

חימום תת-ריצפתי של חדרים

מבוא

תחנות החום (או הקור) של אנשים תלויה במספר גורמים כגון: טמפרטורת החדר, קרינה (טמפרטורת קירות/תקרה/ריצפה, קרינת שמש, קרינת גוף חימום כלשהו), תנועת האוויר (רוח טבעית או מאולצת) ולחות האוויר. כשקיימת תחושה לא נוחה או בלתי-נסבלת של חום (או קור), מפעילים במידת האפשר אמצעי חימום (או קירור). רמת החיים של אנשים קובעת את רמת ההשקעה באמצעי הסקה (או קירור), ואת רמת ההסקה (או רמת הקירור), ובהתאם לכך נבחר סוג הלבוש ועוביו (בעבר לבשו בחורף לבוש עבה יותר ובקיץ דאגו לאיזור). הדבר תלוי גם באיכות המבנה (אטימת פתחים, בידוד תרמי של קירות, תקרות, רצפות, חלונות ועוד) ובאיזור האקלימי. במאמר זה, הדגש הוא על אמצעי חימום, ובמיוחד חימום תת-ריצפתי בתצורות שונות.

שיטות לייצור חום להסקת חדרים

קיימות מספר שיטות לייצור חום להסקת חדרים:

- שריפת דלקים בתנורים שונים (גז, נפט, סולר וכדומה) עם ארובה או ללא ארובה - בשיטה זו קיימים הפסדי חום, בעיקר עקב הצורך באיזור.
- העברת זרם חשמלי בגוף חימום (תנור קורן, מפזר חום, רדיאטור, קונוקטור, חימום תת-ריצפתי וכדומה) - שיטה זו נקיה, ובה כל האנרגיה החשמלית הופכת למעשה לחום ללא צורך באיזור ובאמצעים לאגירת הדלקים, וכמעט ללא צורך בתחזוקה.
- משאבת חום (מזגן) - זוהי השיטה היעילה ביותר לחימום: האנרגיה התרמית המופקת גדולה מהאנרגיה החשמלית המושקעת. קיימים סוגי משאבות חום

שיטות לחימום תת-ריצפתי

חימום תת-ריצפתי יכול להתבצע במספר שיטות:

- חימום תת-ריצפתי באמצעות גופי חימום חשמליים המותקנים מתחת לריצפה - זוהי השיטה הנפוצה ביותר. אופן חיבורם יידון במפורט בהמשך המאמר.
- צינורות מים חמים המותקנים מתחת לריצפה - חימום המים (או נוזל אחר) יכול להיות בתנור דלקי, חשמלי או בעזרת משאבת חום. קיימות שיטות נוספות שאינן נפוצות, ובהן:
- אריחים קרמיים המוזנים במתח נמוך מאוד המהווים את הריצפה.
- יריעות התנגדות פלסטיות המותקנות מתחת לריצפה.

תפוצת חימום תת-ריצפתי

את ההתקנות הראשונות של חימום תת-ריצפתי באמצעות גופי חימום חשמליים בארץ החלה לבצע חברה אחת לפני כ-40 שנה. כיום מספר חברות עוסקות בתחום זה, וצורת חימום זו מתחילה לחדור לאזורי יוקרה ולאזורים מבוססים. ההתקנות מתבצעות בזמן הבנייה לפני שלב הריצוף, או בעת שיפוץ הכולל שינוי בריצוף. לא תמיד מתבצעת התקנת חימום תת-ריצפתי בכל הדירה. ניתן להחליט על התקנת החימום התת-ריצפתי בחלק מהחדרים: לדוגמה, בחדרי אמבטיה ושירותים.

מערכות חימום תת-ריצפתי מיושמות בארצות קרות גם לשימושים נוספים כמו: הפשרת שלג על גגות, הפשרת מרזבים, הפשרת דרכים וכן לשימושים חקלאיים שונים.

אגירת חום בריצוף

יש לדעת, כי צריך להמתין יותר משעה עד שהריצפה עצמה

מתחממת והחום מתחיל להיפלט לחדר. ומנגד, היות שהחום נאגר בתוך הריצפה, ניתן לכבות את המערכת יותר משעה לפני המועד הרצוי לכיבוי החימום, והחום האגור ימשיך להיפלט לחדר. בארצות קרות יש המפעילים חימום תת-ריצפתי ברציפות במשך החורף, ללא הפסקה.



