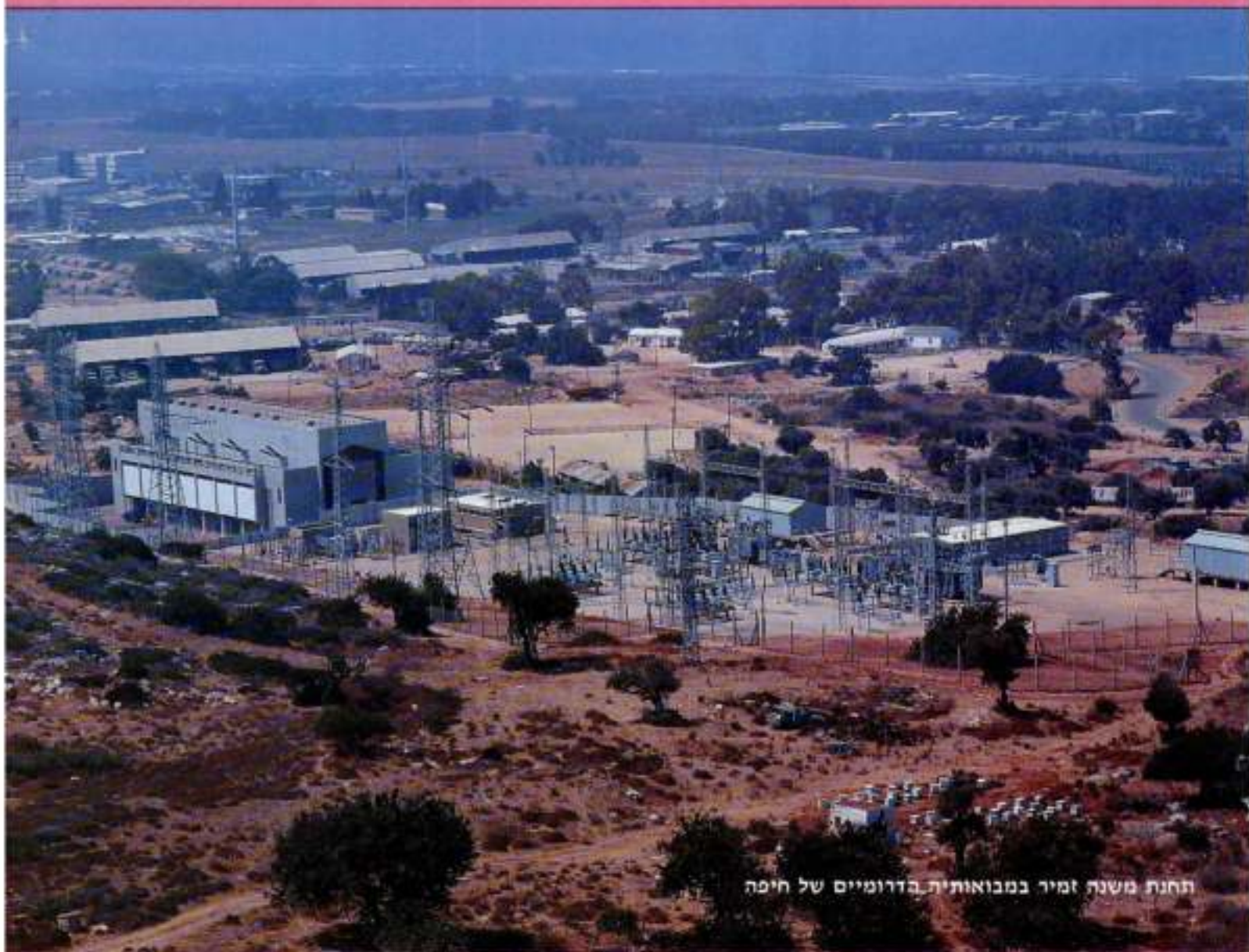


התקע המצדיע



כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת משנה זמיר במבואותיה בדרומיים של חיפה





תוכן העניינים

3	הכנס המקצועי השנתי ה־10 של העוסקים בתחום החשמל בישראל מבנה לזכות חשמל מתועשים ואופן התקנתם ד' קן־דרור
4	בעיה באספקת חשמל ופתרונה מתח יתר הנובע מנתק או ממגע רופף בחוליך האפס א' יניב
10	מה חדש בתעריפי החשמל ח' פלד
13	מה חדש בספרות "מדריך לחשמלאי" מאת אינג' ז. דוניבסקי - עידכונים והשלמות
16	תאונת חשמל ולקחה חישמול שנגרם עקב עבודה במיתקן התזה לקוי מ' מרגלית
18	אירועי "התקע המצדיע"
20	מדור שירות פירסומי לקוראים
	משולחן הוועדות א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל ב. ועדת הפירושים פ' שפר
23	משק החשמל בשנת 1992 ש' ריטן
28	התפלת מים בעולם ובישראל ע' פישר
31	חסכון באנרגיה במנועים חשמליים תוך הפעלתם המשופרת ג' ארליך
38	תחנת משנה זמיר צ' שגב
43	כיול מפסקי זרם ראשיים של צרכני מתח נמוך
43	עמודי צינור

בשער:

תחנת משנה זמיר, 161/24 ק"ו, הממוקמת במבואותיה הדרומיים של חיפה, היא תחנת משנה פנימית, העתידה להחליף את תחנת המשנה הישנה, 115/24 ק"ו, ובכך לתת מענה לעלייה בביקוש לחשמל באזור חיפה. התמונה בשער ממחישה את המימדים המצומצמים של תחנת המשנה החדשה זמיר לעומת אלה של התחנה הישנה.

פרטים נוספים על תחנת משנה זמיר ומאפייניה – ראה כתבה בעמ' 43.

עורך ראשי:
אורי לייטנר

עורך:
בנימין סרץ

עורך משנה:
אילן נבאי

מערכת:

יוסף כלכל, בן ציון גמליאל, אברהם זיל, נתן זלצר, אילן דרם, משה מרגלית, אלי נאסרה, נרשון סרבר, יהודה סרף, יוסף רוזנברג

עריכה לשונית, נרפיקה וסדר:
נרפיק כתיבה והפקה בע"מ

לוחות והדפסה:
דפוס תמזר בע"מ

כתובת המערכת:
חברת החשמל לישראל בע"מ
ת"ד 8810 חיפה 31087
טל: 04-548336
פקס: 04-548398



צילום: מאיר לבבי



הכנס המקצועי השנתי ה-10 של העוסקים בתחום החשמל בישראל

הכנס השנתי ה-10 של העוסקים בתחום החשמל בישראל יתקיים ביום שלישי, 7 בספטמבר 1993, במרכז הקונגרסים בתל אביב. כבכל שנה יכלול הכנס שני מושבים כמפורט להלן:

מושב א' – המיפגש המרכזי

יתקיים מ-09:30 עד 11:00 בהשתתפות כל באי הכנס ויכלול:

ברכות

- משה שחל, שר האנרגיה והתשתית
- עדי אמוראי, יו"ר מועצת המנהלים, חברת החשמל
- משה כץ, המנהל הכללי, חברת החשמל

הרצאה מרכזית: גישה שיווקית חדשה בחברת החשמל

שמריהו ברט, מנהל מיגור השיווק וסגן מנהל אגף השיווק והצרכנות, חברת החשמל

מושב ב' – הרצאות מקצועיות בקבוצות

מושב זה יתקיים מ-11:30 עד 14:00. באי הכנס יתפצלו ל-5 קבוצות, כדי שכל אחד מן המשתתפים יוכל למצות בצורה מירבית את מינון הרצאות ולהשתתף בקבוצות שבהן נכללות הרצאות בנושאים שבהם יש לו עניין. בכל קבוצה, בסיומה של ההרצאה המקצועית, יתקיים דיון (רב-שיח) בהקשר לנושא ההרצאה בהשתתפות צוותי מומחים בתחומים השונים.

ריכוז ההרצאות במושב ב' – הרצאות מקצועיות בקבוצות

קבוצה מס' 1	הרצאה מס' 1.1	שם ההרצאה והמרצה	שם הרצאה ומרצה מס' 1.2	13:00-12:15	14:00-13:00 דיון (רב-שיח) בהקשר לנושאי ההרצאות בהשתתפות המנחה, חסרצים ועוזר המומחים
1	1.1	12:15-11:30 פרופיל הצריכה העתידית והשוויון של צרכן החשמל הביתי בישראל	1.2	13:00-12:15 תיכנון מיתקני חשמל ביתיים ודוממים עם מבט לעתיד	1.3 מנחה: מוסמחים אורי לייטנר צילה ויטנר דוד בר-עקיבא יש שטרנר
2	2.1	12:15-11:30 חידושים בתקנת החשמל	2.2	13:00-12:15 בטיחות בעבודות חשמל, ניתוח תאגות חשמל וליקטן	2.3 מנחה: מוסמחים ג'רשון סרבר אריה שיין פאול שמר דוד תרזה
3	3.1	12:15-11:30 אספקת חשמל למני מתן	3.2	13:00-12:15 תיכנון חיבורים למרכזי תעשייה ועיריה, למרכזים מסחריים ולבנייני מסדרים	3.3 מנחה: מוסמחים זינמונט סמורן יהודה פרץ יצחק בריכה משה מרגלית אברהם זיו
4	4.1	12:15-11:30 הגנת מיתקני מתח גבוה במני פגיעות ברקים	4.2	13:00-12:15 תיכנון ובקרה על תחזוקה בעזרת מחשב ודוגמאות ליישומים במיתקני חשמל	4.3 מנחה: מוסמחים יוסף בלבל יוסף ניר עמנואל אינגרמן חיים אלוש
5	5.1	12:15-11:30 הנחיות טכניות של חברת החשמל בקשר להגבלת הפרעות ברשת החסיקה	5.2	13:00-12:15 מתרונות מעשיים לשיפור איכות החשמל כשירות הניתן על ידי חברת החשמל לצרכנים	5.3 מנחה: מוסמחים טנאל אליאש אלי נאוטרה פיוטר וויסליב אילן ירום עמי איכלר שלמה כהנא

■ ההרשמה באמצעות שובר תשלום בדואר (הקבלה על התשלום מהווה כרטיס כניסה לכנס).

■ הומטת נשלחו לכל הרשומים בקהילת "התקע המצדיע" וכן למשרדי ממשלה, מוסדות ציבוריים, מפעלים וחברות.



מבנה לוחות חשמל מתועשים ואופן התקנתם

מהנדס דרור קן-דרור M.Sc.

המאמר מתייחס לחידושים שנעשו במשך השנים בלוחות מתועשים מנקודת מבט טכנית, תיכנונית וביצועית. הכללת חידושים אלה מתחייבת היום גם על פי דרישות חוק החשמל ותקנותיו, תקנים חדשים וכו'. כמו כן נתייחס במאמר לדרישות הקשורות להתקנת לוחות, כגון: דרישות מכניות, סימון מהדקים וסרגלי חיבורים, סימון כבלים, מעברים ושילוט.

במאמר זה נעמוד על החידושים המתחייבים בהתקנת לוחות מתועשים בתוקף פרסום התקנות "תקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1,000 וולט) התשנ"א – 1991" בקובץ תקנות 5375 מ-1.8.91, ובהתאם לדרישות התקן הישראלי ת"י 1419 על כל חלקיו, שפורסם בשנת 1989, העוסק בנושא "לוחות מיתוג בקרה למתח נמוך דרישות ללוחות מתועשים", וכן בהתאם למפרט מת"י מפמ"כ 372, העוסק ב"לוחות מיתוג ובקרה למתח נמוך; דרישות מיוחדות ללוחות למתח נמוך המיועדים להתקנה במקומות נגישים לאנשים לא מקצועיים. לוחות חלוקה", שפורסם בחודש נובמבר 1991.

כיום, בעידן המודרני, מבנה הלוח מתאים לצרכים המשתנים של הצרכנים. לוחות מתועשים המיוצרים בנישה החדשה ניתנים להרחבה או לצימצום בהתאם לדרישות הצרכנים המוונים מלוחות אלה, בצורה מהירה ויעילה, ללא צורך בהריסת לוח קיים ובניית לוח חדש.

הגדרת לוח מתועש

לוח – מסד והציוד החשמלי המורכב עליו לאבטחה של מיתקן החשמל, לפיקוד ולפיקוח.

מסד – מבנה שעליו מורכב הציוד של הלוח.

ציוד – אביזרים ומכשירים המהווים חלק ממיתקן החשמל.

לוח מתועש הוא לוח המורכב בשלמותו על ידי היצרן, ועל אחריותו. הוא כולל את כל הציוד החשמלי של הלוח, את כל החיבורים החשמליים והמכניים שלו, ואת חלקי המיבנה של הלוח.

רכיבי הלוח יכולים להיות אלקטרוני-מכניים או אלקטרוניים.

מסיבות שונות, כגון אלה הקשורות בהובלה או בייצור, יכולים שלבים מסוימים של הרכבת הלוח המתועש להיות מבוצעים מחוץ למפעל היצרן. כלומר, מבחינים בין לוח המורכב ומותקן על ידי חשמלאי במקום ההתקנה במיתקן החשמל, לבין לוח מתועש המיוצר ומורכב במפעל, ולאחר מכן מובא ומותקן בשלמותו במקום המיועד להתקנה ואילו מחובר מיתקן החשמל של הצרכן.

פירוט הדרישות החלות על לוחות מתועשים לפי ת"י 1419

התקן הישראלי ת"י 1419 בנושא לוחות מיתוג ובקרה למתח נמוך מכיל סידרה של תקנים החלים על לוחות מיתוג ובקרה מתועשים לזרם נמוך, שעמדו בבדיקת טיפוס מלאה או בבדיקת טיפוס חלקית. התקן של הנציבות הבין לאומית לאלקטרוטכניקה, IEC 439-1, משנת 1985 הכתוב בשפה האנגלית, אומץ על ידי התקן הישראלי ת"י 1419 ומצורף אליו. התקן כולל:

- הסברים כלליים והגדרות.
- מין הלוחות המתועשים.
- אופיונים חשמליים של לוחות מתועשים.
- מידע שיש לספק בהקשר ללוח מתועש.
- תנאי השימוש.
- תיכנון ומבנה.
- מיפטי בדיקה.
- חמשת הנספחים של התקן עוסקים בנושאים הבאים:
- החתך המיזערי והמירבי של מוליכי נחושת המתאימים לחיבורים.
- שיטות לחישוב מוליך ההגנה (ההארקה) בהתחשב במאמצים תרמיים עקב זרמים הנמשכים זמן קצר.

- דוגמאות אופייניות.
- דוגמאות אופייניות לצורות הפרדה באמצעות מחסומים ומחיצות.
- מריטים הכפופים להסכם בין היצרן למזמין.
- חלקים נוספים של התקן דנים בנושאים הבאים:
- דרישות ללוחות מתועשים.
- דרישות ייחודיות למערכות סינוף של פסי צבירה (מובילי צבירה).
- כמו כן מאוזכר בתקן ת"י 1419 גם התקן הישראלי ת"י 981, העוסק במיון דרגות ההגנה של מעטפות לציוד חשמלי

חלות התקן

- תקן ישראלי ת"י 1419, חל על:
- לוחות מיתוג ובקרה מתועשים לזרם נמוך, שעמדו בבדיקה טיפוס מלאה או בבדיקת טיפוס חלקית.
- לוחות לזרם חילופים שמתחם הנקוב אינו גבוה מ-1,000 וולט ותדרם אינו גבוה מ-1,000 הרץ, או שיהיו לוחות לזרם ישר שמתחם הנקוב אינו גבוה מ-1,500 וולט.
- לוחות מיתוג ולוחות בקרה לזרם חילופים, שתדרם גבוה מ-1,000 הרץ, בתוספת דרישות נוספות נאותות.
- לוחות ניחים או ניידים בעלי מבנה עטף או בלנדוי.

ד"ר קן-דרור – ראש מדור ערכת סכנות הרשת הארצית, אגף השיווק והצרכנות, חברת החשמל



התקנתו יהיה מוגר ומאוורר בצורה נאותה.

(ב) לוח יתוכנן וימוקם כך שהטמפרטורה המירבית של כל חלק מחלקיו, לדבות המסד, לא תעלה על המותר לגביו.

תיכנון הלוח והתקנתו בעידן המודרני צריכים להתבצע במבט לטווח ארוך. הציוד המתקן בלוח צריך להיות, ככל הניתן, מדולרי. כך יהיה הלוח שרוך ומסוגל לשינויים המתבקשים מהתפתחות המפעל בדרך כלל, ציוד כזה מורכב על מסילות או על פסי צבירה והסרתו או החלפתו קלה ואינה דורשת שינויים במבנה מסד הלוח. ציוד ואבזרים מדולריים כאלה מוכרים כבר לציבור החשמלאים, ולא נפרט כאן יותר.

היום, רוב הלוחות המתועשים נבנים על בסיס מדולרי. הבסיס המדולרי כולל ון את מסד הלוח והן את חוליות הציוד המתקן בלוח.

כבר בשלב התיכנון הגישה היא מדולרית. מידות הלוח הן סטנדרטיות. הציוד המורכב בלוח מתאים למידות סטנדרטיות אלה, ובכך מתאפשרת הרכבה מהירה ונחה שלו. באיור 1 מוצגת דוגמה של לוח מתועש המורכב מכמה שדות בעלי רוחב שונה.

המשתנים עם הזמן של המפעל. הפעלת הציוד בלוח המתועש צריכה להיות נוחה, בטוחה ובדורה. הרכיבים המותקנים בו, הציוד, המכשירים וחלקיו צריכים להיות זמינים במלאי היצרן. כמו כן צריך להקפיד שהגישה ללוח תהיה נוחה. כך, בעת תקלה בלוח, הטיפול והחלפת הציוד בו, במקרה הצורך, ייעשו בקלות ובמהירות, מאחר ששיתוק עבודה במפעל זמן ממושך יכול להסב נזקים כספיים.

כדי לצמצם את הסיכוי לתקלות, נדרש שבקרת האיכות של הלוח תהיה טובה, במיוחד מבחינה בטיחותית. בקרת איכות טובה תמנע אפשרות של תקלות המעלה בשטח.

דרישות נוספות מלוחות מודרניים מתועשים הן אפשרות חיבור הלוח ושליטה על ציודו ומכשיריו באמצעות מחשבים או בקרים מתוכנתים.

תיכנון ומיקום לוח חשמל מתועש

תיכנון ומיקום הלוח צריך להיעשות על פי התקנה הבאה, המופיעה בפרק "דרישות כלליות".

(א) לוח יתוכנן, ייבנה וימוקם כך, שתאפשר גישה נוחה לכל חלק מחלקיו למטרות תפעול ותחזוקה מקום

לוחות המיועדים לשימוש במיתקנים לייצור, לתססורת, לחלוקה ולהתמרה של אנרגיה חשמלית וכן לבקרת ציוד הצורך אנרגיה חשמלית.

לוחות המיועדים לשימוש בתנאים מיוחדים, כגון: כלי שיט, כלי רכב, מבנות לעיבוד תעשייתי, ציוד הרמה או בתנאים של אטמוספירות נפיצות, וגם על לוחות המיועדים לשימוש בבתי מגורים, שבהם יטפלו בלוחות אנשים לא מיומנים, בתנאי שהלוחות יעמדו גם בדרישות המפורטות בתקנים הייחודיים החלים על סוגי ציוד אלה.

התקן אינו חל על הרכיבים של הלוחות, כגון: מתנני מנועים, מפסקים אוטומטיים וציוד אלקטרוני.

התקן קובע את ההגדרות ומתאר את תנאי השימוש וההרכבה וכן את האופייניים הטכניים והבדיקות של לוחות מיועדי ובקרה לזרם נמוך.

דרישות כלליות מלוח חשמל מתועש

בפרק זה יפורטו דרישות לגבי מבנה, תיכנון, מיקום והיבטי התקנה של לוחות חשמל מתועשים.

מבנה לוח חשמל מתועש

המבנה של לוח חשמל מתועש והציוד שבו צריכים להתאים למקום ההתקנה ולדרישות התקנות הדנות בלוחות חשמל ולכן בתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1,000 וולט) התשנ"א – 1991 (ק"ת 5375), פרק ב', שנושא דרישות כלליות הנוגעות לנושא "בניה והתקנה של לוח" נקבע, כי:

(א) לוח יתוכנן בידי חשמלאי בלבד, הלוח ייבנה, יתקן ותוחזק בידי חשמלאי או בפקודו.

(ב) לוח וציודו יתאימו לדרישות התקנים החלים עליהם.

הלוח המתועש מהווה את לב מיתקן החשמל התעשייתי. מטבע הדברים משתנה מבנהו בהתאם לצורכי פיתוח המפעל לפיכך, הדרישות המתבקשות מלוח מתועש הן כאלה המאפשרות כיצוע שיטתי בהתאם להתפתחות המפעל.

כדי לענות לדרישה זו על הלוח להיבנות כך שתיכנונו יתאים לצרכים



איור 1
לוח חשמל מתועש המורכב מכמה שדות בעלי רוחב שונה



שיקולים נוספים בבניית לוחות מתועשים

הלוח ייבנה מחומר בלתי דליק או חומר כבד מאליו, וזאת כדי למנוע את האפשרות של התפתחות שריפה. נוסף לסכנת שריפה קיימת סכנת של גרימת טק ללוח הנובעת מהכוחות האלקטרוסטטיים הנוצרים כתוצאה משרימת זרם קצר במיתקן.

במיתקנים תעשייתיים בעלי הספק גבוה, המוזנים על ידי שנאי חלוקה באמצעות קווי חיבור קצרים יחסית ובעלי שטחי חתך גדולים, זרם הקצר הצפוי להתפתח בהם גדול מאוד ומשמעותי מבחינת הכוחות האלקטרו-דינמיים היכולים להתפתח בו בעת הופעת קצר.

התופעה הדינמית

הכוח האלקטרודינמי (F) הפועל בין מוליכים נושאי זרם נתון על ידי הנוסחה:

$$F = K \frac{I^2}{d}$$

כאשר:

F – סך אלקטרודינמי [kgf]

K – מקדם [$\text{kgf} \cdot \text{A}^{-2}$]

I – אורך המוליכים [m]

d – מרחק בין המוליכים [m]

I – זרם במוליכים [A]

כלומר, הכוח האלקטרודינמי (F) גדל ביחס ישר לריבוע הזרם (I).

בלוחות מתועשים יש משמעות ניכרת לכוונת האלקטרודינמיים האלה ולכן התקנת המתייחסות לתכונות הלוח (פרק ב' – דרישות כלליות) באות להבטחת שהציוד אכן יעמוד בפני כוחות אלקטרודינמיים כאלה. וכך, התקנה הדנה בתכונות המסד קובעת:

יחס הלוח יהיה בעל תכונות כמפורט להלן:

- (1) החוזק המכני יבטיח את נשיאת הציוד החשמלי באופן יציב בכל תנאי העבודה במקום התקנתו, לרבות עמידה בכוחות הנוצרים בזרם הקצר הצפוי.
- (2) חומר המסד יהיה בלתי דליק או כבד מאליו.

התקנת הלוח

לגבי התקנת הלוח באה התקנה הקובעת בצורה ברורה:

(א) לוח ייקבע על מסטח או מבנה יציב בלבד.

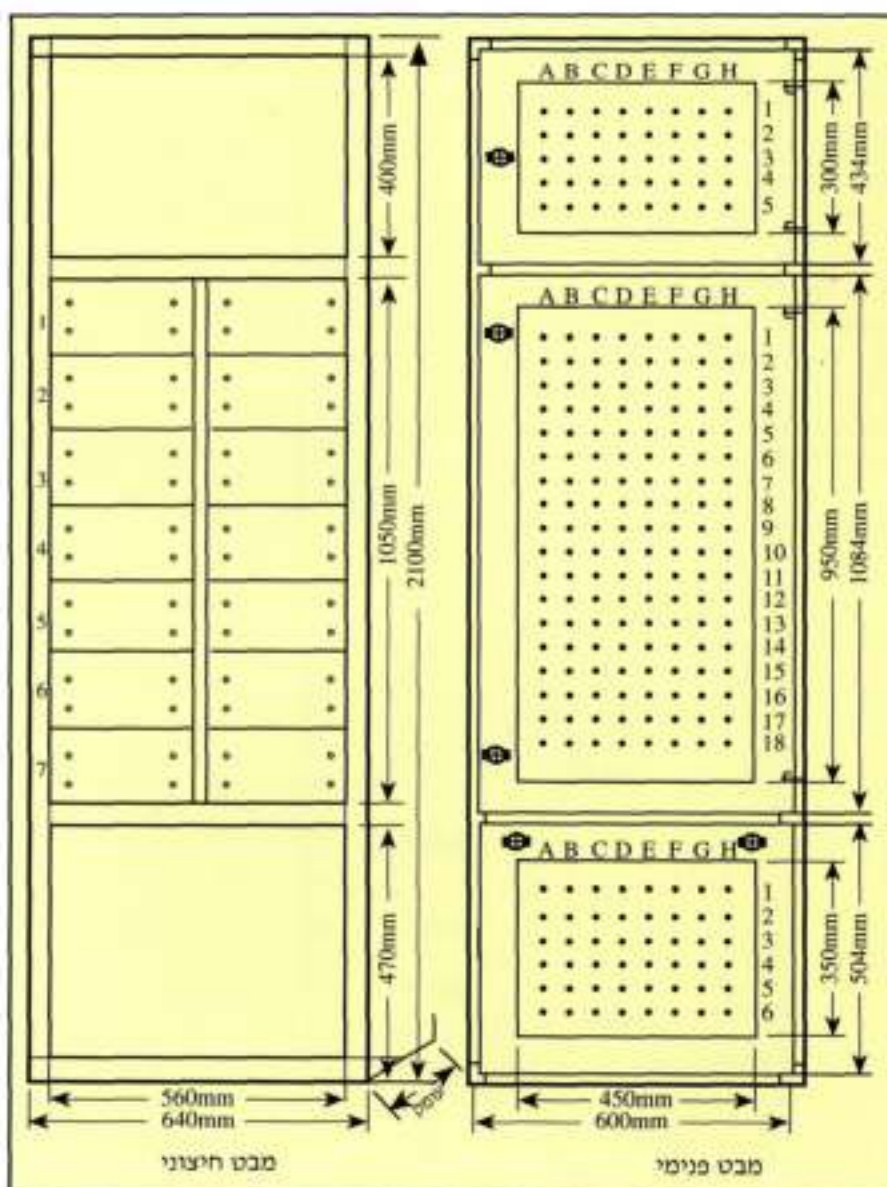
(ב) קביעת לוח תהיה יציבה ופירושו יתאפשר באמצעות כלים בלבד.

(ג) לוח יותקן כך שלא יסכן את סביבתו ולא יושפע לרעה על ידי מיתקנים אחרים, כגון צנרת מים, צנרת גז וכיוצא באלה.

מפעלים המייצרים לוחות מתועשים מצויים, ככלי עזר למתכנן, דפי עזר המאפשרים לתכנן בצורה נוחה את מבנה הלוח על גבי שדות סטנדרטיים שהמפעל מספק.

על המתכנן רק למקם את הציוד, המכשירים והאבזרים על גבי שרטיט השדות המסופק על ידי היצרן. כך הוא איש חייב לתכנן את מסד הלוח.

דוגמה של שדה סטנדרטי של ארון חלוקה מוצגת באיור 2.



איור 2

דוגמה של שדה סטנדרטי של ארון חלוקה



מבטחים ומפסקים המותרים להתקנה בלוח

בפרק הנוגע לציוד המותקן בלוח לגבי הגנה בפני זרם יתר נקבע:

"נתיכים בעלי אלמנט ניתך חליף, המתאימים לתקן ישראלי ת"י 548, לא יורכבו בלוח שהותקן לאחר תחילתן של תקנות אלה."

כלומר, הנת"ך "מהטיפוס האנגלי" אסור ית"ר לשימוש בלוחות.

התקנות דורשות שהתקנת מפסק ראשי ומבטח ראשי תבצע באופן הבא:

"א) כל לוח ראשי יצויד במפסק ראשי ובמבטח ראשי לכל סוג אספקה.

ב) בכל מקום שבו דרושים מפסק ראשי ומבטח ראשי מותר להשתמש במפסק אוטומטי, במפסק אוטומטי ועיר או במפסק ונתיכים.

המפסק יהיה:

(1) תלת-קטבי או ארבע-קטבי בזינה תלת-פועית.

(2) דו-קטבי או דו-קטבי בזינה חד-פועית."

כאמור, התקנה לא מוכירה כלל אפשרות של שימוש בנתיכים "מהטיפוס האנגלי", המתאימים לת"י 548.

דרישה נוספת ביחס לתיפקוד המפסק קובעת:

"א) מפסק יתקן לפחות את כל המופעים.

ב) מפסק המותקן בזינה צפה (IT) יתקן את כל מוליכי המעגל למעט מוליכי החגנה."

מבין שעל המפסקים להתאים לתנאי זרם הקצר העלול להתפתח בקו.

צורת ההתקנה, החיבור והפעלת המפסקים והנתיכים בלוח

למטרה זו יוחדה תקנה המסבירה את עצמה (ראה איור 3 להלן).

"א) לידיות ההפעלה של מפסקים, מותקנים כאותו כיוון, יהיה כיוון זהה לביצוע פעולה זהה.

ב) מפסק יורה על מצבו התפעולי.

ג) מותקנים בלוח מפסק ונת"ך נפרדים כאותו מעגל, יותקן המפסק במעלה היותה."

היהיו של מעגל יהיה באמצעות סימון מתאים כפי שראה בהמשך.

חשיבות כושר הניתוק בזרם קצר

בתקנות בנושא לוחות מוגדר כושר ניתוק כלהלן:

"הזרם המרבי אשר מבטח מסוגל לנתק מבלי שתלויים סכנה לאנשים או לציוד ולמבלי שהמבטח עצמו ייזוק."

כושר הניתוק תלוי למעשה בשלושה גורמים: זרם הקצר, מתח העבודה ומקדם ההספק.

המבטח – נת"ך או מא"ז – נועד להגן בעיקר על המוליכים בקו, כאשר, בדרך כלל, כל מכשיר המחובר למעגל סופי מצויד באמצעי ההגנה המתאים לו.

בעת ניתוק זרם בעוצמה גבוהה מתהווה קשת, שבקצותיה מופיע מתח הרשת ואף גבוה ממנו, הנובע מהיגב (Reactance) המעגל (ומקדם ההספק) כתוצאה מניתוק הזרם. מתח זה עלול להצית את הקשת בשנית, ואז, מכיוון שהקשת עצמה עדיין מוליכה, הנת"ך או המא"ז אינו מנתק עדיין את זרם הקצר.

כסתם קבוע, **ככל שזרם הקצר גדול יותר ומקדם ההספק נמוך יותר, תנאי הניתוק קשים יותר**. עליית המתח תקשה גם על תנאי הניתוק.

עוצמת זרם הקצר נקבעת על ידי המתח ועל ידי העכבה של מעגל הקצר. מקדם ההספק תלוי ביחס בין ההתנגדות האהמית לבין ההיגב של המעגל.

תנאי קצר קשים יותר מהמותר לאותו ציוד עלולים לגרום לתקלות רציניות, כגון: הריסת הציוד (נת"ך או מא"ז), שריפת קצות המוליכים המתחברים אליו, ובמקרה קיצוני אף להתפרצות הציוד (נת"ך או מא"ז).

מסיבה זו, בפרק הנוגע ל"ציוד המותקן בלוח" בתקנות, לא נשכחה הדרישה לגבי כושר הניתוק, לפיה:

"כושר ניתוק של מבטח יתאים לעוצמת זרם הקצר הצפוי."

לפי ת"י 745 (מא"זים) נדרש כושר ניתוק מיועדי של 3,000 אמפר.

כל חשמלאי צריך להקדיש תשומת לב מיוחדת לכך.

(3) מסד שחלק חי חשוף בא כסגן איתו יהיה מחומר מבודד."

התקנה הדנה בתכונות הלוח קובעת:

"לוח לרבות ציוד יתאים, מבחינת הדרישות המינימליות, המיסיקליות, הכימיות והכוחות האלקטרו-דינמיים הצפויים בזמן קצר, למקום התקנתו או שיוען כהתאם חלקי פלדה בלוח יוגו בפני שיתוך."

בלוח שמותקן בו ציוד הפולט חום, יש לדאוג לפיזור מתאים של החום.

מקובל גם להציג תעודת בדיקה של עמידות הלוח המתועש בכוחות האלקטרו-דינמיים הצפויים להתפתח בו וכן חישוב פיזור החום בלוח, במידת הצורך.

היבטים הקשורים לציוד המותקן בלוחות חשמל מתועשים

לגבי ציוד המותקן בלוח מתועש חלות כל הדרישות כמו בלוחות רגילים, אך בפרק הנוגע לציוד המותקן בלוח נכללות מספר תקנות בעלות משמעות מיוחדת, כאשר מדובר בלוח מתועש.

לגבי מיקום אמצעי הפעלה נדרש:

"אמצעי הפעלה של ציוד מיתוג יותקנו בחזיתות לוח בלבד."

לגבי גובה התקנת ציוד נדרש:

"א) הגובה המיועדי של הדקי ציוד מעל הרצפה יהיה 0.2 מטר.

ב) גובה אמצעי הפעלה ידניים, כולל נתיכים, יהיה בין 0.5 מטר ובין 2.0 מטרים מעל הרצפה; מבטחים של חברת חשמל הממוקמים במבנים של צרכניה יכול שיוקטנו בגובה העולה על 2.0 מטרים."

לגבי התקנת מוליכים נדרש:

"מוליכים יותקנו בלוח בדרך נאותה למניעת טק עקב הצטלבות, צפיפות ולחץ. מוליכים של מעגל מסויים יהיו ניתנים לזיהוי ולהפרדה ממוליכי מעגלים אחרים."

לגבי הגנה בפני זרם יתר נדרש:

"א) מוליכים, מותקנים בלוח, יוגו בפני זרם יתר."

התקנות ברורות דיין ואין צורך למרשן ולהסביר. יש לציין רק, כי לפי תקנה 20,



מודדים אלה באים להחליף מספר רב של מודדים אנלוגיים. הם מסוגלים אף להתריע, כאשר ערך מסוים סוטה מהמותר, למשל. זרם יתר כתוצאה מרופפת עומס יתר במעגל מסויים, חוסר מתח וכו'.

מודדים כאלה מאפשרים גם העברת מידע מהלח לבקרים מתוכנתים ולמערכות ממוחשבות. אם מדובר על התחברות למערכת ממוחשבות, הרי שהציווד המתקן בלוח צריך להתאים לכך.



איור 5
רב מודד אלקטרוני

דרישות נוספות לגבי לוחות חשמל מתועשים

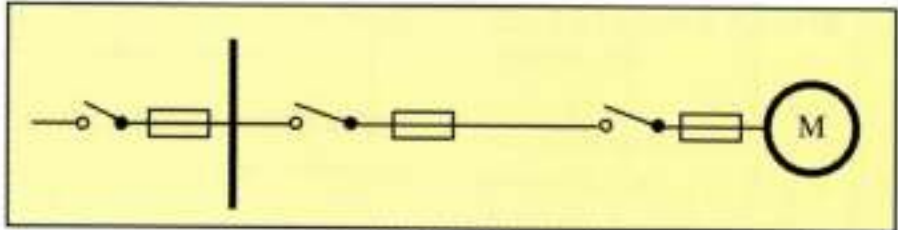
לחץ תיאור הדרישות הנוספות לגבי לוחות חשמל מתועשים.

הגנת לוח בפני חיטום

הגנת הלוח בפני חיטום משמעותית יותר לגבי לוחות מתועשים מכיוון שרובם היום הם בעלי מסד מתכתי. דרישות החוק בנושא מתבטאות בתקנה המובאת להלן מהמסק הדין בנושא "דרישות כלליות".

"א. לוח יוען בפני חיטום בהתאם לתקנת החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חיטום) כמתח עד 1,000 וולט, התמ"ד – 1984."

מכיוון שההגנה השכיחה היא בעזרת מולך הארקה, בא סעיף קטן (ב) וקובע:



איור 3
מפסקים ונתיכים בטור

כמילים לפחות מהריווח שבין מבטחים שונים של קבוצה אחת, אולם לא פחות מ-17.5 מי"מ."

כך גם מוליכי המעגל יהיו ניתנים לזיהוי ברור ולהפרדה ממוליכי מעגל אחרים.

מפסקים אוטומטיים חדישים

קיימים בשוק מפסקים אוטומטיים המיועדים להתקנה בלוחות חשמל מתועשים, ובהם קיים גם מבט לפיתוח עתידי, המבטא בכך שעל בסיס המפסק ניתן להתקין בצורה מודולרית, לפי הצורך, סליל חוסר מתח עם מגעי עזר סליל המפסק מרחוק (סליל חוסר מתח) מגעי עזר נוספים לפי הצורך, בלוק לחיווי תקלה מגנטית, והאמצעי החשוב לשליטה מרחוק הוא סליל ההפעלה וההפסקה מרחוק, שבלעדיו לא ניתן לשלוט על מפסקים אוטומטיים בלוח על ידי פיקוד מרחוק.

ציווד מדידה אלקטרוני

חברות שונות מייצרות היום מודדים אלקטרוניים המתקנים במודול אחד, כמוצג באיור 5.

חובת התקנת מפסק ראשי בלוח משנה

לוח ראשי ולוח משנה מוגדרים בתקנת באופן הבא:

"לוח משנה" – לוח הניזון מלוח ארץ,

"לוח ראשי" – לוח הניזון במישורן מספקר האספקה ומיועד להזין את המיתקן בשלמותו."

הדרישה המחייבת התקנת מפסק ראשי בלוח משנה מופיעה בתקנות בצורה חד משמעית:

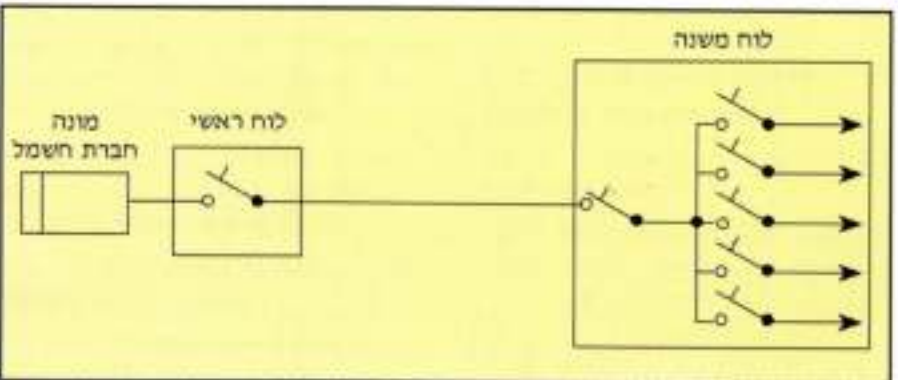
"בכל לוח משנה יותקן מפסק ראשי, קיים קשר עין בין לוח המשנה לבין המפסק בלוח הון אותו ומעבר חופשי שאורכו אינו עולה על 3.0 מטרים, ניתן לוותר על מפסק כאמור."

