

מדריך להקטנת שדות מגנטיים בבתי ספר

המלצות חברת החשמל להפחתת חשיפת תלמידים לשדות מגנטיים

כחלק ממדיניות חברת החשמל המכאונת לצמצום חשיפתו של הציבור לשדות מגנטיים, הציעה החברה להכין מדריך אשר יכלול המלצות לתכנון מיתקני חשמל חדשים ולטיפול במיתקני חשמל קיימים בבתי ספר. מטרת ההמלצות היא הקטנת עוצמת שדות מגנטיים באמצעות ביצוע פעולות בהתאם לעקרון הזהירות (כלומר, הפחתת השדות באמצעים טכניים מקובלים ובעלות נמוכה). מאמר זה מציג את עיקר ההמלצות המוצגות במדריך.

תלמידים לשדות מגנטיים.
מיקום לפי סדר עדיפויות מס' 3 ו-4 יבחר רק באין כל אפשרות למיקום
לפי סדרי עדיפויות מס' 1 ו-2.

איור 1: סדר העדיפויות היורד לבחירת סוג התחט"פ



הנחיות כלליות לתכנון תחט"פ חדש:

- אין להקים תחנה הממוקמת גם מתחת לכיתת לימוד וגם מעל כיתת לימוד.
- גובה חדר שנאים יהיה לא פחות מ-2.5 מ' בתחט"פ עד 24 ק"ו ו-2.95 מ' בתחט"פ 33 ק"ו.
- בתחט"פ פרטית מומלץ לדאוג שהמרחק בין שנאי לבין לוח מתח נמוך לא יעלה על 0.5 מטר.
- כאשר תחט"פ משולבת בתוך בניין או צמודה אליו, מומלץ כהימנעות נבונה לפעול כדלקמן:
- פיצול התחט"פ על-ידי התקנת לוח מ"נ מחוץ למבנה, בפילר

בשנת 2008, בהתאם לפנייה של משרד החינוך, ערכה חברת החשמל סקר שמטרתה בדיקת מיתקני החשמל בתחומם של מספר בתי ספר ואיפיון של שדות מגנטיים מאותם מיתקני חשמל (מדובר במיתקנים השייכים לבתי הספר ולא במיתקנים המהווים חלק מרשת החשמל). ממצאי הסקר העלו, כי בחלק מהמקומות שוררים שדות מגנטיים בגובה של עד כ-100 מיליגאוס על פני קיר בכיתה, ועד כ-20 מיליגאוס על שולחן תלמיד.

המדריך שבהמשך יכלול המלצות שמטרתן הקטנת עוצמת שדות מגנטיים בעלות סבירה.

אספקת החשמל לבית הספר

מסמך זה מתמקד בשני סוגי מיתקנים:

- חדר שנאים פנימי (תחט"פ) ותחנת השנאה זעירה (תט"ז);
- ארונות חשמל.

להלן המלצות לתכנון הרכיבים השונים המשמשים לאספקת החשמל לבית הספר בהיבט השדות המגנטיים.

הקמת תחט"פ ותט"ז

כל מיתקני השנאה החשמל לבית הספר יתוכננו ויוקמו בהתאם לנדרש בהיתרי הסוג שהתקבלו בחברת החשמל מהמשרד להגנת הסביבה, כדרישות מינימום (כל היתרי הקרינה הקיימים מופיעים באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה). מומלץ, כי במקרה של שיפוץ יסודי בבית הספר תיבחן אפשרות מיקום מחדש של תחנת ההשנאה, אם זו מממקמת בצמידות לכיתות לימוד.

