

# חימום תת-רצפתי חשמלי - הדגשים

בשנים האחרונות קיימת מגמה של שימוש בחימום תת-רצפתי בבנייה החדשה, ולכן חשוב להציף את הנושא לידיעת העוסקים בחשמל והלקוחות.

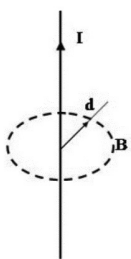
בהמשך למאמר "חימום תת-רצפתי של חדרים", שכתב המהנדס משה שפיגל והתפרסם בגיליון פברואר 2010 של המידעון "פאזה אחרת", ובעקבות קולות הנשמעים מהשטח בדבר התקינה הנדרשת למוצרי חימום תת-רצפתי חשמלי, נבחר במאמר זה מספר היבטים של החימום התת-רצפתי באמצעות גופי חימום חשמליים.

לדוגמא כמתואר באיור 2, ככלי החימום פרוסים במרפסת ובמדרגות למניעת היווצרות קרח. בין היתרונות הבולטים של היריעות הגמישות ניתן לציין, שהתקנת היריעות קלה יותר ומהירה יותר, עם מירווחים קבועים בין כבלי החימום, והספקים חשמליים ליחידת שטח מחומם שהם קבועים מראש. יתרה מכך, התקנת היריעות מתבצעת בקרבת הריצוף, כך שמובטח ניצול יעיל של אנרגיית החום בהשוואה לכבלי החימום המותקנים במפלס נמוך יותר, בגלל הטמפרטורה הגבוהה יותר, דבר הגורם להפסדי אנרגיה במסה של הרצפה.

## סוגיית השדה המגנטי

כמו כל מערכת חשמלית, מערכות חימום חשמלי תת-רצפתי יוצרות שדה מגנטי אליו עלולים בני אדם להיחשף לפרקי זמן ארוכים יחסית. עוצמתו של השדה המגנטי סביב מוליך חשמלי בודד תלויה בעוצמת הזרם ביחס הפוך ליניארי למרחק הרדיוס מהמוליך, כמתואר באיור 3.

### איור 3: שדה מגנטי של מוליך ישר



כל זרם חשמלי גורם לשדה מגנטי סביבו:

$$B = \frac{2I}{d}$$

B - עוצמת שדה מגנטי [mG]

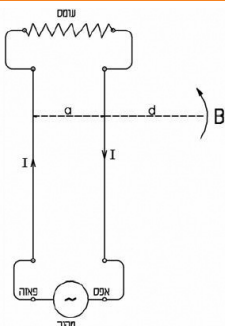
I - זרם במוליך ישר אינסופי [Amps]

d - מרחק ממרכז המוליך [m]

מקור: דו"ח איפוס יחיד במבנה - חברת החשמל

מנגד, כאשר מדובר בשני מוליכים מקבילים קרובים (או צמודים בתוך כבל), שבהם זרמים בעלי כיוונים מנוגדים (פאזה ואפס), קיים קיזוז הדדי של שדות מגנטיים שנוצרים על-ידי כל אחד מהמוליכים, כך שהשתנות השדה תלויה בעוצמת הזרם ובמרחק שבין המוליכים, וביחס הפוך למרחק מהמוליכים בריבוע, כמתואר באיור 4.

### איור 4: קיזוז הדדי של שדה מגנטי של שני מוליכים במעגל חד-מופעי



$$B = \frac{2Ia}{d(d+a)}$$

$$d \gg a \Rightarrow$$

$$B \approx \frac{2Ia}{d^2}$$

B - עוצמת שדה מגנטי [mG]

I - זרם במוליך ישר אינסופי [Amps]

d - מרחק ממרכז המוליכים [m]

a - מרחק בין המוליכים [m]

מקור: דו"ח איפוס יחיד במבנה - חברת החשמל

### איור 1: יריעות גמישות לחימום תת-רצפתי



מקור: archiproducts.com

## סקירת הטכנולוגיה

גופי החימום המשמשים מערכות חימום תת-רצפתי חשמלי הם למעשה חוטי התנגדות. הם יכולים להיות מסוככים, בודדים או כפולים. קיימות שתי צורות התקנה אופייניות למערכות אלו: פריסת חוטי התנגדות במבנה מסודר מוכן מראש (יריעות גמישות לחימום תת-רצפתי), כשהם ארוגים באריג, מושחלים/מוצמדים לרשת, או מודבקים בסרט (איור 1), או פריסת חוטי התנגדות באתר בצפיפות הדרושה (איור 2).

