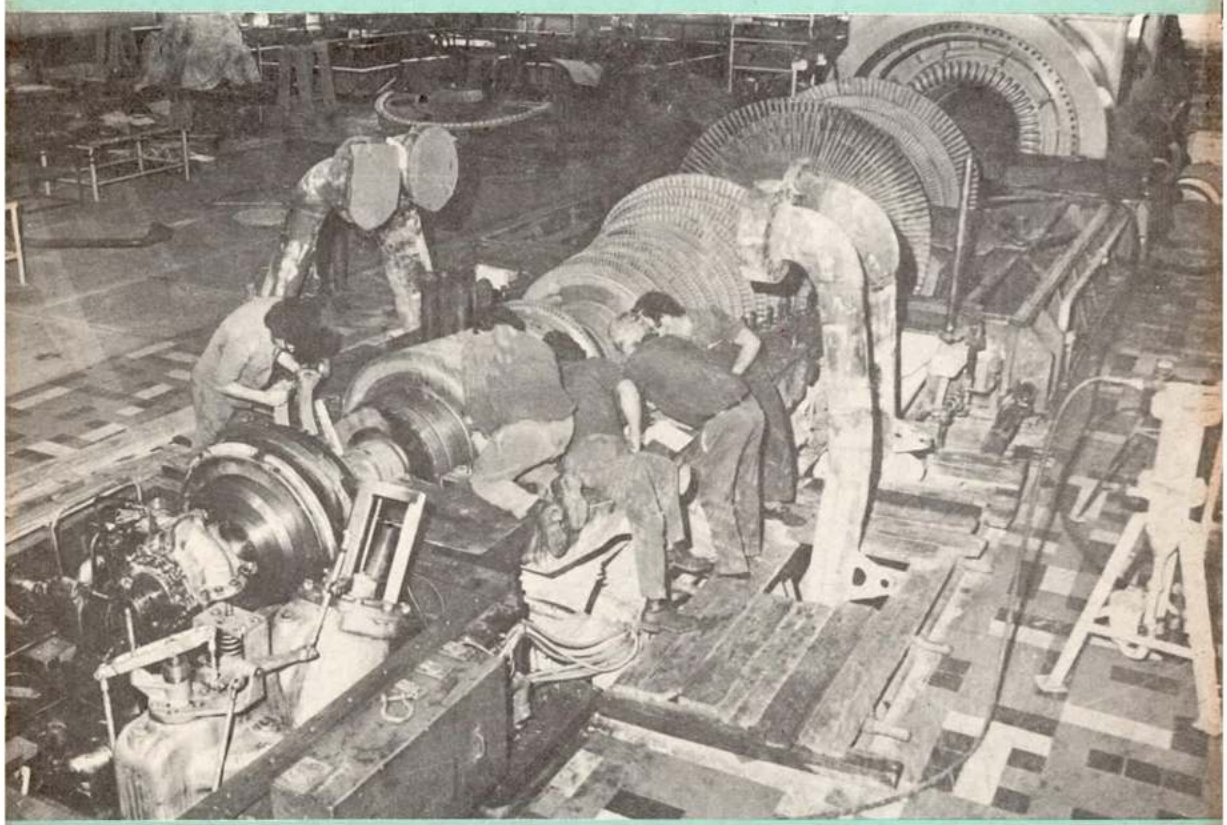


ג'נ' וויבס

התקע המצדיע



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



יולי 1978

מס' 20

3	. . . . .	כנס כבלים בינלאומי בישראל
4	. . . . .	עידכון רשימת מינויי „התקע המצדיע“
4	. . . . .	דיווח על אירועי „התקע המצדיע“
5	. . . . .	מכתבים למערכת
7	. . . . .	קידום חשמלאים
8	. . . . .	התנעת מנועים תוך שמירה על איכות מתח האספקה
13	. . . . .	בידוד תרמי וחיסכון בחשמל
19	. . . . .	מי. מפתח מקבלים?
20	. . . . .	מה חדש בספרות נוקצועית?
21	. . . . .	ניתוח תקלה במערכת אספקת חשמל ללוח ראשי

מדור מודעות — שרות פרסומי

23	. . . . .	הגנה על צרכני מתח גבוה מפני חיבור לאדמה ברשתות בעלות סליל כיבוי
27	. . . . .	פרק חדש בתקנות החשמל: הארקות יסוד
28	שימוש באולומיניום לסלילי שנאים והשוואה בין שנאים בשמן לשנאים יצוקים	
31	. . . . .	נורות חשמל לשימוש ממושך
32	. . . . .	תחנת כח כימית?...
33	. . . . .	חסכון אנרגיה במערכת לאספקת החשמל בישראל
36	. . . . .	חסכון אנרגיה במערכות לשאיבת מים
40	. . . . .	קוי הפעולה המרכזיים של חברת החשמל לשמירת איכות הסביבה
43	. . . . .	מידע על כנס הכבלים הבינלאומי (21.9.78—20)

העורך:

א. לייסנר

המערכת:

- צ. אביתר, י. בלבל, מ. זיסמן,
- ל. יבלונובסקי, ז. ספורן, י. פישר,
- נ. פלג, ג. פרבר

מנהלה:

ש. וולפסון

תסדיר וביצוע:

מ. ציטרון

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ
 ת. ד. 25, תל־אביב — 61000
 טלפון 03*625963

הדפסה:

דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

בשער: שיפוץ יסודי של יחידת ייצור (טורבו־גנרטור) בת 141 מגווי"ט בתחנת הכח, חיפה.
 תכנון השיפוץ (העבודה, נמשכת כ־1/2 שנה), נעשה כך שלא תפגע אספקת החשמל הסדירה למדינה.
 את מקומה של היחידה המפורקת ממלאות יחידות העבודה של תחנות הכח.

המערכת איננה אחראית לתוכן המודעות שהן על אחריותם של המפרסמים.

נס כבלים בינלאומי בישראל

20 - 21.9.1978

ההפתחות משק החשמל בישראל — המאופיינת בין השאר בגידול צפיפות העומס באזורי צריכה קיימים ובגידול הצריכה והרחבתה — מכתיבה את הצורך בפיתוח מערכת הכבלים התת־קרקעיים.

● יש להדגיש כי לגידול צפיפות העומס יש השלכות משמעותיות לא רק על התפשטות רשת הכבלים כי אם גם על טכנולוגיית הכבלים, כגון :

צורך בחתכים גדולים יותר וכל הכרוך בזה ; בעיות העמסת הכבלים וההתחממות, כאשר המקום המוקצב להעברת ההספק החשמלי הולך ומצטמצם ; הספקי קצר גדולים יותר ; בעיות הארקה מסתבכות ; בעיות הנחת הכבלים, ביצוע חיבורים וסופיות ; תכנון אופטימלי של רשתות תת־קרקעיות בצפיפויות עומס כפי שטרם היו בארצנו ; אמינות אספקה ברמה גבוהה ;

● באיזורים רבים מחייב גידול צפיפות העומס גם החלפה של רשתות עיליות קיימות לרשתות כבלים תת־קרקעיים.

● ברשתות מתח נמוך המעבר המצופה לשיטת האיפוס יחייב את השימוש בסוגי כבלים חדשים.

● רשתות מתח גבוה (עד 33 ק"ו) היו עד כה, בדרך כלל, בטיפולו הכמעט בלעדי של חברת החשמל. מצב זה ישנתנו, קרוב לודאי, בעתיד כאשר יותר ויותר צרכנים יקבלו אספקה במתח גבוה ויהיו אחראים ישירות גם למערכת הכבלים במתח גבוה. לכן יגדל בהכרח חוג החשמלאים שיידרשו למיומנות המקצועית בכבלים כאלה.

● גם הדרישות מנקודת ראות של איכות הסביבה יגבירו את הצורך לרשתות תת־קרקעיות כאלטרנטיבה לרשתות עיליות קיימות ובעיקר — חדשות.

● לדעת המומחים יש לצפות גם בקווי מתח עליון (עד 161 ק"ו) להתפתחויות משמעותיות : כיום נבנים קווי המערכת במתח עליון בקוים אויריים ותחנות המשנה נמצאות מטבע הדברים בפרופירה של האיזורים הבנויים.

גידול צפיפות העומס עשוי לחייב בעתיד את מיקומן של תחנות המשנה גם במרכזים עירוניים ובאיזורי תעשייה צפופים ואז לא יהיה אולי מנוס משימוש בכבלים תת־קרקעיים למתח עליון כדי לחבר את תחנות המשנה הללו אל המערכת הארצית.

יש להניח כי, בנוסף לחברת החשמל, ישתמשו בעתיד הנראה לעין גם צרכנים גדולים מסויימים בכבלים תת־קרקעיים במתח עליון.

● הטכנולוגיה של כבלים, בכל סוגי המתחים, התפתחה בעולם בקצב מהיר בשנים האחרונות וחינוי ביותר כי בעלי המקצוע בארץ, הקשורים לנושא הכבלים, ילמדו טכנולוגיות חדישות אלו ויפיקו תועלת מהנסיון שנרכש בחלקים אחרים של העולם.

לכטרה. זו הזמין הסניף הישראלי של (The Institution of Electrical Engineers) I.E.E.

בשיתוף עם „התקע המצדיע“ (עלון לחשמלאים בהוצאת חברת החשמל), קבוצת מומחים בעלי שם בנושא הכבלים, מאנגליה, גרמניה והולנד.

המומחים מחו"ל יציגו בכנס, שיתקיים בהרצליה בחודש ספטמבר, את הטכנולוגיות החדשות על היבטיהן השונים ויעמדו לרשות משתתפי הכנס שיוכלו להציג בפניהם שאלות והשגות הן במסגרת ההרצאות והן במסגרת רבי־שיח.

עידכון רשימת מינויי „התקע המצדיע“

- בהמשך להודעה שפורסמה בחוברת מס' 19 הגנו לחזור ולהודיע כי עם השלמת „העשור“ השני של „התקע המצדיע“, החליטה הנהלת החברה — לנוכח העלויות המשמעותיות בעלויות ההדפסה והמשלוח — להטיל על המינויים השתתפות חלקית במחיר הוצאת העלון, החל מהחוברת מספר 21 (החוברת הבאה).
- עידכון רשימת המינויים ייעשה באמצעות כרטיס המינוי החדש המצורף לחוברת זו, אשר יש למלאו לרבות תשלום דמי המינוי לזכות חשבונו בבנק לאומי, חיפה, בהתאם להוראות המפורטות בכרטיס.
- דמי המינוי עבור 4 חוברות (21, 22, 23, 24) הם כדלקמן:
מינוי רגיל 25 ל"י
מינוי לתלמיד (ברכישה מרוכזת לפי רשימות שיוגשו ע"י בתי ספר) 15 ל"י
- **הערה:** הודעה זו לא חלה על החשמלאים שמלאו את כרטיס המינוי שהיה מצורף לחוברת מס' 19 ושלחו אותו בצירוף 20 ל"י אל המערכת.
- חשמלאים אלה הוכנסו כבר לרשימת המינויים המעודכנת ויקבלו בהתאם למתוכנן את החוברות 21—24 לפי הכתובת שציינו בכרטיס.
- החל מ-1.8.78 לא נקבל רישומים של מינויים לפי הכרטיס הישן אלא רק לפי הכרטיס החדש.

מערכת „התקע המצדיע“

דיווח על אירועי „התקע המצדיע“

- א. **ימי העיון המרכזיים**
- × בהמשך ליום העיון שהתקיים בתל-אביב ב-29.3.78 (ראה תוכנית מפורטת בחוברת מס' 19) בהשתתפות 293 איש,
 - × התקיים במסגרת אותה סדרה יום עיון בירושלים ב-31.5.78 בהשתתפות 92 איש.
 - × התקיים יום עיון בבאר-שבע ב-28.6.78 בהשתתפות 126 איש.
 - × יום העיון שאמור היה להתקיים בחיפה בסוף חודש יולי נדחה מסיבות טכניות ויתקיים בסתיו. הודעה על כך תמסר בחוברת הבאה.
- ב. **מועדוני „התקע המצדיע“**
- × הסתיימה הסדרה מס' 1 שהוקדשה לנושא „התקנת קבלים לשיפור מקדם ההספק“.
 - × בסך הכל השתתפו במועדוני הסדרה 335 איש והם התקיימו בתאריכים ובמקומות כדלקמן:
10.1 — רעננה; 17.1 — פתח-תקה; 18.1 — עפולה; 25.1 — טבריה; 6.2 — נהריה; 13.2 — חדרה; 28.2 — אשקלון; 7.3 — רחובות; 15.3 — נתניה; 21.3 — ראשון לציון; 29.3 — צפת; 3.4 — רמלה; 19.4 — ירושלים; 30.4 — תל-אביב.
 - × נמצאת בשלבי סיום הסדרה מס' 2 שהוקדשה לנושא: „התקנת הארקות יסוד — התקנות והטכנולוגיה“.
 - × בסך הכל השתתפו במועדוני הסדרה 320 איש והם התקיימו בתאריכים ובמקומות כדלקמן:
9.5 — רעננה; 22.5 — טבריה; 24.5 — פתח תקה; 29.5 — עפולה; 7.6 — נהריה; 14.6 — חדרה; 20.6 — אשקלון; 27.6 — רחובות; 19.7 — ראשון לציון; 25.7 — צפת; 8.8 — נתניה; 22.8 — רמלה.
 - × בהתאם לתוכנית תתקיים הסדרה השלישית בחודשים ספטמבר—נובמבר 1978. פרטים על הנושא המרכזי והמועדים המפורטים תשלח לחברי המועדונים.
- ג. **סמינר חשמל באילת**
- × בתחילת חודש יוני זכה לראשונה ציבור החשמלאים ואנשי המקצוע באילת לפגישה חיה עם „התקע המצדיע“.
 - × התקיים באילת סמינר חשמל שנמשך יומיים רצופים (5-6.78) ובו השתתפו 61 איש מהמקום (מהנדסים, קבלני חשמל, אנשי אחזקה ממפעלים ובתי מלון, חשמלאים מקיבוצי הסביבה, ממחנות צה"ל, מהנמל וכו').
 - × תוכנית ההרצאות כללה פרקים נבחרים מהרצאות שהועברו במסגרת ימי העיון המרכזיים והמועדונים האיזוריים.
 - × לאור ההצלחה של סמינר החשמל באילת החליטה מערכת „התקע המצדיע“ לפקוד את העיר הדרומית לעתים יותר קרובות!
- חשמלאים המעוניינים להצטרף למועדוני „התקע המצדיע“ ולקבל באופן שוטף את ההזמנות המפורטות מתבקשים להודיע על כך למערכת.

מפתחים / מערכת

הגנה על ידי הארקת אפס במספר מקומות (PME)

ברצוני להעיר למאמרו של אינג' י. ליברמן שהופיע ב„התקע־המצדיע“ מס' 19:

הצעת התקנות להגנה על ידי איפוס בארץ נמצאת בשלבי דיון סופיים בוועדת ההוראות הפועלת ליד משרד האנרגיה והתשתית. בהצעה זו עשויים עוד לחול שינויים ולכן מוקדם לדעתי להכנס לפרטים טכניים.

בדעתי לציין בכל זאת, כי לא צדק בעל המאמר בכתבו כי „ממליצים לנו לעבור לשיטת הגנה ה־מקובלת באנגליה, הנקראת PME“.

שיטת ההגנה על ידי איפוס מקובלת גם בהרבה ארצות אירופה המרכזית, עם שינויים שונים בין ארץ לארץ. הצעת התקנות להגנה על ידי איפוס, אשר הוכנה על ידי ועדת משנה של ועדת ההוראות, לא זהה עם אף אחת מהשיטות האלה, אם כי ברור כי היא מבוססת על אותם העקרונות.

אם נתייחס לשיטה הבריטית PME כפי שעשה זאת מחבר המאמר, נמצא מיד הבדל חשוב מאוד בין השיטה הבריטית והצעת התקנות בארץ:

בשיטה הבריטית נדרש, נוסף על הגשר בין מוליך האפס של קו הזינה ובין האַרקה, גישור אל צנרת המים והגז, בלבד. לעומת זאת, בהצעת התקנות נאמר כי הגנה על ידי איפוס מותרת רק במבנה שקיימת בו הארקת יסוד.

הגישור בין מוליך האפס של קו הזינה ייעשה לא רק לצנרת המים והגז, אלא, כתנאי בעל יעבור, גם אל הארקת יסוד. זנאי זה, אשר לא קיים בתקנות בריטיות, מהווה תוספת חשובה מאוד התורמת ליצירת „כלוב פרדיי“ יעיל יותר בכל המבנה שבו נמצא מתקן החשמל, ועל ידי כך יורד עד למיני־מום הסיכון של הלם חשמלי.

אינג' ז. דוניבסקי, חיפה

צפוי פלסטי לרצפות וחשמל סטטי בגופנו

בבנין מעבדות למחקר ביולוגי, שרצפותיו צופו ביריעות פלסטיות, הגיעו תלונות מכמה אנשים, שקיבלו מכת חשמל כאשר נגעו בחלקי המתכת של מעלית הבנין.

מתקן המעלית נבדק, ונמצא שכל חלקיו המתכ־תיים החשופים למגע, מאורקים, ונקיים מכל מתח כלפי האדמה.

מאחר והתלונות הגיעו תמיד מאותם אנשים, בדקנו ומצאנו שהם רגישים במיוחד למעבר זרם בגופם. בהשפשף סוליות נעליהם העשויות מפלסטיק, גר־פס נטען בחשמל סטטי, המתפרק לאדמה דרך ידיהם הנוגעות בחלקים מתכתיים מאורקים של המעלית.

המענין שטכנאי חברת המעליות שהענין הובא ל־ידיעתו, לא ידע על קיום תופעה זו, למרות שהיא קיימת במקומות אחרים.

כפתרון, הייתי מציע לצפות את הרצפה בסביבת הכניסות למעליות, בצפוי מוליך חלקית, כדוגמת־הסרט שמשמשים בו בסופיות כבלי המתח ה־גבוה כדי להשיג אקופוטציאל הדרגתי בין גופינו לאדמה.

א. שעשוע, מכון ויצמן למדע, רחובות.

חבור כבלי אלומיניום

עברה תקופה ארוכה מאוד מאז החלו להשתמש בכבלי אלומיניום בשוק האזרחי, ובמקרים רבים אין אפשרות אחרת אלא להשתמש באותם הכבלים. באחד מהמקרים הרבים בהם טפלו חשמלאי האח־זקה של פולגת במנוע המוזן בכבלי אלומיניום, נעשתה שגיאה חמורה; דיסקיות ההפרדה הותקנו במהופך, וכתוצאה מכך נוצר חום רב שהמיס את המבדלים בקופסאות חברי המנוע, הכבלים שהש־תחררו באותו הרגע פגעו במכסה קופסאות החבר־

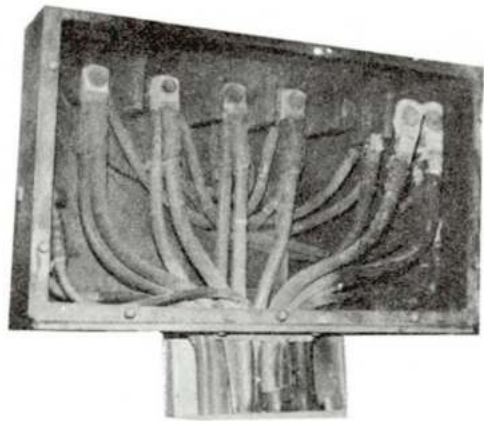
רים ונוצר קצר רב עוצמה, תצלום של קופסאות חבורי המנוע מצורפת למכתבי.

המנוע שבו מדובר הוא בעל הספק של 615 קו"ט ומוזן בכבלים מאלומיניום בחתך 185 מ"מ².

פולגת הוא מפעל גדול מאד ונעשות בו עבודות חשמל בקנה מידה נרחב. המודעות לבעיות חיבור של כבלי אלומיום קיימות ואעפ"כ נעשתה שגיאה, אולם משיחות שקיימתי עם עמיתי למקצוע במפעלים אחרים נוצר בי הרושם שלא רבים החשמלאים המבינים את החשיבות הרבה בחבורים נכונים וטובים של כבלים ונעלי-כבלים מאלומיניום — וסבירות השיאות גדולה שבעתיים.

כקורא ותיק ונאמן של חוברת „התקע המצדיע“, אני סבור שיש מקום למאמר נרחב ומקיף של נושא „כבלים ורשתות אלומיניום — התקנה והחזקה“.

אמיר אילן, פולגת, קרית גת.



נתיכים בעלי אלמנט ניתך חליף

ברצוני להביע את דעתי האישית בהקשר לנתיכים בעלי אלמנט ניתך חליף (נתיכים אנגליים).

לנתיכים הנ"ל יש חסרונות רבים בשטח הבטיחות — חסרונות אשר לפי דעתי מחייבים את פסילתם

לשימוש כפריט תקני ביחוד למתקני חשמל שאינם נמצאים בטיפול של חשמלאים.

החסרונות הם:

א. עם הוצאות „ראש“ הניתך קיימת אפשרות של מגע מקרי במגעי הכניסה והיציאה של הבסיס. אם אין דואגים לפתיחת המפסק הראשי (דבר שלא תמיד אפשרי או מעשי) קיים מצב מסוכן של מגע ישיר בחלק חי. מצב כזה הוא בניגוד לנדרש ביחס לטיפול בציוד חשמלי.

ב. כושר ניתוק בזרם קצר — מאחר ואחד מתפי-קידיו של ניתך הוא גם הפסקת זרמי קצר כבדים יש לודא כי נתיכים כנ"ל יעמדו גם בזרמי הקצר הצפויים במקום התקנתם. אינני זוכר שראיתי תעודות בדיקה המוכיחות על יכולת ההפסקה של זרמי קצר של נתיכים כנ"ל.

ג. מבחינה מעשית קשה לודא שהאלמנט הניתך המוכנס לניתך כנ"ל אכן מתאים לנדרש לפי כושר ההעמסה של המעגל ונאותות הארקה. מאחר ובישטח זה אין, לפי מיטב ידיעתי, בקורת על הנעשה קיימים מקרים רבים של העמסת יתר ואי קיום הדרישות ביחס לנאותות הארקה.

מצב כזה מהווה סכנה בבטיחותית הן מבחינת שריפת (העמסת יתר של מעגלים) והן מבחינת התחשמלות (אי התאמה לאימפדנס מעגל הארקה). כמו כן השימוש בנתיכים כנ"ל בצורה המתוארת אינו מאפשר, למעשה, הגנה סלקטיבית טובה על המתקנים.

ד. לאחר שניתך כזה פועל מספר פעמים נוצרות לעיתים קרובות, סתימה של החור המפולש שדרכו יש להעביר את האלמנט הניתך. במקרים רבים נוכחתי שכאשר החור סתום (וגם ללא סיבה זו) מחברים את האלמנט בין ברגי ההידוק ישירות ולא דרך החור. במצב כזה של התקנת מוליך האלמנט קיימת סכנה של אי כיבוי הקשת בשעת פעולת הניתך ודבר זה מהווה נזק למיתקן וסכנה למפעיל. מתוך הנימוקים נראה לי כי השימוש בנתיכים כנ"ל מסוכן ואינו רצוי.

ג. 99

קידום חשמלאים

חשמלאי כזה יוכל להמשיך ולהשתלם בקורסים המתקיימים ברחבי הארץ לקראת התואר של חשמלאי ראשי ולאחריו לקראת השמלאי בכיר. קיימת גם אפשרות, אשר אעמוד עליה בכתבתי הבאה, של המשך לימודים במסלול טכנאים ו-הנדסאים.

היחידה לחשמל ואלקטרוניקה במשרד העבודה והרווחה מקיימת השתלמויות וקורסים רבים אחרים בנושאים המוכתבים מדרישות שוק ה-עבודה ומהתחדשויות טכנולוגיות.

אמנה כאן מספר דוגמאות לקורסים והשתלמו-יות המתקיימות ברחבי הארץ:

התמחות בקירור ומיזוג אויר, התמחות בנושא מעליות, תאורת רחובות, ליפוף מנועים, אלקט-רוניקה תעשייתית, פיקוד ובקרה וכו'.

כמו כן, אנו מקיימים קורסים ספציפיים לקראת התואר של חשמלאי מסוג ואמנה מספר דוגמ-אות לכך: השתלמויות למתח גבוה, הכנת חש-מלאים לבתי אריזה, חשמלאים לתחנות דלק, למכוני מים וכו'.

ברצוני לסיים כי הרשויות הממשלתיות פועלות באינטנסיביות רבה לקראת מצב בו יהיה על כל העוסק במקצוע החשמל להציג תעודת זהות מקצועית, הן בעת מסירת תוכניות ביצוע, הן בעת בקשה לעבודה בשרות התעסוקה ובמפעל והן בעת ביקורי שרות בבתי צרכנים או מפעלים. אני תקווה, כי כל חשמלאי השוקד על התקדמותו המקצועית יפעל בדרך שתזכה אותו בנוסף לידע גם בתעודות רישוי הולמות.

בכל מקרה שבו יהיה אחד הקוראים מעוניין ב-אינפורמציה נוספת תשמח היח' לחשמל ולאקט-טרוניקה במשרד העבודה והרווחה לעבוד ל-רשותו.

כתובת היחידה: רח' מחלקי המים 21, ת"ד 4023 ירושלים, טל' 02-65760.

ד. תרזה

מפקח ארצי לחשמל ואלקטרוניקה
במשרד העבודה והרווחה

בשנה האחרונה הופעתי במספר פגישות של „התקע המצדיע“ בעל פה, במועדוני חשמל ו-בשיחות אשר התקיימו בהרצאות ספציפיות ל-חשמלאים.

בפגישותי אלו, חזרה ונשנתה שאלה אשר אני מאמין כי לרוב החשמלאים ענין רב בה, והיא שאלת קידום החשמלאים במסלולי רישוי ובמס-לולים אחרים, ברצוני להתייחס לנושאים אלו. כדי לזכות ברשיון חשמלאי על המועמד, לעמוד בשני קריטריונים, כאמור בחוק החשמל 1954 תשי"ד, והם — קריטריון ותק וקריטריון השכלה. מבוגרים אשר החלו בעבודתם בחברות או ב-מפעלים בנושא חשמל הגיעו למסקנה, במקודם או במאוחר, כי אם רצונם להתקדם בהיררכיה המפעלית ובדרגות השכר עליהם להשתלם ב-צורה סיסטמטית ולקבל גושפנקא להשכלתם ע"י הצגת תעודה או רשיון המוכיחים כי אמנם למדו ונבחנו ברמה המתאימה לדרישות.

משרד העבודה והרווחה בביצועו, או בפיקוחו מקיים מערכות לימוד רבות המאפשרות למבו-גרים להתקדם במסלולי הרישוי מחד, ובמסלולי התמחות מאידך.

אדם המשתחרר מצה"ל ללא מקצוע, או ששרת בצה"ל במקצוע הקרוב למקצוע חשמל וקיימת אצלו זיקה ללימוד המקצוע, פונה לשרות ה-תעסוקה ושם, באם אין בידו תעודה המוכיחה שהוא חשמלאי או בעל מקצוע אחר, יופנה ל-ייעוץ מקצועי.

במסגרת ייעוץ זה, באם ימצא כי כשוריו והשכלתו הבסיסיים מאפשרים למוד מקצוע החשמל, יופנה על-ידי היועץ המקצועי אל אחד ממרכזי ההכשרה הקיימים ברחבי-הארץ במסגרת האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית. במרכז כזה יוכל ללמוד משך שנה אחת אח-מקצוע החשמל ברמה מקצועית המשתווה לזו שנער רוכש ב-4 שנות לימוד בביה"ס מקצועי. באם יעמוד בבחינת הסיום הרי שיזכה בתעודה המקנה לו רשיון חשמל מסוג חשמלאי עוזר וכאשר יצבור את הותק המתאים יזכה, ללא ב-חינת נוספות, ברשיון חשמלאי מוסמך.

התנעת מנועים תוך שמירה על איכות מתח האספקה

אינג' ד. רוה, אינג' מ. דרבקין D.Sc.

כאשר מחברים מנוע השראה לרשת עלולה להופיע בסביבתו ולפעמים אף רחוק ממנו, תנודת מתח שתובחן כהבהוב בנורות ובמסכי הטלוויזיה. חברת החשמל חייבת להקדים תרופה למכה ולדאוג להגבלתן של תנודות מטרידות אלה מתחת לסף התקני.

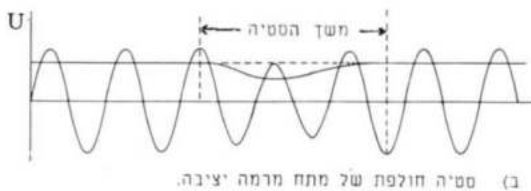
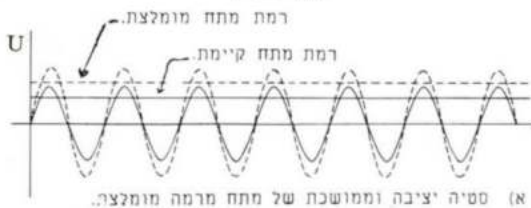
„זיהום הרשת“ (כתוצאה מחיבור המנוע) באמצעים שונים בתוך הרשת עצמה.

להלן יפורטו המדדים המגדירים את השפעתו ה־מזיקה של ההבהוב, ידובר על תהליך ההתנעה והגורמים השונים המשתתפים ביצירת ההבהוב ויפורטו החישובים שמטרתם לקבוע אם התנעתו של מנוע תגרום או לא תגרום להבהוב שעצמתו מעל לסף המותר.

הבהוב הנוצר בהתנעה כגורם מטריד הפוגע באיכות האספקה

הסטיה החולפת במתח האספקה — תופעת ה־הבהוב — הינה תהליך בו עובר על המתח שינוי מערך יציב אחד למשנהו, או בחזרה לערך הקודם, תוך תקופת זמן של חלקיק שניה עד כמה שניות (ראה ציור מס' 1).

ציור מס' 1



הבהוב יכול להיות בעל אופי מחזורי סדיר (חוזר על עצמו באורח קבוע), מתמשך לאורך שעות או מופיע באקראי פעם בפעם. הבהוב במתח האספקה גורם להבהוב בתאורה אשר מצידו עלול לגרום הטרדה לאנשים המשתמשים בתאורה. הטרדה זאת, כתופעה פיזיולוגית-פסיכית, יכולה להיות שונה בעצמתה אצל אנשים שונים בהתאם לרגי שותם האינדיווידואלית. אולם ברור, כתוצאה מניי־סוים רבים ושונים, בשיטות מדגמים סטטיסטיים,

לשם שמירה על איכות מתח האספקה מגדירים את גבולות פיזור המתח מסביב לערכו הנומינלי המוצהר וחברת החשמל שוקדת להשאר בתחום גבולות אלה, בכל מקום בו מחוברים צרכנים. במאמר קודם דובר על הנזקים הצפויים מסטיות ממושכות מערכו הנומינלי של מתח הרשת (דן רוה — איכות המתח והגורמים המשפיעים עליה, ה־תקע המצדיע מס' 13, דצמבר 1975).

