כבל תוף במתח בינוני גמיש במיוחד · עגורני נמל | 8.7/15 kV | מספר גדלים: 10 | PUR | חלופה ל-TRATOSFLEX-ESDB-FO | קליעה למניעת פיתול

FC-MRT-P-2F-AT 8.7/15 kV

כבל תוף נמל במתח בינוני 3 – 8.7/15 kV מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים, פוליאוריתן (PUR) נטול הלוגנים. גיליון נתונים טכני מלא: מבנה, מידות, משקלים, זרמים מותרים, תקנים והנחיות התקנה ל10- גדלים. חלופת FeiChun לכבל TRATOSFLEX-ESDB-FO® (N)TSCGEWÖU with fibre optics.

מס' מסמך FC-TDS-MV138-2026-0218-HE · מהדורה 0 · תאריך פרסום 4 בנובמבר 2026 · שפה: עברית

01 יישום וסקירת המוצר

FC-MRT-P-2F-AT הוא כבל תוף גמיש במיוחד במתח בינוני לעגורני ספינה-יבשה (STS), עגורני גשר על פסים וציוד חשמלי בנמלים, במתח נקוב 8.7/15 kV ובתצורה: 3 מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים. לכל מוליך הספק מוליך נחושת סוג 5, שכבות מוליכות למחצה, בידוד EPR בעובי 4.5 מ"מ וקליעת נחושת מוקשדרת משלו; המעטפות הפנימית והחיצונית פוליאוריתן (PUR) נטול הלוגנים. חתכי מוליכי ההספק 300 – 25 מ"מ². בתכנון זה יש קליעה למניעת פיתול המשובצת במעטפת החיצונית. הוא מוצע כחלופת FeiChun לכבל המקורי TRATOSFLEX-ESDB-FO® (N)TSCGEWÖU with fibre optics.

יישומים אופייניים

- הזנת מתח בינוני לעגורני ספינה-יבשה (STS) ועגורני גשר על פסים (RMG) דרך תופי כבל ממונעים
- חיבורי חוף וציוד נייד המוזנים מרשת המתח הבינוני של הטרמינל
- מכונות ערימה ואחזור על פסים, מעמיסי ספינות ומכונות כרייה פתוחה ניידות עם תוף כבל
- הפעלה בחוץ עם חשיפה לרסס מי ים, ערפל מלח, קרינת UV ואוזון
- עגורנים אוטומטיים בהזנת מתח בינוני הזקוקים לערוצי סיבים נפרדים או גיבוי

תכנון

שלושה מוליכי הספק מסוככים ושלושה מוליכי PE מפוצלים עם שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים (24 סיבים בסך הכול), המספקים ערוצי נתונים נפרדים או גיבוי באותו תוף עם הזנת המתח הבינוני. קליעה למניעת פיתול מחוטים סינתטיים בעלי חוזק גבוה משובצת במעטפת החיצונית. היא מתנגדת לפיתול שהכבל חווה בעת כריכה והתרה על התוף, ושומרת על יציבות צעד הליפוף של המוליכים כך שהם אינם נעים תחת פיתול.

מספר גדלים: 10	8.7/15 kV	+90 °C	נטול הלוגנים
חתך 300 – 25 מ"מ²	מתח נקוב U_0/U	טמפרטורת מוליך מרבית	מעטפת: PUR

יתרונות עיקריים

- קליעה למניעת פיתול המשובצת במעטפת החיצונית מתנגדת לפיתול על התוף
- מוליכי נחושת דקים סוג 5 וצעד ליפוף קצר מאוד לכריכה חוזרת
- שלושה מוליכי PE מפוצלים בחללים שומרים על חתך עגול ומאוזן
- מתוכנן לעומס מתיחה רציף של 20 N/mm² (על חתך הנחושת הכולל של מוליכי ההספק)
- בידוד ומעטפות נטולי הלוגנים; ללא גזים חומציים הלוגניים בעת שריפה (IEC 60754-1/-2)
- מעטפת PUR עמידה בשחיקה, בחיתוך ובקריעה; גמישה בתנועה עד −30 °C
- סיב אופטי חד-אופני G.652.D (12 סיבים לרכיב) בצינורית עמידה בלחץ
- מעכב להבה לפי IEC 60332-1-2

המוצר המקורי והערות להחלפה

משפחה מקורית	⇄	חלופת FeiChun
TRATOSFLEX-ESDB-FO® (N)TSCGEWÖU with fibre optics		FC-MRT-P-2F-AT 8.7/15 kV

משפחה מקורית: כבל תוף גומי במתח בינוני עם רכיבים אופטיים לתופי עגורני נמל מהירים ועם פיתול גבוה.

