

התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת המשנה הארעית (30x2 מ"א) שנבנתה בהליך
שזור, באזור התעשייה ציפורית שבגליל-התחתון

חברת החשמל



מס' 59 - אביב 1995

התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל

מס' 59 - אביב 1995



תוכן העניינים	
3	דבר המערכת
4	מכתבים למערכת
6	ב-6.6.95 ענף החשמל זורם לירושלים: הכנס המקצועי השנתי ה-12 של העוסקים בתחום החשמל בישראל
7	מחירים ותעריפים א) מחירי הגדלות חיבור עד 3x25 אמפר ב) תעריפי החשמל המעודכנים ליום 15/5/95
8	משלוחן הוועדות א. ועדת ההוראות הבהרה חשובה בדבר חובת התקנה של מפסק מגן במיתקן דידתי התקנת רשתות חשמל עיליות במתח עד 1000 וולט התקנת מוליכים - (תיקון) התקנת כבלים - (תיקון) הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט - (תיקון) הארקות יסוד - (תיקון) ב. ועדת הפירושים פאול שפר
25	מדור שירות פרסומי לקוראים התפתחויות טכנולוגיות במערכות חשמליות לחימום, לעיבוד ולהתכה- היבטים טכנו-כלכליים נוראני שגיב
29	הסברה לציבור הרחב על עלות השימוש במכשירי חשמל ביתיים סימנה ברטשניידר
33	מערכת להסבת מוני חשמל למניה בתערוץ עם הצגת עלות הצריכה גדעון הדרי
35	מאפיינים והיבטים מעשיים בהבטחת איכות של ציוד חשמלי שמעון אפשטיין
39	נתיכים למתח גבוה - מבנה, סוגים, עקרונות הפעולה ובחירה זוראל זיסמן
47	תחמיש ציפורית - שיתוף פעולה מוצלח בין חברת החשמל ליפניציה אמריקה-ישראל נוראני שגיב

עורך ראשי:
אורי לייטנר

עורך:
בנימין כרע

עורך מעטה:
אייל נבאי

מערכת:
יוסף בלבל, יצחק ברכה, בני נגור,
אברהם ווי, אילן ירום, משה מדגלית,
אלי נאסרה, נחשן מרדכי, יואל קורבין,
יבגני קלוימן, יוסף רוזנקרנץ

מינהלת והוצאה לאור:
משה ציטרין

כתובת המערכת:
חברת החשמל לישראל בע"מ
ת"ד 8820 חיפה 31087
טל 04-548336
פקס 04-548398

ניהול המקה ומודעות:
רביב א. רבינוב בע"מ
טל 08-400482

הדפסה:
דפוס תמיר, חיפה

הפצה:
סופר מייל בע"מ



בשעה

תחנת המעטה הארעית שהוקמה לארדונה באזור התעשייה ציפורית שבגליל התחנן. התחנה הוקמה ע"י חברת החשמל בלוח זמנים מואזר כדי לאפשר את הפעלתו של המפעל החדש פניציה אמריקה-ישראל (זכוכית סאחה) בע"מ. במועד שנקבע על-ידי היומים, התחנה מוזנת מהסתעפות מיוחדת של קו המתח העליון הדו-מעגלי נצרת-כנרת וכוללת שני שנאים בעלי הספק של 30 מ"יא כל אחד. תוך שנתיים תוחלף התחנה הזמנית בתחנה קבועה. בהקמת תחנת המעטה "ציפורית" הוחח תשתית לאספקת חשמל אמנה למפעלי תעשייה נוספים שמתוכננים לקום באזור וליושבי הסביבה. התחנה מאפשרת אספקת חשמל באמיטת גבוהה למפעל הזכוכית, המוזן באמצעות שני קווי מתח גבוה תת קרקעיים היוצאים מהתחנה משני שנאים שונים. (פרטים נוספים ראה עמוד 47).

יותר שיתוף פעולה - יותר לקוחות מרוצים

בבדיקת המתקן לפני חיבורו (כדי להבטיח שלרשת יחוברו רק מתקנים בטיחותיים שנבנו בהתאם לחוק החשמל ולתקנותיו המעודכנות), בייעוץ המקצועי הניתן לציבור העוסקים בתחום החשמל על-ידי הגורמים הטכניים המוסמכים במחוזות ובאזורים ובפעולות ההסברה וההדרכה לציבור זה, המבוצעות במסגרת "התקע המצדיע".

הבטחת בטיחות ואמינות ההספקה ככל - שהדברים נוגעים למתקן הפרטי - תלויה באיכות העבודה ובטיב הציוד בו משתמשים העוסקים בתחום החשמל מהנדסים יועצים, קבלני חשמל וחשמלאים, יצרנים, יבואנים ומשווקים של ציוד חשמלי.

"התקע המצדיע", על מגוון פעילויותיו, מספק לעוסקים בתחום החשמל מידע מקצועי מעודכן הנדרש לתכנון, לביצוע, לתפעול ולתחזוקה של המתקנים. הפעילויות המרכזיות של "התקע המצדיע" כוללות את המפגשים האזוריים, את המפגשים הסקטוריאליים (לאחרונה נערכו מפגשים לצוות החשמל בצה"ל, לצוותי החשמל והאחזקה במוסדות בריאות ובנושא "עמידה בתקנות ובתקנים - ערובה להבטחת איכות של מתקני חשמלי") ואת הכנס המקצועי השנתי (השנה יתקיים הכנס ביום שלישי 6.6.95 בירושלים ונושאו המרכזי: **שיפור השירות ללקוח** - ראה פרטים בעמוד 6).

כתב העת "התקע המצדיע" מביא, בצד מאמרים מקצועיים בתחום החשמל, גם מידע מעודכן משולחן של ועדת ההוראות וועדת הפירושים (ובחברת זו מובא מידע מפורט על הריבוייה בתקנות החשמל המתייחסות לרשתות עיליות במתח עד 1000 וולט וכן הסברים על השינויים בצבעי ההיכר של מוליכים מבודדים ועוד). המדור המחודש "מכתבים למערכת" מספק תשובות לשאלות מקצועיות של ציבור העוסקים בתחום החשמל, אשר מועברות אלינו בכתב או במהלך המפגשים השונים.

ככל שיגברו התאום ושיתוף הפעולה ביניכם - כעוסקים בתחום החשמל, לבינינו - כנוף האמון על ייצור החשמל ואספקתו - כך תגבר שביעות רצונם של לקוחותינו המשותפים - דבר שאליו שואפים כולנו.

אורי / יוני

העורך הראשי

בימים אלה מתפרסם הדו"ח הסטטיסטי השנתי של חברת החשמל לשנת 1994. הדו"ח משקף את הגידול שחל במערכות הייצור, המסירה ההשנאה והחלוקה ואת הגידול במספר הצרכנים ובצריכת החשמל.

המטרה המרכזית של חברת החשמל בשנים האחרונות הינה שיפור השירות ללקוחות, ובראש ובראשונה שיפור אמינות אספקתו של החשמל, זמינותו ואיכותו, אשר מתבטא בסיסמה "אמנים אף שיהיו טוב ורגי".

במהלך שנת 1994 נוספו למערכת ייצור החשמל שתי טורבינות הגו התעשייתיות באתר חנית, שהספקן הכולל 230 מגואט, וסך יכולת הייצור המותקנת הגיעה ל-6345 מגואט. שיא הביקוש הגיע ל-5490 מגואט, לעומת 5090 מגואט ב-1993. יכולת ההשנאה בתחנות המשנה גדלה ב-480 מו"א (כ-7%). מספר שנאי החלוקה גדל ב-1850 והגיע ל-26,222. בכך גדלה יכולת ההשנאה למתח נמוך בכ-12% והגיעה ל-11,021 מו"א. במקביל נוספו 17 ק"מ קווי מתח עליון, 648 ק"מ קווי מתח גבוה ו-517 ק"מ קווי מתח נמוך.

לא כל העבודות המאומצות שנעשו במהלך השנה באו לידי ביטוי במספרים שבדו"ח. חלקם עבודות מתמשכות שיגיעו לכלל סיום בעתיד (כגון: הרחבת מוליך החשמל הארצי במתח על של 400 קילו-וולט, הקמת תחנת הכוח מ"ד ב' בחדרה וכד'). וחלקם עבודות שיפור בתשתיות קיימות (כגון: החלפת רשתות ישנות בחדשות, שיפורים בחיבורים לבתים וכיוצא בזה). בנוסף לכך הושקע מאמץ בשיפור אמינות האספקה לצרכנים רגישים.

כדי להבטיח את אמינות האספקה לשביעות רצונם של הלקוחות אין די בכל אלה, ויש צורך להבטיח גם את בטיחותו, איכותו ואמינותו של מתקן החשמל הפרטי. הגורמים המוסדיים הנוגעים בדבר הם **משרד האנרגיה והתשתית** (באמצעות **מנהל ענייני החשמל, ועדת ההוראות** לביצוע עבודות חשמל **ועדת הפירושים**) ו**משרד התעשייה והמסחר** כממונה על התקינה, באמצעות **מכון התקנים הישראלי (מת"י)**. הגברת פעילותם של גורמים אלה והעמקת שיתוף הפעולה ביניהם ובינם לבין **חברת החשמל**, מולידים תוצאות מבורכות בשטח.

חלקה של חברת החשמל במתקן הפרטי מתמצה בהשתתפות נציגיה בוועדות העוסקות בתקנות ובתקנים,

אשר מחוברת לפס השוואת הפוטנציאלים. במידה ונדרשות מספר אלקטרודות כדי להקטין את התנגדות ביחס למסה הכללית של האדמה מתחת ל-20 אוהם, יש למקם את האלקטרודות סביב המבנה ולחבר ביניהן באמצעות מוליך נחושת חשוף בחתך 35 מ"מ. הטמון בקרקע בעומק 50 ס"מ כאשר הקרקע סלעית. או כאשר פני הקרקע מכוסים במרצפות לסוניהן, ובעומק 70 ס"מ כאשר הקרקע היא אדמה או חול ופני הקרקע בלתי מכוסים.

■ חיבור אלקטרודות באופן זה, משפר בצורה ניכרת את השוואת הפוטנציאלים במבנה.

■ קיימת במבנה השוואת פוטנציאלים כנדרש בתקנות החשמל (הארקות יסוד), למעט חובת החיבור של ויון המבנה לפס השוואת הפוטנציאלים.

בתקנות החשמל (הארקות יסוד) מופיע פירוט לגבי המבנה של פס השוואת הפוטנציאלים, אופן התקנתו ופירוט של השרותים המתכתיים במבנה אותם יש לחבר אליו.

אלקטרודות הארקה מקומיות והשוואת פוטנציאלים במבנה מהווים תחליף להארקת יסוד ומבטיחים בצורה טובה למדי את היתרונות שבהארקת יסוד כפי שהוזכר לעיל.

באיור 1 מתוארת דוגמה של החיבורים

■ הנישור בין כל השרותים המתכתיים של המבנה (השוואת פוטנציאלים) הנדרש בתקנות החשמל (הארקות יסוד) מבטיח פוטנציאל שווה בין כל חלקי המבנה, כולל הציוד החשמלי בו, ובכך מקטין באופן ניכר את סכנת החיטום.

■ הארקת יסוד מאפשרת סנירה של לולאת התקלה בעת התרחשות נתק במוליך ה-PEN של רשת הוינה.

■ הארקת יסוד מבטיחה את פעולתם התקינה של ההגנות ברשת המתח הגבוה, בעת חדירת מתח גבוה לרשת המתח הנמוך.

■ הארקת היסוד תורמת לייצוב המתח כלפי נקודת האפס של מקור הוינה, בעת ניתוק מוליך ה-PEN ברשת, בכך שהיא מחווה הארקה שיטה נוספת של הרשת.

אולם בסעיף 39 ב' של התקנות הנ"ל כתוב:

י"א ישתמש אדם באיפוס במבנה אשר אין בו הארקה יסוד אם יש לו אלקטרודת הארקה מקומית וקיימת במבנה השוואת פוטנציאלים כנדרש בתקנות הארקות יסוד, למעט חובת חיבור ליון המבנה."

כלומר, קיימת אפשרות לבצע איפוס במבנה בו אין הארקת יסוד במידה ומתקיימים שני תנאים.

■ התקנת אלקטרודות הארקה מקומית

אופן ביצוע האיפוס (TN-C-S) במבנה שאין בו הארקת יסוד

הבעיה:

אני חשמלאי מוסמך ונתבקשתי לבצע שיפורים והכנה לקראת הגדלת חיבור במיתקן חשמל של מבנה מגורים אשר מתוכנן לשנות את ייעודו ולהפוך למבנה תעשייתי ועיר.

גודל החיבור במבנה המגורים הוא 25X1 אמפר. גודל החיבור הנדרש עתה הוא 63X3 אמפר.

מבנה המגורים הוא מבנה ישן שנבנה בשנות השישים, ולכן אין בו הארקה יסוד והוא מוגן בפני חיטום באמצעות הארקת הגנה (TT). צנרת המים משמשת כאלקטרודה של מתקן החשמל במבנה.

לאחר שביצעתי את השינויים הנדרשים בהתאם לתקנות החשמל בלוח החשמל ובמעגלים הסופיים, ביצעתי בדיקה של ההארקה במתקן, מדדתי את ההתנגדות בין צנרת המים לבין המסה הכללית של האדמה ואת עכבת לולאת התקלה. מהתנונים שקיבלתי, התברר לי שאין באפשרותי להגן על מתקן החשמל במתכונתו החדשה בפני חיטום באמצעות הארקה הגנה (TT). תוך הסתמכות על צנרת המים כאלקטרודת הארקה.

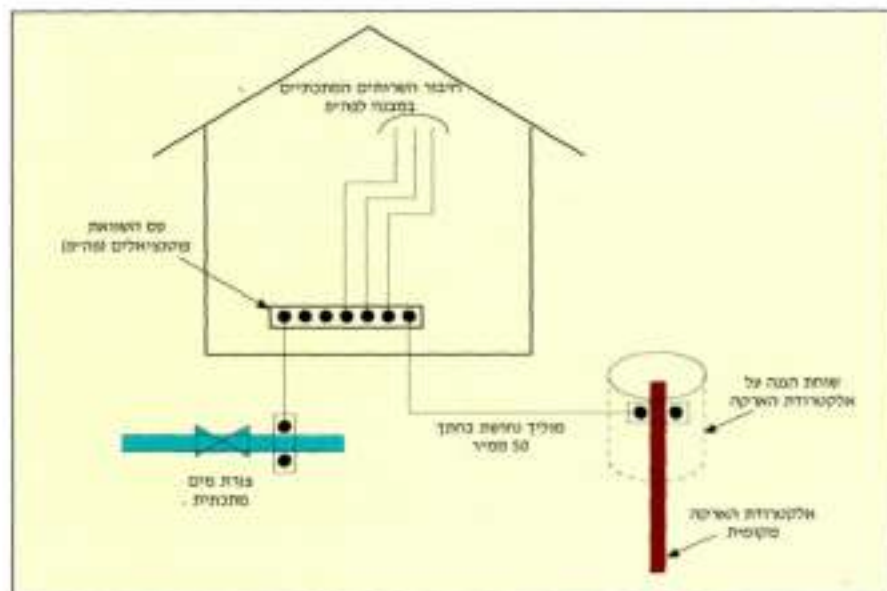
כדי לשפר את ההארקה של מיתקן החשמל, אני נדרש להוסיף אלקטרודות הארקה מקומיות, ולכן אני שוקל את האפשרות להגן על מיתקן החשמל במתכונתו החדשה, ולאחר תוספת אלקטרודות הארקה מקומיות, באמצעות שיטת האיפוס (TN-C-S). אבקש את התייחסותכם לבעיה ולהנחות אותי כיצד מבצעים איפוס במיתקן חשמל במבנה ישן שאין בו הארקת יסוד?

יובל אליצור, רעננה

תשובת המערכת:

בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חיטום) במתח עד 1000 וולט, התשנ"א, 1991, בפרק ז' ה' ה' באמצעי ההגנה בפני חיטום בסעיף 39א, נאמר:

י"א ישתמש אדם באיפוס במבנה אשר אין בו הארקה יסוד בהתאם לתקנות הארקות יסוד."



איור 1
החיבורים אל פס השוואת הפוטנציאלים

לחברת החשמל לטפל בהזמנה בצורה היעילה והמהירה ביותר.

להלן ההנחיות העיקריות לביצוע הזמנת חיבור:

1. מיד עם קבלת היתר הבנייה, יש לפנות בכתב למשרד האזורי של חברת החשמל לציין בפנייה:

א. פרטי המזמין והחשמלאי (שם, כתובת, מס' טלפון) וכתובת מקום החיבור המבוקש.

ב. פירוט נדלי החיבורים המבוקשים כאמור, בהתאם לתאים השונים במבנה תוך ציון אופי הצרכנות, כגון דירות, חנויות, משרדים, בתי מלאכה וכו'.

ג. מיקום התאים לפי חלוקתם לקומות.

2. לפנייה בכתב יש לצרף תוכנית סכימה לפי קנה מידה של 1:2500, וכן תוכנית שטח לפי אותו קנה מידה תוך ציון כיוון הצפון, מיקום ושמות הרחובות הסמוכים, מיקום עמודי חשמל קיימים ומספריהם, ומיקום המבנה אשר אליו מבוקש חיבור חשמל.

עם פתיחת הזמנת החיבור במשרד האזורי של חברת החשמל, מתקבל מספר הזמנה, אותו על המזמין או נציגו למסור בכל פנייה נוספת לחברת החשמל.

המשך הטיפול מצד חברת החשמל הוא לאחר קבלת התשלום הנדרש לפתיחת ההזמנה.

הזמנה מסודרת בהתאם להנחיות הנ"ל, תבטיח טיפול נאות לשביעות רצונו של הלקוח, ובהתאם ללוחות הזמנים לביצוע שנקבעו באמנה בין חברת החשמל ללקוחותיה. (ראה "התקע המצדיע" 58 - חורף 1994).



כתבו לנו מכתבים למערכת!
יש לך תגובה, הערה, התיחסות?
מעוניין להביע דעה
או לשאול שאלה?

כתבו למדור מכתבים למערכת
"התקע המצדיע"
חברת החשמל ת.ד. 8810 חיפה
31087

VDE

2X - מציין שחומר הבידוד של כל אחד מהגידים הוא מסוג פוליאטילן מוצלב XLPE.

Y - מציין שהמעטה החיצוני של הכבל הוא מסוג P.V.C.



איור 2

בעת חיבור כבל מסוג N2XY, לרשת עילית, קיים קטע, בסמוך לנקודת החיבור של הכבל לרשת, בו הבידוד של כל אחד מהגידים שהוא מסוג XLPE אינו מוגן על-ידי המעטה החיצוני של הכבל.

בידוד מסוג XLPE אשר נחשף לקרינת שמש לאורך זמן, מתייבש ונסדק, כדי לפתור את הבעיה, יש להתקין על כל אחד מהגידים של הכבל, בקטע בו הם אינם מוגנים על-ידי המעטה החיצוני של הכבל, שרוולים המתכווצים בחום. השרוולים הללו מיועדים להגנה על בידוד הגידים מפני פגיעה של קרינת השמש לאורך שנים.

כבלים מסוג N2XY ניתן להתקין חשופים לשמש, מכיוון שהמעטה החיצוני שלהם שהוא מסוג P.V.C עמיד בפני קרינת השמש.

הזמנות חיבורים למערכת אספקת החשמל

השאלה:

כיצד מומלץ לחשמלאי או ליועץ חשמל המייצג לקוח, לבצע הזמנת חיבור למערכת אספקת החשמל באופן שיאפשר לחברת החשמל לטפל בהזמנה בצורה היעילה והמהירה ביותר?

אלי כהן, ירושלים

תשובת המערכת:

חשמלאי או יועץ חשמל, המבצע את הזמנת החיבור בצורה מסודרת ונכונה בהתאם להנחיות חברת החשמל, מסייע

לפס השוואת הפרוטנציאלים (מה"פ).

הערה: ביצוע האיפוס מותנה, בנוסף לדרישות הנ"ל, בקיומן של הדרישות הנוספות המופיעות בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול כמתח עד 1000 וולט) בפרק ז', אמצעי הגנה בפני חישמול בסימן אי הדן בשיטת האיפוס.

הדרישות העיקריות אותן יש להבטיח הן:

- קבלת אישור מבעל הרשת ממנה מוזן המיתקן כי שטח החתך של מוליך ה-PEN הוא בהתאם לדרישות התקנות.
- איסור הגנה על-ידי הארקת הגנה באותו מבנה.
- ההתנגדות בין האלקטרודה לבין המסה הכללית של האדמה קטנה מ-20 אוהם.
- ערך התנגדות לולאת התקלה שתגרום למעולת המבטח תוך פחות מ-5 שניות.
- חובת קיום הארקת שיטה ברשת.
- בין מוליך האפס של רשת הזינה (PEN) לבין פס השוואת הפרוטנציאלים קיים חיבור יחיד.

הגנה על כבלים בעלי בידוד מסוג פוליאטילן מוצלב מפני פגיעת קרני השמש

הבעיה:

אני חשמלאי במפעל תעשייתי המקבל אספקה במתח נבוח. בחצר המפעל קיימת רשת עילית במתח נמוך. כשנה לאחר חיבור כבל מסוג N2XY (בו חומר הבידוד של הגידים הוא מסוג פוליאטילן מוצלב - XLPE) לרשת המתח הנמוך העילית, התברר שהבידוד של הגידים, בקטע בו הוא היה חשוף לשמש, נסדק והתבקע.

כיצד ניתן למנוע תופעה זו?

יששכר חיות, חיפה

תשובת המערכת:

התופעה שתוארה, אכן עלולה להתרחש, כדי להסביר את הבעיה ואת פתרונה, נתאר את המבנה של כבל מתח נמוך מסוג N2XY.

פרוט סימני הכבל

N - מציין שסימון הכבל הוא לפי תקן



הכנס המקצועי השנתי ה-12 של העוסקים בתחום החשמל בישראל

הכנס המקצועי השנתי ה-12 של העוסקים בתחום החשמל בישראל יתקיים ביום שלישי, 6 ביוני 1995, במרכז הקונגרסים הבינלאומי ירושלים, בנייני האומה. הכנס יכלול שלושה מושבים:

מושב א - המיפגש המרכזי

המפגש יתקיים מ-10:30 עד 12:30 בהשתתפות כל באי הכנס

ברכות

- **מר אהוד אולמרט** - ראש עיריית ירושלים
- **ד"ר גונן שגב** - שר האנרגיה והתשתיות
- **מר אסף שלגי** - מנכ"ל משרד האנרגיה והתשתיות
- **מר יורם אוברקוביץ** - י"ר האירגון הארצי של העובדים חברת החשמל
- **מר ופי פלד** - המנהל הכללי חברת החשמל
- **מר עדי אמוראי** - י"ר מועצת המנהלים חברת החשמל
- **מר יובל יערי** - מ"מ מנהל אגף השיוק והצרכנות חברת החשמל

ההרצאה המרכזית - פיתוח מערכות חברת החשמל - סגף לפיתוח תעשיית החשמל בישראל

מהנדס משה לסרי - המהנדס הראשי, חברת החשמל

י"ד ומנחה הכנס: **אורי לייטנר** עורך ראשי - "התקע המצדיע" ומנהל המחלקה לייעול הצריכה - אגף השיוק והצרכנות.

תערוכה מקצועית

תערוכה של כרזות, מוצגים ופרוספקטים בהשתתפות יצרנים, משווקים ואירגונים בתחום החשמל - תתקיים בבנייני האומה ביום הכנס, בין השעות 08:30-17:00.

מושב ג - פנל בנושא:

(17:00 - 19:00)

שיפור השירות ללקוחות - במה חברת החשמל נדרשת לשפר, כיצד לשפר משתתפי הפנל (על הבמה ובקהל) ישבו סביב שולחנות ערוכים בכיבוד קל.

מושב ב - הרצאות מקצועיות בקבוצה

מושב זה יתקיים מ-14:30 עד 16:45 באי הכנס יתפצלו ל-5 קבוצות. כדי שכל אחד יכל למצוא קבוצה מרבית את מועד ההרצאות ולהשתתף בקבוצת שבת נכללת הרצאות בנושאים שיש לה עניין בהם. בכל קבוצה, בסיסם של ההרצאות המקצועיות, יתקיים דיון (רב שיה) בהשתתפות צוותי מחסום שגם הרלבנטים לנושאי ההרצאות.

ריכוז ההרצאות במושב ב' - הרצאות מקצועיות בקבוצות

קבוצה מס' הרצאה	שם הרצאה והמרצה	שם הרצאה והמרצה	שם הרצאה והמרצה
1.1	14:30 - 15:15 עבוד לקוחות מאספקת בתחום נט"ר לאספקת במחנה גבעה - הכנסים סביבים אלגוריתם מהנדס יעקב חורבין	15:15 - 16:00 מערכות מחשבתית לסימולציה בחשבון החשמל מהנדס נתן הירשקוביץ	16:00 - 16:15 מנהל מרכז השרות
2.1	14:30 - 15:15 חידושים בתקנות החשמל נישנות, ענפי חולקים, התקנת לוחות ארדום רפואיים רשתות מהנדס אבנרם יזר	15:15 - 16:00 ניאול סרייקס של כימיה מחלק חשמל ונחלל הכנסים סביבים, מבטן לוחות ארדום, סדר המבנה, חסנות חסותים עירי, מלמי אופטימיזציה וכו' יערי משה	16:00 - 16:15 מנהל מרכז השרות
3.1	14:30 - 15:15 שיקולים בחוללות ובמדיניות של ים (ישר) מקומי, יבאן לבימה לואק עם ציוד חשמלי חדש מהנדס יעקב חורבין	15:15 - 16:00 מכונות חשמליות במגזר הספק השקים לאור חוקת המדינה לאיכות המדינה מהנדס מרסל סורצ'יק	16:00 - 16:15 מנהל מרכז השרות
4.1	14:30 - 15:15 קריטריונים סביבים אלגוריתם בחשבון אחרת של מערכת החשמל במחנה מהנדס יעקב חורבין	15:15 - 16:00 פיתוח עבודת תחנה בתקני חשמל - הכנסים במחלקת יעקב חורבין	16:00 - 16:15 מנהל מרכז השרות
5.1	14:30 - 15:15 מספר איכות החשמל במערכות תחנת החשמל מהנדס נתן חורבין	15:15 - 16:00 פיתוח עבודת תחנה בתקני חשמל - הכנסים לאיכות החשמל ולמדיניות האספקה - הכנסים סביבים אלגוריתם מהנדס יעקב חורבין	16:00 - 16:15 מנהל מרכז השרות

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

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

■ מרכז הרישום: טל. 04-548336 עד 04-548398

מחירי הגדלות חיבור עד 3 X 25 אמפר (המחירים לכל סוגי הצרכנות הכוללים מע"מ - לפי מחירון 4/95)

התשלום עבור התחברות למערכת אספקת החשמל מבוסס על מערכת של תעריפים אחידים וקבועים המתפרסמים אחת לשלושה חודשים ומאפשרים לזמני החיבורים לדעת מראש כמה תעלה להם ההתחברות לרשת החשמל. הייכלים בדבר תשלומים בעד חיבורים למערכת אספקת החשמל, המאפשרים על-ידי שר האנרגיה והתשתית, הם הבסיס החוקי לשימוש במערכת תשלומים זו.

בטבלה 1 להלן מובא ריכוז מחירי הגדלות החיבור עד 25X3 אמפר.

טבלה 1

הגדלת חיבור	תשלום עבור השקעה ברשת החשמל בש"ח	תשלום עבור התקנת קו החיבור לבית בש"ח	תשלום עבור בדיקת המיתקן בש"ח	סה"כ
לחיבור 40X1 אמפר *	-	446.6	-	446.6
מחיבור 25X1 אמפר לחיבור 25X3 אמפר	849.2	999.2	245.7	2094.1
מחיבור 35X1 אמפר לחיבור 25X3 אמפר	457.2	999.2	245.7	1702.1
מחיבור 40X1 אמפר לחיבור 25X3 אמפר	849.2	332.8	245.7	1427.7

* הגדלת החיבור תבוצע לאחר התקנת מפסק אוטומטי ועיר (מא"י) ראשי של 40 אמפר על-ידי חשמלאי מורשה של המזמין. במחירון התשלומים בעד חיבורים למערכת אספקת החשמל שהתפרסם ב- 1.4.95 חלה הוזלה של התשלום עבור ההשקעה ברשת החשמל, השינוי הוא בעקבות המלצות ועדת פוגל ביחס לביטול מרכיבי מתח עליון במחירים ליחידה כאשר אספקת החשמל היא במתח גבוה או במתח נמוך.

בטבלה 2 להלן מפורטים המחירים החדשים הכוללים מע"מ.

טבלה 2

עד ל- 31.3.95	החל מ- 1.4.95	השינוי ב- %
347.36	326.65	6 (-)
131.12	89.05	32.1 (-)
232.18	209.63	9.7 (-)

תעריפי החשמל המעודכנים ליום 15.5.95

החל מיום 15.5.95, בעקבות התייקרות בעלויות ייצור ושיווק החשמל, ובאישור שר האנרגיה והתשתית ושר האוצר, הועלו תעריפי החשמל ב- 3.8%.

להלן פרטי התעריפים החדשים.

טבלה 2

פרטי תעריף שבתוקף מ- 15.5.95 ואילך (כולל מע"מ)

מחלת התעריף	אספקה במתח נמוך * ע"מ	אספקה במתח גבוה ע"מ	אספקה במתח עליון ע"מ
א. תשלום חודשי קבוע	80.40 ש"ח	80.40 ש"ח	80.40 ש"ח
ב. תשלום בעד קוטי"ש (מספר לוחים חודשי הקבוע לתי, בעד כל קוטי"ש)			
בקוץ:			
בשעות הפסגה	46.32 אנדרות	41.86 אנדרות	37.40 אנדרות
בשעות הנמוך	30.56 אנדרות	27.51 אנדרות	24.70 אנדרות
בשעות השפל	14.24 אנדרות	12.82 אנדרות	11.50 אנדרות
בחדר:			
בשעות הפסגה	64.85 אנדרות	58.37 אנדרות	52.42 אנדרות
בשעות הנמוך	26.24 אנדרות	25.40 אנדרות	22.83 אנדרות
בשעות השפל	14.57 אנדרות	13.14 אנדרות	11.79 אנדרות
באביז או בסניף:			
בשעות הפסגה	37.80 אנדרות	34.02 אנדרות	30.55 אנדרות
בשעות הנמוך	28.73 אנדרות	25.86 אנדרות	23.21 אנדרות
בשעות השפל	13.47 אנדרות	12.12 אנדרות	10.89 אנדרות

* תעריף חל על צרכנים במתח נמוך שעריכתם השנתית גבוהה מ- 300 אלף קוטי"ש

טבלה 1

פרטי התעריפים שבתוקף מ- 15.5.95 ואילך (כולל מע"מ)

חיסון במסגרת החשמל	מחלת התעריף	תשלום חודשי קבוע בש"ח	מחיר כל קוטי"ש באנדרות
25, 51, 74, 82	כללי	13.86	31.24
38, 54, 75, 98			
4, 9, 10, 20, 27	מזון וחקלאי	7.57	24.42
35, 45, 106, 164, 665			
80	מאזרחות ויזמים	41.01	21.24

אינג'י פאול שפר

א) ועדת ההוראות

לצורך שלמות התמונה מובאות כאן התקנות החדשות במלואן ובהדגשת השינויים שחלו לעומת התקנות הקודמות.

פרק א': פרשנות

1. הגדרות

(א) בתקנות אלה -

"אגנטה" - מיתקן המיועד לקליטה או לשידור של גלים אלקטרו-מגנטיים, לרבות חתרים והשגים,

"גשר" - מוליך המחבר, חשמלית, בין שני מוליכים נפרדים המותקנים על אותו ספק,

"דרך" - כשמיטתה במקורות הדרכים ומסילות הברזל (אגנה וביתוח),

"זיז" - סמך אכזי המותקן על מבנה לשם הגנתו רוח חשמל מעל אותו מבנה,

"זרוע" - מסבך (קומפארטמנט) אפקטי בעיקרו, המצמש לשואת רשת חשמל,

"חצר" - שטח שאינו בישות חרכים, בין שהיא צמוד למבנה או מגודר ובין שאינו כן,

"כבל עילי" - כבל התלוי על תיל נושא או הכולל בתוכו את התיל המזג,

"כבל תת-קרקעי" - כבל שמבנהו מתאים להתקנה תת-קרקעית,

"מבודד" - אבזר העשוי מחומר בידוד הנועד להיזקק והשיאה מכנייים של רשת,

"מוליך רשת ללא בידוד" - מוליך המתאים להתקנה ברשת עילית, עשוי מתיילים שווים ללא בידוד,

"מוליך רשת מבודד" - מוליך המיועד להתקנה ברשת עילית, עשוי מתיילי אלומיניום או סגסוגת אלומיניום שווים, בעל בידוד מוגבר של מוליאתילן מוגלב (XLPE), שאינו מיועד להתקנה תת-קרקעית

במיוחד ללא מוביל ואשר יותקן כחלק מציוד כלכל,

"מחבר" - אבזר המעד להיבדד חשמלי ומבני בין שני קטעי מוליך,

"מופחת" - המרחק בקו ישר אפקטי בין סמכים עוקבים בישות,

"פיתלה" - המרחק האנכי בין אמצע חוק הישר הדימיוני שבין נקודות החיזוק הסמוכות של מוליך רשת ללא בידוד, כבל או צרור לבין המוליך, הכבל או הצרור,

"משען" - אבזר המוכנס למבודד לשם קביעתו,

"סמך" - עמוד, מבנה או מסבך המשאים רשת,

"עוגן" - התקן המיועד לקו, על ידי משיכה, מוסנט כפיפה המתח על סמך של רשת,

"צירור" - מספר מוליכי רשת אוזרית מבודדים, מפותחים ביניהם ומיועדים להתקנה משותפת. יכול שבאותו צרור יהיו מוליכים השייכים לקווים או למעגלים שונים,

"רשת אוזרית מבודדת" - רשת המורכבת מצרור ומערכת אבזרים מבודדים,

"רשת חשמל" או "רשת" - מערכת מוליכים המותקנים על מבודדים, או כבל עילי, שחלקו יכול להיות תת-קרקעי או צרור האבזרים חקשורים במעגלים, לרבות החיבור למבנה עד להזקק הכניסה למבנה שבכניסה למבנה,

"תיל קשירת" - תיל המיועד לחיזוק מוליך רשת ללא בידוד למבודד ועשוי הומר רך לפי תקן ישראלי ת"י 63 למוליכי נושאת, או לפי תקן ישראלי ת"י 618 למוליכי אלומיניום,

"תמוכה" - התקן המיועד לקו, על ידי תמיכה, מוסנט כפיפה המתח על סמך,

הבהרה חשובה בדבר חובת התקנה של מפסק מגן במיתקן דירתי:

ביהתקע המצדיעי" מס' 58, (במדור "משולחן הוועדות", פרק א' - ועדת ההוראות לביצוע מיתקני חשמל) נדונה התקנה שפורסמה בנושא חובת ההתקנה של מפסק מגן במיתקנים ביתיים, בכותרת נאמר אמנם "מיתקן ביתי" ובגוף הדברים הוסברה ההגדרה הרחבה של "מיתקן ביתי", אולם בציטוט התקנה החדשה - 29 (ד') (שהיא חלק ממפק ה' הדן בלוחות במיתקנים ביתיים) נאמר:

"לוח במיתקן דירתי, יעוד במפסק מגן..."

כדי להסיר כל ספק - והיו ששאלו בענין זה: חובת ההתקנה של מפסק מגן קיימת לגבי לוח דירתי בלבד, דהיינו לוח בדירת מגורים. החובה איננה חלה על מיתקנים אחרים הכלולים בהגדרה "מיתקן ביתי".

החובה לא חלה על כן (בשלב זה לפחות) על משרדים, מבני מסחר ודומיהם, אלא אם הדבר מתחייב על-פי תקנה אחרת, כגון תקנות משנה 65 (2) ו- 68 (3) של תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט) התשנ"א - 1991 (ק"ת 5375) או תקנת משנה 3 (א) (1) של תקנות החשמל (מיתקני חשמל בחצרים חקלאיים במתח עד 1000 וולט) התשנ"א - 1991¹ וכד'.

קובץ התקנות מס' 5656

- קובץ התקנות מס. 5656 מיום 26.1.95 הוקדש כולו לענייני חשמל. הוא מכיל חמש תקנות:
- 1) התקנת רשתות חשמל עיליות.
 - 2) התקנת מוליכים - תיקון.
 - 3) התקנת כבלים - תיקון.
 - 4) הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול - תיקון.
 - 5) הארקות יסוד - תיקון.

1) תקנות החשמל (התקנת רשתות חשמל עיליות במתח עד 1000 וולט) - התשנ"ה 1995

התקנות החדשות מהוות רכיביה כללית של התקנות שפורסמו בק"ת 5158 מיום 10.1.89. הצורך לרכיביה התעורר עקב ההחלטה לכלול בתקנות התייחסות לרשת עילית מבודדת המותקנת באמצעות "צירור" מוליכים. צורת התקנה זו נוסתה על-ידי חברת החשמל במשך שנים אחדות על פי היתר מיוחד של מנהל ענייני החשמל. הנסיון הוכתר בהצלחה מלאה ואיפשר מתן היתר לשימוש כללי בשיטה זו בארץ.

1. ק"ת 5375

2. ע"ר 1943 תוספת 1 עמ' 40

פ' שפר - יו"ר ועדת ההוראות ועדת הפרושים, שלד משרד האנרגיה והתשתית.

6. מפתח מירבי

(א) המפתח המירבי בין סמכי רשת לא יעלה על 80 מטרים.
(ב) מפתח נדול מן האסור בתקנה מס' 23 (א) מותר רק אם הדבר נדרש עקב תנאי שטח חריגים.

כאן יש רק שינוי בניסוח.

7. חתך מיועדי של מוליך אפס (N) או מוליך PEN

(א) חתך מועדי של מוליך אפס (N) או מוליך PEN ברשת עילית הפשוטה ממוליבי רשת ללא בידוד יהיה כמפורט בטבלה שלהלן.

חתך מוליך המונח במס"ר	רוחב ממוצע	רוחב ממוצע	רוחב ממוצע
(1) רשת חד-פוטית	רוחב מוליך המונח	רוחב מוליך המונח	רוחב מוליך המונח
(2) רשת תלת-פוטית			
18	24		
25	25		
35	31		
50	35		
70	50		
95	50		
120	70		
150	95		

(ב) חתך מועדי של מוליך אפס (N) או מוליך PEN ברשת עילית הפשוטה מוגדל יהיה כמפורט בטבלה שלהלן.

חתך מוליך המונח, אלמנטים במס"ר	אלמנטים במס"ר	סנסנת אלמנטים במס"ר
(1) רשת חד-פוטית	רוחב מוליך המונח	רוחב מוליך המונח
(2) רשת תלת-פוטית		
18	24	
25	25	
30		54.6
150		70

(ג) חתך מועדי של מוליך אפס (N) או מוליך PEN ברשת עילית הפשוטה מכלל יהיה בהתאם לתקן החל על הכבל.

תקנות משנה 7 (ב) ו- 7 (ג) נוספו לצורך מתן פרטים רלבנטיים לגבי רשת עילית מבודדת. הערכים לגבי מוליך N או PEN בצורה הם אלה הניתנים בתקן הצרפתי, שהוא התקן שאושר בזמנו על ידי המנהל.

8. מיתלה של מוליך ללא בידוד, צרור או כבל

(א) המיתלה של מוליך רשת ללא בידוד יחושב כלהלן:

- המאפץ למתיחה בו, בטמפרטורה אופת של 10°C, בלחץ סטנדי של הרוח כמפורט בטבלה שבתקנה 23 (א) לא יעלה על המאמצים המרביים המפורטים בתקנה 5 (ב).
 - בטמפרטורה מערית צמיה השונה מ-10°C ייעשה החישוב בהתאם לטמפרטורה הצמיה.
 - בנוכה העולה על 900 מטרים מעל פני הים יש להביא בחשבון גם שכבת קרח בעובי של 15 ס"מ לפחות.
- (ב) המיתלה של צרור יחושב כלהלן:

- המאפץ למתיחה בו, בטמפרטורה אופת של 10°C, בלחץ סטנדי של הרוח כמפורט בטבלה שבתקנה 23 (א) לא יעלה על המאמצים המרביים המפורטים בתקן החל על הצרור.
 - בטמפרטורה מערית צמיה השונה מ-10°C ייעשה החישוב בהתאם לטמפרטורה הצמיה.
 - בנוכה העולה על 900 מטרים מעל פני הים יש להביא בחשבון גם שכבת קרח בעובי של 15 ס"מ לפחות.
- (ג) מיתלה של כבל עילי יחושב כמורש בתקנות החשמל (התקנת כבלים), התשכ"ז - 1966³.

(ג) מנחים אחרים בתקנות אלה יורשו כמשמעותם בחוק ובתקנות אחרות שלפיהן.

בתקנות החדשות נוספו ההגדרות של "מוליך רשת מבודד", "צרור" ו"רשת אווירית מבודדת", וכן שנו הוגדרות של "מיתלה", "סמך" ו"רשת חשמל".

פרק ב': מוליך והתקנתו

2. התקנת רשת חשמל

(א) רשת חשמל חתוכה, תוחקת, תיבדק ותתוחק בידי חשמלאי בלבד.

(ב) על אף האסור בתקנת משנה (א) רשאי אדם שאינו חשמלאי להתקין עמודים ולבצע עבודות מבניות ברשת חשמל, ובכפוף שהוא מועל לפי הוראותיה של החשמלאי ובפיקוחו הצמוד.

(ג) לא תותקן רשת חשמל אלא בהתאם לתקנות אלה.⁴

3. תכונות חשמליות ומבניות של אבזרי רשת

התכונות החשמליות והמבניות של כל אבזר מאבזרי הרשת יתאימו למתח המסווג ולזרם המסתובב של הרשת ולדרישות הנקובות בתקנות אלה, אבזרי הרשת יתאימו לדרישות התקן החל עליהם.

4. חומר מוליך ברשת

(א) כל מוליך ברשת יהיה מאלומיניום, סנסנת אלומיניום, נחושת או סנסנת נחושת.

(ב) המוליך יהיה עמיד מפני השפעה מכיקה של הסביבה האופפת אותו או יוק מבנית.⁵

בתקנות אלו לא חל שינוי.

5. תכונות מיוקליות של חומר מוליך

(א) מוליכים ברשת יהיו בעלי חתך מועדי כלהלן:

- מוליכי רשת ללא בידוד: נחושת-18 מס"ר, אלומיניום - 25 מס"ר.
 - צרור מוליכי אלומיניום או סנסנת אלומיניום - 16 מס"ר.
 - מוליכים ככבל: נחושת - 4 מס"ר, אלומיניום - 16 מס"ר.
- (ב) תכונות מבניות של מוליכי רשת ללא בידוד, לצרכי תכנון הרשת, יהיו בהתאם לטבלה שלהלן:

חומר המוליך	מספר החיילים במוליך	סקום התמטות רשמית למעלה מליח	מוליך האלסטיות יחושב למס"ר	למריבה נוסף מס"ר	רוחב מועדי	מאפץ מרבי
אלומיניום	7 18 27	2.1kN	600 370 350		2.7	0.7
נחושת	7 19 27	1.2kN	1730 1050 1050		4.0	1.75

- מוליכים בעלי תכונות מבניות השונות מהמפורט בטבלה או מוליכים מחומרים אחרים מותרים בשימוש, אם הם בהתאם לתקן שאושר המנהל.
- התכונות המבניות של מוליכי רשת בצרור לצרכי התכנון יהיו בהתאם לתקן החל על הצרור.⁶

הכוחות שבטבלה נקבעו ביחידות של ניוטון במקום בקילוגרם. תקנת משנה 5 (ג) מאפשרת שימוש בחומרים נוספים לנחושת או לאלומיניום, בתנאי שהם לפי תקן שאושר המנהל. תקנה 5 (ד') הינה חדשה.

