

התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל

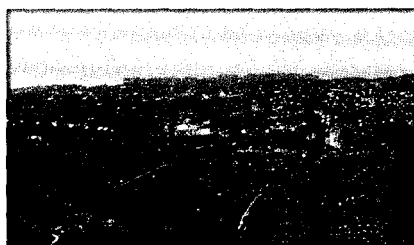
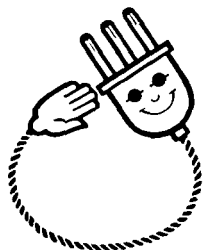


ד"ר דניאל גל ציון ראש המכון לחשמל
מרכז המחקר והפיתוח לחשמל
במסגרת החקר (ממנו 30):



התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



בשער:

מבט לילי על השכונות היהודיות המוארות במזרח ירושלים לאחר חיבורן לרשת החשמל הישראלית (צולם ע"י גבי קטי ספיר ממחוז ירושלים) - ראה מאמר בעמ' 30.

עורך:

אורי לייטנר

עורך משנה:

אריה ונגרקו

מערכת:

יוסף בבל, יצחק ברכה, הירש גינדס, בן ציון גמליאלי, נתן זלצר, ליאון יבלונבסקי, משה מרגלית, שמעון מרדיקס, אלי נאטורה, יוסף נוימן, זיגמונט ספורן, גרשון פרבר, צבי קולטוצניק, אברי רביב, יוסף רוזנקרץ.

מינהלה:

חנוך דרור

מוציא לאור:

משה ציטרון

סדר הדפסה והפקה:

"אלתן" תקשורת בע"מ, חיפה

כתובת המערכת:

תברת החשמל לישראל בע"מ
ת.ד. 8810 חיפה 31086
טל. 04-548256

3

תוכניות מסגרת לפיתוח משאבי אנרגיה מקומיים לייצור חשמל
פ. גליקשטרן

5

תוכניות עיקריות ואמצעים טכניים לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיוזג אויר מרכזיות
ג. שוורץ, ב. כהן, ס. מרקו

8

אמצעי מיתוג ואבטחה לחיבור מתקני צרכנים לרשת המתח הגבוה של חברת החשמל
י. רוזנקרץ

10

הכנס הארצי השנתי ה-6 לחשמלאים

10

"ליישר את הקו" - הקריאה שענתה בחיוב

11

תקלה ולקחה-כמעט ליל העלטה (19.5.87)
נ. אליאש

14

היבטים ליישור הקו"
ס. מנדלבאום

16

יישומי מחשב במשרד להנדסת חשמל
מ. נבות

21

תחרות "צרכן החשמל היעיל" 1987/88

22

ציוד למניית האנרגיה החשמלית - חידושים והתפתחויות
מ. רווח

22

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע"

23

מדור שרות פרסומי לקוראים
הגנות במערכות חשמל - תפקידם ותיפקודם
נ. פלג

24

בעיות ופתרונות בצרכנות הטכנית

25

תאונת חשמל ולקחה
ז. זיס
ניתוח תאונות חשמל קטלניות
בעשור 1987-1978

26

משולחן הועדות
פ. שפר
א. ועדת ההוראות לביצוע
עבודות חשמל
ב. ועדת הפירושים

29

ימי עיון בנושא עומס החשמל
בתחום הצרכנות

30

מבצע העברת השכונות בירושלים
מרשת חברת החשמל של מזרח
ירושלים וחיבורן לרשת החשמל
הארצית (6.12.87)
א. היבט טכני - ז. ספורן
ב. היבט מסחרי - ז. בולר

34

תאונת חשמל ולקחה (המשך)
התקנת קבל למכשיר בודד
יכולה להיות מסוכנת

35

מצפה כליל אספקת חשמל חלופית,
פתרון חדשני
א. ירון

36

הודעה בדבר חידוש המנוי
ל"התקע המצדיע"

37

אבזרי פיקוד - בחירת הציוד
והתאמתו ליעודו
ג. מזור

39

מה חדש בספרות המקצועית

40

חישוב פסי הצבירה במתקני החשמל
י. א. איציקוביץ

42

מה חדש בתחום התקינה (מת"י)
א. ורנר

43

שטיפת מבדדים בקווי מתח עליון
בעזרת מסוך

תוכניות מסגרת לפיתוח משאבי אנרגיה מקומיים לייצור חשמל

ד"ר פנחס גליקשטון

מדינת ישראל מייבאת למעלה מ-97% מהאנרגיה הדרושה למשקה. מאכן נובעת הכבדה כלכלית ותלות במקורות חוץ. במסגרת יעדי המדינה לצמצם תלות זו קיים מאמץ לפתח את השימוש במקורות אנרגיה מקומיים. כוונת מאמר זה היא לתאר את תכנית המסגרת הרב-שנתית, של משרד האנרגיה והתשתית, לפיתוח משאבי האנרגיה המקומיים לייצור חשמל.

רקע ובסיס הנתונים

משרד האנרגיה והתשתית גיבש תוכנית מסגרת רב-שנתית לפיתוח מקורות אנרגיה מקומיים. התוכנית מבוססת על הרמות השונות של הפיתוח הטכנולוגי ועל תוצאות מחקרים וסקרים בענפים השונים, לפי הפירוט שלהלן:

- **בענפי אנרגיה הרוח וניצול פצלי השמן** מתבססת התוכנית על סקרים מפורטים של היתכנות והערכות טכנו-כלכליות, שנעשו בשנה האחרונה.
- **בענף ניצול אנרגיה השמש** מבוססת התוכנית על אומדנים ראשוניים בלבד המסתמכים על הערכות של ספקי ציוד ולגבי טכנולוגיות קיימות, והערכות שונות לגבי נגמנות הפיתוח וההתקדמות הטכנולוגית העתידית, אשר נעשו במקומות שונים בעולם, וביניהם משרד האנרגיה של ארה"ב. המידע על אתרים מתאימים ופוטנציאל קליטת הקרינה הוא עדיין ראשוני בלבד.
- **בענף האנרגיה ההידרו-חשמלית** מבוססת התוכנית על הפרויקטים שבוצעו עד כה וסקרים מקומיים. כן נעשתה הערכה טכנו-כלכלית על ידי חברת החשמל לגבי פרויקט אלמגור שליד הכנרת.
- **בענף ניצול פסולת עירונית ותעשייתית** מתבססת התוכנית על נתונים והצעות של ספקי ציוד שהוגשו בשנה האחרונה. בשלב זה הותוותה תוכנית רק לגבי ניצול מקורות אנרגיה מקומיים לייצור חשמל.

מטרות התוכנית

- א. גיבוש מדיניות המשרד בכל הנוגע להשקעות במחקר ופיתוח.
- ב. קביעת סדרי עדיפויות לטיפול בנושא האנרגיה המקומית, וגיבוש הדפוסים הארגוניים הנגזרים מכך, לרבות ההשלכות התקציביות.
- ג. קביעת יעדי ושימושי קרקע עבור מערכות אנרגיה, כגון: תחנות כוח, קווי מתח-על, חוות-רוח, חוות שמש ומפעלים אחרים הנכללים בתוכנית המיתאר של משרד הפנים.
- ד. התכוננות למצבי חירום שבמסגרתם יוקדם בהכרח ניצול משאבי האנרגיה המקומיים.
- ה. יצירת מסגרת, שתפקידה להבהיר לגופים כגון משרדי ממשלה, חברות ואנשים העוסקים בנושאי אנרגיה, את הכיוונים שבהם תנובת המדיניות.

ד"ר פ. גליקשטון - המדע הראשי, משרד האנרגיה והתשתית

טווח התכנון

טווח התכנון, שהוא שלושים שנה, תואם את טווח התכנון של משק החשמל. שלבי ביניים, שכל אחד מהם ימשך חמש שנים וכולם ביחד יושלמו עד שנת 2000, מפורטים אף הם. התוכנית מתייחסת לשני מסלולי פיתוח, תרחיש בסיסי ותחום עליון, כפי שיוסבר בהמשך.

פצלי שמן

סקרי היתכנות שנעשו לאחרונה הבהירו שתחנות כוח המוסקות בפצלי שמן עשויות להיות אלטרנטיבה כלכלית לתחנות הכוח המוסקות בפחם. המעבר ההדרגתי לניצול פצלי שמן להפקת חשמל מותנה בהדגמה הטכנולוגית של שריפתם, תחילה באמצעות מתקן הדגמה המתוכנן להקמה ולהפעלה בשנים הקרובות. אם הטכנולוגיה תוכיח את עצמה, יוחל בבנית יחידות ייצור בעלות הספק של 120 מגה-ואט כל אחת.

אנרגיה הרוח

הטכנולוגיה של טורבינות לייצור חשמל מאנרגיה הרוח התפתחה בקצב מהיר בשנים האחרונות ועלתה הוזלה (בקליפורניה הוקמו חוות רוח בהספק של כ-1,000 מגה-ואט). הכדאיות הכלכלית מותנית בעוצמת הרוח ובמישכה. בטכנולוגיה הקיימת מדובר על מהירות ממוצעת של שישה מטרים ומעלה לשניה, הטומנת בחובה פוטנציאל של כ-1,000 מגה-ואט הספק שיא, השקולים ל-400 מגה-ואט הספק קבוע.

הפוטנציאל עשוי לגדול עם רכישת מידע נוסף, וגם אם תתפתח טכנולוגיה זולה לניצול עוצמות רוח נמוכות יותר. בטווח התכנון מסתפקת התוכנית בפוטנציאל הידוע, אשר יאפשר ייצור של עד 3 מיליארדי קוט"ש בשנה בעלות מטרה של 5 סנט לקוט"ש.

ביומסה (פסולת עירונית, תעשייתית וחקלאית) הפוטנציאל השנתי של אשפה עירונית (ביתית ותעשייתית) מגיע בטווח התוכנית להיקף של 2.5 עד 3.0 מיליוני טונות, שניתן להפיק מהן כמילארד קוט"ש בשנה בהספק עד 200 מגה-ואט. פוטנציאל הפסולת החקלאית (בעיקר קש כותנה) מגיע לכדי רבע מיליון טון חומר יבש לשנה, היכולים לספק כרבע מיליארד קוט"ש לשנה. היום כבר קיימים שלושה מתקנים לניצול פסולת חקלאית, ואנו מניחים שכדי להפיק אנרגיה מאשפה עירונית, יתכן שיוקם בקרוב מיתקן ראשון בהספק של 20 מגה-ואט **בעיר חיפה**. גם התרחיש המהיר של ניצול אנרגיות

מקומיות לא צופה את ניצול כל הפוטנציאל, זאת משום שהכדאיות הכלכלית תלויה במידה רבה בגודל המתקנים ואינה מתאימה לכן למקומות ישוב קטנים. כמו כן תלויה הכדאיות במידת החיסכון שתביא שריפת האשפה ביחס להוצאות הצפויות להרחקת הפסולת העירונית.

אנרגיה השמש

פוטנציאל הניצול של אנרגיה השמש הוא לכאורה בלתי מוגבל. אולם לניצול אנרגיה זו נדרשים שטחים גדולים, בהיקף של כ-1,500 עד 2,000 דונם לתחנת כוח סולארית של 100 מגה-ואט עם קולטים פרבוליים או תאים פוטוולטאים. שטח גדול פי עשרה יהיה דרוש אם נבקש לקבל את אותו ההספק מבריכות סולאריות. מייגבלה נוספת מוכתבת על ידי רמת הקרינה הישירה, כי האזור העיקרי שבו רמה זו מתאימה לצרכינו הוא הנגב.

אנרגיה הידרו-חשמלית

הפוטנציאל ההידרו-חשמלי, למעט הפוטנציאל הטמון בהקמת "מפעל המים" (יס-התיכון - ים המלח), מוגבל לניצול הפרשי הגבהים שבין יובלי הירדן, ולניצול הפרשי לחץ במערכות אספקת המים. פוטנציאל זה מוערך בהספק מכסימלי של כ-100 מגה-ואט המסוגלים לייצר כ-250 מיליון קוט"ש בשנה.

אנרגיות חלופיות מקומיות שאינן נכללות בתוכנית

אנרגיה גיאותרמית

כיום מנוצלת אנרגיה זו רק בערבה (במושב פארן) לחימום חממות של גידולים חקלאיים מיוחדים. פוטנציאל הניצול של אנרגיה זו (המצויה לאורך בקע ים-המלח) כפי שהוא ידוע היום ייועד לשימושים דומים, ולא ניתן יהיה לנצלו לייצור חשמל כפי שהדבר נעשה במקומות רבים בעולם. לפיכך לא נכללת אנרגיה זו בתוכנית המפורטת.

כבול

כמות הכבול שאפשר לכוותה בעמק החולה נאמדת בכ-500 מיליוני טונות, שהן שוות-ערך לדלק המאפשר להסיק תחנת כוח בעלת הספק של 600 מגה-ואט במשך 30 שנה. הבדיקות שנעשו עד עתה מצביעות על כך שעלות ייצור החשמל ממקור זה גבוהה בהרבה מעלות הניצול של פצלי השמן בנגב.

אנרגיה גלי הים, גאות ושפל, והגרדיינט התרמי

אחת הבעיות הטכנו-כלכליות העיקריות בניצול אנרגיה גלי הים היא הצורך להקים מבנה בגודל מספיק שיאפשר לספוג את אנרגיית הגלים ויוכל לעמוד בפני הכוחות שהם יפעילו עליו, וכן בקורוזיה הימית. פוטנציאל אנרגיית הגאות והשפל בים התיכון הוא קטן ביותר. באשר לניצול הגרדיינט התרמי, אין היום אפשרות לחזות פוטנציאל זה מבחינה כלכלית וטכנולוגית.

אנרגיה מאוויר יבש והפרשי ריכוז של תמיסות
פיתוחן של טכנולוגיות אלו נמצא בשלבים הראשונים, כך שאי אפשר לחזות היום את היקף השימוש בהם.

קצב הפיתוח וגורמיו

טבלאות 1 ו-2 מתארות את קצב הפיתוח של מקורות אנרגיה מקומיים בשני מסלולים:

- **הראשון** - הוא תרחיש הבסיס החזוי על ידי משרד האנרגיה לטווח של שלושים שנה.
 - **השני** - הוא התחום העליון שאל תקרתו נגיע בפיתוח מואץ, אם יבשילו התנאים לכך.
- הקצב המעשי בניצול אנרגיות מקומיות,

יוכתב על ידי ארבעה גורמים עיקריים:

• **התפתחות מחירי האנרגיה בשוק העולמי**

ככל שעלית המחירים הצפויה תהיה מהירה יותר, יואץ קצב השימוש באנרגיה מקומית חלופית.

• **מחירי ההון**

מרכיב ההון בתמחיר ניצולם של משאבי האנרגיה המקומיים הוא גבוה. אם מחיר ההון ירד בקצב מהיר, יואץ קצב חדרת השימוש במשאבים אלה, ויתממש התרחיש הקרוב יותר לתחום העליון.

• **פיתוח טכנולוגי**

התרחיש הבסיסי הוותוח לאור ההנחה שלא תהיינה פריצות דרך טכנולוגיות דרמטיות בשנים הבאות.

• **מיגבלות הקליטה של מתקנים חדשים לייצור חשמל**

מערכות אנרגיה המופעלות בטכנולוגיות חדשות תוכנסנה בהדרגה, גם אם תוכח כדאיותן הכלכלית, וזאת במרווחי זמן. הדבר דרוש כדי למנוע תקלות ולהבטיח את יעילותן. זאת בנוסף למיגבלות יכולת הקליטה של

מערכת היצור בהתאם לקצב הגידול בביקוש לחשמל. בכל מקרה, אין כוונה להוסיף מתקנים חדשים המנצלים אנרגיה מקומית על חשבון השבתת תחנות כוח פחמיות שכבר הוקמו.

פירוט התוכנית

טבלאות 1 ו-2 מסכמות את תוכנית המסגרת לפי חמישה סוגי אנרגיה מקומית:

א. אנרגיית הרוח.

ב. אנרגיית השמש.

ג. פצלי שמן.

ד. אנרגיית הידרו-חשמלית.

ה. ביומסה (פסולת עירונית, תעשייתית וחקלאית).

על-פי הסיכומים שנתקבלו לפי התרחיש הבסיסי, שהוא הסביר יותר, עשוי ייצור החשמל ממקורות מקומיים להגיע לכ-9% מהייצור הכולל בשנת 2000, ולכ-14% בשנת 2015.

במקרים קיצוניים, כמו האמרת מחיר הדלק מעבר לחזוי ואירועים אחרים שצוינו בהגדרת התרחישים - עשוי הייצור ממקורות מקומיים להגיע עד לכ-22% בשנת 2000, ועד כ-32% בשנת 2015.

טבלה 1: פיתוח מקורות אנרגיה מקומיים - תרחיש בסיסי (ייצור חשמל בלבד, 1990-2015)

2015		2000		1995		1990		שנה
ייצור	הספק	ייצור	הספק	ייצור	הספק	ייצור	הספק	
10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	מקור האנרגיה
קוט"ש		קוט"ש		קוט"ש		קוט"ש		
1,500	*250	500	*80	300	*40	100	15	אנרגיית הרוח
1,500	600	500	200	100	40	5	5	אנרגיית השמש
3,600	600	1,400	240	700	120	45	10	פצלי שמן
200	80	200	80	60	20	30	10	אנרגיית הידרו-חשמלית
500	100	200	40	100	20	20	5	ביומסה**
7,300	1,630	2,800	640	1,260	240	200	45	סה"כ
53,400	12,600	30,600	7,200	24,700	5,850	19,600	5,175	סה"כ במערכת הארצית***
13.7	12.9	9.2	8.9	5.1	4.1	1.0	0.9	% מקורות מקומיים

טבלה 2: פיתוח מקורות אנרגיה מקומיים - תחום עליון (ייצור חשמל בלבד, 1990-2015)

2015		2000		1995		1990		שנה
ייצור	הספק	ייצור	הספק	ייצור	הספק	ייצור	הספק	
10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	10 ⁶	מגה-ואט	מקור האנרגיה
קוט"ש		קוט"ש		קוט"ש		קוט"ש		
2,200	*400	1,200	*200	500	*80	300	40	אנרגיית הרוח
2,500	1,000	1,250	500	375	150	75	30	אנרגיית השמש
11,400	1,800	3,600	600	1,400	240	700	120	פצלי שמן
200	80	200	80	175	70	45	15	אנרגיית הידרו-חשמלית
600	120	350	70	250	50	150	30	ביומסה**
16,900	3,400	6,600	1,450	2,700	590	1,270	235	סה"כ
53,400	12,600	30,600	7,650	24,700	6,025	19,600	5,365	סה"כ במערכת הארצית***
31.6	27.0	21.6	20.0	11.0	9.8	6.5	4.4	% מקורות מקומיים

* הספק שווה-ערך (ההספק הנומינלי השיאי הוא כ-250% מההספק זה).

** מותקן/מויצר לפי תחזית הביקוש הגבוהה יותר.

** פסולת עירונית, תעשייתית וחקלאית.

תוכניות עיקריות ואמצעים טכניים לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר מרכזיות

אינג' בוריס שוורץ, אינג' בנימין כהן, אינג' סימנה מרקו

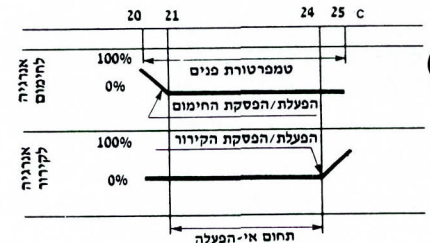
מאמר זה הוא השני בסדרת מאמרים הדנים בשיטות ובאמצעים טכניים מקובלים לשם שיפור פרופיל הצריכה של מערכות מיזוג אויר מרכזיות. השגת השיפור האמור חיונית הן מהיבט הצרכן (לשם הקטנת התשלומים בעד צריכת החשמל) והן מהיבט המשק הלאומי. המאמר סוקר את התוכניות המקובלות לשם בקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר ומתאר בקצרה את האמצעים הטכניים הקיימים לשם כך.

תוכניות עיקריות לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר מרכזיות

שינוי משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר קיימות, או תיכנון נכון של משטרי הפעלה של מערכות חדשות, עשוי לשפר במידה ניכרת את פרופיל הצריכה של מערכות אלה ולהביא על-ידי כך להקטנת ההוצאות לצריכת חשמל.

• בקרת טמפרטורה עם תחום אי-הפעלה (ZERO ENERGY BAND CONTROL)

בשיטת בקרה מסוג זה נקבע מראש תחום טמפרטורה שבו לא מופעלת מערכת מיזוג אויר לחימום או לקירור מפני שבתחום זה מתקיימים תנאי נוחות אקלימית סבירים (לדוגמה: בין 20.5°C לבין 25.6°C לערך). מתחת לסף הנמוך או מעל לסף הגבוה של תחום הטמפרטורה הנייל מופעלת בהדרגה המערכת לחימום או לקירור בהתאמה. ככל שתחום הטמפרטורה רחב יותר, כך ניתן להשיג חיסכון גדול יותר בצריכת חשמל למיזוג אויר, בתנאי שהדבר איננו פוגע בתנאי הנוחות הסבירים במבנה. באיור 1 מובא תאור סכימתי של פעולת מערכת מיזוג אויר עם בקרת טמפרטורה עם תחום אי-הפעלה.



איור 1

בקרת מערכת מיזוג אויר עם תחום אי-הפעלה (ZERO ENERGY BAND CONTROL)

• **תוכנית לשינוי נקודת וויסות של יחידת קירור**
מערכות מיזוג אויר מתוכננות על מנת להבטיח תנאי נוחות אקלימית סבירים על פי תנאי

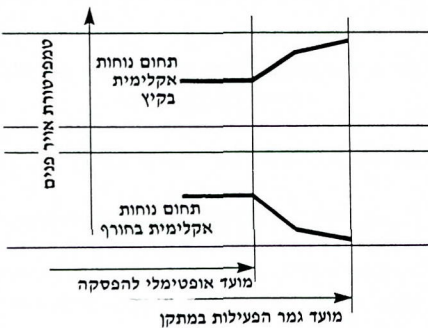
המאמר הראשון פורסם ב"תקע המצדיע" מס' 40 נובמבר 1987

אינג' ב. שוורץ, המחלקה ליעול הצריכה, אגף הצרכנות, אינג' ב. כהן, אינג' ס. מרקו, חברת החשמל

באיור 2 מובא תאור סכימתי עקרוני של תוכנית בקרה (הקדמת תחילת זמן ההפעלה) לפי טמפרטורת האויר בחוץ ובפנים.

• קביעת זמן אופטימלי להפסקת פעולת מערכות מיזוג אויר (OPTIMUM STOP)

במשטר הפעלה זה נקבע הזמן האופטימלי להקדמת הפסקה של פעולת מערכת מיזוג אויר לפני עזיבת המקום על-ידי העובדים/ הקהל. התוכנית מתבססת בעיקר על נתוני האינרציה התרמית של המבנה ועל היכולת של קירות המבנה לאגור ולמסור את אנרגיית הקור שנגארה בתוכם לחלל הממוזג תוך הבטחת קיום תנאי נוחות סבירים עד לסיום האיכלוס של המבנה. באיור 3 מובא תאור סכימתי של עיקרון פעולת מערכת מיזוג אויר עם הקדמת זמן ההפסקה.



איור 3

תוכנית בקרה להקדמת מועד הפסקה של מערכת מיזוג אויר (OPTIMUM STOP)

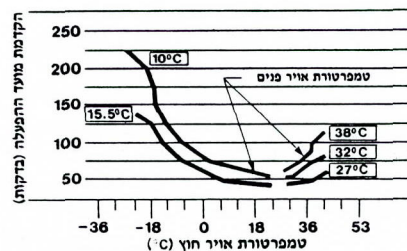
• ניצול אויר חיצוני לקירור המבנה (DRY BULB CONTROL)

בשיטת בקרה זו נערכת השוואה בין טמפרטורת האויר החוזר מהמבנה לבין טמפרטורת האויר החיצוני. כאשר טמפרטורת האויר החיצוני נמוכה מטמפרטורת האויר החוזר, נפתחים תריסים לאויר צח והמערכת מקררת אויר מבחוץ במקום לקרר אויר חוזר בעל טמפרטורה גבוהה יותר. כאשר טמפרטורת האויר החיצוני יורדת מתחת לטמפרטורה הנדרשת להשגת תנאי נוחות במבנה, מופסקת פעולת המדחסים ורק האויר הצח משמש להורדת הטמפרטורה במבנה. שימוש בשיטה זו אפשרי כאשר רמת הלחות

אקלים חיצוניים קשים וקיצוניים. תנאי אקלים אלה שוררים למעשה רק תקופות קצרות, יחסית, בשנה. כתוצאה מכך המערכות עובדות על מנת לספק את דרישת הקירור/החימום המקסימלית, דבר שאיננו יעיל מבחינה אנרגטית, כאשר, למעשה, ניתן להסתפק בתפוקה נמוכה יותר. לשם צימצום הפסדי אנרגיה אלה קיימת תוכנית בקרה המאפשרת לשנות את נקודת הוויסות (SET POINT) של מערכות מיזוג אויר על ידי פיקוד פנאוטמי או חשמלי על יחידות הקירור לשם פירוק דרגות העמסה. כתוצאה מכך יחידות הקירור פועלות ביעילות גבוהה יותר ובצורה חסכונית יותר.

• קביעת זמן אופטימלי להקדמת הפעלת מערכות מיזוג אויר (OPTIMUM START)

במתקנים מסויימים מקובל להקדים הפעלת מערכות מיזוג אויר לפני תחילת האיכלוס לשם הבטחת תנאי נוחות אקלימית טובים בתחילת זמן העבודה. לשם כך קיימת תוכנית בקרה המאפשרת לקבוע את פרק הזמן האופטימלי הדרוש למערכות מיזוג אויר לשם קירור/חימום המבנה לפני מועד התחלת העבודה. תוכנית הבקרה מאפשרת לקבוע את הזמן האופטימלי על-פי נתונים על האינרציה התרמית של המבנה, על התפוקה של מערכות מיזוג אויר ועל תנאי האקלים בחוץ ובפנים (טמפרטורה ולחות יחסית). תוכנית הבקרה מאפשרת לווסת את מצב הפתיחה של תריסי אויר צח ואויר חוזר (DAMPERS) לשם הבטחת צריכה מינימלית של חשמל למיזוג אויר.

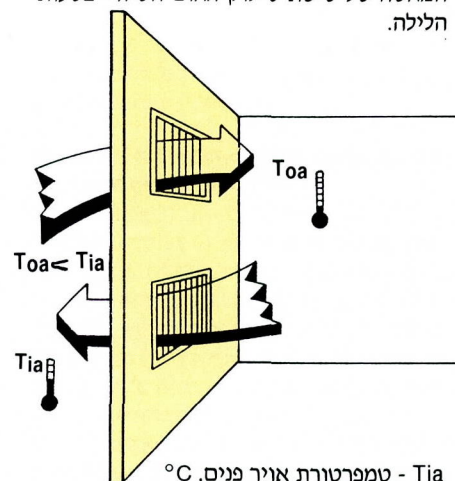


איור 2

תוכנית בקרה לקביעת זמן אופטימלי להפעלה מוקדמת של מערכת מיזוג אויר (OPTIMUM START)

היחסית של האויר החיצוני היא נמוכה. תנאי נוסף ליישום השיטה הוא קיום מפוחים בעלי הספק מתאים.

שימוש ספציפי של תוכנית בקרה זו הוא לצורך איורור מוגבר של המבנה בשעות הלילה (NIGHT PURGE). לצורך זה מופעלים בלילה או בשעות הבוקר המוקדמות המפוחים של המערכת לשם סילוק החום השיויר הנפלט מקירות המבנה אל תוך חלל המבנה. על-ידי כך ניתן להקטין את עומס הקירור שיידרש ממערכות מיזוג אויר עם תחילת הפעילות במבנה תוך הקטנת צריכת החשמל לקירור. באיור 4 מובאת המחשה של שיטת סילוק החום השיויר בשעות הלילה.



Tia - טמפרטורת אויר פנים, °C
Toa - טמפרטורת אויר חוץ, °C

איור 4

הקטנת עומס הקירור על-ידי סילוק חום שיויר בלילה (NIGHT PURGE)

• בקרת אנתלפית אויר פנים/חוץ (ENTHALPY CONTROL)

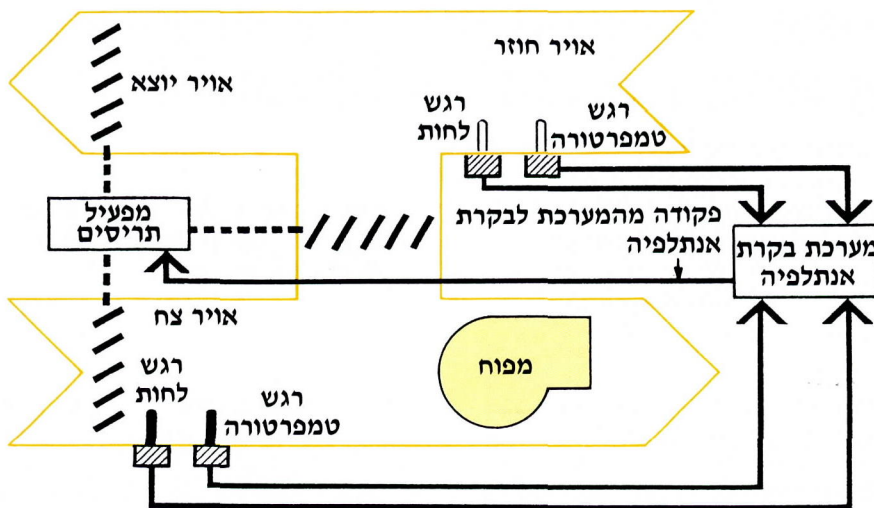
אנתלפית האויר היא תכונה תרמודינמית הנותנת ביטוי לאנרגיה הכוללת האגורה באויר. אנרגיה זו תלויה הן בטמפרטורת האויר והן בכמות של אדי המים שבאויר. ככל שהאויר חם יותר ולח יותר, האנתלפיה שלו גבוהה יותר. מערכת מיזוג אויר תצרוך יותר אנרגיה על מנת לטפל באויר בעל אנתלפיה גבוהה, מאשר באויר בעל אנתלפיה נמוכה יותר, על מנת להתאימם לתנאי נוחות אקלימית סבירים (תנאי הנוחות נקבעים על-ידי הטמפרטורה והלחות היחסית של האויר).

באיור 5 מובא תאור סיכמתי של מערכת מיזוג אויר עם בקרת אנתלפיה.

בתעלת אויר חוזר ובתעלת כניסת אויר צח מותקנים רגשי טמפרטורה ורגשי לחות. נתוני טמפרטורה ולחות מועברים למערכת בקרה אנתלפיה.

מערכת זו עורכת השוואה בין אנתלפית האויר החוזר מהמבנה לבין אנתלפית האויר הצח בחוץ. מערכת הבקרה קובעת, למעשה, את

* המאמר הראשון פורסם ב"תקע המצדיע" מס' 40, נובמבר 1987



איור 5
תאור סיכמתי של מערכת מיזוג אויר עם בקרת אנתלפיה

יותר מצביע הדבר על ירידה ביעילות המדחס הואיל ועלינו להשקיע יותר הספק בכניסה לשם קבלת תפוקת קירור של טון קירור אחד. בדוגמה המובאת להלן הושוו היעילויות של שלושה מדחסים בעלי תפוקה כלהלן:

- A - מדחס בעל תפוקה בשעור של 1/3 מהתפוקה הכוללת של מרכז הקירור;
- B - מדחס בעל תפוקה בשעור של 2/3 מהתפוקה הכוללת;
- C - מדחס בעל תפוקה בשעור של 100% מהתפוקה הכוללת.

לצורך המחשה נבחנו שתי נקודות א' ו-ב', בציר האופקי. הנקודות מציינות שתי רמות של דרישות קירור - 25%-1 ו-50% בהתאמה.

היעילות של המדחסים A, B ו-C בנקודה א' היא על פי הגרף 0.77, 0.9 ו-1.08 קו"ט/טון קירור בהתאמה, כלומר ב-25% העמסה, מדחס C צורך אנרגיה בשעור של 40% מעל האנרגיה הנצרכת על ידי מדחס A.

באותה דרך היעילות של מדחסים B ו-C בנקודה ב' היא על פי הגרף - 0.76 ו-0.84 קו"ט/טון קירור. כלומר ב-50% העמסה, מדחס C צורך אנרגיה בשעור של 10% מעל האנרגיה הנצרכת על ידי מדחס B.

אמצעים טכניים לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אויר

לאחר שתארנו את התוכניות לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג האויר ואת צורת השפעתן על צריכת החשמל לקירור או חימום המבנים, נתייחס לאמצעים טכניים המאפשרים את ביצוע תוכניות הבקרה.

את האמצעים הטכניים שנהוג להשתמש בהם לצורך ניצול יעיל של מערכות מיזוג האויר, ניתן לחלק לשתי קבוצות:

1. אמצעים מקומיים לביצוע מהלך בקרה בודד;

התערובת האופטמלית (מבחינה אנרגית) של אויר צח ואויר חוזר, כך שצריכת החשמל הדרושה לקירור תהיה מינימלית.

• קביעת מחזורי עבודה של מערכות מיזוג אויר (DUTY CYCLING)

בשיטת בקרה זו מופסקים ומופעלים מחדש לפי לוח זמנים קבוע או גמיש הרכיבים במערכות מיזוג אויר. שיטת בקרה זו מיושמת לעתים במסגרת תוכניות לניהול אנרגיה לשם הקטנת הצריכה והביקוש. לכל מערכת מיזוג אויר נקבעים מחזורי עבודה אופטימליים.

• תוכנית בקרה לפעולה אופטימלית של מדחסים במערכת מיזוג אויר (CHILLER OPTIMIZATION)

תוכנית הבקרה ניתנת לשימוש במרכזים לייצור מים קרים שבהם מופעלים מספר מדחסים. מערך הבקרה בוחר את המדחס או את הצירוף האופטימלי של המדחסים על מנת לספק את דרישת הקירור במתקן תוך צריכה מינימלית של אנרגיה חשמלית. לשם כך יש להזין את הבקר בנתונים המקשרים בין היעילות האנרגטית של המדחס (היחס בין הספק המבוא החשמלי לבין תפוקת הקירור), לבין רמת ההעמסה שלו. נתונים אלה מסופקים, בדרך כלל, על-ידי יצרן המדחסים בצורת עקומות או טבלאות. הכנסת המדחסים לפעולה נעשית בצורה הדרגתית ומבוקרת, עד למילוי דרישת הקירור, תוך הבטחת יעילות מירבית מבחינה אנרגטית.

באיור 6 מובאת דוגמה של עקומות המתארות את השתנות היעילות של מדחסים במרכז לייצור מים קרים בהתאם לרמת ההעמסה שלהם. היעילות של המדחס ניתנת ביחידות של קו"ט/טון קירור. כלומר, היעילות מבטאת את ההספק החשמלי הנדרש בכניסה לשם הפקת טון קירור אחד. ככל שהיחס גבוה

• אמצעים לבקרה מרכזית (רקע כללי בלבד)

אמצעים לבקרה מרכזית של מערכות מיזוג האוויר הנהוגים כיום, הם מהסוג המוגדר "כמערכת בקרה ממוחשבת". "מערכת בקרה ממוחשבת" הינה שם כולל המתייחס למערכות המבוססות על מעבדים זעירים (MICRO PROCESSORS) אשר פותחו כדי לעבור מפיקוד בעזרת ממסרים אלקטרומכניים לפיקוד ממוחשב.

קיים מספר רב ומגוון של מערכות ממוחשבות המתחיל מטימרים וטרמוסטטים המבוססים על מיקרופרוססור פשוט וכלה במערכות מורכבות ביותר המבוססות על מחשב והמאפשרות לבצע מספר רב של פעולות ניהוליות ופעולות אחרות הקשורות בתפעול המתקן, כל זה בנוסף לבקרת אנרגיה.

מערכות ממוחשבות אלה מתאימות לבקרה מרכזית ומסוגלות לבצע סדרה של מהלכי/תוכניות בקרה על קבוצת עומסים המשתייכים למערכת מיזוג אוויר במבנה.

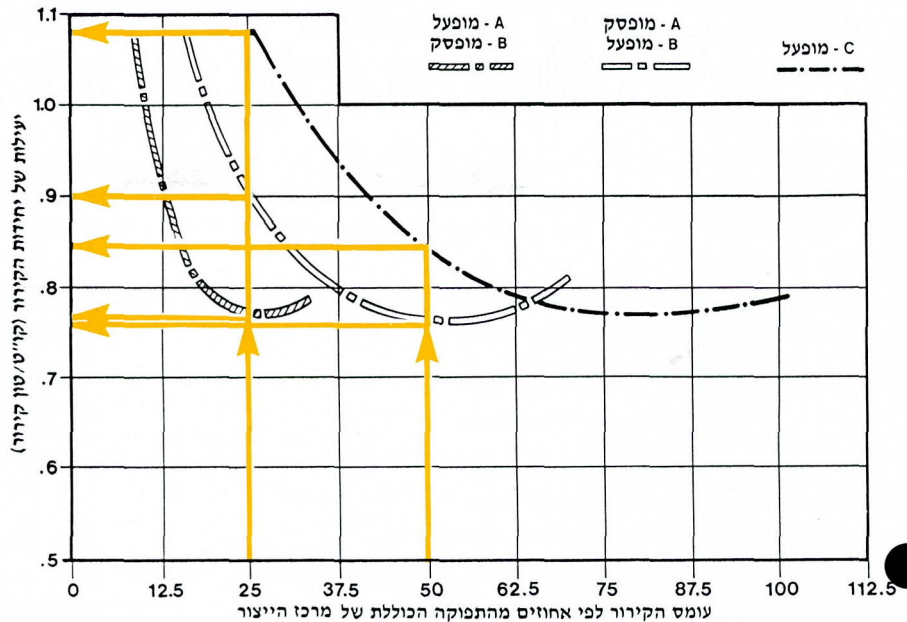
נציין שניהול הפעלת מערכת מיזוג האוויר יכול להתבצע על ידי מערכת מרכזית יעודית (שמטרתה ניהול פעולת מערכת מיזוג אוויר בלבד) או על ידי מערכת ממוחשבת לבקרת מבנים. במקרה האחרון, ניהול הפעלת מערכת מיזוג אוויר מתבצע במקביל לבקרה ולניהול של מערכות תאורה, שאיבת מים, אספקת חשמל בשעות חירום וכד'; מערכות אלה יכולות גם לשמש למטרות אשר אינן קשורות בבקרת אנרגיה: שליטה על מערכות בטחון שונות, על מערכות גילוי וכיבוי אש וכד'.

במאמר זה, לא נרחיב את הדיון על מערכות ממוחשבות לבקרה מרכזית. התייחסות רחבה יותר לנושא הובאה במסגרת מאמרו של אינג' ב. שוורץ - "מערכות בקרה ממוחשבות לניהול יעיל של עומסים חשמליים במתקן הצרכן", אשר פורסם בעלון "התקע המצדיע" מס' 32-אוגוסט 1984.

סיכום

בארץ יושמו בהצלחה מערכות לבקרת משטרי הפעלה של מערכות מיזוג אוויר מסוגים שונים ובדרגות תיחכום שונות (ראה מאמרם של ה"ה: ב. שוורץ, ר. אופיר - "צעדים טכניים וארגוניים שננקטו ותוצאות שהושגו בפועל", שפורסם בהקשר לזה בעלון "התקע המצדיע" מס' 34-מאי 1985). יחד עם זאת, המציאות מראה שעדיין אין מודעות מספקת מצד יזמים ומתכננים לתועלת, שבראש ובראשונה הם עשויים להפיק מהרחבת היישום במתקניהם. הדבר מקבל משנה תוקף לאור השינויים שהוכנסו החל מחודש דצמבר 1987 בתעריף על פי עומס המערכת וזמן הצריכה (תע"ז).

הנסיון מוכיח שהפקת התועלת המירבית ממערך בקרה על פעולת מערכות מיזוג אוויר מותנה בלמידה ובהבנת מבנה המערכת ומשטרי ההפעלה מחד גיסא, ובבחירה נכונה של מערך הבקרה המתאים למתקן, מאידך גיסא.



איור 6

- יעילות של יחידות קירור בהתאם לרמת ההעמסה

2. אמצעים/מערכות לביצוע סדרת מהלכי בקרה ולבקרה מרכזית.

בין האמצעים המקומיים העיקריים לביצוע מהלך בקרה בודד ניתן למנות:

■ בקרי זמן פעולה (TIME CONTROLS)

בקרי זמן פעולה הם אמצעי הבקרה המקומיים היעילים ביותר בגלל פשטותם ומהות תפקידם המסתכם בהפסקת מערכות צורכות אנרגיה כאשר אין הן נחוצות. קיימים בשוק סוגים רבים של בקרי זמן מכניים או אלקטרוניים עם תוכניות פעולה יומיות, שבועיות ואף עונתיות.

