

# התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם  
בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ

הוראות למתקני חשמל: העמסת תוליכי נחושת, והגנתם במני ורס יח

חקנות החשמל (התקנות הכלליות) תשכ"ז-1966

הוראות למתקני חשמל: התקנות הכשרי תחום ובטיחות

סקנות החשמל (רישוי מתקנים חשמליים) תשכ"ז-1966

הוראות למתקני חשמל: קוי הונה ותעגל פ סוביים

חקנות החשמל (בגרות כמתקנים חשמליים מים בבת) תשכ"ז-1966

חקנות החשמל (כללים להתקנת לוחות) תשכ"ז-1966

הוראות למתקני חשמל: התקנות אכזנות חשמל

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

הוראות למתקני חשמל: התקנה על

שם	מס' עמוד
החשמל	1
המבצע	2
התקנת	3
התקנים	4
התקנת	5
התקנים	6
התקנת	7
התקנים	8
התקנת	9
התקנים	10
התקנת	11
התקנים	12
התקנת	13
התקנים	14
התקנת	15
התקנים	16
התקנת	17
התקנים	18
התקנת	19
התקנים	20
התקנת	21
התקנים	22
התקנת	23
התקנים	24
התקנת	25
התקנים	26
התקנת	27
התקנים	28
התקנת	29
התקנים	30
התקנת	31
התקנים	32
התקנת	33
התקנים	34
התקנת	35
התקנים	36
התקנת	37
התקנים	38
התקנת	39
התקנים	40
התקנת	41
התקנים	42
התקנת	43
התקנים	44
התקנת	45
התקנים	46
התקנת	47
התקנים	48
התקנת	49
התקנים	50



# קובץ התקנות

## תוכן הענינים

3	דבר המערכת
4	מכתבים למערכת
6	הגשת תוכנית מיתקן לחברת החשמל
7	עברית כהלכה
8	חיבורים וסוגיות כבלים בשיטת הזיקת טרף אמוסי
10	שופרות ניאון וקטודה קרה
15	תאונת חשמל ולקחה
16	אחזקה מונעת של מיתקנים עליונים במתח נמוך
18	התשלום בעד חיבור למערכת החשמל
23	החירות נתיכים
24	יעול — כן, השגת גבול — לא
25	שיטות חדשות להפעלת נורות פלואורסצנטיות
26	שיטת ההדלקה המושלמת
28	שיטת ההדלקה המהירה
30	סימפוזיון המאור
32	חידון בקיאות בתקנות החשמל

### הערכים האחראים :

מאול שמר  
יעקב טראוב

### מזכיר המערכת :

אורי לויסני

### כתובת המערכת :

חברת החשמל לישראל בע"מ, המשרד הראשי,  
ת.ד. 10, חיפה.

### הסדיר וביצוע :

אורי אבנת

### חופסת :

דמוס לבונה, ת"א



# דבר המערכת

## קורא יקר!

עלונו — עלונך אשר נכנס כבר לשנתו השניה, התחיל לקבל את דמותו הקבועה מבחינת צורתו ותכנו המורכב ממדורים קבועים וממאמרים שונים.

אנו רוצים להאמין שהתגובות החיוביות שהגיעונו עד כה משקפות גם את דעתך על איכותו של העלון. מאידך יודעים אנחנו שהוא עדיין לוקה בחסר, כיון שטרם הפך לבמת התבטאות של החשמלאים.

אין בארץ ארגון או אגוד אשר יאפשר לחשמלאים פנישות ודיונים על נושאים מקצועיים ובעיות טכניות המתעוררות בעבודתם היומיומית ואין גם בטאון אחר היכול לשמש במה מתאימה. לכן ברצוננו להעמיד את דפי עלוננו לרשות צבור החשמלאים ומהנדסי החשמל על מנת שיוכלו לברר מעל דפיו את הבעיות הטכניות המטרידות אותם, לבטא במכתבים או במאמרים את דעותיהם הטכניות על נושאים השנויים במחלוקת ואף לערוך ויכוחים עניינים.

אין לחשוש מ„צנזורה“ של המערכת על מאמרים או גישות טכניות אשר אינן עולות בקנה אחד עם אלה של חברת החשמל. להיפך, נשמח לפרסם דעות חדשות ומשאבים חדשים, כי בכך נוכל לתרום להתקדמות טכנית ולהבנה הדדית.

כבר בעלון זה תמצא, קורא יקר, דעות אשר לא תמיד תואמות את המקובל בחברת החשמל כיום; נהיה מוכנים לדון בכובד ראש בכל הצעה רצינית.

אנו מעוניינים שהעלון, אשר היה עד כה במידה רבה עלוננו, ייהפך, בהשתתפותך הפעילה גם לעלונך בו תוכל לבטא את דעותיך המקצועיות ולשאול את שאלותיך שיש בהן ענין גם לאחרים.

המגבלה היחידה עליה נקפיד היא שהדברים יהיו על רמה נאותה ולענין. ויכוח טכני — אדרבא. פולמוס צבורי — לא.

# מפתחים / מערכת

## תשובה :

אנו תמימי דעים עם השואל ואמנם לוחות השיש מפנים לאחרונה את מקומם, במיתקנים חדשים ללוחות מודרניים העשויים מתכת. ב"תקע המצדע"י מסי' 4 סופר כבר על הכנסתם לשימוש של ארונות מדידה ואבטחה סטנדרטיים כאלה, אשר נועדים להשתלב במסגרת לוח החלוקה של הצרכן. אולם ברור שבמיתקנים קיימים אין שום הצדקה לפרק את לוחות השיש ולהחליפם בלוחות מתכתיים.

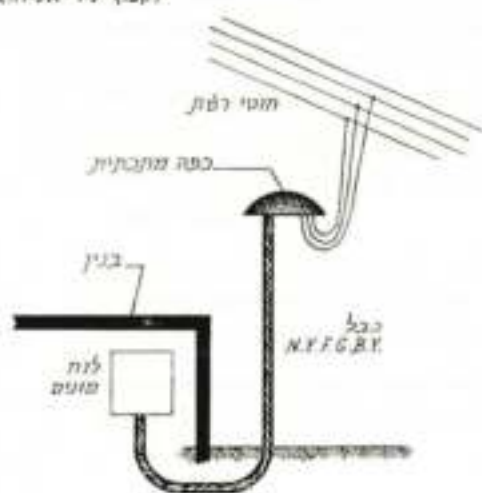
במסגרת עבודתי בכבלים מטיפוס NYFGbY נתקלתי בשתי תופעות שאינני יכול להסבירן.

א. אחרי פרק זמן בו היה הכבל חשוף לקרני השמש ולנשם, איבד המעטה החיצוני את הברק האופייני של ה"p.v.c." ונראה כאילו הופיעו בציפוי סדקים נימיים.

ב. הכבל שעליו מדובר היה מותקן בצור רה שרטיבות חיצונית לא יכלה בשום אופן לחדור פנימה. לתמהוני מצאתי בתוך הכבל מים בכמות לא מבוטלת. אחרי שהיה מותקן ברשת כשנה. רצ"ב סכימת התקנת הכבל.

## מנחש גלאון

(קבוצת ניר אליהו)



לעתים קרובות אני מוזמן על ידי דיירים שונים לבוא ולתקן אצלם תקלה ובבואי למקום מתברר לי שנשרפו הנתיכים הראשיים של חברת החשמל. כיון שמכסאות הנתיכים הללו מוחתמים בגושפנקאות אין לי ברירה אלא להטריח גם בשעות הערב והלילה את עובדי חברת החשמל החייבים לבא ולהחליף במו ידיהם את הנתיכים השרופים.

האם אין אפשרות שהחשמלאים יקבלו מחברת החשמל רשות וסמכות להחליף את הנתיכים הראשיים ?

## שלם יששכר

(גדרה)

## תשובה :

המבטחים הראשיים כלולים במיתקן החשמל של חברת החשמל ומהווים חלק ממערכת ההגנה על קווי החיבורים ועל הרשת, לכן הם חייבים להסאר במיקוח בלעדי של החברה.

שריפת נתיכים ראשיים מבלי שנשרפו תחילה הנתיכים שבלוח המיתקן הפרטי שלמדת במרבית המקרים על "סילוף" נתיכים בלוח זה ; נתיכי הצרכן אינם מותאמים מבחינת גודלם למיתקן או למעגל שעליו הם מציננים.

שמירה נאותה על ברירה (סלקטיביות) בין נתיכי החברה ונתיכי הצרכן, תבטיח שבכל מקרה של תקלה במיתקן הפרטי ישרפו נתיכי הצרכן שאותם אפשר להחליף ללא הצורך בהסרחת עובדי חברת החשמל ואילו שריפת הנתיכים הראשיים של החברה, תצביע אז על תקלה במונים או בקו החיבור, שלאיתורה ותיקונה יש להזמין את עובדי החברה.

מדוע נוהגת עדיין חברת החשמל להתקין לוחות מונים עשויים משיש, חומר הנחשב כבר לכל הדעות כמיושן. הדבר אמור במי יוחד בגלל קשיי הטיפול והכנתו לצרכי בניית הלוח וכמו כן לנוכח משקלו הגבוה. כן יש להעיר שלוח השיש איננו משתלב, לדעתי, מבחינה אסטטית עם לוחות ה"ח" לוקה של הצרכן העשויים מתכת.

## אפרים אברהמי

(בית קמה)

- א. ידוע שה-P.V.C מושפע מקרינה אולטרה-סגולה הכלולה בקרני השמש וכן הוא מותקף על ידי האוזון שבאוויר. כדי למנוע את השפעת האטי מוספירה, מוסיפים לחומר בשעת הייצור אחוז מסוים של פח המגן על ה-P.V.C. בכך שהוא מחזיר את הקרינה המזיקה. זהו הסיבה שבי גללה כבלי P.V.C שחורים (הכוללים % גבוה יותר של פח) עמידים יותר בפני השפעת קרינת השמש ורצוי להשתמש בהם בהתקנה חיצונית.
- ב. אין סיבה להתפלא כל כך על הימצאות המים בכבל ראשית, יתכן שהכיפה המתכתית מגנה במעטה הכבל ומסם חדרו במשך הזמן המים. יתכן גם שהמים חדרו באופן קפילרי.

לדעתנו אין הסיודור המתואר על ידי השואל, מבטיח אטימות מוחלטת. גם בחברת החשמל החלו להשיג תמש לאחרונה בשיטה החדשה המקובלת בעולם: סוגרים את קצה הכבל שמנו יוצאים הגזים המופי רדים אל הרשת, במרק אפוקסי רך המתקשה שעות מספר לאחר הכיסוי ואוסם באופן מוחלט את הכבל בפני הדירת מים.

### תדירות הבדיקות התקופתיות

איננו י. הרמלין שמאמר „אחזקה מתוכננת של המיתקן החשמלי בתעשייה“, התפרסם בעלון מס' 4 הפנה את תשומת לבנו לאי בהירות במה שנוגע ל- תדירות הבדיקות התקופתיות שנובעת מסעות בהדי פסת המאמר.

מר הרמלין מציע שבקביעת תדירות הבדיקות יש לקבוע סדר עדימויות לחוליות השונות כדלקמן:

- מכשירים ניידים — לפחות 2 פעמים בשנה.
- הארקות במיתקן קבוע — לפחות פעם אחת בשנה.
- מפסקים, מבטחים, מכשירי חימום — לפחות פעם אחת בשנה.
- מנועים קבועים — לפחות פעם אחת כל 3-5 שנים.
- המיתקן הקבוע בכללו — לפחות פעם אחת כל 3-10 שנים.



מה זאת אומרת שמוצאת לי את המוספתן?...  
ושלחתי לבאן כדי לבדוק את סכרבת החשמל !!

# הגשת תכנית מיתקן לחברת החשמל

החל מ-1.1.1968 נכנס לתוקף הסדר חשוב הנוגע לתכנית מיתקן החשמל המוגשת על ידי החשמלאי האחראי על ביצוע המיתקן למשרד חברת החשמל: יש להגיש את תכנית המיתקן על גליון שרטוט בגודל תקני \* (לפחות A3) אשר בשדה הכותרת שלו תופיע הצהרת החשמלאי בנוסח הבא: —

א. הריני/ו מצהיר/ים שהמיתקן המוזכר בתכנית זו בואש על ידי/נו לפי כללי המפקח והבטיחות המובנים, בהתאם להוראות חוק החשמל התיידי 1954 והתקנות שפורסמו על פיו, תקני מכון התקנים הישראלי הנוגעים למיתקני כריכה חשמליים, ובהתאם לכללי חברתכם הנוגעים לאספקת החשמל לצרכנים.  
ב. הניני/ו מצהיר/ים כי המיתקן הנ"ל נבדק והוא בתצב תקין וראוי לשימוש.

נית המיתקן החשמלי ונעשתה על פי הדין (תקנות כבלים — תקנה 108).  
ומה נאמר בתקנות 106 ו-107:  
תקנה 106 קובעת:

(א) כבלים ואבזורים המותקנים במיתקן חשמלי ייבדקו אחרי התקנתם ולפני הפעלת המיתקן החשמלי על ידי חשמלאי בעל רשיון מתאים לכיצוע סוג עבודת החשמל שבעדה הותקנו הכבלים והאבזורים.

(ב) תוצאות הבדיקה יורשמו על ידי החשמלאי האמור ועותקי הרישום יומצאו לחשמלאי בעל רשיון חשמלאי בודק, למפקח ולבעל המיתקן החשמלי או למחזיקו הכל לפי הענין וישמרו על ידיהם.  
תקנה 107 קובעת:

(א) לאחר השלמת המיתקן החשמלי ובדיקת הכבלים כאמור בתקנה 106 ולפני הפעלת המיתקן החשמלי יבוקרו הכבלים ואבזריהם סופית על ידי חשמלאי בעל רשיון חשמלאי בודק או על ידי מפקח.

(ב) תוצאות בדיקת הבידוד, רכיפות המעגלים, התארוקות או התנתות האחרות, אופן ההתיקה ואמצעי ההגנה הדרושים לפי תקנות אלה יורשמו על ידי החשמלאי בעל רשיון החשמלאי-בודק או על ידי המפקח, הכל לפי

אם מוגשים לחברת החשמל העתקים של התכנית יש להדביק על כל אחד מהם מדבקה עליה מודפס נוסח ההצהרה על כל פרטיו וכן פרטי החשמלאי המבצע.

ננסה להסביר להלן את חשיבות ההסדר הנ"ל: כידוע, תכנית מיתקן החשמל היא אחד מאמצעי העזר החשובים העומדים לרשות הבודק בשעת ביצוע הבדיקה, אולם זאת אך ורק בתנאי שהתכנית תהיה ערוכה ומשורטטת כהלכה וחתומה. במאמר שהומיע בתקע המצדיע מס' 1 הובאו כוזרי חמש נקודות המסבירות את חשיבות הדבר כחוק

ותעכב כעת רק על הנקודה החמישית — דרישת החוק:

תקנות החשמל (התקנת כבלים, למשל) קובעות: לא יופעל מיתקן חשמלי או כל חלק מסוג אלא לאחר שנבדק כאמור בתקנות 106 ו-107 והבדיקה חוזית כי ההתקנה מתאימה לתכ-

\* הגדלים התקניים המתאימים של גליונות שרטוט עבור תכנית מיתקן חשמלי הם:

A3	(420 × 297)
A2	(594 × 420)
A1	(841 × 594)
A0	(1189 × 841)

הענין, בתודעת בדיקה של המיתקן החשמלי, וישמרו על ידי החשמלאי-הבודק, המפקח ובעל המיתקן החשמלי או מחזיק הכל לפי הענין.

הבאנו כאן ציטוט מתקנות כבלים כיון שהתקנות בדבר התקנת מוליכים והתקנות בדבר מעגלים סופיים עדיין נמצאות בשלב הכנה אולם קריוב לודאי שגם בהן תופענה דרישות דומות במה שנוגע להגשת תכנית, לבדיקה מוקדמת על ידי החשמלאי המבצע, ולהגשת המימצאים לחשמלאי בודק המבצע את הבדיקה הכוללת הסופית ורושם את התוצאות בתעודת הבדיקה.

אפשר לסכם את 3 התקנות הנ"ל ולומר שלפני תניית האספקה למיתקן חשמלי חדש (או להרחבה ו/או שינויים של מיתקן קיים) חייבים להתבצע השלבים הבאים: —

1. עריכת תכנית המיתקן החשמלי על-ידי החשמלאי המבצע.
2. בדיקת המיתקן על ידי החשמלאי האחראי על ביצועו לרבות רישום התוצאות על ידו ודווא התאמת המיתקן לתכנית.
3. הגשת תוצאות הבדיקה לחשמלאי-הבודק (קרי — הבודק איש חברת החשמל).

4. בדיקה סופית ע"י חשמלאי-בודק הרושם את מימצאיו בתעודת הבדיקה, החייבת להישמר. על מנת לחקל על החשמלאים הוחלט שהצהרת החשמלאי שתוגש תחומה על ידו, על גבי תכנית המיתקן, לחברת החשמל תבוא במקום תוצאות הבדיקה שחייבות להרשם על ידי החשמלאי ול- המסר לחברת החשמל המבצעת את הבדיקה הסופית של המיתקן לפני הפעלתו.

לסיכום,

החשמלאים מתבקשים לצרף להבא לכל טופס בקשה לבדיקת מיתקן חשמלי שבוצע על ידם (טופס 9) המוגש לחברת החשמל, את תכנית המיתקן המפורטת על גליון תקני כנ"ל כשעליו נמצאת הצהרת החשמלאי תחומה על ידו.

במידה והחשמלאי עורך את תכנית המיתקן החשמלי על התכנית הארכיטקטונית של המבנה, למשל עליו להדביק על התכנית את המדבקה שעליה מודפסת ההצהרה, ולקפלה לפי המידות התקניות.