בדקו לפני ההחלפה

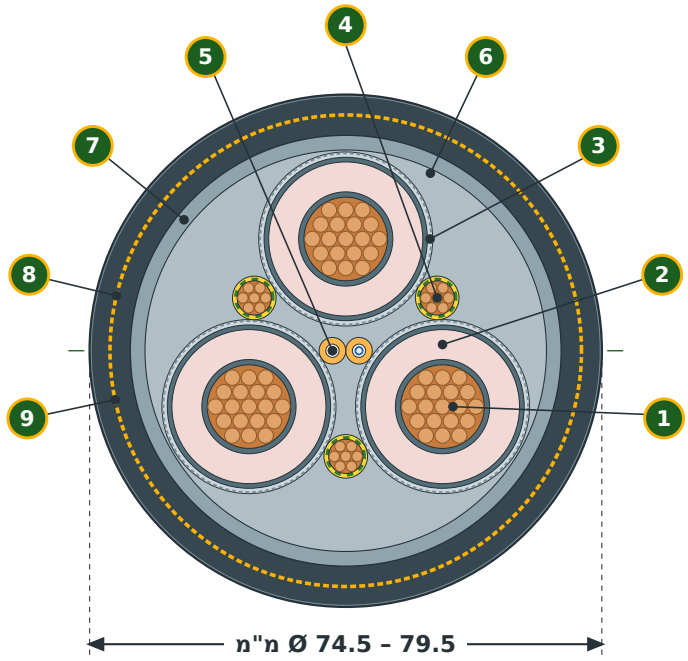
- השוו את חתך המוליך, תצורת הגידים, הקוטר החיצוני והמשקל לכבל שבשימוש. הערכים בסעיף 04 הם ערכי תכנון של FeiChun ואין ערובה שיתאימו למידות של יצרן אחר.
- FeiChun מוסיפה רכיב אופטי אחד של 12 סיבים חד-אופניים G.652.D בליבת הכבל. אשרו את מספר הסיבים וסוגם הנדרשים למערכת העגורן שלכם. מהירות הכריכה, הפיתול והמתיחה הם ערכי FeiChun בסעיף 03; ציינו את מהירות העגורן בעת הפנייה. דגם FeiChun זה נושא מעטפת PUR נטולת הלוגנים, ואילו המשפחה המקורית היא כבל גומי; בדקו ש-PUR מתקבל במפרט שלכם.
- בדגם FeiChun זה יש קליעה למניעת פיתול במעטפת החיצונית (סעיף 02); אשרו מול FeiChun את דרישת הפיתול והמהירות של התוף שלכם.
- בדקו את קוטר ליבת התוף, גלגלות ההכוונה וטווח הקוטר של בית הכבל ביחס לקוטר החיצוני ולרדיוס הכיפוף המינימלי שבסעיף 04.

02 מבנה

FeiChun · חתך A–A · 8.7/15 kV

FC-MRT-P-2F-AT

גודל לדוגמה 3×95+3G16+2×12FO · מהדורה 0 · להמחשה, לא בקנה מידה



מס'	רכיב	חומר
1	מוליך	נחושת חשופה מוקשדרת, גידים דקים, סוג 5 לפי IEC 60228 (מוקשדר לפי בקשה)
2	שכבות מוליכות למחצה ובידוד	תרכובת מוליכה למחצה פנימית וחיצונית עם בידוד EPR הנסחט במעבר אחד
3	מסך הליבה	קליעת חוטי נחושת מוקשדרת, כיסוי ≥ 80 %
4	מוליך הגנה (PE) מפוצל	נחושת סוג 5, בידוד ירוק-צהוב, בחללים שבין מוליכי ההספק
5	רכיב אופטי	12 סיבים חד-אופניים G.652.D בצינורית רופפת עמידה בלחץ
6	מילוי ופס קשירה	תרכובת נטולת הלוגנים, סרט פוליאסטר
7	מעטפת פנימית	תרכובת פולימרית נטולת הלוגנים
8	קליעה למניעת פיתול	קליעת חוטים סינתטיים בעלי חוזק גבוה המשובצת במעטפת החיצונית
9	מעטפת חיצונית	פוליאוריתן (PUR) נטול הלוגנים, מעכב להבה, עמיד בפני שחיקה וחיתוך

השרטוט מציג את הגודל 3×95+3G16+2×12FO. הגדלים האחרים באותו מבנה במידות יחסיות.

פרטי המבנה

מוליך	נחושת חשופה מוקשדרת, גידים דקים; מוקשדר לפי בקשה, סוג 5 לפי DIN EN 60228 / IEC 60228 / VDE 0295
בידוד	גומי EPR/HEPR נטול הלוגנים לפי IEC 60502-2, טמפרטורת מוליך מרבית 90 °C
מסך הליבה	שכבות מוליכות למחצה נסחטות עם בידוד EPR; מסך ליבה מקליעת חוטי נחושת מוקשדרת, כיסוי ≥ 80 %
קידוד הגידים	מוליכי הספק חומים, שחורים ואפורים לפי DIN VDE 0298-300
מוליך הגנה	שלושה מוליכי (3G) PE ירוק-צהוב בחתך 16 מ"מ² לכל אחד, בחללים שבין מוליכי ההספק
רכיב אופטי	שני רכיבים, כל אחד של 12 סיבים חד-אופניים G.652.D בצינורית רופפת עם מעטפת עמידה בלחץ, בליבת הכבל
ליפוף	מוליכי ההספק, מוליכי ה-PE המפוצלים ורכיבי הבקרה או הסיבים מלופפים יחד בצעד ליפוף קצר מאוד
מעטפת פנימית	תרכובת פולימרית נטולת הלוגנים, נסחטת בהדוק על המוליכים המלופפים
קליעה למניעת פיתול	קליעת חוטים סינתטיים בעלי חוזק גבוה בעובי נומינלי 0.6 מ"מ, משובצת במעטפת החיצונית
מעטפת חיצונית	פוליאוריתן (PUR) נטול הלוגנים, מעכב להבה, עמיד בפני שחיקה וחיתוך