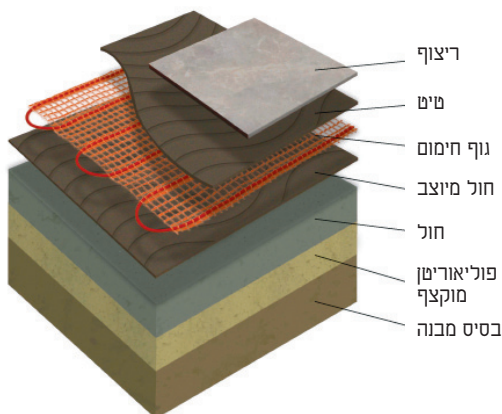
שונים, הן לחימום אוויר והן לחימום מים. קיימות משאבות חום היכולות לחמם גם כשהטמפרטורה החיצונית נמוכה מאוד. יצוין שהספק אמצעי החימום החשמליים למיניהם מוגבל בהתאם לגודל הציבור החשמלי לדירה. במידת הצורך ניתן להזמין בחברת החשמל הגדלת חיבור.

לחימום חשמלי של חדרים יש יתרונות רבים בהשוואה לחימום דלקי. לדוגמה: ידידותיות לסביבה, אין ריחות דלק ושריפה, אין עשן, בטיחות, חיסכון בשטח לחדר הסקה, למיכל דלק ועוד, אין צורך לטפל תקופתית במבערים ובארובות ועוד.

תכנון מודע אנרגיה של בניינים

בכל צורות חימום חדרים חשוב להקפיד על תכנון מודע אנרגיה של בניינים. הכוונה לתכנון מושכל של בניין המיועד ליצור את מירב הנוחות לדיירים, תוך שימוש מזערי באנרגיה. בין האמצעים אשר עשויים לסייע להשגת מטרה זו - בידוד תרמי של המבנה מהסביבה שלו, איטום פתחים, ניצול קרינת השמש לחימום בחורף ולתאורה טבעית ועוד. יש לציין שמתחת למערכת החימום התת-ריצפתי מתקנים שכבת בידוד תרמי כדי למנוע בריחת חום לקומה הנמצאת מתחת לריצפה המחוממת.

דוגמא לצורת התקנה של מערכת חימום תת-ריצפתי



"מכשיר קבוע - מכשיר חשמלי מחובר למבנה". (מערכת חימום תת-ריצפתי נחשבת מכשיר קבוע).
"מפסק - אבזר לניתוק או לחיבור של מעגל תחת עומס כולל לחץ (לחצן)".

תקנה 31 - התקנת מפסק למכשיר קבוע או ניח:

- (א) "למכשיר חשמלי קבוע או ניח יותקן מפסק קבוע אשר יתאים לזרם הנקוב של המכשיר".
(ב) "המפסק יהיה נפרד מהמכשיר ויותקן בטווח ראייה ממנו, אלא אם כן המפסק ניתן לנעילה במצב מופסק".
(ג) "המפסק יהיה דו קוטבי למכשיר חד מופעי, ובעל שלושה או ארבעה קטבים למכשיר תלת מופעי".

התקנת מוליכים

תקנה 57 - שיעורי התנגדות בידוד המוליכים במיתקן מתח נמוך:

- (א) "שיעור התנגדות הבידוד שבין שני מוליכים במעגל חשמלי אחד במתח נמוך שמתחו לאדמה אינו עולה על 250 וולט, ובין מוליך המעגל לבין גוף מוארק לא יפחת מהנתונים הבאים לפי סוג הבדיקה:
- מ-1.5 מגאום, כאשר הבדיקה היא בדיקת הפעלה;
 - מ-0.25 מגאום, כאשר הבדיקה היא תקופתית;
 - שיעור התנגדות הבידוד בין המוליכים הכלולים במכשיר יהיה בהתאם לתקן של המכשיר האמור.
- (ב) בדיקת שיעורי ההתנגדות של הבידוד תיעשה במכשיר מדידה שמתחו הנומינלי אינו עולה על 500 וולט בזרם ישר".