איכות המתח, מנקודת ראות של רוב מכשירי החשמל נקבעת בהתאם לגודל הסטיות וזמן המשך כן. סטיות קצרות, חולפות, אינן משפיעות בדרך כלל על ביצועיהם או אורך חייהם של רוב המכשירים. אולם קיימים מכשירים שביצועיהם יפגעו גם מסטיות חולפות. יתר על כן, השפעת הסטיות החולפות על ביצועי נורות או מסכי טלוויזיה מי־זיקה (בתחום סטיה מסויים) יותר מסטיות קבועות, יציבות.

תופעת הסטיות החולפות במתח האספקה ידועה בשם הבהוב־מתח (באנגלית: Voltage Flicker) תופעה זאת עלולה לקרות מסיבות שונות (צבי שגב — תנודות מתח במערכות־הספק, „התקע ה־מצדיע“ מס' 16, פברואר 1977). אחד הגורמים להופעת ההבהוב הינו תהליך התנעת מנוע. ברגע התנעתו צורך מנוע־השראה רגיל זרם הגדול בערך פי ששה מזרמו הנקוב. צריכה פתאומית זאת יוצרת ירידת מתח מהירה באותם חלקי הרשת המשתתפים באספקת המנוע בהם זרם מגודל זה הינו משמעותי. הבהוב מתח זה המועבר למתקני הצרכנים יורגש כהבהוב — תאורה בנורות במסכי טלוויזיה. כיוון שהצרכנים וחברת החשמל כאחד מעוניינים בשמירה על איכות המתח, על שניהם לנקט באמצעים שתפקידם להמעיט ככל האפשר אך בגבולות המעשיים, את התופעה. אמת המידה הראשונה בקביעת האמצעים היא הבחינה הכלכלית. אין טעם לבנות רשת אידיאלית בה לא יופיעו תנודות־מתח בעת חיבורו של מנוע מגודל כלשהו. ברוב המקרים זול יותר לצייד מנועים, בהם זרם ההתנעה עולה על ערך גבולי מסויים, במתנעים שתפקידם להגביל את עוצמת הזרם בעת תהליך ההתנעה. קיימים אמנם מקרים קיי־צוינים בהם לא יימנע הבהוב אפלו בעזרת מתנע. במקרים אלה תדאג חברת החשמל למנוע את

ב. סף ההטרדה תלוי בראש ובראשונה בעוצמת הסטייה החולפת (תלות בערך הריבועי) וכן בקצב הופעתה (ביחס ישר). במילים אחרות תלויה למעשה הסטייה המותרת במתח כתוצאה מהתנתעת המנוע במספר התנעותיו בשעה. יש גם להביא בחשבון את ההשפעה המצטברת של כלל המנועים שהתנתעת מורגשת על מתח האספקה.

ג. כאשר ההתנתעות של מנוע נדירות, מגיע ההבדבב לסף ההטרדה רק בסטיות גבוהות, המתקיימות בתנאים מיוחדים שנעמוד עליהם בהמשך. נוכל ל' הסיק בינתיים שמנועים שהתנתעת נדירה יוצרים פחות בעיות.

ד. מנועים המותנעים בשעות האור או בשעות ה' קטנות של הלילה ובשעות הבוקר המוקדמות, מזיקים פחות מאלה המותנעים בשעות השימוש בתאורה.

התנאים היוצרים את ההבדבב והזרמים לטפל בהגבלתו

ברגע הראשון של התנתעת מנוע השראה בעל רוטר כ' לרשת, הוא מתנהג כשאי המחובר לרשת כשהוא מקוצר בצידו השני. הזרם (I) הזורם אל המנוע, בהנחה שהוא מחובר למקור מתח קבוע הוא

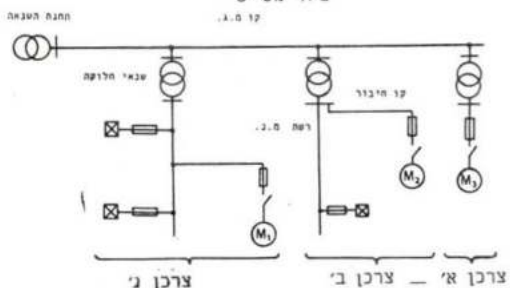
$$(4) \quad I = U / \sqrt{R^2 + X^2}$$

כאשר U הוא מתח, R ו-X הינם התנגדות וריאק-טאנס הקצר של המנוע, בהתאמה.

אבל ההנחה שהמתח U קבוע בעת ההתנתעה אינה מעשית, היות והכנסת המנוע בתנאי-קצר לרשת גורמת לשינויים בתנאי המנוע מעגל האספקה, אשר כתר צאה מהם משתנה המתח במקומות שונים. עובדה זאת מחייבת אם רוצים לחשב במדויק שימוש ב שיטת חישוב אחרת, כפי שנראה בסעיף הבא. אולם בינתיים נציין שברגע ההתנתעה זורם ברשת בפתאוי מיות זרם שגודלו בערך פי 6 מהזרם הנקוב של המנוע.

צ'ור מס' 3

א.ו. 12



זרם זה, בעברו דרך החוליות השונות של הרשת, יוצר מפל פתאומי לאורך בהתאם להתנגדות וריאקטאנס החוליות האלה. ברור שככל שחוליות אלה, "חזקות" יותר מבחינה חשמלית, כלומר — בעלות אימפדנס נמוך יותר, יהיה מפל המתח או

מהו סף ההטרדה אצל מרבית האנשים, ומהם הגורמים המשפיעים על סף זה.

הגורמים המשפיעים על סף ההטרדה

א. עוצמת הסטייה החולפת במתח המזין את הנו-רה וצורתה; אין חשיבות רבה לגודל המתח ה' התחלתי, היציב, לפני הסטייה אלא לגודל השינוי עצמו ומהירותו.

ב. קצב הופעת הסטיות החולפות במתח ההזנה. ג. תקופת הזמן הכוללת בה חשופה עין האדם המשתמש בתאורה המהבהבת (t).

אחת הנוסחאות האמפיריות הקשורות בין גורמים אלה לגודל הנקרא עוצמת ההטרדה (D) נראית כד:

$$(1) \quad d = k A^2 t$$

כאשר A היא הסטייה היחסית, כלומר ב-% מערך המתח היציב לפני הופעתה.

k מקדם ה'וקח בחשבון את צורת הסטייה, מהי-רותה וקצב הופעתה, t נמדד בשעות.

לשם קבלת מדד השוואתי נוח יותר להתייחס ל' הטרדות הנמשכות תקופות זמן שוות למשל שעה אחת (d):

$$(2) \quad d = k A^2$$

כאשר מטפלים רק בסטיות מתח בעלות צורה זהה (כגון אלה הנובעות מהתנתעת מנוע), אפשר לנסח את הקשר בצורה פשוטה יותר:

$$(3) \quad d_M = K A^2$$

כאשר d_M הוא ההטרדה מסטיות מתח הנובעות מהתנתעה.

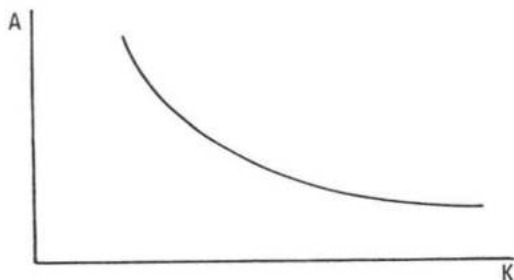
K מקדם התלוי בקצב הופעתן של הסטיות (מספר הסטיות בדקה או שעה).

ע"י ניסויים מתוחכמים מצאו את הצרופים השונים בין A ו-R' הגורמים לסף ההטרדה (d_{MM}) כלומר — הטרדות גדולות מ' d_{MM} גורמות לתלונות מצד רוב האנשים החשופים להן.

תוצאות הניסויים נראות בצ'ור מס' 2.

צ'ור מס' 2

צרופים ב' A ל' K הגורמים להופעת סף ההטרדה.



אפשר להסיק בינתיים את המסקנות הבאות:

א. ההבדבב במתח הינו בעיה רק בתחום מעבר לסף ההטרדה.

ה. לצרכני סוג ג' ייקבע זרם ההתנעה המותר לפי גודל השנאי המזין ומרחקו מתחנת המשנה.
ו. התקנת מתנע מאפשרות חיבור מנועים גדולים יותר לרשת, במקרה של הגבלות הנובעות מהבהוב, לפי היחס:

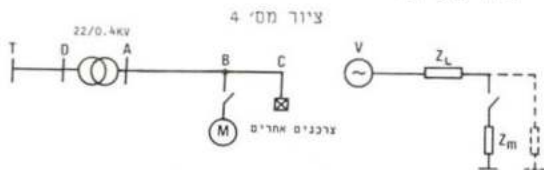
$$\frac{\text{זרם ההתנעה ללא מתנע}}{\text{זרם ההתנעה עם מתנע}}$$

אין כמובן צורך בהתקנת מתנע אם צורך הגורמים המפורטים בסעיף ב' לעיל, הקובע את הסטיה החולפת במתח, מאפשר קבלת הבהוב שאינו עובר את סף ההטרדה.

ז. במקרה שגם מתנע אינו מונע הבהוב מעבר לסף הטרדה, יהיה צורך לבצע שינויים מתאימים אחרים או שינויים ברשת אשר יבטיחו את הגבלתו של הבהוב אל מתחת לסף זה.

חישוב סטיית מתח חולפת ברשת הנגרמת ע"י התנעת מנוע השראה

את בעיית החישוב של סטיית מתח חולפת כתוצאה מחבור מנוע השראה לרשת אפשר להציג בעזרת ציור מס' 4.



בציור מס' 4 א' נראה קו מ"נ המוזן משנאי. לקו מחובר צרכן-מנועי M וצרכנים אחרים בהמשך הקו. לצורך חישוב אפשר לייצג את הסכמה בעזרת ציור מס' 4 ב'. בציור זה U הוא מתח ההדקים של השנאי. Z_L אימפדנס הקו, Z_m אימפדנס המנוע המותנע. אימפדנס שאר הצרכנים נראה במרוסק היות ובאופן מעשי אין הוא משפיע על החישוב לכן אפשר להזניחו.

סטיית המתח ΔU (בבולט) בנקודה B תחושב לפי הנוסחה:

$$(5) \quad \Delta U_B = \sqrt{3} I_{St} (R_B \cos \varphi_{St} + X_B \sin \varphi_{St})$$

או, באחוזים מהמתח הנומינלי של הרשת

$$(5a) \quad \Delta U_B \% = A_B \cdot I_{St} \cdot 100$$

כאשר:

I_{St} הוא הזרם הזורם אל המנוע ברגע התנעתו (באמפר)

X_B, R_B התנגדות וריאקטנס הרשת (באוהם) בין נקודות T ו-B (של קו מ"ג שנאי 22/0.4 ק"ו וקו מ"נ עד נקודה B).

$\cos \varphi_{St}$ מקדם הספק נקוב של המנוע בעת התנעתו. וכאשר:

$$(6) \quad A_B = \sqrt{3} (R_B \cos \varphi_{St} + X_B \sin \varphi_{St}) / U_n$$

ההבהוב לאורכן נמוך יותר. נשים לב לציור מס' 3. החוליות הרגישות ביותר הן אלה הרחוקות ביותר מתחנת המשנה ובהן נגרמים מפלי המתח הגדולים יותר בזמן ההתנעה.

ההבדל המכריע „ברגישות“ זאת מתקיים משני עבי-ריו של שנאי החלוקה. הסיבה לכך היא שזרם ה- התנעה העובר בצד המתח הגבוה של השנאי קטן פי יחס הליפופים של השנאי. בשנאי 22/0.4 KV למשל היחס הוא 55/1. השנאי הינו איפוא „מסנן“ הבהוב“ חד-כיווני; הוא מפריע למעבר ההבהוב מצד המתח הנמוך לצד המתח הגבוה. אך לא ב- כיוון ההפוך. הבהובים בעלי עוצמה רבה, „הצליחו“ לחזור“ דרך השנאי למערכת קוי המתח הגבוה, לא ייחסמו בעוברים לשאר רשתות המתח הנמוך המסתעפות משנאי החלוקה המחברים לאותו קו. לעובדה זאת מסקנה חשובה: יש להגביל את עוצמת הבהוב המותרת בצד המתח הגבוה של המערכת. רמת לערך נמוך יותר מאשר בצד המתח הנמוך שלה. הסיבה היא, כפי שראינו, שהבהוב בצד המתח הגבוה יורגש אצל מספר צרכנים רב בהרבה מאשר הבהוב באותה עוצמה בצד המתח הנמוך. באופן מעשי יש איפוא לבחון את עוצמת ההבהוב בשתי אמות מידה שונות: אחת לצד המתח הנמוך ושניה לצד המתח הגבוה.

לצרכן ג' (ראה ציור מס' 3) אין רשת מתח נמוך משותפת עם צרכנים אחרים ולכן אין הכרח לבדוק אותו לפי אמת המידה הראשונה (אולם רצוי כמובן לצרכן זה להבטיח את עצמו מהבהוב-עצמי).

מצד שני אצל רוב הצרכנים מסוג א' תהיה אמת המידה הראשונה הקובעת, היות ומפלי המתח ה- נובעים מהתנעת מנועיהם יהיו בעיקר במעגלי המתח הנמוך המזינים אותם. תכונות מעגלים אלה הם איפוא שיקבעו לצרכן א' את גודל זרם ההתנעה המיירב (או במלים אחרות – גודל המנוע) שיוכל לזרום ללא פגיעה באיכות המתח.

מכלל האמור לעיל נובעות המסקנות הבאות:

- בנוסף לבדיקת התאמתה של הרשת לחיבור צרכן מבחינת העומס הכולל שלו, יש לבדוק גם אם היא מתאימה להתנעת מנועיו.
- הגורמים הקובעים את עוצמת הסטיה החולפת במתח האספקה בעת ההתנעה הם: זרם ההתנעה הנקוב של המנוע, קצב ומספר ההתנעות, ותכונות הרשת אליה מחובר הצרכן בעל המנוע.
- זרם ההתנעה המותר למנועים של צרכן א' ייקבע לפי חתך מוליכי קו המתח הנמוך אליו הוא מחובר, מרחקו מהשנאי המזין את הקו ובמידה מסויימת (לצרכנים הקרובים מאד לשנאי בלבד) גודל השנאי.
- לצרכני סוג א' הקרובים מאד לשנאי ולצרכני סוג ב' גודל השנאי המזין אותם יקבע את זרם ההתנעה המותר למנועיהם.

ב. האלמנטים המשפיעים איפוא על סטית המתח החולפת $\Delta U_{\%}$ הם זרם ההתנעה הנקוב של ה-
מנוע I_{stn} והגודל A_B . נזכור שבטווי A_B (ראה
נוסחה 6) נכללים: מקדם ההספק הנקוב של המ-
נוע בעת התנעתו ונתוני הרשת X_R, R_B

ג. היות וזרם ההתנעה הנקוב הינו גודל קבוע
למנוע נתון *) ויחסי להספקו של המנוע הרי שגודל
סטית המתח תלוי בסופו של דבר להספקו של ה-
מנוע.

ד. גודל סטית המתח תלוי במיקום המנוע ברשת.
בנוסחה (13) מתבטא הדבר בערכים המתאימים
לקטע שבין נקודת היחוס T לנקודה B בציור מס'
4 א'. יש לציין שסטית המתח המחושבת לפי נוסחה
(13), כלומר — ליד הדקי הצרכן בעל המנוע, היא
הסטיה המירבית לאורך הרשת. כמוכן שבהדקי
צרכנים הנמצאים במעלה הקו קרוב יותר לצד
האספקה תהיה סטיה קטנה יותר כתוצאה מחיבור
המנוע בנקודה B. סטיות אלה אצל צרכנים אחרים,
כתוצאה מחיבור מנוע אצל צרכן בנקודה B יחושבו
לפי נוסחה (14) או (15):

עבור נס' A בציור מס' 4 א' (הדקי מ"ג של השנאי):
(14) $\Delta U_{A\%} = A_A \cdot I_{st} \cdot 100$

עבור נק' D בציור מס' 4 א' (הדקי מ"ג של השנאי):
(15) $\Delta U_{D\%} = A_D \cdot I_{st} \cdot 100$

כאשר I_{st} מוגדר בנוסחה (11).

וכאשר:

$$(16) A_A = \sqrt{3} \cdot (R_A \cos \varphi_{st} + X_A \sin \varphi_{st}) / U_n$$

$$(17) A_D = \sqrt{3} \cdot (R_D \cos \varphi_{st} + X_D \sin \varphi_{st}) / U_n$$

נוסחאות (16) ו-(17) זהות בהרכבן לנוסחה (6)
והן שוות בערכי R ו-R' בלבד בהתאם למיקום
הנקודה בה מחשבים את גודל הסטיה.

נוסחאות (5a), (14) ו-(15) יחד עם נוסחה (6)
מאפשרות חישוב סטית מתח חולפת בנקודה כל-
שהיא ברשת בעת חיבור מנוע בנקודה מסוימת
לרשת.

אם ידועה לנו הסטיה המותרת לפי קריטריון ה-
מבטיח את איכות המתח (לדוגמה: $\Delta U_{\%} = 2.3\%$)
נחשב כסטיה חולפת מקובלת ברשתות מ"ג) נוכל
לחשב את הסטיה עבור התנעת מנוע כלשהו ולבחון
אם אנו עומדים בקריטריון.

*) זרם ההתנעה הנקוב של מנוע (כלומר הערך הרשום
על שלט הביצועים שלו) אינו תלוי בעומס על ציר
המנוע בעת ההתנעה אלא במבנה המנוע בלבד.
העמסת ציר המנוע בעת ההתנעה גורמת לארכה
זמן ההתנעה אך אינה משפיעה על עצמת השיא
של זרם זה.

הבעיה העיקרית היא שהזרם הנוסף ברשת בעת
ההתנעה, I_{st} , אינו זרם ההתנעה הנקוב של המנוע.
זרם ההתנעה הנקוב יזרום בתנאי שעל הדקי המ-
נוע יופיע מתחו הנקוב. בדרך כלל לא מקבל המנוע
מהרשת את המתח הנקוב בזמן התנעתו וזאת מ-
שתי סיבות: —

א. בגלל מפלי מתח כתוצאה מהעומס המחובר
לאורך קו מ"ג אין המתח היציב לאורך הקו קבוע
ושווה למתח הנקוב של מכשירים שונים אלא שונה
מנקודה לנקודה.

ב. ברגע ההתנעה נוסף עומס חדש ומפל המתח
לאורך הרשת גדל.

הסיכוי שהמנוע, בתנאים אלה, יקבל דווקא בהדקי
את המתח הנקוב, הינו איפוא קטן מאד.
לכן אפשר לכתוב:

$$(7) I_{st} = I_{stn} \cdot (U_M / U_{Mn})$$

כאשר I_{stn} זרם ההתנעה הנקוב (באמפר)

U_M המתח המופיע למעשה על הדקי ה-

מנוע (בוולט)

U_{Mn} המתח הנקוב של המנוע (בוולט)

אבל, ברגע ההתנעה,

$$(8) U_M = U_B - \Delta U_B$$

כאשר U_B הוא מתח הרשת בנקודת חיבור המנוע
רגע לפני התנעתו.

מהצבת (5) ב-(8) נקבל

$$(9) U_M = U_B - \sqrt{3} \cdot I_{st} \cdot (R_B \cos \varphi_{st} + X_B \sin \varphi_{st})$$

ומהצבת (7) ב-(9) וכמה פעולות מתמטיות נקבל

$$(10) U_M = U_B / (1 + A_B \cdot I_{stn})$$

כאשר A_B מוגדר בנוסחה (6).

הזרם שיזרום דרך הרשת למנוע בעת התנעתו יהיה
אמא:

$$(11) I_{st} = I_{stn} \cdot U_B / U_{Mn} \cdot (1 + A_B \cdot I_{stn})$$

סטית המתח החולפת שווה ל: $\Delta U_B = U_B - U_M$

$$(12) \Delta U_B = U_B - U_B / (1 + A_B \cdot I_{stn}) =$$

$$= U_B \cdot [1 - 1 / (1 + A_B \cdot I_{stn})]$$

נוח לבטא את הסטיה החולפת ב-% מהמתח הנומי-
נלי של הרשת U_n :

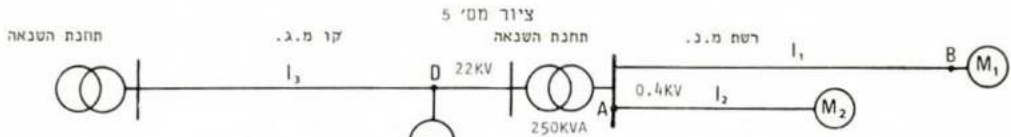
$$(13) \Delta U_{B\%} = (\Delta U_B / U_n) \cdot 100 = (U_B / U_n) \cdot [1 - 1 / (1 + A_B \cdot I_{stn})] \cdot 100$$

מנוסחה (13) אפשר להסיק את המסקנות הבאות:

א. מבחינה מעשית נקבע הגודל $\Delta U_{B\%}$ ע"י ה-

איבר בסוגרים הריבועיים בלבד, משום שפיזור ה-

מתח U_B / U_n אינו עולה ברשת מ"ג על $\pm 6\%$.



- I_1 : $\eta_n=0.84$; $\cos \varphi_n=0.75$; M_1 10 כ"ס
 I_2 : $\eta_n=0.88$; $\cos \varphi_n=0.82$; M_2 20 כ"ס
 I_3 : $\eta_n=0.94$; $\cos \varphi_n=0.86$; M_3 150 כ"ס

$$A_D = \sqrt{3} \cdot 0.66 \cdot 0.3 \cdot 10^{-3} / 400 + 1.19 \cdot 0.953 \cdot 10^{-3} / 400 = 0.0054 \cdot 10^{-3} \Omega/V$$

נחשב כעת את הזרם I_{st} לפי נוסחה (11), בהנחה שזרם ההתנעה הנקוב גדול פי 6 מזרם העבודה הנקוב I_n (זהו בערך היחס המקובל ברוב מנועי ההשראה בעלי רוטור-כלוב, המותנעים בהתנעה ישירה):

$$I_{st} = 29 \cdot 6 / (1 + 0.159 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 6) = 170 \text{ A}$$

גודל סטיית המתח בנקודות A ו-D כתוצאה מהתנעת מנוע M_2 יחושב לפי נוסחאות (14), (15):

$$\Delta U_A = 0.117 \cdot 10^{-3} \cdot 170 \cdot 100 = 2 \% \\ \Delta U_D = 0.00535 \cdot 10^{-3} \cdot 170 \cdot 100 = 0.065 \%$$

מסקנה: המנוע עומד בקריטריונים כאשר הוא מותנע ישירות מהרשת (ללא שימוש במתנע).
 ג. למנוע M_3 נחשב סטיית מתח חולפת הנגי רמת בעת התנעתו בנקודה D (סטיית מתח חולפת מותרת כמו בסעיף ב):
 הזרם הנקוב:

$$I_n = 150 \cdot 0.736 / \sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot 0.86 \cdot 0.94 = 200 \text{ A}$$

מקדמים A_{B3} ו- A_{D3} לגבי מנוע M_3 יחושבו לפי:
 $A_{B3} = \sqrt{3} \cdot (0.66 + 5.7) \cdot 0.3 \cdot 10^{-3} / 400 + \sqrt{3} \cdot (1.19 + 14.9) \cdot 0.953 \cdot 10^{-3} / 400 = 0.075 \cdot 10^{-3} \Omega/V$

$$A_D = 0.0054 \cdot 10^{-3} \Omega/V$$

הזרם I_{st} יחושב לפי נוסחה (11)

$$I_{st} = 200 \cdot 6 / (1 + 0.075 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 6) = 1100 \text{ A}$$

סטיית מתח חולפת בנקודה D לפי נוסחה (15).
 $\Delta U_D = 0.0054 \cdot 10^{-3} \cdot 1100 \cdot 100 = 0.6 \%$

מסקנה: המנוע M_3 עומד בקריטריונים הנתונים כאשר הוא מותנע ישירות (ללא שימוש במתנע).
הערה: סטיות המתח במורד הרשת (כגון בנקודות A ו-B) יהיו שוות גם הן ל-0.6% נמצאות בודאי מתחת לגבול.

- I_1 : מוליכי אלומיניום-פלדה, 150 מ"מ, אורכו 10 ק"מ.
 I_2 : מוליכי אלומיניום, 120 מ"מ, אורכו 0.3 ק"מ.
 I_3 : כבל נחושת, 50 מ"מ, אורכו 0.1 ק"מ.

בגישה אחרת אפשר לחשב את גודל המנוע המותר שעדיין יעמוד בקריטריון ההתנעה. הישוב זה, עבור מנוע בהתנעה ישירה, אפשר לבצע בעזרת הנוסחה הבאה:

$$(18) P_M = \frac{0.39 \cdot U_{Mn} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n}{U_B \cdot 100} \cdot 10^{-3} \text{ (HP)} \\ A_B \cdot \left(\frac{U_n}{U_n \cdot \Delta U_{B\%}} - 1 \right)$$

דוגמא:
 בציוור מס' 5 נראית מערכת לחלוקת חשמל. מנועים מחוברים בנקודות B (צרכן מ"ג המתחבר מקו עילי מ"ג בעל מוליכים חשופים), A (צרכן מ"ג המתחבר ישירות לתחנת השנאה בקרויבור תת-קרקעי אינ-דיווידואלי), ו-D (צרכן מ"ג).

א. למנוע M_1 נחשב אם הוא נמצא בתחום הגודל המותר, בהתאם לנוסחה (18), בהנחה שסטיית מתח מותרת היא 2.3%, מפל המתח היציב בנקודה B הוא 5%, $U_{mn} = U_n = 400 \text{ V}$.

היות ו- $\cos \varphi_{st}$ ברוב המנועים הוא בסביבות 0.3 נוכל לכתוב:

$$A_B = \sqrt{3} \cdot (0.66 + 10 + 81) \cdot 0.3 \cdot 10^3 / 400 + \sqrt{3} \cdot (1.19 + 23.6 + 96) \cdot 0.953 \cdot 10^3 / 400 = 0.62 \cdot 10^{-3} \Omega/V$$

$$U_B = 400 - 400 \cdot 0.05 = 380 \text{ V}$$

$$P_M = \frac{0.39 \cdot 10^{-3}}{0.62 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{400 \cdot 0.75 \cdot 0.84}{\frac{380 \cdot 100}{400 \cdot 2.3} - 1} = 4 \text{ HP}$$

מסקנה:
 המנוע אינו עומד בקריטריון סטיות המתח בתנאים הנתונים ויש לנקוט באמצעים מתאימים לפני חיבורו לרשת.

ב. למנוע M_2 נחשב סטיות מתח חולפת הנגרי מות בעת התנעתו בנקודות A ו-D ברשת (סטיית המתח החולפת המותרת בנק' A 2.3% ובנק' D 1.5%). הזרם הנקוב של המנוע

$$I_n = 20 \cdot 0.736 / \sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot 0.82 \cdot 0.88 = 29 \text{ A}$$

את המקדמים A_A , A_B , ו- A_D נחשב בהתאם לתנוני הרשת וכפי $\cos \varphi_{st} = 0.3$

$$A_{B2} = \sqrt{3} \cdot (0.66 + 10 + 19.5) \cdot 10^{-3} / 400 + \sqrt{3} \cdot (1.19 + 23.6 + 4) \cdot 0.953 \cdot 10^{-3} / 400 = 0.159 \cdot 10^{-3} \Omega/V$$

$$A_A = \sqrt{3} \cdot (0.66 + 10) \cdot 0.3 \cdot 10^{-3} / 400 + \sqrt{3} \cdot (1.19 + 23.6) \cdot 0.953 \cdot 10^{-3} / 400 = 0.117 \cdot 10^{-3} \Omega/V$$

בידוד תרמי וחסכון בחשמל

א. ונגרקו

הקום ניתן לבטא באופן איכותי ע"י הנוסחה:

1	הכח המפעיל	זרימת
ההתנגדות	X את זרימת	א אנרגית החום
לזרימת החום	החום	בין 2 גופים

הכח המפעיל את זרימת החום מיוצג במציאות כהפרש הטמפרטורות בין שני הגופים או בין המשטח הפנימי והמשטח החיצוני של אותו הגוף.

התנגדות לזרימת (מעבר) החום של גוף או אלמנט בידוד כלשהו, נקראת למעשה, התנגדות התרמית של האלמנט.

ההתנגדות התרמית "R"

יעילותו של כל חומר בידוד מאופיינת על ידי התנגדותו התרמית, "R".

"R" מבטא את ההתנגדות למעבר חום של 1 מ"ר של אלמנט בידוד הומוגני בעל עובי נתון, לכל מעלה צלזיוס של הפרש הטמפרטורות בין 2 משטחי האלמנט.

המוליכות התרמית "k"

המוליכות התרמית היא, למעשה, הערך ההופכי של ההתנגדות התרמית והיא מבטאת את הספק החום העובר דרך 1 מ"ר של אלמנט בידוד הומוגני, שעוביו נתון, לכל מעלה צלזיוס של הפרש הטמפרטורות בין המשטחים.

מוליכות חום סגולית "g"

זהו הספק החום העובר דרך 1 מ"ר של שכבת חומר בידוד אחיד שעוביו 1 מ' לכל 1 מעלה צלזיוס של הפרש הטמפרטורות שבין משטחיה הפנימיים.

כאשר חומר הבידוד איננו הומוגני מחשבים את ההתנגדות התרמית "R" של שכבת בידוד כלשהי, כסכום ההתנגדויות התרמיות של האלמנטים הומוגניים המרכיבים את החומר, לפי הנוסחה:

$$R = \sum r_i$$

$$r_i = \frac{d_i}{\lambda_i}$$

d_i העובי (במטרים) של אלמנט הבידוד הומוגני

λ_i מוליכות החום הסגולית של אותו אלמנט בידוד הומוגני.