איור 4 מציג תרשים הממחיש את תוכן התקנה הנ"ל.

מבטחים לסוגי אספקה שונים

אם בלוח קיימים מבטחים לסוגי אספקה שונים, התקנות דורשות שתהיה הבחנה בהם כדלקמן:

"מבטחים לסוגי אספקה שונים, באותו לוח או שדה של לוח יורכבו בקבוצות לפי סוגי האספקה, המרחק המינימלי בין קבוצות יהיה



איור 4
לוח ראשי ולוח משנה לפי ההגדרה בתקנות



"(ב) מותקן ציוד חשמלי על מסד מתכתי התלוי על צירים כגון דלת של לוח, יוארק מסד זה באמצעות מוליך נמיש."

חיבור מוליכי האפס בלוח

במיתקנים ישנים, מוליכי אפס חוברו להדק אפס משותף. כיום הדרישה בתקנות היא:

"(א) מוליכי אפס שבלוח יחוברו אל פס האפס, המיועד למוליכים אלה בלבד.

(ב) כל מוליך אפס יחובר אל הפס האמור באמצעות בורג המיועד עבורו בלבד, ניתוק מוליך אחד לא יפגע בתקינות חיבור מוליך אחר.

(ג) בלוח בעל גישה מהחזית בלבד, יימצא הפס האמור בחזית ויוגן מפני סגעי מיסרי, כנדרש בתקנות אלה, על-ידי מסגה מחוסרת זבדד, בלתי דליק או כבה מאלוי.

(ד) במוליך אפס לא יותקן נתיך או מפסק המאפשר את ניתוקו בלבד."

דרישות (א) ו-(ב) טובעות מהפקת לקחים בעבר, כגון: ניתוק מוליך אפס במעגל שבו לא נותק קודם מוליך המופע וגרם לחזרת מתח המופע דרך מכשיר הצריכה למוליך האפס המנותק.

חיבור מוליכי הארקה בלוח

בדומה לדרישה לעיל, הדרישה בתקנות להתקנת מוליכי הארקה בלוח היא:

"(א) מוליכי הארקה או הנגת שבלוח יחוברו אל פס הארקה, המיועד למוליכים אלה בלבד.

(ב) כל מוליך כאמור יחובר אל הפס האמור באמצעות בורג המיועד לו בלבד, ניתוק מוליך אחד לא יפגע בתקינות חיבור מוליך אחר.

(ג) בלוח בעל גישה מהחזית בלבד יימצא הפס האמור בחזיתו."

הסימון המתחייב בלוחות חשמל

חובת הסימון בלוחות מתועשים של מבטחים ומפסקים דומה לחובת הסימון הקיימת בלוחות מתח נמוך רגילים, אלא שבלוחות מתועשים נדרש גם לסמן את הכבלים והמבילים המגיעים ללוח. דרישה זו באה לביטוי בתקנות הנוגעות לנושא של "ציוד המותקן בלוח" והמובאות להלן:

"(א) מבטחים, מפסקים וציוד המשמש למדידה, בקרה והתדעה יסומנו בהתאם ליעודם.

(ב) בלוח בעל מבטח ראשי של 100 אמפר או יותר והמצייד בסרגל הדקים, יסומנו גם ההדקים והמוליכים המחוברים אליהם.

(ג) כבלים ומובילים המגיעים ללוח, למעט במיתקן ביתי, יסומנו בהתאם ליעודם.

(ד) כל הסימונים יהיו ברורים ובני-קיימא."

חובת הסימון אמנם אינה חלה על לוח של מיתקן ביתי, טוב יעשו החשמלאים אם יסמנו את המובילים המגיעים ללוח, גם במקרה זה. סימון זה אינו כרוך בתוספת הוצאה משמעותית, אך הוא יכול לחסוך אץ רב באיתור תקלות אחזקה ובביצוע שיטתיים במיתקן בעתיד.

מעבר מאחורי לוח והכניסה אליו

במיתקנים מתועשים גדולים במיוחד בהם קיימות דלתות כניסה לתוך הלוח, נדרש לסמן את דלתות הכניסה באופן בולט לעין, במילים "זהירות חשמל". הדרישה הזאת מופיעה בתקנות בפרק העוסק בנושא "מירווחים ומעברים", נצטט כאן את לשון התקנה:

"במעבר מאחורי לוח יתקיימו דרישות אלה:

(1) היה אורכו עד 4.0 מטרים תהיה אליו כניסה אחת לפחות;

(2) עולה אורכו על 4.0 מטרים, תהיינה שתי כניסות לפחות, קרובות ככל האפשר לקצותיו;

(3) דלת כניסה למעבר תיפתח כלפי חוץ ונעילתה תתאפשר רק מבחוץ, ונעלה דלת מבחוץ, ניתן יהיה לפותחה מבפנים ללא מפתח או כלי, הדלת תסומן בצידה החיצוני באופן בולט לעין: "זהירות חשמל".

חובת קיום תרשים הלוח

על התרשים החשמלי של הלוח להימצא צמוד ללוח, כך שיהא בהישג יד בהתאם לצורך. בלוח מתועש מורכב יש לדרישה זו משמעות מיוחדת הן לאיתור תקלות והן לביצוע שיפולי אחזקה במיתקן. הדרישה באה לידי ביטוי בתקנה המופיעה בפרק הנוגע להוראות שוטות בתקנות והמובאת להלן:

"(א) לכל לוח יהיה תרשים חשמלי מעודכן.

(ב) התרשים יימצא בצמוד ללוח, או שיהיה בו שלט, המצוין את מקום הימצאו. הוראה זו אינה חלה על לוחות בדירות מגורים."

הימצאות תרשים הלוח בדירות מגורים עדיף אינה חובה, טוב יעשה החשמלאי אם ישאיר לצרכן עותק מהתוכנית, שיהיה בהישג יד בעת הצורך, למשל במקרה של תוספות, שינויים, תקלות וכו'.

כמו כן יש מקום שיצרנים ידאגו בשטח ליעד מקום בלוח הביתי לאחסון ולשמירה של תוכנית המיתקן ותרשים הלוח.

סיכום

במאמר זה פגשנו את דרישות תקנות החשמל הקשורות לנושא של לוחות מתועשים. כמו כן הוצגו התקנים הרלוונטיים ללוחות מתועשים ותוכן עניינם.

המאמר הציג את הדרישות הכלליות שמבנה הלוח המתועש, במקביל לדרישות מפעל מודרני מתקדם, שלמעשה מכתוב דרישות המקנות נוחות הפעלה ואחזקה ומאפשרות ביצוע שינויים, הנדרשים מעת לעת עם התפתחות המפעל.

ראינו כיצד בשלב התיכנון מתחשבים בשדות מודולריים, הנתנים נוחות כבר בשלב התיכנון המודולרי.

בלוחות מתועשים מודרניים באה לידי ביטוי גם האפשרות להתקין מערכי מדידה ממוחשבים וכאלה המאפשרים את הפעלת הלוח מרחוק.

בלוחות מתועשים מודרניים ניתן לשלב בקרים מתוכנתים למטרת פיקוד עליהם.

דרישות נוספות מלוח מתועש, שהוצגו במאמר זה, הן: עמידה בכוחות אלקטרו דינמיים המתפתחים, או העשויים להתפתח בלוח; משמעות כושר הניתוק החדש מציוד המותקן בלוח; סוגי מבטחים ומפסקים המותרים להתקנה בלוח ואופן התקנתם; הנגת הלוח מפני חישמול; חובת סימון הלוח, המוליכים המגיעים אליו וההדקים בסרגל ההדקים, וכן השילוט הנדרש בהתאם לצורך בלוח ובחדר הכניסה שבו מותקן הלוח.

בעיה באספקת חשמל ופתרונה

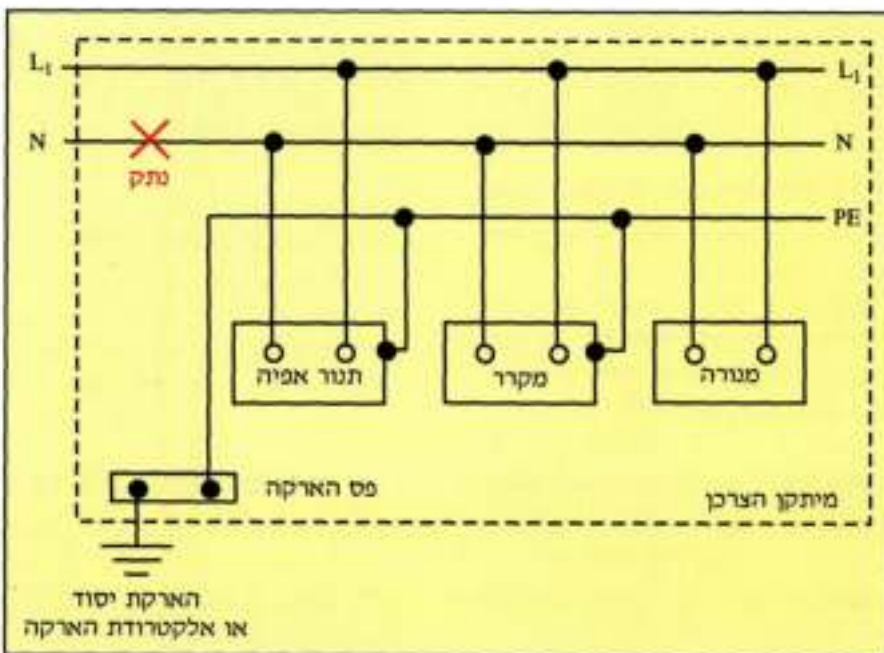
מהנדס אברהם יניב

מתח יתר הנובע מנתק או ממגע רופף במוליך האפס

חיבורי חשמל תלת מופעיים הולכים ונעשים נפוצים. בהתייחס לעבודה זו, יש לתת את הדעת לחשיבות רציפות מוליך האפס במיתקני חשמל המקבלים הזנה תלת מופעית.

במאמר זה מתוארות ההשלכות של ניתוק מוליך האפס על מיתקני חשמל של צרכנים המקבלים הזנה חד מופעית ועל כאלה המקבלים הזנה תלת מופעית. מתייחסים כאן למקרה שבו הנתק מתרחש במיתקן הצרכן ולמקרה שבו הנתק מתרחש ברשת ההזנה למיתקן. ניתוח התופעה מתייחס למיתקנים המוגנים בפני חישהול בשיטת הארקה הגנה ולמיתקנים המוגנים בשיטת האיפוס.

במאמר מוצגת בעיה באספקת חשמל, שאופיינה במתח יתר, שנבע ממגע רופף במוליך האפס ומתואר אופן פתרון הבעיה.



איור 1

מיתקן חשמל המקבל הזנה חד מופעית (הארקה הגנה)

והתנור. במקרה זה, מתואר באיור 2 בצבע ירוק התנאי בו נסגר מעגל הזינה של המטרה והתנור.

מפל המתח על המטרה מחושב באופן הבא:

$$V_1 = V \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_1 = 400 \cdot \frac{529}{529 + 26} = 381 \text{ V}$$

כאשר:

V_1 – מפל המתח על המטרה
 V – המתח השלוב בין שני מופעים (400 וולט)

הזנה תלת מופעית ומוגן בפני חישהול בשיטת הארקה הגנה, ובאיור 3 – מיתקן חשמל המקבל הזנה תלת מופעית ומוגן בפני חישהול בשיטת האיפוס. באיורים אלה – 2 ו-3 – נתק במוליך האפס במיתקן הצרכן מסומן כנתק מסוג 1.

במיתקן הצרכן, המתואר באיור 2, מפעלים: תנור בהספק של 2 קו"ט ומטרה בהספק 100 וואט.

במקרה המתואר באיור, נתק במוליך האפס גורם להופעת המתח השלוב של 400 וולט, על החיבור הטורי של המטרה

נתק במוליך האפס במיתקן חשמל המקבל הזנה חד מופעית

נתק במוליך האפס במיתקן החשמל של צרכן, המקבל הזנה חד מופעית, יגרום לפסק במעגל הזינה של מכשירי החשמל במיתקן, ובכך יגרום להפסקת פעולתם. תקלה מסוג זה לא תגרום נזק למכשירי החשמל, ולאחר איתור התקלה ותיקונה הם ימשיכו לפעול באופן תקין.

באיור 1 מתואר מיתקן חשמל המקבל הזנה חד מופעית. במיתקן זה התרחש נתק במוליך האפס, שגרום לפסק במעגל הזינה של מכשירי החשמל במיתקן.

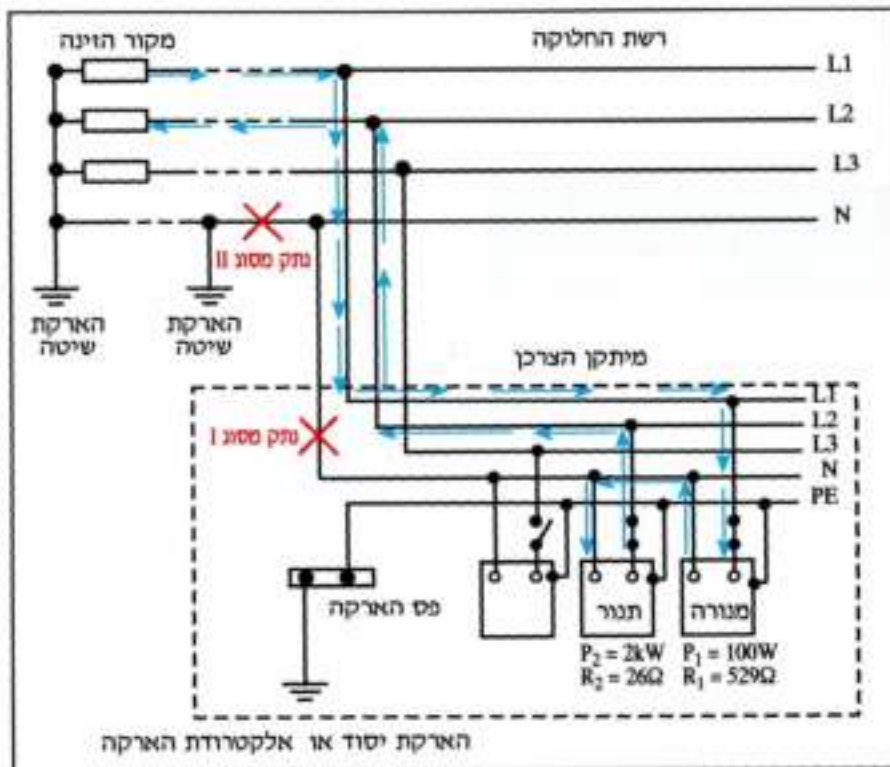
מיתקן החשמל המתואר באיור מוגן בפני חישהול בשיטת הארקה הגנה, אולם ברור, שתופעה דומה תתרחש גם במיתקן חשמל המוגן בפני חישהול בשיטת האיפוס.

נתק במוליך האפס במיתקן חשמל המקבל הזנה תלת מופעית

נתק במוליך האפס במיתקן חשמל המקבל הזנה תלת מופעית, עלול לגרום לעיתים להופעת מתח יתר בין ההדקים של צרכן חד מופעי, או צרכנים חד מופעיים, המחוברים למיתקן. דוגמה לכך מוצגת באיור 2 – מיתקן חשמל המקבל

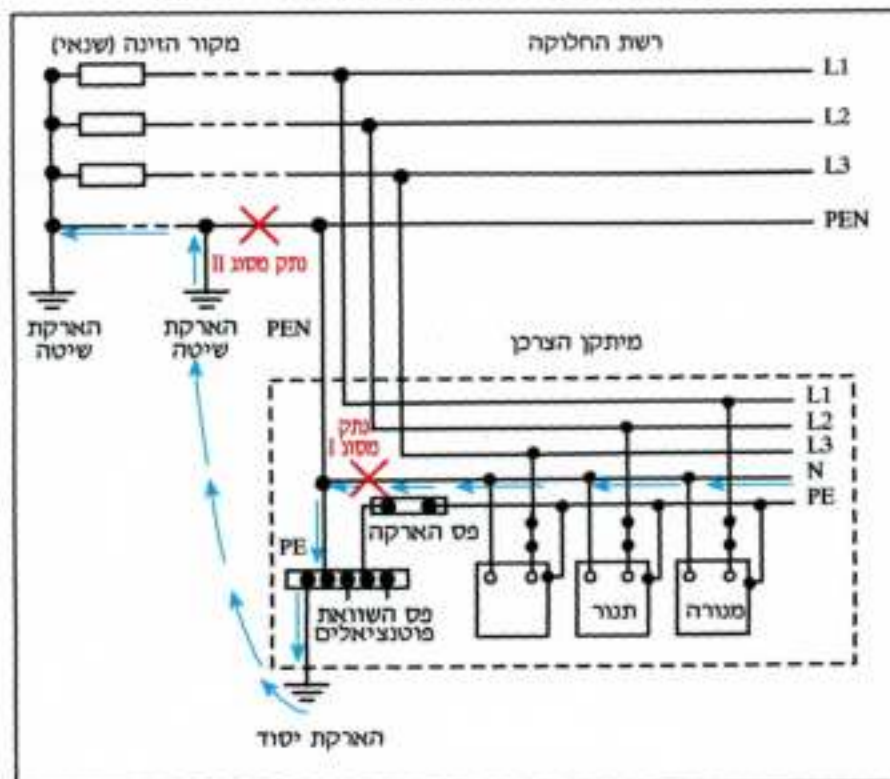
אי יניב – מחלקת צרכנים טכנית, מחוז הצפון, חברת החשמל

בעיה באספקת חשמל ופתרונה



איור 2

מיתקן חשמל המקבל הזנה תלת מופעית (הארקת הגנה)



איור 3

מיתקן חשמל המקבל הזנה תלת מופעית (איפוס)

R_1 – התנגדות המנורה (529 אוהם)

R_2 – התנגדות התנור (26 אוהם)

המתח הגבוה המופיע במקרה זה בין ההדקים של המנורה (381 וולט) יגרום לכך שהיא תישרף.

תקלה מסוג זה, המאופיינת בשינויים במתח הזינה למכשירי הצריכה בבית, עלולה לגרום לשריפתם של חלק ממכשירי החשמל הביתיים המחוברים הנמצאים בפעולה. לכן, כאשר קיים אצל הצרכן חשש לתקלה מסוג זה מומלץ להפסיק את כשולתם של מכשירי החשמל הביתיים, עד לאיתור התקלה ותיקונת.

כאשר מתבוננים באיורים 2 ו-3 ואים, שנתק מסוג I גורם לתופעה דומה וכן במיתקנים המוגנים בפני חישהול בשיטת הארקת הגנה, והן בכאלה המוגנים בפני חישהול בשיטת האיפוס.

כדאי להבהיר, שכאשר קיים נתק במוליך האפס בעיית איתור התקלה קלה יחסית. בעיה קשה יותר מתעוררת כאשר קיים מעג רוּפָּי במוליך האפס. במקרה זה, קפיצות המתח המופיעות ברשת בצורה אקראית גורמות לנזקים לצרכן, לעיתים, כאשר החשמלאי מגסה לאתר את התקלה, הכול נראה תקין.

נתק במוליך האפס ברשת הזינה של מיתקן החשמל

נתק במוליך האפס ברשת הזינה של מיתקן החשמל מסוג II כנתק מסוג II באיורים 2 ו-3.

כאשר מתרחש נתק מסוג II ברשת הזינה של מיתקן חשמל, המוגן בפני חישהול בשיטת הארקת הגנה, עלולה להתרחש בדיק אותה תופעה המתרחשת כאשר יש במיתקן מסוג זה נתק מסוג I, ראה איור 2.

כאשר מתרחש נתק מסוג II ברשת הזינה של מיתקן חשמל המוגן בפני חישהול בשיטת האיפוס, הדבר כמעט שאינו משפיע על תיפקודו התקין של מיתקן החשמל של הצרכן, מכיוון שבמקרה זה מסלול החזרה של הזרם אל נקודת הכוכב של השנאי עובר דרך פס

בעיה באספקת חשמל ופתרונה

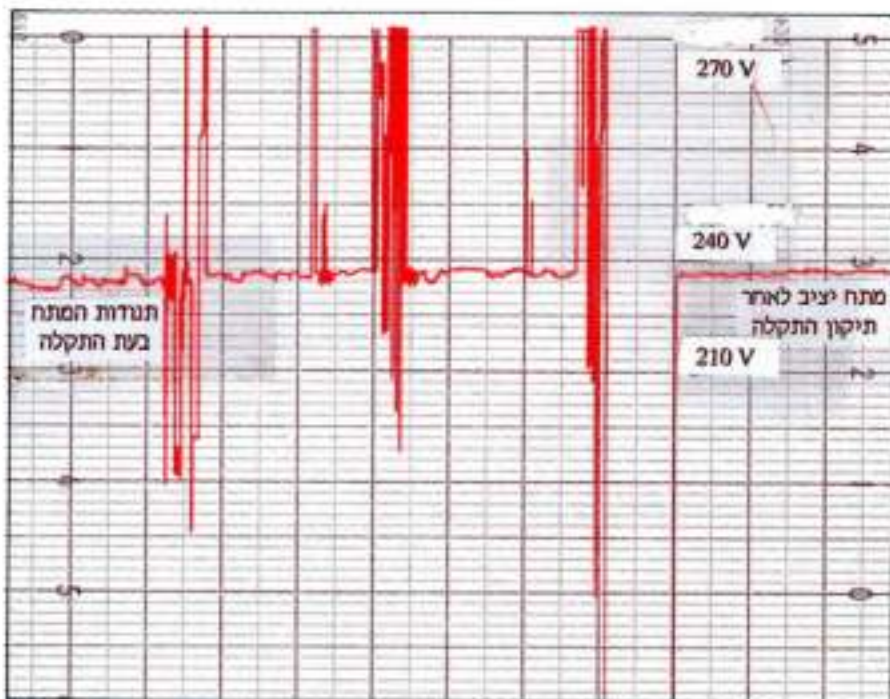
הצרכן למשך שבוע. הרשם הראה ביום מסוים קפיצות מתח רגעיות (איור 4).

כבדיקת לוח החשמל במיתקן הצרכן נבדקו כל חיבורי האפס ונמצא בורג משוחרר במהדק האפס של מפסק המגן, הפועל בזרם דלף לאדמה. לאחר חיזוק הבורג המשוחרר מסקו קפיצות המתח.

סיכום

במאמר ראינו את הסכנה שיש בנייתו של מילך האפס במיתקני חשמל המקבלים הונה תלת מופעית, על מכשירי צריכה חד מפעיים. נעשה שימוש בדוגמה כדי להמחיש את הבעיה ולהבין את גורמיה.

לאור האמור לעיל, חשוב לדאוג לחיזוק תקופתי של כל חיבורי האפס במיתקן החשמל. פעולה זו עשויה למנוע נזק רב.



איור 4

רישום של תנודות מתח שנמדדו בביתו של צרכן לאחר תלונה על שינויים בעוצמת האור

יש לשים לב, שברשת המזינה מספר רב של מבנים, שיך התנגדות הארקה היסוד השקולה נמוך מערך התנגדות הארקה היסוד של כל אחד מהמבנים בנפרד.

דוגמה – פניה של צרכן על שינויים בעוצמת האור בביתו

במחלקת צרכנים טכנית במחוז הצפון התקבלה פניה של צרכן על שינויים בעוצמת האור בדירתו.

חשמלאי פרטי, שהוזמן על ידי הצרכן לבדיקה לא מצא כל בעיה במיתקן ותלה את האשמה במתח הונה לא יציב מרשת האספקה של חברת החשמל.

אנשי מדור אנרגיה במחלקת צרכנים טכנית בחברת החשמל, שנקראו לטיפול בבעיה, התקינו רשם מתח רציף במיתקן

השוואת הפרטנציאלים, אל הארקה היסוד, ומשם – דרך נקודת הארקה השיטה הקרובה ודרך מוליך ה-PEN ברשת הונה אל נקודת הכוכב של השנאי.

מסלול החזרה של הזרם אל נקודת הכוכב, במקרה זה, מתואר בצבע כחול באיור 3.

הערה:

כאשר מתרחש נתק מסוג II ברשת הונה של מיתקן חשמל המוגן בפני חישובל בשיטת האיפוס, המתח בין הדקי מכשירי הצריכה במיתקן תלוי במפלי המתח על הארקה היסוד ועל הארקה השיטה, ומחושב בהתאם לנוסחה הבאה.

$$U_L = U - [R_E \cdot I_L + R_B \cdot I_L]$$

כאשר:

U_L – המתח הנמדד בין הדקי מכשירי הצריכה במיתקן

U – מתח ההזנה למיתקן הצרכן

R_E – התנגדות הארקה היסוד

R_B – התנגדות הארקה השיטה

I_L – הזרם הזורם דרך מיתקן החשמל

בדרך כלל, ערכי ההתנגדות של הארקה היסוד ושל הארקה השיטה נמוכים, ולכן מפל המתח עליון נמוך. דבר הנורם לכך, שהמתח בין הדקי מכשירי הצריכה הוא מתח המאפשר את תיפקודם התקין.

אולם, כאשר הערך של אחת מהתנגדויות אלה גבוה, מפל המתח עליו יהיה גבוה. הדבר יגרום לכך, שהמתח בין הדקי מכשירי הצריכה במיתקן יהיה נמוך, ולא יאפשר את פעולתם התקינה.

דוגמה

נתון:

U – 230 וולט

R_E – 20 אוהם

R_B – 2 אוהם

I_L – 5 אמפר

אזי:

$$U_L = 230 - [20 \cdot 5 + 2 \cdot 5] = 120V$$

מה חדש בתעריפי החשמל

חנה פלד, כלכלנית

העקרונות המנחים את חברת החשמל בקביעת תעריפי החשמל מבוססים על עיקרי המלצות הוועדה לבדיקת תעריפי החשמל (ועדת מוגל – נובמבר 1991) והם:

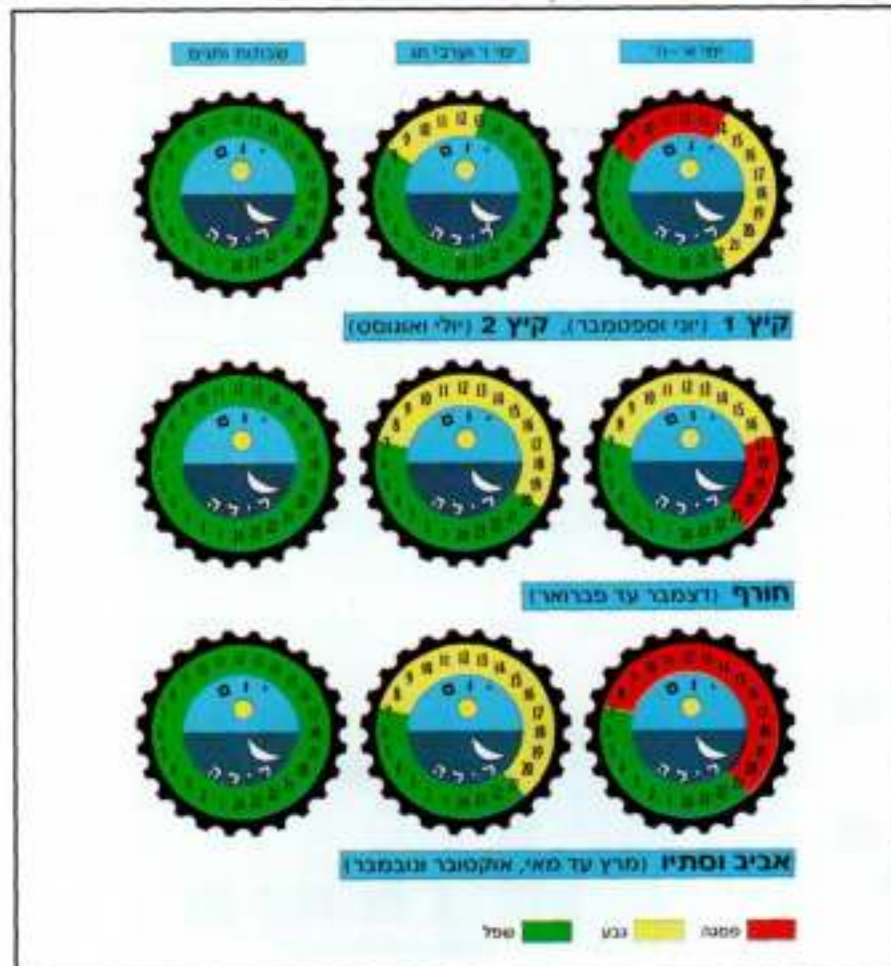
- מנגנון מחירים פשוט, אובייקטיבי, שניתן לבחינה ציבורית ועיל מבחינה תיפעולית.
- תעריפי חשמל המשקפים את עלות ייצורו, מסירתו, חלוקתו ושיווקו, ללא סבסוד מכל סוג שהוא (בין צרכנים שונים או על פני זמן).
- מחירים ותעריפים, שאינם מפלים בין צרכנים או מקבלי שירות שונים.

תעריפי החשמל כוללים כיום שני סוגים עיקריים של תעריפים:

- **תעריפי תעו"ז** – תעריפים לפי עומס המערכת וזמן הצריכה. תעריפים אלה חלים על צרכנים, שצריכתם השנתית גבוהה מ-300 אלף קוט"ש, וצריכתם נמדדת באמצעות נקודת מנייה אחת או שתיים. חברת החשמל נערכת כיום להחיל את התעו"ז בהדרגה על צרכני מתח נמוך נוספים, כאלה שצריכתם השנתית גבוהה מ-100 אלף קוט"ש, וצרכנים שאצלם מותקנות מערכות מנייה, וצריכתם השנתית עולה על 40 אלף קוט"ש.

- **תעריפים החלים על צרכנים המקבלים אספקה במתח נמוך ואינם תעו"ז** – תעריפים אלה חלים על צרכנים, שצריכתם השנתית פחותה מ-300 אלף קוט"ש, כמפורט להלן:

- תעריף ביתי וחקלאי.
- תעריף כללי בי בירדתי (הכולל מרכיב בגין הביקוש המירבי).
- תעריף כללי אי (תעשייה ומלאכה).
- תעריף למאור רחובות ציבוריים.



תעריפי תעו"ז

עלות ייצור החשמל משתנה בהתאם לשעות הצריכה ביממה, היום בשבוע ועונת השנה. התעו"ז משקף את עלויות החשמל כתלות בעיתוי הצריכה, מתח האספקה ואמינות האספקה.

המטרה העיקרית של התעו"ז היא לקבוע מבנה מחיר לחשמל, שישקף את העלות השולית לייצורו ויבטיח בכך הקצאה יעילה של החשמל בין השימושים השונים וימנע בזבוז מקורות כלכליים המשמשים לייצורו. לפיכך, התעו"ז תורם ליישום העיקרון, שלפיו על צרכן החשמל לשאת בעלות האמיתית שהוא גורם למערכת, בהתאם לדפוסי צריכת החשמל שלו.

אחת התוצאות הבולטות של החלת תעו"ז עשויה להיות יישור עקומת העומס של מערכת החשמל והקטנת הוצאות הייצור הממוצעות לקוט"ש.

מקבצי שעות ביקוש (מש"ב) למטרת תעו"ז (איור 1)

הביקוש לחשמל – ובהתאם לכך גם עלות ייצורו – משתנים בכל רגע, אך

ח' פלד – המחלקה לצרכנות ולתעריפים, אגף השיווק והמכרות, חברת החשמל

מה חדש בתעריפי החשמל

טבלה 1

פרטי תעו"ז שבתוקף מ"21.6.93 ואילך (המחירים אינם כוללים מע"מ)

מחיר התעריף	אספקה במתח נמוך	אספקה במתח גבוה	אספקה במתח עליון
א. תשלום חודשי קבוע	שי"ח 59.97	שי"ח 59.97	שי"ח 59.97
ב. תשלום חודשי בעד ביקוש מירבי חודשי (נוסף לתשלום החודשי הקבוע לעיל) בעד כל ק"ט בשעות הפיסגה:			
בקוץ 1:	שי"ח 3.98	שי"ח 3.60	שי"ח 3.35
בקוץ 2:	שי"ח 6.13	שי"ח 5.59	שי"ח 5.18
בחורף:	שי"ח 5.02	שי"ח 4.54	שי"ח 4.22
באביב או בסתיו:	שי"ח 2.96	שי"ח 2.67	שי"ח 2.48
ג. תשלום בעד קוט"ש (נוסף לשני התשלומים הקבועים לעיל) בעד כל קוט"ש:			
בקוץ 1:	בשעות הפיסגה	אני 29.92	אני 25.22
	בשעות הנבע	אני 18.44	אני 15.49
	בשעות השפל	אני 10.97	אני 9.23
בקוץ 2:	בשעות הפיסגה	אני 46.07	אני 38.90
	בשעות הנבע	אני 21.96	אני 18.49
	בשעות השפל	אני 11.73	אני 9.84
בחורף:	בשעות הפיסגה	אני 37.68	אני 31.76
	בשעות הנבע	אני 22.61	אני 19.06
	בשעות השפל	אני 11.44	אני 9.65
באביב או בסתיו:	בשעות הפיסגה	אני 22.14	אני 18.69
	בשעות הנבע	אני 15.01	אני 12.69
	בשעות השפל	אני 10.85	אני 9.15

לצורך ביטול התהליך נקבעו שלושה מקבצי שעות ביקוש (משי"ב):

- פיסגה.
- גבע.
- שפל.

מחיר החשמל בפיסגה הוא הגבוה ביותר, ובשפל הוא הנמוך ביותר. המחירים בכל אחד מהמשי"בים שונים בהתאם לעונות השנה, והשעות הכלולות בכל משי"ב משתנות בהתאם לעונות השנה ולימי השבוע.

פרטי תעו"ז

טבלה 1 מציגה את פרטי תעו"ז שבתוקף מ"21.5.93 ואילך. המחירים הנקובים בטבלה אינם כוללים מע"מ.

תשלום חודשי בגין הביקוש המירבי בפיסגה

מלבד התשלום עבור צריכת החשמל (הנמדדת בקילוואט-שעות – קוט"ש), בהתאם למחירים בשעות השונות, כולל התעו"ז מרכיב של תשלום עבור שיא הביקוש בפיסגה. מרכיב זה משולם על פי הביקוש המירבי של הצרכן (הנמדד בקילוואט) במהלך החודש, במשי"ב הפיסגה.

כדי לחסוך בהוצאות החשמל, כדאי לא רק להסיט, במידת האפשר, את השימוש בחשמל לאורך זמן (משעות הפיסגה – לגבע ולשפל, ומשעות הגבע – לשעות השפל), אלא גם להימנע, ככל

ועונות השנה, באחוזים יחסית למחיר הקוט"ש בעונות המעבר.

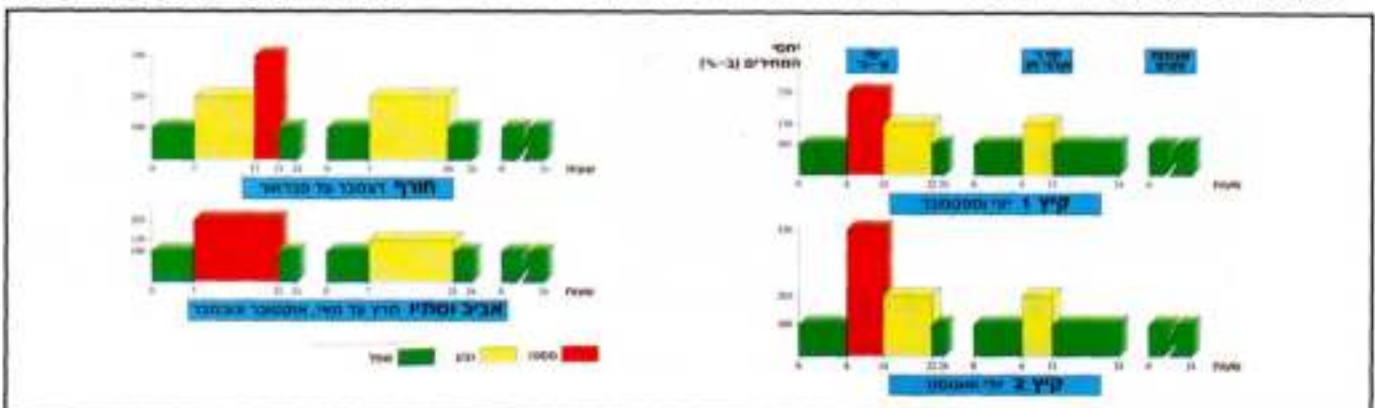
מידע כללי על צרכני תעו"ז והתפלגות הצריכה

התעו"ז חל כיום על כ-4,900 צרכנים, שצריכת החשמל שלהם מהווה כ-50%

הניתן, מביקושים גבוהים – ולו אף לזמן קצר – בשעות הפיסגה.