ניתן להשתמש בבקרי זמן לצורך: הפעלה מוקדמת של מערכות מיזוג אוויר לקירור/חימום מוקדם לפני איכלוס המבנה, תוך מתן פקודה לסגירת תריסי אוויר צח בזמן החימום/הקירור המוקדם;

הפסקה מוקדמת של מערכות מיזוג אוויר לפני עזיבת המבנה תוך ניצול האנרגיה שנאגרה בקירות המבנה במשך היום.

■ בקרי טמפרטורה - תרמוסטטים

תרמוסטטים מאפשרים לבצע בקרה פשוטה ומוגבלת על פעולת מערכות מיזוג אוויר, למשל:

- בקרת טמפרטורה עם תחום אי-הפעלה (DEAD BAND CONTROL);
- איורור מוגבר של המבנה בשעות הלילה (בשילוב עם שעון הפיקוד) כאשר מתמלא התנאי שהטמפרטורה בחוץ נמוכה יותר מהטמפרטורה הנדרשת בתוך המבנה.

2. אמצעים/מערכות לביצוע סדרת מהלכי בקרה ולבקרה מרכזית.

נדגיש כאן שהאמצעים מהסוג הראשון מתאימים לביצוע מהלך בודד שדרגת תיחכום איננה גבוהה במיוחד. לעומתם האמצעים מהסוג השני מסוגלים, עקרונית, לבצע את תוכניות הבקרה המפורטות בפרק הקודם - כולן או מקצתן - תוך שליטה מרכזית על העומסים המבוקרים לפי משטרי עבודה מוגדרים מראש והניתנים לשינוי על ידי מפעיל המערכת.

• אמצעים מקומיים לביצוע מהלך בקרה בודד

אמצעים מסוג זה מאפשרים בקרה ספציפית מקומית של מערכות וציוד ללא תלות ביתר חלקי המערכת וללא קשר עם מהלכי בקרה אחרים. המחיר ההתחלתי של אמצעים מסוג זה הוא נמוך יחסית.

- אמצעי בקרה אלה יישמים בעיקר כאשר:
 - אבזר הפיקוד ניתן לשילוב במערכת הנדונה והוא עשוי לשפר את פעולת המערכת ואת יעילותה;
 - מערכת מיזוג האוויר הנדונה איננה מורכבת יתר על המידה;
 - יש צורך בשיפור בטווח הקצר או המיידי;
 - הזמן הפנוי לצורך התקנה קצר מאד;
 - חשוב יותר לשפר את הפעולה של מרכיב במערכת מאשר לשפר את פעולת המערכת ככללותה.

אמצעי מיתוג ואבטחה לחיבור מתקני צרכנים לרשת המתח הגבוה של חברת החשמל

אינג' יוסף רוזנקרנץ

בחודש ספטמבר 1987 פורסמו בקובץ כללי הרשת הארצית בחברת החשמל, כללים המתייחסים לאמצעי מיתוג ואבטחה לחיבור מתקני צרכנים לרשת המתח הגבוה של חברת החשמל, כללים אלה מהווים התחלת סדרה של כללים האמורים לקבוע נהלים טכניים בהקשר לאישור ובדיקת מתקני צרכנים במתח גבוה המתחברים לרשת האספקה של חברת החשמל.

תוכן הכללים

- א. הכללים, עוסקים בעיקר בנושאים הבאים:
 1. נהלים לקביעת הציוד הראשי המיועד לחבר מתקן הצרכן לרשת המתח הגבוה של החברה, כשהבחירה היא בין מנתק עומס ראשי לבין מפסק זרם אוטומטי ראשי.
 2. מיקום המנתק הראשי של הצרכן ביחס לציוד החברה במתקנים המוזנים מרשת עילית במתח גבוה.
 3. התקנת אמצעי הארקה, מנתקים ומקצרים בכניסה ללוח הראשי של הצרכן.
 4. התקנת אמצעי הגנה בפני ברקים בכניסה ללוח הראשי של הצרכן.
 5. דרישות מיוחדות בקשר ללוחות מיתוג ראשיים מדגם קומפקטי.
 6. דרישות מיוחדות בקשר ללוחות מיתוג ראשיים מדגם קומפקטי.
 7. איפיונים טכניים בסיסיים (רמת הבידוד, עמידה בזרמי קצר, כושר ניתוק וכו') הנדרשים על ידי חברת החשמל לצורך מתן אישור להתקנת ציוד מתח גבוה במתקני צרכנים הניזונים מרשת החברה.

במאמר זה נתייחס לסעיף א' בלבד, תוך הצגת השיקולים הטכניים והכלכליים הקשורים לנהלים אלה - הן מבחינת הצרכנים והן מבחינת חברת החשמל, כאשר המגמה היא כי הנושאים האחרים שאוזכרו יטופלו בעלוני "התקע המצדיע" הבאים.

מנתק עומס ראשי או מפסק זרם אוטומטי ראשי

מנתק העומס ומפסק הזרם האוטומטי במ.ג. משמשים כציוד מיתוג ראשי במתקני צרכנים במתח גבוה ושניהם מיועדים לחבר או לנתק את מתקן הצרכן בשלמותו. ציוד זה ממוקם בנקודת המפגש שבין הצרכן לבין חברת החשמל, ועובדה זו, מסבירה את הצורך בקביעת נהלים הנוגעים לשני הצדדים - הצרכן וחברת החשמל. כדי להבין את השיקולים אשר הובילו לקביעת הנהלים נזכיר בקצרה את המשותף והשוונה בין מנתק עומס לבין מפסק זרם.

מנתק העומס, כמו מפסק הזרם, מיועד לחבר או לנתק מתקן חשמל בריקס או בעומס, בהפעלה ידנית או במקרה של עומס יתר באופן אוטומטי. ההבדל ביניהם נעוץ בכך שלמפסק הזרם

אינג' י. רוזנקרנץ - מהנדס מומחה, הרשת הארצית אגף הצרכנות, חברת החשמל

רשת עילית נתונה, מטבעה, להשפעות חיצוניות העלויות לגרום לקצרים: נפילת ענפים על הרשת במזג אוויר סוער, ציפורים, פריצות מתח עקב ברקים או עקב לחות וזיהום המבודדים, וכיוצא באלה.

הנסיון המעשי בתחום זה מראה כי רוב הקצרים המתרחשים ברשת עילית במ.ג. הם קצרים חד-מופעיים לאדמה בעלי אופי חולף; ללא נזק למופעים האחרים, בשל המרחק בין המוליכים.

הרשת התת-קרקעית, לעומת זאת, מושפעת פחות מהסביבה, אם כי גם היא עלולה לסבול מפגיעות של כלי חפירה, ברקים או מפריצות מתח עקב התיישנות הבידוד וכו'.

כמו כן מסתבר כי פריצת מתח חד-מופעית בכבל תת-קרקעי תלת-גידי גורמת, בדרך כלל, לפגיעה במופעים "הבריאים" וקצר חד-מופעני הופך לקצר תלת-מופעני.

ברשת תת-קרקעית עם כבלים חד-גידיים, הקצר החד-מופעני אינו נהפך לקצר תלת-מופעני אך התקלה אינה בעלת אופי חולף במילים אחרות, הרשת העילית פגיעה יותר בפני קצרים בהשוואה לרשת התת-קרקעית. אך מאידך הקצרים בה הם בדרך כלל חד-מופעיים לאדמה ובעלי אופי חולף, בעוד שברשת תת-קרקעית הקצרים הם בדרך כלל תלת-מופעיים או חד-מופעיים והתקלה ממושכת.

כדי להשלים את התמונה יש להבהיר את שיטת הארקה ואת אופן פעולת ההגנות בתחנות המשנה של חברת החשמל המזינים את קווי החלוקה במ.ג.

כידוע מתחלקת רשת החלוקה במתח גבוה בארץ לרמות של מתחים נומינליים: 6.6 ק"ו, 12.2-ק"ו, 22 ק"ו ו-33 ק"ו. הרשת הנפוצה ביותר בארץ, במגזר העירוני והבינועירוני היא הרשת במתח 22 ק"ו ובהמשך נתייחס רק אליה.

התנהגות רשת החלוקה 22 ק"ו של חברת החשמל בקצר חד-מופעני לאדמה.

בתחנות המשנה של החברה מותקן סליק אלקטרומגנטי הקרוי סליק פטרסן כפי שמודגם באיור 1.

תכונה נוספת חשובה והיא כושר הניתוק של זרמי קצר - דבר אשר המנתק אינו מיועד לבצע.

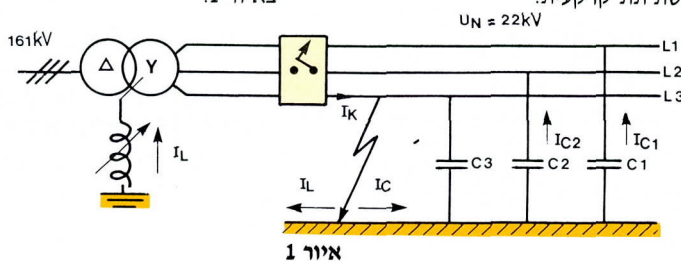
ההבדל בתכונה זו מביאה לכך כי במקרה של הופעת קצר במתקן מתח גבוה של צרכן המחובר לקו האספקה באמצעות מנתק עומס ראשי, יופסק המתח בקו האספקה המזון מתחנת המשנה של חברת החשמל, ויגרום בכך להפסקת כל הצרכנים המחוברים לאותו קו. אם יחובר הצרכן האמור לרשת, באמצעות מפסק זרם ראשי, יתנתק מתקן הצרכן בלבד מבלי לגרום להפסקת צרכנים אחרים המחוברים לאותו קו.

המסקנה המתבקשת היא, כי לכאורה עדיף, מבחינת כלל הצרכנים, להתקין מפסק זרם ראשי לכל צרכן מתח גבוה במקום מנתק עומס ראשי. אולם אין להתבסס על שיקול טכני אחד בלבד אלא יש להתייחס למכלול של היבטים טכניים וכלכליים ולשקול את היתרונות הטכניים של מפסק הזרם כנגד הפרש המחירים הדרוש להתקנתו לעומת מחיר התקנת המנתק בעומס. לצורך הערכת ההיבט הכלכלי הנייל נציין כי ההפרש בין התקנת מנתק עומס על עמוד חשמל לבין התקנת מפסק זרם במתקן פנימי עשוי להסתכם בכ-23,000\$.

מסתבר כי לגבי מתקני צרכנים, בעלי הספק נומינלי גדול ורשת חלוקה פנימית ארוכה ומסועפת, הבחירה היא חד-משמעית לכיוון מפסק הזרם הראשי העשוי להקנות לצרכן יתרונות טכניים וכלכליים כשמחירו של המפסק אינו גורם משמעותי ביחס להשקעה כולה.

לא כן לגבי מפעלים בינוניים, קיבוצים קטנים וצרכנים אחרים שלגביהם מהווה מחירו של מפסק הזרם גורם חשוב בשיקוליהם כשבנוסף לכך עלולה התקנת מפסק הזרם הראשי להיות בלתי מבוססת גם מבחינה טכנית.

כדי להבין את השיקולים הטכניים והכלכליים הקשורים לבחירה בין מנתק עומס לבין מפסק זרם ראשי נתייחס בהמשך לאיפיוני הרשת הפנימית במ.ג. של הצרכן, מבחינת הופעת קצרים חשמליים ובעיקר בהבדלים שבין רשת עילית לרשת תת-קרקעית.



איור 1

איך נקשרים הכללים עם השיקולים הטכנו-כלכליים אשר תוארו בפרק הקודם?

ובכן, ההנחה היא שצרכן שברשותו נמצא מתקן חשמלי בהספק עד 1890 קו"וא (המספר נגזר משלושה שנאים בעלי הספק נומינלי של 630 קו"וא כל אחד) הינו צרכן בינוני בעל רשת מ.ג. פנימית עילית או רשת תת-קרקעית קצרה ולכן מפסק הזרם עשוי שלא להצדיק את עצמו מבחינת תכונותיו הטכניות. לכן, הצרכן אינו חייב בהתקנת מפסק זרם ראשי ומותר לו להתקין **מנתק עומס ראשי**.

במתקן אשר סכום ההספקים הנומינליים של השנאים עולה על 1890 קו"וא, הסברה היא שרשת המ.ג. הפנימית שלו הינה רשת מסועפת בעלת סיכונים גבוהים יותר להופעת קצרים ולכן חובה להתקין **מפסק זרם ראשי**.

באשר להוראה "ג" דלעיל, ההתייחסות להוראה אינה לסכום ההספקים הנומינליים אלא למספר מרכזיות החלוקה.

בפרק ההגדרות של הכללים מוגדרת מרכזיות חלוקה כדלקמן: "מבנה או חצר שבו מורכבים לוחות חשמל במתח גבוה וציוד אחר כגון לוחות חשמל במ.ג. שנאים וכו".

הכוונה בהגדרה זו היא ללוחות ראשיים במ.ג. המותקנים כרגיל במפעלים תעשייתיים, במבנים מסחריים גדולים, בבתי חולים, בבתי מלון בקיבוצים וכיוצא באלה.

מתקן שבו קיימת מרכזיות חלוקה **אחת בלבד** הכוללת לוח ראשי במ.ג. וגם שנאים המוונים מלוח זה אין חובה להתקין מפסק זרם ראשי, ומותר להתקין בו מנתק עומס בלבד. אולם אם מלוח המ.ג. הראשי יוצאים כבלים או קווים עיליים ללוח מ.ג. משנה או למרכזיות חלוקה משניים דהיינו קיימת במתקן רשת פנימית מסועפת אזי סביר להניח שמספר הקצרים העלולים להתרחש ברשת מצדיקים התקנת מפסק זרם ראשי. לכן במקרה זה מחייבים הכללים, כאמור, התקנת **מפסק זרם ראשי**.

היבטים נוספים מנקודת הראות של הצרכן

הוראות הכללים כפי שתוארו בפרק הקודם מהוות **זרישות מינימליות** מצד חברת החשמל. הדבר אינו מגביל כל צרכן שהוא להתקין בכל מקרה מפסק זרם ראשי, לפי שיקוליו הטכנו-כלכליים. בהקשר לזה נתייחס לשני היבטים נוספים.

כשמדובר בפרייקט חדש ומשווים בין מחיר התקנת מנתק עומס ראשי לבין מחיר התקנת מפסק זרם ראשי יש להוסיף לשיקול הכספי גם את התשלום עבור החיבור שהצרכן משלם לחברת החשמל.

חישוב תשלום זה, לפי הנהלים הקיימים שונה בעיקרו בין שני המצבים דלקמן:

א. כשהצרכן מחובר לרשת על ידי מנתק ראשי נחשב התשלום לפי סכום **ההספקים הנומינליים של השנאים** שברשותו.

ב. כשהצרכן מחובר לרשת על ידי מפסק זרם ראשי נחשב התשלום לפי הזרם המכויל של המפסק.

אולם אם הקצר "התעקש" להשאר אזי ינותק הקו סופית לאחר החיבור החוזר השלישי והוא ישאר במצב זה עד לאחר איתור ותיקון התקלה.

מכל האמור לעיל, מסתמנים השיקולים הטכניים בקשר לבחירה בין מנתק עומס לבין מפסק זרם ראשי של הצרכן, כדלקמן:

א. מותקן אצל צרכן **מנתק עומס ראשי** והרשת הפנימית שלו הינה רשת עילית, אזי קיימת סבירות גבוהה כי במקרה של קצר חד-מופעי לאדמה במתקנו, יצליח החיבור החוזר, והמתח יוחזר למתקן באופן אוטומטי תוך זמן קצר ביותר.

ב. מותקן אצל צרכן כאמור לעיל **מפסק זרם ראשי** הוא לא יגיב לזרם הקצר החד-מופעי לאדמה (הודות לסליל פטרסן המוזכר) והוא לא ינתק את המתקן הפגום, אלא אם הותקנה בו מערכת הגנה מיוחדת הנקראת הגנה ווטמטרית.

במקרה זה (ללא הגנה ווטמטרית - שהיא בעצמה יקרה) לא יבואו יתרונות מפסק הזרם לביטויים וכל השקעה נוספת לעומת מנתק עומס עשויה שלא להצדיק את עצמה.

ג. נמצאת בחצריו של הצרכן רשת מ.ג. שהיא בשלמותה או ברובה תת-קרקעית, סביר להניח כי במקרה של קצר לא יצליח החיבור החוזר להחזיר את האספקה לתיקנה ולכן במקרים כאלה עדיף להתקין **מפסק זרם ראשי**.

הכללים החדשים מתחשבים בכל השיקולים אשר תוארו לעיל אך בגישה כוללת אשר מתייחסת לגודל מתקן הצרכן ולא לאיפיונים ספציפיים של רשת פנימית מסוג זה או אחר.

הוראות הכללים בקשר לציוד המיתוג הראשי.

הכללים המתייחסים לבחירה בין מנתק עומס ראשי לבין מפסק זרם ראשי קובעים כדלקמן:

א. במתקן אשר סכום ההספקים הנומינליים של השנאים אינו עולה על 1890 קו"וא מותר להתקין מנתק עומס ראשי.

ב. במתקן אשר סכום ההספקים הנומינליים של השנאים עולה על 1890 קו"וא יש להתקין מפסק זרם אוטומטי ראשי.

ג. במתקן אשר כולל שתי מרכזיות חלוקה, או יותר, במתח גבוה יש להתקין מפסק זרם ראשי ללא קשר בסכום הספקי השנאים.

כפי שנראה באיור מחובר הסליל בין נקודות הכוב של השנאי המזין את קו אספקת החשמל לבין אלקטרודות הארקה. רשת החלוקה במ.ג. הניזונה מהשנאי מבודדת גלונית כלפי האדמה אך בין מוליכי הרשת והאדמה קיים קשר קיבולי.

הזרם הקיבולי הזורם בין המוליכים לאדמה בתנאי עבודה רגילים הוא בעל ערך זניח בהשוואה לזרם שבקו ואינו משפיע על התנהגות הרשת באופן משמעותי.

בקצר חד-מופעי לאדמה מופיע בנקודות התקלה מפל מתח הנובע מהזרם הקיבולי הזורם בחזרה למקור המתח, כלומר לשנאי, דרך הקיבוליות של שני המופעים האחרים.

לולא סליל פטרסן, היתה מתפרקת האנרגיה הנאגרת בקיבוליות של המופעים "הבריאים" דרך הקשת החשמלית הנוצרת במקום הקצר וגורמת להרס הבידוד. תפקידו של סליל פטרסן הוא לייצור תוואי מקביל לזרם הקצר אשר יתפצל לשניים, כלומר לזרם קיבולי אשר יזרום דרך המופעים "הבריאים" ולזרם אינדוקטיבי אשר יזרום דרך הסליל.

השראותו של הסליל מכוונת בהתאם לקיבוליות הרשת כך ששני הזרמים הללו, המנוגדים במופע, יהיו זהים או כמעט זהים באמפליטודה ולמעשה יבטלו אחד את השני.

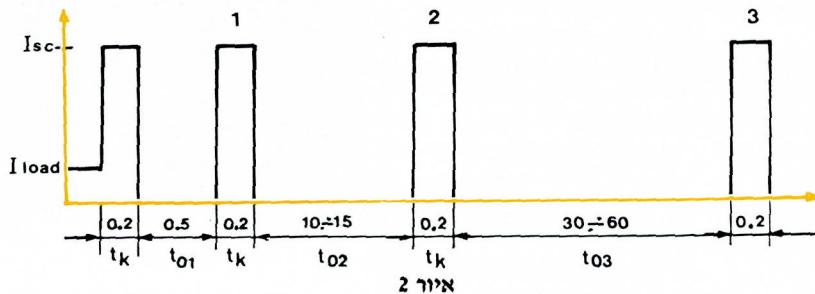
כתוצאה מכך, זרם בנקודת הקצר זרם פעיל (אקטיבי) אשר מקטין בצורה ניכרת את הקשת החשמלית בנקודת הפגיעה ונותן סיכוי לקצר החשמלי להכבות מעצמו, כלומר נוצרים תנאים המאפשרים לבידוד הנפרץ, לנתק את עצמו, במקרה והסיבות אשר גרמו לקצר היו בעלות אופי חולף.

בהתחלת כל קו אספקה במ.ג. היוצא מתחנת משנה של חברת החשמל, מותקנת מערכת הגנה המפעילה את מפסק הזרם האוטומטי של אותו קו.

כשמופיע קצר חד-מופעי בקו מ.ג. מופעלת מערכת ההגנה והוא נפסק תוך שהשייה קצרה מאד (כ-0.3-0.5 שניות).

מאידך, היות וקיימת כפי שהוסבר לעיל, סבירות גבוהה שהקצר "יבריא" מעצמו חוזר הקו למתח באופן אוטומטי (RE-CLOSING), באמצעות מפסק הזרם המותקן בהתחלתו ואז, אם הקצר באמת סולק, חוזר המצב בקו לתיקנו בזמן הקצר ביותר.

למעשה מתבצעים שלושה נסיונות של חיבור חוזר בזמנים גדלים והולכים כפי שנראה באיור 2.



כללי הרשת הארצית "הגנה ריליית של צרכני מתח גבוה" אשר פורסמו בשנת 1986 קובעים את אופן הכיול של ההגנה הראשית בפני זרם יתר וזרם קצר במטרה לייצור סלקטיביות בין המפסק הראשי של הצרכן לבין מפסק הזרם המותקן בתחנת המשנה של חברת החשמל בהתחלת קו האספקה.

בהתייחס למסרים הווטמטריים קובעים הכללים כי צרכן המעוניין להתקין מערכת הגנה ווטמטרית יפנה לחברת החשמל ויענה בחיוב בתנאי שיוכח שהגנה זו אינה פוגעת באמינות אספקת החשמל לצרכנים אחרים.

סיכום

הנהלים הנקבעים בכללי חברת החשמל מתחשבים בהיבטים טכניים וכלכליים מבחינת ראיות של הצרכן ושל החברה גם יחד.

בנושא הבחירה בין מנתק עומס ראשי לבין מפסק זרם ראשי נקבעו קריטריונים מינימליים האמורים להבטיח בצורה אופטימלית את אמינות אספקת החשמל לכלל ציבור הצרכנים, אך כדאי לכל צרכן לשקול את הפתרון המתאים לפי נתונים בשטח.

כפי שהזכרנו, המחיר הדרוש להתקנת מפסק זרם ראשי גדול לעומת מחיר התקנת מנתק עומס ראשי בכ- \$23,000.

מאידך אם מתחשבים בחסכון בתשלום החיבור בסך \$28,350 יוצא כי לעמשה אפילו במתקן שהספקו הנומינלי שווה ל-1,890 קו"א יש לשקול אם לא כדאי מבחינה כלכלית להתקין מספק זרם ראשי במקום מנתק בעומס - המותר לפי הכללים.

היבט טכני אחר קשור ליעילות פעולת ההגנה של מפסק הזרם הראשי במתקנים בעלי הספק נומינלי קטן מ-1,890 קו"א כשבחצרו נמצאת רשת עילית במ.ג. ארוכה.

במקרה זה כאמור, אין חובה להתקין מפסק זרם ראשי אך אם הצרכן יגיע למסקנה כי הוא אכן עומד להתקין מפסק זרם ראשי, אזי הוא יכול גם, לפי רצונו, לנצל את המפסק לצורך ניתוק קצרים חד-מופעיים לאדמה באמצעות מערכת הגנה ווטמטרית.

מערכת ההגנה הוטמטרית רגישה לזרמי קצר קטנים המופיעים ברשתות מ.ג. מבודדות או ברשתות מ.ג. המצוידות בסליל פטרסן.

פרוש הדבר כי במקרה "א" משלם הצרכן עבור החיבור לפי ההספק הנומינלי המחובר בעוד שלפי מקרה "ב" התשלום הוא לפי ההספק הממשי הצפוי במיתקנו.

לשם הדגמת ההפרש הממשי בהוצאות ההשקעה בין מנתק עומס ראשי לבין מפסק זרם ראשי, ניקח לדוגמה מתקן בעל 3 שנאים בהספק של 630 קו"א כל אחד, כשהעומס הממשי של המתקן מגיע עד כדי 70% כלומר, עד 1323 קו"א.

ובכן, אם הצרכן יחובר לרשת באמצעות המנתק הוא יתבקש לשלם עבור 1,890 = 3 x 630 יחידות (קו"א). המחיר הממוצע לחיבור יחידה הוא בסדר גודל של \$50 ולכן התשלום במקרה זה יהיה $1,890 \times 50 = \$94,500$.

מאידך אם יחליט הצרכן להתחבר לרשת באמצעות מפסק זרם מכויל הוא יתבקש לשלם עבור העומס הממשי בלבד כלומר: $1,323 \times 50 = \$66,150$.

פרוש הדבר שהצרכן חוסך בהתקנת מפסק זרם לעומת מנתק עומס סכום השווה: $94,500 - 66,150 = \$28,350$.

"לישר את הקו"

הקריאה שנענתה בחיוב

קריאתה של חברת החשמל אל צרכניה "לישר את הקו" ולהסיט שימושים בחשמל משעות השיא לשעות השפל בצריכה, השיגה תוצאות מרשימות.

מנתונים, אשר הוצגו על ידי מומחי החברה בפני שר האנרגיה ומועצת המנהלים של החברה עולה, כי אובחן מיתון משמעותי בגידול הביקושים לחשמל בשעות אחה"צ והערב (מחמש ועד תשע), בהשוואה לתקופה שקדמה לפנייה של החברה אל צרכניה וגם בהשוואה לתקופה המקבילה אשתקד. תופעה זו מתבטאת בירידת ביקושים של 40 עד 200 מגווי"ט בשעות השיא ובהתאם לימי השבוע.

עם זאת נמשכת מגמת הגאות הכללית בצריכת החשמל בישראל. בשנת 1988 גידול של 10.5% בהשוואה לשנת 1987. בחודש פברואר בלבד, נרשם גידול של 21.5% בהשוואה לחודש המקביל אשתקד. עליה בצריכת החשמל משפיעה, כמוכר גם על שיאי הביקוש.

החברה ממשיכה בפרסום ובקריאה לצרכניה שלא להפעיל מכשירי חשמל בלתי חיוניים בשעות השיא לביקוש. שעות אלה שונות בקיץ מאלה של החורף וגם המכשירים "זוללי החשמל" שונים בקיץ מאלה של החורף. בינתיים מבקשת החברה מצרכניה להמשיך ולסייע למאמץ הכללי של "ישור הקו", ולא להפעיל מכשירים בלתי חיוניים בין חמש לתשע בערב.

הכנס הארצי השנתי ה-6 לחשמלאים

הכנס הארצי השנתי ה-6 יתקיים ביום רביעי 11.1.89, גם הפעם יתקיים הכנס במרכז הקונגרסים בתל-אביב ויכלול מספר שינויים בהשוואה לכנס ה-5.

הכנס יכלול 2 מושבים:

ממראות הכנס ה-5



בשולחן הנשיאות....



ובאלום.

מושב א' - המפגש המרכזי הפותח

המפגש המרכזי הפותח יהיה דומה כללית למתכונת המפגש המרכזי של הכנס ה-5, ויכלול:

- דברי פתיחה.
- הרצאה המיועדת לכלל המשתתפים.
- טכס חלוקת הפרסים בתחרות "צרכן החשמל היעיל" - טכס המתקיים ברציפות זו השנה השלישית.

- רב-שיח - שאלות ותשובות - במסגרת מושב זה יוקדש הפעם זמן לשאלות ותשובות בנושאים כלליים הקשורים למערכת היחסים והקשר שבין חברת החשמל וציבור החשמלאים.

מושב ב' - קבוצות הרצאות

במושב זה יתפצלו המשתתפים ל-6 קבוצות הרצאות כאשר בכל קבוצה תוגשנה 2 הרצאות בנושאים מקצועיים שונים.

- בנוסף להרצאות יוקצה זמן לשאלות החשמלאים בנושאי ההרצאות שיוגשו באותה קבוצה. התשובות ייענו על ידי צוות משיבים.



תקלה ולקחיה

(כמעט "ליל עלטה" - 19.5.87)

אינג' נתנאל אליאש

בכל מערכת שהוקמה על ידי אדם מתרחשות תקלות ומערכות חברת החשמל אינן יוצאות מכלל זה. המערכות השונות של חברת החשמל מצוייכות במערכת הגנה. מערכת ההגנה איננה באה במקום מערכות ראשיות מתוכננות היטב, אלא הן באות להגביר את אמינותן של המערכות הראשיות על ידי סילוק מהיר של האלמנט שנפגע ולמנוע התפשטות התקלה לחלקי מערכת תקינים. הסילוק המהיר של התקלה ומניעת התפשטות התקלה, במידת האפשר, מצמצם את הנוק הכולל למערכת המוגנת. כל תקלה נבדקת ביסודיות על ידי עובדי האגפים הטכניים המתאימים ומימצאי הבדיקה משמשים כבסיס גם לפעולות התיקון וגם לפעולות נוספות שנדרשות למניעת הישנות התקלה.

במקרים מיוחדים בהם גרמה התקלה להפסקת חשמל ממושכת לצרכנים רבים, במקרים בהם נגרם נזק לרכוש או לציוד, או במקרים בהם חורגת התקלה מתחומי סמכותו של אגף או מחוז - ממנה המנכ"ל או המהנדס הראשי של החברה ועדת חקירה מיוחדת. המלצות הוועדה, לאחר שאושרו על ידי המהנדס הראשי, מועברות לאגפים השונים ליישום. המהנדס הראשי (או מי שמונה על ידו) עוקבים אחר הביצוע והמימוש של ההמלצות שאושרו.

במסגרת מאמר זה נסקור תקלה מיוחדת שארעה ביום 19.5.87 ואשר בעטיה כמעט ונגרם "ליל עלטה", את חקירת התקלה והפקת הלקחים.

לשורה של המלצות, שינויים ותוספות במערכות פיסיות וארגוניות: החלפת ציוד, הוספת מערכות הגנה, שינוי מערך פיסית, שינוי תדירותן של פעולות תחזוקה וכו'.

פיקוח ומערכות הגנה

מערכת יצור ואספקת חשמל - החל בתחנות הכח וכלה בחיבורים לצרכנים - היא מערכת מורכבת ומשולבת; כך, למשל, קצר בקו מתח עליון בצפון הארץ משפיע על רמת המתח בכל המערכת ומשנה את משטר הפעולה של כל תחנות הכח ותחנות המשנה.

לפיכך התקנה חברת החשמל פיקוח מרכזי על כלל המערכת וזאת באמצעות מוקד ארצי שאילו מוזרם, באופן רצוף, מידע עדכני של נתוני המערכת כך שבזמן התרחשות תקלה יימצאו בידי המפקח התורן בפיקוח הארצי מידע ואמצעים לאיתור התקלה, לנקיטת צעדים למניעת התמוטטות המערכת ולהחזרתה למשטר עבודה תקין.

המפקח חייב להכיר היטב את המערכת ומרכיביה ולפעול בשיקול דעת, בהסתמך על המידע שבידו, עליו להחליט על נקיטת צעדים לצמצום הנוקים ולשמירה על תקינות המערכת. לא כך המצב במערכות הגנה. מערכות אלה הן מערכות אוטומטיות המודדות את הערכים הרגועים ובמקרה תקלה, על פי כיוונון מתוכנן מראש, לאתר ולנתק באופן אוטומטי ומהיר את הקטע הכולל את התקלה.

ממצאים

מערכת הייצור לפני התקלה

משטר התפעול של תחנות הכח מתבסס, בין היתר, על עקרונות כלכליים דהיינו הפעלת יחידות בעלות הנצילות הגבוהה ביותר בהתאם לתחזית צריכת האנרגיה בכל שעה ושעה.

לפני התרחשות התקלה ב-19 למאי בשעה 19.35 פעלה מערכת הייצור בהספק כולל של

ג. משיקים

ד. המלצות

ה. דיווח

ובהמשך בא שלב יישום הלקחים הכולל דיונים, תכניות אופרטיביות ומעקב אחר ביצוע ההמלצות שאושרו.

שלב א' - איסוף מידע

מקורות המידע העיקריים לחקירת תקלה תפעולית הם:

1. דוחות גורמי תפעול המתקן בו ארעה התקלה.
2. ביקור במקום האירוע לצורך קליטת רשמים מהציוד שנפגע, ציוד אחר בסביבה, רמת התחזוקה ושיחה עם עובדים שהשתתפו בסילוק התקלה.
3. דיון עם עובדים ומנהלים לבירורים והבהרות.
4. דוחות של וועדות חקירה קודמות שטיפלו בארועים דומים.

שלב ב' - ניתוח

בשלב זה מנסים לשבח את קטעי המידע בתבנית לוגית לפי חוקי החשמל והפיסיקה. לצורך זה מועלות השערות שונות הנבחנות בהתאם למידע שכונס בשלב א'. השערה שאינה מתאימה לעובדות תיפסל ובמקומה תועלה השערה אחרת שתיבחן אף היא בהתאמתה לעדויות ולמצאים האובייקטיביים (רישומי מכשירים ומצב הציוד) כפי שתקבלו לאחר האירוע.

שלב ג' - משיקים

בשלב זה בוחנים את ההשפעות של מערכות סמוכות אשר לא השתתפו באירוע עצמו אך יכלו להשפיע, או להיות מושפעים בדרגה זו או אחרת והן: מערכות כיבוי אש, מערכות סילוק שמן שאינם, מערכות תקשורת וכו'.

שלב ד' - המלצות

בשלב זה מגובשות המסקנות הנובעות מהניתוח

האירוע והקמת הוועדה

בלילה שבין 19 ל-20 לחודש מאי 1987 ארעה תקלה חמורה במערכת החשמל בישראל - שלוש יחידות יצור (טורבוגנרטורים) נפסקו בו זמנית על ידי ממסרי ההגנה שלהן. הספק הייצור שהופסק היה שווה לכמחצית ההספק שהיה מתוכנן באותו זמן. הפסקה כה גדולה של יצור היתה עלולה להביא להתמוטטות המערכת כולה ולהפסקת כל יחידות הייצור האחרות, אילולי ננקטו אמצעי הגנה אוטומטיים להשלת עומסים. בעקבות ההתמוטטות (שלא ארעה) היה צורך לשקם את מערכת החשמל בישראל באופן מודרג. כאמור, "חסכו" צעדי המנוע שנקטו, "ליל עלטה" והמערכת חזרה לתיקנה תוך שעות ורק בקטעים שונים (לסירוגין) הופסקה אספקת החשמל לצרכנים.

למרות הנוק המועט, יחסית, היתה חומרת האירוע ברורה למהנדס הראשי של חברת החשמל שמינה, לאתגר, וועדה מיוחדת לבחינת האירועים וגורמיהם, הצעדים שנקטו לצמצום הנוקים והלקחים למניעת הישנות תקלה כזו במערכת חבי החשמל.

כחברי הוועדה מונו מהנדסים מאגפי התפעול, התכנון, המחקר, מעבדות ובקרת איכות.

חומרת האירוע הובאה גם לידיעת שר האנרגיה אשר מינה, מטעמו, ועדה נפרדת לחקירת הנסיבות.

מן הראוי לציין כי למרות ששתי הוועדות פעלו בנפרד, הרי שבסיכומיהם הגיעו למסקנות דומות.

פעולת הוועדה

חקר תקלה, בדומה לעבודות מחקר אחרות, כולל את השלבים הבאים:

- א. איסוף מידע
- ב. ניתוח

אינג' נ. אליאש - סגן מנהל מעבדות ובקרת איכות, חברת החשמל

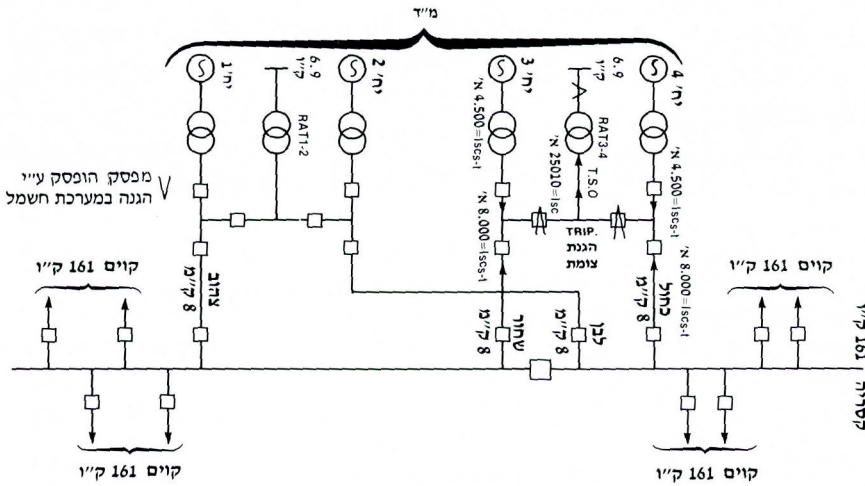
2139 מגווייט אשר התחלק בין 4 יחידות המוסקות בפחם ו-6 יחידות המוסקות בדלק נוזלי. ההספק הזמין היה 2513 מגווייט דהיינו, היתה עתודה סובבת של כ-17% מהעומס. בהתאם לעקרונות התפעול חייבת להיות 5% עתודה סובבת מהירה לפחות.

התקלה

להתפתחות התקלה תרמו תנאי מזג אוויר חריגים ומיוחדים - **ערפל סמיך במישור החוף** שנוצר כתוצאה משילוב לא שכיח של תנאים סינופטיים ומיקרו קלימטולוגיים.

בשעה 19:36 התהווה קצר בצד 161 ק"ו של שנאי עתודה מסי 2 (RAT) (ראה תרשים 1). שנאי זה, בהספק 20 מגווייט, מהווה עתודה להספקת אנרגיה במתח 6.9 ק"ו למתקנים שונים בתחנה.

הקצר שנוצר היה בסמוך להדקי הגנטורים והתחיל כקצר חד-מופעי לאדמה. תוך פחות מ-20 מילישניות התפתח הקצר לקצר דר-מופעי. בקצר כזה במתח עליון משתתפת בהכרח כל המערכת ובעיקר הקווים הסמוכים לקצר, ראה אוסצילוגרמה (תרשים 2) שנרשמה ברשם הפרעות בתחנת המיתוג הסמוכה.

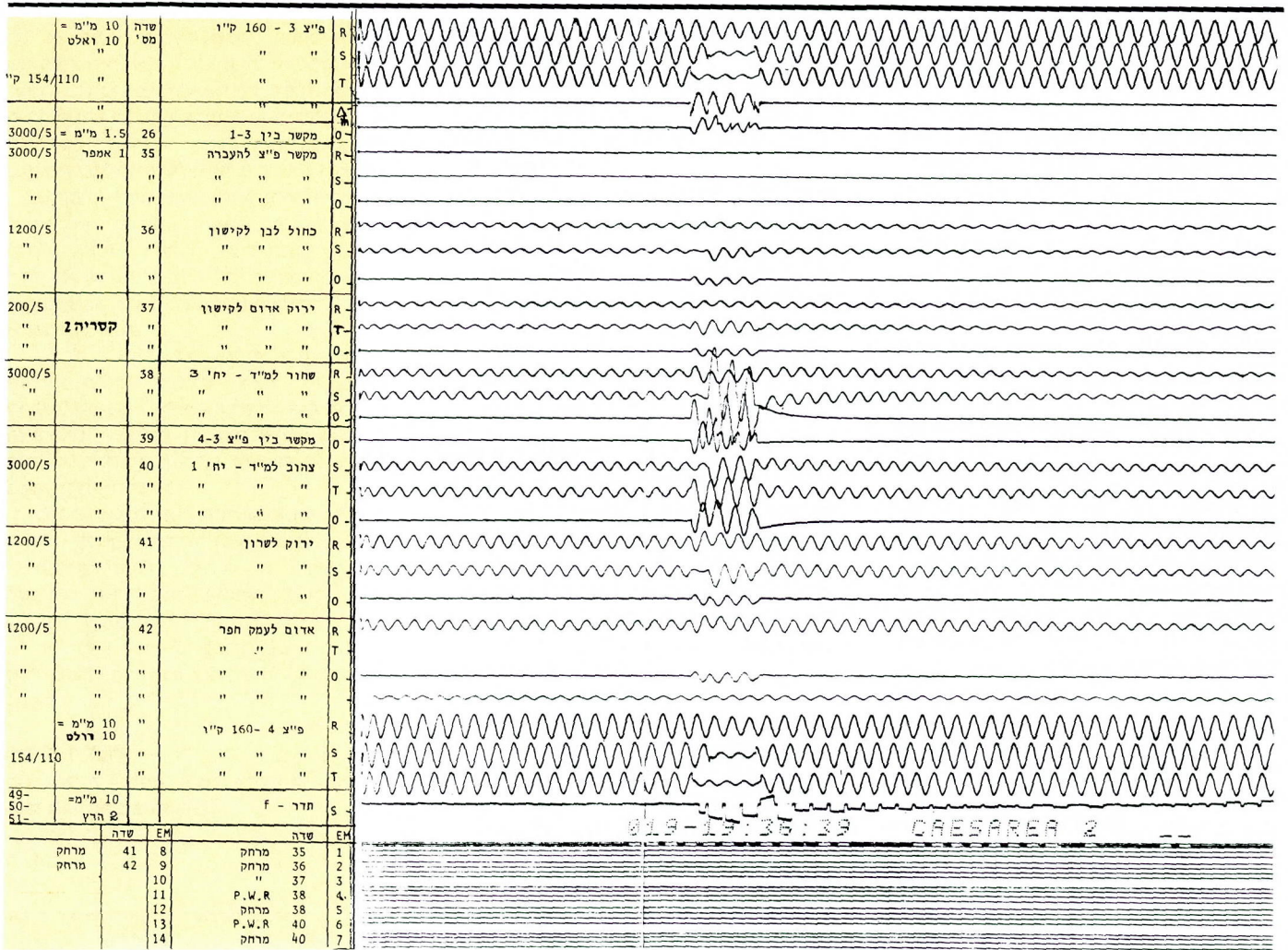


תרשים 1

קטע ממערכת החשמל בה אירעה התקלה (מקום התחלת התקלה מסומן בצבע)

תרשים 2

צילום אוסצילוגרמה של מהלך האירוע כפי שנרשם ברשם הפרעות בתחנת מיתוג סמוכה (קסריה)



המאוסצילוגרמה (החלקית) ניתן לראות כי הקצר היה דו-מופעי לאדמה. במופע R היתה הירידה קטנה בלבד. כמו כן ניתן לראות את שינויי הזרם בקווי היציאה מהתחנה. כעבור 4 מחזורים (כ-80 מילישניות מתחילת הקצר) - פעלה הגנת הצומת הדיפרנציאלית וניתקה את השנאי (RAT.2) בשלושת החברים שלו.