במשרדי החברה בהם מקבלים החשמלאים את טפסי הבקשה לבדיקה יוכלו הם לקבל מעכשיו גם גליונות שרטוט תקנים בגודל A3 עליהם כבר מודפסת ההצהרה.



בעברית	הסינוי המקובל	פאנגלית	מצרפתית
מלקחת	פלייר	plier	pince
צבת קיצוץ	קאטר	wire cutter	pince coupante
מברג בדיקה	טסטר	tester	contrôleur
סרט בידוד	איזולירי-בנד	insulating tape	ruban isolant
מהדק תותב מבודד	לוסטר קלימה	insulated bushing connector	connecteur isolé

# חבורים וסופיות כבלים בשיטת הזרקת שרף אפוקסי

אינג' ב. רביד

החומר המוזרק מהווה למעשה מערכת של שרף האופקסי עצמו והמקשה שלו. כאשר שני החוץ מרים מתערבבים זה בזה מתחיל תהליך כימי המביא לפולימריזציה ולהתמצקות השרף. יש לציין במיוחד כי השרף והמקשה מתקבלים במנות מדינות מראש, כאשר הם נתונים בתוך שקית מחומר פלסטי. הערבוב נעשה בתוך השקית וזו מוכנסת למזרק בשלמותה (ראה תמונת מס' 4 ו-5). כך מתקבל יחס כמותי נכון בין השרף למקשה, נמנעת לכידת אוויר בעת הערבוב וכן מובטח כי העובד אינו בא במגע ישיר עם החומר בכל שלבי ההזרקה.



תמונת מס' 5

## נסויים ובדיקות

על מנת לבחון את אפשרויות יישום שיטת הזרקת השרף בחברת החשמל, נערכה שורה של נסויים שדה ובדיקות מעבדתיות של חבורים וסופיות מסוגים שונים.

בוצעו חבורים במתח נמוך בכבלים תרמופלסטיים וכבלים נייריים, חבורים של כבלי טלפון וכן חבורים וסופיות של כבל 13.2 קילוולט.

תמונת מס' 6



ברשימה זו ברצוני להציג טכניקה חדשה בבצוע חבורים וסופיות של כבלים באמצעות הזרקת שרף אפוקסי. שיטה זו מותחה בארה"ב ע"י חברת מינסוטה ונמצאת כבר מזה שנים מספר בשטח נרחב בארה"ב ובאירופה.

שרף האפוקסי המהווה את שכבת הבדוד והמגן במקום החבור, נחץ בצורה של תכונות המכשירו היטב לשמוש זה. נציין במיוחד את חוזקו המכני הגבוה של השרף, את כושר ההדבקה המצויין שלו, את חוזקו הדיאלקטרי, עמידתו הטובה בעומסים דינמיים וכרעידות וכן עמידתו הטובה בתנאי מזג האוויר.

שיטת הזרקת האפוקסי היא שיטה אוניברסלית המתאימה באותה מדה לכבלי נייריים וכבלים תרמופלסטיים, לכבלי טלפון וכבלים למתח גבוה.

## תאור השיטה

עיקרה של השיטה הוא ביצירת החבור בהתאמה לכבל ולמימדיו. אין משתמשים כאן בתבנית יציקה מוכנה (פרט לסופיות לכבל מתח גבוה בהן יש תבניות הכוללות את המבדדים), אלא מכינים את מקום המלוי בשרף באמצעות סרט רשת פלסטי. ע"י עטיפה מתאימה שביב ידוי הכבלים המתחברים, מתקבל המרוח הנחוץ ב"התאם למתח העבודה (ראה תמונת מס' 1, 2).

לבסוף מוזרק השרף לתוך החבור באמצעות מזרק היוצר לחץ של שש אטמוספרות בערך. ההזרקה בלחץ זה מבטיחה חדירה טובה של השרף לכל מקום בחבור ומונעת את הוצרותם של חללי אוויר. (ראה תמונת מס' 3).

תמונת מס' 1



תמונת מס' 2





## שקולים כלכליים

מנקודת ראות כלכלית מענין לציון כי מחיר החד מרים לבצוע החבורים בשיטת ההזרקה נשאר בדרך כלל זהה למחיר החומרים עבור חבורים בשיטת המקובלות, למרות שכלולות בו הוצאות הובלה, מכס וכדומה.

מרכיב שטר העבודה הוא בדרך כלל קטן יותר בחבורים מוזרקים, כך שבסופו של דבר מסתמן יתרון מה לטובת חבורים אלה.



תמונה מס' 5

## סיכום

בנואנו לסכם את נסיונו בחבורים שבוצעו בשיטת הזרקה ערף האפוקסי, הננו מניעים למסקנה, כי בלא להגדיל את הוצאותינו הכספיות הננו מקבלים שיטה המבטיחה חבורים טובים יותר, שסימדיהם קטנים יותר (ראה זה מול זה בעמוד האחרון).

כמו כן יש גם להוסיף, כי באמצעות מערכת משוטח של מספר פריטים הננו משוגלים לבצע כל סוג של חבור, תקון, הסתעמות או סיוע של כל סוג וגודל של כבל הנמצא בשטוש: החל בכבלי טלפון וכלה בכבלים משוריינים למתח 15 קילוולט.

התברר כי שיטת ההזרקה הנה נוחה לשמוש כתנאי עבודה שונים, היא נלמדת בקלות ע"י העובדים ונמישותה הרבה מאפשרת את גזולה ביושמים לא שנתיים.

החבורים שנבדקו במעבדה עמדו בבדיקות בתרי צוות טובות בהרבה מאשר החבורים והסופיות המקבילים שבוצעו בשיטות הנחוצות — יציקת אפוקסי בכבלי מתח נמוך ויציקת משה אספלטי בכבלי מתח גבוה. חלק מתוצאות הבדיקה מופיע ב"טבלה.

סוג החבור	מהות הבדיקה	בצוע בשיטת הנחוצה	בצוע בשיטת הזרקה אפוקסי
חבור כבל תרמופלסטי תתיקרקעי 1000 וולט.	טמפרטורה מקסימלית בזמן עשיית החבור זמן הקרוו מהערך המקסימלי עד 35% ממנו.	96 °C 2 שעות	80 °C 1 שעה
חבור כבל תרמופלסטי תתיקרקעי 10 ק"ו	מחזורי העמסה עד טמפרטורה 60-75 °C וקרור לטמפרטורה הסביבה במתח 20 ק"ו	—	עמד כ-50 מחזורים במשך 1047 שעות
חבור כבל נייר-שמן 13.2 ק"ו	מתח פריצה	—	עמד במתח 74 ק"ו
סופית כבל נייר-שמן 13.2 ק"ו	עמידה בלחץ שמן	55 ק"ו נפרץ באופן מיידי בלחץ 1-1.5 אטמ" (הפרש טבה 31 מטר) במשך 19-12.5 (מטר)	73 ק"ו עמד בלחץ 2.5 אטמ" (הפרש טבה 31 מטר) במשך 360 שעות

# שפופרות ניאון וקטודה קרה

אינג' ז. דוניבסקי

העלולים לגרום לסדקים או אפילו לשבירה, עובר הצינור תהליך של הרפייה (קירור חדרתי) בזמן הייצור. תוך כדי הייצור מוסיפים לזכוכית גם חומרים שונים (כמו סודה ועופרת) כדי להשיג את התכונות הדרושות.

## האלקטרודות

תפקיד האלקטרודות הוא להעביר את הזרם מהטרנספורמטור אל הגז. אלקטרודה רגילה מורכבת מהחלקים הבאים: (ציור מס' 1).

1. צנורית מתכת קצרה העשויה בדרך כלל מברזל נקי, שתומה בקצה האחד ופתוחה בקצה השני אשר דרכה עובר הזרם אל הגז. לשם קיצור נכנה לתלן צינורית זו בשם "האלקטרודה".
2. צינור זכוכית קצר אשר במרכזו קבועה האלקטרודה. גם צינור זה שתום בקצה האחד ופתוח בשני. דרך הקצה השתום עוברים מוליכי האלקטרודה ואת הקצה הפתוח מחברים בתהליך חם לצינור הזכוכית של השפופרת.
3. מוליכי האלקטרודה המחברים אותה לכבלי הזנה. מוליכים אלה תומכים גם באלקטרודה וקובעים אותה במרכז צינור הזכוכית.
4. סבעת מחומר בידוד, (לרוב — נאיץ) הצמודה למשטח הפנימי של צינור הזכוכית המקיף את האלקטרודה.

במרכז הסואן של עיר מודרנית או ליד תחנות הדלק בכבישי הארץ נמשכת העין בלילה אל צינורות זכוכית דקים המסמיקים אור יפה, צבעוני או לבן בהיר. האור מופק מצינורות אלה כתוצאה מפריקה חשמלית במתח גבוה דרך גז. מבחינים בין 2 סוגים של שפופרות פריקה כאלה:

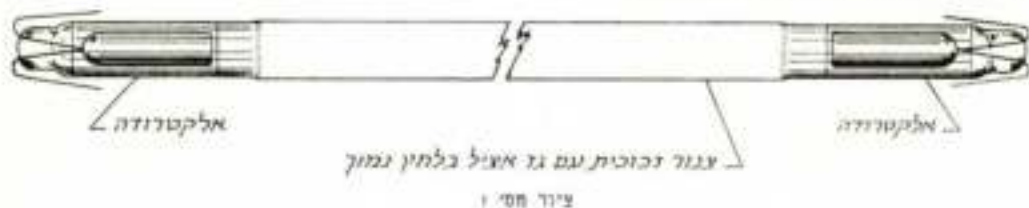
- א. צינורות צבעוניים הידועים בשם "שפופרות ניאון". למרות שלעיתים מטולאים הצנורות בגז אחר ולא דוקא בניאון, נכנה אותם גם אנחנו בהמשך דברינו בשם: שפופרות ניאון.
- ב. צינורות ארוכים המסמיקים אור לבן בהיר בעל טון הדומה לזה של השפופרת הפלואוריסצנטית הרגילה הידועים בשם "שפופרות עם קטודה קרה".

## שפופרת הניאון

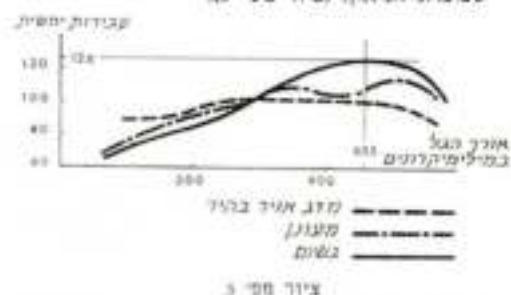
שפופרת הניאון נבנתה בשנת 1910 על ידי הצרפתי בורג' קלוד. מאז התפתחה תעשיית שלטי הניאון בכל העולם בצעדי ענק. להתפתחות זאת נרמו שפע הצבעים, צריכת הזרם הקטנה, אורך החיים הגבוה ונוחות ייצור השפופרת בצורות שונות. מבנה שפופרת הניאון פשוט למדי: צנור דק ואטום עשוי זכוכית שהוצא ממנו האוויר ובמקומו הוכנסה כמות קטנה של ניאון או של גז אציל אחר בלחץ נמוך מאד ב־2 קצות הצינור קבועה אלקטרודה. כאשר מחברים את 2 האלקטרודות למקור מתח גבוה שופע הגז שבתוך הצינור אור צבעוני בהיר. נסביר להלן את היסודות המרכיבים את השפופרת: (ציור מס' 1).

## הזכוכית

צנורות הזכוכית מיובאים מחוץ לארץ בארכים של 120 — 160 ס"מ. קוטר הצינור נע בין 10 ל־15 מ"מ. הצינורות חייבים להיות עמידים בשינויי טמפרטורה ונקודת התכתם נמוכה למדי כדי שאפשר יהיה לעבד את קצותיהם בעזרת מבער גז. חשובה גם אחידותם של עובי הדפנות ושל הקוטר הפנימי, על מנת למנוע חופעת מאמצים מנימים



אלפית האחוז מנפח האוויר, בעת פריקה חשמלית כמתח גבוה דרך גז ניאון הנמצא בשופרת זכוכית כתנאי לחץ נמוך הוא מאיר באור אדמדם, רבים ודאי הבחינו בעובדה שבמזג אוויר נשום האור האדום בולט במיוחד. התופעה מוסברת בתכונת ה"עבירות" כל חומר שקוף מעביר דרכו חלק מהאור הפוגע בו. במזג אוויר בהיר עבירות האוויר שזה לכל הצבעים אך במזג אוויר נשום עולה העבירות לאור אדום. לכן בשעת נשם כשהראות נרוצה בולט דוקא שלט המאיר באור אדום כדוגמת זה שפולטת שופרת הניאון. (ציור מס' 3).



### כבל הזינה

לחזת שופרת ניאון משתמשים בכבל למתח גבוה אשר חייב לעמוד במתח העבודה. מוליכו הכבל בנויים מתילים שזורים, בארץ מקובל לחבר את מוליך הכבל אל מוליך האלקטרודה ע"י שיוור ללא מהדקים.

### הטרנספורמטור

הטרנספורמטור לאספקת המתח הגבוה לשופרת הניאון הוא בעל תכונות מיוחדות השונות בחלקן מאלה של טרנספורמטור רגיל לאספקת חשמל. בטרנספורמטור הרגיל משתנה המתח במידה קטנה כאשר העומס עולה עד לערכו הנקוב. לעומת זאת התנגדות שופרת פריקה למעבר זרם איננה קבועה אלא יורדת באופן בולט עם עליית הזרם. אילו היינו מזינים שופרת פריקה באמצעות טרנספורמטור רגיל והזרם היה עולה מסיבה כלשהי, היתה יורדת כאמור התנגדות השופרת. כתוצאה מכך היה הזרם במעגל עולה וחוזר חלילה. תוך זמן קצר היתה השופרת נהרסת או שהטרנספורמטור היה נשרף.

לכן דרוש כאן טרנספורמטור שתחת המשינוי שלו (המתח הגבוה) יורד דוקא כאשר הזרם עולה. משינויים תכונה זו באמצעות מיצד (שנטי) מננטי; כאשר הזרם עולה, עובר דרך המיצד חלק גדול יותר מקודי הכת המננטיים מבלי לחצות את הליפוף המשיני ואז יורד המתח המשיני של הטרנספורמטור. בשופרת הניאון קיים לכן שיווי משקל בין הזרם

מעבר הזרם מהאלקטרודה אל הגז גורם למפל מתח גדול יחסית, לשם הקטנתו מצפים את האלקטרודה בחומר הפולט אלקטרונים. לאחר נקישת אמצעי זה מניע מפל המתח לסדר גודל של 100 — 150 וולט לכל זוג אלקטרודות.

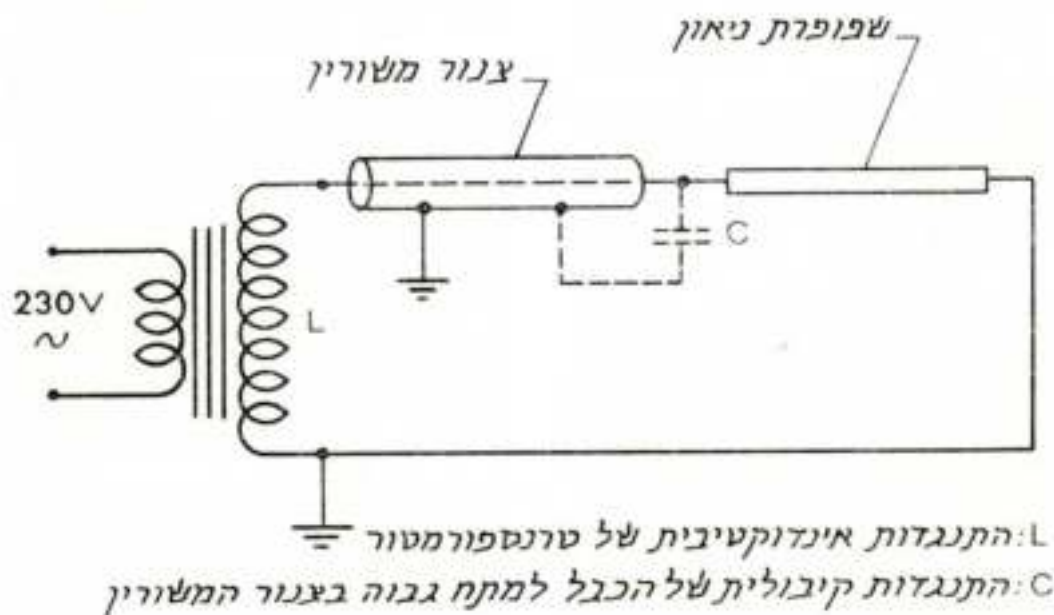
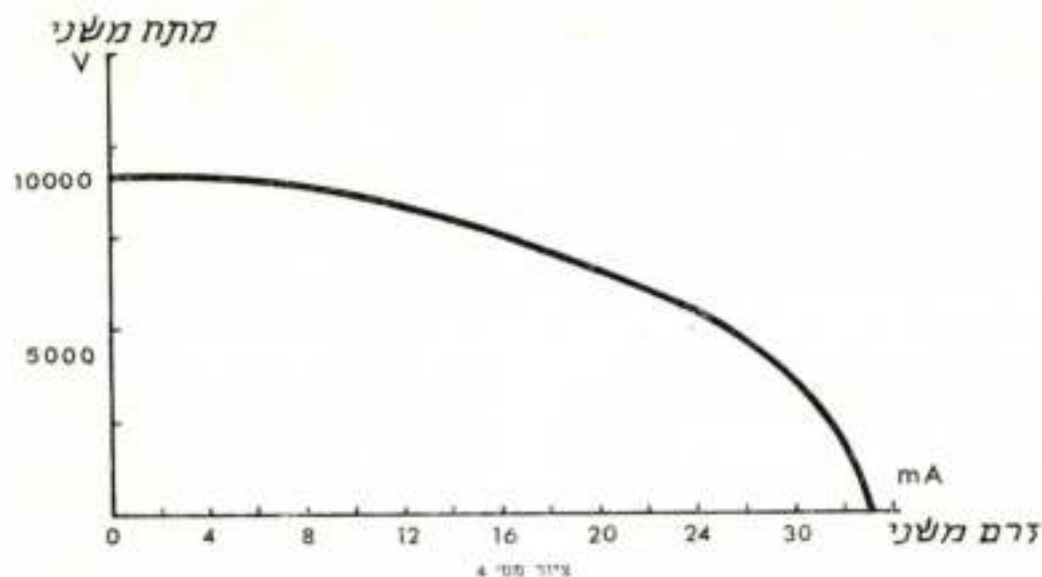
בעבודה מתחמתת האלקטרודה לטרנספורמה של 150 בקירוב. בהשפעת החום והמתח קורעים מהאלקטרודה חלקיקי מתכת זעירים הסתייגים על צינור הזכוכית בקרבתה. במשך הזמן עלולה האלקטרודה להתפורר כליל והשופרת תצא אז מכלל שמוש. תהליך זה מקטין גם את לחץ הגז בשופרת, כך שכבר לפני ההתפוררות הניכרת של האלקטרודה ירד לחץ הגז מתחת למינומם הנדרש לפעולה תקינה והדבר יתבטא בהבהוב האור. כדי לסייע לקירור טוב יותר מצפים את האלקטרודה בחומר כימי מיוחד וכן מגדילים את שטח פניה. האלקטרודות נרכשות כיום בחוץ לארץ כיון שאינן מיוצרות עדיין בארץ.

