TAMHASH תמהש

METAL & ELECTRICITY INDUSTRY LTD

TGI GROUP



חוברת חיווט

חוברת חיווט

עבור יצרנים מרכיבים - לוחות סיסטם T4P

אוקטובר 2026 | מהדורה 02

TAMHASH תמהש
METAL & ELECTRICITY INDUSTRY LTD
TGI GROUP

תוכן עניינים

פרק	עמוד
הוראות כלליות	5
מוליכים גמישים (חוטים גמישים)	6
פסי צבירה, מבודדים והתקנתם	9
עליות נחושת אלקטרוליטית למפסקים	12
כללי עבודה עם נחושת קשיחה	14
יחידות חיבור המשך מהירות לפסי צבירה	22
חיבור לפסי צבירה - נחושת אלקטרוליטית	23
התקנת מבודד 250/630A	26
חיבורים לפ"צ TELEDI	27
נחושת גמישה	31
הוראות עבודה עם נחושת גמישה	32
נחושת שזורה (ליצות)	39
חיווט	42
חיווט עם תעלה	46
סופיות	48
נעלי כבל	49
התקנת מבודד מדורג לכניסת כבלים	50
יחידות חיבור פנימיות לכבלים	52
הארקה, פס אפס	53
בחירת חתך מוליכי אפס והארקה	56
מדפים למפסקי אוויר ABB והתקנתם	59
מומנטים	61
הוראות התקנה של פס גישור	67
הוראות עבודה לארון T4P-IP	68
נספחים	
נספח א' - מילון מונחים והגדרות (IEC 61439)	**69**
1. מתחים ותדר	69
2. זרמים ועליית טמפרטורה	69
3. זרם קצר	69
4. מבנה המכלול	69
5. בידוד, הגנה והארקה	70
6. אימות ויצרנים	70
7. יצרן מקורי ויצרן מרכיב - מי אחראי על מה	70
8. הסבר מורחב - RDF-I Inc, Ing	70
נספח ב' - בדיקות שגרה (טל"ח) ללוחות T4P	**72**
סימון ותיעוד הלוח - IEC 61439-1 סעיף 6	72
מטרה וכללים	74
1. מסמכים וסימון; 2. בדיקה חזותית	75
3. מרווחי אוויר ומרחקי זחילה; 4. חיבורים ומומנט הידוק	76
5. מעגל הגנה (PE); 6. פעולה מכנית	77
7. בדיקה דיאלקטרית - ערכים, מתחים וזמן	78
7. בדיקה דיאלקטרית - ביצוע; 8. חיווט ובדיקה תפקודית	79
אם בדיקה נכשלה	80

נספח ג' - בדיקת איכות פס צבירה TELEDI **81**

נספח ד' - צורות הפרדה פנימית (Forms) במכלולים **82**

1. כללי 82
2. הגדרות 82
3. סיווג צורות ההפרדה 82
4. תרשימים סכמטיים 83
5. דרישות 83

נספח ה' - דרגות הגנה IP ו-IK של לוחות חשמל **84**

1. מה זה קוד IP? 84
2. טבלאות הספרות 84
3. IP2X לעומת IPXXB - מה ההבדל? 85
4. מה זה קוד IK? 85
5. מה התקן דורש - סיכום 86
6. איך נבדקים IP ו-IK 86
7. מעטפת ריקה (IEC 62208) ושינויים בה 87
8. בחירת דרגת הגנה לפי מקום ההתקנה - המלצה 87
9. דגשים לתכנון ולהרכבה 87

נספח ו' - רשימת שינויים ותוספות **88**

הוראות כלליות

כלל העבודה תתבצע בהתאם לתקנות ולתקנים הנדרשים, לרבות חוק החשמל ותקנותיו והוראות יצרן המקור.

כלל הציוד בלוח חייב להיות תקני ומאושר ברשימת הציודים המאושרים בסיסטם תמחש. הרשימה נמצאת באתר האינטרנט של תמחש.

בחירת מוליכים תתבצע בהתאם לטבלאות '100' ו-'101' של תמחש, המופיעות בקטלוגים הטכניים לסיסטם.

כניסות/חיבורים למפסקים, מאז"ים ושאר הציוד - על פי תקנות והוראות יצרני הציוד.

כלל לחישוב גובה פנלים כללי בארונות T4P:

T4P-K: גובה הארון פחות 75; כשיש פנל ציר פסנתר - גובה הארון פחות 100

T4P-H: גובה הארון פחות 50

T4P-M: גובה הארון (ללא גג) פחות 125

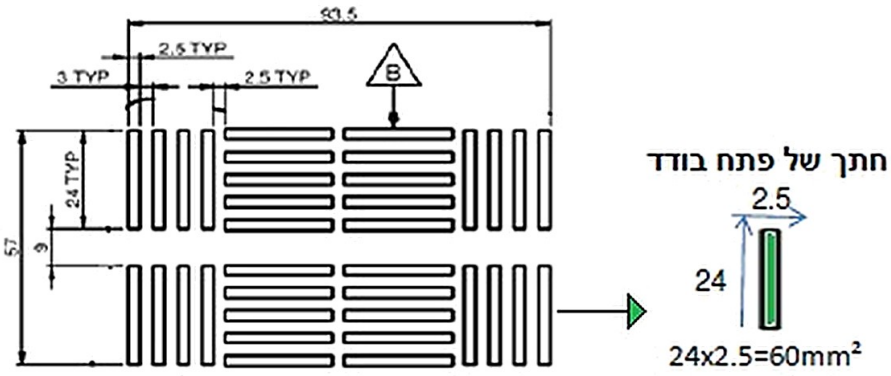
T4P-IP: גובה הארון פחות 75

חישוב שטח חתך פתחי אוורור (קבוצת חריצים אחת):

חישוב שטח חתך קבוצה אחת

$60x36=21.6cm^2$

$60x36=2160mm^2$



מוליכים גמישים (חוטים גמישים)

1. מוליכים וכבלים יותקנו בלוח בדרך נאותה למניעת נזק עקב הצטלבות, צפיפות ולחץ, ויהיו ניתנים לזיהוי והפרדה ממוליכים של מעגלים אחרים.

2. צבעי מוליכים: בידוד של כל מוליך יהיה בצבע מיוחד המתאים לייעודו.

<u>זרם חילופין:</u>
מופע (פאזה) - חום
אפס (N) - כחול
הארקה (PE) - שילוב צבעים צהוב וירוק

<u>זרם ישר:</u>
מוליכי קטבים - כל צבע, למעט צהוב ו/או ירוק
הארקה (PE) - שילוב צבעים צהוב וירוק

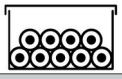
3. בידוד חיצוני לכבל: סוגי הבידוד הנפוצים ביותר:

- PVC (PolyVinyl Chloride) - בזרם נקוב טמפרטורת מוליך מרבית 70°C. אלא אם הוגדר אחרת, אין להשתמש במוליכי PVC ל-90°C.
- XLPE (Cross-linked Polyethylene) - בזרם נקוב טמפרטורת מוליך מרבית 90°C.

בחירת מוליכי PVC

4. בחירת שטחי חתך המוליכים תתבצע בהתאם לטבלה 100

טבלה 100 - בחירת מוליכים לפי: זרם Inc, טמפ' סביב המוליך וצורת ההתקנה (מרחק בין המוליכים שווה לקוטר המוליך)

חתך ממ"ר	כל מוליך בנפרד				מוליך בצמה				מוליך בתעלה				חתך ממ"ר
													
	A52-10 (70°C) copper				A52-10 (70°C) copper				A52-4 (70°C) copper				
	Inc max A בהתאם לטמפ' בתוך הלוח				Inc max A בהתאם לטמפ' בתוך הלוח				Inc max A בהתאם לטמפ' בתוך הלוח				
	40°C	45°C	50°C	55°C	40°C	45°C	50°C	55°C	40°C	45°C	50°C	55°C	
0.5*										3.0			0.5*
0.75*										3.8			0.75*
1.0*										5.4			1.0*
1.5	17.1	15.5	14.0	12.0	10.3	9.3	8.4	7.2	8.6	7.8	7.0	6.0	1.5
2.5	24.0	21.8	19.6	16.8	14.8	13.5	12.1	10.4	11.4	10.4	9.3	8.0	2.5
4	31.9	29.0	26.1	22.4	20.5	18.6	16.8	14.4	16.0	14.5	13.0	11.2	4
6	41.1	37.3	33.5	28.8	26.2	23.8	21.4	18.4	20.5	18.6	16.8	14.4	6
10	57.0	51.8	46.6	40.0	36.5	33.2	29.8	25.6	27.4	24.9	22.4	19.2	10
16	76.4	69.4	62.4	53.6	50.2	45.6	41.0	35.2	37.7	34.2	30.7	26.4	16
25	101.5	92.2	82.9	71.2	67.3	61.1	54.9	47.2	49.1	44.6	40.0	34.4	25
35	125.5	114.0	102.4	88.0	84.4	76.7	68.9	59.2	61.6	55.9	50.3	43.2	35
50	152.9	138.8	124.8	107.2	102.7	93.2	83.8	72.0	74.2	67.3	60.8	52.0	50
70	195.1	177.2	159.2	136.8	132.4	120.2	108.0	92.8	94.7	86.0	77.6	66.4	70
95	237.3	215.5	193.7	166.4	162	147.1	132.2	113.6	115.2	104.6	94.4	80.8	95
120	276.1	250.7	225.3	193.6	188.3	171	153.6	132.0	133.5	121.2	108.8	93.6	120
150	317.2	288	258.9	222.4	217.9	197.9	177.8	152.8					150
185	363	329	296	254	251	228	205	176					185
240	428	389	349	300	297	269	242	208					240
300	493	448	402	346	343	312	280	241					300

* מיועד למוליכי פיקוד בלבד. ערכי הטבלה מבוססים על התקן - ראו הסבר בעמוד 7.

- עבור בחירת מוליכים לטמפרטורה עד 50°C יש לבצע הוכחות על ידי חישובי טמפרטורה בתוכנת T.R.T 3 / T.R.T 2.
- בשיטות החישוב, המוליך הנבחר הינו לפי 125% מהזרם הנקוב Inc.
- במוליך מעל 6 ממ"ר לא מומלץ להשתמש בצורת ההתקנה "מוליך בתעלה".
- החל מ-25 ממ"ר מומלץ להשתמש בצורת ההתקנה "כל מוליך בנפרד".

הסבר לטבלה 100 - איך נקבעו הערכים ומה אומר התקן

במילים פשוטות: כל מוליך מתחמם כשעובר בו זרם. אם הזרם גבוה מדי, הבידוד מתחמם מעבר למותר (70°C למוליך PVC) ועלול להינזק. ככל שהאוויר בתוך הלוח חם יותר, ומוליכים צפופים יותר (צמה, תעלה), המוליך מתקרר פחות - ולכן מותר להעביר בו פחות זרם. טבלה 100 אומרת כמה זרם מותר בכל מוליך, לפי שלושה דברים: שטח החתך, צורת ההתקנה והטמפרטורה בתוך הלוח.

מאיפה המספרים? - שלושה צעדים לפי התקן:

צעד	מה עושים	מקור בתקן
1	לוקחים את הזרם המרבי למוליך בטמפרטורה 55°C בתוך הלוח, לפי צורת ההתקנה.	IEC 61439-1:2020, נספח H, טבלה H.1 (שלוש עמודות: מוליך בתעלה / מוליכים צמודים / מוליכים מרוחקים לפחות בקוטר מוליך)
2	מתאימים את הזרם לטמפרטורה האמיתית בלוח (40, 45 או 50°C) בעזרת מקדם תיקון k1.	IEC 61439-1:2020, נספח H, טבלה H.2: k1 = 0.87 (40°C), 0.79 (45°C), 0.71 (50°C), 0.61 (55°C)
3	מקטינים ב-20% (כופלים ב-0.8), כך שהמוליך יתאים ל-125% מהזרם הנקוב של המעגל - מרווח ביטחון כדי שהמוליך לא יחמם את המפסק.	IEC 61439-1:2020, סעיף 10.10.4.1 f) והערה 4: "המוליכים ייבחרו לפי 125% מזרם המעגל"

הנוסחה: זרם בטבלה 100 = זרם מטבלה H.1 × (k1 לטמפרטורה בלוח ÷ 0.61) × 0.8

דוגמה: מוליך 1.5 ממ"ר בתעלה, בלוח שבו האוויר 55°C: לפי טבלה H.1 - 7.5A. × 0.8 = **6.0A** (זה הערך בטבלה 100). אותו מוליך בלוח של 45°C: 7.5 × (0.61 ÷ 0.79) × 0.8 = **7.8A**.

מה תוקן במהדורה 02: בדקנו את כל ערכי הטבלה מול החישוב. חמישה ערכים בעמודת "מוליך בתעלה" ב-50°C לא התאימו לחישוב (כנראה טעויות הקלדה) ותוקנו:

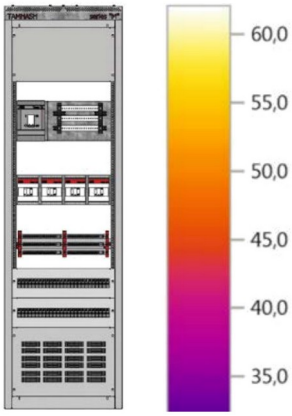
חתך (ממ"ר)	ערך קודם (A)	ערך מתוקן (A)	חישוב
4	12.8	13.0	14 × 0.71/0.61 × 0.8
6	16.0	16.8	18 × 0.71/0.61 × 0.8
16	31.2	30.7	33 × 0.71/0.61 × 0.8
25	40.8	40.0	43 × 0.71/0.61 × 0.8
35	49.6	50.3	54 × 0.71/0.61 × 0.8

למה צריך להוכיח טמפרטורה כשבוחרים עמודה של 50°C ומטה? טבלה H.1 בתקן מחושבת ל-55°C בתוך הלוח. בחירה בעמודה נמוכה יותר מאפשרת זרם גבוה יותר - אבל רק אם הלוח באמת לא מתחמם מעבר לכך. לכן חובה להוכיח את הטמפרטורה בחישוב בתוכנת T.R.T 2 / T.R.T 3 (שיטת IEC TR 60890, לפי IEC 61439-2:2020 סעיף 10.10.4.101).

כללים נוספים מהתקן שכדאי לזכור:

- טמפרטורת הסביבה מחוץ ללוח - ממוצע יומי עד 35°C (IEC 61439-1:2020, סעיף 7.1.1; IEC 61439-2:2020, סעיף 10.10.4.102.2).
- באימות עליית טמפרטורה בחישוב - זרם המעגל לא יעלה על 80% מזרם המפסק, כמרווח ביטחון לנקודות חמות (IEC 61439-1:2020, סעיף 10.10.4.1 e) הערה 2; IEC 61439-2:2020, סעיף 10.10.4.101.2).
- אם יצרן הציוד דורש מוליך עבה יותר - משתמשים בו (IEC 61439-1:2020, סעיף 10.10.4.1 f)).

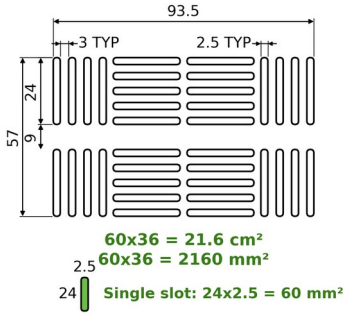
5. בבחירת מוליך חובה להתחשב בטמפרטורה בסביבת המוליך ובצורת ההתקנה



התפלגות אופיינית של הטמפרטורה בלוח:

- הנחת היסוד היא כי טמפ' הסביבה מחוץ ללוח הינה 35°C ממוצעת.
- הטמפ' המרבית המותרת בלוח הינה עד 60°C בחלק העליון של הלוח.
- לקבלת התפלגות מדויקת בלוח יש להשתמש בתוכנת חישובי טמפ' T.R.T 2 / T.R.T 3.
- הרחקת הלוח לפחות 10 ס"מ מהקיר תורמת לאוורור התאים.
- בקונפיגורציות תאי כניסה/יציאה למפסקי אוויר או מפסקים יצוקים, בתאי OUT-H ובתא TELEDI - חובה להרחיק את הלוח לפחות 10 ס"מ מהקיר. בקונפיגורציות OUT-V וסיסטם עד 250 - בהתאם לחישוב טמפ'.
- בלוחות עם אוורור מאולץ, המלצת תמחש היא להתקין את הטרמוסטט באזור העליות של המפסק.
- **חשוב!** על מנת שהארון לא יתחמם ולטובת קבלת אוורור טבעי מיטבי, יש להרחיק חסמים חיצוניים לפחות כ-10 ס"מ מכלל חריצי האוורור בדלת, בגב ובדופן.
- **חשוב!** כאשר בוחרים באפשרות של אוורור מאולץ בתוכנת T.R.T 2 / T.R.T 3 בשימוש עם פילטרים IP54, יש לקחת בחשבון שספיקת המאוורר יורדת ב-70%.
- במקרה של התקנת אוורור מאולץ בארונות T4P-IP חובה להתקין טרמוסטט בכל תא, בחלקו העליון. במקרה של תאי קונפיגורציות יש להתקין באזור הלשות. המלצת תמחש: לכוון את הטרמוסטט לטמפ' של 45°C.
- בארונות מדגם T4P-IP להתקנה חיצונית בשמש יש לבחור מוליך עגול בטמפ' התחלתית של 50°C.

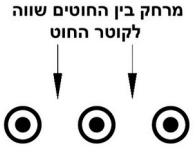
חישוב שטח חתך - קבוצת חריצים אחת



6. צורות התקנה:

כל מוליך בנפרד





- מרחק בין המוליכים שווה לפחות לקוטר המוליך - לכל אורך המוליך!
- **שים לב!** מוליך אשר במיקום כלשהו לאורך המסלול נוגע במוליך אחר או עובר בתעלה, לא ייחשב כ"כל מוליך בנפרד".
- החל מ-25 ממ"ר מומלץ להשתמש בצורת ההתקנה הנ"ל.

צמה

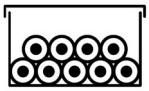




- שניים או שלושה מוליכים הצמודים זה לזה ייקראו "צמה".
- אם במיקום כלשהו לכל אורך המסלול של תצורת "צמה" יש נגיעה בחוט נוסף או בצמה נוספת, יילקחו בחשבון מקדמי השפעת טמפרטורה.
- במוליך מעל 6 ממ"ר מומלץ להשתמש בצורת ההתקנה הנ"ל.

מוליך בתעלה





- מוליך החסום ביותר משני כיוונים על ידי מוליך או כל עצם אחר.
- כל חוט אשר אינו מוגדר כ"כל מוליך בנפרד" או "צמה" ועובר בתוך תעלה.
- לפי טבלה 100 של תמחש, מספר מוליכים בתעלה = 6 (2 מעגלים תלת-פאזיים). עבור מספר גדול יותר של מעגלים יש לבדוק בתוכנת חישובי טמפרטורה.
- במוליך עד 6 ממ"ר מומלץ להשתמש בצורת ההתקנה הנ"ל.

7. מוליכים:

- **מוליך מוגן** - כאשר האנרגיה שתתפתח אחרי המפסק במוליך בעת קצר קטנה מהאנרגיה המרבית שהמוליך יכול לשאת, המוליך נחשב למוליך מוגן.
- **מוליך לא מוגן** - כאשר האנרגיה שתתפתח אחרי המפסק במוליך בעת קצר גדולה מהאנרגיה המרבית שהמוליך יכול לשאת, המוליך נחשב למוליך לא מוגן.

בהתאם לכך ניתן להפוך את המוליך למוגן על ידי הוספת לפלף לכל מוליך בנפרד לכל אורכו כבידוד מוגבר, ולחווט את המוליכים בשיטת ההתקנה "כל מוליך בנפרד".

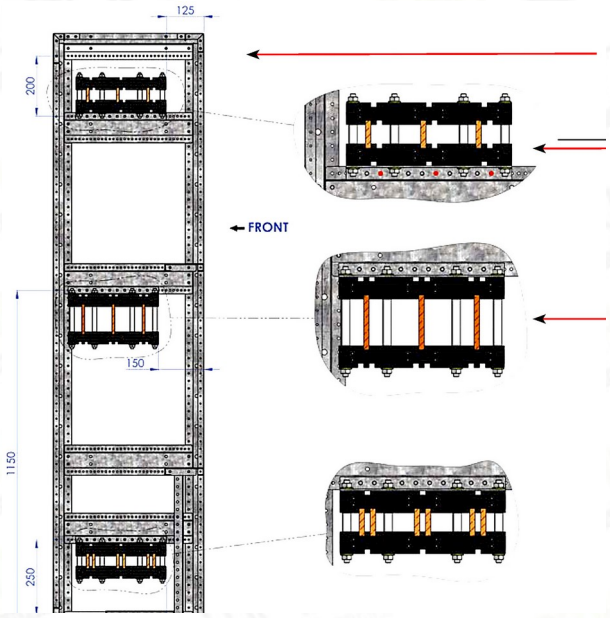
פסי צבירה, מבודדים והתקנתם

חשוב! חובה להשתמש בנחושת אלקטרוליטית של תמחש עם פינות מעוגלות: תקן EN 13601, חומר Cu-ETP (CW004A), חוזק F-30.

1. בבחירת מבודדים, מרחקי מבודדים ושטחי חתך של פ"צ, יש להתחשב בזרם הנקוב ובזרם הקצר.
2. בחירת פ"צ לפי טבלאות שטחי חתך בקטלוג תמחש (יש לשים לב להוראות מיוחדות ולאותיות הקטנות בטבלאות!).
3. יש לקחת בחשבון את נקודת הפירוק של הלוח. מומלץ למקם מבודדים בקרבה לנקודת הפירוק. ניתן לבצע נקודת פירוק על ידי יחידת חיבור המשך לפסי צבירה (תמחש) - פלטת חיבור: עמוד 21; יחידה מהירה: עמוד 22, או בהתאם להוראות היצרן (פרק "כללי עבודה עם נחושת קשיחה", עמוד 14).

4. פסי צבירה מקביליים

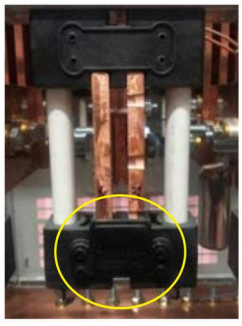
- שימוש במבודד מסרק מקבילי.
- יש לעיין בקובץ "הוראות הרכבה למבודד מקבילי".
- הרכבת המבודד בחלק העליון/התחתון - במרחק של 125 מ"מ מחזית התא. מיקום המבודד בגובה התא - ראו עמוד 10.
- פס צבירה ראשי יחיד - יש להתקין את הנחושת בחריץ הפנימי של המבודד, גם בהתקנה עליונה וגם בתחתונה.
- **חובה** להרכיב את זווית הרכבת המבודד ב-3 ברגים.
- יש להתקין מעצור למבודד בקצוות הפס. מעצור יחיד - למעלה או למטה.
- ניתן להתקין מבודד צף (באוויר, ללא חיבור למבנה). המרחק בין מבודד צף למבודד המחובר למבנה לא יעלה על המרחק המוגדר בטבלאות.



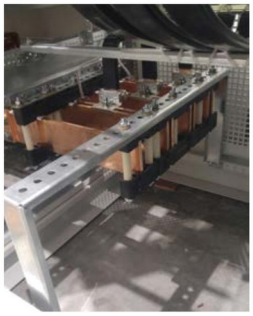
לפס צבירה משותף בלבד:

ז"ק	שטח חתך	מרחק מרבי בין מבודדים
25kA		1300mm
36kA	3X100X10	900mm
50kA		750mm





התקן לחיזוק מבודד מקבילי (מסרק) מתקינים במקרים הבאים: סוף פ"צ / באמצע התא / בקרבה לנקודת פירוק / במידה שהמרחק בין המבודדים גדול מהמרחק שצוין בסעיף פסי צבירה בקטלוג - לטובת הובלה ושמירה על תקינות פסי הצבירה בשינוע (ללא קשר לעמידות בזרם קצר).





מק"ט	מיקום התקנת פ"צ	עומק תא
SYCH-U0500-K1	עליון	500
SYCH-U0650-K1	עליון	650
SYCH-U0800-K1	עליון	800
SYCH-U1000-K1	עליון	1000
SYCH-B0500-K1	תחתון	500
SYCH-B0650-K1	תחתון	650
SYCH-B0800-K1	תחתון	800
SYCH-B1000-K1	תחתון	1000

מיקום מבודד מסרק מקבילי לפ"צ

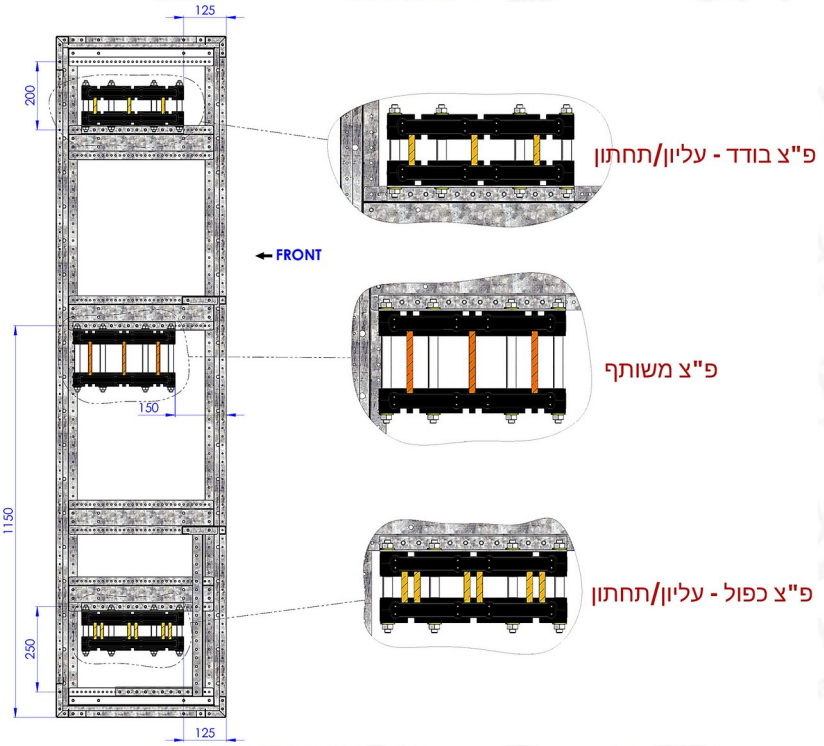
פ"צ בודד - עליון/תחתון: מרכז המבודד 200 מ"מ מגג התא.

פ"צ משותף: 1150 מ"מ מתחתית התא, 150 מ"מ מגב התא.

פ"צ כפול - עליון/תחתון: מרכז המבודד 250 מ"מ מתחתית התא.

בכל המקרים (עליון/תחתון): 125 מ"מ מחזית התא (FRONT).

ראו גם סעיף 4 "פסי צבירה מקביליים" בפרק "פסי צבירה, מבודדים והתקנתם".



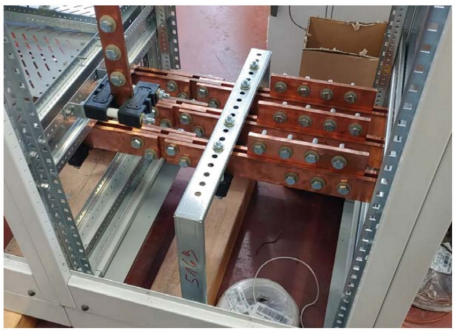
שטח חתך לפס צבירה ראשי + מרחק מרבי בין מבודדים

נחושת אלקטרוליטית / נחושת מצופה בדיל | 3 פאזות / 4 פאזות | צורת התקנת פסים: מקבילית

זרם נקוב In	חתך פאזה [mm]	Icw (1s) [kA]	Ipk [kA]	מרחק בין מבודדי פאזה [mm]	חתך פס אפס [mm]		זרם קצר צפוי באפס [kA]	מרחק בין מבודדי אפס [mm]		
					100%	50%		מקבילי	אוקולון 100% / 50%	מדורג (עד 630A)
630A	30x10	25	52.5	800	30x10	30x5	15	800[1]	750 / 450	450
		36	75.6	550	30x10	30x5	21.6	550[1]	750 / 450	450
800A	50x10	25	52.5	1000	50x10	50x5	15	1000[1]	750 / 450	–
		36	75.6	700	50x10	50x5	21.6	700[1]	750 / 450	–
		50	105	500	50x10	50x5	30	500[1]	750 / 450	–
1000A	60x10	25	52.5	1200	60x10	30x10	15	1200	750	–
		36	75.6	800	60x10	30x10	21.6	800	750	–
		50	105	550	60x10	30x10	30	550	750	–
1250A	2x40x10	25	52.5	750	2x40x10 / 1x80x10	40x10	15	750	750	–
		36	75.6	500	2x40x10 / 1x80x10	40x10	21.6	500	750	–
		50	105	350	2x40x10 / 1x80x10	40x10	30	350	750	–
1600A	2x50x10	25	52.5	900	2x50x10 / 1x100x10	50x10	15	900	750	–
		36	75.6	600	2x50x10 / 1x100x10	50x10	21.6	600	750	–
		50	105	450	2x50x10 / 1x100x10	50x10	30	450	750	–
2000A	2x60x10	36	75.6	700	2x60x10	60x10	21.6	700	750	–
		50	105	500	2x60x10	60x10	30	500	750	–
		70	154	350	2x60x10	60x10	42	350	750	–
2500A	2x80x10	36	75.6	850	2x80x10	80x10	21.6	850	750	–
		50	105	600	2x80x10	80x10	30	600	750	–
		70	154	400	2x80x10	80x10	42	400	750	–
		85	187	350	2x80x10	80x10	51	350	750	–
3200A	2x100x10	50	105	700	2x100x10	100x10	30	700	750	–
		70	154	500	2x100x10	100x10	42	500	750	–
		85	187	400	2x100x10	100x10	51	400	750	–
4000A	2x120x10	50	105	800	2x120x10	120x10	30	800	750	–
		70	154	700	2x120x10	120x10	42	700	750	–
		85	187	600	2x120x10	120x10	51	600	750	–
5000A	2x120x10	50	105	800	2x120x10	120x10	30	800	750	–
		70	154	700	2x120x10	120x10	42	700	750	–
		85	187	600	2x120x10	120x10	51	600	750	–

הערות:

1. זרם קצר שיא: Icw × n = Ipk, לפי טבלה 7 בתקן IEC 61439-1. מקדם n = 2.1 כאשר Icw בין 20kA ל-50kA, ו-n = 2.2 כאשר Icw מעל 50kA.
2. זרם הקצר הצפוי בפס האפס הוא 60% מ-Icw, לפי בדיקות מעבדה בהתאם ל-IEC 61439.
3. מבודד מקבילי: המרחק בין מבודדי האפס זהה למרחק בין מבודדי הפאזה עבור אותו Icw.
4. [1] ב-630A ובו-800A מבודד מקבילי מתאים לפס אפס 100% בלבד.
5. מבודד אוקולון: ב-630A ובו-800A המרחק הוא 750mm לאפס 100% ו-450mm לאפס 50%. מ-1000A ומעלה המרחק הוא 750mm לשני החתכים.
6. מבודד מדורג: ב-630A בלבד, מרחק 450mm.
7. בתאי יציאה OUT-H: עד 3 תמיכות (מבודדים) לפס האפס, במרחק מקסימלי של 650mm.



- בתאי קונפיגורציה עם מפסקי אוויר, כברירת מחדל המבודדים לפ"צ מותקנים משני צידי התא. מרחקי מבודדים בעליות/ירידות - ראו עמוד 13; מיקום מדף המפסק - ראו עמוד 59.
- רק לאחר בדיקה בקטלוג ABB תמחש (בטבלה בעמ' 20) ובקטלוג תמחש שניידר (בטבלה בעמ' 14) ניתן להתקין מבודד בתא הסמוך - כל עוד אין חריגה מהמרחק המוגדר בטבלאות.

עליות נחושת אלקטרוליטית למפסקים

- להוראות עבודה עם נחושת אלקטרוליטית - ראו פרק "כללי עבודה עם נחושת קשיחה" בעמוד 14.
- בעבודה עם נחושת אלקטרוליטית חובה להשתמש במבודדים של תמחש. המרחק בין המבודדים וסוגם מוסבר בחומר הטכני של תמחש (ראו גם פרק "פסי צבירה, מבודדים והתקנתם").

שטחי חתך לציוד ABB

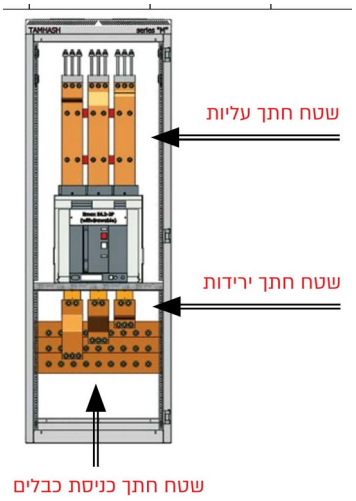
E4.2 4000A	E4.2 3200A	E2.2 2500A	E2.2 2000A		E1.2 1600A	E1.2 1250A	E1.2 1000/800A	Pole 3
			VR	F				
3x4x100x10	3x3x100x10	3x3x60x10	-	3x2x60x10	3x2x50x10	3x50x12	3x50x10	**שטח חתך עליות**
3x4x100x10	3x3x100x10	3x3x60x10	3x2x80x10	3x2x60x10	3x2x50x10	3x50x12	3x50x10	**שטח חתך ירידות**
3x2x120x10	3x2x100x10	3x2x80x10	3x2x60x10	3x2x60x10	3x100x10	3x100x10	3x50x10	**שטח חתך כניסת כבלים**

XT7 1600A	XT7 1250A	XT7 1000/800A	XT6 800A	XT6 630A	XT5 630A	XT5 400A	
3x2x50x10	3x50x12	3x50x10	3x50x10 # 50x1x8	3x40x10 # 40x1x8	3x40x10 # 32x1x10	3x30x10 # 24x1x10	**שטח חתך עליות**
3x2x50x10	3x50x12	3x50x10	3x50x10 # 50x1x8	3x40x10 # 40x1x8	3x40x10 # 32x1x10	3x30x10 # 24x1x10	**שטח חתך ירידות**
3x100x10	3x60x10	3x50x10	3x50x10	3x40x10	3x40x10	3x30x10	**שטח חתך כניסת כבלים**

שטחי חתך לציוד Schneider Electric

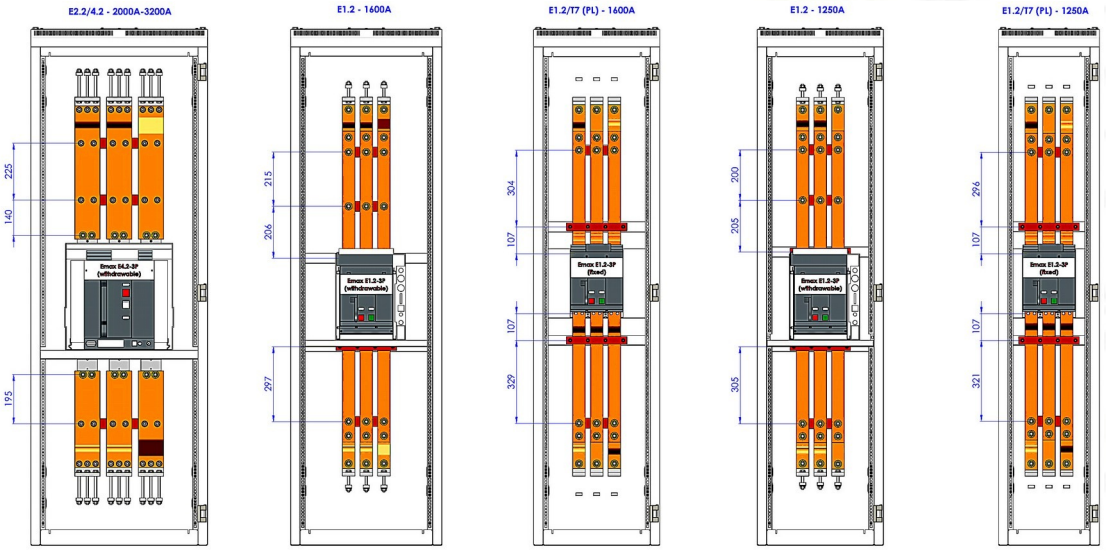
NW 4000A	NW 3200A	NW 2500A	NW 2000A/1600A	NT 1600A	NT 1250A	NT 1000A	3 Pole
3x4x100x10	3x3x80x10	3x2x80x10	3x2x80x10	3x2x50x10	*3x50x12	*3x50x12	**שטח חתך עליות**
3x4x100x10	3x3x80x10	3x2x80x10	3x2x80x10	3x2x50x10	3x50x12	3x50x12	**שטח חתך ירידות**
3x2x120x10	3x2x100x10	3x2x80x10	3x100x10	3x100x10	3x80x10	3x80x10	**שטח חתך כניסת כבלים**

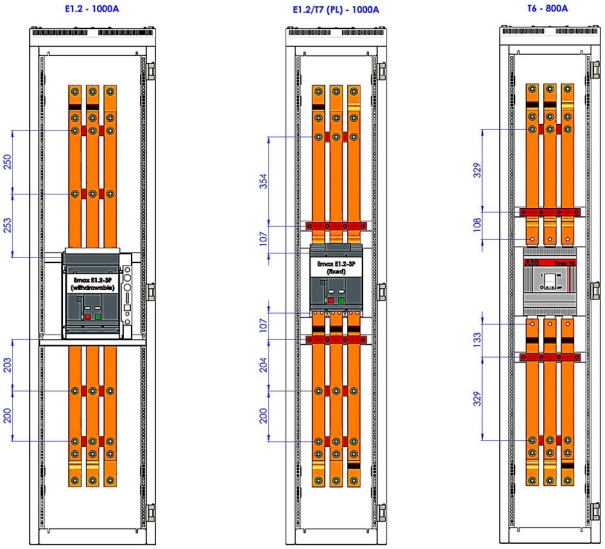
NS 1600A	NS 1250A	NS 1000A	NS 800A/630A	NSX 630A	NSX 400A	NSX 250A	NSX 160A	3 Pole
3x2x50x10	3x2x50x10	3x50x12	3x50x10 # 50x1x8	**3x40x10 # 32x1x10	3x30x10 3x30x5 # 32x1x4	# 24x1x4 כבלים לפי טבלה 100	# 24x1x4 כבלים לפי טבלה 100	**שטח חתך עליות**
3x2x50x10	3x2x50x10	3x50x12	3x50x10 # 50x1x8	**3x40x10 # 32x1x10	3x30x10 3x30x5 # 32x1x4	# 24x1x4 כבלים לפי טבלה 100	# 24x1x4 כבלים לפי טבלה 100	**שטח חתך ירידות**
3x100x10	3x80x10	3x80x10	3x50x10	3x30x10	3x30x10			**שטח חתך כניסת כבלים**



- # - נחושת גמישה, כניסה ישירה
- ** - לשות הרחקה
- *** - חיבור מקורי של Schneider ל-4 מוליכים (חוטים) בירידות**

מרחק בין מבודדים - עליות וירידות בתאי מפסקי אוויר





מומנט סגירה לכלל ברגיי המבודדים

15N/M

תצורת מפסק	עליות - מרחקים (מ"מ)	ירידות - מרחקים (מ"מ)	הערה
E2.2/E4.2 - 2000A-3200A	225 / 140	195	
E1.2 - 1600A	215 / 206	297	
E1.2/XT7 (PL) - 1600A	304 / 107	107 / 329	מבודד סנדוויץ' צמוד למפסק
E1.2 - 1250A	200 / 205	305	
E1.2/XT7 (PL) - 1250A	296 / 107	107 / 321	מבודד סנדוויץ' צמוד למפסק
E1.2 - 1000A	250 / 253	203 / 200	
E1.2/XT7 (PL) - 1000A	354 / 107	107 / 204 / 200	מבודד סנדוויץ' צמוד למפסק
XT6 - 800A	329 / 108	133 / 329	מבודד סנדוויץ' צמוד למפסק

מומנט סגירה לכלל ברגי המבודדים: 15Nm. המרחקים נמדדים מלמעלה למטה, לפי השרטוט.

