

נוהל בטיחות לתפעול במסדרים מתח גבוה

מאת: ד"ר אלכס טורצקי

א. מטרה

לקבוע צורת התנהגות וכללי בטיחות בתפעול מסדרי מתח גבוה.

ב. תחיקה

- תקנות בטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן 1990.
- תקנות עבודה במתקן חי או בקרבתו, התשס"ט 2008.
- תקנות רישיונות, התשמ"ה 1985.
- אין הוראות אלה באות לגרוע מהוראות כל דין.

ג. כללי

בתעשייה משתמשים בתחנות מתח גבוה (מ"ג) מ-3.3 KV ועד 33 KV בתוך מבנה (מסדר סגור) ומסדרי מ"ג תחת כיפת השמיים (מסדר פתוח) במתחים מעל 33 KV, שהוא יותר פגיע למזג אוויר ולסביבה ולכן נדרש לבצע בהן טיפול ותחזוקה לעיתים יותר קרובות מאשר לציוד שבתוך המבנה.

בטיחות בתחזוקת מערכות מתח גבוה שונה מתחזוקת מערכות מתח נמוך מכיוון שבמערכות מ"ג קיימת השפעה ניכרת יותר של עוצמת השדה החשמלי והשדה המגנטי.

השפעת מתח גבוה על גוף האדם היא קטלנית.

סכנת פגיעה מקשת חשמלית גבוהה ומסוכנת מאוד.

נגיעה או התקרבות למוליכי מ"ג חיים עם ציוד מדידה היא מסוכנת.

הבידוד באותה מערכת מ"ג עלול לקרוס ולגרום לפריצה. יש לקחת בחשבון שככל שהטמפרטורה עולה החוזק הדיאלקטרי של הבידוד יורד ולכן עלינו להתייחס גם למיקומו של המתקן ולתנאים בו הוא מתפקד.

מערכות מיתוג מתח גבוה מתחלקות ל-4 סוגים:

- מפסק זרם,
- מנתק בעומס עם נתיכים,
- מנתק ללא עומס,
- מנתק בעומס – (עם תאי כיבוי קשת).

מפסקי זרם

המפסקים במערכות מתח גבוה מצוידים במערכת הגנות שתפקידם לתת התראה או לנתק את המערכת בזמן תקלה.

סוגי מפסקים למ"ג:

1. מפסקי זרם בשמן (מזד"ש).
2. מפסקי זרם באוויר "AIS – air insulated" (מזב"א).

3. מפסק זרם בוואקום (מזב"ק).
4. מפסק זרם עם בידוד בגז – SF₆ "GIS- gas insulated" (מזב"ג), מפסקים אלה אמינים ודורשים תחזוקה בתדירות נמוכה.
5. מפסק זרם משולבים "hybrid switchgear" (ניתוק בגז, שמן, וואקום עם בידוד פסי צבירה באוויר).

מפסק חירום

- כול מתקן במסדר מ"ג חייב להיות מצויד במפסק (לחצן) חירום הנמצא בכניסה למתקן, שיבצעה ניתוק מוחלט בשעת חירום.
- המפסק ייבדק תקופתית על ידי אחראי במקום.

ד. אחריות ורישוי

1. כל הפעולות של ניתוק מתקן חשמלי, בדיקת העדר מתח, התקנת מקצרים וחיבור מחדש למתח חייבים להיעשות לפי הוראות בכתב מאת חשמלאי האחראי במתקן (ברישיון חשמלאי ראשי לפחות).
2. ניתוק וחיבור מתקן מתח גבוה יבוצע על ידי חשמלאי (ברישיון חשמלאי מוסמך לפחות) ובלבד שיש בידו תעודת סיום קורס בנושאי בטיחות במתקני חשמל מתח גבוה ומתן עזרה ראשונה ובליווי עובד שהודרך לכך על ידי המפעל בתחום בטיחות חשמל והצלה ומתן עזרה ראשונה.
3. ניתן לבצע פעולות ניתוק/חיבור מ"ג על ידי חשמלאי מסויג למתח גבוה.
4. מגבלות רפואיות: עובד הסובל ממחלת לב אקוטי או בעל קוצב חשמלי אינו מורשה לעבוד במסדר מ"ג.
5. עובדים המורשים לביצוע פעילות במ"ג יעברו רענון בנושא בטיחות פעם בשנה ושמותכם יוצגו בכניסה למסדר מ"ג.
6. מורשה עוזר (עובד שני בצוות חשמלאים מורשים) לעבודות מיתוג יכול להיות חשמלאי ברישיון חשמלאי מסויג (למעסיק).