השוואת חומרי בידוד מקובלים

בדומה למיונם של החומרים בהתאם למשקל הסגולי, או ההתנגדות החשמלית הסגולית, אפשר

צריכת החשמל וההוצאות הכספיות הנובעות

— בבתי מגורים, במבני ציבור ומוסדות, ב"תעשייה, בתי מלון, בתי מסחר גדולים הכוללים: מתקני הסקה, מיזוג אוויר, חימום מים או תהליכים תעשייתיים המחייבים עבודה בסביבה בעלת טמפרטורות גבוהות או נמוכות, המבודדת מהסביבה החיצונית — תלויים באופן ניכר ב"בידוד תרמי ובסידורי אטימה נאותים.

בידוד תרמי ואטימה נאותים עשויים להיות בעלי השפעה משמעותית ב-3 מישורים עיקריים כדלקמן: א. חיסכון בהשקעה הראשונית (בעיקר של מתקני הסקה, מיזוג אוויר וקרור) עקב האפשרות להסתפק בהספקים נמוכים יותר של מדחסים, גופי חימום וכו'.

ב. חיסכון בהוצאות השוטפות עבור צריכת החשמל. ג. חיסכון בהוצאות התחזוקה כתוצאה מבלאי מואץ של המערכות הפועלות בצורה מתונה, פחות אינטנסיבית.

● בדיקה קונקרטית שנעשתה לגבי מקרים ספציפיים, מלמדת כי — בדרך כלל — ההוצאות הנוספות הכרוכות בביצוע הבידוד התרמי הנאות, הן במבנים והן במכשירים ובמתקנים, מתכסות תוך תקופה סבירה כתוצאה מהחיסכון הנובע, כמפורט לעיל; כך שבסופו של דבר מוכחת הכדאיות הכלכלית של ההשקעה בבידוד התרמי וביאטום הנאות בפרוייקטים חדשים ובדרך כלל גם בפרוייקטים קיימים, בהם מדובר על שיפורים בהתאם לאפשרויות הנבדקות לגבי כל מקרה.

● אין כוונת הדברים שיובאו להלן לשמש מפרט או הנחיות טכניות מפורטות לביצוע בידוד תרמי. הכוונה היא להצביע על חלק ממוקדי הפעילות ונקודות "התקיפה" בהם ניתן להגיע להישגים ממשיים של חיסכון בחשמל כתוצאה מביצוע מקצועי של בידוד תרמי ואטימה.

פיתוח טכניקות היישום ושיטות הביצוע הן, כמובן, מתפקידם של המומחים לדבר בשטח המבנים ובשטח המכשירים והמתקנים.

בידוד תרמי מהו?

הכלל הפיזיקלי הבסיסי קובע כי כאשר קיים הפרש טמפרטורות בין שני משטחים (או גופים) תהיה זרימה של חום מן המשטח החם אל המשטח הקר (הפחות חם).

בדומה לזרימת החשמל דרך מוליך הנמצאת ביחס ישר למתח, דהיינו — הפרש הפוטנציאלים וביחס הפוך להתנגדות ($I \propto U/R$) הרי את זרימת

למיון ולהשוות את החומרים המקובלים לשימוש כחומרי בידוד תרמי לפי מוליכות החום הסגולית שלהם.

להלן, השוואה יחסית בין מוליכות החום הסגולית של חומרים שונים המשמשים ביישום טכנולוגי לצורכי בידוד תרמי.

דיאגרמה מס' 1

שעם	213%
צמר סלעים	200%
צמר זכוכית	193%
פוליסטרון	173%
פוליאוריתן	100%

הערות:

- הנחונים הנ"ל מבוססים על פרוספקטים טכניים של יצרנים.
- יש להדגיש כי בעת עריכת השיקולים לבחירת חומר הבידוד למטרה מסוימת צריך להתחשב גם בתכונות פיזיקליות אחרות העשויות להיות בעלות משקל מכריע, כגון: חוזק ללחיצה, כושר ספיגת מים, עמידה בטמפרטורות גבוהות וכו'.
- מוליכות החום הסגולית של הבטון, שאיננו נחשב כחומר בידוד תרמי פונקציונלי היא פי 100, בקרוב, מזו של פוליאוריתן.

צריכת החשמל להסקה ומיזוג אוויר בדירות מגורים ומבנים ציבוריים — השפעת הבידוד התרמי של המבנה ודרכים להשגתו

צריכת החשמל להסקה ולמיזוג אוויר גדלה בשנים האחרונות בעיקר כתוצאה של המעבר מהסקה ב"סולר ובנפט (מתקנים מרכזיים, תנורי ארובה, "פיירסיידים" וכו') להסקה באמצעות תנורי חשמל (דיאטורים, קונבקטורים וכו').

יש להניח שהדבר נובע מ:

(א) תנורי החשמל נוחים לרכישה ולהפעלה חסכונית.

(ב) גידול מספר הבניינים בהם יש מיזוג אוויר. עליה מתונה, יחסית במחיר החשמל.

כיוון שההסקה בחשמל איננה צורכת חמצן, לעומת ההסקה בתנורי בעירה, ישנה אפשרות ליתר הקפדה על אטימה של החדרים המוסקים וכמובן שהדבר נכון גם לגבי מיזוג אוויר.

רמת הבידוד התרמי היא אחד הגורמים העיקריים המשפיעים על גודל צריכת החשמל להסקה ולמיזוג האוויר של המבנה. בעונת החורף מיועד הבידוד התרמי למנוע מעבר חום מתאי הבניין אל מחוץ לבנין או אל תאי מעבר בנין סמוכים שהטמפרטורות שלהם נמוכות יותר. בעונת הקיץ מיועד הבידוד התרמי למנוע את מעבר החום מהסביבה החיצונית החמה אל תוך המבנה.

העומס החשמלי הסגולי להסקת חדרים — עשוי לנוע בין ערך נמוך של 50 וט למ"ר לבין ערך גבוה של 150 וט למ"ר.

בנוסף לתנאים אוביקטיביים המשפיעים על גובה העומס החשמלי הסגולי (כגון: הטמפרטורה הפנימית הרצויה ומהירות ההסקה הנדרשת) יש השפעה מכרעת לבידוד התרמי של המבנה.

גם צריכת החשמל הסגולית, אשר מושפעת ממשך תקופת ההסקה, קשורה באופן הדוק בבידוד התרמי של החדר, למשל באיזור שמשך תקופת ההסקה שלו היא 3 חודשים, עשוייה צריכת החשמל השנתית הסגולית לנוע בין הערך של 12 קוט"ש לשנה/מ"ר ו-144 קוט"ש/ש"מ"ר לשנה, כי פונקציה של הבידוד התרמי (בנוסף לגורמים האחרים המשפיעים על הצריכה, כגון מספר שעות ההסקה וכו').

להלן מספר דרכים להשגת בידוד תרמי משופר בבית מגורים:

הלוות ודלתות

א. רצוי להשתמש בזכוכית מבודדת (2 לוחות זכוכית שטוחה, המחוברים ביניהם על ידי מסגרת מתכתית, כאשר בין לוחות הזכוכית נוצר חלל אוויר יבש, המהווה את אלמנט הבידוד העיקרי בזכוכית המבודדת) להתקנה בחלונות במקום הזכוכית הרגילה, שהיא בעובי של כ-2 מ"מ.

זכוכית מבודדת מיוצרת בארץ, וניתן להזמינה בכל מידה רצויה. המודעות להתקנת זכוכית מבודדת עדיין אינה מפותחת דיה בארץ ויש בהחלט להעמיקה.

תוצאות דומות ניתן להשיג גם על ידי עריכת שינויים במשקופי החלון הקיים והכנסת זכוכית נוספת או על ידי חלונות כפולים (כאשר חלון אחד נסגר על החלק השני).

ב. רצוי להקפיד, במיוחד בשלב התכנון והבניה, על הקטנת שטחי הזכוכית המאפשרים היווצרות נקודות תורפה מבחינת הבידוד התרמי — הדבר יכול להתבטא בחלונות גדולים, בדלתות זכוכית וכו'. יש להקטין במידת האפשר את מספר החלונות וגודלם מבלי לפגוע, עד כמה שניתן בחלק ה"אסתטי או באפשרויות האהרה הטבעית מבחוץ.

ג. יש להקפיד על אטימה טובה של החלונות והדלתות. אטימה טובה ניתן להשיג באמצעים פשוטים למדי ובמחיר יחסי זול מאד וזאת על ידי סרטי ספוג דביקים בין הדלתות והמשקוף או ע"י סרטים שעירים משחלים על פס אלומיניום. עובי הסרט יותאם למרווח הקיים בין הדלת והמשקוף (או החלון והמשקוף). סרטים ספוגיים או שעירים אלה ישפרו במדה ניכרת את הבידוד התרמי של פתחי הדירה ויקטינו באופן משמעותי את איבודי האנרגיה.

ד. רצוי לא להשאיר מרפסות חשופות אשר פונות החוצה ויש לדאוג לסגירתן על ידי חלונות

מחממי מים ומערכות מרכזיות לחימום מים — תרומת הבידוד התרמי הנאות לחיסכון בצריכת החשמל

התקן הישראלי הרשמי ת"י 69.1 (מחממי מים חשמליים בעלי וויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי) נותן ביטוי לחשיבות הבידוד התרמי של הנוחממים בכך שהוא מגדיר בנוסחה את האיבודים התרמיים המותרים בקוט"ש ליממה: P

$$P = 1.25 + 0.013 Q$$

Q מבטא את קיבול הדוד בליטרים. משמעותה של הנוסחה לגבי הדוד המקובל של 120 ליטר היא כי האיבודים המותרים הם 2.81 קוט"ש ליממה.

למעשה, בדודים מעולים בעלי בידוד תרמי משופר ניתן להגיע במשטר הפעלה נאות (למשל כיוון התרמוסטט ל-60 מעלות) לשעור איבודים נמוך בהרבה.

את הדודים הישנים נהגו לבדוד בצמר סלעים, אשר מהווה אומנם חומר בידוד תרמי טוב, אולם היות התקנת הבידוד היתה נעשית בצורה ידנית על ידי הכנסת מזרוני צמר סלעים או צמר זכוכית סביב למיכל, היו מזרונים אלה, „מתיישיבים" ב"משך השנים והיו נוצרים חללים בין המיכל הפנימי והמעטפת וחללים אלה היו מהווים נקודות תור-פה דרכם היתה בריחת חום החוצה.

ניתן לאתר מקומות „פגועים" כאלה ע"י סימני קילוף הצבע במעטפת החיצונית הנוצרים עקב התחממות יתרה של פח המעטפת במקומות אלה. דודים „פגועים" מסוג זה רצוי להחליף בדודים חדישים אשר מבודדים בדרך כלל בפוליאורטן מוקצף אשר מוזרק לתוך החלל בין המיכל הפנימי והמעטפת וממלא בצורה זו את כל החלל שבמרווח.

ניתן להניח שבמקרה הטוב ישנה אפשרות להגיע לאיבודי חום בסדר גודל של 1-2 קוט"ש ליממה. לעומת זאת בדודים בעלי בידוד תרמי גרוע או פגום עשויים איבודים אלה להגיע לסדר גודל של 4 קוט"ש ליממה ויותר.

לגבי דודי חשמל מרכזיים לחימום מים ישנה הגדרה של האיבודים התרמיים המותרים בתקן ה"ישראלי ת"י 962 מינואר 1977 (מחממי מים חשמליים מרכזיים).

האיבודים התרמיים המקסימליים המותרים ליממה מחושבים לפי הנוסחה:

$$P = (Q/15)^2$$

Q : מבטא את קיבול הדוד.

P : מבטא איבודים תרמיים מקסימליים מותרים בקוט"ש ליממה.

או תריסים. רצוי לצבוע תריסים אלה בצבע בהיר.

בידוד תרמי של הגג, התקרה והקירות

מירב איבודי האנרגיה לחימום (או קרור) הם דרך התקרה והגג. מאידך התקרה היא אחד ה"שטחים הקלים ביותר בדירה בהם ניתן להשיג בידוד תרמי מעולה.

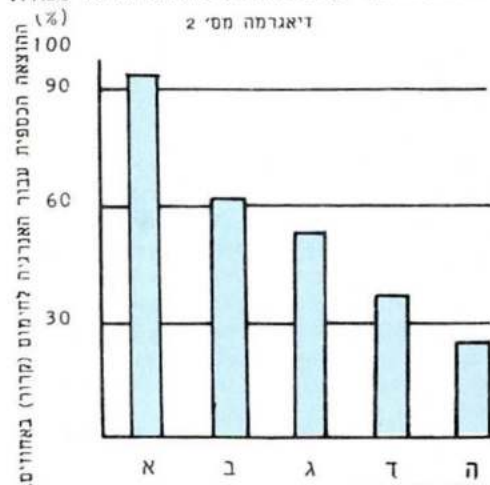
א. כאשר המבנה נמצא בשלב הבניה:

יש לדאוג להכנסת שכבת בידוד מתחת לאספלט בקומה העליונה או מתחת לרצפה בקומת הביניים. שכת בידוד זו יכולה להיות דקה למדי ועוביה לא צריך לעלות על 2-3 ס"מ. גם את הקירות ניתן לבדוד בצורה מוצלחת למדי בלוחות מאותם חומרי בידוד ובעובי זהה.

הכנסת הבידוד בעת בניית הדירה לא תייקר את המבנה באופן משמעותי מחד, ומאידך תעלה בצורה ניכרת את רמת הבידוד התרמי של המבנה ותגרום במישירן להקטנת איבודי האנרגיה ולחיסכון ניכר בצריכת החשמל.

ב. כאשר מדובר בדירת מגורים קיימת ניתן לת"רום לשיפור הבידוד התרמי גם על ידי צביעה או סיוד התקרה והקירות בצבע בהיר, התקנת תקרות וקירות דקורטיביים מעץ או חומרים פלסטיים. את הרצפות ניתן לבדוד על-ידי ציפוי המשטחים בשיטחי P.V.C. או לינוליאום או על-ידי ציפוי שטיחים מכל סוג שהוא.

סך הכל החיסכון הצפוי בדירת מגורים בעלת רמת בידוד תרמי משופר, עשוי להתבטא ביותר מ-60 אחוז מהאנרגיה הכוללת לחימום או מיזוג (ראה דיאגרמה מס' 2)



- הסבר לדיאגרמה:
- לא בידוד
 - בידוד משופר של התקרה בלבד
 - בידוד משופר של התקרה והקירות
 - בידוד משופר של התקרה, הקירות והרצפה
 - בידוד תרמי מעולה בכל הדירה כולל חלונות כפוליים, ואטימה טובה של הדלתות והחלונות.

ברור שמטבע הדברים, קטנים האיבודים התרמיים של הדוד המרכזי ממכלול אקוילונטי של דודים אינדיבידואליים (שטח פנים קטן יותר ביחס לנפח) אולם הצנרת הארוכה היא מוקד לבזבזי עקב ה-איבודים התרמיים בהם.

הנסיון הסטטיסטי מלמד שצריכת החשמל ה-ממוצעת לצרכן בבית משותף בו מותקן דוד מרכזי גדולה פי 2 ויותר מהצריכה הממוצעת של צרכן בעל דוד אינדיבידואלי. אמנם ברור כי הגורם החשוב המשפיע על ההפרש הגדול הוא השותפות („הקופה המשותפת“), יחד עם זאת, בבדיקות שנערכו התברר שגם לאיבודים בצנרת היה משקל לא מבוטל בצריכה העודפת.

הפתרון לשיפור המצב הוא, על ידי בידוד נאות של צנרת המים החמים.

ההשקעה הנוספת בבידוד הצנרת, בעיקר כאשר הדבר נעשה בשלב הבניה, היא נמוכה יחסית ומת-כסה תוך זמן קצר עקב החיסכון בצריכת החשמל והקטנת התשלום עבורו.

מקרים ביתיים – בידוד ואטימה נאותה כאמצעים לחיסכון בצריכת החשמל

המקרר החשמלי הביתי (בעיקר מהסוג האוטומטי והיבש) הוא צרכן נכבד במשק החשמל הביתי ומהווה פוטנציאל לחיסכון.

התקן הישראלי – ת"י 721 (מקרים ומקפאים חשמליים לשימוש ביתי) מתיחס לנושא האטימה-בהתאם להוראות התקן ניתן לבדוק את תקינות האטימה על ידי סגירת הדלת על סרט נייר ברוחב 50 מ"מ ובעובי של 0.08 מ"מ בקירוב – לאחר הסגירה מנסים להוציא את סרט הנייר.

חוזרים על פעולה זו במקומות שונים סביב לדלת סרט הנייר לא יחליק חופשי בשום מקום. אם הסרט מחליק באופן חופשי, משמעות הדבר שה-אטימה לקויה.

בסיווג הבינלאומי המקובל למקרים ניתנה הדעת לאפקטיביות הבידוד התרמי והדבר בא לידי ביטוי בחלוקת המקרים ל-2 קבוצות:

(א) מקרים המיועדים לעבודה באקלים ממוזג או קר – המסומנים באות N

(ב) מקרים המיועדים לעבודה באקלים טרופי – המסומנים באות T

המקרים מסוג N (המיועדים לאזורי אקלים מי-מוזג או קר) מבודדים בשכבת בידוד דקה ביותר ומצוידים ביחידת קירור קטנה יחסית.

המקרים מסוג T (המועדים לאזורי אקלים טרופי) הם בעלי בידוד מוגבר ויחידת קרוו גדולה יותר המתאמת לעבודה בתנאים הקשים.

כאשר מקרים, שתוכננו ונבנו מאספקט הבידוד התרמי-לאקלים קר, מופעלים באקלים חם, כמו בישראל, הם נאלצים לעבוד „קשה“ יותר מהמי-

תוכנן וצריכת החשמל שלהם גבוהה במיוחד. למשל, צריכתו היומית הממוצעת של מקרר אוטו-מטי שבידודו התרמי ואטימתו מעולים היא בסדר גודל של 2.5 קוט"ש ליממה, בעוד שמקרר בעל נפח זהה שבידודו התרמי גרוע ואטימתו לקויה עשוי להגיע לצריכה ממוצעת של 5 קוט"ש ויותר ליממה.

תנורי אפיה וצליה – משמעות בידוד תרמי יעיל לגבי צריכת החשמל

דרך כלל מחלקים את בידוד תא האפיה והצליה לשני חלקים עיקריים:

- דפנות התא.
- דלת התא.

דפנות התא

יש להקפיד שתא האפיה והצליה יהיה מורכב מתא פנימי ותא מעטפת כאשר המירווח בין התא הפנימי והמעטפת ימלא בחומר בידוד תרמי מעולה העמיד בטמפרטורות גבוהות (צמר סלעים, צמר זכוכית וכו') למניעת מעבר החום מהתנור החוצה.

דלת התא

רצוי שדלת התא תהיה בעלת זכוכית כפולה או משולשת דבר המקטין ביותר מ-30 אחוז את אי-בודי החום של התנור.

יש להקפיד גם על אטימה טובה של דלת התא למניעת פליטת חום דרך החריצים בין הדלת ל-מסגרת.

התקן הישראלי – ת"י 829 (תנורי חשמל לשימוש ביתי): לאפיה, לבישול ולצליה מפרט את מהלך הבדיקה והדרישות ביחס לבידוד התרמי של התא כדלקמן:

„מפעילים את התא במתחו הנומינלי עד שה-טמפרטורה הנמדדת בעזרת צמד תרמי במרכזו הגיאומטרי של התא, תגיע ל-200°C; מנתקים את הזינה, ובלי לפתוח את הדלת מניחים לתא להתקרר. כשטמפרטורת התא מגיעה ל-150°C, מכניסים לתוכו במהירות האפשרית סיר מסוטה, המכיל מים בטמפרטורה של 95°C. נפח המים בסיר יהיה שווה ל-10% מהנפח הפעיל של התא, כמוגדר בסעיף 3.16. יש לדאוג לכך שהקיבול התרמי של הסיר לא יעלה על 10% מהקיבול התרמי של המים, הסיר, לרבות המכסה, יושם על סמך כך שבין קרקעיתו לבין תחתית התא יישאר מרחק של 2 ס"מ.

משאירים את דלת התא סגורה למשך שעה אחת ומודדים את טמפרטורת המים.

ירידת טמפרטורת המים לא תעלה על 15°C.

**„בית שכולו חשמל“ עם מודעות לנושא
הבידוד התרמי — החיסכון הכולל
בחשמל (תחשיב לדוגמא)**

צריכת החשמל (קוט"ש/שנה)			מוקד הצריכה
עם בידוד תרמי		ללא בידוד	
מלא	חלקי		
600	1000	2000	הסקה ומיזוג אוויר
1100	1650	2200	חימום מים
1000	1300	2000	מקרר אוטומטי
140	180	200	תנור אפיה/צליה
2840	4130	6400	ס ה"כ

מתוך הטבלה אנו רואים כי בבית, שהוא כדוגמא, עשוי החיסכון בחשמל להתבטא בסדר גודל של 2000—3500 קוט"ש לשנה.

**מתקנים תעשייתיים ומסחריים
בעלי בידוד תרמי נאות — החיסכון
בחשמל:**

חדרי קירור והקפאה

לצורך בידוד תרמי אופטימלי של חדרי קירור יש צורך בעובי בידוד מינימלי שהוא פונקציה של טמפרטורת האחסנה הנדרשת.

מוקדי האיבודים התרמיים הם:

- (א) תקרה וקירות.
- (ב) אטימה לקויה.
- (ג) משטר עבודה בלתי יעיל.
- (א) הקטנת האיבודים התרמיים דרך התקרה

והקירות איננה כדאית ברוב המקרים היות וההשקעה הנדרשת לשיפור הבידוד מעבר לבידוד המינימלי לא כדאית מבחינה כלכלית.

(ב) חיסכון משמעותי בצריכת החשמל ניתן להשיג ע"י אטימה טובה של כל המעברים (דרך התקרה או הקירות). בכל מקום בו עובר צינור או כבל, יש להשאיר מירווח בינו ובין הקיר ולאחר גמר בידוד הקירות והתקרה יש גם לבדוד מעבר זה. ניתן לעשות זאת ע"י יציקת פוליאוריטן להבטחת מיילוי מושלם של החללים.

כן יש להקפיד על אטימה טובה של הדלתות על ידי אטמי גומי וכן אטם גרירה בתחתית הדלת. (ג) משטר עבודה יעיל אשר יקטין את מספר הפתיחות של דלתות חדר הקירור או המקפא וכן יקצר עד כמה שניתן את משך הזמן שהדלת נש- ארת פתוחה מהווה את המרכיב החשוב ביותר בהקטנת האיבודים בחדרי קירור והקפאה.

יש לציין כי מספר החלפות האוויר הממוצע ביממה כתוצאה מפתיחת הדלתות והסתננות אוויר חם פנימה הוא פונקציה של נפח חדר הקירור. ככל שחדר הקירור גדול יותר מספר החלפות האוויר קטן יותר ולכן יש חשיבות מיוחדת להקפדה על פתיחת דלתות מינמלית בחדרי הקירור הקטנים.

מקרי תצוגה מסחריים. (מקררי וטרינה).

מקררי הוטרניה — אלה הם מקררים בהם ה- מצרכים שיש לקררם מונחים מעל פני המקרר כאשר פנים אלה בדרך כלל חשופים והם פועלים בטמפרטורות בין 0—(-29) מעלות צלזיוס. בדיקות אשר נערכו נמצא כי על ידי כיסוי המקרר במכסה מבודד לאחר תום יום העבודה ועד למחרת לקראת תחילתו של יום עבודה חדש יכול להתבטא בחיסכון של כ-5 אחוזים מצריכת החשמל של המקרר.

עובי בידוד מינימלי של חומרי בידוד שונים *:

עובי בידוד מינימלי (מטר)			טמפרטורות אחסנה (מעלות צלזיוס)
שעם	פוליאוריטן	פוליסטורן	
0.08	0.05	0.06	16 — 10
0.10	0.06	0.09	10 — 4
0.13	0.08	0.10	4 — (-4)
0.15	0.09	0.13	(-4) — (-9.4)
0.18	0.10	0.15	(-9) — (-18)
0.20	0.13	0.18	(-18) — (-27)
0.25	0.15	0.22	(-27) — (-40)

* לקוח מתוך לוחות טכניים לקירור ומיזוג אוויר של נתון, „אורט טכניקום“.

זמן העבודה (עם המכסה) — 9 שעות ביום
שעות עבודה בשנה — 2700 שעות.

החישוב:

הספק האיבודים התרמיים, דרך המכסה הלא מבודד:

$$2.50 \text{ קו"ט}$$

(מבוסס על — 1772 קק"ל) מ"ר × שעה

ההשקעה החד-פעמית לבידוד המכסה כ-1500 ל"י.
צריכת החשמל השנתית לכיסוי האיבודים התרמיים דרך המכסה הלא מבודד:

$$6750 \text{ קוט"ש} = 2.50 \times 2700$$

$$3440 \text{ ל"י} = 6750 \times 0.445 \times 1.12$$

צריכת החשמל השנתית לכיסוי האיבודים התרמיים דרך המכסה המבודד כ-300 קוט"ש.

החיסכון השנתי בצריכת החשמל יתבטא ב:

$$6450 \text{ קוט"ש} = 6750 - 300$$

התשלום הנחסך:

$$3215 \text{ לירות} = 6450 \times 0.445 \times 1.12$$



בידוד זה ניתן להשיג על ידי כיסוי מזכוכית כפולה אשר מותאם למקרר כך שלא ייווצרו קשיים מיוחדים בכיסוי המקרר ובחשיפתו כאשר רוצים להוציא ממנו את המצרכים.

נספח (דוגמאות מתוך סקרים שבוצעו)

צנרת של מערכת חימום מים (שטיפה) במפעל תעשייתי

נתונים:

קוטר הצנרת 1"

אורך " 25 מ'

טמפרטורת המים 85 מעלות צלזיוס

טמפרטורת הסביבה 25 מעלות צלזיוס

בצנרת זורמים מים חמים במשך 3000 שעות בשנה.

החישוב

הספק האיבודים התרמיים כאשר הצנרת לא מבודדת: 2.62 קו"ט

(מבוסס על 90 קק"ל) שעה × מטר

ההשקעה החד-פעמית לבידוד הצנרת כ-2000 ל"י

צריכת החשמל השנתית לכיסוי האיבודים התרמיים: 7860 קוט"ש = 2.62 × 3000

התשלום עבור הצריכה הנ"ל

(לפי התעריף מ-1.378)

$$3917 \text{ ל"י} = 7860 \times 0.445 \times 1.12$$

צריכת החשמל השנתית לכיסוי האיבודים התרמיים לאחר בידוד הצנרת כ-800 קוט"ש

החיסכון השנתי בצריכת החשמל יתבטא ב:

$$7060 \text{ קוט"ש} = 7860 - 800$$

התשלום הנחסך:

$$3518 \text{ לירות} = 7060 \times 0.445 \times 1.12$$

אמבטיית-בדיל, במפעל ליצור מצננים

נתונים:

תנור אמבטייה מכוסה בכיסוי מתכתי ללא בידוד תרמי

הספק התנור 14 קו"ט

שטח המכסה 1.2 מ"ר

טמפרטורת המכסה בזמן עבודת התנור 150 מעלות צלזיוס



מי מפחד מקבלים ?

או - מה נכון, ומה לא נכון בכל הנוגע לשימוש בקבלים לשיפור מקדם הספק ?

אינג' א. ירום, א. חיות

למרות שהנושא ידוע עקרונית בקרב האנשים המטפלים בו ישירות, התברר לנו בעבודתנו היום יומית, שסביב הענין קיימות הרבה שאלות והסתייגויות. ומאחר שכך, עלה בדתנו להבהיר את הנושא בכללותו וזאת נעשה בשתי דרכים: —
א. בעזרת שאלות ותשובות.
ב. בניתוח רחב ומעמיק של כל תשובה ותשובה.

להלן סדרת שאלות בנושא, והתשובות ביצדן: —

✧ האם הקבלים דורשים טיפול ותחזוקה מתמידים ? — בדרך כלל לא.

באם נלקחו בחשבון התנאים המינימליים להתקנה נכונה של הקבלים — התחזוקה והביקורת הנדרשים יהיו מינימליים. מומלץ לבדוק את הזרמים הסימטריים בשלושת הפזות ואת מידת התחממות גוף הקבל ($60^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ מכסימום) 24 שעות לאחר התקנתו, ובמקרים של עליות מתח רציניות ברשת. כמריכך מומלץ לבדוק מידי פעם (אחת לחדש בערך), את תקינות מערכות ההגנה והמיתוג של הקבלים, וכן, באם הזרם שווה בשלושת הפזות.

✧ האם איורור נאות חשוב לפעולות התקינה של הקבל ? — כן.

ברוב המקרים בהם בקרנו, מצאנו שבעת התקנת הקבלים לא נתנו את הדעת לדבר זה, והקבלים הותקנו בתוך ארון חשמל סגור ללא כל איורור. דבר זה גרם להתחממות יתר של הקבל, להתנפחותו, לנזילת השמן ולפריצות, מה שגרם לקיצור אורך החיים של הקבל. אי לכך המלצתנו בנדון חד-משמעית: בכל מקרה ומקרה יש לדאוג לכך שלקבל או למערכת קבלים יובטחו תנאי איורור נאותים. (התקנת הקבלים מחוץ ללוח אפשרית בהחלט, בתנאי שלא קיימת סכנה של פגיעה פיזית, כימית או של הצטברות אבק וחומרים אחרים על גוף הקבל, אשר עלולים לגרום להקטנת פיזור החום של הקבל). בהתקנה קבוצתית של קבלים, יש לשמור על מירווח מתאים בין קבל לקבל (5—3 ס"מ). יש גם לדאוג לכך שהקבלים לא יהיו גלויים לקרני השמש.

✧ האם הקבלים לשיפור מקדם ההספק מחוברים בטור או במקביל לרשת ? — הקבלים מחוברים במקביל.

קיימים מקרים שקבלים יחוברו בטור לרשת (לצרכן), אולם אלה מקרים יוצאי דופן כגון: —
א. שיפור מקדם ההספק וייצוב המתח במכשיר ריתוך בנקודות.
ב. שיפור מקדם הספק והקטנת תנודות המתח בתורי קשת למיניהם.
ג. בתחנות השנאה (קבלים למתח גבוה), לוויסות רמת המתח ברשת.
כאמור לעיל, הקבלים למטרת שיפור מקדם ההספק, מחוברים תמיד במקביל לרשת, באמצעות הגנה ומיתוג מתאימים.

✧ האם הקבלים הינם גורם לעלית מתח ? — לא.