### איור 2: כבלי חימום תת-רצפתי בודדים



מקור: Ambient Electric Underfloor Heating: <http://www.ambient-elec.co.uk/shop/floor-heating-cable-kits>

השיטה השכיחה יותר בשוק לחימום תת-רצפתי חשמלי היא השימוש ביריעות גמישות. עם זאת, אין כל איסור להשתמש גם בשיטה השנייה שתוארה לעיל. השימוש בחוטי התנגדות בודדים (שלא ביריעות) שכיח יותר במיתקנים תעשייתיים לצורכי הפשרת קרח בדלתות של חדרי קירור, חימום צנרת וכדומה.

## תקן רשמי

תקן ישראלי שנקבע על-ידי מכון התקנים הישראלי הוא תקן וולונטרי. אולם, שר התעשייה המסחר והתעסוקה (כיום, שר הכלכלה) רשאי, לאחר התייעצות עם נציגי היצרנים והצרכנים, להכריז בהכרזה שפורסמה ברשומות על תקן מסוים, כולו או חלקו, כעל תקן ישראלי רשמי (מחייב), אם נוכח כי הדבר דרוש להשגת אחת המטרות הבאות:

- < שמירה על בריאות הציבור
- < שמירה על בטיחות הציבור
- < הגנה על איכות הסביבה
- < אספקת מידע, כאשר לא קיים מידע או מנגנון חלופי העשוי להקנות הגנה לצרכן
- < הבטחת תאימות או חליפיות של מוצרים
- < מניעת נזק כלכלי משמעותי העלול להיגרם לצרכן כתוצאה משימוש במערכות, בחומרים או במוצרים המשמשים לבנייה, הגלויים לעין, וכן מניעת נזק כלכלי העלול להיגרם לצרכן כתוצאה משימוש בחומרי בנייה שאינם גלויים לעין.

## חובת עמידה בדרישותיו של תקן רשמי

מוצר שהתקן אשר חל עליו הוכרז כתקן רשמי, אין לייצרו, למכרו, לייבאו או להשתמש בו לביצוע עבודה שהכללים הטכניים של התהליך שלה נקבעו כתקן רשמי, אלא אם כן התאימו המוצר או תהליך העבודה לדרישות התקן הרשמי. האחראי על מילוי הוראות תקן רשמי הוא הממונה על התקינה במשרד הכלכלה. הממונה רשאי, בכל עת המתקבלת על הדעת, לערוך ביקורת, ולבדוק האם ממולאות הוראות חוק התקנים. בעת עריכת ביקורת רשאי כל אדם שהוסמך לכך על-ידי הממונה על התקינה ליטול דוגמא מכל מצרך לשם בדיקה, וכן לתפוס ולעכב כל דבר שיש יסוד להניח שנעברה בו עבירה על הוראות חוק התקנים.

המהנדסים של הממונה על התקינה במשרד הכלכלה מנהלים חקירות בעקבות ביקורות יזומות או תלונות, ואם מתברר כי בוצעה עבירה על חוק התקנים, ננקטים הליכים משפטיים נגד בעלי עסקים, יבואנים או יצרנים.

למעשה, ככל שהמרחק בין שני המוליכים הולך וקטן, כך קטנה גם עוצמת השדה המגנטי. לכן, אם גופי החימום בנויים מזוג חוטי התנגדות סמוכים, השדה המגנטי של מוליך אחד מתקזז ברובו על-ידי השדה של המוליך הסמוך.