יחסי המחירים בתעו"ז בעונות השונות

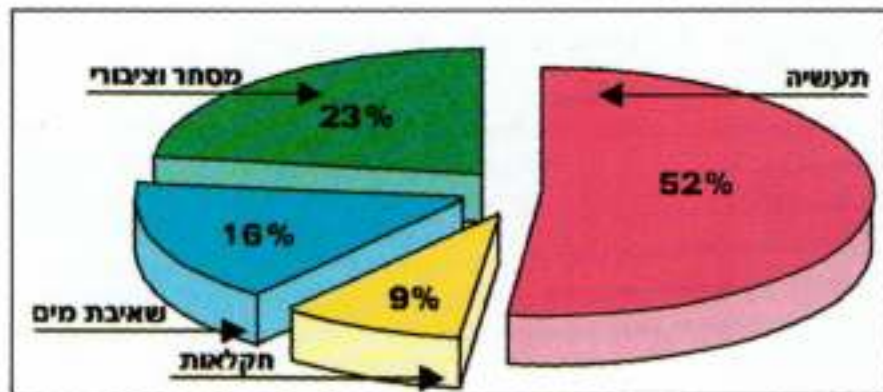
איור 2 מציג את השתנות המחירים לקוט"ש לפי שעות היממה, ימי השבוע



איור 2

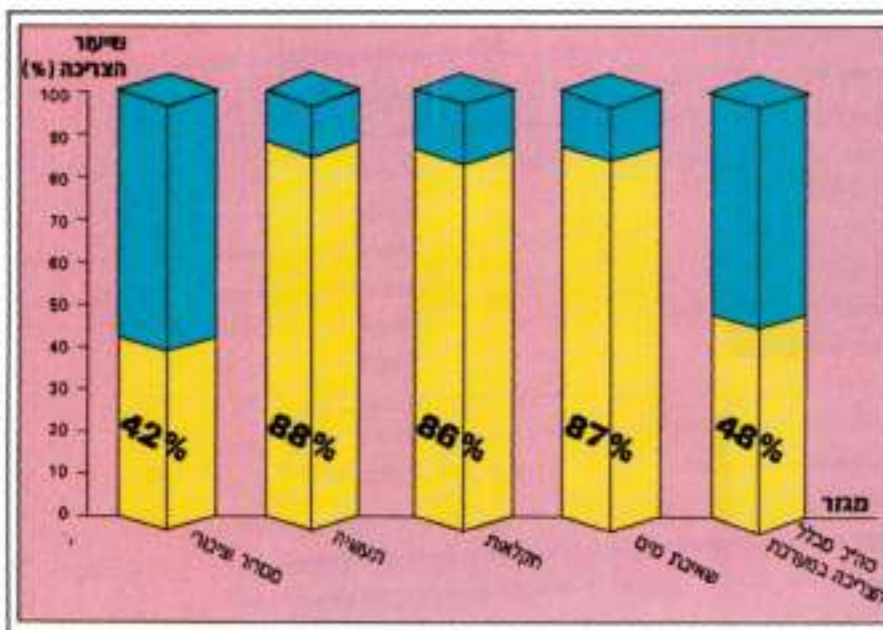
השתנות המחירים לקוט"ש לפי שעות היממה, ימי השבוע ועונות השנה (באחוזים, יחסית למחיר הקוט"ש בעונות המעבר)

מה חדש בתעריפי החשמל



איור 3

התפלגות הצריכה בתעו"ז לפי המגזרים השונים



איור 4

התפלגות הצריכה בתעו"ז במגזרים השונים

טבלה 2

מטרי התעריפים שבתוקף החל מ-21.5.93 ואילך

מחיר כל קוט"ש באגרות	תשלום חודשי בעד ביקוש מירבי חודשי בש"ח לקוט"ש	תשלום חודשי קבוע בש"ח	מהות התעריף	הסיווג בחשבון החשמל
23.56		10.02	כללי א'	82, 76, 51, 25
20.83	3.27 (מניגוס 65.40 ש"ח)		כללי ב' (ברירתו לתעריף כללי א')	98, 75, 54, 39
20.59		5.30	ביתי וחקלאי	1-9, 27, 20, 10, 35, 35, 664, 106, 45, 665
17.75		30.32	מאור רחובות ציבוריים	80

אחוז מסך צריכת החשמל במדינה, מהם:

- 25 במתח עליון.
- 1,078 במתח גבוה.
- השאר במתח נמוך.

התפלגות הצריכה בתעו"ז לפי מגזרים

איור 3 מציג את התפלגות הצריכה בתעו"ז במגזרים השונים, באחוזים.

שיעור צריכת החשמל לפי תעו"ז ביחס לכלל הצריכה במגזר

איור 4 מציג את שיעור צריכת החשמל לפי תעו"ז ואת שיעור הצריכה בתעריפים שאינם תעו"ז באותו מגזר לגבי המגזרים השונים.

עדכון התעו"ז

החשדה הציבורית לבדיקת תעריפי החשמל, אשר הגישה את ממצאיה בחודש נובמבר 1991, המליצה לכלול בחישוב העלויות לצורך קביעת תעריפי החשמל את העלויות השוליות ברשת המסירה והחלוקה, לעדכן את מבנה מקבצי שעות הביקוש, ובהתאמה את המחירים לכל תקופה תעריפית.

בעקבות המלצות אלה נערכת כיום חברת החשמל לעדכון התעו"ז.

התעריפים החלים על צרכנים המקבלים אספקה במתח נמוך ושאינם תעו"ז

תעריפים אלה חלים כאמור על צרכנים שצריכתם השנתית פחותה מ-300 אלף קוט"ש. ביום 19.11.92 יושמה המלצה של הוועדה לבדיקת תעריפי החשמל (ועדת פוגל) בנוגע לתעריפים במתח נמוך שאינם תעו"ז.

במסגרת השינוי אוחדו אחד-עשר התעריפים במתח נמוך שאינם תעו"ז לארבעת תעריפים. איחוד תעריפים זה מפשט את מערכת התעריפים ומקל על הטיפול בצרכנים אלה.

טבלה 2 מציגה את מטרי התעריפים שבתוקף מ-21.5.93 ואילך (המחירים הנקובים בטבלה אינם כוללים מע"מ).

“מדריך לחשמלאי” מאת אינג’ ז. דוניבסקי – עידכונים והשלמות



אינג’ דוניבסקי, שנולד ברוסיה ב-1908 וחונג בימים אלה את יום הולדתו ה-85, ביקר בעת האחרונה במוסקבה (ראה תמונה). למרות גילו המופלג ממשיך דוניבסקי לפעול ולתרום לשירות החשמלאים, ובמסגרת זו הוא פורסם בעת האחרונה השלמות ל”מדריך לחשמלאי” (מהדורת 1992), הכוללת עידכונים ודוגמאות חישוב מעשיות המתבססות על תקנות החשמל החדשות:

- העמסה והגנה על מוליכים מבודדים וכבלים במתח עד 1,000 וולט, קי”ת 5,482, שפורסם ביום 26.11.92.
- מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט (תיקון), קי”ת 5,474, שפורסם ביום 5.10.92.
- הארקות יסוד (תיקון), קי”ת 5,474, שפורסם ביום 5.10.92.

החשמלאים שידכשו את ה”מדריך לחשמלאי” (מהדורת 1992) בתקופה הקרובה יקבלו אותו בצירוף דפי ההשלמה. מחיר המדריך הוא 40 ש”ח.

ה”מדריך לחשמלאי” נמצא למכירה בבתי מסחר לספרים, וניתן גם להזמין ישירות אצל המחבר בכתובת: רח’ דישראל 19, חיפה 34333, בתוספת 2 ש”ח עבור הוצאות המשלוח.

ניתן להזמין את דפי ההשלמות בלבד על ידי פניה בכתב אל המחבר בצירוף 4 ש”ח המיועדים לצורך כיסוי הוצאות. להלן שישה דפי השלמות של המדריך לחשמלאי המוגשים כשירות לקוראי “התקע המצדיע”.

דף עידכון מס’ 2, יולי 1993

1. שינויים בפרק העמסת מוליכים והגנתם בפני זרם יתר (עמ’ 164) לאור פירסום תקנות השמל החדשות.

עמ’ 167 - 168, סעיף 7. בכל מקום שבו כתוב “תיק” יש לכתוב במקומו “מבטחי”.

עמ’ 167, סעיף 7(א1). להוסיף ליד הנוסחה הקיימת: “לנבי מספקים אוטומטיים תמרים [מאין] מסוג L תחילוכי. בהמשך להוסיף, $I_2 \leq 1.3 \cdot I_x$ לנבי מאין מסוגים B או C, ו- $I_2 \leq 1.1 \cdot I_x$ לנבי מספקים אוטומטיים רגילים לכיוונוף.”

עמ’ 167, סעיף 7(א1X). להוסיף בסוף: “כאשר משתמשים במבטחים מסוגים אחרים מאשר מאין מסוגים C, B או L או תחילוכים מסוג gL, על החשמלאי לבחור את ערכי המבטחים בהתאם לשיקולו הטכניים תתוני יצרן המבטחי”.

עמ’ 169, סעיף 7. להוסיף בסוף: “בהוספת מוליך במקביל למוליך קיים לא נדרש לקיים תנאים אלה אם הוכחה כי כעבודה תקינה הזרם בכל מוליך לא יעלה על I_x שלו”.

עמ’ 172, סוף העמוד. להוסיף: “אם הנדרש בסעיף זה לא ניתן לכיצוד במקרה של קצר לאדמה, מותר להתקין בנטיף למבטח גם מפסק מגן, בתנאי שלילת התקלה תאפשר פיתוח זרם תקלה פו 30 לפחות מהזרם הרפועלה של המפסק המגן”.

עמ’ 176, סעיף 15. להוסיף בסוף: “יבטעול במתקן ביתי עם מבטח של 16 אי מותר להסתעף ממוליך בחתך של 2.5 ממ”ר על ידי מוליך בחתך של 1.5 ממ”ר לתאורה בלבד, בתנאי שאזורים הצפוי בהסתעפות אינו עולה על 30 אי”מ”.

אינג’ ז. דוניבסקי

מדריך לחשמלאי 1992

דף עידכון מס’ 1, דצמבר 1992

1. הצעת שינויים בפרק “מעגלים סופיים” (עמ’ 147).

הצעה זו אושרה וסותר לתנאי למי האמור בה, עם התערות הבאות:

(א) סעיף 16 בפרק זה נשאר בתוקף (עמ’ 144)

(ב) בסעיף 1 (נוי) שבהצעת השינויים (עמ’ 149)

אחרי השורה השלישית להוסיף: “היחוד והמפסקים חייבים להיות ניזונים באמצעות מעגלים המוגנים על ידי מפסק מגן, אשר מותר שיהיה משותף למעגלים אחרים”.

אחרי השורה החמישית להוסיף: “אבזורים 1 ו-2 אסור להתקין תיבות חיבורים או הסתעפות”.

2. הוראה חדשה

תיבות להתקנה בקיר של מפסקים ובזי תקע וכן אבזורים אלה חייבים לכלול אפשרות של חיזוק לתיבה על ידי שני ברגים.

* מספר העמודים מתייחסים למהדורת 1992 של המדריך.

ב. ראשי המתכנן המדע לאומי העמסה הצפויה של המוליך המוגן לסטות, בהתאם לשיקוליו הטכניים, שערכים המתקבלים מהנוסחאות שבסעיף 7.

ג. הדוגמאות אשר בפרק זה של המדריך לא תמיד תואמות את התקנות החדשות. על המתכנן להחליט לפי שיקוליו הטכניים, במיוחד לפי אופי העמסה של המוליך, אם עליו להסתמך על דוגמאות אלה.

ד. זרם מתמיד מירבי במוליכים בעלי בידוד מפוליאתילן מוצלב (XLPE) ניתן לראות בירשומותי, קובץ תקנות מס' 5482 מ-26 בנובמבר 1992.

ערכים של I_2 להצבה בנוסחאות אשר בסעיף 7

סוג המבטח	I_n , אמפר	I_2 אמפר
מאי B או C	כל הערכים	$1.45 I_n$
מאי L או נתיך	30 25 - 20 - 16 35 ומעלה	39 43.8 - 35 - 28 $1.4 I_n$
מספק זרם אוטומטי הניתן לכיוונון	כל הערכים	$1.15 I_n$

ה ע ר ה

במספק זרם אוטומטי הניתן לכיוונון ייחשב זרם הכיוונון ל- I_n של בתנאים המפורטים בסעיף 7 (ב) בעמוד 148

דוגמאות של תכנון מעגל חשמלי לפי התקנות החדשות.

פרטי המתקן, זרם מתמיד במעגל: $90 \text{ א} = I_b$; הביצוע: מוליכי נחושת מבודדים ב- PVC. בצנור טמון במבנה (שיטת התקנה 7, טבלה מס' 1). לא נדרשים מקדמי תיקון.

4

עמי 177, סעיף 17. להוסיף בסוף, יאו מנגנון התראה חיוני כמו צופר או מעגל מיקוד שהמסקתו כרוכה בסכנה.

עמי 188 - 196, טבלאות: בטבלאות נעשו שינויים מרחיקי לכת. כתוצאה מכך יש להשתמש בנוסחאות שבסעיף 7 לשם התאמת I_n של המבטח לחתך המוליך ול- I_2 של, פרט למוליכי נחושת בחתך עד 6 מ"מ (כולל). השינויים הם: בטבלאות 2, 4, 6 ו-8 למוליכי אלומיניום יש למחוק את הטורים שבראשם כתוב יתחדי. בטורים כאלה בטבלאות 1, 3, 5 ו-7 למוליכי נחושת יש לכתוב בראשם: ימבטח B או C או נתיך ולשנות ערכים אחרים בארבעת השורות הראשונות, לפי הטבלאות הבאות:

ממדי	מספר הטבלה							
	1 (א)	1 (ב)	3 (א)	3 (ב)	5 (א)	5 (ב)	7 (א)	7 (ב)
1.5	30	30	30	30	36	36	36	36
2.5	36	36	36	36	45	45	45	45
4	45	45	45	45	54	54	54	54
6	54	54	54	54	66	66	66	66

ערכים אחרים בטורים אלה, וכן טורים כאלה בטבלה 7 (ג), המתייחסים למוליכי נחושת בחתך מעל ל- 6 מ"מ, יש למחוק.

עמי 197, טבלה 9. למחוק את הטבלה, כולל ההסבר.

ה ע ר ה

א. על החשמלאי להיות מדע לכך שבחישוב ההגנה על ידי נתיך או מאי, לפי הנוסחאות שבסעיף 7, יש להשתמש, לאותו זרם מתמיד, במוליך בעל חתך גדול יותר מהנדרש בטבלאות שבתקנות הקודמות. לא כך בהגנה על ידי מספק אוטומטי הניתן לכיוונון (ראה דוגמאות).

5

הרגנה נריכה למנות על הנוסחאות שבסעיף 7.

$$I_n \geq I_b \quad (1) \quad I_2 \leq 1.45 \cdot I_2 \quad (2) \quad I_2 \leq 1.1 \cdot I_2 \quad (3)$$

(כוללי) (לנתיך) (למספק אוטומטי)

א. הגנה על ידי נתיכים.

כדי לענות על הנוסחה (1) יש להשתמש בנתיכים 100 א או $I_n = I_2$ אשר שלהם $160 \text{ א} = I_2$. כדי לענות על הנוסחה (2) יש להשתמש במוליכים בחתך 50 מ"מ אשר $I_2 = 124$ שלהם $124 \text{ א} = I_2$.

נתחים אלה עונים על הנוסחה (2):

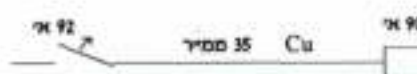
$$160 \leq 1.45 \cdot 124 = 179.8$$



ב. הגנה ע"י מספק אוטומטי הניתן לכיוונון.

נבחר זרם הכיוונון $92 \text{ א} = I_n$ העונה על הנוסחה (1); אשר I_2 שלו $106 \text{ א} = I_2$. כדי לענות על הנוסחה (3) נשתמש במוליכים בחתך 35 מ"מ אשר $I_2 = 103$ שלהם $103 \text{ א} = I_2$. נתחים אלה עונים על הנוסחה (3):

$$106 \leq 1.1 \cdot 103 = 113$$



5

2. שינויים בתקנות הארקות יסוד.

עמי 112, סעיף 5. להוסיף בסוף, יבטיבנה של 4 קומות או יותר צריך להתקין מוליך הארקה נוסף מקביל למוליך הארקה הראשי, לכל מזה המיבנה. מוליך זה יכול להיות חלק מיוון המיבנה, או מוליך נחושת בעל חתך שווה לפחות לזה של מוליך הארקה הראשי. בכל קומה רביעית וכן בקומה עליונה יש להכיר את המוליך הנוסף אל מוליך הארקה הראשי.

עמי 111, סעיף 4. להוסיף בסוף, ימוליכי הארקה לחלקי מחבת של חוץ אנטנה או של קולט ברקיום יהיו לפי התקן שלהם ויחויבו ליציאות חוץ מטבעת הביטוח.

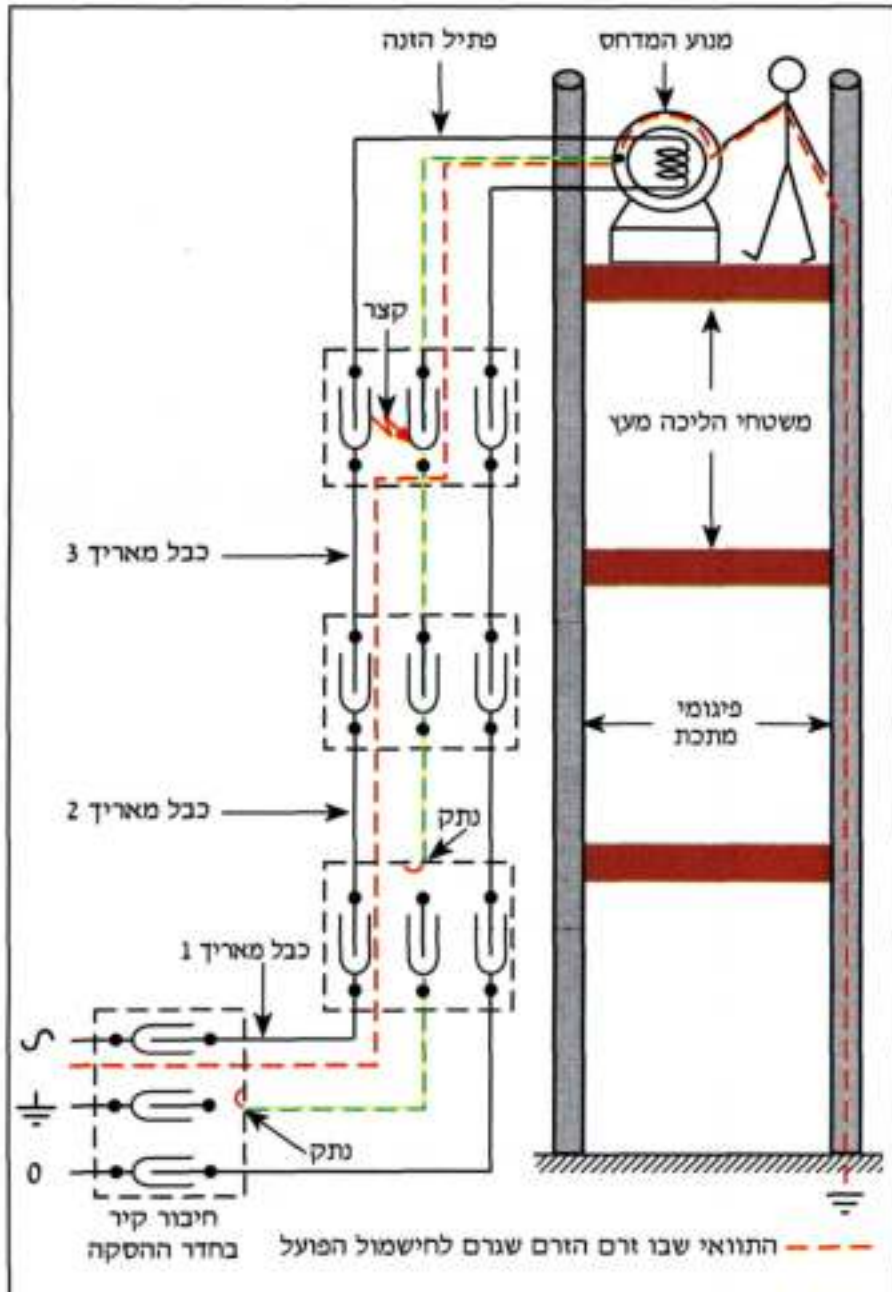
6

תאונת חשמל ולקחה

מהנדס משה מרגלית

חישמוול שנגרם עקב עבודה במיתקן התזה לקוי

פועל בניין, שעבד בשיפוץ חזיתו של בניין רב קומות, השתמש לצורך עבודתו במיתקן להתזת טיח, הכולל מדחס נייד בעל מנוע חשמלי. במהלך עבודתו הפועל נע על גבי הפיגומים, שהותקנו בחזית הבניין. תוך כדי עבודתו התחשמל הפועל ומת.



איור 1
תרשים חשמלי של האתר שבו התרחש החישמוול

תיאור האתר בו התרחש החישמוול

בבניין רב קומות, שחזיתו היתה בשיפוץ הותקנו פיגומים צמוד לחזית הבניין. הפיגומים הורכבו משלד העשוי מצינורות מתכת וממסמטחי הליכה מעץ. הבסיס של שלד הפיגומים היה מונח באדמה.

על אחד ממסמטחי העבודה מעץ הונח מיתקן להתזת טיח, שכלל מדחס נייד, שהופעל באמצעות מנוע חשמלי. הפועל שעסק בהתזת הטיח נמצא אף הוא על משטח עבודה זה ותיפעל את מיתקן ההתזה.

אספקת החשמל למנוע נעשתה באמצעות שלושה כבלים מאריכים, אשר הוברו ביניהם על ידי מחברים מסוג שקע תקע, ואחר כך לחיבור קיר ארצי, שהיה בחדר ההסקה של הבניין.

איור 1 מציג תרשים של האתר בו התרחש החישמוול. בתרשים מתואר מסלול הזינה של מנוע מיתקן ההתזה.

תיאור החישמוול

במסגרת עבודתו הפעיל הפועל את מיתקן ההתזה, כאשר הוא נע על גבי משטח העבודה. במהלך עבודתו נע הפועל באחד מפיגומי המתכת והתחשמל. החישמוול נגרם למותו של הפועל.

מי מרגלית - מנהל מחלקת צרכנים טכנית, מחוז דן, חברת החשמל

תאונת חשמל ולקחה

מסקנות ולקחים

החישמול באתר התרחש עקב שורה של פעולות וגורמים סביבתיים באתר, המצביעים, שנושא הבטיחות בעבודה, במיוחד בנושא הסכנה מחישמול, לא היה משרש בצורה טובה.

העבודה באתר בוצעה בצורה הנוגדת את הנדרש בחוק החשמל ובתקנותיו ואת הנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל).

■ נבחן את עמידת המתקן שבו התרחש החישמול עם הנדרש בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט), התשנ"א – 1991 (קי"ת 5375).

"תקינות של החיבורים"

30 כל החיבורים במערכת ההארקה יבטיחו מגע חשמלי בטוח וברי-קיימא והם יתוחזקו במצב תקין לשם הבטחת הרציפות החשמלית של מערכת הארקה כך שלא תופסק, אלא לצרכי בדיקה בלבד.

במקרה זה, החיבורים במערכת ההארקה של המדחס לא הבטיחו מגע חשמלי ולא תוחזקו במצב תקין.

"תקינות מערכת ההארקה ואמצעי ההגנה בפני חישמול"

76 מערכת ההארקה ואמצעי ההגנה בפני חישמול יהיו במצב תקין ויעיל בכל עת, תגלו ליקויים במערכת ההארקה או באמצעי ההגנה בפני חישמול, יופסק המיתקן הלקוי או החלק הלקוי שלו או המכשיר הלקוי עד לתיקון התקלה, אלא אם כן נאמר אחרת בתקנות אלה.

במקרה שתואר, קטע ממערכת ההארקה – אותו קטע שאמור היה לספק הארקה למיתקן ההתזה – לא היה במצב תקין ויעיל.

■ נבחן את עמידות המיתקן שבו התרחש החישמול עם הנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל) התש"ן – 1990 (קי"ת 5251).

"הגדרות"

סוג 1' – סוג ציוד המיועד לזינה במתח נמוך, אשר חלקיו החיים מבודדים בבידוד בסיסי בלבד.

ניתוח האירוע

בבדיקה שנערכה באתר לאחר החישמול כדי לקבוע את הגורמים לחישמול, נמצאו הממצאים הבאים:

- מגע המדחס היה תקין.
- בכבל מאריך 1, מוליך ההארקה היה מנותק מפין ההארקה בתקע.
- גם בכבל מאריך 2, מוליך ההארקה היה מנותק מפין ההארקה בתקע.
- בכבל מאריך 3, בתוך בית התקע, היה קצר בין מוליך המופע למוליך ההארקה.

■ עמודי המתכת של הפינומים היו מוארקים בצורה טובה למדי (כנראה עקב מגע מקרי עם ברזלי הזיון של המבנה או עם צנרת המים במבנה). עקבת לולאת התקלה, שנמדדה בין הדק המופע בחיבור הקרי לבין עמורי הפינומים, היתה בת 1.52 אוחם.

■ מיתקן החשמל במבנה לא היה מוגן על ידי מפסק מגן, הפועל בזרם דלף לאדמה.

■ רגליות המדחס היו עשויות מחומר מבודד והיו מונחות על משטח העבודה מסך, שגם הוא מבודד.

על סמך הממצאים התברר, שגוף המדחס היה תחת מתח ובלתי מוארק. וכך, כאשר הפעל, במהלך עבודתו, נגע מצד אחד בגוף המדחס ומצד שני באחד הפינומים, הוא סגר, באמצעות גופו, מגע חשמלי, דבר שגרם לחישמול.

באזור 1 משורטט התוואי שבו זרם הזרם, שגרם לחישמול של הפועל.

מבדיקת הכבלים המאריכים – כבל מאריך 1 וכבל מאריך 2 – ניתן להניח, שניתוק מוליכי ההארקה בוצע במתכוון כדי לנטרל את אמצעי ההגנה נגד קצר לאדמה, במטרה "לשפר" את אמינות האספקה למדחס.

הקצר בכבל המאריך 3 נגרם עקב אחזקה לקויה.

"סוג II" – סוג ציוד המיועד לזינה במתח נמוך, שחלקיו החיים מבודדים בבידוד כפול או בבידוד מצנבר.

"סוג III" – סוג ציוד, המיועד לזינה במתח נמוך מאוד ושאינו כולל מעגלים פנימיים או חיבוריים, המפעלים במתח השונה ממתח זה,.

"מכשיר חשמלי מיטלטל המוחזק ביד"

6 (א) מכשיר חשמלי מיטלטל המוחזק ביד בעת השימוש בו, יהיה מסוג II או מסוג III.

(ב) על אף האסור בתקנת משנה (א), מותר להשתמש במכשיר חשמלי מיטלטל ידני כבד מסוג I, המוחזק ביד (כגון מקדחה שקוטר המקדח שלה מעל ל-16 מ"מ) ובלבד שזיון דרך מפסק מגן לזרם דלף ברגישות של 0.03 אמפר לכל היותר, או דרך שאי מבדל.

(ג) ציוד חשמלי של מעגל סופי יתאים לתנאים הקיימים במקום ההתקנה, כגון: רטיבות, סכנה של פגיעות מכניות, השפעה כימית, אש, התפוצצות, הצטברות אבק או לכלוך העלולים לפגוע באזורי התקין.

במקרה שתואר, נעשה שימוש במכשיר חשמלי מיטלטל מסוג I, שהוחזק ביד ולא היוו דרך מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה.

סיכום

כדי להימנע מתאונות חשמל, יש לבצע עבודות חשמל בצורה בטיחותית. הבסיס לעבודה בטיחותית הוא עמידה בדרישות חוק החשמל ותקנותיו המעודכנות ודרישות תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל).

בעת השימוש בפתילים לצורך הזנת מכשירי חשמל מיטלטלים יש להקפיד על תקינות הפתילים, ולוודא רציפות של כל אחד מהמוליכים בפתיל הזינה. מופע, אפס והארקה ולוודא העדר קצרים ביניהם.

הדוגמה שתוארה המחשה איך אי עמדה בתקנות גרמה לחישמול שהביא למות. המסר החשוב שיש להעביר לשוסקים בתחום החשמל הוא להיות מודעים לקיום התקנות ולפעול על פיהן לכל אורך הדרך. ללא ספק זוהי חובה כדאית.



מפגש הפורום המשותף לחברת החשמל ולאגוד מהנדסי החשמל העצמאיים בישראל – 9.6.93, כפר המכביה

לשיפור מערכת היחסים בין חברת החשמל לבין יועצי החשמל. בדבריו הוא ציין בשביעות רצון את הפתיחות הקיימת היום בחברת החשמל בנושא העברת מידע טכני למהנדסים יועצים.

המהנדס **רפי כהן** תיאר את השלבים מרגע ההתקשרות הראשונית בין המהנדס היועץ עם חברת החשמל ועד חיבור מיתקן החשמל לרשת ההזנה, תוך בקשה לבחון את התהליך ולבדוק את הדרכים לקיצור התהליך וייעולו. הוא המחיש את הנושא על ידי הצגת שני מרווייקטים, מפעל הדפוס של "ידיעות אחרונות", באיזור התעשייה של ראשון לציון, והמפעל החדש של "פינוציה", באיזור התעשייה ציפורית, שבגליל התחתון.

המהנדס **יוסף רוזנקרנץ**, מהנדס מומחה מהרשת הארצית, סקר את כללי חברת החשמל המתייחסים לחיבור צרכני מתח גבוה לרשת האספקה, תוך איזכור החומר התחיקתי המשמש לתיכונן מיתקני חשמל.

בסיום ההרצאות התקיים דיון (רב-שיח), שבמסגרתו העלו מהנדסי החשמל העצמאיים את הבעיות העיקריות המטריות אותם במסגרת יחסי הגומלין בינם לבין חברת החשמל, להלן מקבץ מהבעיות העיקריות שהועלו:

- חוסר האחידות הקיים, במידה לא מעטה, בין מחוזות חברת החשמל בנושא המדיניות הטכנית.
- הגדרת לוחות זמנים ועמידה בהם, בעת ביצוע החיבורים למיתקני הצרכנים, תוך שאיפה לקיצור לוחות זמנים אלה.
- קביעת בעל תפקיד אחד בכל מחוז או איזור, שיעבוד מול המהנדס היועץ ויזכו את כל הטיפול בהזמנת החיבור, אם כי חלק מהטיפול בהזמנה אינו בתחום אחריותו השירה.
- בחינה מחדש של נושא אספקת החשמל בצובר בקניונים ובמרכזי קניות גדולים, שבהם ייעוד החנויות משתנה בתדירות גבוהה.

המפגש המשותף לחברת החשמל ולאגוד מהנדסי החשמל העצמאיים בישראל

במסגרת הגישה השיווקית והאוריינטציה הצרכנית, שאומצה בעת האחרונה בחברת החשמל, כמדיניות מובילה, בהשראת המנכ"ל, **משה כץ**, החל לפעול פורום משותף לחברת החשמל ולאגוד מהנדסי החשמל העצמאיים בישראל, במטרה להרחיב ולשפר את שיתוף הפעולה בין חברת החשמל לבין מהנדסי החשמל היועצים.

כיוון הפורום התמנה המהנדס **אלי נאוטרה**, סגן מנהל אגף השיווק והצרכנות ומנהל הרשת הארצית. בפורום חברים מטעם חברת החשמל: המהנדס **צבי קולטוצניק**, מנהל מחוז הצפון; המתנדסים **אהרון בר דב**, **יוסף נוימן** ו**זיגמונט ספורן**, הסגנים הטכניים של מנהלי המחוזות דן, דרום וירושלים בהתאמה; המהנדס **אורי לייטנר**, מנהל המחלקה לייעול הצריכה באגף השיווק והצרכנות; המהנדסת **מריאנה משה**, מהרשת הארצית, המשמשת גם כמרכזת הפורום.

את אגוד מהנדסי החשמל העצמאיים מייצגים בפורום המהנדס **צור נעמן**, שהוא יו"ר האגוד, והמהנדסים: **אשר רומנו**, **רפי כהן** ו**מיכאל רותם**.

בדיון ראשון של הפורום הוחלט לקיים מפגש בין כל ציבור המהנדסים היועצים העצמאיים לבין נציגים של חברת החשמל, כדי לשמוע מציבור היועצים רעיונות, בקשות, הצעות וכו', שימשו בסיס לדיונים ולהחלטות במסגרת הפורום המשותף.

במפגש שהתקיים ב-9.6.93, בבית הספר לרשת, חליב ורתי"ק של חברת החשמל בכפר המכביה, השתתפו 88 איש – 52 מהנדסים יועצים, 10 מהנדסים נציגי צרכנים גדולים, כגון: משרד השיכון, מניצ וצה"ל, ו-26 בעלי תפקידים בכירים בחברת החשמל, שייצגו את אגף השיווק והצרכנות ואת המחוזות.

במעמד הפתיחה נישא דברי ברכה: המהנדס **אלדד בוקשפן**, יו"ר ארגון האקדמאים העצמאיים במקצועות ההנדסה, האדריכלות והטכנולוגיה בישראל, בירך על הקמת הפורום המשותף ועל קיום המפגש, והביע תקווה, שהפעולות הללו יתרמו לשיפור יחסי הגומלין בין חברת החשמל לבין המהנדסים היועצים.

המהנדס **צור נעמן**, שהיה שותף לאירגון המפגש, בירך את משתתפי המפגש וניצל את ההזדמנות להודות לחברת החשמל על קיום המפגש. הוא הביע תקווה, שספגשים מסוג זה ועצם הקמת הפורום המשותף יתרמו לשיפור היחסים בין חברת החשמל לבין המהנדסים היועצים.

מד **נעמן** ביקש מחברת החשמל לבדוק אפשרות, שחלק מתיכונן עבודות החליב ופרוייקטים מוגדרים מסוימים יבוצע על ידי המהנדסים היועצים.

מר **שמריהו ברט**, מנהל מגזר השיווק וסגן מנהל אגף השיווק והצרכנות, בירך את המשתתפים בשם הנהלת חברת החשמל, במקום המנכ"ל, **משה כץ**, שנערך בשל אבל על מות אימו.

מר **ברט** סקר את עקרונות הגישה השיווקית החדשה המיושמת כיום בחברת החשמל, תוך איזכור ה"אמנה" המתוכננת ליישום בין חברת החשמל לבין ציבור הצרכנים.

המהנדס **אלי נאוטרה**, יו"ר הפורום, בירך על הקמת הפורום על קיום המפגש והביע את תקוותו, שהקמת הפורום תתרם

אירועי "התקע המצדיע"

המפגש התקיים ביוזמה משותפת של מערכת "התקע המצדיע" ושל מר **דוד תרזה**, מפקח ארצי לחשמל ולאלקטרוניקה באגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם במשרד העבודה. במפגש השתתפו 87 איש – 72 מורים לחשמל, העובדים במסגרת משרד העבודה והרווחה, ו-15 עובדי חברת החשמל.

את דברי הפתיחה מטעם חברת החשמל נשא המהנדס **אלי נאטורה**, מנהל הרישוי הארצית וסגן מנהל אגף השיווק והצרכנות, שסיפר על תוכניות הפיתוח והשיפורים המתוכננים להתבצע במערכת הייצור ובמערכת המסירה, ההשגאה והחלוקה.

מר **דוד תרזה** בירך את המשתתפים והדגיש את החשיבות שבהתעדכנותם השוטפת של המורים הן בתקנות החשמל המעודכנות והן בדרישות חברת החשמל ביחס למיתקני צרכנים.

המהנדס **יוסף רוזנקרנץ**, מהרשת הארצית באגף השיווק והצרכנות בחברת החשמל, הירצה על "דרישות חוק החשמל ותקנותיו המעודכנות כבסיס לבניית מיתקני חשמל". במסגרת הרצאתו הוא סקר את החומר התחוקתי המעודכן, המשמש בסיס לתיכנון מיתקני חשמל.

הרצאה בנושא "תהליך בדיקת מיתקני חשמל על ידי בודקי חברת החשמל, הועברה על ידי המהנדס **דור קן-דרור**, מהרשת הארצית שבאגף השיווק והצרכנות בחברת החשמל. בהרצאתו ניתן הסבר על תהליך בדיקת מיתקני החשמל מבחינה טכנית וחשמלית.

בסיום ההרצאות התקיים דיון (רב-שיח) בנושאי ההרצאות, בהשתתפות המרצים ומנהלי מחלקות צרכנים טכניות מהמחוזות השונים של חברת החשמל, המהנדסים **יוסף בלבל**, **אברהם זיו**, **משה מרגלית** ו**אילן ירום**.

בסיום הרב-שיח התקיימה הרצאה, שנושאה, עקרון הפעולה והמבנה של תחנת הכוח "מאור דוד". ההרצאה הועברה על ידי המהנדס **גיא נשר**, מנהל התחנה וסגן מנהל אגף התפעול בחברת החשמל.

המפגש הסתיים בסיוור מודרך בתחנת הכוח, אותו ליווה מר **זיסר**, ממלא מקומו של מהנדס החשמל בתחנת הכוח "מאור דוד".

מפגש מועדון "התקע המצדיע" ה-2 לחשמלאים בצה"ל

ב-28.4.93 התקיים מפגש מועדון "התקע המצדיע" ה-2 לחשמלאים בצה"ל. המפגש התקיים ביוזמה משותפת של מערכת "התקע המצדיע" ושל סא"ל ז', ממרכז הבינוי בצה"ל ומר ז', מסיקוד צפון. במפגש זה השתתפו כ-100 איש.

מטרת המפגש הייתה להסב את תשומת ליבם של החשמלאים בצה"ל לשני נושאים: עבודה בטיחותית במיתקני חשמל, ותיכנון מיתקני חשמל בהתאם לחוק החשמל ותקנותיו המעודכנות.

כראשית המפגש נישאו דברי ברכה. המהנדס **גושן מרבר**, מנהל בטיחות ארצי באגף ארגון וכטחון בחברת החשמל, בירך את המשתתפים וציין את החשיבות בקיומם של מפגשים מסוג זה. בדבריו הוא הדגיש את החשיבות של עבודה בטיחותית ושל תיכנון מיתקני חשמל, שיאפשרו תיפעול ותחוקה באופן בטיחותי.

הרחבת השירותים שניתן לספק למהנדסים היועצים באמצעות המחשב.

בחינת האפשרות שחברת החשמל תשתמש בשנאים בהספקים גדולים מההספקים המקובלים כיום, לצורך הקטנת חדרי השנאים בתחנות ההשגאה הפנימיות.

בחינת האפשרות לריכוזי מונים בבנייני מגורים.

בחינת האפשרות לשיתופם של המנדסים היועצים בתיכנון עבודות רשת וחל"ב.

זירו הטיפול באספקת חשמל למרכיבות תאורת דרכים וצמתים הנבנים על ידי מע"צ, או העתקת קווי חשמל הנמצאים בתוואי דרך חדשים.