בהמשך ובנוסף להגנת הצומת פעלה מערכת נוספת פעולת שסתומים מקדימה (E.V.A.) מערכת זו פועלת בזמן קצר, סוגרת שסתומים במערכת הקיטור של הטורבינה ומקטינה את ההספק המכני המועבר לגנרטור וזאת בהתאם להקטנת העומס החשמלי בזמן הקצר. סגירת השסתומים (לשניה אחת) מתבצעת כאשר מתקיימים שני התנאים הבאים:

1. ההספק המכני של הקיטור עולה על העומס הפעיל של הגנרטור.
 2. ירידת העומס החשמלי מתרחשת תוך פחות מ-35 מילישניות (תנאי קצר חשמלי).
- סגירת שסתומים אלה גרמה לנעילה מידית של הדודים ולהדממת 3 מתוך 4 יחידות הייצור בתחנה"כ מ"ד. ביחידה הרביעית לא הופעלה מערכת ה-E.V.A. למרות התנאים הדומים. הישארות יחידה זו במערכת ופעולה תקינה של מערכות הויסות שלה, היו בין הגורמים העיקריים שהביאו לכך שהמערכת הארצית לא התמוטטה.

השלת העומס

השלת העומס היא מערכת המגינה על מערכת החשמל בישראל מהתמוטטות בעקבות הפסקות מאולצות ביחידות הייצור.

מערכת החשמל בישראל קטנה יחסית (שיא ביקוש כ-3000 מגווי"ט) ועצמאית, במילים אחרות: - שלא כמו רוב מערכות החשמל בעולם הרי שהמערכת בישראל אינה מחוברת לרשתות שכנות המסוגלות לסייע לה בזמן תקלות.

כאשר "נופלת" יחידת ייצור נוצר פער בין הייצור והצריכה. כאשר הפער קטן - הוא מכוסה אוטומטית על ידי העתודה הסובבת המידית. כאשר הפער גדול יורד התדר במערכת וירידה זו מפעילה מערכת השלה המנתקת חלק מהצרכנים וכך נמנעת ההתמוטטות המערכת כולה.

באירוע הנוכחי יצאו מפעולה 3 יחידות ייצור גדולות ונשללו 1015 מגווי"ט-ייצור מתוך 2139 מגווי"ט שנצרכו לפני התקלה (47%).

מערכת השלת העומס פעלה כמתוכנן, ניתקה קוים והתאימה במהירות את הצריכה לייצור. היקף השלת העומס הסתכם בכ-800 מגווי"ט, תדר המינימום במהלך האירוע היה כ-47.9 הרץ, ותוך שניות מעטות חזר התדר לערכו התקין (50- הרץ), (ראה תרשים 3, מהלך התפתחות התדר באירוע).

הערות

1. לפי דו"ח מחלקת איכות הסביבה בחברת החשמל ולפי דוחות השירות המטאורולוגי.
2. התנעה "שחורה" - הכנסת יחידת ייצור לפעולה לאחר הדממתה כאשר כל התחנה משותקת.

החזרת המערכת לתיקה

הגדלת הספק הייצור לאחר תקלה מתבצעת בסדר הבא:

- א. הגדלת ההספק ביחידות הפעולות
 - ב. הפעלת טורבינות גז
 - ג. הוספת יחידות ייצור (גם אלה שיצאו וגם אחרות)
- עם הגדלת הספק הייצור התחילו הקוים להתחבר חזרה (החזרה נעשית באופן אוטומטי כאשר התדר מגיע ל-50.1 הרץ למשך מספר דקות). במהלך החזרת הקוים נוצר חוסר בגרציה - דבר שלא איפשר שמירת תדר מעל 50.1 הרץ ועקב כך חל עיכוב בתהליך החזרה. לשם קיצור זמן ההפסקה של צרכנים בוצעו החלפות בין צרכנים מופסקים באמצעות משגיחים שנשלחו במיוחד למטרה זו על-ידי הפיקוח. לאחר הגדלת הספק הייצור חוברו כל הצרכנים והמערכת חזרה לתיקה.

המלצות הוועדה

ממצאי הוועדה גובשו וסוכמו בדו"ח הוועדה בפרק המלצות. בין המלצות השונות ראוי לציין:

1. יש לרז את הפעילויות בנושא שיפור ההבדדה.
2. יש לפנות ליצרן השנאים לבדיקה יסודית של האפשרות כי התקלה מצביעה על פגם במבנה השנאי.

3. יש לבדוק אפשרות ביטול הגנת E.V.A. נוכח חסרונותיה ונוכח תלות הגומלין בינה לבין מערכת השלת העומס.
4. יש לשפר את האמינות והמהירות של ההתנעה "שחורה"².
5. יש לקצר את הזמן הכולל של החזרה לפעולה של יחידות שנפסקו.
6. מומלץ לעשות שימוש במודלים לאיתור נקודות תורפה בתחנות הכח.
7. יש לפעול לקיצור משך ההפרעה לצרכנים שהושלו בעקבות תקלה במערכת הארצית וזאת באמצעות חיבור קוים בפיקוד מרחוק מהפיקוח - ללא תלות בתדר.

מימוש המלצות הוועדה

לאחר קבלת דו"ח הוועדה כינס המהנדס הראשי דיון עם כל הגורמים הנוגעים בדבר מהמחקר, התכנון, הביצוע והתפעול. בדיון זה סוכמו ואושרו המלצות הוועדה והוטל על הגורמים השונים לפעול למימושו.

סיכום

הפעילות ההנדסית העיקרית לשיפור אמינות האספקה ואיכות החשמל כוללת:

- תכנון נכון של מערכות היצירה, המסירה והחלוקה.
- ביצוע קפדני ומדויק של התכנון
- תפעול המערכות בצורה בטוחה ויעילה
- פיקוח מתמיד על המערכות השונות

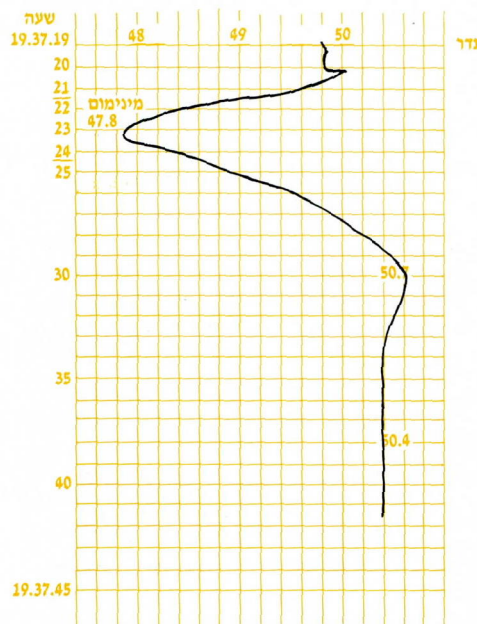
בחקר תקלות שיטתי נבדקים, באופן בלתי תלוי, ביצועי המערכות והתאמתן לתכנון וליעדים, ותיפקוד מערכות בהן נתגלתה תקלה ומערכות נילוות. חקר תקלות אמור לבחון את נכונות עקרונות התכנון הכיווני והשילוב של מערכות ההגנה.

המידע הבסיסי לצורך חקר תקלות מתקבל מרישומי המחשבים המותקנים ביחידות הפיקוח ובתחנות הכח, מרישומי המכשירים בתחנות המיתוג ותחנות המשנה ומדווחי העובדים האחראים לתפעול המערכות.

חקר תקלות מאפשר לאתר גורמים לתיפקוד שגוי, לבחון תקלות עקרוניות ותקלות אקראיות ולהמליץ על נקיטת צעדים מתאימים למניעת הישנותם.

המסקנות וההמלצות של חקר התקלה מהוות משוב ואמצעי נוסף לשיפור אמינות האספקה.

בתקלה הנוכחית, כפי שסוכמה על ידי פרופ' א. אלכסנדרוביץ מהפקולטה להנדסת חשמל בטכניון בחיפה "מערכת ההספק הארצית עמדה במבחן הקשה ולא התמוטטה".



תרשים 3

מהלך התפתחות התדר באירוע

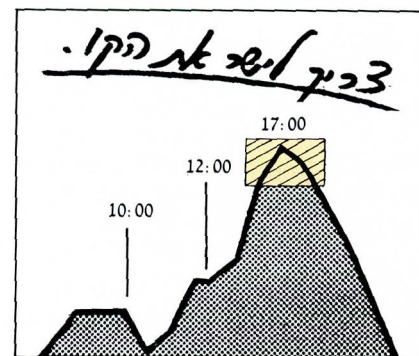
(19.5.87 - שעה 19.37)

(מתוך דו"ח המחלקה לתפעול המערכת בחברת החשמל)

היבטים ל"יישור הקו"

אינג' סילביה מנדלבאום

במערכת ההסברה של חברת החשמל, בצנורות התקשורת בארץ, הועלה לאחרונה מושג חדש "יישור הקו" המושג נידון בהרחבה בחוגי המקצוע העוסקים בחיכוך ובבקרת אנרגיה בארץ. מאמר זה בא לפרט את ההיבטים הטכניים של הנושא.



מבוא

צרכן המבקש ליישם את המלצות חברת החשמל במתקנו מבקש לדעת קודם כל תשובה לשאלה כלכלית אחת, והיא - מהי הכדאיות הנובעת מהחזר ההשקעה במערכת בקרת אנרגיה? נכונותו ליישום בקרת אנרגיה תהיה תכליתית באם יוכח לו כי ההשקעה במיתקנו תוחזר לו תוך שלוש שנים.

מבנה התעריף הנוכחי בו יחס התעריפים הוא 3:1 בין השפל לפסגה מעמידים בפני הצרכן אתגר מקצועי לבדיקה, בחינה וחשיבה בלתי שגרתית לשיפור נהלי ומשטרי הצריכה במתקנו. המיקרו-אלקטרוניקה מאפשרת לצרכן ליישם בקלות ובנוחות רבה יותר פתרונות המותאמים לאופי מתקנו.

מערך אספקת החשמל

קיימים שלושה "כללי זהב" במערך אספקת חשמל:

1. **בטיחות** - החייבת להיות מוחלטת.
 2. **אמינות האספקה** - חייבת להתקיים גם במקרה שארעה תקלה במערכת בקרת האנרגיה ו/או בתקשורת שלה.
 3. **ניצול יעיל וכלכלי של המתקן** - בלי לפגוע ביעודו, בנחותו ורווחתו של הצרכן.
- מערכת בקרת אנרגיה נכונה אינה בגדר "שעון שבת" מתוחכם אלא חייבת להיות פעילה ומשתתפת, "בזמן אמת" ובאופן רציף במדידה, בדיקה, בחינה, שמירה דיווח ובקרה של העומסים לעבד את הנתונים, להסיק מסקנות, לווסת ערכים פיסיקליים ובו בזמן לקלוט ולדווח על אירועים חריגים במתקן.
- להשגת דרישות אלו ממערכת בקרת האנרגיה, יש לדאוג כי יתקיימו התנאים הבאים:
1. ציוד המיתוג יוכל לקלוט מסרים ולפעול לפיהם.
 2. המערכת המרכזית תוכל למדוד את סך הערכים הפיסיקליים של הצריכה "בזמן אמת".
 3. יוקם מערך תקשורת דו-סטרית בין מערכות המדידה, מערכות הבקרה וציוד המיתוג.

אינג' ס. מנדלבאום - מהנדסת יועצת א.מ. הנדסת פרויקטים ומערכות בע"מ

את אופי הצריכה של המתקן. זאת נעשה בעזרת מדידות ממוחשבות המציגות את תמונת פרופיל הצריכה "בזמן אמת".

ניתוח הממצאים, איפיון הצרכנים המיועדים להיות מבוקרים, התאמת פעילותם לציר זמן היממה וויסותם האופטימלי לנקודות כיוון נכונות, יעלו את ניצול המתקן מבחינת עלויות השימוש באנרגיה החשמלית.

מאפיינים הניתנים לבקרה ולשליטה

להלן מספר מאפיינים הניתנים לבקרה ולשליטה:

הגבלת עומס הצריכה לפי זמנים

מערכות הבקרה מאפשרות, כיום, גמישות גדולה בהפעלה והפסקה מרחוק לדוגמא:

- הגבלת הזרם במעגל מבוקר על ידי התקנת שני מפסקי זרם בעלי כיוון שונה של יתרת הזרם. מערכת הבקרה המרכזית, באמצעות התקשורת, תתאם את הפעלת אחד ממפסקי הזרם בהתאם לזמנים שיוכתבו על ידי מערכת הבקרה.

כיום ניתן להשיג זאת בפשטות ונוחיות על ידי מפסק זרם אחד בעל מנגנון הגנה אלקטרוני עם כיוון משתנה לפי פיקוד ממערכת הבקרה המרכזית.

השלת עומסים:

הפתרונות והאפשרויות להשלת העומסים על ידי הצרכן תלויים במיתקן והם מותנים גם במקורות האספקה החלופיים, (שהספקם, כרגיל, קטן מהספק החיבור לרשת חברת החשמל. אותה לוגיקה של השלת עומסים בזמן חרום יכולה להנחות אותנו גם בגישתנו לנושא השלת העומסים בכלל והסתם על בסיס זמן, בפרט.

אנו מכירים בבקרי השלת עומסים המגיעים לרמת העומס שנקבעה, ופועלים בשיטות הבאות:

- ניתוק צרכנים בהדרגה לפי סדרי עדיפויות קשיחים.
- לדוגמא: - שני עומסים כגון משאבות מים (או מדחסים) בעלי הספקים שונים מחוגרים חשמלית עם העדפה לניתוק העומס הגדול והפעלת העומס הקטן.
- ניתוק מפסק זרם המזין מפסקי זרם משניים לצרכנים בעלי עדיפות מישנית.
- ניתוק צרכנים על פי סדר עדיפות משתנה בבקרה גמישה.

כיום קיימים בקרים בעלי חשיבה מתמטית המשילים עומסים, שלא בהתאם לקביעה שרירותית, אלא, בהתחשב בעדיפויות המשתנות לפי ציר הזמן היומי, השבועי, החודשי והשנתי.

הדרישות החדשניות ממערכות הבקרה הן שילוב של שלוש רמות תפעול:

1. בקרה מרכזית - ברמה עליונה (חדר בקרה מרכזי).
2. בקרה מקומית - ברמת הביניים (ליד לוחות החלוקה).
3. פעולות ידניות - ברמת המשתמש.

אמצעי התקשורת המקובלים בין מערכות הבקרה לרמותיהן ולציוד המיתוג הן:

1. תקשורת קוויים יעודית.
2. תקשורת מרכזית בשלט רחוק בתדירויות גבוהות דרך קווי החשמל.
3. תקשורת בקווי טלפון באמצעות מודם.

אמצעי מדידות לבקרה

התמרת ערכים פיסיקאליים אנלוגיים במיתקן החשמל לערכים דיגיטליים וקליטתם במערכת איסוף ועיבוד נתונים מרכזית.

מוקדי החיסכון

החסכון מותנה בשלושה גורמים מרכזיים:

1. הגורם המנהלי.
2. הגורמים ההכרחיים לשליטה ופיקוח מערכות הבקרה.
3. תפעול המתקן באמצעות איבחון מרחוק ושליטה על-ידי מערכות הבקרה.

הגורם המנהלי:

חווה תעריפי נכון עם חברת החשמל המותאם לאופי המיתקן. כדוגמא לכך משמשים התעריפים: 54-51, תעריף תעו"ז מ"י, תעריף תעו"ז מ"ג וכ"י.

גורמים הכרחיים לשליטה ופיקוח

עלות הצריכה מורכבת משלושה רכיבים:

- רכיב שיא הביקוש.
- רכיב הסטת עומסים מתעריפים יקרים לתעריפים זולים.
- רכיב מניעת ביזבוז בצריכה השוטפת.

להשגת יעדים אלה עלינו לבקר את:

- הצריכה ועלותה "בזמן אמת".
- התאמת הצריכה לזמנים ומועדים על פי הפשרה שהושגה בין שעות הפעילות ההכרחיות לבין מועדי התעריפים הזולים.
- המתקן.

טרם איפיונם, רכישתם והתקנתם של מערכות בקרת אנרגיה למיניהן יש להכיר היטב

1 - ראה רשימת התעריפים של חברת החשמל.

ניצול אנרגיות חלופיות להקטנת שיאי ביקוש:

במתקנים בהם קיימים גנרטורים ניתן, בתנאים מסויימים, להפעילם על-מנת להקטין את שיא הביקוש. שימוש נוסף לגנרטורים יהיה במועד בו יופעל התעריף המיוחד לצרכנים המוכנים להשתלב בהשלט עומסים מתואמת בימים ספורים בשנה.

שיפור מקדם ההספק:

חברת החשמל מחייבת את צרכניה לשמור על מקדם הספק מינימלי של 0.92 וזאת כדי לא להעמיס את קווי העומס ריאקטיבי הגורם לעליית הזרם ואיבודי תמסורת מיותרים.

באותה מידה בה דואגת חברת החשמל לניצול יעיל של קווי ומתקניה מחוייב גם הצרכן להיות ער לניצול קווי החלוקה העיקריים במתקנו.

המתקנה הנובעת מכך היא שעל מנת לייעל את מיתקן החלוקה הפנימי של הצרכן ולהקטין את האיבודים יש לדאוג שמערכת הבקרה תתפעל גם את הקבלים שישפרו את מקדם ההספק בתוך המיתקן עצמו.

תוכנה לפי זמן:

בתוכנה המשלבת גם את גורם הזמן ניתן לשלב את התאריכים בהתאם לעונות השנה, ימי חול, ערבי שבת וחג, שבתות וחגים, שעות פסגה, גבע ושפל בעונות השנה השונות.

וויסותים אוטומטים:

מרכיב חשוב לחיסכון בצריכה מתאפשר באמצעות המדידה והויסות של נקודות הכיוון בתחומי קירור, חימום, מיזוג אויר, תאורה, ועוד.

וויסות מנועים אסינכרוניים:

על ידי שימוש במתקנים חדשניים לשינוי תדירויות, ניתן להשיג חיסכון נוסף באנרגיה החשמלית הן בהתנתע מנועים והן בוויסות מהירותם ללא הפסדים ותוך שמירה על נצילותם המלאה.

פיקוד וויסות מרחוק:

ויסות מרחוק מאפשר שינוי נקודות הכיוון של המערכת במתקן בהתאם לציר הזמן, כגון:

- כיוון של ההגנות במפסיקים עם הגנה אלקטרונית.
- הפעלה של גנרטורים להורדת שיא הביקוש.
- כיוון ושינוי מועדי ההפעלה וההפסקה של מערכות מיזוג אויר, מתקני חימום, תאורה, מדחסי אויר, מכוני שאיבה. וכו'.

איבחון מרחוק (T.D (Tele Diagnostic

מערכת אבחון תקלות מאפשרת חיסכון משמעותי בעלויות אחזקת והפעלת המתקן בהיותה מתריעה על התפתחותה של תקלה. בשיקולי כדאיות וחזר השקעה לא ניתן, במקרה זה, להצביע בדיוק על גודל החיסכון, אך למניעת תקלות קיים ערך כלכלי משמעותי בהתאם לאופי המתקן.

מערכת בקרה לאיבחון מרחוק של מצב ציוד המתקן ב"זמן אמת" כגון רמת הבידוד, טמפרטורה, לחצים וכו' מאפשרות דיווח ורישום של הערכים הפיסיקליים מרגע האירוע. בעזרת

מערכת איבחון מרחוק אנו מאתרים במהרה את מקום התקלה והגורם. המערכת מאפשרת בדרך כלל, את המשך פעילות המתקן על ידי התווית מסלול זרימה חלופי ועקיפת מקום התקלה.

אחזקה ותפעול המתקן:

בעזרת הקדשת מחשבה לבקרה נכונה בהתאם לאופי המתקן המסויים ניתן להגיע לחיסכון באנרגיה תוך שמירה על נוחות ורווחתו היחסיים של הצרכן. עם זאת יש להקפיד כי תקלה במערכת הבקרה והתקשורת לא תפגע באמינות האספקה, בהגנות ובסלקטיביות של מערך האספקה.

הגנות:

להגנת חיי אדם עדיפות ראשונה. הגנה זו חייבת להיות בלתי תלויה לחלוטין בבקרה או בתקשורת כל שהיא - לא מקומית ולא מרכזית.

ההגנות בפני זרם יתר חייבות לפעול תוך שניות, או דקות, כאשר הזרם עולה מעל נקודת כיוון ההגנה לעומס יתר, ולפעול תוך מילי שניות בזרם קצר. דבר זה הכרחי למניעת נזקים הנגרמים מחימום יתר וקשתות.

הגנות אלו חייבות להיות בלתי תלויות בכל בקרה ותקשורת.

אמינות האספקה:

לשם הגברת אמינות האספקה רצוי לחלק, עד כמה שניתן, את מערך החלוקה של המתקן למספר רב של מעגלים בלתי תלויים זה בזה והבנויים במפלסים שונים. חייבת להיות סלקטיביות מוחלטת בין המפלסים של מערך האספקה כך שההגנה תפסיק את המעגל קרוב ככל האפשר למקור התקלה ואותו בלבד.

יש להקפיד כי תקלות במערכת הבקרה ו/או התקשורת ו/או חוסר מתח בסלילי מגנטיים של מעגלים מבוקרים לא תיפגע באמינות האספקה. דבר זה מחייב שהציוד יהיה מסוג כזה שבמקרה ומערכת הבקרה יוצאת מכלל פעולה, לא תשתבש פעולתו וניתן יהיה להפעילו גם ידנית.

תפעול:

במערכות בקרה רבות היתה אפשרות לעקיפת הפקודות ממערכת הבקרה להפעלה ידנית, באמצעות מפסיקים בוררים - "יד" - "0" - "אוטו".

לדוגמא: נקבעה ישיבה לא מתוכננת לשעה מסויימת. בהתאם לפקודה הקיימת במערכת הבקרה נותקה אספקת החשמל כעבור מספר דקות ואז מתעוררת בעיה של החזרת אספקת

החשמל באופן מקומי על ידי הפעלת המפסק הבורר לעקיפת פיקוד מערכת הבקרה.

הפתרון מצוי בסוג חדש של ציוד מיתוג הבנוי במימדים של מספק זרם אוטומטי זעיר.

החידוש בציוד מיתוג זה הוא בהיותו רב-פיקודי ומסוגל, בזמנית, לקבל פקודה ממערכת הבקרה או מלחצן ידני הממוקם במקום מתג ההפעלה בחדר, או מכנית על ידי הרמת ידיה ההפעלה.

העדיפות תהיה תמיד לפקודה האחרונה. בדוגמא שלנו הנך מפעיל את הלחצן ליד הכניסה לחדר והתאורה מופעלת מחדש.

יישום זה קל ונוח מאד במבני ציבור, מבני משרדים, בתי מלון, קיבוצים וכו' עבור מעגלי תאורה, מיזוג אויר, חימום ועוד.

ניתן להתקין ציוד זה בכל מעגל מבוקר.

ההתקנה החשמלית היא פשוטה ביותר ואין צורך בהשקעות במגעונים, לחצני ON-OFF, מפסיקים בוררים וכו'. אלא בלחצן רגיל ופשוט. (ראה איור 1).

סיכום:

- השגת החיסכון באמצעות מערכת בקרה אנרגיה כמותאר לעיל מותנית בכדאיות החזר ההשקעה.

איפיון נכון של מערכת הבקרה המותאמת לאופי המתקן מחייבת את הכרת המתקן לפי פרופיל הערכים הפיסיקליים של הצריכה ב"זמן אמת" ומתבססת על עריכת מדידות ממוחשבות וניתוחם.

מתקן מבוקר חייב להיות מצויד בשלושה מרכיבים חשובים:

- ציוד המיתוג במערך האספקה לחלוקת האנרגיה החשמלית והגנתו חייב להיות מסוגל להגיב על מסרים בקרתיים.
- מערכת בקרה מצוידת בתוכנה גמישה המבצעת אופטימיזציה של מערכות הויסות על ידי השלה - ו/או ההסטה של עומסים, קביעת סדרי עדיפויות משתנים במטרה להשיג חיסכון בעלות הצריכה ללא ויתור על נוחות הצרכן.
- תקשורת בין מערכות הבקרה לציוד המיתוג בנויה על קוי טלפון או חשמל בבקרת אותות מחייבת שימוש בציוד מיתוג דרייביב בו האות, נותן הפקודה, הוא קצר וחד-פעמי וזאת בניגוד למגענים החייבים לקבל מתח הפעלה קבוע.



איור 1

תרשים של ציוד מיתוג רב פיקודי עם זכרון פנימי - דרייביב

יישומי מחשב במשרד להנדסת חשמל

אינג' משה נבות

מאמר זה, אילו נכתב לפני מספר שנים היה מצטמצם למספר שורות: מחשב משרדי מאפשר: חישוב שכר טרחה, הנהלת חשבונות ידנית, איזו תכנית מתוחכמת (זוכרים את מחשבוני HP עם אפשרויות תיכנות?) ואולי עוד מספר מצומצם של שימושים אקזוטיים. היום, כל רשימה שתיכתב בנושא "יישומי מחשב במשרד מהנדסי חשמל" היא רק קצה קרחון שאת מימדיו קשה לאמוד. יישומי השימוש במחשב משתנים חדשים לבקרים עם הופעת ציוד חדש, מהיר יותר, חזק יותר ובעיקר - זול וזמין יותר מבעבר, במירוץ צמוד לציוד עצמו נמצאת התוכנה - אם כי לא תמיד, בפיגור קל.

היישומים העיקריים למשרד תכנון ההנדסת חשמל

בהקפאת המצב לרגע כתיבת המאמר אנסה לסקור את הישומים העיקריים הנראים כיום למשרדו של המתכנן הישראלי "הממוצע" להנדסת חשמל.

הרשימה תתייחס ליישומים הבאים:

- א. עבוד תמלילים.
- ב. הנהלת חשבונות.
- ג. כתיב כמויות והערכות מחיר.
- ד. שרטוט ממוחשב.
- ה. תכנון.

נקודת ההשקפה של הנאמר להלן היא זו של המהנדס היועץ העצמאי החייב לשקול, בכל רגע ורגע, את הכדאיות, האיכות, האמינות והחלופות של כל אחת מהפעולות בהן ינוצל המחשב. בנקודת מוצא נעשה הכרה עם הכלים העומדים לרשותנו לביצוע המשימות הממוחשבות שתוארו לעיל, ומשמעות תכנותיהן:

במלה "כלים" אנו מתכוונים לשלושה דברים:

1. חמרה, (או בעגה) המקובלת "הברזלים" (Hardware)
2. תוכנה (Software)
3. כוח אדם.

חומרה המחשב

בתחום זה קיימת מבוכה רבה ומבלי לקבוע מסמרות אחלק את המבחר לשלושה סוגים עיקריים:

1. המחשב האישי, מסוג ה-PC/XT. מחשב זה עונה על כל צרכי המשרד ולכל השימושים שהוזכרו. מיגבלותיו באות לידי ביטוי רק בתחום השרטוט הממוחשב - וגם אז רק במקרים של שימוש אינטנסיבי.
2. המחשב האישי מסוג ה-AT. סוג מחשב זה מוצא את שימושיו העיקריים במשרדים בהם נעשה שימוש נרחב בשרטוט ממוחשב באופן שוטף ובתכנויות שהן מעבר (או מעל...) לתכנויות של לוחות חשמל בלבד.
3. המחשב האישי מסוג ה-PS2 ומחשבי המיני. סוג מחשב זה מיועד לשימושים שהם מעבר לצרכים של היועץ הישראלי הממוצע.

כבר בסיווג המחשבים ניתן להבחין בעמדה שנקטתי לגבי חלוקת העל של סוגי המחשבים האישיים: תואמי APPLE או תואמי IBM.

תחום הגדלים הקיים - בין "12 ל-14", והגדול יותר רק בתנאי שהרזולוציה שלו גבוהה יותר והוא מיועד לשרטוט ממוחשב.



תמונה 1

1. מסך גרפי צבעוני 2. מסוף גרפי 3. "עכבר"

בשרטוט ממוחשב יש להתחשב למסך באופן שונה מהנאמר לעיל. בשרטוט ממוחשב מהווה המסך את בן השיח העיקרי של המפעיל, והוא קובע את תכניות השימוש ב-"ZOOM" (שינוי קנה המידה של קטע מהתמונה שמופיעה במסך, פעולה הגוזלת זמן יקר), את קלות ההבחנה בין העטים השונים (המיצגים את עובי הקוים שבשרטוט הסופי) על ידי הצגתם על המסך בצבעים שונים ואת איכות ההבחנה בפרטים.

בשרטוט ממוחשב פעל לפי סדר העדיפויות הבא, הכל במסגרת תקציבך:

1. צבע.
2. גודל.
3. רזולוציה.

כאן אחרון ממנהגי ואמליץ על מסך "כחול לבן" בגודל "19 בעל מספר תכונות יחודיות שהחשובה שבהן - תלונות עם "ZOOM" אוטומטי.

למסך כלי עזר שאינם פופולריים (ולדעתי - בצדק) והם עט אור ומסך נגיעה. בשניהם מצביע המפעיל על קטע במסך, אם באמצעות עט אור או באמצעות ידו, על מנת לבחור בפריט ספרייה, בפקודה מסוימת וכדומה. חסרונם - התעייפות מהירה של היד.

המדפסות

הפריט הבא בשרשרת, בלעדיה אין ביטוי לעבודתנו. המדפסות נחלקות ל:

1. מדפסות סיכה, (מטריצה) המדפיסות את הנדרש באמצעות סיכות המכות על סרט פחם המשאיר את רישומו על הנייר.

התוצאה של הסקר היא חד משמעית - מבחר התוכנות, זמינות הציוד ומחירו מצביעים על יתרונן הברור של תואמי-IBM, ובהמשך אתיחס רק לקבוצה זו של מחשבים.

איזה מחשב לרכוש?

תשובה לשאלה זו אענה בדרך עקיפה - אל תקנה מחשב בלבד - קנה מערכת הכוללת גיבוי/תמיכה. המחשב הוא רק תחילת הדרך - פריט בודד במערך ההולך ומתרחב.

יש יתרונות לרכישת רוב/כל הציוד ממקור אחד ואם אפשר - גם את התוכנה. "קניה מרוכזת" זו תקטין במידת מה את הצורך להתרוצץ בין "תקלה בתכנית" לבין "תקלה בציוד". וזכור - ככל שתתרחב - הסיבה לתקלה יכולה לבוא ממקורות שונים ומשונים ומחירו של זמן ההשבתה הוא מעל לעלות השרות השנתי.

האם לקנות מחשב "מקורי"?

את התשובה לשאלה זו תוכל למצוא בירחוני המחשבים למרות כי לעיתים איכות התואמים ו/או ביצועיהם עולה על זו של ה-"מקורי". כדאי תמיד לשמור את האופציות הבאות:

1. יכולת לחבר למחשב כונן אחד לפחות של דיסק קשיח וכונן אחד של דיסקטים.
2. יכולת להתחבר ל"עכבר" או דיגיטיזיור.
3. יכולת להתחבר למדפסת.
4. יכולת להגדיל הזיכרון ל-640KB לפחות. כאן נכון המשפט "וכל המרבה הרי זה משובח". (את יכולת התוכנה לטפל בזיכרון המוגדל עליך לבדוק בנפרד).
5. אפשרות חיבור אמצעים נוספים מעבר לאלה שהוזכרו - יתרון.
6. מהירות המחשב - שוב יתרון. 10 מג"ה כבר אינו חריג וכדאי להמנע ממחשבים שאינם יודעים לפעול במהירות זו.
7. הדיסק הקשיח - 20 מג"ה הם המינימום והאפשרות להרחבת הקיבולת - יתרון חשוב.

המסך (צג)

המסך הוא יד ימינו של המחשב. (ראה תמונה 1). שב מול מספר מסכים והתרשם לפני שתקנה למסך הצבעוני יש שימוש אך ורק בשרטוט. למחשב שאינו מיועד לעבודת השרטוט אין טעם במסך צבעוני, ובמקרה זה הצבע הוא חסרון (בדרך כלל מחיר גבוה יותר בנוסף לרזולוציה נמוכה יותר). בחר מסך מתכוונן בהגבהה ובציוד (אם ניתן) ללא תוספת גדולה במחיר.

2. **מדפסות גלגל** הפועלות כמדפסת משרדית רגילה עם גלגל אותיות המכה על סרט הפחם וכו'.

3. **מדפסות לייזר**, הפועלות כמדפסות סיכה אך ללא סיכות, ומתזויות דיו באיכות של מדפסת גלגל אך במהירות גבוהה יותר מכל שיטה אחרת.

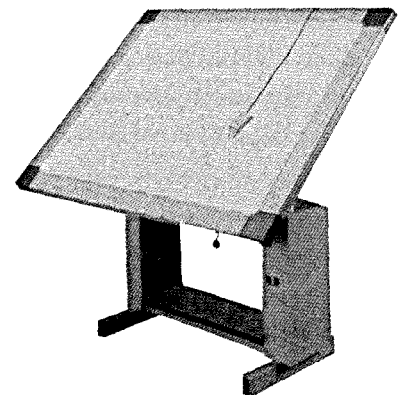
לצרכי המשרד הממוחשב אפשר להסתפק במדפסת מטריצה, אך יש לשאוף למספר סיכות גבוה (סביב ה-21). רוחב המדפסת הדרוש: 80 טור ללא הנהלת חשבונות ושרטוט או 120 טור לכל השימושים. שים לב - אם ברצונך להכניס ביום מהימים שרטוט ממוחשב - המדפסת הגרפית תהיה לך לעזר רב ולחסכון בזמן (סקיצות ופרטים קטנים) ובמחיר.

רוב המדפסות היפניות המוצעות היום בשוק עונות לדרישות המשרד וההחלטה על סוג המדפסת תהיה תוך התיעוצות עם ספק הצידו שלך.

"עכבר"/דיגיטייזר

התקן זה משמש להגדרה מהירה של סעיפי תפריט, לשיעורים ראשוניים בשרטוט ממוחשב וכו'. מחירו זול ויש לכלול אותו בין הצידו הנרכש.

הדיגיטייזר (ראה תמונה 2) מוצדק משני טעמים. העיקרי - בשרטוט ממוחשב הוא משמש כלי עזר ראשון במעלה "להעתקת" תכניות ארכיטקטורה (או כל תכנית רקע אחרת) לפני "חישמולה". שימוש נוסף - לבחירה נוחה ומהירה של תפריטים בתוכנות שונות, הכל מותנה בתלות התוכנה הנדונה והמבנה שלה. פה הרשה לעצמך את המכשיר הטוב ביותר הקיים, הגודל הוא יתרון חשוב מאד (במיוחד בהעתקת תכניות) ואם תקציבך אינו מאפשר לך לרכוש מכשיר שמידותיו הן סביב ה-12, 24" (מידות ה"לוח") - המתן בסבלנות. או שהמחיר ירד או שניסך יתפת.

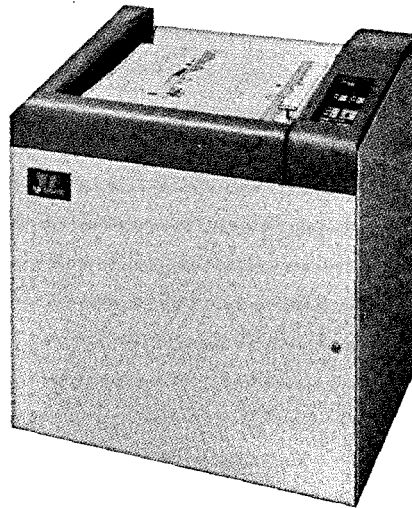


תמונה 2

דיגיטייזר (במרכז "עכבר")

התווין (תמונה 3)

(המינוח העברי נרשם למען הסדר הטוב - הוא מוכר יותר בשמו הלועזי "פלוטר"). זהו האחרון והיקר שברשימת ציוד החובה למשרד ממוחשב. כאן ההמלצות הן ברורות, קצרות וכאובות: הגדול ביותר, הטוב ביותר, ובלידת ברירה - היקר ביותר. הנימוקים יחולקו לשתי קבוצות - נימוקים בעד גודל, ונימוקים בעד איכות.



תמונה 3

תווין - פלוטר - מדפסת גרפית

- גודל: בהנחה שאנו מעוניינים לשרטט במידות הקבועות על ידי אחרים הרי שברוב המקרים יהיה זה "A0". להפיק שרטוט בגודל "A0" באמצעות סדרה של שרטוטים קטנים יותר (על ידי שימוש, לדוגמה, בפלוטר "A1" או קטנים יותר והדבקות) יהיה תהליך ארוך, מסובך ולא תמיד איכותי. במידה ואין בתקציבך מקום לפלוטר גדול - רכוש פלוטר קטן מאד, דהינו "A3" (או, כפי שצינתי למעלה, עדיף מדפסת) והמתן לאחד משני המקרים הקלאסיים כבמקרה הדיגיטייזר (ירידת מחיר ו/או אפשרות תקציבית). לסיכום - אין חלופה ל"א0"!!
- **אמינות** - פה אין טעם להרחיב הדיבור - מהיות ה"פלוטר" המרכיב המכני המסובך והרגיש ביותר. הוא יהיה מקור הצרות העיקרי במערכת וההפרש במחירים בין "הטוב ביותר" לבאים אחריו שווה את המאמץ.

סיכום:

מערך התחלתי מוצע למשרד ממוחשב, כולל הערכות שרטוט:

1. **מחשב תואם י.ב.מ.** (במסגרת תואמי IBM אני כולל כמובן גם את המקור עצמו...) במהירות העולה על 8 מג"ה, זכרון מינימלי של 640 ק"ב (יכולת של 2 - מג"ב זכרון - יתרון חשוב).

2. **כונן דיסקטים**, יתרון לדיסקטים של 1.2 מג"ה (שהם למעשה דור-תכליתיים דהיינו גם 360 ק"ב).
3. **כונן דיסק קשיח** (20 מג"ה לפחות).
4. **מסך שחור לבן** 14" לשלב ראשון, ומיד עם הרחבת השרטוט - מסך 19" ציבעוני.
5. **מדפסת גרפית**.
6. **"עכבר"**.
7. **דיגיטייזר** - מיד עם תחילת השרטוט הממוחשב במשרד.
8. לאחר הפקת מספר סביר של שרטוטים בדרכים חלופיות - **פלוטר**.

הדרכים החלופיות - בשוק קיימות מספר לשכות שרות הנותנות שרותי שרטוט במחיר סביר ביותר. בדוק מתי עלות שרותים אלה "מתקרבת" לעלות ההשכרה של תווין ובצע את הרכישה בדרך הפיננסית הנוחה לך. אמרתי "מתקרבת" ולא "שווה" מהטעם הפשוט - לשרותי חוץ יש תמיד פיגורים, שרטוט שאינו תמיד לטעמך ועוד הרפתקאות "קטנות" ממרות את חייו של היועץ המצוי.

משפט נוסף בנושא הצידו. בעת רכישת צידו מחשב קיים תמיד החשש שיום לאחר חתימת חוזה הרכישה שלך יופיע לפתע צידו חדש יותר, זול יותר ומהיר יותר. אין ברירה ואין אפשרות להתחכם - החלט ובצע.