3. ק"ת, התשכ"ז, עמ' 246, התשמ"ח, עמ' 881.

שעליה מותקן המבדד, אלא אם כן התנאים הטכניים אינם מאפשרים קשידה כאמור.

(ב) חיזוקו של צרור ייעשה באמצעות אבזרים מתאימים בלבד, המיועדים לכך, ואין להשתמש בתיל לקשידה.

(ג) חיזוקו של כבל עילי יהיה כנדרש בתקנות החשמל (התקנת כבלים), התשכ"ז - 1966.

תקנת משנה (ב) ו- (ג) הינן חדשות. יש להקפיד בשימוש באמצעי הקיבוע של צרור שיהיו כאלה שאינם גורמים לפגיעה בשלמות הבידוד.

15. חיבורים בין מוליכים

(א) מוליכים ברשת יחוברו ביניהם באמצעות מתברים שנועדו למטרה זו, המתאימים לחומר ולחוזק של המוליכים.

(ב) החוזק המבני של חיבור הנתון למתוחה יהיה כשיעור של 85 אחוזים למחות מהחוזק המבני של המוליכים השלמים.

(ג) חיבור בין מוליכים מבודדים יהיה אף הוא מבודד ויבטיח את שלמות הבידוד.

(ד) ההתנגדות בין שתי קצוות המחבר לא תעלה ביותר מאשר 5 אחוזים על ההתנגדות מוליך בעל אותו האורך.

מטרתה של תקנת משנה (ג) דומה לזו של תקנת משנה 12 (ב). גם היא מיועדת להבטיח את שלמות הבידוד של הצרור. תקנת משנה 13 (ד) מוסיפה קריטריון לבדיקה החשמלית של טיב המחבר, כמו שתקנת משנה (ב') קובעת את טיבו המבני.

14. התקנת נשר

(א) נשר יהיה בר-קיימא, יתאים לחומר המוליכים ולא יפגע בחווקם,

(ב) חתך הנשר יהיה שווה או גדול מחתך המוליך הקטן ביותר שאליו הוא מחובר.

15. מיקום מוליך ללא בידוד ברשת

(א) מיקום מוליך ללא בידוד על סמכים ברשת יהיה אחיד, לפי ייעודו לכל אורך הרשת, מרט למקרים שבהם נדרש שינוי מיקום המוליכים לפי שיקולים טכניים של המתכנן.

(ב) מוליך אפס (N) או מוליך PEN ללא בידוד, על סמכים ברשת, יהיה הנמוך שבין מוליכי הרשת או בגובה מוליך המופע התחתון, אולם מוליך מופע המשמש לתאורת רחוב יכול שיהיה ממוקם נמוך ממוליך האפס (N) או ממוליך PEN.

(ג) מוליך האלקה (PE) ללא בידוד, על סמכים ברשת, ימוקם מעל יתר המוליכים או מתחתם.

16. מרחק מזערי בין מוליכים ללא בידוד

(א) המרחק המזערי בין מוליכים ללא בידוד הנמדד ליד המבדדים יהיה כמפורט להלן.

(1) במיפתחים עד 45 מטר, כאשר המיתלה 1.0 מטר או פחות - 30 ס"מ.

(2) במיפתחים מעל 45 מטר ועד 60 מטר, כאשר המיתלה עד 1.5 מטר - 35 ס"מ.

(3) במקרים שהמיתלה או המיתלה חורגים מהערכים הנקובים בפסקאות (1) או (2), יחושב המרחק האמור בהתאם לשיקולים הטכניים של המתכנן.

(ב) מותקנים במיתלה מוליכים, ללא בידוד מחומר שונה או שצפיפות בהם טמפרטורות עבודה שונות כתוצאה מתנאי העמסה שונים בהם, יחושבו המרחקים בין המוליכים כך שהראות תקנת אלה יקוימו גם בהבדלי טמפרטורה מרביים צפויים, והמרחק המזערי האמרי ביניהם לא יפחת מ-10 ס"מ.

(ד) כשעת התקנת מוליך, צרור או כבל ייקבע המיתלה בהתאמה לטמפרטורה האמפית בזמן ההתקנה.

תקנות 8 (ב) ו- 8 (ג) הן חדשות. תקנה 8 (ב) הקודמת מופיעה עתה ב- 8 (ד).

9. גובה מוליך

הגובה המזערי מעל פני הקרקע של כל מוליך רשת במתלתו הצפוי בטמפרטורה של 40°C, לא יפחת מהמפורט להלן:

(1) 6.0 מטרים מעל דרך שרוחבה המוכרז עליה על 30 מטר;

(2) 5.5 מטרים מעל דרך שרוחבה המוכרז עד 30 מטר;

(3) 5.0 מטרים מעל מקום עביר לכלי רכב שאינו דרך;

(4) 4.5 מטרים במקום שאינו עביר לכלי רכב.

10. רשת מעל מגרשי ספורט

מעל מגרשי ספורט המיועדים למשחקים הכרוכים בקפיצה או בוריקת לגובה, תותקן רשת כבבלים או בצרור בלבד, הטובה המזערי מעל פני הקרקע יהיה 4.5 מטרים.

תקנות 9 ו-10 באות במקום תקנות 9 (א) ו- 9 (ב) הישנות, כשהגובה המיוערי של רשת המבודדת מעל מגרשי ספורט או מגרשי משחקים נקבע ל- 4.5 מטר.

11. זרם מתמיד במוליך

(א) הזרם המתמיד במוליך רשת, בתנאים המפורטים להלן, לא יעלה על הנקוב בטבלאות שבתקנות משנה (ב) או (ג) לפי הענין.

(1) טמפרטורה מרבית של האוויר האופני - 40°C,

(2) טמפרטורה מרבית של המוליך - נחושת ללא בידוד - 70°C,

אלומיניום ללא בידוד - 80°C,

אלומיניום בצרור, בידוד XLPE - 90°C,

(3) מהירות מזערית של הרוח - 0.6 מטר לשנייה.

(4) הציפה - המוליך חשוף לקרני השמש.

(ב) מוליכי רשת ללא בידוד -

חיתך מוליך הרשת, (ממ"ר)	הזרם המתמיד המרבי, אמפרים	
	נחושת	אלומיניום
16	115	-
25	150	120
35	185	150
50	230	185
70	280	225
95	355	275
120	410	340
150	475	380

(ג) מוליכי רשת מאלומיניום בצרור, בידוד XLPE -

חיתך מוליך הרשת, (ממ"ר)	הזרם המתמיד המרבי, (אמפרים)	
	נחושת	אלומיניום
16	115	72
25	150	98
35	185	124
50	230	150

כאן נוספה הטבלה עבור מוליכים בצרור. יש לשים לב להקטנה הניכרת ביכולת להעברת זרם מתמיד במוליך בצרור, לעומת מוליך אלומיניום חשוף. התנאים הבסיסיים לחישוב הזרם המתמיד נותרו ללא שינוי.

12. קביעת מוליך

(א) מוליך ללא בידוד ייקשר למבדד בקשידה בת קיימא ובאופן שחוזקו של המוליך לא ייפגע תיל הקשידה יהיה מחומר שלא יגרם לשיתוך במוליך, הקשידה למבדד תהיה כך שאם היא שסתדרת, ייפול המוליך על המשקע של המבדד או על הרוע

17. מרחק בין מוליך ללא בידוד לבין סמך

המרחק המזערי בין מוליך ללא בידוד לבין סמך הנשא אותו יהיה 3 ס"מ.¹⁷

תקנות אלו זהות לתקנות 13-16 הישנות, אלא שבתקנות 15-17 מדובר במפורש על רשת עם מוליכים ללא בידוד, שכן ההתניות שבהן אינן רלבנטיות לרשת מבודדת.

18. התקנת הסתעפות

(א) התקנת הסתעפות ממוליך רשת ללא בידוד, מכבל או מצרור היעשה בצמוד לסמך ולא בין סמכים.
(ב) כל הסתעפות מכבל או מצרור תהיה אף היא ככבל או בצרור לאורך סיפתח אחד לפחות, סקום הסתעפות יהיה מוגן במני מעג מקרי.¹⁸

הדרישה המזוהה לכאורה שבתקנת משנה 18 (ב), מיועדת לאפשר עבודה שלא תופרע על-ידי מוליכים חשופים על-גבי סמך הנשא קו מבודד.

19. חיבור מרשת אל מבנה

(א) חיבור עילי מרשת אל מבנה ייעשה ככבל עילי או בצרור כבלד,
(ב) חיבור למבנה ייעשה על ידי אחד מאלה:

- כבל עילי, הנחילי על תיל נשא מצרור שיוגן כנדרש בתקנות ההסמך והארקות ואמצעי הגנה בפני הישמול כמתח עד 1000 וולט (התשי"א - 1991¹⁹, להלן תקנת הארקות),
- כבל נשא עצמו, כשהתיל הנשא יבודד קרוב למקום חיזוק למבנה,
- צרור הסחוף באמצעות אבזרים מבודדים,
- חיבור אל מבנה יסתיים בחוקי הכניסה למבנה.

20. חיבור כבל או צרור לרשת

- (א) קצה כבל או צרור יוגן בפני חידות רטיבות לתוך הכבל או הצרור,
(ב) כבל או צרור יוגן מכנית מפני חקיקע עד גובה של 1.8 מטרים לפחות.²⁰

מלבד ההתייחסות לצרור יש כאן אך ורק שינויי נוסח קלים לשפת התקנות הישנות, המקבילות.

פרק ג': אבזרי רשת והתקנתם

21. תכונות מכניות של אבזר רשת

כל אבזר ברשת יהיה עשוי ממוצר בי-קיימא, בעל חוזק מכני מספיק לעמידה בפני המאמצים הצפויים בו ועמידה מניקרו בפני השפעה מניקה של הסביבה שבה הוא מותקן או שיוגן בפני השפעה כאמור.

22. חומר הסמך

- (א) עשוי סמך מפלדה, תהיה הפלדה בעלת חוזק מזערי לקריעה של 37 ניוטון לסמ"ר והסמך יוגן בפני שיתוך;
(ב) עשוי סמך מני, יהיה הני -
(1) מוסמך לכל אורכו, במצמד המבטיח עמידתו לאורך ימים,
(2) בעל חוזק מכני מזערי לכפיפה של 40 ניוטון לסמ"ר,
(ג) עשוי סמך מבטון, יהיה הבטון בעל חוזק מזערי לכבישה של 45 ניוטון לסמ"ר,
(ד) סמך ממוצר אחר יהיה בעל מבנה ותכונות שאישר המנהל.²¹

תקנות אלו זהות לתקנות הקודמות, מלבד השימוש ביחידת ניוטון במקום בקילוגרמים.

4. ק"ת התשי"א, עמ' 1082.

23. חישוב מכני של הסמך

(א) מסדי הסמך יחושבו על פי הכוחות המופלים עליו ובהתחשב בכבל אלה:

- משקל הסמך וכן משקל הציוד, האבזרים והמוליכים המתקנים עליו,
- כוח המשיכה השקול של המוליכים המחושב על פי התנאים המפורטים בתקנה 8 (א),
- כוח הלחץ של הרוח הפועל בכיוון אופקי לסמך, לצידו, לאבזרים ולמוליכים המחוזקים אליו כמפורט להלן.

אורחו של חלק ברשת בציב לציון הרוח	לחץ שגולי של הרוח (ניוטון למ"ר)			
	חשף לרוח		מחונן על ידי מבנים	
גובה מעל בני הים עד 300 מ'	גובה מעל בני הים עד 600 מ'	גובה מעל בני הים עד 600 מ'	גובה מעל בני הים עד 600 מ'	גובה מעל בני הים עד 3 ק"מ
8.4	11.8	7.0	8.8	מסמך הים
4.7	5.9	3.5	4.4	חלק מעל בניים גשומים-גשום הרוח

(ב) השטח הנתון ללחץ הרוח יחושב כלהלן:

- בעמודי מסבך (ויוזנים ותעלות) יובא בחשבון שטח השווה למרחק ל-1.5 פעם של מני השטח החזיתי הניצב לכיוון הרוח,
 - מותקנים שני מוליכים ללא בידוד במקביל יובא בחשבון סכום שטחי ההיטלים של שני המוליכים,
 - מותקנים צרורות במקביל יובא בחשבון סכום שטחי ההיטלים המרביים שלהם.
- (ג) במקום בו צפוי לחץ שגולי של רוח העולה על 11.8 ניוטון למ"ר, כגון בנאדיות, ייערך חישוב מיוחד.

חשף הסמך	מקדם כוחות
כלוח	1.0
מסך	1.5
ק"מ	2.5

* ערך זה מתייחס לגבול כנישת, מקדמי הביטחון לחומר אחר יקבעו בידי המשתכן.

מלבד השינוי ביחידות הכוח יש לשים לב לשינויים הבאים:

- הלחץ הסגולי של הכוח ברצועה של 3 ק"מ לאורך חוץ הים נחשב לשווה ללחץ באזורים בגובה של 600 מסד מעל בני הים.
- במקום תקנת המשנה הישנה 23 (ג) באות שתי תקנות משנה חדשות:
(ב) לגבי מוליכים חשופים במקביל,
(ב) לגבי צרור.

24. יציבותו של סמך

- (א) סמך של רשת, על כל האבזרים המתקנים עליו, יתוכנן, יבוצע ויוזקן כך, שבהשפעת הכוחות המופלים עליו בתנאי שימוש רגילים, תימנע תזוזה העולה לגודל לזק או לסכנה.
(ב) יסוד של סמך יחושב עם מקדם בטחון נגד הפיכה של 1.5 לפחות.
(ג) המוסך המזערי של יסוד על בטון בקריקע יהיה:

אורך העמוד (מטרים)	עומק בקריקע (מטרים)	
	על בטון או יסוד	על בטון גלאטית
עד 8.5	1.40	1.20
9	1.50	1.30
10	1.80	1.40
עד 12	2.00	1.60

כל הורישות לגבי עוגן, זרוע, זיג, מבדד ומשענו בתקנות האמורות ובתקנות 32-37 להלן, נשארו ללא שינוי עקרוני, מלבד התוספת שבתקנה 31 (ג), בה יש ביטול הורישות למבדד בעוגן כאשר כל מוליכי הרשת הינם בצרור.

32. ביטול לעוגן

(א) כאשר עוגן מותקן במקום מעבדי טלכמי רגל או על יד דרך יטוייד העוגן בלסיח כדלקמן,

(1) עמיד, מען או מתוסד פלסטי, (2) באורך של 1.5 מטרים לפחות ומחזק כך שקצהו התחתון יהיה מסודר לפני הקרקע,

(3) בגובה או בצבעים מבלטים לנגן וכו' קיימא,

(4) דוגמאות לסיסויים והתקנתם ניתנים בתוספת השלישית, אינד 4 וראה עמי 19.

33. מקדמי בטחון בחישוב של זרוע, זיג או משענו

(א) זרוע, זיג או משענו והיוקם יחושבו כנדרש בתקנה 23. (ב) זרוע העשויה לשמש משענת של סולם או לעמידה של אדם, תחושב למסמ של 10 ניוטונים כקוף על הכוחות המשוויטים בתקנה 23.

(ג) עשויים זרוע, זיג או משענו מפלדה היא תהיה מוגנת במני שיתוך.

34. ממדי זיג וצורתו

(א) זיג שצורתו פיגור יהיה מפלדה בקוטר 2.5" למחת מעבדי דומן של 3.25 מ"מ לפחות.

(ב) משענו היזג גם כמגביל, ושחלו בו כבלים בלבד וקוטרו המנימי יהיה כנדרש בתקנות החשמל לתקנת מאבילים) התשכ"ו - 1965, אך לא מחת מהנדרש בתקנת משנה (א).

(ג) כבל כאמור יוגן במני שחיקת בידודו כנדרש וביציאה מחוץ, הגנה זו לא תגרום להצטברות סיס בזיג.

35. חיזוק זיג

זיג יחזק למבנת באופן יציב ובר-קיימא, נעשה חיזוק הזיג באמצעות חבקי פלדה, יתקנו שני הנקום לפחות וחבדים יהיו בעלי קוטר 5/8" או 16 מ"מ לפחות.

36. מבדד ומשענו

(א) מבדד רשת ומשענו ייבחרו בהתאם למתח הרשת, לפחות השעלים עליו ולחזק המוליך המחובר אליו.

(ב) החיבור בין מבדד ומשענו יתאים להנחות הפועלים עליו.

37. חיזוק של מוליכי התעמפות ללא בידוד

(א) מוליכי התעמפות ללא בידוד המותקנים על סמך ברשת לא יחזקו אל מבדדים המשאים את מוליכי הרשת אלא אל מבדדים בלביזיים להם.

(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) מותר להשתמש באותו מבדד לחיזוק מוליך הרשת ומוליך התעמפות אם הוא בעל מבנה המאפשר חיזוק כל מוליך במסגרת נפרדת וחזיקו המבני מתאים, כגון מבדד מסוג משוורת נייסקלין.

פרק ד': הצטלבות, מקבילות פיזית או התקרבות בין רשתות

38. מפלסים בין רשתות במתחים שונים על סמכים משותפים

(א) מותקנת רשתות על סמכים משותפים או מצטלבות רשתות על סמך משותף, תהיה הרשת בעלת המתח הגבוה יותר במפלס הגבוה יותר. המרחק המינימלי האנכי בין מוליכי מתח נמוך לבין מוליכים

(ז) תכנון וביצוע של יסוד עמוד מלדה יחושב בהתאם לסוג הקרקע.

25. קוטר של עמוד עץ

עמוד עץ ברשת יהיה בעל קוטר, על פי אגרו, כמפורט להלן:

אורך וזכסוד (מטריים)	קוטר (מ"מ)	
	בנקודה היעליון (רובומטר)	1.5 מטרים מריכונה הנורישון (רובומטר)
8 עד 8.5	14	18
9	15	20
10	17	22
12	19	24
12 רגיל	21	27
12 עגבד	19	30
14	21	33

26. זיהוי של עמוד

עמוד ייסא מסמר יהיו נוח לקריאה ובר-קיימא.

27. התקנת עוגן או תמוכה לסמך

עמידה של סמך בדרישות היבנות שבנקות אלה יוכל שתושב באמצעות התקנת עוגן או תמוכה. לבין זה סמך ועוגן או תמוכה שלו יחושבו כיהודה אחת.

כל הורישות לגבי סמך, לרבות עמוד עץ נשארו כפי שהיו, למעט התוספת של סמך בגובה של 9 מטר, בו נעשה שימוש הולך רוב ברשתות של מתח נמוך.

28. חיזוק עוגן או תמוכה לסמך

עוגן או תמוכה לסמך יחזקו לקרקע או למקום העיגון באופן יציב ובר-קיימא. דוגמאות להתקנת עוגנים לקרקע ולמבנים התונים טכניים ניתנים באיורים שבתוספת הראשונה.

(ראה עמי 18)

29. תכנות העוגן

(א) עוגן של עמוד יהיה מפלדה עמידה מאיורה במני שיתוך או שתונן, באופן יעיל, במני השמפת הסכיבה האופפת, מרטים של תיילי מלדה אופתיים לעגנים בחזק של 7.0 ניוטון לממיר ונכול כנישה של 4.3 עד 5.3 ניוטון לממיר ניתנים בתוספת השניה.

(ראה עמי 19)

(ב) יוכל שיבוא לשימוש חומר אחר אם תמאי הסכיבה מחייבים זאת ובכבד שישוך הישוב מידות העוגן שיבטיח תכנות מכנות ושות שוך לשון מהפלדה אמורה.

30. חתך העוגן

(א) חלק העוגן העשוי מלדה שוורה כאמור בתקנה 29, יהיה בעל חתך של 25 ממיר לפחות והחלק העשוי פוט מלדה יהיה בקוטר 20 מ"מ לפחות.

(ב) מקדם הביטחון של עוגן על כל חלקיו יהיה 2 לפחות.

31. הגנת עוגן במני חיטמול

(א) בעוגן יותקן מבדד מתאים למתח הרשת, כאשר סמך מסמס לרשתות במתחים שונים יותקן בעוגן מבדד המתאים למתח הרשת הגבוה יותר.

(ב) מבדד שגן יסוקם בגובה של 3 מטרים לפחות מעל מני הקרקע ולפחות מטר אחד כמך ממקום חיזוקו של העוגן לעמוד, דוגמאות להתקנת מבדדים בעוגן ניתנות בתוספת השלישית, באיורים 1, 2 ו-3 (ראה עמי 19).

(ג) הוראות תקנה זו אינן חלות על עגנים של סמכים המיועדים לשוורות בלבד.

41. הצטלבות בין רשת למתח נמוך לבין רשת למתח נמוך מאד

הצטלבות בין רשת עילית למתח נמוך לבין רשת עילית למתח נמוך מאד מותרת רק כאשר אחת מהן לפחות מותקנת בצרור, ככבל עילי או ככבל תת-קרקעי.

42. הצטלבות בין רשת למתח גבוה לבין רשת למתח נמוך מאד

הצטלבות בין רשת למתח גבוה לבין רשת למתח נמוך מאד מותרת רק אם לפחות אחת מהן מותקנת בכבל תת-קרקעי.

שתי התקנות זהות לתקנת הישנות באותם הנשאים, אך בוטלה ההתייחסות שהיתה בהן להסדר המסחרי בין בעלי הרשתות המצטלבות במקרים שבהם הרשתות אינן בבעלות אחת. הדבר נעשה לאחר שבדרג המשפטי נקבע כי אין מקום להתייחסות המסחרית במסגרת התקנות הטכניות.

43. הצטלבות בין רשתות במתח נמוך שלא על סמך

(א) בהצטלבות שלא על סמך בין רשתות עיליות למתח נמוך שבבעלות אחת, יישמרו המרחקים המוצעים הבאים בין המוליכים הקרובים ביחד:

- (1) שתי הרשתות ללא בידוד - 1.0 מטר,
- (2) רשת אחת ללא בידוד ושניה בכבל או בצרור - 0.65 מטר,
- (3) שתי הרשתות בכבל או בצרור - 0.10 מטר.

(ב) בהצטלבות שלא על סמך בין רשתות עיליות למתח נמוך שבבעלות שונה יהיה המרחק המוצעי כמיהן 65 ס"מ ולפחות אחת מהן תהיה בכבל או בצרור.

השימוש הנוכחי ברשת עילית מבודדת במתח עד 1000 וולט, חייב התייחסות לאפשרות שאחת מהרשתות או שתיהן יהיו מבודדות, דבר המאפשר הקטנת המרחקים המוצעים ביניהן, כשהן בבעלות אחת. כשהרשתות בבעלות שונה, נשארה בעינה הדרישה שאחת מהן תהיה מבודדת, ומפאת נוחיות בעבודה נשמר מרחק מוצעי של 65 ס"מ גם כאשר שתיהן מבודדות.

44. הצטלבות בין רשת למתח נמוך לבין רשת למתח גבוה שלא על סמך

הצטלבות בין רשת למתח נמוך לבין רשת למתח גבוה, שלא על סמך, תהיה כדלהק:

- (1) יהיה הרשת למתח גבוה במתח עד 52 קילוולט, תותקן ההצטלבות באחד משני האופנים הבאים:
- (א) אחת הרשתות לפחות תהיה בכבל תת-קרקעי,
- (ב) היו שתי הרשתות עיליות, תהיה הרשת למתח גבוה בגובה כאמך הבא:

- (1) המרחק המוצעי בין מוליכי שתי הרשתות במקום הצטלבות, יהיה 2 מטרים, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (2) היה המספתה עד 70 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/8 מ"מ או 50/10 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (3) היה המספתה מ-70 עד 100 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 45/15 מ"מ או 50/15 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (4) היה המספתה מעל 100 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/15 מ"מ או 50/20 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (5) היה המספתה מעל 150 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/20 מ"מ או 50/25 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (6) היה המספתה מעל 200 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/25 מ"מ או 50/30 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (7) היה המספתה מעל 250 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/30 מ"מ או 50/35 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (8) היה המספתה מעל 300 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/35 מ"מ או 50/40 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (9) היה המספתה מעל 350 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/40 מ"מ או 50/45 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (10) היה המספתה מעל 400 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/45 מ"מ או 50/50 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (11) היה המספתה מעל 450 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/50 מ"מ או 50/55 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (12) היה המספתה מעל 500 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/55 מ"מ או 50/60 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (13) היה המספתה מעל 550 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/60 מ"מ או 50/65 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (14) היה המספתה מעל 600 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/65 מ"מ או 50/70 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (15) היה המספתה מעל 650 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/70 מ"מ או 50/75 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (16) היה המספתה מעל 700 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/75 מ"מ או 50/80 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (17) היה המספתה מעל 750 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/80 מ"מ או 50/85 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (18) היה המספתה מעל 800 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/85 מ"מ או 50/90 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (19) היה המספתה מעל 850 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/90 מ"מ או 50/95 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (20) היה המספתה מעל 900 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/95 מ"מ או 50/100 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (21) היה המספתה מעל 950 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/100 מ"מ או 50/105 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.
- (22) היה המספתה מעל 1000 מטרים, יהיו מוליכי המופעים בחתך של 50/105 מ"מ או 50/110 מ"מ, כשהרשת למתח הגבוה נמצאת במפלס הגובה יחסי.

במתח גבוה עד 52 קילוולט יהיה 2 מטרים, וכל שסמך הרשת למתח נמוך יישמרו מרחק למוליכי רשת למתח גבוה, וכלכד שהמרחק המוצעי האמרי בין מוליכי הרשת של המתח הגבוה לבין ראש הסמך של המתח הנמוך יהיה 2 מטרים.

(ב) על אף האמור בתקנה משנה (א) יכול המנהל להרשות מסויה מדיישות תקנה זו כשהדבר דרוש מטעמים טכניים ותקנון אומדני הוועדות הנדרשים.

תקנה זו הינה ללא שינוי מהותי.

39. רשתות שונות במתח עד 1000 וולט בבעלות אחת על סמכים משותפים

(א) יכול רשתות שונות במתח עד 1000 וולט בבעלות אחת יותקנו על אותו סמך, וכלכד שהמרחק האמרי המוצעי בין המוליכים הקרובים ביותר של שתי הרשתות יהיה:

- (1) בהצטלבות:
 - (א) 10 ס"מ כאשר מוליכי שתי הרשתות הם בלתי מבודדים,
 - (ב) 15 ס"מ כאשר מוליכי אחת הרשתות הם כבל או צרור,
 - (ג) ללא הגבלת מרחק כאשר מוליכי שתי הרשתות הם כבל או צרור.
- (2) במקבילות:
 - (א) 30 ס"מ כאשר מוליכי שתי הרשתות הם בלתי מבודדים,
 - (ב) 10 ס"מ כאשר מוליכי אחת הרשתות הם כבל או צרור,
 - (ג) ללא הגבלת מרחק כאשר מוליכי שתי הרשתות הם כבל או צרור.

המרחקים הנדרשים במסגרות משנה (א) ו- (ב) יישמרו לאורך כל היסמנחים.

(ב) על כל סמך שעליו מותקנת רשתות שונות לפי תקנה משנה (א) יותקן שלט בר-קיימא ובו כחוב באותיות בולטות לעין, יהרשת ניונה מניוונים שונים, והדאה זו אינה חלה אם הרשת השניה מנינה מאד רחבות.

(ג) כל סמך שעליו מותקנות מספר רשתות בכבלים או בצרורות, יסומן, באופן ברור ובר קיימא, והיה של כל רשת ויעודה.

צריך לשים לב לשינויים בדרישות כאשר הרשתות השונות מצטלבות או מקבילות. בכל אחת משתי האפשרויות יש דרישות לגבי:

- (א) שתי רשתות חשופות.
- (ב) רשת אחת חשופה והשניה בכבל או בצרור.
- (ג) שתי הרשתות בכבל או בצרור.

כן נוספה דרישה לסימון שיאפשר זיהוי הרשת ויעודה כשהיא בכבל או בצרור.

40. רשתות שונות במתח עד 1000 וולט בבעלות שונה על סמכים משותפים

(א) יכול רשתות שונות במתח עד 1000 וולט בבעלות שונה יותקנו על סמכים משותפים וכלכד שלא יתרו מאחד מהן תהיה עשויה ממוליכי רשת ללא בידוד, על כל סמך כאמור יותקן שלט בר-קיימא ובו כחוב באותיות בולטות לעין, יהרשת ניונה מסוקרות שונים.

(ב) כל סמך שעליו מותקנות מספר רשתות בכבלים או בצרורות, יסומן, באופן ברור ובר קיימא, והיה של כל רשת ויעודה.

בוטלה הדרישה שהרשת שבכבל תהיה במפלס הגבוה יותר. דרישה זו כבר בוטלה מפילא במהדורה הקודמת, לגבי רשת תאורת רחובות. לעומת זאת נוספה הדרישה של סימון, יהרשת ניונה מסוקרות שונים, וזאת על מנת להסב את תשומת הלב לכך שהזינות הן בבעלות שונה. בוטלה גם ההתייחסות להסתעפות מהכבל, שכן זו כבר נידונה בתקנה 18.

47. הצטלבות או התקרבות בין רשת לבין אנטנה

(א) בהצטלבות רשת עם אנטנה אופקית תהיה הרשת כבבל או בצרור.

(ב) בהצטלבות בין רשת העשויה ממוליכי רשת ללא בידוד לבין עוגן של אנטנה יישמר מרחק מזערי של 2 מטרים בין העוגן לבין המוליך הקרוב ביותר, העוגן יהיה מתחת לרשת.

(ג) המרחק המזערי בין תורן אנכי של אנטנה או חלק ממנו לבין מוליך רשת ללא בידוד הקרוב ביותר יהיה 2 מטרים.

(ד) היתת הרשת כבבל או בצרור, יכול שהמרחק המזערי יהיה 0.65 מטרים, וכן יכול שהעוגן יותקן מעל רשת כאמור.

בתקנה 46 אין שינוי לעומת תקנה 49 הישנה. בתקנה 47 יש הפרדה ברורה בין הדרישות לגבי רשת עם מוליכים חשופים - בתקנת משנה (ב) ובתקנת משנה (ג) (מרחק של 2 מטר) לבין הדרישות לגבי רשת כבבל או בצרור (תקנת משנה (ד) מרחק של 0.65 מטר). בכל מקום בו מדובר על "רשת" ההתייחסות היא, כמובן, לרשת עד 1000 וולט בלבד.

פרק ו': התקרבות של מוליך רשת לעץ

48. מרחק מרשת לעץ

(א) המרחק בין מוליך רשת ללא בידוד לבין עץ יהיה כזה שלא ייווצר מגע ביניהם.

(ב) היתת הרשת כבבל עילי או בצרור מותר שיהיה מגע בינם לבין העץ.

49. חובת שמירת מרחק

חובת השמירה על האמור בתקנה 48 (א) מוטלת על בעל הרשת, ממעילה או מחזיקה, לפי העניין, בעל העץ חייב לאפשר את גזומת לצורך מילוי תקנה זו.

גם במרק זה יש עתה ביטוי לשימוש בצרור. נקבע שמותר מגע בין כבל או צרור לבין עץ.

פרק ז': הצטלבות או התקרבות בין רשת לבין מבנה

50. מרחק מזערי בין מוליך ללא בידוד לבין מבנה

המרחק המזערי בין מוליך רשת ללא בידוד לבין מבנה יהיה כמפורט באיור מס' 1 שבתוספת הרביעית (עמ' 20), קיים חלק בולט על הגג, יהיה המרחק המזערי בין לבין מוליך הרשת 2 מטרים.

51. הגנה במני מגע מקרי

לא ניתן לקיים מרחק מזערי כאמור בתקנה 50, יהיה אמצעי ההגנה במני מגע מקרי אחד מאלה:

- (1) התקנת הרשת כבבל או בצרור,
- (2) התקנת מחיצה מבודדת מתאימה למתח הרשת ולמקום ההתקנה,
- (3) התקנת מחיצה מתכנית מואדקת כמתאם לתקנות האריות.

52. התקנת כבל או צרור על מבנה או בקרבתו

(א) כבל או צרור המותקן על קיר מבנה מלט יהיה מוגן מעיקרו במני פגיעות מכניות הצפויות במקום התקנתו, באופן התקנתו, או על ידי כיסויו בכיסוי מגן, העמיד במני הפגיעות המכניות הצפויות.

(ב) המרחק המזערי בין כבל או צרור הממוקם בקרבת מבנה לבין חלק המבנה הקרוב ביותר אליו יהיה כמפורט באיור מס' 2 שבתוספת הרביעית. (עמ' 20)

מק זה נוסח מחדש ובאופן ברור יותר גם כהתייחס לאפשרות של התקנת כבל או צרור. כמו כן נכללת בתקנות סידרה חדשה

(2) היתת הרשת למהת גבוה במתח העולה על 52 קילוולט תהיה אחת הרשתות למהת כבבל תת-קרקעי.

(3) הוראות מסקת משנה (ב) ו- (ג) לא יחולו על הצטלבות בין רשת למתח נמוך לבין רשת למתח גבוה, אם הן כבעלת אחת.

בניגוד לנאמר בתקנות 41 - 42, לפיוך מותר השימוש בצרור או בכבל עילי בהצטלבות של רשת עילית במתח עד 1000 וולט, או במתח נמוך מאד, הרי כאשר מדובר בתקנה 44 בהצטלבות עם רשת במתח גבוה, השימוש בצרור או בכבל עילי אסור, שכן בידודם אינו אמור לעמוד במתח עד 52 קילוולט. אחת הרשתות - ובדרך כלל זו של מתח נמוך - חייבת להיות כבבל תת-קרקעי.

תקנת משנה 44 (ב) מאפשרת הצטלבות של שתי הרשתות כששתיהן חשופות. אך הכל בתנאים מכניים מחמירים מאד וגם זאת רק במתח עד 52 קילוולט.

45. התקרבות בין רשתות למתח נמוך המותקנות על סמכים נפרדים

(א) המרחק המזערי האופקי בין מוליכי רשת ללא בידוד הקרובים ביותר של שתי רשתות למתח נמוך המקבילות פזיות והמותקנות על סמכים נפרדים יהיה 2 מטרים במצב ללא סטיית המוליכים.

(ב) המרחק המזערי האופקי בין מוליכי רשת ללא בידוד למתח נמוך, הקרובים ביותר למסך, למתח גבוה עד 52 קילוולט, יהיה 2 מטרים.

(ג) המרחק המזערי האופקי בין סמך למתח נמוך לבין המוליך הקיצוני הקרוב למסך של רשת למתח גבוה במצב ללא סטיית של המוליך יהיה:

- 4 מטרים - למתח גבוה עד 52 קילוולט,
- 3 מטרים - למתח גבוה מעל 52 קילוולט עד 100 קילוולט,
- 7 מטרים - למתח גבוה מעל 100 קילוולט ועד 160 קילוולט,
- 10 מטרים - למתח גבוה מעל 160 קילוולט עד 400 קילוולט.

תקנת משנה 45 (ג) גורמת לקשיים בהסדרת השכנות של קו מתח גבוה לעמודי תאורת רחובות.

היום טובהם של עמודים אלה הינו בדרך כלל 10-12 מטר מעל פני הקרקע ואילו עמודי רשת מתח גבוה הם באותו גובה, שכן העמודים הסטנדרטים בשימושה של חברת חשמל הינם בגובה 12-14 מטר טובה, כאשר 1.6-2.00 מטר טמונים בקרקע. פירוש הדבר הוא שזרועותיהם של עמודי התאורה על פנסייהם הבולטים מרחק לא קטן, יהיו באותו מפלס עם מוליכי הרשת. יש להתחשב בכך שמוליכי הרשת בתלות, באורך המפתח ועוצמת הרוח, יכולים לסטות באמצע המפתח עד כ-2 מטר. לפיכך המרחק המזערי של 4 מטר בין סמך למתח נמוך לבין רשת חשופה למתח עד 52 קילוולט, הנדרש בתקנות, הינו הכרחי.

פרק ה': הצטלבות או התקרבות בין רשת לבין קווי בזק או אנטנה

46. הצטלבות או התקרבות בין רשת לבין קווי בזק

רשת יותקן בהתאם לתקנות הבזק והחשמל (התקרבויות והצטלבויות בין קווי בזק לבין קווי חשמל, התשמ"ו 1986).

4. ק"ת התשמ"ו, עמ' 395.

(2) כל שינוי יסודי אשר ייעשה לאחר תחילתן ברשת שהתקנה לפני תחילתן.

61. ביטול

תקנות החשמל (התקנת רשתות חשמל עיליות במתח עד 1000 וולט) הנשמיט - 1999² - בטלות.

62. תחילה

(א) תחילתן של תקנות אלה ששה חודשים מיום פרסומן.
(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) מותר למעול לפי תקנות אלה בלבד מיום פרסומן.

יש לשים לב לכך שלמרות שתחילתן של התקנות החדשות הוא מ-25.7.1995, מותר למעול לפיהן כבר מיום פרסומן, דהיינו מותר כבר השימוש הכללי במוליכי רשת בצרוד, על כל המשתמע מכך. התוספת הראשונה, השניה והשלישית (במקום נספחים א-ד) בתקנות הישנות) נשארו ללא שינוי. בתוספת הרביעית (נספח ה) הישן) הדנה במרחקי הבטיחות בין רשת לצורותיו השונות לבין מבנה, מצטרפים שרטוטים חדשים וברורים יותר, והם מובאים בהמשך, בעמודים 18-20.

תקנות החשמל (התקנת מוליכים) (תיקון) התשנ"ה - 1995

ביהתקע המצדיע"י מס' 50 ופעם נוספת בחוברת מס' 53 כבר התרענו על כך שעומד להתחולל שינוי מהפכני בצבעי ההיכר של מוליכים מבודדים, שעיקרו הוא שינוי הצבע שלמוליכי המופע מוליך האפס (N) משחור שהיה נהוג עד כה לכחול, ושינוי הצבע של מוליכי המופע מחום/כחול/סגול לחום בלבד.

מפאת מורכבות השינוי וחשיבותו המכרעת לבטיחות, ניתנה תקופה של שנה להיערכות התעשייה ואנשי המקצוע, לרבות המתכננים, המבצעים והמתחזקים. בחוברת מס' 53 דובר אמנם על תקופת היערכות של שישה חודשים בלבד, אך על מנת לתת שהות מספקת למסעי ההסברה וההדרכה שיודרשו ללימוד מעמיק של הנושא, הוחלט לבסוף על תקופה של שנה תמימה, דהיינו עד ליום 25.1.96 לפני שהצבעים החדשים לסימון המוליכים הופכים להיות מחייבים. במקביל יפורסמו גם השינויים הרלבנטיים בתקנים הישראליים המתייחסים לצבעי ההיכר של מוליכים וכבלים.

להלן הנוסח המילולי של התקנות:

1. תיקון תקנה 1

בתקנה 1 לתקנות החשמל (התקנת מוליכים) הנשמיט-1970² ולהלן - התקנות העיקריות) -

(1) אחרי הגדרת "סובילי" יבוא:

"סוליך" - טיף המיועד ומתוכנן להעברת זרם חשמלי,

"סוליך אפס (N)" - מוליך המיועד לתקנת האפס של מקוד הינה וניסל חלק בתמסורת או בחלוקה של אנרגיה חשמלית,

(2) במקום הגדרת "סוליך הארקה" יבוא:

"סוליך הארקה (PE)" - מוליך המחובר, במישורו או בעקיפין, אלקטרודת הארקה אל אחד מאלה.

(3) נופי מתכת מחייבים בהארקת הצדה,

של שרטוטים, המתארים את מרחקי הבטיחות הדרושים בין רשת, לצורותיה האפשריות, לבין מבנה.

פרק חי הישן - "הצטלבות עם מסילת ברזלי בוטל במסגרת הרביזיה הנוכחית ואין התייחסות לבעיה זו. הדבר נובע מכך שהתנאים החדשים לביצוע הצטלבות כזו נמצאים עתה בדיון בין הנהלת הרכבת לבין חברת החשמל, שהינה הגורם העיקרי (ואולי הבלעדי) המתקין הצטלבות של רשת עם מסילת ברזל.

פרק ח: הארקות והגנות בפני חישובול ברשת

53. הגנה בפני חישובול של סמך מתכת או בטון

(א) סמך מתכת או בטון, לרבות אבזרו, יגנו בפני חישובול כהתאם לתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישובול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א - 1991.

(ב) כבל או צרוד ייראו כציוד מסוג II.

54. סמך ממתכת כמוליך הארקה

סמך ממתכת יכול לשמש כמוליך הארקה אם קוימו בו הדרושות החלות על מבנה המשמש כמוליך הארקה שבתקנות הארקות.

55. הגנת מוליך הארקה על פני סמך

מוליך הארקה המתוקן על פני סמך יוגן בפני פגישות מכניות עד גובה של 2.30 מטרים למחות מעל פני הקרקע.

חשובה הקביעה שבתקנה 53 (ב) לפיה מבחינת ההגנות הדרושות "כבל או צרוד ייראו כציוד מסוג II, דהיינו כציוד בעל בידוד כפול.

פרק ט: הוראות שונות

56. תחזוקת רשת

(א) רשת תתחזק בהצב תיקן יזעיל, תגולו ליקויים ברשת, יופסק המיתוקן הלקוי או חלקו הלקוי עד לתיקון התקלה.

(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) חובת ההפסקה אינה חלה כאשר התקלה אינה מהווה סכנה למש או לרכוש.

57. בדיקת רשת

(א) רשת חדשה תיבדק לפני הפעלתה וכן ייבדק כל שינוי יסודי ברשת לרבות השלכתו האפשריות, לפנין זה, שינוי יסודי - שינוי הוואי, תוספת סמכים וכן שינוי חומר המוליכים או ספקולם.
(ב) בבדיקה יבדק אם התקיימו ברשת הוראות תקנות אלה.

58. תוצאות הבדיקה, רישומן ושמירתן

תוצאות הבדיקה של רשת יורשמו בידי חשמלאי בודק ויישמרו בידי בעל המיתקן או מחזיקו.

59. אחריות

חובה המוטלת לפי תקנות אלה יראו אותה כמוטלת על מתכנן הרשת, על מתקינה, על בעלה, על מחזיקה, או על מפעילה, הכל לפי חומיק, וזוהו כאשר אין כוונה אחרת משתמעת.

60. תחילה

תקנות אלה יחילו על:

(1) כל רשת אשר תותקן לאחר תחילתן.

הורה הכינוי הפקובל בתקנים של הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה (IEC).

7. קית התשס"ט, עמ' 310.

2. קית התש"ל, עמ' 1662; התשס"ט עמ' 418.

זהירות - הצבע הכחול של ביזוד מוליך במיתקן יכול שיסמן מוליך אמס (N) או מוליך מופעי

תקנת משנה א-ג מובנות מאליהן, אך תקנת משנה ד' דורשת הסבר נוסף, שכן יש להבין אותה ביחד עם הנאמר בתקנה 3 - "תחולה":

3. תחולה

תקנת אלה יחולו על

- (1) מוליך שהותקן לראשונה בין במיתקן חדש ובין במיתקן קיים.
- (2) כל מוליכי קו או מעגל שהוחלף במיתקן קיים, אין להחליף מוליך יחיד בקו או במעגל.