כללי עבודה עם נחושת קשיחה

1. נחושת אלקטרוליטית חייבת להיות עם פינות מעוגלות ולעמוד בדרישות: תקן EN 13601, חומר Cu-ETP (CW004A), חוזק F-30 (R300).

2. בחירת שטח חתך של הנחושות תיעשה אך ורק לפי הקטלוג הטכני של יצרן המקור.



3. עיבוד הנחושת יתבצע בהתאם לשרטוטים של תמחש ובהתאם למכונת הכיפוף הקיימת.

4. חיבור נחושת בין פס אופקי לפס אנכי זהה לחיבור המשך בפסים אופקיים.

5. חובה לנקות את שטח המגע בין הנחושות בעזרת ספוג ייעודי, מק"ט: 280 MAIN-.

6. בשום פנים אין אפשרות "לפתוח" את הנחושת לאחר ביצוע כיפוף.

7. יש להקפיד על אחסנה ראויה של הנחושת.

8. בסיום העבודה חובה להוריד גרדים.

9. רדיוס הכיפוף בנחושת יהיה לא פחות מעובי הנחושת.

הנחיות תמחש לניקוב נחושת

חורים עגולים (לפי שרטוטי תמחש):

גודל	קוטר	טולרנס
M8	9	+0.5 / -0
M10	11	+0.5 / -0
M12	13	+0.5 / -0

חורים אובליים (לפי שרטוטי תמחש):

גודל	מידות קדח
M10	11X16
M12	13X20

חורים אובליים מקוצרים (באישור תמחש):

גודל	מידות קדח
M10	11X15
M12	13X17

בחורים אובליים מחייבת חברת תמחש לבצע את רוחב הקדח האובלי בהתאם להנחיותיה. ניתן להקטין את אורך הקדח האובלי בהתאם למקבים (אגרופי ניקוב) הקיימים אצל כל יצרן - באישור תמחש.

מומנט חיזוק ברגים בחיבורי נחושת קשיחה: M12 - 60Nm | M10 - 30Nm

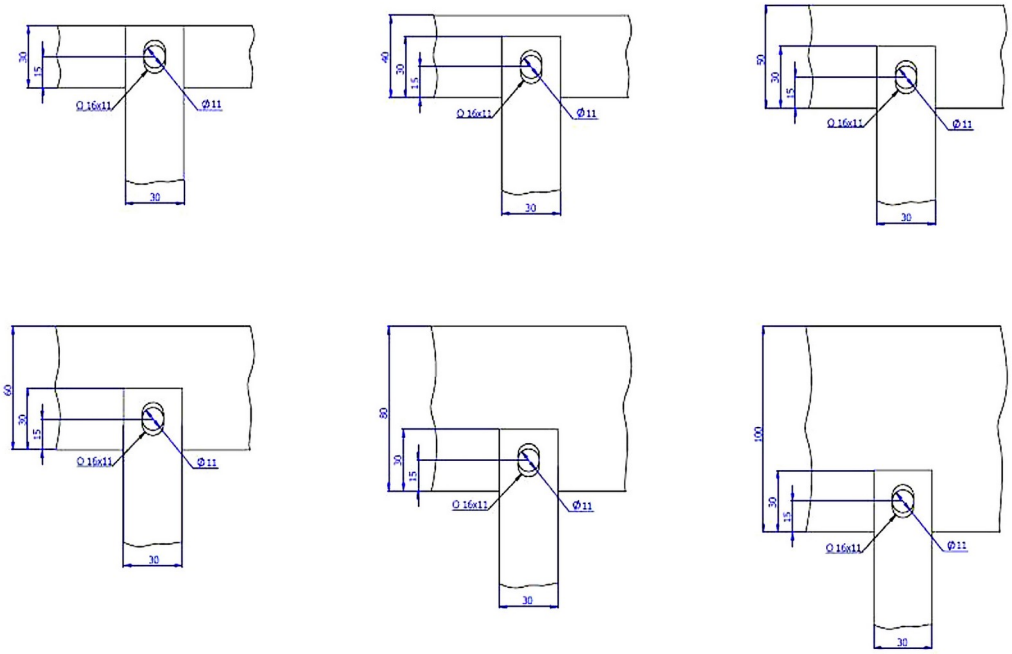
בעמודים הבאים מופיעים שרטוטי ניקוב לחיבור צומת T ולחיבור המשך, לפי רוחב הפס.

מק"טים - נחושת אלקטרוליטית (אורך 4000 מ"מ):

מק"ט	מידה	מק"ט	מידה
BBCOR-4000X015X003	15X3	BBCOR-4000X050X005	50X5
BBCOR-4000X015X005	15X5	BBCOR-4000X050X010	50X10
BBCOR-4000X020X005	20X5	BBCOR-4000X050X012	50X12
BBCOR-4000X030X005	30X5	BBCOR-4000X060X010	60X10
BBCOR-4000X030X010	30X10	BBCOR-4000X080X010	80X10
BBCOR-4000X040X005	40X5	BBCOR-4000X100X010	100X10
BBCOR-4000X040X010	40X10	BBCOR-4000X120X010	120X10

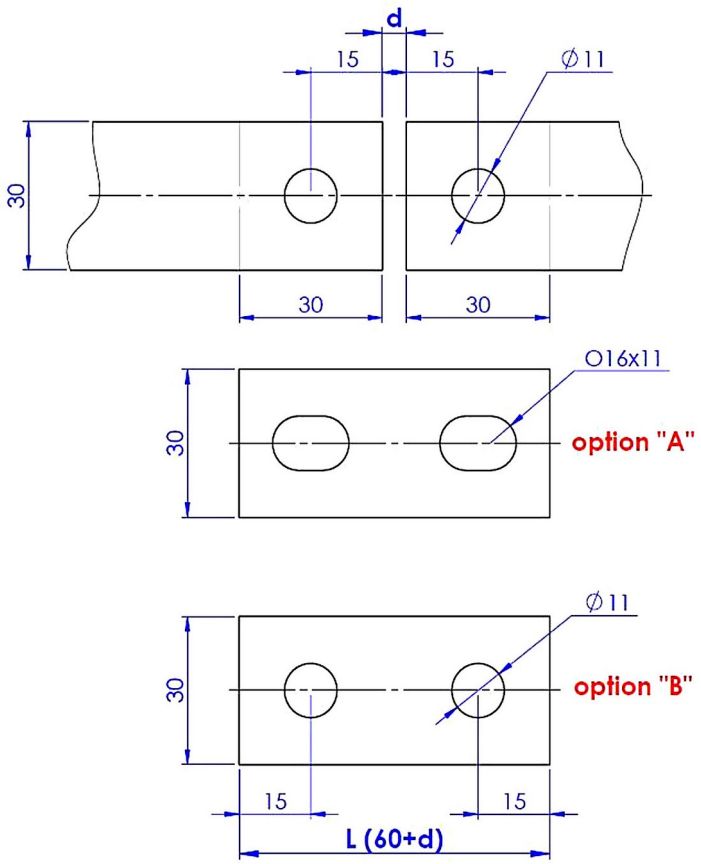
נחושת קשיחה - פס ברוחב 30 מ"מ

חיבור צומת T



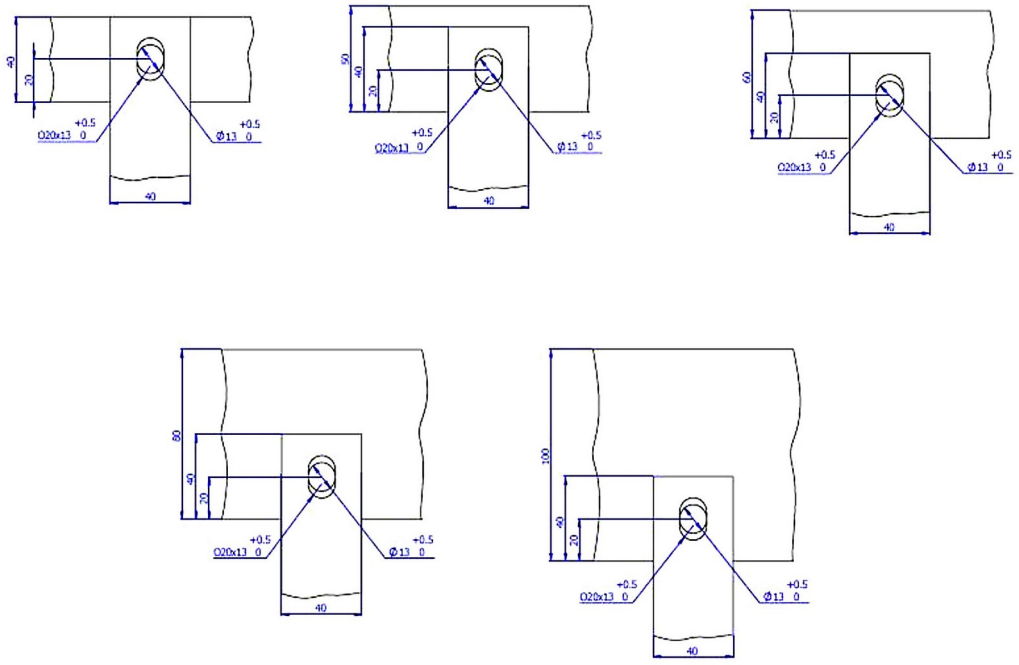
יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ:



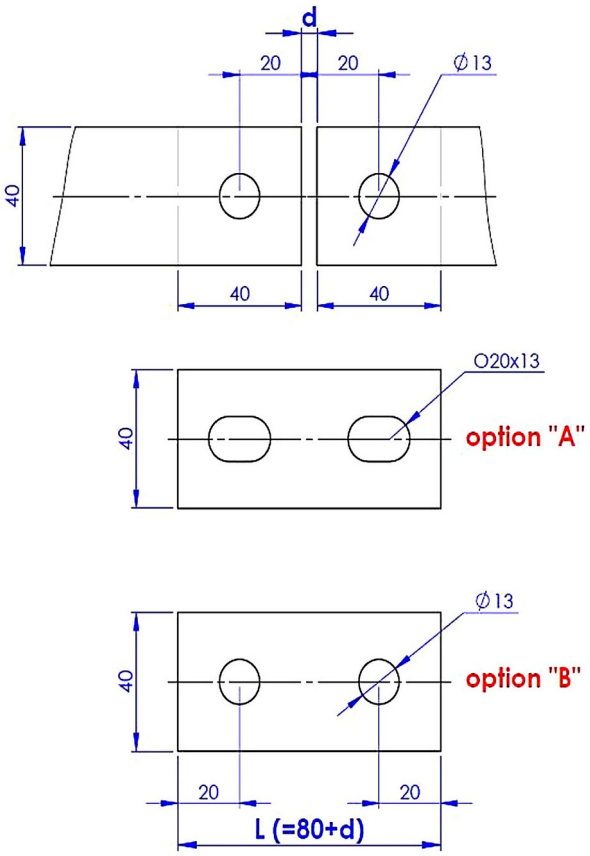
נחושת קשיחה - פס ברוחב 40 מ"מ

חיבור צומת T



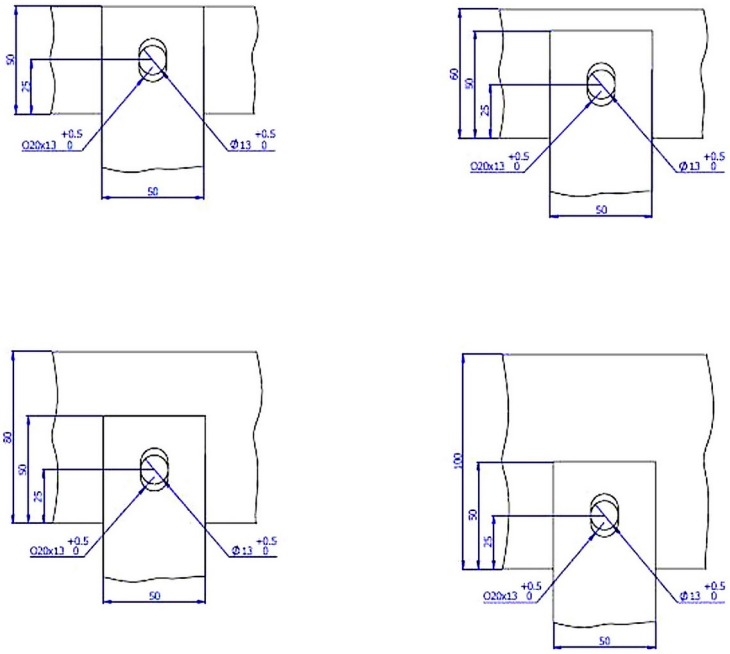
יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ:



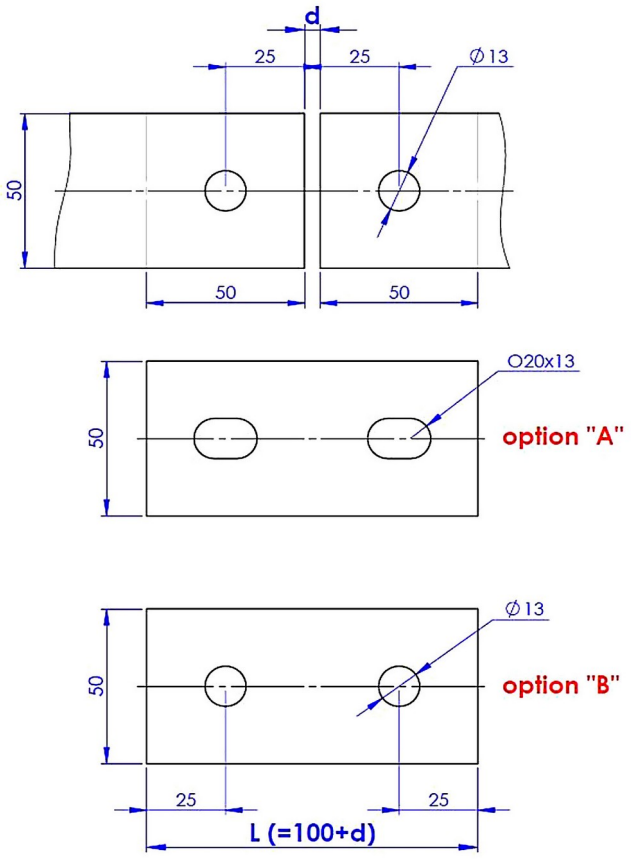
נחושת קשיחה - פס ברוחב 50 מ"מ

חיבור צומת T



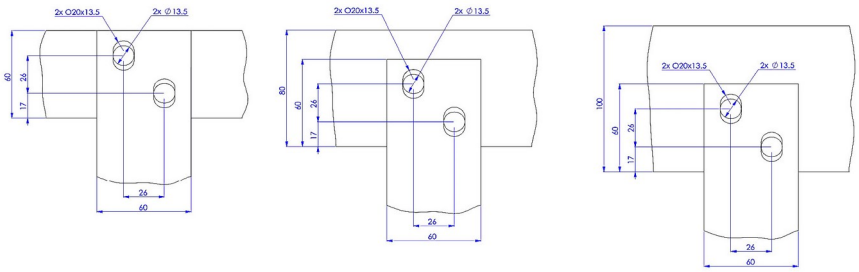
יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ, או יחידה מהירה מקורית של תמחש (ניתן לראות בקטלוג סיסטם):

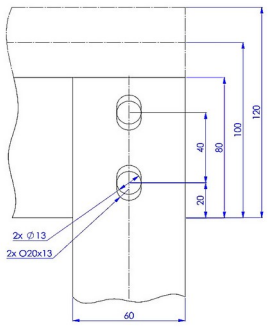


נחושת קשיחה - פס ברוחב 60 מ"מ

חיבור צומת T וחיבור צומת L

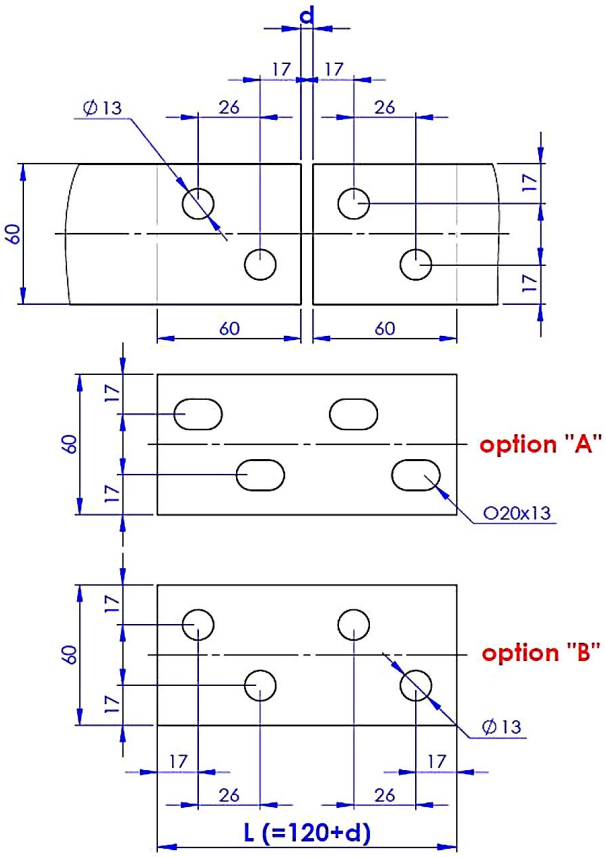


חיבור צומת L



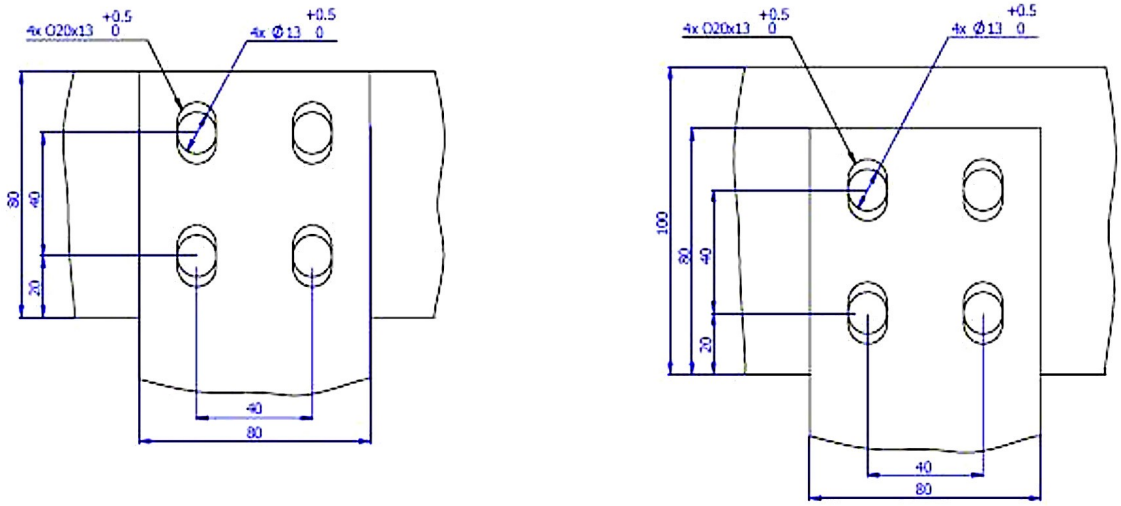
יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ, או יחידה מהירה מקורית של תמחש (ניתן לראות בקטלוג סיסטם):



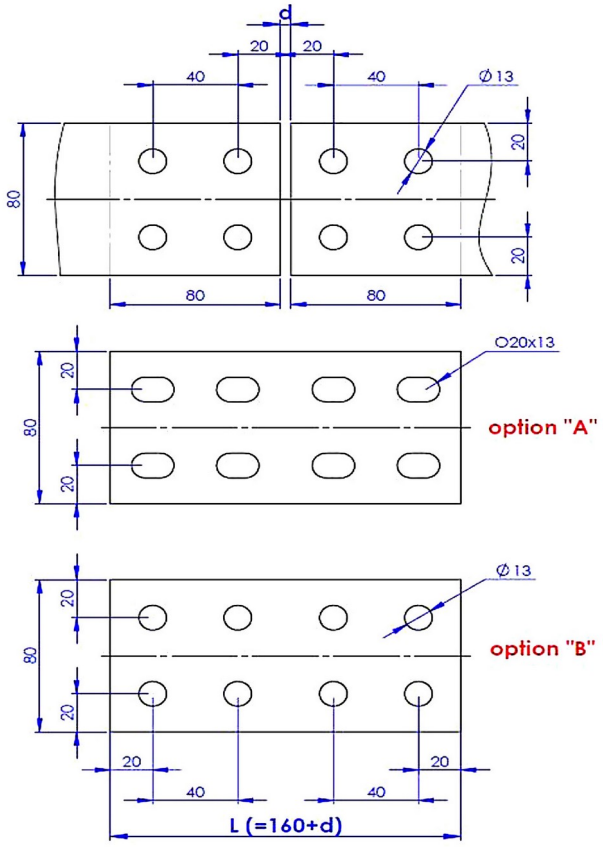
נחושת קשיחה - פס ברוחב 80 מ"מ

חיבור צומת T



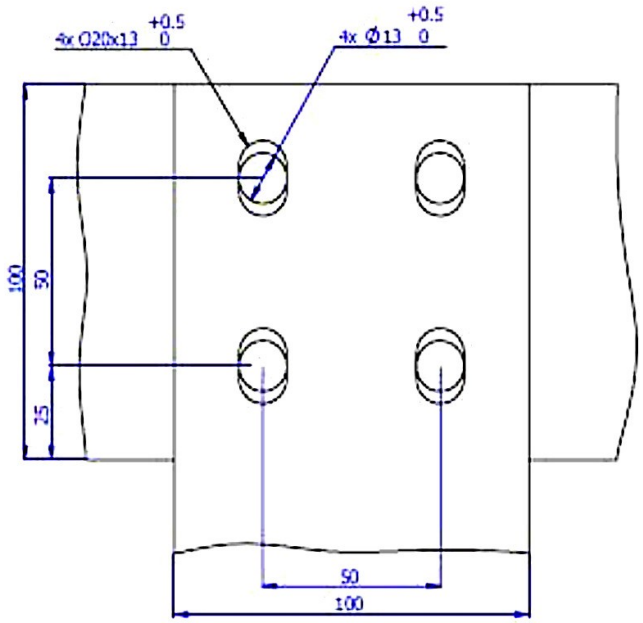
יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ, או יחידה מהירה מקורית של תמחש (ניתן לראות בקטלוג סיסטם):



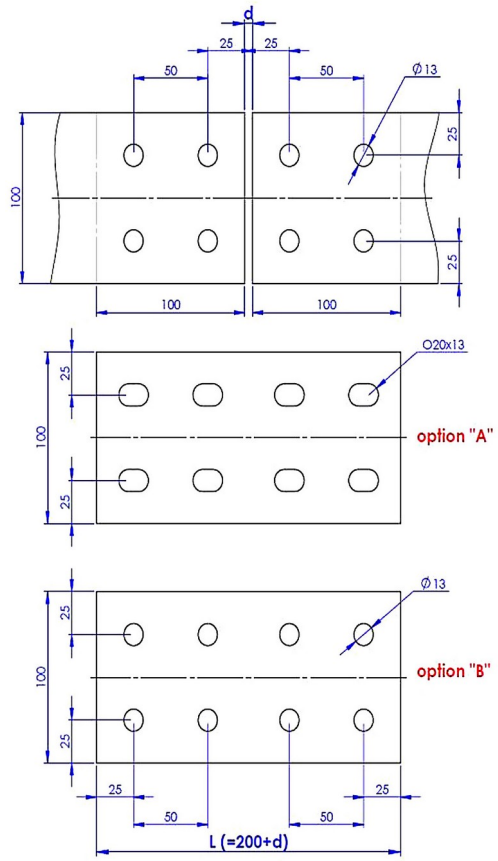
נחושת קשיחה - פס ברוחב 100 מ"מ

חיבור צומת T



יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

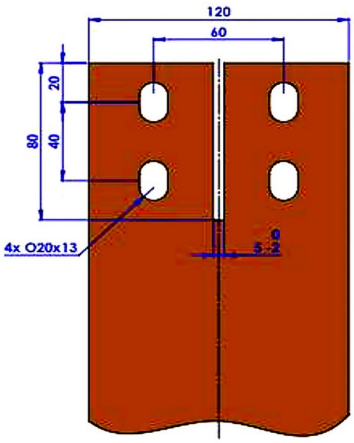
יחידת המשך פ"צ, או יחידה מהירה מקורית של תמחש (ניתן לראות בקטלוג סיסטם):



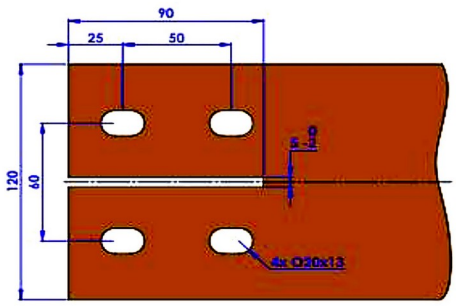
נחושת קשיחה - פס ברוחב 120 מ"מ

פרטי ניקוב נחושת: במצב צומת T (לפי תקן DIN) ובמצב פס צבירה ראשי (לפי בדיקות הדגם)

פרט ניקוב נחושת במצב של צומת "T" לפי תקן DIN

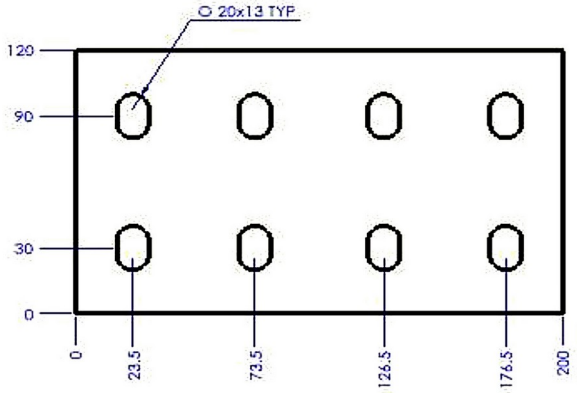


פרט ניקוב נחושת במצב של פס צבירה ראשי לפי בדיקות הדגם



יש לחזק ברגים לפי מומנט: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

יחידת המשך פ"צ, או יחידה מהירה מקורית של תמחש (ניתן לראות בקטלוג סיסטם):



יחידות חיבור המשך לפסי צבירה - פלטת חיבור (עם ניקוב בפסי הצבירה)

יחידות חיבור להמשך פ"צ נחושת אלקטרוליטית מסוג "פלטה" - לחיבור המשך בין פסים (נקודת פירוק) באמצעות פלטת נחושת וברגים דרך חורים בפסי הצבירה, בהתאם לשרטוטי יחידות ההמשך בעמודים 15-21. ליחידות חיבור המשך "מהירות" (ללא ניקוב בפסי הצבירה) - ראו עמוד 22.

נתוני יחידת המשך (פלטת חיבור) לפי רוחב הפס (סיכום שרטוטי עמודים 15-21):

רוחב פס (מ"מ)	אורך פלטה L (מ"מ)	מספר חורים בפלטה	חור עגול (B) / אובלי (A)	בורג	מומנט (Nm)
30	60+d	2 (1 בכל צד)	Ø11 / 16x11	M10	30
40	80+d	2 (1 בכל צד)	Ø13 / 20x13	M12	60
50	100+d	2 (1 בכל צד)	Ø13 / 20x13	M12	60
60	120+d	4 (2 בכל צד, מדורג)	Ø13 / 20x13	M12	60
80	160+d	8 (4 בכל צד)	Ø13 / 20x13	M12	60
100	200+d	8 (4 בכל צד)	Ø13 / 20x13	M12	60
120	200	8 (4 בכל צד)	20x13	M12	60

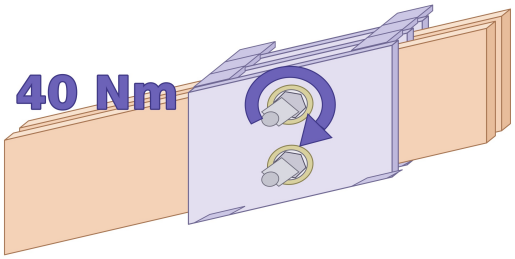
d - המרווח בין קצוות הפסים המחוברים. option "A" - חורים אובליים, option "B" - חורים עגולים. פס 120 מ"מ - יחידה מהירה מקורית של תמחש (ראו קטלוג סיסטם).

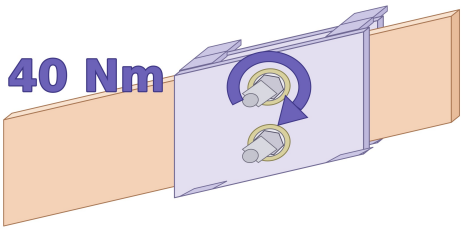
יחידות חיבור המשך מהירות לפסי צבירה

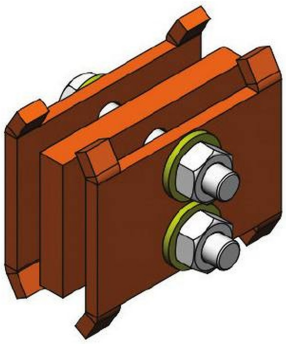
יחידות חיבור המשך "מהירות" מקוריות של תמחש לפ"צ נחושת אלקטרוליטית - לחיבור המשך בין פסים (נקודת פירוק) **ללא ניקוב בפסי הצבירה**. היחידה נלבשת על קצוות הפסים ומהודקת בברגי היחידה.

מומנט הידוק ברגי היחידה המהירה: 40Nm (כמסומן בתמונות).

ליחידות חיבור המשך מסוג "פלטה" (עם ניקוב בפסי הצבירה) ולטבלת נתונים לפי רוחב פס - ראו עמוד 21.







SYAC-CURG-108X2 - יחידת חיבור לפס צבירה כפול 80/100

מק"טים - יחידות חיבור המשך מהירות לפ"צ נחושת אלקטרוליטית:

מק"ט	תיאור פריט	זרם קצר
SYAC-CURG-040X1	לפס צבירה יחיד 40x10	Icw - 36kA 1s
SYAC-CURG-040X2	לפס צבירה כפול 40x10	Icw - 36kA 1s
SYAC-CURG-65X2	לפס צבירה כפול 50/60	Icw - 65kA 1s
SYAC-CURG-65X1	לפס צבירה יחיד 50/60	Icw - 65kA 1s
SYAC-CURG-108X2	לפס צבירה כפול 80/100	Icw - 65kA 1s
SYAC-CURG-120X2	לפס צבירה 2x120	Icw - 85kA 1s

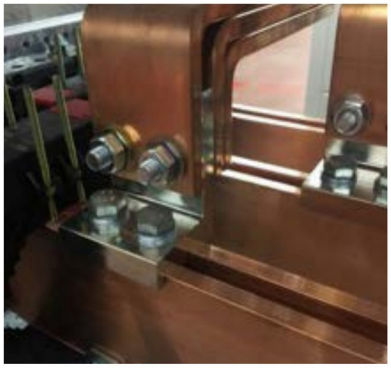
השוואה - יחידת חיבור המשך מהירה מול פלטת חיבור:

	יחידה מהירה (עמוד זה)	פלטת חיבור (עמוד 21)
ניקוב בפסי הצבירה	לא נדרש	נדרש - לפי שרטוטי יחידות ההמשך, עמודים 15-21
מומנט הידוק	40Nm	M10 - 30Nm | M12 - 60Nm
רוחב פס	50/60 (יחיד/כפול), 80/100 (כפול), 2x120 מ"מ	30-120 מ"מ

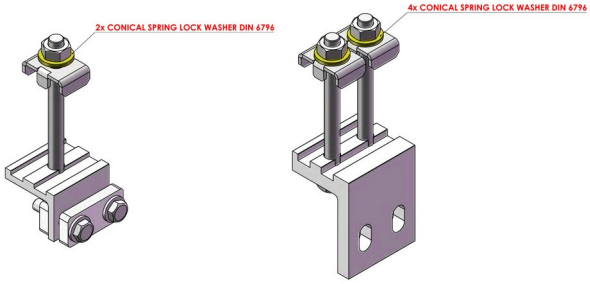
חיבור לפסי צבירה - נחושת אלקטרוליטית

נחושת אלקטרוליטית:

- חיבור ישיר - לפי הוראות היצרן, לפ"צ יחיד.
- יח' הסתעפות - לפ"צ כפול. הוראות הרכבה ליח' סדרת CUBRC - ראו עמוד 24.



חשוב! בהתקנת סט חיבור בכל סוגי יח' ההסתעפות לפס צבירה, יש להשתמש בדיסקיות קוניות (DIN 6796) למעלה ולמטה.



נחושת גמישה:

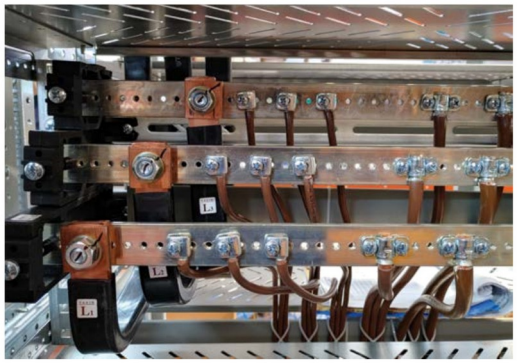
- חיבור ישיר באמצעות פלטקה.
- מהדק צד אוניברסלי (רוכב) - נחושת עד רוחב 15.5 מ"מ, עובי פ"צ 10 מ"מ.
- יח' הסתעפות לפ"צ כפול - הוראות החיבור בפרק "הוראות עבודה עם נחושת גמישה" (עמוד 32).

מוליכי PVC:

- מהדק צד אוניברסלי (רוכב) - למוליך מ-1.5 ממ"ר עד 120 ממ"ר.
- חיבור ישיר לפס באמצעות נעל כבל מתאימה, לפי הוראות היצרן.
- יח' הסתעפות לפ"צ כפול - באמצעות נעל כבל, מ-70 ממ"ר עד 240 ממ"ר.
- עד שטח חתך 25 ממ"ר יש אפשרות להוסיף פס נחושת מצופה 30x5 (עבור אפס והארקה בלבד).