בידי חברת החשמל קיימים היתרי סוג שהתקבלו מהמשרד להגנת הסביבה ואשר עניינם הקמה והפעלה של תחט"פ:

- היתר מס' 31 - תחנת השנאה זעירה.
- היתר מס' 35 - תחנת השנאה זעירה המותקנת במרחק של פחות מ-3 מטרים ממבנה.
- היתר מס' 23 - ביתן שנאים נפרד (הביתנים הם מבנים עצמאיים סטנדרטיים, בבניה קונבנציונלית או טרומית).
- היתר מס' 33 - חדר שנאים במבנה מאוכלס.
- היתר מס' 63 - חדר שנאים במבנה מאוכלס בחדר צמוד לחדר מגורים.
- היתר מס' 43 - חדר שנאים צמוד למבנה מאוכלס.
- היתר מס' 04 - חדר שנאים תת-קרקעי.
- היתר מס' 85 - תחנת טרנספורמציה פנימית במבנה מאוכלס הכוללת 1-3 שנאים יבשים בעלי הספק עד 1000 kVA.

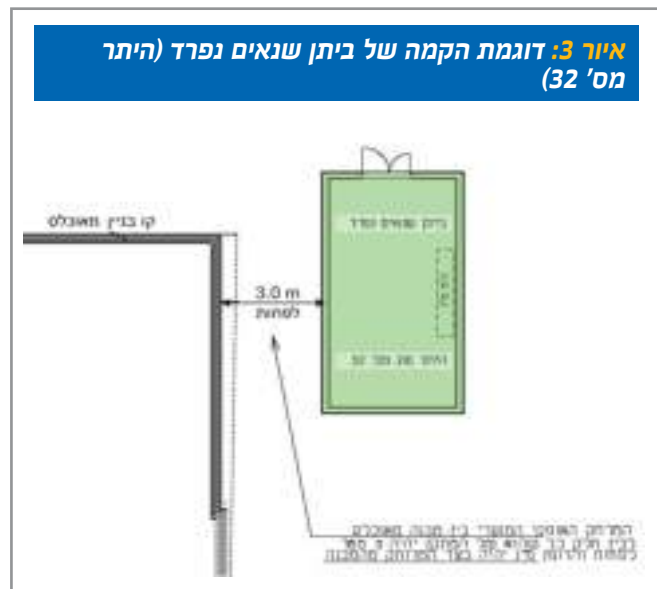
מומלץ, כי בראשית הליך התכנון יבחרו יועץ החשמל ואדריכל הפרויקט את סוג התחט"פ לפי סדר העדיפויות כדלקמן (ראו איור 1):

1. ביתן נפרד מחוץ למבנה (היתר סוג מס' 32);
2. תחט"פ חדר תת-קרקעי (היתר סוג מס' 40);
3. בצמוד למבנה מאוכלס (היתר סוג מס' 34);
4. במבנה מאוכלס לא צמוד לחדר מאוכלס (היתר סוג מס' 33).

סדר העדיפויות נקבע כך שתוקטן ככל האפשר חשיפה ממושכת של

עדיפות ראשונה - ביתן שנאים נפרד (היתר מס' 32)
בהתאם להיתר מס' 32, המרחק האופקי המזערי בין מבנה מאוכלס לבין חלק כלשהו של המיתקן יהיה 3.0 מטרים לפחות, והקיר עליו מותקן לוח מתח נמוך יהיה בצד המרוחק מבניין (ראו איור 3). יש להגדיל מרחק זה ככל הניתן, אך לא מעבר ל-8.0 מטרים.