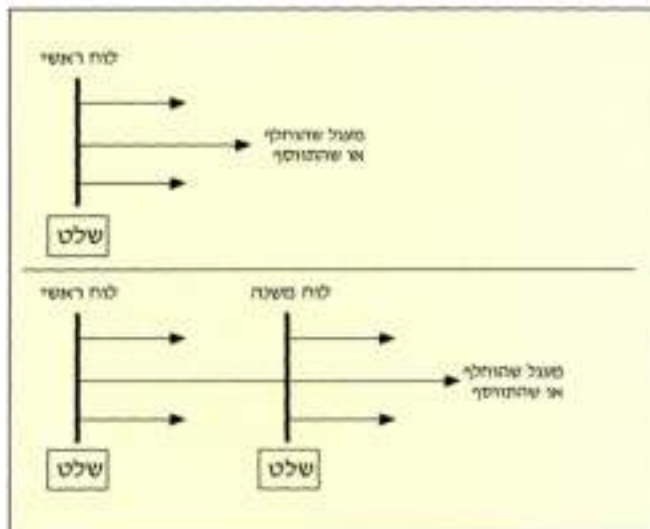
ההוראה בקשר לשינוי מערך צבעי ההיכר חלה על כל מוליך שיותקן במיתקן חדש או במיתקן קיים, לאחר תאריך תחילת תקנת אלה.

נתוסף מעגל חדש במיתקן קיים - יהיו מוליכיו לפי התקנות החדשות,

מוליך שיוחלף במיתקן קיים, עקב תקלה או מכל סיבה אחרת, יותקן לפי התקנות החדשות, אך מאחר שהוא מתווסף למעגל או לקו בו יש למוליכים צבעים לפי התקנות הקודמות - יש להחליף את **כל המוליכים** במעגל או בקו בכאלה שצבעם יהיה לפי התקנות החדשות.

מעגלים או קווים במיתקן קיים ימשיכו להתקיים עם כל מוליכיהם לפי הסיודור הקודם, כל עוד לא נערך בהם שינוי כלשהו. במיתקן בו יש מוליכים בעלי צבעי היכר גם לפי ההסדר הקודם וגם לפי זה החדש, חובה להתקין, בסימון ברור, שילוט המבהיר את קיומה של הכפילות בנושא הצבעים. במיתקן בבית מגורים שיש בו, בדרך כלל, רק לוח אחד, ייקבע השלט ליד לוח זה. במיתקן גדול יותר המכיל לוחות משנה, ייקבע שלט כזה גם בכל לוח משנה הניזון מהלוח הראשי.

להמחשת הדרישה להלן מובאים כאן 4 תרשימים כדוגמאות.



- (2) נקודה בשוטף המיועדת להארכת השיטה;
- (3) אחרי הגדרת יסודות הארקה (PE) יבוא "מוליך PEN" - מוליך המשמש בו זמנית כמוליך הארקה וכמוליך אמס (N);
- (4) אחרי הגדרת יבס השוואת פוטנציאלים יבוא "צירוף" - ספרי מוליכים מבודדים של רשת אווירית, מפותלים ביניהם ומיועדים להתקנה משותפת ברשת אווירית מבודדת, יכול שבאחת צדדיו יהיו מוליכים השייכים לקווים או למעגלים שונים.

תוספת ההגדרות באה כדי:

- א. להשריש את הכינויים PE; N ו-PEN עבור מוליכי האמס, הארקה והאימוס.
- ב. להגדיר את המושג "צירוף" המתווסף למושגים המקובלים בתקנות.

2. החלפת תקנה 11

במסגרת תקנה 11 לתקנות העיקריות יבוא:

"סימון מוליכים"

- (א) ביזוד של מוליך במיתקן יהיה בעל צבע מיוחד בהתאם ליישוד ויסופך לפי הערך. הצבע והסימון יהיו בני קיימא ונוחים לזיהוי;
- (ב) הביזוד יהיה בעל צבע במפורט להלן:
 - (1) לרם היסודין -
 - (א) מופע - רום, במעגלים חלת מופעיים יסוף סימון, כגון שרועל או טבעת סימון, המציין את שייכותו של כל מוליך למופע מסוים;
 - (ב) אמס (N) - כחול;
 - (ג) PEN - כחול עם סימון באמצעות שרועל או כיוצא באלו, בצבע זהוב/ירוק בכל קצה;
 - (ד) הארקה (PE) - שילוב של הצבעים זהוב/ירוק;
 - (ה) מוליך המחבר בין מוליך PEN שבבניסת קו היתה למבנה ובין פס השוואת הפוטנציאלים של המבנה, יהיה בצבע כחול עם סימון, כגון שרועל, בצבע זהוב/ירוק בכל קצה;
 - (ו) מוליכי מופע אמס (N) ו-PEN המשמשים כצירוף יהיו בצבע שחור ויסומנו בהתאם ליישודם;
 - (2) לרם ישר -
 - (א) מוליכי הקטבים - צבע כלשהו למעט זהוב, ירוק ושייכות זהוב/ירוק;
 - (ב) מוליך הארקה (PE) - שילוב של הצבעים זהוב/ירוק;
 - (ג) לפיכוד ובקרה - צבע כלשהו למעט זהוב, ירוק ושייכות זהוב/ירוק;
- (ג) אם אין צבע הביזוד של המוליך או הסימון החדש עברו בקנה הירשמי מאפשר זיהוי חד משמעי, יותקן בקנה האמור שרועל המסומן בהתאם ליישוד.
- (ד) במיתקן קיים שבו הוחלפו מוליכים יותקנו שלטי אותיות נוספת - זהירות - הצבע הכחול של ביזוד מוליך במיתקן יכול שיסמן מוליך אמס (N) או מוליך מופעי.
- (ה) שילוט כאמור יותקן תן כלוח הראשי ורק בכל לוח משנה שבו הניזון ממנו ואשר בוצע בו שינוי כאמור.

* הכינוי המקובל בתקנים של הציבות הבין-לאומיות לאלקטרוטכניקה (IEC).

(ב) הבידוד יהיה בעל צבע כמפורט להלן:

(1) לזרם חיסולין -

(א) מוטע בכבל חד-סופעי - חום,

מוטעים בכבל תלת-סופעי - חום עם סימון וזהו בר-קיימא לכל

הארץ של עננים מהם לפחות,

הסימון יהיה כזה שיאפשר זיהוי חד-משמעי,

(ב) אבס (N) - כחול,

(ג) PEN - כחול עם סימון באמצעות שריוול או כיוצא באלה,

בצבע זהוב/ירוק בכל קצה,

(ד) הארקה (PE) - שילוב של הצבעים זהוב/ירוק;

(2) לזרם ישר -

(א) מוליכי הקטבים - צבע כלשהו למעט זהוב, ירוק ושילוב

זהוב/ירוק,

(ב) מוליך הארקה (PE) - שילוב של הצבעים זהוב/ירוק,

(3) לפיקוד ובקרה - צבע כלשהו למעט צהוב, ירוק ושילוב

צהוב/ירוק,

(4) אם אין צבע הבידוד של המוליך או הסימון הנדרש עבור

בקצה החופשי מאפשר זיהוי חד-משמעי, יתכן בקצה האסוף

שריוול הסומן בהתאם ליעודו,

(5) הוחלף לוח קיים יוחלפו גם הכבלים הסמוכים אליו, אך

יכול שיתקפו על קבוצת המוליכים של הכבל הקיים שריוולו

וזהו כלבד, בצבעים נדרשו בתקנה זו, לרבות סימון חד-משמעי

של המוטעים במגנל תלת-סופעי,

(6) בלוח כאמור זכך בלוח הראשי המותן אותו ובכל לוח משנה

המותן ממנו יתכן שלט בנטיח.

"יתירות - הבצע החיול יכול שייסמן מוליך אבס (N) או מוליך מוטעי".

3. תחולה

(א) תקנת אלה יחולו על כבל שהותקן לדאגונה או שהוחלף למטר

תחילתו וכן על כבל קיים המתחבר אל לוח שהוחלף.

(ב) הוראות תקנת אלה לא יחולו על כבלים שהותקנו בתוך מכשיר

או ציוד חשמלי בעת ייצורו.

4. תחילה והוראות מעבר

תחילתן של תקנות אלה שנה מיום פרסומן, ואולם מותר לפעול

לפיהן החל ביום פרסומן.

תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חיטמול

במתח עד 1000 וולט) (תיקון התשנ"ה - 1995

רק בתקנה 40 של התקנות האמורות מוזכר צבע הבידוד של מוליך. תקנה זו הוחלפה בתקנה שלהלן.

1. תיקון תקנה 40

בתקנה 40 לתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חיטמול

במתח עד 1000 וולט) התשנ"ה¹ 1991 - להלן התקנות העיקריות) -

(1) במקום תקנת משנה (א) יבוא:

"(א) מוליך PEN של רשת יחובר אל פס השוואת הפוטנציאלים,

חיבור זה ייעשה במוליך בעל בידוד בצבע כחול עם סימון,

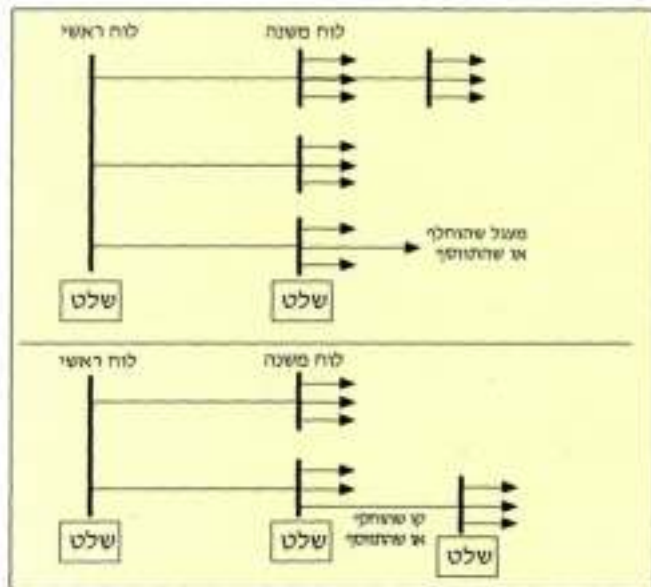
באמצעות שריוול או כיוצא באלה, בצבע זהוב/ירוק לסימון בכל

קצה, וחתכו יהיה לפחות כחתך מוליך האבס (N) הנודול ביותר

היוצא מפי האבס או מהדק האבס".

(2) בתקנת משנה (ג), במקום "מוליך האבס" יבוא "מוליך האבס

(N)".



4. תחילה והוראות מעבר

תחילתן של תקנות אלה שנה מיום פרסומן, ואולם מותר לפעול לפיהן החל ביום פרסומן.

תקנות החשמל (התקנת כבלים) (תיקון התשנ"ה -

1995

תקנות אלו זהות בעיקרן לתקנות בדבר התקנת מוליכים. ההבדל העיקרי הוא בסעיף 2 (ד) בו קיימת דרישה להחלפת כל הכבלים היוצאים מלוח שהוחלף יחד עם הרשאה להתקין שריוולים בצבעים החדשים בקצות כבלים אלה, במקום להחליפן כליל. כבל חדש שיותקן - מלוח קיים או מלוח חדש-או כבל שיוחלף יהיה כבר, כמובן, בצבעים החדשים.

1. תיקון תקנה 1

בתקנה 1 לתקנות החשמל (התקנת כבלים), התשכ"ו¹ 1966 (להלן -

התקנות העיקריות) -

(1) אחרי הגדרת "מוליך" יבוא:

"מוליך אבס (N)" - מוליך המרובע לתקנת האבס של סקר

הוינה ונטול חלק בתמסורת או בחלוקה של אנרגיה חשמלית,

"מוליך הארקה (PE)" - מוליך המחבר, במישורו או בעסמוך,

אלקטרודת הארקה אל אחד מאלה:

(1) נטיח מתכת החייבים בהארקה הנגה,

(2) נקודת בטיחה המיועדת להארקה השיטה,"

"מוליך PEN" - מוליך המשמש בז-זמנית כמוליך הארקה

וכמוליך אבס (N).

2. החלפת תקנה 7

במקום תקנה 7 לתקנות העיקריות יבוא: "סימון מוליכים בכבל

7. (א) בידוד כל מוליך בכבל יהיה בעל צבע מיוחד בהתאם ליעודו,

הצבע יהיה בר-קיימא ונח לזהוי.

1. ק"ת התשכ"ו, עמ' 246; התשס"ח עמ' 881

2. ק"ת התשנ"א, עמ' 1082

* הכינוי המקובל בתקנים של הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה (IEC).

הארקה, בכך שבשעת תקלה הוא עלול להעביר זרמי תקלה לאדמה, נדרש בידודו - אם קיים כזה בצבע של מוליך הארקה.

כמו כן שונתה בתקנה 77 של התקנות המקוריות (משנת 1981) התקופה המירבית המותרת בין בדיקות תקופתיות של מערכות הארקה השיטה והארקה ההגנה כמיתקן לייצור ולחלוקת חשמל כדלהלן:

2. תיקון תקנה 77

בתקנה 77א (למא) לתקנות המקוריות במקום "אחת לחמש שנים" יבוא "אחת לשש שנים".

3. תחילה והוראות מעבר

תחילתן של תקנות אלה יונה מיום פרסומן, ואולם מותר למעול לפיתח החל ביום פרסומן.

1. החלפת תקנה 9

במסגרת תקנה 9 לתקנות החשמל (הארקה יסוד), התשמ"א-1981² יבוא:

מוליך חיבור

מוליך חיבור יהיה בחתך של 10 מ"מ² לפחות ויכול שיהיה למ"ג בידוד. הוא מוליך החיבור בעל בידוד, יהיה זה בצבע נהוב/ירוק כנדרש לבני מוליך הארקה.

2. תחילה והוראות מעבר

תחילתן של תקנות אלה יונה חודשים מיום פרסומן, ואולם מותר למעול לפיתח החל ביום פרסומן.

לכן התקנות תכנסנה לתוקף מיום 25/7/1995.

תקנות החשמל (הארקות יסוד) (תיקון) התשנ"ה - 1995

בתקנות המקוריות לא הוזכר בידוד של מוליך חיבור או צבעו. מאחר שבתפקודו דומה מוליך חיבור למוליך

2. עמ' 1504, התשנ"ה, עמ' 7

תוספת ראשונה (תקנה 28)

רשימת תחומים		נתונים טכניים							
מוליך	שם החלק	כמות	גודל	גודל מוליך מוליך בנתונים		החסימה עומס: H מ"מ בסוגי המריק		P המוליך המוליך במוליך	תזיל העומס מימלי
				a	b	חיל	חיל		
אזור 1									
עוגן עם אדן עגול									
3/4"	זו למעלה	1	1	0.6	0.6	1.50	2.00	78	25
	אדן עגול	1	2						
	טבלת למעלה	1	3						
25	מחזיק שן	3	4						
אזור 2									
עוגן עם אדן > 90									
3/4"	זו למעלה	1	1	1.2	0.6	1.50	2.00	150	50
	אדן > 90	1	2						
	טבלת למעלה	1	3						
70.50	מחזיק שן	3	4						
אזור 3									
עוגן עם אדן > 100									
7/8"	זו למעלה	1	1	1.3	0.7	2.00	2.25	308	2x50
	אדן > 100	1	2						
	טבלת למעלה	2	3						
70.50	מחזיק שן	4	4						
	מחזיק למעלה במוליך	1	3	1.3	0.7	2.25	2.50	428	2x70
אזור 4									
עוגן בסלע מדגק									
	זו למעלה	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	25
	טבלת למעלה	1	3						
25.50.70	מחזיק שן	3	4						
	מחזיק למעלה	1	3						
אזור 5									
עוגן בקיר בטון									
	זו למעלה	2	2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	25
	טבלת למעלה	2	3						
25.50	מחזיק שן	3	4						
	מחזיק למעלה	1	3						

אזור 1	אזור 2	אזור 3	אזור 4	אזור 5

משולחן הוועדות

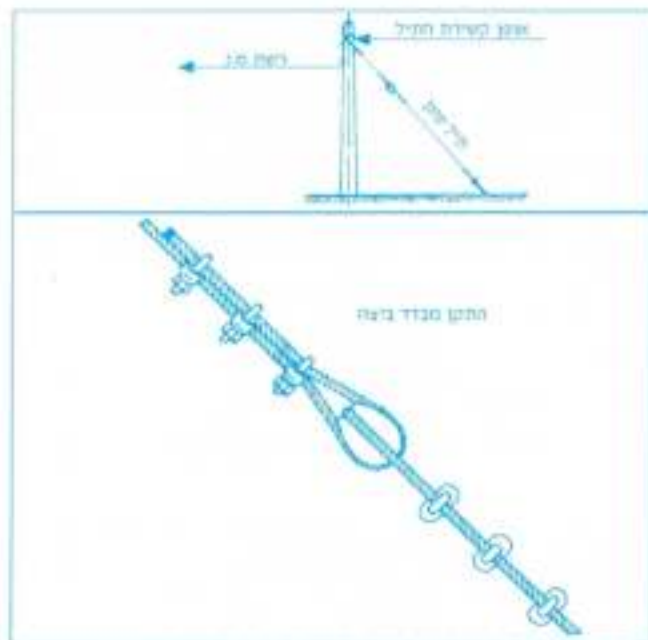
תוספת שניה - (תקנה 29 א))

תולים שזורים ממלחה, מצוטים באבק, המיועדים לעגונים מבנה וסתנים כלליים.

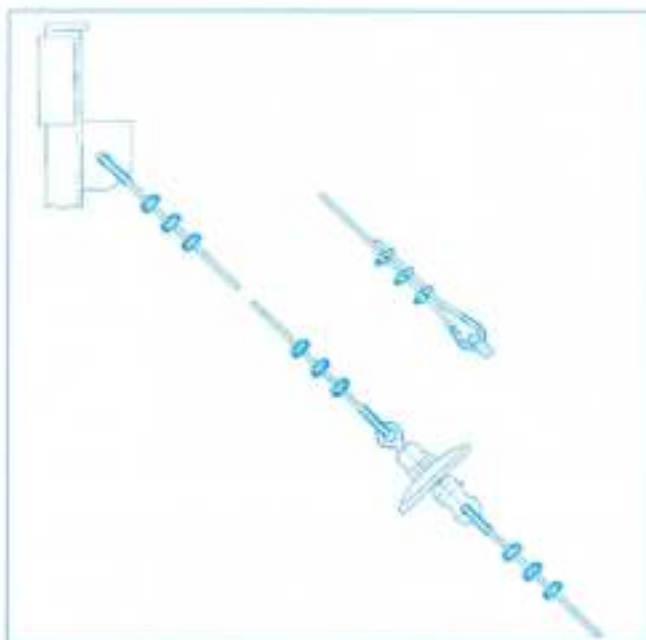
חוזק ממיל	קוטר הצנב של התיל במ"מ	מספר הנגדים	קוטר הנגד במ"מ	משקל ק"מ/ק"מ
25	6.3	7		192
50	9.0	19		384
70	10.5	19		523

לא יחיו ריחובים בין הנגדים

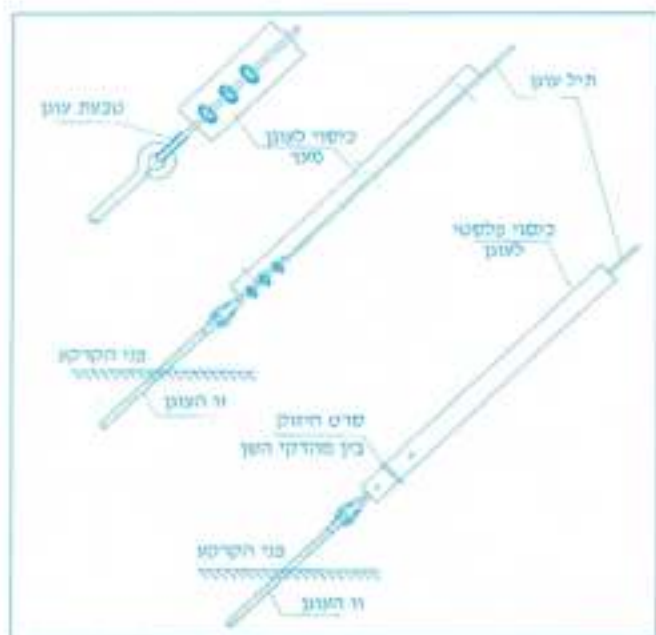
תוספת שלישית - (תקנות 31 א; 32 ב))



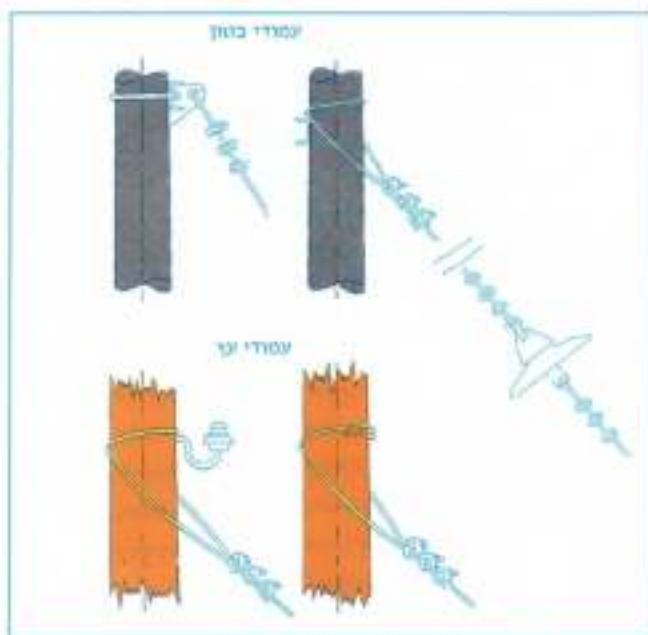
איור 2



איור 1



איור 4



איור 3

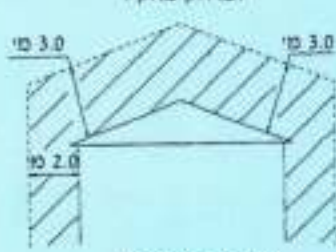
תוספת רביעית - (תקנות 50 ו-52 (ב))

מרחקים מזעריים בין רשת עם מוליכים ללא בידוד לבין מבנה

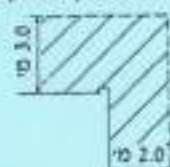
מעבר מעל גג בעל מעקה
(נח לנישה) ומרחק מהקיר



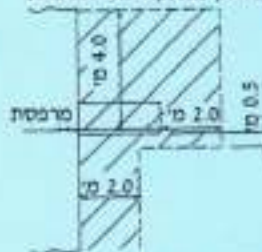
מעבר מעל גג משופע
ומרחק מהקיר



מעבר מעל גג בלי מעקה
(לא נח לנישה) ומרחק מהקיר



מרחקים ממרפסת
ומרחק ממעקה של המרפסת



מקרא
תחום אסור להתקנה

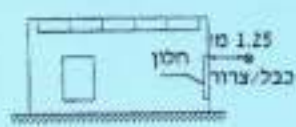
איור 1

מרחקים מזעריים בין רשת כבלים או צרור מוליכי רשת אווירית מבודדת לבין מבנה

כבל/צרור מעל גג משופע
0.3 מ'



כבל/צרור מעל פני חלון



פרט א



צרור מוחזק לקיר



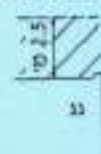
כבל/צרור
מעל אנטנה
0.5 מ'



כבל/צרור
מעל מרפסת



כבל/צרור מעל גג
עם או בלי מעקה

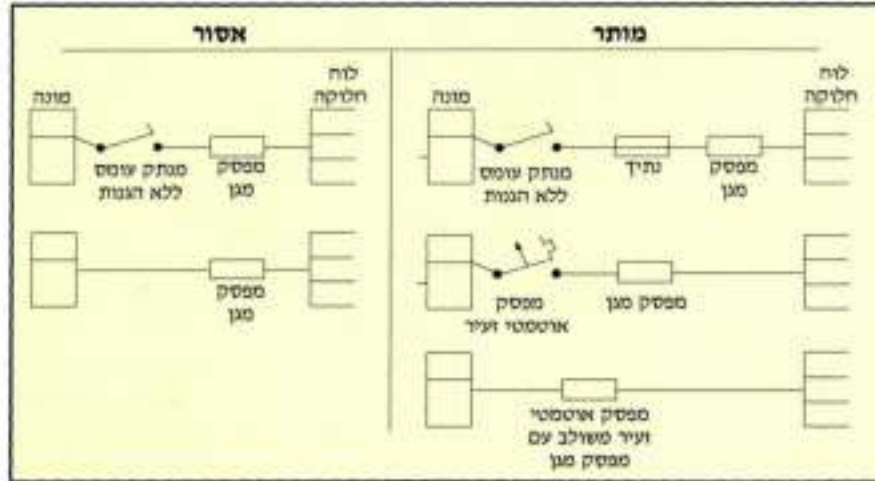


מקרא
תחום אסור להתקנה

איור 2

ב) ועדת הפירושים

זרם העמסת יתר ו/או זרם קצר), דבר אשר מפסק מגן רגיל אינו יכול לספק.
על מנת להסיר כל ספק להלן תרשים פשוט (איור 1) המסביר את המותר והאסור בהתקנה כזו.



איור 1
המותר והאסור בהתקנת מפסק מגן.

גובה התקנת בית התקע עבור מחשבים בבתי ספר

השאלה:

בזמן האחרון החלו לצייד כיתות לימוד בבתי ספר במחשבים עבור כל תלמיד בכיתה.
התקנת בית תקע עבור כ-40 ילד בגובה של 1.80 מטר כנדרש בתקנות, איננה אסתטית ואיננה בטיחותית. מה לעשות?

תשובה:

בתקנה 18 ג) של תקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט) התשמי"ה 1984, ק"ת 4731 מיום 16.11.1984, כתוב:

"...בתודים המיועדים לתינוקות או לילדים במסודות יהיה גובה של התקנת מפסק - 160 ס"מ למחות מהרצפה. גובה בית תקע 140 ס"מ למחות מהרצפה."

הכוונה היתה לתינוקות או לילדים קטנים השוהים במשך היום במסוד, אך לא לילדים המבוגרים דיים לעסוק בלימודי מחשב. במקרה זה ההתקנה הרצויה היא בסמוך למחשב עצמו, דהיינו בגובה של שולחן המחשב.

התקנת לוח דירתי בחדר שירותים

לאור העירעור שנתקבל בוועדה על פסיקתה בסוגיה האמורה כפי שפורסמה ב"התקע המצדיע" מס. 58, דנה הוועדה שנית בנושא ואישרה את עמדתה כי אכן מותר להתקין לוח דירתי בחדר שירותים.

הגנה על מנורות בחניונים

השאלה:

מה צריכה להיות מידת ההגנה (IPXXX) (ראה ק"ת 5474) הנדרשת למנורות בתנאים, בהם מותקנים בחניונים מתני מים "ספרינקלרים" נגד שריפה?

תשובת הוועדה:

בתקנות החשמל אין כל התייחסות לנושא ולכן אין הוועדה יכולה "לפרש".
במתקנים חדשים שמותקנים עתה יש, בדרך כלל, סידור להפסקה אוטומטית של אספקת החשמל במקרה של הפעלת המתזים. לכן נראה שבמתקנים כאלה אין כל צורך בהגנה מיוחדת על המנורות בפני נזקי מים.
במקרים שבהם אין הפסקה אוטומטית יש לבדוק את גובה המנורות ביחס לגובה המתזים. אם מותקנות המנורות בגובה סביר מעל המתזים אזי שוב אין צורך בהגנה בפני התזה. אם נמצאות המנורות בגובה של המתזים או מתחתם, ואין סידור להפסקה אוטומטית של אספקת החשמל, אזי יש צורך לפחות בהגנה בפני נזם (IPX3X).

מפסק מגן שלא משולב כמפסק ראשי

השאלה:

יש מיתקנים ביתיים בהם מפסק המגן שבלוח הראשי משמש כמפסק ראשי, אך על-פי שהוא אינו משולב עם מפסק אוטומטי או מפסק אוטומטי זעיר. האם מותר הדבר לפי התקנות?

תשובת הוועדה:

בתיקון לתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1000 וולט) (קובץ תקנות 5619 מיום 23.8.1994) נדרש בתקנת משנה 29 (ד'): "

"לוח במיתקן דירתי יצויד במפסק מגן, אחד או יותר, כך שכל מעגל סופי במיתקן יזוג בפני זרם דלף העולה על 0.03 אמפר. מפסק המגן האמור יותקן בין המפסק הראשי לבין מבטחי המעגלים הסופיים, אך יכול שהוא יהיה יחידה משולבת עם המפסק הראשי."

יש לזכור שמפסק מגן רגיל, שאינו משולב ביחידה אחת עם מפסק אוטומטי זעיר, מסוגל אמנם להעביר את הזרם הנמינלי עבורו הוא תוכנן, אך אינו יכול לשאת זרם יתר ואין לו כל מגנון להפסקת זרם יתר כזה. לכן הוא חייב להיות מוגן על-ידי מבטח המותקן לפניו במעלה המעגל בכיוון הזינה.

בתקנה 22 של אותן תקנות כתוב:

"לאן כל לוח ראשי יצויד במפסק ראשי ובמבטח ראשי לכל סוג אספקת.

ב) בכל מקום בו דורשים מפסק ראשי ובמבטח ראשי מותר להשתמש במפסק אוטומטי זעיר או במפסק ותיכים. ..."

פירוש הדבר שבכל לוח ראשי חייבת להיות הגנה בפני זרם יתר

הכנסת תקעים לתוך בתי תקע מהווה עבודה במיתקן חי, וענתה על כך בשלילה מוחלטת.

קווי חשמל וקווי בזק בתיבה משותפת

הבעיה:

ניתן להשיג בשוק תיבת חיבורים להתקנת מפסקים ובתי תקע לחשמל ובתי תקע לטלפון ו/או לרדיו ולטלוויזיה בהם יש חלל גדול משותף, כאשר לפעמים מותקנת הפרדה פיזית, על-ידי מחיצה מאולתרת, שאינה עמידה מבחינה מכנית או חשמלית. הדבר הובא לידיעתה של וועדת הפרושים והוועדה מדגישה את האיסור שחל על שימוש בתיבות כאלה, בהתאם לנאמר בתקנות הבזק והחשמל (התקרבות והצטלבות בין קווי בזק לבין קווי חשמל) התשס"ו - 1986, ק"ת 4909 מיום 6.3.86. בתקנה 17 נאמר:

"סיום קווי חשמל ובזק במקום אחד, אין לאפשר סיועם של קווי חשמל ובזק במחבר, בהסתעפות, בנחיצים, וכיוצא באלה בתוך ארון או תיבה בהם מסתיים אחד מהקווים האמורים, אלא אם כן תבוצע הפרדה בין מיתקני החשמל למיתקני הבזק באמצעים עמידים מבחינה מכנית וחשמלית, והמיתקנים סומנו באופן שניתן להבחין ביניהם."

מכאן נובע שאמנם מותר לסיים קווי חשמל ובזק בתיבה משותפת, כדוגמת ה"הרכבים" המודולרים המקובלים היום, אך במקרה כזה קיימים שני תנאים בל יעברו:

1. תהיה הפרדה קבועה ועמידה באופן מכני וחשמלי בין המודלים של שני השירותים.
2. יהיה סימון ברור המאפשר לזהותם.

הבטחת לוחות משניים

השאלה:

יש לא מעט מפעלים גדולים או מוסדות ציבוריים, אשר להם כמה מבנים בחצר סגורה משותפת. אספקת החשמל מגיעה ללוח ראשי אחד, וממנו יוצאים קווים ללוחות שהם ספק ראשיים, ספק משניים, ככל אחד מהמבנים האחרים. איך יש להתייחס לכך מבחינת התבטחה הדרושה?

תשובת הוועדה:

ההתייחסות מותרת בשני האופנים, בתנאי שההבטחה המותקנת עונה על הדרישות על-פי תקנות החשמל (העמסה והגנה של מוליכים מבדדים וכבלים במתח עד 1000 וולט) התשנ"ג 1992, ק"ת 5482 מיום 26.11.92. בתקנה מס' 8 נאמר:

"מיקום מבטחים"

מבטח להגנה בפני זרם העומסת יתר ומבטח להגנה בפני זרם קצר יותקנו בכל הסתעפות של מעגל שבה חלה הקטנה בכוחו העומסת של המוליך. עקב הקטנת חתכו, שינוי אופן התקנתו או שינוי סוג הבידוד -

לפיכך חקן היוצא מהמבנה הראשון (כפי שמתאור באיור 2) אל מבנה אחר חייב להיות מוגן בפני זרם יתר (הכולל הן זרם קצר והן זרם העמסת יתר). אם הגנות אלה מותקנות במבנה הראשי, מותר להסתפק במבנה השני במנתק עומס בלבד. במקרה זה הלוח הייחודי הוא לוח משני. מאידך קיימת גם

מוגן מאליו שגם בהתקנה כזו יש לשמור על כל הסייגים וההוראות הקיימות בתקנות לגבי התקנת לוחות, כגון: גובה מוערי של של 1.4 מטר, מרווח חופשי בין הלוח לבין הקיר שממול של 0.7 מטר, התקנה במקום מאוורר ומואר בצורה נאותה, טח לגישה וכו'.

השוואת פוטנציאלים של רצפות ותיקות

השאלה:

האם תיקרות אקוסטיות מתכתיות מסוגים שונים, ורצפה מתכתית צפה של חדר מחשבים נחשבות לישירותים מתכתיים במבנה, שאותם חייבים לחבר אל פס השוואת הפוטנציאלים לפי תקנה 8 (12) של תקנות החשמל (הארקות יסוד) התשמ"א 1981 (ק"ת 4271 מיום 13.9.1981).

תשובת הוועדה:

אם התיקרה או הריצפה הן מתכתיות, רצופות בעיקרן ונגישות לבני אדם, יש לחברם לפס השוואת הפוטנציאלים כמו כל שירות מתכתי אחר היכול להיות סכנה עקב נגיעה בו-ומנית בשירות זה ובשירות מתכתי אחר, או בנוף מחושמל, היכול להיות כפוטנציאל אחר עקב תקלה.

עבודה במיתקנים חיים

השאלה:

מפעל גדול העובר לשיטת עבודה בימיתקנים חיים בתחוקת מיתקני פנה בבקשה להגדרה מפורטת יותר בשני נושאים:

1. האם מדידות חשמליות שונות, כגון מדידת מתח, זרם כיוון סיבוב המופעים וכו' נחשבות כעבודה במיתקן חי.
2. האם פעולות תפעול, כגון חיבור והפסקת מפסקי זרם שונים או הפעלה ידנית של יחידות הגנה, נחשבות כעבודה במיתקן חי.

תשובת הוועדה:

לגבי סעיף (1) המצב ברור על פי ה"תקנות בדבר עבודה במיתקנים חיים" התשכ"ז 1967, ק"ת 2034 מיום 28.4.67 כתוב בהגדרות (תקנה מס' 1):

"עבודה במיתקן חי - כל עבודה כמוליכים חיים, חשופים או מבדדים, או כמוליכים העלולים להיחפץ לחיים בשעת העבודה במיתקן, לרבות כל עבודה במרחק קטן מ-40 ס"מ ממוליכים חיים חשופים כמתח נמוך ולמעט ביצוע מדידה חשמלית במיתקן"

(הדגשת המערכת)

מכאן נובע:

1. מדידות של ערכים חשמליים, כגון זרם, מתח, מקדם הספק וכו', המחייבים קיום מתח לשם ביצוען אינן יכולים להיחשב כעבודה במיתקן חי כמובן התקנות.
2. מאידך חייבות מדידות אלה להתבצע על-ידי חשמלאי בעל רשיון מתאים, כשהוא נוקט בכל אמצעי הזהירות הנדרשים, כגון שימוש בציוד תקין ומתאים למשימה ושמירת מרחקי בטוחות נדרש.
2. עבודת הפעלת מתנים, ידיות מפסקים או מנתקים וכו', כשהמוליכים החיים אינם חשופים ובמרחק קטן מ-40 ס"מ מיד המפעיל, אלא טמונים בתוך מכשירי המיתוג, איננה נחשבת כעבודה במיתקן חי. הוועדה כבר קבעה בעבר בנושא זה, כאשר נשאלה אם החלפת נורות, הפעלת מפסקים במיתקן ביתי, או

תקנה 10, המאפשרת סידור אחר. בתקנה נאמר:

"מיקום ארץ של מבנה בפני ורם קצר בלבד.

א. קיים במעלה המעגל מבנה בפני ורם קצר, המגן עד לסיים המעגל על הסולכיכים שבהם חלה הקטנת כושר ההגמשה, אין רחבה של התקנת הגנה נוספת בפני ורם קצר בלבד."

התקלה לערכים כאלה, שהמבטח (נתיך או מפסיק אוטומטי), לא יפעל ומי שנוגע במכשיר מחושמל עלול חי להיהרג עקבת ללואת התקלה המירבית המותרת, כדי להבטיח את ניתוק המעגל תוך 5 שניות במקרה של קצר לאדמה היא, על פי הטבלה שבתקנה 42 של תקנות הארקות משנת 1991, (טבלה 1 להלן).

טבלה 1

עקבת ללואת התקלה המירבית המותרת

ורם נומינלי I _N (אמפר)	4	10	10	20	25	32	35	40	50	63	80
עקבת סלאת תקלה Z ₀ (אהם)	8.85	4.89	3.19	2.55	1.91	1.40	1.25	1.12	0.92	0.63	0.51

בטבלה שבתקנה יש ערכים עד $I_N=1250$ אמפר. ערכים כאלה אפשר להשיג, במקרה של שימוש בצגרת המים, כאלקטרודת הארקה בלעדית, אך ורק אם רציפות הצגרת לא מופרעת. בכל המיתקנים הישנים, שהותקנו לפני הנהגת הארקות יסוד בבניין, מהווה הצגרת אלקטרודה בלעדית ואסור בתכלית האיסור להכניס בה חיזויים מבודדים.

למרות זאת התחשבה ועדת ההוראות בדרישות של רשויות המים והכינה הנחיות מפורטות מני מותר ומתי אסור להתקין חיזויים כאלה. ההנחיות שהוכנו באפריל 1993, הועברו למשרד הפנים כממונה על השילטון המקומי שפססכותו מעלות רשויות המים הציבוריות וכן למשרד השיכון והבינוי שהינו האחראי לבנייה בארץ.

לדאבונו הרב לא נמצאה ארון קשבת ברשויות השוטות ואין שמירה קפדנית על תקנה 14 של תקנות החשמל הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמל כמתח עד 1000 וולט) - התשנ"א - 1991 (ק"ת 5375) (אותה תקנה מופיעה גם במהדורה משנת 1984 כתקנה מספר 15). בתקנה זו, שהיא חוק מחייב, כתוב:

"שינויים בצגרת מיים המשמשת כאלקטרודה רשות לאספקת מים, המחליפה או משנה צגרת מים באופן העלול לפגום ברציפות החשמלית שלה, תעשה זאת בתאום עם חברת החשמל במטרה להבטיח את המשך הרציפות החשמלית."

החלפת קטעי צגרת מתכתית בצגרת פלסטית, או הכנסת חיזויים מבודדים מפסיקות את הרציפות החשמלית ויש לנקוט באמצעים הידועים כגון הנחת תיל נחושת בחתך מתאים כאלטרנטיבה לצינור שפסק מלפעול כאלקטרודה. להלן ההנחיות כפי שהועברו למשרדי הממשלה השונים.

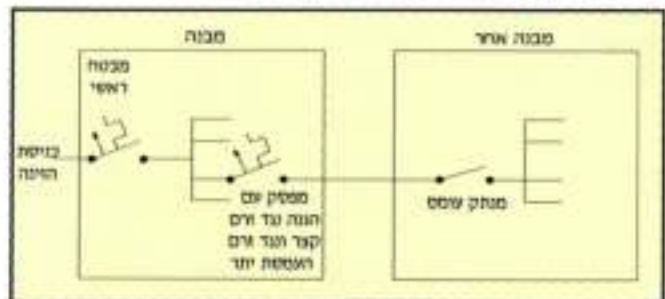
"הנחיות להתקנת חיץ מבודד בצגרת מים מתכתית

1. חיץ במגיסטרלה:

צגרת מים המשמשת יותר מסבנה אחד (מגיסטרלה) - אין להתקין חיץ מבודד במגיסטרלה אם מבנה כל שואא הגיון מסנה מוגן בשיטת הארקה הגנה (IT). מידע בדבר אמצעי ההגנה של מיתקנים לאורך המגיסטרלה יש לקבל מחברת החשמל.

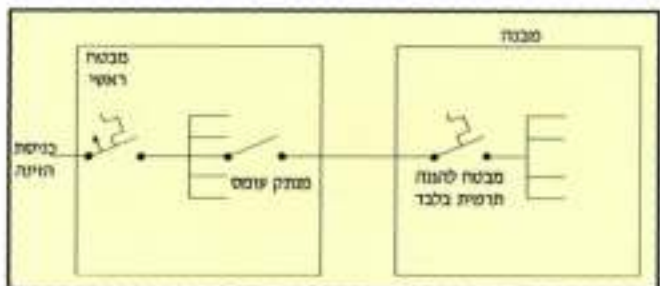
2. חיץ בצגרת המשמשת מבנה המוחן בשיטת הארקה הגנה (TT):

לגבי מיזנים בהם משמשת צגרת המים כמוליך הארקה ו/או אלקטרודה תקפות התקנות 13 (ב) ו-14 של תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמל כמתח עד 1000 וולט) התשנ"א - 1991, (ק"ת 5375) דהיינו אסור להתקין חיזויים מבודדים בצגרת מים למיזנים המוגנים בשיטת הארקה הגנה (TT).



איור 2

במקרה זה, בתנאי שההבטחה נגד ורם קצר שבמפסק הראשי שבכניסה ללוח הראשי נותנת הגנה בפני ורם קצר עד לכניסה ללוח האחר, מותרת התקנה כמתואר באיור 3.



איור 3

התקנה זו נראית עדיפה שכן בכל מקרה, של העמסת יתר אפשר לחדש את האספקה במבנה השני עצמו. כמו כן היא גם זולה יותר.

חיזויים מבודדים בצגרת מים

הבעיה:

לאור העובדה שבמידה הולכת וגוברת מוכנסים חיזויים מבודדים לצגרת המים, יש לקבוע הנחיות ברורות להתקנתם, כך שלא תתהווה סכנה קטלנית אפשרית על-ידי ביטול השימוש בצגרת המים כאלקטרודה טבעית, וכלשון התקנות שהיו קיימות עד לשנת 1984.

תשובת הוועדה:

ההתקנה הבלתי מבוקרת של חיזויים מבודדים בצגרת המים הקיימת מהווה את אחת הסכנות החמורות ביותר בשימוש היום יומי במתקני חשמל.

הסיבה לכך היא שעד לשנת 1981, שנת פרסום תקנות החשמל (הארקות יסוד), ההגנה היחידה של כמיליון מיתקני חשמל בארץ היתה בשיטת TT, כשצגרת המים שימשה ב"אלקטרודה טבעית" ויחידה של המיתקנים. כל הפסקה ברציפות המתכתית של צגרת המים באדמה, יכולה להביא להעלאתה של התנגדות לולא

שיפור מיתקן החשמל שלו, לא יעמיד דרישות נוספות כראות עיניו. אכן קיימים מיתקנים לא מעטים בהן קיימת אמונה הפרדה בין מעגלי מאור ומעגלי כוח, ומספר בתי התקע בהם הוא הרבה מעבר למינימום הנדרש בתקנות.