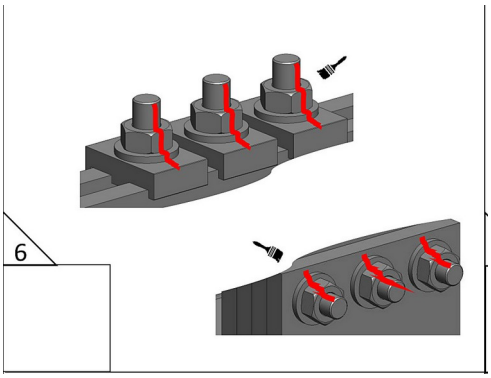


יח' הסתעפות (זווית) לחיבור עליות / ירידות לפ"צ כפול - סדרת CUBRC

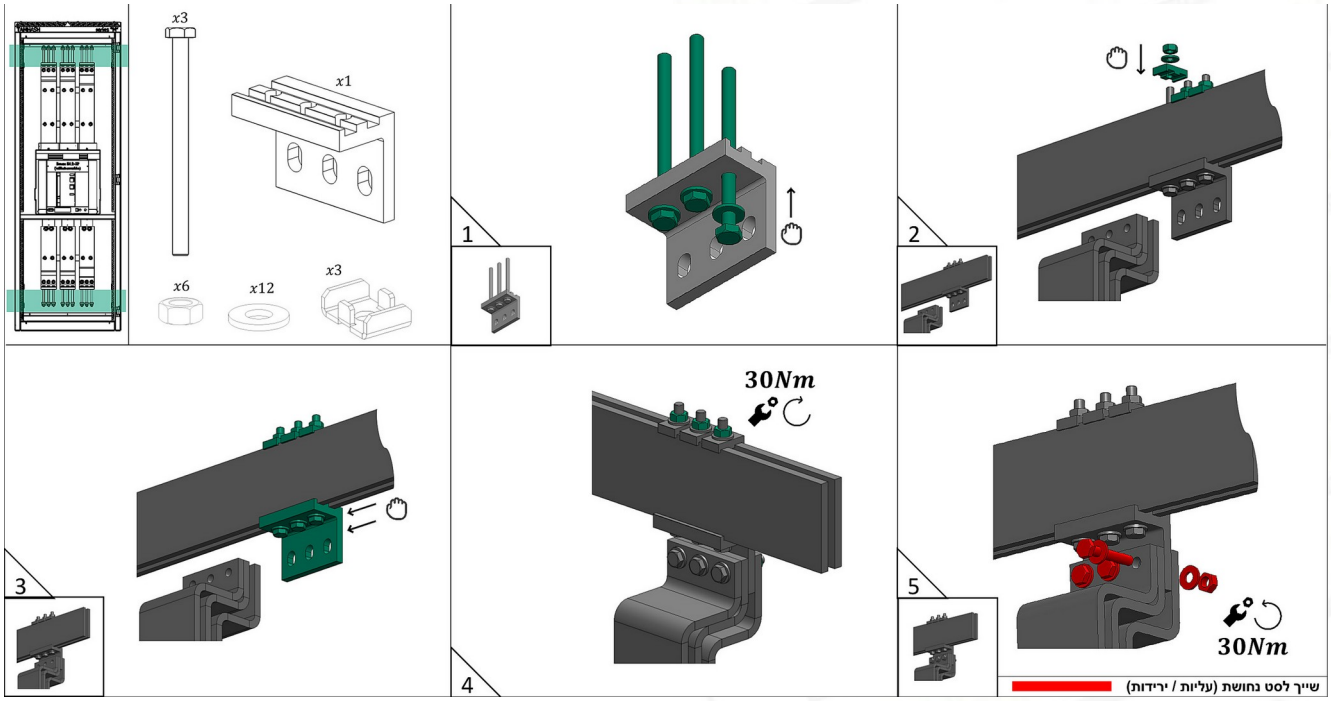
תכולת אספקה: יח' הסתעפות (זווית) מסדרת - CUBRC
3 יחידות, אחת לכל פאזה. המשך המק"ט נקבע לפי גודל היחידה - ראו טבלת מק"טים בעמוד 65.

שימו לב! סט ההידוק (ברגים, אומים, דיסקיות ומרווחנים (מתכת)) אינו כלול, ויש להזמינו בנפרד בהתאם לגובה פסי הצבירה.



שלבי הרכבה:

1. הרכבת 3 הברגים (מסט ההידוק שהוזמן בנפרד) בזווית ההסתעפות וחיזוקם ביד.
2. הנחת המרווחנים, הדיסקיות והאומים העליונים על הפ"צ הכפול.
3. הכנסת הזווית בין שני פסי הצבירה.
4. חיזוק האומים העליונים - מומנט **30Nm**.
5. חיבור סט נחושת העליות/הירידות לזווית וחיזוק - מומנט **30Nm**.
6. סימון הברגים בצבע (פס סימון) לאחר החיזוק.

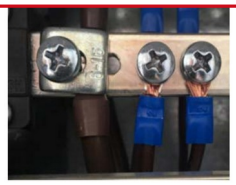


* ברגים ואומים המסומנים באדום בשלב 5 - שייכים לסט הנחושת (עליות / ירידות) ואינם כלולים ביח' ההסתעפות.

3. פסי צבירה - נחושת מצופה

חשוב! אין לכופף נחושת מצופה מחוררת.

חשוב! אין לחבר כבל אלומיניום ישירות לפסי צבירה מנחושת אלקטרוליטית, נחושת מצופה בדיל או פליז מצופה בדיל.
החיבור יבוצע רק דרך נעל כבל / סופית מיוחדים מסוג Al/Cu (בימטאליים), למניעת קורוזיה גלוונית והתחממות החיבור.




נחושת גמישה:
- חיבור ישיר באמצעות פלטקת נחושת.
- חיבור באמצעות פלטה עם שני ברגים.

הוראות החיבור בפרק "הוראות עבודה עם נחושת גמישה" (עמוד 32).

מוליכי PVC:
- חיבור באמצעות מהדק ומהדק אומגה.
- חיבור ישיר באמצעות נעל כבל.
- חיזוק מהדק אומגה יש לבצע בהדרגה (שמאל-ימין-שמאל).

שים לב: בחיבור מוליכי PVC לפ"צ מדורג, חובה להימנע ממגע של מוליך עם בידוד בסיסי בפאזה אחרת. לצורך זה ניתן להוסיף לפלף על המוליך, או למתוח את המוליך מבלי להפעיל עליו לחץ מיותר - כדי לא לעקם את הסופית.

4. פליז מצופה בדיל



- מזלג 35 (CUN1I-140120) - ניתן להרכיב בפליז 10X8 ובפליז 8X6.
- מזלג 70 (CUN1I-140140) - ניתן להרכיב רק בפליז 10X8.

מוליכי PVC:
- ישירות באמצעות סופית.
- חיבור באמצעות מהדק (מזלג) - למוליך 35 ממ"ר - 70 ממ"ר.

מק"ט מהדק לחוט 70 ממ"ר קשיח / 50 ממ"ר גמיש - CUN1I-140140
מק"ט מהדק לחוט 35 ממ"ר קשיח / 25 ממ"ר גמיש - CUN1I-140120

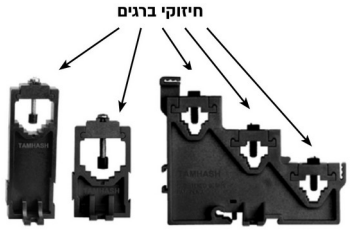
פסי צבירה נחושת / פליז מצופה בדיל - 3 פאזות, צורת התקנת פסים: מדורגת

זרם נקוב	שטח חתך	סוג חומר	מפסק עם הגנה	Icc	Icw	Ipk	מרחק מרבי בין מבודדים	מק"ט למבודד
עד 80A	8x6	פליז מצופה בדיל	XT1, XT2	-	10kA	17kA	200mm	ISJ1-BC4-3X1020-042A
עד 125A	10x8	פליז מצופה בדיל	XT1, XT2	-	10kA	17kA	200mm	ISJ1-BC4-3X1020-042A
עד 160A	15x3	נחושת מצופה בדיל	XT1, XT2	50kA	-	-	300mm	ISJ1-BC4-3X1020-042A
עד 250A	15x5	נחושת מצופה בדיל	XT1, XT2, XT3, XT4	50kA	-	-	300mm	ISJ1-BC4-3X1020-042A
עד 250A	20x5	נחושת מצופה בדיל	XT1, XT2, XT3, XT4	50kA	-	-	300mm	ISJ1-BC4-3X1020-042A
עד 400A	30x5	נחושת מצופה בדיל	XT3, XT4, XT5	-	10kA	17kA	450mm	ISJ1-CC2-3X2040-050A
עד 400A	30x5	נחושת מצופה בדיל	XT3, XT4, XT5	70kA	-	-	300mm	ISJ1-CC2-3X2040-050A
עד 504A	40x5 (2 שורות ברגים)	נחושת מצופה בדיל	XT5	85kA	-	-	600mm	ISJ1-CC2-3X2040-050A
עד 630A	40x5 (שורת ברגים אחת)	נחושת מצופה בדיל	XT5	85kA	-	-	600mm	ISJ1-CC2-3X2040-050A

* ניתן להתקין נחושת אלקטרוליטית 30x10 במבודד מדורג כאשר הלוח מוגדר בז"ק 10kA.

חשוב! אין לחורר פס פליז. אין לכופף נחושת מצופה.
* לפסי אפס והארקה - אותם מרחקים בין המבודדים כמו בפסי הצבירה.

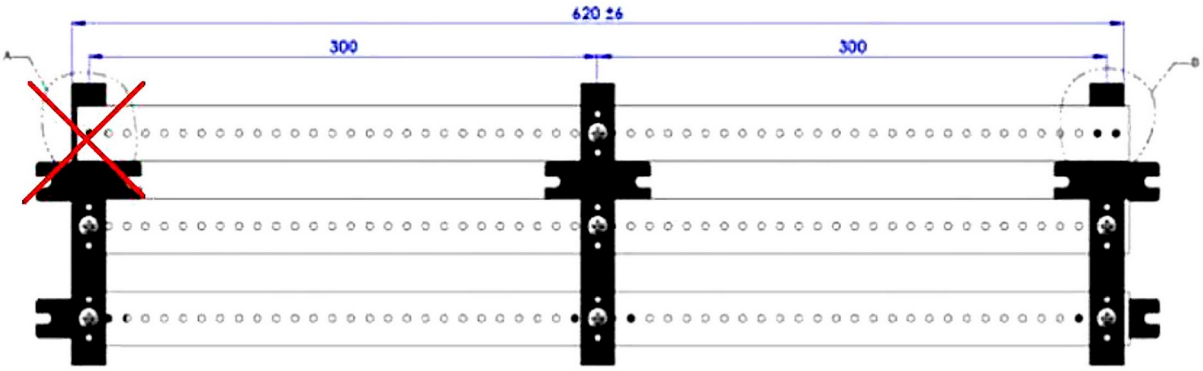
5. פסי צבירה מדורגים

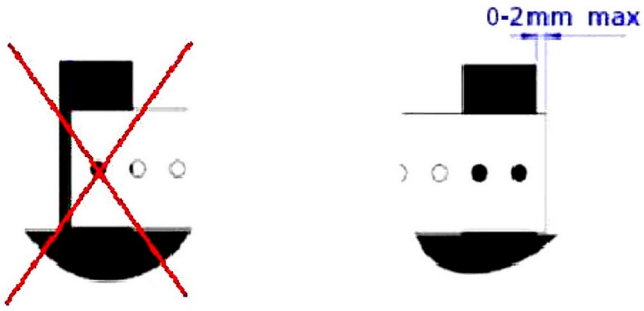


- שימוש במבודד מדורג תקני.
- בחירת המבודד בהתאם לשטח החתך של הפס.
- המרחק בין המבודדים מושפע מזרם הקצר, ונקבע על פי טבלאות תמחש.
- ניתן להרכיב מבודדים מדורגים על פלטות מתאימות.
- בזרם קצר Icw 10kA / Ipk 17kA ניתן להרכיב מבודדים מדורגים על פסי דין / זוויות / פרופיל של תמחש. במידה והמבודד מורכב בצורה עומדת, יש לוודא יציבות.
- בורג הידוק בתוך המבודד יחוזק ללא מומנט, בעוצמה שתמנע תזוזה ידנית של הפסים.

התקנת מבודד 250/630A

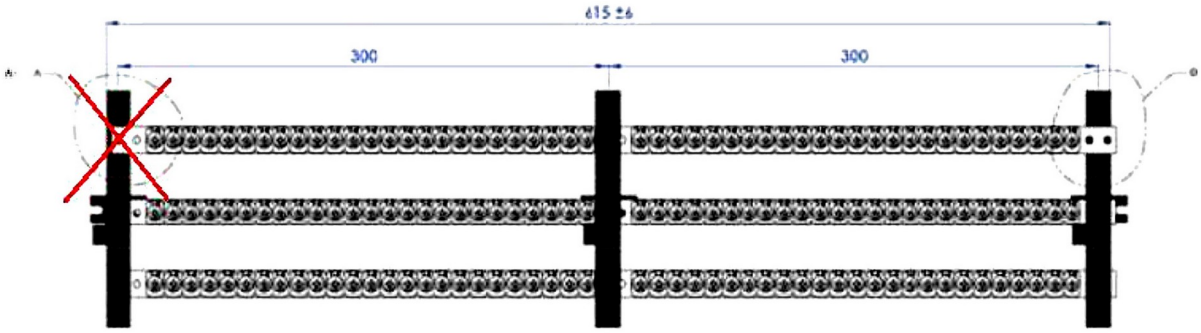
התקנת מבודד עד 630A - מק"ט: ISJ1-CC2-3X2040-050A

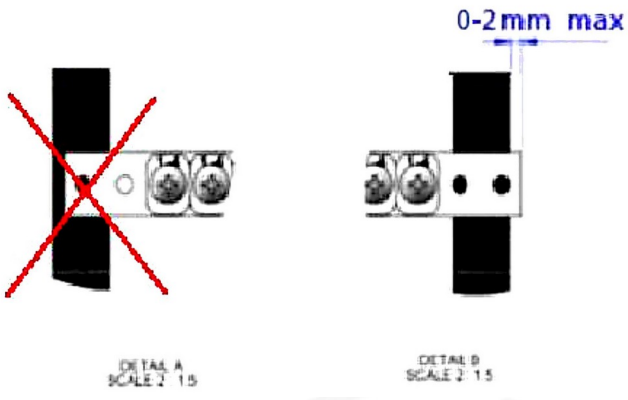




ברגי הקצה חייבים להיות בתוך הפס (0-2 מ"מ מקצה הפס לכל היותר), ולא מחוצה לו.

התקנת מבודד עד 250A - מק"ט: ISJ1-BC4-3X1020-042A





חיבורים לפ"צ TELEDI

יש לעבוד בהתאם לפרקי הוראות העבודה המיועדים לנחושות הרלוונטיות: נחושת גמישה (עמוד 32), נחושת שזורה (עמוד 39), נחושת קשיחה (עמוד 14).

1. TELEDI - הוראות מפורטות ניתן למצוא בחוברת "הוראות הרכבה" בחומר הטכני. מבודד מדורג ל-TELEDI - ראו עמוד 30; בדיקת איכות פס TELEDI בקבלה - ראו נספח ג' (עמוד 81).



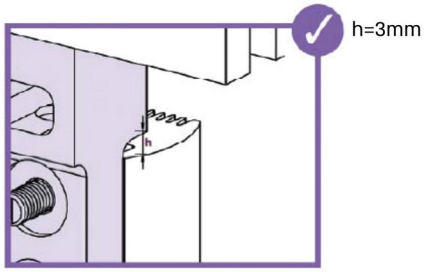


נחושת אלקטרוליטית:
- חיבור ישיר על פס ה-TELEDI.

נחושת גמישה:
- חיבור באמצעות לשות חיבור (לנחושת עד רוחב 15.5 מ"מ).
- חיבור ישיר לפס TELEDI + פלטקת נחושת (לנחושת מעל רוחב 15.5 מ"מ).

נחושת שזורה, ציוד ABB:
- חיבור ישיר על פס TELEDI.
- חיבור TELEDI ליחידת הסתעפות.



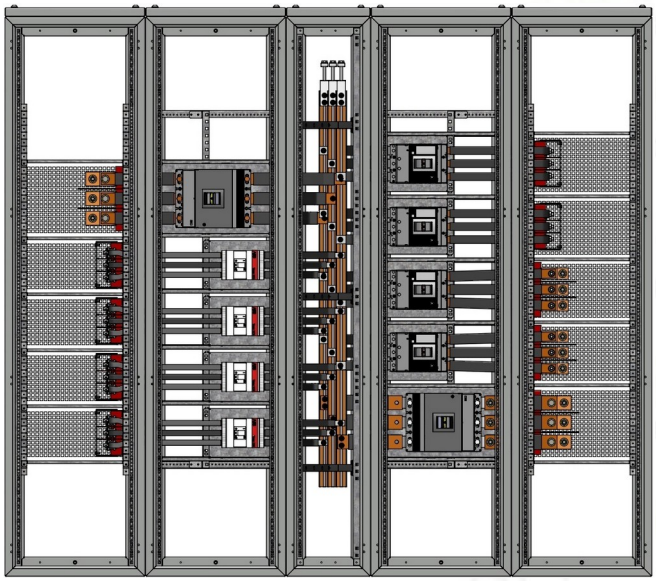


יש לוודא שהבורג מותקן בצורה נכונה:

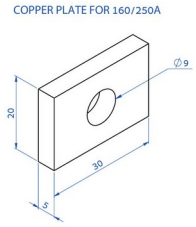


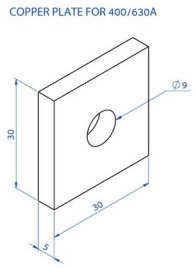
* יש לשים לב שחריץ הבורג נמצא במצב אופקי ככל שניתן בעת הסגירה. במידה וקיימת סטייה של מעל ±5 מעלות, יש להחליף את הבורג.

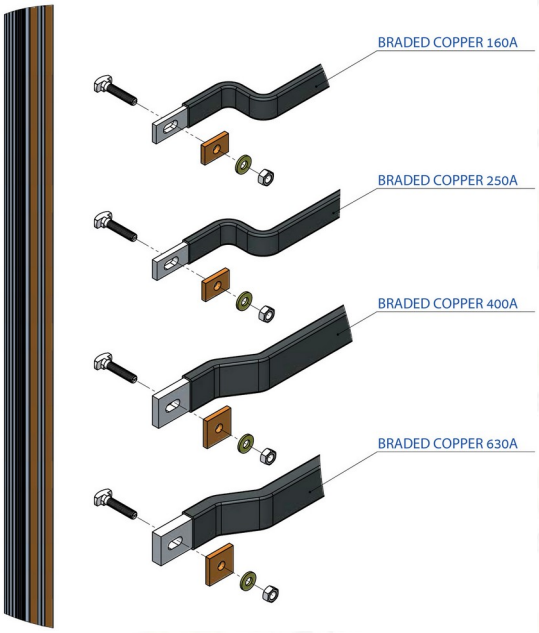
דוגמה: לוח T4P בהפרדה פנימית Form 4b - פס צבירה TELEDI בתא אנכי מרכזי ויציאות למפסקים משני צדדיו (ראו נספח ד', עמוד 82)



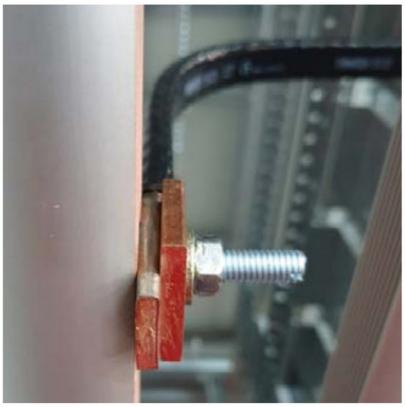
נחושת שזורה, ציוד Schneider Electric:

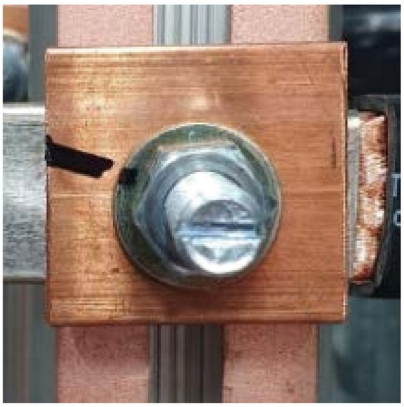












מק"טים - פסי TELEDI:

מק"ט	תיאור פריט
SYAC-DB06-1415	פס חלוקה TELEDI עד 630A
SYAC-DB08-1415	פס חלוקה TELEDI עד 800A
SYAC-DB10-1415	פס חלוקה TELEDI עד 1000A
SYAC-DB12-1415	פס חלוקה TELEDI עד 1250A
SYAC-DB16-1415	פס חלוקה TELEDI עד 1600A
SYAC-DB20-1415	פס חלוקה TELEDI עד 2000A
SYAC-DB10-2840	פס צבירה ראשי TELEDI עד 1000A

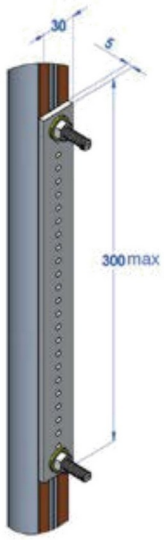


SYAC-DB10-2840 - פס צבירה ראשי TELEDI עד 1000A



SYAC-DB20-1415 - פס חלוקה TELEDI עד 2000A

מוליכי PVC:

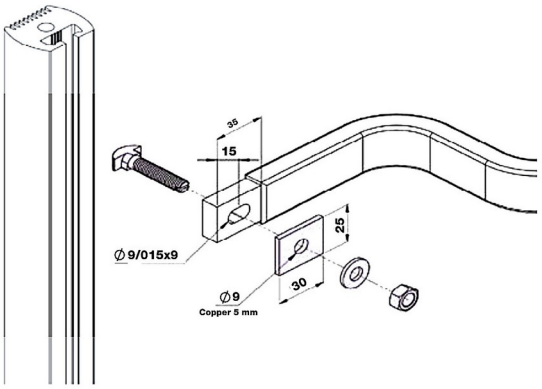


- בחיבור מוליך עם נעל כבל משתמשים בחיבור ישיר לפס TELEDI דרך פלטקת נחושת מתחת לנעל הכבל.
- עד שטח חתך 25 ממ"ר - באמצעות לשות חיבור ופס נחושת 15x3.
- מעל שטח חתך 25 ממ"ר יש אפשרות להוסיף פס נחושת מצופה 30x5.

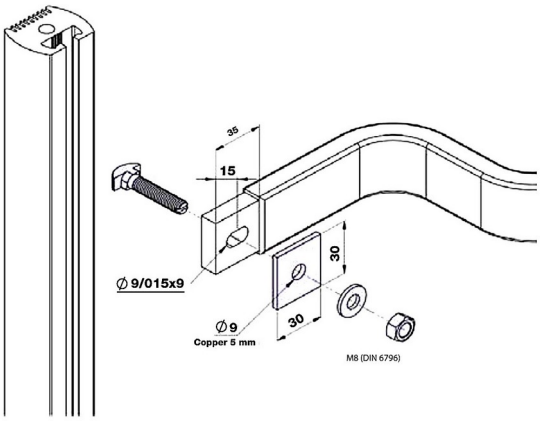


חיבור נחושת גמישה ל-TELEDI:

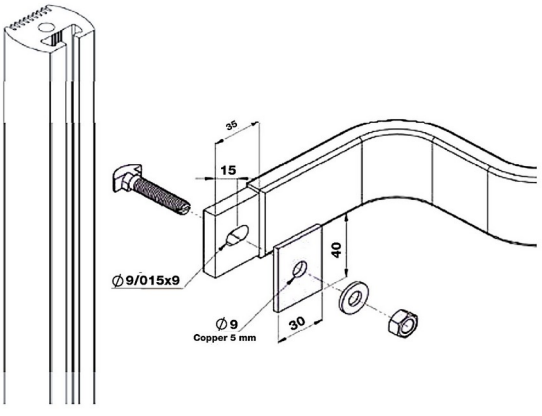
XT5 up to 400A	24 x 1 x 10	Flexible copper



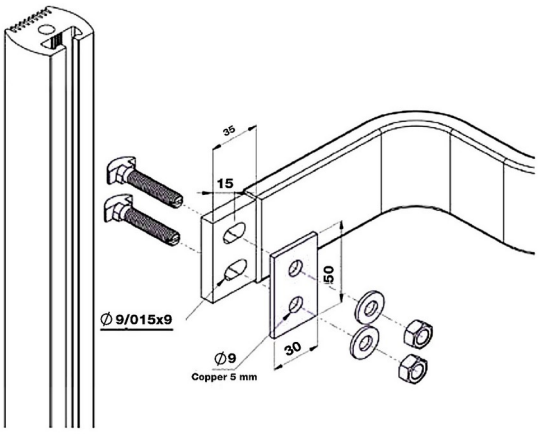
XT5 up to 630A	32 x 1 x 10	Flexible copper



XT6 up to 630A	40 x 1 x 8	Flexible copper



XT6 up to 800A	50 x 1 x 8	Flexible copper



מבודד מדורג לפס חלוקה TELEDI - התקנה ומרחקים

ISC3-DB4P-ASK50 - מבודד מדורג ל-TELEDI לתא בעומק 500 מ"מ (3 פאזות L1, L2, L3; מקום ה-N אינו בשימוש).

ISC3-DB4P-ASK65 - מבודד מדורג ל-TELEDI לתא בעומק 650/800 מ"מ (4 פאזות N, L1, L2, L3).

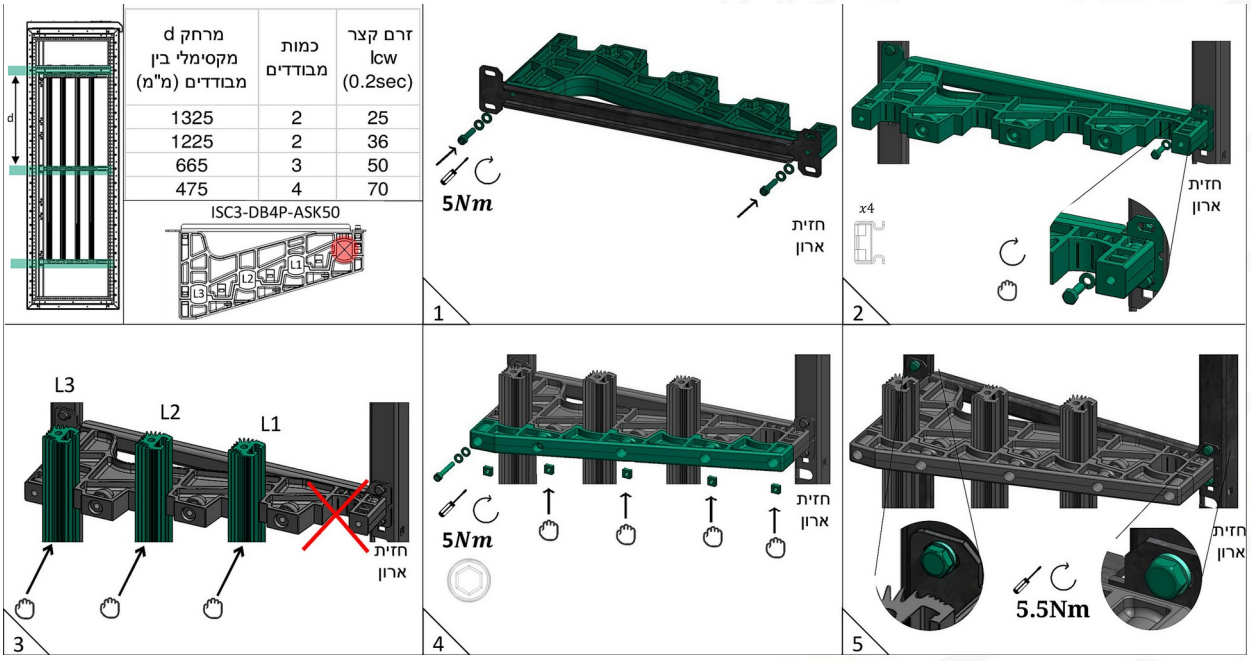
שלבי התקנה:

1. חיזוק המבודד לזווית/פרופיל בחזית הארון - מומנט **5Nm**.
2. הרכבת המבודד לארון באמצעות 4 אומי ריבוע (x4).
3. הכנסת פסי ה-TELEDI לחריצי המבודד לפי סדר הפאזות.
4. סגירת פס ההידוק של המבודד - מומנט **5Nm** (מפתח אלן).
5. חיזוק ברגי המבודד לחזית הארון - מומנט **5.5Nm**.

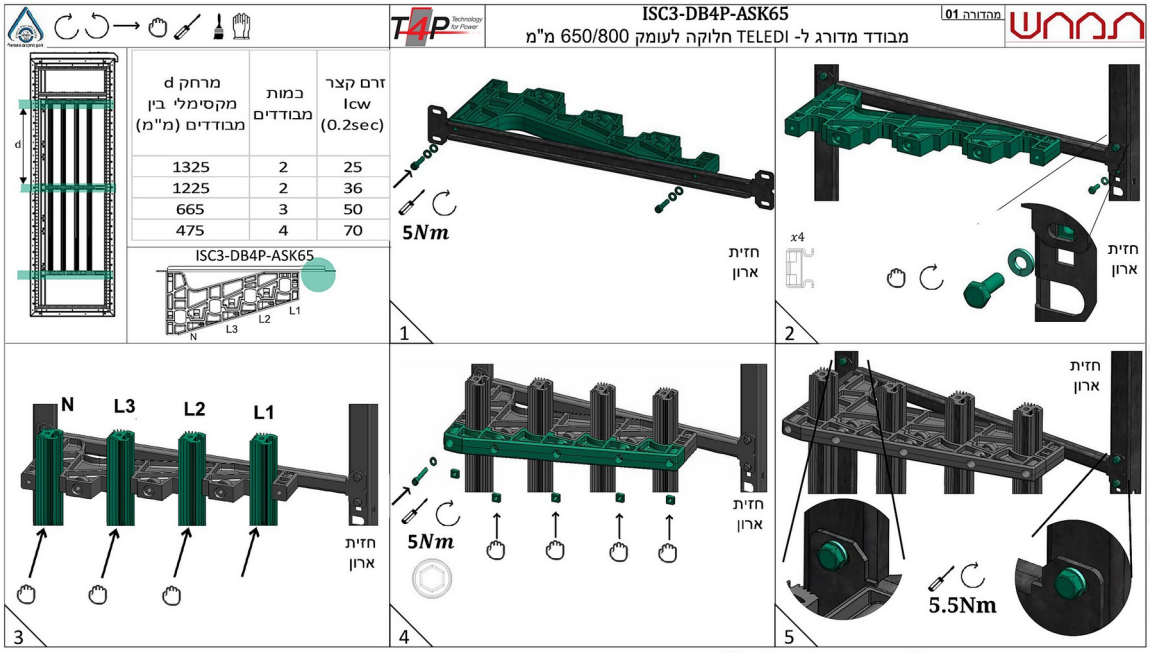
מרחק מקסימלי בין מבודדים (זהה לשני הדגמים):

מרחק d מקסימלי בין מבודדים (מ"מ)	כמות מבודדים	זרם קצר Icw (0.2sec)
1325	2	25kA
1225	2	36kA
665	3	50kA
475	4	70kA

ISC3-DB4P-ASK50 - תא בעומק 500 מ"מ



ISC3-DB4P-ASK65 - תא בעומק 650/800 מ"מ



נחושת גמישה

1. מפרט טכני

- חומר גלם: נחושת אלקטרוליטית.
- בידוד בעובי 2 מ"מ, כבה מאליו, חוזק דיאלקטרי 20kV/mm.
- טמפרטורת עבודה: עד 105°C.
- נבדק כחלק ממכלול עפ"י תקן IEC 61439-1/2.
- בחירת שטח חתך לנחושת גמישה אך ורק לפי הקטלוג הטכני.

נחושת גמישה לציוד ABB

מק"ט	תיאור פריט	זרם	זרם INC	דגם מפסק	זרם קצר Icc
BBCOF-3000X09.0X0.8X06	9X0.8X6	160A	100%	XT1	36KA
BBCOF-3000X13.0X0.5X10	13X0.5X10	160A	100%	XT1	50KA
BBCOF-3000X13.0X0.5X10	13X0.5X10	160A	100%	XT2	50KA
BBCOF-3000X15.5X0.8X06	15.5X0.8X6	250A	100%	XT3	50KA
BBCOF-3000X15.5X0.8X06	15.5X0.8X6	250A	100%	XT4	50KA
BBCOF-3000X24.0X1.0X10	24X1X10	400A	100%	XT5	50KA
BBCOF-3000X32.0X1.0X10	32X1X10	630A	100%	XT5	70KA
BBCOF-3000X40.0X1.0X08	40X1X8	630A	100%	XT6	70KA
BBCOF-3000X50.0X1.0X08	50X1X8	800A	100%	XT6	70KA

- זרם נומינלי יכול להשתנות בהתאם לצורת ההתקנה.

נחושת גמישה לציוד Schneider Electric

מק"ט	תיאור פריט	זרם*	דגם מפסק	זרם קצר Icc
BBCOF-3000X24.0X1.0X04	24x1x4	160A / 250A	NSX 160/250	50kA
BBCOF-3000X24.0X1.0X04	24x1x4	160A / 250A	CVS 160/250	50kA
BBCOF-3000X32.0X1.0X04	32x1x4	400A	NSX 400	85kA
BBCOF-3000X32.0X1.0X04	32x1x4	400A	CVS 400	85kA
BBCOF-3000X32.0X1.0X10	32x1x10	630A	NSX 630	70kA
BBCOF-3000X32.0X1.0X10	32x1x10	630A	CVS 630	70kA
BBCOF-3000X50.0X1.0X08	50x1x8	630A / 800A	NS 630/800	85kA

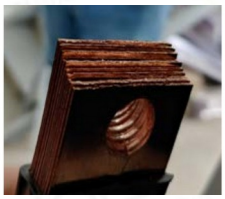
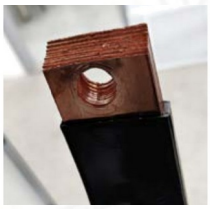
* זרם נומינלי יכול להשתנות בהתאם לצורת ההתקנה.

ע"פ בדיקות תקן IEC 61439-1/2

חירור נחושת גמישה

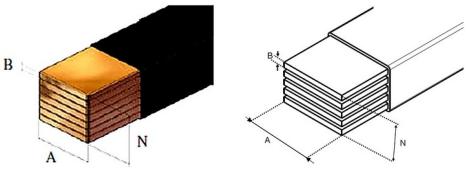
רוחב נחושת	בורג
15.5mm	M6
24mm	M8 / M10
32mm	M10
40mm	M10
50mm	M10

דוגמה לניקוב וחיתוך נחושת גמישה <u>לא תקני</u>:

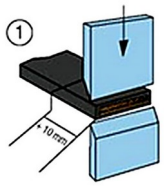

הוראות עבודה מפורטות לנחושת גמישה - ראו פרק "הוראות עבודה עם נחושת גמישה" בעמוד 32.

הוראות עבודה עם נחושת גמישה

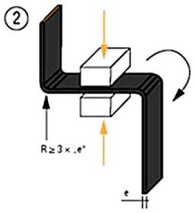


- בלוחות סיסטם T4P חובה להשתמש בנחושת גמישה המסופקת על ידי תמחש.
- בחירת שטח חתך של הנחושות - אך ורק לפי הקטלוג הטכני (ראו טבלאות בעמוד 31).
- חיבור נחושת גמישה לציוד מיתוג - לפי הגדרות יצרן הציוד.

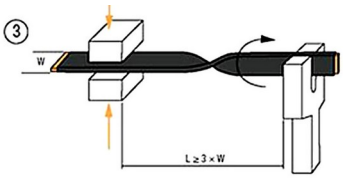
שלבי עבודה:



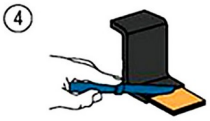
שלב 1 - חיתוך
ניתן לחתוך את הנחושת הגמישה במסור או במספריים ולהשאיר חתך ישר. אם יש צורך לכופף את פס הנחושת, יש להשאיר תוספת של כ-10 מ"מ מעבר לאורך הסופי הרצוי, כדי שניתן יהיה לתקן לאחר הכיפוף את תזוזת העלים.



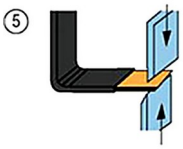
שלב 2 - כיפוף
נחושת גמישה בשטח חתך קטן עד בינוני ניתן לכופף ביד. בנחושת בשטח חתך גדול יש להגן על הבידוד לפני הכיפוף ולבצע את הכיפוף בעזרת כלי מתכתי.
רדיוס כיפוף מינימלי: $R \geq 3 \times e$ (עובי הפס כפול 3). לדוגמה: לפס בעובי 5 מ"מ - רדיוס מינימלי 15 מ"מ.



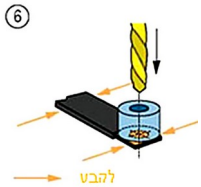
שלב 3 - תנועות סיבוביות (פיתול)
ניתן לבצע פיתול של עד 90 מעלות. אורך קטע הפיתול צריך להיות לפחות פי 3 מרוחב הפס ($L \geq 3 \times W$).



שלב 4 - הורדת בידוד
ניתן להוריד את הבידוד בעזרת כלי המיועד לכך או בעזרת סכין חדה. בעבודה עם סכין יש להימנע מפגיעה בעלי הנחושת.



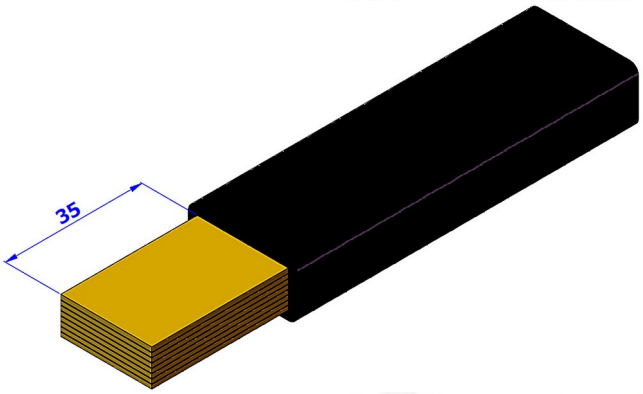
שלב 5 - תיקון עלים
בזמן כיפוף הנחושת שכבות העלים יכולות לזוז, וחלקן עשויות להתקצר. לכן יש לחתוך את הקצה עד לעלה הקצר ביותר.