במקרים רבים מאד ההסתייגות העיקרית של אנשי החשמל בהקשר להתקנת קבלים לשיפור מקדם ההספק, היא החשש מעלית המתח ברשת, דבר העלול לגרום לקיצור משמעותי באורך החיים של הנורות למיניהן, ושיבושים במערכות הפיקוד והבקרה. לאור נסיונו בנושא, ולאחר חישובים ומדידות שערכנו במספר ניכר של מפעלים מתברר, שעלית המתח הנגרמת על ידי חיבור קבלים לרשת היא מינימלית ($3 - 4\text{ V}$), בתנאי שהמתח באותו מתקן לפני חיבור הקבלים היה ברמה תקינת (בחלקו השני של המאמר, ננתח בצורה יסודית את האמור לעיל). יש לציין שעלית מתח משמעותית יותר נגרמת למעשה, בגלל הורדת העומס על פני השנאי. מאחר ומפעלים בעלי מתקני חשמל ישנים מתאפיינים בהיגב גדול יותר, עליות המתח במקרים אלה גדולות יותר. המלצתנו — בכל מקרה ומקרה, למדוד את המתח לפני התקנת הקבלים ולשם השוואה — לאחר ההתקנה.

✧ האם יש לחשוש מתהודה בין הקבל ובין השנאי במתקנים תעשייתיים ? — לא.

תהודה בין קבלים לשנאי במתקנים תעשייתיים אינה מהווה בעיה כלשהי. למרות שבאופן

תאורטי-חישובי קיימת אפשרות של הופעת התהודה. הנסיון מלמד שהתהודה לא מופיעה כאשר הספק הקבלים המחוברים לשנאי אינו עולה על שני שלישים מהספקו הנקוב של השנאי. יש לציין שברוב המקרים, הספק הקבלים המחובר לשנאי, קטן מזה. אי לכך בעית התהודה אינה צריכה להדאיג.

✧ האם הספק הקבלים תלוי בעומס המתקן? — לא.

ההספק הריאקטיבי שהקבל מספק לרשת הינו רצוף, ואינו תלוי בשנויי העומס במתקן, הוא תלוי אך ורק במתח, ובתדירות הרשת.

✧ האם יש להתחשב בהפסדים העצמיים של הקבלים? — לא.

הקבלים מתאפיינים בכך שהפסדיהם מהווים סך הכל כשליש אחוז מהספקם הנקוב — הפסדים אלה קטנים בהרבה מההפסדים של כל אמצעי אחר לשיפור מקדם ההספק.

✧ האם זרם הטעינה של הקבל מהווה בעיה כלשהי? — לא.

ידוע, שעם חיבורו לרשת, מתנהג הקבל כרכיב בעל היגב נמוך מאד הגורם להופעת זרם טעינה בדומה לזרם קצר, אולם תופעה זו הינה קצרה מאד, ולאור הנסיון והבדיקות שנערכו בתעשיית ציוד חשמלי מתברר, שהציוד המודרני עומד בהצלחה כנגד זרמים אלה המתאפיינים בתדירות גבוהה ובמקדם ריסון גדול מאד.

✧ האם הקבלים הם גורם להופעת גלים עליונים (הרמוניקות)? — לא.

הקבלים כשלעצמם אינם מקור לגלים עליונים בדומה לאלה הנגרמים על-ידי מכוונות השראה ושנאים למיניהם. אולם, מאחר וההיגב של הקבלים תלוי בתדירות הזרם, קיימת אפשרות העמסת יתר של הקבל, עקב קיומו ברשת של הגל העליון החמישי והשביעי, אולם העמסת יתר זו אינה מתקרבת לגבולות העמסת יתר סטנדרטית של הקבל (135%).

יש לציין ששיפור מקדם ההספק במערכות יישור בעלות הספק גבוה היוצרות הרמוניקות ברשת. יש לתת את הדעת לבחירה נכונה של הספק הקבלים, ואולי אפילו התקנת מסננים מתאימים.

✧ האם הקבלים מגדילים את הספק הקצר של המתקן? — לא.

מהנסיון ידוע שנוכחות קבלים במתקן, אינה דורשת הגדלת כושר הניתוק של המפסקים, מעל לתנאים הסטנדרטיים של המתקן. עובדה היא, שזרם קצר מכסימלי מופיע כאשר המתח עובר דרך האפס, בו בזמן נטען הקבל (מתח שווה ל-0), היות וכך אין באפשרות הקבל להגביר את זרם הקצר. השפעת הקבל מירבית כאשר הקצר מופיע במתח מכסימלי, אולם במקרה זה יהיה זרם הקצר מינימלי. יש לתת תשומת לב מיוחדת למקרה של חיבור קבל נוסף למערכת קבלים קיימת ברשת.

✧ האם הקבלים מהווים אמצעי מקובל ביותר לשיפור מקדם ההספק במערכות תעשייתיות? — בהחלט כן.

כל המעלות והיתרונות כפי שמופיעים בסעיפים הקודמים מצביעים על כך שהקבלים מהווים את האמצעי הזול והנוח ביותר, לשיפור מקדם ההספק במערכות תעשייתיות.

✧ ניתוח מפורט לגבי כל הסעיפים הנ"ל, יופיע באחת החוברות הבאות.

מה חדש בספרות מקצועית

מתקני חשמל

(חוברת לימוד ועבודה עצמית לחשמלאי מוסמך וראשי)

פרק ב' — תרגילי דוגמא (דירת מגורים, בית מלאכה מכני דרישות מהמתקן, שרטוט, חישובי עזר וכו').

פרק ג' — תרגילים במתקני חשמל (מתקני חשמל בדירות, מתקני אור וכח במשרדים, בבית מלאכה מכני, במסגריה, בנגריה, בתי מרחץ ומספרות, בית קפה ומסעדה).

פרק ד' — נספחים (דוגמת טופס בקשה לבדיקה, סמלים גרפיים, מקדמי ביקוש, כללים לגודל החיבור באספקת חשמל, חישוב קבלים לשיפור מקדם ההספק).

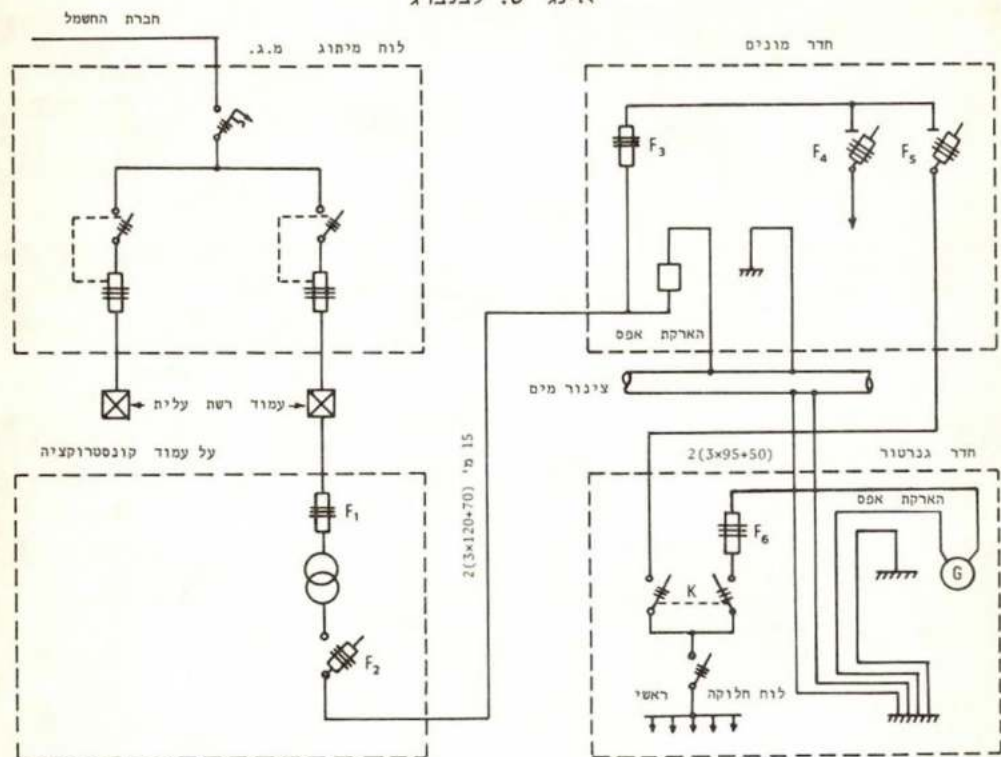
הספר, הכולל 104 עמ' (לרבות שרטוטים וטבלאות לדוגמא), הוצא ע"י המדור לתוכניות לימודים — משרד העבודה והרווחה, האגף להכשרה מקצועית.

בספר 4 פרקים:

פרק א' — כללים לתכנון מתקני חשמל (מטרות הכנת תוכנית למתקן חשמלי, הגשת התוכנית, מבנה התוכנית, שרטוט המתקן החשמלי, תרשים לוח החיבורים, הצהרת החשמלאי, רשימת חומרים והוראות ביצוע, שיקולים בתכנון המתקן, לוח החשמל וחלוקה למעגלים סופיים, מוליכים וכב"ל, מובילים, הגנות).

ניתוח תקלה במערכת אספקת חשמל ללוח ראשי

אינג' ש. לבנברג



אוטומטית כאשר הרשת בחברת החשמל חוזרת למצבה התקין. לוח הפיקוד של הגנרטור נמצא בחדר הגנרטור.

1.4 ההחלפה האוטומטית החי-גנרטור מבוצעת על ידי קונטקטורים תלת-קטביים 600 אמפר ה- מצוידים בחיבור מכני וחשמלי ביניהם כדי למנוע חיבור שני הקונטקטורים בו-זמנית.

1.5 מערכת ההארקה

1.5.1 הארקה ההזנה של חברת החשמל מבוצעת בחדר המונים הישן. חוט האפס מוארק ל- צינור מים חיצוני וכן מוארק לאותו צינור מים חוט ההארקה של לוח המונים והנתיכים העשוי פח.

1.5.2 ההזנה של הדיזל-גנרטור מבוצעת על ידי הארקה נקודת הכובד לפס ההארקה בלוח החלוקה הראשי וכן הארקה גוף הגנרטור אל פס ההארקה בלוח החלוקה הראשי. פס ההארקה של הלוח מחובר אל צינור המים (שאליו מחוברת

1. תאור מתקן אספקת החשמל (ראה שרטוט)

1.1 אספקת החשמל ללוח מבוססת על שני מקורות אספקה:

1.1.1 הזנה מחברת החשמל

1.1.2 הזנה מדיזל גנרטור

1.2 ההזנה מחברת החשמל מבוצעת דרך שנאי 250 קו"א, שנת ייצור 1963 המתקן על עמוד. לידו קיים מבנה ששימש בעבר חדר מונים וכיום משמש כלוח עם נתיכים ראשיים ומקום התקנת הקבלים לשיפור מקדם ההספק. יש להדגיש שהשנאי לא שופץ ולא נבדק מאז התקנתו (השמן לא נבדק, הסיליקג'יל לא הוחלף וכדומה).

1.3 הדיזל-גנרטור בהספק 185 קו"א מותקן במבנה בחדר משותף עם לוח החלוקה הראשי. לדיזל-גנרטור ישנו פיקוד המפעיל אותו אוטומטית במקרה של תקלה באספקה מחברת החשמל (מתח נמוך, חוסר פאזה, חוסר מתח וכו') ומפסיק אותו

הארקת ההזנה של חח"י) בשני מוליכים.
1.5.3 גוף הקונטקטורים לא היה מוארק בחוט הארקה אל בורג הארקה המיוחד שקיים בכל קונטקטור. הקונטקטורים היו מחוזקים בברגים אל פלטת פלדה שאליה מרותכים זייתנים צבועים. זייתנים אלה מונחים על גבי זייתנים בלוח החלור קה לשם אפשרות הוצאת הפלטה לאחר פרוק כבלי האספקה. לא היו ברגים בין הזייתנים שיבטיחו הארקה טובה של הפלטה אל גוף המתכת של הלוח.

2. תאור התקלה

- 2.1 עכברוש גרם לקצר בנקודת היציאה המשותפת (נקודה א' בשרטוט) של הקונטקטורים המ"חילפים ופוצה שריפה.
- 2.2 נתיך קרניים אחד שהיה מותקן על השנאי נשרף (נתיך חיצוני משמאל).
- 2.3 התהווה קצר בתוך השנאי בין פס המתח הנמוך של המבדד השמאלי לבין גרעין הברזל הגרעין השמאלי).
- 2.4 נתיך מתח נמוך 400 אמפר בעל כושר נתוק גבוה המותקן בתוך לוח הזמנים הישן של חח"י נשרף (נתיך אמצעי).
- 2.5 הדיאפרגמה בשנאי נפוצה ושמן נזרק ה"חוצה.
- 2.6 מגע העזר של הקונטקטור המזון מחח"י נשרפו והועפו ממקומם.
- 2.7 המגעים בקונטקטור (מגע אמצעי) של חח"י נשרפו והתהווה חור בפס שעליו מורכב המגע הנייד.
- 2.8 ישנם סימני קשת בין מקום חיבור הכבלים במגע הימני לבין גוף הקונטקטור דבר שגרם להתכת גוף הקונטקטור (העשוי אלומיניום) והתכת פס ההידוק של הכבלים לקונטקטור (מגע ימני).
- 2.9 פוצה שריפה שגרמה לפיח, פריצת הבידוד של כבלי פי.וי.סי. וכדומה. השריפה לא התפשטה אל תאים אחרים בלוח הראשי. כן נשרף סליל של אחד הקונטקטורים.
- 2.10 נשרף אחד מנתיכי הפיקוד בלוח החלוקה הראשי. נתיכים אלה מספקים את מתח הרשת של לוח הפיקוד וההפעלה של הגנרטור.

3. ניתוח התקלה

- 3.1 הקצר התלת-פזי שגרם העכברוש גרם לזרם קצר גבוה כ-8300 אמפר. זרם זה יצר כוחות אלקטרודינמיים בתוך השנאי אשר קרבו את אחד הפסים של המתח הנמוך אל הגרעין (המוארק) וגרמו לקצר פנימי בשנאי. כתוצאה מכך נשרף נתיך קרניים מתח גבוה.
- זרם הקצר גרם גם לשריפת נתיך מתח נמוך 400 אמפר בתוך לוח המונים.
- 3.2 עקבות הקצר בקונטקטורים נוצרה א"וירה עם "יונים", אשר גרמה לפריצה של אחת

הפזות אל גוף הקונטקטור. מאחר וגוף הקונטקטור טור לא היה מוארק בצורה קשיחה, לא הספיק זרם הקצר שנוצר לגרום לשריפת נתיך מתח נמוך. גם הקשת עצמה מהווה התנגדות אשר מקטינה גם היא את זרם הקצר.- 3.3 עקב הקצר היתה נפילת מתח על סליל ה-קונטקטור ובעקבות כך הוא נסה להפתח. זרמי הקצר הגבוהים בהתחלה גרמו לשריפת המגעים ואולי אף להדבקתם מאחר וכושר הניתוק שלהם הוא כ-5100 אמפר בלבד.

3.4 הדבקות המגעים ואי פתיחת הקונטקטור לא אפשרו לקונטקטור של הגנרטור להתחבר ולכן לא נשרפו הנתיכים שלו אף על פי שהוא פעל כל עת השריפה.

3.5 בעקבות הקשת בין הפזות לגוף הועפו כפי הנראה מגעי העזר, דבר שגרם לשריפת נתיך ה"פיקוד וכן לא איפשר אף הוא לקונטקטור של הגנרטור להתחבר.

4. המלצות לשפור המתקן

- 4.1 החלפת נתיכי המתח הגבוה בלוח המתוג לנתיכים של 15 אמפר. הדבר כרוך בשני קונטקטורים טרוקציה המחזיקה את הנתיכים.
- 4.2 ביטול או גישור נתיכי הקרניים שעל השנאי עד שתורחב הרשת בעתיד ויתווסף שנאי נוסף.
- 4.3 להחליף את נתיכי המתח הנמוך בעלי כושר ניתוק גבוה שבארגו על העמוד, מאחר והם ישנים ויש חשש שאופיין העבודה שלהם השתנה במשך הזמן. מומלץ להחליף גם את הארגו עצמו (מאחר והוא חלוד) בארגו חדש.
- 4.4 לסתום במלט, גבס וכדומה, את צינורות הבטון בחדר המונים (בתוך לוח המונים) ובחדר הגנרטור (בתוך לוח החלוקה).
- 4.5 להחליף את מערכת הנתיכים שבלוח המונים הישן במפסק בעל הגנה תרמית בתחום הכולל בתוכו את הזרם הנומינלי של השנאי (360 אמפר) ובעל הגנה מגנטית בתחום 6 ÷ 3 פעמים הזרם הנומינלי של השנאי.
- את מפסק הנתיך של הקבלים אפשר להשאיר.
- 4.6 לפזר רעל נגד עכברים, עכברושים וסממיות בחדר המונים הישן ובחדר הגנרטור.
- 4.7 להאריק את גוף הקונטקטורים באמצעות מוליכים בחתך 50 מ"מ².
- 4.8 לבצע בדיקות שמן בשנאי אחת לשנה.
- לבצע בדיקות של החומר המיבש (סיליקג'ל) — ולהחליפו במידה ותוצאות הבדיקה מחייבות זאת. כמו-כן לבצע טיפול ואחזקה שוטפים בהתאם ל"הוראות היצרן.
- 4.9 להתקין גלאי-אש ועשן בחדר הגנרטור.
- 4.10 להוציא את מיכל הדלק של הגנרטור אל מחוץ לחדר.
- 4.11 לבדוד את פסי הנחושת וכל המקומות ה"גלויים באמצעות בד זכוכית, ספוג אפוקסי.



סַצ'יה

מפסקי זרם אוטומטיים

מודול NR100



- ◆ 11 יתרות זרם
- מ 10 עד 100 אמפר
- ◆ 2-3-4 קטבים
- ◆ עם מגע מופעל
- על ידי יתרות זרם

המשווק

אטקה בטח

בני ברק רח' בר כוכבא 6
טל: 03-78 2718, 78 24 65

סניף צפון:

חיפה, רח' השיש 3, טל. 04-740801

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

1. סמן בעיגול את מספרי המודעות בהן יש לך ענין.
 2. מלא את הפרטים המופיעים בגלויה בכתב יד ברור.
 3. שלח את הגלויה למערכת כשהיא מבוללת.
- הפרטים יישלחו למפרסם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.

שרות וביצוע עבודות חשמל

בתעשייה, במבנים ציבוריים, תחנות טרנספורמציה, פקוד ובקרה.

בחברתנו

צוות עובדים צעיר ומנוסה המבצע עבודות חשמל לתעשייה, בנייני ציבור, מתקני מתח גבוה, פיקוד ובקרה. מוקדי עבודה בכל צפון הארץ, טלפון וקשר אלחוטי מהמשרד לכל מכונית - מבטיח שרות מהיר ללקוחותינו.

יעד אלקטריקה

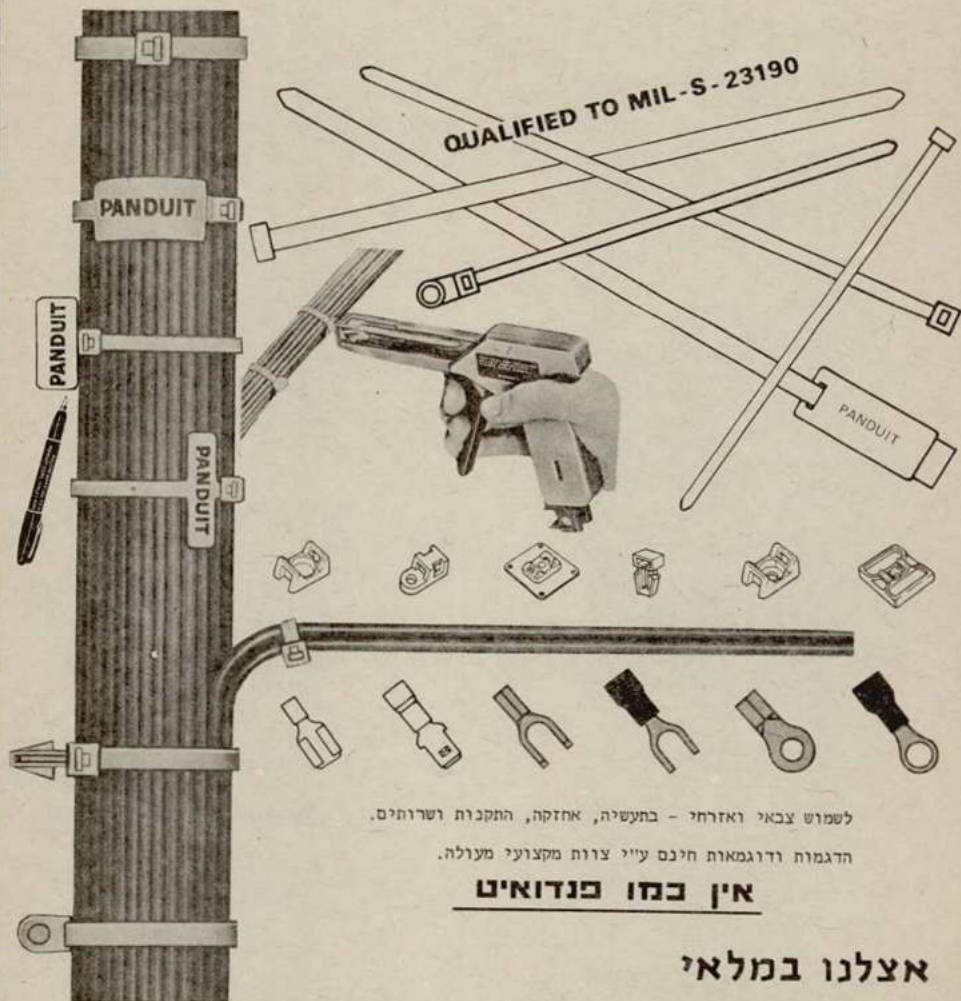
רחוב דהאן 15, טבריה, טל: 067-21226

PANDUIT

COMPLETE LINE

OF WIRING COMPONENTS

אצלנו במלאי



לשמוש צבאי ואזרחי - בתעשייה, אחזקה, התקנות ושרותים.
הדגמות ודוגמאות חינם ע"י צוות מקצועי מעולה.

אין כמו פנדואים

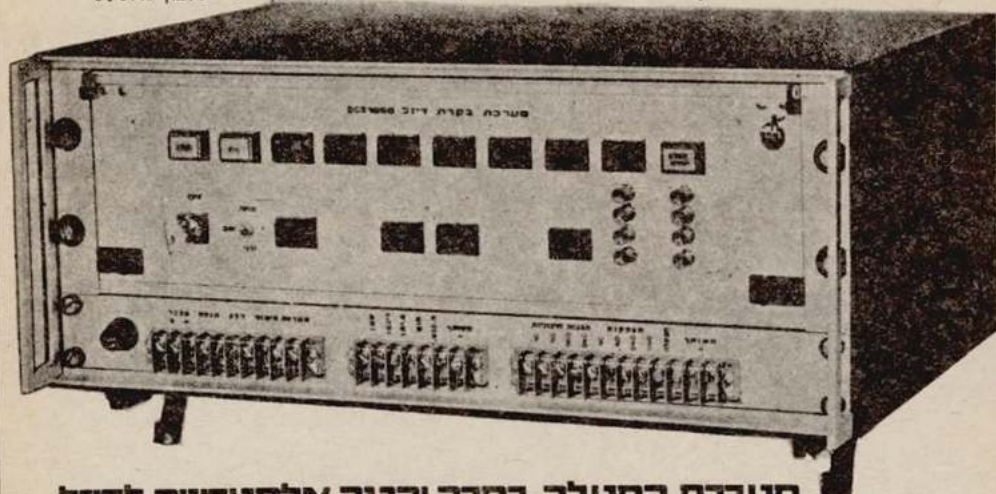
אצלנו במלאי

אש

אלכסנדר שניידר חב' בעמ

תל-אביב, דרך פתח-תקוה 44 · ת.ד. 18055
טלפונים: 32089, 34607 · טלקס IL DY GAL 33613

טירותים השמליים מכניים
 חברת בת של מקורות חברת מים בע"מ
 חולון, רח' הפלד 1 (אזור התעשייה) • ת.ד. 308 חולון • טלפון 80 6111



חברת הפעלה, בקרה והגנה אלקטרונית לדיזל.

DCS 1250 להגנה - הפעלה - הפסקה אוטומטית, או ידנית של מנוע דיזל בשילוב עם מערכות חשמל ומים.

SIEMENS "ניסקו" הנדסת חשמל

● חיבור קיר
 חיצוני

● מפסקי-מגן לזרם פחת - חצי אוטומטיים



תל-אביב, רח' חזקיהו המלך 6, טל. 821558, 820752

הפעלי התכת והשמל כפר בלום.



יצרני לוחות חשמל.

לוחות פיקוד
(רכיבי SIEMENS)

לוחות חלוקה
לוחות גנרטורים
לוחות סינופטים:
• בשיטת מוזאיקה SYMO



סוכנים-מפיצים:

BACO

TEXAS INSTRUMENTS



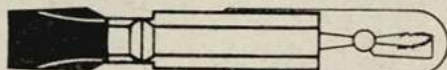
KLIXON
®

vynckier

SYMO

T 5,5 SYMO מנורת טלפון

אורך חיים 5000 שעות פעולה
קוטר 5 מ"מ • אורך 30 מ"מ • הספק 1.2 וואט



קיבוץ כפר בלום ד.נ. גליל עליון טל: 067-41823
משרד מכירות תל-אביב רחוב הארבעה 16 טל: 253405/6

eli adv.

שרות פרסומי מודעה מס' 130

BBC METRAWATT
BROWN BOVERI

BBC GOERZ
BROWN BOVERI

חדש!

מד כופל הספק נייד ("צבת" $\cos \phi$)

למידת כופל הספק השראתי או קיבולי 1...0
10 עד 1000 אמפר, 220 וולט, 50 הרץ.
למידת זרם במוליכים עגולים או
פסי צבירה עד 50×60 מ"מ.

מד הספק נייד ("צבת" וואט-מטר)

למידת הספק במערכות חד מאזיות
או תלת מאזיות 380/220 וולט, 50 הרץ.
תחומי מדידה: 30-100-300-1000-3 קילוואט.
מכשירי מידה ויטום ניידים
ולוחות למדידת זרמים ומתחים בכל התחומים.
שנאי זרם, מתמרי מתח זרם, מודדי טמפר'
ורשמים לטמפר', מודדי התנגדות בידוד והארקות.

חברת ישראלמוקס בע"מ

רחוב ארלחורוב 25, תל-אביב ● ת.ד. 6014
טלפון: 05-2266 4-5-24 8213-טלקס



REVITESTER 100

* מודד התנגדות "טבעת הארקה"

לפי תקן VDE
line-earth loop resistance

* מודד זרמי זליגה

Tripping current and max contact voltage

ומתח ניתוק של מכשירי הגנה זליגה

* פשטות בהפעלה

* הגנה אלקטרונית

* למערכות חד-פאזיות ותלת-פאזיות

110 — 220 — 380V

הכל במכשיר אחד. ניתן להשיג אצלנו במלאי

יעל מתקן חשמלי ע"י שיטת

חבורת קל



מתקן טרומי
לחלוקת
החשמל
לחעשיה

קל להרכבה
פשוט לשימוש

תל-אביב

יהודה הלוי 71, ת.ד. 14120, טל. 03-613893
חיפה, טל. 04-243293, 668091

בדיקת כבלים

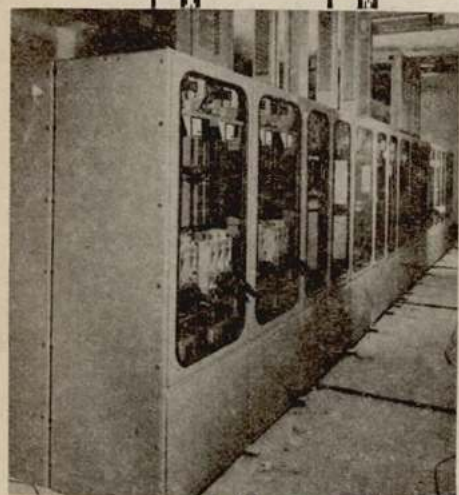
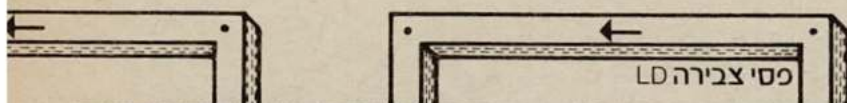


בדיקת כבלים
קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

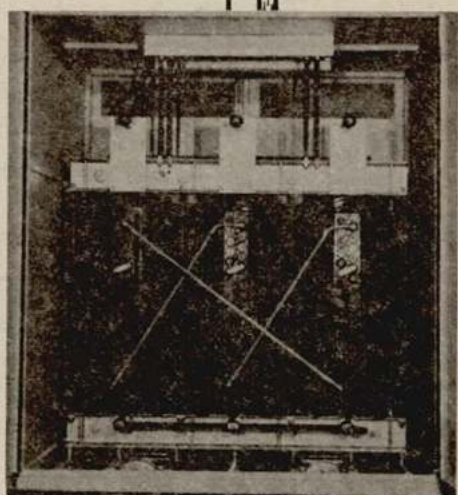
מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

יפו, שד' ירושלים 153
טלפון 821661
ת.ד. 27154

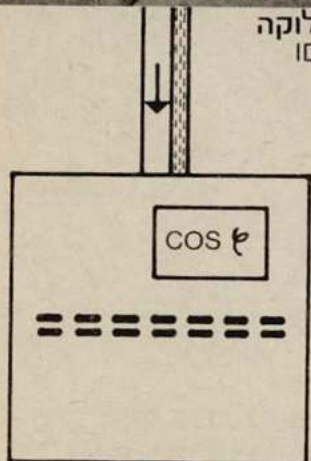
מהשנאי ועד לצרכן, משרדינו



לוח חלוקה
ID 2000



שנאי הספק
יצוק



לוח שפוך
ככל הספק

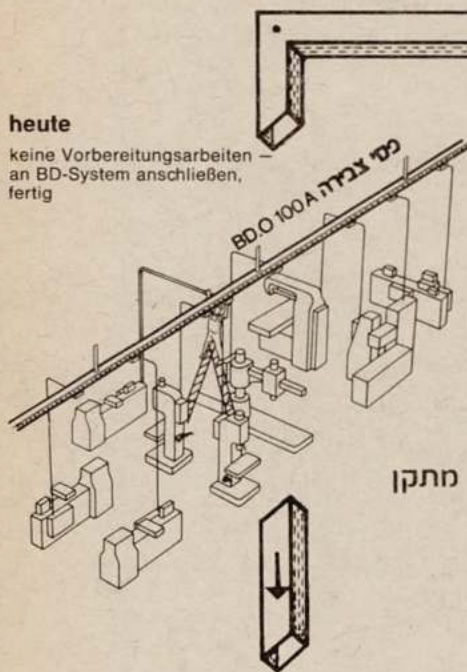
* תל-אביב, קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ, דרך פי"ת 37, טל. 03-614688. * ירושלים
* חיפה, הנדסה אלקטרומכנית חיפה בע"מ, רח' יפו 121, טל. 04-526131. * כפר-ס



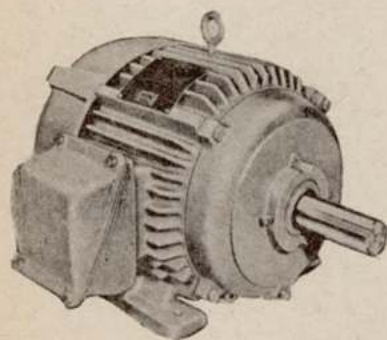
עומדים לרשותך.

heute

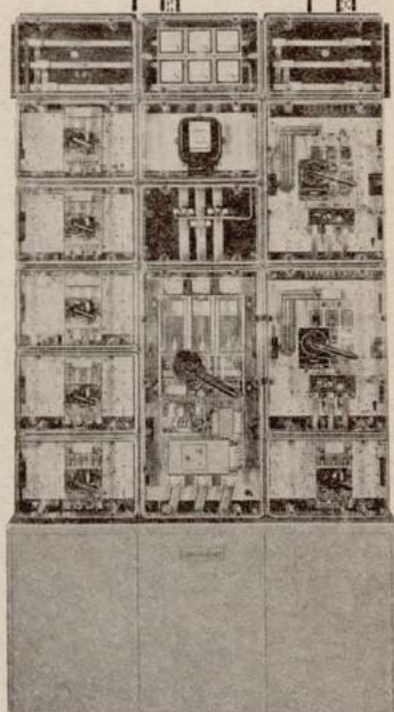
keine Vorbereitungsarbeiten
an BD-System anschließen,
fertig



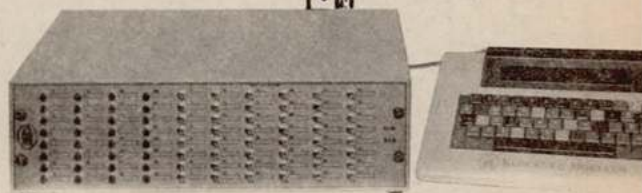
מתקן



צרכן



מתנעים
ID-CI



לוח פקוד-בקר מתוכנת PS.24

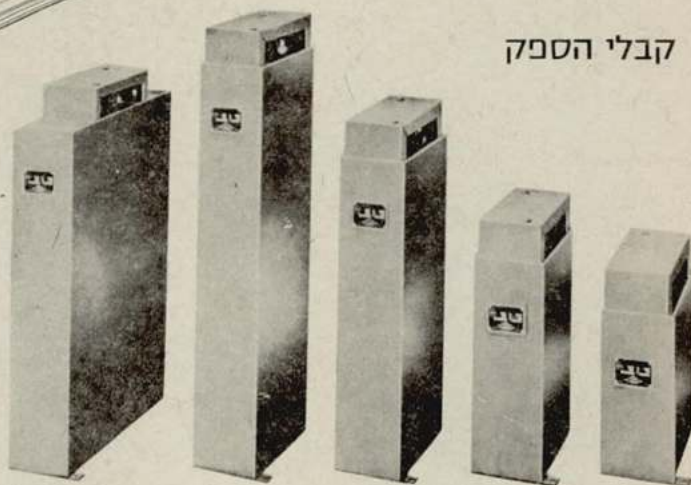
ק.מ.ק., רח' יפו 214, טל. 02-231610 * אשקלון, קדקו, אזור התעשייה, טל. 051-22209.
הנדסת חשמל, רח' ויצמן 94, טל. 052-24003.