בי"התקע המצדיע" מסי' 52 (דצמבר 1992) הביעה ועדת הפרושים תמיכה במיתקן כזה.

ככלל הוועדה רואה בעין יפה את ההפרדה המוחלטת בין מעגלי המאור למעגלי בתי התקע, הואיל ומרבית התקלות במיתקן קורות במיכשור המחובר לבתי התקע.

סרט אזהרה כהגנה על כבלים תת קרקעיים

השאלה:

האם השימוש בסרט אזהרה במקום בלבני סיליקט או בלוחות בטון, וכדומה, מעל כבלי חשמל תת-קרקעיים הוא חוקי?

תשובת הוועדה:

בתקנות בדבר כללים להתקנת כבלים משנת 1966, (קובץ התקנות 1949, נקבע בתקנה 75 ב.)

י"סעל שכבת החול או האדמה הסכסכים את הכבל יוטחו חצאי צינורות, אריחי בטון, לבנים או אמצעים יעילים וזני-קיימא אחרים להגנת הכבל בפני פגיעות מכניות."

כבר לפני שנים רבות אישר המנהל לענייני החשמל בכתב, שסרט אזהרה הוא מבחינת "אמצעי אחר", יעיל ובר-קיימא, וזאת לאחר שהשתכנע, על פי נסיון רב שנרכש בחו"ל, שהסרט נותן הגנה טובה יותר ויעילה יותר מן האמצעים האחרים המוזכרים בתקנה.

השימוש בכלים מכניים להפירה גרם לכך שלבנים, לוחות וכד', אינם מהווים עוד מכשול להפירה כפי שהיוו בחפירות ידניות. נכחות אמצעים אלה אינה מורגשת על-ידי מפעיל הכלי. בעוד שסרט צבעוני שנשלף מן האדמה כן נראה ומסמך אזהרה ברורה. ברביזיה הצפויה של תקנות הכבלים הנמצאות עתה בדיון סופי של ועדת ההוראות, יש תקנה מפורשת המתייחסת לשימוש בסרט אזהרה, ואף מפרט לייצור והוראות להנחתו כדי להבטיח שיהיה יעיל ובר-קיימא.



3. חיץ בצורת הסמטסת מבנה בו קיימת הארכת יסוד והמוגן באיפוס TN-C-S;

א. מותר להתקין חיץ בכניסת צנרת המים למבנה קרוב ככל האפשר לקיר הכניסה של הצנרת למבנה, פלג או מלבר.

ב. למבנה, לאחר החיץ (בכיוון ורימת המים), כנדרש בתקנות החשמל (האריקות יסוד) התשס"א - 1981, (ק"ת 4271)

ג. על אף האמור בתקנה 18 שבתקנות האריקות ואמצעי הצנרת, חובת הנישור תחול רק על סוגי מים או אבזר מים ארז וכגון סילטר) הממוקם לאחר החיץ (בכיוון ורימת המים).

ד. בכל מקרה של טיפול בצנרת המים יש להתקין נישור זמני למטרות בטיחות.

בעל מקצוע בטוח החשמל, הניתקל במעולה של החלפת צנרת מים מתכתית או התקנת חיזורים בה, טוב יעשה אם יביא את הדבר לידיעתה של חברת החשמל. כי בכך הוא עשוי להציל נפש בישראל.

מספר בתי תקע בבתי מגורים

נתקבלה הצעת "ייעולי" בקשר להוראות שבתקנה 11 של תקנות החשמל (מעגלים סופיים הנוונים במתח עד 1000 וולט) התשס"א - 1984, (ק"ת 4731) מיום 18.11.84 בתקנה זו נקבעו בין היתר דרישות מינימום כדלהלן:

1. שני בתי תקע בכל הדר או שטח ריצפה של 40 מ"ר או חלק ממנו.
2. שלושה בתי תקע במטבח, אחד מהם מיועד לתנור ומוזן ממעגל בלבדי ממוליכים של 2.5 מ"מ"ר.
3. בתי תקע הניזונים מאותו מעגל ימוקמו בלא יותר משני חדרים או שטח ריצפה של 40 מ"ר, ללא הגבלה במספר החדרים.
4. בית תקע ל-16 אמפר במעגל בלבדי של 2.5 מ"מ"ר עבור מכונית כביסה.

הצעה אומרת כך:

מעגלים מעורבים, שבהם נקודות מאור וגם בתי תקע, עם חתך מוליכים של 1.5 מ"מ"ר (זרם מותר 10 אמפר) לא מאפשרים ניצול כיאות של בתי תקע הסיועדים ל-16 אמפר. לכן מוצע:

1. להתקין מעגלים נפרדים למאור ולבתי תקע, במעגלי בתי תקע יהיו מוליכים של 2.5 מ"מ"ר.
2. בכל חדר מגורים יותקן בית תקע אחד לשטח של 6 מ"מ"ר או חלק ממנו, אך לא פחות מ-2 בתי תקע.
3. במטבח יותקן בית תקע לכל 4 מ"מ"ר אך לא פחות מ-3 בתי תקע.
4. בחדרי מגורים יתקנו לא יותר משני בתי תקע במעגל אחד.
5. במעגל למוגן יותקנו מוליכים של 4 מ"מ"ר ובית תקע ל-20 אמפר.

תשובת הוועדה

הדרישות שבתקנות הן דרישות מינימום, שהן פשרה בין ירווחה חשמלית לבין עלות המיתקן. הן מיועדות לשמש גם את המשתכנים בדירות בבניה ציבורית, אשר צריכים על-פי רוב לעמוד קשות כדי להחזיר את תשלומי המשכנתאות. אין כל איסור בתקנות לכך שמי שמוכן לשאת בהוצאות מוגדלות עבור

מדור שירות פרסומי לקוראים

התקע המצדיע מס' 59



למעוניינים במידע נוסף:

1. כדי לקבל מידע נוסף:
א. סמן בתלוש השירות הפרסומי את מספרי המודעות בהן יש לך ענין במידע נוסף.
ב. מלא את שמך וכתובתך בכתב יד ברור.
2. שלח את תלוש השירות הפרסומי (בשלמותו) או העתק ממנו, לפי כתובת המערכת:
מערכת "התקע המצדיע" ת.ד. 8810 חיפה 31086
3. הפרטים יישלחו למפרסם המודעת, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו

תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

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

שם:

מקצוע:

חברה / מוסד / מייעל:

תפקיד:

המען לחשובות:

טל':

ישור:

מיקוד:

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

59/13 59/12 59/11 59/10 59/9 59/8 59/7 59/6 59/5 59/4 59/3 59/2 59/1
59/27 59/26 59/25 59/24 59/23 59/22 59/21 59/20 59/19 59/18 59/17 59/16 59/15 59/14
59/42 59/41 59/40 59/39 59/38 59/37 59/36 59/35 59/34 59/33 59/32 59/31 59/30 59/29 59/28

הודעה למערכת:

.....

התלוש למידע נוסף יענה עד יום 30.6.95 לאחר תאריך זה יש להפנות את בקשות המידע ישירות לחברות המפרסמות



1987-94



נוסד 1970

כח

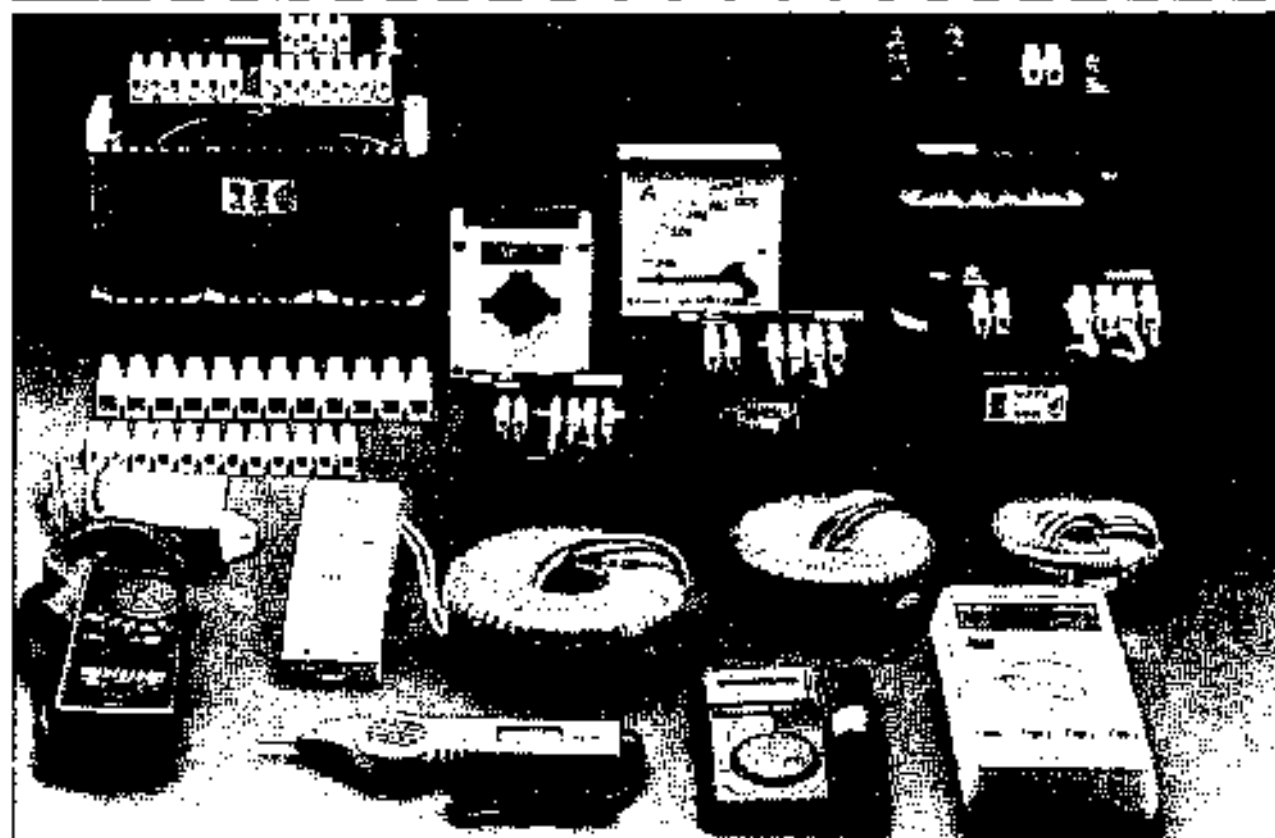
ברק

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

- ❖ שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאים
230/115 V
- ❖ שנאים לפיקוד ובקרה במערכות חשמל.
- ❖ שנאים עגולים להפעלת נורות הלוגן 12V - 230V.
- ❖ מכשירי מדידה לחשמלאים, לטכנאים וללוחות חשמל.
- ❖ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- ❖ שנאי אוטוטרפו להתנעת מנועים חשמליים עד 200 ח"כ סוס.
- ❖ משנה זרם לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.



היתר מכון התקנים מס' 9317- נהיתר מס' 11365- לגבי שנאים מבדילים ועגולים.



רח' הבנאי 19 אזור התעשייה, חולון טל: 03-5596093 רב קווי, פקסימיליה 03-5590028

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.

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

אנו מעמידים לרשות לקוחותינו מגוון רחב של שרותים הנדסיים כגון:

- יעוץ הנדסי מונע.
- שירותי אחזקה שוטפנו או תקופתית.
- שירותי קריאה לאיתור תקלות.
- בדיקות שמנים ממוחשבות - סיפול וחידיש שמנים.
- שיפוץ ותיקון ציוד מתח גבוה.
- סריקה טל-אופטית במערכות חשמליות.
- סריקה טרמית לגילוי מקורות חום במערכות השמליות.
- בדיקות הגנת עד 100.000 אמפר ועד 200.000 וולט A. C. D. C.
- בדיקות כבלים מתח גבוה לפי תקן IEC 502 (הבין לאומי).
- איתורי הפרעות בכבלים מוגנו גבוה.
- בדיקת תיקנון לפסי צבירה התחממות/בידוד.
- בדיקות אוטומטיות וטרמוגרפיות משולבות ממרחק.
- פיתוח מערכות יחידות במתח גבוה זרם חזק.



צילום

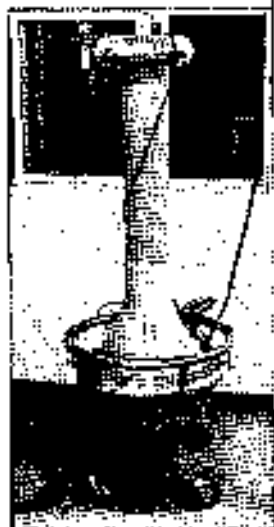
אנרלק בע"מ

בדיקות התאמה לתקנים • בדיקות קבלה • כיוול הגנות • איתור תקלות במתקני חשמל ובכבלים
ד.ג. תל-יזחק מ.ל.ט. מיקוד 45805 טל. 09-650980/1 פקס. 09-650979

אנרלק בע"מ ENERLEC LTD.

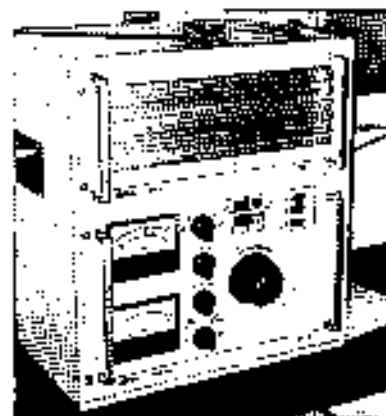


משתכללת ומפתחת את שירותיה בהתמדה לטובת לקוחותיה.
שימו לב בעלי מתקנים חדשים!



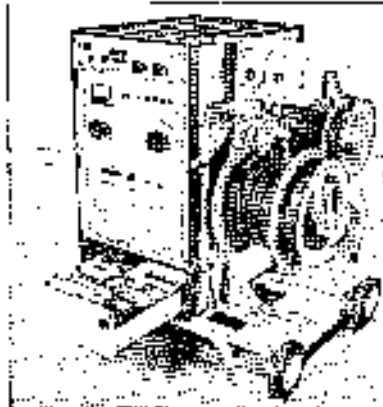
בדיקות כבלים לפי תקנים
בינלאומי IEC 502/2/3
עד למתחים של 200 KV
AC-DC

I



הפרעות בכבלים בכל המתחים
ללא הוס הכבלים הנבדקים
ללא שריפת מוקד התקלה
ובזמן קצר ביותר

II



III

הגנות למתקני חשמל?
זה אנחנו!
עם מערכת ממוחשבת
לבדיקת סלקטיביות

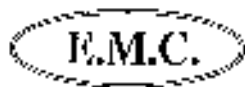


ISO 9001 - להגנות חשמליות

משני זרם ומתח SADTEM הטובים ביותר בעולם
הגנות חשמליות CEE האמינות ביותר למתקן

בדיקות התאמה לתקנים • בדיקות קבלה • כיוול הגנוח • איחור חקלות במתקני חשמל וכבלים
ד.ו. תל-יצחק מ.ל.מ. מיקוד 45805 טל: 09-650980/1 בקס: 09-650979

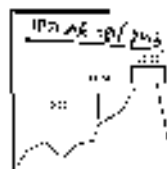
א.י.א.מ. סי
מניה פיקוד ובקרה בע"מ



ENERGY MEASUREMENT
AND CONTROL LTD.

מחלקת שרות: פקס. 09-509671 טל: 09-509440

מחלקת מכירות < פקס חינוך: 177-022-0712
טל: 09-588001, 050-234848



רח' אורי 20, הרצליה 46474 PERZLIYA, URU ST. 20



DRANETZ

**האיכות
במידות
חשמל**

- שרות
- מכירה
- השכרת ציוד
- הדרכה

מידות חשמל

★ פרופיל צריכה

★ הרמוניות

★ זרמים ומתחים

★ התנעות

★ מצבי מעבר

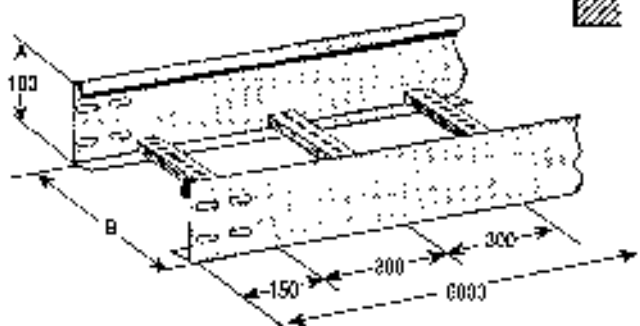
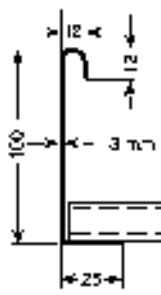
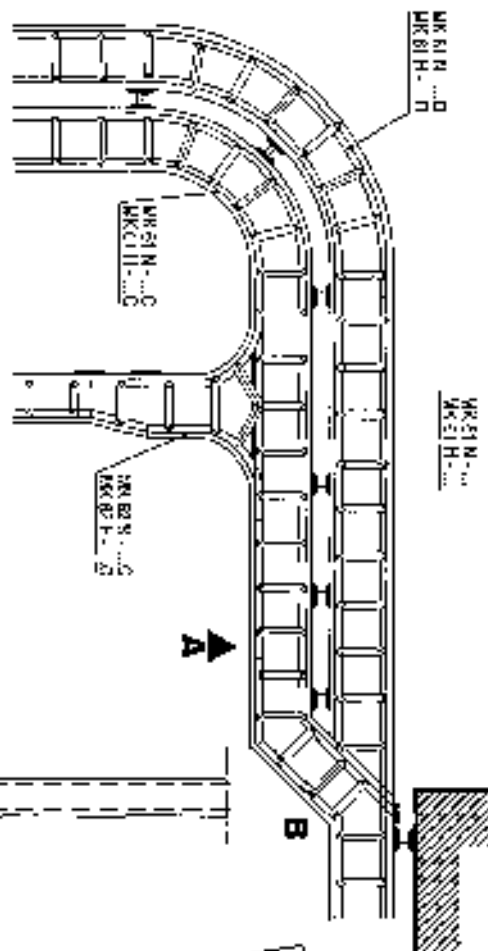
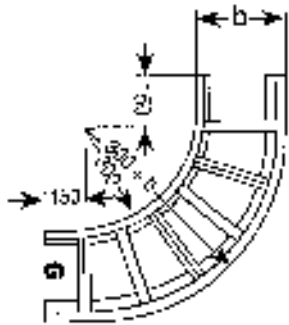
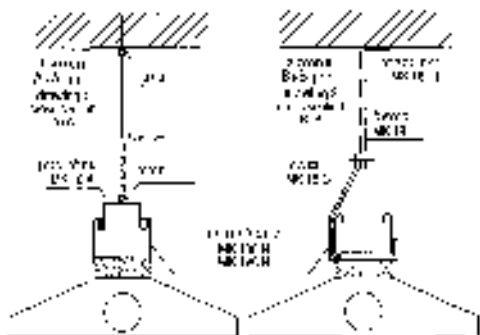
★ רישום ואגירה של תופעות מעבר
במתח זרם-זמן תמכה: 100ms !!!

★ ההפרעה הנרשמת כוללת רישום
צורת הגל.

★ רישום מתח/שיא עד 1kV.

★ מידת הרמוניות-עד הרמוניה ה-50
כולל כיוון זרימת הרמוניות !!!

★ תוכנת פיענוח נתונים מרשימה בביצועיה.



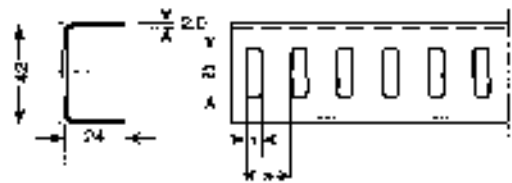
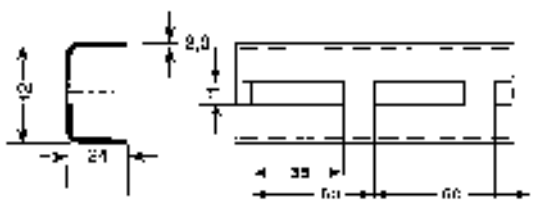
לנ בעיה

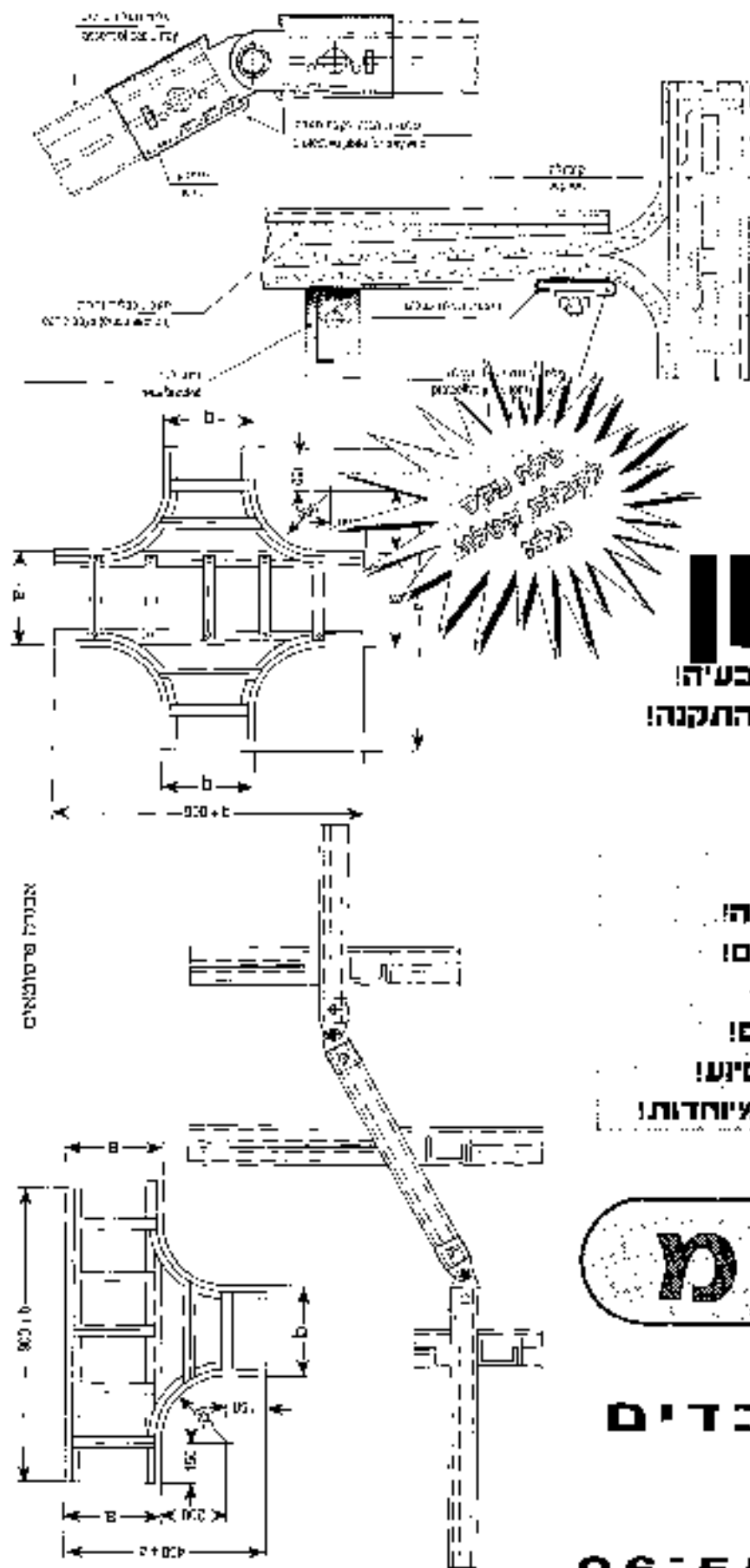
- ⚡ מחפש פתרונות ?
- ⚡ חסר לך חומר ?
- ⚡ הלקוח דורש ציוד מיוחד ?
- ⚡ יש בעיות בהתקנה ?
- ⚡ אתה צריך ציוד מנידוסטה ?
- ⚡ אתה צריך ציוד מגלון ?
- ⚡ צריך צבע ספציפי ?
- ⚡ התקנה בגבהים שונים ?
- ⚡ נדרשת גמישות בהרכבה ?
- ⚡ אין לך איד להביא את הציוד ?
- ⚡ צריך יעוץ ומקצועי ?
- ⚡ צריך תעלות לעומסים כבדים ?

יורד שיו

סולמות ותעלות
תעלות כבל
סולמות וח

טל: 06-5744347





ל

פתרון

- יש לנו מבחר ציוד לכל בעיה!
- יש לנו כל מה שנודרש להתקנה!
- יש לנו, ואם אין נשיג לך!
- יש לנו צוותים לסייע!
- יש לנו מבחר גדול!
- יש לנו מבחר גדול!
- יש לנו בכל צבע שתדעו!
- יש לנו מפרקים מתכוננים!
- יש לנו חיבורי ציד!
- יש לנו שרות הובלה תינם!
- יש לנו צוות מהנדסים לסייע!
- יש לנו סולמות ותעלות מיוחדות!

וק בע"מ

לעומסים כבדים
 מחורצות
 עלות רשת
 פקס: 06-553357



®

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.
- מוגן מפני ברקים והפרעות ברשת החשמל.
- מיועד לנורות ליבון 230V, 10A max

S.M.-3



ON/OFF
עם השתייה וזכרון
מופעל אוטומטית
לאחר ההשתייה

®

מדרגונית

יחידת הגנה למזגנים עד 3 כ"ס



- מודולרי - מתאים להתקנה
על"ס או תה"ס בתוספת
קופסה מתאימה.
- התקנה פשוטה ומהירה
(ללא פתיחת המכשיר).
- ממסר המיתוג נבדק ע"י
מכון התקנים.
- הגנה למזגן בדגמי מזגנית
רבים.
- דגם מיוחד לבתי ספר ולמוסדות
SM-2-DL

S.M.-4

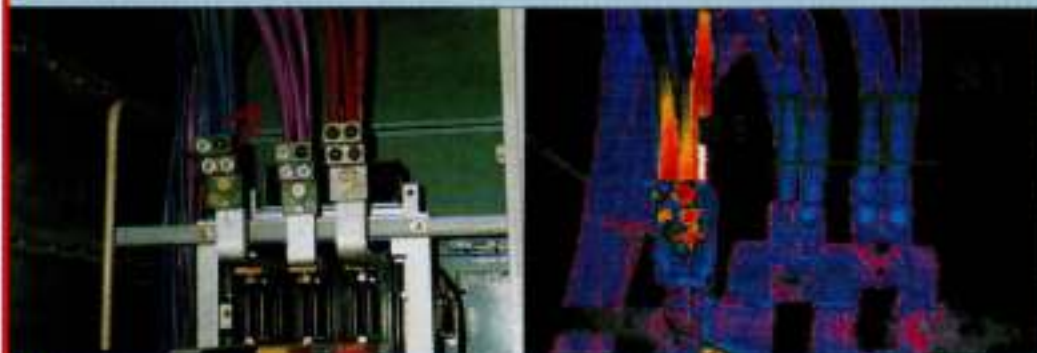


"שקע-תקע" עם השתייה,
זכרון והפעלה אוטומטית.
כולל שעון דיגיטלי + רזרבה,
4 תוכניות הפעלה וכבוי.

יצרן - ש.מ. יוניברס אלקטרוניקה בע"מ 902975-09-9002 ISO

שרפה! הרס! נזק!

מנהל אחזקה/מהנדס מפעל - הקדם תרופה למכה
גלה היום!!! היכן יופיעו תקלות המחר?!



מערכות חשמל, מתח גבוה וגמוך

חברת **אינפראתרם** בע"מ מבצעת סריקות תרמוגרפיות ע"י הדמיה תרמית בעזרת ציוד אינפרא אדום חדיש. פעולה זו מונעת נזקים עתידיים, מביאה לחסכון ניכר בכסף ומגבירה את בטיחות העובדים.



איטום גגות ומבנים

הסריקות התרמוגרפיות של חברת **אינפראתרם** בע"מ מאפשרות:

- זיהוי תקלות במערכת חשמל במתח גבוה וגמוך.
- זיהוי ואיתור נקודת חדירת מים בגגות.
- זיהוי התחממות יתר של מערכת הנע, מיסבים ומנועים.
- זיהוי ואיתור דליפות בצנרת.
- זיהוי ואיתור פגמים בבידוד תנורים, מיכלים, ארובות וכו'.
- מחקר ופיתוח.



מערכות מכניות ותנורים

ת.ד. 3143, חיפה 31031
שרותי ייעוץ ובדיקה תרמוגרפיים **אינפראתרם** בע"מ
טל. 04-321831 פקס. 04-234692

ASTRAGAL LTD.



אסטרגל בע"מ

רח' השקמה 3, אזור ת.ד. 906 תל-אביב 61008 טל: 03-5591660 פקס: 03-5592340

כל המוצרים - תחת קורת גג אחת:



- ❖ ממסרים
- ❖ קוצבי זמן
- ❖ יחידות הפעלה
- ❖ מנורות בקורת
- ❖ בקרים מתוכנתים
- ❖ ספקי כח



- ❖ פעמונים ביתיים
- ❖ לחצני פעמון
- ❖ פעמונים אלחוטיים
- ❖ פעמון אלחוטי עם נרית הבזק



- ❖ רבי מודד דיגיטליים
- ❖ צבתות למדידת זרם
- ❖ מדי בידוד-מגרים
- ❖ מדי הארקה
- ❖ לופ-סטטר דיגיטלי
- ❖ מדי טמפרטורה
- ❖ מד עצמת רעש
- ❖ מד מהירות זרימת אויר
- ❖ רשמים
- ❖ מדי הספק

כמו כן יבואנים בלעדיים של:



סאצי'

מכשירי מדידה לפנל ומשני זרם.



ורמה

אתראות אור וקול.



סירנה

אתראות אור וקול וסדרת **אקול**

גרסלין

שעוני פיקוד אלקטרומכניים ודיגיטליים.
מוני שעות עבודה, EIB.



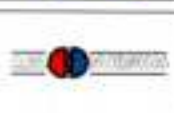
וילנד

מהדקי פס-מסילה, מהדקי שורה,
שקעים תקעים ומחברים למעגל מודפס.



סורסום

חצי אוטומטים, הגנות מנוע ושקעים
תקעים CEE17.



תחנת עבודה
בכר ידד

ThermaCAM

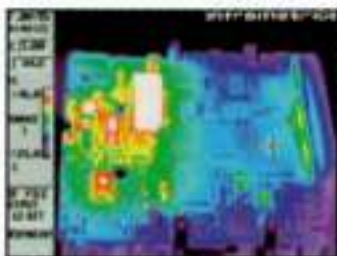
מצלמת ה-ThermaCAM הינה המצלמה התרמית הקטנה והקלה ביותר בעולם, המשלבת טכנולוגיית גלאים במתכונת מטריצה (FPA).

עם יכולת מדוייקת למדידת טמפרטורה וביצוע אנליזות. בזמן אמיתי ו/או במעבדה.

ה-ThermaCAM משרתת מגוון רב של יישומים בתחום בקרת מצב, חיזוי אחזקה, בקרת תהליכי ייצור וכדומה.



ThermaCAM



אינפרמטריקס ישראל חברת בת של אלביט בע"מ

ת.ד. 539, חיפה 31053 טל: 316829, 04-316354, פקס: 04-316818



סומת

סוכנויות חשמל לתעשייה

MERLIN GERIN נציגת

SCHNEIDER מקבוצת

אולק מיזם סכני

זרימ מס' 35

זגסר/כג האשאל 95'

סומת סוכנויות חשמל לתעשייה בע"מ

ת.ד. 8151 אזה"ת נתניה דרום טל: 09-851351, פקס: 09-851340

אם אתה לא עובר
ל אפסילון
 אתה משחק באש



אפסילון

מערכת אתרעה משולבת
 לכל הסיכונים, המתוכננת לפי
 התקנים הישראליים הרשמיים:
 ת"י 1220 וגם ת"י 1337.

- **גמישות הפעלה** - אפסילון מופעלת ע"י לוח בקרה (מקשים), כותב בכל שפה (עברית, אנגלית ועוד) וניתן להפעלה כשהוא מותקן על הרכות ו/או מרחוק.
- **אפסילון הפתרון המשתלם ביותר ללקוח שלך-ולך!**

אפסילון + APOLLO השילוב המנצח!

גלאי אש/עשן תוצרת APOLLO - אנגליה משתלבים בצורה מושלמת במערכת האפסילון.
 גלאי APOLLO נושאים תו תקן אנגלי, איזופאי ואמריקאי (UL) ומתאימים לתקן הישראלי 1220.

- אפסילון פותחת עידן חדש בתחום מערכות האתרעה לגילוי וכיבוי אש ומציגה תפיסה חדשנית וייחודית המבוססת על:
- **מודולריות** - אפסילון ניתנת להרחבה מ-2 עד 24 אזורים ע"י הוספת "כרטיסים אלקטרוניים", ללא צורך ברכזות נוספות.
- **רב תכליתיות** - אפסילון רכזת תקנית לגילוי אש/עשן ולכיבוי אש. מאפשרת גם שילוב של גילוי פריצה.

אחילנת חוקר ארצי (1978) בע"מ



משרד ראשי - דרך סלמה 23 תל אביב, טל. 03-6828112

סניפים: חיפה: 04-627861 • נתניה: 09-333044 • סברה: 06-724255 • כפר סבא: 09-959319 • פתח תקוה: 03-9300395
 יבנה: 08-435255 • ראשון-צ' השפלה: 03-9877770 • אשקלון: 07-712511 • באר שבע: 07-280655

אפסילון - מערכת תקנית אחת ויחידה לאתרעה מסיכוני פריצה, אש/עשן

זרמים - תעשיות חשמל בע"מ

מושב בני ציון, מיקוד: 60910, טל. 903362, 09-916197, 09-916177 פקס: למכתבים: ת.ד. 1331 הוד השרון



סוכנים בלעדיים ויבואנים של החברות הבאות:

תאורת רחובות
תאורת שטח
תאורת סביבה ודקורטיבית
תאורת ספורט



אנגליה גרמניה
צרפת - "יורופאן"
שבדיה - "ונגסרן"

"פטיזאן" - צרפת

היצרן הגדול בעולם לעמודים

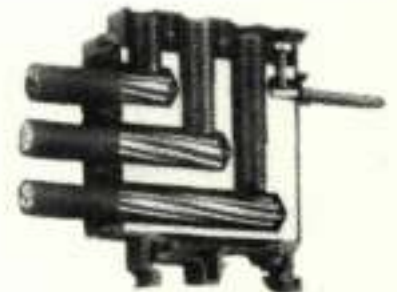
- תאורת עד 120 מ'
- רשת עד 400 ק"ו
- אלומיניום ודקורטיביים
- סרטי נירוסטה



צנורות תאורה
עיגולים, אובליים, רבועים
משולשים, משולבים



מהדקי עמודים BC2-3
קופסאות בדוד כפול לעמודים



CEGELEC

INDUSTRIAL CONTROLS

AC || סתים GD2000

AC || סתים GD4000

4Q

|| סתים DC



ADLEEPOWER®
ADLEE IND. CO., LTD.

|| סתי מהירות

הדור החדש של וסתי מהירות תוצרת חברת KEB גרמניה מעניקים לך:

אמינות:

שילוב של מעגלי כוח בשיטת IGBT, פונקציות הגנה פנימיות, ומאווררים לעבודה בארצות בעלות אקלים חם.

בטיחות:

אודות לעמידה בתקנים בינלאומיים.

גמישות:

התאמה מירבית למשימות בשטח ע"י יכולות פיקוד מתקדמות כולל בקר מתוכנת (PLC), יכולת עבודה ב-4Q.

קשר אדם מכונה (MMI) :

קלים לתפעול בעזרת תפריטים ברורים וגישה בשטח לכל הנתונים ע"י צג מקומי ו/או מחשב.

חסכוני:

שילוב של מחיר תחרותי, קומפקטי במידות, פונקציות מיוחדות לחיסכון באנרגיה.

שקט:

צמצום רעש מכני מהמונע והפרעות לרשת בעזרת מהירות מיתוג גבוהה (עד 16KHZ) ומסננים ומשנקים.

אוניברסלי:

התחברות ותאימות לרשתות תקשורת תעשייתיות לצד תמיכה בממשקים מקובלים (RS232/485).

מפסיקי גבול וציוד למדידת מיקום למכונות ו - CNC.



ציוד של:



וסתי מהירות למונעי AC



וסתי מהירות וקטורילים



בקרי סרור AC



מונעי גיר



מצמדים ובלמים משולבים והפעלות אלקטרוניות



מגלה ומאתר תקלות בזוג חוטים
או יותר, כולל כבל מסוכך דגם WTL-710

בשימוש טכנאי בזק, משרד הבטחון וחברות
התקנה.

שקעים ותקעים לתקשורת
טלפונים ומחשבים

שקעים על הטיח ותחת הטיח מותאמים
לתקשורת מחשבים (8-RJ45 ג'י) נפרד
או ביחד עם בזק חדש.
פנלים וארונות תקשורת ל-CAT. 5

קופסאות וארונות לתקשורת
לטלפוניה ומחשבים

שדרות בן-גוריון 19 (בנין מץ), בני-ברק 51263, טל: 03-5781364, פקס: 03-6192049

למידע נוסף סמן 59/14

SATEC

סייטק

יצרני מיכשור מדידה אלקטרוני לבקרה וניהול אנרגיה חשמלית

סייטק בע"מ, חברה ישראלית עתירת ידע מיצרת מיכשור ותוכנה למדידה
בקרה וניהול אנרגיה חשמלית ומוצריה מובילים בתחוםם ברחבי העולם.

רב מודד קומפקטי
דגם PM 170E



- תצוגת LED בהירות של כל הפרמטרים בו זמנית.
- מדידה ובקרת שיא ביקוש בהספקים (KVA, KW) עם סינכרון לחברת החשמל.
- תצוגת שיא ביקוש זרמים לכל פזה.
- ממסרים מתוכנתים להתראות וליישומי בקרה.
- ממסרי פולטים למניה (KWH, KVARH)
- זכרון בלתי נדיף לכל הפרמטרים המצטברים (אנרגיות, שיא ביקוש)
- יציאות אנלוגיות בחוג זרם זרם (0-20mA, 4-20mA) עם אפשרות ל-14 ערוצים.
- בידוד גלואני בכל כניסות המדידה.
- דיוק מדידה גבוה (True RMS)
- תקשורת למחשבים ובקרים פרוטוקול ASCII → MODBUS (485/422/RS232)
- שליטה מקומית או באמצעות תקשורת מחשבים.

- מדידות הרמוניות ברשת עד להרמוניה 31 כולל תצוגת THD%
- פירוק ותצוגת ספקטרום (כולל כוון הספק הרמוני) באמצעות תכנת מחשב יעודית
- מגוון רחב של תוכנות לאיסוף ועיבוד נתונים הכוללות חישוב עלויות לפי תעריפי תערוז
- ביצוע סקרי הרמוניות ומתן פתרון על ידי צוות הנדסי
- פתרונות ייחודיים לפי דרישות הלקוח



תצוגת הרמוניות

סייטק בע"מ ת.ד. 45022, ירושלים 91450
טל: 02-812324-02 פקס: 02-812371-02

תנת הרמוניות
PM 290H

למידע נוסף סמן 59/15

מוצרים חדשים מבית AMPROBE ארה"ב



שיי SHAY
אוריאל שי בע"מ A.U. SHAY LTD.

מהיום אתה הוא המומחה להרמוניות!

Harmonalyzer - מכשיר למדידה וניתוח מעגלי חשמל



1. זהו ומדידת ההרמוניות במערכת החשמל הנורמים להפרעות ותקלות.
2. חייוי במסך גרפי של ההרמוניות האי-זוגיות עד להרמוניה ה-19.
3. חייוי במסך גרפי של צורות הגל (מתח או זרם).
4. שמירה בזיכרון 24 מדידות (אפשרות להעברה למחשב).
5. מדידת זרם, מתח, הספקים מקדם הספק COSFI ותדר.
6. ערכת התחברות למחשב PC ו תוכנה לעיבוד נתונים.
7. חייוי של כל המדידות במחשב עד ההרמוניה ה-21 (חגיגת נאי זוגית) ושל צורות הגל (זרם או מתח).

המערכת אשר לה ציפית!

AT 2004 - מערכת לאיתור תוואי מוליכים זתקלות בכבלים



1. איתור ועקיבה אחר כבלי תשמל בקירות ובאדמה.
2. איתור ועקיבה אחר כבלי חשמל נושאי מתח 0-1000 VAC וזיהוי מעגל נברק תחת מתח.
3. איתור תקלות בכבלי חשמל, נתקים וקצרים (בין מוליכים או בין מוליך לאדמה).
4. זיהוי מוליך מסוים מתוך צמת מוליכים.

רח' אימבר 23 קרית אריה ת.ד. 10049 פ"ת 49222 טל: 9223105, 03-9233601/2, פקס: 03-9234601

למידע נוסף סמן 16-18

חדשים מבית AVO - MEGGER



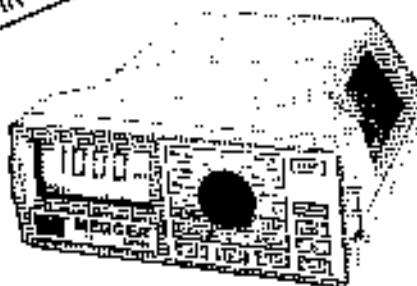
שיי SHAY
אוריאל שי בע"מ A.U. SHAY LTD.

תכונות נוספות:

- ◆ מדידת רציפות 20-0 אום כחולוציה של 0.01 אורם.
- ◆ מדידת תדר עד 600 הרץ.
- ◆ מדידת מתח עד 500 וולט ד.ח.
- ◆ בדיקת סדר הפזות.
- ◆ מאגר זכרון פינימי Memory לשמירת תוצאות מדידה.
- ◆ יציאת תקשורת למחשב RS232 (תוכנה כלולה במכשיר).

מכשיר מדידה רב-תכליתי: בידוד, הארקות, ממסרי פחת דגם AVO-CM100

הכל במכשיר אחד!