## תקינה

קיימים שני תקנים שימושיים עבור מערכות חימום תת-רצפתי חשמלי. התקן הראשון הוא IEC 60335-2-96 של הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה בנושא יריעות גמישות לחימום תת-רציפתי: Household and similar electrical appliances – Safety: Particular requirements for thin sheet flexible heating elements for room heating.

תקן זה לא אומץ בארץ, אך סידרת התקנים IEC 60335 אומצה בארץ כסידרת תקנים ישראליים ת"י 900. תקן האב הוא ת"י 900, חלק 1 – "בטיחות מכשירי חשמל ביתיים ומכשירים דומים: דרישות כלליות", וישנם גם תקני משנה. ת"י 900 חלק 1 מגדיר דרישות בטיחות כלליות לגבי מכשירים, ותקני המשנה שלו בסידרה, המסומנים כת"י 900 עם החלקים 2XX, מגדירים דרישות בטיחות מיוחדות לגבי סוגים שונים של מכשירים. למעשה, לא כל תקני המשנה של הסידרה הבינלאומית אומצו כתקנים ישראליים, אולם מכשירים אשר עליהם חל ת"י 900 חלק 1 חייבים לעמוד במקביל גם בתקן המשנה הרלבנטי (אף שאינו קיים בגירסה הישראלית), כנדרש בסעיף 4.201 בת"י 900 חלק 1, שבו נקבע: "מכשירים אשר לא קיים לגביהם תקן ישראלי מיוחד אך קיים לגביהם תקן בינלאומי ייבדקו בהתאם לדרישות התקן הבינלאומי ותקן זה".

משום כך, למרות שתקן IEC 60335-2-96 של הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה בנושא יריעות גמישות לחימום תת-רציפתי לא אומץ כתקן ישראלי, הרי שעל היריעות לחימום תת-רציפתי חל ת"י 900, ולכן הן חייבות לעמוד גם בדרישות תקן IEC 60335-2-96. בפשטות ניתן לומר, כי תקן IEC 60335-2-96 קיבל רשמיות מתוקף קשר זה.

התקן השני הוא התקן הישראלי, ת"י 60800, "כבלי חימום בעלי מתח נקוב 300/500 וולט לחימום ביתי ולמניעת היווצרות קרח". זהו אימוץ של התקן IEC 60800 של הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה לגבי כבלי חימום - Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation.

על אף שתקן זה אינו תקן רשמי, הרי שעל מערכת תת-רציפתי אשר מיושמת בשיטה זו לעמוד בדרישותיו, וזאת מתוקף הדרישה שמופיעה בתקנת משנה 3(ג) בתקנות החשמל "מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט", אשר קובעת: "ציוד חשמלי במעגל סופי יתאים לדרישות התקן".

## לתשומת לב העוסקים בתחום החשמל

### החלפת ת"י 1419 בת"י 61439 - לוחות מיתוג ובקרה למתח נמוך

ב-20.5.2013 הוכרז ברשומות שהתקן הישראלי החדש, ת"י 61439 - לוחות מיתוג ובקרה למתח נמוך, על כל חלקיו, יהיה תקן רשמי החל מ-20.7.2013, אולם עד 1.11.2014 ניתן עדיין להשתמש בתקן הישראלי הרשמי הקודם, ת"י 1419.

לפיכך, על כל העוסקים בתחום החשמל (מתכננים, יצרנים, קבלני חשמל, חשמלאים וכדומה) לפעול על מנת שלוח החשמל יתאים לדרישות התקן הרשמי.

במכרזים גדולים דורשים כבר היום שהלוחות יתאימו לדרישות ת"י 61439, שמערכת האיכות שלו תתאים ל-ISO 9001 (או לנוהל 007 של מכון התקנים), וכן שהיצרן יהיה בעל היתר ממכון התקנים הישראלי לסמן את לוחות החשמל בתו תקן.

מאמר מפורט בנושא שהכין משה שפיגל פורסם במידעון "פאזה אחרת" - פברואר 2013.