מידת התפשטות מוליכי האלקטרודות צריכה להיות שזה לזו של הזכוכית על מנת לסנע חירות אוויר לשופרת בין המוליך והזכוכית. תנאי חשוב נוסף הוא שהזכוכית תצמד היטב למתכת שטמנה עשויים מוליכי האלקטרודות כדי שלא יחדרו אוויר לשופרת על ידי המוליך. המוליכים עשויים מסני סנת (ברזל וניקל, למשל) בעלת מקדם התפשטות מתאים ובנוסף לכך מצפים אותם בנוחשת העוברת תהליך עיבוד נוסף. כל זאת כדי להבטיח הצמדה טובה של המוליך לזכוכית.

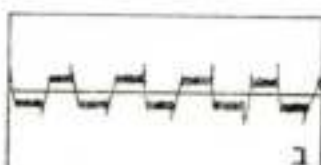
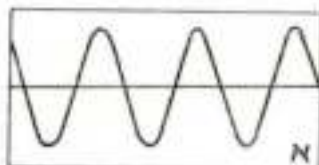
### הגזים למילוי

באטמוספירה נמצאים כידוע מספר גזים אצילים כמו ארגון, ניאון, הליום, קרפטון וקסנון. מקור השם הוא בכך שאין להם זיקה להתרכבות כימית עם יסודות אחרים. גזים אלה מתאימים מאד למילוי שופרות פריקה. בגלל השימוש הרב בניאון, הסיפיק אוויר אדום, נוהגים לקרוא לכלל שופרות הפריקה הצבעוניות בשם "שופרות ניאון", למרות שבמקרים רבים משתמשים בגזים אצילים אחרים בנפרד או בתערובת. כדי להפיק אור כחול, למשל, מטלאים את השופרת בגז ארגון בתוספת קטנה של כספית. החום הנוצר בעת פעולת השופרת מאייד את הכספית והשופרת מסיקה אור כחול יפה.

כדי שהאור יהיה יציב, על הגז להמצא בלחץ נמוך מאוד של כ-10 מ"מ כספית (כידוע לחץ האוויר בגובה מני הים הוא 760 מ"מ כספית) ברור שאם ירד לחץ הגז מתחת לגבול מסוים תרד עצמת האור, נייחד את הדיבור לנו הניאון: הניאון הוא גז ללא צבע וריח, כבד במידת מה מהחמצן ומהזה



ציור מס' 5



מתח משני בטרנספורמטור ל-15000 וולט 30 מיליאמפר

- A** מתח ללא עומס : מתח אפקטיבי 15,000 וולט, מתח מכסימלי 22,000 וולט
- B** מתח בעומס מלא : מתח אפקטיבי 9,000 וולט, מתח מכסימלי 19,000 וולט
- G** מתח בעומס יתר : המתח המכסימלי עלול להגיע ל-30,000 וולט או יותר

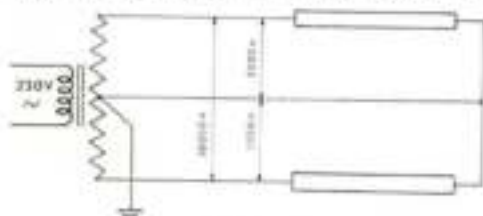
ציור מס' 6

תנודות מתח בעלות תדירות גבוהה וערך מכסימלי כפול, או אף יותר, מחמתה בפעולה התקינה. (ציור מס' 6).

הזרם הנדרש מהטרנספורמטור להפעלת שופרת היאון הוא נמוך מאד ונמדד במילי אמפרים. מקובל לרשום על שלט הטרנספורמטור את זרם הקצר של הליפוף המשני (מתח גבוה) בניגוד לסיי מון בטרנספורמטור רגיל שם רשום הזרם הנומינלי בעומס מלא. אגב, זרם העבודה של הטרנספורמטור קטן מזרם הקצר ב-20% בקירוב.

### מקדם ההספק

לשופרת היאון (כולל הטרנספורמטור המיוחד) יש מקדם ההספק נמוך מאד שנוע בין 0.4 ל-0.6. כדי להקטין את הזרם ולעמוד בדרישת חברת



ציור מס' 8

החשמל יש לטפר את מקדם ההספק עד לערך של 0.85. השיפור נעשה על ידי חיבור קבל במקביל לליפוף הראשוני (ציור מס' 7).

כדי לקבוע את הספק הקבל הדרוש לשיפוק מקדם ההספק מוצאים קודם את ההספק בווטים לפי מספר הסיבובים של המונה, מוודים את המתח והזרם בצד הראשוני ומחשבים לפי נתונים אלה את מקדם ההספק הקיים. לאחר זאת נעוים, בטבלאות כדי לקבל את הספק הקבל הנדרש.

### הזרם

עצמת הזרם בשופרת היאון תלויה בקוטר הצינור, בסוג האלקטרודה, בסוג חנן ובלחץ השורר בפנים

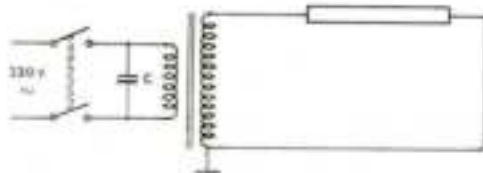
והמתח. אם יעלה הזרם ירד המתח וביצאה מהטרנספורמטור, וכן יחזור מצד שווי המשקל.

בציור מס' 4, רואים שהמתח יורד מ-10000 וולט (במעגל פתוח) עד ל-8 וולט במצב של קצר (כאשר זרם הקצר מגיע לערך מכסימלי של 33 מיליאמפר). יוצא מכאן שאפשר לקצר את הבד המשני של טרנספורמטור מיוחד זה מבלי לגרום לו נזק!

המתח המשני של הטרנספורמטור לשופרות היאון המקובל בארץ מגיע עד ל-5000 וולט כלפי האדמה במעגל פתוח. מייבדים לעתים טרנספורמטורים עם מתח משני של 10000 וולט כשאמצע הליפוף המשני מארק.

המתח הגבוה דרוש "להדלקת" השופרת. מיד עם הופעת הזרם במעגל, יורד המתח בהרבה, עד כדי 40% - 50%.

יש לעיין שכבלי ההזנה במתח הגבוה המותקנים בתוך צינורות ברזל מהוים קבול המחובר במקביל לשליל המשני של הטרנספורמטור. קבול זה מקטין את האימפדנס הכולל של מעגל הטרנספורמטור ולכן גם את מפל המתח בטרנספורמטור. כתוצאה מכך יעלה המתח, דבר שעלול לגרום נזק לטרנספורמטור. יש לדאוג לכן שאורך הכבל המותקן בצינור הברזל יהיה קטן ככל האפשר (ציור מס' 5). יש להזהר מחיבור עומס יתר לטרנספורמטור, אם תחברנה לטרנספורמטור שופרות ארוכות מדי יעלה העומס מעל למתוכנן ותופענה בליפוף המשני



ציור מס' 7

ציור מס' 7

השופרת. זרם קטן מדי יגרע מעוצמת האור וזרם גבוה מדי יגרם לחימום יתר ולקיצור אורך החיים. עצמת הזרם נעה בגבולות 15-30 מיליאמפר.

### המתח

להפעלת קו תאורה ארוך ורצוף דרוש מתח של כ־1000 וולט לכל מטר אורך (כולל מפל מתח של 100-150 וולט לכל זוג אלקטרודות). כיוון שהמתח הגבוה של הטרינספורמטור המסובל בארץ איננו עולה על  $2 \times 5000$  וולט יכול טרנסי־פורמטור אחד להזין פס תאורה באורך של כ־10 מטר לכל היותר (ציור מס' 8). להפעלת צינור מסולא בארגון עם תוספת כספית, המפיק אור כחול, דרוש מתח קטן יותר, 600-700 וולט לכל מטר אורך. מספרים אלה מתייחסים לצינור באורך ניכר ובקוטרו של כ־15 מ"מ. עבור צינורות דקים כמו הצינורות בשלטים עם אותיות, דרוש מתח הפעלה גבוה יותר במידה ניכרת.

### שקע להנחת צנור הזכוכית

זכוכית בעלת הברגה

רגל ממתכת



ציור מס' 9

### הרכבה ואחזקה

לשם קביעת שופרת הניאון למבנה משתמשים במבדד בצורת עמוד זכוכית קטן באורך של כ־5 ס"מ הנתון ברגלית מתכתית. השופרת נקשרת למבדד זה באמצעות מוליך נחושת דק בעל מעטה פ.ו.י.סי. מבדד הזכוכית מיוצר עם הברגה על פניו וזו מאפשרת להבריוו לתוך הרגלית המתכתית. באופן כזה אפשר לשנות את ארכו ולהתאימו למבנה שעליו מרכיבים את השופרת (ציור מס' 9). שלט ניאון המותקן כהלכה יכול לעבוד זמן רב ללא תקלות. אורך החיים של שופרת ניאון שהוּר כנה לפי כללי המקצוע, הוא כ־8000 עד 10000 שעות. הסיבה העיקרית להפרעות אפשריות נעוצה

בהתרופפות חיוזקי השופרות ושבירתן כתוצאה מדוחות. כן נגרמות הפרעות עקב הצטברות מיס ולכלוך בחיבורים בין השופרות השונות. הדבר דורש תשומת לב רבה בעיקר באיזור החוף שם רבה יותר הקורוזיה.

### שופרת עם קטודה קרה

אפשר לכוות שופרת זו גם בשם: «שופרת פל־אורסצנטית למתח גבוה». בניגוד לשופרות הפל־אורסצנטיות הרגילות העובדות במתח אספקה 230 וולט והדלקתן נעשית לאחר חימום הקטודות כ־900 באמצעות הנטל והמדלק, מניעה טמפרטורת הקטודות כאן ל־150 בקירוב.

במיתקני תאורה מיוחדים יש לשופרות עם קטודה קרה יתרונות בהשוואה לשופרות פלואורסצנטיות רגילות: — בגלל נמישותן אפשר לתת להן צורות שונות בהתאם למבנה עליו הן מורכבות, אורך החיים שלהן גבוה יותר וקיימת אפשרות להפעלתן על ידי סגנון של חיבור והפסקה לסירוגין, כיוון שלא קיימת ההשהייה בהדלקתן.

קיימות נקודות שונות רבות לשופרת הניאון ולשופרת עם הקטודה הקרה; ההבדל העיקרי הוא שבשופרת עם קטודה קרה מצופה צינור הזכוכית באבקה פלואורסצנטית על פניו הפנימיים ואילו בשופרת הניאון משתמשים בזכוכית שקופה נקיה. הצינור של שופרת פלואורסצנטית למתח גבוה מסולא בנו ארגון בלחץ נמוך עם תוספת קטנה של כספית.

זרם העבודה בשופרת עם קטודה קרה מגיע ל־120 מיליאמפר בקירוב, ולכן גם מידות האלקטרודות גדולות יותר מאלה שבשופרות הניאון. קוטר צינור הזכוכית מגיע לעתים ל־28 מ"מ.

מפל המתח לזוג אלקטרודות בשופרת קטודה קרה הוא כ־100 וולט. להזנת פס תאורה ארוך ורצוף דרושים כ־900-1000 וולט לצנור סטנדרטי באורך 2.40 מ'. טרינספורמטור ל־ $2 \times 5000$  וולט יוכל להזין לכן כ־10 צנורות כאלה באורך כללי כ־24 מטרים.

שופרות עם קטודה קרה מפיקות אור לכן ובהיר ומשתמשים בהן בעיקר לתאורה דקורטיבית בחוף או לתאורת פנים במקומות ציבוריים, אך מאחר והן עובדות במתח הגנה גבוה, מוגבל עדיין השימוש הרחב בהן.

צינורות הזכוכית מיוצאים מחו"ל באורכים של 2.40 מטר.

העקרונות השונים של מבנה השופרת, הטרנסי־פורמטור המיוחד וכדומה, דומים לאלה שהוזכרו בפרק על שופרת הניאון.

על מיתקן החשמל לשופרת ניאון ולשופרות עם קטודה קרה נדבר בעלון הבא.

# תאנית השמל וליקהה



נספר הפעם על מקרה חישמול שהעסיק במשך תקופה ארוכה את בודקי חברת החשמל אשר הצליחו לבסוף לאתר את סיבתו. למרבה המזל לא נפגע איש בצורה רצינית אם כי מספר אנשים סבלו מחבטות „לא נעימות“ לפני שנפתרה „תעלומת“ החישמול. פרטי המקרה המעניין היו אלה :

אל מחלקת הצרכנים הטכנית של חברת החשמל החלו להגיע מדי כמה ימים תלונות על תופעת חישמול באחת המספרות שבעיר. התופעות היו חולפות במהירות והורגשו בעיקר בעת חפיפות הראש. כל הבדיקות שנעשו במקום לא העלו דבר כיון שאי אפשר היה לשחזר את החישמול שהופיע כאמור מפעם לפעם דוקא כשהבודקים לא היו במקום.

הבית בו נמצאה המספרה היה בן 3 קומות אשר בראשונה שבהן היו 9 חנויות ובשאר שתי הקומות דירות מגורים. הבודק שטפל בחיפוש אחרי מקור החישמול חיבר בשיטתיות את המיתקנים והמכשירים השונים בכל דירה וחנות. והנה כאשר חיבר באחת החנויות השכנות מנהץ, הופיע במספרה מתח של 190 וולט בין צינור המים וצינור הביוב. סבוב קל או נענוע של פתיל המנהץ (פתיל תלת גידי) הביא להיעלמות המתח אולם באותה צורה אפשר היה לגרום להופעתו מחדש.

בדיקת הפתיל העלתה שקיים חיבור רופף בין פין ההארקה של התקע לבין מינעת ההארקה של תקע המכשיר. פעם נמדדה התנגדות של אפס מנהי-אווהם בין גיד הפזה או ניד האפס של הפתיל לבין פין ההארקה ופעם אחרת הגיעה התנגדות הבידוד ל-10 מנהי-אווהם. בידוד גיד הפזה בתוך התקע שהשתחרר מעט מבורג החיזוק שלו היה לקוי ביחס לבית התקע עצמו והיתה אפשרות של מגע בין גיד הפזה לבין בורג החיזוק של ניד ההארקה. עם פתיחת תקע-המכשיר של הפתיל, התברר שבורג החיזוק של ניד ההארקה השתחרר כליל והיה חופשי.

צבעו של קצה גיד ההארקה מראה שהוא היה נתון להתחממות יתר. במצבים מסוימים היה בורג החיזוק הנ"ל מגשר בין בורג החיזוק של ניד הפזה לבין הקצה של ניד ההארקה.

בין המספרה לבין חנות הקונפקציה היה קיר משותף באורך של מטר בקירוב. בקיר זה היה טמון צינור מים ישן שיצא במרוצת הזמן מהשימוש ונותק מרשת המים בגלל דליפה. דוקא לאותו צינור היה מחובר מוליך ההארקה שהגיע אל בית התקע ששימש את המנהץ בחנות הקונפקציה ואילו צינור המים וצינור הביוב של המספרה שהיו מחוברים לרשת המים והביוב היו אף הם מותקנים באותו קיר. לאור מימצאים אלה התבהרה התמונה ונפתרה ה„תעלומה“ : כאשר נהצו בחנות הקונפקציה והיה נוצר בפתיל המנהץ חלקוי מגע מקרי בין גיד הפזה וניד ההארקה כמו שתואר לעיל, היה צינור המים המנותק שבקיר אשר הפריד בין שתי החנויות, מקבל מתח פזי של 230 וולט וזרמי הפחת היו גורמים אז להופעת מתח מסוכן בין הברז ובין צינור מי השופכין במספרה. מתח זה הוא שגרם לחבטות החשמל אשר בדרך נס לא נסתיימו באסונות.