חומר המעטפת

מעטפת פוליאוריתן (PUR) נטול הלוגנים משלבת עמידות גבוהה בשחיקה עם עמידות חזקה בחיתוך ובקריעה — התכונות שמגבילות את חיי הכבל בציוד שנכרך ומותר ללא הפסקה, נגרר על פלדה ובטון ונחשף לרסס מי ים. PUR נשאר גמיש בתנועה עד −30 °C, עמיד בשמן מינרלי, בקרינת UV ובאוזון, ואינו פולט גזים חומציים הלוגניים בעת שריפה (IEC 60754-1/-2); דבר חשוב במנהרות, בחללים סגורים ותת-קרקעיים.

03 מאפיינים חשמליים, תרמיים ומכניים

נתונים חשמליים

מתח נקוב U_0/U	8.7/15 kV AC
מתח בדיקה	22 kV AC, 5 דקות
מתח עבודה מרבי בזרם ישר	13/26 kV
זרם מותר	לפי DIN VDE 0298-4 בטמפרטורת סביבה של 30 °C; הטבלה מציגה ערכי תכנון נומינליים
התנגדות המוליך	ערך מרבי בC° 20-, סוג 5 לפי IEC 60228

נתונים תרמיים ומכניים

טמפרטורת מוליך מרבית	+90 °C
טמפרטורה מרבית בקצר	+250 °C
טמפרטורת סביבה, התקנה קבועה	מ−−C° 40 עד +80 °C
טמפרטורת סביבה, בתנועה	מ−−C° 30 עד +80 °C
רדיוס כיפוף מינימלי	6 × D בהתקנה קבועה; 12.5 × D על תוף כבל
עומס מתיחה מרבי	20 N/mm² רציף, על חתך הנחושת הכולל של מוליכי ההספק
עומס פיתול מרבי	מוסכם עם FeiChun לפי תכנון התוף
מהירות תנועה מרבית	60 m/min על תוף כבל; מהירויות גבוהות יותר לפי בקשה
התפשטות להבה	IEC 60332-1-2 / DIN EN 60332-1-2
נטול הלוגנים	כן (בידוד, מעטפות פנימית וחיצונית); IEC 60754-1/-2
עמידות בקרינת UV ובאוזון	עמיד
עמידות בשמן מינרלי	עמיד, IEC 60811-404

השוואת חומרי מעטפת

תכונה	PUR	PUR לטמפרטורה נמוכה	גומי CSP	גומי CPE
עמידות בשחיקה	**מצוינת**	מצוינת	טובה	טובה
עמידות בחיתוך ובקריעה	**מצוינת**	מצוינת	טובה	טובה
עמידות בשמן מינרלי	**טובה מאוד**	טובה מאוד	טובה מאוד	טובה מאוד
עמידות בתנאי מזג אוויר, UV ואוזון	**טובה מאוד**	טובה מאוד	מצוינת	טובה מאוד
גמישות בקור (בתנועה)	**−30 °C**	−40 °C	−30 °C	−30 °C
נטול הלוגנים (IEC 60754-1/-2)	**כן**	כן	לא	לא

עמודת המעטפת של כבל זה מוצללת. ההערכות איכותיות; בקשו מ-FeiChun נתוני בדיקה לכל דרישה מסוימת.

04 מידות, משקלים ונתונים נקובים – 8.7/15 kV (10 גדלים)

סימון גידים × מ"מ²	מס' מוצר FeiChun	קוטר מוליך מרבי מ"מ	קוטר חיצוני מינימלי מ"מ	קוטר חיצוני מרבי מ"מ	רדיוס כיפוף מינימלי מ"מ	משקל משוער ק"ג/ק"מ	כוח מתיחה מרבי N	R20 מרבי Ω/ק"מ	זרם מותר A	זרם קצר Ik (1 ש') kA
3×25+3G6+2×12FO	FC-MV138-001	6.2	61.5	65.0	812	4,330	1,500	0.780	121	3.58
3×35+3G6+2×12FO	FC-MV138-002	7.8	64.0	68.0	850	4,860	2,100	0.554	149	5.00
3×50+3G10+2×12FO	FC-MV138-003	9.6	67.5	71.5	894	5,710	3,000	0.386	186	7.15
3×70+3G16+2×12FO	FC-MV138-004	11.1	71.0	75.0	938	6,760	4,200	0.272	230	10.01
3×95+3G16+2×12FO	FC-MV138-005	12.6	74.5	79.5	994	7,850	5,700	0.206	278	13.59
3×120+3G25+2×12FO	FC-MV138-006	14.8	78.5	83.0	1,038	9,150	7,200	0.161	322	17.16
3×150+3G25+2×12FO	FC-MV138-007	16.0	82.0	87.0	1,088	10,350	9,000	0.129	370	21.45
3×185+3G35+2×12FO	FC-MV138-008	17.7	86.0	91.0	1,138	11,990	11,100	0.106	422	26.45
3×240+3G50+2×12FO	FC-MV138-009	20.2	91.0	97.0	1,212	14,450	14,400	0.0801	497	34.32
3×300+3G50+2×12FO	FC-MV138-010	22.4	96.5	102.5	1,282	16,720	18,000	0.0641	571	42.90