התקנת מובלים

תקנה 6 - הגנה בפני חום:

- (א) "מובל יהיה מחומר העמיד בטמפרטורה האופפת של הסביבה שבה הוא מותקן ומוגן מפני חום הנגרם כתוצאה ממעבר זרם במוליכים המותקנים בתוכו.
(ב) מובל שמותקן בקרבת מקור חום, תותקן ביניהם הגנה תרמית יעילה, כך שתימנע עליית טמפרטורה של המובל והמוליך שבתוכו מעל למותר"
(לעניין זה, שכבת הבידוד התרמי המותקנת מתחת למערכת חימום תת-ריצפתי מהווה הגנה תרמית מתאימה על מקור החום, וניתן להניח מתחתיה מובל).

פסיקות ועדת הפירושים

בפסיקה 77-08 של ועדת הפירושים מפברואר 2010 נקבע:

1. מגען דו/ארבע-קוטבי המופעל על ידי תרמוסטט הממתג מכשיר קבוע (לדוגמה - מיתקן לחימום תת-ריצפתי) אינו תואם את הדרשה המופיעה בתקנה 31 בתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט), המחייבת "התקנת מפסק למכשיר קבוע או ניח".
2. מא"ז דו/ארבע-קוטבי בעל אמצעי לנעילה במצב מופסק, המותקן בלוח החשמל, עונה על הנדרש בתקנה 31.
3. במיתקן חימום תת-ריצפתי המוזן באמצעות מספר מא"זים שכל אחד מהם ממתג חלק מהמיתקן, מא"ז ראשי דו/ארבע-קוטבי לכל מיתקן החימום התת-ריצפתי בעל אמצעי נעילה עונה על הנדרש בתקנה 31.

אמות-המידה - חיבור מנועים ומכשירים חשמליים

באמות-המידה שפרסמה הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל נקבע בתקנה 41, סעיף ד (חיבור מנועים ומכשירים חשמליים), סעיף (1), כדלקמן:
"ביקש צרכן לחבר לרשת החשמל מנוע בעל הספק נומינלי העולה על

גופי החימום מותקנים מתחת לריצוף, בתוך שכבת חול. מתחת לשכבת החול ומעל לריצפת הבטון (תקרת הקומה הקודמת) ישנה שכבת בידוד (כגון: פוליארטן מוקפץ או לוחות פוליסטירן), המונעת זליגת חום כלפי מטה. ככל ששכבת החול מעל גופי החימום עבה יותר, כמות החום הנאגרת בתוך הריצפה גדולה יותר.

בקרת הטמפרטורה של חדר

בקרת הטמפרטורה אפשרית לכל חדר בנפרד, והיא מתבצעת בעזרת בקר טמפרטורה (הכולל תרמוסטט) אשר מותקן בחדר על הקיר, ובו נמצא חישן המודד את טמפרטורת האוויר, או בעזרת חישן תת-ריצפתי המודד את טמפרטורת הריצפה, או בשילוב של שני החישנים. חישן המודד את טמפרטורת האוויר יושפע עקב רוח מחלון פתוח. בדרך כלל מחממים את הריצפה לטמפרטורות של 24-28 מעלות צלסיוס. בנוסף לבקרי הטמפרטורה המופעלים ידנית קיימים גם בקרי טמפרטורה הכוללים אפשרות לתיכנות מראש של זמני הפעלה וההפסקה ישירות על יחידת בקר הטמפרטורה. ביחידות מתקדמות אפשר לבצע את התיכנות גם מרחוק, למשל באמצעות מחשב, טלפון או שלט-רחוק.

יתרונות החימום התת-ריצפתי

חימום תת-ריצפתי הוא אחיד, נעים ושקט, וכולל בקרה נפרדת ומדויקת של הטמפרטורה בכל חדר. המערכת קומפקטית, נסתרת ובטיחותית, ואינה מצריכה תחזוקה. הבידוד התרמי של המבנה משתפר עקב בידוד נוסף המותקן מתחת לגופי החימום בריצפה. יש בו יתרון בכך שגם סמוך לריצפה תחושת החום נעימה, וזאת באמצעות קרינת חום תת-אדומה (אינפרא-אדום) נעימה מהריצפה, בניגוד לאמצעי חימום רבים אשר גורמים לכך שהאוויר החם מצטבר בגובה, וגרמת תחושת קרירות יחסית ברגליים.