אפשר לראות 2 לקחים מהסיפור הנ"ל:

א. לעתים קרובות עלולים תקלה או ליקוי במיתקן חשמלי מסוים לגרום לתופעות מסוכנות במיתקן אחר אשר הקשר ביניהם הוא באמצעות צנרת מים וזאת למרות שקיימת הפרדה במקור הפזה. במלים אחרות, צנרת מים לקויה ובלתי רציפה לכל ארכה מבחינה חשמלית לא רק שאיננה יכולה לשמש בתפקודה כאלקטרודת ההארקה אלא שהיא אף עלולה לגרום למצבים מסוכנים.

ב. המקרה מוכיח גם ששיטת ההגנה באמצעות הארקה איננה יעילה בכל המקרים ולעתים היא אף מסוכנת. מאידך, אילו הוגן מיתקן החשמל בחנות הקונפקציה באמצעות מפסק-מגן הפועל בזרם פחת (FI) היה המפסק פועל מיד עם הופעת זרם פחת מסוכן.

לאחרונה יובאו ארצה מספר דגמים של מפסקי מגן המיוצרים בהתאם לתקנים של הארצות בהן יוצרו וחברת החשמל ממליצה על מפסקים אלה כאמצעי הגנה נוסף להארקה.

## אחזקה מונעת של מיתקנים עיליים במתח נמוך

אינג' א. קיסלהוף

כדי לא להגיע למצב בו יהיה צורך בקיום אחזקה מונעת מיד לאחר הקמת קו עילי חדש, יש לבנות את הקו מחומרים בעלי טיב מעולה, והביצוע חייב להיעשות על-ידי בעלי מקצוע טובים ומאומנים.

כבר בשעת התכנון יש לקחת בחשבון מספר גורמים שיש להם השלכה לעתיד: כך למשל, יש לתכנן את המיתקנים, במרחק של 2–3 מטר לפחות ממיבנים, שדרות עצים, וכד'. בתוואי הקו עצמו אסור שתהיה נדריחיה או צמחיה אחרת. קוים עיליים המצטלבים עם כבישים, רצוי שיהיו בנובה של 6.5–7 מטר מהקרקע על מנת לאפשר מעבר חופשי למכוניות עמוסות מטענים, ומכשירים מתנועעים גבוהים בכביש ללא סכנה של היפגעות. האחזקה המונעת של קוים עיליים שנבנו כהלכה תצטמצם בביקורת תקופתית של המרכיבים החשובים: תיילים, מבדדים, עמודים לסוגיהם, הארקות, מניני ברק ותחנות טרנספורמציה.

### א. מבדדים

ב. פגיעה מכנית, דבר זה עלול להגרם על ידי פגיעת קליעי רובה, או רסיסים אחרים, וכן על ידי מטען חורג מכלי רכב.

יש לערוך את הביקורת אחת לשנה, ולהחליף מיד את כל המבדדים הפגועים והסדוקים.

### ב. תיילים

אחת לשנה יש לבדוק את מצב הסתיחה והפתלים. הסתיחה מתרופפת כידוע במשך הזמן בשעת תנרי דותיה – בהשמעת סערות ורוחות, ואו קיימת הסכנה של מגע בין התיילים השכנים, לעתים גורם הדבר לקצר ולעתים כשוסן המגע קצר לא ישרפו המבטחים אך המוליכים ינטקו במשך הזמן, גם זרם יתר ממושך גורם כידוע לחימום המוליכים להתארכותם ולהרפיית הסתיחה.

יש לגלות תיילים קרועים ופגועים (בעזרת משקפת) העלולים להחליש את המוליך השזור. קריעה זו יכולה להתהוות בשני המקרים כדלקמן:

א. תיל פגום בעת הייצור קורע במשך הזמן עקב הסתיחה, שאמנם לא קורעת את כל המוליך אך מונעת בחלק מהתיילים.

ג. עמודים  
יש להבחין בין 3 סוגי העמודים המקובלים ברשת: עץ, ברזל, בטון.

### עמודי עץ

את מצב רקבון העמודים יש לבדוק 10 שנים לאחר בניית הקו, אך זאת רק בתנאי שהעץ מטיב מעולה ללא סדקים (מותר קיום סדקים שרחבם קטן מ-0.3 מ"מ בערך) וספוג קראווט, כ-40-60 ס"מ מעובי העמוד.

בדיקה שניה נעשית 7 שנים לאחר הבדיקה הראשונה.

עמוד עץ מטיב מעולה לא נרקב בתקופה של 30-40 שנה בערך. הדבר תלוי גם בסוג האדמה בה ניצב העמוד; במקרה ובאדמה קיימות חומצות



המתקופות את העץ, תהליך הרקבון יהיה מהיר יותר.

בקיום עלילים למתחינוך שברשת חברת החשמל, קיימים עמודים שהוקמו בשנת 1928 וטרם נרקבו. בדיקת רקבון בעמוד עץ נעשית לאחר שחוטפים את רגל העמוד באדמה בעומק של 35-40 ס"מ. בעומק קרקע זה נתקף בדרך כלל העמוד בגלל ההבדלים ברוטיבות בתקופת הקיץ והחורף, וזוהי הסיבה שחלק העמוד הטמון בקרקע נרקב מהר יותר מהחלק אשר מעל הקרקע. לאחר גילוי רגל עמוד באדמה, דופקים עליו בפטיש ומגליל הדמויות קובעים את המקום בו יש חשש לרקבון, הגליל בחלק הרקוב דומה לגליל שמתקבל מדמויות בנוף חלול. אחר מוציאים מהעץ בעזרת מקדח מיוחד דוגמת חומר בקוטר 2.5 מ"מ ובאורך של 140-150 מ"מ כדי לראות אם אמנם נרקב העץ ובאיזה עומק.

את הבדיקות בעזרת המקדח יש לבצע גם בעמודים בהם לא נולדו רקבון עליו דימויות בפטיש, כדי לודא שהם "בריאים". כשהרקבון המניפי של העמוד התפשט לשטח הקטן מ-2/3 שטח החתך כולו והרקבון החיצוני פחות מ-2 מ"מ, אין עדיין הכרח להחליפו באחר אך יש להגדיל את תדירות הביקורת — אחת לשנתיים או אף יותר, הכל בהתאם לאחוז הרקבון. על עמודים הנוגעים ברקבון חזק אין לטפל ואין לשחרר מוליכים מבלי לחזק תחילה את העמוד.

לפעמים אין העמוד רקוב אלא נגע בעש. עמוד כזה יש להחליף כאשר השטח הנוגע בנזב והתפשט לכל אורך העמוד.

לסיום כדאי להדגיש שאין להשתמש בעמודים מטרמיים (שהיו מותקנים יותר מ-10 שנים) לבניה קו חדש, כיון שהחוצאות הכספיות הגבוהות הקשרות בנות בנות קו חדש אינן מצדיקות את החסכון הקטן יחסית הנובע משימוש בעמודים משומשים שסיבם מוטל בספק.

#### עמודי ברזל

אחת לכמה שנים יש לערוך ביקורת היציבות כדי לוודא שהעמודים לא נפגעו עליו דימויות רב למשל, עיקר הסימול בעמודי ברזל היא חנה בפני חלודה. הדבר נעשה עליו דימויות צביעה תקופתית. את בקורת הצבע יש כל שנה או שנתיים בהתאם למקום.

בפנים הארץ, שם האקלים יבש הביקורת יכולה להעשות אפילו אחת ל-5-10 שנים, אולם ברצועת החוף ומקומות בהם יש תעשייה כימית, יש לערוך ביקורת כל שנה או שנתיים.

לפני צביעת העמודים יש לגרד היטב את כל המקור מות החלודים. אין להשאיר את החלודה ולכסותה בצבע, מאחר והחלודה ממשיכה להתפתח מתחת

לצבע החדש ואז תהיה ההחלדה מהירה וזרסנית יותר. אחרי המיקוי יש לכסות את כל העמוד בצבע יסוד (מיניום) ראשוני. שכבת המיניום צריכה להיות בעובי של 30 מיקרון. יש לכסות היטב את כל השטח ולא להשאיר מקומות בלתי צבועים. לאחר-מכן, לא יאוחר משבוע ימים מהצביעה הראשונה יש לצבוע בצבע אוקסיד אדום, ולאחר שבועיים לכל היותר יש לצבוע בצבע שלישי המגן על שני הצבעים הראשונים. את הצביעה יש לעשות בימים יבשים, ללא גשם וטל. הצבע על העמוד צריך להיות בעובי לא פחות מ-90 מיקרונים, וכדי שיארזך ימים יש להשתמש בטיין טוב (בארץ מייצרים צבעים מטיב מעולה), והצביעה חייבת להיעשות על ידי מועלים מקצועיים מעולים העושים את מלאכתם בדיוק לפי ההוראות, אחרת כל צבע ואף הטוב ביותר לא יחיה יעיל.

#### עמודי בטון

יש לבקר באם לא התחוו סדקים בבטון והעמודים לא נפגעו עליו דימויות רב.

יש לעיין שעמודי בטון הוכנסו רק לפני כ-5 שנים בקו חברת החשמל, ולעת עתה לא נתעוררו בעיות מיוחדות מרט לעבירת העמודים עליו דימויות רב.

#### ד. הארקות, ואלקטרודות הארקה

חוק החשמל מחייב אחזקה מונעת של מערכת ההארקה ברשת. לפי תקנות "הארקות" יש לערוך אחת ל-5 שנים את הביקורת לוודא שלמות מוליכי הארקה, ורציפותם וכן יש למדוד את התנגדות האלקטרודות.

בדיקת התנגדות של האלקטרודות נעשית באמצעות מכשיר מיוחד, "מגד אדמה", למשל.

ב-התקע המצדיע"ט 3 תוארה אחת השיטות לביצוע מדידה זו. התנגדות האלקטרודה באדמה חייבת להיות בגבולות של 0.5-1.5 אוהם, כשכתור אלקטרודה משמשים צינורות המים. כאשר נמדדת התנגדות גדולה מ-2 אוהם יש לבדוק אם לא נותק צינור מים או נחלש החיבור המחבר את מוליך ההארקה לצינור מים.

יש כמובן לשפר את החיבורים עד שתתקבל התנגדות בתחום הסותר.

בזמן האחרון רבים המקרים שההארקה משתבשת לאחר שחלק מהצנרת המתכתית הוחלף בצנרת אל מתכתית, למשל אובסט. במקרה זה, שהוא המור ומסוכן ביותר, יש להוסיף במקביל לצינור האל מתכתית שבאדמה מוליך (פלדה או נחושת) בחתך מתאים (במקרה של פלדה מספיק בדרך כלל 50 מ"מ<sup>2</sup>). את המוליך יש לגשר עם יתר הצינורות המתכתיים שנשארו ברשת המים, אפשר להשתמש גם בצינור שנותק ונשאר באדמה, בתנאי שינושר עם יתר הצינורות המתכתיים בהם זורמים מים.

גם כאשר האלקטרודות הן מתכתיות, עשויות מצינורות מתכת, פסי ברזל או פלטות, ההתנגדות כלפי האדמה חייבת להיות נמוכה מ-2 אומה באם רוצים שהארקת המיתקן תהיה יעילה, וזאת למרות שחוק החשמל אינו דורש זאת.

### ה. מניני ברק

הביקורת נעשית אחת לשנה או שנתיים כדי לודא באם הם לא נפגעו מפריקת ברק, כן יש לבקר את רציפות מוליכי הארקה והתנגדות האלקטרודה שלהם. יש להעיר שבקיים החדשים של חברת החשמל לא הורכבו מניני ברק, כיוון שנתברר שמספר פגיעות הברק במיתקנים אלה הוא קטן ולא מצדיק את התקנת מניני הברק.

בקוי מתח גבוה של חברת החשמל משתמשים במספר קטן של מניני ברק כתגנה לפני הטורנספורמטור, ולאותה מטרה סדרו גם קרני פריקה בכל תחנות הטורנספורמציה.

מניני הברק הורכבו בדרך כלל באותם המקומות בהם היו מדי שנה פגיעות ברק בטורנספורמטורים.

### ו. תחנות טורנספורמציה

ראשית יש להקפיד שהטורנספורמטור לא יעבוד

ביתרת עומס במקסימום זמן ממוטשים, לכל היותר מותר לעלות במקסימום זמן קצרים ב-20%-30% מעל העומס הנומינלי של הטורנספורמטור. אחת לשנה יש לערוך ביקורת של חיזוק הברנים במסכה הטורנסי פורמטור ושל גובה השמן לפי מראהו על גוף הקונסי בטור. פעמיים בשנה יש לבקר את נושא האויר של הטורנספורמטור ולברר שהחומר המיוחד לייבוש האויר עדיין תקין או שיש צורך להחליפו. אחת ל-5 שנים יש להוציא כמות שמן של 300 גרם בערך מהקונטרבטור, ומנוף הטורנספורמטור, במקרה ש" יימצאו מים בשמן :

1. בתוך הקונטרבטור — מחליפים את כל השמן.

2. בטורנספורמטור — מוציאים דוגמא שניה לאחר שמריקים כ-40 ק"ג שמן, ואם לאחר מכן יימצאו בשמן עוד מים, יש להחליף את כל השמן. אם רכוז החומצה, גדול מ-0.9 מיליגרם על כל גרם שמן, יש גם כן להחליף את כל השמן.

הוצאת השמן לבדיקה הראשונה, נעשית כש" הטורנספורמטור תחת מתח, לעומת זאת החלפת שמן או הורדת 40 ק"ג לבדיקה שניה מבוצע עות כשהטורנספורמטור מוסק.

## התשלום בעד חיבור למערכת החשמל

### א. גולניסקי

לתשלומים בעד חיבורים היא, מדוע יש בכלל להטיל תשלום על מסמך החיבור? האם זה לא פשוט יותר לכלול את התמורה, עבור הוצאות חלוקת החשמל, במחיר המשתלם עבור צריכת החשמל השוטפת ול" שחרר את מסמך החיבור מכל תשלום בזמן החזמה, בדיוק כפי שהתמורה עבור אותו חלק מהוצאות הי" צור המתייחס להשקעות בתחנות הכח, כלולה ב" בתעריף החשמל.

הנימוקים העיקריים לשלילת האפשרות לנהוג ב" התאם לאמור בשאלה הם :

א. אחד העקרונות היסודיים להסדר שיטתי של תעריפים ותשלומי צרכנים, תמורת שירותים הניתנים להם על ידי שרות ציבורי כלשהו, קובע שיש להטיל על הצרכן את כלל הה" צאות שהוא נדרם להם כצרכן.

כאשר מדובר בהוצאות הכרוכות בייצור ה" חשמל ובמכירתו, מקבל עקרון זה את ב" טויו במערכת התעריפים החלים על צריכת החשמל אשר היקפה ניתן למדידה בקלות

### מ ב ו א

ביום 1.10.67 נכנסו לתוקפם, באישור שר הפיתוח, כללים חדשים בדבר תשלומים בעד חיבורים למערכת הספקת החשמל. כללים אלה פותחים פרק חדש במבנה התשלומים שחברת החשמל מקבלת מאת מדי מיני החיבורים למיניהם.

מנסותיהם הכלליות של הכללים החדשים הן :

א. קביעת מחיר ארצי אחיד, במידת האפשר, לי מיני החיבורים.

ב. שכלול שיטת החלוקה של נטל הוצאות ה" כרוכות בבנין רשתות, התקנת חיבורים ומיתק" נים אחרים להולכת חשמל וחלוקתו.

ג. הם העקרונות והשיקולים המנחים, אשר על פיהם הושגת מבנה התשלומים להשגת המנמות ה" כלליות האמורות ; כיצד מוציאים מן הכח העקרונות אל הפועל המעשי ומהו הכיטוי לכך, הלכה למעשה, בכללים החדשים ; על כך נעמוד בקיצור ברישימה זו.

### עקרונות ושיקולים

הכללת התמורה במחיר החשמל  
אחת השאלות הנשאלות לעתים קרובות בהקשר

יחסית באמצעות יחידות מקובלות, כקו"ש וקו"ט, המצביעות במידה שבירה של קירוב על חלקו של הערך בהוצאות הייצור, בהתייחס בסוגו של הערך ובסוג קבוצת הצרכנות אליה הוא מתייך מבחינת אופי הצריכה שלו.

אולם כאשר מדובר בהשקעות הדרושות ל"בנין רשתות על אזוריהן ומתקניהן השונים, מתברר כי קשה להפעיל את העקרון האמור במלואו על ידי הכללת התמורה בתערוף החשמל.

הקושי העיקרי, שהוא אדמיניסטרטיבי בע"פ, נובע מהפיזור הגיאוגרפי של הצרכנים המונע את האפשרות לקבוע מחיר אחיד לכל קווי מסוגי הצרכנות העיקריים.

ההשקעות להולכת חשמל וחליקתו תהיינה שונות לחלוטין ובהפרשים קיצוניים בין מקום צרכנות אחד לבין משנהו; אם מקום הצריכה נטות יימצא באזור מפותח מבחינה חשמלית, בקרבת מרכז ייצור או במרכז חלוקה של חשמל, תהיינה הוצאות הישירות הכרוכות בבנין הרשתות קטנות לאין שיעור מאשר במקרה שמקום הצרכנות יימצא בריחוק ויחייב לבנות רשת וטרנספורמציה מיוחדות עבורו. כמובן שלא יהיה זה מעשי לערוך מערכת של תעריפים מיוחדים, שיכללו הרישום לכסוי ההשקעות בבנין רשתות בהתאם לכל מקרה ומקרה.