אורי לייטנר, שהינחה את המפגש, ציין שכל הנושאים שהועלו הוקלטו, כדי שמעבר לתשובות, שניתנו במקום על ידי עובדי חברת החשמל, ייבדקו הטענות, ההצעות והבקשות שהועלו בצורה יסודית על ידי הגופים המתאימים בחברת החשמל, וייבחנו פתרונות ודרכי שיפור.

עם העיון הסתיים בסיוור מודרך במיתקני בית הספר לרשת, חל"ב ורת"ק של חברת החשמל בהנחייתו של מנהל בית הספר, המהנדס **אלכסנדר ברויאר**.



הסיוור המודרך של הפורום המשותף בבית הספר לרשת, חל"ב ורת"ק – 9.6.93

מפגש מועדון "התקע המצדיע" ה-7 למורי חשמל

כמטרה לחזק את הקשר בין חברת החשמל לבין המורים לחשמל, ובאמצעותם עם תלמידיהם, שהם החשמלאים לעתיד, התקיים ב-22.12.92 מפגש מועדון "התקע המצדיע" ה-7 למורי חשמל.

אירועי "התקע המצדיע"

- מידע על הנחיות טכניות חדשות בנושא חליב (חיבורים לבתים), במסגרת זו היתה התייחסות לאופן ביצוע החליב בבתיים רבי קומות ובבתים צמודי קרקע ולמיקום התקנת ארונות החלוקה, אופן התקנתם וכו'.
- מידע על הנחיות טכניות חדשות בנושא צרכנות טכנית. בהרצאה זו היתה התייחסות להגדרת האזורים בחדר האמבטיה, ולציוד החשמל המותר להתקנה באזורים השונים, אופן ביצוע הייאופוס" במיתקן הצרכן, כיצד מבצעים בדיקה יסודית של מערכת ההארקה וכו'.
- דיון (רבי-שיח) במכלול הנושאים המשותפים לעוסקים בתחום החשמל ולחברת החשמל. החשמלאים ניצלו הזדמנות זו להעלות בעיות ולשאול שאלות, הקשורות לעבודתם השוטפת ולקבל תשובות מוסמכות מנציגי חברת החשמל.
- כדאי לציין, שהשתתפותם של החשמלאים במפגשים הללו היתה שיה ביותר, ובקשתם היתה לקיים מפגשים מסוג זה לעיתים קרובות יותר.

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" – סידרה מס' 17

סידרה מס' 17 של מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" לחשמלאים מתוכננת להתחיל בנובמבר 1993, באיזור כרמיאל.

מתכונת המפגשים בסידרה מס' 17 תהיה דומה לזו שהיתה בסידרה מס' 16. נושא ההרצאה המרכזית יתייחס למכלול ההיבטים הקשורים להכנת מיתקן החשמל לקראת בדיקתו על ידי בודקי חברת החשמל, לפני חיבור המיתקנים לרשת חברת החשמל. חברי קהילת "התקע המצדיע" יקבלו בעוד מועד הזמנות למפגשי הסדרה החדשה, לכן, רצוי שכל אחד מחברי הקהילה יודיע למערכת "התקע המצדיע" על שינוי כתובת.



מועדון "התקע המצדיע" – סידרה מס' 16, שהתקיים במחוז ירושלים ב-29.6.93

ס"א"ל ז' בירך על קיום המפגש והדגיש את החשיבות שרואה צה"ל בנושא הבטיחות. כמו כן הדגיש, שהבטיחות בנושא חשמל בצה"ל תלויה בכל אחד ואחד מהחשמלאים, ולכן חובה על כל החשמלאים לפקוח עיניים כעת ביצוע עבודות חשמל ולהתריע על מפגעים בטיחותיים, במידה שהם קיימים.

במהלך המפגש שמעו החשמלאים ארבע הרצאות מקצועיות, שהועברו על ידי מהנדסים עובדי חברת החשמל.

■ דרישת הוק החשמל ותקנותיו כבסיס לבניית מיתקני חשמל – **יוסף רוזנקרנץ**, מהנדס מומחה מהרשת הארצית, שבאנג' השיווק והצרכנות.

■ בטיחות בעבודה במיתקני חשמל – מהנדס **יוסף צדוק**, מנהל מחלקת בטיחות דרום, אנג' אירטון וביטחון.

■ ניתוח תאונות חשמל באתרי עבודה – מהנדס **רוברט קבסה**, מחלקת צרכנים טכנית, מחוז הדרום.

■ תהליך בדיקת מיתקני חשמל על ידי בודקי חברת החשמל – מהנדס **דרור קר-דרור**, הרשת הארצית, אנג' השיווק והצרכנות.

בסיום סידרת ההרצאות, הציג המהנדס **אלכסנדר ברויאר**, מנהל בית ספר לרשת, חלב ורתי"ק בחברת החשמל, לפני באי המפגש את בית הספר על הפעילויות המבוצעות בו, ולאחר מכן נערך סיור מקצועי מודרך במיתקני בית הספר.

בסיום המפגש נישאו דברי סיכום על ידי אלימ' ש', ממרכז הבינוי בצה"ל, אשר חזר והדגיש את חשיבות נושא הבטיחות בצה"ל, וביקש מכל אחד מהחשמלאים לתרום את חלקו בהעלאת רמת בטיחות השימוש בחשמל כצבא.

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" באזורים

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" – סידרה מס' 16

ב-29.6.93 התקיים במחוז ירושלים המפגש האחרון בסידרה מס' 16 של מפגשי מועדון "התקע המצדיע" באזורים לחשמלאים.

במסגרת סידרה זו התקיימו 18 מפגשים, שהקיפו את אזורי הארץ השונים, החל בנהריה בצפון ועד אילת בדרום. בסידרה זו השתתפו כ-1,360 איש, חשמלאים מכל הרמות ומכל מינוון העיסוקים בתחום החשמל – חברי קהילת "התקע המצדיע" ואנשי חברת החשמל, בעיקר מאנג' השיווק והצרכנות ומהמחלקות הטכניות במחוזות השונים ובאזורים המיונהליים של חברת החשמל.

כל אחד מהמפגשים בסידרה זו כלל את הנושאים הבאים:

- דברי פתיחה, שנישאו על ידי מנהל המחוז, או מנהל האיזור בו התקיים המפגש. במסגרת זו הועברו לחשמלאים מסרים כלליים של חברת החשמל.
- הרצאה מרכזית בנושא שיטות ההגנה בפני חישמול – הבהרת מושגים ומונחים. בהרצאה זו התייחסות היתה, בעיקר, למיתקני חשמל המוגנים בפני חישמול בשיטת האיפוס ובשיטות הארכת הגנה.

מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" מס' 54



למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

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

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

תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

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

שם:

חברה/מוסד/מעלה:

הנען לתשורות:

ישנב:

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

54/13 54/12 54/11 54/10 54/9 54/8 54/7 54/6 54/5 54/4 54/3 54/2 54/1

54/26 54/25 54/24 54/23 54/22 54/21 54/20 54/19 54/18 54/17 54/16 54/15 54/14

54/28 54/27

הודעה למערכת:

התלוש למידע נוסף יענה עד יום 10.09.93. לאתר ותאריך זה יש להצגות את בקשות המידע ישירות לחברות המפרסמות



נזור ושלה 1



1987-93



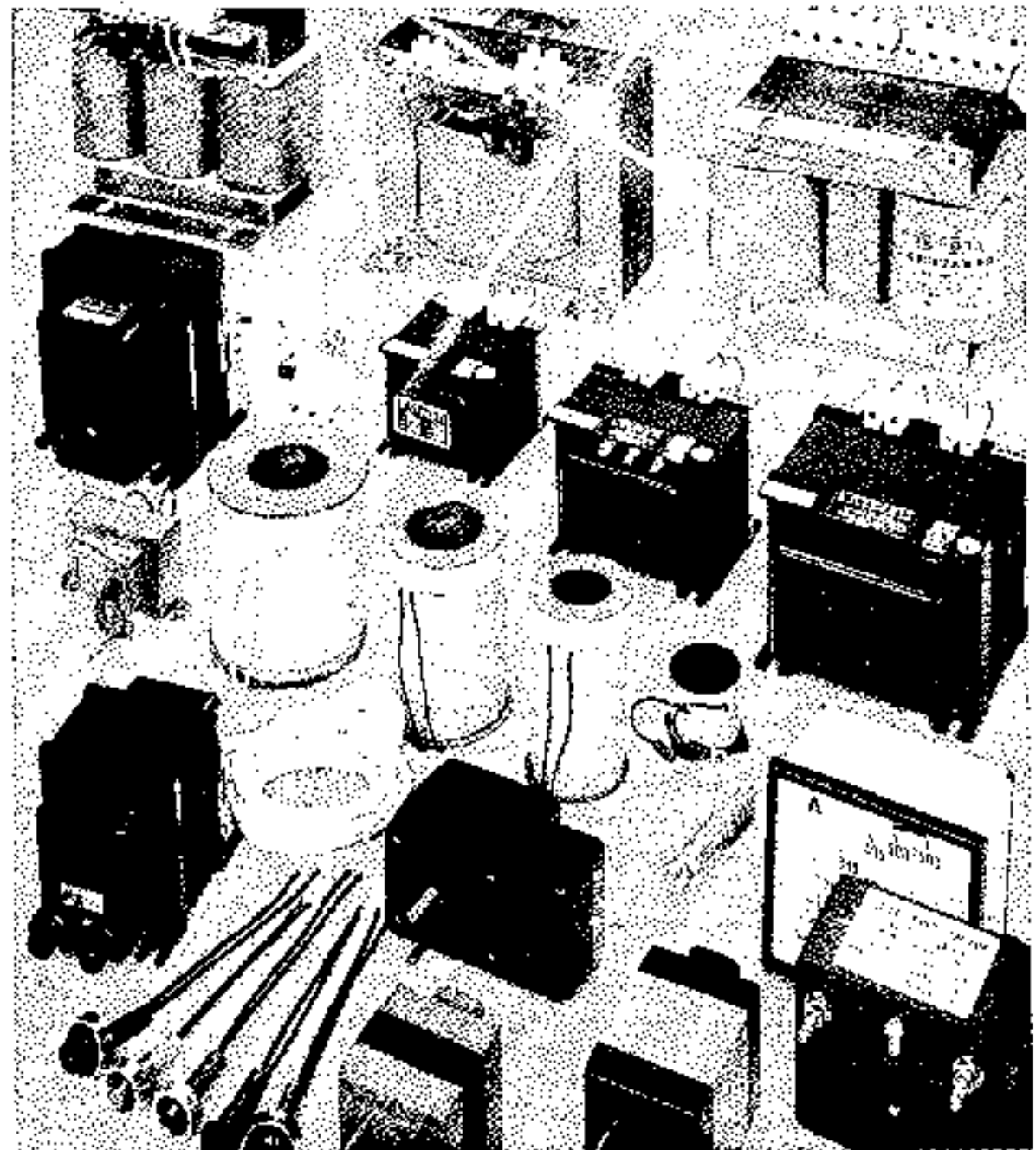
נוסד 1970

כח

ברק

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

- ★ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאז ותלת פאז
- ★ להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- ★ שנאי אוטומטוני לרגעון כמעט חשמליים עד 200HP כח נוס.
- ★ משנה זרם לאמפולטר להרכבה בלוחות חשמל.
- ★ שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאיים 115:230.
- ★ שנאים לתיקון תקרה במערכות חשמל.
- ★ שנאים לזיכרון זרם הלוגן 12V-230V.
- ★ מיצור לפי רישת מ"י, ת"י - 899.
- ★ ספק משוד הבטחון מט' 0583094547



רח' רוזינג 8 פינת הר ציון 91 תל אביב 68538 טל: 03-377692, פקסימיליה 03-370475
להשיג בכל בתי המסחר לחומרי חשמל בארץ



אנרלק בע"מ ENERLEC LTD.

שרותי הנדסה ובדיקות למתקני מתח גבוה, עליון וזרם חזק

חברת אנרלק בע"מ נוסדה ע"י צוות מומחים בעלי ידע וניסיון של למעלה מ-25 שנה, בתחום תיפעול, אחזקות ובדיקות של מתקני חשמל עתירי אנרגיה בכל המתחים.

**לנו המעבדה המשוכללת ביותר בארץ העומדת
לרשות לקוחותינו בכל עת!**

כל השירותים הנ"ל מבוצעים על-פי התקנים הבאים:
תישראלי – NF-VDE-BS-ASME – והמלצות IEC בין לאומיות.

אנו מעמידים לרשות לקוחותינו מגוון רחב של שרותים הנדסיים כגון:

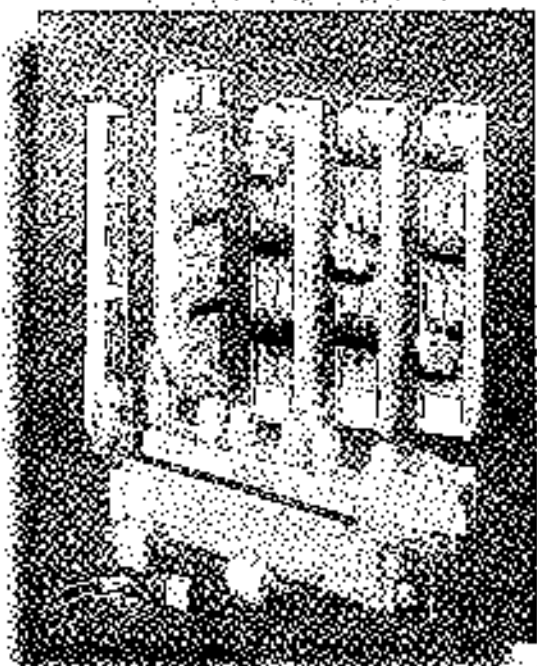
- ★ יעוץ הנדסי מונע.
- ★ שירותי אחזקה שוטפת או תקופתית.
- ★ שירותי קריאה לאיתור תקלות.
- ★ בדיקות שמנים ממוחשבות – טיפול וחינוש שמנים.
- ★ שיפוץ ותיקון ציוד מתח גבוה.
- ★ סריקה טל-אופטית במערכות חשמליות.
- ★ סריקה טרמית לגילוי מקורות חום במערכות חשמליות.
- ★ בדיקות הגנות עד 100,000 אמפר ועד 100,000 וולט.
- ★ מגוון בדיקות חשמליות נוספות לפי דרישה.

נא לפנות לחברת:



אנרלק בע"מ

בדיקות התאמה לתקנים • בדיקות קבלה • כיוול הגנות • איתור תקלות
ד.ג. תל יצחק מיקוד 45805, טל. 09-650980; ו. פקס. 09-650979



היצוא היחיד בישראל
לציוד מיתוג שקיבל הסמכה
לסטן את מוצריו
בתוך תוקן אירופאים



א ר ק ו ב ק ר ה AC



- ציוד מיתוג 500V עד 1250A
- מעטפות לציוד חשמלי, בנות כפול
- מפל קצבונט ופוליאסטר מסורייני
- ציוד לחיבורי חשמל לבתים ולמניה

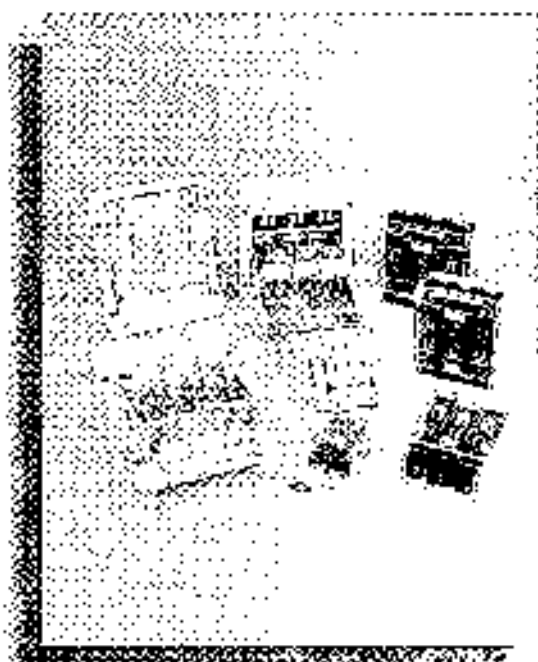
מקבוצת אריאל



100%
היצור מקומי

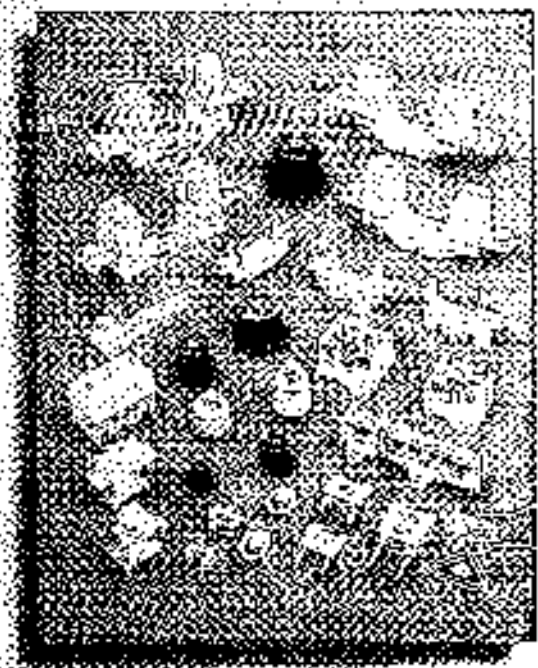
כחול לבן

בטיחות ואיכות
בפתרון בעיות
מיתוג חשמלי



אלקטרוניקה בע"מ

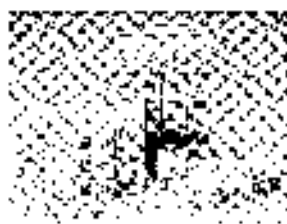
- בטיחות מופינים לכשר ניתוק גבוה
- אביזרי תיפוד והסתמפות
- אביזרים ללוחות חלוקה ופקוד



ראשון לציון, אזור התעשייה השדמ, רח' שפירא 7 וכו' 4565 (75144) מל' 03-9630844, פקס' 03-9614675

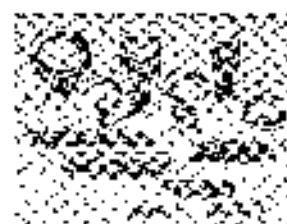
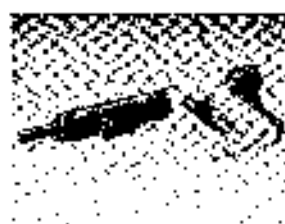
חברת אמבל מייצגת בארץ
את החברה הגרמנית
OBO BETTERMANN
למגוון ציוד המשמש
להתקנות חשמל בתעשייה,
לקבלנים, חשמלאים
וצרכנים שונים.

- קופסאות חיבורים
- מהדקי חיבורים
- כניסות כבל
- אבזרי חיבור שונים
- ציוד מגן לברקים
- ציוד הגנה נגד אש



OBO BETTERMANN

חברת אמבל
עומדת לשרותכם
במתן כל מידע שידרש
בנושא טכני, בספי
ותשמח לראותכם
בין לקוחותיה.



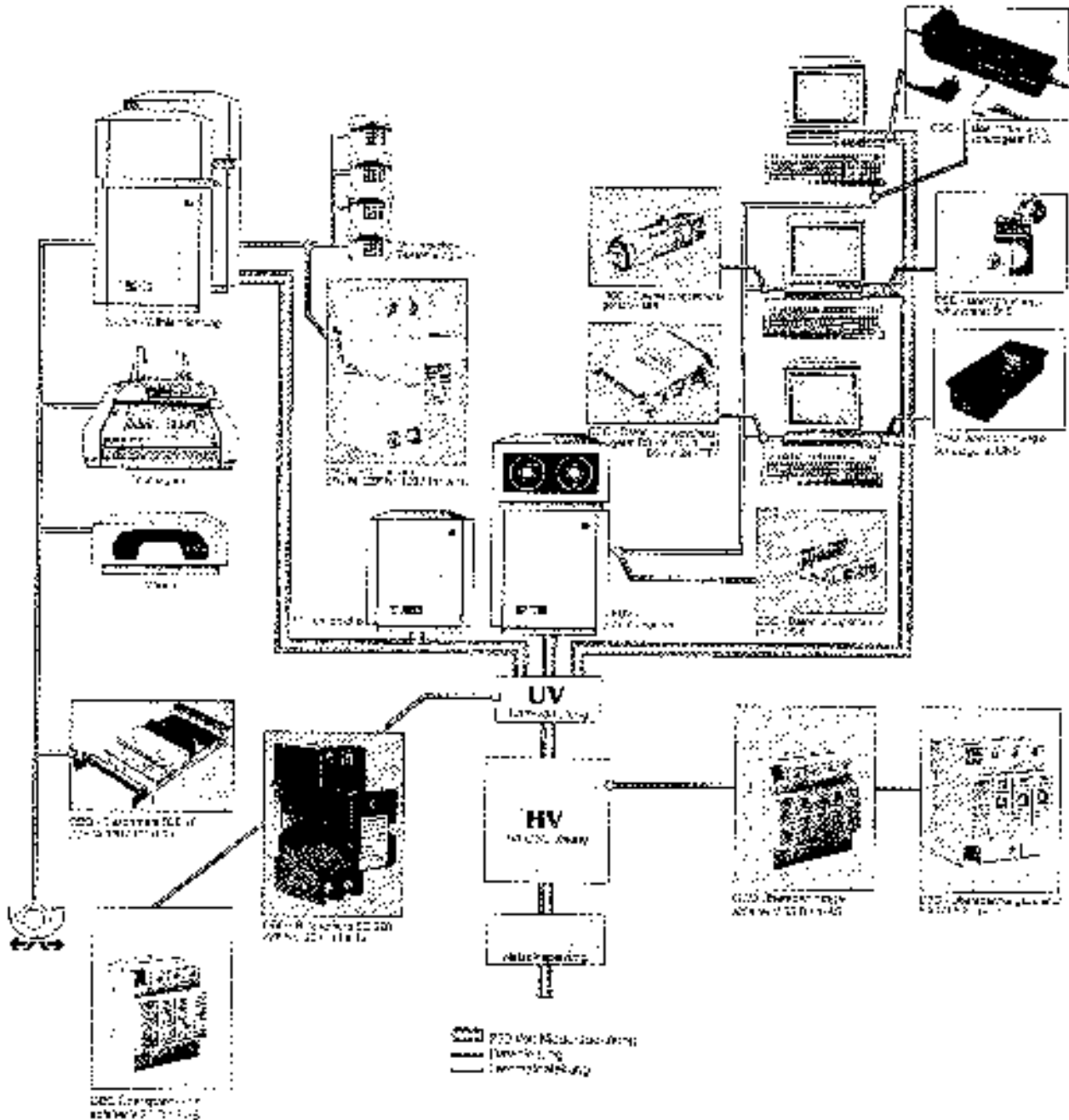
כתובתנו החדשה

רח' יגיע כפיים 8 א.ת. קרית ארזה, פתח תקוה
למכתבים: ת.ד. 3661 פתח תקוה 49130
טל. 03-9212010 (רב קו). פקס. משרד: 03-9212007
פקס. מוחסן להזמנות: 03-9212008

אמבל

OBO BETTERMANN

מגוון רחב של מגיני מתח יתר (ברקים)
 לרשת אספקה 230/400V, קווי תקשורת,
 בקרה, שידור והעברת נתונים.





מדרגונית™

SM-91



אוטומט מודולרי לחדר-מדרגות

- ספירת הזמן מתחדשת עם כל לחיצה.
- זמן הדלקה מתכוון 1.5 עד 13 דקות.
- ניתן לכוון למצב הדלקה רציף.
- מזגן מפני בזקים והפרעות ברשת החשמל.
- מיועד למרות ליבון 230V. 10A max

S.M.-3

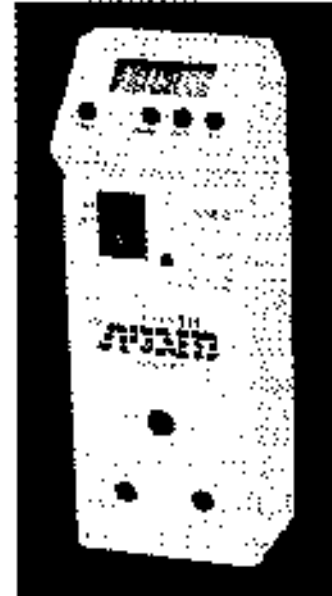
מדרגונית™

S.M.-4



יחידת הגנה למגנים עד 3 כ"ס

- מודולרי - מתאים להתקנה עה"ט או תה"ט בתוספת קופסה מתאימה.
- התקנה פשוטה ומהירה (ללא פתיחת המכשיר).
- ממסר המיתוג בבלק ע"י מכון התקנים.
- הגנה למזגן בדגמי מדרגונית רבים.



"שקע-תקע" עם השהייה, זכרון והפעלה אוטומטית. כולל שעון דיגיטלי + חרבה, 4 תוכניות הפעלה וכבי.

ON/OFF עם השהייה וזכרון מופעל אוטומטית לאחר השהייה

תמונת "מדרגונית" מסוג

יצרן - ש.מ. יוניברסל אלקטרוניקה בע"מ 052-902975

הלוח המודולרי של

GEWISS

תשתית חשמל במפעל, לזמן בלתי מוגבל



110V 230V 380V 230V
1X16A 3 x 16A 5 x 32A שקע ישראלי

מילקווא • יואב



- ★ התקנה מהירה וקלה
 - ★ מכסה – דלת (הברגים הם הצירים)
 - ★ לוחות עם 3 עד 8 פתחים
 - ★ בפתחים ניתן להרכיב ולהחליף את כל סוגי השקעים:
5 x 63A — 5 x 32A — 3 x 16A — 1 x 16A
- חב' זאב שמעון מייבאת את אביזרי גוויס מזה 17 שנה, כאז כן עתה, אנו לרשותך בכל עת.

המודולרים של גוויס החלק הקל בעבודות החשמל

זאב שמעון בע"מ



לקבלת מידע נוסף ובכל שאלה ובקשה, נא פנה למחלקה הטכנית
רח' המפלסים 10, קרית אריה פ"ת טל: 03'9231227

שים את האצבע על גוים



גוים איסליה וחברת זאב שמעון בע"מ, שהביאו לתעשייה הישראלית מבחר אביזרי חשמל מתוחכמים ואמינים, הביאו את מהפכת שנות האלפיים גם למתגים ולשקעים בבית ובמשרד. גוים. סדרה מודולרית מושלמת הכוללת מתגים, שקעים ואביזרי חשמל, פותרת בקלות בעיות טכניות שהכבידו עליך כחשמלאי. ולקוחותיך היא מעניקה עיצוב יפה, בטיחות מלאה, נוחות בהפעלה ותשתית לעתיד.

בעזרת הדרכה קצרה - שתיתן לך עם חיוך... וללא תשלום, תוכל להיווכח גם אתה ביתרונות הרבים של עבודה ב"שיטת גוים":

- * התקנה נוחה וקלה, חיסכון בקומסאות מעין.
- * מגוון יחידות הפעלה הכוללות מלבד שקעים בטיחותיים והפעלת תאורה, גם: האורות התמצאות - חרום, דימרים, פעמון, מזגן, טליוויזיה, מחשב, רמקולים, דוד, גלאי נפח, האורות מדרגות ועוד.
- * בסדרות המודולריות: מפסק זרם מפקט, לוחות לשקעים, ארזוי התקנה וחיבור.
- * באישור מכון התקנים הישראלי.

אביזרי גוים ומערך ההדרכה והשרות שלנו, תוכננו כדי לתת מענה מהיר לדרושותיך ולפתרון בעיות "בטווח". לכן, אם מתעוררת שאלה כלשהי, אל תהסס לפנות אלינו. תב' זאב שמעון שהחלה בפעילותה בשנות 1974, מייבאת את אביזרי גוים מזה 17 שנים. כאז כן עתה אנו לרשותך בכל עת בייעוץ, בסייע, בחכנון ובמתן רוגמואות. מעכשיו שים גוים בהכנית שלך ומובטח לך עוד לקוח מרוצה.

זאב שמעון בע"מ

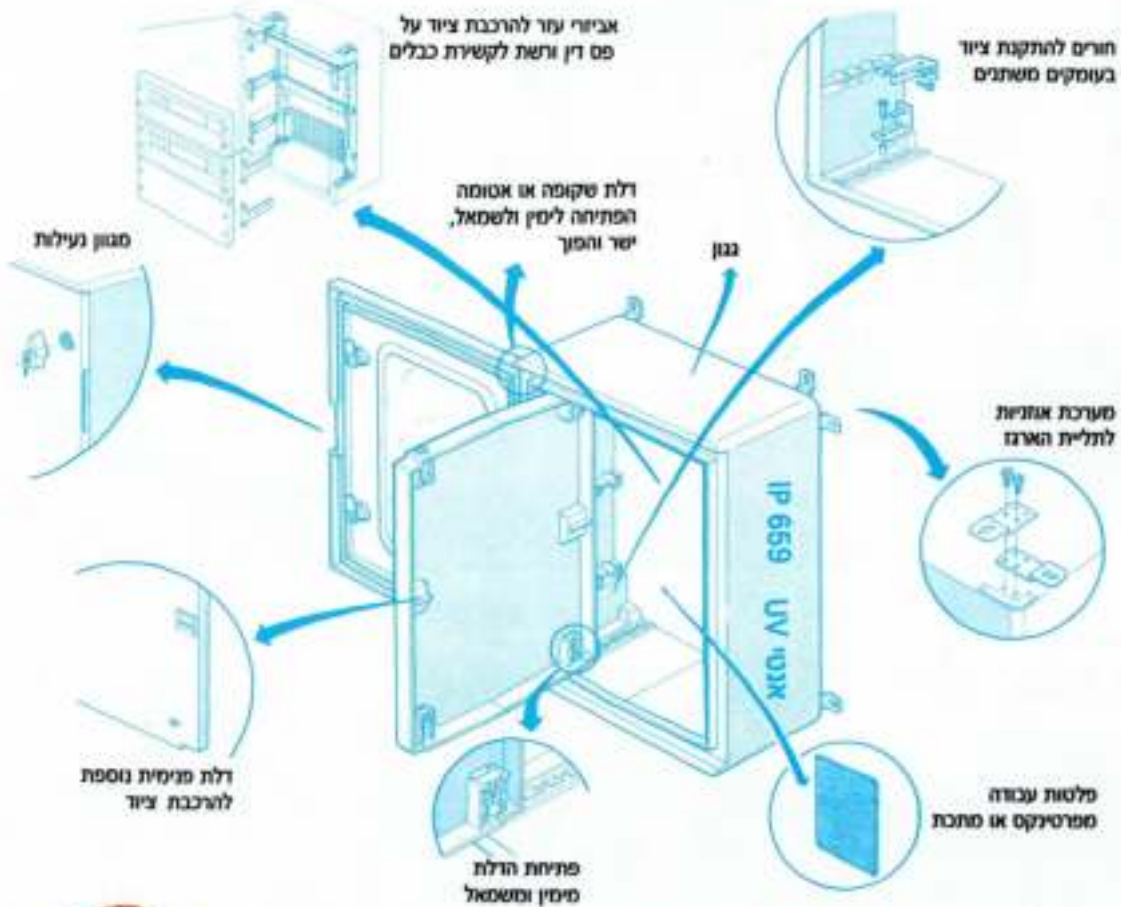
רח' המפלסים 10, קרית-אריה, פתח תקוה
טל: 03-9231227, פקס: 03-9233223
תצוגה בתל-אביב: שד' וושינגטון 18
טל: 03-834111

GEWISS

בחר גוים - והמפרט יהיה מושלם עד הפרט האחרון.

GEWISS

כל היתרונות בארגז פולי'אסטר מודולרי אחד



אשכנזי • אופקים



- ★ אישור בזק
 - ★ מבחר צבעים
 - ★ מגוון גדלים ואביזרי עזר תואמים
 - ★ חסכוני – אתה משלם רק עבור האביזרים הדרושים לך
- חב' זאב שמעון מייבאת את אביזרי גוויס מזה 17 שנה, כאז כן עתה,
אנו לרשותך בכל עת.

המודולרים של גוויס החלק הקל בעבודות החשמל

זאב שמעון בע"מ

לקבלת מידע נוסף ובכל שאלה ובקשה, נא פנה למחלקה הסכנית
רח' המפליסים 10, קרידאריה פ"ת טל: 03-9231227

שלנו

להיות לכם עמית צוותי עבודה
ושלושה ימים אחזקה
לחברה יכולת הפיזו מאמץ וכו'
אדם למיצוי עבודות דחופות
תודעת השמח הגבוהה של
מביאה לקשרים הדוקים עם
הלקוחות גם אחרי גמר הפרויקט



עבודה

אינטר אלקטריק



שרות וביצוע עבודות
חשמל בע"מ
טל: 06-574434
פקס: 06-553357

הכל

פיצוי ותמורת השמל בכל
התחומים בעיקר לתעשייה
מתמחים במערכות-כח
מתח-מתן ומתח גבוה, מערכות
פיקוד ובקרה מערכות תאורת
פנים וחיצונית שרותי אחזקה מתקנים
ומוסדות, בכל הארץ.



לירד שיווק בע"מ



לפי הריח וגודל
הנעלים, הוא שוקל
לפחות 400 ק"ג, עגוד
זה לא נבד מדי ז'

כמה קר!
זו קצת מחוררר!!
אז השתלשם כנענית
מחוררר!!

אוי נורא קררר
יש כאן חמש רוח
פריצים! קררר.

אז שאת
כנעלת לירד, כשהחן
כין שני דיוקנא חמ 2.5 מ'
הפסי להעמיס 125 ק"ג
החוררר!!

אין לו מוח!!
גוליבר נכנס למלמדית
פעלות חבבלים המאחרות
שחמט בנות חמ!



אמרתי להם
שלא תכנסו כזו, לא
עריך שאנ כזה טיול
זה מסש לנו

כנעלות חמ
הקטירה כל כך קלה
יפני עם חמט כל כך
מהר, שחמט נבלתי

כל מהים
שורה, העקנן חמ טוב
תאחרת כחמל או סת'
אשכנז קרמלו חמ
יזמח חמ, וישאיר
חמ עגוד חמ

הגוליבר של התעלות

לירד שיווק החברה הוותיקה ביותר בישראל ביבוא ושיווק תעלות
כבלים מחורצות, סולמות ותעלות רשת טל: 06-574434 פקס: 06-553357

א.ב.ג.ד.ה טרנסמיס

א.י. א.מ. סי.

מנייה פיקוד ובקרה בע"מ

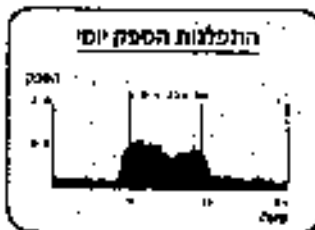
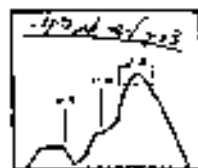


ENERGY MEASUREMENT AND CONTROL Ltd.

פקס: 09-509671

09-588001

אורז 20, HERZLYA, ISRAEL 48474



מדידות חשמל ממוחשבות



שירות
מקצועי אמין

- ★ שרות
- ★ מכירה
- ★ השכרת ציוד

- ◆ מדידת פרופיל צריכה חשמלי
- ◆ רישום הפסקות חשמל
- ◆ מדידת הרמוניות ומצבי מעבר
- ◆ בדיקת חשבון חשמל ע"י מדידה-
- ◆ מדידה לקביעת הספק גנרטור
- ◆ מדידה לקביעת הספק תיבורה"ח
- ◆ בדיקת דליפות, זליגות ומיטבים

שווק ציוד מדידה ממוחשב

- מוני חשמל לתערו"ז
- רב מודד ממוחשב ללוח חשמל
- רשמי הפסקות חשמל
- מזוודות מדידה ייחודיות
- בקרי מקדם הספק (cosφ)
- מוני חשמל יחודיים
- מדי בידוד והארקה
- ציוד מדידה ייחודי לפי דרישת הלקוח

פרדום "סגנון" חיפה



LIGHTING - **OUT**

פיליפס מקדמת אותך מעי



SL-DECOR



SL

קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ



LIGHTING -IN



PHILIPS LIGHTING

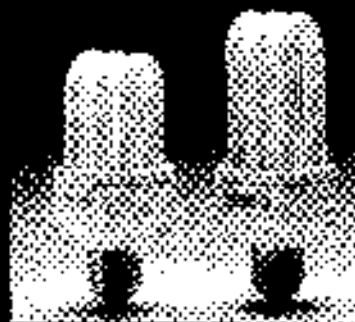


• נהגה של פיליפס

8000 שעות אור קדימה!



PL-ELECTRONIC / C



PL-ELECTRONIC / T

משרד ראשי: רמת השרון טל. 03-5492998 סניף חיפה: טל. 04-410330 סניף באר-שבע:
טל. 057-235916 סניף ירושלים: 02-536332 מחסן מרכזי: רעננה טל. 09-440202



קורס

אחזקת מתקני מיזוג אוויר

5 מפגשים בימי ב' החל מ 13.9.93
בשעות 08:30-16:30, בת"א

קורס

משאבות

5 מפגשים בימי ב' החל מ 27.9.93
בשעות 08:30-16:30, בת"א

לימודי תעודה

ניהול אחזקה

40 מפגשים בימי ג' החל מ 19.10.93 בשעות 17:15-20:15 בת"א
מהול מקצועי: חתמתן נכון והכרזתן לשוואל הסדרה ללימודי המשך ולמימון

קורס

אלקטרוניקה לחשמלאי תעשייה

8 מפגשים בימי ר' החל מ 12.10.93 בשעות 08:30-16:30, בת"א
ניהול מקצועי: מרכז טכנולוגי ביה"ס להנדסאים, אונ"ת"א

קורס

בקרה תעשיתית WIZKON

8 מפגשים בימי ב' החל מ 13.9.93 בשעות 08:30-16:30, בת"א
מהול מקצועי: מרכז טכנולוגי ביה"ס להנדסאים, אונ"ת"א

קורס

כיוול מכשירי מדידה

5 מפגשים בימי ב' החל מ 13.9.93 בשעות 08:30-16:30, בת"א

יום עיון

בקרים מתוכנתים

יום ה' 2.9.93 בשעות 08:30-16:30, בת"א
מהול מקצועי: מרכז טכנולוגי ביה"ס להנדסאים, אונ"ת"א

קורס

מערכות תאורה

16 מפגשים בימי ד' החל מ 10.11.93 בשעות 17:15-20:15, בת"א
ניהול מקצועי: מרכז טכנולוגי ביה"ס להנדסאים, אונ"ת"א

קורס

מערכות מתח גבוה

16 מפגשים בימי ב' החל מ 15.11.93 בשעות 17:15-20:15, בת"א
מהול מקצועי: מרכז טכנולוגי ביה"ס להנדסאים, אונ"ת"א

לפרטים נוספים יורשמה:

מירב הדרכה 1990 בע"מ

תשייה 6 תל אביב 67218 טל' 03-5621254 פקסי 03-5621255

מנערת מירב תעשיות הודק בע"מ יצאנו מקצועית מירב הדרכה (1990) בע"מ - מייסדים: יצחק עיון מירב עיון



TAG 100

ח'בוט חלוקה
למכסקים אומומטיים

תעלימית
talimit



תעלימית בע"מ ממלא אור התעשייה ת.ד. 439, קריית גת 82103 טל: 07-811236-8 פקס: 07-811385
משרדי מכירות: יצחק שדה 34 ת.ד. 9008, תל-אביב 61090 טל: 03-5374642 פקס: 03-5374070 • סודיץ 3, ת.ד. 860 נבמתיים 53108 טל: 03-5712973 פקס: 03-5713032



סידרת GOLF החדשה נותנת לך יותר!