יש לציין שחימום תת-ריצפתי מצריך השקעה ראשונית גבוהה בהשוואה לתנורי חימום מיטלטלים, והוא שימושי רק בחורף (בניגוד למזגן השימושי גם בחורף וגם בקיץ).

חימום תת-ריצפתי באמצעות גופי חימום חשמליים

במאמר זה אתרכז בחימום באמצעות גופי חימום חשמליים המותקנים מתחת לריצפה. ההספק המקובל של גופי החימום המותקנים מתחת לריצפה הוא 140-200 וואט למ"ר. לא כל השטח מנוצל, כיוון שאין מתקינים את גופי החימום מתחת למקום המיועד לארון או למיטה. האנרגיה התרמית המופקת בחדר מסוים תלויה בהספק הכולל של גופי החימום שמתחת לריצפת החדר ובמשך פעולת המערכת בחדר זה. הטמפרטורה נקבעת באמצעות בקר טמפרטורה המנותק את הזינה לגופי החימום כאשר הטמפרטורה עולה מעל הסף הנקבע, ומחבר חזרה את הזינה כאשר הטמפרטורה נמוכה במידת מה מהסף הנקבע. גופי החימום המתוארים בהמשך הם חוטי התנגדות, והם יכולים להיות מסוככים, בודדים או כפולים. קיימות צורות שונות של התקנת חוטי התנגדות: פרישת חוטי התנגדות באתר בצפיפות הדרושה, וכן פרישת חוטי התנגדות במבנה מסודר מוכן לפרישה מראש כשהם ארוגים באריג, מושחלים/מוצמדים לרשת, מודבקים בסרטי אלומיניום וכו'. מכיוון שמערכות חימום תת רצפתי יוצרות שדה מגנטי אליו בני אדם עלולים להיחשף לפרקי זמן ארוכים יחסית, גופי החימום בנויים בדרך כלל מזוג חוטי התנגדות סמוכים שהזרמים בהם זורמים בכיוונים מנוגדים כך שהשדה המגנטי של מוליך אחד מתקזז ברובו ע"י השדה של המוליך הסמוך. הפחתה נוספת של השדה מושגת ע"י חלק מהיצרנים באמצעות סיכוך של גופי החימום שאותו מאריקים.

תקנות חשמל הנוגעות לחימום תת-ריצפתי

להלן מספר תקנות חשמל הנוגעות לחימום תת-ריצפתי:

מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט

תקנה 1 - הגדרות:

"מכשיר - ציוד חשמלי המיועד להמרה במתכוון של אנרגיה חשמלית באנרגיה אחרת או באנרגיה מסוג אחר".

במוליך נחושת בחתך של 2.5 מ"מ², שבידודו עומד ב-90 מעלות, המוגן על-ידי מבטח בעל זרם נומינלי של 20 אמפר.

גודל החיבור

בדירה בעלת חיבור של 25X3 אמפר, אם משתמשים במבטח בעל זרם נומינלי של 25 אמפר לחימום התת-ריצפתי, לא ניתן להשתמש בפאזה זו לשימושים נוספים, וכמו כן אין אפשרות להפעיל מכשירים תלת-מופעיים. בדירות גדולות ובווילות שבהן מותקן חימום תת-ריצפתי, גודל החיבור לרוב הוא 40X3 אמפר ואף יותר מכך. בהמשך מוצגות שתי דוגמאות לחישוב ההספק וקביעת אופן ההזנה של מיתקן חימום תת-ריצפתי.

מפסק הכולל נורת סימון

בדומה למפסק עבור דוד לחימום מים, יש להזין כל מעגל חימום תת-ריצפתי באמצעות מפסק הכולל נורת סימון (או תצוגה אחרת) המעידה על קיום מתח במעגל אחרי המפסק. במרבית המקרים המפסק משולב בתרמוסטט, והוא ממתג את מעגל החימום ישירות או באמצעות מגען.