שלב 6 - חירור נחושת
חירור הנחושת יבוצע לאחר הכיפוף והורדת הבידוד. ניקוב נותן את התוצאה הטובה ביותר, אך ניתן לחרר גם בעזרת מקדחה. יש להשתמש בשבלונה המכוונת נכון את המקדח ולהדק את הפס - אחרת פס הנחושת יזוז ממקומו.

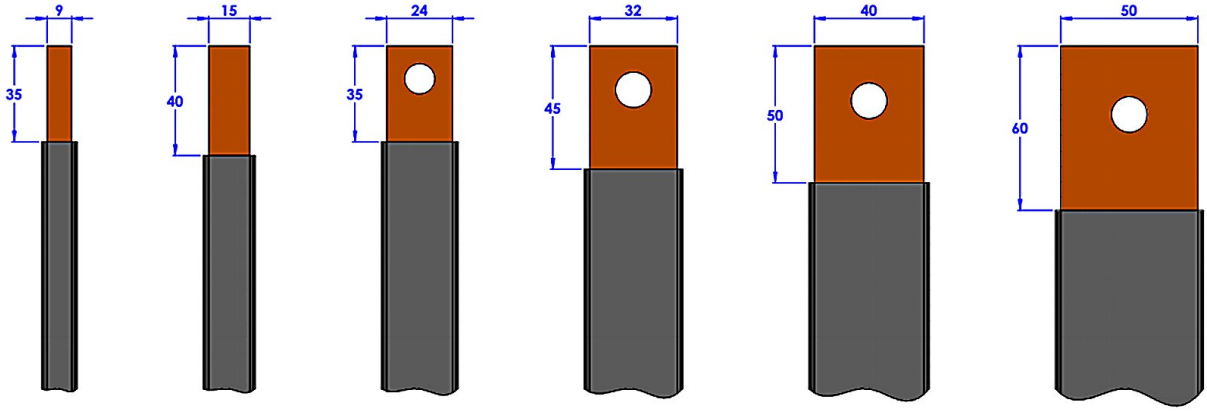
בסוף העבודה יש להוריד גרדים.

קילוף בידוד נחושת גמישה לחיבור TELEDI



אורך הקילוף לחיבור לפס TELEDI: **35 מ"מ**.

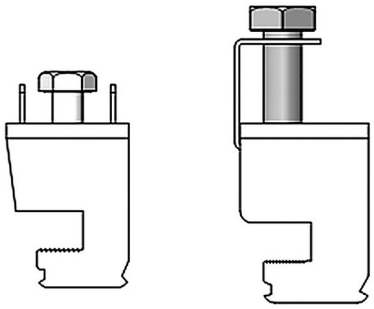
קילוף בידוד נחושת גמישה לחיבור לפס צבירה ראשי



רוחב נחושת גמישה (מ"מ)	9	15	24	32	40	50
אורך קילוף (מ"מ)	35	40	35	45	50	60
חירור לבורג	-	-	M8	M10	M10	M10

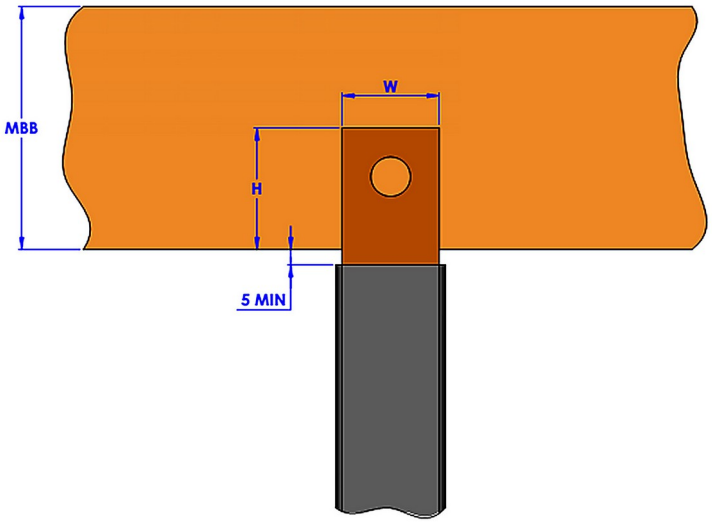
המידות לפי השרטוט שלמעלה; בנחושת ברוחב 24 מ"מ ומעלה מבוצע חירור לחיבור בבורג.

חיבור ישיר של נחושת גמישה לפ"צ



CUN3I-CT-16-70 CUN3I-CT-16-120

מהדקי צד CUN3I-CT-16-120 / CUN3I-CT-16-70



מידת H (מ"מ) לפי רוחב הנחושת הגמישה W ושטח החתך של פס הצבירה הראשי (MBB)

MBB										
2x120x10	2x100x10	2x80x10	2x60x10	2x50x10	2x40x10	60x10	50x10	30x10	H(mm)	W(mm)
30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	
35	35	35	35	35	35	35	35	30	32	
40	40	40	40	40	40	40	40	30	40	
50	50	50	50	50	40	50	50	30	50	

יש להשאיר מרווח של לפחות 5 מ"מ בין קצה הבידוד של הנחושת הגמישה לבין פס הצבירה (ראו שרטוט).

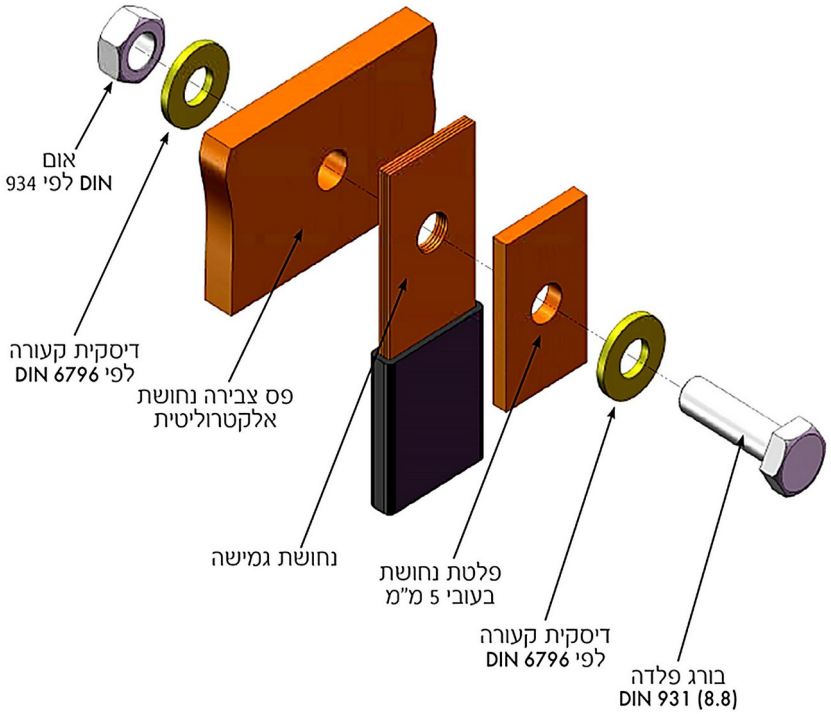
הוראות הרכבה נחושת גמישה לפס נחושת בודד

- בחיבור נחושת גמישה לפס צבירה בודד יש להשתמש בפלטת נחושת אלקטרוליטית בעובי 5 מ"מ.
- פלטת ההידוק תתאים לגובה הנחושת האלקטרוליטית ולרוחב הנחושת הגמישה (ראו איור א').
- המכלול יהודק בדיסקית קעורה לפי DIN 6796 (ראו איור א').

חובה להשתמש:

- ברגי פלדה מסוג 8.8 לפי DIN 931 (ראו איור א').
- אום לפי DIN 934 (ראו איור א').
- החיזוקים יתבצעו לפי DIN (ראו פרק "מומנטים" בעמוד 61).

איור א'

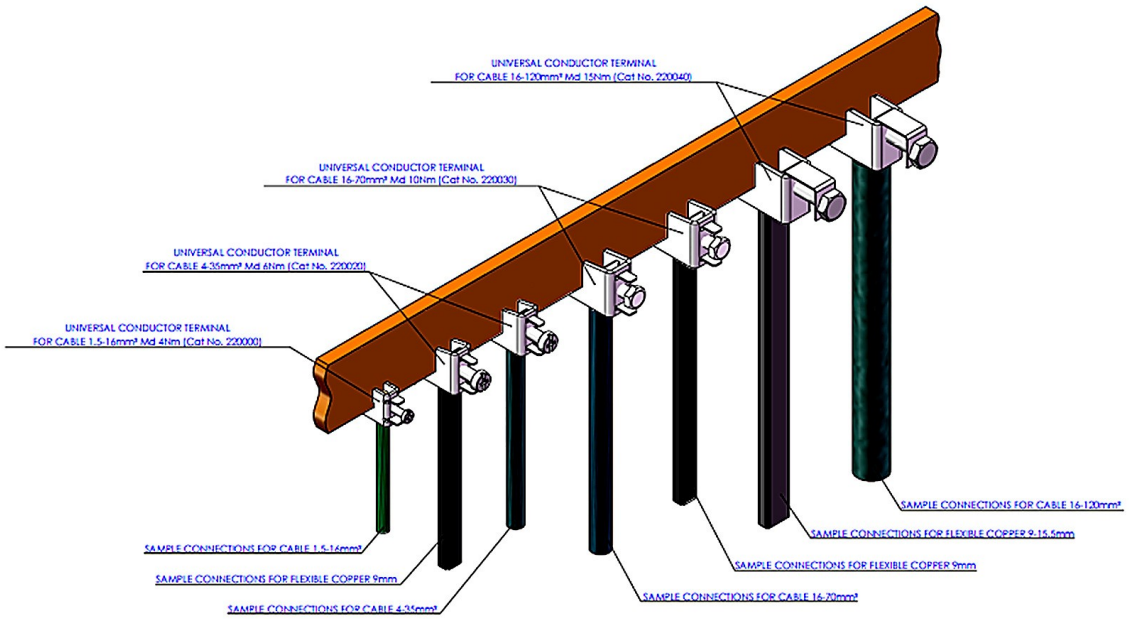


חירור נחושת גמישה בחיבור לפס צבירה

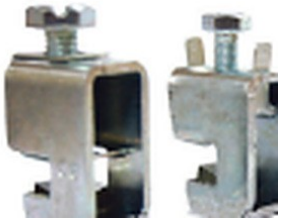
בורג	רוחב נחושת
M6	15.5mm
M8 / M10	24mm
M10	32mm
M10	40mm
M10	50mm

 # ניתן להשתמש גם בפלטה בעובי 10 מ"מ להידוק הנחושת הגמישה.
 # ניתן להשתמש בפלטה מנחושת מצופה להידוק הנחושת הגמישה.

חיבור פס גמיש ומוליך עגול לפס נחושת בעובי 10 מ"מ על ידי מהדק צד אוניברסלי



מק"ט	לנחושת גמישה ברוחב	למוליך עגול
CUN3I-CT-1.5-16	לא ניתן	1.5-16 ממ"ר
CUN3I-CT-4-35	לא ניתן	4-35 ממ"ר
CUN3I-CT-16-70	9 מ"מ	16-70 ממ"ר
CUN3I-CT-16-120	15.5 מ"מ	16-120 ממ"ר



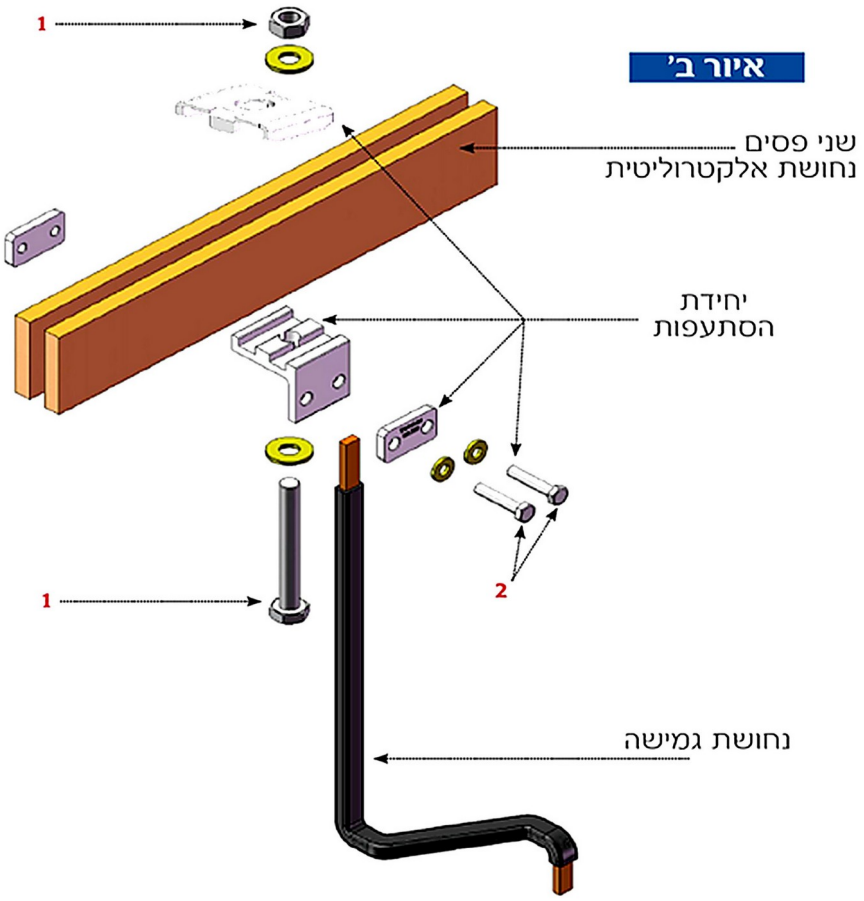
מהדק צד אוניברסלי

- ניתן להרכיב על פ"צ יחיד או כפול.
- ע"פ בדיקות תקן IEC 61439-1/2: זרם קצר Icw = 50kA ל-1s.
- המומנט מצוין על גבי האביזר (ראו פרק "מומנטים").

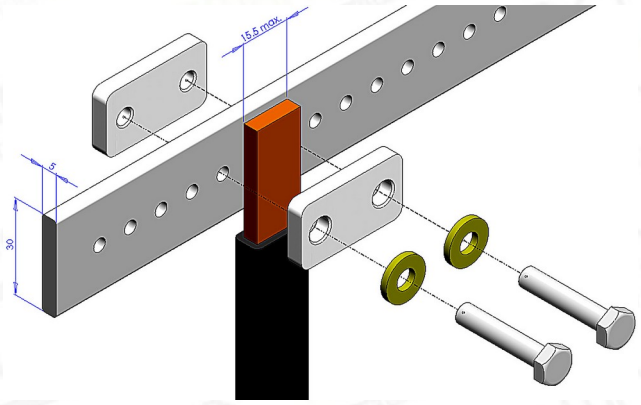
יחידת חיבור נחושת גמישה ל-2 פסים (פ"צ כפול)

מק"ט	תיאור המוצר	חיזוק 1 (Nm)	חיזוק 2 (Nm)
CUBFC-015A	יח' הסתעפות מ-2 פסים לנחושת גמישה (16 מ"מ)	30	5.5
CUBFC-032A	יח' הסתעפות מ-2 פסים לנחושת גמישה (24-32 מ"מ)	30	15
CUBFC-040A	יח' הסתעפות מ-2 פסים לנחושת גמישה (40 מ"מ)	30	30
CUBFC-050A	יח' הסתעפות מ-2 פסים לנחושת גמישה (50 מ"מ)	30	30

חיזוק 1 - בורג ההידוק לפסי הצבירה; חיזוק 2 - ברגי חיבור הנחושת הגמישה (ראו מספור באיור ב').

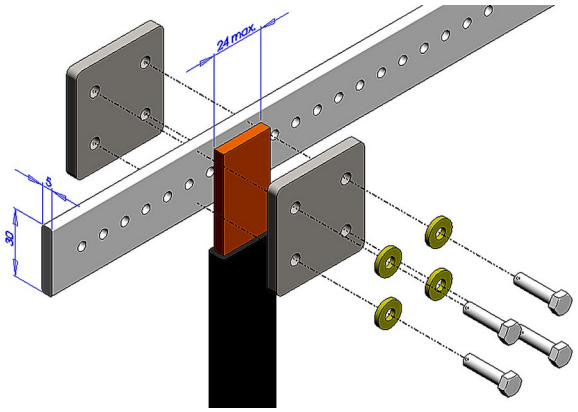


הוראות לחיבור נחושת גמישה לפ"צ נחושת מצופה



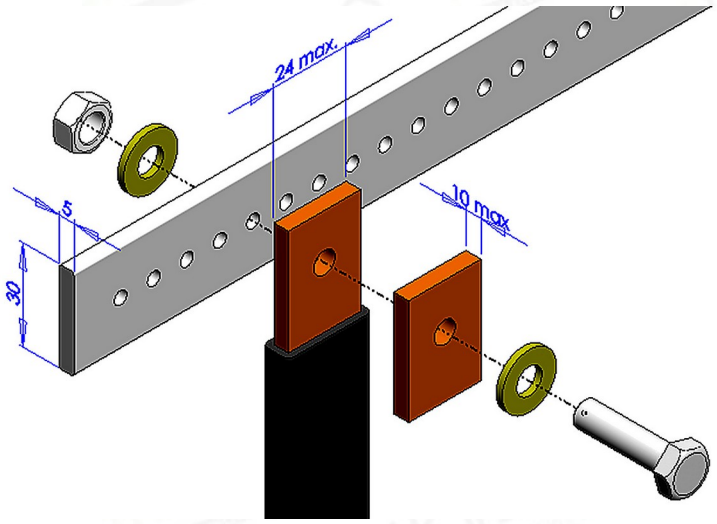
מק"ט למהדק פלטה: CUN1I-FC15-A

ניתן להרכיב עד זרם קצר Icc = 10kA



מק"ט למהדק פלטה קל: CUN2-LP3230-0

ניתן להרכיב עד זרם קצר Icc = 65kA



 # גודל פלטת ההידוק חייב להיות לפחות כגודל הנחושת הגמישה.

חירור נחושת גמישה

רוחב נחושת	בורג
15.5mm	M6
24mm	M8 / M10
32mm	M10
40mm	M10
50mm	M10

נחושת שזורה (ליצות)



- ליצות נחושת שזורה מיועדות **אך ורק** לחיבור מערכת חלוקה TELEDI עד 2000A למפסקי כניסה/יציאה 160A-800A, בקונפיגורציית מפסקים שוכבים OUT-H.

- בתמחש קיימות שתי אופציות להזמנת ליצות נחושת שזורה:
  - ליצות לתא בעומק 500
  - ליצות לתא בעומק 650/800

סט 3 פאזות נחושת שזורה לחיבור MCCB ל-TELEDI

מק"ט	תיאור פריט	זרם	דגם מפסק	זרם קצר Icc
ABIB-T116-K	סט לתא בכל עומק	160A	XT1/XT2	70 kA
ABIB-T325-K	סט לתא בכל עומק	250A	XT3/XT4	70 kA
ABIB-T540-K50	סט לתא עומק 500	400A	XT5	70 kA
ABIB-T563-K50	סט לתא עומק 500	630A	XT5	70 kA
ABIB-T680-K50	סט לתא עומק 500	800A	XT6	70 kA
ABIB-T540-K65	סט לתא עומק 650/800	400A	XT5	70 kA
ABIB-T563-K65	סט לתא עומק 650/800	630A	XT5	70 kA
ABIB-T680-K65	סט לתא עומק 650/800	800A	XT6	70 kA

- ע"פ בדיקות תקן IEC 61439-1/2



ABIB-T116-K
סט נחושת שזורה
למפסק XT1/XT2
לתא בכל עומק

השלמת פאזה N לסט 4 פאזות נחושת שזורה לחיבור MCCB ל-TELEDI



ABIB-T563
תא OUT-H בצד הימני מתא
TELEDI
למפסק XT5 630A

דגם מפסק	זרם	תיאור פריט	מק"ט
XT1/XT2	160A	תא OUT-H בצד הימני מתא TELEDI	ABIB-T116
XT3/XT4	250A	תא OUT-H בצד הימני מתא TELEDI	ABIB-T325
XT5	400A	תא OUT-H בצד הימני מתא TELEDI	ABIB-T540
XT5	630A	תא OUT-H בצד הימני מתא TELEDI	ABIB-T563
XT6	800A	תא OUT-H בצד הימני מתא TELEDI	ABIB-T680
XT1/XT2	160A	תא OUT-H בצד השמאלי מתא TELEDI	ABIB-T116
XT3/XT4	250A	תא OUT-H בצד השמאלי מתא TELEDI	ABIB-T325
XT5	400A	תא OUT-H בצד השמאלי מתא TELEDI	ABIB-T540
XT5	630A	תא OUT-H בצד השמאלי מתא TELEDI	ABIB-T563
XT6	800A	תא OUT-H בצד השמאלי מתא TELEDI	ABIB-T680

בורג TELEDI



תיאור פריט	מק"ט
בורג מיוחד M8x30	SYAC-DBSC-0835

חיבור והתקנה

1) חיבור הנחושת לפס TELEDI יבוצע עם הצד המתאים, בעל המידות הנתונות באיור מס' 1.

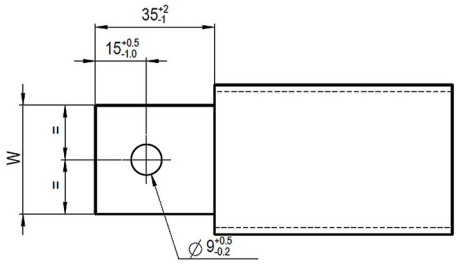
2) הידוק הנחושת לפס TELEDI באמצעות בורג ייעודי של תמחש M8x30 (עמוד קודם). **מומנט סגירת האום על הנחושת: 25Nm.**

3) יש להתקין את הנחושת על פס ה-TELEDI עם הצד החלק, **ללא** העיוות של החירור (איור מס' 2: משמאל - צד בעל עיוות, מימין - צד ללא עיוות).

4) חיבור הנחושת למפסק - על פי הוראות יצרן הציוד.



איור מס' 2 - משמאל: צד בעל עיוות | מימין: צד ללא עיוות



איור מס' 1 - מידות קצה הליצה

בדיקת תקינות

לפני חיבור והתקנה של הליצות יש לבדוק את הדברים הבאים:

1) הכיתוב על גבי מעטפת הבידוד מתאים לזרם ולמפסק הנדרש (איור מס' 3).

2) כמות הגידים הקרועים אינה חורגת מהכמות המותרת לפי טבלת הבדיקה (איור מס' 4).

טבלת הבדיקה

ליצות בהתאם למפסק	כמות גידים קרועים מותרת
XT1, XT2 - 160A	עד 7
XT3, XT4 - 250A	עד 8
XT5 - 400A	עד 21
XT5 - 630A	עד 28
XT6 - 800A	עד 35

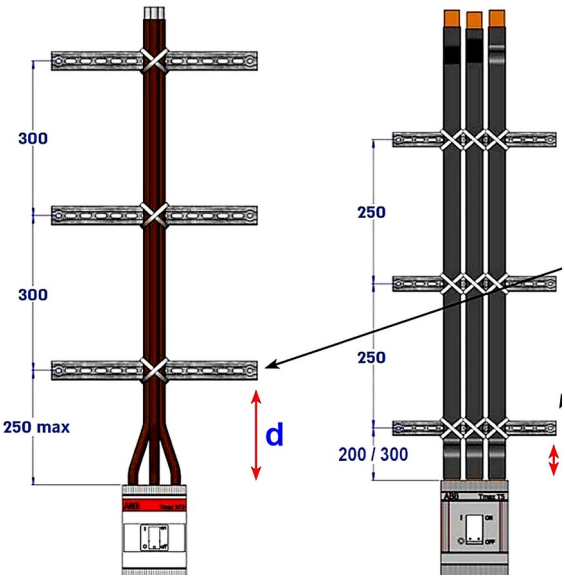


איור מס' 3 - כיתוב על מעטפת הבידוד



איור מס' 4 - גידים קרועים

חיווט



1. חיווט תקין מחייב תכנון מוקדם של כלל רכיבי הלוח: מיקומם בלוח, מיקומם היחסי זה לזה ואופן הזנתם.

2. מסלול המוליך יהיה הקצר ביותר בין נקודות החיבור, ללא פיתולים מיותרים בלוח.

3. יש להתאים את אורך המוליכים במדויק ככל הניתן, למניעת עודפי אורך.

4. חיזוק וחיבור מוליכים (ללא תעלה) – כללים:

4.1 בחירת סוג המוליך: נחושת גמישה או מוליך עגול.

4.2 בחירת אופן ההתקנה: כל מוליך בנפרד או בצמה.

4.3 המרחק מהמפסק עד נקודת החיזוק **הראשונה** (מרחק d) לא יעלה על: 25 ס"מ – מוליך עגול; 20 ס"מ – נחושת גמישה במפסקי XT1-XT5; 30 ס"מ – נחושת גמישה במפסקי XT6.

4.4 המרחק בין נקודות החיזוק של המוליכים לגוף הלוח לא יעלה על: 30 ס"מ – מוליך עגול; 25 ס"מ – נחושת גמישה.

4.5 חיזוק המוליכים לגוף הלוח יבוצע באמצעות אזיקונים תקניים, בתצורת הצלבה ("X").

4.6 בנקודות הכיפוף של המוליך יש להוסיף, בהתאם לצורך, חיזוק נוסף למבנה או חיזוק צף.

אזיקונים לחיזוק מוליכי PVC ונחושת גמישה

ABB:

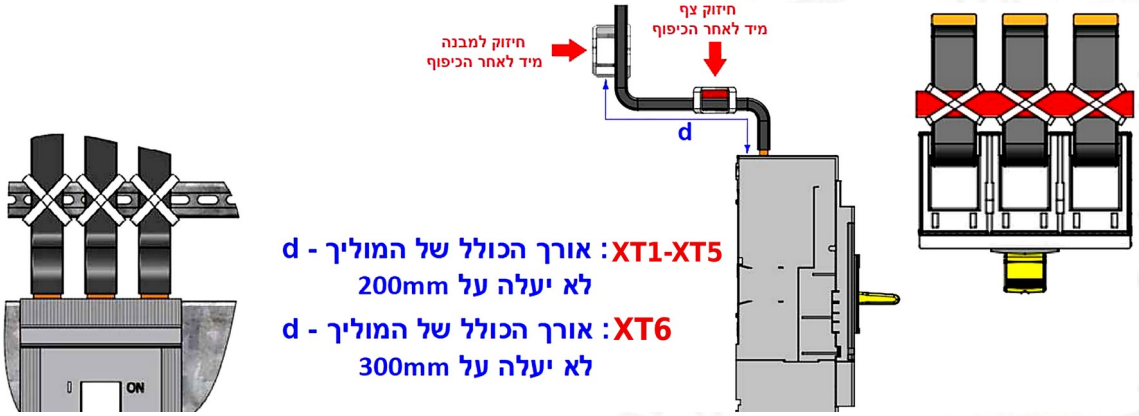
זרם קצר	סוג מוליך	רוחב אזיקון
Ipk = 17kA / Icw = 10kA	מוליך גמיש עגול נחושת גמישה	כל רוחב תקין
Icc = 50kA		XT1,2: 4.8mm XT3,4: 7.6mm
Icc = 70kA		XT5, XT6: 8mm

Schneider Electric:

זרם קצר	סוג מוליך	רוחב אזיקון
Ipk = 17kA / Icw = 10kA	מוליך גמיש עגול נחושת גמישה	כל רוחב תקין
Icc = 50kA		NSXm 160A: 4.8mm NSX 250A: 4.8mm CVS 250A: 4.8mm
Icc = 85kA		NSX 400/630A: 8mm CVS 400/630A: 8mm NS 630/800A: 8mm

מומלץ להשתמש באזיקונים מתוצרת KSS או שווי ערך. האזיקונים יהיו עמידים בטמפרטורה של 85°C לפחות.

* האורך הכולל של המוליך מהמפסק ועד נקודת החיזוק הראשונה (d): במפסקי XT1-XT5 – עד 200 מ"מ; במפסקי XT6 – עד 300 מ"מ. יש לחזק את המוליך למבנה ולהוסיף חיזוק צף מיד לאחר הכיפוף.





8. יש להימנע מהעמסת מוליכים בגב התא. במקרה כזה יש אפשרות להוסיף מפלס חיווט נוסף.

מק"טים להוספת מפלס חיווט נוסף:

PRUG-4012-2000O1
PRLG-2723-2000C1





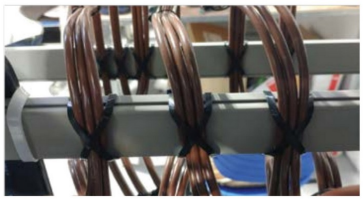
9. שיטות מקובלות להפרדת מוליכים:

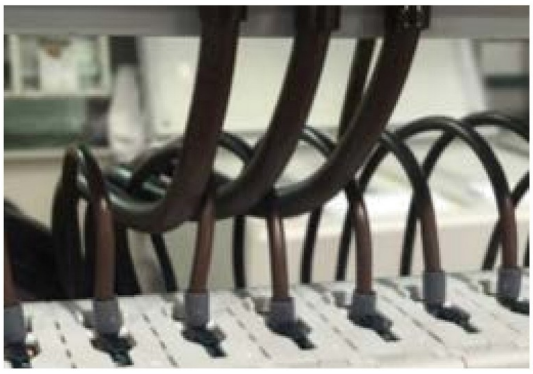
10. כאשר יש חשש למגע בין מוליך למתכת בחלק חד, יש להוסיף בידוד גומי על המתכת (מק"ט תמחש RUEPM-340.1010). אפשרות נוספת: להוסיף מכסה תעלה על פסי המתכת, או להוסיף לפלף על המוליך בנקודת המגע.



דוגמה לחיווט נחושת גמישה במידור 2B







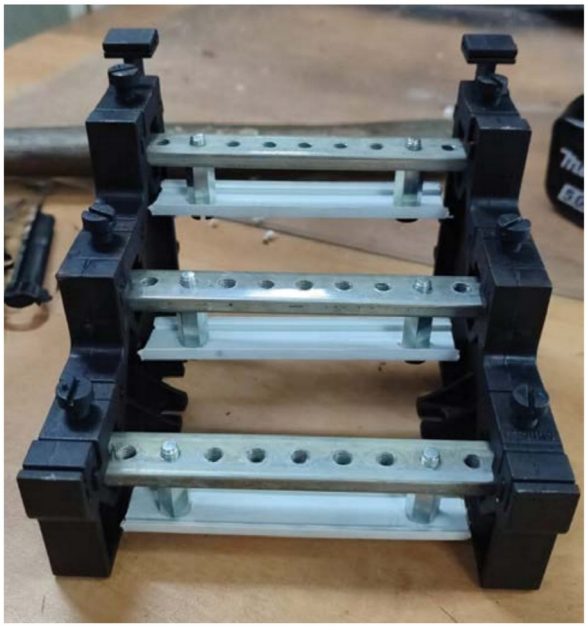
11. יש להימנע ממגע בין מוליכים של מעגלים שונים.

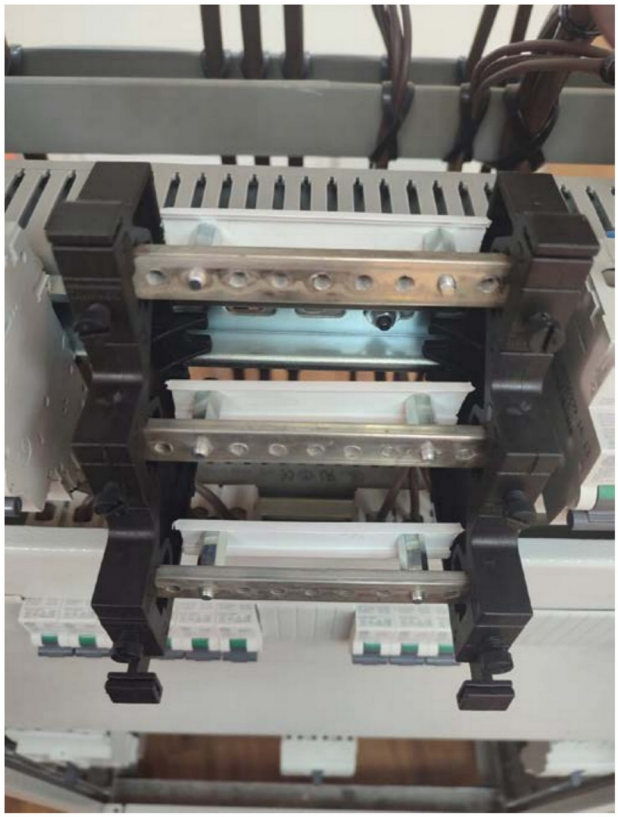
12. שים לב: בחיבור מוליכי PVC לפ"צ מדורג, חובה להימנע ממגע של מוליך עם בידוד בסיסי בפאזה אחרת.
לצורך זה ניתן להוסיף לפלף על המוליך, או למתוח את המוליך מבלי להפעיל עליו לחץ מיותר - כדי לא לעקם את הסופית.

אפשרות נוספת להפרדת מגע בין מוליך עם בידוד בסיסי לבין פס צבירה מדורג (ראו תמונות למטה):

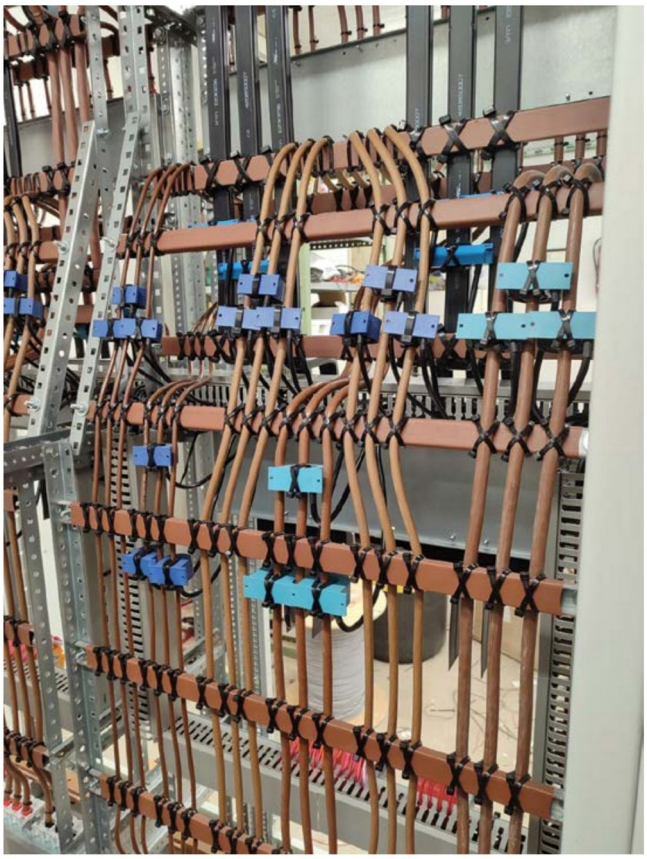
*** חיזוק ההגבהה על הפס יבוצע קרוב ככל שניתן למבודד, בשני צדדיו.**

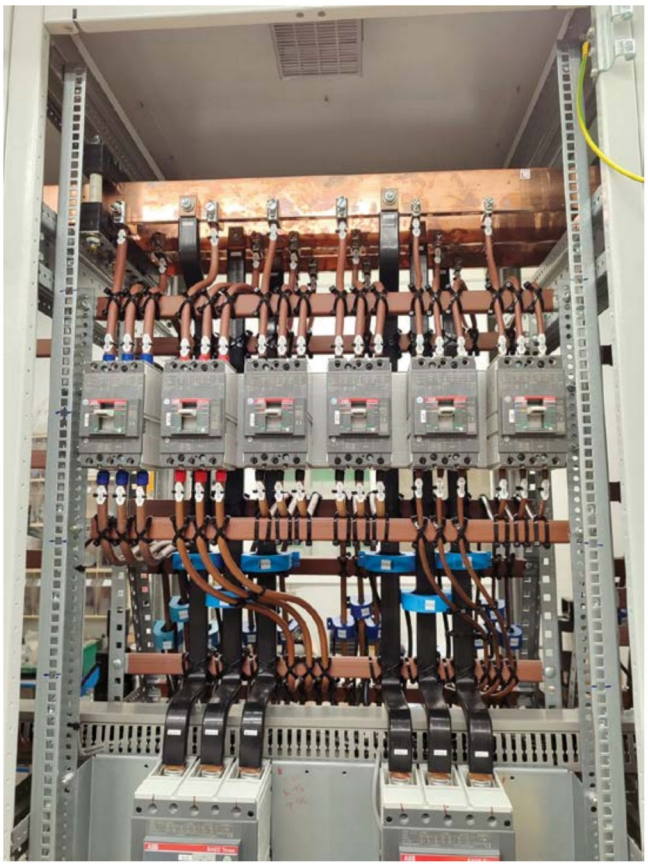
מק"ט לברגי פלסטיק: SCSRP-M.5.12F
מק"ט להגבהה משושה 15 מ"מ: SPHEB-M515-SH

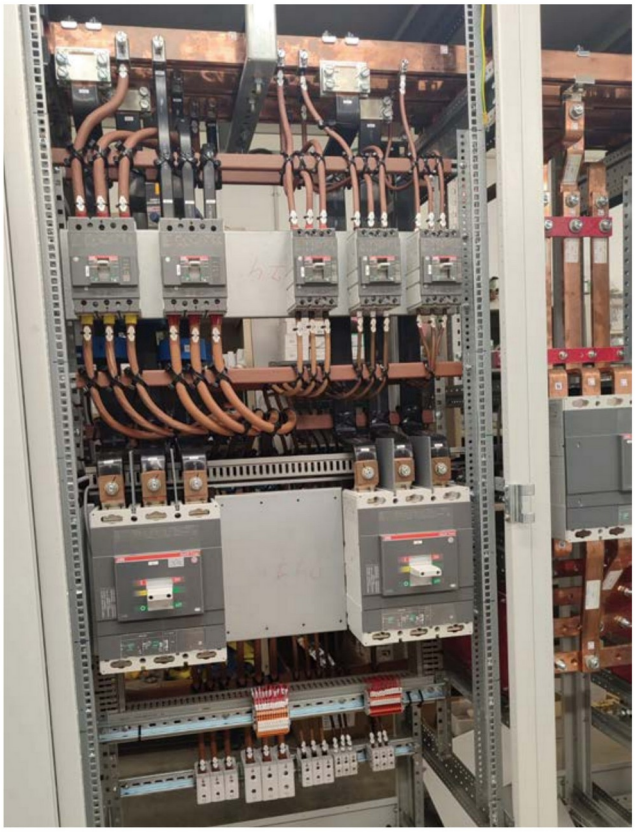




דוגמאות חיווט נוספות:







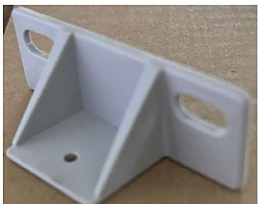
חיווט עם תעלה

1. יש להשתמש אך ורק בתעלות תקניות.
2. במוליך מעל 6 ממ"ר לא מומלץ להשתמש בשיטת ההתקנה "מוליך בתעלה".
3. אין למלא את התעלה ביותר מ-50% מהנפח הכולל שלה.
4. מומלץ לחזק את התעלה במספר מקומות כדי למנוע התרופפות.
5. חיזוק התעלה בברגים כאשר ראש הברג בתוך התעלה - מומלץ להשתמש בברג בעל ראש עגול. לאחר החיזוק יש לבדוק שלראש הברג אין פינות חדות!
6. ניתן להשתמש בניטים לחיזוק התעלה.
7. מכסי תעלה ארוכים רצוי לחתוך למספר חלקים, לתחזוקה נוחה יותר.
8. יש להימנע מהשארת עודפי חוטים בתוך התעלה - יש להעריך נכון את האורך מההתחלה.
9. ניתן להתקין תעלות בשני צידי התא.