- ★ לוח חלוקה פונקציונלי כולל גב ודלת.
- ★ התקנה עה"ט ותה"ט.
- ★ דגמים 1, 2 ו-3 שורות, 12 מאמטים לשורה.
- ★ דלת אטומה או שקופה הניתנת לפתיחה של 180°
- ★ אפשרות שינוי כוון הפתיחה ואפשרות של נעילה.
- ★ מרווח במיוחד לחיווט, כולל פסי אפס והארקה.
- ★ כבה מאליו, בידוד כפול, עמיד ב-850° בהתאם לתקן.



א. ג. מולכו ציוד חשמל ותעשייה בע"מ

רחוב מבטחים 1, קרית מטלון, פתח-תקוה, טל: 03-9247037/8
פקס: 03-9233452 מכתבים: ת.ד. 18121, תל-אביב 61181

בע"מ מולכו א. ג. מולכו

Flash

שעוני פיקוד לבקרת זמן לאורך הזמן!

שעוני פיקוד מכניים סידרת MICROMAT 13000

- ללא חרבה/עם חרבה 72 שעות.
- מחזור 2 שעות, זמן מינימלי 75 שניות.
- מחזור 24 שעות, זמן מינימלי 15 דקות.
- מחזור 7 ימים, זמן מינימלי 2 שעות.
- התקנה על פס אום / על פנל.
- חיבורים מוגנים.
- מפסק מחליף כלול.



13002

שעוני פיקוד אלקטרוניים סידרת MONOTRON 200

- גיבוי על ידי סוללת ליטיום (10 שנים).
- עד 140 פעולות לשבוע.
- זמן הפעלה מינימלי 1 דקה.
- מפסק ON/OFF כלול.
- תכנות מ-1 שעה עד 27 יום.
- אפשרות תכנות מבלי להתחבר לרשת.
- חיבורים מוגנים.



23701

א. ג. מולכו ציוד חשמל ותעשייה בע"מ

רחוב מבטחים 1, קרית מטלון, פתח-תקוה, טל: 03-9247037/8
פקס. 03-9233452 מכתבים: ת.ד. 18121, תל-אביב 61181

MERLIN GERIN

mastering electrical power



השק אוהר הכן...
טל: 09-559407

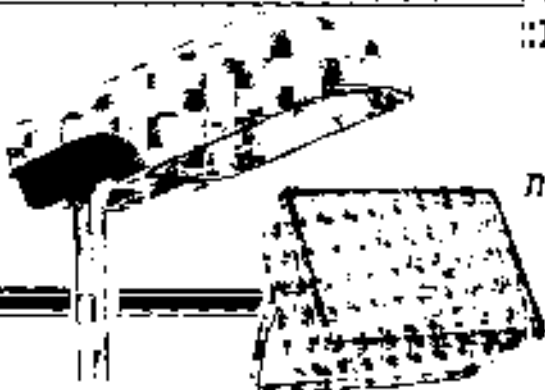
סומת SOMET

סוכנויות חשמל לתעשייה בע"מ
טל. 09-559407, פקס. 09-558135

זרמים - תעשיות חשמל בע"מ

מושב בני ציון, מיקוד 60910, טל. 903362, 062-916197, פקס. 052-916177, למכתבים: תד. 1331 הוד השרון

סוכנים בלעדיים ויבואנים של החברות הבאות:



תאורת רחובות
תאורת שטח
תאורת סביבה ודקורטיבית
תאורת ספורט



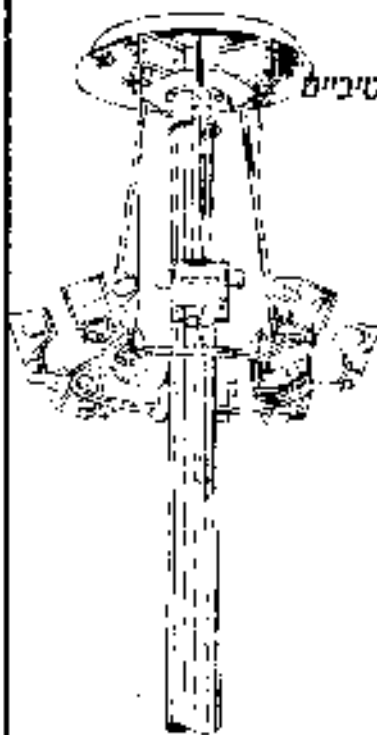
אנגליה גרמניה
צרפת, "זורפאן"
שבדיה - יונגרן

"פטיזאן" - צרפת

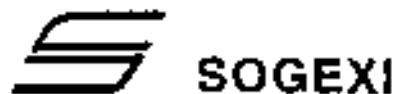
היצרן הגדול בעולם לעמודים



- * תאורה עד 120 מ"ר
- * רשת עד 400 ק"ו
- * אלומיניום ודקורטיביים
- * סרטי נירוסטה



צנורות תאורה
עיגולים, אובליים, רבועים
משולשים, משולבים



מהדקי עמודים BC2-3
קופסאות בדוד כפול לעמודים



CEGELEC

INDUSTRIAL CONTROLS

AC ווסתים GD2000

AC ווסתים GD4000

40

DC ווסתים

פרטים נוספים
לחצו על "תפוח" היפה

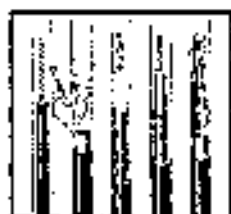
MICRODRIVE 3 תעשיתיים
MICROFLO 3 למפוחים ומשאבות
ASDI 2000 תעשיתיים

ווסתי מהירות

י. קשטן חומרי ח

כבלים מכל הסוגים

- * כבלי אלקטרוניקה, פיקוד וקואקס.
- * כבלי פיקוד לבקרים גמישים, ממוספרים, מסוככים.
- * כבלי חשמל וכו',
- * כבלי טלפונים וריכוזות.
- * כבלים לתנאי שטח קשים מסוג פוליאוריתן.
- * כבלים שטוחים למעליות כנונית ועגורנים.
- * כבלים חסיני אש PYRO, ELODUR
- * כבלי מתח גבוה מבודדי-XLPE
- * כבלי מכשור רגילים ומשוריינים.
- * כבלים ל-BAMBOO-CATV
- * סיבים אופטיים



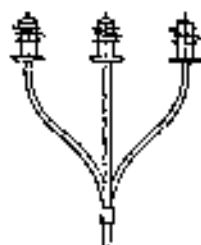
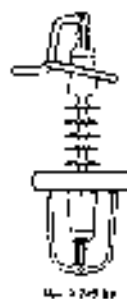
תאורה ופיקוד תאורה

מוגנת מים, אבק, התפוצצות, תאורה ניידת, תאורת שטח ברכות ומיכלים, תאורת פלורסנט, פנימית וניידת תאורת רכב צבאי ומסוסים, תאורה לתדרי צבע, פנסי כיס מונגי התפוצצות, מפסקי תאורה, פיקוד תאורה דימרים לפלורסנטים ומערכות שליטה מדחוק עד 12kW.



אביזרי מתח גבוה

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



without life line
insulated in its packaging
safety

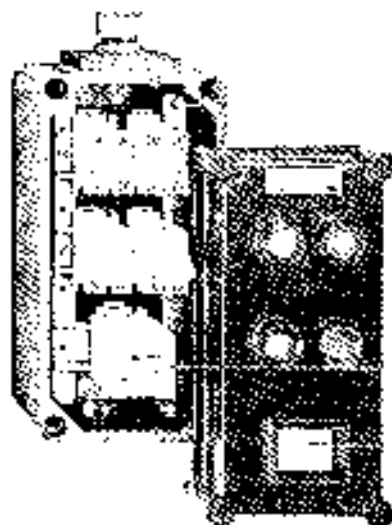


CARIBONI
Permal

שמל בע"מ (נוסד 1932)

ציוד מוגן התפוצצות

קופסאות, אביזרי פיקוד, שקעים תקעים, מתנעים, מפסקי זרם עד 180 A, מפסקי גבול וחוצצים מוגני התפוצצות, פעמונים תעשייתיים ומוגני התפוצצות, כניסות כבל ומתאמים בין הברדות, כניסות כבלים מפליז ונירוסטה, מעברים מוגני אש לכבלים בין חדרים. תאורה קבועה וניידת



EEExde. IIC T6

BST • PEPPERS

פיקוד ובקרה

- ★ מתמרים מכל הסוגים (טמפ' זרם, מתח ועוד), חוצצים ותצוגות תהליך.
- ★ בקרת טמפ', לחץ, לחות זרימה וגובה.
- ★ רגשי קרבה מיוחדים.
- ★ רגשי רעידות.
- ★ ממברנות פיקוד למיכלי תערובת בכל הגדלים.
- ★ ברזים אוטומטיים אינפרארד לתעשית המזון, בתי חולים, מעבדות ומערכות אינסטלציה סניטרית.



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

י. קשטן חמרי שמל בע"מ

תל-גיבורים 5 תל-אביב טל. 03-810958 (רג קווי) פקס. 03-6835025
 סניף באד-שבע יאיר שטרן 17, טל. 057-277024, פקס. 057-277597

סניף פתח תקוה, טל. 03-688021



נ'ת ה'תשנ"ג להכשרה מקצועית

לפי

מוסד
להשכלה
גבוהה

המגמה ל- השנה - ואוטומציה

החלה ההרשמה לשנת הלימודים תשנ"ד
הלימודים מתקיימים במתכונת של לימודי יום (אלא אם צוין אחרת)
אפשר לקבל במקום שירותי אוכל ולינה

רשימת הקורסים וההשתלמויות

תחום

חשמל "מנשי"

5 חודשים 3 ימים בשבוע
נובמבר '93

חשמל "מוסטר" - מסלול רגיל

8 חודשים 4 ימים בשבוע
ספטמבר '93

חשמל "מוסטר" להנדסאים

4 חודשים 3 ימים בשבוע
נובמבר '93

חשמל יראשי -

5 חודשים 3 ימים בשבוע
אוקטובר '93

חשמל יפתח גבוה

3 חודשים 2 ימים בשבוע
דצמבר '93

אלקטרוניקה תעשייתית לחשמלאים

3 חודשים 2 ימים בשבוע
ספטמבר '93

קירור ומיזוג אוויר

6 חודשים 2 ימים בשבוע
אוקטובר '93

בקרים סתוכנתיים

3 חודשים 2 ימים בשבוע
אוקטובר '93

לימוד יום או ערב

מיכשור במערכות בקרה

3 חודשים 2 ימים בשבוע
אוקטובר '93

לימוד יום או ערב

אוטומציה תעשייתית

4 חודשים יום בשבוע
נובמבר '93

לימודי יום או ערב

* מרבית הקורסים נערכים ע"פ תכניות לימודים של משרד העבודה ובפיקוחו

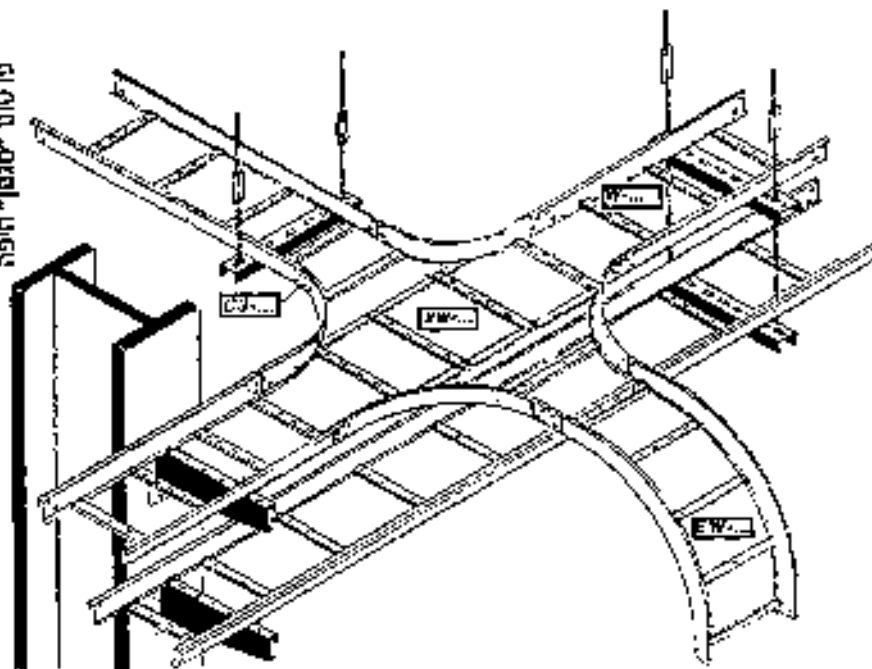
טל. 09-685131 שלוחות 34 / 33

פרטים והרשמה: המרכז להכשרה מקצועית

נאור בע"מ ייצור ואספקת סולמות כבלים.



פרסום 'סגנון' חיפה



סולמות נאור מציעים:

1. מגוון רחב של מידות ואביזרים
2. 150 פרטים פונים בקטלוג.
3. חוזק מכני גבוה - נוחותם לעומסים שונים.
4. הגנה בפני קרינה - גלון אנכי חם נסבלה, וצבע אפוקסי
5. מגוון אביזרי תמיכות.
6. אספקה מהירה - השרות מעל לכל!

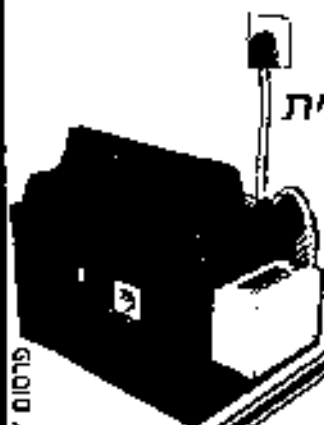
רח' חלוצי התעשייה 79 ת.ד. 10256 מפרץ חיפה. מיקוד 26110 טל. 414834, 411142-04 פקס. 414528-04

למידע נוסף סמן 54:20

נ.ב.א. (1988) בע"מ מערכות חשמל חילופי

מערכת מהפכנית

לחיבור גנרטור חרום דרך השקעים
שבמתקן בהתנעה
אוטומטית או חצי
אוטומטית



פרסום 'סגנון' חיפה



עמדת כח

רתכת-גנרטור
משקל 28 ק"ג
כושר ריתוך עד 200A
גנרטור 2KW

רח' המרושת 7 3 ק. ביאליק 27000, ת.ד. 8062 ק. ביאליק 21003 טל. 760279-04 טל.פקס. 760352-04

למידע נוסף סמן 54:21

שידור למתקני חשמל (מקבוצת סומת בע"מ)

במקרה של תקלה צלצל ל"שלה" 24 שעות ביממה

שירות למוצרי
MERLIN GERIN
מע' אל פסק
מתקני סתח גבוה
לוחות מתח נמוך
כולל אספקת
ציוד חליפי

גבוי ושירות לכל מוצרי MERLIN GERIN

ת.ד. 2188 הרצליה 46120

פקס: 09-558135, 09-558407, 03-8750750, מנוי: 5870

אזורית: 03-8750750

שלה

שלה

סגנון פרסומים סל 04-868071

למידע נוסף טלן 54:22

ISOMETER® יש רק אחד!

איזומטר של BENDER!

זינה צפה עם איזומטר:

- ▶▶▶ למניעת השבתה בשעת קצר (בניגוד לממסר פחת "מקובל")
- ▶▶▶ להגנה בפני התחשמלות
- ▶▶▶ "מתחייב" לגברטורים ולמערכות נייחת בתנאי הארקה קשים
- ▶▶▶ להגנה עם מנועים בעתודת חרום
- ▶▶▶ לאמינות גבוהה במערכות פיקוד ובבקרים מתוכנתים



אלפי יעוץ ושיווק בע"מ

רח' צה"ל 98, ת.ד. 994 קיראון 65109, טל: 03-343506, פקס: 03-340776

elicos

למידע נוסף טלן 54:23



חבר
מיי

א.א.א.ס

יבוא ושיווק ציוד חשמל לתעשייה

- ★ מותקנים אוטומטיים עד 5000 A
- ★ מנועים
- ★ מפסקים בעומס
- ★ קבלים יבשים לשיפור נורם בהספק
- ★ קבלים לתאורה, כמונעים ולמתח גבוה
- ★ מכשירי מדידה
- ★ מנועי חשמל
- ★ שואבים מתח זמין ומתח גבוה
- ★ ומחירי ציוד נוסף

AEG
SOCOMEK
DUCATI
GANZ

וסוכנויות
גוסספות

פרסום "צוות" חמה



מפעל ומשרד ראשי: אזור התעשייה תל-חנן ת.ד. 159
טל. 04-323113, פקס. 04-325892
סניף מרכז: טל. 09-585665

למידע נוסף סמן 54:24



הנדל סומת
מתקני חשמל בע"מ

אתה משקיע בתכנון

MERLIN GERIN משקיעה באיכות ואמינות

משקיעים בביצוע

הנדל סומת
מתקני חשמל בע"מ

ביחד העבודה מושלמת!

סגנון פרסומים טל. 04-669071

הנדל סומת מתקני חשמל בע"מ ת.ד. 2153, בית מרכזים הרצליה 46120, טל. 04-104-587 (09) פקס. 09-585-891 (09)
HENDL SOMET ELECTRICAL INSTALLATIONS LTD. P.O.B. 2154 MERKAZIMHERZELIA 46120 TEL. (972)(9)587-104 FAX. (972)(9)505-091

למידע נוסף סמן 54:25



מערכות מיגון אש
(שריט 1988) בע"מ

מערכות פסיביות למניעת התפשטות אש ועשן

- ★ חסימת אש במעברי כבלים וצנרת.
- ★ ציפוי כבלי חשמל ותיקשורת.
- ★ הגנה על קונסטרוקציות מתכת.

פרטים נוספים

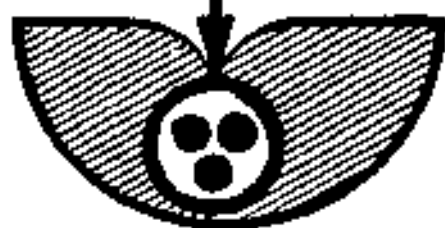
FLAMMASTIK®
KBS System



רח' העמל 10, ת.ד. 208 אזור התעשייה אור יהודה 60251
טל. 5339284-03
פקסימיליה 5339285-03

למידע נוסף סמן 54:27

בדקו כבל



בדיקת כבלים
קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

דטא-רח' עוזיאל 48 רמת גן
טל': 5714696, 6779775-03
טל' בית: 740513-03

למידע נוסף סמן 54:28

אולטרה שילד

מגן אולטרה סאונד נגד מזיקים

השיטה האלקטרונית נגד מזיקים

מחקרים באוניברסיטאות רבות, במהלך שלושים השנים האחרונות קבעו באופן חד-משמעי שניתן להשתלט על מכרסמים ומזיקים אחרים תוך שימוש נכון במחוללים אולטרה סוניים הסודקים בתחום תדירות ובקצב נכונים.

כיצד משפיע אולטרה שילד על מזיקים?

- ★ **סכרסמים** - נשמע להם כאזעקות צורמות, דגדג המערער את תימקודי טפס ומשבש שיווי משקלם.
- ★ **מזיקים** - תנודות האוויר תורמות לרטט במחושיהם. ואין הם מסוגלים למצוא מאן או את בני המין השני, התוצאה שבר כמעט הריגה ורעב.
- ★ **פרעושים** - מטולטלים על התנודות באוויר ואינם מסוגלים לקפץ על קורבנם המיועד.
- ★ **חרקים מעופפים** - יתושים, זבובים ומזיקים נמנעים מכניסה לתוכם האוויר חרוץ תנודות.
- ★ **חיית טרף** - כלים בפנימיות נפגעות מרחיקים מיות טרף המתקרבות לנדרות בטחון, לולים גידיולי מיות אחרים.

ייחודים של מכשירי אולטרה שילד:

- ★ הרכיבים סגונים כפני רטיבות מוחתם יצוקים בטון שרפים.
- ★ חדגמים ראגמים ובפיקוח הרשות לשימור הסביבה (E.P.A) באר"ב.
- ★ המכשירים משלים את התדר 3 פעמים בשנית, למניעת הסתגלות המזיקים לעיסוף החזק שמפעל נדום.
- ★ חסונו האפקטיבי של המכשירים גבוה יחסית כ-5-20 מ'.
- ★ המכשירים עצמאיים ללא תלות במערכת מרכזית.

- יבוא, שיווק ושירות לכל הארץ -

770101 ספיקס

בית הבורג (1989) בע"מ

רח' יוליס סימן 25 טברך חיפה טל: 410110-04 מוק: 410418-04
ת.ד. 5193 ק. ביאליק 27151

אולטרה שילד - הנזק למזיק

למידע נוסף סמן 54:26

א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל

בקובץ התקנות מסי' 5512 מיום 30.3.1993, דף 709, מורסמו תקנות חשמל חדשות תחת השם: **תקנות החשמל (התקנת מערכות אל-פסק סטטיות במתח נמוך) התשנ"ג - 1993**.

שם התקנה מרמז, שהיא עוסקת בתנאי ההתקנה של מערכות אל-פסק ולא באופן בנייתן הפנימית. מטרתן העיקרית של התקנות היא להבטיח שלא יוכל להופיע מתח מסוכן בכל חלק נגיש של המערכת, בכל תנאי הפעלתה – עם או בלי מעקפים, כשהיא מחוברת לרשת הזינה או מנותקת ממנה.

אשר לאופן בנייתן של המערכות וביצועיהן, הרי קיים תקן ישראלי, ת"י 2146, הדן בכך. תקן זה, על ידי הכללתו בתקנות, מקבל תוקף חוקי מחייב כמו כל תקן אחר הנכלל בתקנות כלשהן, גם אם הוא אינו תקן רשמי.

תקנות החשמל (התקנת מערכות אל-פסק סטטיות במתח נמוך) התשנ"ג - 1993

לוח פרטי התקנות:

פרק א' – פרשנות

1. הגדרות

(א) בתקנות אלה

"מערכת אל-פסק" – התקן המיועד לספק אנרגיה השמלית בורם חילופין בתדר 50-60Hz, באופן רציף גם במקרים של שינושים ברשת האספקה הרגילה, ההתקן כולל ממיר, מיישר ומצברים וזאת בנוסף לצידוד עזר כגון שנאים ואמצעי מיתוג.

"מעקף תפעולי" – התקן המאפשר הגברה אוטומטית של זינת העומס בין רשת הזינה לבין מערכת אל-פסק, באמצעות רכיבים סטטיים או מעגלים;

"מעקף לתחזוקה" – התקן של מפסקים אלקטרומכניים המאפשר זינת העומס ישירות מרשת הזינה לצרכי תחזוקה וכיוצא באלה;

"מתח נמוך מאוד" – מתח בין מוליכים שאיננו עולה על 50 וולט או 24 וולט בהתאם לתקנות לפי החוק החלות על אותו מיתקן.

(ב) מונחים אחרים בתקנות אלה יפרשו כמשמעותם בחוק ובתקנות אחרות שלפניו.

3. התאמה לתקן

(א) מערכת אל-פסק תתאים לתקן ישראלי ת"י 2146.

(ב) התאמת מערכת האל-פסק לסיווג שלפי תקנה 212(א) או (ב) תסופן בצורה ברורה ובתקיימא.

(ג) אבזרים של מיתקן מערכת אל-פסק יתאימו לתקן החל עליהם.

כל מערכת חייבת לשאת סימון המראה על קיום או העדר חיבור גלוי בין אפס המבוא (צד הזינה) לבין אפס המוצא (צד העומס). דבר זה נחוץ להבטחת קיום הדרישות שבתקנה 5.

פרק ב' – אמצעי בטיחות

4. מניעת מתח חוזר מסוכן

מערכת אל-פסק ואופן התקנתה יבטיחו שכאשר נפסקת הזינה או התקע המזין נשלף, לא יופיע מתח חוזר העולה על מתח נמוך מאוד בין שני הדקים או שני פינים כלשהם של המבוא ליבות הדק או פינ הארקה, למשך יותר מ-5 שניות.

דרישה זו אומרת, שהמערכת צריכה לספק מתח לעומס לאחר הפסקת הזינה הרגילה מבלי שתחזיר מתח לצד המבוא ליותר מאשר 5 שניות לאחר קרות ההפסקה.

5. מערכת אל-פסק בעלת חיבור גלוי המונעת בחיבור קבוע

במערכת אל-פסק המונעת בחיבור קבוע כמסווג בתקנה 212(א) וגם קיים בה חיבור גלוי כמסווג בתקנה 212(א) ישמש החיבור הגלוי בין מוליכי האפס (N) כהארקת

בתקנות אחרות, כגון בתקנות חצרים חקלאיים, או בתקנות אתרים רפואיים העומדות לפני פרסומן, מתח נמוך מאוד מוגדר כ-24 וולט. מבחינה בטיחותית, יש לשים לב באיזה מיתקן באה מערכת האל-פסק ליישום ולקבוע את ערך המתח הנמוך (מבחינה בטיחותית) בהתאם.

2. סיווג מערכות אל-פסק

מערכות אל-פסק תסווגנה כדלקמן:

- אופן החיבור לזינה – (א) חיבור קבוע באמצעות מפסק; (ב) חיבור באמצעות תקע ובית תקע המותר בזינה חד-מופעית של עד 16 אמפר בלבד;
- חיבור גלוי בין מוליך האפס (N) במבוא לבין מוליך האפס (N) במוצא; (א) הימצאות חיבור כאמור; (ב) העדר חיבור כאמור;
- מעקף תפעולי – (א) הימצאות מעקף כאמור; (ב) העדר מעקף כאמור;
- מעקף לתחזוקה – (א) הימצאות מעקף כאמור; (ב) העדר מעקף כאמור.

מאחר שארבעת המצבים הנוכרים לעיל, בהימצאותם או בהעדרם, קובעים את תנאי הבטיחות של המיתקן ואת האמצעים שיש לנקוט להגנת המפעילים, יש חשיבות רבה לידיעה ברורה של הסיווג המדויק. מרבית התקנות שבהמשך עוסקות בדרישות לגבי הסיווגים השונים.

השיטה של המערכת ויקוימו בו התנאים הבאים כולם כאחד:

(1) לא יותקן חיבור הארקה נוסף למוליך האפס (N),

(2) לא תופסק רציפות מוליכי האפס (N) מרשת הזינה ועד למערכת האמורה לרבות המעקה התפעולי, אם ישנו, כמסווג בתקנה 32(AA),

(3) בזינה תלת־מופעית יהיו המפסקים תלת־קוטביים בלבד, ובזינה חד־מופעית יהיו המפסקים חד־קוטביים בלבד, על אף האמור בתקנות החשמל (מעגלים סופיים במתח עד 1000 וולט), התשס"ה - 1984,

(4) ליד פס האפס בכל לוח במסלול הזינה של המערכת, כמתואר במסכה (2) יותקן שלט.

זהירות - מוליך האפס מטמט גם להארקת השיטה של מערכת אל־פסק ואין להפסיק את רציפותו.

יש חשיבות עליונה לקיום הרציפות של מוליך האפס, המוארק בנקודה כלשהי, עד למוצא של מערכת האל־פסק, כי אותה ההארקה משמשת גם הארקת שיטה של העומס עצמו.

גם בזמן הפעלת המעקה התיפעולי, המעביד את העומס מזינת הרשת אל זינת המערכת, יש לדאוג להמשך רציפות האפס מן הרשת ועד לעומס.

בגלל הצורך בשמירת רציפות האפס אסור להשתמש במפסקים דו־קוטביים ברשת חד־מופעית ושל מפסקים ארבע־קוטביים ברשת תלת־מופעית. דבר זה מנוגד לדרישות שבתקנות מעגלים סופיים, תקנה 31, ולכן ניתן פטור מדרישות אלה בתקנה 35) הני"ל.

6. אמצעי הגנה מותרים במוצא המופרד באופן גלוי מהמבוא

במערכת אל־פסק שבה קיימת המרדה גלונית כמסווג בתקנה 22)ב) מותר להשתמש במוצא באחד מאמצעי ההגנה הבאים:

(1) הארקת שיטה אשר תחובר לאלקטרודה מקומית או לפס השוואת מוטנציאליים,

(2) הפרד - זינת מכשיר צריכה אחד בלבד,

(3) זינה צפה (IT) עם משננה, ניתן לוותר על משננה אם חישוב או ניסוי מראים שבמקרה של קצרים בזמניים לגופים שונים, לא יופיע מתח תקלה העולה על מתח נמוך מאוד למשך יותר מאשר 5 שניות.

במערכת המתוארת לעיל, כאשר אין בה רציפות האפס - בניגוד למצב המתואר בתקנה 5 - יש לפעול באחת משתי דרכים לשם הגנת המערכת:

- (א) ליצור הארקת שיטה של העומס, או
- (ב) להשאיר את המערכת "צפה", דהיינו ללא הארקות שיטה ולהגן על המערכת על ידי "זינה צפה (IT)" או על ידי שיטת "הפרד", שהיא, כידוע, מוגבלת לזינת מכשיר צריכה אחד בלבד.

7. אמצעי בטיחות בזמן קצר

במערכת אל־פסק יקוימו הדרישות הבאות כאשר נוצר קצר לגוף של ציוד מסוג 1:

(1) כשהמוצא מוזן מרשת האספקה באמצעות מעקה כלשהו - ינותק המעגל המזין תוך 5 שניות,

(2) כשהמוצא מוזן על ידי המסיר של המערכת - לא יופיע מתח מגע העולה על מתח נמוך מאוד.

הדרישה שבתקנה 11) היא הדגשה של הנדש בתקנה 42)א) של תקנות הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול, דהיינו הפסקת הזינה תוך 5 שניות לכל היותר במקרה של קצר.

אם מאידך ההזנה של העומס באה דרך המסיר, כמתואר בתקנת משנה 2), אזי הדרישה היא שמפלי המתח בתוך המערכת יהיו כאלה שלא יופיע מתח מגע, בעת קצר לגוף, העולה על מתח נמוך מאוד, דהיינו, 50 וולט או 24 וולט לפי העיף.

8. מערכת אל־פסק הניזונה באמצעות תקע ובית תקע עם חיבור גלוי

במערכות אל־פסק המסווגת לפי תקנה 11)ב) ו-22)א) יקוימו התנאים הבאים כולם כאחד:

(1) אין להשתמש בהגנה על ידי הפרד או על ידי זינה צפה (IT),

(2) כאשר התקע המזין נמצא במצב "שלוף" -

(א) חישוב או ניסוי יזיחו שבמקרה של קצר, מפל מתח על מוליכי ההארקה או מוליכי ההגנה, לא יעלה על מתח נמוך מאוד למשך יותר מ-5 שניות,

(ב) יוכיח כי במידה שיופיע מתח העולה על מתח נמוך מאוד בין פין פין ההארקה לבין פין האפס של התקע, תופסק מערכת האל־פסק באופן אוטומטי ללא השגחה.

צורת החיבור המתוארת לעיל, שהיא לפי הסיווגים 11)ב) וכן 22)א), מהווה סיכון פוטנציאלי נבוה, כי עם שליפת תקע המבוא מבית התקע של זינת הרשת עלול להופיע מתח חוזר ממערכת האל־פסק על הפתים של התקע, לכן, יש להבטיח שאם המתח על הפתים נשאר בגבולות של מתח נמוך מאוד, הוא בכל זאת לא יתקיים יותר מאשר 5 שניות, אם, מאידך, המתח עולה מעל המותר למתח נמוך מאוד, אזי הוא יפסק מיידית.

קיום הוראה זו יש להוכיח על ידי חישוב באמצעות הפרמטרים של רכיבי המערכת, או על ידי ניסוי מעשי.

9. מעקה לתחזוקה

(א) המפסקים הכלולים במעקה לתחזוקה יהיו אלקטרו־מכניים, משולבים בפעולתם ומיועדים להפעלה במכוון ובאמצעות פשלה ידנית.

(ב) יכול שבזמן הפעלת המעקה לתחזוקה, תהיה מקבילות בין מתח הרשת לבין מתח המוצא של המערכת, למשך שנייה אחת לכל היותר.

התקנה מובנת מאלוה. ההקלה הניתנת ב-19) נחוצה בגלל הקושי להבטיח פעולה מסונכרנת מושלמת בין מספר מפסקים אלקטרו־מכניים. לכן מותר שתתקיים מקבילות בין שתי האספקות, אך לא יותר מאשר שנייה אחת.

10. אמצעי לגיתוק הזרם הישר

היה ומערכת אל־פסק מונת ממצברים המסוממים מוחך למעטפת שלה, יותקן בקרבתה, במקום נוח לגישה, אמצעי להפסקת הזרם הישר.

11. מיקום מערכת אל-פסק ומצברים

(א) מערכת אל-פסק תיבנה ותמוקם כך שתאפשר גישה נוחה לכל חלק מחלקיה למטרות תפעול ותחזוקה; מקום התקנתה יהיה מואר ומאוורר באופן טאון.

(ב) מקום התקנת מצברים יאוורר כך יימנעו חימום יתר או הצטברות גזים הנפלטות מהם, וישולט לענף הימצאות חומרים כימיים מסוכנים, פליטת גזים נפיצים או מאכלים וכיוצא באלה.

שתי התקנות לעיל מתייחסות למערכות גדולות, אשר להן מקור אספקת זרם ישר נפרד, מחוץ למערכת עצמה.

12. שילוט אזהרה

(א) מערכת אל-פסק תצויד, במקום בולט לעין, בשלט:

"זהירות – מערכת אל-פסק; קיים מתח גם לאחר הפסקת הזינה!"

(ב) ליד בתי תקע ומפסקים המוגנים ממערכת אל-פסק ייקבע שלט:

"מוזן ממערכת אל-פסק"

פרק ג' – הוראות שונות

סעיפי פרק זה סטנדרטיים, כבכל התקנות האחרות.

יש רק לשים לב למרטים הבאים:

(1) בדיקה בטרם ההפעלה הראשונה נדרשת רק לגבי מערכות המחוברות בחיבור קבוע באמצעות מפסק.

(2) הארכת שיטה של מערכת קבועה כזאת יש לבדוק אחת לחמש שנים.

(3) התקנות אינן חלות על מערכות שמתח המוצא שלהן בנבולות של מתח נמוך מאוד, דבר שגם מרומז בשמן של התקנות.

לחק התקנות באופן מילולי.

13. בדיקת מערכת אל-פסק

(א) מיתקן קבע המוזן ממערכת אל-פסק כמסווג בתקנה 112א, ייבדק לפני הפעלתו הראשונה כדי לוודא שהתקיימו במערכת הוראות תקנות אלה.

(ב) הארכת השיטה של מערכת כאמור תיבדק אחת לחמש שנים לפחות.

14. תחזוקת מערכת אל-פסק

מערכת אל-פסק תתוחזק במצב תקין ויעיל ליקויים במערכת כאמור יתוקנו ללא דיחוי.

15. אחריות

חובה המוטלת לפי תקנות אלה ידאו אותה כמוטלת על מתכנן המיתקן, על מתקינן, בעל, מחזיקו או מפעילו, הכל לפי הענין, והוא כאשר אין כוונה אחרת. משתמט.

16. תחולה

תקנות אלה יחולו על כל מערכת אל-פסק סטטית אשר מתח המוצא שלה עולה על מתח נמוך מאוד ואשר תותקן לאחר תחילתן של תקנות אלה.

17. תחילה

תחילתן של תקנות אלה ששה חודשים מיום פידסומן. כ"א באדר התשנ"ג (14 במרס 1993).

לפיכך תאריך כניסתן של התקנות לתוקף הוא: **14 בספטמבר 1993**

ב. ועדת הפירושים

במסגרת הזמנתו יכול הסומין גם להחמיר ולדרוש תנאים מעבר לאלה המוסתבים בחוקים השונים, בתקנים ובמיפרטים. כל הדרישות שבמסמכים האלה הן דרישות מיזעריות ובהסכמה בין מומין לבין מבצע אפשר להעמיד דרישות לחומרה, אך לא לקולא, בהתייחס לכתוב בחוק.

הימצאות מוליכי מיתקן ביתי בשטח של מיתקן אחר

ביהתקע המצדיע"י מס' 52 כבר נדונה בעיה זו בהקשר להימצאות ציוד חשמלי של מיתקן ביתי בשטח של מיתקן אחר. הפעם התעוררה השאלה בהקשר למוליכי המעגל (או הקו) עצמו וזאת בגלל התנגדותו של בודק לאשר מיתקן מסוים בטרם חיברו לאספקת.

הבעיה

בבניין משרדים הועברו כל השירותים: מים, מיווג אוויר, טלפון וחשמל, מחדרי

ישנם תקנים ישראליים של מכון התקנים, שאינם רשמיים. להם יש תוקף של המלצה בלבד, אשר אינה מחייבת.

מאידך, יש להם תוקף מוסרי חשוב. כל מומין ציוד יכול לדרוש במיפרט של שיקוימו דרישות התקנים הרלבנטיים.

ישנם מיפרטי ייצור של מכון התקנים, שלא עברו את כל הליכי הדיון והאישור של תקנים, והם מיזעדיים, בדרך כלל, לשמש מומין או מזמונים של ציוד במקרים ספציפיים.

