INSO

20731-9-2
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۷۳۱-۹-۲

چاپ اول

۱۳۹۵

دارای محتوای رنگی

توصیه‌هایی برای سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر و ترکیبی کوچک برای برق‌رسانی روستایی
قسمت ۹-۲: ریزشبکه‌ها

Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification–
Part 9-2: Microgrids

ICS:27.160

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن زنجیره طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند.

ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
« توصیه‌هایی برای سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر و ترکیبی کوچک برای برق‌رسانی روستایی
قسمت ۹-۲: ریزشبکه‌ها»

رئیس:	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
شیخ کانلوی میلان، قادر (کارشناسی ارشدمهندسی برق)	کارشناس ارشد برق- شرکت مهندسین مشاور توسعه صنعت برق
دبیر:	
شاهنواز، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	رئیس گروه تدوین استاندارد- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی‌زاده، عبدالامیر (کارشناسی مهندسی برق)	رئیس گروه طرح‌های پیک‌سایی و گسترش خدمات نوین- شرکت توانیر
جمشیدی، سامان (کارشناسی مهندسی برق)	سرپرست آزمایشگاه - شرکت آزمایشگاه‌های صنایع انرژی
حمزه، محسن (دکتری مهندسی برق)	عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی
داوری فر، مهرداد (دکتری مهندسی برق)	مشاور- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)
ذبیحی، محمدصادق (دکتری مدیریت)	قائم مقام مدیر عامل- مرکز علوم و فنون لیزر ایران
شیرزادی، سلیمان (دکتری مهندسی برق)	رئیس گروه تخصصی برق- سازمان نظام مهندسی ساختمان
عارضی، فاطمه (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	کارشناس فنی توسعه و تحقیقات - صنایع الکترونیک فاران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
عبدالهی، ربابه (کارشناسی مهندسی برق)	کارشناس- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)
گل دوست، علی (دکتری مهندسی برق)	کارشناس- شرکت مهندسین مشاور قدس نیرو
مظفری، علی (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	کارشناس- دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی وزارت نیرو
منشی پور، سمیرا (کارشناسی مهندسی الکترونیک)	کارشناس- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)
همدانی، بنفشه (کارشناسی ارشدمهندسی برق)	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو
ویراستار:	
ایازی، جمیله (کارشناسی مهندسی الکترونیک)	رئیس گروه نظارت بر اجرای استاندارد برق و مهندسی برق و مهندسی پزشکی - سازمان ملی استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
پیش گفتار		ز
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	کلیات	۴
۴-۱	حدود ریزشبکه	۴
۴-۲	افت ولتاژ	۵
۴-۳	ترکیب ریزشبکه	۵
۵	حفاظت در برابر شوک‌های الکتریکی	۶
۶	حفاظت در برابر اضافه جریان	۶
۷	انتخاب و نصب تجهیزات	۷
۷-۱	نصب تجهیزات	۷
۷-۲	شرایط عملکردی و اثرات خارجی	۷
۷-۳	مشخصات خطوط	۹
۷-۴	کابل‌ها	۱۰
۷-۵	تیرها	۱۱
۷-۶	مهاربند کابل	۱۳
۷-۷	اتصالات و لوازم جانبی	۱۳
۷-۸	جایی که تیرها برای اهداف دیگری استفاده می‌شوند	۱۵
۷-۹	ایزوله‌سازی و کلید زنی	۱۶
۷-۱۰	آرایش زمین، هادی‌های حفاظتی و هادی‌های همبندی حفاظتی	۱۷
۸	تصدیق و پذیرش	۱۸
۸-۱	کلیات	۱۸
۸-۲	نظارت بر کارها	۱۸
۸-۳	تصدیق قبل از کمیسیون (تأیید در محل)	۱۹
۸-۴	آزمون‌های بهره‌برداری	۱۹

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مشخصات کابل‌ها ۲۰
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) حداکثر طول مدار ۲۲

شکل ۱ – حدود ریزشبکه ۴
شکل ۲- ریزشبکه شامل یک فیدر تک‌فاز ۵
شکل ۳- سامانه توان با خروجی سه‌فاز، در جایی که نیاز به سرویس توزیع تک‌فاز یا سه‌فاز توان است ۶
شکل ۴ – سامانه توان با خروجی سه‌فاز، توزیع تک‌فاز ۶
شکل ۵ – نحوه‌ی نصب تیرهای چوبی جفت شده تشکیل‌دهنده یک زاویه ۱۲
شکل ۶- مثال‌هایی از آرایش‌های تیر ۱۲
شکل ۷- مثالی از خط هوایی ۱۳
شکل ۸ –حالت‌های اتصال ۱۵
شکل ۹- طرح زمین ریزشبکه ۱۷

جدول ۱- بیشینه مقادیر افت ولتاژ ۵
جدول ۲- مقادیر مجاز فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در ریزشبکه‌های ۲۳۰ V a.c. (خطوط هوایی) ۱۶
جدول ۳- مقادیر مجاز قطع‌کننده برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در ریزشبکه‌ها (خطوط هوایی) ۱۶
جدول ۴- مشخصات اجزای زمین ۱۸
جدول الف-۱ – مثالی از مشخصات هادی‌های شبکه برای خطوط هوایی (هادی‌های بهم‌تابیده عایق بدون هادی خنثی نگهدارنده) ۲۰

پیش گفتار

استاندارد " توصیه‌هایی برای سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر و ترکیبی کوچک برای برق‌رسانی روستایی قسمت ۹-۲: ریزشبکه‌ها" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط در سازمان انرژیهای نو ایران (سانا) تهیه و تدوین شده است، در پنجاه و هفتمین اجلاس کمیسیون ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۵/۰۵/۱۶ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

با انتشار این استاندارد، استاندارد ملی ایران به شرح زیر باطل و این استاندارد جایگزین آن می‌شود:

استاندارد ملی ایران شمارهٔ INSO-IEC-TS 62257-9-2 : سال ۱۳۹۰، (توصیه‌هایی برای سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و ترکیبی کوچک برای برق رسانی روستایی- قسمت ۹-۲- ریز شبکه‌ها)

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC/TS 62257-9-2, 2006: Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification – Part 9-2: Microgrids

توصیه‌هایی برای سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر و ترکیبی کوچک برای برق‌رسانی روستایی - قسمت ۹-۲: ریزشبکه‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات عمومی طراحی و اجرای ریزشبکه‌های مورد استفاده در برق‌رسانی روستایی غیرمتمرکز می‌باشد تا ایمنی اشخاص، تجهیزات و بهره‌برداری رضایت‌بخش آنها را مطابق کاربرد برنامه‌ریزی شده، تضمین نمایند.

این استاندارد، برای ریزشبکه‌های مورد استفاده با هدف برق‌رسانی روستایی غیرمتمرکز، کاربرد دارد. ریزشبکه‌هایی که توسط این استاندارد پوشش داده می‌شوند، ریزشبکه‌های فشار ضعیف a.c. سه فاز یا تک‌فاز با ظرفیت اسمی کمتر یا مساوی ۱۰۰kVA هستند. این شبکه‌ها توسط یک نیروگاه برق کوچک، برق‌دار شده و تغییر سطح ولتاژ در آنها وجود ندارد.

سطوح فشار ضعیفی که توسط این استاندارد پوشش داده می‌شوند، سامانه‌های ۲۳۰ V تک‌فاز یا ۴۰۰ V سه‌فاز، ۲۲۰ V تک‌فاز یا ۳۸۰ V سه‌فاز با فرکانس ۵۰ Hz هستند.

این استاندارد ریزشبکه‌هایی را توصیف می‌کند که به دلایل فنی و اقتصادی، در برق‌رسانی روستایی غیرمتمرکز از خطوط هوایی استفاده می‌کنند. در موارد خاص، کابل‌های زیرزمینی نیز می‌توانند استفاده شوند.

الزامات این استاندارد، ریزشبکه‌ها با ساختار شعاعی را پوشش می‌دهند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده‌شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده‌شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده‌شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

IEC 62257 (all parts), Recommendations for small renewable energy and hybrid systems forrural electrification

IEC 60439 (all parts), Low-voltage switchgear and controlgear assemblies

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف قسمت ۱: مقررات عمومی، استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۲-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۲، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف قسمت ۲: تابلوهای قطع و وصل و فرمان قدرت، استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۲، تابلوهای قطع و وصل فرمان فشار ضعیف-قسمت ۳: تابلوهای توزیع که توسط افراد عادی استفاده می‌شوند، استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۴-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۲، تابلوهای قطع و وصل فرمان فشار ضعیف-قسمت ۴: الزامات ویژه تابلوهای مخصوص داخل کارگاه‌های ساختمانی (ACS)، استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۵-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۰، تابلوهای قطع و وصل فرمان فشار ضعیف-قسمت ۵: تابلوهای توزیع در شبکه عمومی و استاندارد ملی ایران

شماره‌ی ۶-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۲، تابلوهای قطع و وصل فرمان فشار ضعیف-قسمت ۳: سیستم‌های مجرای باس بار (باس وی) تدوین شده اند.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود.

۳-۱

نگهدارنده (مهار)

carrier (messenger)

سیم یا طنابی که وظیفه‌ی اصلیِ آن نگه‌داشتنِ کابل در تاسیسات هوایی است که می‌تواند جدا یا یکپارچه با کابلی که آن را نگه می‌دارد، باشد.

۳-۲

بلوک

block

قسمتی از خط که بین دو تیر انتهایی متوالی قرار دارد.

۳-۳

زمین

earth

جرم رسانای زمین که پتانسیلِ الکتریکیِ آن در هر نقطه به طور قراردادی برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

۳-۴

ریزشبکه

microgrid

زیرسامانه‌ای از سامانه‌ی برق‌رسانی روستایی غیرمتمرکز[1] (DRES) که هدفِ آن توزیع توانی است که ظرفیت آن از ۱۰۰ kVA بیشتر نمی‌شود.

یادآوری- پیشوند «ریز» برای بیان سطح پایین ظرفیت انتقال است.

۳-۵

نیروگاه برق کوچک

micropowerplant

زیرسامانه‌ای از سامانه‌ی برق‌رسانی روستایی غیرمتمرکز (DRES) برای تولید توان تا ۱۰۰ kVA

یادآوری- پسوند «کوچک» برای بیان سطح توان تولیدشده کم (از چند کیلوولت آمپر تا چند ده کیلوولت آمپر) است.

1- Decentralized Rural Electrification Systems (DRES)

۳-۶

هادی حفاظتی

(علامت شناسائی: PE)

protective conductor

(identification: PE)

هادی که به منظور ایمنی، برای مثال حفاظت در برابر شوک الکتریکی به کار می‌رود.

[منبع: IEV 195-02-09]

۳-۷

هادی PEN

PEN conductor

این هادی هر دو وظیفه هادی حفاظتی زمین و هادیِ خنثی (نول) را بر عهده دارد.

[منبع: IEV 195-02-12]

۳-۸

خط برق

power line

خط هوایی یا زیرزمینیِ نصب‌شده برای هدایت انرژی الکتریکی به هر منظوری به جز اهداف مخابراتی

۳-۹

بخشی از خط هوایی

section of an overhead line

قسمتی از خط هوایی که بین دو تیر کششی قرار دارد.