חיבור המעגל הסופי אל מוליכי מערכת חימום תת-ריצפתי

חיבור המעגל הסופי אל מוליכי מערכת חימום תת-ריצפתי יהיה בתוך תיבה עם מכסה גלוי או חשיף. תיבה זו יכולה להיות תיבת עומק מתחת לתרמוסטט.

דוגמאות לחישוב הספק וקביעת אופן ההזנה של מיתקן חימום תת-ריצפתי

דוגמא 1:

בסלון ששטחו 40 מ"מ² מותקן חימום תת-ריצפתי בעל הספק סגולי של 150 ואט למ"ר.

- חישוב ההספק (בקילוואט): $P = 40 \times 0.15 = 6 \text{ kW}$
- המעגל המזין יהיה תלת-מופעני ובלבדי, 2 קו"ט למופע.
- המעגל יוגן על ידי מא"ז 10x3 אמפר.

דוגמא 2:

סלון ששטחו 25 מ"מ², אשר ב-95% משטחו מותקן חימום תת-ריצפתי בעל הספק סגולי של 160 ואט למ"ר.

- חישוב ההספק: $P = 25 \times 95\% \times 0.16 = 3.8 \text{ kW}$

- אפשרות ראשונה:
 - המעגל המזין יהיה חד-מופעני ובלבדי.
 - מוליכי המעגל יהיו מנחושת בקוטר 2.5 מ"מ בעלי בידוד העומד ב-90 מעלות.
 - המעגל יוגן על-ידי מא"ז 20 אמפר.
- אפשרות שנייה:
 - גופי החימום יחולקו לשניים וכל חלק יזון על-ידי מעגל חד-מופעני ובלבדי.
 - מוליכי כל מעגל יהיו מנחושת בקוטר 1.5 מ"מ לפחות.
 - כל מעגל יוגן על-ידי מא"ז 10 אמפר.



דוגמא לבקר טמפרטורה (תרמוסטט)

פתרונות אפשריים ליישום דרישות תקנה 31 בכל מעגל חימום:

בהתאם לטמפרטורה האופפת בחדר, יחבר או ינתק התרמוסטט המקומי את מערכת החימום באותו חדר. על פי תקנה 31 לתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט), למערכת חימום תת-ריצפתי, שהיא מכשיר קבוע, ניתוק המעגל מחייב ניתוק של המופע וגם של האפס.

3.5 כ"ס או מכשיר אחר בעל הספק נומינלי העולה על 5.75 קילוואט, יחובר המיתקן לרשת על-ידי ספק השירות החיוני באספקה תלת-פאזית."

יש לציין כי ברביזיה לתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1,000 וולט) אמורה להתפרסם תקנה המחייבת התקנת מעגל סופי בלבדי לכל מכשיר חד-מופעני קבוע או נייד, בעל הספק מבוא העולה על 2 קילוואט.

תקינה

גופי החימום חייבים להיות תקניים. קיימים שני תקנים שימושיים עבור גופי חימום תת-ריצפתיים:

- תקן אירופאי IEC 60335-2-96 בנושא יריעות גמישות לחימום תת-ריצפתי:**
Household and similar electrical appliances - Safety: Particular requirements for thin sheet flexible heating elements for room heating
- ת"י 60800, "כבלי חימום בעלי מתח נקוב 300/500 וולט לחימום ביתי ולמניעת היווצרות קרח".** זהו אימוץ של תקן אירופאי IEC 60800 לגבי כבלי חימום:
Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation

הגנת מערכת חימום תת-ריצפתי בפני הישמול

יש להגן על מערכת חימום תת-ריצפתי בפני הישמול באמצעות אחד מאמצעי ההגנה הבאים:

- מפסק מגן בלעדי הפועל בזרם דלף העולה על 0.030 אמפר;
- הפרד מגן באמצעות שגאי מבדל;
- מתח נמוך מאוד.