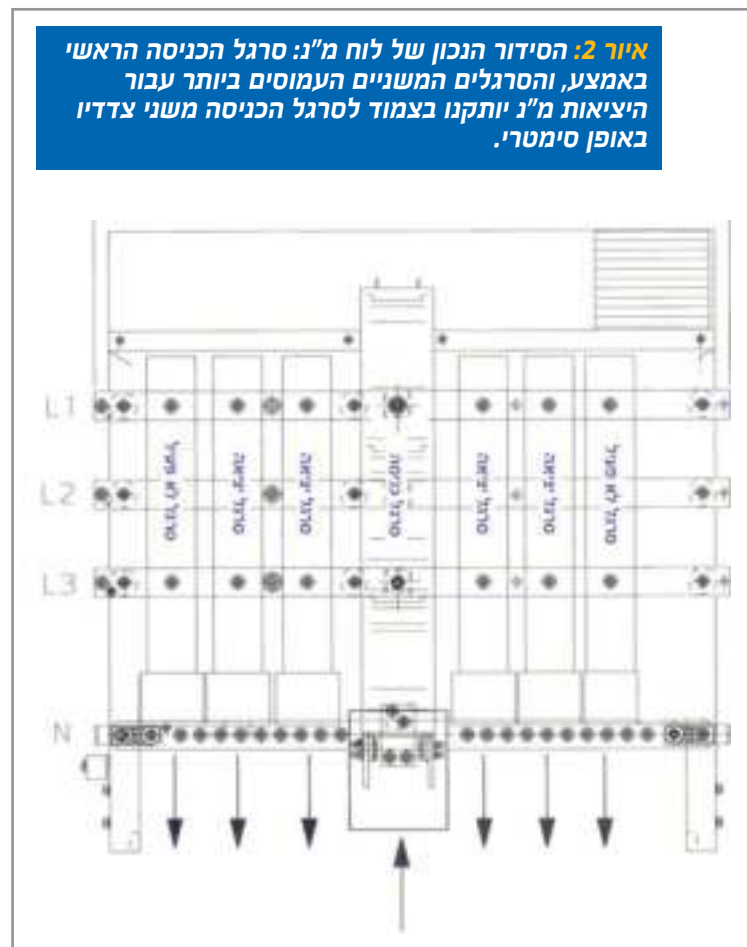
עדיפות שנייה - חדר שנאים תת-קרקעי (היתר מס' 40)
המרחק המזערי בין יחידות נושאות זרם (כגון שנאים, לוחות חשמל, קווי מתח גבוה ונמוך וכו') לחדרים מאוכלסים יהיה 3.0 מטרים לפחות. יש להגדיל מרחק זה ככל הניתן.



עדיפות שלישית - חדר שנאים צמוד למבנה מאוכלס (היתר מס' 34)
המרחק המזערי בין יחידות נושאות זרם (כגון שנאים, לוחות חשמל, קווי מתח גבוה ונמוך וכו') לבין חדרים המשמשים למגורי בני אדם, קבועים וזמניים גם יחד (לרבות מטבחים וכו'ב), יהיה 3.0 מטרים לפחות, אך יש להגדילו למרחק המרבי האפשרי (ראו איור 4).



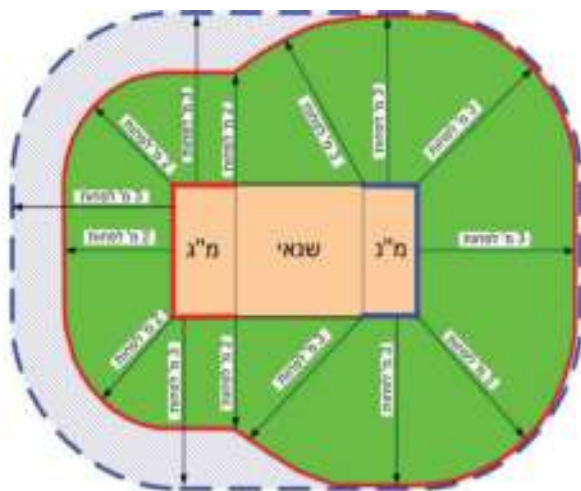
- שיותקן בתוך גומחה, במקום חסום לגישה לתלמידים ומרוחק משהייה רציפה של תלמידים.
- החיווט בין השנאי ללוח מתח נמוך יבוצע בתוואי המרחיק באופן מרבי את הכבלים מקיר או מרצפה או מתקרה משותפים עם כיתת לימוד.
- הכניסה הראשית של לוח מ"נ תותקן באמצע הלוח, והיציאות יותקנו בצמוד לכניסה משני צדדיה באופן סימטרי, כאשר היציאות העמוסות יותר יותקנו קרוב יותר לכניסה (ראו איור 2).
- תוואי הכבלים הנכנסים/יוצאים מתחט"פ: כבלי מתח נמוך ומתח גבוה הנכנסים/יוצאים מתחט"פ צריכים להיות במרחק גדול ככל הניתן מקיר או מרצפה או מתקרה סמוכים לכיתת הלימוד. בכל מקרה, המירווח המזערי לכבלי מתח גבוה יהיה 3 מטרים. עבור כבלי מתח נמוך שאינם בגדר חל"ב - המירווח המזערי יהיה 0.5 מטר.
- בלוח מתח נמוך חדש יבוצע חיווט תחת.