כושר נשיאת זרם: ערכי תכנון נומינליים לפי DIN VDE 0298-4 לכבלים גמישים, באוויר חופשי ובטמפרטורת סביבה 30 °C; לטמפרטורות סביבה אחרות, קיבוץ או כריכה בשכבות על התוף החילו את המקדמים שלהלן. כוח המתיחה = 20 N/mm² × חתך המוליכים הכולל של מוליכי ההספק. הקטרים, המידות והמשקלים הם ערכי תכנון נומינליים ומשתנים בתוך סבילויות הייצור; אשרו את המידות הקריטיות לפני קביעת מידות תופים, מובילים או מערכות פסטון. גדלים ותצורות אחרים מיוצרים לפי בקשה.

מקדמי טמפרטורת סביבה (טמפרטורת מוליך 90 °C)

C°	20	25	30	35	40	45	50	55	60
מקדם	1.08	1.04	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76	0.71

הערכים בC° 55- ובC° 60- חושבו באותה נוסחה (√((θmax − 30)/(θmax − θ))) ומיועדים לאקלים חם; הם אינם מביאים בחשבון קרינת שמש ישירה על הכבל.

עמידות בזרם קצר

Ik = 0.143 kA/mm² × חתך מוליך ההספק (טמפרטורת מוליך 250 °C ← 90 °C). למשך קצר אחר t: Ik,t = Ik,1s / √t (0.1 ש' ≤ t ≤ 5 ש').

הפחתה על תוף כבל (DIN VDE 0298-4)

שכבה אחת: 0.80 · שתי שכבות: 3 · 0.61 שכבות: 4 · 0.49 שכבות: 0.41. הזרם המותר = זרם הטבלה × מקדם השכבות × מקדם הטמפרטורה.

עובי דפנות ונתוני מוליך

סימון גידים × מ"מ²	קוטר חוט מרבי סוג 5, מ"מ	קוטר המוליך מעל הבידוד, מ"מ	עובי נומינלי של בידוד EPR, מ"מ	עובי נומינלי של המעטפת הפנימית, מ"מ	עובי נומינלי של המעטפת החיצונית, מ"מ	קליעה למניעת פיתול, מ"מ
3×25+3G6+2×12FO	0.41	20.1	4.5	2.0	4.9	0.6
3×35+3G6+2×12FO	0.41	21.2	4.5	2.0	5.0	0.6
3×50+3G10+2×12FO	0.41	22.7	4.5	2.1	5.2	0.6
3×70+3G16+2×12FO	0.51	24.4	4.5	2.1	5.3	0.6
3×95+3G16+2×12FO	0.51	26.2	4.5	2.2	5.5	0.6
3×120+3G25+2×12FO	0.51	27.7	4.5	2.3	5.7	0.6
3×150+3G25+2×12FO	0.51	29.4	4.5	2.3	5.8	0.6
3×185+3G35+2×12FO	0.51	31.1	4.5	2.4	6.0	0.6
3×240+3G50+2×12FO	0.51	33.6	4.5	2.5	6.3	0.6
3×300+3G50+2×12FO	0.51	35.9	4.5	2.6	6.5	0.6

קטרי החוטים הם הערכים המרביים של סוג 5 לפי IEC 60228. עובי המעטפות הוא ערך תכנון נומינלי; הערכים הנמדדים משתנים בתוך סבילויות הייצור.

נתוני תכנון חשמליים

סימון גידים × מ"מ²	R20 מרבי Ω/ק"מ	R ב°C 90- Ω/ק"מ	נפילת מתח חד-פאזית (mV/(A·m	נפילת מתח תלת-פאזית (mV/(A·m	Ik ל0.5- ש' kA	Ik ל1- ש' kA	Ik ל3- ש' kA
3×25+3G6+2×12FO	0.780	0.995	2.0	1.7	5.06	3.58	2.06
3×35+3G6+2×12FO	0.554	0.706	1.4	1.2	7.08	5.00	2.89
3×50+3G10+2×12FO	0.386	0.492	1.0	0.9	10.11	7.15	4.13
3×70+3G16+2×12FO	0.272	0.347	0.7	0.6	14.16	10.01	5.78
3×95+3G16+2×12FO	0.206	0.263	0.5	0.5	19.21	13.59	7.84
3×120+3G25+2×12FO	0.161	0.205	0.4	0.4	24.27	17.16	9.91
3×150+3G25+2×12FO	0.129	0.164	0.3	0.3	30.33	21.45	12.38
3×185+3G35+2×12FO	0.106	0.135	0.3	0.2	37.41	26.45	15.27
3×240+3G50+2×12FO	0.0801	0.102	0.2	0.2	48.54	34.32	19.81
3×300+3G50+2×12FO	0.0641	0.0817	0.2	0.1	60.67	42.90	24.77