מפסק מגן בלעדי למערכת מיועד לכך שתקלה במעגל חימום בודד תגרום לניתוק מפסק המגן הבלעדי, ולא תגרום לניתוק אספקת החשמל בכל הבית באמצעות מפסק מגן ראשי. אם המערכת מוגנת באמצעות מפסק מגן, התקן האירופאי IEC 60335-2-96 שהוזכר לעיל מחייב להתקין מעל מערכת החימום מתחת לריצוף רשת מגן מתכתית מוארקת, ממוליכים בקוטר 1 מ"מ לפחות, בעלת צפיפות מזערית של 50X50 מ"מ. אין צורך ברשת מגן כאמור כאשר מערכת החימום היא בעלת סיכור מובנה מוארק.

הפתרונות (2) ו-(3) אינם נפוצים.

הזנת מעגל חימום תת-ריצפתי

שטח החתך של מוליכי ההזנה

בהתאם לתקנות החשמל (העמסה והגנה של מוליכים מבודדים וכבלים במתח עד 1,000 וולט), מעגל סופי בעל מוליכים מנחושת בקוטר 2.5 מ"מ המותקן בתוך צינור או תעלה סגורה, יוגן על ידי מבטח בעל זרם נומינלי של:

- 16 אמפר - למוליך עם בידוד העומד ב-70 מעלות (מתאים לגוף חימום עד 3,680 ואט).
- 20 אמפר - למוליך עם בידוד העומד ב-90 מעלות (מתאים לגוף חימום עד 4,600 ואט).
- מעגל סופי בעל מוליכים מנחושת בקוטר 4 מ"מ המותקן בתוך צינור או תעלה סגורה יוגן על-ידי מבטח בעל זרם נומינלי של:
- 20 אמפר - למוליך עם בידוד העומד ב-70 מעלות (מתאים לגוף חימום עד 4,600 ואט).
- 25 אמפר - למוליך עם בידוד העומד ב-90 מעלות (מתאים לגוף חימום עד 5,750 ואט).

לכן, ניתן עקרונית להזין גוף חימום שהספקו עד 5,750 ואט (בהתאם לאמות-המידה) באמצעות מוליך נחושת בחתך של 4 מ"מ² שבידודו עומד ב-90 מעלות. מעשית, כיוון שמוליך בחתך של 4 מ"מ² ומעלה קשה להשחלה, לגוף חימום שהספקו עד 4,600 ואט עדיף להשתמש

נקודות חשובות לחשמלאי לקראת בדיקת מערכת חימום תת-ריצפתית

לקראת בדיקת מיתקני חשמל בהם מותקנת מערכת חימום תת-ריצפתית על החשמלאי להקפיד על הנקודות שלהלן:

- התקנת מערכת חימום תת-ריצפתית צריכה להתבצע על ידי חשמלאי בעל רישון מתאים, המורשה/מוסמך לביצוע התקנות מסוג זה על ידי יצרן המערכת.
- החשמלאי שהתקין את מערכת החימום התת-ריצפתית יחתום על הצהרה כי הוא התקין את המערכת בהתאם לתוכניות ולמיפרט הטכני של היצרן, ושבידיקת הבידוד של המערכת נמצאה תקינה.
- במעגל הזינה של כל יחידת חימום תת-ריצפתית חד/תלת-מופעית יותקן מפסק דו/ארבע-קוטבי הנמצא בקשר עין עם החדר. יחד עם זאת, בהתאם לפסיקה של ועדת הפירושים, ניתן להתקין בלוח מא"ז דו/ארבע-קוטבי הניתן לנעילה במצב מופסק במקום מפסק דו/ארבע-קוטבי כאמור. אפשרות נוספת היא להתקין מא"ז ראשי בלעדי דו/ארבע-קוטבי עם אפשרות לנעילה ומא"זים חד/תלת-קוטביים במקום מא"זים דו/ארבע-קוטביים הניתנים לנעילה במצב מופסק (כדוגמא, ראו להלן 6 איורים לחיבור מעגלי חימום תת-ריצפתיים).

בסוגים רבים של תרמוסטטים יש ניתוק חד-קוטבי בלבד. לתרמוסטטים אלו יש למצוא פתרון לביצוע ניתוק דו-קוטבי או ארבע-קוטבי של מעגלי החימום. קיימים גם תרמוסטטים בהם יש ניתוק דו-קוטבי המתאים כמפסק דו-קוטבי למערכת חימום תת-ריצפתית חד-מופעית.