אם כל אדם יהיה זכאי להזמין חיבור ללא כל תשלום ספציפי, הקשור בצורה זו או אחרת בהוצאות בהן כרוך החיבור, עלולים להתיות מקרים של שוונות מופרז בזכות זו, במקרים רבים תדרשנה חברת החשמל הייעוץ בעלות בלתי משקיות, למשל, מפעל תעשייתי זעיר שייבנה במרחק של קילומטרים רבים מרשת החשמל, אשר חיבורו כרוך בהוצאות גדולות שאינן עומדות בכל יחס לכמות הציוד והצמיחה באותו מפעל, בעל המפעל ידרוש את חיבור המקום לרשת החשמל, בעוד שמבחינה משקית עדיף יותר להשתמש ב"מקרה כזה במקור אנרגיה מקומי, כגון דיזל" נגרסור, או שלא קיימת כדאיות משקית בכלל להשתמש באנרגיה, "מיוצרת" במפעל כזה. היענות לדרישה כזאת, מבלי לבקש תמורה מספיקה, תגרום לעליה בלתי מוצדקת של מחיר החשמל לכלל הצרכנים.

מן האמור לעיל נובעת מסקנה כי, באשר לתמורה עבור השירותים, יש להבחין בין צרכני החשמל הייעוץ מקבלים את שירותם בצורת אספקת חשמל שוטפת, לבין הזמני חיבור שהשירות הניתן להם מתבטא

בהתקנת החיבור על כל הכרוך בכך, אף כי עצם מתן החיבור נועד לאפשר לאחר מכן את אספקת החשמל השוטפת. יש לעיין גם כי לעתים קרובות אין זהות בין הזמין החיבור למקום אספקת מסויים ובין ערכן החשמל שיקבל את האספקה באותו מקום.

### הסלת מלוא ההוצאות על הזמין החיבור

קאנדיד, קיימים מספר נימוקים להטען מהסלת מלוא הוצאות, בהן כרוך ביצוע החיבור, ישירות על הזמין החיבור בזמן ביצוע ההזמנה. הנימוק העיקרי נובע מכך שרשתות החלוקה על שלמותיהן השונות עשויות לשרת יותר מצרכן אחד, בעוד שההזמנות לחיבור היעוץ לסירוגין ובמרווחי זמן בלתי קבועים. מירוש הדבר כי לבני כל קטע של רשת הובנה בהקשר ל"ביצוע חיבור לפי הזמנה מסויימת, עשויות לבוא ב"מוקדם או במאוחר, ההזמנות נוטפות לחיבורים אשר ביצועם יהיה כרוך בניצול אותו קטע רשת. בהסלת מלוא ההוצאות הכרוכות בבנין הקטע על הזמין הראשון, יהיה טעם הכבדה בלתי מוצדקת על המדין מיו. החלוצי", ביחוד לאור הענין המיוחד הקיים בכל משק לעודד פיתוח של איזורים חדשים.

### הסתרון

במגמה לעקוף את הקשיים האמורים, מקובל בעולם לקבוע לפתרון את השיטה לפיה זוכפים אמנם במחיר החשמל השוטף חלק מההוצאות — מפעל להוצאות מינימליות — הכרוכות בבנין רשתות, אולם חלק זה מובל לכסות מבטימלי מסויים לכל יחידת עומס — כח סוס או קילוואט — או ליחידות מסוג אחר ה"מבטאות את העומס (שפת, מספר החדרים וכדומה) הניתנות למדידה וקביעה בקלות. את עודף ההוצאות מעבר לאותו סכום מבטימלי, מטילים ישירות על הזמין החיבור בזמן ההזמנה.

בארץ נתקבל הפתרון האמור, אולם בתנאים מסויים ימים שוטפים למזמין החיבור את הזכות לקבל בחזרה סכומים מתוך תשלומיהם של הזמנים נזכרים שחיבורו אל אותה רשת תוך תקופה מסויימת. אויך נקבע סכום מינימלי מסויים לכל יחידה ש"א אותו מטילים על הזמין בכל מקרה, גם כאשר הוצאות לביצוע החיבור הן נמוכות או אפסיות. ההצדקה העיקרית להסלת תשלום מינימלי כזה, גם כאשר החיבור אינו כרוך ישירות בהקמת רשת, היא בכך שבסופו של דבר, "הזמין" החיבור בכל מקרה חלק מיכולת ההעברה של הרשת ממנה הוא ניזון, כך שבמרוצת הזמן עם חיבורם של צרכנים נוספים יתהווה, במקום או במאוחר, מצב שיהייב להשיקע סכומים נוספים בהרחבת הרשת, אשר לא היו מתחייבים אילו לא, "תפיסת" אותו חלק מהיכולת על ידי הזמין הנדון.

לפתרון זה, המבוסס על עקרון, יש גם חשיבות מע-

3.

שית; רוך המזמינים חובו השלם משלמים מחיר ארצי אחיד ליחידה ורק מיעוטם — במקרים שהרצאות בהן כרוך החיבור גדולות במיוחד — משלמים מחיר גבוה מהמחיר האחיד, אולם אף אלה עשויים במקרים רבים לקבל החזרים מתוך תשלומיהם של מזמינים העתידים להתחבר אל אותה רשת.

#### הכללים הקודמים

הכללים הקודמים שהיו בתוקף מסך שנים עד לשינוי האחרון, הושגתו גם הם במידה רבה על העקרונות האמורים, אולם בשנים האחרונות גרמה התפתחות המחירים של מרכיבי ההוצאות להתרחקות ממחיר ארצי אחיד, נוסף על כך לא היה בכללים הקודמים מתרון לבעיה חשובה של החזר למזמין הראשון אחרי שמוזמינים נוספים מתחברים אל אותה רשת. מתוך שאיפה להגיע במידה המירבית למחיר ארצי אחיד, ולחלוקת נטל ההוצאות בין מזמיני חיבור ה" שונים, בהתחשב בעקרונות דלעיל, עתה חברת ה" השמל, בתיאום עם משרד הפיתוח, לערוכת הכללים החדשים.

#### מה בכללים החדשים:

הבחנה בין "רשת"

ובין "קו חיבור"

בחיבור מקום צרכנות אל מערכת הספקת החשמל, מבחינים עקרונית בשני שלבים:—

א. הקמת רשת חדשה, או התאמתה של רשת קיימת, לצרכי החיבור המבוקש על ידי ה" המזמין; דהיינו הקמה או התאמה של הקיים במתחים השונים, כולל טרנספורמטורים ו" מיתקנים אחרים, על אבזריהם, העוברים ב" דרך כלל בטסחים ציבוריים והטעדים לה" לכת החשמל ממרכזי החלוקה אל איזורי צריכתו.

ב. התקנת קו חיבור מהרשת אל המיתקן הפרטי של הצרכן, או התאמתו של קו חיבור קיים לשם הגדלת יכולתו. לכאורה היה מקום לק" בוע שקו החיבור יהיה שייך לצרכן, אולם מאחר שבדרך כלל אין ביכולתו של הצרכן להחזיק את קו החיבור במצב תקין ולהח" ליתו בשעת הצורך ומכיון שלעיתים קרובות משמש קו כזה יותר מאשר צרכן אחד, נוה" גות חברות החשמל לבצע בעצמן את התקנת קו החיבור ולוקחות לעצמן את הבעלות עליו ואת האחריות להחזקתו במצב תקין, למרות הנטל הכרוך בכך.

מבחינת תשלומי המזמינים, בעוד שלא חל שינוי ב" תשלום בעד קו החיבור — הן לפי הכללים הקודמים והן לפי הכללים החדשים, על הצרכן לשלם את מלוא הוצאות התקנתו או התאמתו — הרי לגבי אותו

חלק מהתשלום המתייחס לכסוי ההשקעות ברשת חלו שינויים ניכרים. כל האמור להלן, יתייחס, איפוא, לאותו שלב המכונה בשם הכולל "רשת", ולא לקו החיבור, אלא אם יצויין אחרת.

#### יחידה

לצורך קביעת תשלומי המזמינים נקבעו מספר הגד"רות של "יחידה" המשתנות בהתאם לסוג הצרכים ו/או הרכבות. לפי הגדרות אלו, "יחידה" היא: חדר ששטחו אינו עולה על 20 מ"ר, או כל 20 מ"ר של שטח חדר ששטחו עולה על כך, או לכל 20 מ"ר של שטח מתוח (עד 10 יחידות כאלו), או כל כ"ס וכל קו"א של עומט. קביעת מספר היחידות בכל מקרה תלויה, בנוסף לסוג הצרכנות ו/או הצרכים, גם בגורמים נוספים שלא יפורטו כאן.

" הוצאות לשינויים ברשת"

ו" הוצאה ליחידה"

מאחר וקיים קשר, כפי שפורט להלן, בין תשלום המזמין ובין ההוצאות הכרוכות בהקמת רשת או בביצוע השינויים ברשת לצרכי החיבור, קובעים בכל מקרה את סכומן, המעשי או המשוער, של הוצאות אלו. לשם הקיצור נשתמש בכינוי "הוצאות לשינויים ברשת" ככינוי לכלל ההוצאות הנכללות בחישוב לצורך קביעת תשלום המזמין, פרט להוצאות קו החיבור, ונשתמש במונח "הוצאה ליחידה" כשהוא מתייחס ל"סכום המתקבל ע"י חלוקת ההוצאות לשינויים ברשת במספר היחידות שבהזמנה, דהיינו:

$$\frac{\text{הוצאות לשינויים ברשת}}{\text{מספר היחידות}} = \text{הוצאה ליחידה}$$

תשלום מינימום ליחידה

( "המחיר הארצי האחיד" )

בכל מקרה של הזמנת חיבור, כולל חיבור חצרים שאין בהם אספקת חשמל או תוספת יחידות ב" חצרים שיש בהם אספקת חשמל, הרי כל עוד ההז" נאה ליחידה אינה עולה על — 105 ל"י, על המד" טין לשלם לחברת החשמל — בנוסף לתשלום בעד קו החיבור כאמור — תשלום מינימלי עבור כל יחידה ממספר היחידות שבהזמנתו. זאת אף במקרה שהחיבור המוזמן אינו כרוך באופן ישיר בכל שינויים ברשת וההוצאה ליחידה שזה לאפשר.

לצורך התשלום המינימלי מבחינים בין שתי קבוצות של צרכנות:—

קבוצה א' — כוללת סוגי צרכנות אשר מבחינת ה" משק הלאומי, יש עניין מיוחד לעודד את התפתחותם, כגון: תעשייה, מלא" כה, שאיבת מים לצרכי השקיה ול" צרכי אספקת מים ציבורית, שיכונ" עולים וכדומה.

**התשלום המינימלי לקבוצה א' הוא — 20 ל"י ליחידה.**  
קבוצה ב' — כוללת את כל שאר סוגי הערכנות אשר אינם נכללים בקבוצה א'.

**התשלום המינימלי לקבוצה ב' הוא — 40 ל"י ליחידה.**  
במקרים מסויימים כאשר ההזמנה מתייחסת למספר קטן של יחידות — עד 25 במספר — והחיבור אינו כרוך בהקמת רשת חדשה, אלא בשינויים ברשת קיימת בלבד, הרי ישלם המזמין את התשלום המינימלי כנ"ל, כל עוד ההוצאה ליחידה אינה עולה על — 150 ל"י (ולא — 105 ל"י, כאמור לגבי כל מקרה אחר).

**התשלום במקרה של הוצאה ליחידה מעל — 105 ל"י**

במקרה שההוצאה ליחידה עולה על — 105 ל"י, על המזמין לשלם, בנוסף לתשלום המינימלי הנ"ל, את עודף ההוצאה מעל — 105 ל"י ליחידה, במלים אחרות: המזמין זוכה במקרה זה להנחה המסתכמת בהרש שבין — 105 ל"י לבין התשלום המינימלי בעד כל יחידה, דהיינו, בעד כל יחידה המשתייכת לקבוצה א' (תעשייה, שאיבת מים וכו') ההנחה היא בסך — 85 ל"י, בעד כל יחידה המשתייכת לקבוצה ב' ההנחה היא בסך — 65 ל"י.

### דוגמא מספרית

להלן דוגמא מספרית לקביעת התשלום בעד חיבור למערכת הספקת החשמל בנוסף לתשלום עבור קו החיבור, —  
בעל בית מלאכה הכולל 50 יחידות — כ"ס או קו"ט מזמין חיבור:

	ההוצאות לשינויים ברשת הן	
	$\frac{7,500 \text{ ל"י}}{50 \text{ יחידות}}$	=
	<u>150 ל"י</u>	<b>ההוצאה ליחידה</b>
		<b>התשלום ליחידה:</b>
	20 ל"י	1. תשלום מינימלי (קבוצה א')
	<u>45 ל"י</u>	2. עודף ההוצאה מעל — 105 ל"י ליחידה
	<u>65 ל"י</u>	סה"כ ליחידה
		<b>סה"כ תשלום המזמין בעד יחידות:</b>
	<u>3,250 ל"י</u>	= 65 ל"י × 50 יחידות
	<u>4,250 ל"י</u>	עודף ההוצאות שיחול על חברת החשמל (להכללה במחיר החשמל)

המקורי ולכן גם התשלום שיחוייב בו יהיה קטן יותר.  
אם במשך 4 שנים נוספות, לאחר השנה ה- ראשונה, יחובר לאותה רשת יחידות נוספות, אשר חיבורן לא יהיה כרוך בשינויים ברשת, הרי תחזיר החברה למזמין הראשון מתוך התשלומים המינימליים שהוא תקבל מהמדמינים הנוספים, כל עוד שהסכום הצפוי לי השאר בידי החברה, לאחר החזרה, לא יהיה קטן מהתשלום המינימלי עבור יחידה כלשהי מהיחידות שחוברו.

### סכום

כאמור לעיל התייחסנו ברשימה זאת אל המקרים השכיחים בלבד. קיימים בכללים מספר שעשויים נוספים בעלי חשיבות, המתייחסים בצורה זו או אחרת למצבים משתנים של מזמיני חיבור, שהם בדרך מדמינים רגילים ושכיחים וכאלה המתייחסים למזמיני חיבור שהם פחות שכיחים.  
חברת החשמל תמשיך ותייחס את הכללים לשיעויהם השונים על כל המשמעויות הנובעות מהם לגבי הש-

### החזר תשלומים למזמין

אחד השינויים שנודעת לו חשיבות רבה על פי הכללים החדשים, מתייחס לזכותו של המזמין לקבל בתנאים מסויימים החזר של חלק מתשלומו, במקרים שהרשת שהוקמה למטרת החיבור שהוזמן על ידיו משמשת מאוחר יותר לשם אספקה למזמינים נוספים, מבלי שיהיה צורך לבצע שינויים נוספים באותה רשת. זכות זאת מתבססת בשתי צורות אפ"ר שרואים —

א. אם במשך שנה ראשונה לאחר הקמת הרשת יחובר לאותה רשת יחידות נוספות, ייערך חשבון חדש של ההוצאה ליחידה, שיהיה מי שותף לגבי כל היחידות שחוברו לאותה רשת. הן של המזמין הראשון והן של המזמינים הנוספים. באופן כזה, כאשר ההוצאה ליחידה, על מיה חושב תשלום המקורי של המזמין הראשון עולה על — 105 ל"י והוא חוייב בתשלום העולה על התשלום המינימלי, תהיה ההוצאה ליחידה בעקבות החישוב החדשה המשותף, תמיד קטנה מאשר על-פי החישוב

לכן, הן מבחינה משקית-כספית והן מבחינה אדמיניסטרטיבית.

לסיום ניתנים הטבלה והתרשים דלהלן, המציגים את התשלומים הבסיסיים, לפי הכללים החדשים כפי שפורטו לעיל, לעומת אותם תשלומים לפי ה"כללים שהיו בתוקף עד ליום 30.9.67.

צרכנות מסחרית ביטית זכ"י	מלאכה תעשייה זכ"י	שאיבת מים זכ"י
20.00 ל"י	13.00 ל"י	13.00 ל"י
85%	75%	60%
100%	100%	100%
צרכנות מסחרית ביטית זכ"י	מלאכה תעשייה שאיבת מים זכ"י	
40.00 ל"י	20.00 ל"י	
100%	100%	

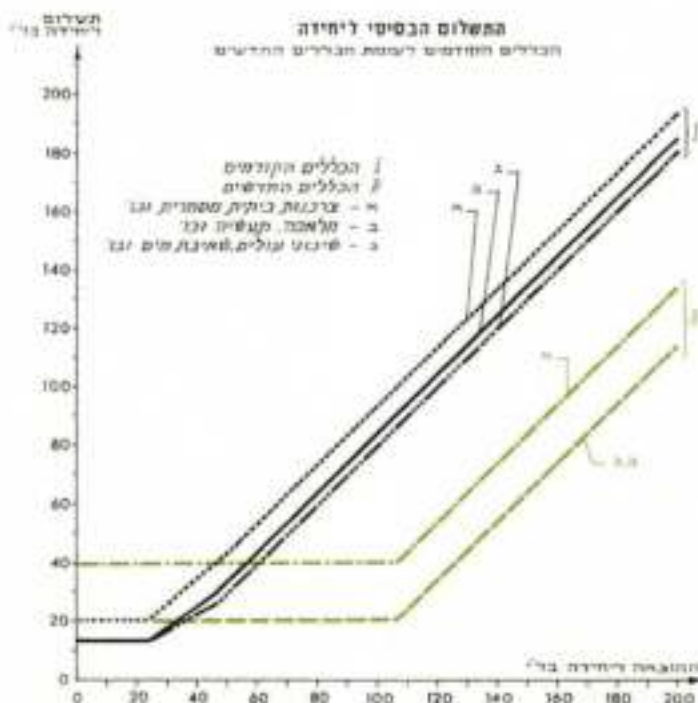
ינו במבנה היחסים המשקיים והמספטיים, בין חברת החשמל ובין מומיני חיבורים למערכת האספקה. אולם אין ספק, שהכללים החדשים מהווים צעד חשוב קדימה, לקראת שכלול והתאמת יתר של הגישה הכללית לחסור נאות של מעמסת נטל הוצאות הכרוכות בחלוקת החשמל ובפתוח הכלים

### התשלום לפי הכללים הקודמים

תשלום מינימלי — כל עוד ההוצאה אינה עולה על 23.00 ל"י ליחידה  
 תשלום נוסף — עבור ההוצאה שבין 23.00 ל"י ועד 45.00 ל"י ליחידה  
 תשלום נוסף — עבור ההוצאה העולה על 45.00 ל"י ליחידה

### התשלום לפי הכללים החדשים

תשלום מינימלי — כל עוד ההוצאה ליחידה אינה עולה על 105.00 ל"י  
 תשלום נוסף — עבור ההוצאה העולה על 105.00 ל"י ליחידה



# זהירות - נתיכים!

אינג' נ. פלג

ראשי, (במידה וישנם) או לפחות לנתק את העומס המחובר למעגל.