یادآوری- یک بخش عموماً دارای چند فاصله[1] است.

۳-۱۰

گزینش‌گری (هماهنگی حفاظتی)

selectivity (or protection coordination)

تواناییِ وسیله حفاظتی در تشخیصِ بخش و یا فاز (های) خطادار سامانه‌ی توان

[منبع: IEV 448-11-06]

1- Span

۳-۱۱

خط اتصال سرویس

service connection line

کابل بین شبکه اصلی تغذیه‌کننده و تاسیسات مشترکینِ برق است.

یادآوری- در مورد سرویس با اتصال هوایی، به معنیِ کابل بین تیرِ خط تغذیه و تاسیسات مشترکینِ برق است.

۳-۱۲

اسپن (فاصله)

span

قسمتی از خط بین دو تیر متوالی است.

۳-۱۳

مهار

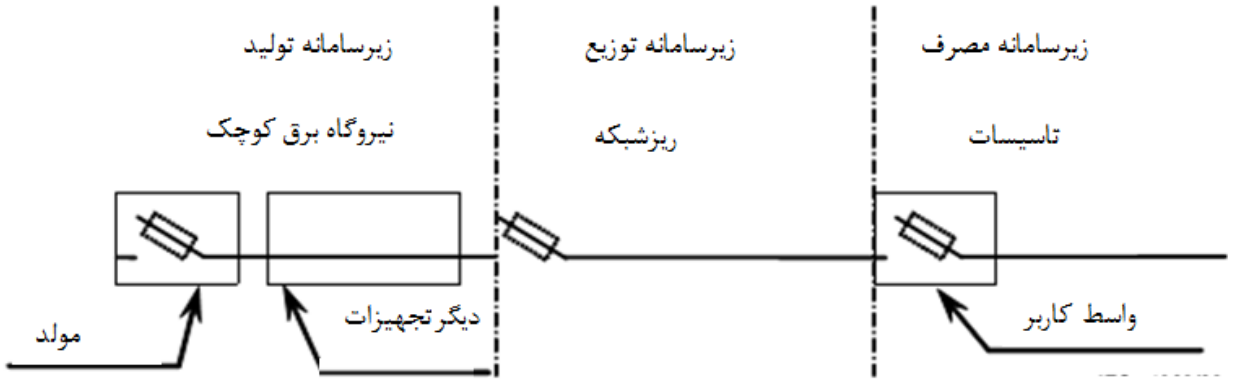
stay

سیم فولادی، طناب یا میله‌ای که تحت کشش بوده و نقطه‌ای از نگهدارنده را به مهاربند جداگانه‌ای متصل می‌کند.

۴ کلیات

۴-۱ حدود ریزشبکه

همانطوریکه در شکل ۱ نشان داده شده است ریزشبکه بین پایانه‌های خروجی وسیله ایزوله‌کننده نیروگاه برق کوچک و پایانه‌های ورودی واسط کاربر تعریف می‌شود.



شکل ۱ – حدود ریزشبکه

۲-۴ افت ولتاژ

بیشینه مقادیر افت ولتاژ در ریزشبکه نباید از مقادیر داده شده در جدول ۱ بیشتر شود.

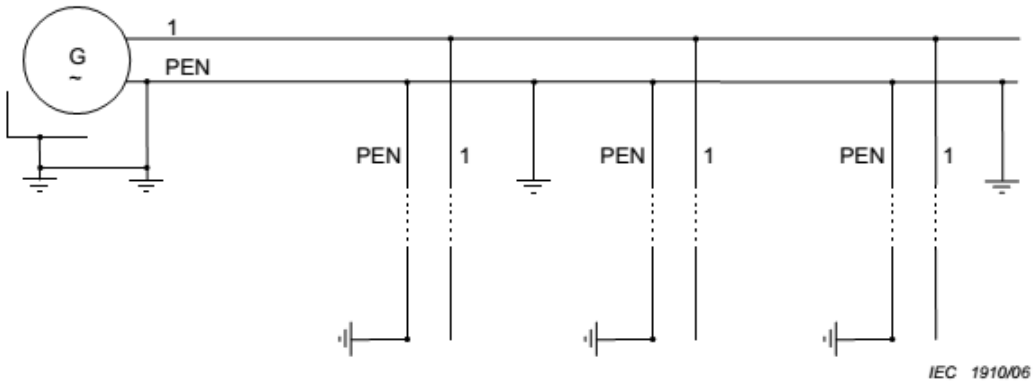
جدول ۱- بیشینه مقادیر افت ولتاژ

ریزشبکه	افت ولتاژ٪
خط اصلی	۶
خط اتصال سرویس تکی	۱

۳-۴ ترکیب ریزشبکه

سه طرح ریزشبکه با توجه به بیشینه مقدار توان حقیقی مورد نیاز و توپوگرافی نواحی که باید برق‌رسانی شوند، در این استاندارد تعیین شده است.

- **سامانه‌ی توان با خروجیِ تک‌فاز:** یک فیدر[1] تک‌فاز با چندین توزیع تک‌فاز (به شکل ۲ مراجعه شود).



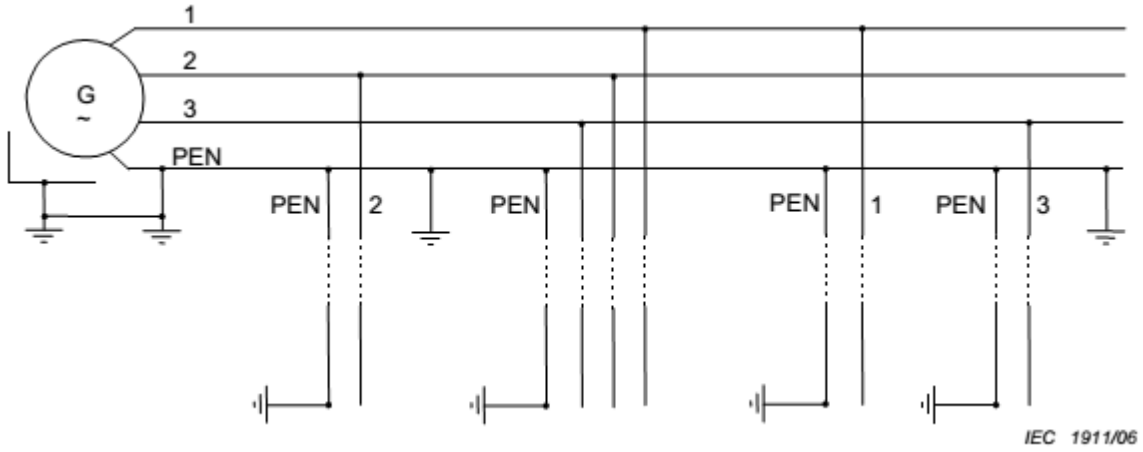
شکل ۲- ریزشبکه شامل یک فیدر تک فاز

یادآوری برق‌رسانی به یک مجموعه مشترکین برق می‌تواند با چندین توزیع تک‌فاز تغذیه شده از مولدهای تک‌فاز مختلف انجام شود.

- **سامانه‌ی توان با خروجیِ سه‌فاز**: همانطوریکه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است، با توجه به نیازهای توان مصرفی مشترکین، جانمایی منطقه‌ای که باید برق‌رسانی شود و هزینه مربوط، دو ساختار توزیع مختلف، می‌تواند استفاده شود.

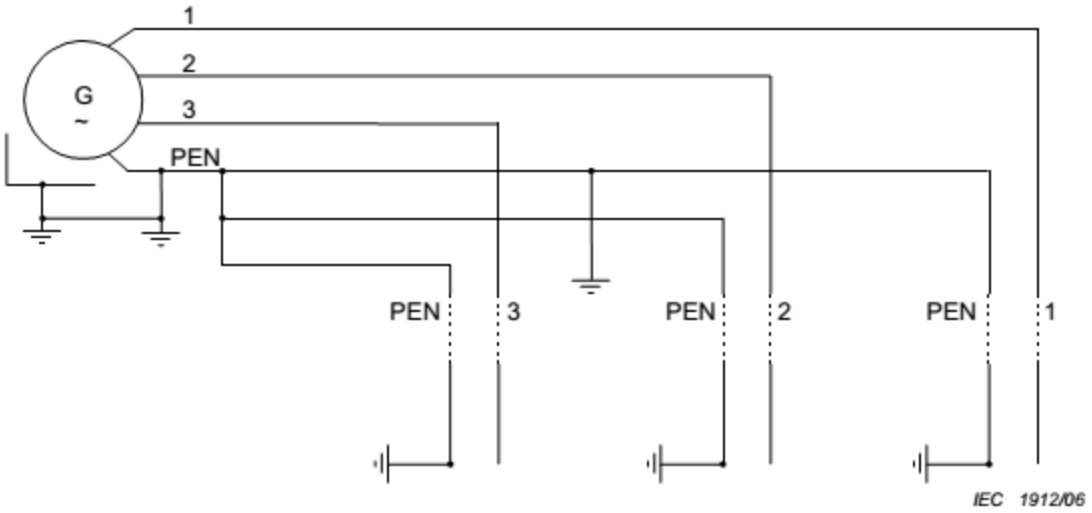
۱) حالت ۱: سامانه‌ی توان با خروجیِ سه‌فاز؛ یک فیدر سه‌فاز با توزیع سه‌فاز یا تک‌فاز.

1- Feeder



شکل ۳- سامانه‌ی توان با خروجی سه‌فاز، در جایی که نیاز به توزیع تک‌فاز یا سه‌فاز توان است

۲) حالت ۲: سامانه‌ی توان با خروجیِ سه‌فاز؛ در کل مجموعه مشترکین برق از توزیع تک‌فاز استفاده می‌شود.



شکل ۴ – سامانه‌ی توان با خروجی سه‌فاز، توزیع تک‌فاز

۵ حفاظت در برابر شوک‌های الکتریکی

ریزشبکه باید بصورت سامانه TN-C طراحی شود (به IEC 62275-5 مراجعه شود).

۶ حفاظت در برابر اضافه جریان

ریزشبکه باید به وسیله‌ای برای حفاظت در برابر اضافه جریان مجهز شود. این وسیله باید در تجهیز واسط ریزشبکه با نیروگاه برق کوچک، قرار داده شود.

مشخصات وسیله حفاظتی باید این اطمینان را ایجاد کند که در هر نقطه‌ای، با وقوع خطاهای با امپدانس ناچیز بین هادی فاز و هادی حفاظتی یا زمین، موجب قطع خودکار تا مدت زمان ۰٫۴ ثانیه شود.
باید توجه ویژه‌ای به گزینش‌گری نسبت به وسیله حفاظتی اضافه جریان در تاسیسات کاربر شود. گزینش‌گری بین وسایل حفاظتی که به ترتیب وصل شده اند، باید این اطمینان را ایجاد کنند که هر بخش خطادار قطع می‌شود.

۷ انتخاب و نصب تجهیزات

۷-۱ نصب تجهیزات

همه تجهیزات کلید افزار و کنترلی باید در تابلو یا محفظه‌هایی که فقط اجازه دسترسی به کارکنان مجاز را می‌دهد، نصب شوند. تابلوها باید با مجموعه استانداردهای IEC 60439 مطابقت داشته باشند.