שפור מקדם ההספק בעזרת קבלים תוצרת הארץ שעמדו בהצלחה בבדיקות דגם של מכון התקנים הישראלי למתחים 230-400 V



סוללות קבלים
עם וויסות אוטומטי

קבלי הספק



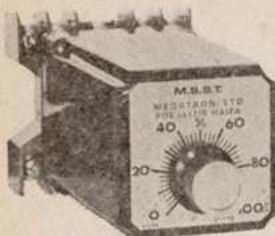
קבלים לגופי תאורה
קבלי עבודה למנועים

ייעוץ והדרכה חינם במפעלך.

ענף הקבלים

אנל'קו 

רמת גן, דרך ז'בוטינסקי 23 טל: 727131 חרושת אלקטרוניקת ישראלית בע"מ רמת גן



יצאנו עם מוצרים חדשים המשלמים את משפחת הסימרים שלנו. סימרים לזמנים של: שעות, ימים ושבתות.

עקרון הפעולה של הסימיר החדש מתבסס

על ספירת חדר בסיסי (הניתן לשינוי) על ידי מונה פנימי. פיתוח הסימיר החדש משפר את הדיוק, מאפשר השגת זמנים ארוכים והעיקר הוזלת מחירי הסימרים לזמנים ארוכים. סוג RT סימיר להתנעה אוטומטית של מנועים - חדש!

הסימיר מודד זמן מרגע הפסקת מוח הרשת, כאשר ההפסקה קצרה מ-150 מילישניות הסימיר יתן פולס התנעה (סגירת מגע לזרם עד 2 שניות (ניתן לכיוון) הסימיר יתן פולס התנעה לאחר שהיה של 0.5 עד 5 שניות (ניתן לכיוון) ע"י פוסטציומטר שני). בהפסקות חשמל ארוכות יותר הסימיר לא יתן פולס התנעה. פולס התנעה ניתן רק לאותם המנועים שעבדו לפני הפסקת החשמל. המתח החוזר חייב להיות מעל 80% של המתח הנומינלי (ניתן לכיוון פנימי). פנה לקבלת פרטים נוספים:

מגטרון

אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

MEGATRON

electronics & control ltd.

ת.ד. 1719 חיפה, טל. 82374, 04-88835

דרושים מפיצים בכל הארץ



אלקטרוטכניקה בע"מ

קרית טבעון, רח' קק"ל 16, מיקוד: 3600

טלפון: 932583, 04-931752

* לוחות חלוקה, פקוד וסינופטיים

* ליפוף מנועים

* ייצור טרנספורמטורים ומטענים

* מתקני חשמל (אינסטלציה)

בתעשייה ובמשק

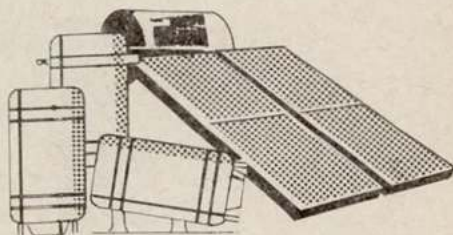
* מתקני מתח גבוה

* שרותי תחזוקה ותיקונים



בקבוץ שער העמקים חולבים למענך את השמש

בכרומגן מייצרים עבורך דודי שמש וחשמל מעולים בטכנולוגיה מתקדמת * מגוון מידות 60-240 ליטר * ציפוי באמייל-טרמוגלס * בידוד בפוליאוריטן משובח * לדודי חשמל - ושמש - אישור מכון התקנים הישראלי.



8 שנות אחריות
שחת בבית הלקוח

לפני שתחליט להזמין דוד, כדאי שתכנס לסוכנות כרומגן לראות "חחד" של הדוד המעולה.

סוכנויות ראשיות:

תל-אביב: זמנהוף 15, טל. 244040

חיפה: אלנבי 3, טל. 645872

סניפים:

ירושלים: אלקטרו-אור, חבצלת 1, טל. 232033

באר-שבע: סנדור, מורדי הגטאות 103, טל. 36613

טבריה: דגבר נחום, הגליל, טל. 21330, נהריה:

פוליקר משה, געתון 30 א', טל. 730246, נתניה:

ירם זינגר, שמואל הנציב 9, טל. 32623, קרית

מוצקין: משב, השופטים 3, טל. 716676, קרית

שמונה: גואטה שאול, ת.ד. 204, טל. 41474.

כרומגן
קיבוץ שער העמקים
טל. 931553 (04)

מכשירי בקרה, אוטומציה וחלקיהם
 חלקי חשמל ואלקטרוניקה
 מכשירי מדידה
 ציוד חשמלי מוגן התפוצצות
 גופי תאורה וזרקורים

אסטרגל בע"מ



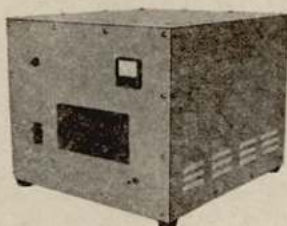
אספקה מהמלאי וביבוא מיוחד - יעוץ טכני
 קטלוג מחירון-מלאי וקטלוגים מפורטים לפי דרישה
 ה"ח אייר 10 (ככר המדינה) תל-אביב טל. 262559, 262049, 268023

מיצבי מתח במלאי

תוצרת VOLTAC



AVR-1.2

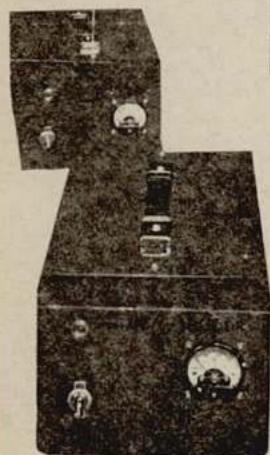


AVR-5

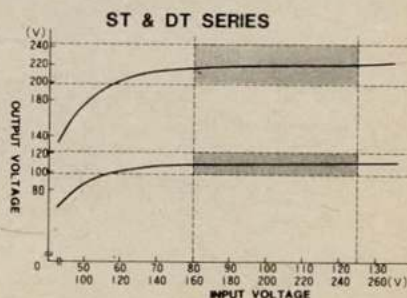
AVR 1	AVR 2	AVR 5	
160 - 240v 50Hz			מתח כניסה
220v ± 2.5%			מתח יציאה
0,4 שניות לשינוי של ± 10% במתח כניסה			זמן תגובה
5A	10A	25A	זרם מקסימלי
200x235x193H	220x283x225H	480 520 420H	מידות
14 ק"ג	17 ק"ג	50 ק"ג	משקל

תוצרת YEC

MCA 250 ST	MCA 500 SR	MCA 1000 DR	MCA 3000 DR	MCA 5000 DR	
160 - 250 V					מתח כניסה
50 Hz					הספק מקסימלי
250 VA	500 VA	1000 VA	3000 VA	5000 VA	מידות
125 x 155 x 280	160 x 180 x 315		180 x 210 x 350		משקל
9 ק"ג	6 ק"ג	7,5 ק"ג	12,9 ק"ג	20,9 ק"ג	



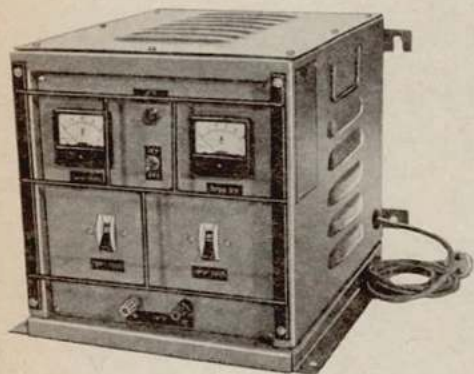
OUTPUT VOLTAGE CHARACTERISTICS



**חדש!
מתח טעינה
אופטימלי:
2,23 וולט
לתא!**

**מטען
חק"ם
12V/24V**

**המילה האחרונה
בטעינת
מצברי עופרת.**



- מערכות בקרה לויסות קבוע ורצוף של זרם הטעינה (ללא הפעלת ממסר לטעינה דולפת).
- מתח טעינה קבוע 2,23 וולט-לתא.
- 12 v או 24 v (בחירה ע"י מפסק).
- מתחים אחרים לפי דרישה מיוחדת.
- הגבלת זרם עד 25 אמפר, גם בקצר מלא!
- בנוי בשיטת "Fool Proof".
- מתאים במיוחד לשימוש ב-: מקלטים, תאורת חרום, מלגות, גנרטורים.
- לקבלת עלון מפורט שלח את גלוית השירות הפרסומי.

**ש.וינטרפלד
בע"מ**
ת.ד. 1972 חיפה,
טל' 8-740307-04

**"דגש" מערכות סולריות
סוכנות ראשית לחיפה והצפון**

**דודי שמש
תורת הניעה**

המפעל הגדול ביותר בישראל
למוצרי הנדסה טכנית ביתיים
מציעה מערכות דודי שמש וחשמל
200, 150, 120 ליטר
באיכות גבוהה ובמחירים נוחים.

דגש סוכנויות
שד' ההסתדרות, מפרץ חיפה
(ע"י פיצריה רימיני)

טל. 721708

**שרות תחזוקת
ללא תחזות!**

חסוך בהוצאות לאנרגיה - חשמל ודלק!

במפעלי תעשייה, בתי חולים, בתי מלון, מוסדות להשכלה
ומוסדות צבור, בניני משרדים גדולים ומרכזים מסחריים

ש.ח.א.

שימור וחסכון אנרגיה בע"מ

תל-אביב, סימטת אברהם לב 3 (חיסיון 14), טל' 280-552, 288-398

חברה הנדסית העוסקת ב:-

- ▽ סקור ואבחון פוטנציאל החסכון באנרגיה וכדאיותו
- ▽ תכנון שנויים ושפורים במערכות צורכות אנרגיה
- ▽ פיקוח והדרכה על יישום וביצוע המלצות לחסכון באנרגיה
- ▽ ארגון מערכת מנייה ודורח על צריכת אנרגיות ומעקב על רמות נצילות של מערכות ומתקנים

החברה מאושרת ו"מאומנת" ע"י משרד האנרגיה וההשתיה
(מבצעת גם שדוהים הנדסיים עבורם)

משרד האנרגיה וההשתיה מעניק
חמריצים ומענקים למפעלים ומוסדות
המבצעים את הכעולות הנזכרות
לעיל.



הגנה על צרכני מתח גבוה מפני חיבור לאדמה ברשתות בעלות סלילי כיבוי

אינג' ד. זק

ולשרוף תילים במקום ההפרעה. כדי לאפשר תפעול סדיר של הרשת, דרוש להרחיק את הזרם הקיבולי ממקום ההפרעה. את זה אפשר לעשות על ידי סליל אינדוקטיבי בגודל מתאים המחובר לרשת, כלומר, על ידי יצירת מעגל-תהודה (רוזנס) מקביל שבו הזרם הקיבולי של הרשת והזרם האינדוקטיבי של הסליל, זורמים במעגל סגור ומנטרלים זה את זה, ומקום ההפרעה נשאר בלי זרם (ראה ציור מס' 1א) ברשת תלת-פזית אפשר לקבל מצב כזה בשתי דרכים: בדרך הפשוטה יותר להבנה משתמשים בשלושה סלילים (לכל פזה סליל נפרד). סידור זה נקרא על שם הממציא: שני כיבוי של באוך (ציור מס' 1).

כשקורית הפרעה בפזה T הסליל T והקיבול של הפזה T מקוצרים ושני הסלילים S ו-R מחוברים במקביל לקיבול של הפזות R ו-S. כמו במעגל שבציור 1א' הזרם הקיבולי של כל מעגל נסגר בדרך הסליל שלו ובמקום ההפרעה זרם רק זרם הדלף של הבידוד זרם קטן של אסימטריה, אם אין תהודה (רוזנס) מושלמת. אפשר להרחיק את הזרם הקיבולי ממקום ההפרעה גם בדרך אחרת, שהיא יותר קשה להבנה אם כי היא פועלת על אותו עקרון. שיטה זו יותר זולה בביצוע.

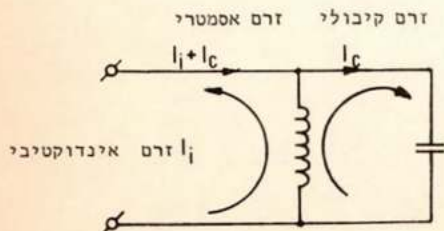
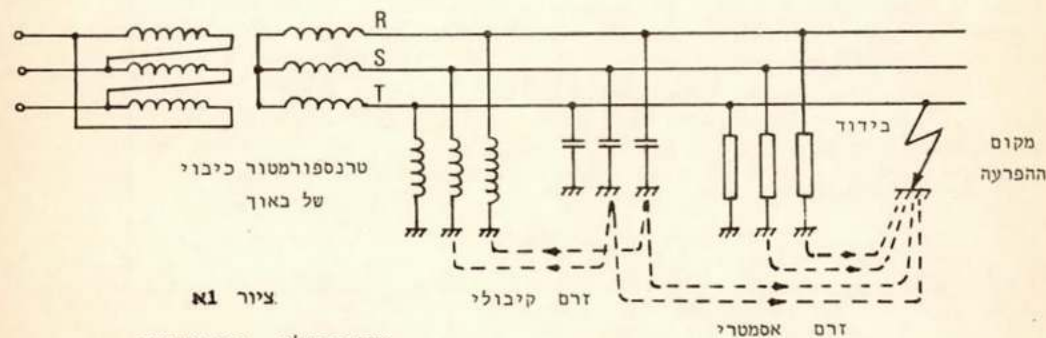
הרשתות של חברת החשמל בארץ במתחים של 24 ק"ו ו-33 ק"ו מצוידות בסלילי כיבוי. לשיטה זו יתרונות וחסרונות משלה.

ברשת עילית 70%—80% של ההפרעות הן חיבורים חדי-פזיים חולפים לאדמה. הם נגרמים על ידי נגיעת ענפים, ציפורים וכדומה בתילי הרשת. ברשת מתח גבוה — ואין חשיבות לדבר — אם נקודת האפס של השנאי המזין מוארקת או לא — ההפרעות החולפות האלה מתפתחות לקשתות המחייבות הפסקת הקו. ברשת בעלת סליל כיבוי, מונע היסליל מחיבור חולף להתפתח לקשת, וההפרעה חולפת בלי הפסקת הקו. מצד שני במקרה של הפרעה קבועה אין ביכולתו של ממסר פחת רגיל לאתר את מקום ההפרעה, לשם כך דרושה מערכת מתוחכמת יותר, במיוחד כשמדובר בהפרעה אצל צרכן מתח גבוה המחובר לקו המזין גם צרכנים אחרים.

עקרון פעולות הסליל

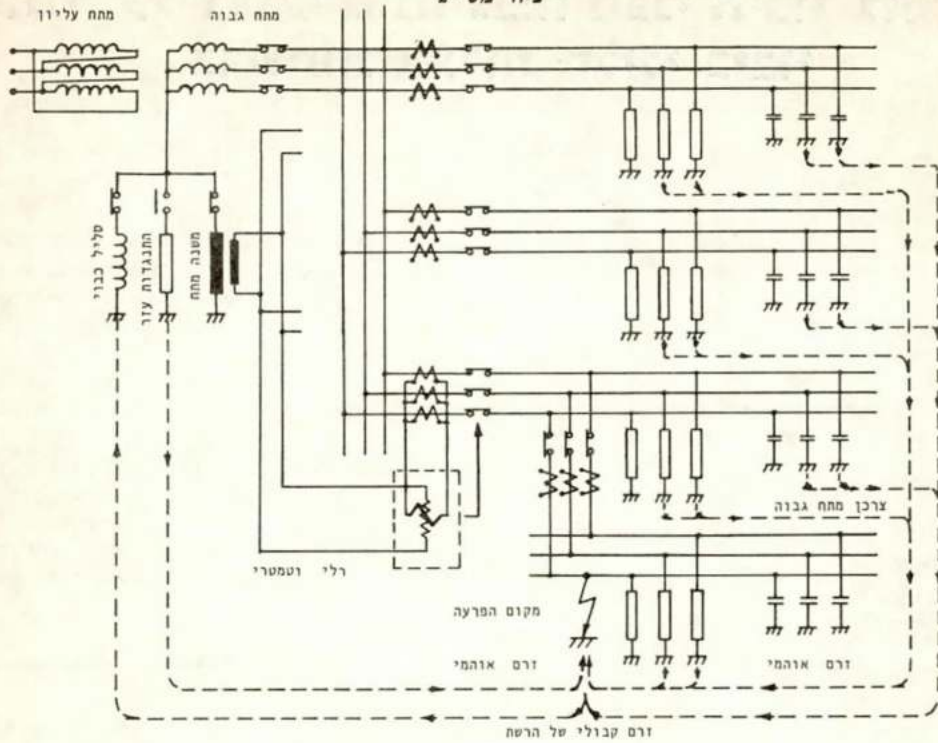
ברשת לא מוארקת, מגיעים זרמי הקצר לאדמה (זרמים קיבוליים) לעשרות ולפעמים למאות אמפרים. בחיבור לאדמה, עובר זרם זה דרך מקום ההפרעה והקשת הנוצרת יכולה לקלקל מבדדים

ציור מס' 1



בזמן ההפרעה קיימים שני מעגלים רוזנסיים. מעגל אחד מחובר לפזות T, R. מעגל שני מחובר לפזות S, T. במקרה של רוזנס זרם הזרם רק במעגל $I_c + I_j = 0$

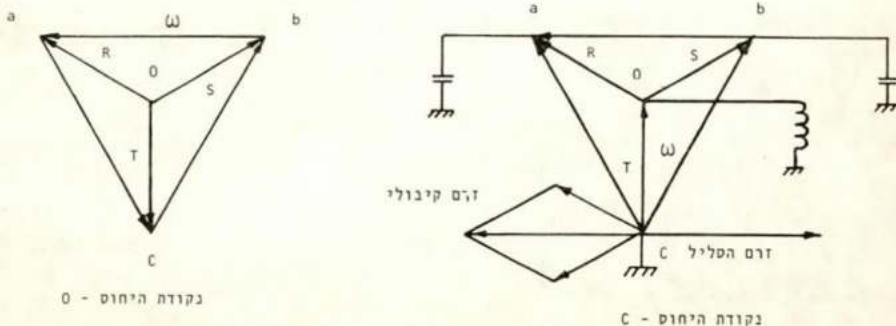
ציור מס' 2



דמה דרך הפזה שנפרצה בחזרה לשנאי, כמ-
 תואר בציור מס' 2. המתח של הפזות התקינות
 בחיבור מלא לאדמה הוא $\sqrt{3}U$, כאשר U הוא
 המתח הפזי (ראה ציור מס' 3).
 2. מנקודת הכוכב של השנאי לסליל הכיבוי
 לאדמה, ומהאדמה דרך הפזה הפרוצה בחז-
 רה לשנאי; (ראה ציור מס' 2).
 יש לציין שמקום הפריצה והפזה הפגומה משות-
 פים לשני המעגלים.
 כאמור, התנאי לכיבוי הקשת הוא שהזרם בנקודת
 הפריצה יהיה קטן מאד. ננתח את הבעיה בעזרת
 תרשים וקטורי.

במקום שלושה סלילים משתמשים בסליל אחד
 המחובר בין נקודת האפס של השנאי, המזין וה-
 אדמה, כמתואר בציור מס' 2.
 לפעולה תקינה של מערכת, הפועלת בסליל כיבוי
 אחד — הקרוי סליל פטרסון — ההתנגדות האינ-
 דוקטיבית ωL של סליל הכיבוי חייבת להיות
 שווה להתנגדות הקיבולית לאדמה של שלוש
 הפזות, $1/3\omega C$ (הוא הקיבול לאדמה של פזה
 אחת של המערכת). אחרי שנפרצה אחת הפזות לא-
 דמה נוצרים שני מעגלים:
 1. מהשנאי לשתי הפזות התקינות של הרשת,
 דרך הקיבול של שתי הפזות לאדמה, ומהאי-

ציור מס' 3



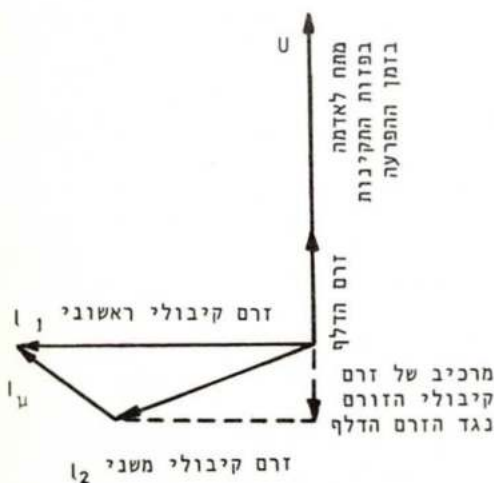
הפגום הוא ככיוונו בקוים התקינים. מסיבה זו אין כל אפשרות לאתר את הקו הפגום על-ידי מדידת הזרם הקיבולי.

בניגוד לזה, זרמי הדלף בקוים התקינים מנוגדים לזרם שבקו הפגום. זרם זה הוא הסכום הוקטורי של כל הזרמים הזורמים בשלוש הפזות. בפזות התקינות של הקו הפגום, הזרם זורם באותו הכי"וון כמו בקוים התקינים אבל בפזה הפגומה זורם הסכום של כל הזרמים של כל הקוים. הזרם הזה הוא המכריע והוא מנוגד לזרם בקוים התקינים. על כן, בעזרת רלי וטמטרי אפשר באופן עקרוני לאתר את הקו הפגום.

זרמי הדלף הינם קטנים מאד והגודל שלהם משתנה עם מזג האוויר ועובי שכבת הלכלוך ש"התישבה על המבדדים. על כן, איתור הקו הפגום בעזרת זרמי הדלף היא פעולה רגישה מאד הדור"שת מדידה מדויקת ביותר. הריליים הוטמטריים מקבלים את הזנתם ממשני זרם מסכמים של הקוים או ממשנה-זרם מסכם יחיד המורכב על הכבל חמזין. את המתח הם מקבלים ממשנה-מתח המחובר בין נקודת הכוכב של השנאי והאדמה, או משלושה משני-מתח המחוברים בין הפזות והאדמה, והלי"פוף המשני שלהם מחובר במשולש פתוח. מבחינה עקרונית המדידות שוות אבל זיוק המדידות במשנה-זרם יחיד ומשנה-מתח יחיד גדול יותר.

תופעה נוספת היא, שבזמן פריצה לאדמה בקו כל שהוא, הרי בתנאים מסויימים ייפסקו גם קוים תקינים אחרים. זה קורה מכיון שהעומס המשני של משנה-הזרם הוא בחלקו הגדול זרם אומי. מסיבה זו הזרם המשני מוזז כנגד מגמת השעון.

ציור מס' 5



כדי לקבל תמונה וקטורית נוחה יותר לדיון נשנה את נקודת ההתייחסות בתרשים הוקטורי הרגיל של השנאי המחובר בכוכב. במקום לקבוע את המת"חים כלפי נקודת הכוכב נקבע אותם כלפי הפזה הפגומה, (ציור 3 ב').

כתנאי לכיווי הקשת נוכל לכתוב:

$$I_c = I_c$$

כאשר

$$I_c = j\sqrt{3}\omega CU_{ac} + j\sqrt{3}\omega CU_{bc} = j3\omega CU$$

$$I_c = U/j\omega L$$

ומכאן

$$\omega L = 1/3\omega C$$

כפי שציינו בתחילה.

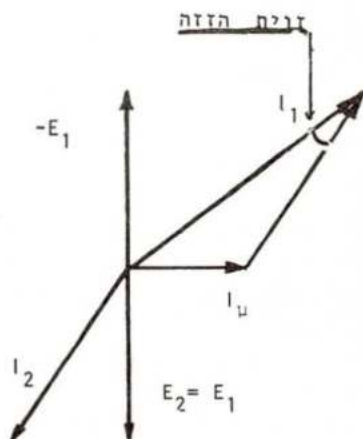
התנאי שההתנגדות האינדוקטיבית חייבת להיות שווה להתנגדות הקיבולית נשאר בתוקף, אף כי למעשה שליש מן ההתנגדות הקיבולית מקוצרת ואינה משתתפת. הדבר מוסבר בזה שהמתח בפזות התקינות עלה בזמן הפריעה והמתח בסליל נשאר ללא שינוי.

אם הסליל מכוון נכון, כל הזרם הקיבולי זורם דרך הסליל בחזרה לשנאי ודרך מקום הפריצה זורם רק זרם דולף, זרם אסימטריה, וגלים על-ירניים אם ישנם כאלה ברשת, (ראה ציור מס' 2).

זיהוי הקו הפגום על-ידי רליים

חשוב לדעת שבזמן הפריעה מופיע בכל הקוים, וגם בקו הפגום, זרם קיבולי לאדמה. כיוון שהזרם הקיבולי חוזר אל השנאי דרך הסליל ולא דרך מקום הפריצה, הרי כיוונו של הזרם הקיבולי בקו

ציור מס' 4



ליים צריכים לפעול רק אחרי שהתנגדות העזר התחברה, ועל כן שני הרליים יפעלו יחד.

כדי לקבל סלקטיביות בין רלי הצרכן ורלי הקו דרושה השהיית זמן נוספת לרלי הקו לאחר שהתנגדות העזר התחברה. הרכבת רלי זמן נוסף במערכת הסליל, גורמת לסיבוכים טכניים ומנהליים גם יחד. חברת החשמל מעוניינת בהפסקות מהירות מסיבות בטיחות. מחבר המאמר מציע פתרון משלו. קיימים רליים לזיהוי כיוון הזרם, המופעלים על ידי זרם מעבר המופיע ברגע שפזה נפרצת לאדמה. זרם מעבר זה הוא זרם פריקה של קיבול הרשת לאדמה. הזרם חזה מגיע ברשת באורך בינוני ל־ מאות אמפרים, ומשך הפריקה הוא מספר מילי שניות. כיוון שבקו הפגום זורם זרם זה בכיוון נגדי לזרמים שבקוים התקינים, אפשר לקבוע ב־ עזרתו באופן חד־משמעי את הקו הפגום. רלי כזה קובע מיידית את כיוון הזרם וזוכר אותו. כדי לתת לסליל זמן לכבות את הקשת של הפרעה חולפת. דרושה השהיית זמן לפני הפסקת הצרכן, ולשם כך דרוש רלי זמן אחר — רלי כונוני. זמן הרלי צריך להיות קצר יותר מזמן התחברות של ה־ נגדות העזר של סליל הכיבוי, אחרת ייפסק הקו יחד עם הצרכן. אם אצל הצרכן אין רשת עלית ועל כן בלתי אפשרית הפרעה חולפת, אפשר לוותר על רלי הזמן והצרכן ייפסק מייד עם הופעת ה־ הפעה.