כאשר התרמוסטט מיועד להפעיל מספר מעגלי חימום באותו מרחב, או כאשר המפסק שבתרמוסטט אינו מתאים לזרם של מעגל החימום, ישמש מפסק זה להפעלת מגענים בלוח.

לאור שני הסעיפים הראשונים בפסיקה 08-77 של ועדת הפירושים, כאשר משתמשים במגען דו/ארבע-קוטבי המופעל על ידי תרמוסטט אשר ממתג מעגל חימום תת-ריצפתי, יש להתקין מא"ז דו/ארבע-קוטבי בעל אמצעי לנעילה במצב מופסק, המותקן בלוח החשמל כמפסק למכשיר קבוע, כנדרש בתקנה 31.

מכיוון שניתוק האפס של מעגל חימום תת-ריצפתי מתבצע במא"ז דו/ארבע-קוטבי כאמור לעיל, ניתן להסתפק במגען חד/תלת-קוטבי.

לאור פסיקה 08-77 של ועדת הפירושים, כאשר משתמשים במא"זים דו/ארבע-קוטביים ללא אמצעי לנעילה במצב מופסק, המותקנים בלוח החשמל, ניתן להשתמש באותו הלוח במא"ז ראשי דו/ארבע-קוטבי לכל מיתקן החימום התת-ריצפתי בעל אמצעי נעילה (עונה לנדרש בתקנה

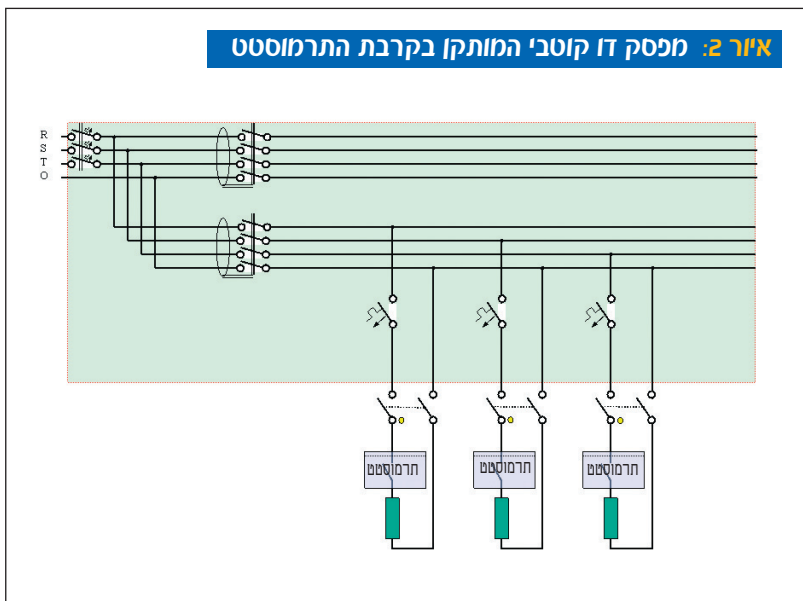
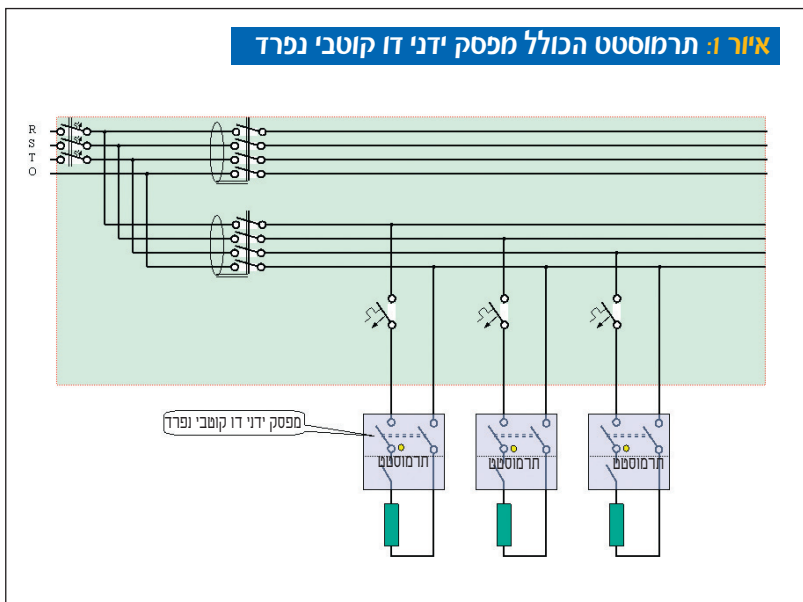
31). על המתכנן להביא בחשבון שבעת תחזוקה של אחד מהתקני החימום יש לנעול את המפסק הראשי הבלעדי, ומערכת החימום בכל הדירה מושבתת עד לניתוק ההתקן שיתוחזק.

