

# הארקות במתקני לקוחות במתח גבוה

**תכנון מתקנים חדשים עם אספקה במתח גבוה או מעבר של מתקנים קיימים לאספקה במתח גבוה הוא כיום דבר שכיח לאור דרישת ההספק הגבוה הנגזרת מריבוי מערכות צורכות חשמל. בכתבה זו מובא מידע אשר גובש בחברת החשמל ואשר נדרש כדי להגיע למכנה משותף עם מתכני המתקנים.**

חברת החשמל מכינה, מטבע הדברים, הנחיות תכנון, ביצוע ותחזוקה לצרכיה השוטפים בהיותה המתכנן והמתחזק הגדול בארץ של רשתות חשמל בכל המתחים. יחד עם זאת, זה זמן רב מורגש הצורך בהנחיות בסיסיות מכוונות למתכננים ולמתחזקי מתקנים מצד הלקוחות.

עד השנים האחרונות, בהעדר תקנות חשמל בנושא מתקנים במתח גבוה (מ"ג) אצל צרכנים, היוו כללי חברת החשמל בסיס סביר ומוכח לתכנון ולביצוע של מתקני מ"ג לאור הניסיון הרב שנצבר. רק לאחרונה פורסמו תקנות בדבר "התקנת כבלי חשמל במתח גבוה בק"ת 6138 (13.12.04), אשר נכנסו לתוקף ב-13.2.02, ותקנות בדבר מתקן חשמלי ציבורי בבניין רב קומות בק"ת (6226), אשר יכנסו לתוקף החל מ-12.2.04. בתקנות מובאות בין היתר דרישות הנוגעות לחדר חשמל המיועד לציוד במ"ג (שנאי, לוח מתח גבוה).

בחברת החשמל, כשרות למתכנן, וכדי להבטיח "תאימות" בין מערך האספקה ללקוח ובין מתקן החשמל הפרטי, גובשו דרישות טכניות ובטיחותיות הנוגעות למתקני לקוחות במ"ג. הנחיות אלה מהוות כאמור בסיס לתקנות חשמל בנושא מתקני מ"ג של לקוחות אשר הוחל בגיבושן בועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל במשרד התשתיות הלאומיות.

יש לזכור שבמתקני חשמל במתח גבוה, קשה במיוחד להפריד בין דרישות תפעוליות לבין דרישות בטיחותיות כמו למשל אופני ההתחברות למערכת האספקה של חברת החשמל. כתבה זו מתמקדת בהארקות במתקני מתח גבוה ובאופן ביצוען.

נושא זה מהווה חלק מרכזי במבנה של מתקן החשמל במתח גבוה. הדרישות להארקת ציוד מתח גבוה ומתקנים אחרים הנמצאים בסמיכות לו, מתייחסות לכל סוגי המתקנים, חיצוניים ופנימיים - עמודי מתח גבוה בחצרי לקוחות, כבלי מתח גבוה תת-קרקעיים ותחנות טרנספורמציה.

## הארקת עמודי מתח גבוה בחצרי לקוחות

- לכל עמוד מ"ג ברשת העילית הפרטית נדרשת הארקה באמצעות תיל הארקה שיותקן לאורך הקווים.
- כאשר הרשת הפרטית מוזנת ממרכזיה, יש לחבר את תחילת תיל ההארקה למערכת הארקה של המרכזיה. לעומת זאת, אם הרשת הפרטית מוזנת מרשת חברת החשמל ללא מרכזיה, יש לחבר את תחילתו של תיל הארקה לתיל הארקה של הרשת המזינה.
- חתך תיל הארקה ומבנהו יהיו בחתך ובמבנה של מוליך המופעים.
- שטח החתך המרבי של מוליך ההארקה יהיה  $95/15 \text{ Al/St}$  מ"מ בקווים עיליים בעלי תילים מאלומיניום/פלדה, ו-70 מ"מ בקווים עיליים בעלי תילים מנחושת.
- התנגדות ההארקה השקולה של כל העמודים במ"ג המחוברים גלונית למערכות ההארקה של מתקני מ"ג אחרים במתקן הלקוח לא תעלה על 20 אוהם.
- מנתקים, מפסקי זרם, שנאים, כלאי ברקים, סופיות כבלים המותקנים על עמוד מתח גבוה יש להאריק באופן הבא:



- א. בעמוד מתכתי או בעמוד בטון, הציוד יוארק לבורג הארקה שיימצא בחלקו העליון של העמוד, באמצעות מוליך נחושת גלוי ושזור בחתך 70 מ"מ לפחות.
- ב. בעמוד עץ יוארק הציוד לתיל ההארקה במוליך כמתואר לעיל.