הם, כמו תקנים ישראליים, מחייבים את יצרן הציוד רק במידה שהמומין מוכיב זאת בהזמנתו.

ברור אם כן, שתקנות החשמל והתקנים הרשמיים נהנים מסטטוס של חוק מחייב, ואילו כל היתר הוא עניין של הסכמה בין מומין לבין מבצע.

העדיפות בין הוראות שונות

שוב נשאלת השאלה על סדר העדיפות בין ההוראות השונות הקיימות לגבי מיתקני חשמל.

ישו חוק החשמל על תקנותיו, שאף להן יש תוקף חוקי, ועבירה על הוראות החוק או התקנות היא עבירה פלילית אשר לצידה יש עונשין, לרבות מאסר.

ישנם תקנים רשמיים של מכון התקנים, אשר קיבלו סטטוס של חוק עקב הכרזתם כ"תקנים רשמיים" של משרד התעשייה והמסחר. גם על עבירות על תקנים אלה יש עונשין.

שיתוף הפעולה ההדוק בין ועדת ההוראות לבין מכון התקנים בא להבטיח תיאום מלא, עד כמה שאפשר, בין ההוראות של שני המוסדות האמורים, בכל הנוגע למיתקני חשמל.

הריכוזים שלהם אל כל משרד ומשרד, בתוך החלל מעל תיקרה אקוסטית של הפרוזדור המקשר את חדרי השירותים השונים הקומתיים, אל הכניסה לכל משרד.

הבודק ראה התקנה כזאת כהעברת מעגל של מיתקן בשטח של מיתקן אחר. האמנם כך?

תשובת הוועדה

(א) מיתקן ביתי, לפי הגדרתו, אכן מתייחס גם למשרדים, לבתי מסחר ולכל מבנה שתנאי השימוש בו דומים לאלה של בניין מגורים.

(ב) החיבור בין חדר החשמל לבין הלוח הראשי של כל משרד הוא, לפי הגדרתו, קו ולא מעגל סופי.

(ג) מוליכים המותקנים בתוך מוביל, אשר נמצא בחלל שמעל תיקרה אקוסטית, ואינם נראים לעין, מהווים מעגל בהתקנה סמויה כהגדרתה בתקנות מצבילים¹.

¹התקנה סמויה – התקנה שאינה נראית לעין, בתוך קיר, תיקרה, ריצפה או מחיצה.

בתקנה 2(ג) של תקנות מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט² נאמר בפירוט:

"במיתקן ביתי לא יימצא שום חלק של מעגל סופי [ההדגשה של המערכת! הניזון מלוח ראשי אחד, בשטח הניזון מלוח ראשי אחר, מרט למעגל אשר במוביל, בהתקנה סמויה, ללא תיבות".

לכן, גם אם הקו הנדון בבעיה שלעיל היה מעגל סופי, מותר היה להתקינו כפי שנעשה ובורדאי שמותר להתקיין כך קו המוין לוח ראשי של מיתקן.

יש רק להוסיף, שצורת התקנה כזאת ידועה ומוכרת ונעשה בה שימוש ברוב המבנים הרב-תכליתיים לתעשייה, למסחר ולמשרדים ותמנה מדוע היסס הבודק לתת אישור.

מבנה של עמעם (DIMMER)

הבעיה

התקן הבין-לאומי לעמעמים מכיר בשני סוגים של עמעמים שהם שונים בתכלית

1 ק"ת 1809

2 ק"ת 4731

יש לפסול כל מיתקן חדש שבו השתמשו בתיבות כאלה.

התקנת מפסק מגן הפועל בזרם דלף

הבעיה

התיקון לתקנות החשמל (מעגלים סופיים המיוזנים במתח עד 1,000 וולט), כפי שפורסם בקובץ התקנות 5474 מיום 5.10.1992, המזכיר כבר בבעיה הקודמת, קובע, בתקנה 19, את ההכרח להתקיין מפסק מגן בעל זרם הפעלה של לא יותר מאשר 0.030 אמפר, לצורך הגנה בפני חישמול מצידוד מסוים, המותקן בחדר האמבטיה.

האם דבר זה מחייב, למעשה, כל בית אב בישראל להתקיין מפסק מגן כאמור?

תשובת הוועדה

התקנת דורשות כי בתי תקע המותקנים באיזור 3 וכן ציוד חשמלי המותקן באזורים 1, 2 ו-3 ושאינו ציוד מסוג II, יקן באמצעות מפסק מגן כאמור.

בהעד התקנת כאלה, או שהציוד המותקן הוא מסוג II, אין צורך בהתקנת מפסק מגן.

עם זאת, יש לחזור שוב ולשנן מחדש את העובדה, כי מפסקי מגן הצילו חיים רבים מחישמול קטלני ויש ברכה בהתקנתם.

מספר בתי תקע בחדר מגורים

הבעיה

האם ניתן להתייחס אל חדרים ששטחם קטן, נניח פחות מאשר 6 מ"ר, כמו אל מרפסות בשטח גדול מ-2 מ"ר ואשר בהם יש להתקיין נקודת מאור ובית תקע אחד לפחות?

תשובת הוועדה

תקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט) התשס"ה – 1989 קובעות, בתקנה 11 (א), כי:

"בכל מיתקן ביתי יותקנו נקודת מאור אחת לפחות ושני בתי תקע בכל חדר, או בכל שטח רצפה של 40 מ"ר או חלק מהם, הכל לפי

השוני מבחינה בטיחותית. לאחד הסוגים יש מפסק מכני, אשר מפסיק את המעגל בצורה מוחלטת (מירווח בטיחותי של 3 מ"מ לפחות), ואילו לשני אין הפסקה כזו, דהיינו, החיבור הגלוי למקור הזינה קיים כל הזמן, גם אחרי עימעום מוחלט של המרה.

האם יש לאשר את שני הסוגים של עמעמים אלה בארץ או רק אחד מהם?

תשובת הוועדה

הוועדה חיוותה את דעתה, כי מטעמי בטיחות יש לאשר רק את הסוג המבטיח ניתוק מוחלט של מקור הזינה מן העומס, וזאת על ידי הפסקה מכנית עם מירווח בטיחות של 3 מ"מ לפחות, כנדרש בתקנים לגבי ניתוק במתח נמוך. בעקבות מחשבות נוספות בנושא והתעמקות בחומר רלוונטי, החליטה הוועדה לדון בו שנית.

קופסאות התקנה גליליות ללא סידור לברגי חיזוק

הבעיה

כשוק קיימות קופסאות גליליות להתקנת מפסקים ובתי תקע, שאין להם סידור לברגי חיזוק של הציוד המותקן.

האם מותר להשתמש בהן?

תשובת הוועדה

ביהתקע המצדיעי מס' 50 – אפריל 1992, כבר נדונה סוגיה זו ונאמר בפירוט, כי יש לקבע אבזרים בתוך תיבות גליליות באמצעות ברגים כלבר.

מאו פורסם התיקון לתקנות מעגלים סופיים, בקובץ תקנות 5474 מיום 5.10.92, ובו נאמר, בתקנות 5(ב) ו-5(ג):

"(ב) בתי תקע לפי תקן ישראלי ת"י 32, ומפסקים ולחיצים לפי תקן ישראלי ת"י 33 המותקנים בתיבות התקנה גליליות לפי תקן ישראלי ת"י 145 יחזוקו לתיבות באמצעות שני ברגים לפחות ולא באמצעות תפסנים (רגליות התקנה).

(ג) אבזרים כאמור בתקנת משנה (ב) המותקנים בתיבות התקנה קגניות לפי תקן ישראלי ת"י 145, יחזוקו לתיבות באמצעות תפסנים (רגליות התקנה)".

ברור אמור כי השימוש בתיבות גליליות ללא סידור לחיזוק ברגים נוגד את החוק

יסודותיו" שדפנותיהם החיצוניים הם מתכתיים בעובי של כ-1 מ"מ. בדרך כלל, הלוח המתכתי הקדמי מצופה באמאיל או בצבע, ואילו הלוח האחורי מגולון.

הלוחות מחוברים אל קונסטרוקציה מתכתית, המורכבת על גבי קיר הבטון. החיזוק נעשה אף הוא באמצעות פרופילים ממתכת, הלוחצים את הלוחות אל הקונסטרוקציה בעזרת ברזי מתכת (ראה איור 1).

על הלוחות מורכבים אבזרי חשמל שונים, כגון: מפסקים, בתי תקע, אבזרי תאורה וכו'.

האם יש צורך להאריק את לוחות הציפוי?

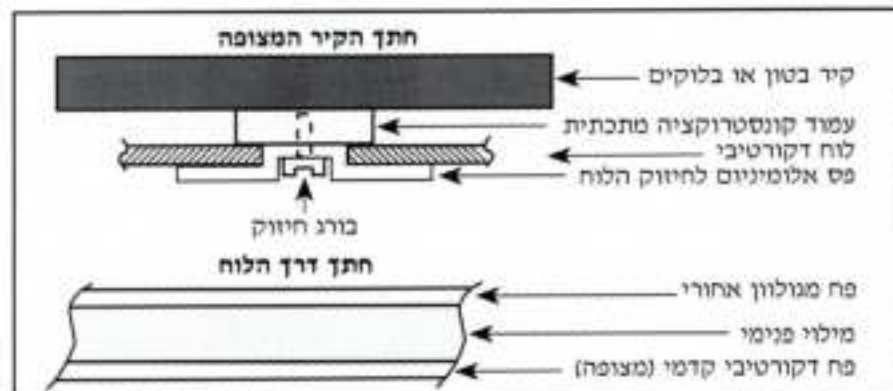
תשובת הוועדה

דעת הוועדה היא, כי מאחר שהן הלוחות האחוריים, העשויים מפח מגולון ולוחצים כנגד ברזל הקונסטרוקציה, והן הלוחות הקדמיים, נמצאים במגע הדוק עם פרופילי החיזוק מאלומיניום, שגם הם מחוברים מתכתית אל הקונסטרוקציה, מהווה כל המערכת משטח אקוויפוטנציאלי אחד. אפשר להרכיב עליו אבזרי חשמל בתנאים הבאים, סבלי להאריק את הפלטות באופן נפרד.

(1) הקונסטרוקציה המתכתית שמאחורי הלוחות מאוהקת.

(2) כל הציוד המורכב על הלוחות הוא מסוג II, דהיינו בעל בידוד כפול או בידוד מוגבר.

(3) כל החיווט שמאחורי הלוחות, בחלל שבינם לבין הקיר הבנוי, ייעשה בכבלים בלבד.



איור 1

תרשים חתך הקיר המצופה והלוח הדקורטיבי

על ידי בתיים ו/או על ידי כבישים ומדרכות, ושינויי הלחות במקרים אלה הם מיזעריים במהלך השנה כולה.

(3) מאז הנהגת השיטה של הנגת TN והארקת יסוד של כל מבנה אין למעשה במבנים החדשים הסתמכות על ערך התנגדות האלקטרודות, אלא על התנגדות של מעגל מתכתי בלבד, מן השנאי דרך המופעים אל העומס וחזרה דרך האפס אל השנאי. מאחר שחשיבות התנגדות הארקת היסוד כה קטנה, לשינוי העותי – אם בכלל יש כזה ביסוד הבניין – אין משמעות.

חברת החשמל, בעבודותיה היא, ממליצה לבצע מדידות התנגדות אלקטרודות לקרקע בעונת היובש, אך אם חייבים למדוד בעונות אחרות היא משתמשת במקדמי תיקון כדלהלן, כדי לקבל ערכים מתוקנים לצורכי חישוב בקווים של מתח גבוה.

- ערך שנמדד בעונה של גשמים אינטנסיביים – מכפילים ב-1.8.
- ערך שנמדד בעונות של גשמים חלשים – מכפילים ב-1.5.
- ערך שנמדד בעונות היובש – מכפילים ב-1.

הארקת כיסוי מתכתי של קירות

הבעיה

במבנים גדולים, בעיקר מבני ציבור, מצפים לפעמים את הקירות בלוחות דקורטיביים מחומרים שונים. יש לוחות כאלה מחומר מבדד ויש גם לוחות בעזרת

המחייב מספר נקודות מאוד ובתי תקע רב יתר."

סיוך מכאן שהתקנות המחייבות אינן מבדילות בין חדר גדול לחדר קטן, אלא אם שטחו של החדר גדול מ-40 מ"ר.

לכן אין מניס מלהתקין נקודת מאור אחת לפחות ושני בתי תקע לפחות אשר ביניהם מרחק של 2 מטר לפחות לאורך קיר, כגדרש בתקנה 111א).

השתנות ערך התנגדות הארקה

הבעיה

דע שהתנגדות של אלקטרודה למסה הכללית של האדמה משתנית בהתאם לעונות השנה ולכמויות הגשם בחורף.

בתקנות החשמל שבהן נדרשים ערכים מסוימים של התנגדות האלקטרודות אין הכוונה לאופן המדידה או לתקופה בה יש למדוד.

תשובת הוועדה

אמנם נכון שבתקנות הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול נקבעו ערכים מירביים מותרים כדלהלן:

- ההתנגדות של הארקה השיטה במתח נמוך – 5 אוהם (ראה תקנה 21א).
- ההתנגדות של הארקה יסוד של מבנה – 20 אוהם (ראה תקנה 39ג).
- התנגדות של הארקה הנגה מקומית בשיטת (TT) – 5 אוהם (ראה תקנה 249).
- ההתנגדות השקולה של נקודת הכוכב של מקור הזינה בשיטת TN – 20 אוהם (ראה תקנה 46ב).

■ העכבה המירבית המותרת של לולאת התקלה, בהתאם לגודל המבטח המגן על המעגל, ניתנת בטבלה שבתקנה 42א) וכוחה יפה הן לגבי איפוס (TN) והן לגבי הארקה הנגה (TT).

אולם גם נכון שאין התייחסות להשתנות ההתנגדות בהתאם לעונות השנה, וזאת משלישה טעמים:

- (1) לדעת הוועדה אין השינויים בהתנגדות כה קריטיים לגבי מעגלים במתח נמוך כפי שהם לגבי מעגלים במתח גבוה.
- (2) הרוב המכריע של מיתקני מתח נמוך נמצא בשטחים בנויים, שהם מכוסים



משק החשמל בשנת 1992

שמואל ריטן, כלכלן

מעל 28%. לאחר ירידה בפעילות של צרכן גדול זה בשנים 1990-1991, וכתוצאה מתקופת הבצורת הממושכת.

4. **השוואה מול שנת מלחמה:** בשנת 1991, בעיקר ברבע הראשון שלה, היה המשק הישראלי נתון תחת ההשפעה של מלחמת המפרץ. בתקופה זו ירדה הפעילות הכלכלית ובעקבותיה ירדה צריכת החשמל בתקופת ינואר-מרץ 1991 בשיעור של 2.5%. כתוצאה מכך, שיעור הגידול של צריכת החשמל בשנת 1991 היה נמוך יחסית והתבטא ב-2.4%, לכן, שנת 1992 הדביקה את הפיגור שחל בשנת 1991 וגורם זה השפיע כמובן אף הוא, על הגידול הכולל בצריכת החשמל.

אספקת החשמל

בשנת 1992 לא גדלה יכולת הייצור של תחנות הכוח ועמדה על 5,885 מגווייט מותקן. יש לזכור, שבשנים 1990 ו-1991 נכנסו למפעלה יחידות פחמיות גדולות באתר דוטנברג, בהספק 575 מגווייט כל אחת, ותוספת זו בכושר הייצור הספיקה כדי לענות על הגידול המרשימים בביקושים גם בשנת 1992. בשנה הנסקרת גדל חלקו של הייצור ביחידות הפחמיות, שהתבטא ב-60% מכלל ייצור החשמל לעומת כ-55% אשתקד. יש לציין, כי לאור זמינות יחידות הייצור הגדולות, קטן משקלו של הייצור באמצעות טורבינות גז והסתכם ב-2.9% בשנת 1992, לעומת 3.4% ב-1991.

לאור הגידול המרשימים בביקוש לחשמל שחל בעונת החורף, הוחלט בשנים האחרונות להגביל עד כמה שאפשר את אמינות המערכת בעונות הקריטיות. על מנת שלא יוצר מחסור בחשמל בתקופות אלה, מעבר להגדלת כושר הייצור, נוצרה בשנים האחרונות אפשרות לרכז את תחזוקת יחידות הייצור בעונות של שפל יחסי בביקושים ובכך לאפשר למערכת לעמוד במלוא יכולתה בתקופות השיא.

הנתונים שלהלן מתארים את הגדלת האמינות של מערכת הייצור בתקופות של שיא ביקוש מאז 1988 ועד 1992:

	1992	1991	1990	1989	1988
יכולת זמינה [מגווייט]	5,366	4,990	3,730	3,400	3,480
שיא הביקוש [מגווייט]	5,010	4,540	3,800	3,760	3,510
הפרש	+356	+450	-70	-360	-30

מתברר, כי בהשוואה לחוסר של 360 מגווייט בשנת 1989, התקיימה רזרבה של 450 מגווייט בשנת 1991, וגם בשנת 1992 התקיימה רזרבה סבירה ברמה של 356 מגווייט.

כתוצאה מפיגור מערכת הייצור על ידי הוספה של יחידות פחמיות בעלות הספק גבוה יחסית וכן לאור הפעלת מוביל

הביקוש לחשמל

בשנת 1992 גדל הביקוש לחשמל בשיעור ללא תקדים. מכירות החשמל גדלו בשיעור של 16.2% לעומת השנה הקודמת ושיא הביקוש עלה ב-500 מגווייט בקירוב והסתכם ב-5,010 מגווייט.

ארבעה גורמים עיקריים השפיעו במישורין על קצב הגידול הנ"ל:

1. **גידול האוכלוסייה:** בשנת 1992 גדלה האוכלוסייה ב-178,000 נפש וזאת לאחר גידול של 262,000 בשנה הקודמת. עיקר תוספת האוכלוסייה נבעה מגל העלייה מברז"ם, גורם שהשפיע במישורין על מספר צרכני החשמל ובעקבות כך לתוספת ביקוש הנובעת מצרכנים אלה. בשנת 1992 נוספו 50,000 צרכנים למערכת החשמל וזאת לאחר גידול של 25,000 בשנת 1991. מספר צרכני החשמל הסתכם בשנה הנסקרת ל-1,634,000, כאשר כ-88% מהם משתייכים למגזר הביתי.

2. **האצת הפעילות הכלכלית:** שנת 1992 היתה שנה שלישית ברציפות של צמיחה מהירה, כאשר התוצר המקומי הגולמי עלה בשיעור של 6.4%. כמחצית האחוז מהר יותר מאשר בשנת 1991. חלה התאוששות משמעותית ביצוא אשר צמח ב-10.9% במהלך 1992, נמשך גידול בצריכה הפרטית אשר עלתה ב-7.8% (לאחר עלייה של 7.6% בשנת 1991) וכן חלה עלייה משמעותית של 4.7% בצריכה הציבורית, לעומת זו בשנה הקודמת. השפעת העלייה הרצופה בפעילות הכלכלית הביאה בעקבותיה במישורין לגידול צריכת החשמל בכל סגורי המשק, הן במגזרי הייצור והן בצד הצריכה. בולטת במיוחד צריכת החשמל הביתית שעלתה בשנה הנדונה ב-22.7% לעומת אשתקד, גורם שנבע הן מגידול תוספת הצרכנים השנתית והן מגידול צריכת החשמל הממוצעת למשק בית. במקביל, גדלה צריכת החשמל במגזר המסחרי-ציבורי ב-14.5% ובמגזר התעשייתי ב-8.5%.

3. **תנאי מזג אוויר חריגים:** בעת האחרונה הושפעה צריכת החשמל בצורה חריפה מתנאים קיצוניים של מזג האוויר. גורם זה בא לידי ביטוי בעיקר בתקופת החורף, כתוצאה ממעבר הדרגתי, בשנים האחרונות, מהסקת חדרים באמצעות מכשירים הצורכים נפט, סולר וגז לחימום כמעט מלא של אמצעי ההסקה. בחורף 1992 ירדו הטמפרטורות בצורה קיצונית, מתחת לממוצע הרב שנתי, וגם כמות המשקעים עלתה מעל ומעבר לממוצע הנ"ל. כתוצאה מכך נרשמו ביקושים חריגים לאנרגיה חשמלית וגם אלה תרמו לעלייה השנתית הכוללת של צריכת החשמל. יש לציין, כי כמות המשקעים הגדולה גרמה להפעלת המוביל הארצי במלוא תפוקתו ולכן צריכת החשמל לשאיבת מים גדלה בשנת 1992 בשיעור של

שי ריטן – מנהל ענייני הכלכלה והסטטיסטיקה, אגף ספנים וכלכלה, תחנת החשמל



כל הצרכנים המזווגים במתח גבוה ועליון והצרכנים הגדולים במתח נמוך, הצרכים 300,000 קוטייש ומעלה, נכללים במסגרת תעריף ותעריף עומס נוסף, שבו קיים שוני במחירי החשמל בשעות שונות של היממה ובעונות השונות, כפוף למצב העומס במערכת. 48% מכלל צריכת החשמל בשנת 1992 נכללה במסגרת תעריפי תעריף. במהלך השנה הקרובה, מתוכננת החדרה של תעריף זה לקבוצה נוספת של צרכנים המזווגים במתח נמוך, עד לרמה של 100,000 קוטייש לשנה; ובנוסף, נערכת החברה להפעיל את התעריף הנייל גם במסגרת הצרכנות הביתית, בשלב הראשון לצרכנים להם נרשמת צריכת חשמל גבוהה יחסית.

התפלגות צריכת החשמל לפי מגזרים מראה, כי הצרכנות הביתית צורכת כ-1/3 מכלל צריכת החשמל השנתית, הצריכה המסחרית-ציבורית כ-1/4 מכלל הצריכה ואילו הצריכה התעשייתית כ-28%, יתרת הצריכה כ-14%, נובעת מהמגזר החקלאי ושאובת המים. אולם, אם נסתכל על התפלגות העומס הכללי של המערכת לפי המגזרים הנייל, נקבל תמונה, במידה רבה שונה. בעת שיא הביקוש של המערכת בחורף 1992, התרומה של הסקטור הביתי היתה 56%, של הסקטור המסחרי 21% ושל הסקטור התעשייתי 17%. השוני בין התפלגות צריכת החשמל השנתית והעומס על המערכת בעת שיא הביקוש, נובע כמובן בתקופות השימוש בחשמל של המגזרים השונים.

התפלגות צריכת החשמל והעומס על המערכת בעת שיא הביקוש לפי מגזרי הצריכה:

מגזרי הצריכה	אחוז מכלל צריכת החשמל	אחוז משיא הביקוש לחשמל
ביתית	31.6	56.0
מסחרית-ציבורית	26.5	21.0
ישובים חקלאיים	5.0	4.0
תעשייה	28.0	17.0
שאובת מים	8.9	2.0
סה"כ	100.0	100.0

מילוח עקום העומס לפי מגזרי הצריכה, מתקבל מתוך מחקר עומס שמתבצע באופן שוטף על פי מדידות שמתבצעות אצל מדגם צרכנים מכל המגזרים, על ידי מכשירי מדידה רציפים. מכשירים אלה מאפשרים, לאחר ניתוח נתונים ממוחשב, לקבל אינדיקציה על ההתנהגות הרציפה של צריכת החשמל במתקנו של הצרכן לאורך כל שעות היממה במשך כל ימות השנה. חשיבותו של מחקר העומס, בא לידי ביטוי ברמת קבלת ההחלטות לגבי הנושאים הבאים:

א. בפעילות המסחרית של החברה, ניתן להשתמש בנתונים אלה לצורך קביעת מדיניות תעריפית נכונה, לקבוע בסיס לחישובים דו-צדדיים בין החברה לבין צרכנים גדולים להורדת עומסים בשעות השיא, ולקביעת הפיצוי המתאים לצרכן בגין הסתלקותו משיא הביקוש, כמו כן, ניתן לנתח את העלות האמיתית שקבוצת צרכנים זו או אחרת גורמת לחברה, בהתאם לרמת הצריכה בשעות השונות של היממה או עונת השנה.

החשמל הארצי במתח 400 ק"ו, חלה התייעלות גם בכיוון של הקטנת תצרוכת החשמל העצמית בתחנות הכח ואיבודי האנרגיה במערכת המסירה והחלוקה. בשנת 1992 היתה התצרוכת העצמית של אנרגיה חשמלית במערכת הייצור 5% מכלל הייצור נטו, בהשוואה ל-5.3% בשנת 1991, והאיבודים במסירת וחלוקת האנרגיה ירדו ל-4.9%, בהשוואה ל-5.4% אשתקד. בשנת 1992 היה היחס בין ייצור החשמל ברוטו לשה"כ מכירות חשמל לצרכנים 110.4, לעומת 113.3 בשנת 1982. כלומר, במשך העשור האחרון ירד היחס בין הייצור למכירות לצרכנים כשיעור של כ-3%.

פיתוח משק החשמל בשנת 1992 התבטא בעיקר במערכת המסירה והחלוקה ובהיקף ההתחברויות של צרכנים חדשים. בשנה הנסקרת גדלה יכולת ההשנאה בתחנות משנה ב-550 מו"א, כלומר ב-8.4% והסתכמה ל-7,106 מו"א. יש לציין שהגידול המרשים ביותר בתוספת יכולת ההשנאה היה במחוז דן והתבטא ב-16.7%.

קצב השיפורים ברשת החלוקה היה מהיר ביותר. בכל הקשור לתוספת שנאי חלוקה ותוספת קווי מתח גבוה ונמוך, על מנת שלא ייווצרו צווארי בקבוק בהעברת האנרגיה מתחנות הכח ועד למתקני של הצרכן. בשנת 1992 נוספו למערכת 1,609 שנאי חלוקה והוספקו גדל ב-934 מו"א. שה"כ יכולת ההשנאה של שנאי הרשת בשנת 1992 הסתכמה ל-8,822 מו"א.

בשנה הנסקרת גדלה גם יכולת ההשנאה הממוצעת לשנאי, שהתבטא ב-390.7 קו"א, בהשוואה ל-376.1 קו"א בשנת 1991 ו-341.8 קו"א בשנת 1982. הגידול בהספק הממוצע לשנאי התבטא בעשור האחרון ב-14.3%.

רשת המתח הגבוה הסתכמה בשנת 1992 ב-14,079 ק"מ לאחר גידול של כ-600 ק"מ בהשוואה לשנה הקודמת. במקביל גדל גם אורך קווי הרשת במתח נמוך ב-357 ק"מ והסתכם בשנת 1992 ב-9,858 ק"מ.

הגידול באמצעי ההולכה וההשנאה של החברה בשנת 1992, אפשר להגדיל את אמינות אספקת החשמל למרות הגידול היחסי הגבוה בביקושים ובתוספת צרכני החשמל שהתחברו למערכת. בשנתיים האחרונות עמדה חברת החשמל במשימה אדירה של חיבור צרכנים חדשים. כתוצאה מגל ההגירה שהגיע מברז'ים. בשנת 1992 נוספו 46,000 צרכנים ביתיים חדשים וכלל צרכני החברה גדל ב-50,000. קצב גידול זה במספר הצרכנים שמתחברים למערכת, הוא כפול מזה שהיה בשנים שלפני הגעתם של העולים החדשים. מעבר למשימת חיבור הצרכנים הללו למערכת החשמל, נמשך בשנת 1992 המבצע הארצי להגדלת החיבור בקרב צרכנים, שרמת הביקוש שלהם עלתה לאחרונה על יכולת העמידה של הניתך הביתי. מעבר לכך הושקעו רבות גם במצע הפרדת הנתיכים בדירות ישנות, שבהן עדיין קיים נתיך חשמלי משותף לשתי דירות.

צרכנות

מכירות החשמל בשנת 1992 הסתכמו ל-21,821 מיליוני קוטייש, 80% מהם סופקו לצרכנים במתח נמוך, 31% לצרכנים המזווגים במתח גבוה ו-9% לצרכנים המזווגים במתח עליון.



אבי/קוטייש) ואילו צרכני שאיבת המים שילמו את המחיר היחסי הנמוך ביותר (14.87 אבי/קוטייש). צרכני תעריף נהנו ממחירים נמוכים יחסית. בהשוואה לצרכנים האחרים והמחיר הממוצע לקבוצה זו עמד על 16.33 אבי/קוטייש.

מנקודת ראות של המחיר הריאלי לחשמל, נמשכת מגמת הירידה במחיר החשמל שהחלה בשנת 1991. זאת בניגוד למגמת ההתייקרות בשנים 1989-1990. בשנת 1988 היה המחיר הממוצע לקוטייש (במחירי 1992) – 17.30 אבי ועלה בהדרגה עד כדי 19.10 אבי לקוטייש בשנת 1990. בשנת 1991 חלה ירידה ריאלית של 3.7% ובשנת 1992 התבטאה הירידה ב-1.7% נוספים, כאשר מחיר החשמל היה, כאמור, 18.09 אבי בממוצע לקוטייש.

ההכנסות ממכירת חשמל בשנת 1992 הסתכמו ב-3,948 מיליוני שקלים חדשים, זו עליה נומינלית של כ-858 מיליוני שקלים, או 27.8% לעומת אשתקד. באם נקזו את השפעת ההתייקרות הכללית במשק, נקבל עליה ריאלית של 14.1% לעומת השנה הקודמת.

אחוז הנוצאות על חשמל בתעשייה, מכלל הפיון התעשייתי, ירד בשנת 1992 ל-1.04% לעומת 1.09 בשנת 1991.

ב. בפעילות הפיננסית של החברה, ניתן לשפר את תחזית ההכנסות, תוך התבססות של התנהגות הצרכן במשבייח השונים המתייחסים לתעריף תעריף.

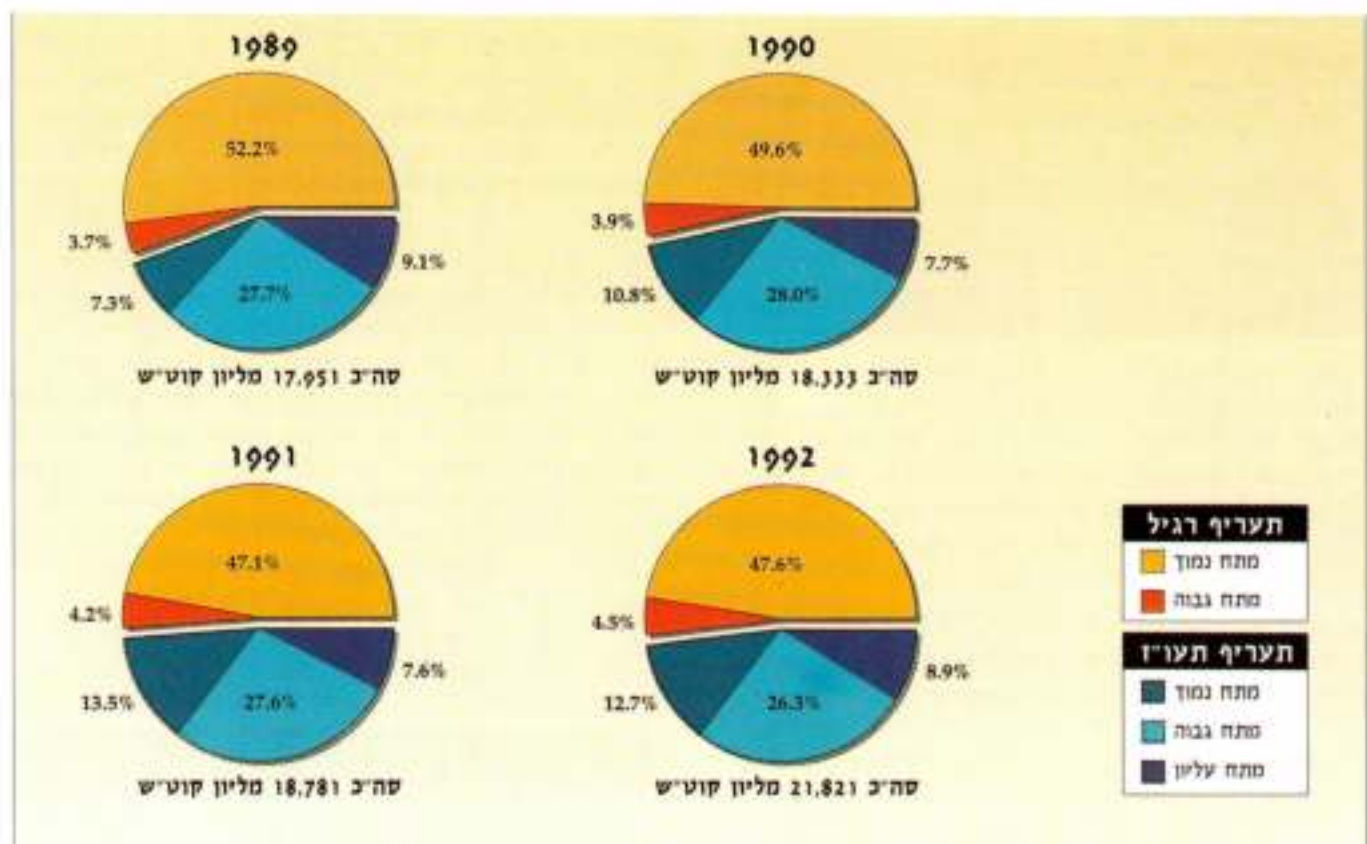
ג. בתכנון לטווח ארוך, ניתן לשפר את תחזיות הביקוש, על ידי בדיקת השתנות עקומות העומס של הצרכנים במגזרים השונים לאורך זמן.

ד. אפשרות לקבלת החלטות ברמה האסטרטגית, כגון החלת תעריף תעריף על צרכנים בינוניים, תוך בדיקה מראש של ההשלכות הנובעות מתעריף כגון זה על מערכת החשמל בכללותה.

הכנסות ומחירים

מחיר החשמל הממוצע בשנת 1992 התבטא ב-18.09 אבי לקוטייש והיה גבוה ב-10% לעומת המחיר הממוצע בשנה הקודמת. בהשוואה בין מגזרי הצריכה השונים ניתן לציין, שהצרכנים הביתיים שילמו את המחיר היחסי הגבוה ביותר (19.31)

צריכת החשמל לפי התעריף ומתח האספקה, 1989-1992*



* נלקח מתוך הדין וחשבון הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 1992



התפלת מים בעולם ובישראל

מהנדסת ענת פישר

נושא התפלת מים ים ומים מליחים חוזר ועולה בארץ כאשר קיים מחסור במים לאחר תקופות של בצורת וכאשר מתעוררת סכנה של חדירת מלחים ומוזהמים למי התהום. בעת האחרונה מתפרסמות גם תחזיות של מומחים בינלאומיים, שלפיהן הולכת ומחריפה בעיית אספקת מי שתיה לכלל האוכלוסייה במזרח התיכון, ואפילו במדינות עשירות במקורות מים. המאמר דן בנושא אקטואלי. יתוארו בו הטכנולוגיות השונות המקובלות בעולם להתפלת מים, ומקורות האנרגיה הנדרשים לצורך זה. לדעתנו, האנרגיה החשמלית, הודות ליתרונותיה, היא מקור האנרגיה העדיף לקיום תהליך ההתפלה.

התפלנות יכולת ההתפלה המסחרית המותקנת בעולם בשנת 1989, לפי טכנולוגיות ההתפלה השונות, מוצגת בטבלה 1.

יש לציין, כי בעולם המערבי השימוש בתהליך פריצה רב דרגתית (פריד) הולך וקטן. הסיבה נעוצה בעלות הגבוהה של האנרגיה הנדרשת בתהליך התפלה זה. השימוש בתהליך זה נפוץ בעיקר במדינות שרב לעומת זאת, השימוש בתהליך האוסמוזה ההפוכה ותהליך זיקוק דחיסת אדים (זדיא) הולך וגדל בגלל היתרונות הטמונים בשימוש בתהליכים צורכי אנרגיה חשמלית לעומת אנרגיה תרמית.

תהליכי התפלה הצורכים אנרגיה תרמית

להלן תיאור תהליכי ההתפלה הצורכים אנרגיה תרמית להתפלת מים. התיאור כולל הסבר עקרוני על מיתקן ההתפלה

בקביעת עלות המים המותפלים היא עלות האנרגיה להתפלה. עלות זו משתנה משיטה לשיטה.

את התהליכים הקיימים להתפלת מים בכמויות תעשייתיות ניתן לסווג לשתי קבוצות בהתאם לסוג האנרגיה הנדרשת בתהליך.

■ תהליכי התפלה הצורכים אנרגיה תרמית.

- פריצה רב דרגתית (פריד)
Multi Stage Flashing - MSF
- זיקוק רב שלבי (זריש)
Multi Effect Distillation - MED

■ תהליכי התפלה הצורכים אנרגיה חשמלית.

- אוסמוזה הפוכה (איה)
Reverse Osmosis - RO
- זיקוק דחיסת אדים (זדיא)
Vapor Compression - VC
- אלקטרודיאליזה (איד)
Electrodialysis

טבלה 1

יכולת ההתפלה המותקנת בעולם בשנת 1989 לפי טכנולוגיות ההתפלה השונות

יכולת התפלה מותקנת (%)		טכנולוגיות ההתפלה
בגודל יחידה מעל 400 מ"ק ביממה	בגודל יחידה מעל 100 מ"ק ביממה	
77.3	56.0	פריצה רב דרגתית – פריד
17.3	30.9	אוסמוזה הפוכה – איה
3.8	4.6	זיקוק רב שלבי – זריש
0.4	2.8	זיקוק דחיסת אדים – זדיא
1.1	5.1	אלקטרודיאליזה – איד
0.1	0.6	שיטות אחרות
100.0	100.0	סה"כ

מבוא

התפלת מים נחשבת עשרות שנים לפתרון מקובל בעולם לאספקת מים באזורים שבהם חלה הידלדלות או זיהום מקורות המים, ובאזורים צחיחים.

בשנת 1989 יכולת התפלה מותקנת בעולם היתה כ-13 מיליון מ"ק ליממה, ביחידות בעלות כושר ייצור מעל 100 מ"ק ליממה. כ-27% מיכולת זו מרוכזת בערב הסעודית, כ-12% בארה"ב, כ-10% בכווית, כ-10% במדינות האמירויות הערביות, והשאר – במדינות אחרות.

כ-65% מיכולת ההתפלה המותקנת הוזאת בעולם מנוצלת להתפלת מי ים, כ-27% להתפלת מים מליחים, והשאר להתפלת סוגים אחרים של מים (מי מסולת, מי נהרות, תמלחות, ועוד).