כדי להשלים את התמונה יש לומר שבמקרים מסויימים עוברת חברת החשמל לשיטת הארקה ישירה. במקרים אלו בחיבור לאדמה אצל צרכן ההפסקה צריכה להיות מיידית. את זה אפשר ל־ השיג על ידי רלי פחת מידי המחובר במעגל של רליים ליתרת זרם, (ראה ציור מס' 6).

קיימת אפשרות של רלי פחת של הצרכן יופעל ללא צורך על ידי זרמי פריקה קיבוליים בזמן הפרעות בקוים אחרים. כשהרשת מופעלת בשיטת הסליל את זה אפשר למנוע בדרכים אחרות. הדרך הנ־ אית למחבר היא לסלק את זרם הפריקה של ה־ רשת מרלי פחת. זה אפשר לעשות בעזרת מעגלי תהודה, כי הזרם לאדמה של רשת מוארקת הוא סינרואידי בתדר של הרשת, בניגוד לזרם הפריקה של הרשת שהוא גל בעל חזית תלולה, (ראה ציור מס' 6).

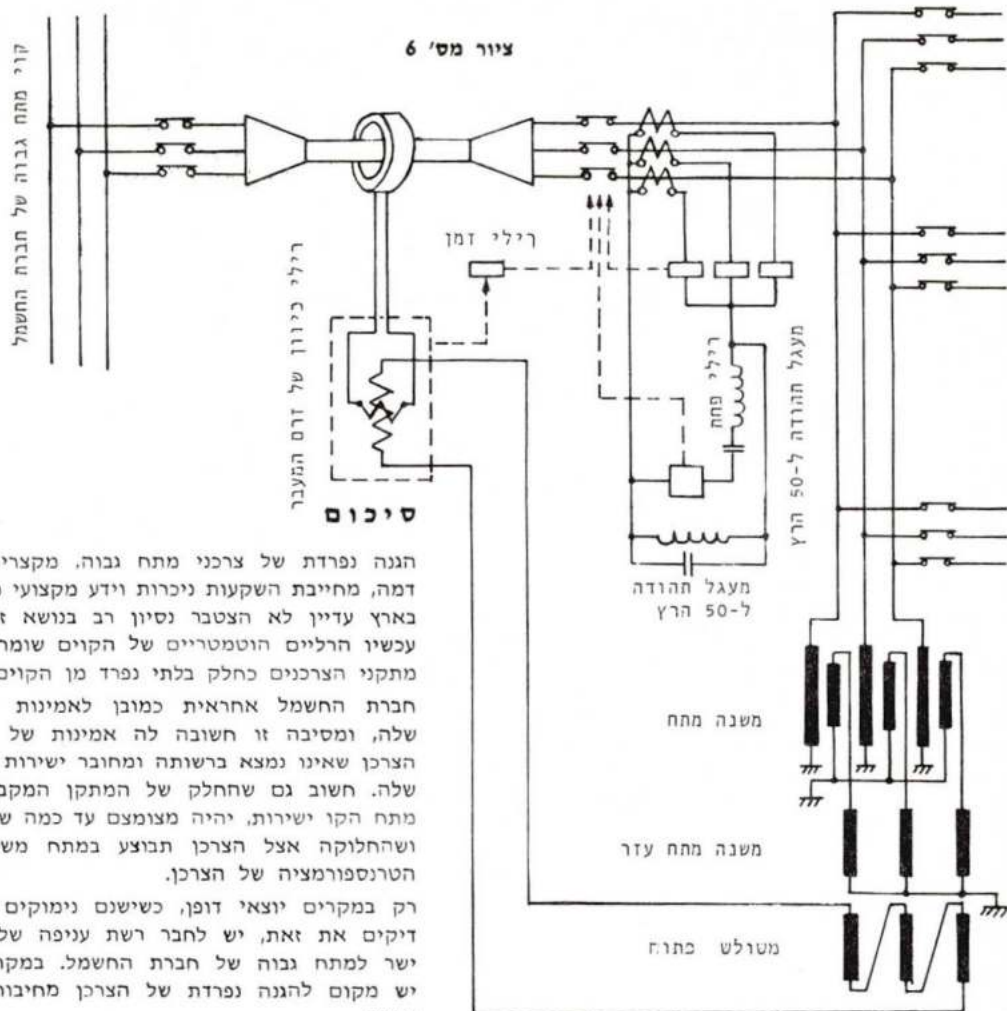
תזוזה זו היא תופעה רגילה בכל שנאי, המעומס בעומס אומי. ציור מס' 4 הוא תרשים וקטורי של שנאי המועמס בזרם משני I_2 שהוא בחלקו הגדול זרם אומי. הזרם I_2 מוזז נגד מגמת השעון כלפי הזרם הראשוני I_1 . הגורם לתזוזה זאת הוא זרם המינגונוט, המופיע בכל שנאי המחובר למתח. מכיוון שהזרם לאדמה הוא קיבולי (היינו מוזז כלפי המתח לאדמה ב־ 90° נגד מגמת השעון) הרי תזוזה נוספת גורמת להופעת רכיב זרם המנוגד לזרם הדלף, (ראה ציור מס' 5).

אם זרם הדלף קטן והרלי הוטמטרי רגיש מאד, יכול הרכיב הזה של הזרם הקיבולי להפסיק גם קוים תקינים. הפרעות כאלה קורות כשהרשת נעשתה נקיה לאחר גשם והתיבשה וזרמי הדלף נמוכים. כדי למנוע הפרעות כאלה יש להקטין את רגישות הרליים ולהגדיל את הזרם האומי דרך הפזה הפגומה. דבר זה נעשה על־ידי חיבור אוטר־ מטי של התנגדות־עזר במקביל לסליל הכיבוי, כ־0.5 עד 2 שניות לאחר הופעת ההפרעה, כלומר לאחר שהתברר שההפרעה קבועה.

מן הראוי לומר מספר מלים על חיבורים לאדמה דרך התנגדות גבוהה. לדוגמה: תיל של רשת נפל על חול או כביש; החיבור נעשה דרך עץ; או חוט שנקרע התחבר מצד הרשת לאדמה ומצד השנאי המוזן נשאר באויר. כדי שהרלי יגיב במקרים אלו הוא חייב להיות רגיש במיוחד. וזה יכול לגרום להפסקות של קוים תקינים. כדי למנוע הפסקות אלו יתכן להגדיל את הרגישות של הרליים רק אם באותו זמן מקטינים את שגיאות המדידה ובמיוחד של משנה־הזרם. לשם כך צריך להשתדל, באם ניתן, להרכיב משנה־זרם מסכם יחיד; להשתמש במשני־זרם חזקים ומדוייקים ורליים וטמטריים בעלי התנגדות פנימית נמוכה; לבצע את החיווט המשני של משני הזרם בתיילים עבים ולא להעמיס את משנה־הזרם האלו בעומס נוסף.

בעיות מיוחדות של צרכני מתח גבוה

בעת הפרעה במתקן של הצרכן מוזנים הרליים הוטמטרים של הצרכן ושל הקו מזרם העובר בטור את משנה־הזרם של הקו ושל הצרכן, (ציור מס' 2). כדי למנוע הפסקות מיותרות, כפי שהוסבר, חייבת רגישות הרליים להיות בגבולות מסויימים. ה־



סיכום

הגנה נפרדת של צרכני מתח גבוה, מקצרים לאי-דמה, מחייבת השקעות ניכרות וידע מקצועי מיוחד. בארץ עדיין לא הצטבר ניסיון רב בנושא זה. עד עכשיו הרליים הוטמטריים של הקיום שומרים על מתקני הצרכנים כחלק בלתי נפרד מן הקיום.

חברת החשמל אחראית כמובן לאמינות הרשת שלה, ומסיבה זו חשובה לה אמינות של מתקן הצרכן שאינו נמצא ברשותה ומחובר ישירות לרשת שלה. חשוב גם שחלק של המתקן המקבל את מתח הקו ישירות, יהיה מצומצם עד כמה שאפשר, ושהחלוקה אצל הצרכן תבוצע במתח משני של הטרנספורמציה של הצרכן.

רק במקרים יוצאי דופן, כשישנם נימוקים המצדיקים את זאת, יש לחבר רשת עניפה של צרכן ישיר למתח גבוה של חברת החשמל. במקרה זה יש מקום להגנה נפרדת של הצרכן מחיבורים לא-אדמה.

פרק חדש בתקנות החשמל: הארקות יסוד

- ✧ ב-30.5.1978 פורסם קובץ התקנות 3854 — תקנות החשמל (הארקות יסוד) תשל"ח 1978. התקנות אשר תכנסנה לתוקף 6 חודשים מיום הפרסום דהיינו — ב-30.11.1978, חלות על כל מבנה שיסודותיו באדמה הוקמו לאחר התאריך הזה.
- ✧ מאחר והאחריות על קיום הדרישות שבתקנות מוטלת באופן חד-משמעי על החשמלאי, שהיה אחראי לביצוע מתקן הארקה היסוד לפי תוכנית של מתכנן מתקן החשמל של המבנה, יחייב הדבר את החשמלאי למעורבות כבר בשלבים של יציקת יסודות המבנה.
- ✧ בנוסף למאמר הסבר ראשוני שפורסם ב„תקע המצדיע“ מס' 12 (מאי 1975) ולהרצאות במועדוני „התקע המצדיע“ שנערכו לאחרונה, יש בתוכניתם של האחראים להכשרה מקצועית במשרד העבודה והרווחה, לקיים קורסים בנושא לחשמלאים שיכללו גם עבודה מעשית בריתוך ברזלי בנין.
- ✧ קיום התקנות יביא:

- א. להארכה שתהווה תחליף להארכה „המסורתית“ באמצעות צנרת המים המתכתית.
- ב. למצב שבו המבנה עצמו וכל השרותים המתכתיים הנכנסים אליו והנמצאים בתוכו, יהיו מקשה מתכתית אחת ובכך יתקבל „כלוב-פרדי“ אשר ימנע הופעת הפרשי פוטנציאלים מסוכנים בין חלקים שונים, כגון ברז מים ורצפה רטובה גם במקרה של תקלה חשמלית במקום כלשהו במבנה.

שימוש באלומיניום לסלילי שנאים והשוואה בין שנאים בשמן לשנאים יצוקים

אינג' י. עמית

שנאים בשמן

בשנים האחרונות עברו מספר חברות באירופה לשימוש באלומיניום כחומר מוליך במקום הנחושת המשמשת כחומר הקלסי למוליכים. בארצות הברית החל תהליך זה במועד מוקדם יותר.

ידוע גם שהיום נמצאים בשימוש, מלבד כבלי ה"נחושת, גם כבלים מאלומיניום בכמות גדולה והר"לכת.

הסיבות למעבר לשימוש באלומיניום היו בדרך כלל כלכליות, בשעה שמחירי הנחושת היו גבוהים מאד ואז היתה הצדקה כלכלית לכך.

היו גם תקופות בהם היה קשה להשיג נחושת, כגון בתקופת מלחמת העולם השנייה, ואז נעשה שימוש נרחב באירופה באלומיניום בייצור שנאים. בין החברות האירופאיות הידועות שעברו לשנאים מקוררים בשמן לשימוש באלומיניום נמצאות "TRAFO-UNION" בגרמניה, "PAWELS" בבלגיה, "ASEA" בשוודיה, ועוד, בהספקים מ-30 קו"א ועד 250000 קו"א. מבחינת ייצור אפשר גם לשלב באותו שנאי שני סוגי המוליכים, כגון אלומיניום בצד מתח נמוך ונחושת בצד מתח גבוה, אלומיניום בלבד או נחושת בלבד בשני הסלילים בהתאם לשיקולים טכנולוגיים וכלכליים.

יש לזכור שמוליכות האלומיניום גרועה יותר מאשר מוליכות הנחושת בחתך זהה, אך מצד שני המשקל הסגולי של האלומיניום קטן בהרבה משל הנחושת. כתוצאה, בדרך כלל משקל סלילי האלומיניום קטן יותר ממשקל סלילי הנחושת, אך מצד שני נפחם גדול יותר, ולכן הם גורמים להגדלת משקל גרעין הברזל, המיכל והשמן.

בשנאים המודרניים היום מייחסים חשיבות רבה להורדת ההפסדים העצמיים, כלומר להעלאת היעילות, בשנאים אלה מבחינה כלכלית כדאי יותר להשתמש בנחושת כחומר מוליך במחירי הנחושת והאלומיניום של היום.

לעומת זאת יש, מבחינה טכנולוגית יתרון לשימוש באלומיניום בצד המתח הנמוך, מאחר ובשנאים מודרניים משתמשים היום בסליל המתח הנמוך בפוליו, שיטה הנותנת יתרונות גדולים מבחינת עמידה בכוחות קצרה. היות ואין אפשרות הן טכנולוגית והן כלכלית להשתמש בפוליו נחושת דק מדי, הרי באלומיניום, בו נדרש חתך גדול יותר מאשר בנחושת

* הערה:

מבחינת הצרכן אין כל חשיבות או יתרון לסוג הבידוד מאחר ולכל סוג מותאמת טמפרטורת העבודה המכוננת לאותו אורך חיים של שנאים.

שת, אפשר לבנות שנאים קטנים יותר בשיטת פוליו.

לסיכום אפשר להגיד, שבמחירי הנחושת והאלומיניום של היום ובהתחשב בנצילות הגבוהה הנדרשת אין היום יתרון כלכלי לשנאי האלומיניום בשמן כלפי שנאי הנחושת אבל יש יתרון טכנולוגי לשימוש בפוליו בצד המתח הנמוך בשנאים בעלי הספק קטן.

שנאים יבשים

כידוע, פותח בעשור האחרון דגם חדש של שנאי יבש היצוק באפוקסי. שנאים אלו מיועדים לשימוש בתוך מבנים סגורים במקומות של סכנת אש מוגברת וכו'. במקרה זה, יש אפשרות להשתמש כחומר מוליך בנחושת או באלומיניום אך כאן השיקולים מבחינה טכנולוגית שונים מאשר בשני אים בשמן.

נתח מה הם הגורמים ומה הם היתרונות הטכנולוגיים לשימוש באלומיניום לעומת נחושת בשני אים היצוקים. על מנת להבהיר את הנושא להלן תאור קצר על מבנה השנאי היצוק.

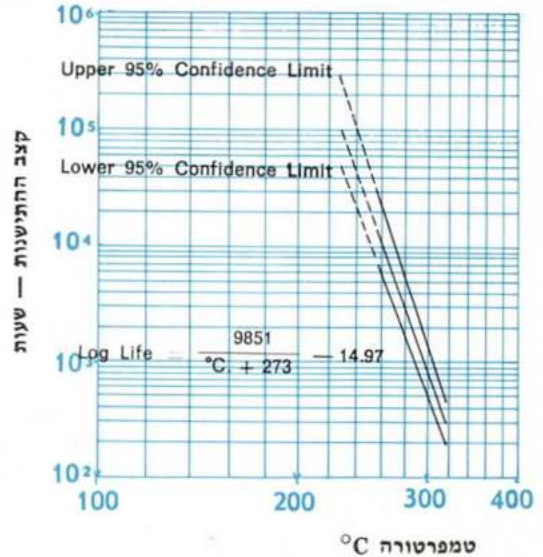
השנאי היצוק הרגיל בנוי מחוטים או מפוליו (נחושת או אלומיניום), כאשר כחומר בידוד משתמשים בדרך כלל בסוג F (או B); עובר לאחר גמר הרכבתו תהליך של ייבוש בואקום ויציקת אפוקסי החוזרת בין החוטים והסלילים ועוטפת אותו במפנים ומבחוץ בשכבת אפוקסי המגינה עליו מפני חדירת רטיבות וכמו כן מבחינה מכנית. השנאים היצוקים הנפוצים ביותר — נמצאים ב"עבודה כבר מספר שנים ופועלים במהימנות בבתי חולים, תחנות רכבת, בנייני ציבור שונים, תחנות כח חשמליות קונבנציונליות, תחנות כח אטומיות — הם השנאים הבנויים מאלומיניום כחומר מוליך. שנאי האלומיניום היצוק אינו זול בהשוואה מ"שנאי הנחושת היצוק, אבל ההשוואה הטכנולוגית מוכיחה שהוא טוב יותר. ננסה להסביר את היתרונות של השימוש באלומיניום מבחינת הצרכן בנקודות הבאות המבוססות על התקן הבין ל"אומי לטרנספורמטורים I.E.C 76:

טבלה מס' 1

מכסימום מותר של טמפרטורת ליפוף ממוצעת אחרי קצר

סוג הבידוד	ליפוף אלומיניום	ליפוף נחושת
A	180°C	180°C
E	200°C	250°C
B	200°C	350°C
FCH	200°C	350°C

אורך חיי הבידוד ביחס לטמפרטורה



עלית הטמפרטורה

מקרה. בדרך כלל הן נחושות והן באלומיניום עלית הטמפרטורה קטנה יותר אבל היחס האמור נשאר, פחות או יותר.

משך הקצר המותר עד שמגיעים לטמפרטורה המקסימלית המותרת

גם כאן, במבט ראשון, היתרון הוא לצד הנחושות. היות ומותר במקרה נחושת להגיע ל-350 מעלות ובמקרה אלומיניום ל-200 מעלות בלבד — נראה במבט שסחי שבמקרה נחושת מותר משך קצר ארוך יותר, אבל אין זה נכון.

זמן הקצר מחושב לפי נוסחה בתקן בינלאומי, הכוללת בין היתר את צפיפות הזרם בריבוע ומי קדמים. נורה בין שני שנאים בהספק 630 קו"א — האחד עם סילי נחושת והשני עם סילי אלומיניום.

משך הזמן המותר בשניות:

$$t = \frac{(\Theta_A - \Theta_0) \cdot 10^3}{a \cdot j^2}$$

כאשר:

- Θ_A טמפרטורה סופית
- Θ_0 טמפרטורה התחלתית
- a מקדם
- j צפיפות הזרם בזמן קצר
- t משך הזמן בשניות

טבלה מס' 2

ערבים של הגורם a כפונקציה של $\Theta = \frac{1}{2}(\Theta_A + \Theta_0)$ °C

ליפוף נחושת	ליפוף אלומיניום	°C
7.41	16.5	140
7.80	17.4	160
8.20	18.3	180
8.59	19.1	200
8.99	—	220
9.38	—	240
9.80	—	260

מאחר ובאלומיניום משתמשים בצפיפות זרם קטנה בהרבה מנחושת — הרי כנגד משך קצר מותר — של כ-7 שניות במקרה נחושת מותר בשנאי האלומיניום בעבודה נומינלית זמן של כ-11 שניות — לפי החישובים א.ר.ב.

א: לנחושת לפי צפיפות מקובלת של 3.2 A/mm^2

$$t = \frac{(350-140) \cdot 10^3}{9.62 \cdot \left(\frac{3.2}{0.06}\right)^2} = 7.5 \text{ sec.}$$

ב: לאלומיניום, לפי צפיפות מקובלת בעבודה נר מינלית 1.05 A/mm^2

$$t = \frac{(200-140) \cdot 10^3}{17.8 \cdot \left(\frac{1.05}{0.06}\right)^2} = 11 \text{ sec.}$$

בהעמסה נומינלית מותרת בשנאי יבש עם בידוד סוג F, עלית טמפרטורה של 100°C מטמפרטורה אופפת של 40°C . קביעה זו, פירושה טמפרטורה סופית של 140°C הן לגבי שנאי מאלומיניום והן לשנאי מנחושת. לפי הטבלה התקנית (טבלה מס' 1), מותרת בזמן קצר, בבידוד סוג F, טמפרטורה עו 350°C בשנאי נחושת ורק 200°C בשנאי אלומיניום.

לכאורה, זה יתרון לשנאי הנחושת. אבל ההיפך הוא הנכון.

כידוע חומרי בידוד מתיישנים ומתבלים במשך ה- זמן, וקצב ההתיישנות מואץ במידה מרובה עם עלית הטמפרטורה. (ראה ציור מס' 1).

ההתיישנות של חומרי בידוד היא הקובעת את משך חיי השנאי (הנחשבים בדרך כלל כ-25 שנה). לפי החוק הידוע של "MONTSINGER" קצב ה- התיישנות מואץ פי 2 לכל עליה של 10—6 מעלות, כלומר בעליה של 50 מעלות, כל דקת עבודה ב- טמפרטורה זו שוות ערך ל-32 דקות עבודה נר מינלית לפחות.

ברור איפוא שבכל קצר מתיישנים חומרי הבידוד בצורה קיצונית בהרבה במקרה נחושת מאשר ב- מקרה של אלומיניום, כאשר העליה המותרת ב- מקרה נחושת, $210 = 350 - 140$, ובמקרה אלומי- ניום $60 = 200 - 140$ מעלות בלבד.

זה נכון במידה והתחום המותר מנוצל במלואו בכל

גורם זמן זה נותן גם אפשרות להעמסת יתר גדור
לה יותר לשנאי האלומיניום.

מאמצים מכניים כתוצאה משינויי טמפרטורה

בעיה זו כוללת שני מרכיבים:

א. מאמצים בתוך יציקת האפוקסי בגלל הפרשי
טמפרטורות מהירים וגדולים.

ב. מאמצים הנוצרים בשטח מגע בגלל ההתפשטות
השונה של האפוקסי וחומר הסלילים (הנחושת
או האלומיניום).

1. יציקת האפוקסי, המהווה גוף גדול נתונה ל-
מאמצים גדולים עם שינויי הטמפרטורה המהירים
והבלתי אחידים בחלקים שונים.

ברור שהמאמצים קטנים בהרבה בהפרשי הטמ-
פרטורה של 60 מעלות המותרים באלומיניום,
(140—220), מאשר בהפרשי הטמפרטורה המותרת
רים בנחושת של 210 מעלות (140—350).

2. השוואת התפשטות בין אפוקסי ואלומיניום ו-
אפוקסי ונהושת.

מקדם ההתפשטות של אפוקסי + קוורץ

$$30-32 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C}$$

$$17 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C}$$

$$24 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C}$$

מקדם ההתפשטות של הנחושת
מקדם ההתפשטות של אלומיניום
אם נשווה את שני המקרים, נחושת ואלומיניום,
מתוך הנחת אורך ליפוף ממוצע של כ-1500 מ"מ,
זעילת טמפרטורה מכסימלית בהתאם למותר בשני
המקרים נקבל:

נחושת:

$$210^{\circ}\text{C}$$

$$31 \times 10^{-6} \times 1500 \times 210 = 9.8 \text{ mm}$$

$$210^{\circ}\text{C}$$

$$17 \times 10^{-6} \times 1500 \times 210 = 5.4 \text{ mm}$$

כלומר ישנו הפרש של 4.4 מ"מ בין ההתפשטות
של הנחושת והאפוקסי.

עבור אלומיניום:

$$60 \text{ מעלות}$$

$$31 \times 10^{-6} \times 1500 \times 60 = 2.8 \text{ mm}$$

התפשטות האלומיניום

$$24 \times 10^{-6} \times 1500 \times 60 = 2.1 \text{ mm}$$

כאן ישנו הפרש של 0.7 מ"מ בלבד, זאת אומרת
פי 6 קטן יותר.

ברור, שבמידה והפרש ההתפשטות של שני החומי-
רים (הנמצאים בקשר הדוק ביציקה) גדולה יותר
— נוצרים מאמצים מיכניים גדולים יותר, שבמשך
הזמן יכולים לגרום נזק לסלילים. כמו כן המאמ-
צים המיכניים באפוקסי גורמים להגדלה ניכרת של
רמת היוניזציה, גורם שמשפיע לרעה על איכות
ואורך חיים של השנאי.

כאן ברור מאד היתרון של האלומיניום.

כסיכום, יתרונות שנאי האלומיניום היצוק כלפי
שנאי הנחושת היצוק:

א. הבלאי הטרימי של חומרי הבידוד קטן בהרבה
במקרי קצר ועומס יתר.

ב. אפשרות לעומס יתר לזמן ארוך יותר.

ג. הטרחה מכנית קטנה יותר של יציקת האפוק-
סי של הסליל, שהוא לב השנאי.

מכל האמור לעיל ברור שלשנאי האלומיניום היצוק
יתרונות כלפי שנאי הנחושת היצוק.

השוואה טכנית כלכלית בין שנאי בשמן

ושנאי יבש, יצוק.

השימוש בשנאי יבש מוגבל בדרך כלל רק למקומות
בהם אסור להתקין את השנאי הסטנדרטי בשמן,
מסיבות של בטיחות לשריפה ולעיתים גם בגלל ה-
אפשרות להרכיבו סמוך למרכז הכובד החשמלי של
הצריכה.

החסרון בשנאי היבש-הוא שצריך להכנס עם כבל
מתח גבוה לתוך המפעל.

ככל מקרה, השנאי היבש יקר בהרבה מהשנאי ה-
רגיל בשמן.

יש לבדוק, כאשר רוצים להחליט האם להשתמש
בשנאי יצוק או בשמן, בין יתר השיקולים גם את
הבאים:

א. אפשרויות לעומסי יתר זמניים; לשנאי בקרור
השמן הרגיל יש „קבוע זמן“ גבוה פי כמה מאשר
לשנאי היצוק, עובדה המאפשרת העמסת יתר גדור-
לה בהרבה.

ב. השוואת מחיר; אם נקח כדוגמה מחיר שנאי
6330 קו"א בשמן כ-100% הרי מחיר שנאי יצוק
אפוקסי יהיה בערך בסדר גודל של מחיר בין
140—170%.

ג. השוואת ערך כספי של הפסדים עצמיים של ה-
שנאי, אם נשווה את הפסדים העצמיים של שנאים
כשמן ויצוקים נראה יתרון גדול לשנאים בשמן, נקח
שוב את המקרה של שנאי 630 קו"א, שהוא הנפוץ
ביותר.

שנאי יצוק	שנאי שמן	
1650 וט	1000 וט	הפסדי ריקם
7750 וט	5425 וט	הפסדי עומס

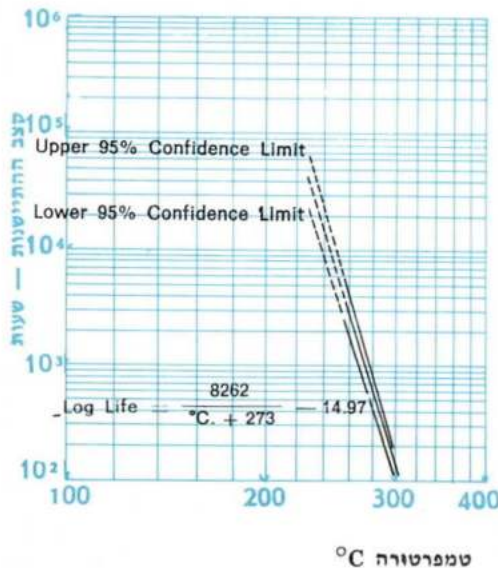
יש לזכור שאת הפסדים העצמיים משלם הצרכן
לחברת החשמל במשך כל חיי השנאי, כלומר כ-25
עד 30 שנים, ומחיר החשמל בעליה יחסית כל ה-
זמן.

חברת החשמל נוהגת לתת במכרזיה את הערך ה-

שמן של שנאי פנימי. בארץ אין דרישה כזו וגם הנסיון הרחב בארץ, בחברת החשמל ובמקומות אחרים לא הוכיח חיוניות בור זה — אך תיאור רתית זהו פתרון עם גורם בטיחות גבוה יותר. במידה ויש הכרח מסיבות מיוחדות לבנות בור ספיגה — יש לקחת גם זאת בחשבון.

ציור מס' 2

אורך חיי הבידוד ביחס לטמפרטורה



כספי של כל קילוואט נחסך או עודף, והנתונים של השנים האחרונות היו:

שנת	1975-76	1977
עבור הפסדי ריקם	1700 \$/Kw	3400 \$/Kw
עבור הפסדי עומס	1300 \$/Kw	2200 \$/Kw

כלומר אלה הסכומים אשר חברת החשמל מוכנה לשלם ליצרן עבור כל קילוואט נחסך בהפסדי ריקם או הפסדי עומס של השנאים.

אם נקח ערכים אלה ונחשב מה היתרון של שנאי השמן, נקבל:

הפרש הפסדי ריקם 650 וט לטובת שנאי השמן.

הפרש הפסדי עומס 2,325 וט לטובת שנאי השמן.

אם נקח ערך הדולר ב-16.5 ל"י נקבל
 $0.65 \times 4300 \times 16.5 = 36,465$
 שערך הפסדי הברזל
 $2,325 \times 2200 \times 16.5 = 84,397$
 וערך הפסדי הנחושת

סה"כ 120,862 ל"י

הערך הכספי של הפרשי האיבודים, בין שנאי 630 קו"א יצוק לבין שנאי בהספק זהה בשמן, מסתכם, אם כך בכ-120,000 ל"י (במחירי תחילת 1978). גם אם נביא בחשבון 70%—60 של ערך זה ניגע לסכום הנכבד של 80,000 ל"י לטובת השנאי בשמן.

מבחינת תפעול יש יתרון קל לשנאים יצוקים יבשים — שמבחינת טיפול נדרש רק ניקוי אבק, בעוד שבי שנאי שמן יש לבדוק סיליקה ג'ל ושמן, אבל יש לזכור שפעולות אלה צריכות להעשות בשנאי פנימי לכל היותר אחת לשנה או שנתיים — כך שלמעשה כל ענין האחזקה הוא פעוט ביותר.

בנוסף, ישנן ארצות בהן נוהגים לבנות בור לספיגת

נורות חשמל לשימוש ממושך

נחוצה כדי לשמור אותה בטמפרטורת ההפעלה היעילה ביותר.

הנורות המבוססות על תהליך שפותח ב-מכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס יהיו יקרות עוד יותר. לפי הערכת אנשי חברת דורו טאסט, יגיע מחיר נורה של 100 וט ל-3.5 עד 4 דולר. אולם נורה כזאת לא רק תאיר 2,500 שעות, אלא תשתמש בפחות ממחצית כמות החשמל שצורכת נורה רגילה, והחסכון במחיר החשמל יהיה גדול בהרבה מן הפרש במחיר בינה ובין זה של נורה רגילה. חברת דורו טאסט צופה איפוא באופטימיות לסיכויי השיווק והמכירה של הנורות החדשות שיהיו אמנם יקרות אך זולות בחשבון כופי.