۷-۲ شرایط عملکردی و اثرات خارجی

۷-۲-۱ دمای محیط

کابل‌ها باید با توجه به بالاترین دمای محلی محیط، انتخاب و نصب شوند.
بخش‌های ریزشبکه، شامل کابل‌ها و لوازم جانبی، باید در محدوده‌ی دمایی مشخص‌شده توسط سازندگان محصول باشند و مطابق با دستورالعمل‌های سازنده نصب شوند (به مشخصات کابل در پیوست الف مراجعه شود).

۷-۲-۲ منابع گرما

برای جلوگیری از اثرات گرمایی ساطع‌شده توسط منابع خارجی، روش‌های زیر یا روش‌های موثر معادل برای حفاظت کابل‌ها می‌توانند استفاده شوند:

- رعایت فاصله کافی از منابع گرمازا،
- پوشش حفاظتی،
- انتخاب کابلی که اجازه تقویت موضعی و یا تقویت مواد عایق‌کننده برای جلوگیری از اثرات مخربی که می‌تواند اتفاق بیفتد را می‌دهد.

یادآوری- گرمای ایجاد شده توسط منابع خارجی می‌تواند با همرفتی، هدایت یا تابش منتقل شود.

۷-۲-۳ وجود آب

هادی‌ها و تجهیزات ریزشبکه باید برای جلوگیری از آسیب ناشی از آب، انتخاب و نصب شوند. برای بخش‌هایی از ریزشبکه که مکرراً در معرض آب قرار می‌گیرند یا در آب غوطه‌ور می‌شوند، اقدامات احتیاطی خاص ممکن است لازم باشد.

۷-۲-۴ خطر احتمالی ناشی از نفوذ ذرات جامد

برای کمینه کردن خطرات ناشی از نفوذ ذرات جامد، باید کابل و تجهیزات مناسبِ ریزشبکه انتخاب و نصب شوند. کابل‌ها و تجهیزات باید این اطمینان را ایجاد کنند که دارای کد IP[1] مناسبی برای مکان انتخاب شده هستند.

برای مکان‌هایی که در آنها مقادیر زیادی گرد و خاک وجود دارد، برای جلوگیری از تجمع مواد به مقداری که می‌تواند انتقال حرارت از هادی‌ها را تحت تاثیر قرار دهند، اقدامات احتیاطی بیشتری باید انجام شود.

۷-۲-۵ وجود مواد خورنده یا آلوده کننده

در صوررت احتمال وجود مواد خورنده از قبیل آب که منجر به تخریب تدریجی یا خوردگی می‌شوند، تمام قسمت‌های خط باید به طور مناسبی حفاظت شده یا از موادی که در برابر چنین موادی مقاوم هستند، ساخته شوند.

مواد مختلفی که ممکن است زوج‌های الکترولیت را تشکیل دهند نباید با کابل‌ها تماس داشته باشند، مگر اینکه تمهیدات خاصی برای جلوگیری از نتایج چنین تماس‌هایی در نظرگرفته شود.

به موادی که ممکن است باعث افت کیفی ناشی از تاثیر یکجانبه متقابل شوند و یا موجب افت کیفی خطرناکی گردند نباید اجازه داد که با مواد دیگر تماس پیدا کنند.

۷-۲-۶ الزامات مکانیکی

برای تاسیساتی که به صورت ثابت نصب می‌شوند و ممکن است در معرض ضربه با شدت متوسط، بالا یا خیلی بالا قرار گیرند، باید حفاظت توسط هر یک از تمهیدات زیر یا ترکیبی از آنها صورت گیرد:

- مشخصات مکانیکی کابل‌ها،
- مکان انتخاب شده،
- فراهم کردن حفاظت تکمیلی موضعی یا حفاظت مکانیکی کلی،

الزامات ارائه شده در این استاندارد به مجری پروژه اجازه نصب ریزشبکه‌هایی سازگار با نیازهای مشتریان در مناطق روستایی و همچنین سازگار با شرایط آب و هوایی عادی را می‌دهد. اگر شرایط سخت آب و هوایی[2] پیش‌بینی می‌شود، مطالعات خاص برای طراحی باید انجام شود.

۷-۲-۷ تجهیزات و سازه‌های نگهدارنده

تجهیزات و سازه‌های نگهدارنده آنها شامل فونداسیون‌ها، باید تنش‌های مکانیکی پیش‌بینی شده را تحمل نمایند.

۷-۲-۸ ارتعاش

کابل‌ها و/یا تجهیزاتی که بر روی سازه‌هایی قرار گرفته و یا به آنها متصل شده اند که در معرض ارتعاشات متوسط یا بالایی قرار دارند، باید مناسب برای شرایط ارتعاش باشند.

1-Ingress protection
2- Harsh

۷-۲-۹ سایرمحدودیت‌های مکانیکی برای قسمت‌های زیرزمینی ریزشبکه

اندازه داخلی لوله‌ها و لوازم جانبی متصل کننده، باید اجازه کشیدن یا بیرون آوردن آسان هادی‌ها یا کابل‌ها را بدهد.

شعاع خمش باید طوری باشد که هادی‌ها یا کابل‌ها آسیب نبینند (به مشخصات کابل در پیوست الف مراجعه شود).

باید در خطوطی که هادی‌ها یا کابل‌ها کشیده می‌شوند، ابزار مناسبی برای کشیدن در دسترس باشند.

۷-۲-۱۰ حضور گیاهان، قارچ انگلی یا جانوران موذی

هنگامی که هر یک از شرایط شناخته شده یا پیش‌بینی شده، نشان‌دهنده خطری به دلیل حضور گیاهان، قارچ انگلی یا جانوران موذی باشد، تجهیزات ریزشبکه باید به گونه ای انتخاب و نصب شوند که اقدامات کاهش‌دهنده خطرات دائمی مذکور در نظر گرفته شود.

این اقدامات حفاظتی شامل موارد زیر هستند:

- انتخاب مواد با خواص مکانیکی مناسب،
- انتخاب مکان مناسب،
- ممانعت از دسترسی حیوانات.

۷-۲-۱۱ تابش خورشید

باید کابل‌ها و هادی‌های نصب شده برای خطوط هوایی به گونه‌ای ساخته شوند که تحمل قرارگیری در معرض اشعه فرابنفش را دارا باشند.

۷-۳ مشخصات خطوط

۷-۳-۱ کلیات

عموماً ریزشبکه، با خطوط هوایی ساخته شده از هادی‌های عایق شده بهم تابیده، طراحی می‌شود.

۷-۳-۲ حالت‌های نصب

با توجه به نوع کابل دو حالت نصب وجود دارد:

- کابل بدون هادی خنثیِ نگهدارنده[1]: اسپن‌ها باید تا جایی که ممکن است منظم باشند. برای جلوگیری از شکم دادن بیش از حد، حداکثر طول اسپن‌ها برای کابل با سطح مقطع mm^2 ۱۶، مقدار ۳۰ متر و برای کابل با سطح مقطع mm^2 ۲۵، مقدار ۲۵ متر است. یک بلوک نصب به ۴ اسپن محدود می‌شود.
- کابلی با هادی خنثیِ نگهدارنده[2]: حداکثر طول اسپن به ۵۰ متر محدود می‌شود.

۷-۳-۳ حداقل ارتفاع هادی‌ها

در هنگام نصب، مقادیر کشش‌ها باید با توجه به نمودارهای ارائه شده توسط سازنده کابل، تعیین شود.

1- Cable without carrier neutral

۲- کابل خودنگهدار ۵ رشته

برای کابل‌کشی در امتداد جاده و با توجه به محدودیت‌های ناشی از مناطق مسکونی نزدیک خط، حداقل ارتفاع کابل‌ها از سطح زمین باید ۳٫۵ m یا ۴٫۵ m باشد.

برای خطوط عبوری از عرض جاده و با توجه به نوع وسایل نقلیه عبوری از جاده، حداقل ارتفاع کابل‌ها از سطح زمین باید ۴٫۵ m یا ۶ m باشد.

تیرها باید برای محدود کردن شکم دادگی[1] کابل تا مقدار متناسب با ارتفاع و مطابق با شرایط نصب مشخص شده در زیربند ۷-۵-۲-۳، انتخاب شوند.

۷-۳-۴ نزدیکی به سایر سرویس‌ها

در مکان‌هایی که مسیر کابل‌های مخابراتی، لوله‌های گاز، آب، یا سایر لوله‌ها توسط کابل‌ها قطع و یا نزدیک آنها باشند، باید حریم مناسبی بین کابل‌ها و لوله‌کشی‌ها حفظ شود. جایی که این حریم نمی‌تواند حفظ گردد، باید از تماس بین کابل‌ها و خطوط لوله جلوگیری شود.

۷-۴ کابل‌ها

برای کابل‌ها با یا بدون نگهدارنده، هادی(های) فاز و هادی PEN باید دارای سطح مقطع یکسان باشند.

با توجه به فناوری استفاده شده برای متعلقات چراغ (بالاست‌های الکترونیکی[2])، باید فاز اختصاصی برای روشنایی عمومی در نظر گرفته شود. انرژی باید از شبکه توزیع گرفته شود.

مشخصات کابل‌ها در پیوست الف آورده شده است.

حداقل سطح مقطع هادی‌ها برای خطوط هوایی، با توجه به مقادیر مجاز وسایل حفاظتی، در جدول ۲ آورده شده است.

نمودارهای پیوست ب، حداکثر طول ممکن مدار را با توجه به مقدار توان حقیقی برای هر نوع کابل و ضریب توان‌های مختلف نشان می‌دهند.

این نمودارها برای دو حالت زیر ارائه شده‌اند:

- بارها به طور یکنواخت توزیع شده،
- بارها در انتهای خطوط قرار گرفته‌اند.

یادآوری- استفاده از سطح مقطع‌های ۱۶ mm^2 و ۲۵ mm^2 برای توزیع برق به مشترکین توصیه می‌شوند؛ سطح‌مقطع‌های ۳۵ mm^2، ۵۰ mm^2 و ۷۰ mm^2 معمولاً برای ارتباط بین نیروگاه برق کوچک و ریزشبکه استفاده می‌شود (اگر لازم باشد). از کابل‌هایی با سطح مقطع ۱۵۰mm^2 به دلیل این که نصب آن نیاز به ابزار سنگین، تیرهای بسیار قوی و لوازم جانبی پر هزینه و مهارت‌های خاص برای کارگران دارد، به ندرت استفاده می‌شود. راه‌حل جایگزین استفاده از دو کابل با سطح مقطع ۷۰mm^2 به جای یک کابل ۱۵۰mm^2 است.

1- Sag
2- Electronic ballasts

۷-۵ تیرها

۷-۵-۱ کلیات

همه انواع تیرهایی که ممکن است استفاده شوند عبارتند از: تیرهای چوبی اشباع شده، تیرهای فولادی گالوانیزه، پروفیل‌های فلزی، تیرهای بتنی، انواع دیگر تیرهای چوبی و غیره.