שני פריטי צידו חשובים - **המודם והסורק האלקטרוני** לא הוזכרו מהטעמים שיפורטו להלן. **המודם** הולך ותופס מקום מכובד ברשימת הצידו החיוני במשרד הממוחשב, אך בארץ טרם הגיע היקף מיחשוב המשרדים הפרטיים למצב שיצדיק את רכישתו. יעודו הוא לאפשר תקשורת בין משרדים ממוחשבים "המדברים" באותה שפה. המודם מאפשר העברת נתוני מחשב באמצעות קו טלפון רגיל - לדוגמה דואר אלקטרוני, תכניות, כתבי כמיות וכדומה. להבדיל מהמודם (שעבר זה מכבר את שלב הפיתוח ומוצע היום למכירה במחיר שווה לכל נפש) הרי שמערכת ה**סורק האלקטרוני** נמצאת עדיין בחיתוליה. הסורק בא לעזרת אותם שלבים בהם נתוני המקור אינם "דיגיטליים" (לדוגמה תוכנית אדריכלית במשמעותה ההיסטורית - דהיינו על גיליון נייר, או פרט שברצונך "להעתיק" מקטלוג...) ויש צורך להעלותם על מחשב לשם המשך העיבוד. הצידו המוצע כולל מצלמת טלביזיה המיועדת לקלוט את החומר המיועד למיחשוב, צידו עזר אלקטרוני הממיר את אותות הויזואל לנתוני מחשב וחבילת תוכנה יקרה (ואיטית להדהים) לשם עיבוד האינפורמציה שניתקבלה וסיוון נתוני סרק.

התוכנה

התוכנה היא כשמן בגלגלי מערכת המיחשוב, דומני שההחלטה על התוכנה המתאימה חייבת לבוא עוד לפני ההחלטה על סוג החומרה והיקפה. התוכנה העומדת לרשותנו היום היא מקיפה ביותר, נותנת פתרונות סבירים לרוב הבעיות הדורשות מיחשוב ומחירה ברוב המקרים, סביר.

עיבוד תמלילים

תוכנה המאפשרת להפוך את המערכת למכונת כתיבה נוחה לשימוש כולל זכרון לצורך שימוש חוזר בנוסחים/טפסים קבועים, תיקון והגהה מהירים ונוחים של החומר המודפס וכן שימושים נוספים המוגבלים רק על ידי דמיונו וכשרונו של המשתמש. דומני שהמיגוון העשיר מאפשר בחירה לפי טעמו האישי של המשתמש. בנקודה זו ארשה לעצמי שתי המלצות:

א. ספרית תוכנות (מסד נתונים)

במידה והנך עומד להשקיע מאמץ רב בהכנת ספריות גדולות - רכוש תוכנה נפוצה, בדוקה ועם גיבוי. במידה והנך מתעתד להשתמש בספריות או מסדי נתונים משל אחרים - בדוק קודם לכן באיזה שפה הם כתובים וערוך את שיקולך בהתאם. בין השיקולים החביבים עלי בנושא עיבוד תמלילים - פשטות מירבית בהפעלה ללא צורך בריבוי פעולות לישום האופציות, ניצול גודל המסך באופן המירבי לטובת המסמך גופו ולא לטובת התפריט, ומהירות עבודה בקריאת מסמכים מהזכרון, סריקה וכו'. לקלות הלימוד יש מקום מישני בשיקולים - ללמוד לומדים פעם אחת ועם שאר התכונות נשארים הרבה זמן. **אזהרה:** שמעתי לא פעם - "אם יתברר לי, לאחר זמן, שהתוכנה לא מתאימה לי - אחליפנה באחרת, המחיר זול (לעיתים מחירו של דיסקט...) וכו'". טעות!! המחיר היקר הוא לא מחיר התוכנה אלא הזמן (ברובו הזמן שלך יידי היועץ...) שהושקע בהכנת הספריות ושאר התשתיות שהן חלק בלתי נמנע מהשימוש במעבד התמלילים.

ב. הנהלת חשבונות

לתוכנה זו משקל כבד יותר בנושא התמיכה. תקלה בתוכנה עלולה לגרום נזקים כספיים (או להשקעה חוזרת של שעות עבודה רבות בשיחזור חומר המערך הכספי של המשרד). תמיכה טובה (בית תוכנה) מאפשרת, לעיתים קרובות, שיחזור חומר שנראה לכאורה כ"אבוד" וכן מאפשרת התאמות קטנות לשיטת הנהלת החשבונות בה הנך משתמש.

להבדיל מהתוכנה לעיבוד תמלילים, מחייב השימוש בתוכנה הנהלת חשבונות ידע בסיסי בהנהלת החשבונות. ידע זה ניתן לרכוש בקלות רבה, בשעות בודדות של הדרכה, אך מחייב ליווי צמוד בתחילה ורופף לכל אורך הדרך של רואה/מנהל החשבונות שלך. אם חלקך בהנהלת החשבונות של המשרד מצטמצם באיסוף הקבלות ושאר החומר והעברתו "בשקית" למנהל החשבונות של המשרד - עבור לנושא הבא. אם במשרדך מתנהל תהליך רישום מסודר של ההוצאות, ההכנסות, המשכורות וכו' - שקול מיחשוב הנהלת החשבונות בהירות, בהתחשב בנקודות הבאות:

א. המאמץ המושקע כיום בהנהלת חשבונותיך, ככל שמאמץ זה גדול יותר - כך רבים

הסימנים שהגיעה העת למחשב את המערכת. ב. השיטה. מצא תוכנה התואמת במידה זירבית את השיטה הקיימת היום במשרד. יש להניח ששני הצדדים יעשו ויתורים - בית התוכנה יבצע עידכונים קלים על מנת להתאים את המערכת לדרישותיך, ואתה תשנה את שיטותיך במידה סבירה על מנת להתאימן לתוכנה.

ג. עליך להתכוון להרצת שתי מערכות הנהלת חשבונות במקביל - הידנית במקביל עם זו הממוחשבת, לתקופה משוערת של שנה, כולל הפקת מאזנים. בנושא כספי עדין זה איני ממליץ להסתמך במערכת הממוחשבת בלבד בשנה הראשונה כך שתמיד תוכל "לסגת" למערכת הידנית במקרה של "קסטטרופה" בהתקרב מועד הגשת הדו"ח השנתי.

כמה מיתרונותיה של המערכת הממוחשבת להנהלת חשבונות:

1. "נתון" כניסה למערכת הנהלת החשבונות (כמו הכנסה כספית, הוצאה כספית וכו') נרשם רק פעם אחת, ביומן. אין צורך לרשמו בטבלאות מעקב, בכרטיסי הוצאה, בכרטיסי לקוח, בטור הסיכום השבועי/חודשי/שנתי וכו'.
2. טעות חשבונית אינה אפשרית.
3. ניתן לקבל דוחות בחתיכים שונים (בתנאי שהוגדרו מראש בעת הכנת המערכת) בכל עת. במסגרת יתרון זה ניתן לעקוב טוב יותר אחר מהלך הגביה, פיזור החובות וכדומה.

תוכנה לכתבי כמויות

תוכנה זו התופסת מקום נכבד בכל משרדי התכנון, אם על ידי ישימה במחשב המשרד או בשימוש בספרית הלקוח והעברת כתב כמויות קטלוגי לשם העלתו על המחשב. התנופה הרבה שצברה תוכנה זו המריצה בתי תוכנה רבים להשקיע רבות בכתיבת תוכנות להכנת כתבי כמויות והמצב הנוכחי בשוק משביע רצון מבחינת האיכות והמחיר. דומני שבצמוד לרכישת מערכת מחשב למשרד, על היועץ לרכוש שתי תוכנות ראשוניות - תוכנה לעיבוד תמלילים ותוכנה להכנת כתבי כמויות.

ביצועי התוכנות דומים וניתן לבצע באמצעותן:

- א. בניית כתב כמויות על ידי שימוש בספריה קיימת והצורך בהגדרת סעיף ספריה בלבד.
- ב. ספרור אוטומטי של סעיפים.
- ג. ניצול כתבי כמויות קודמים לשם בנייה מהירה של כתב כמויות חדש.
- ד. בניית מחירי יחידה סטנדרטיים וכתוצאה מכך הכנה מהירה של הערכת מחירים.
- ה. הכפלת מחירי היחידה כמקדם לשם השגת עיכון או התאמה של ההערכה למצבים משתנים של השוק.
- ו. הכפלת חלקי כתב כמויות (קבוצות תוכן מסוימות) כמקדם להשגת המטרות הנ"ל.
- ז. הכנת השוואה מהירה בין הצעות הקבלנים השונים תוך הדגשת חריג עליון וחריג תחתון של כל סעיף וסעיף בהצעת המחירים.

בבואך לרכוש תוכנה לכתבי כמויות אתה ניצב בפני שתי בעיות יסוד:

א. מבלי להתיחס ללקוחות איזו היא התכונה הנוחה ביותר והמתאימה ביותר למשרד. להערכתי מאפשר מיגוון התוכנות בחירה טובה, המחירים (עקב התחרות בשוק) קרובים וכל שעליך לעשות (עצה החוזרת על עצמה) - שאל את מי שכבר משתמש ונסה בעצמך להפעיל את התוכנה עד שתגיע למיומנות מניחה את הדעת, ללא מיומנות זו אין לקבל החלטות.

ב. הלקוחות הם אבן הנגף. למספר הולך וגדל של לקוחות קיימת "תוכנת הבית". במקרה הטוב היא תוכנה נפוצה שאומצה על ידי הלקוח (ועליה הוא הכין את ספרית הסעיפים שלו) ובמקרה הגרוע יותר היא תוכנה יחודית שקשה/בלתי אפשרי/לא כדאי לרכשה.

הלקוח דורש להכין את כתב הכמויות שאתה מכין בהתאם לסעיפים הסטנדרטיים שלו ואז הברירה הידך - או להכין "דף קידוד" בו אתה רושם את המספרים הקטלוגיים של הסעיפים ולשכת השרות של הלקוח מכינה את כתב הכמויות, או שניתן למסור ללקוח דיסקט שהוכן במשרד על ידי תוכנה זהה שברשותך. במקרה שהתוכנה של הלקוח אינה לעמך - אך היתרון שבהכנה ממוחשבת של כתב הכמויות שווה את ההשקעה - רכוש גם את תוכנת הלקוח ובזאת זכית גם בספריה ללא השקעת מאמץ נוסף.

לסיכום, השיקול החדש שנכנס בבחירת התוכנה המתאימה להכנת כתבי כמויות - מעבר לשאר השיקולים המקובלים הוא היכולת "לדבר" עם משרדים נוספים העובדים אתך בהכנת מכרזים - הלקוח באופן ישיר או משרדי התאום המרכזים, בדרך כלל, את כתבי הכמויות ומכניס אותם על "תוכנת הבית" שלהם.

תוכנת השרוט הממוחשב

להיטי החס של המשק בימים אלה. על פני השטח מיועדת התוכנה לאפשר למשתמש להכין מתווה (אני נמנע למהשתמש במלה "תכנית", המתקשרת מיד עם גליון נייר עליו משורטטים קוים וכו'). על פני המסך, באמצעות כלי עזר שונים שהוזכרו כמו העכבר והדיגיטיזר או באמצעות הוראות גרפיים (קואורדינטות או העלאת פרטי ספריה נכפלים סטנדרטיים של התוכנה) שיהווה מוצר מושלם ומוגמר הניתן לאחר מכן להפקה כשרוט בעזרת תווי (פלטר) או מדפסת.

בתוכנות השרוט המוצעות בשוק הישראלי יש להדגיש, תכונות חשובות המבדילות אותן האחת מרעותה, ולציין, כי במישור זה רמת התוכנות המוצעות, מהירות התגובה שלהן, גודל הזכרון אותן הן צורכות ונוחיות הטיפול שלהן עדיין אינו משביע רצון, מחירן עדיין גבוה וברוב המקרים אנו מקבלים פחות מהציפיות.

מאחר וההחלטה על מעבר לשרוט ממוחשב היא הכבדה ביותר, מבחינה תקציבית, אותה על היועץ לקבל במסגרת מיחשוב המשרד, אתייחס לנושא זה בפרוט נוסף.

ראשית אפריד את נושא השרטוט הממוחשב לשניים:

א. השרטוט הלוגי הכולל סכמות חשמליות שונות של לוחות פיקוד וחלוקה, קוי הזנה ושאר שרטוטים המאופיינים באי תלותם בנתוני כניסה חיצוניים כגון תוכנית רקע או מתווה אחר מכל סוג שהוא.

ב. שרטוטים התלויים בתכנית רקע כמו תוכנית ארכיטקטורה, תוכנית שטח וכדומה שעל גביה יש להוסיף את המיתקן על מרכיביו.

הנושא הראשון הוא הקל והקלאסי עבור היועץ. השרטוט מורכב, ברובו הגדול, מאביזרי/פריטי ספריה אותם יש "לשתול" במסך ולחבר ביניהם קוים פשוטים המהווים יחד את השרטוט המבוקש. תוספות של מלל עברי/לועזי הם בונוס המובן בשרטוט זה. שלב זה של הקמת הספריה הוא ארוך ומיגע, אך לאחר סיומו נשאר רק להנות מפירות השרטוט הממוחשב. הפירות המידיים הם שרטוט באיכות שאין שניה לה, היכולת לכלול בשרטוט פרטים מפורטים ומסובכים (אותם יש להכין פעם אחת ולשתלם בהתאם למקרה), כתב ברור, טכני ומושך עין והיכולת לבצע שינויים גדולים הן בתוכן השרטוט והן בעריכתו במאמץ קטן ביותר בהשוואה לשרטוט ידני.

דומני שזה המקום להפריך דעה הרווחת בקרב אלה שאינם משתמשים בשרטוט ממוחשב: **השינויים**: המחשב אינו מקל על ביצוע שינויים, במיוחד לא בתוכנות הקיימות היום. אדגים זאת במקרה שבו יש לשנות את שמו של ממסר, להחליף מספר מעגל או שינוי בסדר גודל דומה. פרק הזמן הדרוש לביצוע שינוי זה באופן ידני, הוא עשרות שניות עד דקות בודדות. בשרטוט ממוחשב (בהנחה שהשרטוט כבר הופק בתווין) יש להפיק שרטוט חדש מושלם על מנת לקבל אותו מעודכן עם השינוי הנייל. משך הזמן הדרוש להפקת השרטוט החדש אינו תלוי בגודל השינוי שבוצע אלא בגודל השרטוט המקורי, זמן שיכול להמשך אף מעבר לשעת תווין!!

הנושא השני הוא המורכב יותר. יש להעלות את תוכנית הרקע על המסך עוד בטרם תיגש לביצוע השרטוט החשמלי ('חשמלי' לשם פשטות הדין). זה יכול להיות גם מערך-תקשורת, גילוי עשן, הגנת פריצה, מאור, כוח וכיו'. במקרה זה נדרשת התוכנה לגלות את מירב היתרונות החשובים שלה על-מנת להצדיק את השימוש בה להפקת תוכניות.

תוכנה גרפית

לשם הבנת הנושא אפרט כאן את התכונות והשימושים של תוכנה גרפית מנקודת מבטו של מתכנן החשמל.

א. קוים - התוכנה מאפשרת להעביר על פני המסך (מעטה והלאה) אשתמש במונח "לשרטוט") קוים שונים. הצורה הבסיסית והפשוטה ביותר - קוים המונחים באמצעות העכבר או הדיגיטייזר, קוים המתחברים לקצות קוים קימים, קוים ניצבים או מקבילים לקוים קימים וקוים עקומים לפי פונקציות מתמטיות (כגון מעגלים,

פינות עגולות בין קוים ישרים, אליפסות, קוים בין קואורדינטות המוגדרות על ידי המפעיל (ועוד).

הקשר בין התוכנה למפעיל והמידות בה המפעיל יכול לישים את רצונו (או מינימום הפעולות הנדרשות לשם יסום שרטוט קו מסוים) הם מתכונותיה החשובות ביותר של התוכנה ועליך לבחון נושא זה בקפידה בטרם...

ב. מחיקה - התוכנה מאפשרת למפעיל למחוק חלקים מהשרטוט שעל המסך. "חלקים" - קו, אות, מילה, פריט מושלם, קטע תוכנית וכיו'. מהירות ההגדרה של הקטע אותו ברצונך למחוק והתאמת שיטת הגדרות התוכנה למקובל עליך - חשובים בעת בחינת התוכנה.

ג. עבודה בשכבות - מונח שאינו מוכר לשרטט הגרפי הקלאסי. בשרטוט ממוחשב אנו עובדים על גבי "שקפים" המונחים האחד מעל גבי השני. באופן זה ניתן לשרטט את הרקע הארכיטקטוני בשכבה ראשונה, מיתקן הכוח בשכבה שניה, מיתקן המאור בשכבה שלישית, מיתקן תיקשורת בשכבה רביעית וכן הלאה. טכניקה זו נותנת לנו אפשרות לבחור את דרך ההצגה של המוצר המוגמר (הגליון המשרטוט) כרצוננו, אם על ידי הצגת כל שכבה בנפרד (על רקע השכבה ה"ארכיטקטונית") או בכל שילוב הנראה לנו. ההחלטה על שילוב השכבות יכולה להתקבל גם בתקופה מאוחרת יותר, כל עוד נשמרו השכבות בזכרון.

ד. שינוי קנה מידה - המחשב מאפשר לבצע שינוי קנה מידה לכל ערך רצוי ולכל קטע רצוי של התוכנית. תכונה זו מאפשרת, מצד אחד, לצרף מספר "גליונות" ששרטוטו בקנה מידה 1:50 לגליון "מרוכז" בקנה מידה מצומצם יותר, ומצד שני ניתן להציג, במינת הגליון קטע מסוים של תוכנית בקנה מידה מורחב כגון 1:10 לשם הבהרת פרטים וכדומה.

ה. ZOOM - להבדיל מפעולת שינוי קנה המידה, מאפשרת תכונה זו להציג קטע מהתוכנית שעל המסך בגודל שונה (גדול יותר או קטן יותר) לשם נוחות העבודה. תכונה זו חיונית בעת עבודה על "גליון" שגודלו 8 מסכי מחשב ואז נעבוד, בכל פעם, על קטע אחר של התכנית השלמה וכן במקרים בהם עלינו לעבוד על פרטים המהייבים דיוק.

ו. המימד השלישי - תוכנה זו מאפשרת לבצע עבודות תלת-מימדיות באופן מלא, לדעתי, אינה דרשה ליועץ החשמל. חסרונותיה שלושה:

- עבודה בשלושה מימדים מייגעת במיוחד ונחוצה במקרים נדירים.

- התכונה הנייל מייקרת את התוכנה.
- התכונה הנייל מגדילה את הנפת הנדרש בזכרון לתוכנה עצמה ומאיטה את קצב העבודה של המערכת.

ז. עבודה בצבעים - כל התוכנות מאפשרות לשרטט, על המסך, בצבעים שונים. לתכונה זו חשיבות רבה יותר מהנראה במבט ראשון וזאת מהסיבה הפשוטה - הקוים השונים המיועדים להיות משרטוטים בעוביים שונים בתווין, מופיעים על פני המסך בעובי זהה אך בצבעים

שונים. עבודה במסך מונוכרומטי אינה מאפשרת הבחנה בין צבעים/עוביים שונים של הקוים וטעויות בהגדרת עובי הקו עלולות להתגלות רק בעת הפקת השרטוט בתווין. מסיבה זו בלבד אני ממליץ שלא לוותר על המסך הציבעוני.

נקודות חשובות לבחירת התוכנה המתאימה

לאחר הכרות שטחית זו של תכונות התוכנה לשרטוט ממוחשב אנסה להדגיש את הנקודות החשובות בבחירת התוכנה המתאימה.

בדוק קוים הנקודות וההדגשים המפורטים:

א. נוחות עליונה בגישה לפונקציה אותה ברצונך לישים כגון: העברת קו, מחיקה, שינוי קנה מידה, ZOOM IN, ZOOM OUT, שליפת פריט ספריה וכל זאת ללא צורך במעבר מייגע דרך תפריטים ראשיים ותפריטי ביניים למיניהם. כתיבה (באנגלית) של הפקודה הרצויה באופן ישיר (ואם אפשר בנוסח מקוצר) ללא המעברים שהזכרו היא תכונה חשובה ביותר.

ב. בדוק את זמן הביצוע של פעולות "כבדות" כגון זמן העלאת תוכנית מהזיכרון למסך (בחר בתוכנית בת 20,000 סימנים לפחות), זמן ביצוע "זום", זמן מחיקה של קטע וכיו'. במילים אחרות - נסה לחוש את מהירות התוכנה והשווה אותה (את המהירות) לתכונות אחרות על מחשב זהה.

ג. קוים ספרות עזר טובה ומקיפה.

ד. זמן מי מלקוחותיך עובד עם תוכנה גרפית זהה, כך שתוכל לקבל ממנו ישירות חומר על דיסקטים (במקום להעלותו דינית). לחילופין בדוק אם התוכנה מסוגלת לקבל/להוציא חומר בתצורה סטנדרטית המקובלת היום בעולם (DXF או דומה) על מנת "לשוחח" כאמור עם משרדים אחרים.

ה. בדוק את יכולת התוכנה לטפל בציוד עזר מקובל כמו עכבר, דיגיטייזר, מדפסת, תווין, המסך אותו תבחר וכיו'.

ו. החשוב מכל - נסה לקבל את התוכנה לחודש נסיון והושב מול המחשב את המפעיל המיועד לעבודה עליה - והקשב היטב לתגובות.

תוכנות לתיכנון

ניתן, היום, להשיג תוכנות עזר למתכנן החשמל בתחום מצומצם של יישומים. אציין רק את הנפוצות ביותר:

- **תיכנון פיקוד לבקרים מתוכנתים** - קימות תוכנות עזר המאפשרות לבצע את תיכנון סכמת הפיקוד על גבי המסך בצורה גרפית נוחה (דיאגרמות סולם) כאשר התוכנה ממירה את התכנית הגרפית לשרשרת פקודות התואמות את דרישות הבקר לו יועדה התוכנה. את הפקודות ניתן (בחלק מהמקרים) להטעין ישירות לבקר המתוכנת על ידי ציוד יעודי המסופק לפי הצורך. תוכנות אלה הן יעודיות ותואמות, כאמור, רק במקרים מסוימים ומיועדות לעבודה על מחשבי IBM ותואמותם.

- **תיכנון תאורה** - קימות תוכנות המאפשרות לתכנן מיתקן מאור לשטח מוגדר. נתוני

הכניסה לחישוב המאור הס נתוני האתר מחד, (מידות ותכונות ההחזרה) ונתוני גופי התאורה מאידך. מעצם ההגדרה ברור שהתכונות, כבמקרה, הקודם הן יעודיות ליצרן אחד - דהיינו כל יצרן ("סימנס", "פיליפס", "ג'נרל אלקטריק", "ג'עשי" וכו') מכין חבילת תוכנה התואמת את גופי התאורה שלו. התכונות כיום משרתות בעיקר תאורת חוץ ואינן מסוגלות לעבד תוכנות גרפיות של חללים שהם חלק מתוכנית בנין או דומה. נתוני הפלט של התוכנות מאפשרים לקבל את פיזור האור במישטח המואר, נתונים סטטיסטיים על התפלגות או איכות ההארה של המישטח וכן הגדרת כמויות וגודל של מקורות האור.

• **לוחות ובלבים** - קימות תוכנות המאפשרות בדיקה/תיכנון של לוחות חלוקה תוך התבססות על זרם הקצר הצפוי והתאמת ציוד ספציפי לדרישות עומס וזרם קצר שהוגדרו מראש. התוכנות הללו אינן כלי תיכנון אלא בעיקר כלי עזר לבדיקת תיכנון. גם במקרה זה התוכנות הן יעודיות ליצרן ומפרטות את סוג הציוד היעודי שלו לשם עמידה בדרישות המוגדרות על ידי המפעיל. התוכנות הן "כבדות" מהיבט שפע הנתונים אותם יש להכניס למערכת לשם קבלת התוצאה המבוקשת.

• **תיכנון מיתקני חשמל** - תוכנות לתכנון ממשית למיתקני חשמל קימות במחיר מצומצם מאד ועדין במחיר גבוה. תוכנות אלה מאפשרות למתכנן לתכנן מיתקני חלוקה במבנה, תוך הדדיות עם תוכנה גרפית ראשית. עבודות תיכנון לוחות חשמל בתוכנות אלה ישימה ביתר יעילות אך מחירן של תוכנות אלה עדיין גבוה מאד.

מלבד שלל התוכנות שהוזכרו בפרק זה קימות אין סוף מיני-תוכנות שנועדו למחשב (ולעיתים לסרבל) פעולות יזימות שגרתיות כמו:

- דף מידע אלקטרוני.
- חיגן טלפון ממוחשב.
- יומן פגישות ממוחשב.
- קטלוג ממוחשב.
- מעקב ממוחשב אחרי ביצוע עבודות.

סיכום

לסיכום פרק התוכנה אני מרשה לעצמי לפרט מספר נקודות "עשה" ובעיקר "אל תעשה" בתחום התוכנה וזאת מנקודת המבט של המשתמש שאינו איש מחשבים ועליו להקים, בראש וראשונה, משרד תיכנון להנדסת חשמל ולא לשכת-שרות/בית-תוכנה/מעבדת-פיתוח/שפך-סנינות וכו'.

א. קנה-הפיתוי להעתיק הוא גדול - אך הצורך ב"יתמיכה" מגיע מרר מאד ואם התוכנה היא מהחשובות במשרד - תשאר בודד במערכה.

ב. קנה תוכנה שעברה את שלב ההרצה הראשונית ואת שלב הגרסאות העדכניות חדשות לבקרים - בקיצור קנה תוכנה שנוסתה ועברה חבלי לידה אצל אחרים.

לעולם - אבל לעולם - אל תקנה תוכנה שחסרים בה "רק" קטעים קטנים "ובעוד מספר שבועות תצא הגרסה השלמה".

ג. הכמות היא איכות. אם עליך לבחור בין שתי תוכנות דומות וקשה עליך ההחלטה - בחר בזו בעלת התפוצה הגדולה יותר. ככל שתפוצתה גדולה יותר כך יפחתו הסיכויים שתמצא בה תקלות וכן, יש להניח, תמצא בה פונקציות חבויות טובות שהן פרי נסיון המשתמשים בה.

ד. קנה המירב ממקור אחד. אם אתה לקוח חדש בשוק המחשבים, עדיף לרכוש תוכנה, במידת האפשר, באותה חברה ממנה אתה רוכש את הציוד. היות ודרישה זו היא קשה לישום החלט מה היא התוכנה החשובה, הכבדה והיקרה ביותר אותה אתה עומד לרכוש, ברר האם קימת חברה המוכרת ציוד התואם את דרישותיך ואת התוכנה הנ"ל ובצע שם את ההצטיידות העיקרית. אני משוכנע כי תוכל להשיג חלקי ציוד או תוכנה זהים ממקור זול יותר - אך הפרש מחירים זה אינו שווה את היתרון שתשיג כלקוח גדול יותר מהמקור היחיד אותו תבחר. (זכור את שיקוליך כאשר אתה בוחר קבלן חשמל לביצוע עבודה מסוימת ותבין את דברי).

ה. קנה תמיכה ולא רק תוכנה. קנה ממקור בעל יכולת תמיכה בתוכנה שקנית שיש לו מיגוון לקוחות מוכח.

ו. נסה את התוכנה במשרדך בפרק הזמן המירבי שניתן לקבל את התוכנה בהשאלה. הדבר נכון לגבי כל סוג של תוכנה. אל תתרשם מקשיי הלימוד של התוכנה - לאחר שהתוכנה נמצאת בשימוש הופכות הפקודות השונות לשפת אם שניה. התרשם רק מנוחיות השימוש, תמציות התפריט ופשטותו, מהירות הגישה לפקודה ספציפית והתאמת התוכנה לדרשותיך. אל תתפתה להבטחות של "התאמה לדרישות הלקוח" - קנה תוכנה העונה לדרשותיך עכשיו.

ז. גם אם נכשלת בבחירת תוכנה ואתה "תקוע" עם תוכנה שאינה מתאימה - זה לא סוף העולם. למדת משהו ועתה צא ורכוש תוכנה מתאימה - הנזק מתוכנה גרועה תמיד גדול מעלות תוכנה חדשה.

כוח אדם

הכנסת מחשב למשרד דורשת בדרך כלל, הערכות מחודשת של כוח האדם. אך לא כל תוכנה מחייבת זאת.

נתחיל מהקל לכבד. **תוכנה לעיבוד תמלילים** - דומני שמלבד ריכוז פסיכולוגי אין כל הבדל בין הפעלת מחשב כמעבד תמלילים לבין הפעלת מכונת כתיבה חשמלית. הנושאים היחודיים כגון הקלטה/גיבוי ושליפה מחייבים לימוד והדרכה מינימליים והשיטה לכך ימצא בודאי, במהירות תבלות באדם המיועד לבצע עבודה זו.

הכנת כתיבי כמויות - אותו כוח אדם שהכין את כתב הכמויות במשרדך עד היום ישלבת בודאי, גם על תוכנה זו כאשר עבודות ההדפסה (במידה

ובוצעו במשרד גם עד עתה) יהיו עתה קלות לעין ערוך.

שרטוט ממוחשב - כאן יש לקוחת נשימה עמוקה ולהערך כראות.

א. השרטוט הממוחשב אינו חוסך כוח אדם - בודאי לא בשנה הראשונה להכנסת המערכת. (אם אתה מארגן בתבונה את שרטוטיך הממוחשבים בעזרת ספריות אביזרים מפורטות).

ב. אם אתה, בעל המשרד, משתעשע במחשבה שתפעיל את המחשב לשם שרטוט - זנח את כל הרעיון. השרטוט הממוחשב אינו ניתן לביצוע כעבודה צדדית בשעות "הפנויות". השרטוט הממוחשב מחייב להקדיש לו את כל שעות היום, יום יום. בתקופה הראשונה לבטח, ולוא רק לשם לימוד, ולבטח גם לאחר מכן שאם לא כך הוא הדבר, הרי שקניית המערכת היתה מיותרת או מוקדמת מדי...

ג. אם כך - האם להושיב מול המחשב את אחד השרטטים? כן - רק אם במשרדך שרטט מיותר!! (אני משתמש במונח "שרטוט" ולא "שרטוט" רק מטעמי חסכון באות "י". מכל שאר הטעמים הכוונה זהה). למחשב יש ליעד אדם מיוחד וזאת משני טעמים: הראשון - בתקופת ההרצה (משפט נרדף ל"ישנת ההרצה") התוצרת תהיה מינימלית ולא ניתן יהיה לשלב אותה בלוח זמנים מתוכנן מראש. שנית - גם לאחר תקופת ההרצה עלול קצב הייצור של התוכניות להיות לעיתים ארוך יותר משל זה הידני. לאור זאת - ייעד לנושא אדם מיוחד והפעילו במקביל עד לקבלת מושג מדויק על הקצב, האיכות והיכולת של המערכת במסגרת המשרד ורק אז קבל את ההחלטות המתבקשות.

ד. התכונות הנדרשות ממפעיל/שרטט מחשב הן ראש פתוח עם יתרון לבעלי רקע במחשבים. בשרטוט ממוחשב אין כל חשיבות ל"ידי" טובה בשרטוט. יש חשיבות לחוש אסטטי של המבנה הכללי של השרטוט. יש יתרון להבנת השפה האנגלית (היות והתפריט, ברוב התוכנות, הוא באנגלית). יש יתרון לבעלי נסיון בשרטוט חשמלי - הבנת הסקיצות תהיה מהירה יותר והם יגלו לעיתים טעויות בסקיצה לפני איתרון בניר המשורטט מהתווין.

יש להדריך את כוח האדם הנ"ל באופן יסודי בתוכנה המיועדת לשימוש. קורסים יחודיים למטרה זו מתנהלים בבתי הספר הגדולים לתיכנות וכן בלשכות השרות הגדולות. לשרטוט ממוחשב. עדיף אדם בעל נסיון קודם בשרטוט ממוחשב.

ה. נושא נפרד בשרטוט הממוחשב הוא הפיתוח. במסגרת תוכנת השרטוט יש באפשרותך לפתח תוכנות עזר (ראה בהמשך) שיקצרו את תהליך השרטוט וישפרו אותו. לצורך זה דרוש כוח אדם ספציפי, לעיתים אף בנוסף לשרטט המחשב, לשם כתיבת תוכנות שרות אלה.

יישומים

שפע היישומים במשרד הממוחשב בא לפצות על התהליך המיגע, לעיתים, של מיחשובו ואוסה לפרט ישומים אלה בקצרה. (חלק מהיישומים הוזכר עוד קודם לכן).

א. מיפרטים טכניים: מעבד התמלילים פותח פתח רחב לספריה ענפה של מיפרטים טכניים כלליים ויחודיים, הניתנים לעידכון קל והתאמה בהתאם לפרויקט הנדון.

ב. הנהלת חשבונות: נצל את התוכנה לשם קבלת דוחות חודשיים על חשבונות שלא כובדו, על ההוצאות שהיו, לפי נושאים, על היקף המחזור העדכני ועוד.

ג. תוכנה לכתבי כמויות: הכן רשימה מפורטת, עד כמה שאפשר, של סעיפי ספריה לכתב הכמויות, במקביל הכן מחירי יחידה לסעיפים אלה. הכנת הערכת מחיר מפורטת תהיפך למשימה אפשרית ומהירה. ראה דוגמאות לספריות חשמל טובות במחלקה הטכנית של מרכז קופת-חולים ובחברת הסעיפים החדשה של "עזרה וביצרון" תל אביב שהיא, דומני, החוברת המפורטת ביותר הקימת היום בתחומים רבים.

ד. שרטוט ממוחשב:

1. בשלב ראשון הכן ספריה מפורטת של כל האזורים הנמצאים בשימוש משרדך. בדוק אם ניתן לרכוש ספריה מוכנה למקצוע החשמל המתאימה לתוכנה שרכשת. לאחר תקופה קצרה של שימוש הכן קטעי שרטוט סטנדרטיים ופרטים טיפוסיים והפוך אותם לסעיפי ספריה - כאן אתה מתחיל לקצור את פירות ההשקעה.

2. בנה תוכנה למיקרא אוטומטי בתכנית. התוכנות הקימות מסוגלות לזהות אבזרים ולכלול אותם בשירטוטים לפי עריכה שתקבע מראש כשלאזרו של כל אבזר - המיקרא המתאים.

3. בנה תוכנה להוצאת כמויות אוטומטית. באפשרותך לרכוש תוכנה זו מבית תוכנה ישראלי ולשלב עם מערכת הכנת כתבי הכמויות ישירות מהשרטוט.

סוף דבר

אנו נמצאים רק בתחילתו של עידן מיחשוב המשרד. האצת התהליך מחייבת שינויים והתפתחויות במפת החומרה, התוכנה. וגישת המשתמשים.

החומרה - מחירי המחשבים המהירים והאמינים עדיין גבוהים. יש לצפות לפיתוחים נוספים בתחום המסכים - שיפור בגודל, ברזולוציה יחד עם ירידה במחירים. המסכים המיועדים לשרטוט ממוחשב מהווים עדיין נתח כבד בעוגת התקציב של המשרד הממוחשב.

המדפסות - איכות המדפסות עונה על כל דרישה אך מחיר הטובות שבהן עדיין גבוה.

התווין - מהווה עדיין את "אבן הנגף" - בהיותו עדיין בפסגת המחירים מחד והאיטי במערכת מאידך.

התוכנה - בתחום עיבוד התמלילים חסרה עדיין, הסטנדרטיזציה שתאפשר העברת חומר בין משרדים. חזירת הדואר האלקטרוני תחמיר המצב ותחייב פתרון אחיד לכל המשתמשים.

בתחום השרטוט הממוחשב - התוכנות הקימות עדיין מסורבלות ומונעות את כניסתם המסיבית של האדריכלים לתחום זה. עיכוב בכניסת האדריכלים לתחום השרטוט הממוחשב מטילה על היועצים עומס מיותר של העלאת תוכנית הרקע למסך - תהליך שבמקרים רבים הופך את השרטוט הממוחשב כולו לבלתי כדאי. התוכנות גדולות בנפח הזכרון שלהן מחד, ואיטיות בביצוע מאידך, שתי תכונות הדוחפות לצורך בשימוש במחשבים מהירים יותר, גדולים יותר - יקרים יותר.

המשתמשים - מטבע הגדרתם אין המשתמשים מאוחדים ואחידים בעבודתם הממוחשבת (משרדי התכנון, רובם ככולם, הם עצמאיים). סטנדרטיזציה בהגדרת השכבות, סימנים גרפיים מוסכמים, קודים אחידים למיקצועות השונים ועוד, יאפשרו ניצול יעיל ומהיר של החומר הרב המעובד במשרדי התיכנון. דומני שפעולה חלוצית ומעשית ראשונה נעשית היום במחלקה הטכנית של קופת חולים הכללית של ההסתדרות, מחלוצות השרטוט הממוחשב בענף הבניה, בה מגדיר צוות של אנשי מחשב מחד עם אנשי תיכנון - אדריכלים ויועצים - מאידך, סדרה שלמה של גרפיקה מוסכמת לשרטוט ממוחשב על כל תחומיו (בנין, אדריכלות פנים, אינסטלציה סניטרית, מיזוג אוויר, חשמל, בטיחות ועוד), מקצה שכבות לכל מיקצוע, מנחה את אופי מסירת האינפורמציה בין משרד לרעהו ועוד - ממש חזן אחרית הימים.

אם בעת קריאת המאמר תמצאו כי חלק מדברי כבר אינו מעודכן - הסיבה לכך במשפט הידוע "הזמן עושה את שלו" - אלא שעכשיו נעשה זאת מהר יותר.

התחלת יישומי המחשב היעיל "1988/88"

במסגרת פעילויות חברת החשמל לניהול עומס בתחום הצרכנות (DEMAND-SIDE MANAGEMENT) ולאור ההדים החיוביים להם זכתה התחרות על פרס "צרכן החשמל היעיל" אשתקד, קיימה החברה זו השנה השנייה את התחרות.



לוח התצוגה בו מצויינים שמות הצרכנים שהשתתפו בתחרות 1987/88

בקבוצת ייחוס ראשונה - תעשייה:

- פרס ראשון - "מקורות, חברת המים";
- פרס שלישי - "נשיונל סמיקונדקטור", מגדל העמק;
- פרס שלישי - "פרדס, מוצרי הדר", יבנה (הפרס השני לא חולק!)

בקבוצת ייחוס שניה - מסחר, שירותים, מוסדות וקיבוצים:

- פרס שני - קיבוץ יפעת;
- פרס שני - מרכז רפואי סורוקה, באר שבע;
- פרס שלישי - קיבוץ עין גב;
- פרס עידוד - מכון וייצמן למדע;
- פרס עידוד - קיבוץ ניר אליהו (הפרס הראשון לא חולק!)

הפרסים הוענקו לזוכים בטקס חגיגי במסגרת הכנס הארצי השנתי ה-5 לחשמלאים שנערך בגני התערוכה בתיאום ביום 13.1.88.

בתחרות "צרכן החשמל היעיל 1987/88" הגישו מועמדותם 11 צרכנים אשר חולקו לשתי קבוצות ייחוס עיקריות:

- א. תעשייה
 - ב. מסחר, שירותים, מוסדות וקיבוצים.
- מספר הצרכנים שהשתתפו התחלקו כלהלן:
- 1; תעשייה - 3;
 - 2; בתי חולים - 2;
 - 3; קיבוצים - 3;
- מכוני מים ומתקני שאיבה - 1;

מבני משרדים - 1.

בסיכום בחינת העבודות שהוגשו על ידי המועמדים קבעה ועדת השיפוט את הזוכים בתחרות כדלהלן:

לגבי התחרות "צרכן החשמל היעיל" 1988 ראה מודעה בשער האחורי.

ציוד למניית האנרגיה החשמלית - חידושים והתפתחויות

אינג' מוריס רווח

בשנים האחרונות חל גידול משמעותי בצריכת החשמל במדינה. מצב זה מחייב הערכות מתאימה בתחום תעריפי החשמל במטרה להגיע לניצול אופטימלי של התשתית לייצור החשמל וחלוקתו.

מעצבי מדיניות התעריפים בחברת החשמל לישראל, שואפים ליישם תעריפים אשר ישקפו את העלויות האמיתיות של ייצור החשמל. השגת מטרה זו איננה פשוטה מאחר ועלויות ייצור האנרגיה החשמלית משתנה כל הזמן. אילו רצינו לקבוע את מחיר הקוטי"ש הנצרך לפי עלות ייצורו היינו צריכים לשנות את מחירו באופן רצוף. דבר זה כרוך הן בקשיים מסחריים והן בקשיים טכניים המתבטאים, בין היתר בשימוש בציוד מנייה שיתאים לדרישות תעריף כזה.

באמצעות מונים אלקטרומכניים לתעו"ז והשעון הממתג אותם, ניתן לחלק את היממה ל-3 מקבצי זמן (פסגה, גבע ושפל) ולהחיל על הצרכנים את תעריף התעו"ז. ציוד זה מוגבל מבחינת האפשרויות ליישום תעריפים מורכבים יותר.

עפ פיתוח המיקרופרוססורים והכנסתם לשימוש ניתן לייצר ציוד מנייה אלקטרוני שיאגור את המידע על צריכת האנרגיה ויעבדו בצורה ממוחשבת. ציוד חדיש זה יאפשר לגבות מהצרכנים תקבולים אשר ישקפו בצורה נכונה את עלות ייצור האנרגיה החשמלית בזמן התצרוכת האמיתי שלה.