מחוז מדע וטכניקה, — "הארץ"

כאשר מצפים בציפוי חדש מחזיר אור את חלקם הפנימי של נורות חשמל, פוחתת תצרוכת האנרגיה שלהן ב-60 אחוז. הציפוי, שהוא בע-צם כריך של כסף בין שכבות של תחמוצת ה-טיטניום, פותח על-ידי המכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (אם-אי-טי) למיתקנים המנצלים את אנרגיית השמש. הציפוי משמש כחלון לאור נראה בשעה שהוא מחזיר בחזרה קרינה אינפרה אדומה. בנורת להט חשמלית רגילה בעלת ה-פק של 100 וט הולכים לאיבוד כחום 90 אחוז של האנרגיה — הרוב (80 וט), כקרינה אינ-פרה אדומה. הציפוי של אם-אי-טי ממקד את הקרינה האינפרה אדומה חזרה לחוט הממוקם במרכז הנורה ומקטין את תצרוכת החשמל ה-

תחנת כוח כימית...?

העקרון, לכאורה, פשוט. בשיטת ההפרדה של תמיסות מרוכזות בעזרת קרומים (ממברנות) לשידה חשמלי, הקרויה אלקטרו-דיאלזה, מנו-צלת אנרגיה לצורך תהליך פיוקו-כימי: תהליך הפוך עשוי לשחרר אנרגיה. מה שדרוש — התאמת קרומים חדירים-למחצה, בחירת אלק-טרודות, תיכנון ההתקנה (תחנה"כ כימית לא תהיה, מבחינת נפח, קטנה מתחנת-כוח טרמית או הידרו-חשמלית בעלת הספק זהה). ניסויים ע"פ דגם מעבדתי הוכיחו, כי לא יהיו מישקעים במיכלים שבהם יימצאו הקרומים, מכאן שלא צפויים קשיים בתחזוקה.

הצוות שבראשו עומד פרופ' פורגש ביצע ניסויים באלקטרו-דיאלזה הפוכה בקנה-מידה מעבדתי, תוך שימוש בתמיסות סינתטיות — ואלה הוכיחו את עצמם. עם זה, מוקדם להקיש מכך לגבי פעולת תחנת-כוח, „בגודל טבעי“.

יש לעבור שלבים נוספים — כגון מיפעל מעבדתי גדול יותר, מיפעל בגודל תעשייתי-למחצה וכו'. יש עדיין שאלות שלא נפתרו סופית, אלא שעל בעיות אלו ניתן להתגבר מה גם שיוזם הפרויקט מודע לכך, שיעברו יותר מחמש שנים עד אשר תקרום תוכניתו עור ו-ידיים.

אלא, שבינתיים יש בידיו תחשיב: תחנת-הכוח תפיק קילוואט עד קילוואט וחצי לכל מטר קוב מים (בחול"ל נעשו ניסיונות תוך שימוש במי ים ומי נהר, וההספק היה 0.2 ק"ו בלבד). מחיר הקוט"ש נאמד בין שני סנטים עד ל-12 סנטים לקוט"ש — מחיר שווה לכל נפש, גם ההתקנה תהיה זולה, כמובן, אם תחנת הכוח תעבור רק בשעות-שיא — יהיה מחיר הקוט"ש גבוה יותר.

אך כאמור, הקמת התחנה תלויה בהפירת התעלה, וזו, לפי שעה לפחות, רחוקה מלהיות אקטואלית...

מתוך מדע ומעש — על"המשמר."



התיכון תחנת-כוח כימית, שתפיק זרם חשמלי ישר בקנה-מידה תעשייתי, ושלא יהיו בה כל חלקים מסתובבים; פרופסור חיים פורגש מ-אוניברסיטת בן-גוריון בנגב רואה בעיני רוחו תחנת-כוח בעלת הספק של 200 או 400 מגוואט שטוד פעולתה — ההבדל במליחות בין מי ים התיכון ומי ים המלח.

נוכחות שני סוגי מים בהישג יד — הוא יתרון ייחודי לישראל, וזאת עושה את התוכנית לכדאית. אין פרופ' פורגש הראשון המציע ל-השתמש בשוני שבהרכב מים לצורך הפקת אנרגיה, אם כי בשום מקום בעולם לא נעשה הדבר בפועל. בין היתר הוצע לנצל לצורך זה את השוני בלחץ האדים שמעל למים מתוקים ומעל לתמיסת מינרלים מרוכזת לצורך הנעת טורבינות (ההפרש עשוי להגיע למאות אטמו-ספירות). הנכון הוא, כי בימי האנרגיה הזולה, כשזאת, התגלגלה בראש חוצות, לא היה מי שישים לב לרעיונות מזורים, יקרים ומסוככים, פשוט לא נמצאו „קונים“ לרעיונות אלו.

„הפרוייקט“ של פרופ' פורגש קשור בטבורו עם ההצעה לחפור תעלה מים התיכון אל ים המלח לצורך הפקת אנרגיה הידרו-חשמלית (ונוסף לכך — כדי לקיים ברמה נאותה את מיפלט מי ים-המלח, היורד בהתמדה משום הטיית מי הירדן לצורכי השקיה). כידוע, היה זה בנימין זאב הרצל, אשר העלה בשעתו את הרעיון הזה.

לפי שעה תוכנית התעלה עודנה רחוקה מ-יישום, לא הוחלט אם התעלה תיחפר, ואם כן היכן. מצויות גירסות אחדות לתוואי של ה-תעלה. יש המציעים לחפור אותה בתוואי ה-ארוך ממפרץ חיפה דרך עמק יזרעאל ועמק הירדן. גירסה שניה: מאשקלון מתחת להרי הברון: לסביבות עין-גדי. קיימות גם שתי גירסות „דרומיות“ יותר (ויש המציעים להקים ליד התעלה תחנת כוח גרעינית). כל אחת מתוכניות אלו יש לה יתרונות וחסרונות. כך, לדוגמא, הגיאולוגים מתנגדים למינהרה מתחת להרי הברון, משום חשש לזיהום, „האקוויפר“ (שכבה נושאת מים) שבאזור זה. קיימה גם גירסה שלפיה תפעל תחנת-הכוח המוצעת ליד התעלה — רק בשעות צריכת השיא, כשביתר השעות יואחסנו המים במיכל אגירה...

לפרופ' פורגש אינו דרוש, בעצם הבדל גבי-הים גדול בין מיפלט שני הימים — הים התיכון וים סוף. די לו כי המים יזרמו בכוח גראוויטציה העיקר — שימצאו שני סוגי המים במקום אחד. אין הוא מרבה בתיאור פרטים — בעיקר אלה שרישום פאטנטים יאה להם.

חסכון אנרגיה במערכת לאספקת החשמל בישראל *

נמוך ככל האפשר — בשעות שפל בצריכה, גם אם הדבר כרוך בהעברת מערכות הויסות להפעלה ביד. — הקפדה בתחנות הכח ובמערכת, על הפסקה של מתקנים רזרביים כגון משאבות ו/או טרנספורמטור ריס, בכל עת שהעומס מאפשר זאת.

צעדים אלה הביאו לחסכון בדלק מבלי לפגוע במידה משמעותית באמינות האספקה.

העמסה אופטימלית של מערכת הייצור

ההקצאה האופטימלית של העומס בין יחידות ה" ייצור נעשית בעזרת תכנית מחשב בשיטת "העמסה אינקרמנטלית", דהיינו — כל תוספת הספק ה" דרושה לשם כסוי תוספת בביקוש מסופקת ע"י היחידה שלגביה הגידול בהספק הינו היעיל מבין היחידות הזמינות באותה עת. היעילות מתבטאת בצריכת דלק שולית מינימלית. בהעמסה ה" אופטימלית הובאו בחשבון גם הפסדים בהעברת האנרגיה במערכת ובתצרוכת העצמית של מתקני העזר של יחידות הייצור.

על מנת לייעל את ההעמסה האופטימלית מבוצעות מדי כשבועיים מדידות לקביעת הערכים התפעוליים הרצויים כתלות בעומס ובמגבלות של יחידות הייצור ומבוצעים ניתוחים יסודיים של הערכים השוטפים.

במטרה לבדוק את יעילות הפעלת היחידות הייצור ואת יעילות העמסת המערכת, פותחה תכנית מחשב נוספת המשווה ביצועים למעשה לביצועיים אפשריים, בהתחשב במדיניות הפעלת היחידות, זמינותן ומגבלותיהן.

ההשוואה ניתנת לכל היחידות והאתרים בנפרד לסך הכל היחידות הקיטוריות, לטורבינות הגז ולמערכת כולה — תוך התייחסות לגורמים הבאים: — הקצאת ייצור מגווט"ש ליחידות קיטוריות ול" טורבינות גז, במגמה להקטין את הייצור באמצעות טורבינות גז ויחידות לא יעילות.

— תצרוכת דלק סגולית אופטימלית לעומת תצ" רוכת הדלק הסגולית בפועל.

— מספר שעות הפעולה של יחידות הייצור ב" התאם למדיניות התפעולית לעומת שעות הפעולה למעשה.

— מקדם תפוקה (Output Factor) אופטימלי לעומת מעשי. לימוד הסטיות מן הערכים האופ" טימליים — האפשריים, מנחה בשיפור התפעול וההעמסה של היחידות במערכת הייצור.

משבר הנפט והשלכותיו הכלכליות גרמו לתמוררות דרמטיות במשק האנרגיה, והשפיעו במיוחד על כל תחומי פעולתה של מערכת החשמל:

— החשש למחסור בנפט הביא לשינוי יסודי במדיניות לטווח ארוך, לשאיפה חזקה לניוון מקורות האנרגיה המתבטאת בריתוס וניצול מקורות אלטרנטיביים לנפט, כגון: פחם, אנרגיה גרעינית, סולרית, הידרו-חשמלית, דלק מחצבי דלקוריות כמו כבול ופצלי שמן.

— האמרת מחירי הנפט גרמה לשינוי מהותי ב" נקודת האיזון בין עלות התפעול לבין עלות ההשקעה והתחזוקה וכתוצאה מכך להערכות חדשה במדיניות של תפעול ותחזוקה ולשינויים מרחיקי לכת בתכנון לטווח קצר ובינוני.

תמורות אלה העלו את משקלן של הבעיות ה" כרוכות בחסכון בדלק לרמת חשיבות שלא היתה מקובלת בעבר.

וזסכון באנרגיה חשמלית אפשרי בשני תחומים: — **בצריכת** חשמל, תחום בו פורסמו כבר עבודות וסקרים רבים.

— במערכת המשמשת לייצור, **העברה וחלוקה** של האנרגיה החשמלית — לתחום זה מוקדש מאמרו זה.

שינויים במדיניות התפעול

למימוש משימת החסכון נקבעה מדיניות תפעולית, הכוללת את הגורמים הבאים:

— מעקב קפדני אחר העמסה אופטימלית של יחידות הייצור המושתת על תכניות מחשב.

— שינוי ערכים הקשורים בהפעלת תחנות הכח, כגון טמפרטורת ולחץ קיטור, טמפרטורת גזי שריפה ועודף האויר — במטרה לשפר את נצילות הייצור, וזאת לעיתים על חשבון בלאי מוגבר של הציוד.

— שמירה קפדנית על הערכים התפעוליים על ידי מפעילי תחנות הכח, תוך בקרה של הצוותים הטכניים האחראים לפקוח על הנצילות.

— הפעלת טורבינות גז השורפות סולר (יקר ב" הרבה מהמזוט) בנצילות נמוכה, רק לאחר שה" רזרבה הסובבת במערכת יורדת ל-30 מגווט"ש (היינו לעתים רחוקות יותר).

— הפעלת יחידות בעלות נצילות נמוכה. **בעומס**

* מבוסס על דו"ח מקיף שהוכן בחברת החשמל על ידי: אינג' י. לביער, המהנדס הראשי, אינג' א. פאר מהנדס הנצילות הארצי.

שינוי ערכים תפעוליים הקשורים בהפעלת תחנות הכח

1. טמפרטורות גזי השריפה הורדו, כך שערכיהם גבוהים ב- 10°C בלבד מעל לנקודת הטל של החומצה הגופריתית שבגזי השריפה; בכך בוצעה הורדה של 10°C עד 25°C בטמפרטורת גזי השריפה בכניסה לארובות. פעולה זו משפרת את נצילות היחידות ב- 0.2% עד 1.0% בהתאמה ריבוי מביאה לירידה מהותית בתצרוכת הדלק.

שיפור נוסף מושג הודות לשימוש בתוספת של חומרים כימיים לדלק או הזרקתם לגזי השריפה.

2. הועלו טמפרטורות הקיטור לערכים נומינליים ביחידות בהן היתה הגבלה עקב קורוזיה של ה-משחנים. צעד זה עלול לגרום לבלאי מוגבר של המשחנים ה"נגועים", אולם כדאיתו הכלכלית מוכחת, נזכר עלית מחיר הדלק.

3. עודפי האויר הדרושים לשריפה בודודים, הורדו לערכים מינימליים כשהמדד הינו "גבול-העשן", מבלי לחרוג מערכים מותרים של תכולת CO בגזי השריפה.

4. נבדקת שיטת ההעמסה של יחידות הייצור תוך שינוי בלחצי הקיטור. מבדיקות ראשוניות נראה כי שיטה זו תביא לחסכון בדלק, ביחידות הייצור בהן שינוי תפוקת מי ההזנה נעשה באמצעות מצמד הידראולי (Fluid-drive).

5. בעומסים נמוכים קיים מעקב קפדני אחר הפי-סקת מתקנים רזביים בעלי צריכה עצמית גבוהה, כגון: משאבות מיהזנה, משאבות מייקירור ו-שנאים.

6. נשקלת הפעלה קבועה של היחידות בלחץ קיטור הגבוה ב- 5% מעל ללחץ הנומינלי, ביחידות המתוכננות ללחץ יתר זה.

השמירה על הערכים התפעוליים מוגשמת בהקפדה והיא נעזרת בבדיקות וניתוחים תכופים של ה-מרכיבים העיקריים של כל יחידת ייצור, דבר העוזר בזיהוי ותיקון מוקדם של ליקויים.

שינויים במדיניות התחזוקה

בתחזוקה הוגדלו הצוותים וההשקעות בציד, אשר איפשרו לצמצם את פרקי הזמן הדרושים לשיפוצי היחידות מבלי לפגוע בטיב הביצוע. פעילות זו מאפשרת את העמסת היחידות למשך תקופות יותר ארוכות ובכך היא מביאה לחסכון ניכר בדלק בעקבות האופטימיזציה בין ההוצאות לדלק ובין ההוצאות לתחזוקה, הועלתה התדירות של ביצוע עבודות בתחזוקה מונעת ושוטפת, לרבות ניקוי

תקופתי של מתקנים כגון דוודים, מעבים ומחליפי חום אחרים.

פעילויות אלו הביאו לשיפור אמינותן וביצועיהן של יחידות הייצור.

השיפור באמינותן, כלומר — הקטנת שעור ה-הפסקות המאלצות ועליה בזמינותן של יחידות הייצור, אפשר להקטין את הרזרבה הסובבת (Spinning Reserve), היינו — להגדיל את מידת ההעמסה של היחידות המחוברות במערכת, דבר המביא לחסכון בדלק מבלי לפגוע במידה מהותית באמינות האספקה.

שינויים במדיניות התכנון

עלית מחירי הדלק ומגמות החסכון באנרגיה, השפיעו על המדיניות בתכנון ואף זאת כתוצאה משינוי ביחס שבין ההוצאות הקבועות והשוטפות. משימת החסכון בדלק מתבטאת בשינוי מפרטים טכניים של פרטי ציוד, כגון:

— שנאים, בהם הוקטנו איבודי הברזל, איבודי הנחשת ותצרוכת העזר.

— מוליכי זרם ברשתות ההעברה והחלוקה עוברים בהתמדה לחתכים גדולים במטרה להקטין את התנגדות המוליכים ובכך — להקטין את הפסדי העברת האנרגיה החשמלית.

כמו כן מקדימים בעיתוי הקמתם של קווי העברה חדשים ותחנות משנה חדשות, כל זאת תוך אופטי-מיזציה בין ההוצאות לחומר והפסדי אנרגיה.

סכום

המדיניות התפעולית ושינויים בקריטריונים של תכ-נון שנקטו בעקבות משבר הנפט מביאים לחסכון בדלק ולעליה באמינותן וביצועיהן של מרבית יחידות הייצור. כתוצאה ממדיניות תפעולית זו מתקבל שיפור במקדמי התפוקה והיכולת של יחידות הייצור היעילות.

למעמקה ולהרחבה של ביצוע המדיניות התפעולית והתכנונית, חלק חשוב בירידת תצרוכת הדלק ה-סגולית. ואמנם — אם תצרוכת הדלק הסגולית של תחנות הכח הקיטוריות בשנת 1974/75 היתה 247.0 גרם לקוט"ש ש בשנת 1975/76 ירדה התצרוכת הסגולית ל-244.4 גרם לקוט"ש ובשנת 1976/77, ל-241.9 גרם לקוט"ש. ירידה זו של 5.1 גרם מזוט לקוט"ש השקולה לחסכון של כ-49.5 אלפי טון מזוט (כ-59 מיליון ל"י

במחירים של אוקטובר 1977) הושגה תוך תקופת זמן קצרה יחסית. (ראה טבלה בהמשך).
 החסכון בסולר בשנתיים האחרונות — הנובע מירידה בתצרוכת הסגולית של טורבינות הגז ש-

קול לכ-2,100 טון סולר (כ-6 מיליוני ל"י במחירי הסולר של אוקטובר 1977).
 חלק חשוב בחסכונות אלה נזקף לזכותה של ה-מדיניות התפעולית החדשה, השפעת השינויים במדיניות התכנון, תורגש במוע"ל מאוחר יותר.

השתנות מקדם התפוקה * ותצרוכת הדלק הסגולית של יחידות הייצור הקיטוריות העיקריות וטורבינות-הגז בשנים 1974/75—1976/77

1976/77	1975/76	1974/75	שנה פרוט	קבוצת היחידות והספקן המותקן
61.0 279.4	61.2 281.3	66.5 284.7	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	רדינג ב' אשכול א' 5×50MW
67.2 253.0	68.2 256.9	73.3 257.7	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	חיפה ב' אשכול ב' 2×75MW
88.2 231.1	86.0 231.3	88.7 229.0	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	חיפה ג' 2×141MW
94.5 227.0	95.2 230.9	94.1 228.3	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	רדינג ד' 2×214MW
86.4 226.8	70.6 232.1	— —	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	אשכול ג' 2×228MW
241.9	244.4	247.0	תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	סה"כ יחידות הייצור הקיטוריות

73.8 338.4	72.0 355.1	72.3 356.2	מקדם תפוקה % תצרוכת דלק סגולית ממוצעת $\left(\frac{\text{gr}}{\text{Kwh}}\right) \text{ Br}$	טורבינות הגז 7×40MW 1×35MW
---------------	---------------	---------------	---	-------------------------------

(* מקדם תפוקה (Output Factor) : $100\% \times \frac{\text{סה"כ ייצור במגו"ט שעות}}{\text{הספק נומינלי במגו"ט שעות פעולה}}$

תצרוכת סגולית של דלק תלויה במקדם התפוקה: ככל שמקדם התפוקה גבוה יותר נמוכה, בדרך כלל, תצרוכת הדלק הסגולית. הדבר נובע ממבנה יחידות הייצור. לכן, על מנת להבחין בין הגורמים לשנוי בתצרוכת הדלק הסגולית צוין לידה גם מקדם התפוקה.

חסכון אנרגיה במערכות לשאיבת מים

אינג' ש. כספי

צריכת החשמל הארצית לשאיבת מים היא בסדר גודל של 1,600 מיליון קוט"ש לשנה (כ-18% מצריכת החשמל הארצית הכוללת). אין אמנם אחידות דעה בקשר לפוטנציאל החיסכון, אולם ניתן להניח כי על ידי פעילות במישור התכנוני (בעיקר לגבי מתקנים חדשים), במישור התפעול האופטימלי ובמישור של טיפול נאות ותחזוקה ניתן להגיע לחיסכון בסדר גודל של 5% ואולי אף יותר.

קיימים 4 מרכיבים עיקריים במערכת שאיבת המים ואספקתם:

א. משאבות ב. מנועים ג. צנרת ד. בריכות ומאגרים

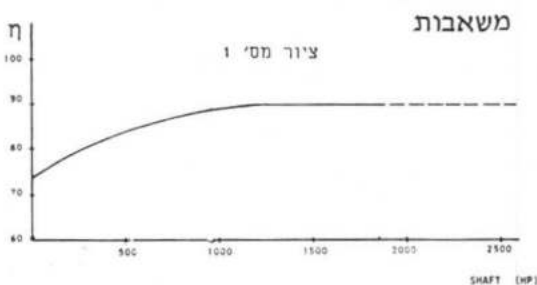
לשם הפעלת המערכת ביעילות ובחיסכון אנרגיה מירביים יש צורך בהתאמה אופטימלית של המערכת — בתכנון ובתפעול — לתנאי האספקה הנדרשים.

להלן יוצגו עקומות המתארות את ניתוח העבודה היעילה של מרכיבי המערכת.

בציור מס' 2 מתוארת עקומת היעילות של המשאבה כפונקציה של תנאי השאיבה — עומד או לחץ והזרימה.

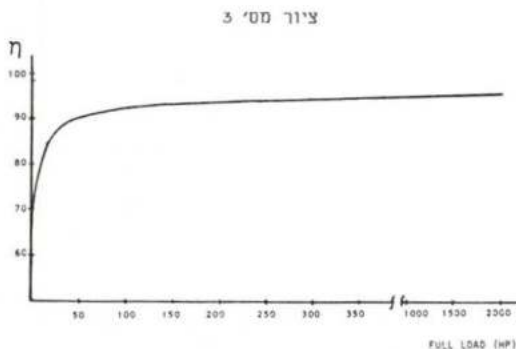
תחום היעילות המכסימלית צר מאוד ואיננו מאפיין שר ניצול אופטימלי אלא במירווח הנ"ל. לכן, בתכנון מערכות שאיבה יש לקבוע מראש את תנאי ההפעלה ולפיהם את הדרישות במפרטי ההזמנה של הציוד.

מנועים



בציור מס' 1 אנו רואים את עקומת יעילות המשאבה כפונקציה של ההספק המכני הדרוש לפעולתה.

יעילות המשאבה משתנה מ-74% ופחות במשאבות קטנות, ועד 90% במשאבות גדולות. בדרך כלל, אם מגיעים ליעילות בסדר גודל של 85%—90% במשאבות גדולות הרי אפשר לראותן כמשאבות העובדות ביעילות גבוהה.



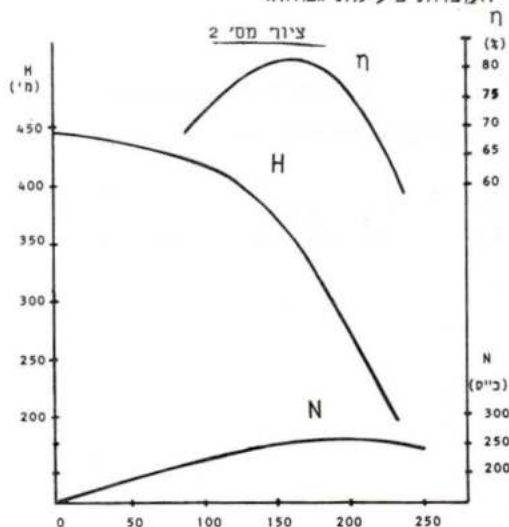
בציור מס' 3 מתוארת יעילות המנוע כפונקציה של גודלו. היעילות משתנית מערך נמוך של 60% ואף פחות במנועים קטנים עד ל-97% במנועים גדולים.

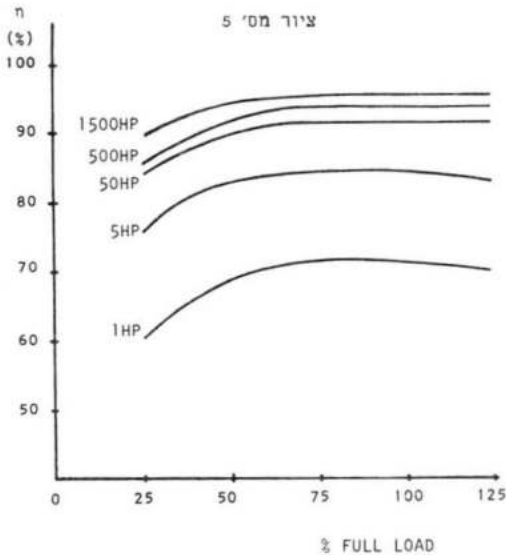
בציורים 4, 5 מתוארים יעילות מנועים בגדלים שונים ומקדם ההספק שלהם כפונקציה של העמסה.

אפשר להבחין:

(1) עליה ביעילות ובמקדם ההספק בהתאם לגודל המנוע.

(2) היעילות של מנועים גדולים נשארת יציבה עד 50% של העמסה ויורדת בצורה ניכרת עם ירידת העמסה.





בריכות ומאגרים

השימוש בבריכות (בריכות גדולות) מהווה גורם חשוב לחיסכון באנרגיה. הבריכות מאפשרות: שימוש בציוד בעל הספק קטן יותר, שאיבת לילה — ניצול התעריף המזול, אספקת מים סדירה יותר, תנאי שאיבה קבועים.

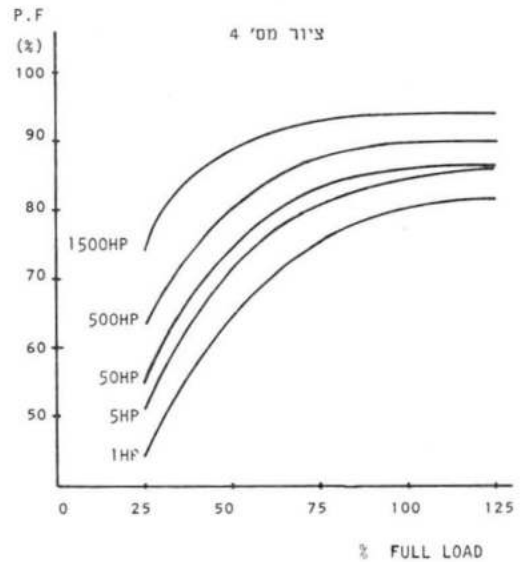
המשאבות מופעלות בתחום היעיל שלהן — התקנת מספר משאבות קטנות יותר במקביל והפעלתן בהתאם לצריכה מגבירה את היעילות הכללית.

במערכות סגורות — שאיבה בקו סגור — דרוש שים אמצעים יקרים יותר כדי לחסוך באנרגיה הנטויה תהיה להשתמש במשאבה אחת במהירות משתנית ובמקביל — משאבות במהירות קבועה.

תכנון מערכות

בעריכת החישובים בתכנון מערכות נלקחים בחשבון הגורמים הבאים:

1. כמות המים הדרושה ומספר שעות השאיבה לשנה.
 2. הערכה כלכלית להפסדי האנרגיה במערכת הכוללת.
 3. בחירת הציוד האופטימלי בהתאם למחיר האנרגיה, תנאי ההפעלה, תנאי הביצוע, הזמן הדרוש לביצוע וההון המוקצב.
 4. פיתוח בעתיד.
 5. נוחיות בהפעלה ובתחזוקה.
- לשיקולים דלעיל יש לתת משקל מעבר לערך ה"כספי שלהם. למשל: קשיים בתחזוקה גורמים להפסדים ניכרים עקב הזמן הדרוש לתיקונים



(3) מקדם ההספק נשאר יציב רק בהעמסה של 100%—125% ויורד בצורה בולטת עם ירידת ההעמסה.

(4) כדי להגיע למקדם הספק גבוה רצוי להפעיל את המנוע בעומס מלא. הפעלת המנוע באופן חלקי תדרוש הספק קבלים גבוה יותר לשיפור מקדם ההספק עד לערך התקני הנדרש על ידי חברת החשמל (0.92)

צנרת

האנרגיה הדרושה להעברת מים בצינורות היא פונקציה של עומד המים הסטטי, כלומר — הפרשי הגובה הסטטי; וכן של עומד המים הדינמי — עקב החיכוך בעת הזרימה.

$$P_0 = P_1 \text{ STATIC HEAD} + P_2 \text{ DYNAMIC HEAD}$$

$$P_1 = f(Q \cdot H)$$

$$P_2 = f(Q \cdot dh)$$

$$dh = f(Q^2)$$

$$P_2 = f(Q^3)$$

לפי האמור לעיל, ההפסדים הדינמיים עולים ביחס ישר לחזקה השלישית של הזרימה: העברת כמות כפולה של מים בצינור מסוים תגרום להגדלת ההפסדים הדינמיים פי 8 (2³).

אפשר למנוע את ההפסדים הללו ב-2 אופנים:

- א. על ידי צינור בקוטר גדול יותר.
- ב. על ידי שימוש בצינור עם ציפוי פנימי מחומר בעל מקדם חיכוך נמוך. הציפוי מקטין אומנם את קוטר הצינור ולכן האפקטיביות שלו בולטת יותר בצינורות בעלי קוטר גדול.

אנרגית ההחלקה לרשת, שימוש בזרם ישר ושינוי תדירות מתח האספקה. הפסדי האנרגיה במקרה זה הם הנמוכים ביותר, לעומת זאת — הציוד יקר ביותר.

השוואות כלכליות

להלן 3 השוואות כלכליות למערכות שאיבה ב־ תנאים שונים. ההשוואות נעשו בהתאם למחירים של: הציוד, האנרגיה והתחזוקה.

טבלה מס' 1: השוואת מערכות בתנאים של שינוי בלחץ הסיניקה בעת שאיבה כתלות בשעות השאיבה לשנה. בשאיבה של 1,800 שעות לשנה, המערכת הידראולית היא הזולה ביותר. בשאיבה של 8,000 שעות לשנה, המערכת ההידראולית קצת יותר יקרה ממנוע N-S של לורנס וסקוט. קיימים 2 יתרונות לציוד ההידראולי — זול יותר הן במחיר והן בהוצאות התחזוקה שהיא גם נוחה יותר.

טבלה מס' 2: השוואת 3 מערכות בתנאים של לחץ קבוע בסניקה.

בשאיבה עד 1,800 שעות לשנה, קיים יתרון מסוים מבחינה כלכלית למערכת ההידראולית. תהיה, אמנם, נטיה לבחור במערכת למהירות קבועה עקב מחיר הציוד הזול והתחזוקה הקלה והנוחה יותר. בשאיבה של 8,000 שעות לשנה, בולט יותר היתרון של המערכת ההידראולית.