1. להרחיק את חלקי הגוף (ביחוד הפנים) מהנתוך כיוון שקיימת סכנה שאם יש קצר במעגל תתחווה קשת תוך כדי הכנסת ראש הנתוך לבסיסו.

## נתיכים מתוברגים בעלי פקק

גם נתיכים אלו מחייבים אותנו לאמצעי זהירות והשגחה בכדי למנוע תקלות והנה כמה מהם:

א. אין להשתמש בחוטים חיצוניים כדי לגשר על פקק שרוף. נוסף לסכנה בשמשו בחוט לא מתאים יש לזכור שעצם מבנה הנתוך והפקק מסוכנים במידה והקשת מתפתחת מחוץ לפקק. (בפקק תקין מוקף החוט תול טווח ארוך, בין היתר, מאפשר את כבוי הקשת).

ב. במקרה והפקק "נתקע" בתוך הבסיס ואינו יוצא יחד עם הראש יש לנקוט זהירות יתר בשעת שליפתו (שימוש בכפפת גומי, בצבת מבודדת וכדומה).

ג. לדאוג לתאורה מתאימה ולא לבצע החלפת פקקים בחושך.

ד. לודא שהפקק החדש הוא בעל עוצמת הזרם המתאימה.

ה. להרחיק את הפנים מהפקק.

ו. בזמן הברגת הראש עם הפקק לתוך הבסיס יש להחזיק את היד כך שהמשך הנתוך (בקו ישר) יהיה חופשי ולא יכוסה על ידי כף היד כדי למנוע פגיעה במקרה של התפרצות קשת באם החיבור נעשה על קצה.

ז. במידה והדבר אפשרי יש לנתק את המעגל על ידי פתיחת ממסך הזרם הראשי. אם לא יצרינו לנתק את העומס מהמעגל.

ח. לעמוד על מוטטה מבודד (גומי או עץ יבש) ולא לגעת ביד הפנויה, בחלקי מבנה.

## לסיכום

הטיפול בנתיכים תובע אמצעי זהירות. על החשי מלאים להחזיר תודעה זו גם לצבור המשתמשים בחשמל.

מתוך כל זה נראה לנו שיש להעדיף, במידת האפשר, שימוש בממסקים אוטומטיים שבהם לא קיימות מרבית הסכנות שהוזכרו.

אמצעי ההגנה החשמליים הנמצאים ביותר הם ה"נתיכים".

בארץ נמצאים בשימוש מלוגי נתיכים המשמשים להגנת מעגלים וכתוצאה מכך הגענו למצב של זלזול מסוים בטפול באזור זה ובאחזקתו.

הסוגים בהם משתמשים בארץ הם בעיקר הנתיכים בעלי אלמנט ניתך חליף (המכונים נתיכים אנלוגיים) והנתיכים המתוברגים בעלי פקק (טיפוס L).

## ניתך בעל אלמנט ניתך חליף

ניתך זה, שהוא הנפוץ ביותר בארץ כיום, טומן בחובו סכנות רבות הן בזמן הטיפול בו והן תוך כדי פעולתו הרגילה.

כיוון שברשות הצרכן אין בדרך כלל חוטי ניתך תקינים לפי ת"י 537 (ראה טבלה במדור מכת"ב בים למערכת), "התקע המצדיע" מספר 3) קיים סיכון שהחוט שיוכנס לראש הנתוך לא יתאים לעוצמת הזרם הדרושה. כל זמן שערך זה יהיה נמוך מהנדרש, נוחא, אך הניסיון מלמדנו שעל פי רוב משתמשים בחוט הניתך בורם העולה בהרבה על המותר וזואת מסכנים את כל המעגל ונוסף לזה עלולים לחטוא גם לתקנות הארקות (הקובעות את גודל הנתוך בהסתמך על התנגדות התארקה) ועל ידי זה לסכן את חיי המשתמשים במיתקן. בזמן הטיפול בראש הנתוך ובשעת הכי נסתו לבסיסו יש לנקוט באמצעי הזהירות הבאים:

א. לדאוג שראש הנתוך יהיה שלם מבחינה מבנית.

ב. לודא שקצוות חוטי הנתוך לא יבלטו בצורה שתאפשר מגע בהם לאחר הכנסת ראש ה"ניתך לבסיסו".

ג. לדאוג שהחוט יהיה מוחלט דרך החור ה"מתאים ולא מבחוץ (אם החור סתום — יש להחליף את הראש!).

ד. בזמן הטיפול יש לדאוג שהמקום יהיה מואר כהלכה — אחרת קיימת סכנה של מגע מקרי מסוכן במגעם החשופים בבסיס.

ה. בשעת שליפת ראש הנתוך ובשעת הכנסתו לבסיס רצוי לעמוד על מוטטה מבודד (לוח גומי או עץ יבש) ולא לגעת ביד הפנויה בחלקי מבנה או קיר.

ו. באם הדבר אפשרי — להפסיק כליל את המעגל הפנום באמצעות ממסך או ניתך

## יעול - כן, השגת גבול - לא!

עובדי חברת החשמל שבאו לבצע שינוי בקו החיבור הפנימי בבית משותף בן כמה קומות הבחינו במוליך מבודד בעל חתך 1 ממ"ר אשר היה מושחל יחד עם מוליכי החיבור בצינור השייך למיתקן החיבור של חברת החשמל, העובר לאורך חדר המדרגות.

מסתבר שהמוליך אשר היה תחת מתח נועד להזין את מעגל המספר המואר של הבית. נקודת המוצא של המעגל היתה ממבטח מעגל התאורה של חדר המדרגות הנמצא בקומת הנג ומשם הוא נמשך בצינור החיבור עד לתיבת הסתעפות שבקומת הרחוב. משם לתיבת הסתעפות של מיתקן חדר המדרגות, הנמצאת כ-20 ס"מ ממנה, ומכאן לפנס המואר.

לאחר ברור עם בעל הבית אותר החשמלאי שביצע את העבודה. התברר שלא החשמלאי עצמו, אלא אחד מעוזריו היה „בעל הרעיון“ לנצל את הצינור הקיים לאורך חדר המדרגות להשחלת המוליך לתאורת מספר הבית ובכך לחסוך בכסף ובזמן...

בחינת המקרה מצביעה על 3 עבירות חמורות להן אחראי החשמלאי :

### א. השגת גבול

כל טיפול או נגיעה במיתקני חברת החשמל בצורה כלשהי מהווה השגת גבול והחברה יכולה לתבוע את העושה זאת בניזקין. נוסף לכך, לפי כללי האספקה של החברה היא רשאית להפסיק את אספקת החשמל לצרכן בגלל דבר כזה וצעד זה עלול כמובן, לגרור אחריו תביעה בניזקין מצד הצרכן לגבי החשמלאי!

### ב. הפרת התקנות

אין להשחיל לצינור אחד מוליכים המשמשים למעגלים שונים. בכל צינור מותר להתקין מוליכים השייכים לקו אחד או למעגל אחד בלבד!

### ג. פגיעה ברמת הבטיחות

העובדה שבאותו צינור ייתכן מצב שבו חלק ממוליכי הפזה יהיה תחת מתח שעה שהאחרים מנותקים ממתח עלולה בהחלט לגרום לאסונות.

### לסיכום

אין ספק שכל חשמלאי הצריך לתכנן בעצמו את המיתקן אותו הוא עומד לבצע, אמור לחפש את הדרך היעילה והחסכונית ביותר במה שנוגע לתוואי המובילים וכדומה, אולם אין זאת אומרת שהוא רשאי להפר לשם כך את כללי המקצוע המוצאים את ביטויים גם בחוק החשמל וגם בכללי חברת החשמל.

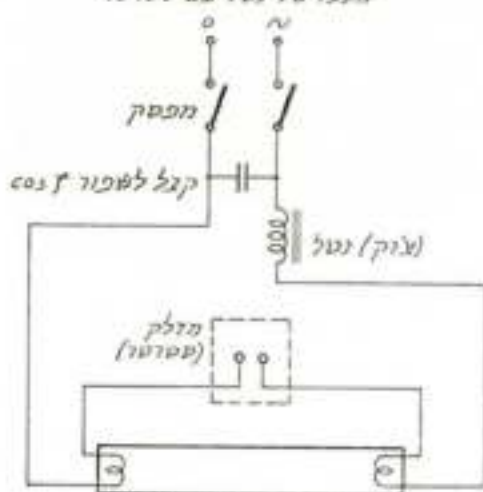


# שיטות חדשות להפעלת נורות פלואורסצנטיות

כפי שכבר הוסבר בטאמר שהתפרסם ב"תקע המצדיע" מס' 3, החירוץ העיקרי של נורות הפריקה נעוץ בעובדה שלשם הפעלתן דרושים אברוי עזר כמו הנטל (צ'וק) והמדלק (סטרטר). נביא להלן שתי שיטות המתארות שתי שיטות חדישות להפעלת נורות פלואורסצנטיות שבעיקרן שיפור אברוי העזר.

שיטה א': "ההדלקה המושלמת" — Perfect Start  
שיטה ב': "ההדלקה המהירה" — Rapid Start

מעגל של נטל עם סטרטר



למנורות אלקטרודות

צו"ר מס' 1

י נמלים מסוג "ההדלקה המושלמת"

מיוצרים בארץ על ידי בית החדושת שבט"ן השופם כפי ידע של חברה "גנובל" המיוצרות והם בעלי זהו הקטן של סכונ התקנים הישראלי המאשר את התאמתם לרשימת ח"י 297.

י נמלים מסוג "ההדלקה המהירה"

מיוצרים בארץ על ידי בית החדושת "אורס" שבלוד כפי ידע אמריקאי ונמצאים תחת השגחה שוטפת של סכונ התקנים הישראלי המאשר את התאמתם לתקן הבינלאומי 28 וזאת כיון שאין עדיין הקטן ישראלי לסוג זה של נמלים.

למני שכנס לפריטי שתי השיטות החדישות נטאר בקצרה את עקרונן פעולתה של הנורה הפלואורסצנטית עם "אברוי העזר הקונבנציונליים".

הנטל שהוא סליל השראה המלווה על גרעין ברזל בעל חריץ אוויר (זהו למעשה משנק) נועד למלא שני תפקידים:

- א. לעזור בהצטת הנורה על ידי סכת מתת.
- ב. להגביל את זרם הנורה בעבודה רגילה.

המשנק מהווה עקבה (אימפדנס) לזרם החילופין הזורם דרך הנורה בשעת דליקתה ועל ידי כך מגביל את עצמת הזרם ואילו הפתיחה הפתאומית של המדלק נותנת את האפקט של סכת מתת מוסרה במשנק. פתיחה זו של המעגל מתבצעת ב"מערכת קונבנציונלית" באמצעות מדלק הבהוב אשר פעולתו איננה מבוקרת כידוע, וזוהי הסיבה להבהובים החוזרים ונשנים שספר פעמים לפני ההדלקה הסופית של הנורה.

כצו"ר מס' 1 מתוארת הסכימה העקרונית של "מעגל קונבנציונלי":

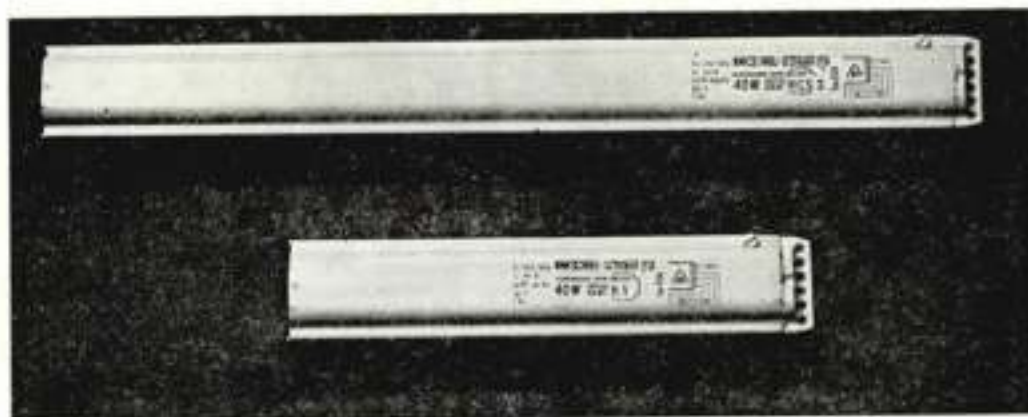
למני שיטות המפסיק נמצא המדלק במצב מחובר, עם פגירת המשנק מתחיל לזרום זרם דרך האלקטרודות והמדלק, זרם זה גורם לחימום האלקטרודות המתחילות לפלוט אלקטרונים לתוך חלל השמפורת. עם מתנגשים האלקטרונים באטומים של איזי הכספית ויוצרים ערפל של יונים. לאחר פרק זמן קצר נפרדים מנעי המדלק, זרם החימום נפסק, ובגלל פתיחת המעגל נוצר מתת מוסרה גבוה על המשנק, מתת זה מופיע בין קצות הנורה ומביא את היונים אל האלקטרודות בהתאם לקוטביותן הרגעית. אם מהירות היונים מספיק גבוהה (דבר שתלוי בזמן החימום, במתת, וכן בלחץ הגז) הם יגרמו בשעת ההתנגשות עם אטומי הגז ליצירת יונים חדישים וחוזר חלילה.

תנועה זו של היונים מהווה למעשה את הזרם החשמלי בתוך השמפורת. זרם זה הולך וגדל ועלול להגיע למימדים הרשניים. הגבלתו נעשית, כאמור, באמצעות אימפדנס הנטל.

אנב, האנרגיה הנפלטת בשעת ההתנגשויות הנ"ל היא בצורת גלים אלקטרומגנטיים באורך גל מסוים בתחום הכלתי נראה. אך כאשר גלים אלה פוגעים בדמנות השמפורת המצופים בחומרים הפלואורסצנטים הופכת האנרגיה לאור נראה.

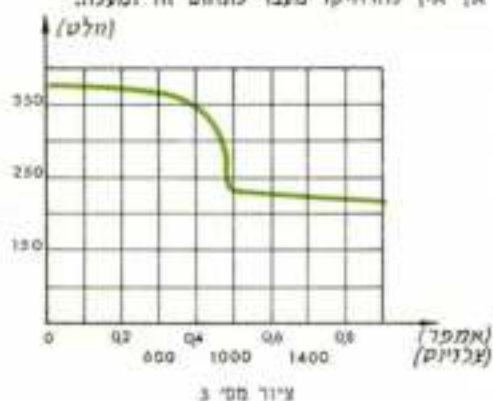
# שיטת ההדלקה המושלמת

אינג' מ. אדיר \*



עיון נוסף בעיור מס' 2, יראה לנו שתופעת התבהוב בוסן ההצתה המסייעה בהצתת מדלק תהוב אינה נמצאת בשיטה זו. הזמן העובר מרגע חבור הנורה לרשת ועד פתיחת המגע a, הוא מדויק ביותר ומחושב כך שברגע פתיחת המגע תהיה הנורה מוכנה להצתה ואטמנס תוצת כבר בנסיגון הראשון, גם זרם החמום העובר באלקטרודות מותאם כך שיתאים בדיוק לזמן זה ומצד שני לא יקלקל את הקטודות. זמן ההצתה הוא כ-1.8 שניות.

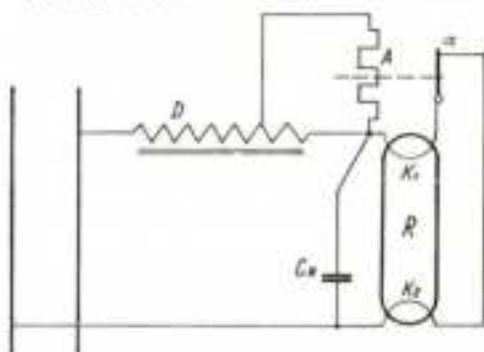
זרם חמום נאות יבטיח גם הצתה תקינה של הנורה במתח הרשת הנמינלי ולפי ציור 3, נראה כי זרם זה חייב להיות מינימלי מעל תחום מסוים אך אין להרחיקו מעבר לתחום זה ומעלה.



ציור מס' 3 מראה איפוא את התלות בין מתח ההצתה לבין זרם חמום האלקטרודות ועמו ממטרות האלקטרודות.

## פעולתו של נטל הפרקטיסטרט

נטל הפרקטיסטרט מצוייד במדלק (סטרטר) אינטי-גרלי הנמצא בתוך גוף הנטל. מדלק זה ניוון מיציאה מיוחדת בלמף המשנק (ראה ציור 2). חוט החמום A המקבל מתח מדויק מהסליל הראשי D משנה את אורכו ופותח את המגע a, בעזרת קפיץ המחובר אליו, כדי להבטיח פתיחה מתאומית של המגע, מצוייד המדלק במעגל נוסף



מעגל מדלק טרמי - תולשים עקרוני

ציור מס' 2

המבטיח את התארכותו המתאומית של חוט החמום ברגע שזה מתחיל בפתיחת המגע.