כאשר נמצאים בחצרי הלקוח עמודי מתח גבוה מתכתיים בקרבת מקומות כגון: בריכות שחיה, חדרי אוכל, גני ילדים, מגרשי ספורט, כניסה למבנים תעשייתיים וכו', יש להתקין סביב לעמוד משטח מבודד בר קיימא העשוי משכבת בטון או חצץ מהודק בעובי 10 ס"מ מכוסה בשכבת אספלט בעובי 3 ס"מ לפחות או שכבת אבן משולבת. המשטח יעקוף את העמוד במרחק היקפי של מטר אחד לפחות.

ניתן גם להתקין מסביב לעמוד טבעת הארקה משווה פוטנציאליים, טמונה באדמה בעומק 0.8 מ'. טבעת ההארקה תהיה עשויה ממוליך נחושת גלוי בעל שטח חתך של 35 מ"מ לפחות. הטבעת תחובר לבורג הארקה שיותקן על אחד מרגלי העמוד בגובה 50 ס"מ מעל פני הקרקע.

## הארקת תחנות טרנספורמציה

### א. הארקה משותפת או הארקה נפרדת

חשוב להבחין בין "הארקה משותפת" שלפיה מחברים את השיטה בשנאי ואת הגוף המתכתי שלו לאלקטרודה אחת משותפת, לבין "הארקה נפרדת" שלפיה מחברים את השיטה בשנאי ואת הגוף המתכתי שלו לאלקטרודות נפרדות.

ברוב המקרים, הארקת תחנות טרנספורמציה (ת"ט) אצל לקוחות תהיה מסוג "הארקה משותפת". ככלל, יש לתאם עם משרד חברת החשמל הרלוונטי את שיטת הארקת תחנת הטרנספורמציה המתאימה לתנאי האספקה במתח גבוה של חברת החשמל ושיטת ההארקה בתחנת המשנה המזינה (דרך סליל כיבוי, דרך נגד או בקשיחות).

בהמשך נציג מספר דוגמאות של הארקת ת"ט חיצונית ופנימית.

### ב. הארקת תחנת טרנספורמציה חיצונית

קיימים שלושה סוגים נפוצים של ת"ט חיצונית:

#### • ת"ט חיצונית המזינה רשת במתח נמוך

בסוג זה של ת"ט האלקטרודה המשותפת היא עמוד המתכת או עמוד הבטון שעליו מותקן השנאי ומוליך הארקה המשותף המותקן על כל העמודים ברשת העילית. כשהשנאי מותקן על עמוד עץ, האלקטרודה המשותפת היא מוליך ההארקה ברשת. השיטה בשנאי וגוף השנאי מוארכים לעמוד מתכת או בטון או למוליך הארקה ברשת במסלול הקצר ביותר. מוליכי ההארקה יקבעו כנדרש בתקנות החשמל.

התנגדות ההארקה השקולה של הרשת עם מוליך PEN מחובר, לא תעלה על 2 אוהם.

#### • ת"ט חיצונית המזינה לוח ראשי פנימי במתח נמוך

תיאור סכמטי של התחנה מובא באיור 1. הארקת השיטה של השנאי מבוצע על ידי חיבור פס האפס N בלוח מתח נמוך לפה"פ של המבנה. מוליך הארקת השיטה (N-PE) יהיה בצבע כחול עם סימון קצוות בצבע צהוב-ירוק בעל שטח חתך לפי תקנות החשמל. פה"פ יחובר על ידי מוליך הארקה לרגל העמוד שעליו מותקן השנאי.

התנגדות ההארקה השקולה של יסוד העמוד יחד עם תייל ההארקה של הרשת, כאשר מוליך הארקה השיטה מנותק מפס האפס, לא תעלה על 20 אוהם. ההתנגדות השקולה הנ"ל יחד עם התנגדות ההארקה של המבנה לא תעלה על 2 אוהם.

#### • ת"ט חיצונית המזינה ארון חלוקה (פילר) ראשי חיצוני

תיאור סכמטי של התחנה מובא באיור 2. הארקת השיטה מבוצע על ידי חיבור מוליך (N-PE) בין פס האפס של הלוח הראשי לבין בורג הארקה הנמצא לרגלי העמוד. התנגדות ההארקה השקולה של העמוד יחד עם תייל ההארקה של הרשת, לא תעלה על 2 אוהם.