מחזיק תעלת חיווט להתקנה על חיזוקי הדלת

מק"ט	תיאור פריט
SYAC-CCHD	מחזיק תעלת חיווט לדלת

חובה לחבר לפחות שתי נקודות עיגון לחיזוק התעלה. גודל תעלה: עד 40 מ"מ רוחב.



מחזיק תעלה על דלת

מחזיק תעלה להרכבה על מנורה

מק"ט	תיאור פריט
SYAC-CCHL	מחזיק תעלת חיווט למנורה

חובה לחבר לפחות שתי נקודות עיגון לחיזוק התעלה. גודל תעלה: עד 40 מ"מ רוחב.

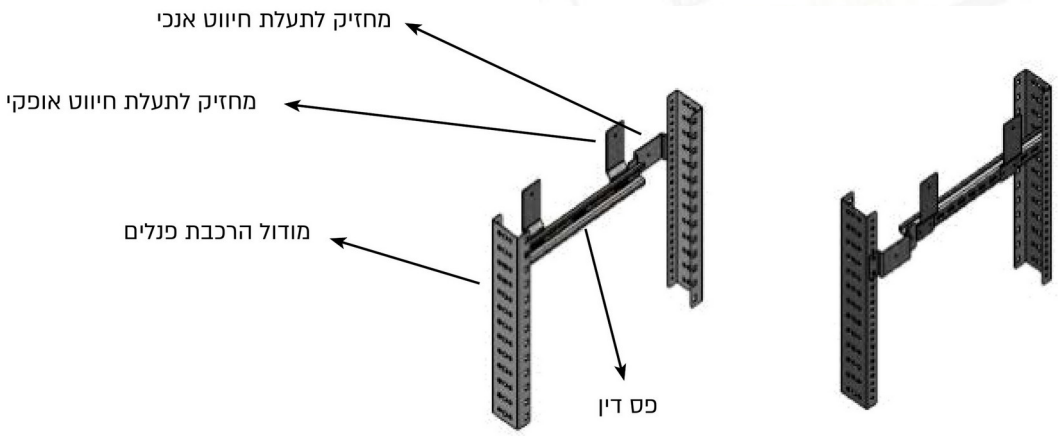


מחזיק תעלה על מנורה

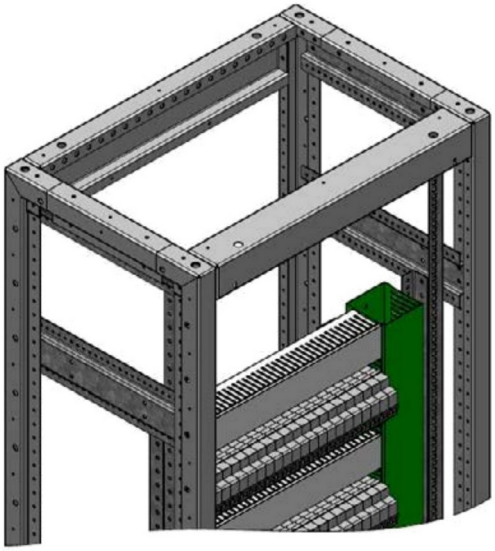


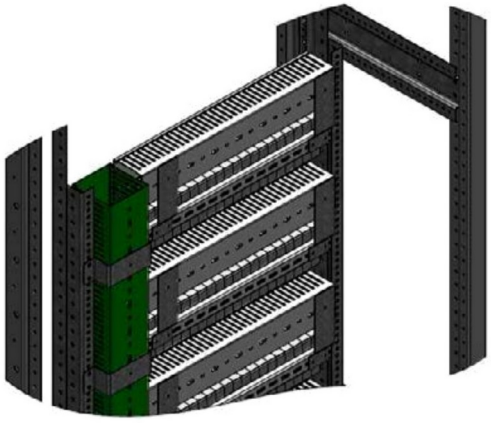
המוצרים עשויים מחומר גלם: ABS כבה מאליו.

10. **הוראות הרכבה למחזיקי תעלות בין שורות הציודים, בגישה מהחזית:**



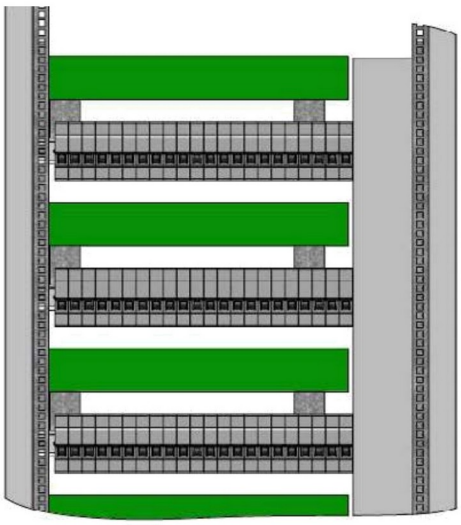
התקנת תעלות צדדיות בחזית התא

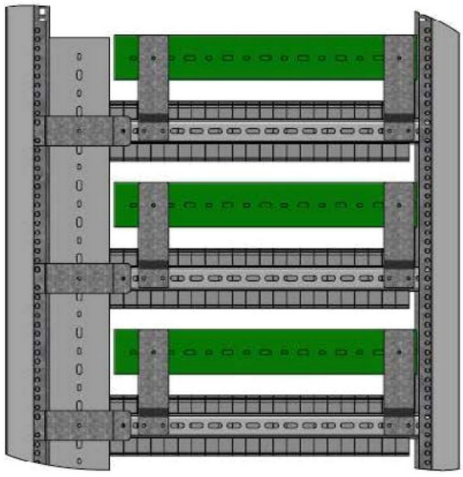




כמות מאזים חד-פאזיים בשורה ללא תעלה בצד							
רוחב תא	400	500	600	700	800	900	1000
	15	21	26	32	37	43	48
כמות מאזים חד-פאזיים בשורה כולל תעלה בצד אחד (ניתן להרכיב תעלות בשני הצדדים)							
תעלה 40	13	19	24	30	35	41	46
תעלה 60	12	18	23	29	34	39	45
תעלה 80	11	17	22	28	33	39	44

גובה פנל מינימלי מומלץ לכיסוי תעלות בין שורות המאזים בחזית





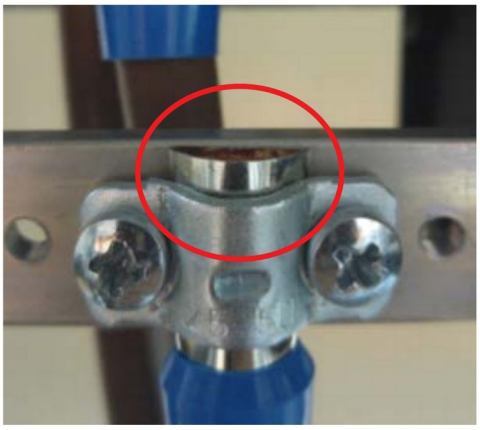
עבור תעלה בגובה 40 - גובה פנל מינימלי מומלץ 175 מ"מ.
עבור תעלה בגובה 60 - גובה פנל מינימלי מומלץ 200 מ"מ.

סופיות

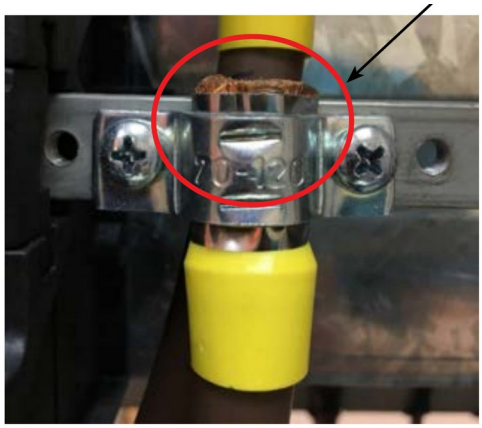


1. יש להשתמש בסופיות תקניות בלבד.
2. יש לבחור סופית המתאימה לשטח החתך של המוליך.
3. ניתן להוריד את השרוול (חצאית) של הסופית כאשר ההדק אינו מאפשר הכנסה חלקה של הסופית.
4. השחלת המוליך בסופית - <u>לפחות</u> עד קצה הסופית.

חוטי המוליך לא עד קצה הסופית



חוטי המוליך מעט בולטים מהסופית



5. בסגירת והידוק הסופית למפסק/הדק/פס צבירה, יש להימנע מהידוק הבידוד של הסופית - סגירה אך ורק על החלק המתכתי!



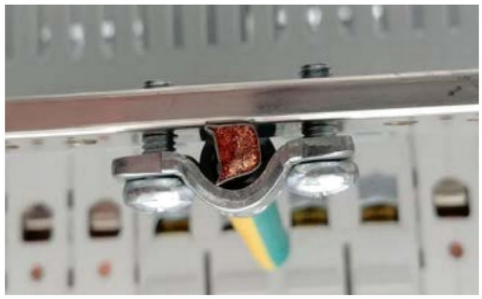


6. יש לשאוף לשטח מגע מלא ככל האפשר בין הסופית לפ"צ/למגעים:
   - לאחר לחיצת הסופית, יש לסובב אותה כך שהצד החלק, בעל שטח המגע הגדול ביותר, יפנה למגע.
   - רק לאחר מכן להדק באמצעות מחבר מתאים.
   - חיבור אומגות עם שני ברגים מתבצע בהדרגה (שמאל-ימין-שמאל).

שטח מגע חלקי



שטח מגע מלא



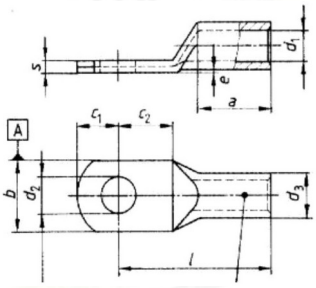
נעלי כבל



1. חובה להתאים נעל כבל לשטח החתך של המוליך ולסוג הבורג שאיתו משתמשים.
2. שימוש בלוחץ נעלי כבל תקני בלבד.

הוראות תמחש אינן מחליפות בשום צורה את הוראות תקן DIN לעבודה עם נעלי כבל. הטבלאות הינן לעזר בלבד.

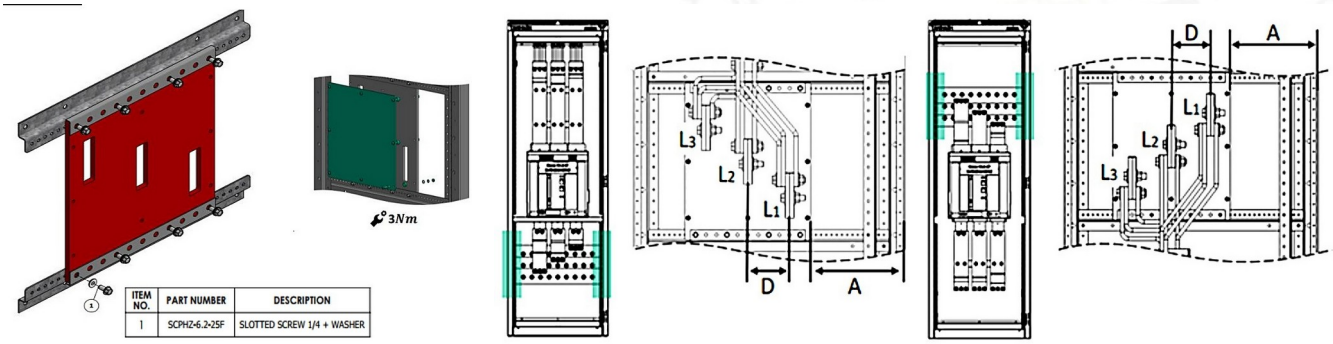
סוג בורג	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
מומנט (Nm)	2	3	5.5	15	30	60	120



s		L	e	d3	d2	d1		c2	c1	b		a	קוד	שטח חתך של מוליך	בורג
0.5	1.5	24	0.6	5.5	5.3	0.3	3.8	6	9	1	8.5	10	5	6	M5
					6.4			8	10.5					6	M6
		27		6	5.3		4.5	6	9		9		6	10	M5
					6.4			8	10.5					10	M6
	2.5	36	1	8.5	6.4		5.5	8	10.5		13	20	8	16	M6
					8.4			10	13		13			16	M8
					10.5			12	15		17			16	M10
	3	38		10	6.4		7	8	10.5		14		10	25	M6
					8.4			10	13		16			25	M8
					10.5			12	15		17			25	M10
					13			13	16		19			25	M12
	2.5	42		12.5	8.4		8.2	10	13		17		12	35	M8
					10.5			12	15		19			35	M10
					13			13	16		21			35	M12
	4	52		14.5	8.4		10	10	13		20	28	14	50	M8
					10.5			12	15		22			50	M10
					13			13	16		24			50	M12
					17			16	19		28			50	M16
	4.5	55	2	16.5	8.4		11.5	10	13		24		16	70	M8
					10.5			12	15		24			70	M10
					13			13	16		24			70	M12
					17			16	19		30			70	M16
	5	65		19	10.5		13.5	12	15	2	28	35	18	95	M10
					13			13	16		28			95	M12
					17			16	19		32			95	M16
	5.5	70		21	10.5		15.5	12	15		32		20	120	M10
					13			13	16		32			120	M12
					17			16	19		32			120	M16
					21			20	22		38			120	M20
	6	78		23.5	10.5		17	12	15		34		22	150	M10
					13			13	16		34			150	M12
					17			16	19		34			150	M16
					21			20	22		40			150	M20
		82		25.5	10.5	0.4	19	12	15		37	40	25	185	M10
					13			13	16		37			185	M12
					17			16	19		37			185	M16
					21			20	22		40			185	M20
	6.5	92		29	13		21.5	13	16		42		28	240	M12
					17			16	19		42			240	M16
					21			20	22		45			240	M20
	7	100		32	17		24.5	16	19		48	50	32	300	M16
					21			20	22					300	M20
1	10	115	3	38.5	17		27.5	16	25		55	70	38	400	M16
					21			20						400	M20
		125		42	21	0.5	31				60		42	500	M20
		135		44	21		34.5					80	44	625	M20
	12	165	4	52	21		40				75	100	52	800	M20
	14			58	21		44				85		58	1000	M20

התקנת מבודד מדורג לכניסת כבלים

מרחק התקנת מבודד מדורג בארונות T4P-M (מרחק A - מהמבודד המדורג; D - מרחק בין הפאזות):



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	SCPHZ-6.2-25F	SLOTTED SCREW 1/4 + WASHER

חיזוק פלטת המבודד - בורג SCPHZ-6.2-25F +
דיסקית, מומנט 3Nm

* מרחק בין הפזות D=100 לכלל המבודדים, למעט במפסקים XT5/XT6 שבהם המרחק הוא D=80.

ABB - ארונות T4P-M

דגם מפסק	זרם מפסק	צורת התקנה	A (mm)
E4.2	3200A	נשלף	225
	3200A	קבוע	275
E2.2	2500/2000A	נשלף	225
	2500/2000A	קבוע	150
E1.2	1600/800A	נשלף	137.5
	1600/800A	קבוע	
	1600/800A	על פלטה	
XT7	1600/800A	קבוע על פלטה	137.5
XT6	800A		
XT6	630A	קבוע על פלטה	137.5
XT5	630/400A		

Schneider Electric - ארונות T4P-M

דגם מפסק	זרם מפסק	צורת התקנה	A (mm)
NW (MTZ2)	3200A	נשלף	137.5
	3200A	קבוע	
	2500A	נשלף	
	2500A	קבוע	
	1600/2000A	נשלף	
	1600/2000A	קבוע	
NT (MTZ1)	1600A	נשלף	
	1600A	קבוע	
	1250A	נשלף	
	1250A	קבוע	
	1000A	נשלף	
	1000A	קבוע	
NS	1250/1600A	על פלטה	
	1000A		
	630/800A		

ABB - ארונות T4P-IP

דגם מפסק	זרם מפסק	צורת התקנה	A (mm)
E2.2	2000A	נשלף	312.5
	2000A	קבוע	237.5
E1.2	1600/1250/1000A	נשלף	187.5
	1600/1250/1000A	קבוע	
	1600/1250/1000A	על פלטה	137.5
XT7	1600/1250/1000/800A	קבוע על פלטה	137.5
XT6	1000/800/630A		
XT5	630/400A	קבוע על פלטה	137.5

כמות ניקובים לכניסת כבלים בהתאם לרוחב ועומק התא

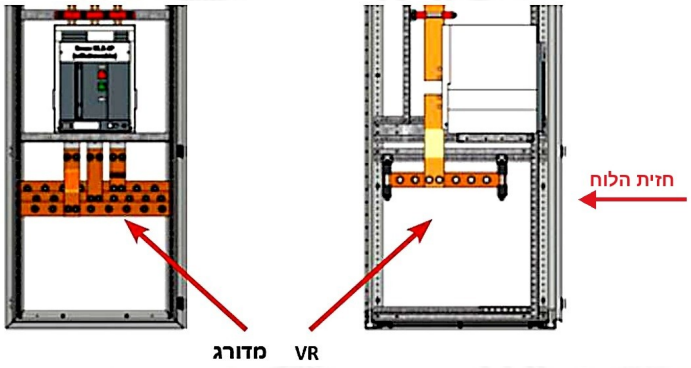
ABB

דגם מפסק	זרם מפסק	גודל תא		מס' ניקובים	
		רוחב	עומק	רוחב (מדורג)	עומק (VR)
E4.2	4000A	900	1000	לא קיים	חיבור מלמטה 7
				לא קיים	חיבור מלמעלה 9
	3200A	700/800	650/800	9	לא קיים
E2.2	2500A	700/800	650/800	9	7
	2000A	600/700	650/800	5/6	5
E1.2 / XT7	1600A	500/600	500/650/800	7	5
	1250A	500/600	500/650/800	5/6	4
	1000/800A	500/600	500/650/800	4/6	3
XT6	800/630A	400/500	500/650/800	4	לא קיים
XT5	630/400A	400/500	500/650/800	4	לא קיים

Schneider Electric

דגם מפסק	זרם מפסק	גודל תא		מס' ניקובים	
		רוחב	עומק	רוחב (מדורג)	עומק (VR)
NW (MTZ2)	4000A	800	650+400	לא קיים	13
			800+400	לא קיים	
	3200A	700/800	650/800	9/10	לא קיים
	2500A	700/800	650/800	9/10	לא קיים
	1600/2000A	600/700/800	650/800	7/8/9	6
NT (MTZ1)	1600A	500/600	500/650/800	6/7	לא קיים
	1250A	500/600	500/650/800	4/6	לא קיים
	1000A	500/600	500/650/800	4/5	לא קיים
NS	1250/1600A	500/600	500/650/800	6/7	לא קיים
	1000A	500/600	500/650/800	4/5	לא קיים
	630/800A	500/600	500/650/800	4/6	לא קיים

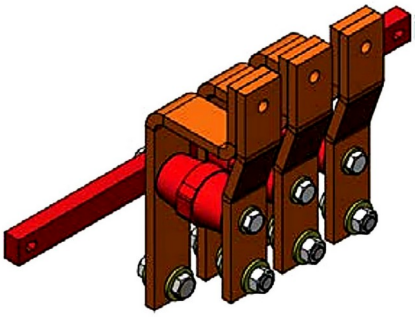
* מרחק בין הפזות D=100 לכלל המבודדים, למעט במפסקים XT5/XT6 שבהם המרחק הוא D=80.
* ניתן להזמין חירור מיוחד בהתאם לגודל החיבור הרצוי (M16).



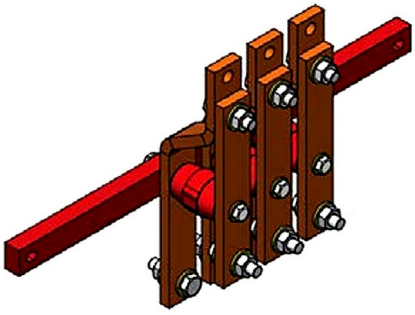
משמאל - מבודד מדורג; מימין - מבודד VR (עומק).

יחידות חיבור פנימיות לכבלים

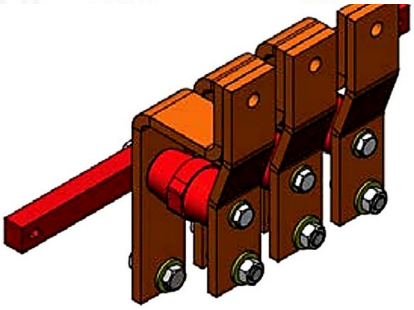
ניתן להתחבר לכל פאזה עד 4x240mm²



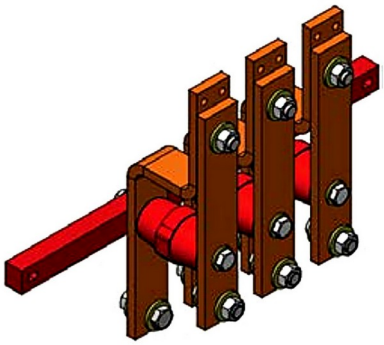
ABCC-T53P-630A
יחידה למפסק XT5 630A
חיבור ללשות הרחקה ES. נחושת 40X10
ניתן להתחבר לכל פאזה עד 4x240mm²



ABCC-T53P-400A
יחידה למפסק XT5 400A
חיבור ישיר לתוך המפסק. נחושת 30X10
ניתן להתחבר לכל פאזה עד 4x185mm²



ABCC-T63P-800A
יחידה למפסק XT6 800-1000A
חיבור ללשות הרחבה EF. נחושת 50X10
ניתן להתחבר לכל פאזה עד 4x240mm²



ABCC-T63P-630A
יחידה למפסק XT6 630A
חיבור ישיר לתוך המפסק. נחושת 40X10
ניתן להתחבר לכל פאזה עד 4x240mm²

שימו לב! במפסקי XT6 800-1000A **אין לחבר את יחידת החיבור ישירות למפסק** - רק דרך הלשות במפסק. את הלשות יש להזמין בנפרד מ-ABB.

שימו לב! מוט GPO אינו מגיע כחלק מהסט. יש להזמין את המוט בנפרד, בהתאם לרוחב התא.

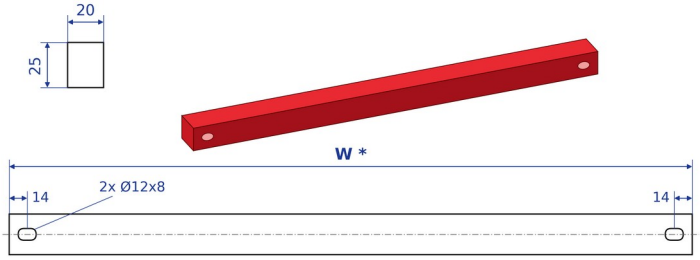
מוט GPO לחיזוק יחידות חיבור לכבלים

מק"ט	תיאור פריט
SYIS-2520-XXXXK1	מוט GPO לחיזוק יחידות חיבור לכבלים

XXXX - רוחב תא: 0400/0500/0600/0700/0800

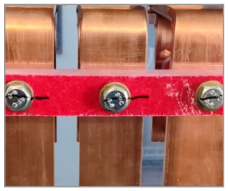
* W - רוחב המוט = רוחב התא פחות 60 מ"מ.

• לתאי OUT-V המוט מגיע לא מחורר; יש לחורר במקום לטובת התקנת יחידות חיבור הכבלים.

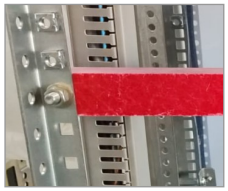


דוגמה להרכבה





קיבוע יחידת החיבור למוט



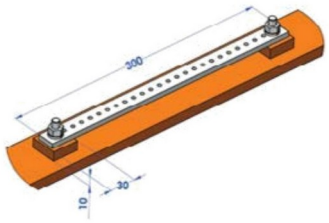
קיבוע המוט למבנה

הארקה, פס אפס

חובה לשמור על רציפות ההארקה בלוח על פי תקן IEC 61439.

בחירת מוליך הארקה לפי זרם נומינלי

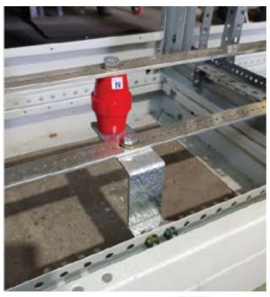
Cross-sectional area of a copper protective conductor (8.4.3.2.2)	
Minimum cross-sectional area of a copper protective conductor mm²	Rated operational current Ie
S[a]	Ie ≤ 20
2.5	20 < Ie ≤ 25
4	25 < Ie ≤ 32
6	32 < Ie ≤ 63
10	63 < Ie
[a] S is the cross-sectional area of the phase conductor (mm²)	



1. מוליך הארקה ייבחר על פי הטבלה "בחירת מוליך הארקה לפי זרם נומינלי".
2. יש להאריק כל תא בלוח.
3. יש לבצע הארקה אל גג התא ואל הדלת. המלצת תמחש: הארקת דלת/גג - מוליך 6 ממ"ר; הארקת גוף - מוליך 16 ממ"ר.
   - בארונות מדגם T4P-IP יש להאריק גב/דופן - מוליך 6 ממ"ר.
   - הארקה לגג - אל בורג ייעודי ולגוף התא (מתכתי, לא צבוע).
   - כאשר ישנן כניסות כבלים מהגג, אין לבצע קילוף של המוליך לרמת בידוד בסיסית עד כניסתו ללוח. במידה והמוליך כבר מקולף, יש להוסיף לפלף ו/או גומי בכניסות דרך הגג.
   - אם אין ציוד המותקן על הדלת - מומלץ, אבל לא חובה, לבצע הארקה.
   - אם קיים חשש שמוליך ישתחרר ויגע במוט המנעול, יש לבצע הארקה גם למנעול.
   - יש להאריק קופסת פיקוד לגוף עם מוליך 10 ממ"ר.
   - יש לוודא הארקה בין קופסת SATEC למבנה בעזרת דיסקית משוננת מתחת לאחד הברגים.
4. אין חובת הארקה נוספת למפסקי אוויר המותקנים על המדף.
5. הארקות - באמצעות נעלי כבל תקניות בלבד.
6. כל תומך קבלים יש להאריק עם מוליך 10 ממ"ר.
7. התקנת פסי אפס והארקה תבוצע בסמוך ליציאות המפסקים או בסמוך למהדקי היציאה.
   - לנחושת פס אפס 30-120x10 - מרחק בין מבודדי אקולון עד **750** מ"מ.
   - לנחושת פס אפס 15-50x5 - מרחק בין מבודדי אקולון עד **450** מ"מ.
8. **חובה!** לפני אריזת הלוח יש לחזק את ברגי הפנלים עם מברג, לקבלת הארקה על פני הפנל + פתיחה עם כלי.
9. בבחירת שטח חתך לאפס ולהארקה חובה להתחשב בשטחי החתך של המוליכים החיצוניים.

חיבור נחושות למבנה - גודל חור לפי נחושת

רוחב נחושת (מ"מ)	קוטר קדח (מ"מ)
15	6.5-7
20	9
30	11
40	11
50	11
60	11
80	11
100	2X11
120	2X11



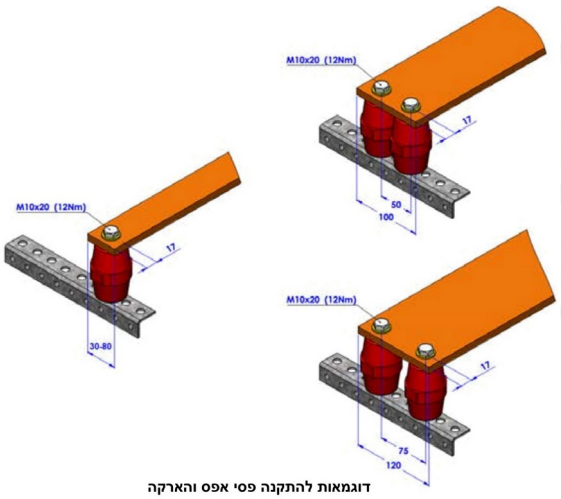
חיזוק אקולון לפס אפס



התקנת אפס והארקה OUT-H

שימו לב! חיבור בין נחושות (לדוגמה: נקודת פירוק) - בהתאם לפרק "כללי עבודה עם נחושת קשיחה" (עמוד 14).

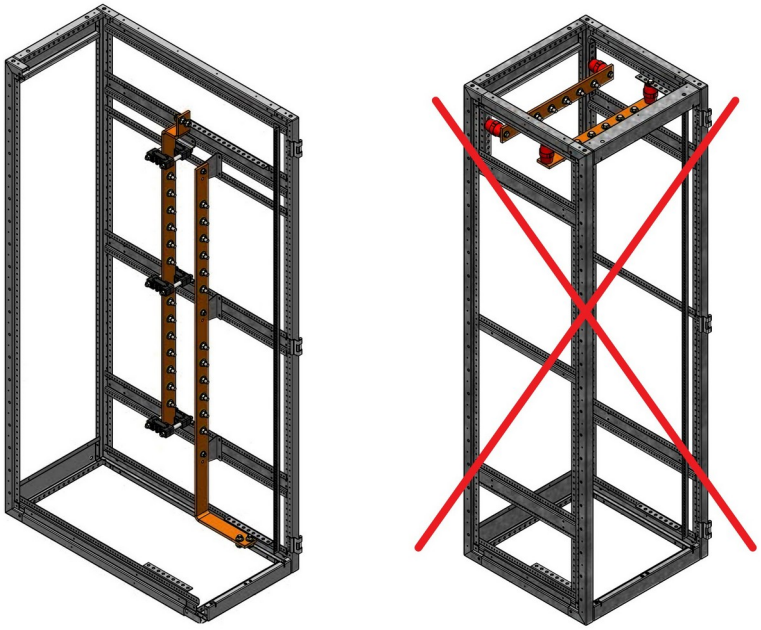
דוגמה להתקנת פס אפס בהתאם לרוחב הפס (כולל נחושת מצופה)



דוגמאות להתקנה פסי אפס והארקה



ניתן להתקין פסי אפס והארקה בכל עומק התא



מותר　　אסור!

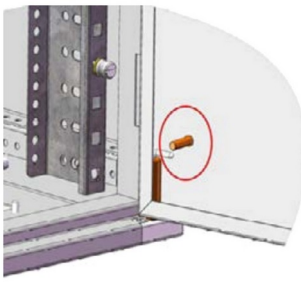
דוגמה ללינקים אפס והארקה

אסור! חיבור פסי אפס והארקה על מבודדי אקולון כמתואר בציור הימני.

10. הארקות לוח T4P-H

- הארקה לדלת.
- הארקה לגוף באמצעות מוליך הארקה גמיש.
- מוליך ההארקה יחובר בעזרת בורג פח עם דיסקית משוננת מתחת לנעל הכבל, בגוף ובדלת. לא קיים מקום ייעודי לחיזוק זה.

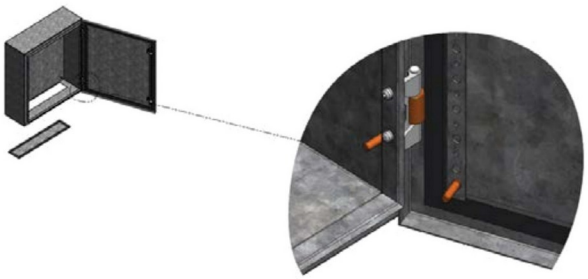
יש לבצע בדיקת רציפות הארקה בסיום העבודה.





11. הארקות לוח T4P-K

- הארקה לדלת.
- הארקה לגוף באמצעות מחזיק מודולים תמחש.



12. הארקות לוח T4P-M/IP

* מומנט בורג הארקה לדלת: **5Nm**.
* בורג הארקה לגג יחוזק ללא מומנט, בחוזקת יד בלבד. יש להוסיף דיסקית משוננת לכל בורג ולבדוק את תקינות רציפות ההארקה.

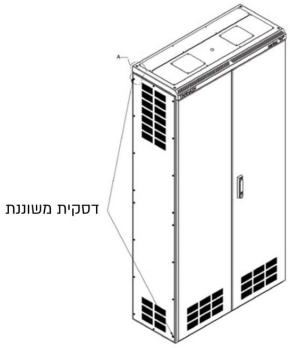
* בארונות מדגם T4P-IP יש להאריק גב/דופן בעזרת מוליך הארקה 6 ממ"ר, מהחלק המתכתי לבורג הארקה ייעודי.

הארקה לגג



הארקה לדלת





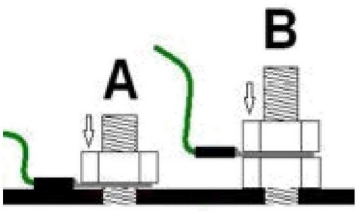


דיסקית משוננת

13. התקנה של מוליך הארקה על בורג הארקה:







לאחר התקנת מוליך ההארקה חובה לבצע בדיקות שגרה (רציפות הארקה) לפי תקן IEC 61439.
חשוב לבצע בדיקה גם למוטות המנעול המרכזי, ולפי הצורך להוסיף חוט הארקה נפרד.

בחירת חתך מוליכי אפס (N) והארקה (PE)

המשך לפרק "הארקה, פס אפס" (עמוד 53). בעמודים הקודמים מופיעות הנחיות ההתקנה של סיסטם T4P; כאן מוסברים כללי **בחירת החתך** של מוליכי האפס וההארקה, לפי IEC 61439-1:2020 (ת"י 61439-1).

1. מושגים

סימון	שם	מה זה ואיך מזהים
N	מוליך אפס	מוליך זרם פעיל שמחזיר את זרם העומס החד-פאזי ואת ההרמוניות. **צבע: כחול** (IEC 60445).
PE	מוליך הגנה (הארקה)	אינו מוליך זרם בפעולה רגילה. בזמן תקלה הוא מוליך את זרם התקלה, כדי שההגנה תנתק. **צבע: ירוק-צהוב**, או סימון ⏚ על ההדק.
PEN	מוליך הארקה ואפס משולב	משמש גם כ-PE וגם כ-N (רשת TN-C). מסומן ירוק-צהוב עם סימון כחול בקצוות, או להפך. **אסור לנתק או למתג אותו.**
S	חתך מוליך הפאזה	החתך של מוליך הקו (הפאזה) של אותו מעגל, בממ"ר. ממנו נגזרים חתכי ה-N וה-PE.

2. מוליך אפס (N) - כלל הבחירה

לפי IEC 61439-1 סעיף 8.6.1, החתך המינימלי של מוליך האפס במעגל תלת-פאזי עם אפס:

חתך הפאזה S	חתך מינימלי של N
S ≤ 16 ממ"ר	**100% מ-S** (אותו חתך כמו הפאזה)
S > 16 ממ"ר	**50% מ-S**, ולא פחות מ-16 ממ"ר

הכלל של 50% מניח שזרם האפס אינו עולה על 50% מזרם הפאזה, ושה-N עשוי מאותו חומר כמו הפאזות. אם הוא מחומר אחר (למשל אלומיניום), נדרשת לפחות אותה מוליכות.

חשוב! בעומסים עם הרמוניות גבוהות או עם הרבה צרכנים חד-פאזיים (מחשבים, תאורת LED, ספקי כוח, ממירי תדר, UPS), זרם האפס יכול להגיע לזרם הפאזה ואף לעבור אותו. במקרים אלה יש לבחור **N מלא (100%)** או גדול יותר, בתיאום עם המתכנן או הלקוח.

