (חל"ב)**

ההרצאות המתוכננות בסידרה מס' 16 ייערכו באזורי מחוז הצפון ומחוז הדרום (כולל אילת), וכן בערים תל אביב וירושלים.

מפעל המזון "בלו-בנד תלמה" קיבל מחברת החשמל מענק כספי בסך 29 אלף ש"ח עבור ביצוע פרויקט להסטת עומסים ולחיסכון בחשמל



צילום: עשירי תלמה

מפעל המזון "בלו-בנד תלמה" הוא אחד מ-155 הצרכנים שהגישו עד כה בקשות לסיוע כספי של חברת החשמל במסגרת התוכנית הלאומית ליעול השימוש בחשמל, שעליה הכריזו חברת החשמל ומשרד האנרגיה והתשתית לפני כשנה.

עד כה הוצאו 84 מכתבי זכאות בסכום כולל של כ-1.8 מיליון ש"ח.

חלק מהפרוייקטים בוצעו הלכה למעשה והושלמו, ומבצעייהם כבר קיבלו מענקים בסכום של כ-156 אלף ש"ח.

התועלת למשק החשמל מוערכת ב-9.5 מיליון ש"ח.

חברת "בלו-בנד תלמה" קיבלה מענק כספי בסך 29 אלף ש"ח. מענק זה ניתן עבור ביצוע פרויקט להסטת עומסים ולחיסכון בחשמל.

בתהליכי הייצור של "בלובנד-תלמה" יש צרכני קירור רבים. מול כל צרכן קירור עבדו מדחסים, שהופעלו ידנית בהתאם לצורכי הקירור. כתוצאה מכך נוצר עודף קירור בכל מיתקן קירור. כמו כן הופעלה בריכת מים קרים לווטיות הצריכה של המים הקרים.

המערכת החדשה מאפשרת הפעלה מדורגת של המדחסים בהתאם לתפוקה הנדרשת על ידי כלל צרכני הקירור.

בריכת המים הקרים הוסבה לאגירת קור על ידי הקפאת המים בשעות השפל וניצולם בשעות הפיסגה לצורך הסטת עומס של 95 ק"ט.

החיסכון השנתי בצריכת החשמל הוא 74 אלף קוט"ש.

בבניית המיתקן הושקעו כ-145 אלף ש"ח.

התועלת למשק החשמל היא כ-165 אלף ש"ח למשך אורך חיי הציוד (20 שנה).



מערכת הבקרה הממוחשבת המפקחת על מערכת הקירור (המדחסים)



חדר המכונות (מדחסים)



עכשיו גם אתה יכול להרוויח:
סיוע כספי (מענקים או הלוואות) -
להקמת פרויקטים להסטת עומסים משעות
שיא הביקוש לחשמל לשעות שפל ולהקמת
פרוייקטים לחיסכון בחשמל.
פנה למשרדי חברת החשמל.