- ◆ מור
- ◆ לופ-סטטר
- ◆ מור אדמה
- ◆ בורק ממסרי פחת

רח' אימבר 23 קרית אריה ת.ד. 10049 פ"ת 49222 טל: 9223105, 03-9233601/2, פקס: 03-9234601

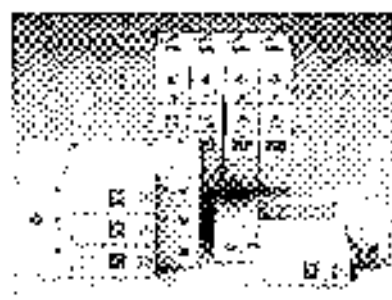
למידע נוסף סמן 17-18

אמבל הנדסת חשמל בע"מ

OBO BETTERMANN

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

שיווק
ואספקת
ציוד מיתוג
חשמל



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

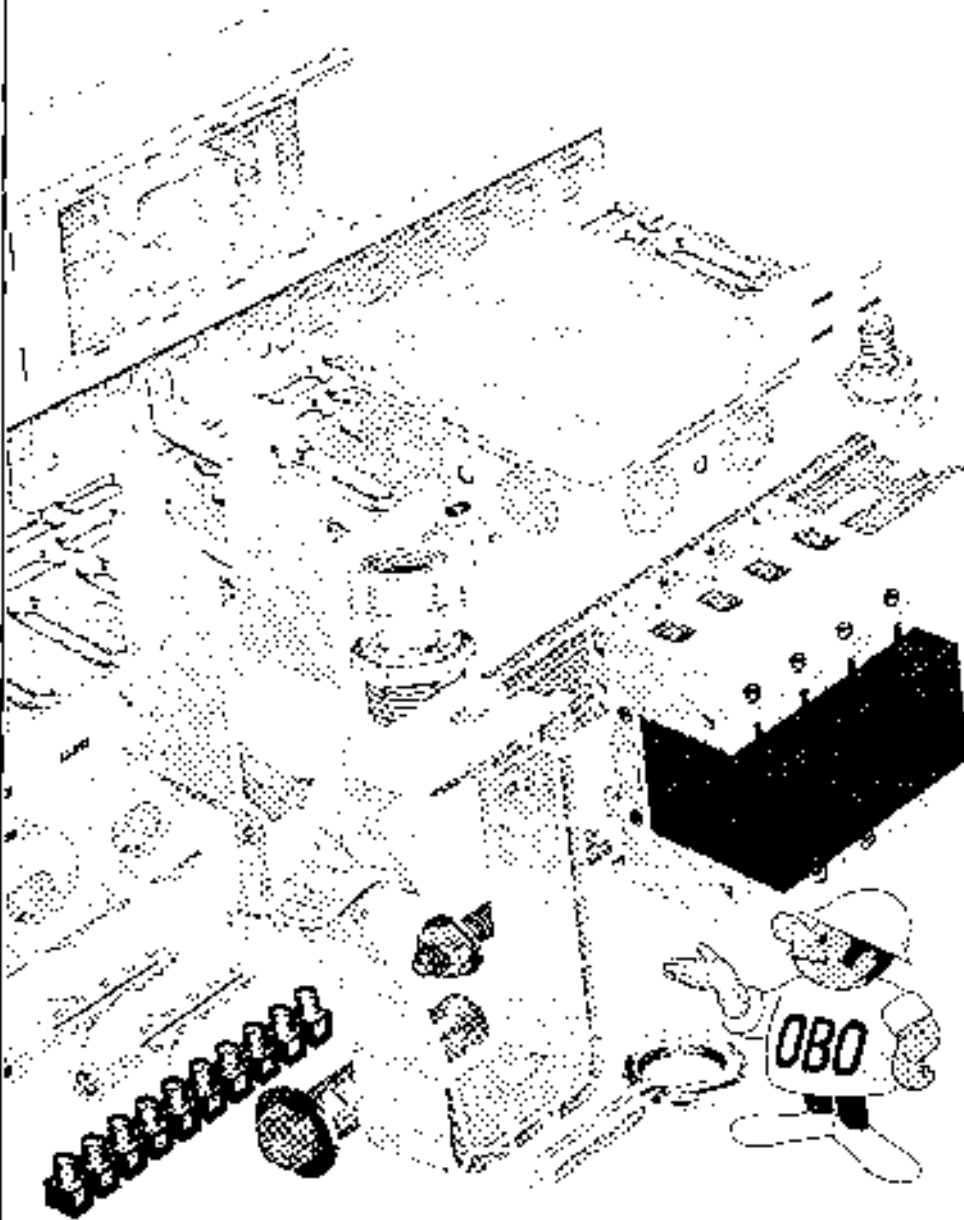


תעלות לכבלים

- | תעלות מתכת
- | תעלות נירוסטה
- | תעלות פלסטיות
- | תעלות חיווט



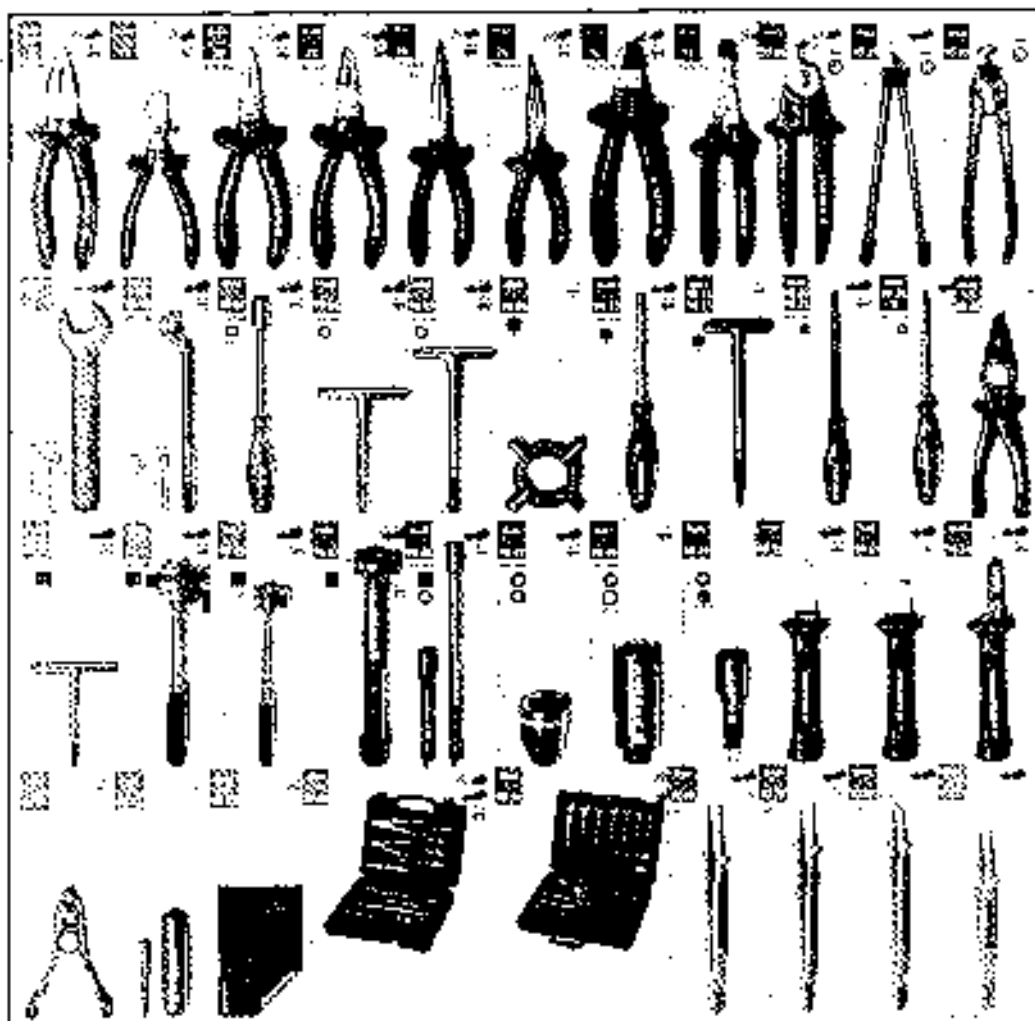
חברת אמבל
עומדת לשרותכם
במתן כל מידע שידרש
בנושא טכני, כספי
ותשמח לראותכם
בין לקוחותיה.



אריח אהלר

ר' יגוע בסיים 8 א.ת. קרית אריה, פתח תקוה
למכתבים: ת.ד. 3661 פתח תקוה 49130
טל. 03-9212010 (ריב קני). פקס. משרד: 03-9212007
פקס. מחסן לחומרות: 03-9212008

אמבל B



כלי עבודה בעלי בידוד יצוק לעבודה תחת מתח עד 1000 וולט, עשויים מפלדת כלים
 מיוחדת וחזקה.
 מומלצים כמיוחד לעבודות תחזוקה במפעלים ולעבודה על רשת חיה.
 מתוצרת **KNIPLEX**.

מפיצים בלעדיים בישראל:

יוליאן משה

סוכנויות יבוא ושיווק

ירושלים ת.ד. 8592, מיקוד: 91083 • טל. 02-512776 • פקס. 02-513751

דור

אחד לפני כולם

ווסת מהירות AC
בהספקים: 150 KW - 1000 KW

- יחידות מודולריות.
- דגם בסיסי של 150 KW.
- שליטה דיגיטלית מלאה.
- בקרה בשיטת ווקטור ללא אינקודר.
- כניסה תלת פאזית 380-480.
- כניסות יציאות ניתנות לתכנות באופן מלא.
- IGBT.
- חוג PID.
- שליטה על זמני תאוצה ותאוסה.
- תצוגת עלות שימוש כספית וצריכת חשמל.
- רישום ותצוגת זמן הפעלה מצטבר.

דור מערכות הנעה בע"מ

חטיבת המהירות המתקדמים בעולם תוצרת Control Techniques



רחי פייד קניג 37/322, אזור התעשייה
תלמיז, ת.ד. 10541, ירושלים 91102,
טל: 02-788984, פקס: 02-782457



5
YEAR
Warranty



אוסוניה גנרטורים



גנרטורים במגוון רחב ביותר
 מתוצרת חברת אוסוניה,
 יצרנית הגנרטורים מהבולטות באירופה,
 בהספק של מ-1.5 עד 2,250 KVA
 בנוזן ודיזל.
 ניתן להשיג עם מנועי רולס רויס,
 פרקינס, וולבו, מרצדס, סמיט,
 דורמן, קטרפילר ועוד.
 מיועדים לעבודה רצופה
 ו/או לחירום (STAND-BY).

גנרטור בנוזן 1.5-5KVA



זאב שמעון בע"מ

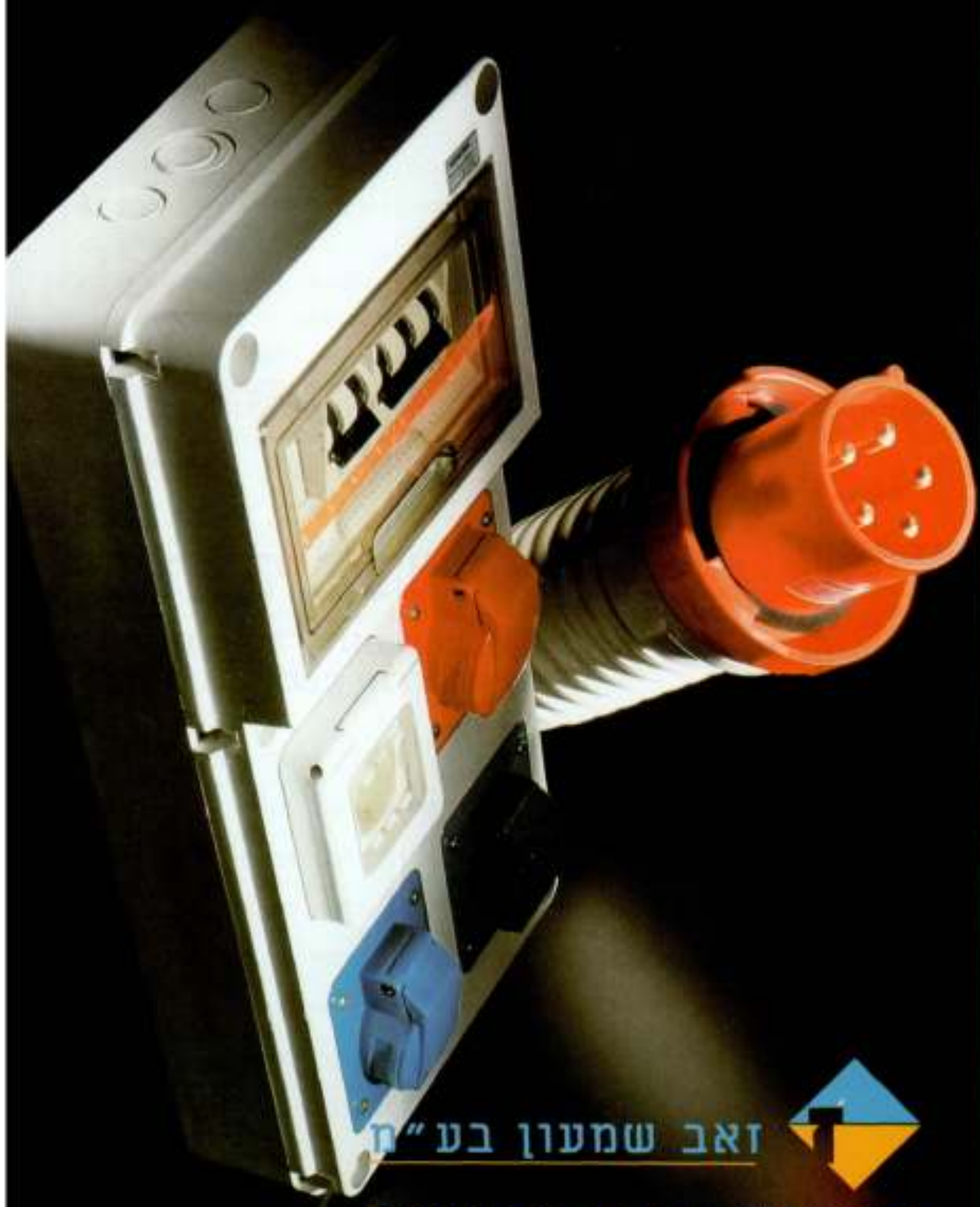


דיזל גנרטורים, מנוע "רולס רויס" - "פרקינס"
 עם מחולל "סטמפורד" בהספקים 175-760KVA



קרית אריה פ"ת, ת.ד. 10130 פקס. 03-9233223
 אולט תצוגה ומחלקת הדרכה עוסדים לשרותכם

GEWISS



זאב שמעון בע"מ



קרית אריה פ"ת, ת.ד. 10130 פקס. 03-9233223
אולם תצוגה ומחלקת הדרכה עומדים לשרותכם

למידע נוסף סמון 59-22

FEURDINN

netzer

חברה לסחר בע"מ
ציוד ואביזרים למתח גבוה



EUROMOLD

אביזרי כבל
למתח גבוה



ELASTIMOLD

כל פריט
נבדק
במעבדה
ומוכן
להרכבה

אלסטיומולד = סיכוכ = קטיחות

- ❖ בקרת איכות לפי ISO 9001
- ❖ למתח עבודה מ-6.6 עד 36 קו"ו
- ❖ לזרמים מ-250 עד 1250 א'
- ❖ לחתכים מ-16 מ"מ עד 630 מ"מ
- ❖ עמידים לתנאי זיהום תעשייתי וסביבתי
- ❖ עמידים לקרינה UV
- ❖ להתקנה חיצונית ופנימית
- ❖ אטימה מוחלטת אפילו מתחת למים
- ❖ ניתן לשימוש חוזר

רח' מחניים 4, חיפה 34481 טל. 04-376472 פקס. 04-385105

למידע נוסף סמן 59/23



בקרת הינע בע"מ

פיתוח ויצור מתנעים רכים
ומערכות הספק אלקטרוניות

מתנעים אלקטרוניים מתקדמים. דיגיסלים ואנלוגים D.C.S, D.C.M, D.C.A

D.C.T בקר הספק (ווסת מתח) חד פאזי ותלת פאזי לבקרת תהליכי חימום.

F.D.C ווסת מהירות לוויסות תדר ומתח של מנועי חשמל בהספק עד 2HP

D.C.V ווסת מתח למנועים חד פאזיים בהספקים עד 16A, עם אפשרות לבקרה אנלוגית.

D.C.K מערכת הגנה למנוע הכוללת אוברלוד אלקטרוני עם אפשרות לכיוון זרם העבודה.

D.C.R ממסר סטאטי להפעלה של מערכות חימום והזנה למערכות אלקטרוניות רגישות.

D.C.B בליטה דינאמית עבור מערכות עם אנרציה גבוהה, מיועד עבור מנועי AC

D.C.L ווסת מתח לתאורת רחובות ומפעלים. חד פאזי ותלת פאזי.

אליעד יוסף (בן איוני)
יועץ אלקטרוניקה (בן איוני)

ח.ד. 2367 אזור התעשייה רעונה 43653 טל. 443243, 09-910861 פקס. 09-443243

למידע נוסף סמן 59/24

מערכת לבקרת כופל הספק בזמן אמיתי

המערכת מהווה פריצת דרך טכנולוגית בתחום בקרת הספק ראקטיבי, ומציעה פתרונות ייחודיים לשימושים שונים בהנדסת חשמל.

המערכת מבוססת על שימוש במתגים אלקטרוניים, המבצעים מיתוג קבלים ללא תופעות מעבר ע"י חיבורם לרשת במעבר האפס של הזרם.

המתגים האלקטרוניים מחליפים מתגים אלקטרו-מכניים הנמצאים בשימוש במערכות לשפור כופל הספק קונבנציונליות, הגורמים לזרמי קצר גבוהים ובלאי מואץ בציוד המיתוג והקבלים. החיבור ה"חלק" של הקבלים לרשת מאפשר מספר לא מוגבל של חיבור וניתוק קבוצות קבלים. יכולת זו מנוצלת לרכישת מקדם ההספק הנדרש בזמן אמת תוך מחזור רשת אחד - 20 מילישניות), והשגת היעדים הבאים:

- הגנה על הרשת בפני "נפילות מתח" הנגרמות על-ידי צריכה רגעית גבוהה של הזרם הראקטיבי (לדוגמא: בזמן התנגעת מנוע).
- חסכון במתנעים בודדים לכל מנוע.
- הקטנת הזרם הכללי ברשת בעומסים שצריכת הזרם הראקטיבי משתנה במהירות, ואינם ניתנים לקיזוז על-ידי מערכות לשיפור כופל הספק קונבנציונליות (כגון: מפעלי פלסטיק המשתמשים במספר רב של מכונות הזרקה).
- הקטנת גודל מערכת ההשנאה או הגנרציה הנדרשת להזנת העומס, במיוחד בעבודה עם דיול גנרטורים.
- הקטנת האיבודים בקווי ההזנה, מערכות ההשנאה והגנרציה.
- שיפור כופל הספק והקטנת זרמי רתכות חשמליות ומתקני היתוך.

600 KVAR SYSTEM



300 KVAR MODULE



משווקת בישראל על ידי חברת
אנרלק בע"מ

טל: 09-650980/1, פקס: 09-650979 תל יצחק-מ.ל.ט 45805

מיוצרת
ע"י חברת

אלספק הנדסה בע"מ



חברת **CATU** המובילה בעולם בתחום הבטיחות במתח גבוה.

הראשונה בעולם עם תקן IEC עם נסיון של 76 שנה.

יצרנית ציוד הגנה מפני התחשמלות בעבודה על קווים "חיים".



כחמונות: קסדות, כפפות, מומות, נעליים, שרפרפים, שמיחים, קרסים ועוד...

בשימוש שוטף
בחברת החשמל
הישראלית

אין סא זאלא, זאלא ליה **CATU**

צלצל עוד היום לקבלת פרטים:

סומת סוכנויות חשמל לתעשייה בע"מ: רח' האומנות 1 ת.ד. 8151 א.ת. נתניה דרום 42160.
טל: 09-851350, בקס: 09-851340

bt סוכות

Megatiker®



מוצר איכותי במחיר תחרותי

מפסקים מסדרת Megatiker מתוצרת bticino הינם מפסקים חצי אוטומטיים מסוג Moulded case, מפסקים אלה מיוצרים מ-16A ועד 1600A עם כויל תרמי ומגנטי.

כסדרת Megatiker כארבעה דגמים:

דגם MA בעל כשר עמידה בזרם קצר של עד 50KA, דגם MH עד 70KA, דגם ML שהים מבטל זרם קצר (Limiter) עד 100KA ודגם MS שהינו מפסק בעומס ללא הנגת עד 1600A.

מוצרים אלו ידועים באיכותם המעולה ומיוצרים ע"י חברת bticino עבור חברות רבות וידועות תחת מותגים אחרים.

המוצר מעוצב ומיוצר תחת פיקוח קפדני של אבטחת איכות ISO 9000 ותקנים בינלאומיים כגון: BS, UNE, IEC, VDE וכדומה.

חברת ג'ינו תעשיית מייבאת מוצרים אלה כולל כל אביזרי העזר הנלווים. (כגון חיבורים מהירים, סליל עבודה מערכות חגורים וכו').

המהירים הינם אטרקטיביים ביותר בהשוואה למוצרים אחרים מאיכות דומה.

(ממ אראונק בין / קווארניו)

יעוץ מקצועי ניתן לקבל במשרדינו בחיפה ובתל-אביב.

ג'ינו תעשיית בע"מ יבוא שיווק והפצה ציוד מיתוג מתח נמוך, מתח גבוה.

משרד מכירות תל-אביב

בית ספר, תל גיבורים 5 ת"א 68105

טל. 6823525, 03-6811737 פקס. 03-5181011

משרד ראשי-מכירות לצפון

רח' אופיר 3, חיפה 32235

טל. 670656/8, 04-625023 פקס. 04-674227



א.א.א.ס

יבוא ושיווק ציוד חשמל לתעשייה

- * מנתקים אוטומטיים עד 5000A
- * מפסקים בעומס * מנעוים
- * מגורות סימון, לחצנים ומפסיקי פקם
- * קבלים יבשים לשיפור גורם ההספק
- * קבלים לתאורה, למונעים ולמתח נבזה
- * ווסתי קבלים * שנאים מתח נמוך ונבזה
- * מונעי חשמל * ווסתי מהירות
- * מכשירי מדידה
- * לוחות מתנעים עם מגרות שליפה
- * ועם קשור למחשב (MCC) AEG
- * מבחר ציוד נוסף



AEG
SOCOMEC
DUCATI
GANZ
KATKO



משרדים ומחסן ראשי: אזור התעשייה תל-חנן ת.ד. 159
 טל. 04-211013, פקס. 04-215892

למידע נוסף סמן 59/28

ק.ש.ן

מחלקת סיטונאות עם סניפים בבאר שבע ובכרמיאל + סוכנויות יבוא.

ABB



מחלקה גדולה לציוד מוגן פיצוץ
 תחנות לחצנים, קופסאות הסתעפות,
 קופסאות מהדקים, שקעים, תקעים
 ותאורה.

סניף ראשי - תל גיבורים 5 תל-אביב
 טל: 03-6810958 פקס: 03-6835025
 סניף כרמיאל - טל' + פקס: 04-9985764
 סניף באר-שבע - טל' + פקס: 07-277024/5

ק.ש.ן

חומרי חשמל בע"מ

למידע נוסף סמן 59/28

זה האויר שלך



קטה היא חברה מובילה באירופה בייצור מפוחי אויר אקסיאלים וצנטריפוגלים למשרד, לבית ולמטבח. מצטיינת בייצור מפוחי אויר שקטים ועילים: תקן V.D.E. GS ובאישור מכון התקנים הישראלי.

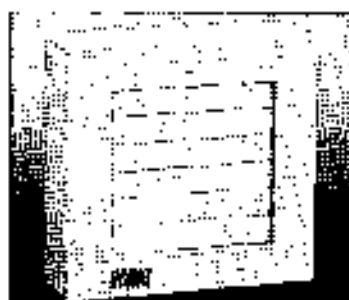
IP 44 המכשיר מתאים להתקנת קיר או חלון (בתוספת קיט)

לדגמי "Matic" יש השהיה חשמלית (25 שניות) בפתיחת התריס (למניעת כניסת אויר חיצוני פנימה)

B10 MATIC TIMER – בתוספת טיימר

B10 MATIC H – בתוספת סנסור לחות ולמעבדות ולאזורים בעלי לחות גבוהה;

מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר
220220	V.50 Hz	41 dB	15 W	2000	תקן V.D.E. GS	48	למטר

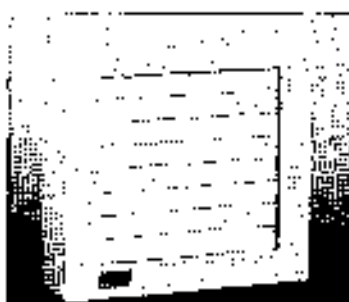


B10 MATIC

B15 MATIC TIMER – בתוספת טיימר

B15 MATIC H – בתוספת סנסור לחות

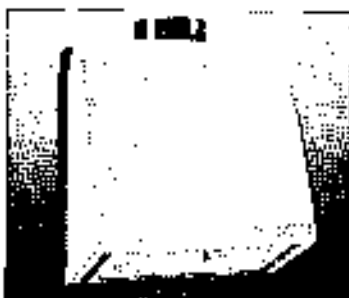
מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר
220220	V.50 Hz	41 dB	25 W	2'000	תקן V.D.E. GS	50	למטר



B15 MATIC

שואב אויר טורבו + תאורה למטבחים ביתיים ולמטבחים גדולים (מעטרת, בתי מלון וכו').

מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר	מחיר
330740	V.50 Hz	49 dB	175 W	1220	תקן V.D.E. GS	202	למטר



750 L

אינפורמציה על דגמים נוספים וקטלוג כללי אפשר לקבל אצל היבואן.

טלפון מרכז יעוץ: 03-6826767
 יבואן: אלדין שווק חשמל בע"מ
 בית ספר רח' תל גיבורים 5, תל-אביב 68105 טל: 03-6814755 פקס: 03-6814756



SATEC
סייטק גופי חימום

**המפעל הגדול בארץ
לגופי חימום**

יצור ואספקת כל סוגי גופי החימום
בתיים ולתעשייה, סטנדרטיים ומיוחדים
לפי דרישת הלקוח.

(נירוטטה, קרמיקה, מיקנית,
חושית מצופה וכו')
יעוץ, תכנון, יצור ואספקת מתקני
חימום לתעשייה.

כפיקוח ואישור מכון הווקמים.

מפעל וחלוצי המפעל: ירושלים
אזור התעשייה עטרות

טל: 02-830615 פקס: 02-830405

מרכז מכירות ראשי: תל אביב
רח' מסילת ישראל 47

טל: 03-5376723, 03-5376353

למידע נוסף טל 052-59

8101

אורוות
הנדסת חשמל בע"מ

לידיעת ציבור צרכני לוחות חשמל לפיקוד ובקרה

אנו שמחים לביא לידיעתכם כי הוסמכנו ע"י מכון
התקנים הישראלי לתקן הישראלי והתקן חבין-לאומי
ת"י ISO 9002.

אורוות 8101

- אספקת מבנים ואורוות פח, סטנדרטים ולפי הזמנה
- לוחות חלוקה, פיקוד ובקרה
- עבודות מקובות במכונות CNC לפי דרישה



רח' חרשי סגל 3, א.ת. תלצוות, ת.ד. 8286 ירושלים
טל: 02-783007 פקס: 02-782528

למידע נוסף טל 052-59

ההגנה 'קופצת' בהפעלה? בנפילת מתח? ICL להגבלת זרם הפעלה!



- ♥ מגיב מיידית בהפסקות זרם קצרצרות.
- ♥ מתאים במיוחד לשנאים חר מופעים עד 7 קו"א.
ותלת מופעים עד 20 קו"א.
- ♥ מגביל את זרם ההפעלה עד פי 3.5 מהנוקב.
- ♥ תפקוד מלא גם ברידת מתח עד 25%.

שנאי מאופיין כידוע בזרם מיגנטו גבוה ביותר. זרם הפעלה זה, הנמשך אצלנו וולקין שניה, גורם תכופות להפעלה סדק של אסעי החגנה, זרמים גבוהים במיוחד - פי 40 ויותר מהזרם הנוקב - נוצרים בנפילת סחך קצרצרות וחזרונו מיידית של הסוגו בהיפוך גופע - כתוצאה מפעולות מיתוג לתשל, למנחת הזרם, ICL מספיקות אלפיות שניה כדי להגביל שוב את זרם ההפעלה לכ- 3.5 פעמים מהזרם הנוקב ולמנוע בכך את השכונת המיתקן.

אלקו

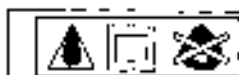
אליכ יעוץ ושיווק בע"מ
רח' צה"ל 98, ת.ד. 884 קיראון 55109 טל: 03-5343506, פקס: 03-5340776

למידע נוסף טל 052-59

לוחות לחצי אוטומטיים עם מקום לעבוד



להתקנה על הטיח ותחת הטיח עם דלת רגילה או שקופה
הלוחות מיוצרים עם עומק גדול על מנת לאפשר עבודה נוחה ומהירה



IP 40 כבה מאליו, באישור מכון התקנים הישראלי

לוחות לחצי אוטומטיים תחת הטיח

לוח ל-48 ס"מ

CM 48



לוח ל-36 ס"מ

CM 36



לוח ל-24 ס"מ

CM 24



לוחות לחצי אוטומטיים על הטיח

לוח ל-24 ס"מ

CV 24



לוח ל-36 ס"מ

CV 36



יבואן: אלדין שווק חשמל בע"מ

בית ספר רח' תל גבורים 5, תל-אביב 68105 טל: 03-6814756 פקס: 03-6814756





אלקו התקנות ושרותים (1973) בע"מ

מחלקת השירות

מחלקת השרות באלקו נותנת לך פתרון מידי של 24 שעות ביממה בכל הארץ. למחלקה, מהנדסים, הנדסאים וטכנאים המספקים שירות נרמה מקצועית גבוהה לשביעות רצון הלקוח.

לחברה סניפים בצפון, בדרום ובמרכז עם צוותי ביצוע הניידים בכל הארץ במכוניות המצוידות במכשירי קשר אלחוטיים.

למחלקה מעבדה ניידת למתח גבוה ונמוך. היחידה מסוגה בארץ, המסוגלת לאתר תקלות במתח גבוה ונמוך ולתת שירות מידי באתר.

אנו מתאימים לכל לקוח שירותי אחזקה באופן יעיל, מקצועי ואמין בהתאם לצרכים הספציפיים וללא פגיעה בייצור השוטף.

תחומי פעילות:

- עבודות אחזקה - במתח נמוך, גבוה ועליון.
- עבודות שיפוץ - שנאים, מזדשים ומתקנים.
- בדיקות - מתח גבוה 100-140 ק"ו
- כיוולים - עד 10,000 אמפר.
- איתור תקלות בכבלים תת קרקעיים.
- בדיקות מעבדה של שמן שנאים.
- סינון וטיהור שמן באתר.



לפרטים נוספים וקבלת דפי מידע, פנה למנהל השירות

כתובתנו החדשה

רח' האומנות, פארק העשיות קרית גורדאן, נתניה.
 ת.ד. 6190, נתניה 42160 טלפון: 630888 (09) פקס: 655049 (09)
 טלפון ישיד: 630860 (09) פקס: 655054 (09)



התקנות ושירותים (1973) בע"מ

אלקו-TRADE



נציגות, שיווק ומכירות

ציוד מיתוג למתח עד 36kv



ALSTHOM - לוחות מתח גבוה בגז SF6

מבודדים
באוויר,
דל שמן,
ואקום
SF6

VEI

לוחות מ.ג.

מזב"ק על עמוד

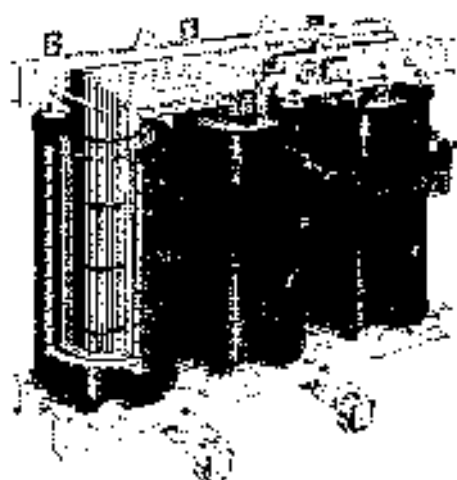
עד 36kv



תוצרת

McGRAW-EDISON

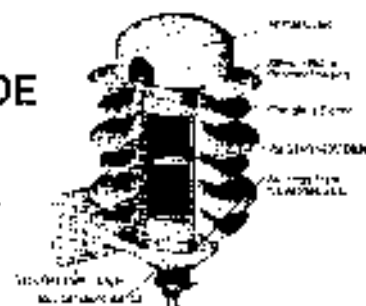
שנאים יצוקים Tesco



שנאי שמן/סיליקון - אלקו

כולאי ברק עד 36kv

METAL OXIDE
במבנה
SILICONE



McGRAW-EDISON

קבלים למתח גבוה
מבודדים ואביזרי רשת עילית
ציוד בטיחות
נתיכים מ.ג. ומתח גבוה
אביזרי תא"מ

רח' האומנות, פארק תעשיית קרית נורדאן, נתניה. ת.ד. 6190 טל. 830888-09 פקס. 855049-09

נאור בע"מ

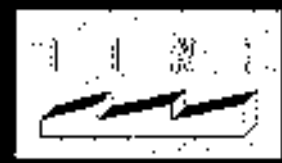
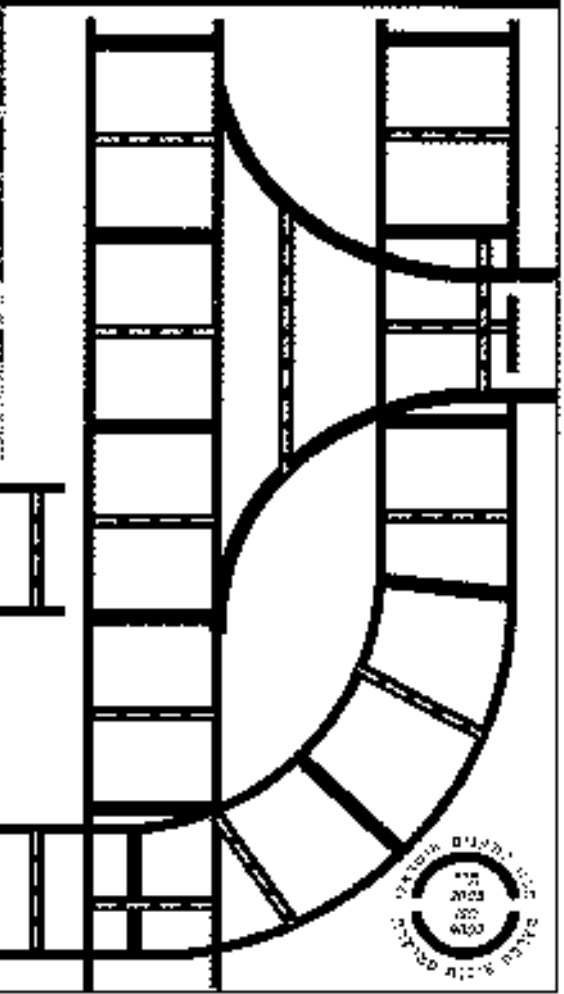
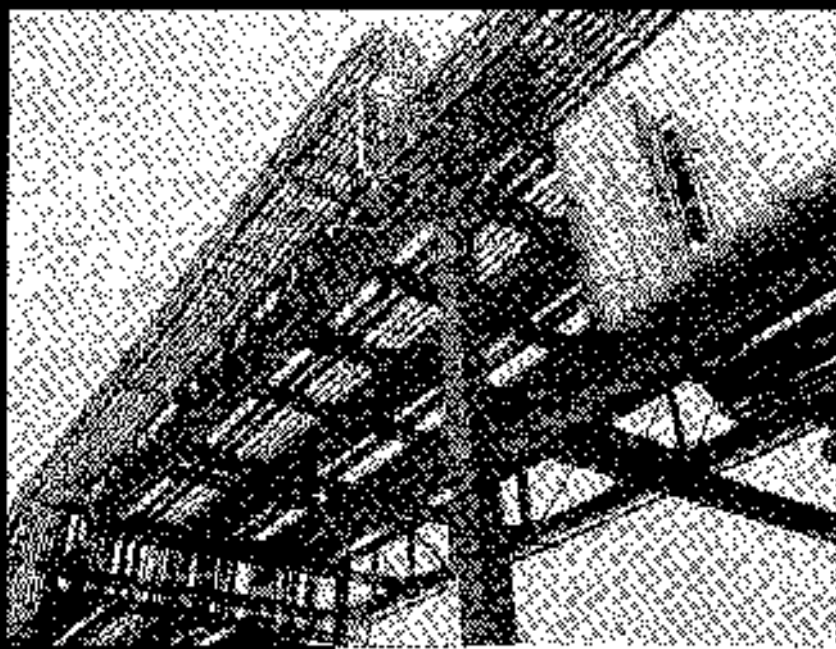
קבלני השמל לתעשייה

סולמות כבלים לתעשייה

25 שנות ניסיון ביצור והתקנות סולמות כבלים במפעלי התעשייה בארץ
מגוון רחב של סולמות ואביזרים הנותן פתרון לכל חוואי ועומס

- המטרה: - פתרון נוח לכל חוואי ועומס כבלים. בזכות פרוצדור מיוחד שתוכנן לשם כך.
- חסכון: - מרווח תמיכות של עד 6 מטר - חוסך בתומכים ובסעקל המבנה.
- ציפוי וצביעה: - ציפוי תקני באבק חס בטבילה ואפשרות לצביעה בצבע אפוקסי להגנה מושלמת.
- ייצור: - מפעל מעולה מכופף ומשובד בפינוח עגולות.
- אספקה: - בזמן קצר ביותר ושראה להסעות דחופות.

מערכת אבטחת איכות
ע"פ תקן ISO 9003
מח"י 2003 מאושרת
בפיקוח מבק התקנים הישראלי.



נאור

רח' חרובי החנשיה 79
ת.ד. 10256
ס.פ.ח. 9
ס'ק"ד 26113
טל: 04-414834
טל: 04-411142
פסק: 04-414528

בדיקת כבלים



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

דטא - רח' עוזיאל 48 רמת גן
טל: 03-6779775, 6770696
פלאפון: 050-307086
טל' כבית: 03-5740513

למידע נוסף סמן 38-59

עתיד בירן

המכללה הטכנולוגית ירושלים

מודיעה על פתיחת קורסים:

1. השמלאי כודק 1,2,3
המעניק רשיון לכריקת מתקנים למגורים ותעשייה.
מיועד לבעלי תעודות טכנאי, הנדסאי ומהנדסי-חשמל.
2. השמלאי ראשי
מיועד לבעלי רשיון "חשמלאי מוסמך".
3. תפקול מערכות מתח גבוה
מיועד לבעלי רשיון "חשמלאי מוסמך" ומעלה.
4. מעליתן שלב ג'
מיועד לבעלי רשיון "חשמלאי מוסמך" ובסיון
מוכח של 6 שנים בהתקנה ותחזוקת מעליות.

הקורסים בפיקוח משרד העבודה והרווחה

פרטים והרשמה:

חד'בת לחם 7 (ל' פס הרנכת), ירושלים
טל' 02-715732, 736856

למידע נוסף סמן 38-59

אולטרה שילד

חגן אולטרה סאונד נגד מזיקים

הנזק למזיק

הפתרון האלגנטי
למכת העכברים, התיקנים
והמכרסמים למיניהם

דרושים אנוליס



אולטרה שילד

השיטה האלקטרונית נגד מזיקים

ימא והפצה: רח' יוליוס טימון 25, א.ת. מפרץ היפה
טל. 04-410110, טלפקס. 04-410416

למידע נוסף סמן 41-59

לתברה לעבודות
חשמל בנין ותעשייה

דרושים

- חשמלאים מוסמכים
- חשמלאים עוזרים
- קבלני משנה לבנין

לעבודה
באזור המרכז

לפרטים: 09-979434

למידע נוסף סמן 41-59

מעבדות לחקויים בינלאומיים בישראל EN 45001, ISO Guide 25, ISO 9002, Approved to



איו סי. אל.

מתמחים בבדיקת ציוד בתחומים:

ציוד אלקטרוניקה, חשמל ומכונות

בטיחות מוצר - PRODUCT SAFETY

תאימות אלקטרומגנטית - EMC

דרישות הקהיליה הארופאית - CE



מעבדת תאימות אלקטרומגנטית

משרד ראשי ומעבדת בטיחות מוצר

כפר ביל נון, 99780
טל. 797299 08 מק. 797702 05

רח' גרוזטת 26, תל. 211, אול יסודה 60251
טל. 3339022 03 מק. 3339019 03



התפתחויות טכנולוגיות במערכות חשמליות לחימום, לעיבוד ולהתכה - היבטים טכנו-כלכליים

מהנדס נוראני שגיב M. Sc.

הטכנולוגיות החשמליות לחימום, לעיבוד ולהתכה כוללות באופן עקרוני את כל התהליכים בהם מנוצלת האנרגיה החשמלית לצורכי החימום.

המרתה של האנרגיה החשמלית לחום והעברת החום לגוף המיועד לחימום, מתבצעים על בסיס עקרונות פיזיקליים שונים לחלוטין זה מזה. מגוון הטכנולוגיות הקיימות כיום בתחום זה, ומאפשר להשיג בקלות יחסית, איפיוני חימום, צפיפות מעבר חום ופיזור חום בנוף המעובד, בהתאם לנדרש בפועל. טכנולוגיות אלה הולכות ומתפתחות בהתמדה, לאור יתרונותיהן הטכניים והכלכליים והשפעתן החיובית על איכות הסביבה.

מאמר זה, הדן בהתפתחויות טכנולוגיות של החימום האוהמי, הינו מאמר ראשון בסדרה של מאמרים בנושאי החימום, העיבוד וההתכה החשמליים אשר יופיעו בגליונות הבאים של "התקע המצדיע". פרק המבוא לטכנולוגיות חשמליות לחימום עיבוד והתכה, של המאמר הנוכחי, מתייחס לכל סוגי הטכנולוגיות החשמליות (שחלקם מובאים באיורים 1 ו-2) ולא נחזור עליו במאמרים הבאים. כמו כן מופנית תשומת לב הקוראים למאמר "הגברת חימום התעשייה - היבטים טכניים וכלכליים", אשר פורסם ב"התקע המצדיע" 51 - ספטמבר 1992.

באיורים ספציפיים של הנוף. הדבר אפשרי, לעומת זאת, כאשר החימום מתבצע באמצעות אנרגיה חשמלית ובטכנולוגיה הסתאימה.

באיור 1 מתוארת צפיפות מעבר אנרגיה, אשר ניתנת להשגה בטכנולוגיות חשמליות שונות, בתלות בשטח חתך אפקטיבי של החומר המיועד לחימום. החום המועבר לחומר מתואר על-ידי קבוצת קוים ישרים. השטח האפקטיבי הינו שטח פני החומר שדרכו עובר החום לחומר.

איור 2 מתאר פיזור חום בטכנולוגיות חימום שונות בשתי רמות.

● **בחימום אוהמי ישיר** בזרם ישיר מתקבל פיזור חום אחיד למדי בכל נפח החומר המיועד לחימום.

● **בחימום אוהמי ישיר וחימום השראי** ניתן לקבל פיזור חום די אחיד במוצר, זאת במידה שתדירות מתח האספקה תותאם לעובי המוצר. בתדירויות גבוהות והספקים גבוהים החימום מתרכז קרוב לפני השטח של המוצר.

● **בחימום דיאלקטרי**, ניתן לחמם באופן סלקטיבי את החומרים השונים המרכיבים את המוצר. הדוגמה האופינית לכך הוא חימום הדבק שבין הלכידים. מבלי שיתחממו הלכידים.

מבחינה טכנית, אין כל מגיעה להשיג באמצעות אנרגיה חשמלית אף טמפרטורות גבוהות בהרבה.

■ **ויסות ומדידה קלים יחסית של הספק המבוא:**

בניגוד לאנרגיה תרמית (חום), שהינה אקראית מטבעה ואינה ניתנת לשליטה ולמדידה מדויקת, נחשב החשמל לאנרגיה הניתנת לבקרה (ויסות) ולמדידה מדויקת. מאחר שלחשמל אין התמדה (אינרציה), אפשר לווסת אותו באופן רגעי ובהתאם לנדרש בתהליך החימום.