פתיחתו המתאומית של המגע a מנתקת את מעגל החמום, גורמת לעלית מתח מושרה בסליל D המומיע כולו על פני הטרזה R ומצית אותה. \* הוכן בעזרתו של אמר גלימזיר מטיין השופט

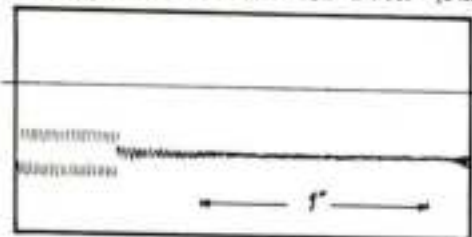
פעות אלה הנגרמות על ידי מתח ירוד. המדלק לא מאפשר גם חימום מופרז כתוצאה מסתח גבוה מדי. יש לעיין שהנורה תדלק כהלכה אפילו במתח של 180 וולט.

ציור 5, מראה את התלות הישירה בין מספר ההצעות לבין אורך חיי הנורה. אורך חיי נורה מצויינת בפרקטיסטרט נדול פי 3 לפחות מזה של נורה המצויינת במדלק הבהוב. גם מבנה הפיסי והחימוני של הפרקטיסטרט מתאים לתפקידו -

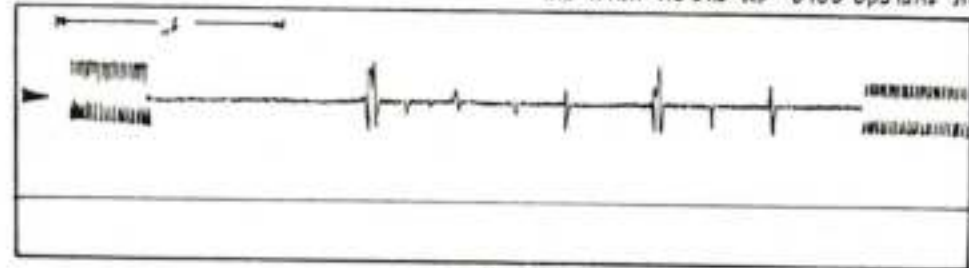
- \* הסליל בנוי מחומרי הבידוד הטעולים ביותר המבטיחים עמידות לאורך ימים.
- \* המשנק כולו מעובד בתהליך אמפרגציה מיוחד בוואקום, המבטיח עלית טמפרטורה מינימלית.
- \* גרעין הברזל עשוי מפחיות בצורה E ואלו מחודקות היטב בתוך פרופיל מתכת ועל ידי כך נמנעת כל אפשרות של זמזום בזמן הפעולה.
- \* הנסיונות מראים כי הנטל יפעל בכל טמפרטורה ולא יהיה רגיש לשינויים במתח הרשת.
- \* הנטל מצוייד במהדק תותב המרכז את כל החיבורים התשמליים במקום אחד ומבטיח צורה נאה ונקיה של הנטל.
- \* למף מיוחד של הסליל מונע הפרעות לרדיו.
- \* הנטל מתאים לכל גופי התאורה והנורות המיר צרים בארץ.
- \* אין איבודי הספק על חימום תמידו של הקטרו דות.

### שיפור מקדם ההספק

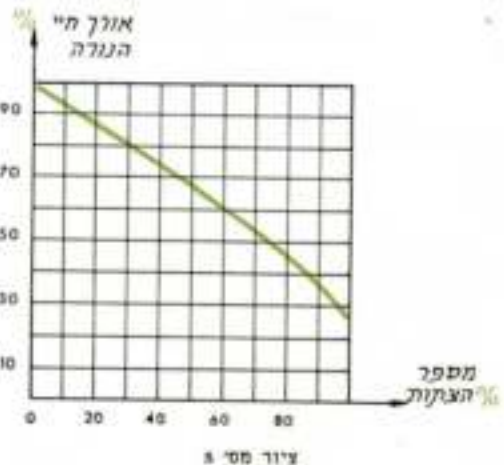
בנוסף לנטלים בעלי האופי ההסרתי קיימים גם



ציור מס' 4 ב' 124



ציור מס' 4 א'



בגלל טיבו המעולה של הנטל יהיה זרם זה מדויק ונכון לכל אורך זמן פעולתו של המשנק ויעמוד על  $650 \text{ mA}$ .

ההבדל בין פעולתו של המדלק הרמיי לזו של המדלק הבהוב מודגמת בציורים 4 א, ב' 4 :

בציור 4 א' אנו רואים את פעולתו של מדלק הבהוב עם נסיונות הצתה כושלים עד להצתה תהליך זה נמשך כ-4 שניות וכולל בתוכו גם את חום המדלק.

לעומתו אנו רואים בציור 4 ב' את פעולתו החלקה של המדלק הרמיי הנמשכת רק כ-2 שניות עד להצתה.

טיבו של הפרקטיסטרט אינו רק בכך שהוא משפר את טיב הצתת הנורה ומונע תופעת לואי של הבהוב - יתרונו הנדול הוא בכך שהוא מאריך את אורך החיים של הנורה תלוי כידוע תלות ישירה במספר נסיונות ההצתה העוברים עליה לאורך חייה.

אורך החיים תלוי בעיקר בטיב ההצתה. הצתה קרה תקטין באופן ניכר את אורך חיי הנורה. הצתה קרה עלולה לחיטים כתוצאה מורם חימום גלתי מסביב ובזמן קצר מדי.

בשיטת הפרקטיסטרט לא מרגישה הנורה בתו

- א. הקבל הוא חלק אינטגרלי של הנטל ואין צורך בקבל נוסף בנורה.
- ב. הפרש המופע שיוצר הנטל הקיבולי ביחס לנטל האינדוקטיבי ימנע את האפקט הסטרוי בוסקופי שהוא אחד מחסרונותיה הבלתיים של הנורה הפלואורסצנטית.
- ג. חסכון של 50% במספר הקבלים.

דגמים של נטלים הכוללים קבל, כך שמקדם ההספק שלהם הוא קיבולי.

חבור של זוג נטלים, האחד קיבולי ושני אינדוקטיבי בתוך גוף תאורה (במקרה של מס כפול) או בשני גופים נפרדים, נותן בסך הכל מקדם הספק הקרוב מאוד ל-1.

לשיטה זו מספר יתרונות נוספים :

## שיטת ההדלקה המהירה

אינג' ע. לבני



### יתרונות של מעגל בהדלקה מהירה לבני מעגל עם מדלק

- א. ההדלקה בטוחה, נעשית ללא הבחוב, ותוך זמן קצר מאוד מרגע הפעלת המפסק.
- ב. אין צורך במדלק, שהוא אלמנט בריקלקול ולכן יש להחליפו מדי פעם.
- ג. הנורה אינה נכבית אפילו כשמתח הרשת יורד עד 160 וולט.
- ד. בכל שיטת הדלקה בורם חילופין, הזרם דרך הנורה נקטע פעמיים במשך מחזור (אחת ל-1/100 שניה ברשת הארץ) לפרק זמן קצר בו המתח על קצוות הנורה קרוב לאפס. בפרק זמן זה חלה יוניציצה בנו, ואם המתח הנבנה על קצוות הנורה בהמשך המחזור נמוך, הנורה לא תוצת; במעגל הדלקה מהירה לעומת זאת, הפולאטנט ממשיך לפלוט אל-קטרוניים בזמן קטעון הזרם הראשי, הודות להפרש המופע בין זרם החימום לזרם הראשי, כך שמספיק מתח נמוך יותר לשם הצתה מחדש של הנורה.
- ד. אורך החיים של הנורה גדל בהרבה מחשבנות הבאות:
1. ההצתה במעגל הדלקה מהירה נעשית במתח

### מעגל להדלקה מהירה

ביסודו של מעגל זה מונח העקרונ של אי שמוש בסטרטה, ציור מס' 5 מראה את המעגל האלמנטי טרי. בדרך כלל נמצאים המשנק והאוטוטורנספורי מטרור בטף אחד הקרוי נטל. הנורה מצומה בפס מתכתי המחובר להארקה או נמצא במסוך טאד לגוף המאורק. (כיום מיצרים כבר גם בארץ נורות, ללא פס הארקה, אלא שהן מצופות בסיליקון שעליו לא מצטברת רטיבות ויכול להוצר אז שדה חשמלי באויר בין אלקטרודת הנורה לטף בית המנורה הדרוש כמפורט להלן להצתה). בהפעלת המפסק, האלקטרודות מתחממות בורם נמוך ממספר לופים באוטוטורנספורמטור, (חמום זה נקרא "חמום מוק-דס"). תוך 1-2 שניות הטמפרטורה של האלקטרוי דות מגיעה לערך מספיק גבוה ופליטת האלקטרונים יוצרת ערפל של יונים, כך שהמתח הקיים במרווח עכין קצה אחת האלקטרודות לבין הפס המתכתי, מספיק לגרימת פריצה של הגז המיואן במרווח זה. ופריצה זו מתפשטת או לכל אורך הנורה. האלקי טרודות ממשיכות לקבל זרם חמום גם כשהנורה דולקת, אך זרם זה קטן מזרם החמום המוקדם הודות להגבלתו על ידי הנטל.

**היתרונות של מעגל בשמוש עם נטל מקוון**

נוסף לכל היתרונות שזכרנו בסעיף הקודם והנמצאים הוא גם בעל היתרונות הבאים:

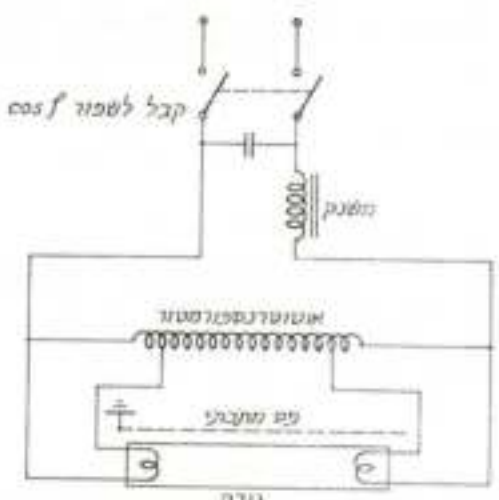
א. אורך החיים של הנורה גדל הודות לכך שהזרם דרכה אינו משתנה כמעט בשניי מתח הרשת. לפי תוצאות מדידה בעלית מתח רשת בת 10% גדל הזרם בנורה במעגל של נטל מקוון ב־5% בלבד, בעוד שבמעגל עם נטל וסטטר הזרם בנורה גדל אז ב־20% בקירוב.

ב. תפוקת האור מן הנורה שהיא מרופורציה נאלית לזרם, יציבה יותר, שוב משום שהזרם משתנה אך מעט בשניי מתח הרשת.

ג. תפוקת האור מן הנורה תלויה למעשה בערך הממוצע של הזרם העובר דרכה. במעגל עם נטל מקוון מקדם הצורה של הזרם (היחס בין הערך האפקטיבי לערך הממוצע) קטן יותר מאשר במעגל עם נטל וסטטר הודות לכך שעובדים במצב של תהודה שבו קיימת במעגל כמעט רק ההתנגדות של הנורה שהיא בעלת אופי אוהמי ואינה מעוותת את צורת הזרם; לכן באותו זרם אפקטיבי דרך הנורה תהיה תפוקת האור במעגל עם נטל מקוון גבוהה יותר, אם מסתפקים באותה תפוקת אור, אפשר להקטין את הזרם האפקטיבי במעגל עם נטל מקוון וכך להאריך את חיי הנורה, עוד.

ד. מקדם ההספק של מעגל עם נטל מקוון מגיע ל־0.95, כי עובדים בתהודה.

ה. במקרה של תקלה בנטל עצמו במעגל עם סטטר, הנורה נשרפת, בעוד שבמעגל עם נטל מקוון נותר הקבל בטור עם הנורות וזרם הנורות אף יורד.



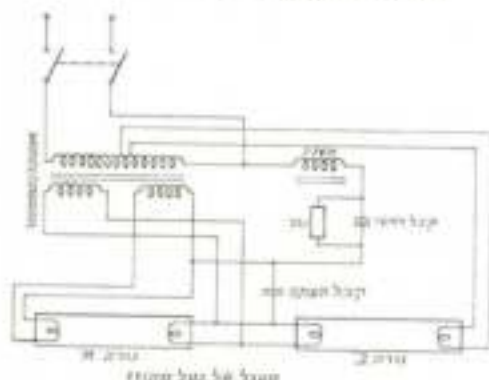
מעגל של נטל להדלקה מהירה טיפוס אינדוקטיבי ציור מס' 5

קרב למתח הרשת והוא נמוך פי 3 בערך מהמתח המופיע בהצתה במעגל עם סטטר כשנפתח המעגל בסטטר. מתח גבוה של הצתה - קורע' שכבות מהחומר בו מצויים הפילא-מנטים, כך שפוחת. המלאי של אלקטרונים לפליטה וקרב יותר הרגע בו אוזל -מלאי זה ואז מסיימת הנורה את חייה.

2. במעגל עם מדלק, זרם היונים מספיק את האלקטרודה בנקודה אחת (נקודה זאת משנה את מקומה באקראי מהצתה להצתה) וכל פליטת האלקטרונים מרוכזת בנקודה כזו. ה־אלקטרודה נחלשת בגלל חום גבוה ומרוכז ומאבדת מחומר הציפוי. במעגל הדלקה מהירה האלקטרודה מתחממת בכל עת ההדלקה ואז פליטת האלקטרונים, ובהתאם לכך גם זרם היונים, אינם נקודתיים אלא נעשים מכל ה־שטח האלקטרודה מגיעה לכן בכל נקודה לטמפרטורה בלתי מסוכנת.

אורך החיים כשההדלקה ללא מדלק בשיטת ההדלקה המהירה, גדול פי 2.2 לעומת זה כשההדלקה באמצעות מדלק הבחוב.

לנופי תאורה הכוללים נורה אחת מיוצרים נטלים להדלקה מהירה מהטיפוס המתואר בסעיפים 2-3. נטל זה נקרא -נטל אינדוקטיבי להבדיל מהנטל המיוצר עבור נופי תאורה הכוללים שתי נורות והנקרא -נטל מקוון. סכמה עקרונית של הנטל המקוון נתונה בציור מס' 6. הנטל מכיל בקופסה אחת גוף שהוא המשק והאוטוטורנספור-טור גם יחד ואת הקבלים.



מעגל של נטל מקוון ציור מס' 6

# סימפוזיון המאור

אינץ פ. שפר

מזכיר כבוד של הועדה הישראלית למאור.

אופי הדיונים שביב בעיות מיקום תחנת הכח ב- תליאביב — בהניבו על התקפותיו של מזכיר מלר"ז בקשר להקמת התחנה „רדינג ד", הביע סגן השר את סלידתו מהסגנון האישי הכלתי מרוסן של ההתקפות, מערוב גורמים מוליטיים בעניין, משיטת הציטוטים הכלתי מדויקים או הבאת דברי מוסחים בעניין שאין התמתחותם בכך.

## שאלות מאור פנים וחץ

בהרצאתו המרכזית של פרופ' א. צ'צ'יק, יושב ראש הועדה הישראלית למאור וסגן נשיא הועדה הבינלאומית, הושמעה סקירה תמציתית של דיוני הועדה הבינלאומית אשר התקיימו בווינגטון ביולי 1967 על שאלות מאור פנים וחץ. בדבריו הורו והדגיש פרופ' א. צ'צ'יק שאין לדאוג למספר הגדול של נקודות תאורה ולהספקן הגבוה ככל האפשר, אלא להתאמת המאור ליעודו מבחינה איכותית, על מנת לאפשר בצוץ אופטימלי של המסרה הראייתית, בהתאם לדרישות העבודה והעיסוק.

במיוחד התעכב על ההרג בכבישים אשר נגרם במידה רבה על ידי תאורה לקויה של כבישי הארץ ובעיקר של מעברי החציה. בהקשר לכך הוא הזכיר, את ההסללות הבינלאומיות אשר עובדו על ידי הועדה הבינלאומית ואשר עותקים מהן נשלחו לעיריות הגדולות, לשמשן.

ההרצאה לוותה במספר רב של שקופיות להדגמת הדברים ולהבאת דוגמאות של תכנון תאורה מוצלח. שאיכותם של אדריכלים מתקדמים לשוות לסבנים שתוכננו על ידיהם צורה נאה לא רק ביום אלא גם בלילה, הודגמה על ידי שקופיות בהן נראה בנין רב־קומתי אשר מראהו בלילה נאה אולי וחי יותר מאשר ביום.

## אספקטים אופתלמולוגיים בעיות תאורה

הרצאה סאלפת נתנה על ידי ד"ר א. נוימן, מנהל מחלקת העינים בבית החולים רוטשילד בחיפה. הוא הסביר בצורה ובספה המובנת לאנשי הטכניקה את ההשפעה המזיקה שיש לתנאי מאור לא מתאימים על עיני האדם.

הנוקים מתחילים בהפחתת פריון העבודה עקב

בחנוכה התקיים בכארישבוע הסימפוזיון ה-19 לבעיות מאור. הסימפוזיון נערך ואורגן על ידי הועדה הישראלית למאור המסופת לועדה הבינלאומית למאור. כמו בכל שנה הוכן הסימפוזיון גם השנה בשיתוף הדוק עם איגוד האינגניירים לחשמל ליד אגודת האינגניירים והארכיטקטים.

מטרת הסימפוזיונים להחזיר בצבור ובעיקר בין הדיאנים הקשורים בתכנון מאור, כגון אדריכלים, מהנדסי חשמל, מהנדסים עירוניים, מתכנני ערים וכדומה, את תודעת החשיבות של המאור הטוב ויפקודותיו.