ציוד המנייה למחקר תעו"ז

חברת החשמל נמצאת בשלבים מתקדמים של מחקר תעו"ז שמטרתו לבדוק כדאיות החלת תעו"ז גם על צרכני מתח נמוך.

המחקר ינתח את התנהגות הצריכה - עקומת העומס של הצרכנים הנבדקים מדגמית ומייצגים אוכלוסייה רחבה של צרכנים. המחקר יאפשר קבלת החלטות לגבי כדאיות יישום תעריף תעו"ז למתח נמוך (תוך שימוש בציוד מנייה שיאפשר את יישומו). המחקר מתבצע באמצעות ציוד אלקטרוני רושם מתוחכם, שנרכש על פי מפרט טכני שהוכן בשיתוף מחלקת המונים הארצית ואגף מערכות מידע ומחשבים בחברה בהתאם למאפיינים של חברת החשמל. מכשירים אלה אוגרים, באופן רציף, את נתוני צריכת האנרגיה החשמלית של הצרכן ואת שיא הביקוש שלו. הנתונים נקראים באמצעות מסופון (שיוצר גם הוא לפי מפרט של החי"י), ומועברים לעיבוד ממוחשב ולעריכת חשבונות לצרכנים.

ציוד מנייה להחלת תעו"ז על צרכני מ"נ

בימים אלו השלימה מח' המונים הארצית עריכת מפרט טכני לפיתוח וייצור ציוד אלקטרוני למניית תעו"ז בצרכנות הביתית. שימוש בציוד זה יאפשר החלת תעריפים מתוחכמים על הצרכן הביתי וחיובו בהתאם לעלות ייצור החשמל תוך התבססות על התפלגות הצריכה שלו לפי שעות היממה.

אנו מקווים כי החלת תעריפים אלו יתרמו להקטנת הביקוש בשעות השיא וליישור הקו. נוסף לכך, ויסייע לצרכי ניהול עומס החשמל הן מהיבט חתי והן מהיבט הצרכן. תינתן אפשרות

אינג' מ. רווח - מנהל מונים ארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל

להחיל תעריף נוסף (פסיגה נידת) אשר יופעל בעת מצוקה במערכת הייצור על הצרכנות הביתית (למעלה ממליון צרכנים).

השימוש במיקרופרוססורים יאפשר מניה נפרדת של הצריכה המתבצעת בשעות החלת תעריף הדחק וחיובו הצרכן בהתאם לתעריף זה:

- על ידי שימוש ברושם אלקטרוני יאגר מידע על תצרוכת האנרגיה לפי פרקי זמן שיקבעו מראש.

- בשעת דחק במערכת הייצור, תודיע חברת החשמל לצרכניה באמצעות כלי התקשורת על החלת תעריף המצוקה (פסיגה נידת), לפי עתוי שייקבע.

בעת עיבוד הנתונים והכנת החשבונות, יחוייבו הצרכנים בתעריף הפסיגה הניידת בהתאם לצריכתם בשעות הדחק שהוכרוזו.

- אפשרות נוספת שניבדקת ליישום תעריף הדחק הינה שמוש בשידורי אלחוט לפיקוד על המיקרופרוססורים המותקנים אצל הצרכן. בהתאם לאותות שיתקבלו, יועבר רישום הצריכה, במונה הרב תעריפי, למיקבץ שעות הפסיגה הניידת.

המגמות התעריפיות הנוכחיות והאפשרות המעשית ליישום באמצעות ציוד מנייה חדיש יאפשרו לא רק אמינות משופרת יותר של אספקת החשמל אלא גם חיטון והקטנה בהשקעות.

במחלקת המונים הארצית לומדים ועוקבים כל העת אחר שיטות מנייה חדישות ומתקדמות ומקיימים קשר עם יצרני ציוד מנייה ברחבי העולם במטרה להתעדכן וליישם ציוד מנייה ושיטות עבודה חדשות ויעילות.

מפגשי מועדוני "התקע המצדיע"

סדרה מס' 14

ב-25.5.88 התקיים בירושלים המפגש האחרון בסדרה 14 של מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" לחשמלאים.

נושא ההרצאה המרכזית בסדרה זו הוקדש לנושא: **התקנת גנרטורים למתח נמוך** וזאת לאור פירסום התקנות בנושא זה בקובץ התקנות ת"י 5000 מ-26.1.1987.

בסה"כ קוימו בסדרה זו 17 מפגשים שהקיפו את אזורי מחוז הצפון, מחוז הדרום (כולל אילת) וכן את הערים תל-אביב וירושלים.

בסה"כ השתתפו בסדרה 14-821 משתתפים מתוכם 728 חשמלאים מכל הרמות ומכל מיגוון העיסוקים, חברי מועדון "התקע המצדיע" ו-93 עובדי חברת החשמל בעיקר מן המחלקות הטכניות במחוזות.

סדרה מס' 15

סדרה מס' 15 מתוכננת להתחיל בחודש אוקטובר 1988.

מתוכננת המפגשים ונושא ההרצאה המרכזית יקבעו בעתיד הקרוב.

ההזמנות תשלחנה בעוד מועד לכתובת הפרטית של החשמלאים - תוך פירוט החלק התוכני והאירגוני של המפגש.

הגנות במערכות חשמל - תפקידם ותיפקודם

אינג'נר נחום פלג

החשמל הוא צורה מסויימת של אנרגיה. אנרגיה זו - כמו כל אנרגיה שאנו מכירים - יכולה להביא תועלת למשתמשים בה בצורה נכונה, מבוקרת ונבונה. אם לא נדע - או לא נוכל - לרסן, בשעת הצורך, את האנרגיה הרי שאנו מסכנים את חיינו ורכושנו. לצערנו הרב קיימות דוגמאות רבות של אובדן חיי אדם ונוק לרכוש כתוצאה משימוש לא נכון של אנרגיה חשמלית או כתוצאה מהתחכמות (בכוונה או בטעות) שכתוצאה ממנה נפגע התיפקוד הנאות של אמצעי ההגנה. במסגרת העומדת לרשותי אשתדל להתרכז באמצעי ההגנה למערכות חשמל, הנופצים ביותר, ואתיחס גם למספר אמצעי-הגנה מיוחדים המיועדים למטרות ספציפיות.

הגנה בפני זרם יתר

המושג הכוללני הנקרא "זרם יתר" (Over-Current) כולל בתוכו שני מושגים: - עומס יתר (Overload) המציין מצב בו המיתקן ומכשירי החשמל המחוברים אליו כולם תקינים אך סך הכל של השימוש באנרגיה החשמלית עולה, במידה זו או אחרת, על העומס המתוכנן של המעגל או המתקן.

- המושג השני הוא זרם קצר (Short Circuit) שמשמעותו היא, שבמקום כל שהוא במתקן (או במעגל) נוצרה תקלה בבידוד עצמו או שההבדדה נפגעה כתוצאה מחידרת רטיבות או אבק מוליך (או שניהם יחד) וכדומה. תופעה זו קשורה, בדרך כלל, במצב של היווצרות קשת חשמלית וניצוצות.

להגנה בפני זרם יתר משתמשים באמצעים אשר תפקידם להפסיק את המעגל בו מתרחש ארוע בלתי רצוי כזה והם:

א. נתיכים (מסוגים שונים)

ב. מפסקים אוטומטיים זעירים (מא"ז) שאינם ניתנים לכיוונון.

ג. מפסקים אוטומטיים הניתנים לכיוונון. כאן, אולי, המקום להזכיר כי הנתיכים המוכרים אצלנו בשם "נתיכים אנגליים" (נתיכים בעלי אלמנט ניתך חליף) נאסרו להתקנה במתקני חשמל חדשים (ומן הראוי להחליפם גם במתקנים ישנים!). נתיכים אלה ממש "מבקשים" את סילופם על ידי הכנסת אלמנט ניתך שאינו מתאים ליעודו.

ברור גם שלכל אמצעי הגנה כזה חייב להיות כושר ניתוק מתאים לזרם הקצר הצפוי במקום התקנתו.

הגנה בפני חישמול

הסכנה העיקרית הטמונה באנרגיה החשמלית לחיי אדם היא סכנת ההתחשמלות וזאת מבלי לזלזל בסכנות אחרות הנובעות, למשל, משריפה שמקורה בתקלה במערכת החשמל.

כדי להגן על חיי בני אדם המשתמשים במיכשור חשמלי או נמצאים אתו במגע, ניתן להשתמש באחת השיטות הבאות:

א. הארכת גופי המתכת של המכשירים החשמליים.

ב. שימוש במכשירים מסוג "בידוד כפול".

ג. התקנת מערכת המוזנת ופועלת במתח נמוך מאד (50 וולט או פחות).

לכל אחת מהשיטות הנ"ל יתרונות משלה.

הגנה באמצעות הארקה - הגנה זו מתבססת על קיום מתמיד של שני תנאים:

• רציפות מעגל ההארקה אינה נפגעת.

• התנגדות לולאת התקלה נשמרת בערך נמוך דיו כך שבמקרה של תקלה יופעל אמצעי ההגנה תוך הזמן שנקבע בתקנות החשמל (5 שניות או פחות).

בנוסף לכך ברור כי אמצעי ההגנה (נתיך, מפסק אוטומטי זעיר או מפסק אוטומטי) חייב לתפקד בצורה נאותה גם מבחינה חשמלית וגם מבחינה מכנית. דרישה זו רק ממחישה את הצורך החיוני בעריכת בדיקות תקופתיות קבועות של מתקן החשמל בכללותו ובייחוד של אמצעי ההגנה - צידו בו תלויים חיינו.

כמו כן יש לבצע בדיקות תקופתיות של נאותות ההארקה על ידי בדיקת התנגדות לולאת התקלה באמצעות מכשיר מתאים.

שימוש במכשירים מסוג "בידוד כפול" - מכשירים אלה כוללים את ההגנה בפני חישמול בעצם המבנה שלהם. אסור לשכוח כי להגנה מסוג זה שני "אויבים" והם רטיבות וליכולד. דבר המחייב שמירה מתמדת מפניהם, הן בזמן השימוש בהם והן בזמן איכסונם.

אשר למתח בטיחות נמוך מאד עלי לציין כי מפאת המיגבלות של חתכי מוליכים וההיקף המצומצם של המיתקנים היכולים להיות מוזנים מהם, מצטמצם שימושים למטרות מוגבלות מאד.

מפסקי מגן

בשנים האחרונות חדר לשוק השימוש במפסקי מגן הפועלים בזרם דלף ("מפסקים נגד התחשמלות", "מפסקים דיפרנציאליים", "מפסקי פחת" וכדומה). מפסק כזה, הפועל כאשר זרם הדלף עולה על 30 מיליאמפר (0.03 אמפר) מאפשר הגנה על חיי בני אדם גם במקרים בהם הגנות אחרות אינן מסוגלות לספק הגנה - כגון במקרה שבו אדם נוגע ישירות במוליך "חיי" בגלל בלאי בבידוד או כתוצאה מחוסר הגנה מכנית נאותה על חלק "חיי" (למשל - חוסר מכסה על מפסק או בתי-תקט).

עם כל היתרונות של מפסק המגן אין לשכוח שתי מיגבלות עיקריות שלו:

• ראשית - מפסק כזה הוא, מעיקרו, התקן

אלקטרו-מכני העלול להתקלקל מסיבות של בלאי או מעצור מכני וכך לאכזב בשעת הצורך.

• שנית - בניגוד לדעה הרווחת בחלק של הציבור הרי שהמפסק אינו מגביל את זרם החישמול לערך של 30 מיליאמפר במקרה של מגע במוליך חי. האמת היא שבמקרה כזה "יחטוף" הנפגע את מלוא הזרם כאילו לא היה המפסק קיים בכלל אלא שהמפסק, כאשר הוא פועל כנדרש, יפסיק את הזרם תוך זמן קצר (פחות מעשירית השנייה) וכך, יש לקוות, לא ייפגע האדם בצורה מסוכנת או קטלנית.

בנקודה זו אסור גם לשכוח כי המפסק עלול להיות, לפעמים, גם מטרד מסויים כאשר הוא פועל כתוצאה מליקוי (לא תמיד מסוכן!) חלקי (או מלא) בבידוד של מכשיר מסויים המחובר למתקן. כבר נתקלנו במקרים בהם ניטרלו את מפסק המגן בגלל סיבות כאלה.

הגנות אחרות

ככל שמיתקן החשמל נעשה מתוחכם וחיוני יותר כך מסתבר כי קיים צורך בהגנות נוספות לאלה אשר תוארו לעיל. במסגרת זו נסקור, ברפרוף, כמה מהן.

א. הגנה בפני היפוך מופעים (פזות)

אחת הסכנות במתקנים תלת-מופעיים הכוללים מנועים, מקורה בהיפוך סדר המופעים (בדרך כלל כתוצאה מטעות בחיבורים בזמן תיקון או ביצוע תיקונים במתקן או באספקה). במקרה כזה יסתובבו המנועים בכיוון הפוך לנדרש. אין צורך בדמיון פרוץ במיוחד כדי לתאר את הסכנה והנוק הפוטנציאליים במקרה כזה כאשר מדובר במנוע של מעלית או של סרט נע.

ב. הגנה בפני מתחי יתר וברקים.

הגנה זו נדרשת כיום במתקנים הכוללים רכיבים אלקטרוניים עדינים ויקרים (מחשבים, בקרים וכו') הרגישים במיוחד לתופעות של מתחי יתר שמקורם בברקים או פעולות מיתוג ברשת האספקה.

ג. הגנה בפני נפילות מתח.

הגנה זו מתחייבת אם במתקן מחוברים רכיבי צידוד ומכשירים הרגישים לתופעות של נפילות מתח או חוסר מתח (או קצר ממושך). בקטגוריה זו יש לכלול סוללות קבלים, מחשבים, מנועים מסויימים וכו'.

בעיות ופתרונות בצרכנות הטכנית*

מערכת "התקע המצדיע" מצאה לנוכח לכלול בעלון **מדור חדש** המיועד להוות ערוץ תקשורת דו-סטרית בין ציבור החשמלאים לבין מחלקות הצרכנים הטכניות בחברת החשמל.

במדור זה נשתדל לענות, בצורה מעשית ועניינית, על שאלות של חשמלאים בנושאים הקשורים לבדיקות מתקנים על ידי בודקי חברת החשמל ובמקביל יובאו על ידי הגורמים המוסמכים בחברת החשמל מקרים בעייתיים בהם ניתקלו במהלך עבודתם והפתרונות שהומלצו על ידם. לפתיחת המדור נביא מספר מקרים בהם נתקלו בודקי החברה בעבודתם היום-יומית ובמקביל נבקשכם, ציבור החשמלאים, להעביר לנו שאלות ובעיות עקרוניות בהן נתקלתם בעבודתכם ואנו נעשה כמיטב יכולתנו (בשיתוף עם הגורמים המוסמכים במשרד האנרגיה והתשתית) לענות לכם, אם מעל דפי העלון או ישירות לפונים.

הגנה נגד חישוב על עמודי תאורה מחוץ למבנה המוגן בשיטת האיפוס

ב"תקע המצדיע" מס' 36 הובא לידיעת החשמלאים מאמרו של מר א. ברזילי בנושא הבעיית של הארכת גופים מתכתיים המותקנים מחוץ למבנה המוגן בשיטת "האיפוס".

במאמר הובאו המלצות לפתרון הבעיה, אך למרות זאת אנו חוזרים וניתקלים במיקרים שבהם החשמלאים אינם מודעים לסכנה ולפתרונות השונים לבעיה. תופעה זו הבולטת באופן מיוחד כאשר מתקנים גופי תאורה בגינות ובחצרות שמתקנם ניזון ממבנה המוגן בשיטת "האיפוס" (והיום כל מבנה חדש עם "הארקת יסוד" מוגן בשיטה זו).

כאשר ועדת ההוראות התקינה את התקנות בנושא "האיפוס" היה ברור לה ששיטה זו טומנת בחובה סכנה פוטנציאלית מסויימת. מאחר ועל ההתנגדות של האלקטרודה במבנה נוצר מפל מתח מסויים שמקורו בעובדה שחלק מהזרם של חוסר האיוון ב"מוליך האפס" ברשת ההספקה זורם דרך "מוליך האיפוס" והאלקטרודה לאדמה. זרם זה הוא, בדרך כלל, זעום ומתח התקלה הנוצר בין מערכת הארקה של המבנה ובין המסה הכללית של האדמה נמוך. אך, מתח זה עלול לגדול באופן משמעותי אם יתהווה פסק ב"אפס" של הרשת (בין המבנה והשטח).

כאמור היה המחוקק עד לסכנה זו ולכן התקנות מגבילות את השימוש בשיטה זו רק במקומות שיש בהם השוואת פוטנציאלים.

מכאן ברור שבעמוד עם גוף תאורה המותקן בגינה ושאינו מותקן בתחום השוואת הפוטנציאלים של המבנה עלול, צרוף של גורמים מסויימים לגרום להופעת מתח גבוה יחסית.

פתרונות

1. ניתוק בין מערכת הארקה במבנה ובין מערכת הארקה של העמוד, דהיינו, סידור אלקטרודה נפרדת עבור עמודי התאורה בחצר.
2. פתרון מתוחכם יותר הוא לדאוג שסביבת העמוד תהיה בהשוואת פוטנציאלים יחס לעמוד, דהיינו יש להתקין בתוך האדמה מסביב לעמוד רשת ברזל בצורת משטח בקוטר 3 מטר בערך ולחבר משטח זה לבסיס המתכת של העמוד, ואז העמוד וסביבתו הקרובה יהיו באותו פוטנציאל וימנע חישוב.
3. הפתרון הרצוי ביותר - הוא: עמוד מחומר בלתי מוליך, (או להשחיל כבל בתוך העמוד) ולהתקין גוף תאורה מסוג בידוד כפול.

ביצוע עבודות חשמל בהתאם לתנאי הרישיון

זה (מתקן 3 x 500 אמפר) מחשמלאי "מוסמך" וזאת בתנאי שהתוכניות התומות על ידי בעל רישיון (תקף) של "הנדסאי" או "מהנדס", ומצויינים עליהם שם החותם, כתובתו, מספר רישיונו וסיווגו.

4. לצערנו נתגלו מיקרים רבים שהחשמלאים לא רק שלא ביצעו את המתקן בהתאם לתוכניות אלא אף הרשו לעצמם לשנות את התוכניות וזאת ללא אישור בכתב מהמתקן - דבר שהוא בניגוד לתקנה 13(ב).

מסקנות

בבירור שנערך בין חברת החשמל ומר ו' זיס מנהל עניני החשמל במשרד האנרגיה והתשתית סוכם:

חשמלאי המבצע עבודה בהיקף שהוא מוסמך לבצע אך אינו זכאי לתכנה, חייב לקיים את התנאים שבתקנות, דהיינו לבצע את העבודה לפי התוכנית המאושרת, **ללא סטיית כל שהם** ובהשגחתו של מאשר התוכנית ובאחריותו.

בעתיד יקפידו בודקי החברה בנדון ומתקן **שיבוצע שלא בהתאם לתוכנית** או שינוי שיעשה ללא אישור בכתב מהמתקן, יגרום לעיכוב באישור מתקן החשמל וחיבורו.

כל האמור לעיל חל גם על שינויים הנעשים במתקן כתוצאה מאי אישור המתקן בזמן הבדיקה.

מוליך הארקה על גבי קיר מחומר דליק

1. בקובץ תקנות 4643 (הארקות ושיטות הגנה נגד חישוב) תקנה 26 נאמר:

"לא יותקן מוליך הארקה על גבי חומר דליק ללא בידוד מתאים ביניהם העשוי מחומר בלתי דליק".

2. נשאלת השאלה האם הבידוד העצמי של מוליך הארקה נחשב כבידוד העונה על הדרישה הני"ל, דהיינו האם מותר לחזק ישירות, לקיר עץ או קיר העשוי מחומר דליק אחר, מוליך הארקה מבודד המותקן בנפרד.

מסקנות

בבירור שנערך בין נציגי חברת החשמל לבין מר ו' זיס משרד האנרגיה והתשתית הוחלט:

הבידוד הפלסטי של המוליך אינו מקיים את הדרישה בתקנה 26 ואין לחזק מוליך הארקה חשוף או מבודד לקיר עץ או לכל חלק אחר של מבנה העשוי עץ או חומר דליק אחר. הדרך היחידה והמעשית במקרה זה היא להתקין את המוליך בתוך מוביל מתאים.

לאחרונה ניתקלנו במספר מיקרים שחשמלאים מבצעים מתקני חשמל שלא בהתאם לתוכניות שנמסרו לחברת החשמל על ידי הממתכנים והיו חתומים על ידם כחוק. כמו כן ניתקלנו במיקרים שהחשמלאים משנים תוכניות על דעת עצמם וללא אישור בכתב ממתכני המתקן.

לפיכך, יש מקום להזכיר לכל הנוגעים בדבר את דרישות התקנות בנדון ואת הנוהלים הנהוגים בחברת החשמל לקבלת בדיקות.

לצורך הסבר הנושא נתייחס למקרה של מתקן חדש בגודל של 3 x 500 אמפר שהוגש לבדיקה על ידי חשמלאי בעל רישיון חשמלאי מוסמך.

1. בהתאם לתקנה 19 בקובץ התקנות 4778, רישיונות "מותר רק לחשמלאי בעל רישיון "הנדסאי" או "מהנדס" לערוך תוכניות עבור מתקן בגודל זה (3 x 500 אמפר)".

2. בהתאם לתקנה 13(ב) בתקנות הני"ל, "מותר ל"חשמלאי מוסמך" לעסוק בביצוע עבודות במתקן חשמל בגודל זה **למעט עריכת תוכניות ובתנאי שהעבודה תבוצע לפי תוכניות שאושרו על ידי בעל רישיון הרשאי לערוך תוכנית כאמור ובהשגחתו ואחריותו של בעל הרישיון המתאים לגודל הזרם באותו מתקן**".

3. לאור האמור בסעיפים 1 ו-2 (הני"ל) מסכימה חברת החשמל לקבל הומנת בדיקה במקרה

חיבור קיר במרפסת בתי מגורים

1. בקובץ התקנות 1682 (מעגלים סופיים) תקנה 11 נאמר:

בכל מרפסת ששטחה עולה על 2 מ"ר יהיו מנורה אחת ו**בית תקע אחד**".

2. נשאלת השאלה האם, במרפסת ששטחה עולה על 2 מ"ר שבה כבר מותקן בית תקע למכונת כביסה בהתאם לתקנה 11(ד), יש צורך בהתקנת בית תקע נוסף בהתאם לדרישה בתקנה 11(ז).

מסקנות

בבירור שנערך בין חברת החשמל לבין מר ו' זיס משרד האנרגיה והתשתית הוחלט:

במקרה כזה אין צורך בהתקנה של בית-תקע נוסף מאחר וקיום בית-תקע למכונת כביסה במרפסת מסוג זה עונה על דרישות סעיף 11(ז) וגם 11(ז).

* נערך בסיועם של: איגוד דרוו קידרו, יו"ר ועדת צרכנות טכנית למתח, נמוך חברת החשמל ואיגוד יוסף רוזנקרנץ שניהם מהרשת הארצית וה"ה יוסף בלבל, אליזה ברזילי, ולוי זוניבסקי, משה מרגלית, מקסים קרמניקוב, זאב קשת - חברי ועדת צרכנות טכנית למתח נמוך

תאונות חשמל ולקחה

ניתוח תאונות חשמל קטלניות בעשור 1978-1987

אינג' ויקטור זיס

טבלה 2 מפרטת את מיקום ההתרחשות של תאונות חשמל קטלניות בעשור האחרון.

רוב תאונות החשמל הקטלניות מתרחשות במיתקני מתח נמוך (74%) ורק ב-26% מהן במתקני מתח גבוה ומזה רובן המכריע בקווי חשמל חיצוניים.

כל תאונות החשמל הקטלניות מאופיינות על-ידי הגורמים המשותפים הבאים:

1. חוסר מודעות של אנשים לסיכוני החשמל.
 2. נטיה לאילתור.
- על רקע האמור לעיל בולט לטובה האחוזה הנמוך (6.7%) של חשמלאים שנהרגו בתאונות חשמל.

בהשוואה לגרמניה המערבית (25%) ניתן ליחס, בין היתר, גם לגורמים אוביקטיביים שאינם קיימים באירופה והם:

1. רצפות מוליכות זרם חשמלי (בייחוד במצב לח או רטוב).
2. טמפרטורה ולחות גבוהים (ברוב חודשי השנה) הגורמים להקטנת ההתנגדות החשמלית של גוף האדם, להגברת העייפות וכתוצאה מכך לחוסר עירנות.
3. ריבוי המיכשור החשמלי.

טבלה 1 מפרטת את חלוקת הנסיבות לתאונות בהתאם ל-12 קבוצות. שתי הקבוצות הבולטות ביותר הן: פגיעות מקוי חשמל עיליים חיצוניים (מתח גבוה ומתח נמוך) ופגיעות ממכשור מיטלטל (מיכשור מיטלטל מוחזק ביד וציוד נייר שאינו מוחזק ביד בזמן השימוש בו).

ניתוח תאונות החשמל בעשור האחרון (1978-1987)

מתבסס על נתונים שבטבלאות 1 ו-2. בתקופה הנ"ל התרחשו 164 תאונות חשמל קטלניות אשר התפלגו כדלקמן:

44 - פגיעות במקומות עבודה (26.8%),
42 - פגיעות ברשת החשמל (25.6%),
78 - פגיעות במתקנים ביתיים (47.6%)

בהתפלגות זאת בולט האחוזה הגבוה של תאונות חשמל במתקנים ביתיים וזאת למרות שנצרכת בהם רק כ-26% מתצרוכת החשמל הכללית במדינת ישראל. מעשית לא ניתן לפקח חיצונית על המיגור הביתי בגלל מספרם הרב של המיתקנים הביתיים (יותר מ-1% מיליון) מאחר ורמת הבטיחות הנאותה בהם, תלויה במודעות הצרכנים בלבד.

את השכיחות הגבוהה לתאונות חשמל קטלניות במתקנים ביתיים (47.6%) בישראל

טבלה 1

התפלגות תאונות החשמל הקטלניות בשנים 1978-1987

שנה	מיכשור מיטלטל מוחזק ביד בזמן השימוש בו	מיכשור נייד, מיטלטל שאינו מוחזק ביד בזמן השימוש בו	כבל מאריך	פגיעה בקוי חשמל מ.ג.	פגיעה בקוי חשמל מ.ג.	מתקן מאולתר	חיתוך צנורות מים	חוסר הגנה בפני חישמול	מעשי קונדס	עבודה בלתי זהירה של חשמלאי	טיפול בציוד על ידי אדם שאינו חשמלאי	אחר	סה"כ
1978	1	5	-	2	1	1	-	-	3	2	-	2	17
1979	1	2	1	5	-	-	-	-	-	1	2	4	21
1980	4	1	1	-	3	-	1	-	2	-	1	4	17
1981	3	2	1	3	2	2	-	1	2	1	-	2	19
1982	2	1	2	1	3	-	-	-	1	2	-	2	14
1983	-	3	1	1	3	3	-	2	1	2	2	3	21
1984	1	1	1	-	4	1	1	-	-	1	-	3	13
1985	-	2	1	-	3	2	-	1	-	2	-	1	12
1986	1	3	-	-	3	-	-	1	1	-	-	3	12
1987	1	5	2	1	2	1	1	-	1	-	-	4	18
סה"כ	14	25	10	13	29	10	3	5	11	11	5	28	164

טבלה 2

מיקום ההתרחשות תאונות חשמל קטלניות

שנה	מקומות עבודה	רשת	בית	סה"כ	מתקני מ.ג.	מתקני מ.ג.
78	6	3	8	17	11	6
79	4	10	7	21	16	5
80	4	3	10	17	13	4
81	2	5	12	19	15	4
82	3	4	7	14	10	4
83	9	4	8	21	16	5
84	3	4	6	13	8	5
85	2	3	7	12	8	4
86	6	3	3	12	8	4
87	5	3	10	18	16	2
סה"כ	44	42	78	164	121	43

(המשך המדור בעמוד 34)

אינג' זיס - מנהל ענייני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית

משולחן הועדות

אינג' מאול שפר

א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל (תקנות החשמל)

של הצעת התקנה, המתבססת כאמור, על התקן הזר שנבחר כדוגמה רעיונית לגישה הנדסית מסויימת לנושא. הטייטה עוברת קריאה ראשונה וקריאה שניה בוועדת המשנה ולאחר מכן היא

הקרוי "ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל", מורכב מ-24 מהנדסים, נציגים של הגופים הנדסיים הגדולים במדינה, שיש להם קשר הדוק עם עבודות חשמל. לכמה מהגופים המיוצגים יש יותר מנציג אחד ובסך הכל, חברים בוועדה כיום 21 מהנדסים, מהבכירים בארץ בשטחיהם המקצועיים. בהתאם לכך, נותר עדיין מקום בוועדה ל-3 חברים נוספים, אשר בודאי יתמנו לתפקידם במשך הזמן.

תכלית התקנות

בהזדמנויות רבות התייחסו מחברים שונים בעלוני "התקע המצדיע" לנושא תקנות החשמל - החל ממאמרו של אינג' א. לייטנר¹ בעלון מס' 1 - אוגוסט 1966 וכלה במאמרו של אינג' ו. זיס² בעלון מס' 35 - נובמבר 1985.

הקדשת מקום, בחוברת הראשונה, להסבר קצר על התקנות והתקנים נועדה להדגיש את החשיבות הרבה שימצא כל מי שעוסק במקצוע החשמל בתקנות ובתקנים ואילו במאמרו של אינג' זיס, הושם הדגש על החשיבות המכרעת שיש להיבט הבטיחותי בכל תקנות החשמל.

שני יעדים עיקריים עומדים לנגד עיני "המחוקקים" - אותם המהנדסים הנוטלים חלק ב"עבודת הקודש" של הכנת תקנות החשמל.

השיקול הראשון במעלה הוא הבטיחות, הן של מבצעי מתקני החשמל והמתחזקים אותם - ציבור החשמלאים - והן של המשתמשים במתקנים, כלומר כל איש, אישה וילד במדינה. היעד השני הוא נוחות השימוש במתקנים - בפרט במתקנים ביתיים - אשר לרוב מתוכננים ומבוצעים ללא השתתפות (או אפשרות לקביעת דרישות) מצידם של אלה, שיצטרכו להשתמש בהם לאחר השלמתם.

התקנות נועדות גם לייעל את התכנון והביצוע של המתקנים, דהיינו להבטיח את מירב התועלת במיזעור (במינימום) ההשקעה וכן הן נועדות לשמור על ביטוי נאות להתקדמות הטכניקה. לשם כך יש צורך, מדי פעם, לעדכן, לבטל את המיושן ולהוסיף את החידושים האחרונים.

ועדת ההוראות

איך נוצרות התקנות, שחן כעין "תניין" לאנשי מקצוע החשמל?

תקנות החשמל נוצרות מכח חוק המקנה לשר "הארגיה והתשתיות" ובלשון החוק: (בסעיף 13 לחוק החשמל התשי"ד - 1954) את הסמכות "... להתקין תקנות בכל ענין הנוגע לביצועו של חוק זה, לרבות תקנות הקובעות כללים לביצוע עבודות חשמל...". עד היום טרם ישב על כס השר, הממונה על ביצוע חוק זה, מהנדס חשמל שאפשר היה לצפות ממנו שיעבד בעצמו את התקנות. אין גם סיכוי רב שאי פעם זה יקרה. לכן מינה השר גוף מקצועי שמתפקידו להכין את התקנות, אשר לאחר אישורו של השר ופרסומו ב"קובץ התקנות" הרשמי, מקבלות תוקף של חוק על כל המשתמע מכך. גוף זה,

להלן רשימת חברי הועדה הנוכחיים:		
1	מהנדס ו. זיס	- משרד האנרגיה והתשתיות (מנהל עניני החשמל)
2	מהנדס א. שיין	- משרד האנרגיה והתשתיות
3	מהנדסת ר. אסטס	- משרד הבינוי והשיכון
4	מהנדס י. רוזיינסקי	- משרד הבינוי והשיכון
5	מהנדס ע. פרנקל	- משרד הבטחון
6	מהנדס מ. ברקוביץ	- משרד הבטחון
7	מהנדס ק. מילר	- משרד התקשורת
8	מהנדס ל. יבלונבסקי	- חברת החשמל
9	מהנדס א. טאוטרה	- חברת החשמל
10	מהנדס י. נוימן	- חברת החשמל
11	מהנדס מ. שאומברג	- חברת החשמל
12	מהנדס ג. פריבר	- חברת החשמל
13	מהנדסת צ. ויטנר	- מכון התקנים
14	פרופ' ל. מדזיר	- הטכניון
15	פרופ' י. נאות	- הטכניון
16	מהנדס ל. בלומקין	- מהנדס יועץ
17	מהנדס ז. דוניבסקי	- מהנדס יועץ
18	מהנדס א. לוטרמן	- מהנדס יועץ
19	מהנדס מ. שוורץ	- מהנדס יועץ
20	מהנדס נ. פלג	- מהנדס יועץ, (מרכז הועדה)
21	מהנדס פ. שפר	- מהנדס יועץ, (יו"ר הועדה)

אופן הכנת התקנות

תהליך העבודה של הועדה מתחיל בכך שמחליטים על תוכנית עבודה בהתאם לצרכים הנשמעים מגופים הנדסיים שונים. לאחר החלטה על הנושאים ועל סדר העדיפות ביניהם, ניגשים להקמת ועדות משנה המורכבות מהמומחים בארץ בנושא הנדון, בהשתתפות אחדים מחברי מליאת ועדת ההוראות הקרובים לנושא. ועדת המשנה דנה ראשית בתקנים ובתקנות הזרות הקיימים בנושא, בוחרת מביניהם את המתאים ביותר לתנאי הארץ ומביאה החלטה זו לאישור ועדת ההוראות.

(חברי הועדה משתדלים, עד כמה שאפשר, להיצמד היום לפרסומים של הנציבות הבינלאומית לאלקטרוניקה (I.E.C.) כאשר ההכרה הבינלאומית בתקיפותם של פרסומים אלה הולכת וגוברת מדי שנה.)

לאחר אישור התקנות (או התקנים) שישמשו כדגם מנחה, ניגשת ועדת המשנה להכנת טיוטה

מוגשת לוועדת ההוראות וזו דנה בכל סעיף וסעיף מההצעה, אף זאת בשתי קריאות. עם סיום שלב זה מועבר לבסוף החומר המוכן לעריכה משפטית במשרד המשפטים, מקום שם דואגים לאחידות הגישה המשפטית של כל התקנות במדינה ולאחידות השפה. עבודה זו נעשית במחלקה לחקיקת משנה של משרד המשפטים.

לאחר שהכל מוכן והשר חתם בחתימת ידו על התקנות, הן מגיעות למשרד המדפיס הממשלתי אשר מטפל בהדפסתם ובפרסומן בקובץ התקנות.

ברור מהסבר קצר זה שהדרך להכנת התקנות ארוכה מאוד. פרק הזמן מיום קבלת החלטה על נושא מסויים ועד לפרסום התקנות באותו נושא מתמשך בדרך כלל בין שנתיים עד שלוש שנים וזאת במקרה הטוב. פרק זמן כזה נחשב כסביר ומקובל בעבודות דומות בכל העולם.

שתי סיבות לייחבת - "ולי" דרך היסורים" הארוכה שעל כל נושא לעבור עד לפרסומו בתקנה:

1. החשמלאי "בסבך" החוק, התקנות והתקנים.
2. "הבהרות מתייבט הבטיחות בחקשר להוראות ביצוע מתקני חשמל במתח נמוך בהתאם לדרישות חוק החשמל ותקנותיו".
3. ספר חוקים - ס"ח 164.

אינג' פ. שפר - יו"ר ועדת ההוראות וועדת הפירושים של משרד האנרגיה והתשתיות

משולחן הועדות

- ב.** תקנות נוצרות בתוקף חוק החשמל ובחסות משרד האנרגיה.
תקנים נוצרים בתוקף חוק התקנים שבחסות משרד התעשייה והמסחר.
- ג.** לכל התקנות יש תוקף של חוק והפרתן היא מעשה פלילי שבצידו העונשים הקבועים בחוק. מרבית התקנים הם המלצות לרמת טיב מסויימת. רק מקצתם מקבלים סטטוס חוקי לאחר הכרזתם (ע"י הממונה על התקינה במשרד התעשייה והמסחר) כ"תקן רשמי".
- לאחר הסבר כללי זה של אופי התקנות ודרך התהוותם, נהיה מוכנים, בחוברות הבאות, להתרכז בתוכן של התקנות החדשות, שיעמדו לפרסום מדי פעם.

- ה.** **תחזוקה נאותה** הינה חובה בהתאם לחוק. נתגלו ליקויים במתקן, חייבים הם לעבור תיקון בהקדם. במקרים מסויימים קיימת חובה לנתק את המתקן מהזינה עד לתיקון.
- ו.** **תחלתן של תקנות חדשות** הינה תמיד על מתקנים חדשים, המופעלים לאחר מועד תחילתן של התקנות. אין הן חלות באופן רטרואקטיבי על מתקנים קיימים אלא אם אלה עוברים שינוי יסודי. שינוי יסודי מוגדר בכל נושא.
- ז.** **תחילת התקנות** נקבעת תמיד לאחר פרק זמן המאפשר שהות למתכננים ולמבצעים של מתקני חשמל להערך למצב החדש או לסיים מתקנים שתוכננו לפני פרסומם. בדרך כלל תחילת התקנות היא בין ששה חודשים ועד לשנה לאחר פרסומן.
- ח.** **האחריות על קיום הוראות התקנות** מוטלת על בעל המתקן, על מתכננו או מתקנו, או בודקו, או מחזיקו, או מפעילו, הכל לפי הענין, כך שלדוגמה מפעיל לא יהיה אחראי למשגה תכנוני, או מתקין של מתקן לליקוי תחזוקתי. הפרוש הוא חשוב, הואיל ומדובר באחריות משפטית.

האחת, להבטיח שהתקנות יעמדו במבחן המציאות, יהיו בטיחותיות, יעילות, עדכניות באופן טכני, ותואמות עד כמה שאפשר את הענין (האינטרס) שיש לכל אחד מהמשתמשים בהם. בנוסף לכך חייבת הוועדה לראות נגד עיניה ולהקפיד, כל הזמן, שלא תתהווה סתירה כל שהיא בין התקנות החדשות לבין התקנות הקיימות וזאת בנוסף להתחשבות בשיטות העבודה והבדיקה הקיימות בארץ.

הסיבה השניה היא שועדת ההוראות, וכמוה גם כל ועדות המשנה, מורכבת מחברים מתנדבים, אשר תורמים לא רק מנסיונם האישי אלא גם מזמנם ומרצם לשם קידום המטרה המשותפת - השלמת החקיקה בהנדסת החשמל. מכאן שאין לעבודת הוועדה אופי של תהליך יומיומי רצוף, אלא המפגשים מתקיימים בדרך כלל אחת לחודש.

הפרקים המשותפים לכל התקנות

כל אחת מהתקנות דנות, כמוכן, בנושא ייחודי משלה, אך יש לכולן פרקים משותפים החוזרים על עצמם והעוברים את כל מסכת התקנות כ"חוט השני", והם:

א. ההגדרות, הבאות להסביר מונחים ייחודיים לתקנות על מנת להסיר ספק מלב הקורא בדבר המשמעות המדוייקת של מונח מסויים. בשנים האחרונות נעשה מאמץ לאחד את כל סוגי ההגדרות שבתקנות השונות, כך שלאותו מונח תהיה הגדרה זהה - באופן מילולי - בתקנות השונות. מלאכה זאת טרם הושלמה הואיל וכל התקנות הקודמות לא עברו עדיין את שלב ה"רביזיה".

ב. איסור ביצוע עבודות חשמל על-ידי אדם שאינו חשמלאי. בזמן האחרון ניתנת אמנם אפשרות של ביצוע עבודות לא מקצועיות לעובדים שאינם חשמלאים, אולם העבודה חייבת להעשות תחת פיקוח של חשמלאי מוסמך. (בהתאם לסוג העבודה כפי שמוגדר בתקנות "רשימות", ק"ת 4778).

ג. דרישה להתאמת כל החומרים והציוד בהם משתמשים במתקן לתקנים ישראליים.

ובהעדר תקן ישראלי לציוד מסויים, רשאי מנהל עניני החשמל במשרד האנרגיה לאשר - במקרה מיוחד, או בסוג של מקרים - את השימוש בתקן זר.

ד. החובה לבדיקת כל מתקן טרם הפעלתו הראשונה, כדי לוודא שאמנם קויימו כל דרישות התקנות. תוצאות הבדיקה חייבות להירשם ולהישמר.

הבדיקה חייבת להתבצע על-ידי חשמלאי בעל רשיון מתאים לבדיקת המתקן הנדון.

על פי הסכם שבעל-פה מתקבלת הבדיקה של בודקי חברת החשמל, המתבצעת לפני הציבור של כל מתקן חדש לרשת החשמל הציבורית, כבדיקה לפי דרישת התקנות. אולם קיימים מתקנים רבים המתווספים למתקנים קיימים, ללא ידיעת חברת החשמל, ואותם חובה להעביר בדיקה מוסמכת טרם הפעלתם, אותו כלל חל גם על שינוי או תיקון של מתקן.