■ **השגת פיזור חום מקומי בנוף, המיועד לחימום בהתאם לצורך ובמיגוון רחב של צפיפויות ושטחי חתך אפקטיביים:**

בתהליך החימום הקונבנציונלי, באמצעות דלקים או בחימום אוהמי בלתי ישיר, מועבר החום לפני הנוף המיועד להתחמם, באמצעות תווך חיצוני-בדרך כלל, באמצעות קרינה והסעה. אם הנוף הוא מוצק, נעשה מעבר החום בהולכה והטמפרטורה על פני הנוף גבוהה מן הטמפרטורה שבתוכו. כתוצאה מכך, אין אפשרות לקבל טמפרטורה מדויקת ורצויה

מבוא לטכנולוגיות חשמליות לחימום, עיבוד והתכה - כללי

הסגולות הטכניות הייחודיות של האנרגיה החשמלית, מעניקות לטכנולוגיות החימום החשמליות מספר אופייניים חשובים, הנבדלים מחימום שמושג מבעירת דלקי מאובנים (מוט, פחם, סולר, גז וכדומה). האופייניים העיקריים הם:

■ **השגת טמפרטורה גבוהה בקלות יחסית וללא הקטנה משמעותית בנצילות:**

בבעירת הדלקים באוויר, הטמפרטורה המירבית הניתנת להשגה מבחינה תרמודינמית אינה עולה, באופן מעשי, על כ-1700 מעלות צלסיוס. לעומת זאת, כאשר החימום נעשה באמצעות חשמל, אין כל מגבלה טבעית וטמפרטורות אופייניות של 5000 מעלות צלסיוס ויותר ניתנות להשגה באופן שיגרת.

נ' שגיב - מהנדס מומחה המחלקה לייעול הנריכה, אגף השיווק והצרכנות, חברת החשמל



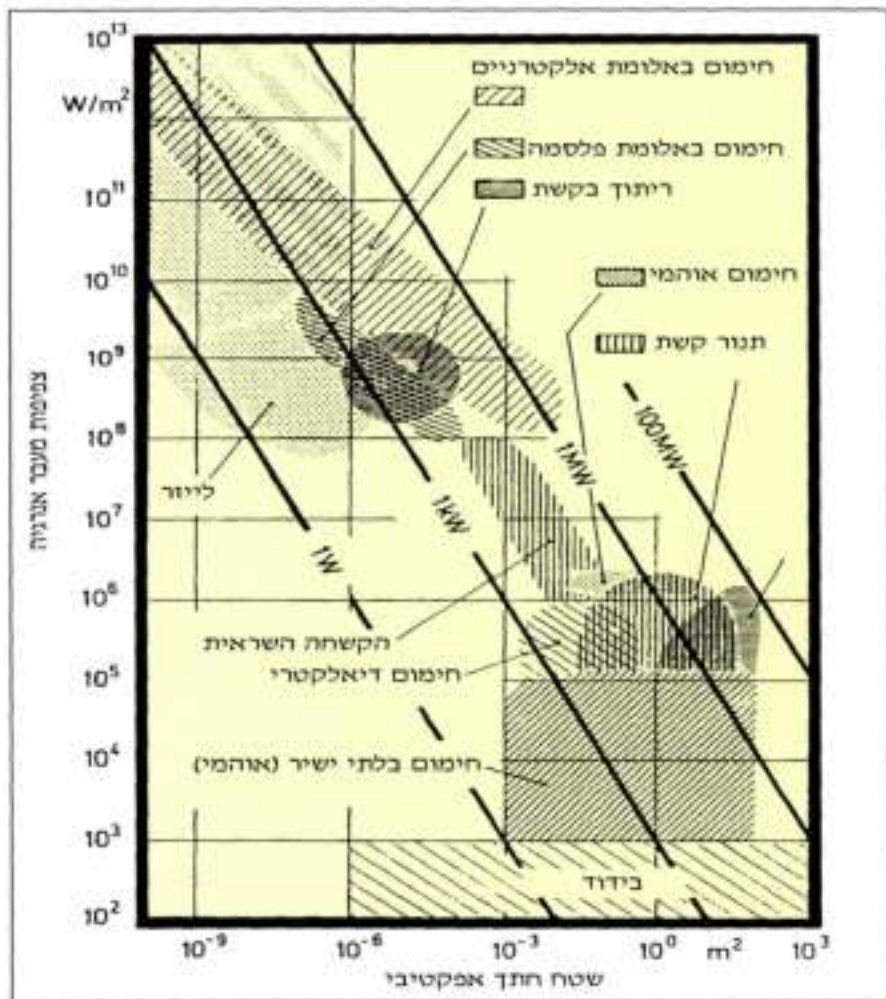
שימור איכויות המוצר, קיצור משך התהליך והפחתה בכמות הפסולת ובחומרי הלוואי:

הטכנולוגיות החשמליות משפרות מאוד את איכות המוצר ומקצרות באופן משמעותי את משך התהליך. כמו כן הן גורמות לירידה בכמות הפסולת וחומרי הלוואי הנוצרים בתהליך. ייבוש בת-אדום לדוגמה, במקום ייבוש קוונזינאלי בקיטור, עשוי להקטין את משך הייבוש בעשרות אחוזים.

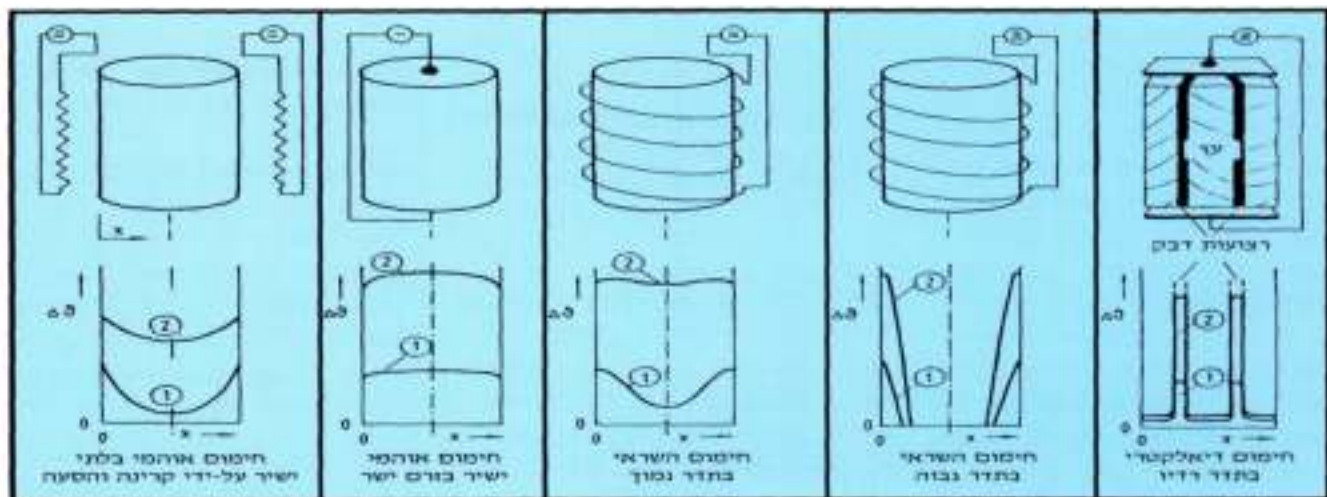
חופש פעולה נרחב בכל הקשור לתנאי הלחץ והאטמוספירה שבהם מתבצע התהליך:

החימום באמצעות דלקים מבוסס על בעירה, אשר דורשת חמצן ואשר הרכב האוויר ולחץ האוויר הינם משתנים קריטיים עבורה, ומחייבים משום כך בקרה מיוחדת לעומת זאת, השימוש בחשמל, אפשרי בכל תנאי לחץ והרכב אוויר ואף בתנאי ריק (Vacuum).

בנוסף לתכונות הטכניות האמורות, נודעים לטכנולוגיות החשמליות יתרונות כלכליים רבים על פני הטכנולוגיות הדלקיות. כמו כן החשמל הינו אנרגיה נקייה, הפוטרת את המשתמש מדאגה לאיכות הסביבה ומשרה אווירה נוחה ונעימה בעבודה.



איור 1
צפיפות מעבר חום של טכנולוגיות חימום חשמליות



איור 2
פיזור הטמפרטורה בטכנולוגיות חימום חשמליות שונות, עבור שתי רמות חימום.



חימום אהמי (RESISTANCE HEATING)

לשעה), והמוצר הוא דק וארוך, (כאשר קוטר המוצר קטן מ-40 מ"מ לערך), והחימום ההשראי מחייב שימוש בציוד בעל תדר גבוה, שמחירו גבוה יחסית. מכאן, שבמקרים אלה, אין לחימום זה עדיפות כלכלית או טכנית על פני חימום אהמי ישיר.

חימום אהמי ישיר מיושם בהרחבה בתעשיית הזכוכית, ולאחרונה גם לחימום מהיר ואחיד של מזון נוזלי משומר (חלב, מרק, ירקות וכו').

חימום אהמי ישיר מיושם גם לריתוך במגוון רחב של סגסוגות ורכיבים. הוא משמש בהרחבה לריתוך התפר של שפופרות וצינורות פלדה. צורת השימוש המקובלת ביותר היא בזרם חילופין חד מפעמי בתדר הרשת, כאשר האלקטרודה של הריתוך מובאת לקרבת האזור המיועד לריתוך.

חימום אהמי בלתי ישיר מיושם בעיקר לטיפול תרמי, לחישול מתכות ולייצור של חצאי מוליכים בתעשיית האלקטרוניקה. כמו כן, הוא מיושם בהרחבה בתעשיית הזכוכית והקרמיקה, בהתכת מתכות בבתי יציקה קטנים ובמעבדות. השימושים האופייניים שלו בתהליכים בעלי טמפרטורה נמוכה הם באפייה ובבישול מזון, בציפוי מתכות, בחימום נוזלים שונים בתעשיות שונות. לרבות בתעשייה הכימית ועוד.

נתונים טכניים

מערכות לחמום אהמי ישיר, המשווקות באופן מסחרי במגוון רחב מאד של גדלים פיסיים. הן מפעלות בתחומי טמפרטורה של 100-2000 מעלות צלסיוס ובהספקים עד ל-75 מג'יט לערך.

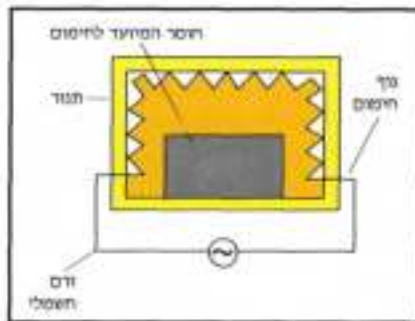
הנצילות הגבוהה של חימום אהמי ישיר מביאה לצריכת אנרגיה סגולית נמוכה יחסית. בהתכת זכוכית מותכת, מ-0.8 עד 1.2 קוטייש (קילוואט-שעה) לטונה אחד. בחימום מוטות פלדה - 280 קוטייש לטונה פלדה כדי להשיג 1250°C במשך 70 דקות; בחימום בטון - 0.7 קוטייש למטר מעוקב למעלת צלסיוס אחת.

בנוסף לכך מאפשר החימום האהמי הישיר: חימום והתכה מהירים, הפעלה

ויסות הזרם נעשה בקלות, על-ידי שינוי יחס הכריכות של השנאי כדי שהחימום יהיה יעיל, חייבת התנגדותו החשמלית של החומר להיות גבוהה יחסית, כמו במקרה של פלדה וזכוכית (בניגוד לאלומיניום ונחושת). במגע אהמי טוב בין האלקטרודות והחומר, מתקבל חימום מהיר ואחיד. נצילות חימום גבוהה יחסית, עד כדי 95 אחוזים מתקבלת במעל בתעשיית.

חימום אהמי בלתי ישיר

מתבצע בתוך תנורי חימום כבדים, המבודדים תרמית מהסביבה. גופי החימום המקובלים ביותר בתנורים אלו הם: מוטות מתכת, חוטי מתכת, גופי מתכת סיליקון או מוטות פחם. הבידוד התרמי עשוי בדרך כלל מלבנים עמידות בפני טמפרטורה גבוהה, מצמר סלעים, מסיבי זכוכית, או מסיבים קרמיים המרפדים את התנור. (איורים 4 ו-5).



איור 4
סכימה עקרונית של תנור חימום אהמי בלתי ישיר

האטמוספירה בחלל התנור, מסביב החומר המחומם, יכולה להיות אוויר, גז אציל או ריקנות (ואקום בלעז), בהתאם לדרישות החומר.

תחומי היישום

חימום אהמי ישיר מיושם בתעשייה מזה עשרות בשנים. החימום הישיר משמש להעלאת הטמפרטורה של מוטות ומטילי פלדה למטרות חישול, עירגול ומשיכה. התהליך הינו תחליף יעיל לחימום השראי במקרים שבהם קצב הייצור נמוך יחסית (מרות ממונה אחת

חימום אהמי הוא הצורה הפשוטה והותיקה ביותר של חימום חשמלי המיושם בתהליכים תעשייתיים רבים, בשני אופנים:

חימום אהמי ישיר

(Direct Resistance Heating)

נוצר כתוצאה ממעבר ישיר של זרם חשמלי בתוך החומר המיועד להתחמם. שיטה זו מכונה גם חימום באמצעות זרימה ישירה של זרם חשמלי.

חימום אהמי בלתי ישיר

(Indirect Resistance Heating)

נוצר באמצעות גוף חימום חשמלי-נגד, המעביר חום לחומר המיועד להתחמם על-ידי קרינה (Radiation) והסעה (Convection).

החום הנוצר בחומר מבוטא לפי הנוסחה:

$$H = R I^2 T$$

כאשר:

H - החום הנוצר

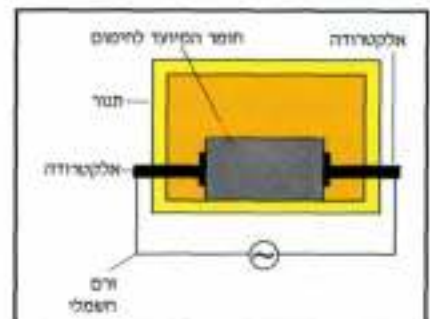
R - ההתנגדות החשמלית של החומר

I - הזרם החשמלי שעובר דרך החומר

T - משך הזמן שהזרם זורם בחומר

חימום אהמי ישיר

הזרם החשמלי הוא בדרך כלל זרם חילופין בתדירות הרשת. החימום מיושם לרוב באמצעות זוג אלקטרודות, היוצרות מגע אהמי עם החומר (איור 3). האלקטרודות מחוברות לליפוף משני של שנאי מוריד מתח.



איור 3
חימום אהמי ישיר



בשנים, מוגבלות האפשרויות למחקר ולפיתוח משמעותי נספך בגנזא זה. שינויים טכנולוגיים העשויים לשפר במידה משמעותית את נצילותם של תנורים קיימים ואת הגברת השימוש בהם, לא נראים באופק. השיפור המשמעותי ביותר שחל בשני העשורים האחרונים במבנה של תנורי חימום אוהמיים, הוא בהחלפת לבני הבידוד בסיבי בידוד קרמיים, בעלי מסה תרמית נמוכה. שינוי זה הביא להגדלת הנצילות של התנור בהפעלה מחזורית תדירה, על ידי קיצור משך הזמן לחימום הראשוני, ובהתאם גם של זמן קירור התנור (Warm Up & cool down tim).

השיפור שחל בשנים האחרונות במרכיבים של גופי החימום, איפשר אומנם את עבודת התנורים בטמפרטורות גבוהות יותר והגמיש את תנאי הפעלתם באטמוספירה גזית, אך דבר זה לא הביא להגברת השימוש בתנורים אלו בתעשייה.

אחד הנושאים שבהם יכולה לבוא לידי ביטוי תרומת המחקר והפיתוח הוא בחימום אוהמי ישיר של מוטות וקורות מתכת, למטרת משיכה. הבעיה במקרה זה היא יצירת מגע חשמלי טוב יותר בין האלקטרודות לבין המוט הנע ביניהן, כדי למנוע את יצירתה של קשת חשמלית. קשת חשמלית פוגמת באיכות המוצר ומקטינה את משך חי האלקטרודות ואת נצילות החימום. השיפור בחומרים מהם מיוצרות האלקטרודות ובצורתן, יכול להביא לעידוד השימוש בחימום האוהמי, מתחליף לחימום דלקי ולחימום השראי בתדר גבוה.

סיכום

חימום אוהמי הינו טכנולוגיה פשוטה וידועה היטב, המיושמת בהיקפים שונים בתעשיות שונות, מזה עשרות בשנים. לחימום האוהמי עדיפות טכנית ברורה על פני חימום בדלקים. עדיפותו הכלכלית תלויה בעיקר במער המחירים בין אנרגיה חשמלית לאנרגיית דלקים. לא צפויה התפתחות משמעותית בטכנולוגיה זו בעתיד הנראה לעין.

להבהרות נוספות ואפשרויות לישום השיטה במתקני צרכנים, ניתן לפנות למערכת "התקע המצדיע".



איור 5
תנור תעשייתי לחימום אוהמי בלתי ישיר

אחיד, והטמפרטורה ניתנת לבקרה מדויקת.

היבטים טכנו-כלכליים

לחימום אוהמי (ישיר ובלתי ישיר) מספר יתרונות על פני צורות חימום אחרות. בנוסף להיות המערכת והשיטה פשוטים, אמינים וקלים להפעלה ולבקרה, הוצאות ההון והתחזוקה של המערכת נמוכות יחסית, נצילותה האנרגטית גבוהה ונשמרת לאורך זמן. בהשוואה לחימום דלקי (בדרך כלל גז), הפסולת שנובעת מהישנות הביצוע (repeatable performance), נמוכה יותר ולא נוצר חומר לוואי עקב הבעירה. פעולת החימום שקטה, נקיה ואינה גורמת למטרדים בסביבת העבודה. ברוב המקרים, החימום האוהמי מיושם עבור קצב ייצור נמוך יחסית, עד טונה אחת לשעה.

מקובלות הטכנולוגיה

השימוש בחימום אוהמי ישיר לעיבוד מתכות, הולך אמנם וגובר, אך הוא עדיין מוגבל בתעשיית המזון הנוזלי המשומר הוא מיושם רק בשנים האחרונות.

החימום האוהמי הבלתי ישיר נפוץ בעיקר בתעשייה. בארה"ב, כשליש מתנורי החימום בתעשייה הם מסוג אוהמי ישיר ושני השלישים האחרים הם תנורים מוסקיים בנ.

מחקר ופיתוח

בהיות החימום האוהמי (הישיר והבלתי ישיר), הצורה הפשוטה ביותר של חימום חשמלי, ובהיותה בשימוש מזה עשרות

גמישה ועבודה בצפיפות אנרגיה גבוה. נצילות האנרגיה האופיינית לתנורי חימום בלתי ישירים רציפים היא בין - 60 ל-70 אחוזים, ולתנורי חימום לא רציפים (חימום מנתי או חימום בתבילה) - 85 אחוזים.

היתרונות העיקריים של תנורי חימום בלתי ישירים על-פני תנורים דלקיים (בעיקר גז) הינם:

- התנורים פשוטים ותחרותיים מבחינת השקעת הון.
- התנורים פועלים בנצילות גבוהה.
- גמישות רבה מאוד בשימוש לאור בקרת טמפרטורה אוטומטית.
- ניתן להתאים את התנורים למגוון רחב מאוד של יישומים תעשייתיים.
- התנורים פועלים בטווחים רחבים של תנאי אטמוספירה שונים.
- ניתן להשיג גופי חימום לתנורים במגוון רחב של צורות.
- ההספק הסגולי (הספק למטר רבוע של פני התנור) של התנור עם גופי חימום מתכתיים הינו 15-25 ק"ט ועם גופי חימום לא מתכתיים 50-70 ק"ט.

אמינות

חימום אוהמי - ישיר ובלתי ישיר - הוא הצורה הישנה והפשוטה ביותר של חימום חשמלי, המיושם בתהליכים תעשייתיים מזה עשרות שנים.

הטכנולוגיה פשוטה ואמינה מאד. פיזור החום בחומר המיועד לחימום הינו די



הסברה לציבור הרחב על עלות השימוש במכשירי חשמל ביתיים

מהנדסת סימינה ברטשניידר

מסע ההסברה שקיימה חברת החשמל לא מכבר נועד להבהיר לציבור הרחב פרטים באשר לעלותה של צריכת החשמל הנובעת משימוש במכשירים ביתיים נפוצים. הכרת ההספק, הצריכה ועלות החשמל לשימושים השונים הינם תנאי לצריכה יעילה ולהפקת מלוא התועלת מן האנרגיה החשמלית וניצול המכשירים החשמליים להגברת ההנאה והנוחות, תוך הימנעות מבזבז ומחוצאות מיותרות. אנו מוצאים לנכון להביא כאן את החומר המפורט, אשר שימש בסיס למסע ההסברה, שהרי קוראי "התקע המצדיע" מהווים צינור תקשורת מקצועי חשוב בין חברת החשמל לבין לקוחותיה.

מהתוצאה המתקבלת על פי הנוסחה, דלציל.

עלות השימוש במכשיר

בחישוב עלויות השימוש במכשיר כלשהו, נהוג לייחס את העלות לטרק זמן מוגדר (למשל: עלות שעת הפעלה של מזגן אוויר) או לביצוע פעולה אחת (למשל, עלות הפעלתה של מכונת כביסה בקיבולת מלאה בתוכנית עם הרתחה). כדי לחשב את עלות השימוש במכשיר כלשהו, חייבים לדעת את צריכת החשמל הצפויה של המכשיר בעת השימוש המוגדר, ואת המחיר העדכני של יחידת הצריכה (קו"ש). כדי לחשב את עלות השימוש במכשיר, עלינו להכפיל את הצריכה הצפויה במחיר של יחידת הצריכה.

עלות השימוש (ש"ח) = צריכה (קו"ש) X X מחיר יחידת הצריכה (ש"ח/קו"ש)

מחיר החשמל מתעדכן מדי פעם (בדרך כלל בעקבות השינוי במחירי הדלקים הנדרשים לייצור החשמל או לאחר שינויים בעלויות מרכיבי התעריף האחרים). בעקבות עליית התעריף משתנה גם עלות השימוש במכשירי החשמל השונים. מחיר החשמל העדכני נתון בחשבון החשמל האחרון. כמו כן מתפרסמים המחירים החדשים בעתונות, עם עדכונים.

מכאן, כל מה שנותר הוא להכפיל את המחיר העדכני בצריכה הצפויה של המכשיר. לצורך זה אפשר להעזר בנתונים המופיעים בטבלת צריכת החשמל של מכשירי חשמל ביתיים שונים שבחמשך.

מושגי יסוד

ההספק החשמלי

ההספק מבטא את יכולתו של מכשיר חשמלי לבצע את הפעולה לה נועד: חימום, קירור, תאורה, הנעה או כל פעולה אחרת. ההספק נמדד בוואט (W) או בקילוואט (kW).

1 קילוואט = 1000 וואט

על כל מכשיר מוטבעת תווית קטנה ובה נתונים טכניים שונים וביניהם ההספק של המכשיר.

צריכת החשמל

צריכת החשמל היא כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת לניצול היכולת של המכשיר הלכה למעשה. הצריכה נמדדת על-ידי המונה החשמלי ביחידות מידה הנקראות קילוואט-שעה (קו"ש), והיא תלויה בהספק של המכשיר ובמשך זמן הפעלתו. כדי לחשב את צריכת החשמל של המכשיר עלינו להכפיל את ההספק במשך זמן הפעלתו. לחישוב הצריכה ביחידות של קילוואט-שעה נכפיל את ההספק (בקילוואט) במספר שעות הפעולה.

צריכה (קו"ש) = הספק (קו"ש) X X זמן (שעות)

ראוי לזכור כי במכשירים אחידים (כמו דוד חשמל לחימום מים), שבהם קיים תרמוסטט המנווטים את הפעולה, מופעלת או מופסקת פעולת המכשיר לסירוגין על-ידי התרמוסטט. במכשירים כאלה עשויה צריכת החשמל להיות קטנה יותר

מבוא

האנרגיה היחידה שמסוגלת "לעשות" את הכל בבית היא החשמל. החשמל משמש לתאורה ולהפעלת המכשירים הביתיים השונים, בנחוצות מרכזית, ללא גרימת עשן ולכלוך בבית ובסביבתו. יתרושתיו אלה תרמו לשימוש נובר והולך בחשמל במשקי הבית, על חשבון שימוש במקורות אנרגיה אחרים.

גם מהיבט הנמישות בשימוש ותחום היישומים הרחב אין לחשמל מתחרים, בהשוואה לסוגי האנרגיה והדלקים האחרים.

אשר לעלות החשמל, מחיר החשמל לצריכה ביתית בישראל זול מאשר במרבית מדינות אירופה. המידע שלהלן מיועד לסייע בחישוב עלות ההפעלה של מכשירי החשמל הביתיים הנפוצים ולאזכר את הנורמים העיקריים המשפיעים על עלות הפעלה.

יש להדגיש, שעלות השימוש המלאה במכשירי החשמל צריכה לכלול, בנוסף לעלות החשמל, גם את עלות אחזקת המכשירים, עלות חומרי העזר (למשל אבקת הכביסה והמים במכונת הכביסה) ועוד. אין אנו מתייחסים כאן למרכיבי העלות האחרים אלא לעלות החשמל הנצרך להפעלת המכשירים בלבד, ובכל מקום בו אזכר עלות השימוש, הכוונה היא אך ורק לעלות החשמל בלבד.

סי' ברטשניידר - המחלקה ליישול הצריכה, אגף השיווק והצרכנות, חברת החשמל



גורמים המשפיעים על צריכת החשמל של המכשירים

כאמור, מוכתבת עלות השימוש במכשירי החשמל על-ידי צריכת החשמל של המכשירים. הכרת הגורמים העיקריים המשפיעים על צריכת החשמל של המכשירים מאפשרת, בסיכומו של דבר, הבנה טובה יותר של טובה התשלום המופיע בחשבון החשמל.

קירור והקפאת מזון

צריכת החשמל של מקררים ומקפיאים משתנה מאד מסוג אחד של מכשיר למשנהו. ככל שקיבולת המקרר והמקפיא גדולים יותר, כך גדלה צריכת החשמל שלהם. בנוסף לכך, מושפעת צריכת החשמל של מכשירים אלה מרמת הבידוד התרמי בדפנות המכשיר, מרמת האיטום של הדלתות, מכמות המזון המאוחסנת במכשיר, מרמת הקירור הנדרשת בהתאם לכיוונון התרמוסטט, מתדירות וממשך פתיחת הדלתות, מהטמפרטורה ומהלחות היחסית של החדר שבו נמצא המקרר ועוד.

הערכים המופיעים בטבלה מתייחסים למקררים רגילים שקיבולם מ-170 עד 330 ליטר, "אוטומטיים" שקיבולם מ-90 עד 450 ליטר, למקררים ללא הצטברות קרח (NO FROST) שקיבולם מ-250 עד 730 ליטר, ולמקפיאים שקיבולם מ-110 עד 370 ליטר.

חימום מים

צריכת החשמל של הדוד לחימום מים "בזיל" חשמלי או דוד שמש, כאשר חימום המים הוא באמצעות גוף חימום חשמלי) מושפעת, בעיקר, מהגורמים הבאים:

■ כמות וטמפרטורת המים החמים הנצרכים בדירה.

- הטמפרטורה ההתחלתית של המים הקרים, המתחממים בדוד.
- איכות הבידוד התרמי של הדוד.
- תנאי הסביבה שבה נמצא הדוד.
- כמות האבנית שהצטברה בדוד.
- הרגלי השימוש בדוד ובעיקר משך הזמן שבו המשתמש נוהג להשאיר את מפסק הדוד במצב "מחובר" (ניתן שזמן זה ארוך מן הנדרש לחימום כמות המים הנצרכת בפועל).
- בנוסף לגורמים אלה המשותפים, כאמור, לדודי חשמל ולדודי שמש, חשוב לציין שני גורמים עיקריים שהשפעתם ניכרת

- הפעלת דוד בחורף היא לצורך חימום של 60 ליטר מים ליממה עד למפרטורה של 40 מעלות צלסיוס (צריכת החשמל מוערכת ב-3.2 קוטייש ליממה).
- הפעלת הדוד בעונות המעבר (אביב וסתיו) היא לחימום 50 ליטר מים ליממה עד לטמפרטורה של 40 מעלות צלסיוס (צריכת החשמל מוערכת ב-2.3 קוטייש ליממה).
- הפעלת הדוד בעונת הקיץ היא לחימום 40 ליטר מים ליממה עד לטמפרטורה של 40 מעלות צלסיוס (צריכת החשמל מוערכת

ב-1.6 קוטייש ליממה). קבלת כמויות מים חמים זהות באמצעות דוד שמש, כרוכה בצריכת חשמל גבוהה יותר מזו הנדרשת באמצעות דוד חשמלי. הפרש זה תלוי, בעיקר, במרחק בין הדוד, המותקן על גג הבניין, לבין הדירה עצמה, וברמת הבידוד התרמי של הצנרת המובילה את המים החמים מהדוד לדירה.

אפייה, צלייה ובישול בתנור

צריכת החשמל של תנור אפיה תלוי, בעיקר, בגורמים הבאים:

- כמות וסוגי המאכלים שאותם מכינים בתנור.
- רמת הבידוד התרמי שבדפנות התנור ורמת האיטום של הדלתות.

אופן הפעלת התנור: מספר הפעמים שבו נפתחת הדלת (לבדיקת התבשיל) במהלך האפיה או הבישול, משך הזמן ורמת החימום המקדים לפני הכנסת המאכלים לתא האפיה ועוד.

הנתונים של צריכת החשמל לאפייה ולצלייה המופיעים בטבלה, מתבססים על נתוני הצריכה המפורטים להלן, שנלקחו מתוך פרסומים זרים:

- * אפיית עוגיות - כ-1.5 קוטייש.
- * אפיית עוגה - כ-1.7 קוטייש.
- * הכנת מאפה - כ-1.9 קוטייש.
- * צליית בשר - כ-2.2 קוטייש.



- במיוחד, כאשר מדובר בדודי שמש.
 - רמת הבידוד התרמי של צנרת המים החמים.
 - אורך צנרת המים החמים.
- כמו כן ראוי לייחס חשיבות לתחזוקה, ובמיוחד לניקיון פניהם של קולטי השמש. הערכים שמופיעים בטבלה מתייחסים לצריכת החשמל לחימום מים באמצעות דוד חשמלי ("בזיל"). ערכים אלה מתבססים על הנחות ותחשיבים שלפיהם:



חימום חדרים

צריכת החשמל לחימום חדרים באמצעות מזגני אוויר, קטנה בהרבה מזו הנדרשת לחימום באמצעות תנורי חשמל. הסיבה לכך היא בעיקרון הפעולה הייחודי של מזגן האוויר.

רוב מזגני האוויר ותנורי החימום מצוידים בתרמוסטט המפסיק את פעולת המכשיר כאשר הטמפרטורה בחדר מגיעה לרמה הנדרשת. מכאן, שקשה מאד לציין מהי צריכת החשמל לשעת עבודה של מזגן או תנור בהספק נתון מבלי לדעת כמה דקות "נטו" פעל המכשיר. אם נניח שהמזגן או התנור פועלים שעה אחת ברציפות, מבלי שהתרמוסטט ינתק אותם, תהיה צריכת החשמל תלויה אך ורק בהספקו של המכשיר.

בטבלת הצריכה מובאת צריכתו של מזגן אוויר, הפועל שעה אחת ברציפות, במחזור חימום. נתוני הצריכה מתייחסים למזגן חלון, שהספקו כ-0.8 ק"ט והמתאים לחימום חדר שינה ממוצע. כדי להגיע לרמה דומה של חימום בחדר באמצעות תנור חימום חשמלי נדרשת הפעלה של תנור בהספק של 2 ק"ט.

עלות הפעלתם של המכשירים לחימום חדרים לאורך זמן (יממה, שבוע, חודש), מושפעת בעיקר מהגורמים הבאים:

- יעילותם של מכשירי החימום.
- נפח החדרים שאותם רוצים לחמם.
- תנאי האקלים באזור שבו שוכנת הדירה.
- מספר השעות שבהן נדרש החימום.
- הטמפרטורה הנדרשת בחדרים המחוממים.
- רמת הבידוד של הקירות החיצוניים, של התקרה ושל הרצפה ורמת האיטום של החלונות והדלתות.
- הרגלי האווורור של החדרים המחוממים.

קירור חדרים

הגורמים העיקריים המשפיעים על צריכת החשמל לקירור חדרים לאורך זמן, זהים ברובם לאלה שהוזכרו לגבי חימום חדרים. לאלה יש להוסיף את רמת ההצללה (מידת החשיפה של החדר לקרינת השמש הישירה) בחדרים הממוזגים.

בטבלה מופיעים נתוני צריכת החשמל של מזגן אוויר, שהספקו כ-1 ק"ט, המתאים

לקירור חדר שינה בגודל ממוצע, כאשר המזגן פועל באופן רצוף (ללא הניתוק על-ידי התרמוסטט).

דוגמה נוספת, אשר נתונה אינם מופיעים בטבלה, היא צריכת החשמל של מזגן ממוצע, המכונה לעיתים "2.5 כוח סוס". מזגן זה יצורך במהלך שעה של פעולה רצופה 2.8 קו"ט/ש.

כביסה

צריכת החשמל של מכונות כביסה תלויה בעיקר בתוכנית הפעלה של המכונה, בכמות הכביסה, בטמפרטורת מי-הרשת, בחומרי הניקוי (קיימים כיום חומרי ניקוי המאפשרים לכבס את הכביסה במים בעלי טמפרטורה נמוכה מכפי שהיה מקובל בעבר), ובמכונה עצמה (בדרך כלל מכונות הכביסה החדשות הן חסכוניות יותר ומאפשרות מינוון גדול יותר של תוכניות).

בטבלה מוצגים נתוני צריכת החשמל המתבססים על פרסומים מגרמניה, והם מתייחסים לשני מקרים כדלהלן:

- הפעלת המכונה עם 4-5 ק"ג כבסים בתוכנית "עם הרתחה" (95 מעלות צלסיוס) - הצריכה היא 3.0 קו"ט/ש.
- הפעלת המכונה עם 4-5 ק"ג כבסים בתוכנית לכביסה "רגילה" (60 מעלות צלסיוס) - הצריכה היא 1.4 קו"ט/ש.

ייבוש כביסה

צריכת החשמל של מייבש כביסה בעל הספק נתון, מושפעת ממשך ההפעלה של המייבש, מכמות הכבסים בייבוש ומכמות המים שנספגו בכבסים (מידת הלחות הנשארת לאחר הסחיטה במכונת הכביסה), וכן מטמפרטורת האוויר שנשאב מבחוץ אל תוך המייבש. בטבלה מובאים ערכים של צריכת החשמל לייבוש כביסה, שמקורם בפרסומים מגרמניה.

הדחת כלים

צריכת החשמל של מדחיי הכלים משתנה בעיקר בהתאם לגודל המדחיי, לתוכניות הפעלה, לכמות הכלים להדחה, ולטמפרטורת מי הרשת.

הערכים של צריכת החשמל להדחת כלים המופיעים בטבלה, נכונים עבור תוכניות הדחה רגילות והם לקוחים מתוך פרסומים מגרמניה.

ההגדרה "מדחיי קטן" מתייחסת למדחיי

המיועד להדחת 6-8 מערכות כלים. ההגדרה "מדחיי גדול" מתייחסת למדחיי המיועד להדחת 12-14 מערכות כלים.

תאורה

בדירות מגורים נהוג, בדרך כלל, להפעיל מספר נופי תאורה, כאשר בכל אחד מהם מורכבת נורה אחת או יותר. צריכת החשמל של כל אחת מהנורות היא, כמובן, מכפלה של הספק הנורה במשך הזמן שבו היא סופעלת.

חשוב לציין, שכאשר אנו נדרשים להעריך את צריכת החשמל של תאורה פלואורסצנטית, יש להתחשב לא רק בצריכת החשמל של הנורה עצמה, אלא גם בצריכת החשמל של ציוד העזר הנילווה, שבלעדיו אין הנורה פועלת. הנתונים המופיעים בטבלה מתייחסים להפעלת סוגים שונים של נורות במשך שעה אחת לפי הפרוט הבא.

נורות ליבון

■ הערך הנמוך מתייחס לנורה שהספקה 25 וואט, הערך הגבוה - לנורה שהספקה 150 וואט.

נורות פלואורסצנט רגילות

■ הערך הנמוך מתייחס לנורה בהספק 15 וואט עם ציוד עזר בהספק של 8 וואט (סה"כ כ-23 וואט) והערך הגבוה - לנורה בהספק של 36 וואט עם ציוד עזר של 10 וואט (סה"כ 46 וואט).

נורות פלואורסצנט קומפקטיות

■ הערך הנמוך מתייחס לנורה בהספק של 7 וואט עם ציוד עזר בהספק של 5 וואט (סה"כ 12 וואט) והערך הגבוה לנורה בהספק 13 וואט עם ציוד עזר של 8 וואט (סה"כ 21 וואט).

נורות הלוגן רגילות

■ הערך הנמוך מתייחס לנורה בהספק של 100 וואט, הערך הגבוה - לנורה בהספק של 500 וואט.

נורות הלוגן קטנות

■ נורות אלה מונות באמצעות שנאי, והערכים המופיעים בטבלה כוללים גם את צריכת החשמל של השנאים. הערך הנמוך מתייחס לנורה בהספק 10 וואט עם שנאי בהספק 8 וואט (סה"כ 18 וואט), והערך הגבוה - לנורה בהספק 50 וואט עם שנאי בהספק 12 וואט (סה"כ 62 וואט).

שימושים אחרים

קיים מינוון רחב של מכשירי בית נוספים



מאפה, למשל). הערכים שבטבלה מתייחסים להספקי מכשירים בתחום שבין 460 לבין 1800 וואט.

- **טלויזיה, מכשיר וידאו, מערכת סטריאו, מחשב אישי** - כאשר כל אחד ממכשירים אלה פועל באופן רצוף במהלך שעה אחת. תחום הערכים המופיעים בטבלה נגזר, למעשה, מהספק המכשירים האמורים.
- **מייבש שיער**, המופעל לפעולת ייבוש הנמשכת 10 דקות. הערכים שבטבלה מתייחסים להספקי

- **שואב אבק**, כאשר הוא מופעל 10 דקות. הערכים שבטבלה מתייחסים להספקי מכשירים בתחום שבין 800 לבין 1200 וואט.
- **מגהץ**, כאשר הוא מופעל למשך 45 דקות, לגיהוץ של כ- 2 ק"ג כבסים יבשים, מאריגי כותנה.
- **מעבד מזון**, כאשר הוא מופעל 15 דקות. הערכים שבטבלה מתייחסים להספקי מכשירים בתחום שבין 200 לבין 700 וואט.
- **תא צליה (Toaster Oven)**, כאשר הוא מופעל למשך 15 דקות (לחימום

- ובחלק מהם בחרנו להתייחס בטבלה:
- **כיריים חשמליים**, כאשר הם מופעלים להכנת תבשיל המכיל 1 ק"ג בשר בקר עם ירקות במשך 50 דקות בסיר לחץ.
- **מכשיר מיקרו-גל**, כאשר הוא פועל 2 דקות לחימום מנה אחת של אוכל. הערכים שבטבלה מתייחסים להספקי המכשירים בתחום שבין 800 לבין 1500 וואט.
- **קומקום חשמלי**, שהספקו 2.2 קו"ט, כאשר הוא מופעל להרתחת 5 כוסות של מים.

צריכת החשמל של מכשירי חשמל ביתיים

צריכת החשמל	סוג המכשיר	סוג השימוש
קוטי"ש/יממה 2.2 - 1.0 קוטי"ש/יממה 2.9 - 0.8 קוטי"ש/יממה 6.6 - 2.7	מקרר "רגיל" מקרר "אוטמטי" מקרר ללא הצטברות קרח (NO FROST)	קירור מזון
קוטי"ש/יממה 4.5 - 1.0	מקפיא	הקפאת מזון
קוטי"ש/יממה 3.2 - 1.6	דוד חשמלי ("בוילר")	חימום מים
קוטי"ש/פעולה 2.2 - 1.5	תנור בישול, צלייה ואפיה	אפייה
קוטי"ש/שעה 2.0 קוטי"ש/שעה 0.8	תנור הסקה חשמלי מזג אוויר	חימום חדרים
קוטי"ש/שעה 1.0	מזג אוויר	קירור חדרים
קוטי"ש/פעולה 3.0 - 1.4	מכונת כביסה	כביסה
קוטי"ש/פעולה 3.7 - 2.7	מייבש כביסה	ייבוש כביסה
קוטי"ש/פעולה 1.4 - 1.0 קוטי"ש/פעולה 2.2 - 1.5	מדיח כלים קטן מדיח כלים גדול	הדחת כלים
קוטי"ש/שעה 0.15 - 0.025 קוטי"ש/שעה 0.046 - 0.023 קוטי"ש/שעה 0.021 - 0.012 קוטי"ש/שעה 0.5 - 0.1 קוטי"ש/שעה 0.062 - 0.018	נורת ליבון נורת פלואורסצנט רגילה נורת פלואורסצנט קומפקטית נורת הלוגן רגילה נורת הלוגן עם שנאי	תאורה
קוטי"ש/פעולה 0.75 קוטי"ש/פעולה 0.05 - 0.03 קוטי"ש/פעולה 0.1 קוטי"ש/פעולה 0.2 - 0.13 קוטי"ש/פעולה 0.3 קוטי"ש/פעולה 0.2 - 0.05 קוטי"ש/פעולה 0.45 - 0.12 קוטי"ש/פעולה 0.15 - 0.04 קוטי"ש/שעה 0.08 - 0.03 קוטי"ש/שעה 0.15 - 0.03 קוטי"ש/שעה 0.15 - 0.11 קוטי"ש/פעולה 0.2 - 0.06 קוטי"ש/פעולה 0.18 - 0.05	בישול על כיריים חשמליים מכשיר מיקרו גל קומקום חשמלי שואב אבק מגהץ מעבד מזון תא צליה (Toaster Oven) טלויזיה מכשיר וידאו מערכת סטריאו מחשב אישי מייבש שיער סדין חשמלי	שימושים אחרים



מערכת להסבת מוני חשמל למניה בתעו"ז עם הצגת עלות הצריכה

נדעון הדרי

מספר גדל והולך של צרכני חשמל משלמים עבור צריכת החשמל שלהם על-פי שיטת התעו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה). תעריף זה מאפשר לחייב את הצרכן בעלויות הכלכליות האמיתיות של החשמל שהוא צורך, ואשר משתנות בהתאם לעונות השנה, ימי השבוע ושעות היממה. עקב המחיר הגבוה יחסית של מוני התעו"ז המשוכללים, הוחל התעריף בינתיים רק על צרכני חשמל גדולים, שצריכתם השנתית גדולה מ-300 אלף קו"ט"ש, אם כי בעתיד יצורפו צרכנים שצריכתם נמוכה מזו. אולם לחלק גדול מצרכני תעו"ז, מחוברים "צרכני משנה" אשר יכול להיות עניין למדוד ואולי אף לחייב אותם על צריכת החשמל היחסית שלהם (למשל: בתי החברים בקיבוצים). כדי לאפשר הקצאת משאבים נכונה יותר וצריכת חשמל יעילה ונכונה. פיתחו יזמים וחברות לצורך זה מוני תעו"ז זולים יחסית, אשר מתאימים למטרה של מניית הצריכה של צרכני משנה.