۷-۵-۲ مشخصات تیرها

۷-۵-۲-۱ ارتفاع تیرها

با توجه به محدودیت‌های ناشی از شرایط محیطی:

- ارتفاع کل: ۶ m، ارتفاع از سطح زمین: ۴٫۹ m،
- ارتفاع کل: ۸ m، ارتفاع از سطح زمین: ۶٫۷ m.

با توجه به عبور خط هوایی از عرض جاده و نوع وسایل نقلیه عبوری از جاده:

- ارتفاع کل: ۸ m، ارتفاع از سطح زمین، ۶٫۷ m،
- ارتفاع کل: ۱۰ m، ارتفاع از سطح زمین، ۸٫۵ m.

۷-۵-۲-۲ سایر مشخصات

- بیشینه نیروی اندازه گرفته شده در فاصله ۰٫۲۵ m از نوک تیر:

  مقدار پذیرفته شده عمومی برای تیرهای چوبی ۱۴۰ daN است.

  مقادیر مختلف دیگری ممکن است برای سایر انواع تیرها با توجه به گزینه‌های پیشنهاد شده توسط تأمین‌کنندگان که اغلب محلی نیستند، انتخاب شوند. کشش‌ها هنگام نصب باید همیشه متناسب با نوع تیرهای انتخاب شده باشند.
- اتصال تجهیزات مهاربند

  با توجه به نوع تیرها، باید اجازه اتصال آسان تجهیزات مهاربندی در انتها یا در امتداد طولشان داده شود، برای مثال در تیرهای چوبی سوراخ‌هایی تعبیه شوند. در سایر حالات، اتصال تجهیزات توسط ورقه فولاد ضد زنگ باید امکان‌پذیر باشد.
- مقاومت در برابر محیط

  تیرها با توجه به شرایط محیط نصب (نوع طراحی یا عملیات حفاظت در برابر شرایط محیطی) باید به گونه‌ای باشند که حداقل طول عمر ۱۰ ساله را داشته باشند.
- ایمنی

  تیرها باید ایمنی بهره‌برداران، مخصوصاً برای اتصال نردبان‌ها یا در مدت بالارفتن، با استفاده از تکنیک‌های عمومی استفاده شده برای اهداف عملیاتی را تضمین کنند.

  نوع یا شرایط سرویس آنها نباید هیچ خطر احتمالی (گیر کردن، پاره کردن، لبه‌های تیز و غیره) برای مردم ایجاد کند.

۷-۵-۲-۳ نصب تیرها

برای تیرهای چوبی، توصیه می‌شود که با لاشه سنگ نگه داشته شود (استفاده از بتن ممنوع است). از هر روش دیگری که عملکرد و پایداری مشابهی را تضمین کند می‌توان استفاده کرد.

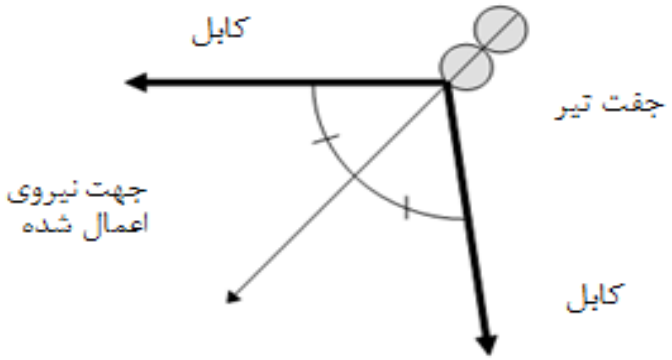
برای تیرهای فلزی و بتنی، باید از بتن برای نگه داشتن تیرها استفاده شود. در صورت نیاز، ممکن است دو تیر از یک نوع برای تحمل نیروی اعمال شده، با هم بکار روند (به شکل ۵ مراجعه شود).

اگر هادی‌های دو اسپن متوالی، زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی ۴۰ درجه تشکیل دهند، مشخصات نصب باید مشابه مشخصاتی باشد که برای تیرهای انتهایی استفاده می‌شود.

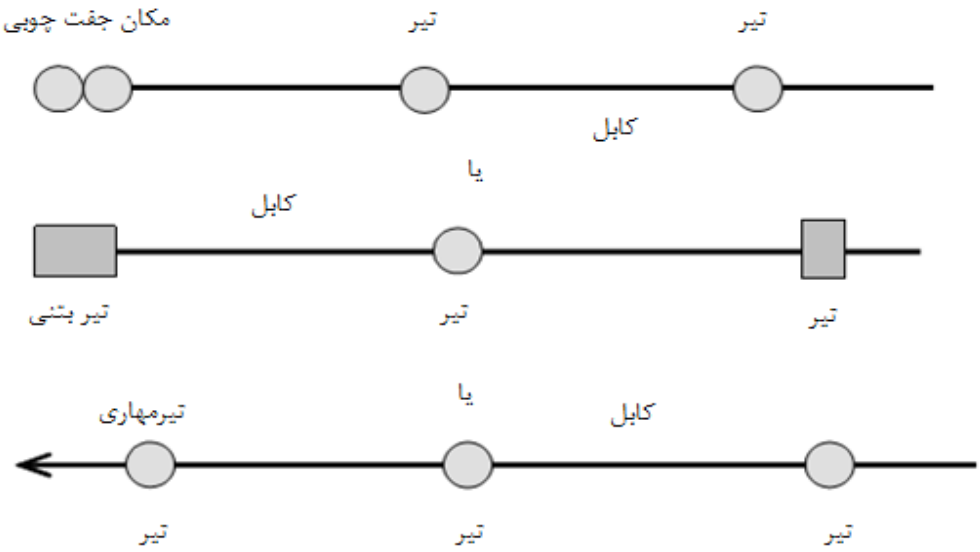
مثالی از نصب جفت تیر در شکل ۵ نشان داده شده است. تیرها یکی پشت دیگری در جهت خط نیم‌ساز زاویه‌ی متشکل از دو اسپن مربوطه نصب می‌شوند (در جهت بیشترین نیرو).

شکل ۶ مثال‌هایی از آرایش‌های مختلف تیرها در داخل ریزشبکه را نشان می‌دهد.

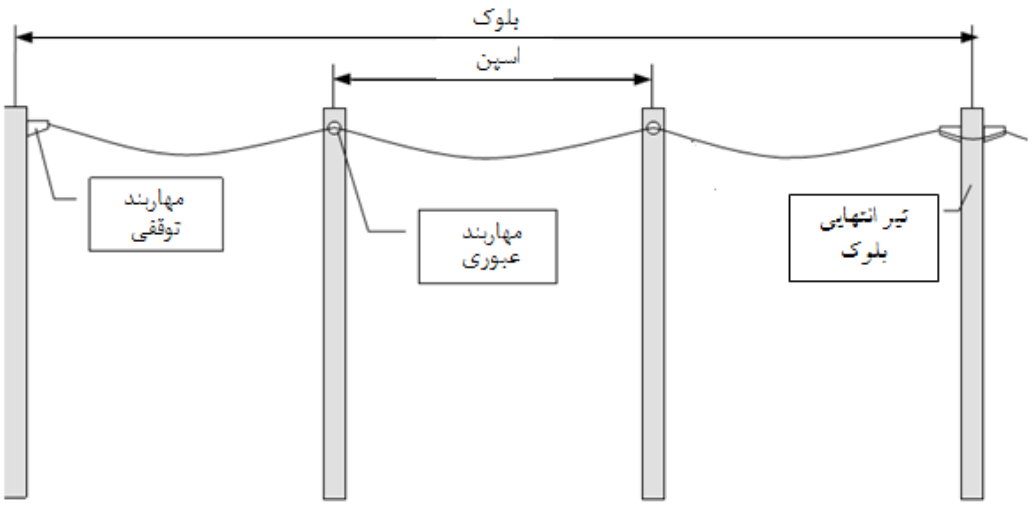
شکل ۷ مثالی از ساختار یک خط هوایی ریزشبکه را نشان می‌دهد.



شکل ۵ – نحوه نصب تیرهای چوبی جفت شده تشکیل‌دهنده یک زاویه



شکل ۶- مثال‌هایی از آرایش‌های مختلف تیر



شکل ۷- مثالی از خط هوایی

در نقاط انتهایی و در نقاط زاویه، نصب یک تک تیر با سیم‌های مهار کننده به شرطی مجاز است که از تجهیزات مناسب اتصال سیم مهار استفاده شود.

به طور مشابه، مهارهایی ممکن است نصب شوند، به شرطی که تجهیزات استفاده شده برای اتصال به تیر و زمین مناسب باشند.

وجود مهارها، با توجه به مکان و آرایش آنها، نباید خطری را برای مردم به وجود آورد.

برای جلوگیری از آسیب به افراد و حیوانات، سیم مهارها باید در موقعیتی بالای دسترسی معمول، به تیر بسته شوند.

۷-۶ مهاربند کابل

کلیه اتصالات کابل شبکه باید برای تیر انتهایی بلوک ساخته شوند.

در همه حالت‌ها، دو انتهای هر بلوک باید به مهاربند توقفی مجهز شوند.

اگر کابلی بدون نگهدارنده استفاده می‌شود، هر بخش از خط باید به ۴ اسپن محدود شود. دو انتهای هر بخش باید به نقطه مهاربند توقفی مجهز شوند. اسپن‌ها باید طول مساوی داشته باشند.

مهاربندهای توقفی و عبوری باید مطابق با سطح مقطع کابل‌های مورد استفاده انتخاب شوند.

۷-۷ اتصالات و لوازم جانبی

۷-۷-۱ کلیات

اتصالات بین هادی‌ها و اتصالات بین هادی‌ها و دیگر تجهیزات باید پیوستگی الکتریکی را تضمین نموده و استحکام مکانیکی مناسبی داشته باشند.

در انتخاب اتصالات باید موارد زیر در نظر گرفته شوند:

- جنس مواد هادی‌ها و عایق آنها،
- تعداد و شکل هسته‌های هادی،

- سطح مقطع هادی‌ها،
- تعداد هادی‌هایی که باید بهم متصل شوند.

اتصالات باید برای بررسی، آزمون و تعمیر و نگهداری در دسترس باشند.

استفاده از اتصالات جوشی یا بهم‌تابیده اکیداً ممنوع هستند. باید از اتصالات سوراخ کننده عایق (کانکتور کابل خودنگهدار) استفاده شوند.

اتصالات باید حداقل دارای کد IP2X در ساخت یا نصب باشند.

همه اقدامات احتیاطی لازم باید برای جلوگیری از برق‌دار شدن قسمت‌های فلزی که در حالت عادی از قسمت‌های برق‌دار ایزوله شده‌اند، انجام شوند.

اتصالات باید توانایی تحمل نیروی ناشی از جریان اسمی و جریان اتصال کوتاه را همانطور که توسط مشخصات وسیله حفاظتی تعیین شده است، داشته باشند.

اتصالات نباید تحت تاثیر تغییرات غیر قابل قبول ناشی از گرم‌شدن بیش‌از اندازه، کهنه شدن عایق‌ها و ارتعاش در مدت بهره‌برداری عادی قرار گیرند. به ویژه، در نظر گرفتن دماهایی که روی استقامت مکانیکی مواد اثر می‌گذارد، مهم است.