סיווג סוגי המים נעשה על פי כמות מוצקים מומסת מתוך 1 מיליון חלקיקים של נוזל (Total Dissolved Solids - TDS), להלן הגדרת סוגי המים ותכולתם.

■ מים מליחים: 3,000-20,000 חלקיקים למיליון (חל"ם) (ppm - particles per million)

■ מי ים: 20,000-50,000 חל"ם,

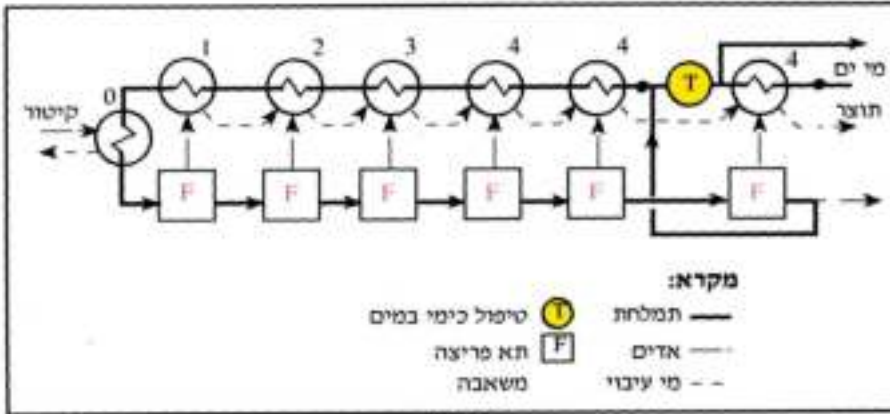
■ תמלחות: מעל 50,000 חל"ם,

■ מי ברו (מי שתיה): 10-1,000 חל"ם;

■ מי נהרות: 50-3,000 חל"ם.

תהליכי התפלת מים הם תהליכים עתירי אנרגיה, ולכן מערכות להתפלת מים מורכבות הן ממיתקנים להתפלה והן ממיתקנים לייצור האנרגיה הדרושה בתהליך ההתפלה. מרכיב משמעותי

ע' פישר – אגף מחקר ומיתון חברת החשמל



איור 1

תרשים מיתקן התפלה בטכנולוגיית פריצת אדים

הפסד ההספק המיוצר בטורבינה, בגלל הקוץ קיטור טרם סיום עבודתו בהמשך הטורבינה. קיטור זה יקר מאחר שמחיר הדלק גבוה, עלות הפסדי הספק גבוהה וחומרי בניה המתאימים לניצול חום זה יקרים. מסיבה זו השימוש בתהליך זה הולך וקטן בעולם המערבי. רוב המיתקנים ממוקמים במדינות ערב. כ-44% ממוקמים בערב הסעודית ובכווית.

הם צריכת גבוהה של אנרגיה, צימוד למקור הקיטור ועלות הון גבוהה.

מקור האנרגיה להתפלה

מקור האנרגיה (חום) בתהליך פריצה רב דרגתית הוא קיטור בטמפרטורות גבוהות עד 200°C. קיטור זה ניתן לייצר בדוד ישירות משריפת דלק, או ניתן לספק אותו מתחנת כוח הצמודה למיתקן התפלה כקיטור הקזה מטורבינה. במקרה של קיטור הקזה, צריכת האנרגיה הסגולית להתפלה אינה נמדדת באופן ישיר כמו בשריפת דלק, אלא על ידי

המשמש להתפלת המים ועל מקור האנרגיה בתהליך התפלה.

תהליך פריצה רב דרגתית

מיתקן בתהליך פריצה רב דרגתית בנוי מסדרת תאי פריצה צמודים שבהם מתרחשים תהליכי אידיי-עיבוי. תרשים המיתקן מוצג באיור 1.

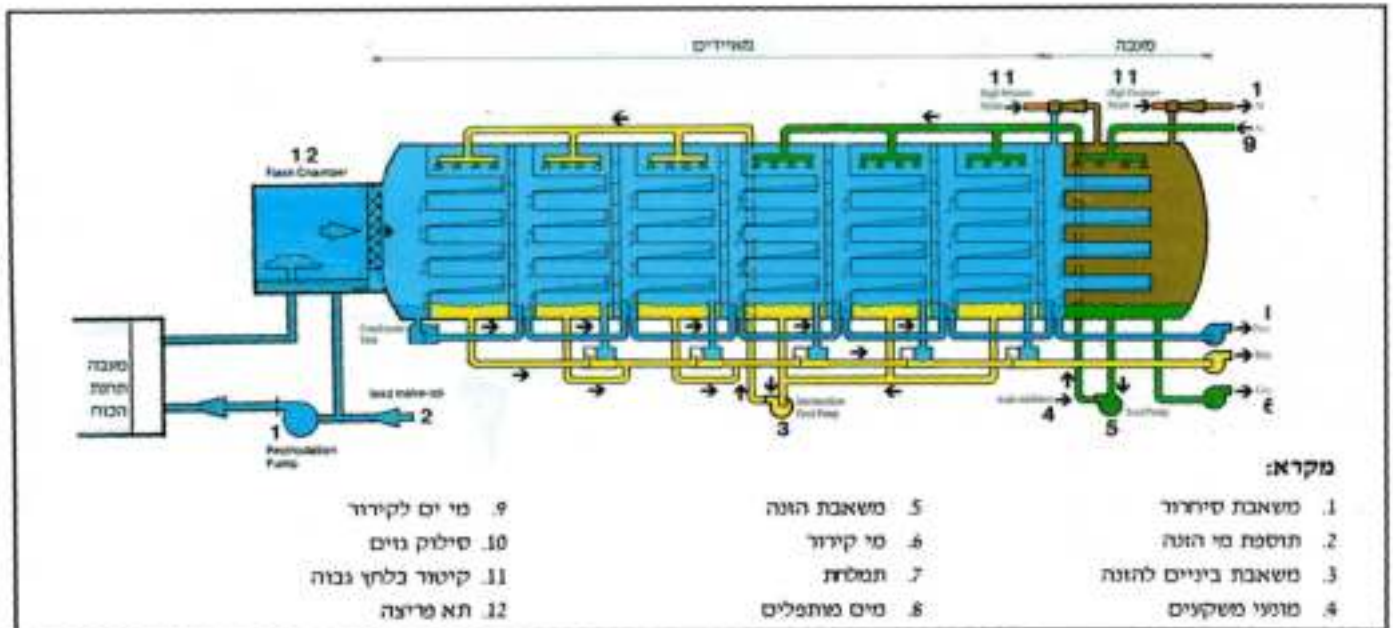
טכנולוגיית התפלה זו מבוססת על העיקרון שטמפרטורת האידוי תלויה בלחץ. כלומר, מים הנתונים בלחץ ובטמפרטורה מסוימת, טמפרטורה קרובה לטמפרטורת הרוויה, יתאדו בעת הפחתת הלחץ – פריצה. במיתקן פריצה רב דרגתית חימום מי הים נעשה במחליף חום 0 (איור 1) באמצעות קיטור. סמנו מוזרמים מי הים לתא הפריצה הנמצא בואקום. האדים שנוצרו מתעבים בדרגה הבאה בזרם מי ים (שבעצמו התחמם בדרגה הקודמת) וכך מתפלים המים. במיתקן בעל כמה תאי פריצה, הוואקום בתאי הפריצה הוא הדרגתי.

צריכת האנרגיה של מיתקן מסוג זה היא גבוהה, כ-190-290 קילו-ג'אול לכל ק"ג מים מתפלים.

יתרונות המיתקן הם זמינות ואיכות גבוהה של המים המתפלים, החסרונות

תהליך זיקוק רב שלבי

תרשים מיתקן להפלת מים בטכנולוגיית זיקוק רב שלבי מוצג באיור 2.



איור 2

תרשים מיתקן התפלה בטכנולוגיית זיקוק רב שלבי



מיתקן זיקוק רב שלבי בנוי מסידרת תאים בעלי צינורות אופקיים. תהליך ההתפלה מתחיל בתא פריצה שממנו מועבר קיטור הפריצה בלחץ נמוך לתוך הצינורות של תא האיוד הראשון. הקיטור בתוך הצינורות מתעבה ומוסר את החום הכמס שלו למי ים המותזים בו זמנית על הצד החיצוני של הצינורות באותו תא, אך נוצר קיטור. קיטור זה זורם לתא הבא, שם הוא מתעבה על הדופן הפנימית של הצינורות, ומהווה את מי המוצר. הקיטור המתעבה מספק חום לאיוד נוסף של מי ים, אולם בלחץ וטמפרטורה נמוכים יותר מאלה הקיימים בתא הקודם.

תהליך זה חוזר על עצמו מתא לתא, כאשר כל תא משמש מעבה לקיטור מהתא הקודם. נוצרת שרשרת של תהליכי איוד-עיבוי. הקיטור מהתא האחרון מתעבה במעבה מיתקן ההתפלה, בו חום האיוד נפלט למי הקירור.

מי המוצר המתקבלים הם באיכות גבוהה. כמות המוצקים המומסת (TDS) היא מ-1 עד 20 חלקיקים למיליון (חלים). יתרונות המיתקן הם זמינות גבוהה, עלות הון יחסית נמוכה, איכות גבוהה של המים המתפלמים. החסרונות הם: תלות במשטר התיפעול, המיקום של מקור החום וחוסר יכולת לווסת את איכות המים המתפלמים.

מקור האנרגיה להתפלה

תהליך ההתפלה בשיטת זיקוק רב שלבי מתרחש בטמפרטורות נמוכות מ-70°C. עובדה זו מאפשרת שימוש בחומרי בנייה זולים באופן יחסי. מקור החום הוא, בדרך כלל, קיטור הנפלט מטורבינה של תחנת כוח שאליה צמוד מיתקן ההתפלה. קיטור זה נפלט מהטורבינה למיתקן ההתפלה במקום למעבה בטמפרטורה גבוהה יותר בהשוואה לטמפרטורה שבה הוא נפלט למעבה תחנת הכוח בתנאי תיפעול רגילים של התחנה. מיתקן ההתפלה משמש בעצם מעבה של תחנת הכוח, באופן ישיר או דרך מעגל משני להחלפת חום. גם במקרה זה צריכת האנרגיה הסגולית להתפלה נמדדת בהפסדי ההספק המיוצר בטורבינה עקב

פליטת קיטור בטמפרטורה גבוהה יותר בהשוואה לטמפרטורת קיטור הפליטה ללא ההתפלה.

במיתקן זיקוק רב שלבי תצרוכת האנרגיה הכללית להתפלה היא בתחום 6-7.5 קוטייש למ"ק. 65%-70 מאנרגיה זו מתוזה מרכיב הפסד ההספק בגין העלאת טמפרטורת העיבוי של הקיטור היוצא מהטורבינה. שאר הצריכה היא עבור הנעת משאבות פנימיות ושאיבת המים המיוצרים למוביל הארצי. חלק גדול מהמיתקנים המבוססים על שיטה זו, כ-45%, נמצאים בברית המועצות לשעבר ובארצות הברית.

תהליכי התפלה הצורכים אנרגיה חשמלית

יישום תהליכי ההתפלה בשיטת פריצה רב דרגתית זיקוק רב שלבי וכן מיקום מיתקני ההתפלה מותנים בזמינות מקור החום ובקירבה של מיתקני ההתפלה אליו. בניגוד לתהליכים אלה, בתהליכי התפלה הצורכים אנרגיה חשמלית, המסופקת בזמינות גבוהה מרשת החשמל הכללית, קיימת גמישות בקביעת מיקום מיתקני ההתפלה. היתרון העיקרי של מיתקנים אלה נובע מהימצאות כושר ייצור חשמל זול, שאינו מטצל בחלק מהזמן במערכת ייצור החשמל, שההשקעה הגבוהה בהקמתה כבר בוצעה.

יתרונות משמעותיים נוספים של תהליכי התפלה הצורכים אנרגיה חשמלית הם:

- ניתן למקם את המיתקן סמוך למקור מי הגלם ולצרכני המים המתפלמים.
- אין צורך בהשקעה נפרדת לצורך הקמת מיתקנים לייצור אנרגיה.
- אין הפסדי הספק מותקן בתחנת כוח קיימת, הנובעים משילוב מיתקני התפלה. שילוב זה מחייב הוספת כושר ייצור להשלמת ההפסדים.
- עלות נמוכה של ייצור האנרגיה החשמלית להתפלה בשעות שאינן שעות ביקוש גבוה.

■ הפעלת מיתקני התפלה אינה תלויה בזמינות של יחידת ייצור חשמל ספציפית.

■ אין צורך להקים מיתקני התפלה באתרי תחנות כוח, על שטחי הקרקע המהווים את עתודות הקרקע לפיתוח עינדי של יחידות כוח נוספות בתחנת הכוח.

■ השימוש במיתקני התפלה צורכי חשמל בשעות השפל יכול לשמש כלי לניהול העומס ולשיפור מקדם העומס.

■ אמינות מערכת ייצור החשמל תשופר בגלל האפשרות להפסיק מיתקני התפלה כאשר נדרשת השלת עומס.

לחקך תיאור תהליכי ההתפלה הצורכים אנרגיה חשמלית להתפלת מים.

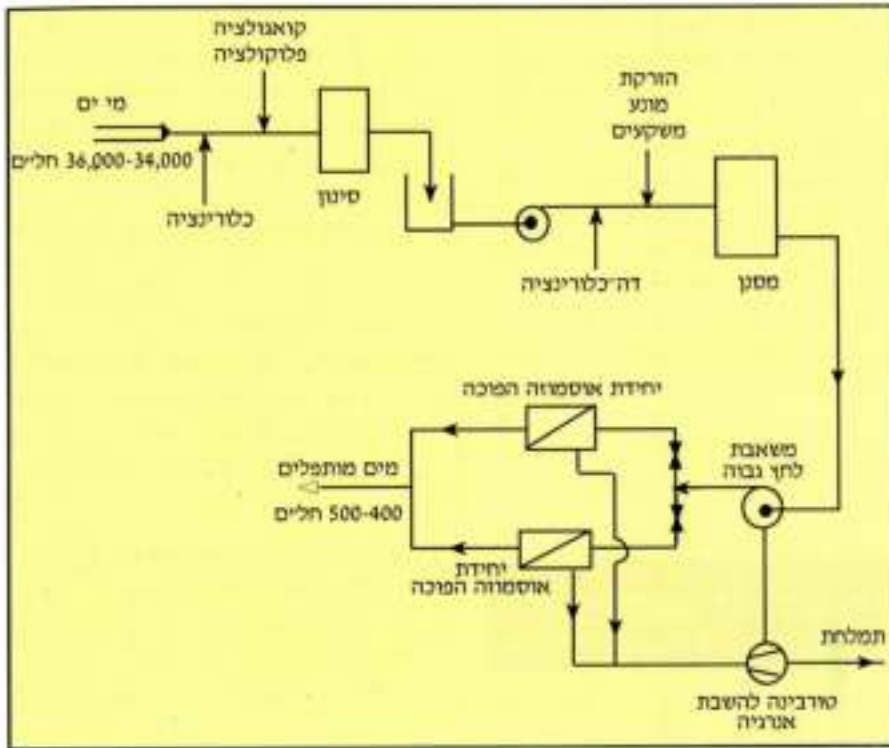
תהליך אוסמוזה הפוכה

האוסמוזה הפוכה היא שיטה להפרדת מלחים לא אורגניים ותרכובות אורגניות פשוטות באמצעות לחץ, כאשר לתמיסות העוברות הפרדה יש אופי דיפוזיבי. בתהליך ההתפלה במיתקני אוסמוזה הפוכה מעלים את לחץ תמיסת מי הים מעל לחץ האוסמוטי וגורמים לוריטה דרך ממברנה חדירה למחצה, המעבירה מים אך לא מוצקים ממיסים.

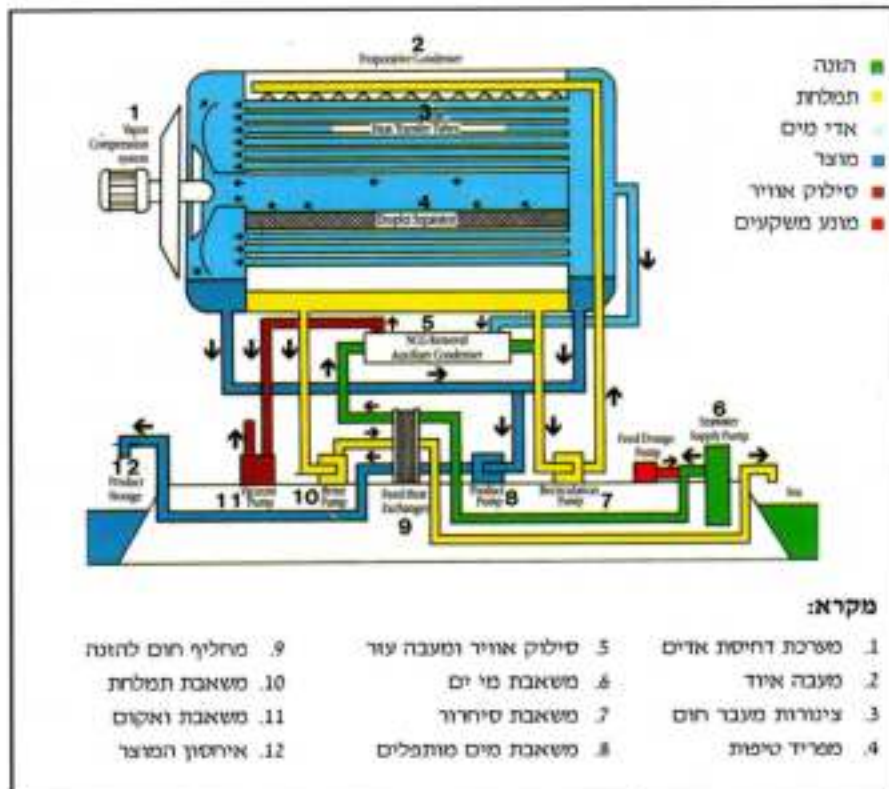
המרכיבים העיקריים הנדרשים בתהליך זה הם ממברנה מתאימה, מיתקנים להעלאת הלחץ גבוה (עד 70 אטמוספירות), טורבינה להשבת אנרגיית הלחץ ממי רכו, תוספים כימיים ומשרכות (לעיתים די גדולות) לסיון ולטיפול קדם של מי ההזנה למיתקן (איור 3).

מיתקני אוסמוזה הפוכה מתפללים מי ים, שכמות המלחים (המוצקים) המומסת בהם היא מ-35,000 חלים עד 40,000 חלים לרמה של כ-400 חלים.

יתרונות מיתקן הפועל בשיטת אוסמוזה הפוכה הם: זמינות גבוהה, ויסות קל של תפוקה ואיכות המים המתפלמים, תצרוכת אנרגיה נמוכה יחסית לשיטות האחרות בתהליכים צורכי אנרגיה תרמית, גמישות תפעולית, מודוליות, זמני התקנה קצרים,



איור 3
תרשים מיתקן התפלה בטכנולוגיית אוסמוזה הפוכה



איור 4
תרשים מיתקן התפלה בטכנולוגיית זיקוק דחיסת אדים

טכנולוגיה מתפתחת המאפשרת שיפור ביצועי המיתקן לאורך החיים המקורי שלו.

חטרונות מיתקן זה הם איכות נמוכה יותר של המוצר (כמות מלחים מומסת שווה ל-400 חלים) בהשוואה למוצר המתקבל בשיטות של מריצה רב דרגתית או זיקוק רב שלבי, דרישות גבוהות לאיכות מי הזנה, ועלויות הון גבוהות יחסית.

מקור האנרגיה להתפלה

בתהליך זה עיקר האנרגיה להתפלה היא האנרגיה החשמלית הנדרשת לדחיסת המים לצד הלחץ הגבוה של הממברנה. תצרוכת האנרגיה בתהליך זה תלויה מאוד באיכות מי הנלם. להתפלת מים מלחים נדרשים 1-2 קוטייש למ"ק, להתפלת מי ים נדרשים 4.5-6.0 קוטייש למ"ק עם השבת אנרגיה (Heat Recovery). ההשבת לעיל מבוססת על נתוני מיתקנים המעלים כיום בשלם.

תהליך זיקוק דחיסת אדים

תהליך התפלת מים בשיטת זיקוק דחיסת אדים הוא התהליך הפשוט והיעיל ביותר. התהליך מבוסס על עיקרון של "משאבת חום" דורש ציוד פשוט: מערכת צינורות, מדחס אדים מכני, מחליף חום ומשאבות (איור 4). מי הים נשאבים מנימה ומטופלים בתוספת מונומי משקעים, שניים דרך מחליף חום שבו הם סופגים חום מהתמלחת. מי התוצר העוזבים את התהליך מתערבבים בתמלחת הממוחזרת ומרוססים על גבי "אשכול" צינורות אופקיים למעבר חום, כך שעל פני הצינורות נוצרת שכבה דקה ורציפה של הנזול.

המחדש, בתהליך יניקה, יוצר לחץ הנמוך מלחץ שיווי המשקל של התמלחת. כתוצאה מכך מתאדה חלק מהנזול שבתמלחת. האדים חולפים דרך מפריד טימת ונדחסים לתוך הצינורות האופקיים שבתוכם הם מתעבים ומשחררים את החום הכמוס הדרוש לתהליך האידוי.

מי המוצר, שכמות המוצקים המומסת בהם היא 1-20 חלים, והתמלחת



התפלת מים בישראל

משק המים בישראל צרך כ-2 מיליארד מ"ק מים בשנת 1990. כ-75% מכמות זו היו מים לצורכי חקלאות וכ-25% (כ-500 מיליון מ"ק בשנה) לשאר הענפים.

מגמת הצריכה במשך השנים האחרונות הייתה ירידה בצריכה הביתית העלייה בצריכת המים לחקלאות. המומחים לנושא המים בישראל טוענים, כי המשק נמצא במשבר ויש לחפש מקורות מים חדשים, ככמויות של מאות מיליון מ"ק לשנה. פתרון אפשרי הוא התפלת מים מליחים ומי ים.

נושא ההתפלה בישראל אינו חדש. ב-30 השנים האחרונות הוקמו עשרות מיתקני התפלה – מסחריים והדגמתיים – בטכנולוגיות התפלה שונות.

יכולת התפוקה של מיתקני ההתפלה בישראל מוצגת בטבלה 2.

יש לציין, כי רוב הניסיון שנצבר בישראל בהתפלת מי ים נצבר מהפעלה ניסיונית של מיתקן התפלה בשיטת זיקוק רב שלבי, שפעל מ-1983 עד 1986 צמוד לאחת היחידות בתחנת הכוח אשכול א' באשדוד.

הפעלת מיתקן זה הופסקה עקב העלות הגבוהה של האנרגיה להתפלה והפסד של כ-5 מנואט הספק מותקן. ההפסד נבע מסיייה מתנאי הטיפול, על פי התיכנון המקורי של התחנה, שמטרתה הייתה לספק מים בטמפרטורה גבוהה

המרוכזת נשאבים אל מחוץ למיתקן דרך מחליף החום.

כמיתקני התפלה גדולים היכולים להכיל שתיים או שלוש דרגות, המדחס מוציא את האדים מהתא האחרון, שבו שוררת הטמפרטורה הנמוכה ביותר, מעביר אותם ודוחס אותם לתא הראשון שבו שוררת הטמפרטורה הגבוהה ביותר, ושם הם מתעבים. האדים הנוצרים בתא הראשון מתעבים בתוך הצינורות של התא השני.

יתרונות המיתקן הם: זמינות גבוהה, זמי התקנה קצרים, מודולריות, גמישות תיפעולית, כלי נוח לניהול עומס ולהגדלת אמינות מערכת החשמל על ידי הפסקת המיתקן במקום השלת עומס.

חסרונות המיתקן הם: עלויות תיפעול גבוהות, תצרוכת אנרגיה גבוהה יותר בהשוואה לזו הנדרשת בתהליך זיקוק רב שלבי ואי יכולת לוחס את איכות המים המתפלמים.

מקור האנרגיה להתפלה

בתהליך זה עיקר האנרגיה להתפלה היא אנרגיה חשמלית המשמשת להנעת מדחס הדוחס את האדים מצד האידיוי אל צד העיבוי על פי נתונים שהצטברו על מיתקנים קיימים בעולם, הפועלים בשיטת זיקוק דחיסת אדים, צריכת האנרגיה הסגולית, ביחידות גדולות 2,500 מ"ק ליממה, היא כ-7.5-8.5 קוטי"ש למ"ק.

תהליך אלקטרודיאליזה

בתהליך זה מסלקים בעזרת מתח חשמלי את היונים הנמצאים בתמיסה. לכן האנרגיה להתפלה היא האנרגיה הנדרשת להעברת כמות מטען על פני מים של צמד תאים. מהמספר הקטן של מיתקנים אלה, בעיקר קטנים עם יכולת התפלה עד 100 מ"ק ליממה, נראה כי צריכת האנרגיה עבור מים מליחים היא כ-2 קוטי"ש ועבור מי ים היא כ-15 קוטי"ש למ"ק. היות שטכנולוגיה זו היא בעלת מיטנציאל נמוך ליישום בקנה מידה מסחרי ביחידות גדולות, לא נרחיב יותר בנושא זה. יש לציין, כי בישראל, במשאבי שדה, הופעל בשנים 1969-1970 מיתקן ניסויי להתפלת מים מליחים בשיטת זו.

יותר ממעבה התחנה כמקור חום להתפלה. עלות המים הוערכה או כ-80 סנט למ"ק.

בחודשים האחרונים אושרה הפעלתו המחודשת של מיתקן זה על ידי יזם פרטי. החום להתפלה יסופק ממי קירור של מיתקן דיזל של 25 מנואט, אשר ימוקם בקרבת האתר ויספק חשמל לרשת במקביל.

רוב הניסיון שנצבר בישראל מתייחס להתפלת מים מליחים במיתקני אוסמוזה הפוכה, אשר נבנו בעשור האחרון: 8 מיתקנים באילת, 6 בסבחה, 3 בעובדה ואחד בסדום. מחיר המים המתפלמים הוא בתחום של 30 עד 50 סנט למ"ק.

בשנת 1991 בחנה חברת החשמל טכנולוגיות התפלה שונות להתפלת מי ים, להתפלה בקנה מידה גדול (עשרות אלפים ומאות אלפים מ"ק ליממה). המיתקנים שנבחנו הם:

■ מיתקן להתפלת מים בטכנולוגיה של זיקוק רב שלבי.

המיתקן יקבל אנרגיה תרמית להתפלה מתחנת הכוח "רוטנברג" (550 מנואט) דרך מעגל מי קירור של מעבה היחידה ליצור של כ-50 מיליון מ"ק מים לשנה. הפסדי הספק בתחנה (550 מנואט) בגלל טמפרטורה גבוהה יותר מן הסתוכנון במעבה, הוערכו בכ-42 מנואט.

טבלה 2

יכולת התפוקה של מיתקני התפלה בישראל

תפוקה קיימת ב-1991 [מ"ק/יממה]	תפוקה מותקנת עד 1989		הטכנולוגיה
	%	[מ"ק/יממה]	
1,308	3.7	2,604	זיקוק דחיסת אדים
—	30.0	21,028	זיקוק רב שלבי
36,839	52.6	36,839	אוסמוזה הפוכה
—	13.7	9,591	אחרות*
38,147	100.0	70,062	סה"כ

* אלקטרודיאליזה ופריצה רב שלבית



טבלה 3

המרכיבים העיקריים של עליות ההתפלה בשיטות שונות [אחוזים]

זיקוק דחיסת אדים	אוסמוזה הפוכה	זיקוק רב שלבי	טכנולוגיית ההתפלה מרכיב העלות
39	27	49	אנרגיה
44	46	38	הון במיתקן ההתפלה
17	27	8	תיפעול ואחזקה של המיתקן
—	—	5	שיטת לחיבור מיתקן ההתפלה ליחידת כוח
100	100	100	סה"כ עלות סגולית [אחוזים]
99	107	90	סה"כ עלות סגולית [סנט/מ"ק]

מחיר המים המתפללים ממי ים הוא גבוה בהרבה ממחיר המים המשולם על ידי הצרכנים היום. לכן, כדי לקדם את נושא התפלת מי ים בארץ, דרוש שינוי במדיניות קביעת מחיר המים על פי קריטריונים חדשים, כגון איכות המים ומרחק ההובלה ממיתקן ההתפלה.

קביעת מחיר כלכלי למים הוא זה שיקבע חלק מהפרמטרים של מיתקן ההתפלה.

לסיכום המאמר מוצגת בטבלה 4 תמצית ההשוואה בין שלוש טכנולוגיות עיקריות להתפלת מים.



איור 4

מיתקן התפלה בטכנולוגיה של אוסמוזה הפוכה

מיליון מ"ק לשנה. מימוש הפוטנציאל בקנה מידה גדול זה, לעומת מיתקן התפלה אחד בודד, לא יביא להוזלת העלות הסגולית של ייצור מים בשיטת זיקוק רב שלבי.

לשמת זאת, הפוטנציאל הכללי להתפלת מים במיתקנים צורכי חשמל הוא כבר היום פי חמישה עד פי שבעה גדול יותר מזה שיעמוד לרשות מיתקנים בשיטת זיקוק רב שלבי בשנת 1994. בתדשו הקיץ ניתן יהיה לייצר כ-1.5 מיליון מ"ק מים ליממה במיתקני אוסמוזה הפוכה, וכמיליון מ"ק במיתקני זיקוק דחיסת אדים. כל שינוי בהרגלי הצריכה או תוספת אמצעי ייצור חדשים יוכלו, באופן מיידי, לשמש לייצור כמות מים נוספת.

מיתקנים צורכי חשמל ניתן להקים לאורך החוף במקומות הקרובים ביותר ליעדי צריכת המים, ללא קשר למיקום תחנת הכוח.

איתור מקורות מים מליחים בארץ יוכל להביא לניצול פוטנציאל זה להתפלת מים בשיטת אוסמוזה הפוכה במחיר, שהוא כמחצית ממחיר התפלת מי ים בשיטה זו או אף פחות. התפלת מים מליחים בשיטת אוסמוזה הפוכה הוא הצעד המעשי והזול ביותר בתקופה הקרובה להגדלת כמות המים הוסיגים לשימוש ביתי.

איור 5 מציג מראה כללי של מיתקן התפלה בטכנולוגיה של אוסמוזה הפוכה.

■ מיתקן להתפלת מים בטכנולוגיה של אוסמוזה הפוכה וזיקוק דחיסת אדים.

מיתקנים הפועלים בטכנולוגיות אלה הם צרכני אנרגיה חשמלית הממוקמים באתר כלשהו לייצור כמות מים המתאימה לצריכת חשמל בהספק השווה להפסדי הספק שבזריש; כ-45 מיליון מ"ק לשנה בוד"א וכ-49 מיליון מ"ק לשנה באי"ת. הונח כי מיתקנים אלה יצרכו חשמל בשעות השפל והגב.

תחום העלויות הסגוליות לייצור מים בטכנולוגיות אלה היה צר מאוד מ-90 עד 107 סנט למ"ק. טבלה 3 מציגה את המרכיבים העיקריים של עלות זו.

על פי הבדיקה לעיל קשה להעדיף שיטה אחת על פני השנייה על בסיס ניתוח כדאיות כלכלית בלבד. בעתיד צפויות התפתחויות בטכנולוגיית הממברנות (חומרים חדשים ושינוי באורך החיים) העשויות להזויל את עלות ייצור התפלת המים במיתקני אוסמוזה הפוכה.

מנקודת ראות תיפעולית ואירוגנית, חברת החשמל נותנת עדיפות למיתקני התפלה המבוססים על תהליכים הצורכים אנרגיה חשמלית.

שילוב מיתקני התפלה בשיטת זיקוק רב שלבי יגרום נזק למערכת ייצור החשמל בגין הפסדי יכולת מותקנת ונצילות ביחידות הכוח. לעומת זאת, שילוב מיתקני התפלה צורכי חשמל עשוי להיות יתרון למערכת, מאחר שמיתקנים אלה יכולים לשמש כלי לניהול העומס – הסטת עומס והשלטת עומס.

סיכום

הפוטנציאל הכללי להתפלה בשיטת זיקוק רב שלבי בצמוד לתחנות כוח מוגבל לכמות החום הומינה מיחידות כוח, ומיששו תלוי בקצב פיתוח מערכת ייצור החשמל. למיצוי הפוטנציאל בשיטה זו עד שנת 2003 מספיקים שישה מתקנים, כל אחד בעל יכולת תפוקה של 201,600 מ"ק ליממה להפעלה בתחנת הכוח "ירוטנברג" (550x2 מגואט) ובתחנת הכוח "ימאר דוד ב" (550x2 מגואט). בשנת 2003, הפוטנציאל להתפלה מתוך כ-300



טבלה 4

השוואה בין שלוש טכנולוגיות להתפלת מי ים

זיקוק רב שלבי (זר"ש)	דחיסת אדים מכנית (זד"א)	אוסמוזה הפוכה (א"ה)	טכנולוגיית ההתפלה
			תכונה
סידרת תאי אידוי ומעבה	סידרת תאי אידוי ומדחס מכני	סידרת ממברנות, משאבות לחץ גבוה, מערכת קדם לטיפול במים	תיכונן
במקומות בהם זמין חום בטמפרטורה נמוכה או קיטור בלחץ נמוך	במקומות בהם קיימת אנרגיה חשמלית זמינה		יישום
40,000-50	3,000-25	6,000	יכולת ייצור ליחידה [מ"ק/יממה]
קיטור בלחץ נמוך (0.4-0.2 אטמוספירות) או מים חמים בטמפרטורה נמוכה (עד 70°C)	אנרגיה חשמלית		מקור אנרגיה לתהליך
	20-1 לא ניתן ליישום	400-1,000 ניתן ליישום	איכות טיפוסית של מוצר (חלי"מ (ppm) מוצקים מומסים)
תלויה בזמינות, בעומס ובמשטר הטיפול של תחנת כוח	תלויה רק בזמינות אספקת חשמל ומשטר הטיפול		תפוקת מים [מ"ק/שנה]
נמוכות נדרש לבקר, שקיעה (קשיות)	גבוהות מאוד נדרש לבקר, שקיעה, זיהום ביולוגי, חומרים אורגניים, קולואאידים		דרישות לטיפול קדם של מי הזנה להתפלה
1-0.5 שעה	דקות ספורות		זמני התגעה והפסקה
98-96	90 (מדחסים)	90 (היזדרדות: סתימה של הממברנה)	זמינות [%]
בסיס	נמוך יותר	נמוכות יותר, תלוי רבות במערכת קדם טיפול של מי הזנה	דרישות שטח למיתקן
750-650	850	1,100-850	עלות המיתקן [5 מ"ק/יממה] למיתקנים גדולים 200×10^3 מ"ק/יממה
1 (בסיס)	2-1.5 מספר גדול של מודולים (מדחסים) - כוח-אדם רב יותר	6-4 החלמת ממברנות - יותר כימיקלים - כוח-אדם רב יותר	עלות הטיפול ואחזקה (בהשוואה לזיקוק רב שלבי)
2.2-2	7.8-7.2 (בעיקר למדחסים)	6-4.8 כולל השבת אנרגיה, בעיקר משאבות לחץ גבוה	תצרוכת אנרגיה חשמלית סגולית [קוט"ש/מ"ק]
30	30	30	אורך חיים של מיתקן [שנים]
מוכתב על ידי מיקום תחנת הכוח או מקור החום	- חופשי לפי בחירה - חופש במיקום, קרוב לערוב המים		מיקום המיתקן
30 חודש	29 חודש	33 חודש	זמן הקמה (לאחר זכיה במכרז) גדל המיתקן 200×10^3 מ"ק/יממה
יש	אין		אובדן הספק מותקן של תחנת כוח [מגואט]
גבוהה מעקב נוח אחרי שינוי עומס תחנת הכוח	גבוהה התגעות/הפסקות קלות ומהירות		נמישות תיפעולית



חסכון באנרגיה במנועים חשמליים תוך הפעלתם המשופרת

מהנדס גז ארליך, M.Sc.

מנועים חשמליים הם "סוסי העבודה" החיונים ביותר בתעשייה, בשירותים ובכל ענפי המשק הלאומי, ואין להם כל תחליף במערכות המשרתות בני אדם כיום ובעתיד.

המבנה של רוב המנועים החשמליים הוא פשוט, תחזוקתם זולה ונוחה, והם אמינים כל כך, שלפעמים עלולים לשכוח שהם קיימים.

אולם, ברוב הארצות צריכת החשמל של המנועים החשמליים מהווה יותר מ-65% של ההוצאות עבור חשמל למשל בבריטניה עלותם השנתית לתעשייה ולמסחר גבוהה – מעל 3 ביליון לירות סטרלינג.

אולם כמעט כל המנועים החשמליים לא פועלים ביעילות הרצויה והאפשרית, ויש לזה סיבות רבות. למשל, כאשר קובעים את נתוני המנוע על כל פרטיו לפני התקנתו, קשה לחזות מראש ובמדויק את התנאים, שבהם יצטרך המנוע לפעול בעתיד במשך חיי העבודה הארוכים שלו. במשך תקופת השימוש בו, הדרישות כלפי המנוע ותנאי עבודתו עלולים להשתנות באופן משמעותי, למשל, המנוע עלול להיות גדול מדי, או לפעול כאשר אין צורך בכך.

מחיר האנרגיה החשמלית עלה בהתמדה, אך בא בשעה, הגיעו גם מספר טכנולוגיות חדשות בנושא ההינע החשמלי לדרגת האמינות הדרושה, וגם עלותן ירדה משמעותית וממשיכה לרדת. כל זה הפך את הגברת היעילות של המנועים החשמליים באמצעות הצטיידותם במערכות האלה למבצע ריווחי ביותר. אם תוכנסנה הטכנולוגיות החדשות בכל מקום, שיש הצדקה לכך, ייחסכו למשק הלאומי עשרות מיליוני שקלים. על בסיס של חישובים, שנעשו בארצות שונות, ניתן להעריך שהחיסכון האפשרי באנרגיה חשמלית יהיה כ-10% מהצריכה הארצית הכוללת. כמו כן, לפי הערכות מבוססות ולפי הניסיון, שכבר נרכש בנושא זה, החזר ההשקעות הדרושות בטכנולוגיות החדשות נעשה בדרך כלל בתוך שנתיים.