ב"התקע המצדיע" 48 (אוגוסט 1991) התפרסמה כתבה על אחת השיטות למניה כזו. עתה אנו מביאים פרטים על מונה מסוג אחר, המשמש לאותה מטרה, מערכת ה-MTPM (Multi Tariff Power Module).



איור 1
מערכת ה-MTPM

המערכת במסטר עבודה הרצוי למפעיל הצרכן הראשי. בדרך זו מפיק הבקר אותות פיקוד, המשודדים על גבי כבלי הפיקוד. אלה מפעילים מעגנים בלוח החשמל של הצרכן ושולטים בסידרת עומסים שנבחרו מראש. היקף הציד המותקן, תלוי כמובן בדרישות ניהול העומס, במורכבות מסטר התפעול ובמידת הנכונות להשקעה על פי חישובי עלות - תועלת.

שיטת הפעולה

שיטת הפעולה מבוססת על הסבת מוני החשמל של הצרכנים הסופיים (יחידות משנה, חברי קיבוץ וכד') למונים שקליים. דהיינו: המונה הישן מציג על לוח הסמרות את עלות החשמל שנצרך **בשקלים**, תוך התחשבות בלוח השעות (מש"בים - מקבצי שעות ביקוש) ומחירי התעו"ז בהם.

תועלת ויתרונות ה-MTPM

מערכת ה-MTPM מאפשרת:

- מידע ואפשרויות לחיוב צרכני המשנה בעלות החשמל האמיתית, הוזה לעלות בה מחוייב הצרכן הראשי על-ידי חברת החשמל.
- עידוד המשתמש להסיט צריכה למש"בים הזולים, דבר שהינו כדאי לכולם.
- הסתת צריכה המנמיכה את שיאי הביקוש לחשמל ומקטינה או דוחה את הצורך בהשקעות בהגדלת חיבור ובהרחבת רשת החשמל המקומית. (ראה איור1).

מערכת ה-MTPM

המערכת המוצגת הינה בעלת יכולת לניהול עומס (הסטה ו/או השלה) בהתאם למסטר שנקבע מראש, על פי קריטריונים של עלות תעו"ז ונחות הצרכן.

MTPM היא מערכת המיועדת לצרכן חשמל בתעו"ז, אשר מספק חשמל ליחידות משנה ומעוניין למדוד או לתקצב אותן בעלות האמיתית על פי תעו"ז של החשמל הניצרך על ידן. עם צרכני התעו"ז מסוג זה, נמנים, בין היתר, קיבוצים - המספקים חשמל לבתי החברים, מפעלים - המזינים מספר גדול של מחלקות, בנייני משרדים - המספקים חשמל לשוכרים שונים, בסיסי צה"ל - המזרימים חשמל ליחידות משנה, וכיו"ב.

מטרות המערכת

המערכת מיועדת להסב את המונה האלקטרו-מכני הרגיל (מונה פריס) למונה תעו"ז, ולאפשר את חיוב "הצרכן הסופי" עבור צריכת החשמל שלו על-פי תעו"ז, בהתאם לחיוב שמחייבת חברת החשמל את הצרכן הראשי. נלגול עלויות החשמל "הלוך ושוב" (Back to Back) למשתמש הסופי.

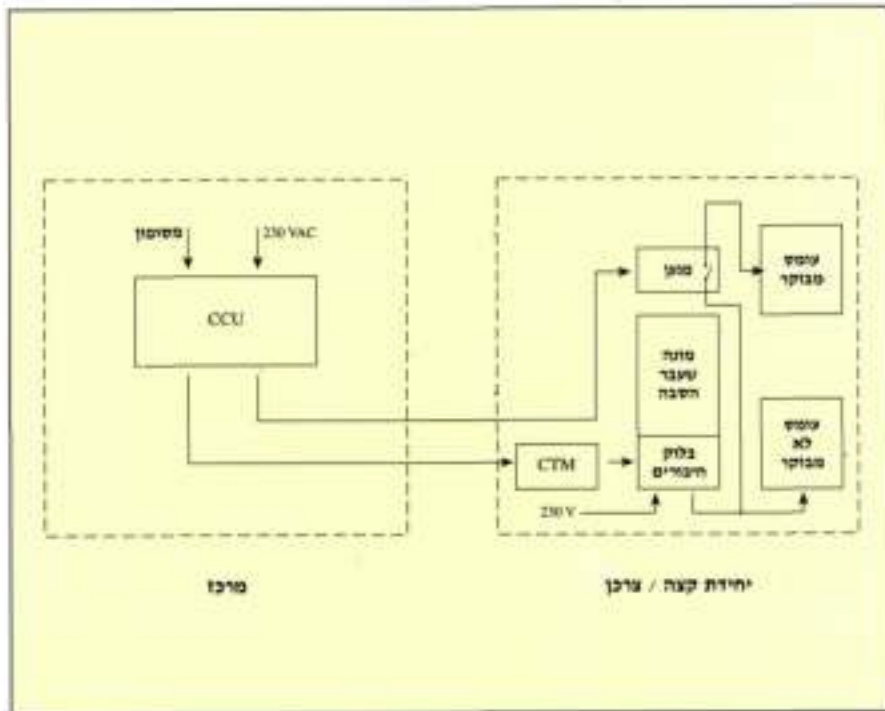
כמו כן, מאפשרת המערכת בקרת אנרגיה וניהול עומס על-ידי תיכנות בקר

ני הדרי - מנכ"ל יתגדת מערכות מני בתעו"ז

מבנה המערכת

המערכת כוללת:

- **בקר תעו"ז מרכזי-CCU**
- **CCU - Central Control Unit**, הכולל:
 - תוכנת לוח שנה, (הכולל שבתות וחגי ישראל, ומחושב לעשר שנים קדימה)
 - אפשרות לעדכון, שוטף של מקבצי שעות הצריכה (מש"בים) למטרת תעו"ז,
 - אפשרות לחישוב התשלום עבור קו"ט"ש במקבצי שעות הצריכה השונים.
- הבקר מנובה בסוללת ליתיום, על מנת להבטיח את שמירת המדדים החשובים בעת הפסקת חשמל. כן נכלל במערכת מסופן להכנסת נתונים.



איור 3
מבנה מערכת MTPM

תלויה במידת ההתאמה של דפוסי ההתנהגות הצרכנית למשטר התעו"ז ובמודעות לצרכנות נבונה ולחסכון בהוצאות. מהנסיון שנרכש בהפעלת המערכת באתרים שונים, נמצא שהמערכת פועלת בצורה אמינה ומספר התקלות אפסי.

החיסכון שהושג בירידת העלות לקוטיש ממוצע וזאת בחישוב מחירים קבועים, מראה על החזר השקעה מהיר - כבר במהלך השנה הראשונה להתקנה.

סיכום

לפנינו יישום של רעיון נוסף לעידוד צרכן החשמל לייעל את הצריכה על ידי הסטת צריכה משעות השיא לשעות השפל. הרווח לצרכן הוא במיתון ההוצאה לצריכת חשמל. הרווח למשק הלאומי טמון בסיוע לחברת החשמל לספק את הביקוש לחשמל בעלות משקית נמוכה יותר ובאמינות גבוהה יותר.

טמפרטורת סביבה: מ- 10°C עד 70°C .
תוכנות: על-ידי המסופון.

יחידת CTM:

מידות: 7X7X3 ס"מ.

משקל: 70 גרם.

חיבורים: שתי כניסות, שתי יציאות (עבור מונה חד-מופעיל) או שש יציאות (עבור מונה תלת-מופעיל).

כבלי פיקוד:

דו גידי 0.8 - 0.5 מ"מ, 48VDC.

יש לציון שהמערכת אמינה, עמידה בפני הפרעות EMI ו-RFI ואינה מוסיפה רעשים או הפרעות לרשת האספקה.

התקנת המערכת ואחזקה

המערכת פשוטה להתקנה ונוחה לטיפול ולאחזקה. ה-MTPM מתאימה לכל סוגי המונים החד-מופעילים והתלת-מופעילים. אין צורך בפתיחת המונה, בכיולו או בהשתלת חיישנים וכיוצא בזה.

עלות וכדאיות של ה-MTPM

עלות המערכת ומחיר התקנתה, תלויים במספר המונים המחוברים ובמורכבות הדרישות לניהול העומס. רמת החיסכון

יחידת קצה פשוטה - CTM

CTM - Control Terminal Module ה-CTM היא קטנת מימדים ומותקנת ליד המונה ה-CTM בטיה לתרגום אות (הסיגנל) שמייצר ה-CCU, למתח המזין את המונה, דרך בלוק החיבורים, והופכו למעשה למונה תעו"ז שקלי. (ראה איור 2).



איור 2
מערכת ה-CTM

מבנה מערכת ה-MTPM מתואר באיור 3.

כבל הפיקוד -

- סיגנל התעו"ז (48 VDC) - חוט דו גידי.
- ניהול עומס - חוט דו גידי.

עקרון הפעולה

בקר המערכת (CCU) מזוין בעזרת המסופון בנתוני תאריך, שעה ותעריפים. תפוקת ה-CCU היא אות (סיגנל) מתח שמשודר על גבי כבל הפיקוד ליחידת הקצה (CTM). משם עובר האות המשובד לבלוק ההדקים של המונה. המונה משנה את אופיו בכך שסיבובי הדיסקים תלויים בשני גורמים: העומס (kwh) והתעריף הרגעי שבתוקף. התוצאה מוצגת בלוח הספרות והיא מהווה את סך העלות השקלית של הצריכה על פי התעו"ז.

מפרט טכני של ה-MTPM

בקר CCU:

מידות: 20X15X10 ס"מ.

משקל: 1800 גרם.

אספקה: 90W, 230V (ו-סוללת גיבוי ליתיום ל-5 שנים).



מאפיינים והיבטים מעשיים בהבטחת איכות של ציוד חשמלי

מהנדס שמעון אפשטיין

התקנים לפיהם מקובל לאשר מערכות איכות של יצרנים הם סידרת התקנים ת"י ISO 9001/2/3. כדי להבין את מהות ההמלצות בתקנים אלה מומלץ לעיין בתקן ת"י ISO 9004 "מערכות איכות - אלמנטים במערכות איכות וניהול איכות-הנחיות".

מטרת מאמר זה היא להדגיש היבטים מעשיים בהבטחת איכות של ציוד חשמלי. זאת לנוכח חריגות לא מעטות באיכות, אשר מתגלות על-אף שהציוד מסופק ממפעלים מאושרים, ויוצר לפי הנחיות אחד התקנים מהסידרה האמורה. המונח "ציוד חשמלי" מתייחס במאמר זה בעיקר לציוד חשמלי תעשייתי, (כגון: מכונות חשמל, ציוד מיתוג, לוחות חשמל וכו') המשמש לתפעול תחנות כוח, תחנות משנה, רשת חלוקה וצרכנים תעשייתיים.

התכנון המפורט, הייצור והבדיקות. בכל תחנת עבודה חייבים לדעת מיהו הלקוח, על מנת להתאים עבורו את תוכנית בקרת האיכות. בתוכנית צריך להזכיר את רכיבי "המוצר", התהליכים וטופסי הבדיקה וכן את הנהלים שלפיהם תיושם התוכנית. באיור 1 מובא כדוגמא תרשים זרימה של אופן הטיפול בהזמנה במחלקת

הערכות מעשית לאיכות

עד בשנת השישים המאוחרות פותחה במפעל מיצובישי ביפן התיאוריה של "היערכות מעשית לאיכות" (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT או בקיצור QFD).

לפי תאוריה זו אמורה הבטחת איכות המוצר/שירות להתבצע בארבע שלבים עיקריים:

- צרכי הלקוח מתורגמים למפרטי תיכון (DESIGN).
 - מפרטי התיכון מועברים למפרטי תיכנון מפורט (PLANNING).
 - נקבעים תהליכי ייצור.
 - נקבעות דרישות הייצור (בדיקות).
- במקרה של ציוד חשמלי שלבים אלה אמורים להיות מיושמים בחמש תחנות העבודה- תכנון, ייצור, אחסנה והתקנה ותפעול. בכל מהתחנות להתבצע תוכנית איכות שתכלול התייחסות לשלב

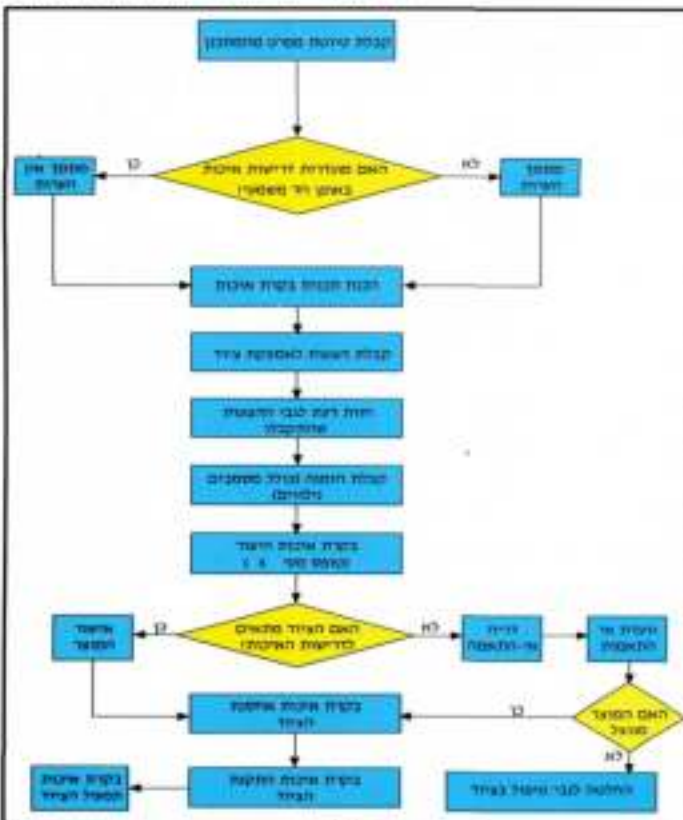
מהי איכות?

בספרות המקצועית קיימות הגדרות שונות למושג "איכות". לא נמנה כאן את כולן, אולם נזכיר אחדות מהן:

- ביצוע נכון בפעם הראשונה.
 - התאמה לדרישות.
 - התאמה לשימוש.
 - איכות היא סך ההפסדים הנגרמים על-ידי המוצר לחברה לאחר משלוחו.
 - איכות היא מכלול האפיונים והתכונות התורמים ליכולתו של מוצר/שירות לעמוד בצרכי הלקוח.
- לא ניכנס כאן לניתוחה של כל אחת מהגדרות אלה, נציין רק שאין בהכרח סתירה ביניהן. במאמר זה נתייחס בעיקר להגדרה האחרונה וזאת משום הדגש על הלקוח. משמעותה של האיכות בעולם התחרותי של היום הינה היענות מירבית לדרישות הלקוח, עם מוצר בעל תכונות נדרשות. התמקדות בלקוח יכולה להביא לקוחות מרוצים, פחות תלונות, הגדלת מכירות והיקף עסקים מוגדל.

מיהו הלקוח?

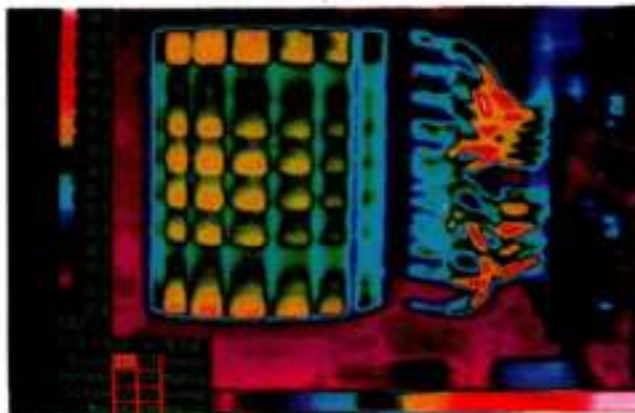
כל גורם המקבל מוצר/ שירות הוא לקוח ואילו מקור המוצר/שירות הוא הספק. כל גורם הוא למעמים ספק ולפעמים לקוח. מתקין הציוד הוא לקוח של המחסנאו וספק של מפעיל הציוד. היצרן הוא לקוח של המתכנן וספק של המחסן וכו'.



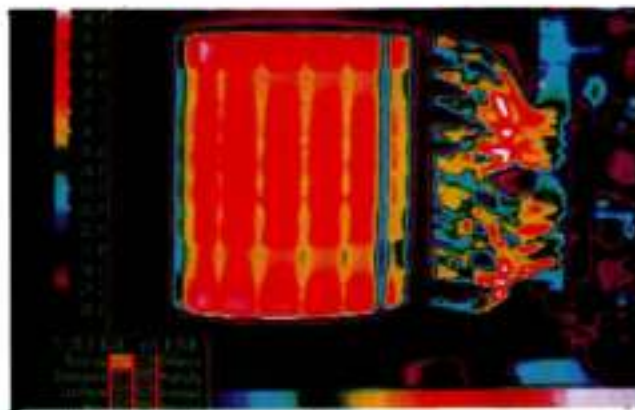
איור 1

תרשים זרימה לנבי אופן הטיפול בהזמנה במחלקת הבטחת איכות במפעל המזמין ציוד חשמלי (לפי נוהל מס'.....)

סי אפשטיין - מחלקת בקרת איכות, יחידות המהנדס הראשי חברת החשמל



איור 2
תמונה תרמוגרפית של שני אחרי 10 דקות של הזרמת זרם



איור 3
תמונה תרמוגרפית של שני אחרי 20 דקות של הזרמת זרם

בדיקות הדגם ובדיקות השגרה. מתבצעות רק במקרים של ייצור סדרות גדולות כגון: במקרה של ייצור מבדדים.

■ בדיקות בשטח:

מתכון מקוצר של בדיקות השיגרה שמטרתן לוודא שהציוד לא נפגם לאחר התקנתו בשטח. במפרט הטכני צריך להגדיר באופן מדויק את הבדיקות התקניות שעל המציע לבצע אין להסתפק באיזכור התקן הרלבנטי מכיון שהתקנים בדרך כלל משאירים מקום להסכמה ולמרימ בין המוכר לקונה.

חשוב לזכור שהבדיקות התקניות מהוות רק חלק מתכנית רצויה של בקרת איכות הציוד. לצורך המחשת נקודה זאת נוכיר שלוש דוגמאות:

דוגמא 1:

בדיקת חימום

התחממות יתרה של ציוד עלולה לגרום להתפתחות תקלה. הבדיקה התיקנית שנועדה לבדוק את התחממות הציוד לפני הפעלתו היא בדיקת חימום המבוצעת בזרם נומינלי.

בדיקת חימום נחשבת לפי התקנים הבינלאומיים לבדיקת דגם המבוצעת בדרך כלל רק על אב-טיפוס של המוצר. לכן עלול להיווצר מצב שבו המוצר המסופק ללקוח סובל מהתחממות יתר, כתוצאה מחוסר אחידות ביצור, למשל בקטע של סגירת ברגים. לכן חשוב מאוד לבצע בדיקת התנגדות תיקנית אשר נחשבת לבדיקה שרתית של ציוד חשמלי חשוב לכן, לדאוג לסגירת ברגים לפי מומנטים מדודים בתהליך היצור (לפני שלב הבדיקות הסופיות), מכיוון שזה עשוי למנוע את הצורך בתיקונים לא קלים בגמר הייצור.

אבטחת איכות במפעל המזמין ציוד חשמלי.

ה"מוצר" במקרה זה היא "ההזמנה", הכוללת "ירכיבי המוצר", מפרט טכני, הצעת הספק ויישום תוכנית בקרת איכות ב"יתחנות העבודה" של ה"המוצר".

המפרט הטכני

מפרט טכני המיועד לצורך קבלת הצעות מספקי ציוד חשמלי, צריך להגדיר באופן חד-משמעי וברור את דרישות האיכות (כולל סוג ציפוי ועובי צבע), הדבר נדרש מכיוון שלדרישות האיכות יש משמעות כספית ועל מנת למנוע קשיים בהמשך הטיפול בהזמנה: חלק חשוב מדרישות האיכות אמור להתבטא בדרישה לגבי מערכת האיכות. בהקשר זה אפשר להיעזר בסידרת התקנים ת"י ISO 9001/2/3.

התאמת התקנים לדרישות

- ת"י ISO 9001 נועד להבטיח התאמה לדרישות בשלבי התיכון, הפיתוח, הייצור, ההתקנה והתמיכה.
 - ת"י ISO 9002 מיועד להבטיח התאמה בייצור ובהתקנה.
 - ת"י ISO 9003 מיועד להבטיח התאמה בביקורת סופית.
- תקנים אלה מתייחסים למערכת האיכות באופן כללי ולא למוצר ספציפי. על מנת להבטיח בקרת איכות מתאימה יש להתייחס לתקן המתאים לציוד החשמלי אותו מעוניינים להזמין. הבדיקות התיקניות של ציוד חשמלי לפי התקנים הבינלאומיים מסידרת IEC (עדין לא קיים תקן ישראלי לציוד מתח גבוה) מתבצעות בגמר הייצור ומחולקות לשלושה או ארבעה (ולפעמים חמישה) תחומים:

■ **בדיקות דגם:** מתבצעות על מוצר בודד. מטרתן בדרך כלל לבדוק את תיכונן הציוד.

■ **בדיקות שגרתיות:** בדיקות המבוצעות על כל מייט. מטרתן לבדוק את טיב המוצר המסופק.

■ **בדיקות מיוחדות:** בדיקות אלה שונות מבדיקות שגרתיות או מבדיקות דגם ומתבצעות כהתאם להסכמה בין המוכר לקונה. מטרתן לבדוק תנאי שירות מסויימים.

■ **בדיקות מדגם:** מתכון מקוצר של

חשוב לכן שתוכנית בקרת האיכות תיכלול התייחסות לסגירת ברגים לפי מומנטים מוגדרים נושא שאינו מופיע באופן מפורש בתקנים. בדיקה אחרת המיועדת לגלות נקודות חמות בציוד חשמלי היא **הבדיקה התרמוגרפית** (ראה איורים 2 ו-3). בדיקה זאת איננה מוזכרת עדין בתקנים המתייחסים לבדיקות של ציוד חשמלי.

דוגמא 2:

בדיקת בידוד

בדיקות הבידוד התקניות כוללות בדיקות שוטות במתח יתר. לרוע המזל לא תמיד מגלות בדיקות אלה פגמים בחומרי הבידוד. דרכים אפשריות לפתרון הבעיה הן:

- לדרוש תעודות בדיקה של החומרים והאבזורים הקובעים את איכות הבידוד.
- לדרוש הבטחת איכות מתאימה אצל יצרן חומרי הבידוד ובתהליך האיחסון וההרכבה של חומרי הבידוד.



● בדיקות בידוד מחמירות שאינן מוזכרות בתקן. כגון: בדיקת עמידות שנאי במספר מסויים של חיבורים בריקס.

דוגמא 3:

בדיקה אולטראסונית של מבדדים
הוכח מעבר לכל ספק, כי מבדדים מרוסרי קרמי המיועדים למתח ביניים, עומדים בכל הבדיקות התקניות (כולל בדיקות מתח יתר וחוזק מכני), למרות קיום סדק פנימי במבודד. סדק פנימי אינו נצפה בבדיקה ויזואלית אך לעומת זאת יגרום בוודאות לתקלה לאחר תקופה מסוימת של עבודת הציוד תחת מתח. לכן, מבצעים היצרנים הרציניים בדיקה אולטראסונית על כל מבדד לצורך גילוי סדקים פנימיים, למרות שבדיקה זאת לא נדרשת לפי התקן הבינלאומי מסדרת IEC.

אנו רואים שכדי להגדיר באופן חד-משמעי וברור את דרישות האיכות במפרט צריך להיות מומחה בתחום המקצועי בו עוסק המפרט. אחת הדרכים להקל במטע על תנאי חמור זה הוא לדרוש במפרט מהמציעים (בשלב התיכון) תכנית בקרת איכות לגבי הציוד המוצע. אולם בשלב קבלת ההחמנה על-ידי מבקר האיכות (לאחר התכנון המפורט) חייבים המפרט הטכני והשרטוטים, להגדיר את הפרמטרים הקובעים את איכות המוצר, באופן שניתן יהיה לבדוק אותם.

טופסי הבדיקה

הביטוי המפורט של תוכנית בקרת איכות הם טופסי הבדיקה שנועדו לאפשר מעקב על השגת איכות המוצר הנדרשת ועל התפעול היעיל של מערכת ניהול האיכות.

רשומות האיכות יישמרו למשך תקופה מוגדרת ויהיו זמינות לניתוח, כדי לזהות מגמות איכות וכדי לגלות את הצורך בפעולה מתקנת ולחשב את האפקטיביות שלה.

כאשר מכינים את טופסי הבדיקה לצורך שימוש באחת מייחזחת העבודה של הציוד, חשוב לזכור את מטרת הבדיקות השונות ומיהו הלקוח.

בבדיקה לפני הכנסה לתפעול של שנאי בתחנת משנה למשל, חשוב לבצע את

בדיקות הבידוד, שמא נפגם הבידוד מאו שנבדק השנאי במפעלי היצרן. לעומת זאת, מיותר לבצע בדיקת עקום הריקס, מכיון שלא סביר שתכונות הברזל השתנו מאז שיצא השנאי את חצרי היצרן.

סיווג בדיקות התקן של ציוד חשמלי

ניתן לחלק את הבדיקות התקניות של ציוד חשמלי לפי חתך כדלהלן:

● בדיקות איכות הבידוד: כוללות בדיקות במתח יתר.

● בדיקות תפעול הציוד: כוללות בדיקות הפעלה מכניות וחשמליות ובדיקות חימום.

● בדיקות איפיוני הציוד: כגון בדיקת עכבות (אימפדנסים) נצילות, איפיונים של רכיבי הציוד.

● בדיקת עמידות הציוד בתנאי תקלה: בדיקות בקצו ומתחי הלם.

כאמור, יש לשקול איזו בדיקה רלבנטית בכל תחנת העבודה.

טופסי הבדיקה חייבים להיות ברורים וחד-משמעיים. לשם כך צריך כל טופס להיות מלווה בנוהל מתאים שימרט איך ומה לבדוק, גודל הסדגם הנבדק וכו'. באיור 4 מתואר כדוגמא "טופס בדיקה לקראת שחרור מהיצרן של שנאי לרשת חלוקה". כדאי לשים לב למשל שהטופס אינו כולל הייתחסות ל"בדיקות הדגם", מכיוון שזה נבדק בשלב המכרו. לעומת זאת קיים בטופס סעיף המתייחס ל"הובלה" שלפיו אמור הבדוק לוודא יישומן של הוראות הובלה המעוגנות על-ידי נוהל מתאים.

האדם שמאחורי הבטחת איכות

הנוף העוסק בהבטחת האיכות של מוצר/שירות חייב להיות מיומן הן בטכניקות של בקרת איכות והן בתחום המקצועי אליו מתייחס המוצר/שירות.

לכאורה מדובר בקביעה בסיסית ומובנת מאליה, אולם המצב בשטח מחייב לצערי תשומת לב מיוחדת. זאת במיוחד נוכח העובדה שהבדיקות התקניות של ציוד חשמלי אינן מגלות תמיד פגמים אפשריים. מומחה בבקרת תהליך סטטיסטית SPC - Statistical process control. לא יוכל לקבוע אם המפרט

מדגיר באופן חד-משמעי את דרישות האיכות של שנאי, אלא אם כן הוא מכיר את התקנים הרלבנטים בייצור ובדיקות שנאים. וגם ההפך נכון. מומחה בייצור ובדיקות שנאים עלול להיגרר להוצאות מיותרות כתוצאה מאי הכרת טכניקות המקובלות לגבי בחינה מידגמית.

מבן שהאדם שתפקידו ליישם את הבטחת האיכות (בקרת איכות) חייב להיות מקצועי בתחום בו הוא עוסק. בהקשר לכך מדברים לאחרונה על TQM.

TQM - Total Quality Management
TQM הוא אסוף אמצעים לניהול ארגון כל שהוא השואף להעלות את ערכו, על-ידי העלאת שביעות רצון הלקוח במינימום העלות האפשרית. בכל אופן אין מדובר רק במעורבות עובדים, בקרה סטטיסטית של תהליכים או שיפור התהליך. יותר מכל זה שינוי תרבותי. המפתח הוא להתייחס לאינפורמציה כאל משוב - לא כביקורת. במסגרת מגמה של שיפור מתמיד. ההתמקדות בשיפור פנימי תוביל להקטנת עלויות.

צריך להבין שהיסוד עליו אפשר לבנות מערכת TQM הוא יישום התקן ת"י ISO 9001/2/3 אי אפשר לדבר על TQM בארגון שאינו מקיים את התקן ת"י ISO 9001/2/3. שינוי התרבות של ארגון באמצעות TQM, דורש מהנהלה הבכירה להפנין את מחויבותה ל-TQM בפני הארגון כולו. תפקיד ההנהלה להקרין את מסר האיכות בצורה אמינה ולהנחילו לכלל הארגון. יהיה זה חסר תועלת לומר לאנשים שיש להם גיבוי, בלי לתת להם כלים וסביבה תומכת.

לדוגמא:

אין זה סביר לצפות מאנשים העובדים 50 או 60 שעות בשבוע להקדיש זמן להשכלתם המקצועית, במיוחד אם הם בעלי משפחות.

התמקדות בעובדים העלאת רמתם המקצועית ופעולות ותהליכים פנימיים יכולים להוביל לפחות טעויות ועימותים, נצילות גבוהה וכוו-אדם מרוצה יותר.

ניתוח שביעות רצון הלקוח מספק מטרות לשיפור האיכות.

כדי לשפר איכות יש צורך להיות ברור לכל עובד מהן מטרות הארגון ולהפכו לשותף בהשגת מטרות אלו. כל העובדים



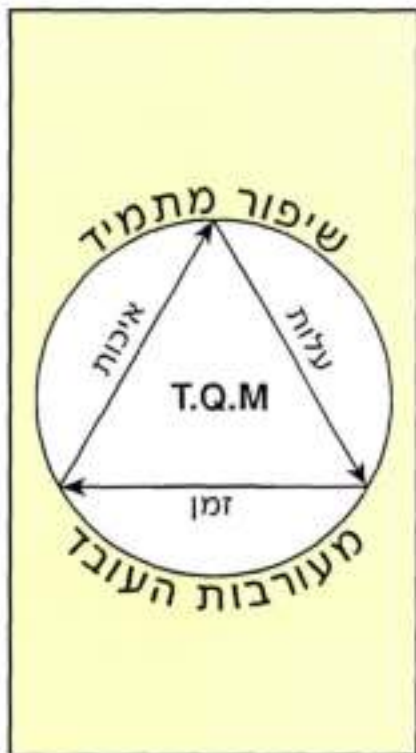
זקוקים לתמונה ברורה לגבי מטרות הארגון, למה ואיך תפקידם תורם להגעה למטרות, וכיצד יתרום יישום המטרות עבור עצמם. כאשר המנהלים אינם מועילים להגשמת המטרה המוצהרת, הם מעבירים מסר לעובדים, כי המטרה איננה חשובה.

סיכום

היסוד של מערכת המיישמת TQM הוא תיי ISO 9001/2/3 תוך שימת דגש מירבי על שביעות רצון הלקוח.

כדי לעשות זאת חייב הגוף העוסק בהבטחת האיכות להיות מיומן הן בטכניקות של בקרת איכות והן בתחום המקצועי אליו מתייחס המוצר/שירות.

להמחשת קביעות בסיסיות אלה התייחסנו לבדיקות של ציוד חשמלי והבהרנו את החשיבות והמשמעות של הגדרה חד-משמעית וברורה של דרישות האיכות במפרט הטכני ובטופסי הבדיקה.



חברת החשמל לישראל בע"מ
מח' בקרת איכות
מרכז בקרת חשמלית

תאריך:

שם המפקח:

בדיקה מס':

טופס בדיקה לקראת שחרור מהיצרן של שנאי לרשת חלוקה (לפי נוהל מס'

ברקתי שנאי/ ס כמפורט להלן:

שם היצרן	מס' הזמנה	מפרט	טח	הספק	סדרת יצור	מס' סידורי של השנאי/ס

נבדקו דוחות הבדיקה, הטכנה והאבזורים כוללהלן: (סמן V אם הבדיקה עונה לדרישות ההזמנה)

סוג הבדיקה	מס' דו"ח/ שרשום	ה צ ר ו ת
בדיקות שיגרה לפי תקן IEC 76		
שמן		
שסתום בטחון		
צביעה		
גדילות		
שילוט		
נרשם אויר		
פעולת מחלף דרבות		
מבודדי טחח גבוה		
מבודדי טחח נמוך		
הובלה		
הוראות אחסנה		

מסקנות: (מחק המיותר)

- ע"ם הממצאים הנ"ל ובדיקת מסמכי היצרן ניתן להעביר לרשות ח"ח שנאים שספרם הסידורי
- השנאים שנמצאו עם המסדים חריגים:
- יש לזרות לבדיקה נוספת לאחר תיקונים שנאים מס':
- נציג בקרת איכות של היצרן בזמן הבדיקות:
- חתימת המפקח:



נתיכים למתח גבוה-מבנה, סוגים, עקרונות הפעולה ובחירה

M. Sc. מהנדס זוראל זיסמן

נתיכי מתח גבוה הינם האמצעי הוטיק והפשוט אך גם היעיל ביותר, עד היום, להגנת ציוד חשמלי רב ויקר ערך, המותקן ברשתות חלוקה ובמתקני צרכנים במתח גבוה. נתיכים אלה הינם משלושה סוגים עיקריים: נתיכים מגבילי-זרם, נתיכי פריצה ונתיכים לתחום שלם, הם משמשים להגנה בפני זרמי יתר הנובעים מקצרים ומעומסי יתר, של שנאי חלוקה, מנועי מתח גבוה, סוללות קבלים ואף קווים עיליים במתח גבוה ועוד.

מספר שנאי החלוקה ברשתות החשמל הוא גדול מאוד. ברשתות חברת החשמל נמצאים בשימוש כ-25,000 שנאי חלוקה, קצב הגידול השנתי עולה על 5 אחוזים, ומספרים אלה אינם כוללים את השנאים המשמשים את הלקוחות הגדולים במתח עליון ובמתח גבוה.

בחירה נכונה של הנתיכים להגנת שנאים אלה חיונית לאבטחת תקינותם לאורך זמן, למניעת שריפתם המוקדמת, להקטנת חומרתם של הנוקים וכן להקטנת מספר ההפסקות ללקוחות עקב תקלות בשנאי. בחירה לא נכונה של סוג הנתיך ואופייניו עלולה לגרום לפגיעה חמורה באמינות האספקה ללקוחות הרבים המחוברים לשנאים.

במאמר זה יוצגו הסוגים העיקריים של נתיכי מתח גבוה, המבנה שלהם, עקרונות פעולתם, יתרונותיהם הייחודיים של הנתיכים לתחום שלם ודרך הבחירה של נתיכי מתח גבוה להגנת שנאי חלוקה אופייני. המאמר מיועד לסייע לכל גורם המשתמש בנתיכי מתח גבוה להגנה על הציוד שברשותו ובמיוחד ללקוחות שברשותם שנאי חלוקה ואשר מעוניינים לשפר את אמינות האספקה על ידי בחירה נכונה של נתיכי מתח גבוה המיועדים להגן עליהם.

נתיכים למתח גבוה - סיווג ועקרונות פעולה

את הנתיכים להגנת ציוד חשמלי במתח גבוה ניתן לחלק לשלושה סוגים ראשיים:

- נתיכים מגבילי זרם (Current Limiting Fuses)
- נתיכי פריצה (Expulsion Fuses)
- נתיכים לתחום שלם (Full-Range Fuses)

הנתיכים לתחום שלם מהווים שילוב של נתיכים מגבילי זרם מסוג גיבוי עם נתיך פריצה או עם תא הימום.

נתיכים מגבילי זרם

Current Limiting Fuses

הנתיכים מגבילי הזרם מתחלקים לשני סוגים:

- נתיכים לשימוש כללי

(General purpose fuses).

- נתיכי גיבוי (Back-up fuses).

נתיכים אלה הם היחידים שמסוגלים להגביל (להקטין) בזמן פעולתם את זרמי הניתוק המופיעים במעגל למעשה "חותכים" נתיכים אלה את זרם הניתוק לפני עלייתו לערך השיא. תקן IEC 282-1 מגדיר את שני הסוגים של נתיכים

ז' זיסמן - מהנדס מומחה, הרשת הארצית, אגף השיווק והצרכנות, חברת החשמל



איור 1

מראה כללי של נתיך מגביל זרם לשימוש כללי

מגבילי זרם כדלקמן:

■ **נתיך לשימוש כללי** הינו נתיך מגביל זרם שמסוגל לנתק את כל הזרמים, החל מזרם הניתוק המינימלי הנקוב ועד לזרם שגורם להיתוך האלמנט הניתך תוך שעה או יותר.

■ **נתיך הגיבוי** הינו נתיך

מגביל-זרם שמסוגל לנתק את כל הזרמים, החל מזרם הניתוק המינימלי הנקוב ועד לזרם הניתוק המינימלי הנקוב.

הגבלה זו מחייבת את התקנת נתיכי הגיבוי בטור עם ציוד הגנה אחר (נתיך או מנתק עומס).

נתיכים לשימוש כללי

המבנה ועקרון הפעולה

המראה החיצוני של הנתיך מגביל הזרם לשימוש כללי מוצג באיור 1. ומרכיביו הפנימיים מוצגים באיור 2. המרכיב העיקרי של נתיך זה הינו האלמנט הניתך. אלמנט זה עשוי מפסי כסף או מפסי נחושת בהם בוצעו גשרים רבים (מעין חריצים לאורך הפסים).

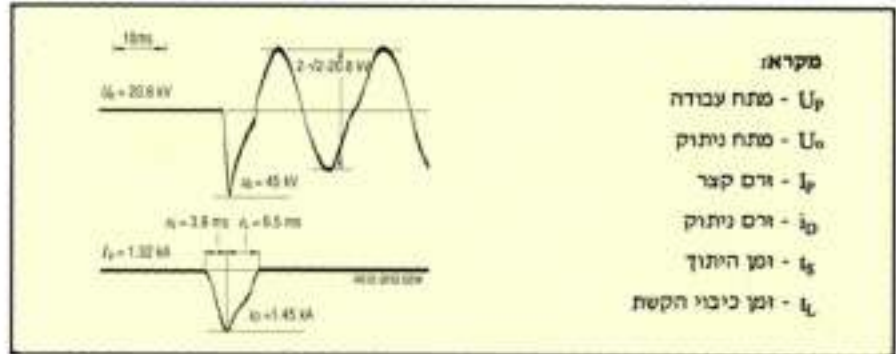


איור 2

מרכיבים פנימיים של נתיך מגביל זרם לשימוש כללי

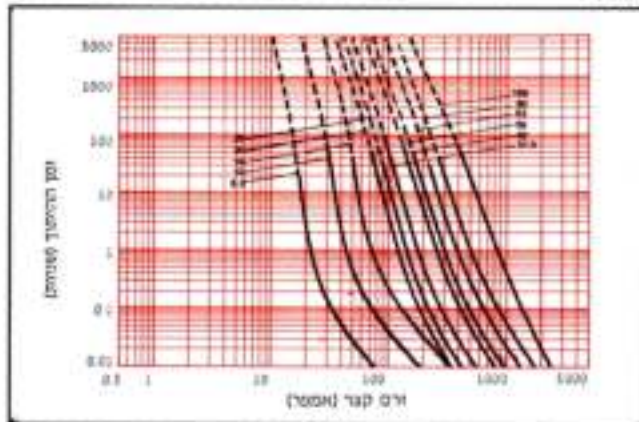


- יכולת יעילה מאוד בהגבלתם של זרמי הקצר (Cut-off currents) ושל אנרגיה (I²t) בזמן הפעולה.
 - פעולתם אינה גורמת לפליטת גזים חמים לסביבה,
 - הם אינם גורמים לרעש.
- לאור יתרונות אלה, מותקנים נתיכים מגבילי-זרם בתוך תא-מיתוג קומפקטיים שבמתקנים סגורים, ביחידות משולבות נתיך-מנתק עומס, וכמובן בהתקנה חיצונית על עמודים.
- החיסרון** הנדול של הנתיכים מגבילי



איור 3

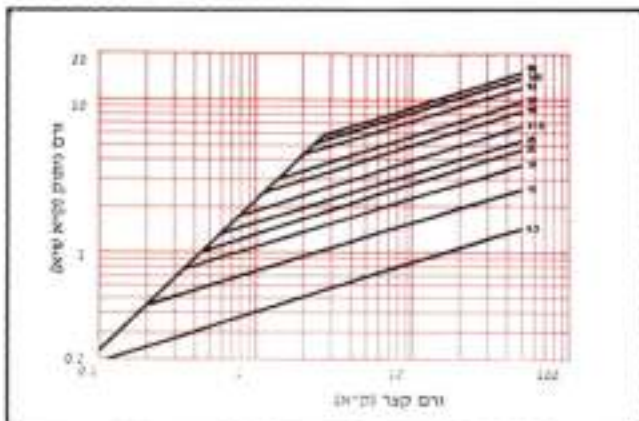
תהליך הניתוק של זרם הקצר בתוך לשימוש כללי. תהליך זה נתיך גיבוי !



איור 4
אופייני זמן - זרם

הזרם הוא בחוסר היכולת לנתק בוודאות זרמי יתר קטנים (בהם זרמי תקלה קטנים שמקורם בתוך השנאי ועומס יתר חריג).

חוסר הוודאות בתחום הזרמים הקטנים מודגם בבירור באיור 6. בנתיכי גיבוי, כולל תחום הפעולה הלא וודאי של הנתיך זרמי יתר בעצמה של עד פי



איור 5
אופייני זרם ניתוק - זרם קצר

טמפרטורות ההתכה של הפסים הינה כ-1000 מעלות צלסיוס. כאשר זרם דרך הנתיך זרם קצר, נתיכים הנשרים בזה אחר זה, ולבסוף הם מתנתקים. הקשתות החשמליות אשר מופיעות בעת ניתוק הנשרים מכובות על ידי חול הקוורץ שסביב האלמנטים הניתכים. בסופו של התהליך מופעל הנוקר (Striker), הנוקר מהווה את מחוון הפעולה של הנתיך. תפקיד נוסף של הנוקר הוא להפעיל את מנתק העומס, הנמצא בטור עם הנתיך.

תהליך הניתוק של הנתיך מתואר באופן סכמטי באיור 3. ווהי אוסצילוגרמה טיפוסית של ניתוק זרם הקצר בנתיך לשימוש כללי, וניתן להבחין בה במספר גורמים המלווים את התהליך:

- בעת פעולת הניתוק מופיע מתח ניתוק, U_0 , שגודלו בערך פי 2.5 ממתח העבודה המירבי U_p .
- עקב פעולת הכיבוי המהיר של הקשתות, זרם הניתוק I_0 , הינו קטן מאד (הוא אינו עולה לערך שיא של פי 2.5 מזרם הקצר המופיע במעגל).
- זמן פעולת הנתיך מורכב מזמן ההיתוך t_c ומזמן כיבוי הקשת, t_p .