ה. בטיחות

1. בזמן העבודה שקול היטב את תוצאות כל פעולותיך.
2. זכור שכל פעולה בלתי מחושבת יכולה לגרום לאסון.
3. עבוד לפי סדר ותוכנית מראש.
4. לפני צאתך, וודא שבגדיך אינם רטובים או פגועים.
5. אין להשתמש בפריטים מתכתיים שעונדים על הגוף (שרשראות, טבעות, תליונים, שעונים, עגילים וכד').
6. בדוק שכלי עבודתך מבודדים ומותאמים למתח בו אתה עובד ועברו בדיקה תקופתית.
7. חל איסור מוחלט לעבוד תחת מתח חי פרט למקרים הבאים:
 - עבודות חשמל במתח גבוה חי יש לבצע לפי התקנות המתאימות.
 - בכל עבודות תחת מתח, יש לשמור על אמצעי הבטיחות הדרושים ביחס לכל סוג עבודה לפי הוראות.
8. פעולות מיתוג מתח גבוה:

- פעולות ניתוק/חיבור במסדרי מ"ג יש לבצע על ידי שני אנשים, שאחד בעל רישיון חשמלאי, כאמור לעין בסעיף ד', והוא מבצע את הפעולה ושני (מורשה או מורשה עוזר) משגיח על תהליך ובטיחות.
 - חשמלאי יפסיק וינתק ממקור המתח חלק מהמתקן שבו עמורה להתבצע העבודה, יבדוק העדר מתח, יקצר את כל מוליכי המופעים להארקה.
 - חשמלאי ינעל במנעול אישי את המפסק של מקור המתח וישלט על ידי שלט הזהרה אישי.
 - שלט אזהרה למיתוג יהיה בולט בגודל 20×30 ס"מ, שבו ייכתב: "סכנה – מתח גבוה – אין להפעיל – עובדים בקו".
 - עבודה במסדרי מתח גבוה יכולה להתבצע רק בהשגחתו של חשמלאי.
 - בזמן סידור ההפסקות וחיבורים יש להשתמש בצידוד מגן אישי כמו כפפות ומשקפי מגן, ביגוד מתאים, נעלי עבודה.
9. יש להאריק במתקן מ"ג כל גוף מתכתי. אם מתקן כולל קבלים, יש לפרוק בנפרד כל קבל ולהאריק אותם.

10. צידוד ואמצעי בטיחות במסדרי חשמל מתח גבוה *:

- בוחן מתח.
 - כפפות מגן מתאימות.
 - משקפי מגן.
 - בגדים וקסדת מגן.
 - שטיח נייד – מומלץ לעבודות במסדרים סגורים.
 - מוט הצלה – מוט פיברגלס באורך 1900 ס"מ עם קשת תפיסה.
 - מקצרים.
 - מוט הארקה בעל חוט נחושת גלוי רב גידי.
 - מוט לשליפת נתיכים.
 - התקן נעילה.
 - שילוט אזהרה – "סכנה מתח גבוה".
 - שילוט אזהרה נייד לביצוע עבודות – "סכנה מתח גבוה לא לחבר עובדים על הקו".
 - תוכניות חשמל של המתקן.
 - הוראות בטיחות.
 - הוראות להגשת עזרה ראשונה.
- * צידוד מדידה, מקצרים וצידוד מגן אישי יעברו בדיקות לפני כל שימוש ויעמוד בדרישות שצוינו תקנות חשמל "עבודה במתקן חי או בקרבתו, התשס"ט – 2008".

11. פקודות בכתב לעבודה במ"ג כוללות:

- זמנים ותאריכים לביצוע.
- גבולות של איזור העבודה ותיחום.
- שמות וטלפונים של הממונים על העבודה.
- שמות ורישיונות מבצעי העבודה.
- סדר פעולות - ניתוק, נעילה, שליפה לפי התרשים.

- ציוד מגן אישי הנדרש ותקינותו.
- ציוד כיבוי אש.
- הצבת שלטים.
- התקנת מקצרים לפי התרשים.
- הודעה בכתב על סיום ביצוע עבודות (מהאחראי על ביצועה עבודות).
- החזרת מתח.