תעריף חדש ליצרנים פרטיים.

בהתאם להחלטת הדירקטוריון נקבעו מחירים חדשים לרכישת חשמל על-ידי חברת החשמל מייצרנים פרטיים.

הבסיס למחירים החדשים הינו תעריף החדש (שהופעל בשנה זו) כאשר התעריפים מתחלקים לשתי קבוצות כדלהלן:

1. בסיס תעריף ועוד 15% למיצרים חשמל בתהליך "נקיי" (אנרגית שמש, אנרגיה הידרואלקטרית, אנרגית רוח ואנרגיה שיווית נקיה).

2. בסיס תעריף ועוד 10% למיצרים חשמל בתהליך "שאינו נקי" (אנרגיה מפסולת, קוגנרציה, אנרגיה מפצלי שמן ואנרגיה שיווית מזהמת).

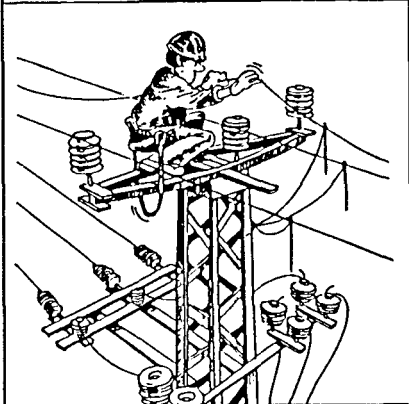
על מנת לתת בטחון ליוזם המשקיע יהיו המחירים צמודים כדלהלן:

45% מהמחיר יהיה צמוד למחירי סל הדלקים של חברת החשמל לקוטייש.

55% מהמחיר יהיה צמוד למדד המחירים הסיטונאיים של תפוקת התעשייה.

התעריף החדש יחול על יצרנים חדשים שיחתמו על הסכם לאספקת חשמל.

החל מ-1.7.88 כל יצרן אשר יחתום על ההסכם המתייחס לתקופה של 8 שנים, כאשר החברה מתחייבת להמשיך ולקנות ממנו חשמל, במחירים שיקבעו באותה עת גם לאחר תום תקופת 8 השנים.



תוכנית העבודה של הוועדה

התקנות שפורסמו עד כה ידועות לציבור החשמלאים והן סוכמו במאמרו של אינג' ו. זיס בחוברת מס' 35². כעת משלימה ועדת ההוראות לביצוע מתקני חשמל את הרביזיה של תקנות החשמל (הארקות והגנות בפני חישמול), עוסקת בעריכה סופית של תקנות החשמל (התקנת רשת עילית) וניגשת לרביזיה של תקנות החשמל (התקנת גנטורים). תקנות אלה פורסמו בינואר 1987 וכבר נתקלו בכמה נקודות של שינויי תפיסה טכנית שיש צורך לתת להן ביטוי נאות בתקנות. לאחר מכן עומדות לעלות לציון בהתאם לתוכנית העבודה, תקנות בדבר מתקני חשמל באתרים חקלאיים ומתקני חשמל באתרים רפואיים.

לאחרונה נוספו עוד שני נושאים לסדר העבודה של הוועדה:

א. צורת חיבור מתקני על-פסק למערכת החשמל הציבורית.

ב. תקנות להקטנת הפרעות ברשת החשמל הציבורית על-ידי זיהום כגון - זיהום מתח, יצירת גלים בתדרים הרמוניים, עיוות הסינוסואידה וכו'.

תקנות לעומת תקנים

מענין להדגיש את ההבדל הקיים בין תקנות לבין תקנים.

א. על פי הסכם בלתי כתוב - "תורה שבעל פה" - דמות לתקנות החשמל באופן ביצוע מתקני החשמל ואילו התקנים בשטח החשמל דנים בטיב הציוד (המכשירים והאזורים) הבאים לשימוש בתקנים.

ב. ועדת הפרושים

"אזרח מן השורה", שנתקל בחילוקי דעות מהותיים עם עמיתיו בעניינים אזרחיים או מסחריים, פונה אל בתי המשפט כדי שיפסקו בין הצדדים שאינם מסוגלים לתת פרוש מוסכם לנאמר בחוק.

למהנדס החשמל שנתקל בסוגיה המחייבת פרוש מדוייק לנאמר בתקנות החשמל יש גם כתובת מוסמכת ומחייבת שהיא "ועדת הפרושים" שליד משרד האנרגיה והתשתית.

בבתי המשפט יושבים על כס המשפט שופטים מלומדים שהתמחו בעקרונות החוק ויישומו וביכולתם לתת פירושים לכוונות המחוקק, אשר הכין ואישר את החוק, אך בשום אופן לא יכול היה לחזות מראש את כל השאלות וההשלכות העשויות להתעורר במרוצת השנים ושאותן צריך לפתור לפי רוח החוק וכוונותיו.

לתכלית מקבילה מונתה גם ועדת הפרושים המורכבת ממהנדסים ותיקים במקצועם שכולם גם היו, במשך שנים רבות, חברים בוועדת ההוראות (היא הועדה אשר מחברת את תקנות החשמל) וממשיכים עדיין לפעול בתפקיד זה. בעקבות השתתפותם בדיונים הארוכים הקודמים להוצאת תקנות החשמל, מודעים היטב חברי "ועדת הפרושים" לכוונת התקנות, גם אם אין בהן תמיד תשובה ישירה וחד-משמעית לכל שאלה שעשויה להתעורר תוך כדי עבודה ושימוש מעשי בהנדסת החשמל.

תפקידה הרשמי של הועדה, כפי שהוגדר בכתב המנוי של חבריה הוא... "לתת פרוש טכני מוסמך, בעקבות פניות הציבור ו/או מועדת ההוראות, לנאמר בתקנות הנ"ל, (התקנות לפי חוק החשמל), במקום שפירוש כזה מתבקש".

חבריה כיום הם המהנדסים: **ל. בלומקין, ז. דוניבסקי, ו. זיס** (מנהל ענני חשמל), **ג. פלג** (מרכז), **ע. פרנקל, פ. שפר** (יו"ר).

הועדה, אשר היתה כבר קיימת בעבר הרחוק, קיבלה מנוי חדש באוגוסט 1984 וקיימה את ישיבתה הראשונה בדצמבר 1984. מאז היא נוהגת להתכנס מידי פעם כאשר מובאות לפניה בקשות לפירושים מוסמכים של תקנות החשמל. סיכומי ועדת הפרושים מובאים לפני מליאת ועדת ההוראות ומקבלים תוקף מחייב רק לאחר שאין עליהם עוררין בוועדת ההוראות עצמה.

להלן כמה מהשאלות בהן טיפלה ועדת הפרושים והפסיקות שהיא הוציאה מתחת ידה. דוגמאות נוספות תובאנה בחוברות הבאות.

הארקת עמודי חשמל ממתכת

ש: על פי תקנה 13)45 של תקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חישמול - ק"ית 4643) פטורים עמודי מתכת ואביזריהם השייכים לחברת החשמל מחובת הארקה, בתנאי שהם צבועים. לא נאמר עד איזה גובה יש לצבוע.

ת: יש לראות צביעה של עמודים ואביזרים כאלה עד גובה של 2.80 מ' כמספקת את דרישות התקנה.

הערת הסבר:

הצביעה הנדרשת בתקנות נועדה לשמש כהגנה בטיחותית נגד חישמול במקרה של נגיעה מקרית של עוברים ושבים. לכן גובה של 2.80 מ' (גובה של יד מורמת) נראה כמספיק. החלטה זו תבוא לביטוי מפורש ברביזיה של תקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חישמול) העומדות לפני פרסום.

רצפה צפה כ"מוביל"

ש: האם אפשר לראות ברצפה צפה (רצפה כפולה) "מוביל" כהגדרת התקנות, לצורך השחלת מוליכים ו/או כבלים?

ת: אכן יש לראות ברצפה צפה (רצפה כפולה) מוביל מסוג תעלה וחלות עליה כל הדרישות הרלבנטיות שבתקנות בדבר התקנת מובילים (ק"ית 1809)

הערת הסבר:

רצפות כפולות ניבנות בדרך כלל, מתחת ל"חדרי חשמלי" של מתקני תעשייה, מתקני השנאה או מתקני תקשורת, לצורך מפרש של העברת כבלים ו/או מוליכי חשמל בחלל שנוצר. לכן יש לקיים את כל דרישות התקנות הרלבנטיות אם אכן היא משמשת למטרה האמורה.

קו זינה לדודי שמש

ש: הזנת דודי שמש במבנים קיימים מבוצעת לעיתים על-ידי כבל או פתיל הצמוד (מראש) למערכת צנורות המים הקרים והחמים, כשמכלול הצינורות והכבל מותקנים כיחידה אחת על קיר המבנה ועל הגג. האם הדבר מותר, כשבתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך - ק"ית 4731) נאמר בתקנה 99: ".... אין להתקין כבל זה בצמוד לצנור המים"?

ת: הדבר מותר על פי רוח תקנות החשמל (התקנת כבלים) בתנאי שהכבל או הפתיל המשמשים להזנת דוד החשמל יושחל בתוך צינור מחומר פלסטי העמיד בשמש. צינור זה מותר להצמיד לצנרת המים החמים (המבודדת מבחינה תרמית) ו/או לצנרת המים הקרים, באמצעות חבקים משותפים העמידים גם הם בשמש.

הערת הסבר:

ההנחה היא כי המוביל שבתוכו יושחל הכבל ישמש כהגנה מספקת בפני פגיעה מכנית ובפני אפשרות הרטבה, ואילו הבידוד התרמי של צינור המים החמים ישמש כהגנה תרמית לכבל ההזנה.

תעלות עם ציוד חשמלי ברצפה

ש: קיימות תעלות המיועדות להתקנה ברצפה ומתוכננות להכיל ציוד חשמלי שונה, כגון בתי תקע, מפסקים וכו'. לגבי רצפות אלו לא קיים תקן ישראלי. האם הן מותרות להרכבה בארץ?

ת: מנהל ענני חשמל רשאי, על פי הסמכויות המוקנות לו בתקנות, לאשר שימוש בציוד בהתאם לתקן זר במקרה של העדר תקן ישראלי.

שימוש בצנרת מים כאלקטרודת הארקה

ש: האם, כאשר עושים במבנה קיים, בו ההגנה היא באמצעות הארקה לצנרת המים המתכתית "שינוי יסודי" כמשמעותו בתקנה 99 של תקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חישמול - ק"ית 4643) יש לדרוש היתר מהרשות המקומית לאספקת המים, להמשך השימוש בצנרת המים להארקת הגנה, כנדרש בתקנה 14-א(1)?

ת: בתקנה נאמר: "מתקן חשמל נמצא במקום

אשר בו הרשות לאספקת מים נתנה היתר..." המצב המקובל במבנים קיימים, בטרם תחילתן של התקנות החדשות (אוגוסט 1984) היה השימוש בצנרת המים לשם הארקות הגנה של המתקנים, וזאת על דעתן או בדיעתן הברורה של הרשויות לאספקת מים. המתקן, על אף השינויים בו, נמצא גם הלאה באותו המקום ואין, לכן, צורך בקבלת היתר נוסף.

פירוש זה נתקבל גם על דעת היועץ המשפטי של משרד האנרגיה.

בדיקת הפעלה של מתקנים

ש: האם יש להתייחס, בזמן בדיקת ההפעלה של מעגל סופי, גם למכשירים המחוברים אליו או הניזונים ממנו?

ת: על פי ההגדרה של מעגל סופי יש להתייחס בבדיקת ההפעלה למעגל סופי עד, ועד בכלל, לבית התקע או עד, ועד בכלל, למפסק או למכשיר שבמתקן. מכשירים המחוברים למתקן, והעלולים להיות מוחלפים, אינם חייבים להכלל בבדיקה. מאידך, מכשירי צריכה אשר מהווים חלק אינטגרלי של המבנה עצמו, והמחוברים למתקן החשמלי באופן קבוע, כגון מעליות, דודים, משאבות וכו', חייבים בבדיקה חשמלית לפני הפעלתם.

משולחן הועדות

ריבוי פסי השוואה פוטנציאליים

ש: האם מותר, במבנה גדול, לסדר שניים או יותר פסים להשוואת פוטנציאליים ולחבר אליהם את כל השרותים המתכתיים שבסביבת כל פס, החייבים בחיבור, וזאת במקום להעביר מוליכי חיבור ומוליכי הארקה ארוכים מאד אל הפס שלידי הלוח הראשי?

ת: מותר שבאותו מבנה יותקנו מספר פסים להשוואת פוטנציאליים, בתנאי שכל אחד מפסים אלה עומד בכל הדרישות החלות על פס השוואת פוטנציאליים. מותר לגשר פסי השוואת פוטנציאליים אלה באמצעות מוליך, עליו יחולו התנאים המחייבים מוליך הארקה. אם משתמשים במוליך מבודד יהיה הוא בגוון צהוב/ירוק. נעשה איפוס במבנה, בו מותקנים יותר מפיס אחד להשוואת פוטנציאליים, ייעשה חיבור אחד בלבד בין מוליך האפס לבין פס השוואת פוטנציאליים לכל כניסת זינה.

הערת הסבר:

לא נאמר בשום מקום בתקנות שמותר רק פס השוואה אחד, נהפוך הוא, עדיף להשתמש בברזלי הזיון ובטבעת הגישור ליצירת קשר אמין בין ברזלי המבנה לבין הפס להשוואת פוטנציאליים, במקום מוליכי חיבור ארוכים ואולי חשופים למגיעות שונות. מאידך, רצוי ליצור עוד קשר בין כל הפסים על-ידי חיבור אחד נוסף מחוץ לברזלי המבנה, אשר עונה על כל הדרישות לגבי מוליך הארקה. יש לשים לב שחיבור בין מוליך האפס של הזינה לבין פס השוואת הפוטנציאליים (הכולל כמובן חיבור להארקת היסוד) מותר רק במקום אחד בכל המתקן, ללא תלות בגודלו ובהיקפו של המתקן ובמספר הפסים להשוואת פוטנציאליים שיש בו. אחרת יכולים להתהוות, בזמן קצר, זרמים בלתי מבוקרים במוליכי החיבור.

בתי תקע בחזרי אמבטיה

ש: במבנים רבים (בעיקר במבני שיכון) מותקנת מכונת הכביסה בחדר האמבטיה וזאת מחוסר מקום. האם מותר להתקין שם בית-תקע במקום להעביר את פתיל המכונה (לפעמים בתוספת כבל מארז) אל מחוץ לחדר?

ת: האיסור בתקנה 19 של תקנות החשמל (מעגלים סופיים - ק"ת 4731) הינו ברור ומוחלט.

הסבר והנמקה:

חדר אמבטיה הינו מקום מצומצם בדרך כלל, ונחשב למקום של סכנה מוגברת בהיותו מקום בו שורר מצב של רטיבות מתמדת, אדים או התזה. אין זה רצוי כלל, מבחינה בטיחותית למקם בחדר האמבטיה ציוד כמכונת כביסה הפועלת לכשעצמה, בתנאים קשים של רטיבות, חום וחומרים כימיים וכל זאת כאשר אדם יחף במצב רטוב יכול לגעת בה.

בתי תקע על שולחנות של מעבדות לימוד

ש: נהוג לסדר בתי-תקע על שולחנות העבודה של מעבדות, כולל מעבדות בבתי ספר. האם הדבר מותר לאור תקנה 18(ג) של תקנות החשמל (מעגלים סופיים)?

ת: התקנה הני"ל אומרת "...בחזרים המיועדים לתיוקות וילדים במוסדות יהיה גובה של התקנת מפסק 160 ס"מ לפחות מהרצפה וגובה של בית תקע 180 ס"מ לפחות מהרצפה". ההוראה מתייחסת בבירור לחדרי תיוקות וילדים, כשהכוונה היא לילדים קטנים היכולים לשחק בציד החשמלי הנוכח. אין ההוראה חלה על מעבדות של בתי ספר, בהן משתמשים ילדים בגיל בו מותר להם כבר לעסוק גם בחומרים כימיים ובמיכשור פיזיקלי וממילא אין להם בעיה להגיע גם לגובה של 160 ס"מ ו-180 ס"מ. מותר, איפוא להתקין מפסקים ובתי-תקע על שולחנות העבודה.

מספר בתי תקע במרפסת

ש: על פי תקנות החשמל (מעגלים סופיים) קיימת חובה להתקין בתי-תקע בכל מרפסת

ששטחה עולה על 2 מ' (תקנה 11(ז)). כן יש חובה להתקין במרפסת שרות, שבה יש סיידור למכונת כביסה בית-תקע (עבור המכונה), הניזון ממעגל נפרד בחתך מוליכים של 2.5 מ"מ (תקנה 11(ד)). האם אפשר לראות בית תקע אחד כממלא את שתי הדרישות גם יחד?

ת: אין חובה להתקין במרפסת שרות, אשר בת-גם מכונת כביסה, יותר מבית-תקע אחד.

הסבר הנמקה:

אם קויימה הדרישה להתקין מעגל מיוחד, בעל מוליכים בחתך של 2.5 מ"מ, אשר בסופו בית-תקע אחד בלבד, הרי שמולאה הדרישה בתקנה 11(ד). כשבית-תקע זה איננו בשימוש להפעלת המכונה, אין כל סיבה שלא יוכל למלא את התפקיד שנועד לו בתקנה 11(ז).

בעיות נוספות, שכבר טופלו בעבר על-ידי ועדת הפרושים וכמובן אלה שייגעו לשולחנה בעתיד, יפורסמו באופן סדיר בעלון כדי שציבור החשמלאים, יוכל להפיק תועלת מהחלטות הועדה.

ימי עיון בנושא ניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות

(DEMAND-SIDE MANAGEMENT) -

בתחום החשמל ומיזוג האוויר יזמים פוטנציאליים ומהנדסי הקמה של פרויקטים גדולים (ראה דיווח ב"התקע המצדיע" מס' 40). ביום העיון השתתפו 160 איש.

ב-30.3.88 נערך בכפר המכביה, ברמת-גן יום העיון השני בסדרה שהוקדש לצרכני החשמל במשק המים ומטרתו: לידעם באשר לשיטות וטכניקות הקיימות והאפשרויות לשיפור פרופיל הצריכה במתקני שאיבה, אספקה, חלוקה והשקיה ולאפשר להם לנצל במה מקצועית זו לשמיעה והשמעה של רעיונות לתועלת הפרורם אשר כלל את מעצבי המדיניות במשק המים ואת המשתמשים במיגורים השונים. ביום העיון השתתפו 90 איש.

ב-28.6.88 נערך באולמי "בני ברית" בתל-אביב יום העיון השלישי בסדרה שהוקדש לחידושים בתחום תעריפי החשמל לצרכנות גדולה.

יום העיון שיעוד לסגל הניהולי הבכיר של קבוצת צרכני חשמל הכוללת מאה צרכני תעו"ז בצרכנות הגדולה. מטרת יום העיון היתה לידע את צוות הניהול הבכיר ולעורר עניין באשר לחידושים בתחום תעריפי החשמל בצרכנות הגדולה ולהציג בפניהם צעדים הנדסיים ואירגוניים שנקטו על-ידי צרכנים על מנת להפיק את התועלות הגולמות לצרכן בתעריף החל על צריכת החשמל במתקניהם. ביום העיון השתתפו 125 איש.

במסגרת פעילויותיה להסברת נושא ניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות (Demand-Side Management), עורכת חברת החשמל סידרה של מפגשים מקצועיים המותאמים למגזרי המשק השונים.

מטרת הפעולות לניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות היא להשפיע על פרופיל צריכת החשמל של הצרכנים - כדי להביא לשינויים בעקומת העומס של מערכת החשמל הארצית - בדרכים אשר תהיינה לתועלת ציבור הצרכנים, חברת החשמל והמשק הלאומי כאחד.

התועלת לחברת החשמל - ולמשק הלאומי - היא בכך ששינויים בעיתוי ובגודל הביקוש עשויים להביא לניצול יעיל יותר, בעלויות נמוכות יותר של יחידות הייצור.

התועלת לצרכן טמונה באפשרויות של שליטה טובה יותר בצריכת החשמל ובהפחתת עלויות הנובעות מצריכה זו.

הצלחת ניהול עומס בתחום הצרכנות מותנית בשיתוף פעולה נרחב של הצרכנים. נסיון חברות החשמל בעולם בשנים האחרונות מצביע על כך שהיבטים כלכליים אינם הגורמים הבלעדיים המשפיעים על החלטת הצרכן הקשורה בהשתתפותו בפעולות ניהול עומס בתחום הצרכנות.

ב-25.11.87 התקיים בכפר המכביה, ברמת-גן יום עיון ראשון אשר היווה פתיחה לסדרת המפגשים. יום העיון יועד למהנדסים יועצים

מבצע העברת השכונות בירושלים מרשת חברת החשמל של מזרח ירושלים וחיבורן לרשת החשמל הארצית (6.12.87)



רקע כללי

השכונות היהודיות שניבנו בירושלים לאחר מלחמת ששת הימים חוברו לרשת של חברת החשמל של מזרח ירושלים (חמ"י) וזאת בהתאם לתנאי הזיכיון...

בסוף שנות השבעים התגבשה מגמה לחבר את השכונות הנ"ל לרשת הארצית.

על סמך נתונים חלקיים על רשת חמ"י שנתקבלו ממשרד האנרגיה והתשתיות, החל בהנהלת מחוז ירושלים, בחברת החשמל הישראלית, בעבודה על התכנון העקרוני.

מסיבות שונות שלא כאן המקום לפרט, הוקפא הטיפול בנושא.

בשנים האחרונות חלה ירידה משמעותית ברמת תיפקודה של חברת החשמל המזרח ירושלמית. חוסר יעילותה גרם בין היתר לכך שחובה לחברת החשמל לישראל בגין החשמל שרכשה ממנה על מנת לספקו לצרכניה הצטבר לסכום של כ-45 מיליוני שקלים חדשים. ב-1986 הוצאו התוכניות מהמגירה והוטל על מחוז ירושלים להכין תכניות מפורטות להעברת השכונות הנ"ל מרשת חמ"י לרשת חברת החשמל הישראלית.

העבודה שתוקף זיכיונה של החברה המזרח ירושלמית פג ב-31.12.87 הביאה את ממשלת ישראל להניח על שולחן הכנסת הצעת חוק לפיה יסופק החשמל לשכונות היהודיות שבשטח האספקה של חברת החשמל המזרח ירושלמית על ידי חברת החשמל הישראלית.

הסתבר כי במשך השנים בהן סבלו חלק מתושבי השכונות מאספקת חשמל בלתי אמינה, למדו כיצד לנהוג במצבים אלה. הם ציפו שעכשיו ישתנה המצב באופן דרמטי. הציפיות היו גדולות. אך נדרשו שבועות רבים, כדי לשפץ ולהביא את המערכת שעברה לידינו למצב של אספקה אמינה.

חברתנו לבצע, בנוסף לתכנון מדוקדק של המבצע ההנדסי, פעולות רבות בשטח המסחרי/צרכני ובהתייחסות:

מרוץ נגד הזמן

דאגתה העיקרית של מינהלת המבצע הייתה לבצע את ההעברה במהירות המירבית, כדי למנוע אי-נוחות מתושבי השכונות ולהקטין את סיכויי החבלה.

מסיבה זו הוחלט גם לבצע את ההעברה בשעות הלילה - קושי של ממש, בביצוע עבודות החשמל שחלקן אמורות היו להתבצע ברשתות בהן ימשיך החשמל לזרום.

ההערכה הייתה, כי ידרשו 12-20 שעות לביצוע העבודה "אם הכל ילך כשורה". ידענו, כי גם אם הכל תוכנן לפרטי פרטי, יכול שיבוש בלתי צפוי להשאיר בחשיכה שכונות שלמות לזמן ממושך.

החשש מאפשרות זו, התנאים בהם עמד המבצע להתקיים ואמצעי הבטחון החמורים שנקטו, לא איפשרו להודיע לתושבי השכונות את המועד המדויק של ההעברה, אלא מספר שעות קודם לכן.

החזאי צפה גשמים והועלה חשש שמזג האוויר הירושלמי ימצא צרכנים רבים בלתי מצוידיים באמצעי חימום אלטרנטיביים.

3 ימים לפני המבצע כונסו נציגים של ועדי השכונות. מבלי לנקוב בתאריך הצפוי, הוסבר להם על מורכבות המבצע והנעלמים הרבים העומדים בפניו.

הודגש כי על אף שהכל תוכנן, תוך לקיחת סיכונים של ממש, יתכנו הפסקות חשמל ארוכות, ועליהם להעריך לכך.

מבצע מסובך

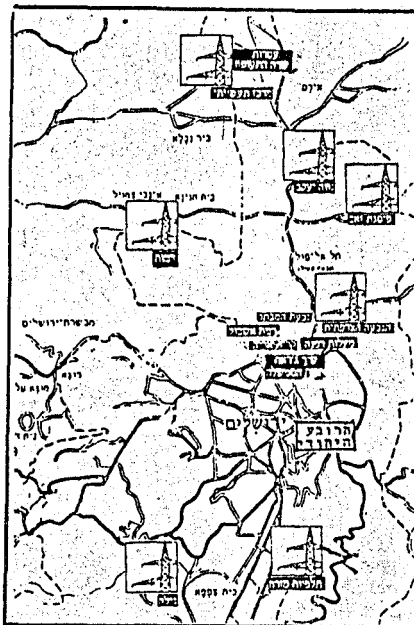
מסובך, כי העברתם של מעל ל-30,000 צרכני חשמל ממערכת טכנולוגית אחת לשנייה, מערכות השונות זו מזו אפילו בסוגי הציוד אשר בשימוש, הוא מסובך. אלא שעיקר הקושי היה במקום אחר;

היה ברור, כי עובדי חברת החשמל לא יזכו לשיתוף הפעולה הדרוש מצד חמ"י פרושו של דבר שלא יהיו בידיהם מפות תפעוליות, מידע מוקדם על תוואים של קוים תת-קרקעיים ועיליים, ושום סיוע בהכרת הציוד (בעיקר השנאה ובטיחות) שיהיה עליהם להפעיל לאלתר. עבודות ההכנה שניתן היה לבצע בטרם מבצע, מבלי לעורר מהומות מדיניות ומשפטיות, היו מוגבלות, תחום התמרון הצר נוצל היטב; הונחו במהירות קווי חשמל עיליים ותת-קרקעיים, כדי לקרב את החשמל "הישראלי" אל השכונות. הרשת הקיימת בשכונות אלה נלמדה בקפידה, ומומחים נשלחו לאנגליה להכיר חלק מציוד ההשנאה שבשימוש החברה המזרחית.

צוותי התיגבור מכל חלקי הארץ שאמורים היו ביום ה"ש" לעלות ירושלימה ולסייע לעובדי החברה בירושלים, ערכו סיורים מוקדמים, קיבלו הסברים ומטלות מוגדרות ושוב למקומותיהם להמתין שיקראו לביצוע. ציוד כבד, מערכות קשר, מעבדות ניידות, קציני בטחון ומערך רפואי, הכל תואם תוזמן ותורדך. מערכת משומנת היטב המתינה להחלטת הממשלה.

עם אישור החוק, הטיל שר האנרגיה והתשתיות על חברת החשמל לישראל לבצע את ניתוק השכונות היהודיות בירושלים מרשת החשמל של החברה המזרח ירושלמית ולחברם לרשת החשמל הארצית. פעולה זו חייבה את

השכונות היהודיות שחוברו לרשת הארצית



א. היבט טכני

אינני זיגמונט ספורן

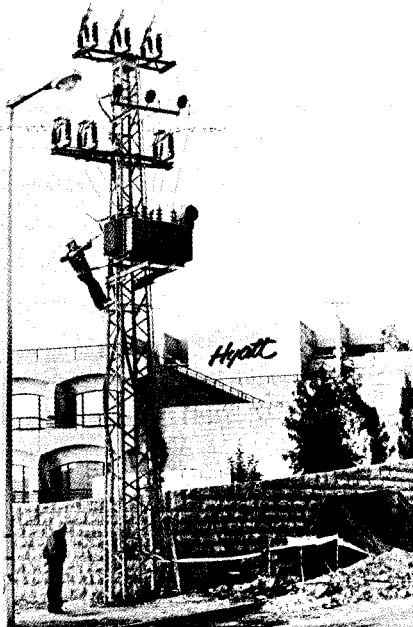
בשכונות המיועדות לחיבור היו כ-30.000 צרכנים, כ-230 תחנות טרנספורמציה, מאות קילומטרים של כבלי מתח נמוך ומתח גבוה ועשרות קילומטרים של רשת אווירית 33 ק"ו ו-11 ק"ו.

ההספק הכולל בשיא העומס של כל חמיי הגיע לכ-110 מגווייט מזה צרכו השכונות היהודיות כ-50 מגווייט. כדאי לציין שכ-95% מיכולת ההספקה של חמיי סופק לה מרשת חברת החשמל לישראל, היתר יוצר בתחנת הכוח שלהם. מורכבות נושא חיבור השכונות והבעיות שצמחו בפני חברת החשמל היו התחברות לרשת עם מתחים שונים מהמקובל אצלנו (6.6 ו-11 ק"ו), ציוד שונה וקונספציה אספקה שונה מהמקובל במחוז ירושלים.

נוכחנו לדעת שאלטרנטיבה זו היא מעשית ולמעשה בלעדית.

ב. השכונות: עטרות, רמות, גבעת זאב וגילה, היו מוזנות באמצעות תמ"מ. תמ"מ בשכונות אלו קיבלו אספקה ישירות מתמ"מ תחנת משנה של חברת החשמל במתח 33 ק"ו, העקרון היה להשתלט על התמ"מ ובאמצעות אמצעי מניה ולקבוע גבולות אספקה חדשים. **השכונות: נוה יעקב, ופסגת זאב** היו מוזנות גם כן באמצעות תמ"מ. אך כאן היה עלינו להתנתק מקווי 33 ק"ו של חמיי ולהתחבר לקו 33 ק"ו של ח.ח.י. שעובר בסמוך לתמ"מ נוה יעקב.

ג. מעלה אדומים ומישור אדומים. הקווים 33 ק"ו שהזינו אזורים אלה חייבים היו להשאיר ברשות חמיי (קווים אלו מזינים את אזור יריחו וכפרים רבים אחרים). עובדה זו אילצה אותנו לבנות קווים חדשים ישירות למעלה אדומים ולמישור אדומים מתמ"מ של ח.ח.י. ולנתק את הקשר בין אזורים אלו לקווים 33 ק"ו של חמיי.



תמונה 1

עבודות רשת בגבעה הצרפתית (ליד מלון היאט)

אפשרות ב

להגיע עם כבלים 12.6 ק"ו למוקדי הצריכה ובעזרת אוטוטרנספורמטורים 12.6/11 ק"ו להתחבר לתשתית קיימת של חמיי היה ידוע לנו שרוב השנאים של חמיי, כולל הציוד היו מותאמים לשני מתחים 6.6 ק"ו עם אפשרות בחירה.

חיוק לבחירה באלטרנטיבה זו קיבלנו על-ידי נסיון מעשי שנרכש בשכונת "רמות" בשיתוף פעולה בין חברת החשמל לחמיי כושר ההשגחה של מחוז ירושלים במתח 33 ק"ו מוגבל. מהנדסי חמיי שוכנעו, לאחר משא ומתן ממושך, להמיר את ההזנה בשכונת רמות באמצעות תמ"מ 12.6/33 ק"ו להזנה באמצעות חיבורם לרשת 12.6 ק"ו על ידי אוטוטרנספורמטורים 12.6/11 ק"ו. מהנדסי חמיי היו צריכים להחליף את המתח בכל השנאים בשכונת רמות ממתח 6.6 ק"ו למתח 11 ק"ו. מאחר ומבצע זה עבר בהצלחה

עקרונות התכנון

רשת מתח גבוה של חמיי בנויה במגעל 33 ק"ו כאשר הצרכנים מוזנים באמצעות תחנות מורידות מתח (תמ"מ) 33/11-6.6 ק"ו.

עקרונות התכנון שעוצבו התבססו על:

א. הגעה עם כבל מייג למוקד צריכה והתחברות בעזרת אוטוטרנספורמטורים לתשתית הקיימת.

ב. השתלטות על תמ"מ וקביעת גבולות אספקה חדשים.

ג. בניית קווים חדשים מתמ"מ שלנו ישירות לאזורי צרכנות.

עקרונות אלו הותאמו לאופי חיבור השכונות תוך שמירה על רצף האספקה לצרכנים שנשארו בתחום הזיכיון של ח.ח.י. כמפורט להלן:

א. השכונות: רמת אשכול, מעלות דפנה, הגבעה הצרפתית, הרובע היהודי ותלפיות מזרח,

קיבלו אספקה במתח 6.6 ק"ו והיוו חלק אינטגרלי ממערך האספקה לצרכנים בעיר ירושלים בשכונות הערביות והיהודיות. עקרון התכנון היה בנוי על ניתוק הצרכנים היהודים מהרשת של ח.ח.י., תוך כדי יצירת אפשרות לרצף אספקה לשכונות הערביות, לאחר ניתוק השכונות היהודיות מתוך הרשת.

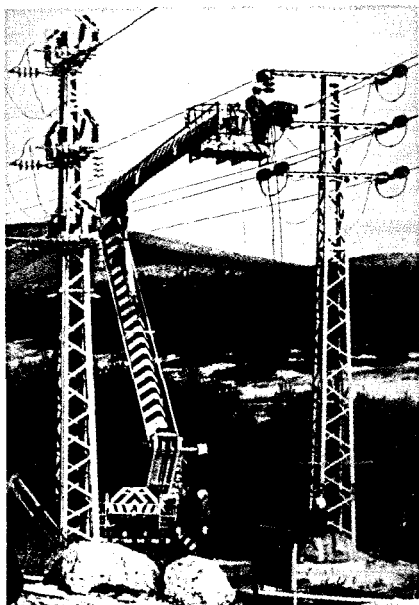
המתח העירוני הגבוה בעיר ירושלים הוא 12.6 ק"ו.

עמדו לפנינו שתי אפשרויות:

אפשרות א

להגיע עם כבלים 12.6 ק"ו למוקדי הצריכה ולהחליף את השנאים מ-6.6 ק"ו בשכונות (התשתית הקרקעית של ציוד וכבלים של חמיי התאימה ל-11 ק"ו אם אפשרות להגדלה ל-12.6 ק"ו, תוך סיכון מסוים. הסיכון נבע מכך שרמת הבידוד של הציוד היתה מותאמת למתח של 11 ק"ו).

בחירה באלטרנטיבה זו היתה כרוכה בהחלפה של כ-60 שנאים בתחנות השנאה פנימיות. מבצע, שלא היה אפשרי לבצעו בר זמנית. כמו כן היה מבצע כזה כרוך בהוצאות גדולות.



תמונה 2

חיבור מעלה אדומים ומישור אדומים



תמונה 3

חיבור תמ"מ נוה יעקב

בוקר חוברו מעלה אדומים ומישור אדומים לרשת. במבצע לילי באותו יום בשעה 23.00 הוחל בניית חיבור מחדש של הרובע היהודי. בעקבות הנסיון שנרכש במבצע חיבור השכונות הראשונות ובגלל ההיקף המצומצם (חיבור 15 תחנות טרנספורמציה), עבר חיבור הרובע בקלות יחסית. כל זאת למרות מורכבות הביצוע שנבעה מקשיי תנועה בסימטאות, צורך בהפעלת תאורת רחוב מגנרטורים ושמירה על רצף אספקה לצרכנים ערבים שנשארו ברשת חמ"י תוך כדי המבצע.

סיכום

הודות להכנות מדוקדקות ביותר וידע רב שהצטבר, עבר חיבור השכונות היהודיות לרשת החשמל של חברת החשמל לישראל בהצלחה מירבית ללא תקלות. למרות שהמבצע התקיים בתקופת חודשי החורף שזו תקופה קשה ממילא מהיבט של אספקת החשמל.

בתום המבצע מצאנו את עצמנו באזורים מסוימים בשכונות החדשות עם גידול עומס מעבר לצפוי. נאלצנו להוסיף שנאים בתחנות טרנספורמציה ולחלק את העומסים מחדש. עם השלמת מבצע חיבור השכונות התחלנו בעבודה, שאנו נמצאים עדיין בעיצומה: זיהוי, שילוט ומיפוי של מתקני מתח גבוה, מתח נמוך וחיבורי חל"ב. הכנת מפות תשתית ומפות תפעוליות.

על כל זה נוספו הזמנות חדשות לחיבור של צרכנים בשכונות שהן שכונות הנמצאות בתהליך איכלוס פעיל, וכמו כן טיפול בהזמנות הנמצאות בשלבים שונים החל משלב ההזמנה הראשוני ועד לשלב שבו העבודה עמדה לפני ביצוע.

יש לציין שבתקופה זו של השנה היה גידול העומס של הצרכנים מעבר לצפוי.

לסיכום, המחוז עומד לפני דילמות טכניות כבדות משקל לאור קליטת תשתית כה רחבה מח.מ.י, תשתית השונה בתפיסתה משלנו ובפנינו עומדת עתה קביעת קונספציה אספקה אופטימלית.

האופרטיבית. מספר שעות קודם נפגשתי יחד עם מנהל מחלקת התפעול מר א. זיו במשרד האנרגיה עם נציגים של חמ"י במעמד זה מסרנו להם את רשימת הקווים שעליהם להפסיק וכן את רשימת העבודות שעליהם לבצע החל מהשעה 23.00 כדי לשמור על רציפות האספקה של רשת חמ"י, בתום מבצע ניתוק השכונות.

בשעה האמורה לא ניתקו עובדי חמ"י את הקווים לפי המתוכנן. לכן, נאלצנו להפסיק, לצורך ביצוע העבודות, את כל קווי ההזנה מאיתנו לחמ"י למעשה נותקה כל אספקת החשמל לחמ"י לאחר השלמת הניתוקים בהתאם לתכניות המפורטות חודשה האספקה לחמ"י.

במהלך המבצע שופצו כ-30 שנאים והמתח בהם שונה מ-6.6 ק"ו ל-11 ק"ו.

בעזרת שתי מבדקות - מירושלים וממחוז דן - נבדקה התאמת רמת הבידוד של התשתית התת-קרקעית למתח 11 ק"ו. במבצע מסובך למדי נבדקו גם התאמות ומגמות המופעים לפני השלמת תיבות החיבור. כל זאת כדי ליצור מערכת בה תהיה מקבילות בין מקורות ההזנה השונים ושמירת כיוון מגמת המופעים בכל תחנות ההשנאה.

הבדיקות הנילו שהיו כרוכות בהכנסת מתח גבוה ישר וחילופין לתוך כבלים חשופים המיועדים לחיבור. פעולה לוגיסטית ומסובכת לכשעצמה, שנעשתה תוך זאגה מקסימלית לשלום העובדים. העבודה נמשכה כל הלילה ובסביבות שעות הצהריים למחרת 7.12.87 הושלמו אחרוני החיבורים ואחרון הצרכנים בקבוצת השכונות הראשונה רמות אשכול, מעלות דפנה, הגבעה הצרפתית ותלפיות מזרח, חוברו לרשת החשמל הארצית.

עוד קודם לכן, הושלמה לפי התכנית ההשתלטות על התמ"מ בשכונות נוה יעקב, תלפיות מזרח, רמות, גילה ופסגת זאב וכך עברו שכונות אלו לרשות חברת החשמל לישראל (תלפיות מזרח חוברת לרשת 12.6 ק"ו העוברת בשכונות תלפיות הסמוכה לה באמצעות אוטוטרנספורמטורים 12.6/11 ק"ו). כחודש לאחר מכן בתאריך 11.1.88 במבצע

מעלה אדומים ניזונה באמצעות תמ"מ 33/6.6 ק"ו ומישור אדומים מקבל אספקה ישירה במתח 33 ק"ו. כל השנאים שם הם: 33/0.4 ק"ו.

תכנית אופרטיבית

בהתבסס על עקרונות התכנון הנילו הוכנה תכנית מפורטת. הונחו כבלים וניבנו רשתות. מאחר ולא היה שיתוף פעולה עם חמ"י עמדנו לפני דילמה של הכנת התכנית האופרטיבית. כידוע, תכנית אופרטיבית מותנית בידיעה של כל פרט במערכת האספקה וכל המשתמע מכך. אנו נאלצנו לבצע עבודת מחקר, ולהשיג אינפורמציה בדרכים שונות. בין היתר מתוך מפות ורשימות ציוד שהשגנו ממשרד האנרגיה, ממשרד השיכון ומשרדים אחרים וחומר שהשגנו מיועצים, שעבדו בזמנו עם חברות הבנייה שבנו את השכונות. הציוד של החברה המזרחית היה מוכר לנו רק בחלקו, בעיקר מקשר יום יומי עם מהנדסיה, אבל לא בצורה יסודית. זמן מועט לפני תאריך המבצע המיועד, התאפשר לנו ללמוד ולהכיר כל פרט ופרט במערכת על ידי סיורים שנערכו בימים ובעיקר בלילות, מטעמים מובנים, במתקני חמ"י.