בעבר התקיימו הסימפוזיונים לסירוגין בשלושת הדיאנים הגדולות. הפעם הוחלט לקיים את הסימפוזיון בנארישבוע, אשר הסכה מאו מלחמת ששת הימים למרכז הארץ, הן מבחינה גיאוגרפית והן כמפקד תעבורה.

## דברי פתיחה

הסימפוזיון נפתח ע"י סגן שר הפתוח, מר י. שערי, אשר הרויב את הדבור על שלשה נושאים עיקריים: —

פתוח הנגב — „אם הכור האטומי יהיה תלת־תכליתי ובנוסף לחשמל והמתכת מים יהיה מיועד לכימיה, יקל דבר זה על התפתחות רחבה של התעשייה הכימית".

„על ידי אספקת חשמל זולה אפשר לפתח איזורים מרוחקים או, כדוגמת נורבגיה, חשמל זול מאפשר תעשייה ענפה בלי שיהיו מצויים בארץ אצרות טבע רבים".

הקשר בין ההתפתחות המודרנית של מדינה וצריכת החשמל שלה — בדברו על בעיות הדיאנים, ציין מר שערי, בצריכת החשמל למאור היתה ב-1966/67 — 225 קילוואט־שעות לשנה (קוטי"ש/שנה) שהיא צריכת שא במזרח התיכון, אך נמוכה לגבי אצרות מפותחות, כגון גרמניה המערבית, בה הגיעה הצריכה ל-350 קוטי"ש/שנה, או שוויץ (300 קוטי"ש/שנה). הצריכה אצלנו גבוהה יותר מאשר באצרות כגון צרפת (220 קוטי"ש/שנה) ואיטליה (180 קוטי"ש/שנה). בישראל גדלה הצריכה של חשמל למאור מסחרי פי 4.5 מאז שנת 1957/8, פי 5.5 לתאורת רחובות ופי 10 לבתי מלון.

התאמצות יתר בראיה וממשיכים בהתעייפות מהירה, שחרורת, כאבי ראש וכדומה.

במיוחד עמד ד"ר נוימן על הקשיים שבראית הדברים בגלל קונטרסטים גדולים מדי במעברי העין מהסי תגלות לעוצמות הארה חזקות להסתגלות לתנאי עוצמות הארה חלשות. המעברים האלה דורשים זמן ניכר וכמוגן שמפריעים בכעוץ יעיל של העבודה. מכאן ההכרח לדאוג בעת ובקונה אחת להארה מתאימה של מיטור העבודה ולהארה כללית של סביבתו כדי ששני כוון המבט לא יגרום לתחושת שנוור מחד או להרגשת אפלה מאידך.

### מאור מלאכותי בשעות היום

הרצאת המהנדס א. נאמן על מאור מלאכותי בשעות היום הוותה המשך לדברי ההסבר והאזהרה שהוסיף מען ע"י ד"ר נוימן, טעות היא לחשוב שכל עוד אנו נמצאים בחדר או אולם שיש בו חלונות, אין צורך בתאורה מלאכותית בשעות היום, החיפך הוא הנכון — תכנון חדרים עמוקים ואולמות גדולים מביא לכך שהבדלי המאור בין המשטח הקרוב לחלון לבין המשטחים המרוחקים יותר נעשו גדולים, כך שמן ההכרח להקטינם.

שני פתרונות אפשריים לבעיה, לעתים מספיק אחד מהם אולם בדרך כלל דרוש שילוב של שניהם. יש לדאוג למאור מלאכותי של המשטחים האפלים כדי שיהיה בהם שטף האור הדרוש לבצוע העבודה. ויש מאידך לדאוג לכך שכמות האור הנכנסת דרך החלונות או הפתחים האחוריים לא תגרום לקוץ סרטטים חזקים מדי בשדה הראייה.

ישנם מקרים שכתוצאה מההדישה הראשונה יש להתקין מיתקן מאור אשר נותן עצמת הארה גדולה מזו הדרושה באותה הנקודה בלילה. לכן מציעים לצורך בהתקנת שני מיתקני מאור, האחד ליום והשני ללילה או לשלוב המיתקנים כך, שבלילה מנסיקים חלק מהמיתקן המרוחק מהחלונות ומדי ליקים את המיתקן הקרוב לחלונות.

כמויות האור הדרושות במקרים מיוחדים הן כה גדולות כיום, שמתעוררת בעיה של פזור החם הנ"ז צר במקורות האור או השמש היעיל בו. לכך הפך לאחרונה השילוב של מיתקני מאור ומתקני מוזג אור, לדבר מקובל בעולם. מסתבר מכל זה שמקצוע של מהנדס תאורה איננו יותר ענף נספה להנדסת חשמל אלא יש צורך בהתמחות מיוחדת בהנדסת תאורה ובחתייעות במהנדסי תאורה, בעת תכנון מיכנים.

ההרצאה האחרונה בשטח המאור נתנה ע"י מר א. אדר, מעצב כמות כשהוא הרחיב את הדבור על שני נושאים: —

### בעיות מאור

#### בתיאטרון ובטלביזיה

השמוש במכשירים רבים ומגוונים הדרושים להארת כמות והמתרחש עליהן כשיש צורך בשנוי מתמיד של עוצמת התאורה, כוונה וצבעה עורר בעיות קשות של בקרה. הבעיות נעשות מטובכות עוד יותר עקב התנועה הרבה הבינלאומית של אמנים ושל להקות שלמות.

אחת הבעיות הבסיסיות הקשות שיש להתגבר עליה בדרך לאחידות בינלאומית, היא מידות המאור על הבמה, עם כל הכרוך בה, מבחינת עוצמתו, צבעו, זווית וכו', לשם חמוש אמצעי מדידה ושיטות נאותות תוקמה ע"י הוועדה הבינלאומית ועדה מקצועית שם א. אדר חבר בה.

#### תכנון התאורה בביתן הישראלי בתערוכה הבין-לאומית במונטראל

מר אדר אשר היה בין מתכנני הביתן הישראלי ועסק זמן ממושך בעצוב דמונו הצליח, בעזרת סדרת סקו" מיות לא רק לקחת את הנוכחים לסיור מלא דרך הביתן ולהסביר את המניעים האומנותיים אלא להסביר גם באילו אמצעים טכניים חוששו המסרות הראייתיות השונות.

נערך ביקור במפעלי ים המלח, כסדום, בו התעכבו הנוכחים רק על בעיות התאורה במקום והקשיים הנובעים מהאקלים הקורוזיבי והשפעתו על אביורי התאורה, אלא נתנו גם טראיית תהליך הפקת האשלגן ומההסברים שנתנו להם ע"י מר ר. נצר, מהנדס החשמל של המפעל.

בביקור במכון האוניברסיטאי של הנגב שמעו המטי"ת תמים מפיו של מר טוביהו, מנהל המכון, נתוח טעמים על בעיות ההתפתחות האקדמית באר"שבע והשפעתה על עתיד העיר.

ההסטוריה של באר"שבע, התפתחותה החברתית הדמוגרפית, העירונית והתעשייתית נותחו בהרצאה מרתקת של ראש העיר מר א. נאוי לאחר ארוחת ערב בצוותא שלכל המשתתפים, ואילו מר מ. לאור, מהנדס עיריית באר"שבע נעל את הסמפויוון בהרצאתו על התכנון ההנדסי של העיר ותכנית האב לתת"תפתחותה.

לסיכום, מותר להניד שכאי הסמפויוון באו על ספוקם הן בהרצאות הסכניות, הן בבקורים והן בארועים החברתיים, ויש לקוות שבסימפויוון הבא אשר יתקיים בהנוחה תשכ"ט, יהנו ממנו משתתמים רבים עוד יותר.

# חידון בקיאות בהקניית החשמל

הערה: את הסימוכין לחלק מהתשובות (בנושאים שאין להם עדיין כיסוי בחוק החשמל ובתקנותיו) יש לחפש בת"י 108.

1. במיתקן למתח נמוך, החתך המינימלי של מוליך הארקה המותקן בצינור משותף עם יתר ארבעת מוליכי המעגל שחתך כל אחד מהם 95 מ"מ<sup>2</sup> חייב להיות:

א. 35 מ"מ<sup>2</sup>;

ב. 50 מ"מ<sup>2</sup>;

ג. 20% מחתך מוליכי המעגל.

2. מיתקן חשמלי מוזן במתח נמוך מאד (50 וולט) כשיטת הגנה מקור הזנה מופעל על ידי חשמל במתח גבוה יותר. שינוי המתח נעשה על ידי טרנספורמטור.

א. הטרנספורמטור חייב להיות מטיפוס מבדל ומתחו הראשוני לא יעלה על 1000 וולט לאדמה.

ב. הטרנספורמטור חייב להיות מטיפוס מבדל ומתחו הראשוני לא יעלה על 250 וולט לאדמה.

ג. אפשר להשתמש באוטוטרנספורמטור שמתחו המשני לא עולה על 50 וולט.

3. התקנת כבל מתחת לרצפה מותרת בתנאי ש:

א. הכבל יהיה מטיפוס משורין.

ב. הכבל חייב להיות מושחל לצינור המתאים לתנאי המקום או לתוך חלל קבוע המיועד לכך.

ג. הכבל יכול להיות מטיפוס כלשהו בתנאי שיונח בתוך שכבת חול בעובי של 5 מ"מ.

4. התקנת בתי נורה שבתוכם בנוי גם בית תקע:

א. מותרת רק בדירות מגורים;

ב. אסורה בהחלט בכל מקרה;

ג. מותרת רק בבתי מלאכה זעירה.

5. האימפדנס של מעגל חדיפזי עם פחת לאדמה כולל את המסלול כדלקמן: הסליל המשני של שנאי החלוקה, מוליך הפזה, מגע מוליך הפזה לגוף מאורק של מכשיר חשמלי, מוליך ההארקה. אלקטרוזת הארקה, מסת האדמה ונקודת האפס המאורק של שנאי החלוקה. ערך האימפדנס 1,5 אוהם. (נמדד באמצעות מכשיר למדידת נאותות ההארקה). המתח הפזי במיתקן 230 וולט.

מפסק מגן לזרם פחת המסוגל לעמוד בזרם קצר של 2000 אמפר נמצא במעגל הנ"ל. בשעת קצר לאדמה:

א. המפסק ינתק את המעגל בזמן המיועד ללא כל נזק;

ב. המפסק לא מסוגל לנתק את המעגל עקב כושר הנתוק המוגבל שלו;



- ג. המפסק ינתק את המעגל רק בתנאי שבעל חי יגע במכשיר המחושמל.
6. גובה ההתקנה של בתי תקע רגילים בכיתות של בתי ספר יסודיים לא יהיה קטן מ:
- א. 1.80 מטר ;
- ב. 1.00 מטר ;
- ג. אין הגבלת גובה כיון שהמקום נמצא תחת השגחת המורה.

סמן בעגול את התשובה הנכונה, כתוב את שמך וכתובתך.

שלח לפי כתובת הסערתך.

תשובות התקבלו עד יום 15.3.1968

שאלה 1 : שאלה 2 : שאלה 3 : שאלה 4 : שאלה 5 : שאלה 6 :


א	א	א	א	א	א
ב	ב	ב	ב	ב	ב
ג	ג	ג	ג	ג	ג

\* בין הפותרים נכונה את החידון מס' 5 יוגרלו 10 פרסי ספרים העוסקים בנושא החשמל.

#### סיכום החידון מס' 4

הפתרון הנכון הוא :

- שאלה 1 : (א) (ראה ת"י 108 פרק 305).
- שאלה 2 : (ב) (ראה ת"י 108 פרק 2.8/502).
- שאלה 3 : (א) (ראה תקנות „לוחות" 30, 32).
- שאלה 4 : (ג) (ראה תקנות „כבלים" 82).
- שאלה 5 : (ג) (ראה תקנות „הארקות" 89).
- שאלה 6 : (ג) (ראה תקנות „מובילים" 80).

\* לשאלה מס' 1 יש להעיר שבעבר היה מקובל לאשר גם בתי תקע ללא מינעת הארקה על מנת להבדיל בין בתי תקע לכה ולמאור. אולם כיום מקפידים בודקי חברת החשמל, בבואם למיתקנים חדשים, לודא שכל בתי התקע כוללים מינעת הארקה כפי שדורש זאת התקן. כיום רבים אמנם המכשירים בעלי בידוד כפול (שסימונם המקובל בהתאם לתקנים הוא ) אשר אסור לחברם להארקה ובמקרה של מכשיר כזה אפשר להשתמש בתקע הדו־פני של פתיל המכשיר ולחברו לבית התקע התלת מנעי באמצעות מעבר (מתאם) נאות. תקן ישראלי לתקעים, בתי תקע ומעברים נמצא כעת בשלבי רויזיה סופיים בהתאם לתקן החדש שיפורסם בקרוב יומלצו בתי תקע בהם אפשר יהיה לתקוע תקעים עם פין הארקה ונס תקעים ללא פין הארקה, מבלי להשתמש במעברים.

\* לשאלה מס' 2 יש להעיר שאמנם מקובל כיום להתקין מפסק עם נורת סימון למיתקן הדוד גם כשהדוד מותקן מחוץ לחדר אמבטיה. אין ספק שהדבר חיובי ותורם לרמה הנבונה של המיתקן אולם אין הדבר מחויב במקרה זה על ידי החוק.

\* פותרים רבים סימנו בשאלה מס' 6 את התשובה (א) כנכונה בהתבססם על תקנות „הארקות“ הקובעות: „מוליך הארקה המותקן במשותף עם מוליכי המעגל יהיה מבודד בדרגת הבידוד השווה לדרגת הבידוד של מוליכי המעגל עם הצינור הוא בעל בידוד פנימי או כולו מחומר מבודד“ (תקנה 36). ההסתמכות על תקנה זו היא מוטעית במקרה שלנו כיון שבצינור הפלסטי הנדון מושחל כבל 4 גידי ולא 4 מוליכים מבודדים נפרדים. כאשר המדובר בכבל, הקובעת היא תקנה 80 בתקנות „מובילים“ בה נאמר: „מוליך הארקה שאינו כלול בכבל יכול להיות חשוף ומושחל לצינור משותף עם הכבל בתנאי שהכבל הוא מסוג כבל משורין או כבל בעל עטיפה מתכתית“.

אל המערכת הגיעו הפעם 150 פתרונות. כל הפתרונות נבדקו ובי-25 מהם היו נכונות התשובות לכל 6 השאלות. אגב, 3 פותרים שלחו 2 פתרונות כל אחד. כמובן שכל אחד מהשלושה הוכלל בהגרלת הפרסים רק פעם אחת!

יש לציין שברשימת המשתתפים בחידון ישנם כבר מספר שמות „מוכרים“ מחידונים קודמים ורבים מהם צרפו גם הפעם תשובות מפורטות ומנומקות.

מעניינת גם העובדה שאנשי הקיבוצים מהווים אחוז ניכר מבין כלל משתתפי החידון.

להלן רשימת הפותרים נכונה את החידון מס' 4:

נדעון נוימן (קרית חיים)	אפרים אברהמי (בית קמה)
משה סטראקוש (בית לחם הנלילית)	נדעון ארליך (קבוצת ארוז)
שמעון ספיץ (משואות יצחק)	בנימין בוביוב (חיפה)
ארנון עמלי (נונן)	אליעזר בר חיים (עין חרוד אחוד)
שלמה קטנוב (חולון)	שאול גוטויליג (מעוצבה)
ירמיהו קידר (בית גברין)	אלימלך גליקר (חיפה)
דן קסלר (דימונה)	אהרון גרצס (רמת אליהו)
יעקב קסלר (נתניה)	חיים הרחול (קבוצת כנרת)
שמואל קצין (בני-ברק)	משה הרפז (עין כרמל)
שלמה רז (גן שמואל)	רפאל זלינגר (כפר מימון)
מרדכי רוניק (קרית מוצקין)	אלברט נוימן (חולון)

בי-10 פרסי הספרים שהוגרלו בין 22 הפותרים

בעלי הפתרונות הנכונים זכו:

1. אפרים אברהמי — בית קמה ד.ג. נגב
2. אליעזר בר חיים — עין חרוד אחוד
3. אהרון גרצס — רמת אליהו (עזרה ובערון)
- א 117/5 ע"י ראשון לציון
4. משה הרפז — עין כרמל ד.ג. חוף כרמל
5. רפאל זלינגר — כפר מימון ד.ג. נגב
6. נדעון נוימן — רחוב חי' מס' 3 קרית חיים
7. ארנון עמלי — נוני ד.ג. נליל עליון
8. דן קסלר — שד' דקל 221/10 דימונה
9. שלמה רז — קבוץ גן שמואל
10. מרדכי רוניק — שד' השופטים 40, קרית מוצקין

הפרס : „מערכת שעורים בתורת החשמל“ מאת מהנדס א. בראון.  
(המערכת כוללת 5 ספרים).

### פ ר ס ש נ ת י

חמשה קוראים שפתרו נכונה את כל חידוני 1967 זכו כל אחד  
במינוי על כתב עת לועזי במקצוע החשמל.

הזוכים הם :

אפרים אברהמי

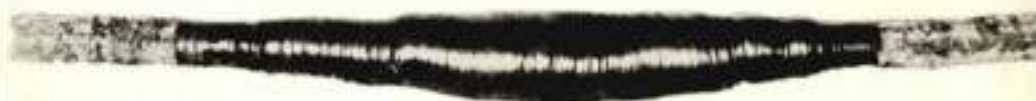
שמעון ספיץ

ארנון עמלי

ירמיהו קידר

שמואל קצין

זה :  
סופית פנימית  
וחבור כבל 13.2 ק"ו  
בשיטת הזרקת שרף אפוקסי.



מול זה :  
תיבת חיבור וראש סופית לכבל  
13,2 ק"ו עשויים ברזל יציקה.