PEN: חתך מינימלי 10 ממ"ר נחושת (16 ממ"ר אלומיניום), ולא פחות מהנדרש ל-N. ההדקים של PEN זהים להדקים של N.

3. מוליך הארקה (PE) - שלושה כללים

כלל א' - PE של מעגל או של הדק לכבל חיצוני (IEC 61439-1 טבלה 5). אם אין דרישה אחרת, ההדק וה-PE של כל יציאה יתאימו לחתך:

חתך הפאזה S (ממ"ר)	חתך מינימלי של PE (ממ"ר)
S ≤ 16	S (אותו חתך)
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
S > 800	S/4

כלל ב' - PE לדלתות, לפנלים ולציוד (IEC 61439-1 טבלה 3). דלת או פנל שעליהם מותקן ציוד במתח מעל SELV/PELV (מפסק, מכשיר מדידה, נורית 230V) יחוברו ב-PE לפי הזרם הנקוב Ie של הציוד שעליהם:

Ie (A)	חתך מינימלי של PE (ממ"ר)
Ie ≤ 20	S (חתך הפאזה)
20 < Ie ≤ 25	2.5
25 < Ie ≤ 32	4
32 < Ie ≤ 63	6
Ie > 63	10

כלל ג' - PE ראשי של הלוח, בדיקת זרם תקלה (IEC 61439-1 נספח B). מוליך ה-PE הראשי (פס הארקה) חייב לעמוד בזרם התקלה לאדמה הגבוה ביותר, למשך זמן הניתוק של ההגנה:

$$Sp = \sqrt{(I^2 \times t)} / k$$

- **Sp** - חתך ה-PE (ממ"ר); **I** - זרם התקלה לאדמה (A, RMS); **t** - זמן הניתוק של ההגנה (שניות, בין 0.2 ל-5 שניות).
- **k** לנחושת: **176** לפס חשוף ולמוליך מבודד **143**; XLPE / EPR למוליך מבודד PVC.
- במפסק מגביל זרם (MCCB) מציבים במקום I^2t את **אנרגיית המעבר (I^2t)** מהעקומות של יצרן המפסק. התוצאה קטנה בהרבה.

החתך הנבחר הוא הגדול מבין הכללים הרלוונטיים לאותו מוליך.

4. טבלאות עזר - חתכים מקובלים

כבלים ומוליכים - לפי הכללים בסעיפים 2 ו-3 (טבלה 5), מעוגל כלפי מעלה לחתך התקני הבא:

פאזה S (ממ"ר)	N מינימלי (ממ"ר)	PE מינימלי (ממ"ר)	הערה
≤16	S	S	אותו חתך
25	16	16	
35	25	16	N: 50% הם 17.5 - מעגלים ל-25
50	25	25	
70	35	35	
95	50	50	
120	70	70	50% הם 60 - מעגלים ל-70
150	95	95	50% הם 75 - מעגלים ל-95
185	95	95	
240	120	120	
300	150	150	

פסי צבירה (נחושת אלקטרוליטית T4P) - דוגמאות לפס N ופס PE מינימליים לפי הכללים, מתוך מידות הנחושת BBCOR של הסיסטם:

פס פאזה	S (ממ"ר)	N מינ' (50%)	פס N מתאים	PE מינ' (טבלה 5)	פס PE מתאים
30x10	300	150	30x5	150	30x5
40x10	400	200	40x5	200	40x5
50x10	500	250	50x5	200	40x5
60x10	600	300	30x10	200	40x5
80x10	800	400	40x10	200	40x5
100x10	1000	500	50x10	250	50x5
120x10	1200	600	60x10	300	30x10
2x100x10	2000	1000	100x10	500	50x10
2x120x10	2400	1200	120x10	600	60x10

הטבלאות מציגות **מינימום לפי התקן** בהנחת זרם אפס עד 50%. בכל מקרה יש לבדוק גם את כלל ג' (זרם תקלה), את דרישות הלקוח ואת **חתכי הכבלים החיצוניים** שיחוברו לפסים.

5. רציפות הארקה - כללי ביצוע

- כל החלקים המוליכים החשופים (מבנה, דלתות, גגות, פנלים, ציוד) מחוברים זה לזה ולפס ה-PE, בברגים, בריתוך או במוליך נפרד.
- על משטחים צבועים (צבע אבקה) - יש להסיר את הצבע או לחדור אותו (דיסקית משוננת).
- פירוק חלק אחד (למשל פנל לתחזוקה) לא יקטע את ההארקה של שאר הלוח.
- כניסת כבלים מהגג: אין לקלף את המוליך לרמת בידוד בסיסית עד כניסתו ללוח. מוליך מקולף - להוסיף פלף ו/או גומי בכניסה.
- חיבורי הארקה - **בנעלי כבל תקניות בלבד**. אסור להשתמש בצנרת גמישה כמוליך הגנה.
- אין להתקין מפסק או מנתק במוליך ה-PE. מותר רק לינק נתיק בכלי, לצורכי בדיקה.
- **בדיקה בסיום:** מדידת רציפות בזרם של לפחות **10A**, והתנגדות של **עד 0.1Ω** מכל חלק מוליך חשוף ועד הדק ה-PE (IEC 61439-1 סעיפים 10.5.2 ו-11.4; נספח ב', עמוד 72 - בדיקות שגרה). לבדוק גם את מוטות המנעול המרכזי.

6. סדר עבודה מקוצר

#	פעולה
1	לקבוע את חתך הפאזה S של המעגל, וגם את חתך הכבלים החיצוניים של הלקוח.
2	N: עד 16 ממ"ר - כמו הפאזה; מעל - 50% (מינימום 16). בהרמוניות או בעומס חד-פאזי - N מלא.
3	PE ליציאה: לפי טבלה 5 (סעיף 3, כלל א').
4	PE לדלת או לציוד: לפי טבלה 3 (כלל ב'), ולפי הנחיות T4P בעמוד 53.
5	פסי N ו-PE: מיקום, מבודד אקולון לפי זרם הקצר ומרחק בין מבודדים - לפי הנחיות T4P בעמוד 53.
6	פס PE ראשי: לבדוק לפי הנוסחה (כלל ג') עם זרם התקלה וזמן הניתוק, ולבחור את הגדול מבין הכללים.
7	סימון: N כחול, PE ירוק-צהוב או ⏚.
8	לבדוק רציפות הארקה (10A, עד 0.1Ω) ולתעד בבדיקת השגרה.

דוגמה: יציאה XT5 630A, כבל לקוח 2x185 ממ"ר לפאזה (S = 370 ממ"ר). **N:** 50% = 185 ממ"ר, כלומר פס של 40x5 (200 ממ"ר) או כבל 1x185. **PE (טבלה 5):** S/2 = 185 ממ"ר, כלומר פס של 40x5 או כבל 1x185. בפס PE ראשי עם זרם תקלה של 50kA וזמן ניתוק של 0.4 שניות (מפסק אוויר עם השהיה): Sp = √(50,000² × 0.4) / 176 = 180 ממ"ר, כלומר 40x5 (200 ממ"ר).

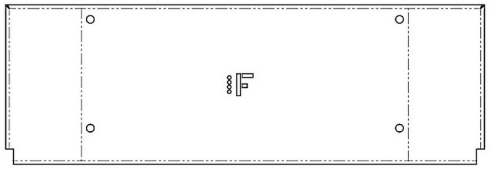
הנתונים בדוגמה הם להמחשה. בכל פרויקט יש להשתמש בזרמי התקלה ובזמני הניתוק האמיתיים של המתקן.

מדפים למפסקי אוויר ABB והתקנתם

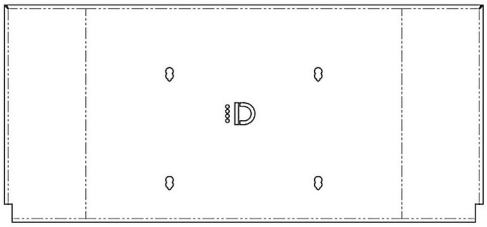
שינוי העיצוב במדפים למפסקי אוויר בקונפיגורציות שונות

מדפים למפסקי אוויר E1.2, E2.2, E4.2 - בגרסה קבועה ובגרסה נשלפת. בפרט B מסומן מיקום התקנת המפסק:
בקונפיגורציות עם דלת ובקונפיגורציות עם חזית פנלים.

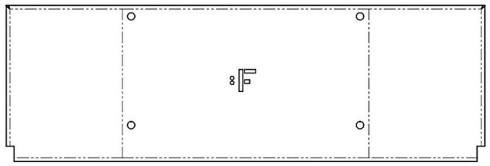
מדף למפסק אוויר **E4.2 קבוע**



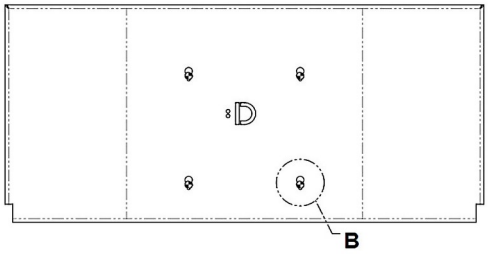
מדף למפסק אוויר **E4.2 נשלף**

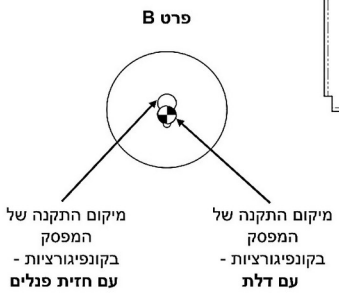


מדף למפסק אוויר **E2.2 קבוע**



מדף למפסק אוויר **E2.2 נשלף**

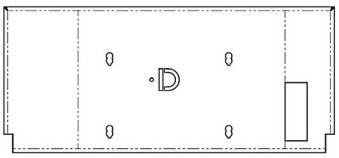




מדף למפסק אוויר **E1.2 קבוע**



מדף למפסק אוויר **E1.2 נשלף**



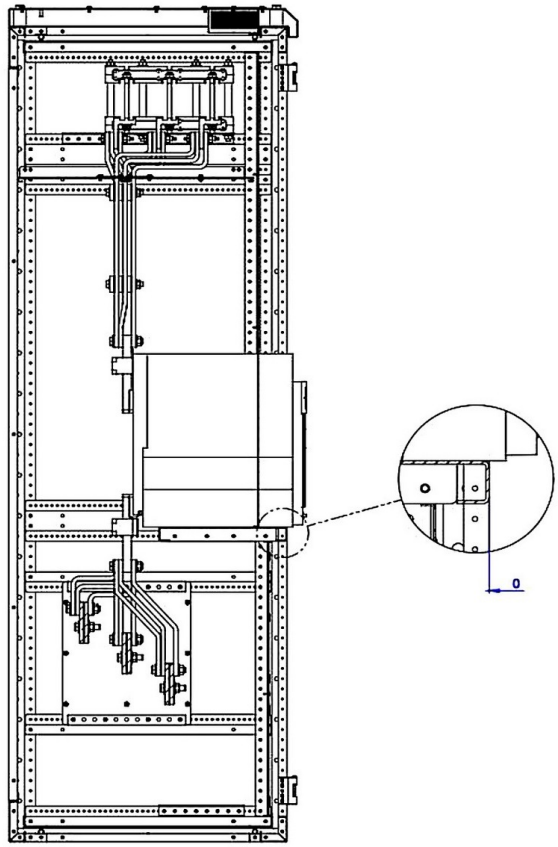
שינוי מיקום התקנת מדף למפסקי אוויר בתוך הקונפיגורציות

לטובת סטנדרטיזציה ללקוחות ולמניעת טעויות בהרכבת הקונפיגורציות, הוחלט להגדיר מיקום קבוע להתקנת כל המדפים של כל מפסקי האוויר.

- **צורת התקנה חדשה:** מדפים למפסקים E1.2, E2.2, E4.2 (נשלפים וקבועים) – המדף צמוד לפרופיל (מרחק 0).
- **צורת התקנה ישנה (לא לשימוש):** מדפים למפסקים E4.2 נשלף + E2.2 נשלף – במרחק 32 מ"מ מהפרופיל.

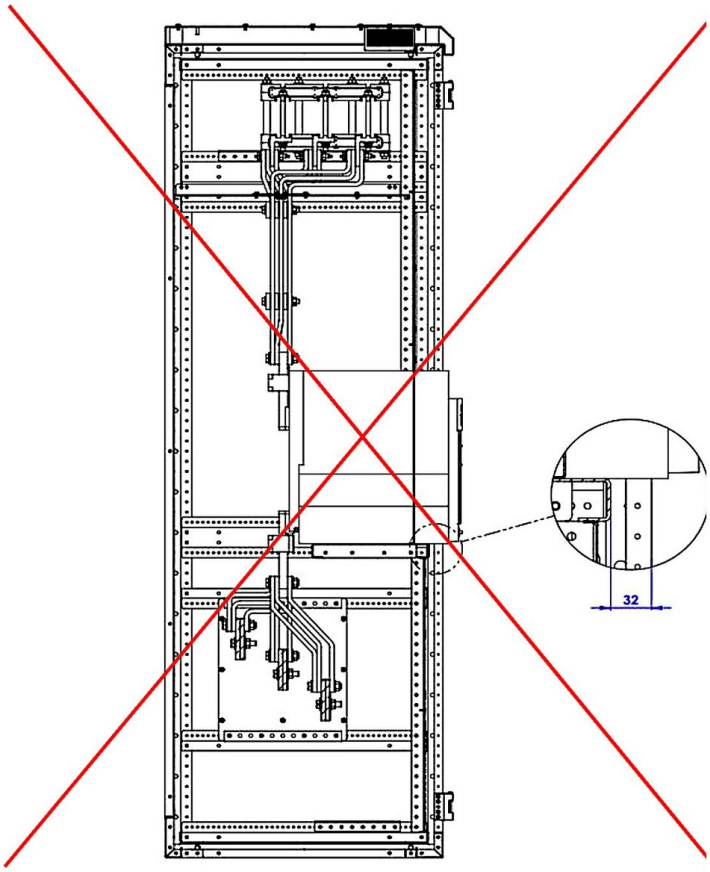
צורת התקנה חדשה!

התקנה מדפים למפסקים E1.2, E2.2, E4.2 נשלפים וקבועים



צורת התקנה ישנה!

התקנה מדפים למפסקים E4.2 נשלף + E2.2 נשלף



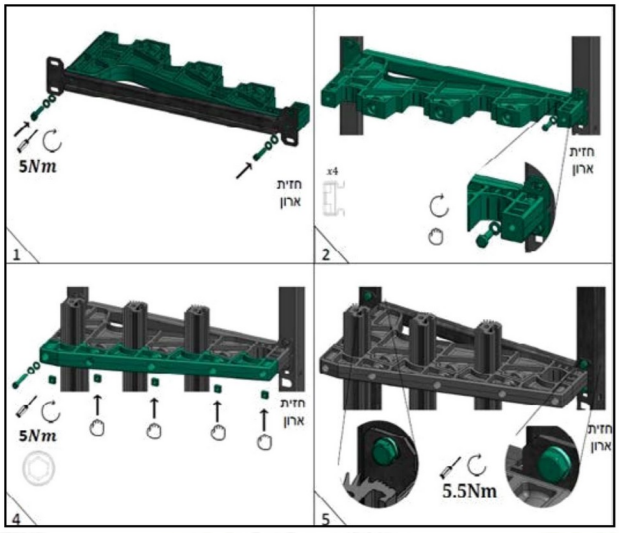
מומנטים

1. ברזל על ברזל - לפי טבלת הוראות היצרן.
2. נחושת על נחושת - לפי טבלת הוראות היצרן.
3. חיבורי כניסה למפסקים יצוקים / מאזים - בהתאם להוראות יצרן הציוד.
4. בלשות של ACB (מפסקים) - לפי הגדרות יצרן הציוד.
5. חיזוק ציוד מיתוג לפלטה / מדף - בהתאם להוראות יצרן הציוד.
6. חיזוק מבודדים - לפי הגדרות יצרן המקור.
7. בורג פח - לא סוגרים במומנט.
8. יש לשים לב שכל בורג סגור יוצא לפחות כריכה אחת מהאום.
9. **הוראת עבודה:** בעת הרכבת מוט הברגה עם שני אומים בקצוות, יש להדק כל אום למומנט המוגדר, בכפוף לכך שכל אום לוחץ בפועל על החלק המהודק.

מומנט סגירה לפי הוראות יצרן

סוג הבורג	מומנט (Nm)
M4	2
M5	3
M6	5.5
M8	15
M10	30
M12	60
M16	120

TELEDI



מומנט הארקה לדלת: 5Nm

מוליך הארקה לגג יחוזק ללא מומנט, בחוזקת יד בלבד.

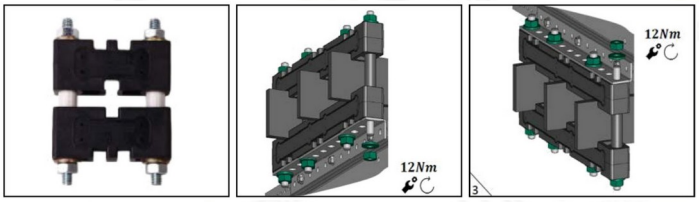


הארקה לגג

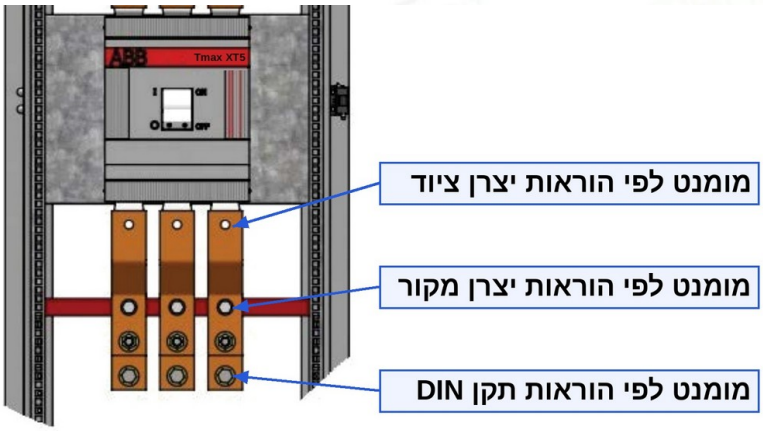


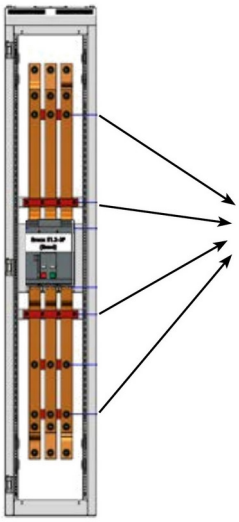
הארקה לדלת

מבודד מסרק פס צבירה



מומנט לפי סוג החיבור - דוגמה





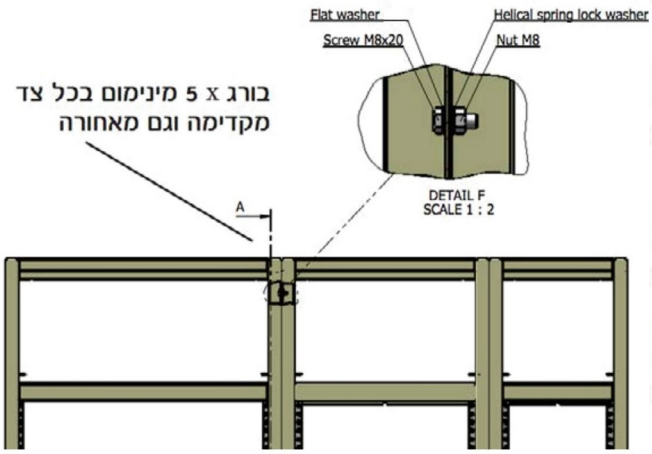
מבודד סנדוויץ' - ריתום למבנה + חיזוק באוויר

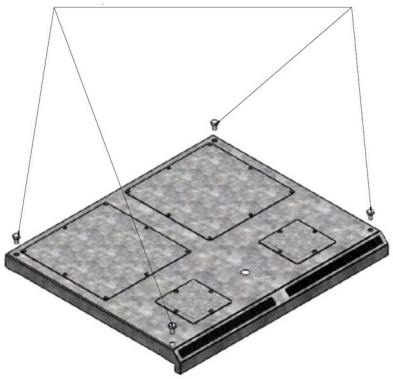
- מומנט מוט GPO לגוף: **15Nm**.
- מומנט סגירה **15Nm** לכלל ברגי המבודדים.

חיזוק בין תאים בלוחות T4P-M/IP

סוג הבורג (DIN 933)	מומנט סגירה (Nm)
M8	15Nm

יש לסגור את הבורג/ו ההרמה ללא מומנט, בחוזקת יד בלבד.





יחידות חיבור להמשך פ"צ נחושת אלקטרוליטית: פלטת חיבור (נתונים ומומנט) - עמוד 21; יחידות המשך מהירות (מומנט 40Nm ומק"טים) - עמוד 22.

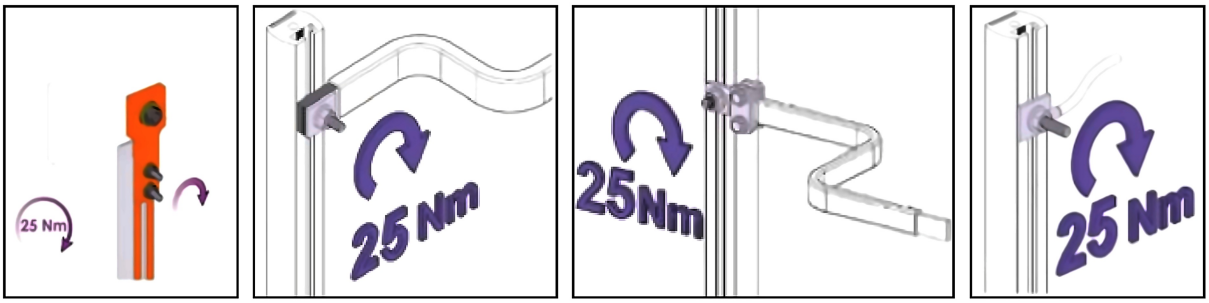
מבודד אפוקסי (אקולון):



תיאור הפריט	עומק הברגה mm	עובי דיסקית קעורה mm	זרם קצר kA	מומנט סגירה Nm
מבודד עגול, גובה 25, בורג M6	7	2	10	6
מבודד עגול, גובה 30, בורג M6	7	2	10	6
מבודד עגול, גובה 30, בורג M8	7	2	10	10
מבודד עגול, גובה 35, בורג M8	7	2	10	10
מבודד עגול, גובה 40, בורג M8	10	2	10	10
מבודד עגול, גובה 51, בורג M8	10	2	25	10
מבודד עגול, גובה 76, בורג M10	14	2.5	51	12

* עובי הזווית להרכבת המבודד: 3 מ"מ.
* בבחירת הבורג להידוק פס האפס יש להתחשב ב: עובי הפס/זווית ההרכבה, דיסקית ואורך ההברגה של המבודד (8-12 מ"מ).

ככלל, בורג TELEDI נסגר ב-**25Nm** (נחושת שזורה, PVC, נחושת גמישה, נחושת אלקטרוליטית, יחידות הסתעפות):

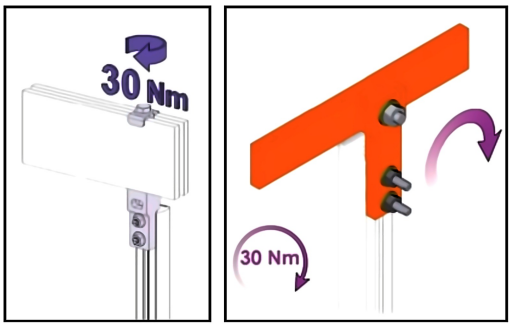


בורג TELEDI:



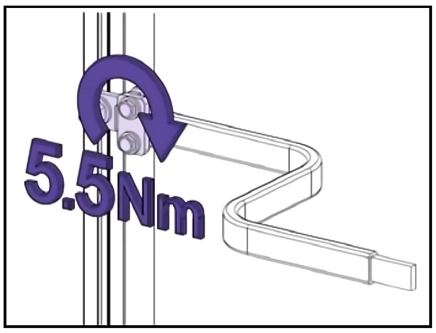
מק"ט	תיאור פריט
SYAC-DBSC-0835	בורג מיוחד M8x30

יחידת חיבור בין TELEDI לפ"צ כפול/בודד:



חיבור לפ"צ בודד: M10 - 30Nm | M12 - 60Nm

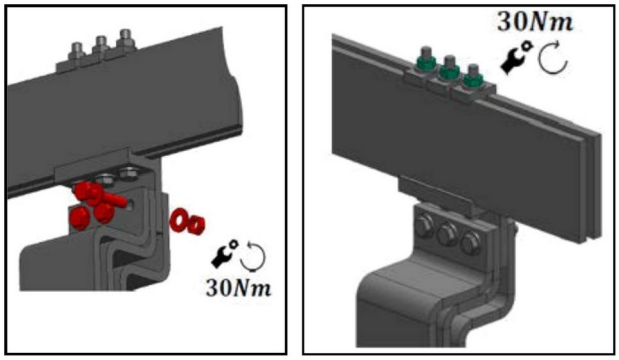
לשת חיבור נחושת גמישה:





מהדק צד אוניברסלי (רוכב) - המומנט מצוין על גבי האביזר.

* ניתן להחליף את הבורג בבורג משושה המסופק על ידי תמחש בלבד.



יחידת הסתעפות לחיבור עליות/ירידות:
M10 - 30Nm
M12 - 60Nm

סגירת בורג לחיזוק פס נחושת: בורג ההידוק בתוך המבודד יחוזק ללא מומנט, בעוצמה שתמנע תזוזה ידנית.



בורג סגירת מבודד על פס דין / זווית יחוזק בעזרת כוח יד. **שים לב!** סגירה חזקה מדי של הבורג עלולה לגרום להתעקמות המבודד - דבר זה אינו תקין.

מהדק לנחושת מצופה בדיל:



מק"ט	סוג בורג	תיאור פריט	מומנט סגירה Nm
CUWI-00014-M5X12A	M5	מהדק 1-4 ממ"ר + בורג M5x12	3
CUWI-00616-M5X16A	M5	מהדק 6-16 ממ"ר + בורג M5x16	3
CUWI-02550-M5X16A	M5	מהדק 25-50 ממ"ר + בורג M5x16	3
CUWI-70120-M6X25A	M6	מהדק 70-120 ממ"ר + בורג M6 + פלטה	5.5

- חיבור אומגות עם שני ברגים מתבצע בהדרגה (שמאל-ימין-שמאל).

יחידות הסתעפות לחיבור נחושת גמישה (CUBFC) - מק"טים ומומנטים: ראו עמוד 65.

יחידות הסתעפות משני פסים (פ"צ כפול) וסטי הידוק - מק"טים

חשוב: יחידות ההסתעפות (CUBFC / CUBRC / CUBCL) אינן כוללות סט הידוק. יש להזמין בנפרד סט הידוק -CUBR FKM (ברגים, אומים, דיסקיות ומרווחנים (מתכת)) בהתאם לגובה פסי הצבירה.

יחידות הסתעפות לנחושת גמישה - CUBFC



מק"ט	תיאור הפריט	כמות באריזה
CUBFC-015A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת גמישה 9-15.5 מ"מ (בורג M6 - 5.5Nm)	3
CUBFC-032A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת גמישה 24-32 מ"מ (בורג M8 - 15Nm)	3
CUBFC-040A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת גמישה 40 מ"מ (בורג M10 - 30Nm)	3
CUBFC-050A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת גמישה 50 מ"מ (בורג M10 - 30Nm)	3

יחידות הסתעפות לנחושת קשיחה - CUBRC (הוראות הרכבה - עמוד 24)



מק"ט	תיאור הפריט	כמות באריזה
CUBRC-030A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 30 מ"מ	3
CUBRC-040A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 40 מ"מ	3
CUBRC-050A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 50 מ"מ	3
CUBRC-060A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 60 מ"מ	3
CUBRC-080A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 80 מ"מ	3
CUBRC-100A	יח' הסתעפות משני פסים לנחושת קשיחה ברוחב 100 מ"מ	3

יחידות הסתעפות לחיבור נעלי כבל - CUBCL



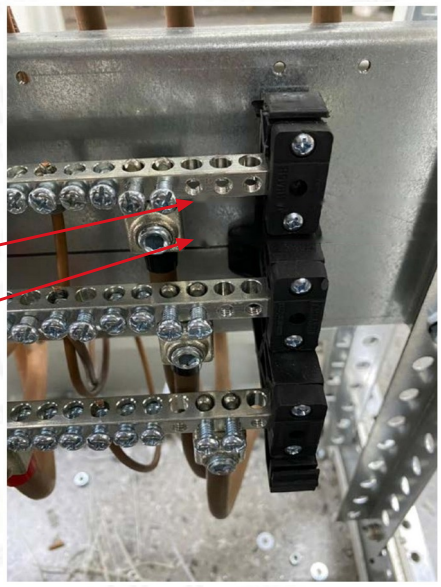
מק"ט	תיאור הפריט	כמות באריזה
CUBCL-70-150-A	יח' הסתעפות משני פסים לנעלי כבל 70-150 ממ"ר	3
CUBCL-185-240-A	יח' הסתעפות משני פסים לנעלי כבל 185-240 ממ"ר	3

סט הידוק ליח' הסתעפות - CUBR-FKM (לפי גובה פס הצבירה)

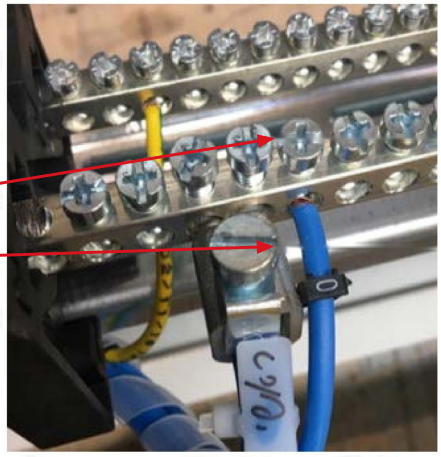


מק"ט	תיאור הפריט	כמות באריזה
CUBR-FKM10.060	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 30 מ"מ (M10x60)	3
CUBR-FKM10.070	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 40 מ"מ (M10x70)	3
CUBR-FKM10.080	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 50 מ"מ (M10x80)	3
CUBR-FKM10.090	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 60 מ"מ (M10x90)	3
CUBR-FKM10.110	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 80 מ"מ (M10x110)	3
CUBR-FKM10.130	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 100 מ"מ (M10x130)	3
CUBR-FKM10.150	סט הידוק ליח' הסתעפות, נחושת 120 מ"מ (M10x150)	3

מומנט סגירת ברגי פליז + מזלג:



- ברג פליז 10X8 - חיזוק 2-3Nm
- ברג מזלג 70 - חיזוק 3Nm



- ברג פליז 8X6 - חיזוק 2Nm
- ברג מזלג 35 - חיזוק 3Nm

מומנטים נוספים - מהדורה 02

אביזר / חיבור	מומנט (Nm)	עמוד
מבודד מדורג ל-TELEDI (ISC3-DB4P-ASK50/65) - חיזוק לזווית ופס הידוק	5	30
מבודד מדורג ל-TELEDI - חיזוק לחזית הארון	5.5	30
יח' הסתעפות סדרת CUBRC לפ"צ כפול - אומים וחיבור סט נחושת	30	24
ברגי מבודדים בעליות וירידות בתאי מפסקי אוויר	15	13

הוראות התקנה של פס גישור

1. שימוש בפס גישור תקני בלבד.
2. חובה לבדוק התאמה בין מרחקי הפינים של הפס לבין מרחקי כניסת הפאזות של המפסקים.
יש לבדוק את נתוני יצרן הציוד ואת התאמתו לדרגת הזיהום המבוקשת בלוח.





שלב 1
ניתן להשתמש במסור חשמלי לחיתוך פס הגישור לפי הצורך.



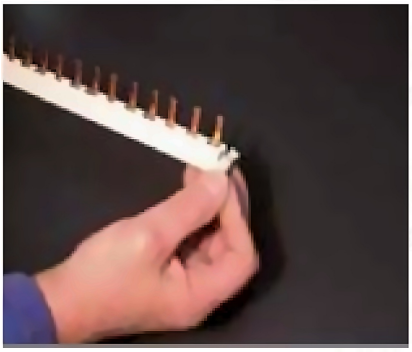
שלב 2
ניקוי אחרי החיתוך באמצעות מברשת סיבי מתכת.



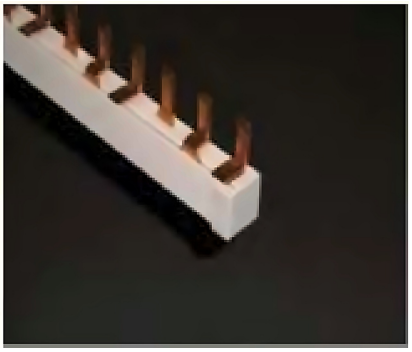
שלב 3
מכשיר מדידת מרחק בין הפינים.



שלב 4
חיתוך הפינים באמצעות קאטר.



שלב 5
הכנסת פקקי פלסטיק בצידי פס הגישור.

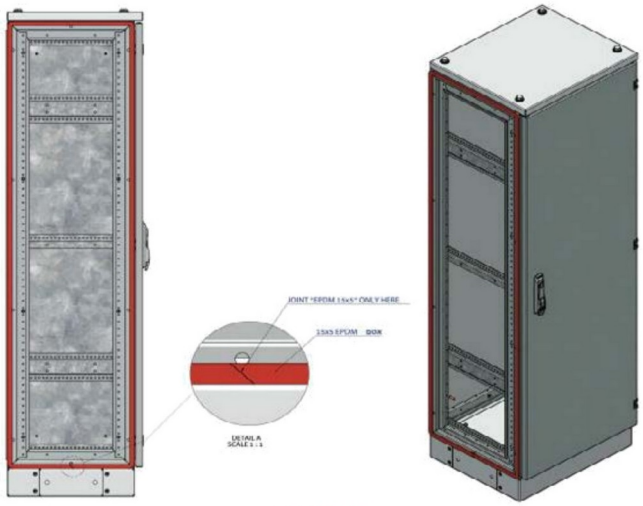


שלב 6
בדיקה לפני הכנסה לעבודה.

הוראות עבודה לארון T4P-IP

באחריות היצרן המרכיב לבדוק מומנטים בסוף העבודה, גם אם החלקים לא פורקו על ידי היצרן המרכיב.
חשוב! בחישובי עליית טמפ' יש לשים לב למיקום התקנת הלוח: התקנה חיצונית (לוח חשוף לשמש) או התקנה פנימית.

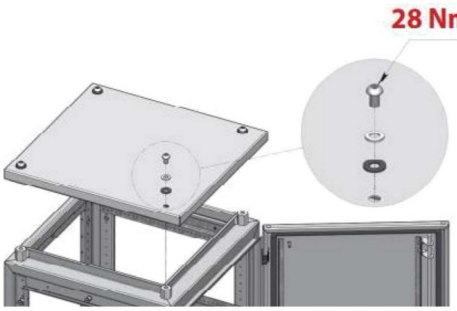
- בכל חירור המתבצע על ידי הלקוח נדרש לבצע תיקוני צבע לאחר מכן.

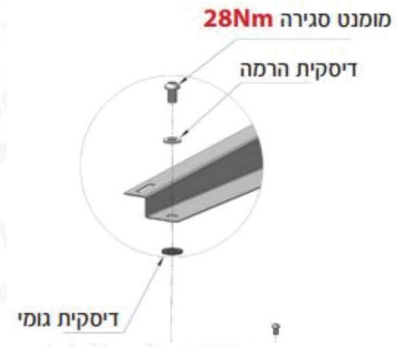


חיבור בין התאים בעזרת גומי אטימה

מק"ט	תיאור
GSSPF-515	גומי אטימה דביק EPDM 15X5

* בחיבור בין הארונות חובה להדביק גומי על צד אחד מהתאים.
* במהלך ההדבקה חובה לשמור על רציפות הגומי. נקודת ההתחלה/סוף נמצאת באמצע התא, בחלקו התחתון.





ברגי הרכבה



מק"ט	תיאור
WAFLO-14-4.6	דיסקית אקולון*
SCPFZ-M.6.16F-965	בורג

* חובה לבדוק שהדיסקית מורכבת; במידת הצורך ניתן להחליף לדיסקית חדשה.

יש לוודא הימצאות פקקי אטימה בדלת מלמעלה, מק"ט ACPLP-06-01.



נספח א' - מילון מונחים והגדרות (IEC 61439)

מילון המונחים העיקריים במשפחת התקנים IEC 61439 (ת"י 61439), בעברית ובאנגלית, עם הסבר טכני קצר. ההסברים מנוסחים לצורכי החוברת. ההגדרות המחייבות מופיעות בפרק 3 של IEC 61439-1:2020.

1. מתחים ותדר

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Rated voltage - Un	מתח נקוב	המתח הנומינלי הגבוה ביותר של רשת החשמל שאליה מיועדים המעגלים הראשיים של המכלול להתחבר. במערכת רב-פאזית - מתח שזור (בין פאזות).
Rated operational voltage - Ue	מתח עבודה נקוב	המתח (AC - ערך RMS; DC - ערך ממוצע) שהיצרן מצהיר עליו עבור המכלול או מעגל בו. יחד עם הזרם הנקוב הוא קובע את תחום השימוש.
Rated insulation voltage - Ui	מתח בידוד נקוב	מתח ה-RMS שהבידוד עומד בו לאורך זמן. הוא קובע את מרחקי הזחילה, ואינו חייב להיות שווה ל-Ue.
Rated impulse withstand voltage - Uimp	מתח עמידה נקוב להלם	ערך מתח ההלם (מתח-יתר רגעי, כגון ברק או מיתוג) שהבידוד עומד בו. הוא קובע את מרווחי האוויר. לדוגמה, 8kV בקטגוריית מתח-יתר IV.
Rated frequency - fn	תדר נקוב	התדר שעבורו תוכנן המעגל, למשל 50Hz. מעגל יכול להיות מתאים לכמה תדרים או ל-AC ול-DC.