ההתנגדות בטמפרטורת העבודה (θ − 20 = 0.00393 × (1 + R20 × 2 ותלת-פאזי √3 × R) לנחושת. נפילת המתח היא החלק ההתנגדותי בלבד (חד-פאזי R × 2 ומתעלמת מהריאקטנס; לאורכי תוף גדולים או לזרמים גבוהים חשבו עם האימפדנס המלא. ערכי הקצר הם לכל מוליך הספק לטמפרטורת מוליך Ik,t, 250 °C ← 90 °C = Ik,1s / √t.

05 ביצועי כריכה ונתוני תכנון תוף

הערכים הבאים תומכים בקביעת מידות תוף הכבל: קוטר ליבת התוף המינימלי, משקל הנחושת לחישובי הארקה והתנגדות לולאה, משקל הכבל והזרם הנקוב לפי מספר השכבות הנכרכות על התוף.

סימון גידים × מ"מ²	קוטר חיצוני מרבי מ"מ	רדיוס כיפוף מינימלי על תוף מ"מ	קוטר ליבת תוף מינימלי מ"מ	משקל נחושת ק"ג/ק"מ	משקל הכבל ק"ג/100 מ'	זרם, שכבה אחת A	שתי שכבות A	3 שכבות A	4 שכבות A
3×25+3G6+2×12FO	65.0	812	1,624	1,280	433.0	97	74	59	50
3×35+3G6+2×12FO	68.0	850	1,700	1,570	486.0	119	91	73	61
3×50+3G10+2×12FO	71.5	894	1,788	2,110	571.0	149	113	91	76
3×70+3G16+2×12FO	75.0	938	1,876	2,850	676.0	184	140	113	94
3×95+3G16+2×12FO	79.5	994	1,988	3,560	785.0	222	170	136	114
3×120+3G25+2×12FO	83.0	1,038	2,076	4,500	915.0	258	196	158	132
3×150+3G25+2×12FO	87.0	1,088	2,176	5,340	1,035.0	296	226	181	152
3×185+3G35+2×12FO	91.0	1,138	2,276	6,580	1,199.0	338	257	207	173
3×240+3G50+2×12FO	97.0	1,212	2,424	8,500	1,445.0	398	303	244	204
3×300+3G50+2×12FO	102.5	1,282	2,564	10,160	1,672.0	457	348	280	234

הנחיות לתכנון התוף

- קוטר ליבה מינימלי של התוף = 2 × רדיוס כיפוף מינימלי = D × 25 (קוטר חיצוני D).
- תופים קפיציים מתאימים לתנועה קצרה ולעומס מתיחה נמוך; תופים ממונעים עם בקרת מומנט שומרים על הכבל תחת מתיחה קבועה ונמוכה.
- התקינו מוביל כריכה השומר על הכבל מקביל לציר התוף כדי למנוע חציית כריכות.
- הזרם המותר יורד ככל שמספר השכבות על התוף גדל משום שהחום אינו נפלט; ראו מקדמי השכבות להלן.

אורכי אספקה משוערים לכל תוף

סימון גידים × מ"מ²	תוף 710 × 1250 מ'	תוף 900 × 1600 מ'	תוף 1120 × 2000 מ'	תוף 1250 × 2500 מ'	משקל נטו על תוף 1120 × 2000, ק"ג
3×25+3G6+2×12FO	–	–	–	–	–
3×35+3G6+2×12FO	–	–	–	–	–
3×50+3G10+2×12FO	–	–	–	–	–
3×70+3G16+2×12FO	–	–	–	–	–
3×95+3G16+2×12FO	–	–	–	–	–
3×120+3G25+2×12FO	–	–	–	–	–
3×150+3G25+2×12FO	–	–	–	–	–
3×185+3G35+2×12FO	–	–	–	–	–
3×240+3G50+2×12FO	–	–	–	–	–
3×300+3G50+2×12FO	–	–	–	–	–

תופי פלדה בקוטר אוגן × רוחב כריכה, וקטרי ליבה 630, 800, 1000 ו1250- מ"מ. האורכים מניחים מילוי של 90 % ומרווח חופשי של קוטר כבל אחד לפחות (50 מ"מ לכל הפחות) באוגן; מקף מציין שליבת התוף קטנה מקוטר הליבה המינימלי של הכבל. ערכים משוערים בלבד; אורך האספקה והתוף מוסכמים לכל הזמנה.