۷-۷-۲ اتصالات بین هادی‌ها، اتصالات با دیگر تجهیزات

اتصالات بین هادی‌ها (برای بست‌های انتها به انتهای هادی) و اتصالات به دیگر تجهیزات، نباید از نیروی‌های کششی یا پیچشی تاثیر پذیرند.

بر این اساس باید اتصالات در تیرهای دو انتهای شبکه با بست‌های مهاربند محکم شوند.

۷-۷-۳ نقاط اتصال برای اتصالات سرویس تکی

باید نقاط اتصال برای اتصالات سرویس تکی فقط از یک تیر انجام شوند.

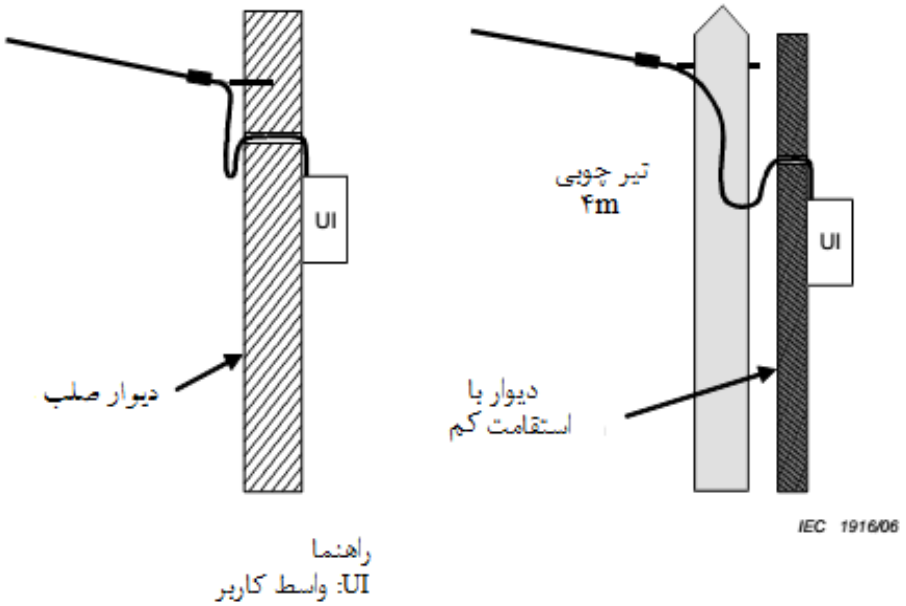
۷-۷-۴ تجهیزات اتصال

تجهیزات اتصال و تجهیزات جانبی فهرست شده در زیر ممکن است استفاده شود (فهرست زیر جامع نمی‌باشد):

- اتصال دهنده‌های سوراخ کننده عایق برای اتصال به شبکه،
- اتصال دهنده‌های سوراخ کننده عایق برای اتصالات روشنایی عمومی،
- اتصال روکش دار برای اتصال فاز و خنثی،
- سرپوش‌های انتهایی جمع‌کننده برای شبکه‌ها،
- نوارهای عایق‌کننده برای اتصال هادی‌ها و کابل‌های فشار ضعیف (LV)،
- روکش‌های اتصال دهنده از پیش عایق شده برای اتصالات هادی‌های عایق بهم تابیده شده،
- حلقه‌های انعطاف‌پذیر برای اتصال به لوازم جانبی،
- حلقه‌های پلاستیکی برای اتصال،
- لوله‌های عایق‌کننده انعطاف‌پذیر و قابل خمش عادی،
- لوله‌های سیاه عایق کننده اتصالات،

- گریس خنثی،
- صفحات عایق کننده خودجوش[1]،
- روکش حفاظتی برای کابل‌ها.

حالت اتصال باید مشخصات دیواره‌ها یا سطوحی که به آنها مهار می‌شوند را در نظر بگیرد.
شکل ۸ دو حالتی را نشان می‌دهد که احتمال دارد اتفاق افتد.



شکل ۸ – نمودار حالت‌های اتصال

۷-۸ جایی که تیرها برای اهداف دیگری استفاده می‌شوند

۷-۸-۱ نقاط روشنایی عمومی

ارتفاع تیرهای نگهدارنده روشنایی عمومی باید مطابق با موقعیت‌های توصیه شده اخیر برای تأمین روشنایی بهینه، تعیین شوند.

۷-۸-۲ خطوط مخابراتی

تیرهای برق ریزشبکه ممکن است خطوط مخابراتی را نیز نگه دارند. در این حالت، از آنها به عنوان نگهدارنده مشترک استفاده می‌شود.
خطوط توان باید در بالای خط مخابراتی قرار گیرند.
فاصله بین خطوط باید حداقل ۰٫۲۵ m باشد. روی نگهدارنده‌ها، فاصله بین هادی‌های دو خط باید حداقل ۰٫۵۰ m باشد.

1- self-welding

ارتفاع تیر طوری تعیین می‌شود که کمینه ارتفاع پایین‌ترین خط از زمین، همانطور که در زیربند ۷-۳-۳ تعیین شده، در حد مجاز باشد.

۷-۹ ایزوله‌سازی و کلیدزنی

۷-۹-۱ وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان

حفاظت باید توسط کلید فیوز یا قطع‌کننده مدار[1] از نوع ترمو- مغناطیسی[2] انجام شود.

جدول ۲ مقادیر مجاز فیوزهایی که باید برای ولتاژ ۲۳۰ V a.c. استفاده شوند، را نشان می‌دهد.

جدول ۳ مقادیر مجاز قطع کننده‌های مدار که باید برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه استفاده شوند، را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقادیر مجاز فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در ریزشبکه‌های ۲۳۰ V a.c. (خطوط هوایی)

مقادیر مجاز	نوع فیوز	کمینه سطح مقطع هادی‌ها mm^2
۵ kVA:۲۵ A	gG ۱۰/۳۸	۲×۱۶
۱۵ kVA: ۳×۲۵ A	gG ۱۰/۳۸	۴×۱۶
۳۰ kVA: ۳×۵۰ A	gG ۲۲/۵۸	۴×۱۶
۵۰ kVA: ۳×۸۰ A	gG ۲۲/۵۸	۴×۱۶ یا ۴×۲۵
۱۰۰ kVA: ۳×۱۶۰ A	gG Size 00	۳×۷۰ +۱×۵۴/۶

جدول ۳- مقادیر مجاز قطع‌کننده مدار برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در ریزشبکه‌ها (خطوط هوایی)

مقادیر مجاز	۲۳۰ V a.c.	
	I A	مقدار مجاز قطع‌کننده مدار A
۵ kVA (تک‌فاز)	۲۲	۲۵
۱۵ kVA (سه‌فاز)	۲۲	۲۵
۳۰ kVA (سه‌فاز)	۴۴	۶۳
۵۰ kVA (سه‌فاز)	۷۳	۱۰۰
۱۰۰ kVA (سه‌فاز)	۱۴۵	۱۶۰

۷-۹-۲ وسایل ایزوله‌کننده

در وسایل ایزوله‌کننده که برای ایزوله‌سازی ریزشبکه در نظر گرفته می‌شوند باید امکان سرویس، بررسی، تعیین موقعیت خطا و تعمیرات وجود داشته باشد.

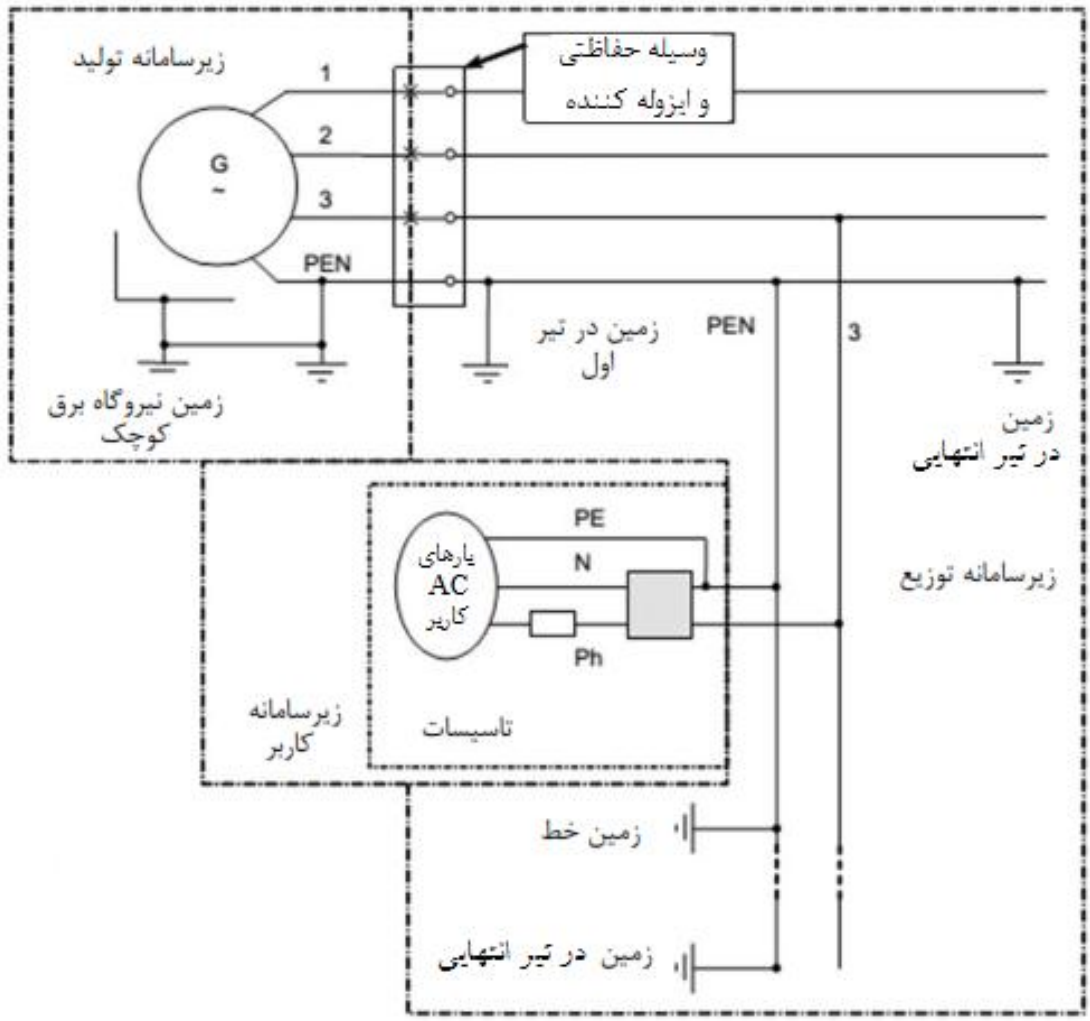
ایزوله‌سازی باید برای همه هادی‌ها فراهم شود.

1- Circuit breaker
2 - Thermo-magnetic

ایزوله‌سازی می‌تواند توسط وسیله‌ای (قطع‌کننده مدار، غیره.) که برای اهداف دیگری نصب شده، انجام شود. ایزوله‌کننده‌ها باید به قفل‌کننده‌ی مناسب مجهز شوند.