אופיינים

האופיין העיקרי של כל נתיך (המוגדר לפי הזרם הנקוב שלו) הוא **אופיין זמן-זרם** כל היצרנים מספקים עבור כל נתיך שהם מייצרים משפחה של עקומות המתארות את התלות של זמני ההיתוך כפונקציה של זרמי הקצר העוברים דרכם. (ראה דוגמה באיור 4). הנתיכים לשימוש כללי יעילים בתחום זרמי הקצר וברמי תקלה גדולים, אך הם פחות יעילים בתחום

עומסי היתר. אופיין נוסף של נתיכים אלה הוא אופיין זרם ניתוק - זרם קצר. אופיין זה מראה באיור מידה מגבילים (מקטינים) נתיכים אלה את זרמי הניתוק המופיעים במעגל בעת פעולת הניתוק. דוגמה של אופיינים כאלה מצגאת באיור 5.

נתיכי גיבוי

המבנה של נתיכי גיבוי זהה כמעט לזה של הנתיכים לשימוש כללי. ההבדל ביניהם הוא בצורת הנשרים ובמספרם הנדול יותר לאורך פסי הכסף או הנחושת, דבר המגביר את יעילותם בתחום זרמי הקצר. מטבע הדברים זהים כמעט אופייניהם של נתיכי הגיבוי לאלה של הנתיכים לשימוש כללי.

היתרונות והחסרונות של נתיכים מגבילי זרם

היתרונות העיקריים של הנתיכים מגבילי-זרם הינם: יכולת כמעט בלתי מוגבלת לניתוק זרמי קצר. מסיבה זו מכנים אותם נתיכי HRC (High Rupture Capacity) (Fuses).



איור 7
מבנה מנתק-מבטחים

נתיך מגביל-זרם מסוג	זרם נקוב I_n	זרם היתוך מינימלי בטנאים לא נקובים $1.4 I_n$	זרם היתוך מינימלי $1.1 I_n$
נתיך גיבוי			$3 I_n$
נתיך לשימוש כללי			$1.7 I_n$
נתיך לתחום שלם			
מקרא	זרם ניתוק מינימלי של הנתיך אורך פעולה לא ודאי של הנתיך		

איור 6
אזורי פעולה לא ודאיים של נתיכים מגבילי-זרם

היתרונות והחסרונות של נתיכי פריצה

לנתיכי פריצה יש כאמור, אופיין אידיאלי בתחום הזרמים הקטנים, אך חסרונם ביכולת המוגבלת בניתוק של זרמי-קצר. בנוסף לכך הם אינם יכולים להגביל

טמפרטורת ההיתוך של האלמנט הניתך היא כ-250 מעלות צלסיוס.

סיווג נתיכי הפריצה

נתיכי הפריצה מסווגים לפי זמן ההיתוך המינימלי שלהם. הסוגים השימושיים ביותר הינם אלה שזמן ההיתוך שלהם קצר (ונהוג לכנותם נתיכים מהירים) וכן אלה שזמן ההיתוך שלהם ארוך (והמכונים נתיכים איטיים). קיימים גם נתיכים שזמן ההיתוך שלהם קצר יותר (סוג H) או ארוך יותר (סוג MS) מזה של הנתיכים המקובלים. בנוסף לכל אלה פותחו גם נתיכים משולבים מסוג "איטי מהיר" (Slow-Fast), שזמן ההיתוך שלהם תלוי בעצמת הזרם הזורם דרכם.

אופיין זמן זרם

לנתיכי הפריצה אופיין זמן-זרם אידיאלי בתחום הזרמים הנמוכים (עומס יתר ותקלות פנימיות קלות בתוך השנאי). הם מסוגלים אמנם לנתק גם זרמי קצר, אך רק זרמי קצר נמוכים.

דוגמה של אופייני זמן-זרם של נתיכי פריצה מסוגים שונים, עם זרם נקוב של 10 אמפר מובאת באיור 8.

שלושה מהזרם הנקוב של הנתיך. בטתיכים לשימוש כללי, תחום הפעולה הלא וודאי של הנתיך כולל זרמי יתר בעצמה של עד פי 1.7 מן הזרם הנקוב של הנתיך.

עקב תחומי הפעולה הלא וודאיים מוטלת בספק, פתיחתו של מנתק העומס (על-ידי הנקרה) והציוד המוגן עלול להישרף. בנוסף לכך עלול הנתיך עצמו להתפוצץ עקב החום המצטבר בתוכו.

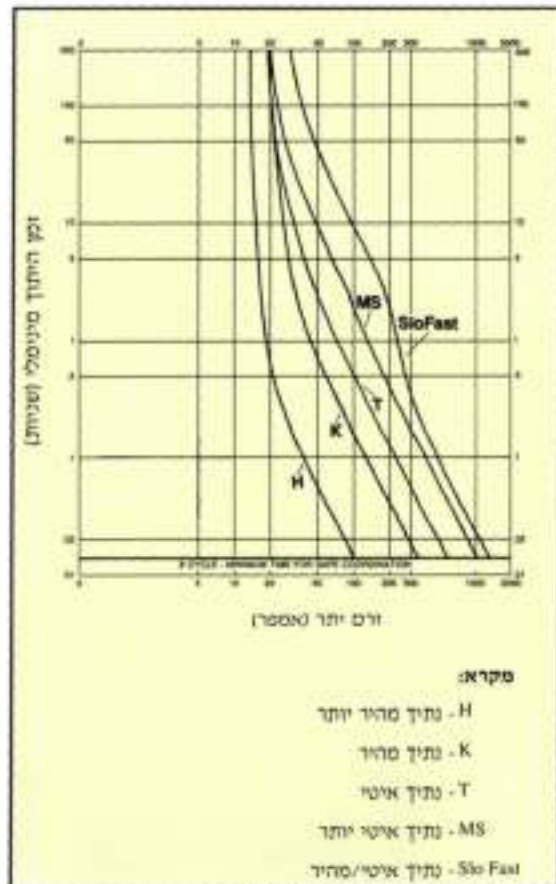
נתיכי פריצה Expulsion Fuses

המבנה ועקרון הפעולה

נתיכים אלה הם המרכיב העיקרי של מתקן שימושי ונפוץ מאוד בעולם (בעיקר בארה"ב, בקנדה, ביפן ועוד) הקרוי מנתק מבטחים (Fuse-Circuit). מתקן זה מתואר באיור 7.

זהו למעשה מנתק עם נתיך פריצה, כאשר ניתך האלמנט-הניתך בתוך בית הנתיך, נפתח בית הנתיך באופן אוטומטי ומנתק מיד את המעגל.

בית הנתיך והנתיך שבתוכו מהווים למעשה את נתיך הפריצה (Expulsion Fuse). המושג פריצה נובע מהעובדה שהגזים החמים הנוצרים בתוך בית הנתיך בעת ניתוק האלמנט הניתך, מרצים בחוזקה דרך שני קצוות בית הנתיך. מקורם של הגזים בפליטת חומר אורגני מהדפנות הפנימיות של בית הנתיך עקב הקשתות החשמליות שמופיעות בעת היתוך האלמנט הניתך.



איור 8
אופיין של נתיכי פריצה 10 אמפר מסוגים שונים



כולל אזור בו הוכנס חומר מיוחד, על בסיס בדיל, שניתך בטמפרטורה נמוכה של כ-230 מעלות צלסיוס (הכסף ניתך בטמפרטורה של כ-1000 מעלות צלסיוס). ראה חלק תחתון באיור 10. כאשר עובר דרך הנתוך זרם יתר קטן, ניתך האזור עם החומר המיוחד הניתך בטמפרטורה נמוכה וגורם להיתוך האלמנט הניתך. תופעה זו נקראת M-effect

(M=Metallurgical)

כל אלמנט ניתך נמצא בתוך צינורית דקה וגמישה עשויה סיליקון ממש כמו כל נתיכי הפריצה הרגילים הנמצאים בתוך מנתק המבטחים (Fuse-Cutouts). היות שתופעת הפריצה עצמה מתרחשת בתוכן מכוונת צינוריות אלה צינוריות פריצה. נתיך הגיבוי עליו מבוסס הנתוך לתחום שלם, עשוי מאלמנטים רגילים מסךף או מנחושת ומגשרים רבים לאורכם, המסייעים לניתוק המהיר של הנתוך לתחום שלם בזמן שעובר דרכו זרם קצר גבוה. המבנה של נתיך מסוג זה מתואר באיור 11.

עקרונות הפעולה של הנתוך

כאשר זרם דרך הנתוך לתחום שלם זרם יתר קטן במרק זמן ממושך (דקות), גורם ה-M-effect לכך שנתכי הפריצה ניתכים בזה אחר זה. כתוצאה מההיתוך מופיעות קשתות חשמליות בתוך כל צינוריות הפריצה. עקב הטמפרטורה הגבוהה שנוצרת בכל צינורית, נפלטות גזים מהדפנות הפנימיות של הצינוריות. גזים אלה מתערבבים מיד עם החלקיקים המתכתניים של הקשתות וביחד הם מעלים את הלחץ בתוך הצינוריות. עקב הלחץ הגבוה, הגזים נפלטים במהירות רבה קצותיהן, ונספגים ביעילות על ידי טווח הכיבוי (חול קוורץ) הנמצא סביב הצינוריות. עם תום פליטת הגזים החמים, כבדת הקשתות שבתוך הצינוריות, לאחר שהגזים הנתרים

תקניות המאפשרות החלפה ביניהם (Interchangeability). המבנה הפנימי של הנתוך לתחום שלם נבדל מן המבנה הפנימי של נתיך הגיבוי או של הנתוך לשימוש כללי בכך שהוא כולל תוספת של אלמנטים ניתכים המאפשרים לו עבודה בתחום הזרמים הנמוכים. כיום מוכרים שני סוגים עיקריים של נתיכים לתחום שלם,

- נתיך לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי, בטור עם נתיך פריצה.
 - נתיך לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי, בטור עם תא חימום.
- המבנה הפנימי של שני סוגי הנתכים ועקרונות הפעולה שלהם יתוארו להלן.

מבנה הנתוך לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי בטור עם נתיך פריצה

המבנה הפנימי של הנתוך לתחום שלם המבוסס על נתיך גיבוי בטור עם נתיך פריצה מובא באיור 10. (נתיך הפריצה מורכב למעשה ממספר נתיכי פריצה). נתיכים אלה מורכבים מאלמנטים ניתכים העשויים מסךף. כל אלמנט ניתך

זרמים ואנרגיה בזמן פעולתם. (לכן מומלץ להתקינם בטור עם נתיכי גיבוי) חסרונות נוספים של נתיכי הפריצה הם פליטה של גזים חמים ורעש המופיעים בזמן פעולתם. חסרונות אלה מונעים את האפשרות להתקין נתיכי פריצה במקומות סגורים.

נתיכים לתחום שלם

למרות שהנתיכים מגבילי-הזרם ונתיכי הפריצה שומרו בהתמדה במשך השנים, וביצועיהם נעשו טובים ואמינים יותר, הרי שהמגבלות הטמנות בעצם העקרונות של פעולתם, אינן מאפשרות להם לשמש כנתיכים אידאליים להגנת ציוד מתח גבוה בכלל ולהגנת שטחי חלוקה במרת.

עמדנו על יתרונותיו ועל חסרונותיו של כל אחד מסוגי הנתיכים. כאשר שילבו יצרני הנתיכים את שני הסוגים בהתקן אחד, נמצא שניתן להנות בדרך זו מהיתרונות של שניהם, מבלי לסבול מחסרונותיהם. ההתקן החדש מכונה נתיך מגביל זרם לתחום שלם או בקיצור, נתיך לתחום שלם (Full range fuse). התקן זה מהווה, כאמור, שילוב בין נתיך מגביל זרם מסוג גיבוי עם נתיך פריצה או עם תא חימום.

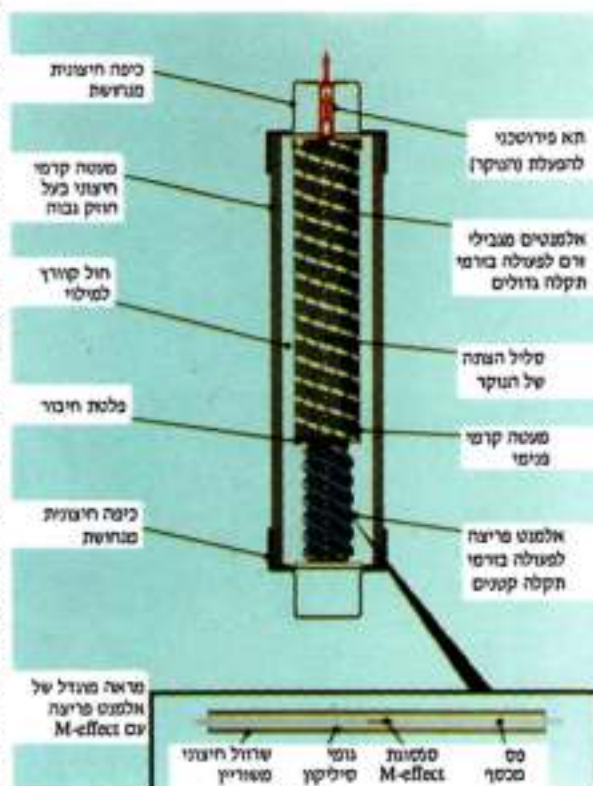
לפי הגדרת התקן IEC 282-1, נתיך לתחום שלם הוא נתיך מגביל זרם שמשוגל לנתק את כל הזרמים הגורמים להיתוך האלמנטים הניתכים עד לזרם הניתוק המירבי הנקוב שלו.

השילוב של נתיך מגביל זרם מסוג גיבוי עם נתיך פריצה (או עם אלמנט ניתך אחר בעל אופיין זמן-זרם אידאלי בתחום הזרמים הנמוכים) הוא המאפשר זאת, והנתוך לתחום שלם הוא הנתוך היחיד בעל אופיין זמן-זרם אידאלי בכל תחום הזרמים כמעט.

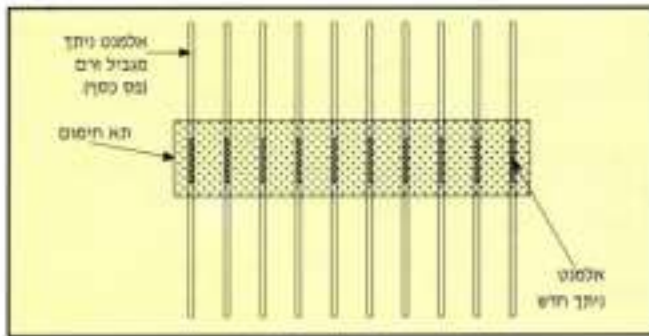
המבנה החיצוני של הנתוך לתחום שלם דומה למבנם החיצוני של נתיכי הגיבוי ושל הנתיכים לשימוש כללי - ראה איור 9, לכל שלושת הסוגים מידות



איור 9 מראה חיצוני של נתיך לתחום שלם



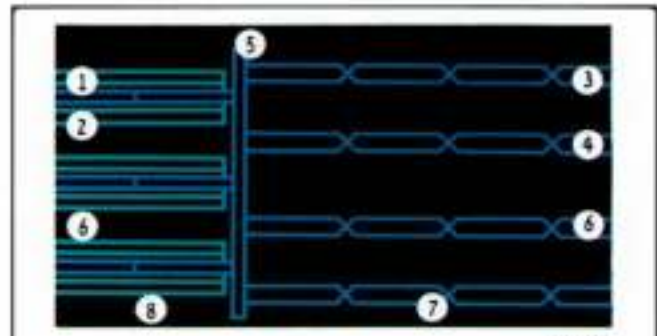
מבנה פנימי של נתיך לתחום שלם, המבוסס על נתיך גיבוי בטור עם נתיך פריצה



איור 12
מבנה שכמתי של נתיך לתחום שלם עם תא חימום

שבתוך תא החימום והדבר נורם להיתנתקותו של אלמנט נוסף או של אלמנטים נוספים. תופעה זו נמשכת זמן מה, עד שניתך אחרון האלמנטים בתא החימום. אז מופעל מיידית הנוקר שמראה על פעולת הנתיך. כאשר עובר דרך הנתיך זרם קצר, זהה פעולת הנתיך לזו של נתיך הניבוי, כפי שתוארה לעיל.

בסופו של התהליך מופעל הנוקר, כמו במקרה הקודם.



מקרא:
1 - אלמנט נתיך מריצה עם אזור M-effect
2 - עיטרת מריצה
3 - אלמנט נתיך מבדיל-זרם (מסוג גימון)
4 - נשרים עבר עבודה בקטר
5 - פלטת חיבור
6 - חול קוורץ
7 - נתיך מבדיל-זרם
8 - נתיך מריצה

איור 11
מבנה שכמתי של נתיך לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי בטור עם נתיך מריצה.

נתיכים לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי בטור עם תא חימום

מבנה הנתיך

המרכיבים העיקריים של הנתיך הם פסי הכסף הטהור (טמפרטורת ההיתוך של כ-1000 מעלות צלסיוס) שמחוברים בטור עם תא חימום הנמצא בדיוק באמצע הנתיך. תא החימום בנוי למעשה מאלמנטים נתיכים חדשים שטמפרטורת ההיתוך שלהם הינה נמוכה בהרבה (כ-600 מעלות צלסיוס) מזו של פסי הכסף. המבנה הפנימי של הנתיך נתון באיור 12. והמבנה של האלמנט הנתיך באיור 13.

עקרונות הפעולה של הנתיך

כאשר עובר דרך הנתיך זרם יתר קטן (עקב תקלה או עקב עומס יתר), ניתך אחד האלמנטים הניתכים שבתוך תא החימום ומתנתק מיתר האלמנטים, המחוברים במקביל. מיד לאחר, זאת גדלה צפיפות הזרם ביתר האלמנטים

מתקררים ומאבדים את המטען החשמלי שלהם.

פעולת הנתיך מסתיימת לאחר שכל נתיכי המריצה ניתכים והקשתות כבות. זמן הפעולה תלוי בעוצמת הזרם (אופייניים של נתיכים אלה מובאים באיור 15 דלקמן).

פעולת הנתיך גורמת מיידית לנוקר (Striker) לצאת מבית הנתיך ולהפעיל את מנתק הזרם הצמוד אליו.

כאשר מותקן נתיך בלבד מהווה יציאת הנוקר מחוץ פעולה של הנתיך. הנוקר מופעל על ידי מנגנון פנימי (המבוסס על קפיץ או על חומר נפץ, בהתאם ליעודו של הנתיך).

כאשר עובר דרך הנתיך זרם קצר, התחממותם של מרכיבי הנתיך היא אדיאבטית. פירוש הדבר הוא שלחום הנבוה שנוצר בתוך הנתיך אין שהות לעבור דרך כל מרכיבי הנתיך. כתוצאה מכך, למרות ה-M-effect נתיכי המריצה אינם מועלים.

כפועל יוצא מן הטמפרטורה הגבוהה, ניתכים בהדרגה הנשרים של האלמנטים מבדילי הזרם (התהליך מתחיל בהיתוך של גשר אחד ובניתוקו של אלמנט ניתך אחד ומסתיים בהיתוך גשרים רבים ובניתוק האלמנטים הנתיכים המחוברים במקביל). הקשתות החשמליות שמופיעות בעת ניתוק הנשרים מכובות על ידי חול הקוורץ שסביב האלמנטים הניתכים.



איור 13
המרכיבים של נתיך לתחום שלם על בסיס נתיך גיבוי, בטור עם תא חימום



איור 14

האופיינים האידיאליים של נתיך הפריצה ושל נתיך מגביל-זרם אשר מרכיבים את הנתיך לתחום שלם

המינוט (Inrush Current) של השנאי. זרם המינוט, המופיע בזמן חיבור השנאי, גדול פי 10 עד פי 12 מהזרם הנקוב של השנאי ונמשך כעשירית השניה. לצורך זה יש לבדוק אם היחס בין זרם הניתוק ב-0.1 שניות (If 0.1) לבין הזרם הנקוב של הנתיך (In) הינו:

$$\frac{I_{f 0.1}}{I_n} \geq \left[\frac{I_n}{100} \right]^{0.25}$$

שנאים, בעלי זרם מינוט גבוה ועם עקום עמידות השנאי - ראה עקומות (d), (e) באיור 16 - נתיכים אלה מתאימים גם להגנת שנאי, כאשר בצד המתח הנמוך שלו לא קיימים אמצעי הגנה כלשהם.

הגנת שנאי חלוקה

דרישות התקן IEC 787/1983 להגנת שנאים באמצעות נתיכי מתח גבוה כוללת את בדיקת הנושאים הבאים:
א. עמידת נתיכי המתח הגבוה בפני זרמי

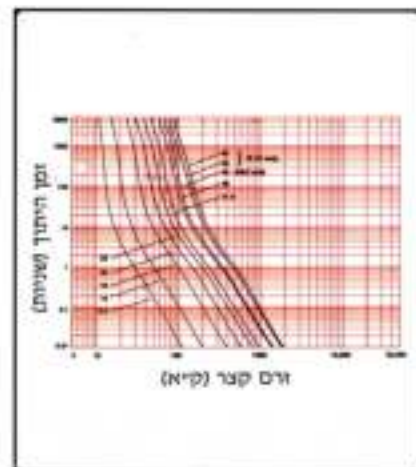


איור 16

עקומות אופייניות של נתיכים להגנת שנאי חלוקה

אופייני הנתיך לתחום שלם

האופיין האידיאלי של נתיך לתחום שלם מתקבל משילוב מצולח בין האופיין האידיאלי של נתיך פריצה לבין האופיין האידיאלי של נתיך גיבוי. (ראה איור 14) האופיינים המעשיים הינם כמעט אידיאליים. באיור 15 מובאים אופייני זמן-זרם של נתיכים לתחום שלם. לנתיכים לתחום שלם אופייני זרם ניתוק-זרם-קצר זהים כמעט לאלה של נתיכי גיבוי.



איור 15

אופייני זמן-זרם של נתיכים לתחום שלם

יתרונות הנתיך לתחום שלם

היתרון העיקרי של נתיכים אלה הוא בהיעדר אזור פעולה לא ודאי. אי לכך, הם פועלים ככל זרם שגודלו עובר את הזרם הנקוב של הנתיך (ראה איור 6). כתוצאה מכך, נתיכים אלה אינם מתחממים יתר על המידה ולכן גם אינם מתפוצצים ואינם נוטים להתקלקל, כפי שקורה לנתיכים מגבילי-זרם רגילים מסוג גיבוי, שדרכם עובר זרם יתר קטן מזרם הניתוק המיועדי הנקוב. נוסף לכך, מצטיינים נתיכים אלה באיבודי הספק קטנים, ולכן, אפילו בזמן פעולה ברמי יתר קטנים נגרמות עליות קלות בלבד בטמפרטורה של המגעים ושל גוף הנתיך עצמו (משום שזמן ההיתוך ארוך יחסית).

עקב האופיין הכמעט אידיאלי שלהם, מנטיחים הנתיכים לתחום שלם תאום טוב יותר עם נתיכי המתח הנמוך של



הנתיכים שנבדקו

- נתיכים לשימוש כללי - זרם נקוב של 40 אמפר.
- נתיכי גיבוי - זרם נקוב של 25 אמפר.
- נתיכים לתחום שלם - זרם נקוב של 31.5 אמפר ושל 25 אמפר.

הבדיקות:

הבדיקות נעשו בשנאי חלוקה 630 ק"ו"א, 22/0.4 ק"ו, וכללו את כל הנושאים שפורטו במרק הקודם. אופייני הנתיכים האמורים, אופיין נתיך המתח הנמוך ואופיין השנאי תוארו בסקלה לוגריתמית, כפי שניתן לראות באיור 18.

הממצאים:

הממצאים העיקריים מראים שנתיכים מגבילי-זרם לתחום שלם הם המתאימים ביותר להגנת שנאי חלוקה מן הסיבות הבאות:

- נתיכים לשימוש כללי של 40 אמפר אינם פועלים בוודאות בתחום שבין 60 ל-120 אמפר.
- נתיכי הגיבוי של 25 אמפר אינם פועלים בוודאות באזור שבין 70 ל-200 אמפר (לכן אסור להשתמש בהם לבדם).
- נתיכים לתחום שלם 25 אמפר ו-31.5 אמפר פועלים בוודאות בכל זרם העולה על הזרם הנקוב שלהם. נתיכים לתחום שלם פועלים בוודאות גם כאשר אין בצד המתח הנמוך של השנאי שום אמצעי הגנה.
- הגנת השנאי בפני זרמי תקלה בתוך השנאי עצמו הינה מירבית עם נתיכים לתחום שלם בזרם נקוב של 25 אמפר ושל 31.5 אמפר משום שהיחס בהם $I_{f,10}/I_n$ שווה ל-3.6 ו-4 בהתאמה (ככל שיחס זה קטן מ-6, הנתיך מן על השנאי טוב יותר).

$$I_{f,10} = \begin{cases} 130 A \rightarrow I_n = 31.5 A \\ 90 A \rightarrow I_n = 25 A \end{cases} \quad (3)$$

$$\frac{I_{f,10}}{I_n} = \begin{cases} \frac{130}{31.5} = 4 \\ \frac{90}{25} = 3.6 \end{cases} \quad (S6)$$

הנתיך לתחום שלם בזרם נקוב של 31.5 אמפר הוא העמיד ביותר בפני זרם מינוט, משום שהיחס $I_{f,10}/I_n$ שווה ל-15.2. וככל שיחס זה גדול

השנאי. הדבר נחזף כדו לאפשר העמסת יתר מותרת של השנאי וכדי להתחשב באפשרות התקנתו של הנתיך במקום סגור ובאפשרות של טמפרטורות סביבה גדולות מדרישות התקן ראה קו (2) באיור 17.

■ אופיין זמן-זרם של נתיכי מתח נמוך או של ציוד ההגנה אחר המותקן בצד המתח הנמוך של השנאי לצורך זה צריך האופיין של נתיך המתח הגבוה לפגוש את האופיין של נתיך המתח הנמוך בנקודה B (ראה איור 17). נקודה B הינה בעלת זרם גבוה מזרם הקצר המירבי של השנאי בצד המתח הנמוך של השנאי (מתורגם לצד המתח הגבוה).

■ אופיין זמן-זרם של עמידות השנאי בזרמי יתר

לצורך זה מומלץ שאופיין נתיך המתח הגבוה יהיה מתחת לאופיין השנאי ברוב התחום ראה עקום (d) באיור 16.

בדיקה של נתיכים בהגנת שנאי חלוקה

להלן מפורטים ממצאי בדיקת השוואה שנערכה בין שלושה סוגים של נתיכים 24 ק"ו שנועדו. להגן על שנאי חלוקה.

3. הבטחת הגנה מירבית על השנאי לצורך הגנה מירבית על השנאי, נדרשים לפעול בזרמים נמוכים יחסית במשך כ-10 שניות.

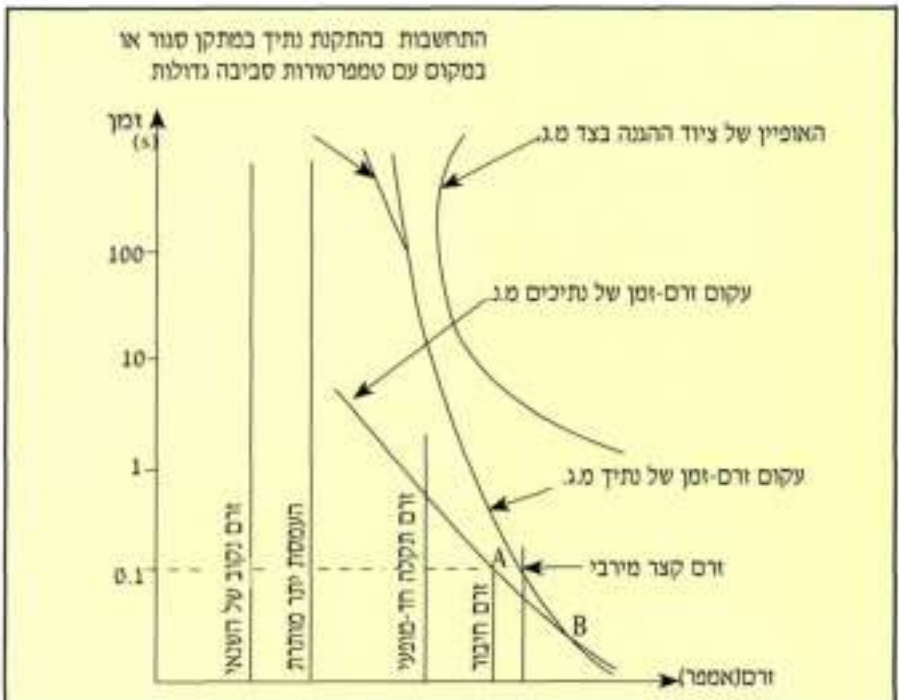
הנתיך צריך לנתק במהירות את הזרמים הנובעים מתקלות פנימיות בשנאי, מתקלות בצד המשני של השנאי ומזרמי תקלה לאדמה בצד המתח הגבוה ולאפשר תיאום (קואורדינציה) טובה עם ציוד ההגנה הנוסף הנמצא בצד המתח הגבוה של השנאי.

תנאים אלה מתקיימים כאשר היחס בין זרם הנתיך ב-10 שניות ($I_{f,10}$) לפין הזרם הנקוב של הנתיך אינו עולה על 6:

$$\frac{I_{f,10}}{I_n} \leq 6 \quad (2)$$

3. השנת תיאום טוב בין אופיין זמן-זרם של נתיך המתח הגבוה לבין הפרמטרים המפורטים להלן:

- זרם המינוט של השנאי
- לצורך זה אופיין הנתיך צריך להיות בצד ימין של נקודה A (ראה איור 17).
- הדבר מתקבל כאשר מתקיים הביטוי 1 הנתון לעיל.
- זרמי היתר המותרים של השנאי לצורך זה צריך הזרם הנקוב של הנתיך להיות גדול במקצת מן הזרם הנקוב של



איור 17 עקומות אופייניות לקביעת הגנת השנאים בפני זרמי יתר



סיכום ומסקנות

מאמר זה סקר את הסוגים העיקריים של נתיכי מתח גבוה, כולל הסבר על המגנה ועקרונות הפעולה של כל אחד מהסוגים, האופייניים שלהם ויתרונותיהם העיקריים.

כמו כן, הציג המאמר בהרחבה את הדור החדש של נתיכי מתח גבוה – הנתיכים לתחום שלם – על יתרונותיהם הייחודיים להגנה על ציוד חשמלי בפני זרמי קצר ועומס יתר.

כן מרסו דרישות התקן IEC 787 להגנת שנאי חלוקה באמצעות נתיכי מתח גבוה, ועל סמך דרישות אלה נבדקו שלושה סוגים של נתיכים להגנת שנאי חלוקה.

ממאמר זה נובע שבחירת הנתיכים המתאימים חשובה ביותר להגנה אופטימלית על שנאי החלוקה, ומכאן גם לשיפור אמינות האספקה של החשמל לצרכנים.

המשך מעמ' 32

מכשירים בתחום שבין 350 לבין 1200 וואט.

סדן חשמלי, כאשר מעולתו נמשכת שעה אחת (לא מומלץ להשאיר סדן פועל למשך זמן ממושך). הערכים שבטבלה מתייחסים להספקים בתחום שבין 50 לבין 180 וואט.

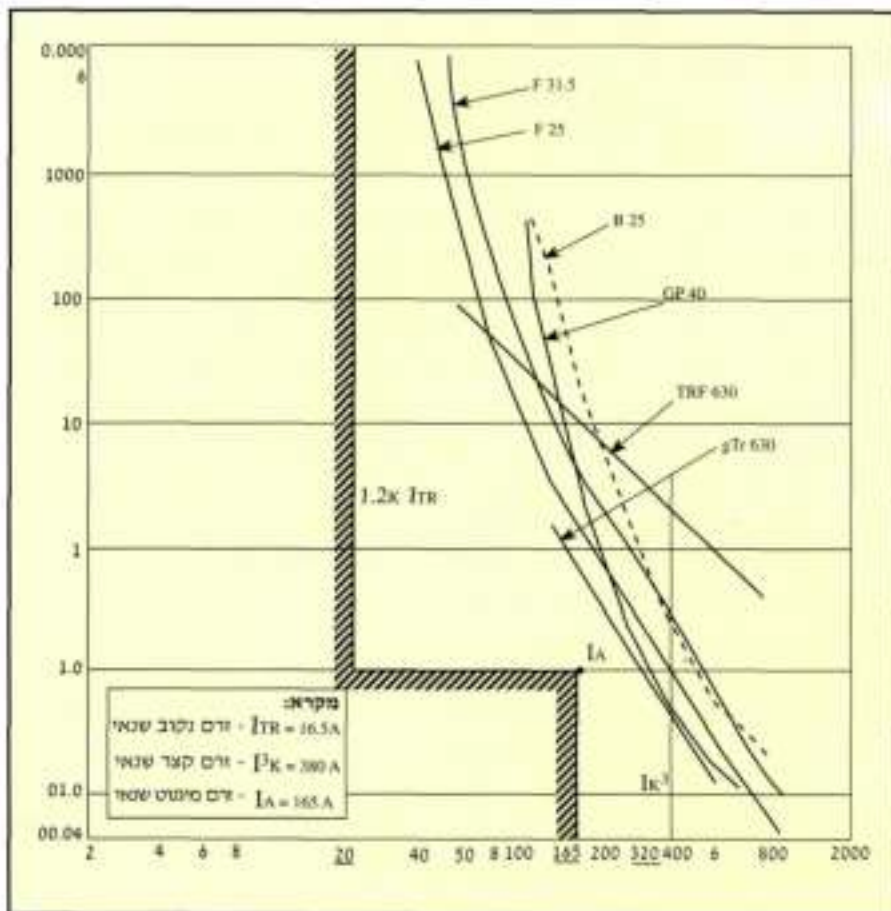
כיצד אפשר להקטין את עלות השימוש במכשירי חשמל?

בחירה נכונה של מכשירי החשמל, הפעלתם הנכונה ונקיטת צעדים נלווים נוספים, מאפשרות להקטין את עלויות השימוש השוטפות במכשירים, לעיתים אף בשיעורים ניכרים.

אנו שואפים להכין חומר הסברה מקיף, שמטרתו לסייע לצרכן הביתי ליהנות משימוש במכשירי החשמל מבלי לשאת בעלויות שאינם הכרחיות. חברת החשמל רואה בכך חלק חשוב מהשירות ללקוחותיה.

כבר עכשיו אפשר לקבל על-ידי פניה טלפונית למוקד ה"טלמסר" מס' 177-022-1133 את העלונים הבאים:

- "חימום מים בחשמל".
- "חימום חדרים בחשמל".
- נא להכיר: מזגן אוויר.



איור מס' 18
בדיקת נתיכים מנבילי-זרם עבור שנאי 630 קו"א 22/0.4 ק"ו

חלוקה 630 קו"א, 22/0.4 ק"ו. לכן היצרנים ממליצים להשתמש בהם לצורך הגנת שנאים.

22/0.4 kV	630 kVA
-----------	---------

כאשר יותקנו נתיכים אלה בתחנות טרנספורמציה חיצוניות יביא הדבר לשיפור משמעותי באמינות האספקה לצרכנים.

- תמכת התופעה של שריפת שנאים.
- יגדל אורך החיים של השנאים.
- יקטן מספר ההפסקות כתוצאה מתקלות.
- יהיה קל יותר לזהות שנאים בעייתיים ולהחליפם במהירות.
- כמו כן, יהיה התיקון של השנאים המקולקלים זול יותר, משום שנתיכים אלה אינם מאפשרים תופעה של הצטברות תקלות בתוך שנאי.

מ-5.2, [ערך הביטוי $1.7(I_{tr}/100)^{2.5}$]
הנתיך עמיד יותר בפני זרמי מינוט.

- **בנושא התאום:**
- אופיין הנתיך לתחום שלם בורם נקוב של 31.5 אמפר הינו המרוחק ביותר מנקודת A המאפיינת את זרם המינוט של השנאי.
- אופיין הנתיך לתחום שלם של 31.5 אמפר הינו המרוחק ביותר מאופיין נתיך המתח הנמוך, בתחום הזרמים הגדולים.
- אופייני הנתיכים לתחום שלם מוגשים את אופיין השנאי בנקודות הרחוקות ביותר. מבהינה זו הנתיך של 25 אמפר טוב במקצת מן הנתיך של 31.5 אמפר.

מסקנות לגבי הגנת שנאים

הנתיכים לתחום שלם 31.5 אמפר 24 ק"ו היום המתאימים ביותר להגנת שנאי



תחמ"ש ציפורית - שיתוף פעולה מוצלח בין חברת החשמל ל"פניציה אמריקה-ישראל"



קו הייצור לזכוכית שטוחה של המפעל

קרי"א, יחידת האל-פסק מספקת חשמל באופן רציף למערכות הפיקוד ולציוד החיוני האחר. כעת הפסקת חשמל בקו המזין את המפעל, מועברת האספקה באופן אוטומטי לקו ההזנה השני. אם גם ההזנה השנייה מופסקת, מופעלים הגנרטורים באופן אוטומטי, ומזינים בהדרגה את העומסים השונים במפעל.

עבור האספקה המתוארת למפעל בגודל חיבור של 210 אמפר, במתח גבוה כאמינות גבוהה באמצעות שני קווים (בכבלי מתח גבוה תת-קרקעיים) כפי שתואר לעיל, שילם המפעל, בהתאם לכללים בדבר תשלומים בעד חיבורים למערכת האספקה כ-2 מיליון ש"ח.

שיתוף הפעולה וההבנה ההדדית בין פניציה אמריקה-ישראל לבין חברת החשמל, לאורך כל שלבי פרויקט ההקמה של מערכת אספקת החשמל למפעל, שהיה משולב בפרויקט הקמת המפעל, הביאו לסיום העבודה במועד הנדרש ומאפשרים למפעל לפעול בהצלחה.

מאז נובמבר 1993 מגיע היקף הייצור של המפעל לכ-470 טון זכוכית גלמית ביטמה בטכנולוגיות ייצור מן המתקדמות בעולם, המתאפשרות הודות לציוד המשוכלל ולאספקת החשמל האמינה.

מחזור המכירות של המפעל הוא כ-60 מיליון דולר בשנה כאשר 75% מהייצור מיועדים ליצוא. המפעל מעסיק כ-400 עובדים, כמחציתם עולים חדשים. חשבון החשמל השנתי של המפעל-כ-6.5 מיליון ש"ח.

מהנדס נוראני שגיב

ירוקי" של קו המתח העליון נצרת-כנרת והשנאי השני (ציפורית 2") מוזן מ"מעגל שחור" של קו המתח העליון. המפעל מוזן למעשה משנאים נפרדים ומשני מעגלים שונים של קו מתח עליון על-ידי כבלי מתח גבוה נפרדים - "קו זכוכית" ו"קו פניציה".

במפעל עצמו קיים סידור המאפשר העברה אוטומטית של ההזנה במקרה נפילה של אחת ההזנות, ולכך מישמת אמינות גבוהה של אספקת החשמל למפעל.

ההקמה המהירה של התחנה הארעית נובעת מפשטות המבנה שלה. מסדר המתח הגבוה היו טרומי ומותקן בתוך מכולה כשהציוד והאבזורים שבה הורכבו ונבדקו במפעל הייצור. גם בניין הפיקוד, בניי, במכולה שצוידה מראש בעת ייצורה בכל המתקנים וההתקנים הדרושים.

התחנה הקבועה היא, כאמור בהספק כולל של 180 מ"א וכוללת ארבעה שנאים גדולים של 45 מ"א כל אחד. היא תהיה מצוידת במערכות תפעול ומיקוד מורכבות ומתוחכמות, בעלות ביצועים משופרים ויהיה קשר חשמלי בין השנאים.

צרכן שיוזן מהתחנה הקבועה יוכל, בדרך כלל, "להסתפק" באספקה מקו מתח גבוה אחד ברמת אמינות סבירה.

בנוסף לצעדים שנקטו על-ידי חברת החשמל במטרה לספק חשמל למפעל במועד ובאמינות ראויה, נקט המפעל בצעדים משלו: הותקנו במפעל שני דיזל-גנרטורים, בהספק של 1800 קילוואט כל אחד ויחידת אל-פסק (U.P.S) בגיבוי מצברים, בהספק של 150

בתחילת 1992 הודיעו היזמים של חברת פניציה אמריקה-ישראל לחברת החשמל, על החלטתם להקים מפעל זכוכית מודרני באזור התעשייה החדש ציפורית שבגליל התחתון. בהתאם ללוח הזמנים של היזמים, תוכנן המפעל להתחיל בייצור בסוף שנת 1993.

בפגישות הראשוניות בין היזמים לבין אנשי חברת החשמל הוסבר, שהמפעל המתוכנן שהינו עתיר אנרגיה, ייצר זכוכית שטוחה בטכנולוגיות ייצור מהמתקדמות בעולם, בתהליך רציף המחייב אספקת חשמל באמינות גבוהה במיוחד.

גודל החיבור שהוזמן היה 210 אמפר במתח גבוה (22 קילוולט), כאשר שיא הביקוש הצפוי הוא כ-5 מגואט.

יש לציין, שבכל האזור לא היתה תשתית חשמל בהיקף הנדרש, מה גם שקו המתח העליון (161 קילוולט) הקרוב, עובר במרחק של כ-2 ק"מ מהאתר המיועד למפעל וקווי מתח גבוה אינם קיימים בכלל.

במטרה לא להוות גורם מעכב בהכנסת המפעל לייצור במועד שנקבע, וכדי להבטיח אספקת חשמל אמינה, החליטה חברת החשמל להקים בשלב המייד, בסמוך לאתר המיועד למפעל, תחנת משנה ארעית שתוכל לספק את צרכי המפעל מבחינת ההספק ואמינות האספקה הנדרשים. התחנה הארעית תוחלף בעתיד (סוף 1996) בתחנת משנה קבועה שתוקם במקום התחנה הארעית שתפורק.

תחת המשנה הארעית מורכבת למעשה משני שנאים בעלי הספק של 30 מ"א כל אחד. לעומת זאת, בתחנה הקבועה יהיו ארבעה שנאים בעלי הספק של 45 מ"א כל אחד. להזנת האתר נבנתה בצומת בית רימון הסתעפות דו-מעגלית מקו המתח העליון הדו-מעגלי, המקשר בין נצרת וכנרת. ההסתעפות, שכוללת 5 שדות מתח עליון (קו דו-מעגלי), מיונה כאמור, את תחנת המשנה הארעית (ותזין בעתיד את התחנה הקבועה) שמיועדת בשלב הראשון להזנה כפולה עבור מפעל "פניציה" ולתינובור אספקת החשמל לישובי הסביבה. בעתיד תשמש התחנה הקבועה לאספקת חשמל לכל אזור התעשייה שיתפתח במקום, וכמובן גם לכל ישובי הסביבה הקיימים והחדשים.

מכל אחד משנאי התחנה הזמנית יוצא כבל מתח גבוה תת-קרקעי, המגיע אל המפעל.

השנאי האחד (ציפורית 1) מוזן מ"מעגל



צילום: אבי אוהיון

צילום אוויר של מפעל פניציה אמריקה - ישראל (זכוכית שטוחה) שהוקם באזור התעשייה ציפורית שבגליל התחתון. המפעל, המייצר זכוכית שטוחה בטכנולוגיות ייצור מהמתקדמות בעולם הינו עתיר אנרגיה ומבוסס על תהליך ייצור רציף שרגישותו לאמינות אספקת החשמל היא גבוהה במיוחד. הבטחת תקינות הייצור ומניעת הפרעות במהלכו חייבו; יישום אמצעים מיוחדים, הן במערכת האספקה של חברת החשמל והן במתקני החשמל של המפעל.
(פרטים נוספים ראה בעמוד 47)