2. זרמים ועליית טמפרטורה

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Rated current of an assembly - InA	זרם נקוב של המכלול	הזרם הכולל שהמכלול יכול לחלק בלי שעליית הטמפרטורה בחלק כלשהו תחרוג מהגבולות. אסור לחרוג ממנו גם כשמוסיפים מעגלים בעתיד.
Rated current of a main circuit - Inc	זרם נקוב של מעגל ראשי	הזרם שמעגל ראשי יכול להוביל כשהוא המעגל היחיד שעמוס במקטע. יכול להיות נמוך מהזרם הנקוב של המפסק שמותקן בו.
Group rated current - Ing	זרם נקוב קבוצתי	הזרם שמעגל ראשי יכול להוביל כשמעגלים סמוכים באותו מקטע עמוסים בו-זמנית (השפעה תרמית הדדית).
Design current - IB	זרם תכנון	הזרם שהמעגל אמור להוביל בפועלה רגילה. בדרך כלל נקבע על ידי המשתמש או המתכנן.
Rated diversity factor - RDF	מקדם גיוון נקוב	היחס Ing / Inc. הוא מראה איזה חלק מ-Inc אפשר להעמיס בו-זמנית ובאופן רציף על כמה מעגלים יחד. דרישה: IB ≤ Inc × RDF.
Temperature rise - ΔT	עליית טמפרטורה	הפרש הטמפרטורה בין חלק במכלול לבין הסביבה, ביחידות K. לדוגמה, הגבול להדקים למוליכים חיצוניים מבודדים הוא 70K (IEC 61439-1, טבלה 6).

3. זרם קצר

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Rated short-time withstand current - Icw	זרם עמידה נקוב לזמן קצר	ערך ה-RMS של זרם הקצר שהמכלול או המעגל עומד בו למשך זמן מוגדר (למשל 65kA / 1s) בלי נזק. זו אינה עמידות בקשת פנימית.
Rated peak withstand current - Ipk	זרם עמידה נקוב לשיא	ערך השיא (הרגעי) של זרם הקצר שהמכלול עומד בו - הכוחות האלקטרו-דינמיים המרביים. מחושב מ-Icw לפי מקדם n (למשל n = 2.2 עבור 65kA).
Rated conditional short-circuit current - Icc	זרם קצר מותנה נקוב	זרם הקצר הצפוי שהמכלול עומד בו, בתנאי שרכיב הגנה מפני קצר (SCPD) מסוים מנתק אותו. העמידות נבדקת לכל זמן הניתוק של הרכיב.
Prospective short-circuit current - Icp	זרם קצר צפוי	הזרם שהיה זורם במקום הקצר אילו המעגל היה מגושר בעכבה זניחה, לפני פעולת ההגנה. נקבע על ידי הרשת (שנאי, כבלים).
SCPD - Short-Circuit Protective Device	רכיב הגנה מפני קצר	מפסק זרם או נתיך שתפקידו לנתק זרם קצר ולהגביל את השפעתו על המכלול.
Icu / Ics (IEC 60947-2)	כושר ניתוק גבולי / שירות	נתוני המפסק עצמו, לא של המכלול. Icu הוא זרם הקצר המרבי שהמפסק מנתק (ייתכן שיידרש להחליפו לאחר מכן). Ics הוא זרם הקצר שאחרי ניתוקו המפסק ממשיך לשרת כרגיל.
Internal arc fault	תקלת קשת פנימית	קשת חשמלית בתוך המכלול. העמידות בה אינה חלק מ-Icw ונבדקת לפי IEC TR 61641.

4. מבנה המכלול

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Assembly	מכלול (לוח חשמל)	שילוב של מכשירי מיתוג ובקרה במתח נמוך, כולל חיבורים חשמליים ומכניים ומבנה, שנבנה על ידי היצרן או באחריותו.
PSC-assembly (Power Switchgear and Controlgear)	מכלול לחלוקת הספק	מכלול לחלוקה ולבקרה של אנרגיה חשמלית (IEC 61439-2), כגון לוח ראשי או לוח משנה. זה סוג הלוחות בסיסטם T4P.
Section / Column	מקטע / עמודה	יחידה מבנית של המכלול בין שני קירות צד אנכיים.
Functional unit	יחידה תפקודית	חלק מהמכלול הכולל את כל הרכיבים החשמליים והמכניים, לרבות רכיב המיתוג, המשמשים לאותה פונקציה - למשל מפסק יציאה ומוליכי החיבור שלו.
Compartment	תא	חלק מהמכלול הסגור מכל צדדיו, למעט פתחים הנדרשים לחיבור, לבקרה או לאוורור.
Enclosure	מעטפת	המבנה החיצוני המגן על הציוד מהשפעות חיצוניות ומפני מגע ישיר.
Barrier / Partition	מחסום / מחיצה	מחסום מונע מגע ישיר מכיוון הגישה הרגיל. מחיצה מפרידה בין תא לתא. שתיהן משמשות להפרדה פנימית (Forms - ראו נספח ד').

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Dead-front assembly	מכלול פתוח-חזית	מכלול פתוח שהחזית שלו מוגנת (לפחות IPXXB), אך ייתכנו חלקים חיים נגישים מצדדים אחרים.
Main busbar / Distribution busbar	פס צבירה ראשי / פס חלוקה	פס הצבירה הראשי מזין את המקטעים. פס החלוקה מזין את היחידות התפקודיות בתוך המקטע (לדוגמה TELEDI).
Withdrawable part / Removable part	חלק נשלף / חלק נתיק	חלק שאפשר להוציא ולהכניס כשהמעגל מחובר (נשלף - עם מצבי חיבור, בדיקה וניתוק), או חלק שאפשר להסיר ולהחזיר ללא מצבים (נתיק).

5. בידוד, הגנה והארקה

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Clearance	מרווח אוויר	המרחק הקצר ביותר באוויר בין שני חלקים מוליכים. נקבע לפי Uimp.
Creepage distance	מרחק זחילה	המרחק הקצר ביותר לאורך פני חומר מבודד בין שני חלקים מוליכים. נקבע לפי Ui, דרגת הזיהום וסוג החומר.
Pollution degree	דרגת זיהום	מספר (1 עד 4) המתאר את הזיהום הצפוי במיקרו-סביבה שבתוך המכלול. בלוחות תעשייתיים בדרך כלל 3.
Overvoltage category	קטגוריית מתח-יתר	סיווג (I עד IV) לפי מיקום הציוד ברשת והחשיפה שלו למתחי-יתר. קטגוריה IV היא בנקודת ההזנה.
IP code	דרגת הגנה IP	הגנה מפני גופים מוצקים, גישה לחלקים מסוכנים ומים (IEC 60529) - ראו נספח ה'.
IK code	דרגת הגנה IK	עמידות המעטפת במכה מכנית (IEC 62262) - ראו נספח ה'.
Form of internal separation	צורת הפרדה פנימית	Form 1 עד 4b - ראו נספח ד'.
Exposed conductive part	חלק מוליך חשוף	חלק מוליך נגיש שאינו חי בדרך כלל, אך עלול להפוך לחי בתקלה, כגון מעטפת מתכת.
PE / PEN / N	מוליך הארקה / הארקה ואפס / אפס	PE הוא מוליך הגנה (הארקה). PEN משלב הגנה ואפס. N הוא מוליך האפס. חתך מוליך ההגנה לפי IEC 61439-1, טבלה 5.
EMC - Environment A / B	תאימות אלקטרומגנטית - סביבה A / B	A - רשת תעשייתית (מתח נמוך שאינו ביתי); B - רשת ביתית או מסחרית.

6. אימות ויצרנים

מונח / סימול (English)	מונח בעברית	הסבר
Design verification	אימות תכן	הוכחה שהתכן של הלוח עומד בתקן, באחת משלוש שיטות: בדיקה, השוואה לתכן ייחוס או הערכה (חישוב וכללי תכן).
Verification test	בדיקת אימות	בדיקה על דגם במעבדה. מקבילה ל"בדיקת טיפוס" בתקן הישן IEC 60439.
Verification comparison	אימות בהשוואה	השוואה מובנית של תכן מוצע לתכן ייחוס שכבר נבדק.
Verification assessment	אימות בהערכה	אימות באמצעות כללי תכן מחמירים ו/או חישובים, כגון חישוב עליית טמפרטורה.
Reference design	תכן ייחוס	תכן של מכלול או של חלק ממנו שאומת בבדיקה.
Routine verification	אימות שגרה	בדיקות שמבוצעות על כל לוח במהלך הייצור או בסופו (ראו נספח ב').
Original manufacturer	יצרן מקורי	הגוף שתכנן את המערכת וביצע את אימות התכן (לדוגמה תמחש - סיסטם T4P).
Assembly manufacturer	יצרן מרכיב	הגוף שלוקח אחריות על הלוח המוגמר. יכול להיות היצרן המקורי או גוף אחר.
User	משתמש	מי שמפרט, רוכש, משתמש ומפעיל את הלוח, או מי שפועל מטעמו.

7. יצרן מקורי ויצרן מרכיב - מי אחראי על מה

	יצרן מקורי (Original manufacturer)	יצרן מרכיב (Assembly manufacturer)
מי זה	מי שתכנן את מערכת הלוח ואימת אותה - בסיסטם T4P: תמחש.	מי שבונה את הלוח המוגמר ולוקח עליו אחריות. יכול להיות גם היצרן המקורי.
אימות	אימות תכן (Design verification): בדיקות מעבדה, השוואה או הערכה - IEC 61439-1 פרק 10.	אימות שגרה (Routine verification) לכל לוח - IEC 61439-1 פרק 11, ראו נספח ב'.
תיעוד	קטלוג טכני, הוראות הרכבה (כגון חוברת זו), נתונים נקובים ותצורות מאומתות.	תיעוד הלוח, הוראות התקנה, הפעלה ותחזוקה ללקוח - בעברית (ת"י 61439-1, סעיף 6.2).
שלט הלוח	-	שם היצרן המרכיב, זיהוי הלוח, מועד ייצור, InA, Un, fn ומספר חלק התקן (סעיף 6.1).
שינוי בתכן	-	**יצרן מרכיב שסוטה מהוראות היצרן המקורי לוקח על עצמו את אחריות היצרן המקורי לאותו שינוי**, וחייב לאמת אותו בעצמו (סעיף 10.1).

בפועל: כל עוד הלוח נבנה לפי חוברת זו ולפי הקטלוג הטכני של הסיסטם, אימות התכן של תמחש חל עליו, והיצרן המרכיב אחראי לביצוע נכון ולאימות השגרה. כל חריגה - מוליך אחר, חיבור אחר, רכיב שלא נבדק - מחייבת אימות נפרד או אישור בכתב מתמחש.

8. הסבר מורחב - Inc, Ing ו-RDF

מעגל ראשי ומעגל עזר. לפי IEC 61439-1 (סעיפים 3.1.3 ו-3.1.4), **מעגל ראשי** הוא כל מעגל שמעביר אנרגיה חשמלית: הזנה, כל יציאה למפסק וכל מעגל כוח. "ראשי" כאן הוא בניגוד ל"עזר", ואינו מתייחס רק למעגל הגדול בלוח. **מעגל עזר** הוא מעגל פיקוד, מדידה, איתות, בקרה או תקשורת. זרמים נקובים Inc / Ing מוגדרים רק למעגלים ראשיים.

Inc - זרם נקוב של מעגל יציאה ראשי (סעיף 5.3.2).

- הזרם שמעגל יציאה יכול להוביל ברציפות **כשהוא לבדו עמוס** במקטע, ושאר היציאות במקטע אינן מעבירות זרם, בלי חריגה מגבולות עליית הטמפרטורה (סעיף 9.2).
- לכל מעגל יציאה יש Inc משלו. הוא יכול להיות **נמוך מהזרם הנקוב של המפסק** (In) שמותקן בו, בגלל המוליכים, החיבורים וחום הסביבה בתוך הלוח.
- ההצהרה על Inc אינה חובה אם הוצהר Ing של המעגל.

Ing - זרם נקוב קבוצתי של מעגל ראשי (סעיף 5.3.3).

- הזרם שמעגל יכול להוביל ברציפות **כשהוא עמוס בו-זמנית עם מעגלים נוספים** באותו מקטע, בסידור שהגדיר היצרן המקורי. המעגלים מחממים זה את זה, ולכן בדרך כלל Ing קטן מ-Inc.
- היצרן המקורי חייב להגדיר לאיזה סידור ה-Ing תקף: סוגי המעגלים, הזרמים הנקובים, המספר המרבי של יחידות תפקודיות במקטע ומיקומן. אפשר גם להגדיר זאת לפי הספק ההפסדים.
- **Ing מייצג את העומס הרציף המרבי במקטע עמוס במלואו.** Ing של המעגלים שעמוסים בו-זמנית חייב להיות שווה לזרם התכנון IB או גבוה ממנו.
- במקטע שעמוס חלקית, מותר להעמיס מעגל בודד מעל Ing, אבל **לעולם לא מעל Inc**.

RDF - מקדם גיוון נקוב (סעיף 5.4).

- RDF = Ing / Inc. זהו החלק היחסי (0 עד 1) מ-Inc שאפשר להעמיס בו-זמנית ובאופן רציף על כל היציאות במקטע.
- במקום להצהיר על Ing לכל סוג מעגל, אפשר להצהיר על Inc ועל RDF. אז Ing = Inc × RDF.
- תנאי התכנון: **Inc × RDF ≥ IB** לכל מעגל שעמוס בו-זמנית עם אחרים.

InA - זרם נקוב של המכלול (סעיף 5.3.1) הוא הנמוך מבין שני ערכים: Ing של מעגל או מעגלי הכניסה, והזרם שפס הצבירה הראשי מסוגל לחלק. אסור לחרוג ממנו גם כשמוסיפים מעגלים בעתיד.

אם הלקוח לא מסר זרמי תכנון (IB), אפשר להניח עומס לפי IEC 61439-2, טבלה 101. בחלוקה העומס המונח הוא In של רכיב ההגנה כפול המקדם, ובמנועים - הזרם הנקוב של המנוע כפול המקדם:

סוג העומס	מקדם עומס מונח
חלוקה - 2 ו-3 מעגלים	0.9
חלוקה - 4 ו-5 מעגלים	0.8
חלוקה - 6 עד 9 מעגלים	0.7
חלוקה - 10 מעגלים ומעלה	0.6
מפעיל חשמלי (Actuator)	0.2
מנועים עד 100kW	0.8
מנועים מעל 100kW	1.0

דוגמה מספרית (להמחשה בלבד, אינה נתון של סיסטם T4P): במקטע יש 4 יציאות זהות עם מפסק 630A. בבדיקה התקבל Inc = 600A לכל יציאה, ו-RDF = 0.8 כשכל ה-4 עמוסות בו-זמנית. לכן Ing = 600 × 0.8 = 480A.

- אם זרם התכנון של כל יציאה הוא IB = 450A: 480A גדול מ-450A, והתכנון תקין.
- אם IB = 520A בכל ה-4: 480A קטן מ-520A, ויש לשנות את התכנון (פחות יציאות במקטע, מוליכים גדולים יותר, אוורור, או חלוקה לכמה מקטעים).
- אם רק יציאה אחת עמוסה ושאר היציאות כמעט ריקות: מותר להעמיס אותה עד 600A (Inc) - אבל לא מעל.

נספח ב' - בדיקות שגרה (טל"ח)

נספח עזר ליצרן המרכיב: הוראת עבודה לבדיקות שגרה (Routine Verification) ללוחות T4P, לפי IEC 61439-1:2020 סעיף 11 ו-IEC 61439-2:2020.

תוכן הנספח (8 עמודים, מצורפים אחרי עמוד זה):

#	שלב בדיקה	סעיף בתקן
1	מסמכים וסימון	11.1-11.10
2	בדיקה חזותית	11.2, 11.5, 11.7
3	מרווחי אוויר וזחילה	11.3
4	חיבורים ומומנט הידוק	11.4, 11.6
5	מעגל הגנה (PE)	11.4, 10.5.2
6	פעולה מכנית	11.8
7	בדיקה דיאלקטרית	11.9
8	חיווט ובדיקה תפקודית	11.10

הנספח כולל גם: מטרה וכללים, סדר הבדיקות, הנחיות "אם בדיקה נכשלה" וטופס רישום הבדיקות ושחרור הלוח.

חשוב: בדיקות השגרה הן באחריות היצרן המרכיב ומבוצעות לכל לוח לפני יציאתו מהמפעל. הבדיקה הדיאלקטרית (עד 2,200V AC) - בודקים מורשים בלבד.

סימון ותיעוד הלוח - IEC 61439-1 סעיף 6

לפני שחרור הלוח (שלב 8) יש לוודא שהלוח מסומן ומתועד לפי סעיף 6 בתקן:

- **שלט הלוח (6.1):** שלט עמיד, גלוי וקריא כשהלוח מותקן ובפעולה. השלט יכלול לפחות: שם היצרן המרכיב או סימן המסחר שלו; סימון סוג או מספר זיהוי (מספר סידורי) שמאפשר לקבל מידע מהיצרן; זיהוי תאריך הייצור; זרם נקוב של הלוח (InA); מתח נקוב (Un); תדר נקוב (fn); ומספר התקן - IEC 61439-2.
- **תיעוד (6.2):** הנתונים הנקובים של הלוח לפי סעיף 5 בתקן - מתחים, זרמים נקובים, זרם קצר, מקדם העמסה, דרגות IP ו-IK, צורת הפרדה ושיטת הארקה - יופיעו בתיעוד הטכני שנמסר עם הלוח (ראו נספח א' - מילון מונחים). בנוסף - הוראות הובלה, הרמה, התקנה, הפעלה ותחזוקה, כולל משקל יחידות ההובלה, נקודות הרמה ותדירות תחזוקה מומלצת. בלוח עם כמה מקורות הזנה (גנרטור, PV, סוללות) - תרשים המעגלים. בלוח עם נתיכים - סוג הנתיכים והזרם הנקוב שלהם.
- **סימון מעגלים ורכיבים (6.3):** כל מעגל וכל מכשיר הגנה בלוח מזוהים בתווית קריאה ועמידה, והסימון זהה לסימון בתרשים החשמלי.

בדיקה דיאלקטרית - 1 שנייה או 60 שניות?

- **בדיקת שגרה (סעיף 11.9) - באחריות היצרן המרכיב:**
  מתח מלא למשך 1 שנייה. ערכי המתח (טבלאות 8 ו-9), אופן הפעלת המתח (התחלה ב-50% לכל היותר והעלאה הדרגתית), הסבולת וקריטריון הקבלה נלקחים מסעיף 10.9.2 - ראו שלב 7.
- **אימות תכן (סעיף 10.9.2.3) - באחריות היצרן המקורי (תמחש):**
  מתח מלא למשך 60 שניות (במהדורת 2011 של התקן: 5 שניות). לוח שנבנה לפי הסיסטם וההוראות של תמחש מכוסה באימות התכן של תמחש, ואין צורך לחזור על בדיקה זו.
- **מתי היצרן המרכיב חייב לבדוק 60 שניות:**
  כאשר הוא משנה את התכן המאומת באופן שעלול להשפיע על הבידוד - למשל מבודדים או חומרי בידוד אחרים, מרווחי אוויר או מרחקי זחילה שונים, או רכיבים והרכבה שלא לפי הוראות תמחש (סעיף 10.1). במקרה כזה היצרן המרכיב אחראי לאימות התכן של השינוי, כולל בדיקה דיאלקטרית של 60 שניות.

TGI Infrastructures · מו"פ

בדיקות שגרתיות ללוחות T4P

הוראת עבודה למרכיבים
לפי IEC 61439-1:2020, סעיף 11, ו-IEC 61439-2:2020

1 מסמכים וסימון
2 בדיקה חזותית
3 מרווחי אוויר וזחילה
4 חיבורים ומומנט הידוק
5 מעגל הגנה (PE)
6 פעולה מכנית
7 בדיקה דיאלקטרית
8 חיווט ובדיקה תפקודית

מס' מסמך: _____ מהדורה: 0 תאריך: _____ אישור: _____

מטרה וכללים

מי

כל לוח T4P, לפני שהוא יוצא מהמפעל. הבדיקה מבוצעת בידי אדם מוסמך או בפיקוחו (11.1).

מה

מאשרת שהלוח תואם את השרטוטים ואת הוראות ההרכבה, ומגלה פגמים בחומרים ובעבודה (11.1).

מתי

במהלך הייצור ו/או אחריו, לפי תוכנית הייצור. חלק מהבדיקות עשויות לחזור באתר (11.10).

בטיחות

בדיקת החוזק הדיאלקטרי היא במתח של עד 2 200 V AC. בודקים מורשים בלבד. יש לגדר את האזור; אסור לגעת בלוח בזמן הבדיקה.

סדר הבדיקות

1. מסמכים וסימון
2. בדיקה חזותית
3. מרווחי אוויר וזחילה
4. חיבורים ומומנט הידוק
5. מעגל הגנה (PE)
6. פעולה מכנית
7. בדיקה דיאלקטרית
8. חיווט ובדיקה תפקודית

רישום ושחרור

תקציר לשימוש פנימי. הנוסח המחייב: IEC 61439-1 ו-IEC 61439-2 (עותקים מורשים בכונן R: של TGI).

שלב 1 / 8

1 מסמכים וסימון

סעיפים: 6.2 · 6.1 · 11.10 · 11.1(c)

- השרטוטים, התרשים החד-קווי, רשימת החלקים והוראות ההרכבה של T4P הם במהדורה המאושרת.
- שלט הלוח מותקן, עמיד וקריא: יצרן, סוג/זיהוי, תאריך וערכים נקובים (6.1).
- התיעוד ללקוח מלא (6.2); בישראל — בעברית (דרישה לאומית).
- סימון המעגלים וההתקנים תואם את השרטוט.

עצור אם

מהדורת השרטוט אינה תואמת את הלוח שהורכב.

שלב 2 / 8

2 בדיקה חזותית

סעיפים: 11.7 · 11.5 · 11.2

- דרגת הגנה IP: כל הכיסויים, הדלתות, האטמים, לוחות הכניסה והפקקים מותקנים לפי השרטוט (11.2).
- צורת הפרדה פנימית: המחיצות במקומן, אין ברגים חסרים או פתחים.
- התקנים מובנים: סוג, ערך נקוב ומיקום נכונים, מזוהים לפי ההוראות (11.5).
- הדקים למוליכים חיצוניים: כמות, סוג וסימון לפי השרטוט (11.7).
- אין נזק, שבבים, כלים או גופים זרים בתוך הלוח.

עצור אם

כיסוי, מחיצה או התקן חסרים או שונים מהשרטוט.

תקציר לשימוש פנימי. הנוסח המחייב: IEC 61439-1 ו-IEC 61439-2 (עותקים מורשים בכונן R: של TGI).

3 מרווחי אוויר ומרחקי זחילה

סעיפים: 11.3 · טבלה 1 · טבלה 2

- גדולים בבירור מטבלה 1: די בבדיקה חזותית.
- לא ברור שהם גדולים: למדוד, או לבצע בדיקת מתח הלם (10.9.3).
- קטנים מטבלה 1: בדיקת מתח הלם היא חובה (10.9.3).
- מרחקי זחילה: בדיקה חזותית; למדוד אם לא ברור. אסור שיהיו קטנים מטבלה 2.

Uimp (kV)	מרווח מזערי (מ"מ)
≤ 2,5	**1,5**
4	**3,0**
6	**5,5**
8	**8,0**
12	**14,0**

Uimp לפי שלט הלוח / השרטוט.

4 חיבורים ומומנט הידוק

סעיפים: 11.6 · 11.4

- לבדוק את הידוק החיבורים המוברגים, לפחות במדגם (11.4, 11.6).
- חיבורי פסי הצבירה הראשיים: לפי הוראות ההרכבה וטבלת המומנטים של T4P / ABB.
- להשתמש במפתח מומנט מכויל ולרשום את מספרו.
- לסמן כל חיבור שנבדק בצבע סימון.
- מוליכים: חתך, צבע, ניתוב ותמיכה לפי ההוראות (11.6).

עצור אם

מומנט נמוך מהנדרש, או סימני התחממות או נזק.

תקציר לשימוש פנימי. הנוסח המחייב: IEC 61439-1 ו-IEC 61439-2 (עותקים מורשים בכונן R: של TGI).

שלב 5 / 8

5 מעגל הגנה (PE)

סעיפים: 8.4 · 10.5.2 · 11.4

- בדיקה חזותית של הגנה בסיסית (כיסויים, מחיצות) והגנה בעת תקלה (חיבורי PE), 8.4.3 / 8.4.2.
- מוליכי PE וגישור הדלתות, השלד ולוחות ההרכבה קיימים ומהודקים.
- אם הרציפות אינה ברורה בבדיקה חזותית — למדוד (10.5.2).

≥ 10 A

זרם בדיקה, AC או DC

≤ 0,1 Ω

מכל חלק מוליך חשוף עד הדק ה-PE

שלב 6 / 8

6 פעולה מכנית

סעיפים: (IEC 61439-2) 11.8

- להפעיל כל מפעיל, ידית ומנעול דלת.
- לבדוק את כל השילובים והנעילות, כולל של יחידות נשלפות ויחידות שליפה (IEC 61439-2, 11.8).
- יחידות שליפה: להעביר בין מצבי מחובר, בדיקה ומנותק; התריסים חייבים להיסגר.
- ידיות שמתנתקות בפתיחת הדלת: כשהדלת סגורה, הידית מראה בבירור מופעל / מופסק.

עצור אם

אפשר לעקוף שילוב, או שיחידה נתקעת.

תקציר לשימוש פנימי. הנוסח המחייב: IEC 61439-1 ו-IEC 61439-2 (עותקים מורשים בכונן R: של TGI).

7 בדיקה דיאלקטרית: ערכים

סעיפים: 10.9.2 · 11.9 · טבלה 8

1 s	≥ 3,5 mA	± 3 %
משך הבדיקה (שגרתית)	זרם הניתוק של מכשיר הבדיקה	סבולת מתח הבדיקה

- את מתח הבדיקה בוחרים לפי Ui משלט הלוח (טבלה בשקף הבא).
- מעגלי עזר המוגנים ב-16 A לכל היותר, או שכבר נבדקו תפקודית במתח הנקוב: אין צורך בבדיקה.
- חלופת מדידת בידוד (≥ 500 V DC, ≥ 1 MΩ) מותרת רק עד 630 A בכניסה ו-Un ≤ 500 V, ולכן בדרך כלל אינה חלה על T4P.
- 1 שנייה - לבדיקת שגרה. 60 שניות הן לאימות תכן (היצרן המקורי); היצרן המרכיב בודק 60 שניות רק כשהוא משנה את התכן המאומת - ראו עמוד 72.

שלב 7 / 8

7 בדיקה דיאלקטרית: מתחים וזמן

סעיפים: 11.9 · 10.9.2 · טבלה 8 · טבלה 9

Ui, בין פאזות (V)	AC (V)	DC (V)	זמן (s)
מעגלים ראשיים ומעגלי עזר המחוברים אליהם (טבלה 8)			
≤ 60	**1 000**	1 415	**1**
60 – 300	**1 500**	2 120	**1**
300 – 690	**1 890**	2 670	**1**
690 – 800	**2 000**	2 830	**1**
800 – 1 000	**2 200**	3 110	**1**
1 000 – 1 500 (DC בלבד)	**–**	3 820	**1**
מעגלי עזר שאינם מחוברים למעגל הראשי (טבלה 9)			
≤ 12	**250**	355	**1**
12 – 60	**500**	710	**1**
> 60	**כמו מעגלים ראשיים**	כמו מעגלים ראשיים	**1**

בדיקה שגרתית: מתח מלא למשך 1 s (באימות תכן: 60 s). להתחיל ב-50 % לכל היותר ולהעלות לערך המלא. סבולת ± 3 %. זרם ניתוק של מכשיר הבדיקה ≥ 3,5 mA.

שלב 7 / 8

7 בדיקה דיאלקטרית: ביצוע

סעיפים: 10.9.2.4 · 10.9.2.3 · 10.9.1

- לנתק מכשירי מדידה, מגני ברק, סלילים ואלקטרוניקה שאינם מתאימים למתח הבדיקה (10.9.1).
- לסגור את כל התקני המיתוג, או לגשר אותם בגשר בעל התנגדות נמוכה.
- להתחיל ב-50 % ממתח הבדיקה לכל היותר, ואז להעלות לערך המלא.
- להפעיל מתח: (a) כל החלקים החיים יחד — מול השלד; (b) כל פאזה — מול שאר הפאזות והשלד; (c) כל מעגל עזר נפרד — מול המעגל הראשי והשלד.
- תקין: אין ניתוק, אין קשת או פריצה (10.9.2.4).
- לחבר מחדש את כל מה שנותק ולרשום זאת.

עצור אם

מכשיר הבדיקה ניתק או נוצרה קשת. אין לחזור על הבדיקה לפני שנמצאה הסיבה.

שלב 8 / 8

8 חיווט ובדיקה תפקודית

סעיפים: 11.10 · סעיף 6

- הסימון והמידע לפי IEC 61439-1 סעיף 6 מלאים (פירוט בעמוד 72).
- החיווט נבדק מול התרשים החשמלי.
- להזין את מעגלי הפיקוד במתח הנקוב: פיקוד, חיוויים, שילובים ורצפים.
- התקני תקשורת: פעולה בסיסית, אם סוכם עם הלקוח.
- לחזור על הבדיקה באתר לפני ההפעלה, אם נדרש.

אם בדיקה נכשלה

1 לעצור את הבדיקה

2 תווית "לא משוחרר"

3 לפתוח דוח אי-התאמה

4 לתקן לפי השרטוט

5 לחזור על הבדיקות המושפעות

6 שחרור

אחרי כל תיקון במעגל ראשי או במעגל עזר, יש לחזור על הבדיקה הדיאלקטרית של אותו מעגל.

רישום הבדיקות

#	בדיקה	סעיף	תקין / לא	ערך נמדד	בודק · תאריך
1	מסמכים וסימון	11.1 c), 11.10			
2	בדיקה חזותית	11.2, 11.5, 11.7			
3	מרווחי אוויר וזחילה	11.3			
4	חיבורים ומומנט	11.4, 11.6			
5	מעגל הגנה (PE)	11.4, 10.5.2			
6	פעולה מכנית	11.8			
7	בדיקה דיאלקטרית	11.9			
8	בדיקה תפקודית	11.10			

מזהה לוח: _____

שוחרר ע"י (אדם מוסמך): _____

חתימה: _____

תאריך: _____

נספח ג' - בדיקת איכות פס צבירה TELEDI

על מנת לשפר את המוצרים והתהליכים, יש לבדוק כל פס TELEDI בקבלה ולפני ההתקנה, ולדווח מיד למחלקת שירות לקוחות / הבטחת איכות של תמחש על כל אחת מהתקלות הבאות. במקרה של סחורה פגומה יש לדווח למחלקה ולא לבצע תיקון עצמאי.

#	נקודות לבדיקה בפרופיל TELEDI
1	חיתוך גס של הפרופיל - הימצאות "גרדים" במקומות החיבור עם פס צבירה ראשי (בשני קצוות הפרופיל).
2	קילוף ציפוי הנחושת בפרופיל.
3	שריטות בציפוי (במקום בו מתחברים המוליכים) - לא יותר מ-3-5% משטח המגע של המוליך המחובר.
4	פרופיל לא ישר.
5	פרופיל בעל מכות, קמורות ו/או קעורות, במקומות חיבור המוליכים ובכלל.
6	פרופיל לא נקי - במקומות התקנת ברגי ההידוק ו/או שאריות ציפוי בתוך הפרופיל.

הערה חשובה: יש לשמור את ממצאי הבדיקה בתיק המוצר, כחלק ממפרט נוהל קבלה / החזרה של מוצר פגום.

מקור: מכתב תמחש "הנדון: פס צבירה TELEDI", מהדורה 01, 20.10.2017 - מחלקת הבטחת איכות.

נספח ד' - צורות הפרדה פנימית (Forms)

נספח זה מציג את צורות ההפרדה הפנימית (Forms of internal separation) של מכלולי חלוקת הספק (PSC-assemblies), בהתאם ל-IEC 61439-2:2020, סעיף 8.101 ונספח BB. הנספח מהווה סיכום מקצועי לצורכי תכנון והרכבה. הנוסח המחייב הוא נוסח התקן.

סיסטם T4P מאפשר ביצוע הפרדה פנימית עד Form 4b (כולל).

1. כללי

הפרדה פנימית היא חלוקת המכלול לתאים (Compartments) או למרחבים מוגנים סגורים באמצעות מחיצות (Partitions) ומחסומים (Barriers), מתכתיים או לא מתכתיים. ההפרדה יכולה להתקבל גם באמצעות בידוד של חלקים חיים, או באמצעות המעטפת האינטגרלית של רכיב, כגון מפסק זרם בתיבה יצוקה (MCCB).

ההפרדה נועדה להשיג, בין יחידות תפקודיות, תאים נפרדים או מרחבים מוגנים סגורים, אחד או יותר מהתנאים הבאים:

- הגנה מפני מגע בחלקים מסוכנים - דרגת הגנה **IPXXB** לפחות (IEC 61439-1:2020, סעיף 8.4.2.3).
- הגנה מפני מגע בחלקים מסוכנים ומפני חדירת גופים זרים מוצקים - דרגת הגנה **IP2X** לפחות. דרגה זו כוללת את IPXXB.
- דרגת הפרדה גבוהה מ-IPXXB נדרשת רק כאשר המשתמש מגדיר אותה.

2. הגדרות

- **פסי צבירה** - פסי צבירה ראשיים ופסי חלוקה.
- **יחידה תפקודית (Functional unit)** - חלק מהמכלול הכולל את כל הרכיבים החשמליים והמכניים, לרבות רכיב המיתוג, המשמשים לביצוע אותה פונקציה. מוליכי החיבור של היחידה לפסי הצבירה ולהדקים הם חלק מהיחידה התפקודית, גם אם חלקם נמצא מחוץ לתא היחידה.
- **הדקים למוליכים חיצוניים** - נקודות החיבור של כבלי ההזנה והיציאות.
- **מוליכים חיצוניים** - הכבלים והמוליכים המחוברים להדקים מצד השטח.

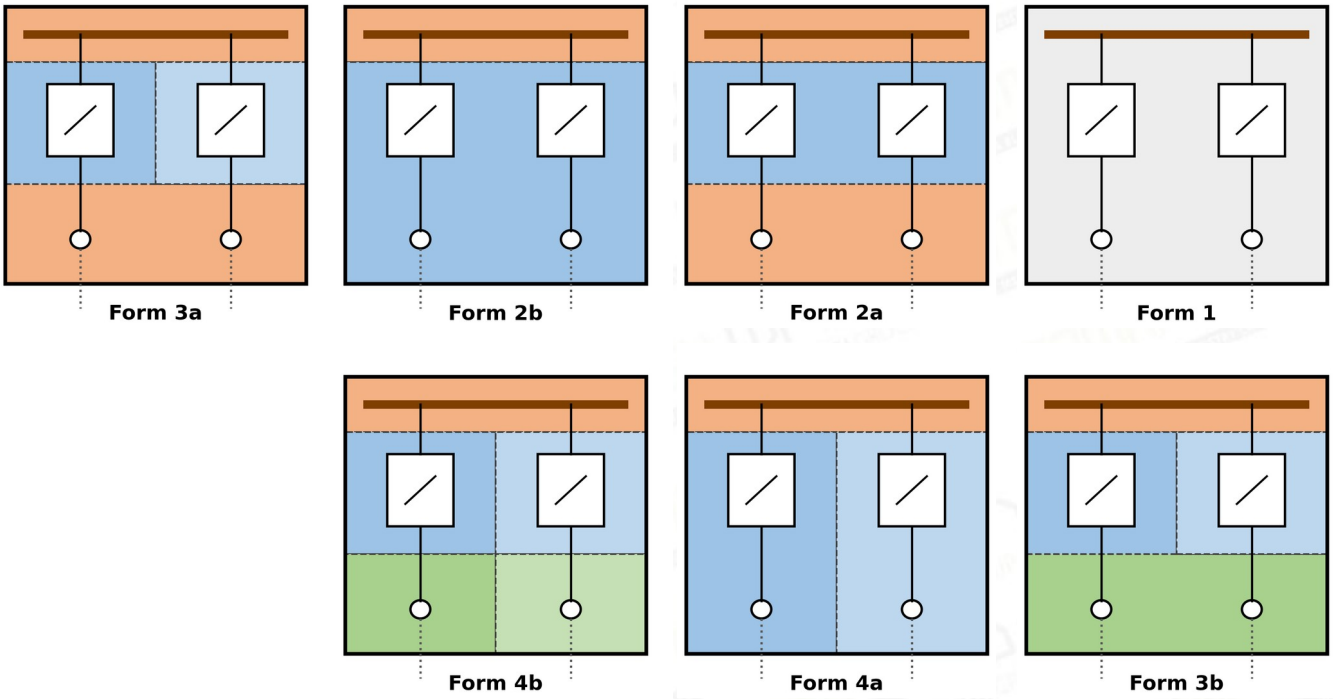
3. סיווג צורות ההפרדה

Form	קריטריון עיקרי	קריטריון משני
1	ללא הפרדה פנימית.	-
2a / 2b	הפרדת פסי הצבירה מכל היחידות התפקודיות.	**2a** - ההדקים למוליכים חיצוניים אינם מופרדים מפסי הצבירה. **2b** - ההדקים למוליכים חיצוניים מופרדים מפסי הצבירה.
3a / 3b	• הפרדת פסי הצבירה מכל היחידות התפקודיות. • הפרדת היחידות התפקודיות זו מזו. • הפרדת ההדקים והמוליכים החיצוניים מהיחידות התפקודיות, אך לא מההדקים של יחידות תפקודיות אחרות.	**3a** - ההדקים למוליכים חיצוניים אינם מופרדים מפסי הצבירה. **3b** - ההדקים והמוליכים החיצוניים מופרדים מפסי הצבירה.
4a / 4b	• הפרדת פסי הצבירה מכל היחידות התפקודיות. • הפרדת היחידות התפקודיות זו מזו. • הפרדת ההדקים של כל יחידה תפקודית מההדקים של כל יחידה אחרת ומפסי הצבירה. • הפרדת המוליכים החיצוניים מפסי הצבירה. • הפרדת המוליכים החיצוניים של כל יחידה תפקודית מיחידות תפקודיות אחרות ומההדקים שלהן. • אין דרישה להפריד בין המוליכים החיצוניים לבין עצמם.	**4a** - ההדקים נמצאים באותו תא עם היחידה התפקודית המשויכת אליהם. **4b** - ההדקים אינם נמצאים בתא היחידה התפקודית, אלא בתאים או במרחבים מוגנים סגורים נפרדים ואישיים.