۷-۱۰ آرایش زمین، هادی‌های حفاظتی و هادی‌های همبندی حفاظتی

هادی PEN در هر دو انتهای شبکه و به صورت منظم در هر ۲۰۰ m زمین می‌شود (به شکل ۹ مراجعه شود).



شکل ۹- طرح زمین ریزشبکه

زمین کردن هادی PEN باید مطابق جدول ۴ و به صورت زیر انجام شود:

- در نقطه شروع ریزشبکه، در اولین تیر،
- به صورت منظم هر ۲۰۰ m.

هادی زمین باید به طور مستقیم به زمین الکتریکی متصل شود. باید کمینه سطح مقطع آن:

- هادی مسی یا فولاد گالوانیزه با سطح مقطع ۱۶ mm^2 اگر در برابر خوردگی محافظت شده باشد،

- هادی مسی با سطح مقطع ۲۵ mm^2 یا هادی فولاد گالوانیزه با سطح مقطع ۵۰ mm^2 اگر در برابر خوردگی محافظت نشده باشد.

اگر الکترود زمین متشکل از یک میله است، مقاومت بین میله و زمین باید کمتر از ۱۵۰۰Ω باشد.

یادآوری_محاسبه مقاومت میله با استفاده از فرمول $R = \rho/L$ انجام می‌شود که ρ مقاومت ویژه خاک (Ωm) و L طول میله بر حسب متر است.

مقادیر متداول مقاومت ویژه (Ωm) در زیر آورده شده است:

خاک غنی قابل کشت، خاک متراکم مرطوب ۵۰

خاک بد، شن، خاک سطحی ۵۰۰

سنگلاخ، ماسه خشک، سنگ خاره نم ناپذیر ۳۰۰۰

به IEC 60364 مراجعه شود.

اگر مقادیر کمتر مقاومت موردنظر باشد، توصیه می‌شود از سایر فناوری‌های سیستم زمین کردن انتخاب شده از جدول ۵ بکار گرفته شود.

جدول ۴- مشخصات اجزای زمین

روش	نوع	اندازه	جانمایی
میله	لوله فولاد گالوانیزه پروفیل‌های فولاد گالوانیزه میله‌های مسی یا فولاد با روکش مس	L=۱٫۵ m، قطر ≥ ۲۵mm L=۱٫۵ m، ضلع ≥ ۶۰mm L=۱٫۵ m، قطر ≥ ۱۵mm	یک یا چند آرایش عمودی زیر سطح دائماً مرطوب عمق نوک میله ≤ ۲ m
کابل هادی در کانال	کابلُ مسی لخت کابل فولاد گالوانیزه	L =۱۰ m، S =۲۵ mm^2 L =۱۰ m، S=۹۵ mm^2	در کف کانال، یک پیچک به طول ۱۰ m در کانالی به طول L=۳ m و عمق=۱ m
سایر هادی‌ها	صفحات نازک تیرهای فلزی، غیره.		مرکز صفحه در عمق ۱ متر عمق ≤ ۱ m

۸ تصدیق و پذیرش

۸-۱ کلیات

قبل از کمیسیون تأیید، باید در زمان نصب ریزشبکه الکتریکی و هر زمان که تغییر عمده‌ای توسط شخص دارای صلاحیت انجام می‌شود باید پایش شود و قبل از کمیسیون تأیید گردد تا اطمینان حاصل شود که با این استاندارد مطابقت می‌کند.

باید مقررات ایمنی در طی تأیید برای جلوگیری از آسیب به اشخاص، حیوانات و اموال رعایت شوند.

۸-۲ نظارت بر فعالیت‌ها

در طی فعالیت‌ها باید بر موارد زیر نظارت اساسی صورت گیرد:

- شرایط نصب تیرهای چوبی (عمق خاکبرداری، با گوه نگه داشتن)،

- شرایط نصب تیرهای فلزی، در صورت وجود،
- کشیدگی هادی،
- ساخت نقاط زمین الکتریکی،
- مطابقت با مقررات معمول حرفه‌ای در ایجاد اتصالات سرویس،
- ایجاد اتصالات در هادی،
- انطباق با دستورالعمل‌های ایمنی.

۸-۳ تصدیق قبل از تشکیل کمیسیون (تأیید در محل)

نصب ریزشبکه باید قبل از تشکیل کمیسیون تأیید شود.

تأیید در محل شامل موارد زیر است:

- انطباق تجهیزات با مشخصات فنی تایید شده،
- ارتفاع هادی‌ها از زمین در حالت کمینه شکم در اسپن‌ها،
- شناسایی صحیح هادی‌های PEN و فاز،
- ساختار کابل‌کشی تابلو و سامانه،
- مقدار مقاومت نقطه زمین،
- بهره‌برداری از تجهیزات بی‌برق (برای مثال آزمون مکانیکی برای قطع کننده‌های مدار)،
- مقاومت عایقی تجهیزات ریزشبکه،
- تایید هر گونه تغییر انجام شده در مدت نظارت بر فعالیت‌ها.

باید هرگونه تغییر عمده در ریزشبکه توسط شخص صلاحیت‌دار انجام شده تا اطمینان حاصل شود با این استاندارد مطابقت می‌کند.

۸-۴ آزمون‌های بهره‌برداری

باید تأیید با اتمام آزمون‌های زیر تحت شرایط عادی بهره‌برداری صورت گیرد.

- بررسی بهره‌برداری از وسایل حفاظتی وقتی دستورالعمل آزمون مخصوصی دارند (آزمون‌های اتصال کوتاه توصیه نمی‌شوند)،
- بررسی افت ولتاژ در نقاط انتهایی ریزشبکه وقتی تحت بار است،
- بررسی عملکرد روشنایی عمومی، در صورت وجود.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مشخصات کابل‌ها

جدول الف-۱ – مثالی از مشخصات هادی‌های شبکه برای خطوط هوایی (هادی‌های بهم‌تابیده عایق بدون هادی خنثی نگهدارنده)

	۲×۱۶mm^۲	۲×۱۶mm^۲ + ۲×۱٫۵mm^۲	۲×۲۵mm^۲	۲×۲۵mm^۲ + ۲×۱٫۵mm^۲	۴×۱۶mm^۲	۴×۲۵mm^۲	۴×۱۶mm^۲ + ۲×۱٫۵mm^۲	۴×۲۵mm^۲ + ۲×۱٫۵mm^۲
نوع هادی کابل	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم	آلومینیوم
نوع مغزی PE		مس لخت		مس لخت			مس لخت	مس لخت
شکل کابل	گرد	گرد	گرد	گرد	گرد	گرد	گرد	گرد
شکل PE		گرد		گرد			گرد	گرد
انعطاف‌پذیری کابل	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲
انعطاف‌پذیری PE		جامد کلاس ۱		جامد کلاس ۱			جامد کلاس ۱	جامد کلاس ۱
عایق	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه	CRP سیاه
گستره دمای محیط	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC	+۷۰ ºC -۶۰ ºC
کمینه دمای نصب	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC	-۲۰ ºC
قطر هادی (mm)	۴٫۶	۴٫۶	۵٫۹	۵٫۹	۴٫۶	۵٫۹	۴٫۶	۵٫۹
قطر عایق (mm)	۷٫۹	۷٫۹	۹٫۶	۹٫۶	۷٫۹	۹٫۶	۷٫۹	۹٫۶
قطر بهم‌تابیده شده (mm)	۱۶٫۸	۱۷٫۰	۱۹٫۲	۲۱٫۰	۱۹٫۱	۲۳٫۲	۲۴٫۰	۳۰٫۰
جرم (kg/km)	۱۴۰	۱۸۵	۲۱۰	۲۶۰	۲۸۰	۴۲۰	۳۲۵	۴۷۰
حداقل استقامت کششی هادی (daN)	۱۹۰	۱۹۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۹۰	۳۰۰	۱۹۰	۳۰۰
بیشینه مقاومت خطی در دمای ۲۰ºC (Ω/km)	۱٫۹۱	۱٫۹۱	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۹۱	۱٫۲۰	۱٫۹۱	۱٫۲۰
حالت جریان ثابت (A)	۹۳	۹۳	۱۲۲	۱۲۲	۸۳	۱۱۱	۸۳	۱۱۱
افت ولتاژ در ضریب توان ۰٫۸ (V/A/km)	۳٫۹۸	۳٫۹۸	۲٫۵۴	۲٫۵۴	۳٫۴۴	۲٫۲۰	۳٫۴۴	۲٫۲۰

ادامه جدول الف-۱ – مثالی از مشخصات هادی‌های شبکه برای خطوط هوایی (هادی‌های بهم‌تابیده عایق شده بدون هادی خنثی نگهدارنده)

	$۲\times۱۶mm^۲$	$۲\times۱۶mm^۲$ + $۲\times۱/۵mm^۲$	$۲\times۲۵mm^۲$	$۲\times۲۵mm^۲$ + $۲\times۱/۵mm^۲$	$۴\times۱۶mm^۲$	$۴\times۱۶mm^۲$ + $۲\times۱/۵mm^۲$	$۴\times۲۵mm^۲$	$۴\times۲۵mm^۲$ + $۲\times۱/۵mm^۲$
مقاومت در برابر تابش خورشید	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی
مقاومت در برابر ضربه مکانیکی	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)	کم (۰/۲۲۵ j)
کمینه شعاع خمش	۶D	۶D	۶D	۶D	۶D	۶D	۶D	۶D
مقاومت در برابر آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب	امکان استفاده در گودال‌های کوچک آب
مقاومت در برابر آتش	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده	رتبه بندی نشده
مقاومت در برابر مواد شیمیایی	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب

راهنما

D: قطر

CRP: Chemically Reticulated Polyethylene

پیوست ب
(آگاهی‌دهنده)
حداکثر طول مدار

حداکثر طول کابل‌ها بعنوان تابعی از توان حقیقی برای افت ولتاژ و سطح مقطع‌های مختلف ارائه می‌شوند.
دو حالت زیر در نظر گرفته می‌شوند:

- بارها به طور یکنواخت توزیع شده‌اند (روی نمودارها با "پخش شده" نشانه‌گذاری شده است)
- بارها در انتهای کابل قرار داده شده‌اند (روی نمودارها با "انتهایی" نشانه‌گذاری شده است)

راهنمایی برای شکل‌های زیر:

Phases: تعداد فازها

Distribution: محل قرارگیری بار

End: بار در انتهای کابل قرار گرفته

Outspread: بار به طور یکنواخت توزیع شده

Phases : 1

Distribution : end

Cable 16 mm² Al

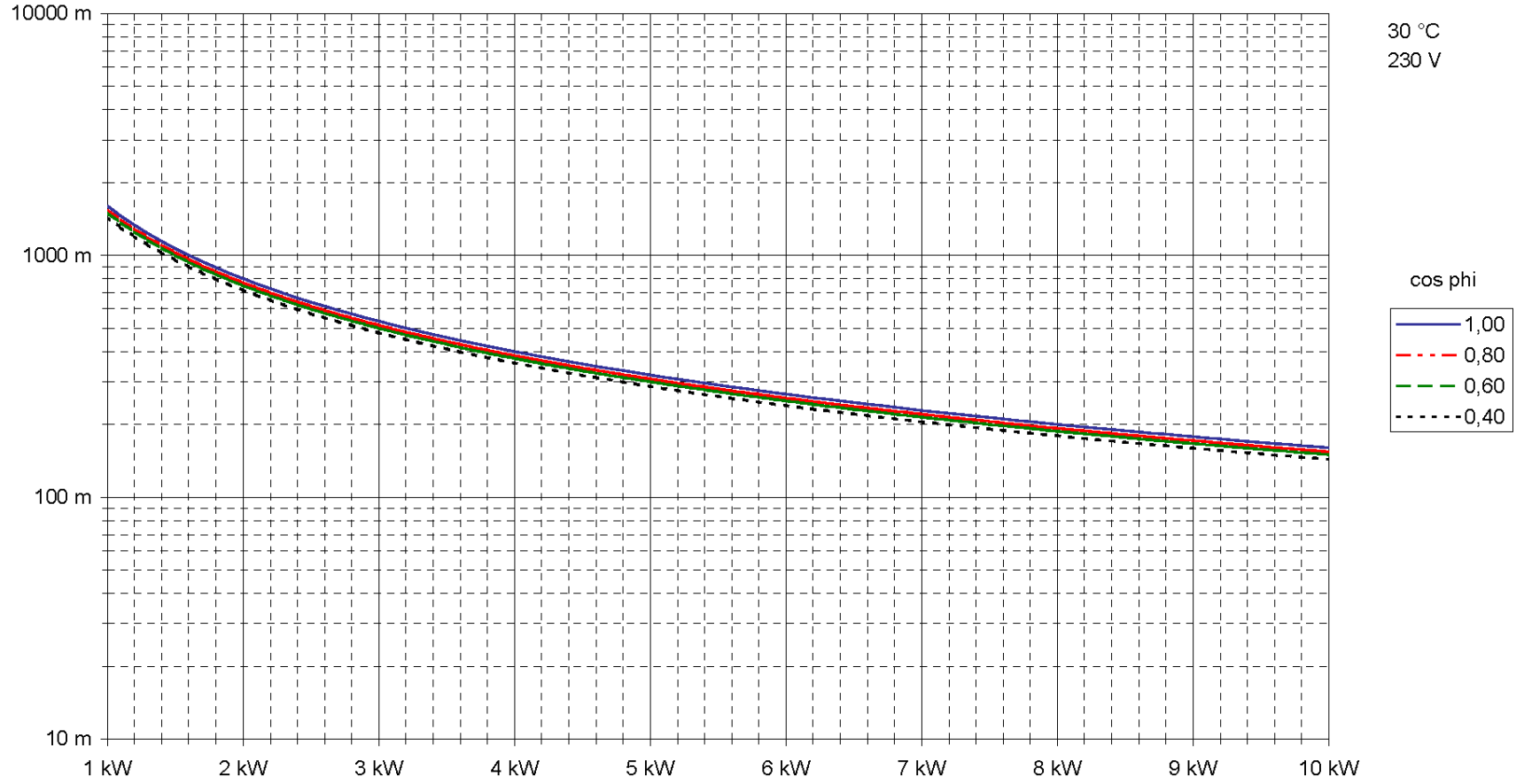
ΔU/U : 6,0%

Phases : 1

Distribution : outspread

Cable 16 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

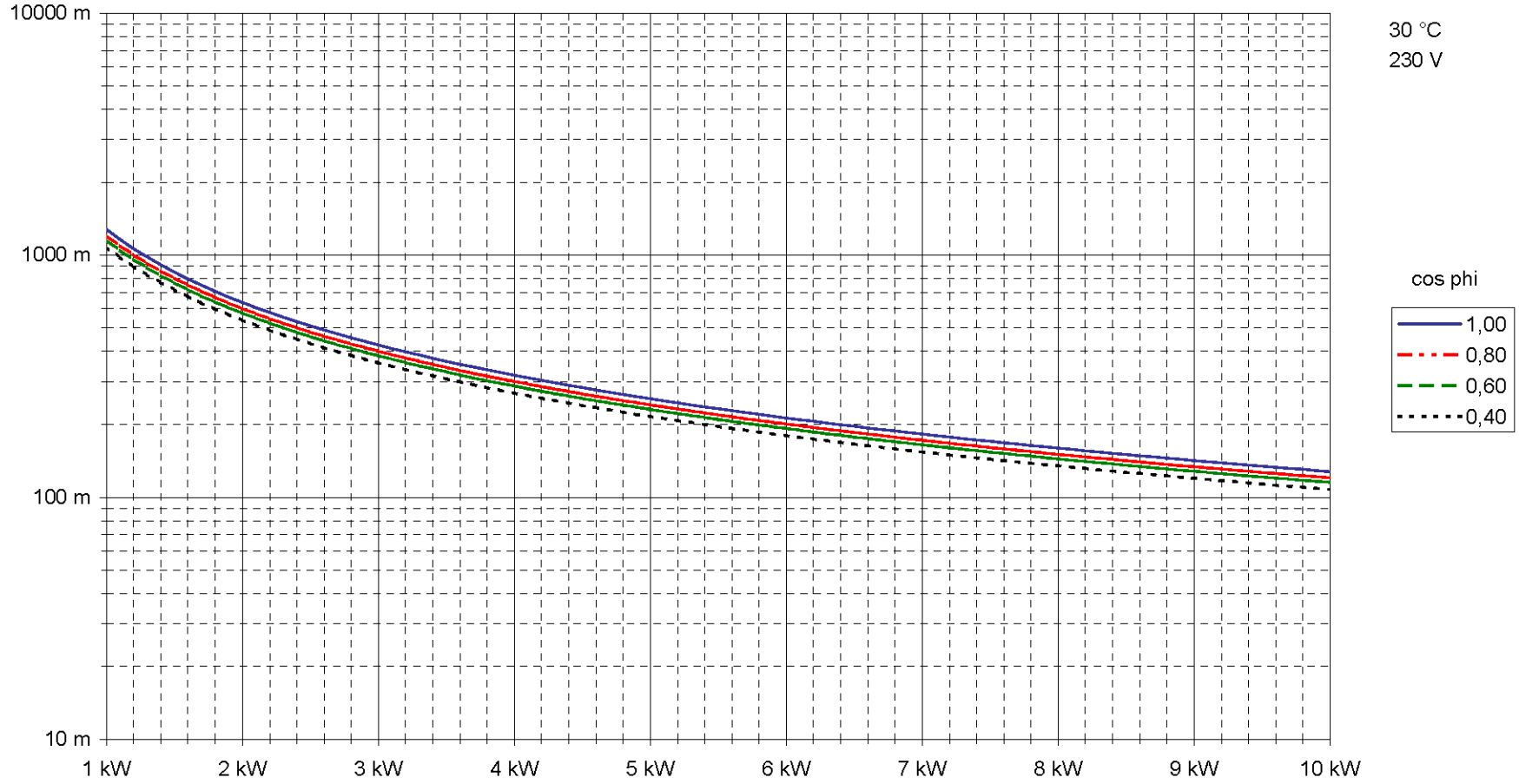


Phases : 1

Distribution : end

Cable 25 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