06 מדריך בחירה ועזר לקביעת גודל

FC-MRT-P-2F-AT כולל 10 גדלים. הקטן ביותר הוא 3×25+3G6+2×12FO עם קוטר חיצוני עד 65.0 מ"מ ומשקלו כ4,330- ק"ג/ק"מ; הגדול ביותר הוא 3×300+3G50+2×12FO עם קוטר חיצוני עד 102.5 מ"מ ומשקלו כ16,720- ק"ג/ק"מ, כלומר פי 3.9 מהמשקל. לאורך הסדרה הזרם הנקוב באוויר חופשי עולה מ121 A- עד 571 A ב30- °C, ורדיוס הכיפוף המינימלי עולה מ812- מ"מ עד 1,282 מ"מ.

דוגמה 1: מנוע שואב זרם רציף של 117 A, הכבל כרוך בשתי שכבות על התוף וטמפרטורת הסביבה 40 °C. הזרם הנדרש בטבלה = 117 A / (0.91 × 0.61) = 211 A. הגודל המתאים הקטן ביותר הוא 3×70+3G16+2×12FO בזרם 230 A.

דוגמה 2: מנוע שואב זרם רציף של 261 A, הכבל כרוך בשכבה אחת על התוף וטמפרטורת הסביבה 35 °C. הזרם הנדרש בטבלה = 261 A / (0.96 × 0.80) = 340 A. הגודל המתאים הקטן ביותר הוא 3×150+3G25+2×12FO בזרם 370 A.

סימון גידים × מ"מ²	הספק מדומה ב15- kV MVA (שכבה)	קיבולת כריכה מ'
3×25+3G6+2×12FO	2.51	515
3×35+3G6+2×12FO	3.10	405
3×50+3G10+2×12FO	3.87	305
3×70+3G16+2×12FO	4.78	320
3×95+3G16+2×12FO	5.78	225
3×120+3G25+2×12FO	6.69	150
3×150+3G25+2×12FO	7.69	70
3×185+3G35+2×12FO	8.77	65
3×240+3G50+2×12FO	10.33	–
3×300+3G50+2×12FO	11.87	–

הספק מדומה S = √3 × U × I × 0.80 (שכבה אחת על התוף, 30 °C). קיבולת הכריכה היא ערך משוער לתוף בקוטר אוגן 2500 מ"מ, רוחב כריכה 1000 מ"מ, קוטר ליבה השווה לקוטר הליבה המינימלי של התוף ומילוי של 90 %; היא אינה מחליפה את חישוב יצרן התוף.

07 תקנים ובדיקות

תקן	תחום
DIN EN 60228 / IEC 60228 / VDE 0295	מוליכים, סוג 5
IEC 60502-2	כבלי הספק בבידוד נסחט, 6 עד 30 kV
DIN VDE 0298-3	שימוש בכבלים – רדיוסי כיפוף ועומסי מתיחה
DIN VDE 0298-4	שימוש בכבלים – כושר נשיאת זרם
DIN EN 60332-1-2 / IEC 60332-1-2	התפשטות להבה, כבל בודד
DIN VDE 0250-813	מבנה מקורי לכבלי תוף במתח בינוני
IEC 60754-1 / -2	פליטת גזים חומציים הלוגניים בעת שריפה
IEC 60811-404	בדיקת טבילה בשמן מינרלי

בדיקות שגרתיות ובדיקות טיפוס

- בדיקת מתח AC על כל אורך תוף (בדיקה שגרתית): 5 ,22 kV דקות
- בדיקת פריקה חלקית של מוליכי ההספק במתח בינוני לפי IEC 60502-2
- התנגדות מוליך, בדיקת מידות, עובי בידוד ועובי מעטפת
- רציפות המוליכים ומוליך ההגנה
- בדיקות כיפוף ומתיחה ופיתול בכריכה (בדיקת טיפוס)
- התפשטות להבה (IEC 60332-1-2) ואישור היעדר הלוגנים
- בדיקת פיתול (בדיקת טיפוס) למבנה הקליעה למניעת פיתול
- בדיקת הנחתה אופטית לכל סיב לאחר הליפוף

מסמכי בדיקה: כל משלוח מלווה בתעודת בדיקה ממעבדת FeiChun עצמה. ניתן לארגן בדיקות בנוכחות צד שלישי על חשבון הקונה.

08 התקנה, סימון ואספקה

הנחיות התקנה

- השתמשו בתוף כבל קפיצי או ממונע בקוטר ליבה של פעמיים לפחות מרדיוס הכיפוף המינימלי (25 × D).
- פרשו את הכבל מתוף המשלוח בכיוון משיק; אל תמשכו אותו מעל שפת התוף והימנעו מקשרים ומפיתולים.
- שמרו על הפיתול בגבול המותר ועל עומס המתיחה בערך שבטבלה.
- הובילו את הכבל כך שכלי רכב לא ידרסו או ימעכו אותו; בדקו את המעטפת באופן סדיר.
- חברו את כל חלקי מוליך ה-PE המפוצל בשני קצוות הכבל.
- השתמשו בסיומות ובחיבורים מאושרים למוליכים מסוככים בנפרד; אל תחתכו את השכבות המוליכות למחצה אלא לפי הוראת יצרן האביזר.