80% מהספק הנקוב לפיכך, יש צורך בבדיקה כדי לקבוע את הצריכה האמיתית של המנוע.

כדי לקבל מידע רלוונטי על צריכת המנוע, לא די בביצוע מדידות באמצעות מד זרם או מד הספק רושמים. מקדם ההספק לא נשאר קבוע. הוא משתנה בעקבות השינויים בהעמסת המנוע או במהירותו. כיום, קיים בשוק מבחר גדול של ציוד לבדיקות צריכה מכל ההיבטים. בעל המנוע יכול לרכוש אותו או לחכור אותו. (במקומות שונים ובישראל, אין תמיד לצרכן אפשרות לחכור ציוד כזה, לכן הרשות הממלכתית, המעונונית בחיסכון באנרגיה, צריכה לדאוג לכך, שאפשרות כזאת אכן תיווצר).

לאחר שנקבעה, באמצעות מדידות האלה, העלות השוטפת לאנרגיה של המנוע מתאפשר השלב הבא והוא בדיקת הברירות השונות, הקיימות להורדת הוצאות התיפעול. באופן כללי ניתן לומר, שקיימות שלוש אפשרויות מעשיות:

- התייעלות באופן ההפעלה של המנוע.
- החלפת המנוע במנוע חדש ויעיל יותר.

מתייחס למנועים שהספקם הוא מ-1 קילו ואת עד 300 קילוואט.

מדי לבדוק באופן כלכלי כל החלטה בנדון יש צורך במידע הבא:

- מד צריכת האנרגיה השוטפת של המנוע.
- מה היא כמות האנרגיה שניתן לחסוך.
- מד עלות הפעולות, הרכיבים או המערכות, הדרושים להשגת החיסכון הזה.

ברוב המקרים הצריכה השוטפת של מנוע בודד לא ידועה, לפיכך, כדי שניתן יהיה להגיע להחלטה אופטימלית, דרושים נתונים תיפשוניים נספחים.

המצב בנדון היה אידיאלי, אם היה אפשר להכפיל את ההספק הנקוב של המנוע, כפי שהוא מופיע על שלט נתוני המנוע, בשעות העבודה בפועל של המנוע, מדי לקבל את האנרגיה הנצרכת על ידי המנוע בקוטי"ש. אולם, כפי שהניסיון מוכיח, מנועים אלה נבחרו עם הספקים, העולים על הדרישות, ועל כן מרבית המנועים עמוסים בפועל רק ב-60% עד

שיטות הניתוח ודרכי הגישה לנושא

בחיפוש הדרך לחסוך בעלויות ולהגביר את היעילות, רצוי לקבוע מספר כללים לאיתור היעדים המתאימים.

בין כלל מנועי החשמל, כמות האנרגיה המודיבת נצרכת על ידי מנועי השראה תלת מופעיים. אולם הספקם של מספר רב של מנועים מסוג זה קטן מ-1 קילו וואט והוצאות התיפעול נמוכות מאוד. לפיכך, במנועים קטנים אלה, על פי רוב, אין הצדקה כלכלית בהתקנת מערכות או רכיבים לחיסכון באנרגיה והגברת היעילות. גם במנועי השראה גדולים מאוד אין סיכויים רבים להביא להגברת היעילות והחיסכון, מאחר שמנועים אלה, בדרך כלל, נבחרו בקפידה רבה ותיפעולם תוכנן היטב. לכן הם, על פי רוב, עובדים ביעילות גבוהה.

באופן מעשי, התחום שבו קיים סיכוי להשיג חיסכון ולהגביר את היעילות,

גז ארליך – מהנדס יועץ



המים. מצבן ששיטות אלה נורמות לבזבז אנרגיה מאחר שהגדלת ההתנגדות לזרימה נורמת לירידה משמעותית בנצילות של המניפה או של המשאבה.

שיטה יעילה בהרבה היא מערכת הינע לוויסות מהירות המנוע (Variable Speed Drive - VSD). במניפות ובמשאבות צנטריפוגליות ההספק יחסי לחזקה השלישית של המהירות, בו בזמן שהזרימה נמצאת ביחס ישר למהירות המנוע. לפיכך, הקטנת המהירות המירבית של המנוע ל-80% (וגם של הזרימה) תצמצם את צריכת החשמל ב-50%. מובן, ששיטתים במהירות בפועל לא יביאו בהכרח לצמצום ההספק התיאורטי, אולם בכל מקרה החיסכון יהיה משמעותי ביותר.

מבחר מערכות הינע לוויסות מהירות המנוע הוא גדול, אך, באופן מעשי, נמצאים בשימוש רחב רק שלושת הסוגים הבאים:

- מצמדים מכניים ואלקטרו-מכניים.
- מצעים רבי מהירות.
- מערכות הינע אוטומטיות לוויסות מהירות המנוע.

מצמדים מכניים ואלקטרו-מכניים

מצמדים מכניים פועלים באמצעות חיבורים נמישים בין סרן המנוע לסרן הצרכן, כאשר התנועה היחסית של סרן הצרכן ביחס לסרן המנוע מנוקרת, לעתים קרובות, באופן הידראולי או מכני. מערכות מסוג זה הן, על פי רוב, נחלת העבר, ובעתיד הלא רחוק יוצאו מהשימוש.

סוגי המצמדים האלקטרו-מכניים הנפוצים ביותר הם מצמדי זרמי המערבולת. במצמד מסוג זה מחובר לסרן המנוע תוף פרומגנטי (Ferro-magnetic). בתוך התוף נמצא רוטור בעל קטבים בולטים, היושב על סרן הצרכן. הקטבים יוצרים שדה מגנטי, המשרה זרמי מערבולת בתוף. זרמי מערבולת אלה יוצרים מצידם שדה מגנטי נוסף, הגורם יחד עם השדה המגנטי הרוטורי לסיבוב הרוטור ויחד אתו לסיבוב של סרן הצרכן. מהירות הרוטור נקבעת על ידי זרם העיבוד של קוטבי הרוטור, המסופק על ידי מערכת בקרת המהירות. היתרון של

רבים ההוצאות השוטפות להפעלת המנוע כבר לאחר 40 ימי הפעלה רצופה עולות על השקעת ההון לרכישה ולהתקנה של המנוע. לכן רכישתו של מנוע בעל יעילות גבוהה היא דרך זולה להקטנת עלות תימולו לצרכן למשך כל תקופת חייו המנוע (Life-cycle cost).

כיום, היצרנים מציעים מנועים בעלי נצילות גבוהה עבור תחום רחב של צורות הפעלה ותנאי העמסה. מנועים אלה מקטינים את ההפסדים בדרכים רבות. חריצי ליסופים מורחבים מאפשרים להכניס לתוכם יותר נחושת וכך ניתן להקטין את הפסדי הנחושת. לבניית הסטטור והרוטור משתמשים בפלדות דלת הפסדים (Low loss steel). המנועים מופעלים בצפיפויות שטף נמוכות. כתוצאה מכך קטנים הפסדי ההיסטוריס (Hysteresis) וזרמי המערבולת. שיפורים אלה גם מביאים להפחתת החימום, וכך מתאפשר השימוש במניפות קירור מוקטנות, שצריכת החשמל שלהן קטנה יותר. הפחתת הפסדי הברזל הריאקטיביים בסוגי פלדות אלה גורמת גם לשיפור מקדם ההספק בהשוואה לזה של מנועים סטנדרטיים רגילים.

בדיקות העלו, שבתחום נרחב של העמסות, השיפור בנצילות מגיע ל-4%. מחד מנועים בעלי נצילות משופרת עולה ב-25% יותר ממחיר של מנוע רגיל. על בסיס זה יש הצדקה לרכוש מנוע בעל נצילות גבוהה או להחליף מנוע רגיל במנוע בעל נצילות גבוהה, כאשר המנוע צריך לפעול בהעמסה גבוהה במשך תקופות ארוכות. במקרים כאלה ניתן להניח, שההשקעה הנוספת תוחזר לאחר כ-5000 שעות הפעלה, כפי שעולה מפירוטוים מקצועיים.

מערכות הינע למהירות משתנות

יותר מ-50% מכלל המנועים מפעילים מנוחים ומשאבות. כדי להתאים את התפוקה לצריכה, קיימות צורות שונות של בקרת זרימת המים או האוויר. במרבית המערכות האלה בעבר וגם היום משתמשים באמצעים מכניים לצמצום הזרימה, למשל: וסת אוויר מכני או שסתום בקרה בצורת להגבלת זרימת

■ שימוש במערכות הינע חדשות עם וויסות מהירות.

בדרך כלל, אין כל קושי לבצע התייעלות בהפעלת המנוע. ראשית, יש לדאוג להפסקת כל מנוע, המסתובב ריקם וללא תועלת. אין זה נכון להטיל את הדאגה לכך על העובדים, העמוסים בתפקידים רבים אחרים, אלא יש להתקין מפסק, המבצע פעולה זו באופן אוטומטי. השיטה המתאימה ביותר היא התקנת מפסק אוטומטי עם חיישן (sensor), המזהה ריצת המנוע בריקם. אם מצב זה נמשך במשך פרק זמן נתון, פעולת המנוע מופסקת. שיטה זו כבר הוכנסה לשימוש במקומות שונים בעולם, הוכיחה את עצמה והביאה תועלת גדולה. למשל, כאשר חובר מפסק מסוג זה למנוע של משאבה הידראולית של מכונת כלים (58kW), הושג חיסכון שנתי של £700 ותקופת החזר ההשקעה בתוך שבעה חודשים.

כאשר מפסיקים ומחברים לסיווגין מנועים גדולים, ההתנעת התכופות וזרמי ההתנעה הגדולים עלולים לגרום להתבלותו של המנוע, לשחיקה של המערכת המכנית ושל רצועות התמסורת ולהפרשות במערכת אספקת החשמל. על בעיות אלו ניתן להתגבר באמצעות השימוש ב"התנעת רכות" אלקטרונית, פרט למקרים של מדחסים, מסועים מהירים וכו'. בשיטה זו, בשעת ההתנעה, זוג של תיריסטורים מבוקרי מופע מעלה בהדרגה את מתח המנוע, שנקבע לו ערך התחלתי נמוך. המטרה של קביעת ערך התחלתי נמוך היא להגביל את זרם ההתנעה במשך כל תקופת ההתנעה, ולמנוע תופעות מעבר חשמליות בלתי רצויות וזעזועים לעומס המכני. אותה מערכת בקרה גם מסוגלת לאפשר "עצירה רכה". הורדה הדרגתית של המתח בשעת העצירה מונעת תופעות מעבר חשמליות ומכניות מזיקות, כמו למשל "מכות מים" (water hammering) במשאבות.

כאשר למנועים "הרצים" שעות ארוכות ללא הפסקה, כדאי לבדוק את נצילותם בפועל. בהנחה שחיי העבודה של מנוע נמשכים 10 עד 15 שנים, ההוצאות השוטפות השנתיות להפעלת המנוע עולות בהרבה על החזרי ההשקעה הראשונית לרכישה ולהתקנה של המנוע. במקרים



שיטה זו הוא, שלא נוצרים כאן גלים עליונים. אף על פי כן, גם שיטה זו מיושנת והשימוש בה ילך ויפחת.

מנועים רבי מהירויות

בין המנועים רבי מהירות יש להזכיר את המנוע להחלפת מספר הקטבים, אשר מאפשר את הפעלתו בשתי מהירויות קבועות בעלות נמוכה. עלותו של מנוע זה גבוהה ב-25% מזו של מנוע רגיל, והוא יסיל להיות הפתרון המתאים, כאשר דרישת ההספק שלו היא בשתי רמות, למשל בהרבה סוגים של מפוחים וכו'. היחסים בין שתי המהירויות הן על פי רוב 2:1 ו-3:1.

מנוע רב מהירויות חדש הוא מנוע הרלוקטנץ הממוחנן (Switched Reluctance Drive - SRD). מנוע זה מבוסס על מנוע צעד, ובסוג זה של מנוע מספר הקטבים בסטטור וברוטור, בדרך כלל, שונה (ראה איור 1).

סלילי קוטבי הסטטור, N , מקבלים זרם ישר (DC) מהבקר של מנוע הרלוקטנץ הממוחנן. כאשר הסליל של אחד הקוטבים מקבל זרם עירור, נוצר שדה מגנטי, המאלץ את הרוטור להסתובב עד שקוטב אחד של הרוטור יתייצב מול הקוטב, שקיבל את העורר, זה כדי שההתנגדות לשטף המגנטי (Reluctance) תהיה מיזערית. 'דוגמה, באיור 1 מוצג מנוע רלוקטנץ בעל ארבעה קוטבי סטטור וחמישה קוטבי רוטור. המצב, כפי שהוא נראה באיור, הוא לאחר עירור השדה של קוטב a של הסטטור, שהביא להתיישרותו של קוטב I של הרוטור עם קוטב a של הסטטור. עם הפסקת העירור של קוטב a ועירורו של קוטב b , קוטב II של הרוטור מתיישר עם קוטב b , וזה גורם לתנועה זוויתית של הרוטור ב- 18° . כאשר העירור של b נפסק, זרם עירור מסופק לקוטב c , הרוטור מתקדם בתנועה זווית נוספת בת 18° , וקוטב III של הרוטור מתיישר עם קוטב c של הסטטור. כך בצעדים של 18° נוצרת, במקרה זה, תנועה סיבובית רצופה של הרוטור. המהירות והכיוון של סיבוב הרוטור נקבעים באופן בלעדי על ידי הבקר האלקטרוני של המנוע, אשר מסוגל להפעיל את המנוע בתחום נרחב של מהירויות בשני כיווני סיבוב. לסוג זה של

מנועים הפסדים נמוכים, ולכן נצילותם גבוהה. כמו כן, מומנט ההתנעה גבוה ולרוטור יש אינרציה נמוכה. למערכת הינע עם מנוע זה יש בקרת מהירות מדויקת מאוד, והפיכת כיוון הסיבוב מהירה ביותר.

מערכות הינע אוטומטיות לוויסות מהירות המנוע

מערכות הינע לוויסות מהירות המנוע (VSD) החשובות ביותר היום הן אלה בעלות רכיבים וממירים אלקטרוניים. השימוש בהן הולך ומתרחב מדי שנה בקצב מהיר.

ניתן להבחין בשלושה סוגים עיקריים של ממירים לשימוש כללי:

- ממירים עם מקור מתח משתנה (Variable Source-Inverters – VSIs)
- ממירים עם מקור זרם (Current-Source Inverters – CSIs)

■ ממירים עם איפנון רחב המולטים (Pulse-Width Modulated Inverters – PWMs)

שלושת סוגי הממירים העיקרוניים האלה הם בעלי תצורה זהה (ראה איור 2).

כל אחד מהממירים מורכב משלוש תת מערכות, המבוקרות על ידי יחידת בקרה משותפת.

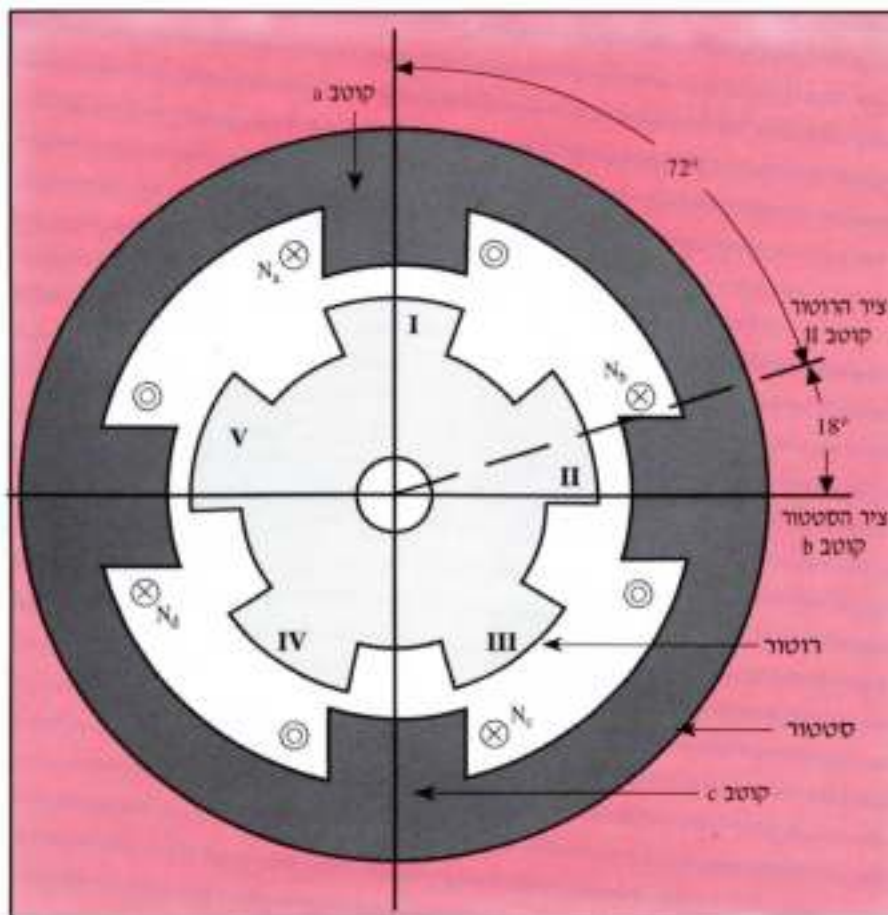
תת המערכות המרכיבות את המערכת להסרת תדר הן:

■ מיישר

מיוצר לרשת אספקה מתח חילופין (AC), בעלת תדר קבוע. המיישר הופך את הספק החילופין (AC) להספק ישר (DC).

■ מעגל ביניים

מעגל ביניים זרם ישר (DC) מספק הספק ישר (DC) מסוגל לממיר.



איור 1
תרשים של מנוע רלוקטנץ (Reluctance Motor)

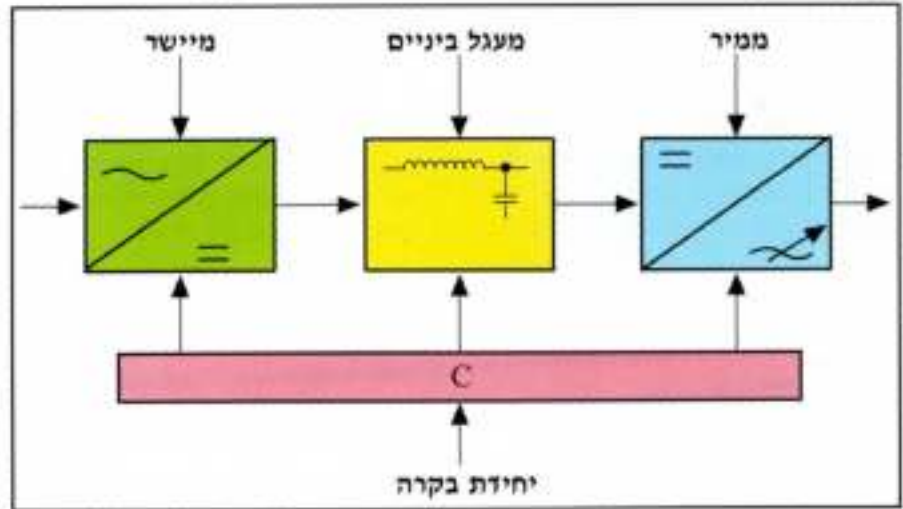


גלים עליונים, הנוצרים במערכות הינע לזיוסות מהירות המנוע בעלות רכיבים וממירים אלקטרוניים, המתלבשים על הגל היסודי ונכנסים יחד אתו לתוך המנוע עלולים לגרום לעיוותים משמעותיים בביצועי המנוע. גלים עליונים בתדרים נמוכים ובינוניים, המופיעים במשרעות (amplitude) בלתי זניחות, גורמים לתוספת הפסדים וחימום וגם יוצרים מומנטים טפיליים, הגורמים לתנודות ודעידות מכניות ומוסיפים למנוע העמסה ניכרת. גלים עליונים בתדרים גבוהים מופיעים כדרך כלל במשרעות קטנות מאוד, אולם גלים בתדרי שמע עלולים לגרום לרעש.

במערכות הינע לזיוסות מהירות המנוע המופעלות רוב הזמן בעומס מלא, התופעה המתוארת לעיל עלולה להביא לחימום יתר, לחיוב את הגברת הקיורור או לעבור להתקנת מנוע גדול יותר. אולם רוב המנועים, שתוכננו באופן אופטימלי לחיסכון באנרגיה, פועלים רוב הזמן במהירויות הנמוכות מההירות הנקובה, לכן, גם במקרים, שזרם הכניסה הוא מעל תכולה הרמונית משמעותית, ההסתברות להעמסה או לחימום יתר אינה גדולה.

גלים עליונים, הנוצרים במערכות הינע לזיוסות מהירות המנוע ומועברים לרשת האספקה הכללית, עלולים לגרום להפרעות ברשת עצמה ולכלל הצרכנים, היוזנים ממנה. גלים עליונים בתדרים בינוניים וגבוהים עלולים לשבש את פעולתן של מערכות הגנה, מדידה ותקשורת, המשמשות מחשבים, ציוד אלקטרוני וחשמלי, ועוד. כדי לצמצם את הזיהום ההרמוני לרשת האספקה הכללית, וגם כדי לצמצם את התכולה ההרמונית, המסופקת למנוע, יש צורך לבחור במערכת הינע לזיוסות מהירות המנוע כך שייגרם זיהום הרמוני מינימלי.

בנושא הגלים העליונים ומקדם ההספק, יש לממירים עם איפנון רחב הפולסים (PWM) יתרון מכריע בהשוואה לשני הסוגים האחרים של הממירים האלקטרוניים. במערכות מהסוגים מסוימים עם מקור מתח משתנה (VSI) ועם ממירים עם מקור זרם (CSI) התכולה ההרמונית גבוהה, וגורם העיוות



איור 2
מערכת להטרת תדר עם מעגל ביניים זרם ישר (DC)

תקינה בתנאי מהירות והעמסה משתנים, דרושה בנוסף לבקרת התדר גם בקרת מתח או זרם הכניסה של המנוע. בשני המקרים האלה בקרת המתח או הזרם מתבצעת, בדרך כלל, במיישר, שהוא, על פי רוב, מיישר מבוקר מסוג B_2 (מיישר גשר תלת מופעי מבוקר עם שישה תיריסטורים), בגלל החיבור הישיר של המיישר לרשת האספקה, גדלה מאוד ההזרמה של גלים עליונים בשעת ויסות המתח, וגם חלה הרעה ניכרת במקדם ההספק בכניסה מרשת החילופין (AC).

הסוג השלישי של מערכות הינע לזיוסות מהירות המנוע (VSD) בעלות רכיבים וממירים אלקטרוניים הוא ממיר עם איפנון רחב הפולסים (PWM) – כיום הממיר המבוקש ביותר. בממיר מסוג זה המיישר הוא מיישר דיודות, בלתי מבוקר, אשר מספק דרך מעגל ביניים זרם ישר (DC) ומתח קבוע לממיר. לכן, בהעדר פעולות ויסות מתח במיישר, לא חלה כל הרעה במקדם ההספק של מקור אספקת מתח החילופין, ומקדם ההספק נשאר גבוה.

הממיר מספק את המתח לסליל המופעים של הסטטור בדפקים (pulses), שרוחבם ניתן לזיוסות. כתוצאה מכך נוצר זרם סינוסואידאלי בסלילי הסטטור של המנוע בעל התדר הדרוש. מערכת הבקרה יכולה לשנות את התדר ועל ידי כך את מהירות המנוע וגם את מתח הכניסה למנוע על ידי שינוי רוחב הדפקים.

■ ממיר

הפך את ההספק הישר (DC) להספק חילופין (AC) בעל התדר הדרוש. בממיר האלקטרוני מופעים תיריסטורים, טרניסטורי הספק או GTOs (Gate Turn-Off), המחברים את סלילי המופעים של הסטטור במשך חצי המחזור החיובי לצד החיובי של מעגל הזרם הישר, ובחצי המחזור השלילי לצד השלילי של מעגל הזרם הישר.

בקרת המערכת מתבצעת באמצעות מעבד זעיר (micro-processor), אשר מבטיח שהמנוע יפעל במהירות ובהספק הדרושים באמצעותם של חיישנים (sensors), משני זרם ומשני מתח נוצר משוב למעבד הזעיר לגבי משתני המערכת והמנוע, כגון: מהירות, תדר, מתח זרם, פעולה זו מאפשרת בקרה בחוג סגור, ודיוק מירבי בשמירת המהירות גם בתנאי העמסה משתנים או בביצוע של שינוי מהירות בהתאם לנדרש.

במערכת מסוג ממיר עם מקור מתח משתנה (VSI) מתקנים במעגל הביניים זרם ישר (DC), קבל גדול, שתפקידו לספק לממיר מתח כניסה ישר (DC) יציב וללא תנודות.

במערכות מסוג ממיר עם מקור זרם (VCI) מתקנים במעגל הביניים משנק גדול, שתפקידו לספק לממיר זרם יציב וללא תנודות. כדי שהמנוע יפעל בצורה



לפי שיטה זו, גם המנועים וגם המשאבות היו עמוסים מעבר לנדרש להבטחת שיעורי הזרימה המתאימים. לתיקון המצב צוידו מנועים אלה במערכת היע לזויסות מהירות המנוע בעלת ממור עם איפנון רוחב הפולסים (PWM). במערכת החדשה מהירות משאבת הבאר נקבעת באמצעות פוטנציומטר תוך התחשבות בכלאי של המשאבה ושיעורי השאיבה המותרים. מהירות המשאבה מהמאגר מווסתת באמצעות ממור לחץ (Pressure Transducer) בצינור הראשי.

מעקבים בלתי תלויים נערכו על צריכת החשמל בתנאי בקרת המים המקוריים ובתנאי בקרה באמצעות מערכת היע לזויסות מהירות המנוע בעלת ממור עם איפנון רוחב הפולסים (PWM). הממצאים מראים, שצריכת החשמל של משאבת הבאר צומצה ב-29%, והצריכה של המאגר ירדה ב-88%. החיסכון השנתי הסתכם ב-£5,910, כאשר מחיר ההשקעה הדרושה הסתכם ב-£6,900, ותקופת החזר ההשקעה היתה בת 14 חודשים בקירוב. נוסף לחיסכון באנרגיה התקבל גם צימצום הרעש בסביבה.

ההיע לזויסות מהירות מנוע, המצוידות במיישרים מבוקרים, מפרישות זיהום דמוני ניכר לרשת האספקה הכללית. בארצות רבות נערכו בדיקות רבות, בלתי תלויות, לגבי יישומים שונים של מעעים בגודל שונה במטרה לעמוד על שיעור של החיסכון באנרגיה בתנאים מעשיים.

אין כאן אפשרות להרחיב בנושא זה, ולכן נסתפק בדוגמה מעשית אחת. באנגליה, בעיר סטוק און טרנט (Stoke on Trent), הצינור הראשי של חלק ממערכת אספקת המים העירונית מקבל את המים מבאר וממאגר מים. משאבת מים שהספקה 15 קילוואט, מספקת מים לצינור מהמאגר. כדי לווסת את זרם המים על פי הצרכים חובר לחלק זה של המערכת שסתום לשחרור לחץ, אשר בתנאי לחץ יתר מחזיר מים למאגר. מי הבאר נשאבים ומסופקים לצינור הראשי באמצעות משאבה, שהספקה הוא 30 קילוואט. כמות המים המסופקת ממקור זה נקבעה על פי שיעור השאיבה המותר כאותו הזמן. שסתום מווסת את כמות המים, כאשר הוא נסגר או נפתח לפי הצורך.

(Distortion Factor – DF), זאת אומרת, היחס בין תכולת הגלים העליונים לגל היסודי, מגיע ל-20% ומעבר לזה, כאשר הרוב המכריע הם גלים עליונים בתדרים נמוכים כמו הגל השלישי, החמישי, השביעי וכו', שהם התורמים הראשיים להגדלת הפסדי המנוע ושיבוש במעלתו.

איור 3 מציג את היתרון היחסי של ממור עם איפנון רוחב הפולסים (PWM) באופן חד משמעי. כאן, גורם העיוות (DF) מגיע בתנאי ויסות מירבי לפחות מ-1%. התכולה ההרמונית מתחילה מהגל התשיעי ואילך, ולכל הגלים העליונים האלה משרעת קטנה. לכן יש להם השפעה זניחה על ביצועי המנוע והפסדיו. נוסף לכך, ניתן לסנן בקלות החוצה גלים עליונים בתדרים גבוהים.

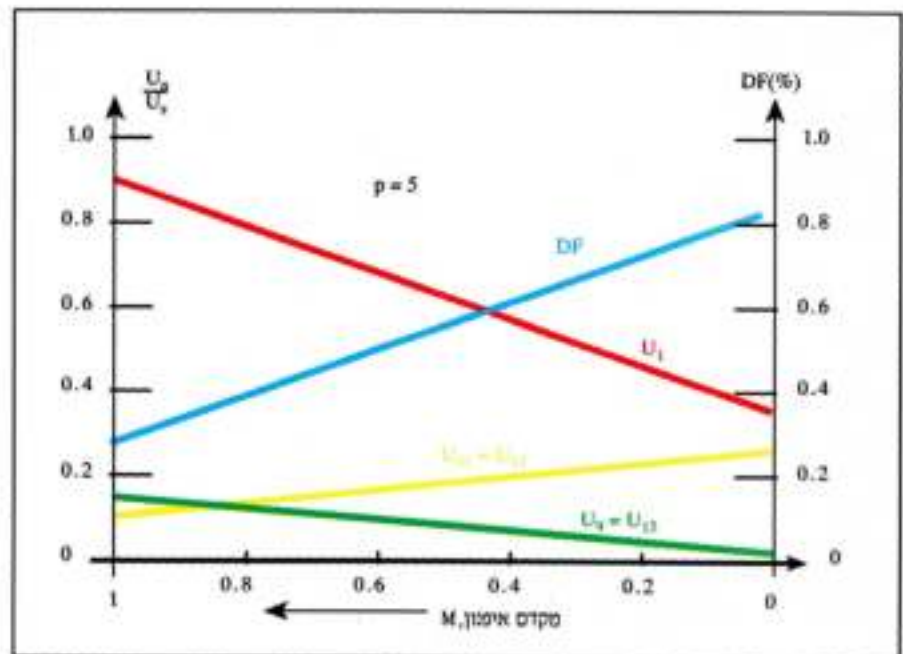
העבודה שלממור עם איפנון רוחב הפולסים (PWM) יש מיישר דיודות בלתי מבוקר מצמצמת מאוד את ייצור הגלים העליונים העלולים להיכנס לרשת האספקה. לעומת זאת, מיישרים מבוקרים עם טרנזיסטורים או תריסטורים יוצרים כמצבי ויסות שונים תכולה הרמונית רבה. לפיכך, כל מערכת

סיכום

הבסיס לניסיון לצמצם את צריכת החשמל במנועים הוא כלכלי כיסודי, והשאיפה צריכה להיות השגת שיפורים בנצילות האנרגטית, אם תקופת החזר ההשקעה היא בסדר גודל של שנתיים.

במקרים רבים מקבלים, נוסף לחיסכון הכלכלי, גם יתרונות נוספים, כגון: שיפורים באיכות המוצרים, צימצום שעות העבודה של צוות העובדים, צימצום שעות התחזוקה והפחתת הפסולת. השימוש במערכות ההיע החדשות עשוי גם לתרום לשיפור איכות הסביבה.

במאמר זה סקרנו בקצרה את הדרכים לצימצום משמעותיים בהוצאות הכרוכות בהפעלת מנועים חשמליים. לכל צרכן, המפעיל מנועים בעלי הספק משמעותי, משתלם לערוך בדיקה כלכלית יסודית של הדרכים להגברת יעילותם ולהפחתת צריכת החשמל של מנועים אלה.



איור 3
מרוכב הרמוני באיפנון רוחב הפולס הסינוסואידלי (5 פולסים לחצי מחזור) ($p=5$)



תחנת מישנה זמיר*

לצרכי הרחבה בעתיד, הושאר מקום לשנאי רביעי מאותו סוג.

תחנת המישנה החדשה זמיר מחליפה את תחנת המישנה הישנה 115/24 ק"ו, שבה מותקנים ארבעה שנאים, שהספקו של כל אחד מהם הוא 20 מג"א. התחנה החדשה ממוקמת באתר התחנה הישנה המוינה את שכונת אחוזה, כרמליה ונווה חד בחיפה, את מפעלי מת"ם ומפעלים אחרים במבואותיה הדרומיים של העיר, וכן את טירת הכרמל, עתלית ויישובי חוף הכרמל.

העברת העומס של תחמי"ש זמיר לתחנה המודרנית, המוזנת ממערכת 161 ק"ו, תפתור את בעיית העמסת היתר בקו 110 ק"ו קישון-נווה שאן-זמיר, ומהווה שלב חשוב בדרך לחיסול מערכת 110 ק"ו המיושנת בעיר חיפה.

תחנת המישנה זמיר תתחיל לפעול מחדש אוקטובר 1993.

מהנדס צבי שגב

מנהל מחלקת פיתוח מערכת המסירה וההשנאה, אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל



הקרקע מורכבים מיסדרי מיתוג משודיינים 24 ק"ו, אף הם מבודדים בנו SF₆, בעלי פס צבירה כפול, תוצרת חברת Siemens. כמו כן כולל הבניין מרתף כבלים מרווח. לראשונה נעשה בתחמי"ש שימוש בהגנות דיגטליות של קווי החלוקה 22 ק"ו.

התחנה כוללת בשלב הראשון 3 שנאים, שכל אחד מהם הוא בהספק 45 מג"א, 161/24 ק"ו. שנאים אלה מוצבים מחוץ לבניין, לאורך הקיר החיצוני שלו.

תחנת מישנה (תחמי"ש) זמיר 161/24 ק"ו, הממוקמת במבואותיה הדרומיים של חיפה, מהווה יחד עם תחנת המישנה הייטאומיה חולון, אב טיפוס לדגם החדש של תחמי"ש סטנדרטית סגורה, שיהיה בשנים הקרובות נפוץ בתחמי"ש חדשות, שתוקמנה באזורים הצפופים של מישור החוף ובשולי הערים הגדולות.

כתוצאה מתנופת הפיתוח הגדולה הגיעה חברת החשמל למסקנה, כי ניתן יהיה לעמוד בקצב גידול העומס, אך ורק על ידי אימוץ מדיניות של הקמת מספר רב של תחמי"ש סטנדרטיות, שתיכונן יועתק מפרוייקט לפרוייקט, כמעט באופן מושלם.

הדגם שנבחר עבור אזורים צפופי אוכלסין, בהם מתרחש רוב גידול העומס, הוא של תחמי"ש פנימית בתוך בניין, המוזנת מקווי מתח עליון עיליים. בקימה העליונה מורכב מיסדר מיתוג משודיי 161 ק"ו מבודד בנו SF₆ בעל פס צבירה כפול וכן עשרה שדות, תוצרת חברת AEG (ראה איור). בקומת

* ראה תמונת שער

כיוול מפסקי זרם ראשיים של צרכני מתח נמוך



מפסק המצויד ביחידות ניתוק תרמיות ומגנטיות מתכוונות

בחברת החשמל הוכן כלל חדש החל על צרכני מתח נמוך, שמתחברים באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל. הכלל מתייחס לשני המקרים האלה:

- צרכן מתח נמוך המחובר באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל עד 400 אמפר (לא כולל 400 אמפר)

הכיוול יעשה על פי דרישות חברת החשמל על ידי בודק חברת החשמל או על ידי חשמלאי מטוסמן פרטי, אשר יחתים את המפסק בגושפנקא ויצרף הצהרה על גודל הזרם אליו כיוול המפסק. בקרבת המפסק יותקן שלט קריא ובר קיימא, ובו יצוין גודל הכיוול המאושר בגישה.

מפסק זרם מכויל ל-X אמפר

כאשר: X הוא גודל הזרם באמפרים אליו כיוול המפסק.

- צרכן מתח נמוך המחובר באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל לחיבור מ-400 אמפר ומעלה

הכיוול וההחתמה (גושפנקא) של המפסק המתכוונן יעשה על פי דרישת חברת החשמל ויבוצע על ידי חברת החשמל או מכון התקנים הישראלי, או על ידי מעבדה אחרת שהסומכה על ידי מכון התקנים הישראלי לביצוע כיוול כזה.



עמוד צינור בהקמה

עמוד צינור הממוקם בנתיבי איילון

העמוד הוקם בגלל חוסר נתיב שלישי בנתיבי איילון. חיסר היכולת לזוועתיק את העמוד הוקיים לצד הדרך וחמקים המצומצם, שאינו מתאים לשאת בסיס של עמוד רגיל. הכתיבו את הצורך בהקמת עמוד צינור. העמוד כעל חוות טטה ועמוד יותר כמני פניעות רכב.



עמודי צינור, הנמצאים היום בשימוש בחברת החשמל, הם עמודי פלדה מתוצרת החברה הצרפתית Petitean. שטח החתך של העמודים הקוויים הוא מצולע בן 12 צלעות. קוטר הבסיס משתנה מ-1.3 עד 3.0 מטרים. עובי הדופן הוא מ-10 עד 22 מ"מ.

העמוד מורכב משלשה עד חמישה חלקים, המוכנסים זה לזה בלחיצה, בכוח מבוקר.

ייצור עמודים אלה נעשה בטכניקה הדורשת ציוד מיוחד לכיווף הפחים הגדולים והעבים.

את העמודים ניתן לבסס על ברגי יסוד, או לרתום אותם ישירות לקרקע.

עמודי צינור הם עמודים יקרים ביחס לעמודי מסבך (עמודים רגילים). מחיר עמוד צינור הוא פי שניים ממחיר עמוד רגיל. חסרונות אחרים של עמודים מסוג זה הם: תפיסת נפחי איחסון גדולים וקושי בטיפולם ועבודה על העמוד.

לעמודי צינור כמה יתרונות, שהעיקרי בהם הוא שטח בסיס קטן, המאפשר ל"שתולי" עמוד "כבד" במקום צפוף. היתרונות הנוספים הם: עמוד בעל חוות נאה, קשה לחבל בו, הרכבתו מהירה ואחזקתו נוחה.



עמוד צינור בקו עטרות-ירושלים ד'

העמוד ממוקם סמוך לסכנה מגוים קיים. עמוד זה פרווה מתרון טוב למינון בשטחים עוינים.