טבלה מס' 3: מערכת שתוכננה עבור עירייה ב־ ישראל לפעולה מתמדת — קיים יתרון בולט למערכת במהירות קבועה. האופטימליזציה בבחירת הציוד נעשית יותר מורכבת עקב הבלאי, במיוחד במשאבות ובצנרת. המשאבה נעשית פחות יעילה במשך השנים.

השינויים בדרישות לאספקה מצריכים שימוש ב־ תחום הפחות יעיל של המשאבה. מוליכות הצנרת יורדת עקב סדינמנטציה, תהליכים כימיים וקורוזיה הגורמים לעליה בהפסדים הידיניים וגם לצורך בהחלפת הציוד לעתים קרובות יותר.

מסקנות לסכום

1. יש לברר עם יצרני המשאבות את האפשרות להעלות את יעילותן ולהרחיב את תחום פעולתן של המשאבות ביעילות הגבוהה.

2. יש לברר עם יצרני המנועים את האפשרות להעלות את יעילותם הנומנילית ואת מקדם ההספק שלהם.

3. יש לבדוק עם יצרני הצנרת את הדרכים להעלות את המוליכות של הצינורות ואת האמצעים להקטנת הבלאי.

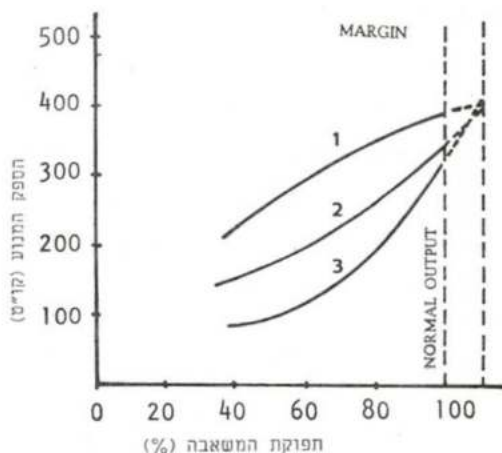
4. עקב השינויים בצריכה, יש לבדוק מדי פעם באופן שוטף את תנאי השאיבה כדי לשמור על עבודה של הציוד בתנאים האופטימליים.

וחוסר השאיבה בזמן השבתת המערכת. יש לציין כי קיימת שמרנות מסוימת בקרב המפעילים, „החוששים“ מההתמודדות עם בעיות תחזוקה ולכן מוכנים המפעלים לשלם מחיר יקר יותר עבור הציוד כדי להבטיח תחזוקה נוחה ואספקת מים סדירה ואמינה.

שינוי המהירות

משאבה בעלת מהירות משתנית שהוזכרה לעיל מאפשרת היסכון באנרגיה במיוחד כאשר מדובר על שמירת לחץ מסוים בצריכת המים. השיטות לכך הן: על ידי ציוד הידראולי, על ידי מנוע עם רוטור מלופף ונגדים משתנים, על ידי שינוי במתח האספקה, על ידי החזרת אנרגית ההחלקה של הרוטור לרשת האספקה, ויסות על ידי זרם ישר או שינוי בתדירות האספקה.

ציור מס' 6



1. ויסות על ידי מגוף בסדר עם המשאבה (שינוק);
2. ויסות על ידי משאבה במהירות משתנית
3. ויסות על ידי חזרת אנרגית ההחלקה לרשת.

בציור מס' 6 מחולקות השיטות הנ"ל ל-3 קבוצות:

1. עקומה עליונה — ויסות על ידי מגוף בסדר עם המשאבה (שינוק); המשאבה פועלת במהירות קבועה, המגוף נסגר או נפתח בהתאם לדרישות לאספקת המים. הפסדי האנרגיה בשיטה זו הם הגבוהים ביותר, אם כי מחיר הציוד הוא זול יחסית.

2. עקומה אמצעית — ויסות על ידי משאבה במהירות משתנית באמצעות מערכת הידראולית, מנוע עם רוטור מלופף, שינוי במתח.

הפסדי האנרגיה במקרה זה נמוכים יחסית ומחיר הציוד יקר לעומת השיטה הקודמת.

3. עקומה תחתונה — ויסות על ידי החזרת

טבלה מס' 1

השוואת מערכות שאיבה בתנאים של שינוי בלחץ הסיניקה
עבור מנוע בהספק של 200 כ"ס (בל"י)

מנוע מסוג Laurence Scott N-S	זיסות הידראולי	רוטור מלופף	החזרת אנרגית ההחלקה	שינוי תדירות האספקה	1800 שעות בשנה
450.000	180.000	422.000	910.000	990.000	ציוד
535.000	600.000	600.000	550.000	565.000	הוצאות לאנרגיה
50.000	30.000	40.000	50.000	40.000	תחזוקה
1.035.000	810.000	1.062.000	1.510.000	1.585.000	סה"כ
					8000 שעות לשנה
450.000	180.000	422.000	910.000	990.000	ציוד
2.375.000	2.700.000	2.665.000	2.445.000	2.500.000	הוצאות לאנרגיה
100.000	50.000	80.000	100.000	80.000	תחזוקה
2.925.000	2.930.000	3.167.000	3.455.000	3.570.000	סה"כ

טבלה מס' 2

השוואת מערכות שאיבה בתנאים של לחץ קביע בסניקה
עבור מנוע בהספק של 200 כ"ס (בל"י)

מהירות קבועה	מנוע מסוג — N. S. — Laurence Scott	זיסות הידראולי	1800 שעות בשנה
70.000	450.000	180.000	ציוד
1.010.000	817.000	828.000	הוצאות לאנרגיה
10.000	50.000	25.000	תחזוקה
1.090.000	1.317.000	1.033.000	סה"כ
			8000 שעות לשנה
70.000	450.000	180.000	ציוד
4.490.000	3.630.000	3.680.000	הוצאות לאנרגיה
20.000	100.000	50.000	תחזוקה
4.580.000	4.180.000	3.910.000	סה"כ

טבלה מס' 3

השוואת מערכות שאיבה בתנאים של לחץ קבוע
עבור מנוע בהספק של 40 כ"ס (בל"י)

מהירות קבועה	שנוי מתח ע"י מערכת אלקטרונית	זיסות הידראולי	8600 שעות לשנה
20.000	120.000	90.000	ציוד
860.000	865.000	800.000	הוצאות לאנרגיה
10.000	40.000	20.000	תחזוקה
890.000	1.025.000	910.000	סה"כ

קוי הפעולה המרכזיים של חברת החשמל לשמירת איכות הסביבה

אינג' י. גת

התארגנות החברה

ב־1973 הוקמה בחברת החשמל מחלקה מיוחדת המופקדת על שמירת איכות-הסביבה. תפקידי ה־מחלקה בנושא זה הם:

ריכוז ותאום פעולות החברה בכל נושאי איכות הסביבה לרבות תאום עם גורמי חוץ.

דאגה למילוי תקנות הפיקוח וההוראות, הניתנות על ידי הגופים המוסמכים, שמטפלים במניעת מפגעים ובשמירת איכות הסביבה.

עריכת סקרים, מחקרים ותחזיות בענין איכות הסביבה בקרבת מתקני החברה והגשת מסקנות, המלצות והצעות בהתאם לתוצאות.

מעקב תמידי, בשיתוף עם יחידות אחרות של החברה אחרי ההתפתחויות בעולם בשיטות לשמירה על איכות הסביבה ובחינת האפשרויות ליישומן ב־מתקני החברה.

מניעת זיהום אוויר ובקרה על פעולת תחנות הכח

ייצור חשמל מדלק פוסילי מלווה במוצרי שריפה בלתי רצויים הנוצרים בתהליך השריפה. בעית זי־הום האוויר על ידי תחנות הכח מתמקדת בפליטת גפרית־דו־חמצנית, מאחר שהמזוט הכבד המשמש כדלק עיקרי מכיל כ־3% גפרית. שעורי הפליטה של תחמוצות חנקן נמוכים במידה ניכרת משעורי הפליטה של גפרית דו־חמצנית, בעוד שריכוזן המותר של תחמוצות חנקן, לפי התקן לאיכות אוויר, הינו גבוה יותר.

בין האמצעים הננקטים, על ידי חברת החשמל, למניעת זיהום אוויר, יש לציין:

שמירה על איכות השריפה והפחתת פליטות

שמוש בציוד חדיש, כולל אמצעי ויסות ומערכות בקרה משובכללות, אשר מבטיחים שריפה מושלמת מבחינה מעשית ומתריעים על תקלות. שריפת דלק עם עודף אוויר מועט, דבר המקטין את ההיווצרות גם של תחמוצות חנקן וגם של גפרית תלת־חמצנית כמרכן משפר את הנצילות.

שיפורים בציוד הדוודים הישנים יותר, כדי להטיב את איכות השריפה. הוספת חומרים מיוחדים לגזי השריפה, שמטרתם, בין היתר, למנוע פליטת חלקיקים חומצתיים, ולשפר את מראה פלומת גזי הפליטה.

בדיקה רציפה של גזי הפליטה בארובות תחנות הכח על ידי מכשירים רושמים (עודף אוויר, נוכחות

מוצרי שריפה בלתי שלימה וסמיכות עשן). כן נערכות דגימות תקופתיות בכדי לעמוד על הרכב גזי הפליטה, בעיקר מבחינת הריכוזים של תחמוצות חנקן, של גפרית תלת־חמצנית ושל פחמן חד־חמצני.

שמוש בארובות גבוהות

פיזור ומיהול יעיל של מוצרי השריפה באטמוספירה בעזרת ארובות גבוהות המשותפות למספר יחידות ייצור, לשם ניצול מירבי של אפקט עילוי פלומת גזי הפליטה. גובה הארובה בתוספת עילוי ניכר של הפלומה מבטיחים איכות אוויר נאותה על פי סטנדרטים מקובלים (תקנות לאיכות אוויר). ארר־בות גבוהות המתוכננות למנוע זיהום אוויר מפליטת גפרית דו־חמצנית, מהוות, בו זמנית, אמצעי יעיל במיוחד לפזור יתר מוצרי השריפה ולמיהולם באטמוספירה עד לריכוזים נמוכים ביותר.

חיבור מתחנות כח קיימות לארובות גבוהות חד־שות הבנות באותו אתר, כגון חיבור רדינג ב' לארובה של רדינג ד' ואשכול ב' לזו של אשכול ג', ארובות בגובה 150 מטר.

חיסול ארובות נמוכות על ידי סגירת תחנות כח מיושנות (סגירת רדינג א').

אמצעי בקרה מיוחדים

תכנון, התקנה והחזקה בכוננות מתמדת של סידורים מיוחדים לרבות מנגנונים להעלאת ה־טמפרטורה של גזי הפליטה, לשם הגברת עילויים ומלאי של דלק דל־גפרית. אמצעים אלה יופעלו, אם וכאשר זה יידרש על פי הנוהלים, בתנאים מטאורולוגיים חריגים. עד כה לא היה צורך לנקוט באמצעי בקרה מיוחדים אלה.

בתחנות הכח החדשות הוקצב ונשמר מקום מתאים עבור מתקני דסולפוריזציה, אשר יתקנו בעתיד, אם יהיה צורך בכך. בהתאם למצב איכות האוויר כיום, ובעתיד הנראה לעין, אין הצדקה ל־יישום אמצעים אלה הכרוכים בהשקעת מימון רב, וטרם הוכיחו אמינות ראויה לשמה.

ניטור איכות אוויר

מטרה והיקף

תפקידיהן העיקריים של מערכות הניטור בסביבת תחנות הכח הם:

למדוד ולעקוב אחרי רמת הזיהום, תוך השוואת הממצאים לתקן איכות אוויר.

לשמש נוהל בקרה במקרים חריגים.

לספק ידע לתכנון תחנות כח בעתיד.

חברת החשמל עורכת מדידות רציפות של איכות אוויר החל מ-1969.

החברה מפעילה 14 תחנות ניטור באמצעות מכשירים רציפים אוטומטיים, בפיקוח משרד הבריאות 9 תחנות מופעלות בתל-אביב ו-5 באשדוד. בכל אחת מהתחנות נמדדים ריכוזי גפרית דו-חמצנית ובחלק מהן גם השחרה, כיוון הרוח ומהירותה. באשדוד נמדדים גם כל סוגי מזהמים אחרים. תחנות הניטור בתל-אביב מופעלות בהתאם לתקנות הפיקוח אשר לפיהן מפעיל משרד הבריאות 4 תחנות נוספות ותחנה ניידת אחרת.

בחיפה נערכו מדידות גפרית דו-חמצנית בשנים 1972 עד 1974 בשלוש תחנות לסרוגין.

החברה מפעילה גם מיכשור מקרומטאורולוגי במספר מפלסים על מגדל הטלקומוניקציה של חברת החשמל בגובה 80 מטר ברמת השרון.

דיווח וממצאים

נתוני המדידות לרבות אלו הנערכות על ידי משרד הבריאות בתל-אביב, מעובדים באופן שוטף במחשב של חברת החשמל. מידע מקיף על הממצאים מועבר לגורמים שונים באמצעות דו"ח חודשי שהחברה מכינה.

הממצאים מתפרסמים בדרך כלל על ידי משרד הבריאות אך גם חברת החשמל פרסמה דוחות על תוצאות המדידות באשדוד ובחיפה. נתונים מפורטים על תוצאות המדידות בשנים 1972, 1973 ו-1974 נכללים בדו"ח "הוועדה לחקר זיהום האוויר בישראל", שיצא לאור ביולי 1975.

ריכוזי הגפרית הדו-חמצנית בכל אחת מתחנות הניטור היו נמוכים מן המותר על פי התקן הישראלי לאיכות אוויר, פרט למקרים בודדים בתל-אביב. דו"ח הוועדה מצוין גם כי גפרית דו-חמצנית אינה מהווה כיום מפגע בריאותי במרחב תל-אביב. ראוי עוד לציין כי למרות שתחנות הכח רדינג מהוות את המכור העיקרי לפליטת גפרית דו-חמצנית ריכוזי הגופרית הדו-חמצנית בתל-אביב בהשוואה להשתנות זיקת הדלק (פליטת גופרית דו-חמצנית) של תחנות הכוח "רדינג".

הריכוזים הנמדדים לבין שעורי הפליטה של גז זה על ידי תחנות הכוח (ראה ציור מס' 1). אי התאמה זאת נובעת בעיקר מתרומתם של מקורות אחרים (כגון: תעשייה, הסקה ביתית, ורכב בעל מנוע דיזל) הפולטים בגובה נמוך, דבר שמקשה על תהליך הפיזור באטמוספירה.

המדידות מראות גם כי מקורות גורמי ההשחרה אינם בתחנת הכח אשר הודות לטיב השריפה ולתכולת האפר הנמוכה שבמזוט (כ-0.03%) פורטות גורמי השחרה בכמויות זעירות בלבד.

דוגמא אופיינית לאי תלות בין צריכת הדלק ב רדינג (דהיינו פליטת מזהמים) לבין אינדקס הדי השחרה, המהווה מדד לכמות החומרים החלקי קיים (בעיקר פחם) באוויר, ניתן לראות בציור מס' 2 המתאר את המהלך החודשי של צריכת הדלק, ריכוזי גפרית דו-חמצנית ואינדקס השחרה, בספטמבר 1974. במחצית השנייה של החודש ירדה צריכת הדלק ב-30% עד 50%, ואילו רמת הזיהום בסוף החודש נשארה דומה לאו שבתחילתו. ירידות ניכרות ברמות ההשחרה ניתן להבחין בשבתות, בימים בהם קטנה במידה ניכרת התחבורה ואף הפעילות התעשייתית.

מניעת מפגעי רעש

הפעולות הבאות ננקטות כדי למנוע מפגעי רעש מפעולות תחנות כח ותחנות טרנספורמציה:

הצגת דרישות מפורטות לעוצמות רעש מירביות מותרות, במפרטי הציוד הנרכש למתקני החברה.

התקנת משתיקי קול מתאימים לטובינות נז.

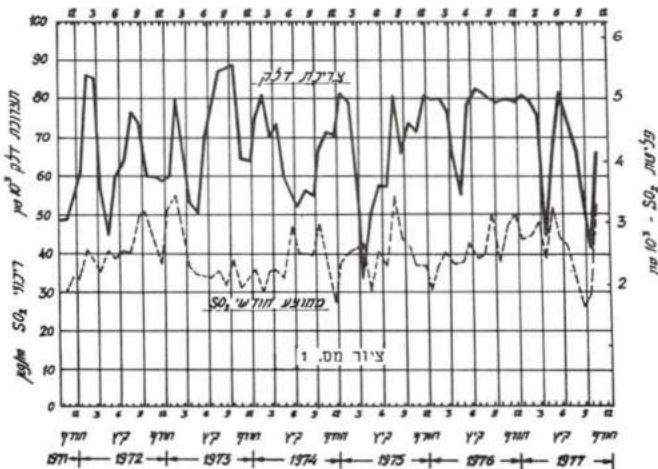
בניית קירות סיכוך להורדת מפלס הרעש.

בדיקות רעש בקרבת מתקני החברה, ושל ציוד חדש בעת בדיקת הקבלה.

נקיטת פעולות להנמכת רעש.

מחקרים וסקרים

הנושאים העיקריים של מחקרים סביבתיים הן השתנות ריכוזי הגופרית הדו-חמצנית זיקת הדלק (פליטת גופרית דו-חמצנית) של תחנות הכוח "רדינג".



השפעת תחנות כח על איכות האוויר בישראל. קריטריונים של איכות אוויר לתכנון תחנת כח גדולה בישראל.

קביעת גובה ארובה אופטימלי לתחנות הכח החדשות שימוש בתוספות לגזי השריפה בדודי תחנות הכח. השפעת מתקן ההמתקה באילת על הסביבה הימית (במסגרת זאת בוצעו שינויים ושיפורים שונים כדי למנוע זיהום הים).

החברה משתפת פעולה עם גורמי חוץ בביצוע מחקרים בנושאי איכות הסביבה ואף תורמת כס' פים למטרה זו למוסדות שונים בארץ.

מחקרים וסקרים סביבתיים באתרים המיועדים להקמת תחנות כח מבוצעים על ידי החברה ע" צמה או בהזמנתה באמצעות מוסדות שונים בארץ ובחו"ל.

בעבר נערכו סקרים מטאורולוגיים בקשר להקמת תחנות כח בדרנינג, באשכול ולאחרונה בחדרה.

תחנה"כ מ.ד. ליד חדרה

האתר לתחנת הכח הוקצה על ידי המועצה ה" ארצית ולבניה ואושר על ידי הממשלה לאחר הצעות הועדה אשר מונתה להכנת תוכנית ארצית לתחנות כח ורשת החשמל, דיוני"ר במועצה וממצאי סקרים של חברות וקבוצות המתמחות בארץ וב" חו"ל בנושאים סביבתיים.

בהתאם להחלטת הממשלה מס' 831 מיום 4.8.74 בענין התאמת תחנת הכח מ.ד. באתר השרון ל" הפעלה בפחם, ובהנחית השירות לשמירת איכות הסביבה הוכן והוגש לשירות "תסקיר השפעה על הסביבה, תחנת הכח מ.ד."

בתסקיר מוצגות תוכניות חברת החשמל להקמת התחנה ולהפעלתה התקינה, האמצעים שינקטו מניעת מפגעים ומטרדים סביבתיים וההשפעות הסביבתיות הצפויות מהפעלת התחנה. התסקיר מתבסס, בין היתר, על ממצאי הסקרים שצויינו לעיל. התסקיר כולל 9 פרקים עיקריים והם: ה" אתר והסביבה, התחנה, מטאורולוגיה והערכות ש" דה ריכוזים, לוגיסטיקה; אפר פחם; הידרולוגיה וגיאולוגיה, פוטנציאל הזיהום ממאגרי הפחם, האפר ודלק נוזלי, שימוש בחוף הים; רעש; ה" יבטים חזותיים ונספחים.

בנוסף ליחידות חברת החשמל השתתפו ו/או סייעו בהכנת התסקיר גם הגורמים הבאים: מחלקת המחקר של השירות המטאורולוגי, תה"ל, החברה לפיתוח תעשיות, המחלקה לאקוסטיקה של ה" טכניון, ומחוז לארץ: חברת היועצים סרג'נט אנד לנדי בארה"ב והמעבדה ההידראולית המרכזית בצרפת. כמו כן קבלנו סיוע גם ממשרדי החקלאות והפנים ומרשות שמורות הטבע.

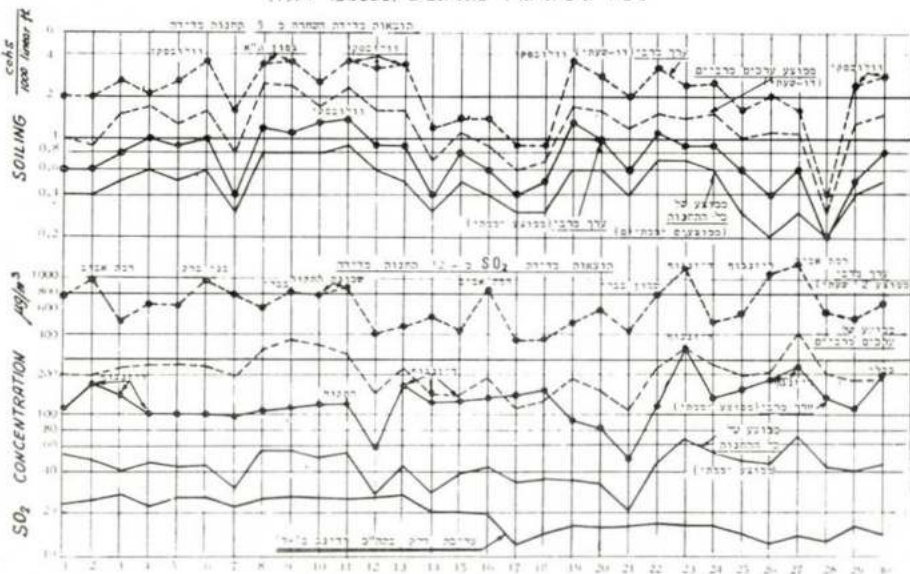
התסקיר הינו הראשון מסוגו והיקפו ה"ן בהקמת תחנת כח בישראל.

תחנת כח גרעינית

בוצעו סקרים בנושאי גאולוגיה, הידרולוגיה, מטא" רולוגיה, אקולוגיה ודמוגרפיה. ביצוע הסקרים נמשך וכן נמצא בהכנה "תסקיר השפעה על הסביבה" של תחנה"כ גרעינית — התסקיר מתייחס למספר אתרים אלטרנטיביים. הכנת התסקיר נערכת ב" הנחיית צוות בינמשרדי ל"בחינת ההשלכות ה" סביבתיות הצפויות מהקמת תחנות כח גרעיניות" אשר בראשו נציג השירות לשמירת איכות הסביבה.

ציור מס' 2

ניסור איכות אוויר בחל'אביב (ספטמבר 1974)



צילום דלקת אש

מידע על כנס הכבלים הבינלאומי

מלון מגדל דניאל הרצליה 20-21.9.1978

● הכנס מאורגן על ידי הסניף הישראלי של I.E.E. (The Institution of Electrical Engineers) ומערכת "התקע המצדיע" (עלון לחשמלאים בהוצאת חברת החשמל).

● הכנס מיועד לאנשי המקצוע בישראל שיש להם ענין בנושא הכבלים: מהנדסי חשמל; מהנדסים יועצים; מהנדסים משרד ממשלה (הבטחון, התקשורת, השכון, העבודה והרווחה, האנרגיה והתשתית); מהנדסים ממוסדות ומפעלים עתירי חשמל; מהנדסים ממפעלים העוסקים בייצור כבלים ואבזורים.

● המרצים בכנס הם מומחים בינלאומיים בעלי שם מאנגליה, גרמניה והולנד. להלן פירוט המרצים ונושאי הרצאות:

Mr. R.G. Anstee, Department of Energy, Britain —

הנסיון המעשי בכבלים למתח נמוך בבריטניה.

Mr. Wichmann V.E.W. Dortmund —

הנסיון המעשי בכבלים למתח נמוך בגרמניה.

Mr. A. Ross, Eastern Electricity Board, Britain —

שיטות הגנה, חיבורים וסופיות, השוואות עליות בהתייחס לכבלים במתח נמוך. פיתוחים חדשים בכבלים למתח גבוה. דיווח על דיוני ועידת סיגרה בנושא כבלים למתח עליון.

Dr. E. Reuter, Elektromark, Hagen, Germany —

השוואת סוגים שונים של כבלים למתח גבוה, מגמות בפיתוח, ההתקנה, החיבורים והאבזורים.

Mr. G.F.L. Dixon, Yorkshire Electricity Board, Britain —

שיטות לאיתור תקלות בכבלים.

Mr. Heinemann — Felten & Guilleaume - Kabelwerk —

השוואת התכונות החשמליות והמכניות של סוגי כבלים שונים למתח עליון וטכניקות ההתקנה.

Dr. R. Wimmershoff, A.E.G. Kabel, Muhlheim/Ruhr, Germany —

העמסתם התרמית של הכבלים ושיטות לקירור מאולץ.

Mr. J.A. Cieremans, NKF Kable B.V. Delft, Netherlands —

קו העברה ב"ק"ו 170 ק"ו, תיקוקעי:

ניתוח השוואתי (תמחיר, כושר ביצוע, אמינות) בין כבלי שמן בלחץ נמוך לבין כבלים עם גז בלחץ.

הרצאות האורחים תהיינה באנגלית.

בתיק המשתתף ייכללו תקצירים של ההרצאות מתורגמים לעברית,

● דברי פתיחה וברכות ישאו:

מר א. עמידה, המנהל הכללי של חברת החשמל לישראל בע"מ.

מר א. גוראל, הנציג הבינלאומי של I.E.E. בישראל.

● במסגרת הכנס תתקיים תערוכה בה יטלו חלק מפעלים מקומיים, וסוכנים ומשווקים של מפעלים מחו"ל העוסקים בייצור כבלים ואבזורים הקשורים בטכניקות הכבלים (חיבורים, הסתעפויות, התקני הגנה וכו').

● דמי ההשתתפות (כולל ארוחת צהרים ביום השני של הכנס וכיבוד קל ב"ד הימים) — 350 ל"י.

● הזמנות אישיות עם פרוט לוח הזמנים תשלחנה ע"י מערכת "התקע המצדיע" בסוף חודש אוגוסט.

● המעוניינים להכליל ברשימת המוזמנים מתבקשים לפנות אל משרד המערכת בתל-אביב.

בטלפון: 03*614343/124, 03*625963

בכתב: ח.ד. 25 תל-אביב.

איך הצלחתי להרוויח כסף מחברת-החשמל?

לא תאמינו - הצלחנו לחסוך כסף בעזרת עצות שנתנה לנו חברת החשמל בעצמה.

אנחנו מכוונים את התרמוסטט של מזגן האוויר כך שלא יקרר את האוויר בחדר מתחת ל-25 מעלות. אנחנו סוגרים היטב את החלונות - שאוויר הממוזל יצא החוצה. אם אנחנו יוצאים מן החדר ליותר מחצי שעה, אנחנו מפסיקים את המזגן.



בכל העצות הטובות האלה אנחנו משתמשים גם במקום העבודה שלנו. בעל המפעל שלי מצא שהוא יכול לחסוך אלפי לירות בשנה משכונות החשמל שלו. הוא גילה שהעובדים משאירים מנורות דולקות, ואינם מפסיקים מנגנו אוויר ומכשירים חשמליים, גם כשהם עוזבים את מקום העבודה. הוא מצא שחלק מן העיוד שלו מופעל בחוסר יעילות מבחינה חשמלית. בעת הזמין יועץ שיחבטן שיפורים לחיסכון בחשמל.



ותשמעו, לא האמנתי אבל כשהגיעו החשבון החשמל שלנו, גילינו שחשבנו הרבה חשמל והרבה כסף. גם אומרים לנו שחוסכון בחשמל חוסך למדינת דלק רב. אז בכלל יש לנו הרגשה טובה.

דרך אגב, חברת החשמל הוציאה דפרמות הסבר מסודרות על חיסכון בחשמל בתעשייה ובמכשירי החשמל הביתיים השונים. מי שרוצה לקבל אותם, בל תשלום, ישנה לחברת החשמל תר. 8810 חיס.

בשקינה מקרר חרש, ביררנו מה צריכת החשמל שלו. אנחנו לא משאירים את דלת המקרר פתוחה זמן רב שלא לצורך, ולא מכוניסים מזון חם לתוכו. ברקנו אם דלת המקרר נסגרת היטב: שמנו מסיט נייר על דופן הדלת, סגרנו אותה וניסונו למשוך את הנייר. אם הדלת סגורה היטב - קשה למשוך את הנייר. עשינו עוד דבר: כיוונו את התרמוסטט של המקרר למידת הקור הררשה לנו. ומעננו בכך קפיאת מזון בחוצאה מקור חזק מדי ועבודה מיותרת של מנוע המקרר.



אנחנו מפעילים את מכונת הכביסה כשהיא מלאה בכביסה, וחוסכים הפעלות מיותרות. אם הברנר אשפוי אנחנו משתמשים בתכניות כביסה שאינן זקוקות למים חמים מאר.



בחורף אנחנו מחממים את החדר בעזרת תנורים חשמליים. אבל אנחנו לא משאירים תנורים דולקים בחדרים שאין בהם אף אחד. יש לנו מד מעלות על הקיר, ואנחנו שמים לב שמידת החום בבית לא תעלה על 18-20 מעלות. את הרלחות והחלונות אנו סוגרים היטב - שהחום לא יברח החוצה.



כשאני קורא עיתון בערב, אני מכבה את האור בחדרים שאין בהם אף אחד. במטבח, בחדר השניה, באמבטיה, בשירותים, במרפסת, מספיקה לי מנורה לידו ומנורה נוספת לחאורה כללית בחדר.



חמיד כשאני רוצה לעזור לאשתי במטבח, היא שולחת אותי להירוק את הפח ולשפוך את הכלים. אבל הפעם אמרתי לה: כראי להפסיק את החשמל זמן קצר לפני סיום האפיה. כי התנור ממשיך לחמם לזמן מה גם לאחר שמתקיים את הזרם. גם אמרו לנו שאם התנור שולט חום החוצה בזמן האפיה, סימן שהבידוד שלו לקוי וכראי לתקן אותו. בידוד טוב מונע איבודי חום וחוסך חשמל.



אני אוהב להתרחץ במים חמים. ביקשתי מחשמלאי שינמיך את דרנת התרמוסטט של דוד החימום החשמלי ל-60 מעלות. מי צריך להתרחץ במים רוחיים דווקא? כעת יש די מים חמים לכל המשפחה. ואנו חוסכים חשמל רב.



מוגש נ"י חברת החשמל לישראל



השתמש בחשמל בתבונה