- הנחיות כלליות למיקום תחט"פ:**
- כאשר התחנה ממוקמת מתחת לחדר מאוכלס (כיתת לימוד או חדר אחר המשמש לשהייה ממושכת), יש ליצור מירווח גדול ככל הניתן בין תקרת תחט"פ לבין רצפת החדר המאוכלס שמעליו, וזאת כדי להרחיק את יציאות המ"נ מרצפת החדר שמעל התחט"פ.
 - כאשר התחנה ממוקמת מעל חדר מאוכלס, יש ליצור מירווח גדול ככל הניתן בין הרצפה התחתונה (במרתף הכבלים) של תחט"פ לבין תקרת החדר המאוכלס שמתחתיה, וזאת כדי להרחיק את יציאות המ"נ מתקרת החדר המאוכלס שמתחת לתחט"פ.
- להלן תיאור של סדרי העדיפויות למיקום תחט"פ. בכל מקרה מומלץ ליישם את ההמלצות הכלליות שלעיל.

חלק כלשהו של התחנה הזעירה יהיה 3 מטרים לפחות. היתר מס' 35 מאפשר הקמת תחנת השנאה זעירה במרחק של פחות מ-3 מטרים מהמבנה, אך המרחק האופקי המזערי בין מבנה מאוכלס לבין חלק כלשהו של תחנה זעירה המותקנת ליד מבנה יהיה 2.0 מטרים לפחות, דופן המתח הנמוך יהיה במרחק 3 מטרים לפחות מקיר מבנה, ודופן מתח גבוה יהיה במרחק של 3 מטרים לפחות מחדר מאוכלס (ראו איור 6).

איור 6: פירוט גרפי של היתר מס' 35 (תחנת השנאה זעירה, המותקנת במרחק של פחות מ-3 מטרים מהמבנה)



מרחק מזערי בין דופן תחנת זעירה לבין קיר של מבנה מאוכלס
מרחק מזערי בין דופן תחנת זעירה לבין קיר של חדר מאוכלס בתוך מבנה

לוח ראשי של חח"י

במקרה שאין תחט"פ בשטח בית ספר, ימוקם הלוח הראשי של חח"י בכניסה לבית ספר - במקום מרוחק ממקום שהייה ממושכת של תלמידים ובצמוד לארון מנייה.

התקנת לוח ראשי של חח"י בתוך הפילר מחוץ לבית ספר

- פילר יותקן בתוך גומחה בהתאם להיתר מס' 12.
- המרחק בין כל דופן של פילר לבין קיר מבנה בית ספר/ חדר מאוכלס (כיתת לימוד, משרד וכו') יהיה 1 מטר לפחות, ורצוי להגדילו ל-3 מטרים.
- יוצב שילוט אזהרה על גומחת הבטון.