להלן מספר פתרונות אפשריים המאפשרים ליישם את דרישותיה של תקנה 31 בכל מעגל חימום תת-ריצפתי. חלקם מסתמך על פסיקות של ועדת הפירושים:

- **תרמוסטט הכולל מפסק דו-קוטבי נפרד - ביחידת התרמוסטט מותקן מפסק ידני דו-קוטבי נפרד** בטור תרמוסטט המתנתק אוטומטית בתלות בטמפרטורת החדר/הריצפה. קיימים תרמוסטטים כאלה אך הם אינם נפוצים (ראו איור 1).

הפתרונות הבאים מתאימים כאשר התרמוסטט הוא חד-קוטבי:

- **מפסק דו-קוטבי המותקן בקרבת התרמוסטט** - זהו פתרון פשוט ליישום (ראו איור 2).
- **מא"ז דו-קוטבי הניתן לנעילה במצב מופסק** - מא"ז כזה המותקן בלוח עונה על דרישת סעיף 2 של הפירוש הנ"ל (ראו איור 3).
- **מגען (קונטקטור) חד-קוטבי או תלת-קוטבי ומא"ז דו-קוטבי או ארבע-קוטבי הניתן לנעילה במצב מופסק** - בהתאם לסעיף 2 של הפירוש הנ"ל. אפילו אם המגען הוא דו-קוטבי או ארבע-קוטבי, גם המא"ז צריך להיות דו-קוטבי או ארבע-קוטבי, ולכן ניתן להסתפק במגען חד-קוטבי או תלת-קוטבי (ראו איור 4).
- **מפסק ראשי בלעדי דו-קוטבי או ארבע-קוטבי הניתן לנעילה במצב מופסק, מא"זים דו/ארבע-קוטביים (במקום מא"ז עם אפשרות לנעילה בכל מעגל חימום)** - תצורה זו מותרת בהתאם לסעיף 3 של הפירוש הנ"ל, וזאת רק כאשר המאז"ים והמא"ז הראשי הבלעדי של השדה נמצאים על אותו הלוח (ראו איור 5).
- **מפסק ראשי בלעדי דו-קוטבי או ארבע-קוטבי הניתן לנעילה במצב מופסק, מא"זים חד/תלת-קוטביים (במקום מא"ז דו-קוטבי או ארבע-קוטבי עם אפשרות לנעילה בכל מעגל חימום)** - תצורה זו מותרת בהתאם לסעיף 3 של הפירוש הנ"ל, וזאת רק כאשר המאז"ים והמא"ז הראשי הבלעדי של השדה נמצאים על אותו הלוח (ראו איור 6).



- מסמכי הבדיקה שיציג החשמלאי בפני בודק המיתקנים הם:
 - < הצהרה של החשמלאי המבצע כפי שפורט לעיל.
 - < אישורי התאמה של המערכת לתקן רלבנטי (יריעות חימום גמישות - IEC 60335-2-96, או כבלי חימום - ת"י 60800 המאמץ את התקן הבינלאומי IEC 60800).
 - < תרשים חשמלי חד-קווי של אופן ההתחברות של המערכת ללוח החשמל, כולל ציון אמצעי ההגנה בפני חימום המיושם להגנת המערכת, הספקים של כל מעגלי החימום, סוג מעגלי החימום - תלת-מופעי או חד-מופעי, גודל וסוג המ"זים המגינים על המעגלים, גודל החיבור הנדרש להפעלת המערכת בתפוקה מלאה, הספק המחושב למ"ר וכו'.