על סמך האינפורמציה שנלמדה בסיורים אלו הוכנה תכנית אופרטיבית על כל פרטיה.

המבצע

הכנות למבצע

עובדינו החלו למעשה במבצע מספר ימים לפני המועד הקובע. סומנו תחנות טרנספורמציה ועמודים של חמ"י שהיו אמורים לעבור לרשותנו. הוכנו פקודות הפסקה ופקודות קיצור. עובדי המחוז קבלו הדרכה, למדו להפעיל את הציוד ואף ביצעו תירגולים בשטח אמיתי. כל זאת כדי להיות מוכנים בשעת המבצע עצמו.

באמצעות המבדקה לאיתור הפרעות בכבלים, זוהו כבלי מתח גבוה של חמ"י שאליהם היינו אמורים להתחבר ונחפרו יותר מ-20 בורות עבור תיבות חיבור.

מחוז ירושלים תוגבר בעובדים ממחוזות דרום, דן, צפון, אגף התפעול ואגף שרותים ומלי"ח עובדים אלו קיבלו הדרכה מתאימה.

ההיבט הבטיחותי

התפיסה הבטיחותית של ציוד חמ"י שונה מזו הנהוגה לגבי הציוד בחברת החשמל לישראל. הבעיה הוצגה בפורום של הוועדה הטכנית המרכזית לבטיחות ולפני מר ש. יופן מנהל אגף התפעול. לאחר קבלת גיבוי בנושא, הוצאתי בתוקף תפקידי כמהנדס מחוז ירושלים הוראות טכניות ובטיחותיות כל זאת בשיתוף עם מחלקת הבטיחות הארצית.

כל העובדים שהיו אמורים לקחת חלק במבצע קיבלו את ההוראות ותודרכו בהתאם.

מהלך המבצע

בתאריך 6.12.87 בשעה 23.00 החל המבצע. חלק מהעובדים היה באתרי העבודה מספר שעות לפני מועד תחילת המבצע. הכל לפי התכנית

ב. היבט מסחרי/צרכני

דוד בולר

אם לגבי המיגור הטכני, שעמד לחבר את השכונות לרשת החשמל הישראלית, ניצבו נעלמים רבים שהיו אמורים להיפתר במהלך המבצע, הרי ש"כאב הראש" האמיתי היה מנת חלקם של אנשי המיגור המסחרי במחוז, עבורם עדיין חלק מהתשובות לשאלות נותרו בבחינת בלתי פתורות.

במהלך החודשיים, מאז בוצע הרישום הראשוני, הוכנו מסמכים נוספים שכללו את הנתונים שנאספו על ידי העובדים בעבודה אינטנסיבית עוד קודם לכן.

המסמכים שמולאו בפרטים החסרים, הוזנו למחשב החברה והועלו על "קובץ צרכני החברה" - כמקובל ביחס ליתר צרכני החברה החשמל - פעולה זו סימלה עוד שלב בדרך למיסוד הטיפול בצרכני השכונות החדשות בהתאם לכללים ולנהלים הקיימים בחברה.

במקביל חולקו לתיבות הדואר של הצרכנים דפדפות: "הנה הבאנו לך חשמל" שהופקו על ידי המחלקה לקשרי ציבור בשיתוף ובתיאום עם מינהל הצרכנות במחוז ירושלים - בדפדפת הוסברה מהות הפעולה שבוצעה על ידי חברת החשמל הישראלית ורצונה של החברה להבטיח את אמינות האספקה לצרכנים החדשים לדפדפת זו צורפה גלויה מטעם חברת החשמל, המהווה בקשה להצטרף ולהיות צרכן החברה וזאת כמובן לאחר מילוי כל הפרטים הנדרשים המופיעים בגלויה וחתימה עליה על ידי המבקש. בנוסף לכך פורסמו גם הודעות והסברים בעתונות הארצית, המקומית והשכונתית בהקשר לאופן המילוי הנכון של גלויות אלה.

בתום חודשיים מאז קריאת המונים הראשונה, בוצעה הקריאה השניה והוחל בחלוקת החשבונות לצרכנים חדשים אלה עבור הצריכה מיום העברת האספקה ועד למועד קריאת המונים השניה.

בקריאת מונים זו, צורפו לשוברי התשלום תלושים מתאימים שכללו את פרטיו המזוהים של הצרכן, כפי שלוקטו בשלב הראשון וכפי שהזונו למחשב.

הצרכנים התבקשו לאמת את הפרטים המופיעים בתלוש ולעדכן במקרה של שינויים או אי התאמות. למרות הפעולה המדוקדקת והמאמץ שהשקעו בביצוע רישום מדויק של הצרכנים החדשים, נותרו כאלה שמסיבות שונות לא זוהו עדיין.

למקומות צרכנות אלה נשלחו חשבונות חשמל לא רק בצירוף תלוש זיהוי אלא צורף גם מכתב הסבר ובקשה מיוחדת להודיעו הפרטים הנחוצים.

במקביל לפעולות שתוארו לעיל נערכו ונערכים אצל הצרכנים גם כעת מספר פעולות:

- זיהוי ובדיקה של סוגי המונים המתקנים.
- בדיקות מדגמיות לקביעת אמינות המונים.
- בדיקות גורמי ההכפלה של המונים השונים.
- תכנון להחלפת מערכות המניה לשם התאמתם לתעריפים הנהוגים בחברת החשמל הישראלית (באותם המקומות שהתעריף הנוכחי איננו מתאים).

בכורח המציאות נאלצנו לבצע איתור, מיפוי וזיהוי של כל מקומות הצרכנות.

הוכנה בעוד מועד תשתית תכנותית במחשב החברה לקליטה מסודרת של צרכנות זו לאור התנאים המיוחדים והאילוצים שנבעו מן המציאות הקיימת.

בעקבות הכנת התשתית במחשב החברה וזיהוי הצרכנים הוכנו "דפי קריאות מונים" בעריכה מיוחדת שהתאימה לסוג צרכנות זה, כן הוכנו במקביל "דפי תנועה" שמטרתם לאפשר את הקליטה המסודרת במחשב.

בוצעו סקרים ספציפיים לקביעת מסלולי הליכה לקוראי המונים ומחלקי חשבונות החשמל, כן בוצע זיהוי התעריפים הנהוגים בחברת החשמל המזרח ירושלמית ובדיקות לווידי התאמתם של המונים הקיימים לתעריפים אלה.

בסקרים אלה הוברר שהחברה המזרח ירושלמית לא הפעילה בתחומה תעו"ז (תעריף לפי עומס וזמן) וזאת לא לצרכני מתח גבוה ולא לצרכני מתח נמוך. ממצא מדאיג נוסף שנתגלה היה שתעריפים אשר כללו מרכיב שיא ביקוש, הופעלו בצורה מעוותת, דבר שנבע מכך שאצל רוב הצרכנים לא הותקנו כלל מונים שאיפשרו מדידת שיא ביקוש ובאותם מקומות שכן הותקן מונה כזה - נמצא, כי ברב המקרים, הוא היה לקוי.

הקליטה במועל של הצרכנים החדשים

מאחר ונעשו ההכנות כמתואר בסעיף הקודם, תוך הרתמות כל כח האדם הכשיר והמתאים במחוז ירושלים ובסיוע מוגבר של כח אדם ממחוזות אחרים, ניתן היה להתגבר על המיכשולים הגדולים שעמדו בפני מינהל הצרכנות הצלחנו לבצע בצורה מסודרת למדי את רישום הצרכנים, "קריאות" המונים וזיהויים לפי מספריהם וכל זאת בשטח גיאוגרפי לא מוכר ובמקומות צרכנות בעלי מונים המתקנים בסטנדרטים ובשיטות שונות ומשונות שאינם מוכרים לנו במקומות הצרכנות הרגילים. ראוי לציין שכל צוות עובדים שיצא לעבודתו במקומות הצרכנות בכל אחד מן השכונות, קיבל הדרכה מדוקדקת מהרמות הניהוליות שהיו מופקדות על ביצוע המטלות שהוטלו על הצוותים. העובדים צוידו במפות מתאימות להכרת תוואי ההליכה באותו יום עבודה ופירוט הפעילות שהעובד נדרש לבצע בשטח.

במרכזה של כל שכונה בה התנהלה העבודה, מוקם עובד בתפקיד פיקודי, שמתפקידו היה לפתור בעיות ולענות על שאלות שלא ניתן היה לפותרן ברמת העובד שביצע את העבודה במקום הצרכנות ממש.

ההערכות המסחרית

ההערכות המסחרית דרשה גיבוש מדיניות לגבי מספר שאלות שיצוצו, עם מעבר השכונות לרשת הישראלית: לדוגמא:

- א. זיהוי וחיפוש מקומות הצרכנות אליהם חוברה האספקה - כדי שניתן יהיה להגיש להם חשבונות בגין החשמל הנצרך.
- ב. זיהוי המונה - כדי לאפשר קביעת כמות החשמל שנצרכה.
- ג. הבחנה בין סוגי המונים למניית סוגי צריכה שונים - במקרה של צרכנים בעלי יותר ממונה אחד.
- ד. קביעת "הקריאה" ההתחלתית של כל מונה מרגע ההעברה של הצרכן לרשת הישראלית. פעולות אלו הפכו להיות בעייתיות במיוחד לנוכח העובדה שמדובר היה בכ-30,000 צרכנים לא ידועים לעובדי החברה וכאשר היה הכרח לפתח מערכת ניסויים מסחרית מסודרת עמם ללא גרימת נזק, הפרעות או עוגמת נפש, ותוך זמן קצר ביותר.

ההכנות לאור הממצאים בשטח

העברה מסודרת של הצרכנים ניתן היה לבצע אילו התקיימו תנאי שיתוף פעולה בין חברת החשמל המזרח ירושלמית לבין הישראלית, כאשר הראשונה מנחה ומזריכה את השניה בהקשר לביצוע הפעולות שהוזכרו לעיל או בהקשר לבעיות צפויות ובלתי צפויות אחרות ומספקת לחברת החשמל הישראלית נתוני בסיס הכרחיים כגון:

- רשימה מלאה ומעודכנת של הצרכנים.
- מידע על זכויות הצרכנים כגון גדלי חיבורים, יתרות זכות בגין צריכה כמותית.
- מפות הכוללות מסלולי הליכה לקוראי מונים וגובים.
- "קריאות" מונים אחרונות ומעודכנות לצורך הגשת חשבונות החשמל.
- רשימת תעריפים לפיהם הוגשו חשבונות החשמל על ידי החברה המזרח ירושלמית ואשר לפיהם יוגשו גם חשבונות החשמל העתידיים, על ידנו.
- סוגי המונים וציוד אחר.

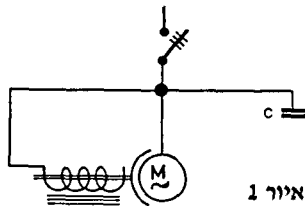
המציאות היתה לצערנו הרב שונה לחלוטין, חברת החשמל המזרח ירושלמית לא שיתפה איתנו כל פעולה - לא סיפקה לנו אינפורמציה כלשהי, לא על 30,000 הצרכנים ולא על מקומות הצרכנות ולמותר להוסיף כי הנתונים הבסיסיים והחיוניים ביותר שהוזכרו לעיל לא היו ידועים לחברת החשמל הישראלית כאשר היא באה לבצע את העברת האספקה.

ד. בולר - סגן מנהל מחוז ירושלים לצרכנות, חברת החשמל

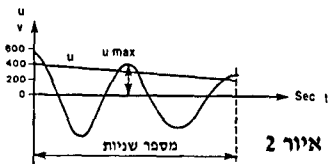
התקנת קבל למכשיר בודד יכולה להיות מסוכנת

אינני ויקטור זיס

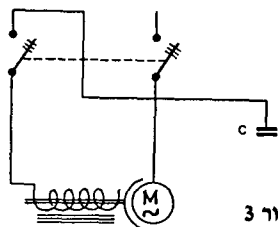
דבר זה אפשרי, למשל, על-ידי התקנת מפסק נוסף להפסקת החיבור בין המנוע ההשראתי לבין הבלם האלקטרומכני. ברור ששני המפסקים חייבים להיות משולבים (אינטרלוק) מכנית או חשמלית (איור 3).



איור 1



איור 2



איור 3

ב. מנוע השראתי יכול לעבוד כגנרטור במקביל עם הרשת (החלקה חיובית) שממנה הוא מקבל זרמים השראתיים לצרכי עירור.
ג. מנוע השראתי יכול לעבוד כגנרטור כאשר הוא מקבל זרם עירור השראתי מקבל המחובר אליו במקביל.

ד. במקרה שלנו (איור 1) נוצרו, לאחר ניתוק המנוע מרשת החשמל, התנאים הבאים:
1. המנוע ההשראתי הפך להיות גנרטור השראתי, המונע על-ידי כוחות ההתמדה של המערכת כולה.
2. הגנרטור ההשראתי קיבל זרמי עירור מהקבל המחובר אליו במקביל.
3. הבלם האלקטרומכני הפך להיות צרכן של הגנרטור ואינו יכול לבלום את המכונה מיידית. הבלם ניוון במתח סינוסואידלי שהאמפליטודה והתדירות שלו קטנים עם הזמן (איור 2), כתוצאה מצריכת האנרגיה שהיתה אגורה בכוחות ההתמדה של המערכת.

כאשר המתח המסופק מהגנרטור ירד לערך מסויים יכול היה הבלם האלקטרומכני לעבור ממצב "משוחרר" למצב "בלימה" - אך הדבר נעשה באיחור רב (במספר שניות). איחור בבלימת המכונה המצוידת בבלם אלקטרומכני יכול להביא לתוצאות מסוכנות או אף קטלניות.

מסקנה

מובן מאליו שבמקרה של התקנת מנוע השראתי, בלם אלקטרומכני וקבל, יש לנקוט באמצעים מתאימים לשם מניעת קבלת מתח על מגעי הבלם האלקטרומכני לאחר הפסקת המערכת.

תקנה 45 של תקנות החשמל, קובץ התקנות 4731, (מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך), קובעת את צורת ההתקנה של קבל המיועד למכשיר אחד. להלן לשון התקנה:
(א) "קבל המיועד למכשיר אחד יחבר להדקי הזינה של המכשיר או קרוב אליהם ככל האפשר

(ב) אמצעי הניתוק של המכשיר מהזינה ינתק גם את הקבל המיועד למכשיר זה".

קבל עבור מכשיר אחד הוא פשוט יותר מסוללת קבלים מרכזית לשיפור מקדם ההספק ($\cos \phi$) הואיל ואינו חייב להיות מצויד בנגדי פריקה - וזאת בהתאם לתקנת משנה 47(ד) של תקנות החשמל הני"ל הקובעת:

"מחובר קבל במישרין לכריכות של מכשיר חשמל, יחושבו כריכות המכשיר כאמצעי פריקה מספיקים".

בהתאם לתקנות הני"ל מותר לחבר קבל לשיפור מקדם ההספק גם למכונה המצוידת בבלם אלקטרומכני. כפי שנראה באיור 1, מקבל הבלם מתח מהרשת ביחד עם מנוע השראתי (אסינכרוני) והוא מעביר את המערכת ממצב "בלימה" למצב "משוחרר". העברה מיידית של מכונה ממצב "משוחרר" למצב "בלימה" - בזמן הפסקת האספקה - איננה אפשרית במצב המתואר באיור 1. להלן ההסבר.

א. המנוע החשמלי ההשראתי המוכר, עובד בדרך כלל, במשטר מנוע החלקה שלילית (הסיבובים נמוכים במספר אחוזים מהסיבובים הסינכרוניים).

(המשך מעמוד 33)

הטיפול בצרכנות החדשה שזה עתה צורפה לציבור צרכניו.

לסיכום יש לחזור ולהדגיש כי לולא העבודה המסורה, בתנאים הקשים והבלתי שיגרתיים של עובדי מיגור הצרכנות במחוז ירושלים על מחלקותיו (גביה, חשבונות צרכנים, מסחרית, צרכנית טכנית) וללא סיוע נאמן של אגף מידע ומחשבים, לא ניתן היה לבצע עבודה רבת היקף זו בזמן כל כך קצר ובצורה "חלקה" - לתועלת ציבור הצרכנים ומשק החשמל במדינה גם יחד.

כל האמור לעיל נעשה תוך ביצוע העבודה השוטפת ובכלל זה מתן השרות המתחייב לכלל הצרכנים החדשים בדומה לצרכנים הוותיקים של המחוז.

ראוי לציין עוד כי בנוסף לפעולה המיוחדת, המורכבת ורבת ההיקף שתוארה לעיל, טופלו לא מעט פניות של מזמינים ל"חיבורים" חדשים שהוזמנו בזמנו בחברת החשמל המזרח ירושלמית ולא טופלו. על ידה עד היום.

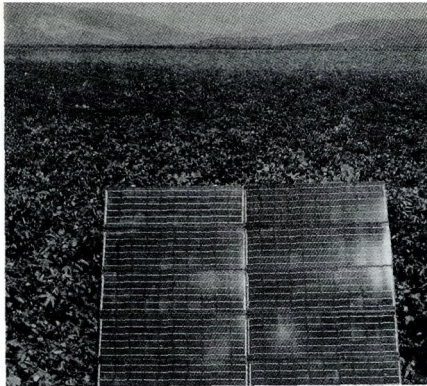
מעניין לציין כי הזמנות ל"חיבורים" חדשים הופנו גם אז ישירות לחברת החשמל הישראלית - הזמנות אלה טופלו כשיגרת טיפול בהזמנות מסוג זה וגם דבר זה מהווה מעין שלב למיסוד

• בוצעו סריקות לאיתור שביח - שימוש בלתי חוקי בחשמל, (במסגרת פעילות זו נסרקו עד היום מעל ל-15,000 מוניים).

הופעלו מוקדי מודיעין טלפוניים אשר תודרכו במיוחד לתת תשובות מתאימות בכל מיגוון השאלות בנושאי צרכנות מסחרית.

סיכום

למרות הזמן הקצר שעבר מאז חוברו השכונות היהודיות במזרח ירושלים לרשת החשמל הישראלית, הועלו כבר כל הצרכנים (כ-30,000) על "קובץ הצרכנים" במחשב החברה והוגשו מעל 20,000 חשבונות חשמל.



מצפה כליל אספקת חשמל חלופית, פתרון חדשני

אינג' אהרון ירון

מצפה כליל הממוקם על שיפולי הגליל המערבי נוסד בשנת 1980 והתרחב בהדרגה עד שהיום הוא כולל 30 בתי אב (מבנים) וכן מרכז קהילתי קטן הכולל את מבנה המזכירות וגן הילדים.

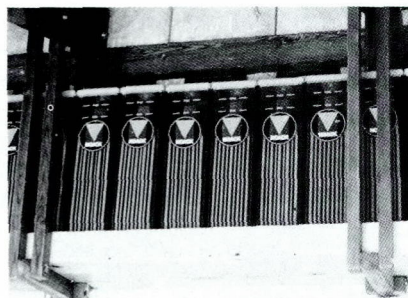
אחת הבעיות שעמדו בפני ישוב זה היתה ההשקעה הגדולה הכרוכה בהתקנת אספקת חשמל קונבנציונלית וזאת עקב תנאי השטח המיוחדים שלו. קו המתח הגבוה הקרוב ביותר נמצא במרחק העולה על 5 ק"מ מהישוב. בנוסף לכך קיימת בעיה של מערכת חלוקת החשמל במתח נמוך. הואיל והמבנים ממוקמים בצורה מפוזרת ביותר והמרחקים ביניהם מגיעים למאות מטרים (בכמה מקרים אף ליותר מקילומטר). פרישה טופוגרפית כזו היתה מחייבת התקנת רשת מסועפת של מתח נמוך הכוללת התקנת מספר רב, יחסית, של שנאי חלוקה, וכן עמודים ומוליכים שהיו בודאי משנים ופוגעים ביפי הנוף הטבעי שעליו גאות הישוב.

מתאור זה מסתבר כי מבצע של חיבור ישוב זה לרשת חברת החשמל היה עשוי להיות כרוך בהשקעה כספית גבוהה במיוחד (מעבר ל-230,000\$). וזאת עבור המתח הגבוה בלבד.

צורכת זרם של יותר מאשר 100 אמפר מהמצברים(!) וזאת בהתחשב באיבודים העצמיים שלו. שעת שימוש אחת בעומס מלא כזה תצרוך, כמובן, 100 אמפר/שעות או במילים אחרות, כרבע מהקיבולת הכללית של המצברים (בהנחה שהם טעונים במלואם). ברור, לכן, כי צריכה מסוג זה חייבת להיות מוגבלת לשה"כ הטעינה המתקבלת ממערך הקולטים במהלך היום. בכדי לחסוך בצריכת אנרגיה מהמצברים - כשלא מופעל מכשיר כלשהו במתח 220 וולט - מצויד הממיר בהתקן מיוחד (חיישן). כאשר אין עומס מחובר, מפעיל החיישן את הממיר במשטר עבודה החוסך באנרגיה של איבודי ריקם ומתח המוצא הוא 25 עד 50 וולט (במקום 220 וולט). ברגע שהחיישן מרגיש הספק העולה על 5 וואט (במתח 220 וולט) הוא מעביר את הממיר למשטר עבודה של אספקת מתח מלאה, בצורה זו נחסכים איבודי הריקם של הממיר כאשר אין שימוש במתח 220 וולט. הממיר מזין מערכת של בתי-תקע למתח 220 וולט במבנה.

ב. בקר טעינה חדיש (אלקטרוני) המאפשר את בקרת טעינת המצברים כאשר מתח מערך הקולטים הפוטוולטאיים עולה על מתח המצברים ומונע פריקת יתר של המצברים כאשר מתחם יורד מתחת ל-22 וולט, וזאת על מנת למנוע נזק למצברים העלול לקצר את חייהם.

ג. מערכת מצברים מסוג מיוחד, לפריקה עמוקה (לא מהסוג המשמש כמצברי התנעה לרכב). כל מבנה צוייד במערכת של 12 תאים (מתח נקוב של 2 וולט לתא וקיבולת של 400 אמפר/שעות) המחוברים בטור.



תמונה 2

סוללת מצברים תעשייתיים לפריקה עמוקה

ד. מערכת חלוקת החשמל למבנה כוללת שתי מערכות מקבילות - מערכת 24 וולט זרם ישר המזינה ישירות את תאורת המבנה באמצעות נורות פלואורסצנטיות ו/או ליבון מתאימות ומערכת 220 וולט - זרם חילופין.

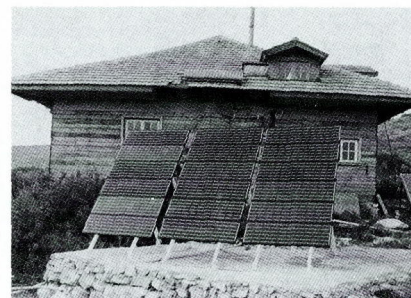
ה. ממיר (Inverter) מערכת חלוקת החשמל מוזנת מממיר (Inverter) (24 וולט זרם ישר ל-220 וולט זרם חילופין, 50 הרץ) בהספק נקוב של 2.5 קו"א. ממיר זה נועד להזין מכשירים חשמליים המיועדים למתח זה כגון מנועי מכונות כביסה (ללא גוף חימום), מקלטי טלביזיה, מערבלי מזון, מקררים קטנים, מאווררים וכו'. הבעיה שממיר זה מציב בפני הצרכן היא פשוטה - הפעלתו בעומס הנקוב שלו (דהיינו 2.5 קו"א),

מערכת אספקת חשמל חלופית באמצעות תאים פוטוולטאיים

במצב עניינים זה, נרתמו למשימה של מציאת פתרון חלופי: חברה ישראלית המתמחה בתחום זה, משרד האנרגיה והתשתית, משרד השיכון והסוכנות היהודית, החליטו לאמץ, לגבי מקרה זה, פתרון חדשני שהוא אספקת אנרגיה חשמלית חלופית שתוכל לשמש כשדה ניסויים ללימוד הבעיות והפתרונות של השיטה המתוארת להלן. עלות הפרויקט היתה זהה למחיר הבאת המתח הגבוה בלבד, במילים אחרות ההשקעה ליחידת מגורים הגיעה לסדר גודל של כ-12,000\$.

המערכת החלופית מתבססת על מערך הרכיבים הבאים - (לכל מבנה מערכת נפרדת):

א. מערכת של 18 קולטים המכילים תאים פוטוולטאיים (תאי שמש) המסוגלים לספק, בתנאים אופטימליים, 15 עד 20 אמפר במתח 24 וולט (זרם ישר) בתפוקה כוללת של כ-2.5 קו"א שעה/יום. משטח הקולטים הותקן בכיוון כללי דרומי ובהטייה - הניתנת לשנוי ידני של $55^\circ \pm 15^\circ$ מקו האופק. כמו כן, הותקנה - בשלב הנוכחי במבנה אחד בלבד - שבשבת-רוח, בעלת יכולת אופטימלית של 10 אמפר (במתח 24 וולט זרם ישר) במקום 4 מהקולטים.



תמונה 1

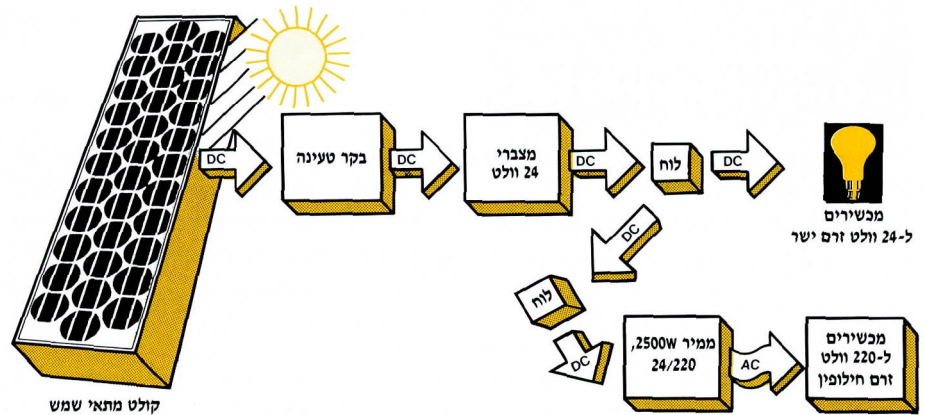
מערכת תאים פוטוולטאיים



תמונה 3

ממיר (inverter)

אינג' א. ירון - מנהל השיווק, חברת סונרקו, חיפה



- חסרונות**
- העלויות עדיין גבוהות יחסית ובדרך כלל אינן כלכליות בהשוואה לרשת החשמל הציבורית.
 - צריכת החשמל מוגבלת בהתאם להספק מערך הקולטים וקיבולת המצברים.

היתרונות והחסרונות בשימוש מערכת פוטוולטאית בהשוואה לשבשבת רוח.

מערכת פוטוולטאית

יתרונות

- אין חלקים נעים ולכן אין בלאי.
- תחזוקה מיזערית ופשוטה (ניקוי חד-שנתי של משטחי הקולטים בלבד).
- ניתנת לישום בארץ ברוכת שמש כישראל בכל אתר - באויר, ביבשה ובים, גם בתנאי חורף.
- תוחלת חיים גבוהה ביותר.
- אמינות גבוהה.

חסרונות

- עלות גבוהה יחסית.
- בתנאי החורף תפוקת החשמל יורדת מעט.
- צורך באגירה לשעות הלילה.

שבשבת רוח

יתרונות

- בתנאי הארץ הפקת חשמל גבוהה יותר בחורף.
- הפקת חשמל אפשרית גם בלילה (כשיש רוח).
- זולה יותר ממערכת פוטוולטאית.

חסרונות

- ניתנת ליישום רק באתרים בהם קיימים התנאים למשטרי רוחות קבועים ויציבים (באין רוח ואו רוח חלשה לא יתקיימו התנאים להפעלת השבשבת).
- מצריכה פעולת אחזקה של פרוק, ניקוי מגעים, סיכה וכו', (בערך אחת לשנה).
- משמיעה רעש בעת פעולתה.
- תוחלת חיים מוגבלת.

הודעה בדבר חידוש המנוי ל"התקע המצדיע" סדרה 1988-1989

חוברת זו (41) היא הראשונה בסדרה החדשה (44-41).

בהמשך להודעה שפורסמה בחוברת מס' 40 חידשו חשמלאים רבים את המנוי לסדרה החדשה של "התקע המצדיע" המופקת במתכונת חדשה ומשופרת.

חשמלאים אלה יקבלו את החוברות באופן שוטף עם הופעתן.

יחד עם זאת, הוחלט בהנהלת המערכת לאפשר לחשמלאים שלא חידשו עדיין את המנוי, לחדשו במחיר הישן - דהיינו 20 ש"ח עבור 4 חוברות (44-41).

מחיר זה יהיה בתוקף עד 30.10.88.

ב-1.11.88 ייקבע מחיר חדש בהתאם למתחייב מייקרו ההוצאות.

חשמלאים שלא קיבלו את טפסי המנוי החדשים ומעוניינים לקבלם, מתבקשים לפנות בכתב למערכת "התקע המצדיע" לפי הכתובת:

הברת החשמל לישראל/מערכת "התקע המצדיע", ת.ד. 8810, חיפה 31086, או לרשום את מבוקשם על גבי תלוש השרות הפירסומי (במדור המודעות שבחוברת).

חוברת מס' 42 תשלח רק לחשמלאים אשר שילמו את דמי המנוי במועד.

תקלה בבידוד אך במקביל לא יעביר את הממיר לפעולה במתח 220 וולט כשהוא הצרכן היחיד.

סיכום

מטרות הפרויקט המתואר הן לבדוק, בין היתר, את הסתגלותו של הצרכן הישראלי לשימוש מוגבל של חשמל תוך שימוש באמצעים חוסכי אנרגיה, ללמוד את המערכות שהותקנו על רכיביהם השונים ולהסיק מסקנות ביחס לפתרונות אופטימליים לגבי:

- שטח התאים הפוטוולטאים.
- בקר מתאים ביותר.
- קיבולת המצברים (אמפר שעות).
- שיטת הגנה בפני חימום ומשגוח מתאים ביותר.
- הספק אופטימלי של הממיר וסוגו.
- הגנה מתאימה ביותר בפני חדירת מתחי יתר כתוצאה מהתפרקויות אטמוספיריות.
- וכל זאת בהתחשב באספקטים כלכליים.

יתרונות וחסרונות בשימוש במערכת פוטוולטאית

לשיטת אספקת חשמל ממערכת פוטוולטאית יש, בדרך הטבע, יתרונות וחסרונות כמו לכל שיטה אחרת.

יתרונות

- המערכת אינה יוצרת מפגעים אקולוגיים כגון רעש, עשן ריח וכו'.
- אי תלות ברשת החשמל.
- תחזוקה מיזערית.
- אין הוצאת תיפעול, אחזקה ושימוש.
- זמינות מידית, ללא צורך בתיכנון והכנות הגוזלות זמן רב, (ניתן לספק ולהשלים את המערכת תוך מספר ימים).
- אמינות גבוהה, (אינה תלויה בגורם אנושי).
- ההפעלה פשוטה ומצריכה ידע מקצועי מינימלי.
- תוחלת חיים גבוהה העולה על 30 שנה.

1. **מכשירים אחרים** - מאחר ומערכת החשמל הנייל מוגבלת בהספקה, מופעלים מכשירים שונים, אשר בדרך כלל אנו רגילים לראותם מוזנים בחשמל, באמצעות אנרגיות אחרות כגון:

- חימום מים לרחצה - באמצעות דוודי שמש ו/או דלק נוזלי.
- יישול ואפיה - באמצעות גז.
- חימום המבנים בחורף - באמצעות דלק נוזלי או גז.

הבעיות שהתעוררו

המערכות המתוארות הותקנו בחודשים נובמבר ודצמבר 1986 ובעת כתיבת שורות אלה הן פועלות כבר למעלה משנה אחת, ואין, לכן, נסיון ממושך ונרחב בהפעלתם. יחד עם זאת התברר שהתעוררו מספר בעיות ו"מחלות" ילדות שיש למצוא להן פתרונות נאותים.

- תיפקוד הבקר לא היה משביע רצון וגרם לכך שבמקרים מסויימים לא אופשרה טעינה אופטמלית של המצברים.
- מערכות הקולטים (והשבשבת) ממוקמים במקומות גבוהים ומהויים, עקב מבנם הבולט בשטח, קולטי ברק טבעיים, ולכן עלולים לגרום להחזרת מתחי ברק מסוכנים למבנים. לשם כך יש להתקין מגיני מתח יתר מתאימים על כניסת המוליכים - 24 וולט למבנים.
- הגנה בפני חימום - לגבי מערכת ה-24 וולט לא קיימת בעיה מאחר והיא, לכשעצמה, מהווה הגנה נאותה. הבעיה מתעוררת לגבי מתח המוצא של הממיר (220 וולט). עקב תנאי הקרקע (שהיא, סלעית מעיקרה) קיימת בעיה של התקנת הארקות נאותות (גם הארקות הגנה וגם הארקות שיטה), מאחר והמבנים נבנו בשעתו ללא הארקות יסוד. לאחר בדיקת מספר חלופות (בהתאם לחוק החשמל) הגיעו למסקנה כי ההגנה המתאימה ביותר במקרה הנדון היא על ידי שיטת זינה ללא הארקות שיטה (רשת צפה) והתקנת משגוח (מוניטור) אשר יתריע (קולית וחזותית) במקרה של

אבזרי פיקוד בחירת הציוד והתאמתו ליעודו

גבי מזור - הנדסאי

במערכות החשמל הקיימות כיום מתעוררת דרישה גוברת והולכת לשילוב פיקוד מתאים ומתוחכם לשליטה ולבקרה על המערכות. מערכות הפיקוד, אמורות למסור מידע "בזמן אמת" למרכז עיבוד הנתונים המרכזי. מידע זה חיוני לשליטה על כלל המערכת, לביצוע שינויים ולקבלת נתונים העוזרים למפעיל או למכונה לבצע את תפקידיהם. המערכות המפוקדות יכולות להיות פשוטות מאוד ומורכבות מאוד בהתאם לרמת המידע ורמת השליטה הנדרשת מהן.

בחירת ציוד ופיקוד

בזמן בחירת והתאמת הציוד שבעזרתו מפקדים על המערכת ומקבלים ממנה משוב של בקרה יש לקחת בחשבון מספר גורמים המשפיעים באופן ישיר על בחירת הציוד המתאים:

1. סוג הפקודה - מגע ישב או מגע טרנזיסטורי.
2. דיוק הפקודה - מידת הדיוק הנדרשת.
3. מתח הפקודה - בהתאם למערכת הקולטת.
4. זרם הפקודה - בהתאם למערכת הקולטת.
5. עמידות מכנית - בהתאם לתנאי הסביבה.
6. מהירות תגובה - בהתאם ליישומים השונים.
7. צורת עבודה - בטור או במקביל.

בבואנו להתאים את סוג הציוד בו משתמשים במערכת הפיקוד יש לקחת בחשבון את כל הגורמים האלה על מנת לקבל מהמערכת המפוקדת את מירב המידע, ללא שיבושים.

המערכות המבוקרות

המערכות המבוקרות פועלות באחת מהשיטות הבאות:

1. **מערכת אלקטרומכנית:** מורכבת ממגוונים, ממסרים וציוד אלקטרומכני לפיקוד כגון: קוצבי זמן, אבזרי נעילה וכו'. מערכת כזו מצריכה, בדרך כלל זרמי עבודה גבוהים יחסית ויש לכן, להתאים לה את ציוד הפיקוד בהתאם.
2. **מערכת אלקטרונית:** מורכבת ממסרים זעירים וכרטיסים בעלי שערים לוגיים. מערכת כזו פועלת, בדרך כלל, בזרמים נמוכים בזרם ישר (DC).
3. **מערכת מבוקרת:** מורכבת מבקרים מתוכנתים. כאן קיים מיגוון גדול ביותר של בקרים

לסיכום:

השימוש במפסקי הגבול יעשה כאשר:

1. מהלך הבקרה גדול.
2. נדרש דיוק בקרה גבוה.
3. קיים צורך בבקרת תנועה.
4. נדרשת עמידות מכנית גדולה.

החסרונות:

1. מגע מכני נייד (בעיית בלאי).
2. מבנה מסורבל.

ג. גששי קירבה

גשש הקירבה הוא מפסק גבול אלקטרוני, שאינו בא במגע פיזי עם האבזר הנבדק.

גשש הקירבה בנוי בתוך מבנה סגור, צילינדרני או מרובע, פלסטי, או מתכתי. בהמשך נעמוד על ההבדלים ביניהם.

בגשש מותקן סליל המשדר שדה אינדוקטיבי (מושרה). סליל זה מהווה חלק של "גשר וייסטון". שני באימפדנס (עכבה) של הסליל כתוצאה מכניסת גוף (גוף מתכתי - בגשש אינדוקטיבי, אחר - בגשש קיבולי), לתוך שדה הגשש יוציא את הגשר מאיזון.

שינוי זה יזון למגבר הנמצא בתוך הגשש וכך ישנה את הזרימה בטרנזיסטור, או אבזר אלקטרוני אחר (טריאק) הנמצא במוצא הגשש.

קיימים מספר סוגים בסיסיים של גששי קרבה אינדוקטיביים (השראתיים - לבדיקת קיום מתכת) שההבדל ביניהם נובע מצורת התקנתם וצורת הפעלתם.

הפועלים במתחים שונים ובאפשרויות חיבור שונות של מתחי כניסה ויציאה.

ציוד פיקוד ובקרה

מיגוון ציוד הפיקוד והבקרה הוא רחב ביותר אך במאמר זה אתייחס תוך הדגשת היתרונות והחסרונות של הסוגים השונים, לשלושת הקבוצות:

א. מפסקי גבול

ב. גששי קירבה

ג. תאים פוטואלקטריים

א. מפסקי גבול

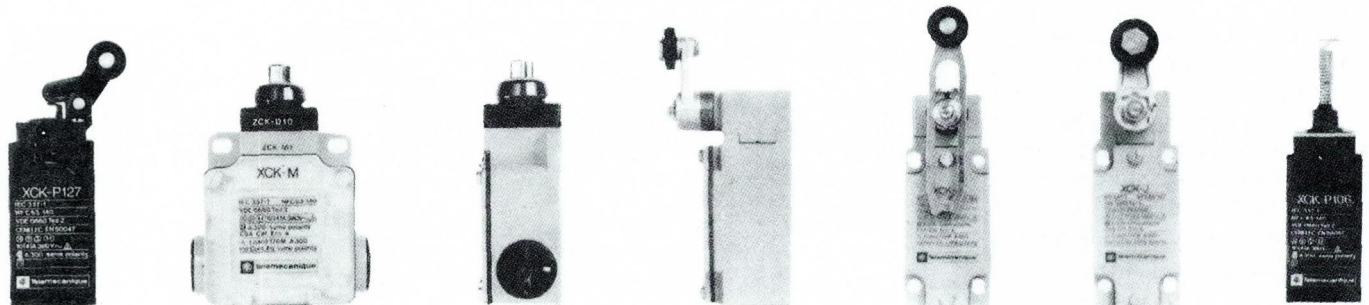
הם אבזרי פיקוד ובקרה מכניים הבנויים מגוף מתכתי או פלסטי, מגע מכני/חשמלי המופעל על ידי מנוף הפעלה המותאם לתנאי הפעולה.

למפסקי הגבול מוגבלות של אורך חיים (קיים) וצורת הפעלה.

עליהם להיות מופעלים באופן מכני על-ידי מגע פיזי מלא עם הגוף המבוקר האמור להפעילם. למפסקי הגבול קיים מיגוון רחב של ראשי הפעלה וכיווני הפעלה כאשר בדרך כלל, ניתן לקבל אותם בדרגת הגנה של IP65 (מוגן בפני חדירת אבק והתזות מקריות של מים).

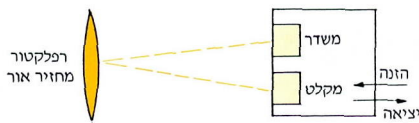
במפסק גבול נבחר כאשר המערכת המבוקרת חייבת להיות מדויקת ביותר, וכיוון ההפעלה ומהלך ההפעלה חייבים להיות בהתאם לנדרש במערכת המבוקרת.

ניתן לקבל מפסקי גבול בעלי ראשים להפעלה ישירה (לחצן עליון או לחצן חזותי) או ראשי הפעלה עקיפה (גלגלת צדדית או עליונה), כולל אפשרות כיוונון של מרחק ההפעלה, זזית ההפעלה ומהלך ההפעלה. (איור 1)



איור 1
דוגמאות של מפסקי גבול

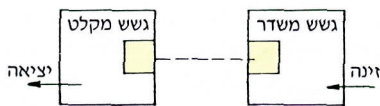
ג. מזור - מנהל חברת "אלקטרייד"
ציוד חשמל ואלקטרוניקה בע"מ



איור 5
מבנה תא פוטואלקטרי - מחזיר אור

בגשש פוטואלקטרי עם מחזיר אור נשתמש כאשר האובייקט הנבדק עשוי מחומר מחוספס (לא חלק), בולע אור ונמצא בסביבה בלתי נקיה, (ראה תרשים זרימה באיור 8) בטווחים שונים (עד 10 מ') ובסוגי הזנות שונות.