התקנת לוח ראשי של חח"י בתוך מבנה בית הספר

- תוואי כבל ההזנה לבית הספר יהיה קצר ככל הניתן, ויעבור לכל אורכו רק בשטחים שאין בהם שהייה ממושכת של תלמידים (למעט מיקלטים).
- הזנת הלוח תהיה באמצע, והיציאות יחולקו באופן סימטרי, משני צידי הכניסה. היציאות המועמסות יותר יוצמדו לכניסה משני צדדים.
- לוח ראשי של חח"י ימוקם כך שיהיה מרוחק 3 מטרים לפחות מקיר משותף עם כיתת לימוד/חדר מאוכלס.
- יש לתכנן כך שתשתית החל"ב בבניין (ארון אבטחה ראשי, כבל חיבור לבניין, ארון ריכוז מונים, כבלי הזנה בין קומות, אבטחה קומתית ולוחות מונים) לא תעבור דרך קיר משותף או מעבר לקיר משותף עם כיתות לימוד/חדרים מאוכלסים.

עדיפות אחרונה - תחנת טרנספורמציה בתוך מבנה של בית-

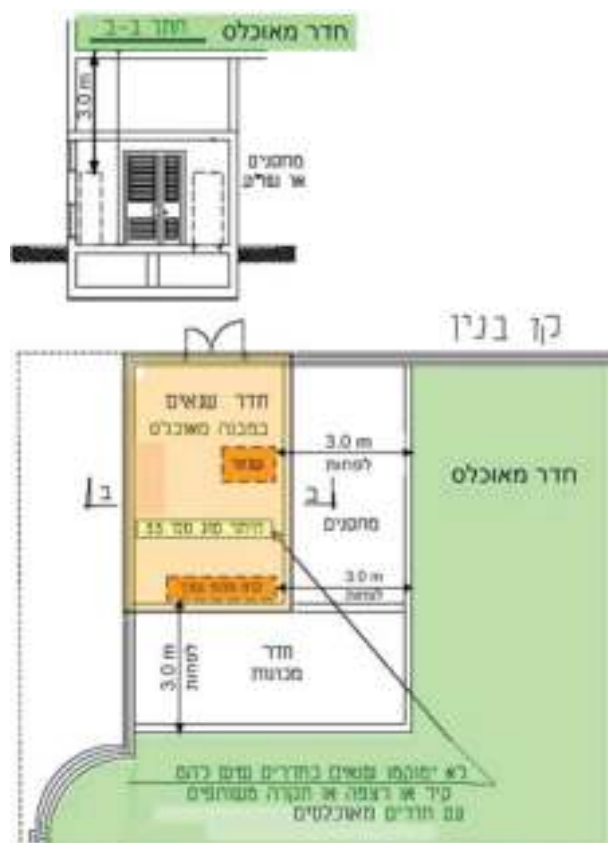
הספר (היתר 33), אך לא בצמוד לחדרים מאוכלסים

אם אין אפשרות אחרת, תמוקם תחנת הטרנספורמציה בתוך מבנה בית הספר, אך אין למקם את השנאים בחדרים שיש להם קיר או רצפה או תקרה משותפים עם כיתות לימוד ו/או חדרים המשמשים לשהייה של תלמידים.

במקרים בהם לא ניתן לעמוד בדרישה זו, יש לתעד במסמכים שיישמרו על-ידי מתכנן תחט"פ את המאמץ התכנוני הניכר למניעת התקנת המיתקן בחדר שיש לו קיר או רצפה/תקרה משותפים עם כיתת לימוד ו/או חדרים בהם קיימת שהייה ממושכת של בני אדם, ואת הסיבות להחלטה שהתקבלה.

בכל מקרה, המרחק המזערי בין יחידות נושאות זרם (כגון שנאים, לוחות חשמל, קווי מתח גבוה ונמוך בכו') לבין חדרים מאוכלסים יהיה 3.0 מטרים לפחות, אך יש להגדילו למרחק המרבי האפשרי (ראו איור 5).