1. תפעול

1. בדיקת מתח – עם קיים דלת בתא, פתח דלת חיצונית של התא (יש לבצעה פעולות אלה לפי הוראות היצרן של המסד).
 הכנס את המוט וראה האם נדלקת מנורת ניאון בקצה המוט. הבדיקה חוזרת לפחות פעמיים בכול נקודה. לפני הבדיקה, הכנס את המוט למקום בו אתה בטוח שיש מתח, על מנת לוודא שהמוט במצב תקין והמנורה פועלת.
 יש לבדוק העדר מתח בכול פאזה בכניסה וביציאה מהמפסק.
 במסדר פתוח לא מבצעים בדיקות בזמן גשם או ערפל כבד.
2. ביצוע קצרים – מקצרים להארקה יש תמיד להתקין לפני מקום הטיפול בכיוון מקום הספקת הזרם (בלוחות GIS לא תמיד יש אפשרות להתקנת הארקה ויש לנקוט באמצעי בטיחות נוספים, כמו נעילה, בידוד נוסף, הורדת נתיכים וכך' ויש לקבל הוראות מיצרן על כך). הצבת מקצרים מבצעים שני חשמלאים אחרי בדיקת העדר מתח ובשימוש בכפפות ומשקפי מגן.
 ראשית חבר היטב לפס או לנקודת הארקה את הקצה המשותף של מערכת המקצרים.
 לאחר מכן חבר מהדק לפסי הצבירה של פאזה ראשונה בעזרת מוט מבודד הנועל את המהדק, וכך המשך לפאזה שנייה ושלישית ולאחר מכך את מוליך האפס.
 פירוק המקצרים - חייב להיות בכיוון הפוך:
 נתק מהדקי הפאזות ואפס מפס הצבירה בעזרת מוט מבודד ורק לאחר מכן נתק את הקצה המשותף של מערכת המקצרים מנקודות הארקה.

2. החלפת נתיכים

1. החלפת נתיכים תבוצע רק בעזרת מוט מיוחד לשליפת נתיכים, המוט חייב להיבדק חזותית למקרה שהבידוד פגוע.
2. לפני פתיחת הדלת החיצונית יש להפסיק מ"ז (מפסק זרם) בעומס של אותו התא ומ"ז מתח נמוך המקבל הספקה מטרפו המחובר לנתיכים אותם אתה מתכנן להחליף.
3. במקרה שהנתיכים מחוברים למתח גבוה לפני המ"ז, יש להפסיק את מקור המתח של התא בו מחליפים הנתיכים (במצב החלפה תחת מתח תבוצע עבודה לפי כללי "עבודה במתקן חי או בקרבתו, התשס"ט-2008").

ח. דוגמה הוצאת והכנסת מזד"ש (מפסק זרם דל שמן שליפה), בשאר המפסקים יש לטפל לפי הוראות היצרן

1. הפסק המזד"ש כאשר דלת התא סגורה, וזה בתנאי שיש למזד"ש פיקוד חשמלי מרחוק.
2. לוודא במקום שהמפסק מופסק.
3. פתח דלת חיצונית של התא.
4. לחץ על רגלית הנעילה המונעת הוצאת המזד"ש מן התא ושלוף המזד"ש למצב פיקוד מחוגר, מגעים ראשיים מנותקים.
5. לחץ על רגלית הנעילה המונעת הוצאת המזד"ש מן התא והשלך את המזד"ש מן התא.
6. בזמן החזרת המזד"ש לתא בצע פעולות בכיוון הפוך.
7. וודא לפני ההכנסה שהמזד"ש במצב מופסק.

ט. הפעלה והפסקה של מ"ז (מפסק זרם)

1. בכל מקרה נתק צד מתח נמוך לפני הפעלה צד מתח גבוה. עשה זאת כאשר דלת התא סגורה.
2. באם אין אפשרות לנתק צד מתח נמוך, וודא שמ"ז מיועד להפסקה בעומס.
3. באם קיים חיבור של שני טרנספורמטורים, במקביל נתק ונעל שני מ"ז מתח נמוך או הוצא אותם ותלה "שלט אזהרה".

טיפול בטרפו (שנאים)

1. נתק מ"ז מתח נמוך, הניזון מטרפו, הפסק מ"ז מתח גבוה המזין את הטרפו, נעל ותשלט אותו. האחראי במקום יחליט על שליפת המפסק.
 2. בדוק בעזרת בודק מתח תקין, באם יש מתח על הטרפו.
 3. חבר מקצרים על קו היציאה מכיוון תא מתח נמוך אל הטרפו.
 4. תלה שלט "אין להפעיל – קוו בטיפול".
 5. לאחר ביצוע פעולות אלה תוכל להיכנס לתא הטרפו ולבצע פעולות.
- הערה: במידה והטיפול דורש הוצאת דוגמת שמן ובדיקה חזותית של מיכל, תוכל לעשות זאת מבלי להיכנס לאזור מתח גבוה של הטרפו.
- יש להקפיד לא להתקרב לנקודות המתח הנמוך של הטרפו. יש להתייחס להוראות היצרן בטיפול בשנאי.

כ. חידוש ההספקה

1. לפני חידוש ההספקה חשמלאי יוודא:
 - שהתקבלה הודעה בכתב מאחראי על ביצוע עבודות שכל העובדים עזבו את המקום.
 - כלי העבודה וכלי הבטיחות הוצאו ממקום העבודה.
2. נעל את כל הדלתות.
3. שחרר נעילה על מ"ז והפעל.