### ג. הארקת תחנת טרנספורמציה פנימית

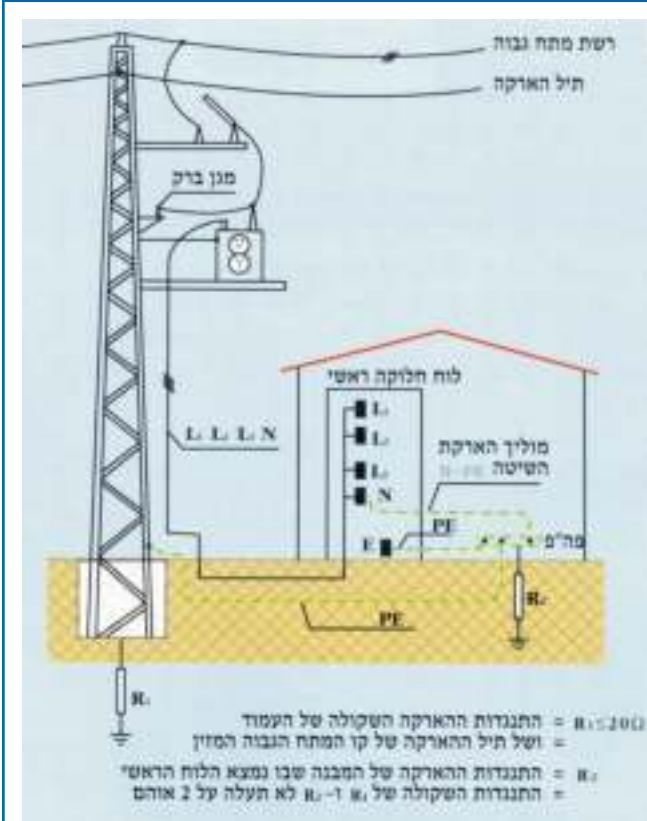
בת"ט פנימית (תחט"פ) יש להגדיר את אלקטרודת ההארקה ופס ההארקה של התחנה.

#### • אלקטרודת ההארקה של התחנה

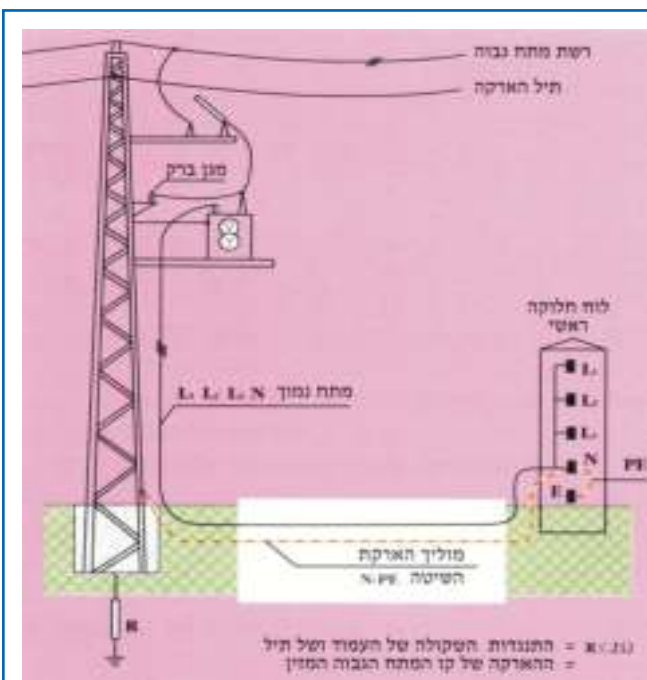
כאשר ת"ט מותקנת במבנה שיש בו הארקת יסוד, תשמש הארקת היסוד כאלקטרודת הארקה של התחנה. בהעדר הארקת יסוד במבנה, יש להתקין מערכת אלקטרודות מקומית מחוץ למבנה והיא תשמש כאלקטרודת הארקה של התחנה.

#### • פה"פ ופס ההארקה של התחנה

יש להבחין בין שלושה מקרים נפוצים:



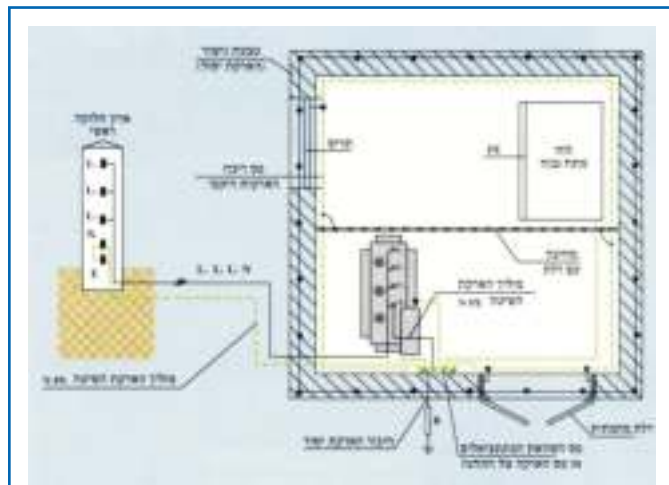
איור 1: ת"ט חיצונית המזינה לוח ראשי פנימי במתח נמוך.