ככל שצורת ההפרדה גבוהה יותר, גדלה האפשרות לבצע עבודות תחזוקה ושינויים ביחידה תפקודית אחת כשהיתר נשארות בשירות. זאת במחיר של מחיצות נוספות, נפח גדול יותר ועלות גבוהה יותר.

4. תרשימים סכמטיים

בכל תרשים מוצגים: פס צבירה (חום) בחלק העליון, שתי יחידות תפקודיות, והדקים למוליכים חיצוניים (עיגול) בתחתית. **כל אזור צבוע מייצג תא נפרד**, וקו מקווקו מייצג מחיצה. אזורים בגוון זהה נמצאים באותו תא. כתום - תא פסי הצבירה; כחול - תאי היחידות התפקודיות; ירוק - תאי ההדקים.



התרשימים עקרוניים בלבד, שורטטו לצורכי החוברת, ואינם מחייבים סידור פיזי מסוים של המכלול.

5. דרישות

- **חלקים הנשארים חיים:** בצורות הפרדה שמעל Form 1, כל החלקים בתא היחידה התפקודית שנשארים חיים לאחר ניתוק היחידה יהיו מוגנים בדרגת IPXXB לפחות, אלא אם הוסכם אחרת בין המשתמש ליצרן. הדרישה חלה כאשר מוסרים או פותחים את הפנל או הדלת המשמשים לגישה רגילה ליחידה.
- **מחיצות ומחסומים:** יקובעו היטב ויהיו בעלי יציבות ועמידות מספקות לשמירה על דרגת ההגנה הנדרשת לאורך חיי המכלול (IEC 61439-1:2020, סעיף 8.4.2.3). יש להחזיר כל מחיצה למקומה בתום עבודה.
- **גישה לתחזוקה:** לגבי גישה ליחידות תפקודיות מנותקות לצורך תחזוקה - ראו IEC 61439-1:2020, סעיף 8.4.6.2.
- **קשת פנימית:** ההפרדה הפנימית **אינה** מיועדת להבטיח את שלמות המכלול בתקלת קשת פנימית (Internal arc fault). הנחיות לנושא: IEC TR 61439-0, IEC TR 61641.
- **הגדרה בהזמנה:** צורת ההפרדה ודרגת ההגנה של ההפרדה הן נושאים להסכמה בין המשתמש ליצרן (IEC 61439-2, נספח AA). ברירת המחדל לדרגת ההגנה של ההפרדה היא IPXXB, ואפשר להגדיר IP2X או דרגה אחרת בהסכמה. יש לציין את צורת ההפרדה הנדרשת במפרט, בהזמנה ובתיעוד הלוח.
- **בדיקת שגרה:** לפני מסירת הלוח יש לוודא שהמחיצות מותקנות במקומן, שאין ברגים חסרים ושאין פתחים. ראו נספח ב' (בדיקות שגרה, עמוד 72).
- **דוגמאות בחוברת:** לוח T4P בהפרדה Form 4b עם פס צבירה TELEDI - עמוד 27; חיווט נחושת גמישה בהפרדה 2b - עמוד 43.

נספח ה' - דרגות הגנה IP ו-IK של לוחות חשמל

הנספח מסביר מה אומרים קודי IP ו-IK, מה התקנים דורשים מלוח חשמל (IEC 61439-1/2:2020) וממעטפת ריקה (IEC 62208), ואיך בוחרים דרגת הגנה לפי מקום ההתקנה. הנוסח המחייב הוא נוסח התקנים.

1. מה זה קוד IP?

קוד IP (לפי IEC 60529) מתאר עד כמה המעטפת של הלוח מגינה על מה שבתוכה, ועל האדם שעומד מולה. הקוד בנוי משתי ספרות, ולפעמים גם מאות:



X במקום ספרה - הדרישה לא מוגדרת או לא נבדקה. לדוגמה, IPX4 מתייחס רק למים, ו-IP2X רק לגופים מוצקים. האותיות הן רשות, ומופיעות רק כשיש בהן צורך - למשל IPXXB = אי אפשר לגעת באצבע בחלק מסוכן.

דוגמה: IP54 - ספרה 5 = מוגן מאבק (כמות אבק שאינה מפריעה לפעולה), ספרה 4 = מוגן מהתזת מים מכל כיוון.

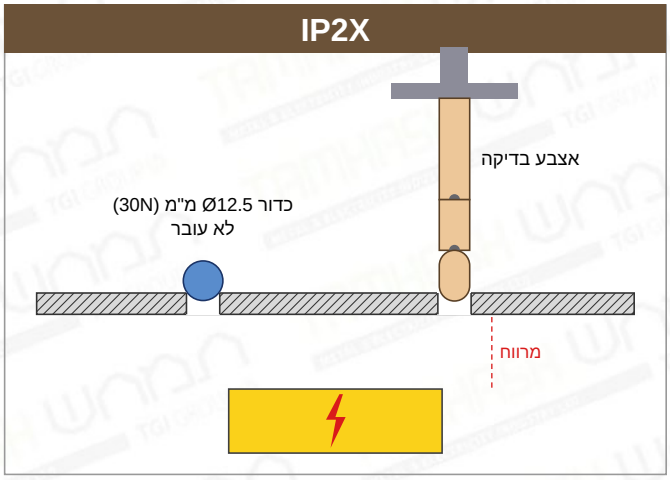
2. טבלאות הספרות

ספרה 1		גופים מוצקים / גישה לחלקים מסוכנים	ספרה 2		מים
0	—	ללא הגנה	0	—	ללא הגנה
1	●	גופים ≥ 50 מ"מ (גב היד)	1	💧	טפטוף אנכי
2	●	גופים ≥ 12.5 מ"מ (אצבע)	2	💧	טפטוף בהטיה של עד 15°
3	●	גופים ≥ 2.5 מ"מ (כלי)	3	💧	ריסוס (גשם) בזווית של עד 60° מהאנך
4	●	גופים ≥ 1 מ"מ (חוט)	4	💧	התזה מכל כיוון
5	●	מוגן מאבק - אבק שחודר אינו מפריע לפעולה	5	💧	סילון מים
6	●	אטום לאבק	6	💧	סילון מים חזק
			7	▭	טבילה זמנית
			8	▭	טבילה ממושכת (לפי הסכמה)
			9	80°C	שטיפה בלחץ ובטמפרטורה גבוהים

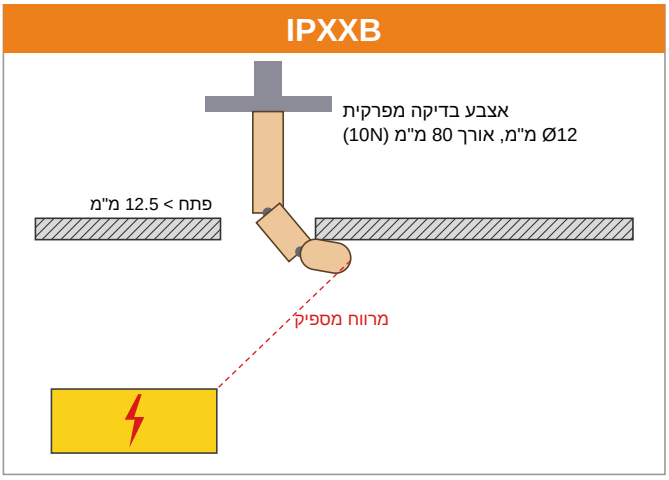
ספרה גבוהה כוללת בדרך כלל את כל הספרות שמתחתיה. בספרה השנייה, 7 ו-8 (טבילה) אינן כוללות אוטומטית את 5 ו-6 (סילון). לכן קיים גם סימון כפול, כמו IP65/IP67.

3. IP2X לעומת IPXXB - מה ההבדל?

שני הסימונים עוסקים בהגנה מפני מגע באצבע בחלקים מסוכנים, אבל הם לא זהים. ספרה ראשונה 2 בודקת גם גופים מוצקים וגם אצבע; האות B בודקת רק אצבע.



ספרה 2: כדור Ø12.5 מ"מ לא עובר, ואצבע הבדיקה לא מגיעה לחלק מסוכן.



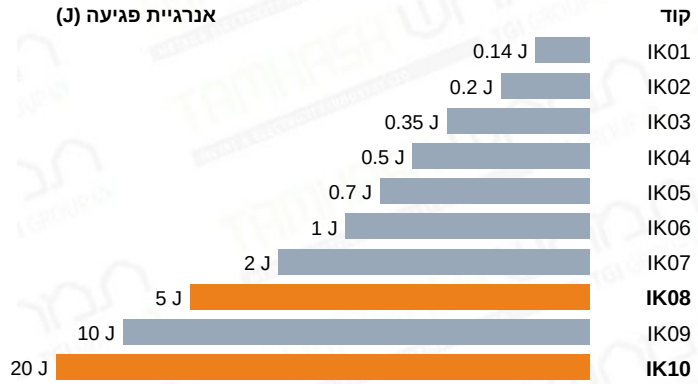
אות B: רק אצבע הבדיקה. מותר לה להיכנס לפתח, אבל לא לגעת בחלק מסוכן.

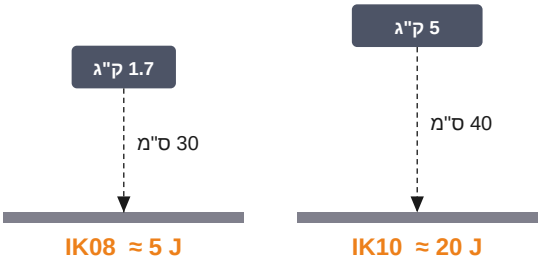
נושא	IP2X	IPXXB
מה נבדק	גופים מוצקים ≤ 12.5 מ"מ + גישה באצבע לחלקים מסוכנים	רק גישה באצבע לחלקים מסוכנים
אביזר בדיקה	כדור Ø12.5 מ"מ (30N) + אצבע בדיקה מפרקית (10N)	אצבע בדיקה מפרקית Ø12 מ"מ, אורך 80 מ"מ (10N)
גודל פתח	כדור Ø12.5 מ"מ לא עובר דרכו	יכול להיות גדול יותר - בתנאי שהאצבע לא מגיעה לחלק מסוכן
הגנה מגופים זרים	כן (≤ 12.5 מ"מ)	לא מובטחת
הקשר בין הקודים	IP2X כולל גם את דרישת IPXXB	IPXXB אינו מבטיח IP2X
איפה פוגשים בלוח	לוח סגור בהתקנה פנימית (לפחות IP2X); הפרדה פנימית כשנדרשת גם הגנה מגופים זרים	חזית לוח פתוח-חזית, מחסומים ומעטפות סביב חלקים חיים, הפרדה פנימית (Forms), אחרי פתיחת דש שחרור לחץ

חשוב: IPXXB אינו שווה ל-IP2X. כשהדרישה היא IP2X, אין להסתפק בבדיקת אצבע - יש לוודא גם שאין פתחים שכדור Ø12.5 מ"מ עובר דרכם. דוגמה לשילוב: IP1XB - פתח עד 50 מ"מ, אבל האצבע לא מגיעה לחלק מסוכן.

4. מה זה קוד IK?

קוד IK (לפי IEC 62262) מתאר את עמידות המעטפת במכה מכנית - כמה אנרגיית פגיעה המעטפת סופגת בלי להיפגע באופן שפוגע בבטיחות. IK00 = ללא הגנה.





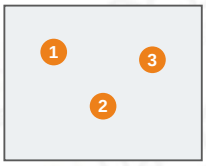
להמחשה: IK08 (5 ג'אול) שקולה בערך לנפילת משקולת של 1.7 ק"ג מגובה 30 ס"מ. IK10 (20 ג'אול) - משקולת של 5 ק"ג מגובה 40 ס"מ.

5. מה התקן דורש - סיכום

נושא	דרישה	מקור
לוח סגור, התקנה פנימית	לאחר התקנה לפי הוראות היצרן - לפחות **IP2X.**	61439-1, 8.2.2; 61439-2 נספח AA
לוח להתקנה חיצונית ללא הגנה נוספת (גג וכד')	הספרה השנייה לפחות 3 (הגנה מגשם). המינימום שבנספח AA הוא **IP23,** כלומר IP2X לגופים מוצקים ו-X3 למים, בלי הגנה מאבק. זהו סף התקן בלבד; בפועל מקובל IP54 ומעלה (ראו סעיף 8). ברירת המחדל בנספח AA: לפי תקן היצרן והשימוש.	61439-1, 8.2.2; 61439-2 נספח AA
חזית של לוח פתוח-חזית (Dead-front)	לפחות **IPXXB.**	61439-1, 8.2.2
מחסומים ומעטפות סביב חלקים חיים	לפחות **IPXXB.** משטח עליון אופקי נגיש בגובה עד 1.6 מ' - לפחות **IPXXD** (שלא ייפול לתוכו חוט או כלי).	61439-1, 8.4.2.3
הפרדה פנימית (Forms)	לפחות **IPXXB,** או **IP2X** אם נדרשת גם הגנה מגופים זרים - ראו נספח ד'.	61439-2, 8.101
חלקים נשלפים	ה-IP המוצהר חל במצב "מחובר"; ביתר המצבים היצרן מצהיר על ה-IP. אם אחרי הוצאת החלק אין סגירה - יש לספק פנלים.	61439-2, 8.2.101
IP שונה בחלקים שונים של הלוח	מותר, בתנאי שהיצרן מצהיר על ה-IP של כל חלק וזה לא פוגע בשימוש. לדוגמה: חזית IP20, שאר החלקים IP00.	61439-1, 8.2.2
קוד IK	**אין חובה** להצהיר על IK, והתקן אינו קובע ערך מינימלי. אם מוצהר - יש לבדוק לפי IEC 62262.	61439-2, 8.2.1, 10.2.6
הצהרה על IP	אסור להצהיר על IP בלי בדיקה לפי IEC 60529 (סעיף 10.3).	61439-1, 8.2.2

6. איך נבדקים IP ו-IK

- **IP:** הבדיקה נעשית כשכל הדלתות והפנלים סגורים, הלוח ללא מתח, ומקטעים מחוברים (בלוח רב-תאי). בדיקת אבק IP5X נעשית בקטגוריה 2, ובדיקת IP6X בקטגוריה 1. הבדיקה נכשלת אם מצטבר אבק על מרחקי זחילה.
- **IK:** המכות מחולקות באופן שווה על פני המעטפת: 3 מכות לכל פאה עד 1 מ', ו-5 מכות לפאה גדולה מ-1 מ'. מותרת עיוות קל, בתנאי שה-IP ותכונות הבידוד נשמרים והפנלים עדיין ניתנים להסרה ולהחזרה. מנעולים, צירים, תצוגות וכד' יכולים להיות בדרגה נמוכה יותר, ואז היצרן מצהיר עליהם כחריגים.
- **מאוררים ומסננים ב-IP5X/IP6X:** יש לקבל אישור מיצרן ציוד הקירור על דרגת ה-IP שלו, ולבדוק את המעטפת כשהציוד מותקן ואינו פועל.
- **דש שחרור לחץ (קשת פנימית):** אחרי פתיחתו מותרת דרגה מופחתת, אך לא פחות מ-IPXXB, אם היצרן הצהיר על כך ואפשר להחזיר את הדש למקומו בקלות.



פאה עד 1 מ' - 3 מכות



פאה גדולה מ-1 מ' - 5 מכות

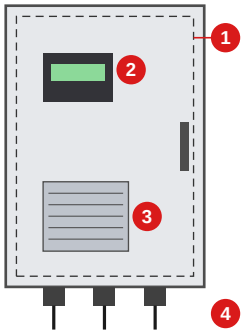
בדיקת IK - חלוקת המכות על פאות המעטפת (המחשה)

7. מעטפת ריקה (IEC 62208) ושינויים בה

IEC 62208 הוא התקן למעטפות ריקות, כלומר ארון לפני שהותקן בו ציוד. יצרן המעטפת מצהיר על דרגות ה-IP וה-IK שלה ובודק אותן. היצרן המרכיב, שמתקין ציוד ומבצע פתחים (מפסקים בדלת, מכשירי מדידה, כניסות כבלים, מאווררים), חייב לוודא שהשינויים לא הורידו את דרגת ההגנה. לפי IEC 61439-1, סעיף 10.3, מספיקה בדרך כלל בדיקה חזותית שכל רכיב שהותקן בפתח הוא בדרגת IP מתאימה והותקן לפי הוראות היצרן שלו. במקרה כזה אין צורך בבדיקה נוספת.

בפועל: דרגת ה-IP של הלוח שווה לדרגה של **החלק החלש ביותר** בו. אטם דלת פגוע, פתח כבלים לא אטום או מאוורר ללא מסנן מורידים את כל הלוח לדרגה הנמוכה.

דוגמה (להמחשה): הרכיב החלש קובע





8. בחירת דרגת הגנה לפי מקום ההתקנה - המלצה

הטבלה מציגה ערכים מקובלים בענף ומיועדת להכוונה בלבד. הדרישה המחייבת לכל פרויקט נקבעת במפרט הלקוח, בתקנות ובסקר הסיכונים של האתר.

	מקום התקנה	IP מקובל	IK מקובל	הערות
	חדר חשמל סגור ונקי, גישה למורשים בלבד	IP2X - IP31	IK07	IP2X הוא המינימום בתקן. IP31 מגן גם מטפטוף אנכי (למשל מצנרת מעל הלוח).
	אזור תעשייתי, מחסן, מעבר עם תנועת עגלות	IP41 - IP54	IK08 - IK10	אבק, התזות ופגיעות מכניות.
	סביבה מאובקת או לחה (מפעל, חניון)	IP54 - IP55	IK08 - IK10	יש לתת את הדעת לאוורור ולעיבוי.
	התקנה חיצונית עם גג או מחסה	IP34 - IP54	IK08 - IK10	לפי התקן: ספרה שנייה לפחות 3. נדרשת עמידות ל-UV ולקורוזיה.
	התקנה חיצונית חשופה	IP54 - IP55	IK10	גשם מכל כיוון, שמש ואבק; מומלץ גג, חימום נגד עיבוי ואוורור מוגן.
	שטיפה במים (מזון, כימיה)	IP65 - IP66	IK08 - IK10	סילוני מים; יש לוודא אטימות כניסות כבלים ואביזרים.

9. דגשים לתכנון ולהרכבה

- **התקנה חיצונית:** נדרשת עמידות ל-UV של חלקים מבודדים ועמידות לקורוזיה (IEC 61439-1, סעיפים 10.2.2 ו-10.2.4). במקומות לחים או עם שינויי טמפרטורה גדולים חייבים אמצעים נגד עיבוי (אוורור, חימום, פתחי ניקוז) - בלי לפגוע ב-IP.
- **עומס חום:** ככל שה-IP גבוה יותר, האוורור הטבעי קטן. בלוח IP54 ומעלה יש לחשב עליית טמפרטורה (ראו פרק "מוליכים", סעיף 5, ותוכנת T.R.T 2 / T.R.T 3). מאוורר עם מסנן מוריד את ספיקת האוויר.
- **כניסות כבלים ופתחים:** יש להשתמש בכניסות כבלים (Glands), באטמים ובפנלים עיוורים בדרגת IP שלא נמוכה מזו של הלוח, ולסגור כל פתח שאינו בשימוש.
- **אחרי עבודה בלוח:** יש להחזיר את כל המחיצות, הפנלים והאטמים למקומם. בדיקת השגרה (נספח ב') כוללת בדיקה חזותית של דרגת ההגנה.
- **בהזמנה ובתיעוד:** יש לציין את ה-IP הנדרש, את ה-IK אם נדרש, את מקום ההתקנה (פנימי או חיצוני) ואת צורת ההפרדה. דרגת ה-IP של כל דגם T4P מופיעה בקטלוג הטכני של הסיסטם.

נספח ו' - רשימת שינויים ותוספות

מסמך בסיס: חוברת חיווט pdf.01-09-2026 (35 עמודים). בכל מהדורה חדשה נוספת טבלה בראש עמוד זה. המהדורה העדכנית מופיעה ראשונה. עמודה "עמוד" - מספרי העמודים בחוברת במהדורה שבה בוצע השינוי.

מהדורה 02 - אוקטובר 2026

החלפת סדרת מפסקי ABB מ-T ל-XT, מחיקת מפסק T4 ושורות 80%, ועמודים ונתונים טכניים חדשים. שינויי עריכה (מלל, תמונות, שמות וסדר פרקים ועמודים, מק"טים ונספחים) ותיקוני כתיב אינם מפורטים ברשימה.

#	סוג	פרק / מיקום	עמוד	תיאור השינוי
1	**תוספת**	מוליכים - סעיף 5 (התפלגות טמפרטורה)	8	שרטוט חישוב שטח חתך חריצי אוורור (שורטט מחדש כשרטוט וקטורי עם מידות וחישובים): קבוצה אחת 60x36 = 2160 mm²; פתח בודד 24x2.5 = 60 mm² - מתחת לאיור הלוח עם סרגל הטמפרטורה
2	**תוספת**	הוראות כלליות	5	נוסף שרטוט חישוב שטח חתך פתחי אוורור (קבוצה אחת 60x36 = 2160 mm², פתח בודד 24x2.5 = 60 mm²) - התמונה המקורית
3	**שינוי**	כל החוברת - סדרת מפסקים	31, 12, 39-41, 42, 29, 25, 52	סדרת מפסקי ABB: XT5 / XT6 / XT7 (במקום T5 / T6 / T7) בכל הטבלאות והמלל: נחושת גמישה (טבלת ABB), נחושת שזורה (סטים, השלמת פאזה N, כיתוב תמונה, טבלת בדיקה), שטחי חתך ABB, אזיקונים, פסי צבירה מצופים, חיבור נחושת גמישה ל-TELEDI, יחידות חיבור לכבלים.
4	**שינוי**	כל החוברת - מפסק T4	31, 39-41	מפסק T4 (320A) נמחק מכל המקומות בחוברת: נחושת גמישה - טבלת ABB (שורת BBCOF-3000X24.0X1.0X10, 320A); נחושת שזורה - סט 3 פאזות (ABIB-T432-K50, ABIB-T432-K65); השלמת פאזה N (ABIB-T432-NLAC, ABIB-T432-NLNC); טבלת בדיקת תקינות (T4 - 320A, עד 15 גידים)
5	**שינוי**	נחושת גמישה - טבלת ABB	31	נמחקו כל השורות עם זרם 80% INC (5 שורות): XT2 160A (9X0.8X6), XT5 320A (24X1X10), XT6 640A (50X1X8), XT6 504A (40X1X8), XT5 504A (32X1X10). בשאר החוברת לא נמצאו שורות 80%
6	**תוספת**	פסי צבירה - נחושת מצופה (טבלת פסי צבירה מצופים בדיל)	25	נוספו 2 שורות לנחושת מצופה בדיל 40x5, מפסק XT5, Icc 85kA, מרחק מרבי בין מבודדים 600mm: עד 2 - 504A שורות ברגים; עד 630A - שורת ברגים אחת
7	**תוספת**	יחידות חיבור להמשך פ"צ נחושת אלקטרוליטית	21	בעמוד יחידות ההמשך היו רק שתי תמונות ללא נתונים. נוספה טבלת נתוני יחידת המשך לפי רוחב פס 30-120 מ"מ (אורך פלטה, מספר חורים, סוג חור, ברג, מומנט), מתוך שרטוטי חוברת_עבודה_לנחושת_קשיחה_19_08_26.pdf. הטבלה ממוקמת בעמוד 21, בסוף שרטוטי הנחושת הקשיחה
8	**תוספת**	חיבורים לפ"צ TELEDI - מבודד מדורג	30	עמוד חדש: מבודדים מדורגים ISC3-DB4P-ASK50 (תא 500) ו-ISC3-DB4P-ASK65 (תא 650/800) - שלבי התקנה, מומנטים 5Nm / 5.5Nm וטבלת מרחק מקסימלי בין מבודדים לפי Icw (25-70kA). מקור: TELEDI_500.pdf, TELEDI_650800.pdf
9	**תוספת**	פסי צבירה - נחושת אלקטרוליטית: יח' הסתעפות CUBRC	24	עמוד חדש: יח' הסתעפות לחיבור עליות/ירידות לפ"צ כפול CUBRC - תכולת סט, 6 שלבי הרכבה, מומנט 30Nm וסימון ברגים. מקור: יחידת_הסתעפות.pdf
10	**תוספת**	פסי צבירה, מבודדים - עליות וירידות	13	עמוד חדש: מרחקים בין מבודדים בעליות ובירידות לכל תצורת מפסק אוויר (E1.2/E2.2/E4.2/XT7/XT6, 800A-3200A), מומנט 15Nm לכלל ברגי המבודדים. מקור: מרחק_בין_מבודדים_עליות_וירידות.pdf
11	**תוספת**	פסי צבירה, מבודדים - מיקום מבודד מסרק	10	עמוד חדש: מיקום מבודד מסרק מקבילי בתא - פ"צ בודד 200 מ"מ, פ"צ משותף 1150/150 מ"מ, פ"צ כפול 250 מ"מ, 125 מ"מ מהחזית. מקור: מיקום_מבודד_מסרק_מקבילי_לפצ.pdf
12	**תוספת**	מדפים למפסקי אוויר ABB והתקנתם	59-60	פרק חדש (2 עמודים): סוגי מדפים ל-E1.2/E2.2/E4.2 קבועים ונשלפים, ומיקום התקנה אחיד חדש של המדף (מרחק 0, במקום 32 מ"מ). מקור: מדפים למפסקי אוויר ABB והתקנתם.pdf
13	**תוספת**	התקנת מבודד מדורג לכניסת כבלים	50-51	פרק חדש (2 עמודים): מרחק A להתקנת מבודד מדורג לכניסת כבלים בארונות (ABB, T4P-M ו-Schneider T4P-IP-I); כמות ניקובים לכניסת כבלים לפי רוחב ועומק התא (מדורג / VR); D=100 (D=80 ב-XT5/XT6). הטבלאות הוקלדו מחדש, T5/T6/T7 הוחלפו ל-XT. מקור: כניסת_כבלים.pdf
14	**תוספת**	הארקה, פס אפס - בחירת חתך מוליכי אפס והארקה	56-58	פרק חדש (3 עמודים) בהמשך לפרק הארקה: כללי בחירת חתך N ו-PE לפי IEC 61439-1 (סעיף 8.6.1, טבלאות 3 ו-5, נספח B), טבלאות עזר לכבלים ולפסי נחושת BBCOR, כללי רציפות הארקה וסדר עבודה מקוצר.
15	**תוספת**	מומנטים - מומנטים נוספים	66	טבלת סיכום מומנטים מהתוספות (מבודד מדורג TELEDI 5/5.5Nm, CUBRC 30Nm, מבודדי עליות/ירידות 15Nm) עם הפניה לעמודים
16	**תוספת**	מומנטים - הוראת עבודה	61	נוסף סעיף 9: בעת הרכבת מוט הברגה עם שני אומים בקצוות, יש להדק כל אום למומנט המוגדר, בכפוף לכך שכל אום לוחץ בפועל על החלק המהודק.
17	**תוספת**	יחידות חיבור להמשך פ"צ	22	נוספה טבלת מק"טים: SYAC-CURG-65X2 / 65X1 / 108X2 / 120X2 (לפס יחיד/כפול 50/60, 80/100, Icw 65kA/85kA 1s, 2x120) ותמונת היחידה. מקור: יחידות המשך וטלדי.pdf (קטלוג T4P-M, אביזרים/חלקים)
18	**תוספת**	חיבורים לפ"צ TELEDI - מק"טים	28	נוספה טבלת מק"טים לפסי TELEDI: פסי חלוקה SYAC-DB06/08/10/12/16/20-1415 (630A-2000A) ופס צבירה ראשי SYAC-DB10-2840 (עד 1000A), עם תמונות. מקור: יחידות המשך וטלדי.pdf

#	סוג	פרק / מיקום	עמוד	תיאור השינוי
19	**תוספת**	כללי עבודה עם נחושת קשיחה - מק"טים	14	נוספה טבלת מק"טים לנחושת אלקטרוליטית באורך 4000 מ"מ: BBCOR-4000X015X003 עד BBCOR-4000X120X010 (14 מידות). מקור: יחידות המשך וטלדי.pdf.
20	**שינוי**	נחושת שזורה - סט 3 פאזות	39	נמחקו הסטים לתא בעומק 650/800 למפסקים (ABIB-T116-K65) XT1/XT2 ו-(ABIB--XT3/XT4 (T325-K65). סטים ל-XT1/XT2 ול-XT3/XT4 - מתאימים לתא בכל עומק (תיאור "סט לתא בכל עומק" במקום "סט לתא עומק 500"), מק"ט: ABIB-T116-K, ABIB-T325-K (במקום ABIB-T116-K50, ABIB-T325-K50); כיתוב התמונה עודכן ל-ABIB-T116-K
21	**שינוי**	חיבורים לפ"צ TELEDI - מוליכי PVC	29	"מעל שטח חתך 25 ממ"ר יש אפשרות להוסיף פס נחושת מצופה 30x5" (במקום "עד שטח חתך 25 ממ"ר...")
22	**שינוי**	חיווט - חיזוק וחיבור מוליכים	42	העמוד עודכן לפי "חיזוקים חדש.pdf": שרטוטים חדשים ואיכותיים יותר; חיזוק ראשון לנחושת גמישה 20/30 ס"מ (XT1-XT5 / XT6) במקום 17 ס"מ; אורך d עד החיזוק הראשון - XT1-XT5: עד 200 מ"מ, XT6: עד 300 מ"מ; חיזוק למבנה וחיזוק צף מיד לאחר הכיפוף; הוסר הסעיף "המרחקים בין נקודות העיגון נמדדים לפי המרחק הקצר ביותר". בשרטוט רשומים דגמי XT בלבד
23	**שינוי**	פסי צבירה, מבודדים - התקן לחיזוק מבודד מקבילי	9	נוסף מקרה להתקנת התקן החיזוק: "במידה שהמרחק בין המבודדים גדול מהמרחק שצוין בסעיף פסי צבירה בקטלוג - לטובת הובלה ושמירה על תקינות פסי הצבירה בשינוע (ללא קשר לעמידות בזרם קצר)"
24	**שינוי**	הוראות כלליות - גובה פנלים T4P-K	5	נוסף: "כשיש פנל ציר פסנתר - גובה הארון פחות 100"
25	**תוספת**	יחידות הסתעפות וסטי הידוק - מק"טים	24, 64, 65	עמוד חדש 65 (אחרי עמוד 64, יחד עם יחידות החיבור האחרות): טבלאות מק"טים ליח' הסתעפות משני פסים - CUBFC (נחושת גמישה, כולל מומנטים), CUBRC-030A עד 100A (נחושת קשיחה), CUBCL (נעלי כבל), וסטי הידוק CUBR-FKM10.060-150 לפי גובה פ"צ; כמות באריזה 3. טבלת CUBFC הועברה מעמוד 64 (נשארה הפניה). הפניה מעמוד 24. מקור: הסתעפות יחידות.pdf (מחירון 2023, ללא מחירים)
26	**תיקון**	נחושת אלקטרוליטית - שטחי חתך	12	שוחזר הסימון ** (לשות הרחקה) שנעלם במהדורה 01: במקרא ובטבלת Schneider (NSX 630A: 3x40x10)**
27	**שינוי**	נחושת קשיחה / יחידות חיבור המשך	21, 22, 9, 62	הפרדה בין סוגי יחידות ההמשך: עמוד 21 - יחידות חיבור המשך מסוג "פלטה" (עם ניקוב בפסי הצבירה, מומנט לפי בורג: M10 - 30Nm, M12 - 60Nm) + טבלת נתונים; עמוד 22 - יחידות חיבור המשך "מהירות" בלבד (ללא ניקוב בפסי הצבירה), מומנט הידוק 40Nm + מק"טים. עודכנו כותרת הפרק בתוכן העניינים וההפניות. (נסגר פריט "לבדיקה" - 40Nm מול 30/60Nm)
28	**תוספת**	נספח ד' - צורות הפרדה פנימית (Forms)	82-83	נספח חדש: צורות הפרדה פנימית Form 1 עד 4b לפי IEC 61439-2:2020 (סעיף 8.101, נספחים AA ו-BB) - סיווג צורות ההפרדה, תרשימים סכמטיים, דרגות הגנה IPXXB/IP2X ודרישות. סיסטם T4P מאפשר הפרדה פנימית עד Form 4b.
29	**תוספת**	עליות נחושת אלקטרוליטית למפסקים - מקרא	12	נוסף מקרא לסימון * בטבלאות שטחי החתך: חיבור מקורי של Schneider ל-4 מוליכים (חוטים) בירידות (נסגר פריט "לבדיקה" ממהדורה 01)
30	**תיקון**	עליות נחושת אלקטרוליטית למפסקים - טבלת ABB	12	הוסר הסימון * מ-E2.2 2000A, עמודה 3x2x60x10) F בעליות ובירידות) - אין התקן כזה בסדרה E2.2; הסימון * מתייחס רק לחיבור המקורי של Schneider
31	**תוספת**	נספח ה' - דרגות הגנה IP ו-IK		נספח חדש: הסבר קודי IP (IEC 60529) ו-IK (IEC 62262), דרישות IP2X בהתקנה IEC 61439-1/2 פנימית, ספרה שנייה ≥3 בהתקנה חיצונית - מינימום IP23, IPXXB בחזית ובמחסומים, IPXXD במשטח עליון עד 1.6 מ'), בדיקות, מעטפת ריקה לפי IEC 62208, והמלצות לבחירת IP/IK לפי מקום ההתקנה.
32	**תוספת**	נספח א' - מילון מונחים	69-71	נספח חדש: מילון מונחים עברית/אנגלית לפי IEC 61439 (Un, Ue, Ui, Uimp, InA, Inc, Ing, RDF, Icw, Ipk, Icc, SCPD ועוד) עם הסבר טכני קצר לכל מונח; הסבר מורחב על InA-ו Inc, Ing, RDF (מעגל ראשי / עזר, טבלת עומס מונח 101 ודוגמה מספרית); השוואת תחומי האחריות של יצרן מקורי ויצרן מרכיב.
33	**תוספת**	נספח ב' - סימון ותיעוד הלוח	72, 79	נוסף הסבר ל-IEC 61439-1 סעיף 6: שלט, תיעוד וסימון מעגלים; הפניה משלב 8.

מהדורה 01 - 28.09.2026

הוספת שלושה פרקי נחושת. שינויי עריכה (מלל, תמונות, שמות וסדר פרקים, מק"טים ונספחים) ותיקוני כתיב אינם מפורטים ברשימה.

#	סוג	פרק / מיקום	עמוד	תיאור השינוי
1	**תוספת**	הוראות עבודה עם נחושת גמישה	6-12	פרק חדש (7 עמודים): שלבי עבודה, קילוף בידוד, חיבור ישיר לפ"צ, הרכבה לפס בודד, מהדק צד אוניברסלי, יחידת חיבור ל-2 פסים, חיבור לנחושת מצופה. מקור: חוברת_עבודה_נחושת_גמישה.xlsx (טבלאות ABB/Schneider שכבר קיימות בפרק "נחושת גמישה" לא שוכפלו)
2	**תוספת**	נחושת שזורה (ליצות)	13-15	פרק חדש (3 עמודים): כללי, סטים 3 פאזות, השלמת פאזה N, בורג TELEDI, חיבור והתקנה, בדיקת תקינות. מקור: חוברת_עבודה_לנחושת_שזורה.xlsx
3	**תוספת**	כללי עבודה עם נחושת קשיחה	17-24	פרק חדש (8 עמודים): כללי עבודה, הנחיות ניקוב, שרטוטי צומת T/L ויחידת המשך לפסים ברוחב 30-120 מ"מ. מקור: חוברת_עבודה_לנחושת_קשיחה_19_08_26.pdf
4	**תיקון**	נחושת גמישה - טבלת ABB	5	שורת XT6, 80%, 50X1X8: זרם 640A (במקום 604A) - 80% מ-800A, בהתאם לשאר שורות הטבלה

מקרא: תוספת - תוכן חדש | שינוי - שינוי טכני | תיקון - תיקון שגיאה | לבדיקה - נמצא חשד לשגיאה, לא שונה ונדרשת החלטה