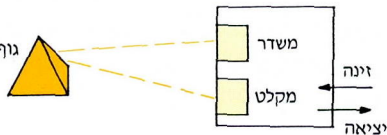
2. משדר מול מקלט - בגשש זה, הופרדו יחידת המשדר ויחידת המקלט לשתי יחידות נפרדות. במקרה זה עוברת הקרן רק דרך אחת, (מהמשדר למקלט), כאשר הקרן נקטעת על ידי האובייקט הנבדק משנה יחידת המקלט את המגע הנמצא בתוכה. (איור 6).



איור 6
מבנה תא פוטואלקטרי משדר מול מקלט

בגשש כזה נשתמש כאשר האובייקט נמצא בסביבה לא נקיה (מזוהמת) ללא קשר לצבעו או ליכולתו להחזיר אור.

3. גששים פוטו אלקטריים - החזרה מגוף. גשש זה מתנהג הן כגשש קירבה רגיל והן כגשש בעל החזרה מרפלקטור, פרט לעובדה שהוא משדר את קרן האור אל גוף בהיר או חלק ומגיב לקרן החוזרת מהגוף. (איור 7)



איור 7
מבנה גשש פוטואלקטרי החזרה מגוף

בגשש זה ניתן להשתמש רק כאשר הגוף הנבדק, חלק ומבריק דיו כך שיוכל להחזיר את הקרן האינפרא-אדומה המשוגרת אליו על-ידי הגשש.

התאים הפוטואלקטריים מגיעים במתחי זינה שונים AC/DC וברוב החברות קיימים גם דגמים המסוגלים לקבל את כל תחומי המתחים 24-240 וולט, או AC או DC.

כמו כן, ניתן להשיג גששים פוטואלקטריים בעלי מגע יבש ומחליף.

(המשך בעמוד הבא)

קיימים בשוק תקנים (סטנדרטים) קבועים של זיוודים לגששים:

1. גששים צילינדריים: מתכתיים

קוטר-מ"מ	חישה עד... מ"מ
5	0.8
6.5	1
8	1
12	2
18	5
30	10

2. גששים צילינדריים: פלסטיים

8	1.5
12	4
18	8
30	15

מהטבלה אנו למדים כי לגששים הפלסטיים טווח חישה גדול יותר אך מגבלתם היא בצורת ההתקנה הבלוטת.

כמו כן קיימים גששי קירבה בזיוודים אחרים:

- גששים מלבניים** - עד 60 מ"מ חישה
- גששים בעלי תיפקוד מיוחד** כגון גששים אנלוגיים המודדים מרחק ומוציאים מוצא זרם יחסי למרחק
- גששים למדידת מהירות.**
- גששים קיבוליים** הקיימים בשתי קבוצות עיקריות:

- גשש לבדיקת אובייקטים מוליכים.
 - גשש לבדיקת אובייקטים בלתי מוליכים.
- הגשש הקיבולי פועל כמו הגשש ההשראתי פרט לעובדה שהשדה שלו הוא קיבולי והגשש הוא גשר קיבולי. השדה החשמלי של הגשש נתון, בצורה קיצונית, להשפעות חיצוניות רבות כגון: הטמפרטורה האופפת או רמת הלחות שבאוויר עובדה המחייבת כיוונון רב. גששים אלה מיועדים לבדיקת מצב של נוזלים או אבקות.

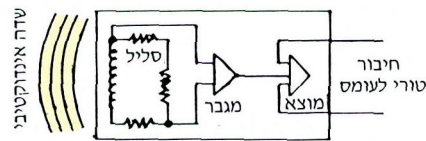
ג. תאים פוטואלקטריים:

כאשר ישנה דרישה לזיהוי אובייקט במרחק העולה על 48 מ"מ (שהוא הטווח המקסימלי שניתן לקבל מגשש קרבה אינדוקטיבי), או אם מעוניינים בקצב בחינה גבוה, נבחר בגשש קירבה פוטואלקטרי.

הגשש הפוטואלקטרי משדר קרן אינפרא אדומה אל האובייקט ובוחר את המצב בשלוש טכנולוגיות שונות:

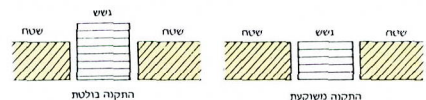
- מחזיר אור** - הגשש משדר קרן אור מיחידת המשדר שלו אל מחזיר אור. קרן האור מוחזרת אל יחידת המקלט. שבגשש. אם הקרן נקטעת על-ידי האובייקט הנבדק, משנה הגשש את מצב המגע שלו. (איור 5).

נבחן כאן את הסוגים השונים, תוך בדיקת צורת התקנתם. (איור 2)



איור 2 - מבנה הגשש

בצורת ההתקנה ישנם שני סוגים בסיסיים: התקנה משוקעת (FLUSH-MOUNTED) והתקנה בולטת (NON FLUSH MOUNTED). (איור 3)

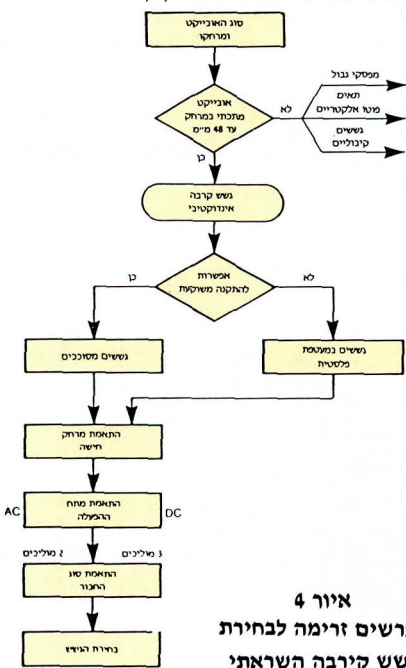


איור 3
צורות התקנת הגשש

הגששים הבולטים: הם גששים לא מסוככים (מותקנים במעטפת פלסטית) ולכן יש להתקנים בצורה מובלטת מהשטח בו הם מותקנים בכדי שלא יושפעו מהשטח הסובב אותם.

הגששים המשוקעים: הם גששים מסוככים (מותקנים במעטפת מתכתית) וניתן להתקנים באופן שלא יבלטו מעל פני השטח בו הם מותקנים.

להפעלת הגששים משתמשים בזרם חילופין (AC) או בזרם ישר (DC). קיימות צורות חיבור שונות, (2 חוטים או 3 חוטים, מגע פתוח או מגע סגור). בבואנו לבחור את סוג הגשש האופטימלי למערכת המבוקרת עלינו לבדוק את עצמנו לפי תרשים הזרימה באיור 4 כדלקמן:



איור 4
תרשים זרימה לבחירת גשש קירבה השראתי

בחוברת זו אנו מחדשים את המדור מה חדש בספרות המקצועית. במסגרת המדור נביא מפעם לפעם ידיעות החשמלאים על רמותיהם השונות, מידע על פרסומים וספרים מקצועיים בתחום החשמל. במידת האפשר נשתדל לתת פרטים כגון: תאריך הפרסום, שם ההוצאה, שם המחבר, מחיר והמקומות בהם ניתן להשיג את הספרים. אנו מקווים כי מדור זה יסייע לחשמלאים בהרחבת ועידכון ידיעותיהם המקצועיות.

מתקני חשמל (חלקים א, ב) מאת: ה. זילברברג, ב. אוסטר

שני חלקי הספר באים לתת תשובה לחוסר הקיים בתחום הספרות הטכנית המתייחסת למקצוע מתקני החשמל. הספרים ערוכים בהתאם לדרישות ותוכניות הלימודים של משרד החינוך והתרבות אולם יש בהם גם ענין לכל איש מקצוע שיש לו נגיעה לתחום מתקני החשמל. הספרים יצאו לאור בהדפסה מורחבת בשנת 1987 בהוצאת "אורט" ישראל.

מחירו של כל חלק 15.60 ש"ח (שני החלקים 31.20 ש"ח).

את הספרים ניתן להשיג במרכז הפדגוגי ע"ש ישראל ומניח מושיבקי-דרך הטייסים 28, תל-אביב, או בחנויות לממכר ספרות מקצועית.

קורס חשמל א' (יחידות 2-1) מאת ד"ר יעקב גל

יצא לאור בשנת 1987 בהוצאת בית הספר לטכ-נולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה הספר "חשמל א'", יחידות 2-1 מוקדש בעיקרו לניתוח מעגלים חשמליים, להבהרות ולהסברת מערכת החוקים החלים על המטען החשמלי ומושגים בסיסיים כמו: מטען חשמלי, שדה חשמלי, פוטנציאל חשמלי, מתח ועוד.

מחיר הספר 37 ש"ח

ניתן להשיג ב"למדא"

האוניברסיטה הפתוחה ת.ד. 39328 ת"א.

קורס חשמל א' (יחידות 3-4) מאת ד"ר יעקב גל ומר דניאל תמיר

יצא לאור בשנת 1987 בהוצאת בית הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה

ביחידות 3-4 מפורטות שיטות שונות לחישוב מעגלים חשמליים ומודגמות שיטות שונות לפיתרון. הספר מיועד בעיקר להרגיל את הקורא לעבודה שיטתית ומסודרת המסייעת ללומד להמנע משגיאות חישוביות בעת פתרון בעיות במעגלים מורכבים יחסית.

מחיר הספר 31 ש"ח
ניתן להשיג ב"למדא"

מדריך לחשמלאי 1988

בעריכת איג'י ז. דוניבסקי

המהדורה החדשה יצאה לאור לפני כחצי שנה בהוצאת המחבר.

כמו במהדורות הקודמות כולל המדריך הסבר מפורט, ומעודכן של כל תקנות החשמל שפורסמו עד היום וכן הוראות למיתקני חשמל בהתאם לחוק התכנון והבניה, הוראות למתקני חשמל בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה וחומר נוסף שיש בו ענין לחשמלאי בעבודתו השוטפת. מחיר המדריך 18 ש"ח.

ניתן להשיג את המדריך בחנויות לספרות מקצועית. כמו כן ניתן להזמין את המדריך אצל המחבר (בתוספת 2 ש"ח דמי משלוח) לפי הכתובת: רח' דישראלי 19, חיפה 34333

הגנה בפני הברקים

מאת איג'י יצחק אורל איציקוביץ

יצא לאור ב-1986 בהוצאת "אלביט"

הספר מתאר ומסביר תופעות פיסיקליות של הברק ומנתח את העקרונות אשר יש להתחשב בהם בזמן התכנון, הביצוע והתפעול של מערכת הגנה נגד ברקים.

כמו כן מפורטות בספר השיטות שיש לנקוט והאבזרים שיש להשתמש בהם, כדי להגן על אתרים שונים בפני פגיעות ברק.

מחיר הספר 25 ש"ח.

ניתן להשיגו אצל המחבר, רח' רחל 30, חיפה

34402

מבנה המחשב (יחידה 1)

מאת אהרן אהרן

יצא לאור בשנת 1987 בהוצאת בית הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה

הספר עוסק במבנה הכללי של המחשב. וכן בהסבר על היחידות המרכיבות את המחשב כמו: זכרון, יחידת הביצוע, יחידת הבקרה, כן מתואר השילוב של החומר והתוכנה במחשב. את הספר ניתן להשיג ב"למדא".

מבנה המחשב (יחידה 2)

הספר הינו המשך ליחידה 1 ועוסק בשיקולים במתן ההוראות למכונה שעל יחידת הבקרה מוטל לבצע וכן את מרכיביה השונים של יחידת הבקרה ואופן פעולתה. בנוסף לניל ניתנות גם דוגמאות של הוראות והמבנה של הוראות אלה.

חוק החשמל תשי"ד 1954 ותקנותיו

המהדורה החדשה יצאה לאור ב-1988 בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות שליד משרד העבודה והרווחה.

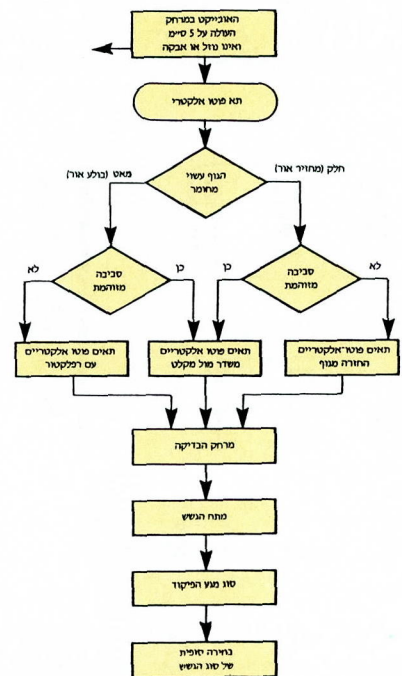
בספר מופיעים תקצירים מעודכנים של כל תקנות החשמל הנכללות בחוק החשמל.

מחיר הספר 4.50 ש"ח. וניתן להשיגו בכל סניפי המוסד לבטיחות ולגיהות ברחבי הארץ.

(המשך מעמוד 38)

בגשמים אלו מותקן ממסר זעיר בנקודת היציאה שלהם או שהם בעלי יציאה טרנזיסטורית (שני מוליכים).

תהליך הבחירה של גשש פוטואלקטרי מתואר באיור 8.



איור 8

תרשים זרימה לבחירת תאים פוטואלקטריים

סיכום

סקרנו כאן סוגים שונים, נפוצים ביותר של אבזרי פיקוד למערכות השונות.

ניתחנו את היתרונות והחסרונות והיישומים שלהם, תוך תקווה כי מאמר זה יעזור לחשמלאים בדרגים השונים לבחור, באופן נכון, את האבזר המתאים ליעודו, בכל מקרה.

חישוב פסי הצבירה במתקני החשמל

אינג' יצחק אורל איציקוביץ

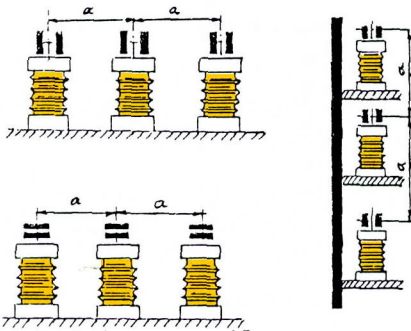
פסי צבירה מהווים מרכיב חשוב בלוחות החשמל ובמתקני חלוקת חשמל אחרים. בלוחות החשמל תפקידם הוא לחבר ישירות בין מעגל הזינה של הלוח לבין המעגלים היוצאים מהלוח לצרכנים שונים והשימוש בהם מאפשר לבצע חיבורים נוחים למספר גדול של יציאות תוך העברת זרמים גדולים.

פסי הצבירה עשויים מנחושת או אלומיניום והבחירה ביניהם נעשית בהתאם לשיקולים כלכליים וטכניים. כאשר פסי הצבירה מותקנים במיתקנים חיצוניים יש להתחשב גם בתנאים האופניים - במיוחד לגבי אלומיניום העלול להיפגע על ידי גורמים קורוזיביים שונים.

המרחק המינימלי בין הפסים בלוחות למתח נמוך הוא 30 מ"מ ואילו בלוחות מתח גבוה נקבע המרחק בהתאם למתח הנקוב. הפסים יכולים להיות גלויים, צבועים או מבודדים.

פסי הצבירה הצבועים בצבעים מתאימים פולטים חום טוב יותר בהשוואה לפסים חשופים ומאפשרים בכך העמסה גבוהה יותר. בידוד הפסים מקטיין את כושר פליטת החום ומפחית, בהתאם, את כושר ההעמסה שלהם אך מאידך, מאפשר את הקטנת המרחקים (דבר חשוב במיוחד במתח גבוה).

באיור 2 מובאות דוגמאות להתקנת פסי צבירה, במתח גבוה.



איור 2
דוגמאות להתקנת פסי צבירה

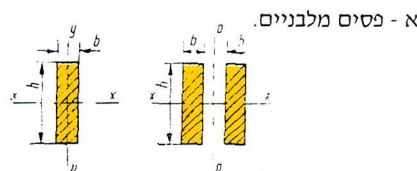
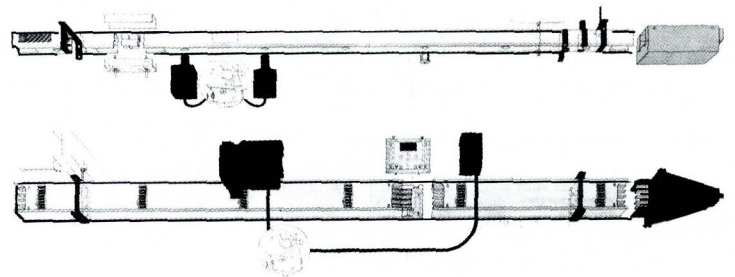
חישוב פסי הצבירה

לצורך קביעת חתך פסי הצבירה, המרחקים ביניהם, חוזק המבודדים וכי, יש לערוך סדרת חישובים שבהם לוקחים בחשבון את הנתונים החשמליים של המיתקן ואת התכונות המכניות של החומר.

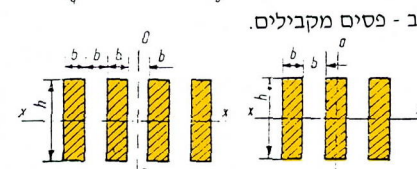
העמסת פסי הצבירה מבחינה תרמית

הנתון הקובע מבחינה תרמית הוא הזרם המתמיד של המתקן שהוא גם הזרם הנקוב של הלוח I_N . בחירת החתך נעשית בהתאם לטבלאות הכלולות בתקנים שונים (לדוגמה DIN 43671) ומתבססות על הזרם הנקוב, הטמפרטורה האופפת ותנאי הקרור.

החתך המתאים לזרם מסויים בחומר הפס, תלוי במידות, במספר הפסים המקבילים, בבידוד



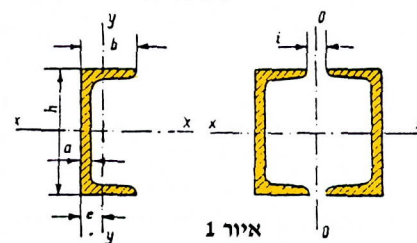
א - פסים מלבניים.



ב - פסים מקבילים.



ג - פסים מפרופיל תעלה (יחידים וכפולים).



איור 1
דוגמאות של פסי צבירה.

התקנת פסי צבירה

פסי הצבירה מותקנים, כשהם מחוזקים באופן מודולרי על ידי מבדדי תמיכה העשויים מחרסניה או מחומרים מבודדים אחרים. המרחק בין נקודות החיזוק של הפסים חייב להתאים לכוחות האלקטרודינמיים, העשויים להופיע במיתקן בזמן מעבר זרמי קצר. בפסים מקבילים נהוג להתקין גם חיזוקים בין הפסים וזאת במטרה למנוע תנודות ושיפור עמידותם בזרמי קצר. עמידות פסי הצבירה בפני פריצות מתח - דהיינו רמת הבידוד שלהם - באה לידי ביטוי על ידי המרחק בין המופעים ובינם לבין חלקים מאורקים.

פרופילים של פסי צבירה

פסי הצבירה מיוצרים בדגמים בעלי פרופילים שונים כגון:

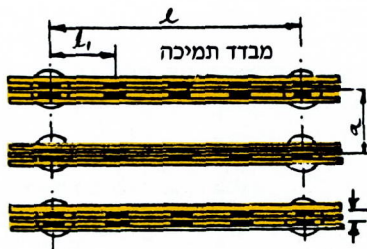
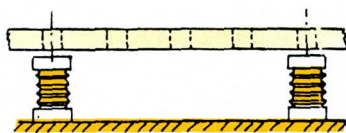
- פסי צבירה מלבניים - פסים אלה נפוצים ביותר בלוחות חשמל, קלים לעיבוד ומאפשרים תנאי קירור טובים. הפסים המלבניים יכולים להיות מותקנים כפסים יחידים או כפסים מקבילים, כאשר יש צורך בהעברת זרמים גדולים. כדי להבטיח תנאי קירור טובים בין פסים מקבילים, משאירים מירווח בין כל פס ופס השווה, לפחות, לעובי הפס.

- פסים עגולים - מלאים או חלולים. פסים אלה מיועדים להתקנה בלוחות למתח גבוה ובמיוחד בלוחות קומפקטיים וזאת מסיבת חתכם העגול המבטיח שדה אלקטרומגנטי הומוגני מסביבו ומקטיין בכך אפשרויות של פריצות. פסי הצבירה החלולים מאפשרים גם קירור טוב יותר בהשוואה לפסים מלבניים.

- פסים בפרופילים שונים - לפעמים משתמשים גם בפסי צבירה בצורת תעלה [ו/או תעלה כפולה].

פסים אלה עמידים יותר בפני הכוחות האלקטרומכניים הנוצרים, בהשוואה לפסים המלבניים ומאפשרים במקביל, גם קרור טוב יותר. (איור 1)

אינג' י.א. איציקוביץ - מחלקת תכנון רשת, מחוז הצפון, חברת החשמל



עמידות דינמית בזרמי קצר
 בעת הופעת קצרים במתקן חייבים פסי הצבירה לעמוד בכוחות אלקטרו דינמיים גדולים. בפסים יחידים מופיעים הכוחות האלקטרו דינמיים בכל מופע בין הפסים הסמוכים השייכים למופעים השונים. כאשר מדובר בפסים מקבילים, באותו מופע. מתווספים לכוחות הנייל גם כוחות אלקטרו דינמיים נוספים בין הפסים המקבילים (איור 3).



איור 3 - כוחות אלקטרו דינמיים בין הפסים המקבילים

$$W = \frac{bh^2}{6} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4)$$

$$W = \frac{b^2h}{6} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5)$$

כאשר:

h - ממדי פס הצבירה ב-ס"מ.
 הכוח המופעל בפסים המקבילים מחושב לפי נוסחה 6

$$F_1 = 0.2 \left(\frac{I_s}{n} \right)^2 \frac{\ell_1}{a_1} \text{ (N)} \quad (6)$$

כאשר:

n - מספר הפסים המקבילים
 ℓ_1 - מירווח בין החיזוקים
 a_1 - מירווח בין הפסים המקבילים
 מכאן המאמץ בפסים מקבילים מחושב בנוסחה 7

$$\tau_2 = V_T \frac{F_1 \ell_1}{12 W_1} \quad (7)$$

מומנט ההתנגדות תלוי במידות הפסים, במרחק ביניהם ומספר הפסים המותקנים במקביל והוא נתון בטבלאות. המאמץ המחושב הכללי חייב להיות קטן מהמאמץ המותר כמתואר בנוסחה (8)

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \leq \tau \text{ מותר} \quad (8)$$

כאשר:

τ מותר - המאמץ המותר לפי סוג החומר.
 (עבור נחושת $200^\circ = 400 \text{ N/mm}^2 = \tau$ מותר.)

סיכום:

המאמר מצביע על השיקולים העקרוניים לבחירת פסי הצבירה במתקני חשמל. מתכנני לוחות החשמל או מיתקני חשמל אחרים בהם מותקנים פסי צבירה חייבים להתחשב בכל ההבטים אשר אוזכרו במאמר ולעשות את החישובים בהתאם לתקנות.

וכו'. והוא נקבע בהתאם לצפיפות הזרם המותרת בתנאי חימום מוגדרים.

מעניין לציין כי צפיפות הזרם המותרת קטנה ככל שהותך עולה לדוגמה:

פס צבירה מנחושת בחתך $50 \times 10 = 500 \text{ mm}^2$ מותר להעמיס ב- 1020 A - דהיינו צפיפות זרם של

$$\frac{1020}{500} = 2.04 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

בעוד שפס בחתך $100 \times 10 = 1000 \text{ mm}^2$ ניתן להעמיס ב- 1810 A , דהיינו צפיפות זרם של

$$\frac{1810}{1000} = 1.81 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

בלבד.

אם במקום פס בחתך 100×10 מ"מ נשתמש בשני פסים מקבילים 50×10 נוכל להעמיס ב- 1720 A , כלומר בצפיפות של

$$\frac{1720}{1000} = 1.72 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

שהיא קטנה מצפיפות הזרם של הפס היחיד. העמסת פסי הצבירה לפי הדוגמה הנייל מחושבת לטמפרטורה אופפת של 35°C , כשהטמפרטורה המירבית המותרת של הפס היא 65°C והמירווח בין הפסים המקבילים שווה לעובי הפסים (10 מ"מ). בתנאים שונים יש להכפיל את נתוני הטבלאות במקדמים בהתאם לתקן.

העמסה תרמית בזרמי קצר

בזמן קצר עולה הטמפרטורה של פסי הצבירה מעל הטמפרטורה המותרת בהעמסה רגילה לזמן קצר ביותר. בדרך כלל מותרת עליית טמפרטורה עד ל- 200°C לנחושת.

הזרם התרמי I_{th} של הפס בעת הקצר תלוי בזמן תגובת ההגנות. לפי תקן VDE 0103 יש לחשב את הזרם התרמי הנייל לפי נוסחה:

$$I_{th} = I_k \sqrt{m + n} \quad (1)$$

כאשר:

I_k - זרם הקצר ההתחלתי של המתקן
 m ו-n - מקדמים התונים בטבלאות ותלויים בזמן פעולת ההגנות ובגורמים אחרים הקשורים לאופי הקצר במתקן.

לדוגמה: בזמן פעולה של 0.5sec מתקבלים הערכים המירביים $n = 0.95$ ו- $m = 0.2$ כלומר:

$$I_{th} = I_k \sqrt{0.2 + 0.95}$$

$$I_{th} = 1.07 I_k$$

אם הטמפרטורה ההתחלתית של פסי הצבירה היא 65°C והטמפרטורה המירבית הסופית המותרת היא בסדר גודל של 200°C , מתקבלת, צפיפות זרם מותרת:

$$\begin{aligned} J_{cu} &= 130 \text{ A/mm}^2 \text{ עבור פסי נחושת} \\ J_{Al} &= 90 \text{ A/mm}^2 \text{ ועבור פסי אלומיניום} \end{aligned}$$

אם נתייחס לפס צבירה בחתך של 20×10 מ"מ, הניתנים להעמסה ב- 500 A , נקבל זרם קצר מירבי מותר של:

$$I_k = \frac{1}{1.07} 130 \times 500 = 60.7 \text{ kA}$$

איור 4
 סידור של פסי צבירה

מה חדש בתחום התקינה (מת"י)

איג' אוטו ורנר

בעבר הבאנו מדי פעם כתבות על תקנים ישראליים שפורסמו על-ידי מכון התקנים הישראלי. וכן כתבות שונות בענייני תקינה. כוונתנו להקדיש, להבא, מדור קבוע לנושאי מכון התקנים ותקינה. תחילה כמה דברי הסבר (הידועים במידה זו או אחרת, לרבים מקוראי "התקע המצדיע").

מטרות התקינה

אחת ממטרות התקינה היא **אבטחת החלופות למוצרים**, לדוגמה - תקע המותקן במקום תקע פגום, חייב להתאים לבית התקע - יהיה יצרן התקע החדש אשר יהיה: מידות הפינים והמרחק ביניהם חייבים להיות שווים לאלה של התקע שהוחלף.

מצב זה אינו מקרי - ההתאמה קיימת הודות לתקן ישראלי המבטיח את החלופות. המידות העיקריות של המוצרים חלות בדרך כלל, על ערכים נקובים מסוימים (כגון ערכי הספק); על-ידי כך משיגים **צימצום מיוון המוצרים** וחסכון בייצור.

מטרות אחרות של התקינה הן: **קביעת דרישות מזעריות ביחס לטיב המוצרים**, ביחס לקיימותם, לעמידותם בתנאי פעולה, בהובלתם ואיחסונם, והחשוב ביותר - בטיחותם.

קביעת סימון המוצרים - כדי למנוע אי-הבנה;

קביעת נוהלי הבדיקה - כדי להבטיח אחידות הבדיקות לגבי מוצר מסוים.

לשם כך הוקם **מכון התקנים הישראלי**, המקביל למוסדות דומים בארצות אחרות; קיומו ופעולתו מעוגנים על-ידי חוקי המדינה.

תפקידי מכון התקנים הישראלי:

א. להכין ולנסח תקנים ומפרטים לשנות ולעדכן תקנים קיימים לפי הצורך. מטרות אלה מתבצעות באמצעות ועדות מומחים, שחבריהן נבחרו מבין נציגי התעשייה והמלאכה, הצרכנות, משרדי הממשלה, ממוסדות מדע ומחקר וממעבדות מכון התקנים וכו'.

ב. לבדוק את התאמת המוצרים לדרישות הנקובות בתקנים ולתת תעודות המפרטות את תוצאות הבדיקה וזאת באמצעות מעבדות המצוידות במיוחד לבדיקות אלה. נבדקים גם מוצרי יבוא על פי צווים של משרד המסחר והתעשייה במטרה למנוע יבוא של מוצרים העלולים לפגוע בטיחות הציבור ומוצרים שאיכותם ירודה.

ג. לתת היתרים ליצרנים לסמן את המוצרים בתורתקן או בסימן השגחה, בהתאם למקרה, וזאת לאחר בדיקתם במעבדות מכון התקנים ובחינת עמידותן בתנאי התקן ומפיקוח שוטף על ייצורם, על-ידי היחידה לאבטחת איכות.

התקן הישראלי

הוא מסמך היוצא לאור מטעם מכון התקנים הישראלי ובחתימת מנהלו - להבדיל מתקנות (כגון תקנות החשמל), שהן כללים מחייבים,

המשלימים את חוקי המדינה ומתפרסמים בקובץ התקנות. התקנות יוצאות לאור בחתימת השר המופקד על ביצוע החוק, שהוחלט עליו בכנסת (כגון: חוק החשמל תשי"ד-1954, שבעקבותיו פורסמו תקנות רבות).

ניתן לראות בתקן כעין אמנה מרצון לשם קיום רמת טיב ותכונות אחרות. הממונה על התקינה במשרד המסחר והתעשייה רשאי להכריז על תקן ישראלי כתקן רשמי ובמקרה זה התקן מחייב ואסור לייצר, לייבא, לייצא או לשווק מוצר שחל עליו תקן רשמי אם אינו מתאים לדרישות התקן, ועבירה על כך נחשבת כעבירה פלילית.

ואמנם תקנים רבים הדנים במוצרי חשמל הם תקנים רשמיים.

מפרטי מכון התקנים

הם מסמכים הדומים לתקנים, אך אין להם מעמד של תקן ואין הם יכולים להיחפך לתקן רשמי.

מגמת מכון התקנים הישראלי היא להתאים ככל האפשר את התוכן ואת הנוסח של התקנים הישראליים, הדנים בציוד חשמלי, לתקנים בין-לאומיים, היוצאים לאור מטעם "הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה" - (International Electrotechnical Commission) שהוא ארגון התקינה הבין-לאומי. מכון התקנים הישראלי חבר גם הוא במכון זה. לעיתים מאשרים תקן בין-לאומי בשפה המקורית-אנגלית - כתקן ישראלי ובשפה העברית מופיעים רק דברי מבוא, סעיף "חלות התקן", איזכורים של תקנים אחרים, תוספות ושינויים לגבי המתקן המקורי הכל בהתאם לקביעת וועדת התקינה המכינה את התקן.

יחידות מכון התקנים הישראלי

הספרייה שבמכון התקנים הישראלי - שהיא אחת מספריות התקנים הגדולות בעולם - בספרייה ניתן לעיין, ללא תשלום, לא רק בתקנים ישראליים ובמפרטי המכון, בחוקים ובתקנות של מדינת ישראל, אלא גם בתקנים בין-לאומיים ולאומיים, בתקנות של מכוני תקנים ושל מוסדות מחקר מרחבי העולם ובקטלוגים שלהם וכן בכתבי עת, מילונים וספרי יעוץ, הקשורים לנושאי התקינה.

המעבדה לחשמל בודקת ציוד חשמלי לתעשייה, לתחבורה, מכשירים לשימוש ביתי ומסחרי, כבלים, פתילים ומוליכים, תומרי התקנה חשמלית הן מתוצרת הארץ והן מתוצרת חוץ המיובאים ומיועדים לשימוש בארץ.

כן מפקחת המעבדה על מוצרי חשמל, הנוש-אים תורתקן או סימן השגחה.

היחידה לאבטחת איכות פועלת בשני ענפים:

- ענף תורתקן - שעניינו פיקוח על השימוש הנכון והמוצדק בתורתקן ובסימן השגחה.
- ענף בקרת איכות - שעניינו הקמת מערכות בקרת איכות במפעלים ופיקוח עליהן.

להלן סקירה על פירסומי מכון התקנים הישראלי בשטח החשמל שיצאו לאור לאחרונה (8 החודשים האחרונים בקירוב).

תקנים

ת"י (תקן ישראלי) 251 חלק 2 - מכשירי חשמל לחימום נוזלים: מכשירים לחימום מים ולהרתחתם

מהדורה חדשה הבאה במקום התקן משנת 1984. התקן דן במכשירי חשמל לחימום מים ולהרתחתם, המיועדים לשימוש במטבחים, המשרתים מספר רב של אנשים, כגון: במשרדים, במזנונים, בבתי הארחה וכו"ב.

ת"י 786 - ציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות של גזים

מדובר בסידרת תקנים: שמהם הופיעו עד כה 14 חלקים.

מטרת הסידרה לסייע למתכנן בבחירת הציוד ולהנחות את הבודק בקביעת כשירות הציוד לשימוש באטמוספירה נפיצה של גז, כדי למנוע, ככל האפשר, התפוצצות כתוצאה משימוש בציוד חשמלי.

התפוצצות עלולה להתרחש, אם קיימים בעת ובעונה אחת ובאותו מקום גם אטמוספירה נפיצה וגם מקור הצתה בעל אנרגיה מספקת. סידרת תקנים זו מתייחסת לתערובות של גז או אד עם אויר. טמפרטורת ההצתה והאנרגיה המינימלית לגרימת התפוצצות תלויות בסוג הגז או האד ובאחוז ריכוזם בתערובת.

(גם בגלל הימצאות אבק או סיבים דליק ם באוויר יכולה להתהוות אטמוספירה נפיצה. מפרט המכון, הדין בציוד חשמלי לשימוש באטמוספירה נפיצה בסביבה של אבק דליק (מצא בשלל הכנה).

בעלון מס' 34 של "התקע המצדיע" (מאי 1985) הופיעה כתבה רחבה על סידרת תקנים זו. מאז חלו מספר שינויים במיספור חלקיה, שנעשו כדי להשוותה למיספור חלקי סידרת התקנים הבין-לאומית IEC 79, ששימשה בסיס לסידרתנו;

להלן רשימת חלקי הסידרה לפי המיספור החדש, כולל החלקים שנתווספו:

ת"י 520 - שפופרות פלואורסצנטיות לשימוש כללי;

ת"י 544 - פתילים לחיבור מכשירי חשמל מיטלטלים: צבעי היכר של הגידים;

ת"י 786 - ציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות: חלקים: 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12 (לפי המיספור הישן);

ת"י 900 - כללי בטיחות למכשירי חשמל לשימוש ביתי ולשימושים דומים;

ת"י 901 - מחממים חשמליים מיטלטלים לחימום בטבילה;

ת"י 1067 - חוטי ליפוף מנחשת: חלק 1 - חוטים עגולים, מאומלים, עתירי חוזק מכני, חלק 2 - חוטים עגולים, מאומלים ומתאימים להלחמה,

חלק 3 - חוטים עגולים מאומלים לטמפרטורה עד 180°C

הערה: לקוראי "התקע המצדיע" ידועה חשיבות התקן ת"י 900, שהוא כעין תקן-אב לתקנים אחרים. חשיבות לא פחותה נודעת לכל גליון תיקון שלו.

ת"י 786.12 - מיון תערובות של גזים או אדים עם אוויר בהתאם למרווחי בטיחות (עיקר התוכן בשפה האנגלית) מקסימליים, נסיוניים (MESG) ובהתאם לזרמי הצתה מינימליים שלהם (MIC)

ת"י 786.13 - מבנה של חדרים או של בניינים המוגנים בלחץ-יתר והשימוש בהם (עיקר התוכן בשפה האנגלית)

ת"י 786.14 - התקנה במתח נמוך (הוכן בשיתוף עם ועדת ההוראות של משרד האנרגיה והתשתית).

הערות: (א) החלק שמיספרו 786.9 אינו קיים כבר, הואיל ותוכנו נכלל בחלק "דרישות כלליות".

(ב) החלקים 786.12, 786.13, 786.14 נוספו מאז 1985.

ת"י 1280 - אבזרי חיבור לצינורות למיתקני חשמל: אבזרי פלסטיק ואבזרים משולבים

התקן דן באבזרי חיבור לצינורות המיועדים להגנת מוליכי חשמל מבודדים במיתקני חשמל, כגון: מחברים, קשתות זוויתונים, אבזרים שצורתם קמץ, אבזרים שצורתם צלב, מעברים, פקקים.

גליונות תיקון לתקנים

ת"י 149 - תנורי חשמל להסקת חדרים;

ת"י 165 - שיטות בדיקה של מוצרי חשמל;

ת"י 246 - נורות ליבון שיש להן תיל טונגסטן: דרישות טיב כלליות;

ת"י 494 - מאווררי תקרה חשמליים;

ת"י 786 - ציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות של גזים: דרישות כלליות

(הערה: המהדורה החדשה, רחבה בהרבה מהמהדורה הקודמת, כשעיקר תוכנה מופיע בשפה האנגלית).

ת"י 786.1 - מעטפות עמידות התפוצצות

ת"י 786.2 - הגנה מטיפוס "פ" לציוד חשמלי (מהדורה חדשה, עיקר התוכן מופיע בשפה האנגלית, כותרת המהדורה הקודמת: "מעטפות שקיים בהן לחץ יתר")

ת"י 786.3 - מכשיר ניצוצות לבדיקת מעגלים שבטיחותם עצמותית

ת"י 786.4 - שיטות בדיקה לטמפרטורת הצתה

ת"י 786.5 - ציוד ממולא בחול

ת"י 786.6 - ציוד טבול בשמן

ת"י 786.7 - ציוד בעל הגנה "e" - מבנה ובדיקות

ת"י 786.8 - מיון של טמפרטורות משטח מקסימליות

ת"י 786.10 - מיון אזורי סכנה

ת"י 786.11 - ציוד שבטיחותו עצמותית וציוד נספח - מבנה ובדיקות

שטיפת מבדדים בקווי מתח עליון בעזרת מסוק.

לאחרונה הוכנס לשימוש חברת החשמל מסוק שבעזרתו שוטפים את המבדדים בקווי מתח עליון ללא הפסקת המתח בקו. המסוק המצויד במתקן להתזת מים, מתקרב עד כדי 10 מ' מעמוד החשמל ובעזרת זרנוק ארוך ניתזים המים על המבדדים ושוטפים אותם.

השיטה יעילה ביותר כיוון שבעזרתה ניתן לשטוף עשרות עמודים ליום, במקומות שבהם אין גישה לרכב וכאמור, בעת שהקו נמצא תחת מתח.

שטיפת המבדדים תורמת לשיפור אמינות אספקת החשמל בכל הארץ.



חברת החשמל לישראל מודיעה על תחרות צרכן החשמל היעיל לשנת 1988

חברת החשמל מייחסת חשיבות רבה לייעול צריכת החשמל במגזרי המשק השונים במטרה להקטין הוצאות המשק הלאומי לייצור ואספקת חשמל. במסגרת פעולות החברה לניהול עומס בתחום הצרכנות, תתקיים השנה, זו הפעם השלישית, תחרות "צרכן החשמל היעיל".

בתחרויות הקודמות השתתפו עשרות צרכנים גדולים ומתוכם נקבעו הזוכים:

- התעשייה האוירית לישראל - נמל תעופה בן גוריון
- מקורות - חברת המים ■ מרכז רפואי ספיר - כפר סבא
- מרכז רפואי סורוקה - באר שבע ■ קיבוץ יפעת ■ אורדן תעשיות - נתניה
- נשר מפעלי מלט - הר טוב ■ נשיונל סמיקונדקטור - מגדל העמק
- פרדס מוצרי הדר - יבנה ■ קיבוץ עין גב.

לתחרות שתי מטרות עיקריות:

- לעודד צרכנים לנקוט צעדים לייעול צריכת החשמל במתקניהם.
- להקנות מידע על דרכים אפשריות לייעול הצריכה לכלל אנשי המקצוע, על ידי הצגת ההשגים של הצרכנים המשתתפים בתחרות.

- בתחרות רשאים להשתתף צרכני חשמל המשלמים לפי תעריף (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה) אשר יוכיחו כי ביצעו צעדים טכניים/אירגוניים שהביאו לשיפור ולייעול פרופיל צריכת החשמל שלהם.
- לצרכנים שיזכו בשלושת המקומות הראשונים יוענקו פרסים כספיים.
- המועד האחרון להגשת המועמדות לתחרות, בכפוף לתנאים המפורטים בתקנון הוא 14.10.88.
- את תקנון התחרות ניתן לקבל במחלקות הצרכנים הטכניות במחוזות החברה, או במשרדי המחלקה לייעול הצריכה:

בחיפה - שד' ההגנה 2, בנין "אגד" (התחנה המרכזית), קומה 11,

טל' 04-548416 או 04-548436.

בתל-אביב - רח' החשמל 25.