איור 2: ת"ט חיצונית המזינה ארון חלוקה (פילר) ראשי חיצוני.

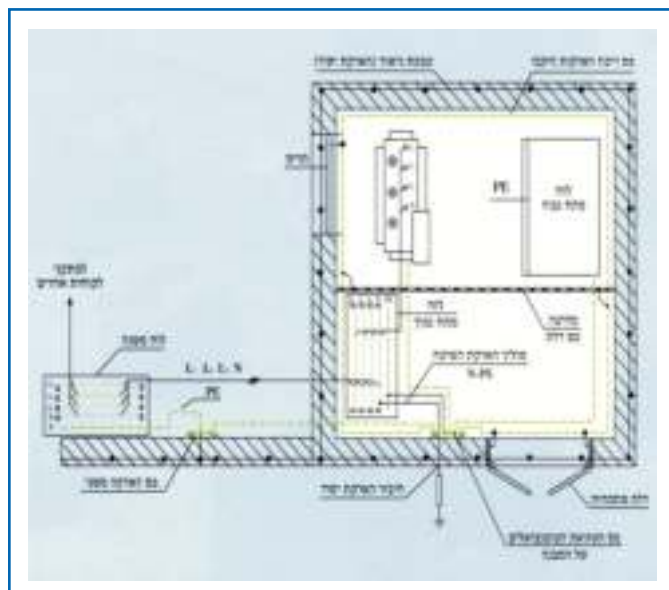
- התחנה ממוקמת במבנה חדש: כאשר התחנה ממוקמת במבנה חדש יותקן פס השוואת פוטנציאלים (פה"פ) או פס הארקה באחד מחדרי התחנה, בדרך כלל בחדר שבו נמצא הלוח הראשי במתח נמוך. כאשר התחנה ממוקמת במפלס התחתון של המבנה, קרובה לארקת היסוד, ישמש פה"פ של התחנה כפה"פ ראשי של המבנה כולו. אם התחנה נמצאת במפלס המבנה, רחוק מעל מפלס הארקת

- אם מותקנים בתחנה מספר שנאי חלוקה, יש לבצע את החיבורים הנ"ל עבור כל אחד מהשנאים בנפרד.
- תחט"פ המזינה לוח מ"נ חיצוני ראשי (פילר) תיאור סכמטי של התחנה מובא באיור 4.



**איור 4: ת"ט פנימית המזינה לוח מ"נ ראשי חיצוני (פילר).**

- במקרה זה יש לבצע את האיפוס בשני קצותיו של מוליך האפס הראשי כלומר, גם בפס האפס של הלוח הראשי וגם ישירות על מהדק האפס של השנאי.
- תחט"פ המזינה לוח מ"נ ראשי ולוח משנה המותקנים במבנה אחד תיאור סכמטי של התחנה מובא באיור 5.



**איור 5: תחט"פ המזינה לוח מ"נ ראשי ולוח משנה המותקנים במבנה אחד.**

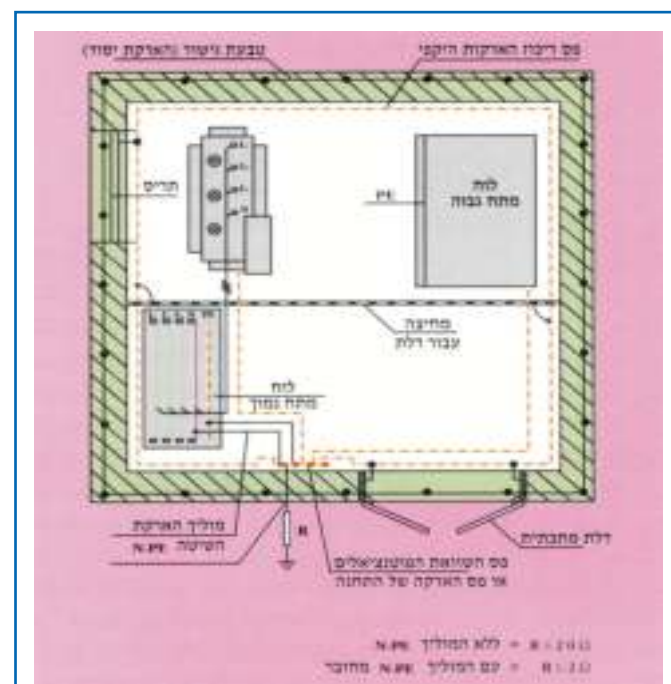
אם נמצאים במבנה שבו מותקנת ת"ט לוחות חלוקה משניים, אין לבצע בהם איפוס בנוסף לאיפוס בלוח הראשי. פסי הארקה של הלוחות המשניים יחוברו במישרין או בעקיפין לפה"פ או לפס הארקה של התחנה שממנה הם ניזונים.