סימון על המעטפת

FEICHUN FC-MRT-P-2F-AT [cross-section] 8.7/15 kV [year] [serial no.] [metre mark]

הסימון על המעטפת מודפס באנגלית: סוג, חתך, מתח, שנת ייצור, מספר סידורי וסימון מטרים.

אריזה ואספקה

תוף	תופי פלדה או עץ מוקטר; קצוות הכבל נאטמים בכיפות מתכווצות בחום
אורך אספקה	לפי בקשה, באורך אחד רצוף ללא חיבורים
זמן ייצור	2–3 שבועות לאחר אישור טכני
אחריות	3 שנים לפחות נגד פגמי ייצור
תווית התוף	סוג, חתך, אורך, משקל ברוטו/נטו, מס' אצווה, מס' תוף

מידע להזמנה

שדה	דוגמה	משמעות
קוד סדרה	FC-MRT-P-2F-AT	סדרת FeiChun ומערכת המעטפת
תצורת מוליכים	3×95+3G16+2×12FO	מספר × חתך (מ"מ²) של מוליכי הספק מסוככים, מוליכי PE מפוצלים (G) ורכיבי ניטור או סיבים
מתח נקוב	8.7/15 kV	U_0/U, AC
אורך ואריזה	500 מ', תוף פלדה	אורך אספקה בחתיכה אחת; סוג התוף לפי בקשה

דוגמת הזמנה: 500 – 8.7/15 kV 3×95+3G16+2×12FO FC-MRT-P-2F-AT מ' על תוף פלדה אחד. בבקשת הצעת מחיר ציינו את סוג הכבל, התצורה, החתך, המתח, אורך היחידה, התקנים הנדרשים ותנאי ההתקנה.

09 אישורים ואיכות

כל כבל עובר בקרת איכות ב-FeiChun עם בדיקה שגרתית על 100 % מהאורך המסופק. אישורים, בדיקות טיפוס ובדיקות צד שלישי (כגון פריקה חלקית או תאימות לאביזרי כבל) מסופקים לפי דרישות כל פרויקט; עותקי הרישומים זמינים לפי בקשה.

ישראל: גיליון נתונים זה אינו כולל אישורי התאמה ישראליים (כגון תקן ישראלי). דרישות הפרויקט והיקף האישור הנדרש מאושרים מול FeiChun או המפיץ המקומי לפני הגשה למכרז.

10 גיליונות נתונים קשורים

גרסאות של כבל זה במעטפת, בתצורה או במתח שונים. כל גיליונות הנתונים בפורמט PDF.

- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-P-F-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + רכיב אופטי של 12 סיבים, PUR
- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-P-P-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + 2 גידי ניטור 2×2.5 מ"מ², PUR
- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-P-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים, PUR
- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-P-K-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + 2 גידי בקרה, PUR
- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-PA-2F-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים, PUR לטמפרטורה נמוכה
- 3 – 8.7/15 kV FC-MRT-C-2F-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים, גומי CSP
- 3 – 6/10 kV FC-MRT-P-2F-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים, PUR
- 3 – 12/20 kV FC-MRT-P-2F-AT מוליכי הספק מסוככים + 3 מוליכי PE מפוצלים + שני רכיבים אופטיים של 12 סיבים, PUR

סקירה של משפחה זו: כבלי תוף נמל במתח בינוני 1.8/3 – 18/30 kV

כל גיליונות הנתונים של כבלי התוף של FeiChun

- הרשימה המלאה של חלופות FeiChun לכבלי התוף של Tratos
- כבלי תוף נמל במתח נמוך 0.6/1 kV
- כבלים שטוחים במתח בינוני 1.8/3 – 18/30 kV
- כבלי בקרה לתוף 0.6/1 kV
- כבלי בקרה לתוף אנכי 0.6/1 kV
- כבלי בקרה סיליליים 0.6/1 kV
- כבלים שטוחים תלויים 0.6/1 kV

שאלות נפוצות

למה משמש FC-MRT-P-2F-AT?
יישומים אופייניים: הזנת מתח בינוני לעגורני ספינה-יבשה (STS) ועגורני גשר על פסים (RMG) דרך תופי כבל ממונעים.

מהו הקוטר החיצוני ורדיוס הכיפוף המינימלי של הגודל 3×95+3G16+2×12FO?
הקוטר החיצוני הוא 74.5 עד 79.5 מ"מ, ורדיוס הכיפוף המינימלי בתנועה או על תוף הוא 994 מ"מ (12.5 × D).

מה תפקיד הקליעה למניעת פיתול?
היא מתנגדת לפיתול בעת כריכה והתרה של הכבל על התוף ושומרת על יציבות צעד הליפוף של הגידים. היא משובצת במעטפת החיצונית ומוסיפה כ0.6- מ"מ לעובייה.