איור 5: דוגמת הקמה של חדר שנאים במבנה מאוכלס, לא צמוד לחדר מאוכלס



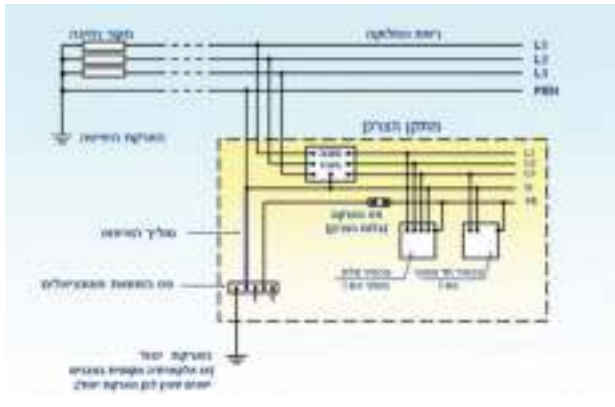
הקמת תחנות טרנספורמציה זעירות בשטח של בתי ספר (היתר מס' 31, 35)

ככלל, מומלץ לא למקם תחנות טרנספורמציה זעירות בשטח של בית ספר.

במקרה בו לא ניתן לעמוד בדרישה זו, יש להבטיח הרחקת תלמידים מהתחנה לפי דרישות שהוגדרו בהיתרים מס' 31, 35, באמצעות גידור מתאים במרווח 3 מטרים מדפנות התחנה, תוך הבטחת גישה לעובדי חברת החשמל 24 שעות ביממה.

לפי היתר סוג מס' 31, המרחק האופקי המזערי בין מבנה מאוכלס לבין

איור 7: שיטת TN-C-S (מוליך משותף לאפס ולהארקה)

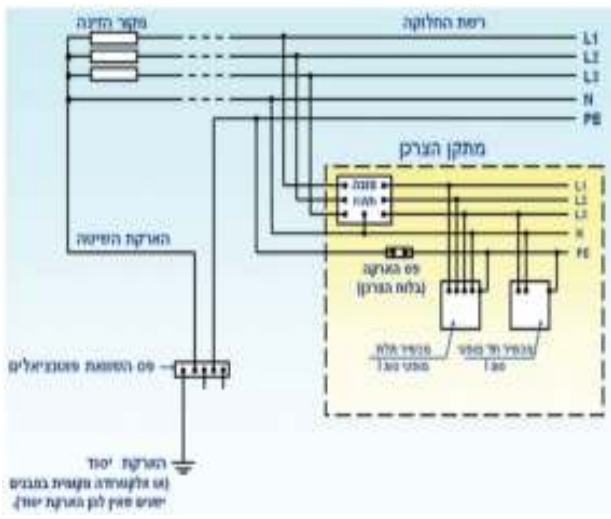


מהאמצעים הבאים או על שילובם (בסדר עדיפות הבא):

- יש לבדוק את מערכת ההארקה והאיפוס במיתקן החשמל באמצעות חשמלאי בודק, ולתקנה בהתאם לתקנות החשמל (ראו הסעיף הקודם).
- יש לסדר מחדש את הכניסות והיציאות של מעגלי חשמל בלוח חשמל קיים לפי ההמלצות שתוארו לעיל.
- ככלל, אין להקים כיתות לימוד בסמוך ללוחות חשמל.
- אם אין אפשרות לשמור על ההמלצה הכלולה בסעיף 3, יש לבצע סידור פנימי של הכיתה כך שכסאות התלמידים או שולחנות התלמידים לא יהיו צמודים לקיר שמעברו השני יש ארון חשמל (לדוגמה, יש להציב כוננית, ארון וכדומה ליד הקיר שמעברו השני יש לוח חשמל).
- יש להרחיק שולחנות של תלמידים למרחק 1 מטר לפחות מקיר שמצידו השני מותקן לוח חשמל קיים.
- יש להקפיד שלא תהיה שהייה ממושכת של בני אדם בסביבה קרובה לארונות חשמל.
- יש להגביל ככל הניתן התקרבות התלמידים ללוחות חשמל באמצעות גידור.
- במקרים שלא ניתן לקיים את ההמלצות שלעיל, מומלץ לשקול להעתיק את הלוח למיקום אחר, הרחק מחדרים מאוכלסים.