היסוד, יש להתקין פס הארקה אשר יחובר לפה"פ של המבנה. פס הארקה ישמש כפס משווה פוטנציאלים עבור הארקה השיטה והארקה ההגנה של הציוד החשמלי במתח נמוך ובמתח גבוה.

- התחנה ממוקמת במבנה קיים: עם פה"פ קיים במקרה זה יש להתקין באחד מחדרי התחנה פס הארקה אשר ישמש כפס משווה פוטנציאלים עבור הארקה השיטה ועבור הארקה ההגנה של הציוד החשמלי. פס הארקה יחובר ליציאת הארקה יסוד תקנית הקרובה ביותר וגם לפה"פ של המבנה באמצעות מוליך מבודד בעל צבע צהוב - ירוק.
- התחנה ממוקמת במבנה ישן: במצב זה יש להתקין פס הארקה שיחובר למערכת אלקטרודות חיצונית באמצעות שני מוליכי הארקה לפחות. מבנה פס הארקה יהיה בהתאם לנדרש בתקנות החשמל לגבי "פס השוואת פוטנציאלים". הפס יותקן קרוב ככל האפשר ללוח הראשי של התחנה במקום נוח לגישה. ההתנגדות השקולה הנמדדת בין פס הארקה של התחנה למסה הכללית של האדמה, לא תעלה על 20 אוהם, כאשר פס הארקה מחובר לאלקטרודת התחנה וליתר מוליכי הארקה הנכנסים מצד מ"ג ומ"נ וכאשר מוליך הארקה השיטה מנותק מפס האפס. ההתנגדות השקולה לא תעלה על 2 אוהם, כאשר מוליך הארקה השיטה מחובר אף הוא.

#### סוגי תחנות טרנספורמציה פנימיות

- ניתן להבחין בין 3 סוגי תחט"פ:
- תחט"פ עם שנאי ולוח מ"נ ראשי המותקנים בחדר אחד תיאור סכמטי של התחנה מובא באיור 3.



**איור 3: ת"ט פנימית עם שנאי ולוח מ"נ מותקנים בחדר אחד.**

במקרה זה יש לחבר את פס האפס N של הלוח לפה"פ או לפס הארקה של התחנה על ידי מוליך הארקה השיטה (N-PE). פס הארקה של הלוח הראשי יאורק בנפרד לאותו פס הארקה. מוליך האפס "N" המחבר בין הדק האפס של השנאי לבין פס האפס בלוח הראשי יהיה בסוגו ובחתכו למוליכי הפאזות.

- חיבורי הארקה הגנה בתחט"פ הארקה הגופים המתכתיים כולל פסי הארקה של לוחות מ"ג, תבוצע באחת מהשיטות הבאות:
  - חיבורי הארקה רדיאליים לפס הארקה עבור כל גוף וגוף מתכתי בנפרד.
  - התקנת פס ריכוז הארקות היקפי שיחבר את הגופים המתכתיים בטור.
  - חיבורים מעורבים כנ"ל.
- כאשר מותקן בתחט"פ פס ריכוז הארקות היקפי, הפס יהיה מהסוגים הבאים:
  1. פס פלדה מגולוון בעובי של 3.5 מ"מ לפחות ושטח חתך של 100 ממ"ר לפחות.  
ניתן להשתמש במשקופי פלדה של חלונות ודלתות מתכתיים כחלק מפס הפלדה, ובתנאי שתובטח רציפות חשמלית על-ידי ריתוך.
  2. פס נחושת או סגסוגת המכילה לפחות 50% נחושת בעובי של 4 מ"מ לפחות ושטח חתך של 160 ממ"ר לפחות.

■ מוליכי הארקה יהיו כמפורט בתקנות החשמל.