מהו קוטר ליבת התוף המינימלי לגודל 3×95+3G16+2×12FO?
לפחות 1,988 מ"מ, כלומר פעמיים רדיוס הכיפוף המינימלי שהוא 994 מ"מ. קוטר ליבה גדול יותר מאריך את חיי הכבל.

מהו הזרם המותר לגודל 3×95+3G16+2×12FO על תוף כבל?
הזרם הנקוב באוויר חופשי בטמפרטורת סביבה 30 °C הוא 278 A. הכפילו ב0.80- לשכבה אחת על התוף, ב0.61- לשתי שכבות, ב0.49- לשלוש שכבות וב0.41- לארבע שכבות (DIN VDE 0298-4), ובמקדם טמפרטורת הסביבה.

האם כבל זה נטול הלוגנים?
כן. הבידוד וכל המעטפות נטולי הלוגנים; ראו סעיף 03 לנתוני עמידות בלהבה ובחום.

אילו חתכים זמינים?
FC-MRT-P-2F-AT: 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300 מ"מ². חתכים אחרים ותכנונים מיוחדים נוצרים לפי בקשה.

האם FC-MRT-P-2F-AT הוא חלופה לכבל (N)TSCGEWÖU with fibre optics ® TRATOSFLEX-ESDB-FO?
FC-MRT-P-2F-AT הוא כבל FeiChun המוצע ליישומים הקובעים (N)TSCGEWÖU with fibre optics ® TRATOSFLEX-ESDB-FO. לא נטען שהוא זהה לחלוטין: FeiChun מוסיפה רכיב אופטי אחד של 12 סיבים חד-אופניים G.652.D בליבת הכבל. אשרו את מספר הסיבים וסוגם הנדרשים למערכת העגורן שלכם. מהירות הכריכה, הפיתול והמתיחה הם ערכי FeiChun בסעיף 03; ציינו את מהירות העגורן בעת הפנייה. דגם FeiChun זה נושא מעטפת PUR נטולת הלוגנים, ואילו המשפחה המקורית היא כבל גומי; בדקו ש-PUR מתקבל במפרט שלכם. השוו את הנתונים בסעיף 04 לכבל הנוכחי שלכם לפני ההחלפה. (N)TSCGEWÖU with fibre optics ® TRATOSFLEX-ESDB-FO הוא שם מותג של קבוצת Tratos ומשמש רק לזיהוי המוצר המקורי.

האם אפשר להפעיל את הכבל באקלים חם?
יש להפחית את הזרם המותר במקדם טמפרטורת הסביבה; סעיף 04 מציג מקדמים עד 60 °C. במקומות החשופים לשמש ישירה הוסיפו מרווח ביטחון להתחממות המעטפת.

11 הודעה על סימני מסחר וקניין רוחני

TRATOSFLEX-ESDB-FO® (N)TSCGEWÖU with fibre optics ושמות מוצרי Tratos האחרים במסמך זה משמשים רק לזיהוי המוצר המקורי של קבוצת Tratos, בעלת הזכויות בסימני המסחר המתאימים, לצורך השוואה טכנית. FeiChun Cables אינה קשורה ל-Tratos, אינה מורשית או מאושרת על ידה, ואינה טוענת שכבלי FeiChun זהים למוצר המקורי. FC-MRT-P-2F-AT הוא מוצר FeiChun בעל ערכי תכנון משלו; אשרו את התאמתו ליישום לפני החלפת כבל של יצרן אחר.

© 2026 Anhui FeiChun Special Cable Co., Ltd. — כל הזכויות שמורות. מסמך זה, לרבות השרטוטים, הטבלאות והעיצוב, הוא קניין רוחני של FeiChun ומוגן לפי חוק זכויות היוצרים וחוק המאבק בתחרות בלתי הוגנת של הרפובליקה העממית של סין ולפי דיני הקניין הרוחני הרלוונטיים בישראל. אסור להעתיק, להפיץ או לשנות את המסמך כולו או חלקו ללא הסכמה בכתב. הנתונים הטכניים עשויים להשתנות ללא הודעה מראש במסגרת שיפור מתמיד של המוצר.

קשר טכני ומסחרי

Anhui FeiChun Special Cable Co., Ltd.
מחלקת עסקים בינלאומיים
Park No. 1, Private Science and Technology Park, Hefei National Economic and Technological Development Zone, Hefei, Anhui, China
תמיכה טכנית: Tech@feichuncables.com
כרייה ותעשייה כבדה: mining@feichuncables.com
Zihao Yang, מנהל מכירות גלובלי: zihao.yang@feichuncables.com
WhatsApp: +86 138 5512 3218
www.feichuncables.com

בקרת מסמך

מס' מסמך: FC-TDS-MV138-2026-0218-HE
מהדורה: 0 — פרסום ראשון
תאריך: 4 בנובמבר 2026
מוצר: FC-MRT-P-2F-AT 8.7/15 kV
הוכן: הנדסה | נבדק: בקרת איכות | אושר: עסקים בינלאומיים