איור 8: שיטת TN-S (הפרדה מוחלטת בין אפס והארקה)

איפוס TN-S (הפתרון המומלץ)



מיתקן פרטי של בית הספר

כבלי אספקה

כבלי מ"נ היוצאים מלוח ראשי של חח"י יהיו ארבעה גידים, ויותקנו בתוואי שאינו גובל עם קיר של חדר מאוכלס (כיתה). רצוי שגם כבלי האספקה האחרים יהיו ארבעה גידים. אם משתמשים בכבלים חד-גידיים, יש להצמיד את כבלי הפאזות והאפס זה לזה ככל הניתן.

לוח ראשי של בית הספר

הלוח הראשי ימוקם כך שיהיה מרוחק 3 מטרים לפחות מקיר משותף עם כיתה/חדר מאוכלס.

כניסת הכבלים ללוח הראשי תהיה מלמטה, ותסודר במרכז הלוח. המעגלים היוצאים מהלוח הראשי יסודרו בשני הצדדים של הכניסה, באופן סימטרי, לצורך קיזוז השדות. המעגלים המועמסים יותר יותקנו בצמוד לכניסה משני צידה.

אותו מיקום וסידור מעגלים מומלץ בכל אחד מלוחות המשנה.

מערכת הארקה ואיפוס

להלן מקורות זרם באדמה הגורמים להיווצרות של שדה מגנטי מוגבר:

- איפוס כפול במבנה הגורם לזרמי סידרת האפס באדמה בעבודה סדירה (התנגדות נמוכה דרך האדמה בעקבות ריבוי הארקות שיטה ואיפוסים);
- יותר מאיפוס אחד במבנה אחד - איפוס שגוי, נוסף לאיפוס תיקני אצל צרכן המוגן בשיטת איפוס;
- חיבור בין הארקות של מבנים (במיוחד המוגנים בשיטת איפוס) באמצעות צנרת מים, גז, סיכוכי כבלים וכו';
- חיבור בין האפסים של שני שנאים;

ציטוט רלבנטי מתקנות החשמל הנוגעות בנושא:

- תקנה 10 (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 100 וולט (1991):
"בנוסף על הארקות שיטה מותר להתקין במוליך האפס הארקות שיטה נוספות";
- תקנה 40 (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 100 וולט (1991 -
"מוליך PEN של רשת יחובר אל פס השוואת הפוטנציאלים. לא יותקן בנוסף לחיבור זה כל חיבור אחר בתוך המבנה בין מוליך האפס לבין מוליך הארקה".
- לפי החלטת ועדת הפירושים מדצמבר 1990 מס' 04-02:
"אין לחבר בין פסי השוואת הפוטנציאלים בשני מבנים כאשר הם מוזנים בשיטת TN-C-S".
- לפי החלטת ועדת הפירושים מתאריך 25.02.07 מס' 03-34:
"במבנים בהם קיימת מערכת הארקה אחת, יש לבצע איפוס רק במקום אחד".

המלצות:

- הקפדה על דרישות החוק: מבנה אחד - איפוס אחד.
- שימוש ברשת חלוקה מתח נמוך בשיטת TN-S (הפרדה מוחלטת בין אפס והארקה) (ראו איור 8) - במקום שיטת TN-C-S (מוליך משותף לאפס ולהארקה) המקובלת היום (ראו איור 7).
- במקרה שקיים יסוד משותף למספר מבנים הנמצאים בשטח של בית ספר, יש להקפיד על ביצוע איפוס אחד בלבד. כאשר למבנים אין יסוד משותף, יש לבדוק קיום איפוס בכל אחד מהלוחות חשמל הקיימים.

טיפול במיתקנים קיימים בבית ספר

כדי להקטין את השפעותיו של שדה מגנטי הנוצר כתוצאה משימוש במיתקני חשמל קיימים בתוך בית ספר, יש להקפיד על כל אחד