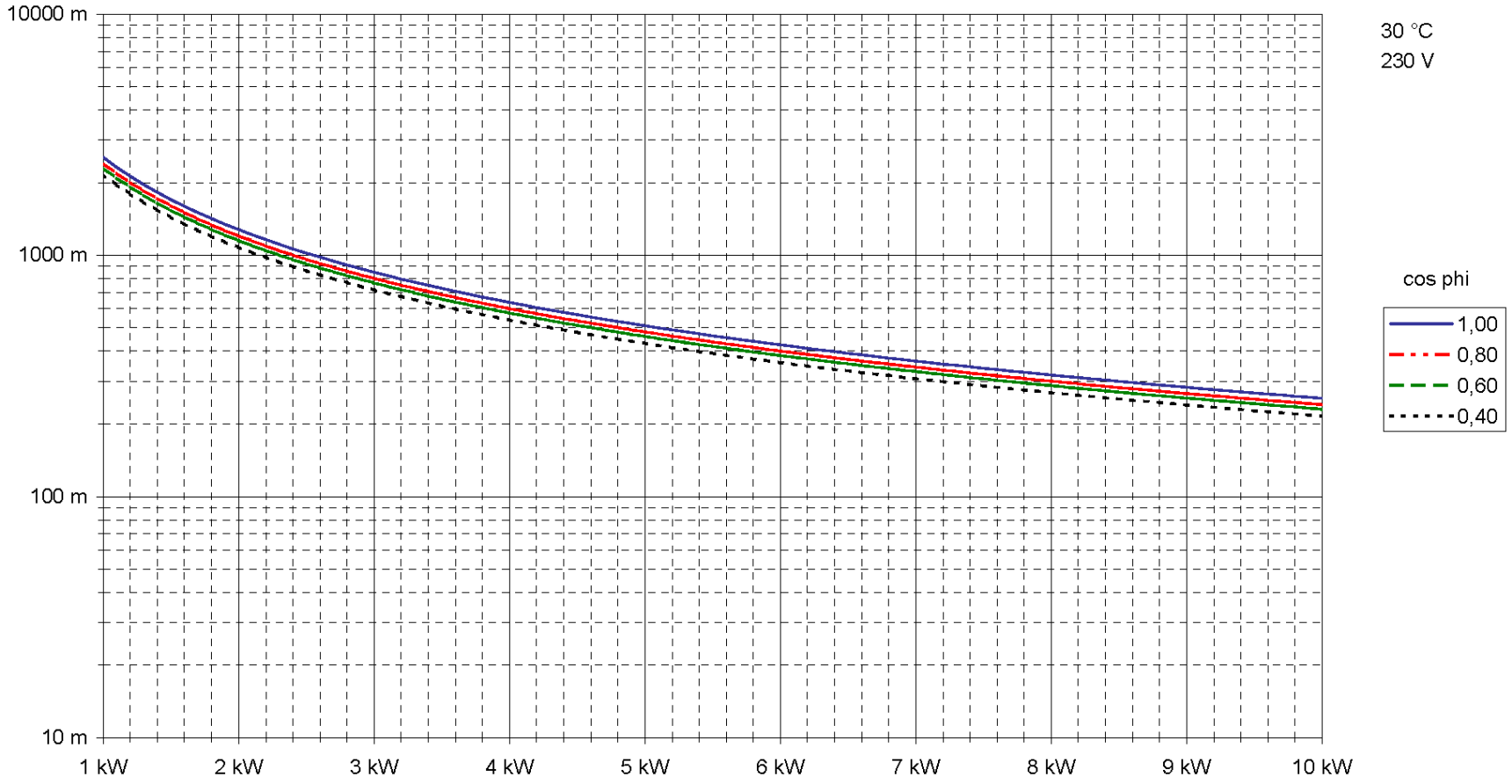


Phases : 1

Distribution : outspread

Cable 25 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

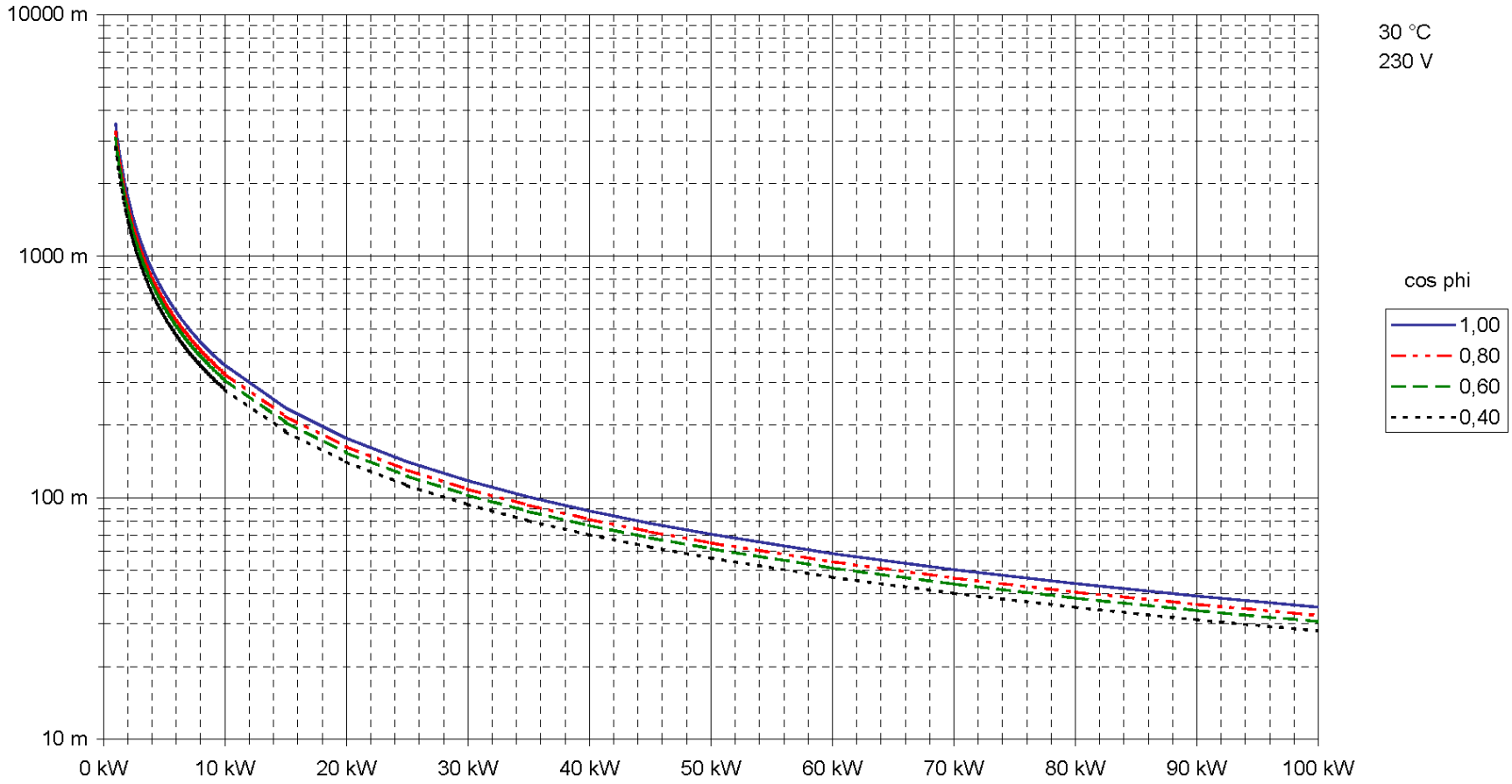


Phases : 3

Distribution : end

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

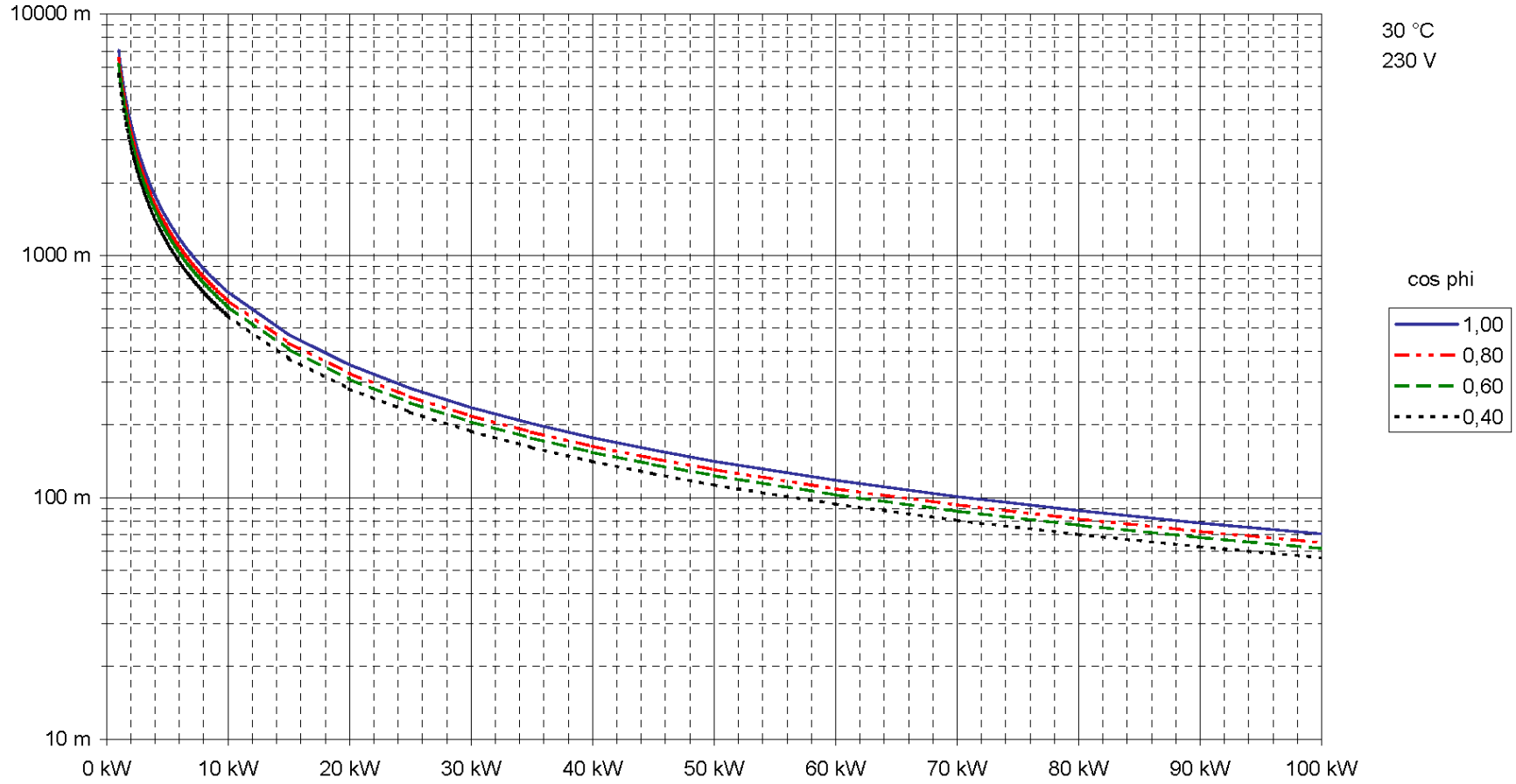


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

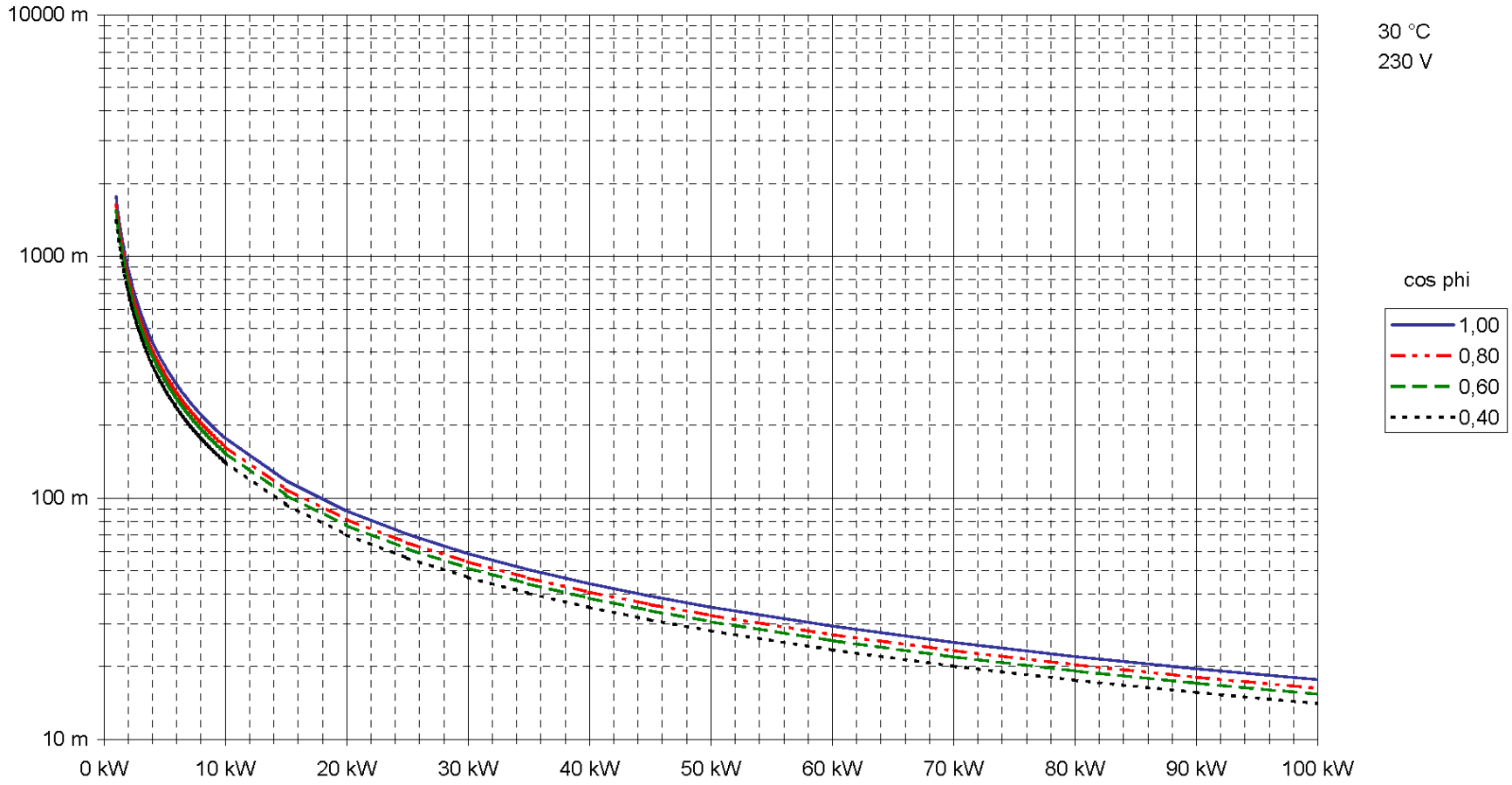


Phases : 3

Distribution : end

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 3,0%

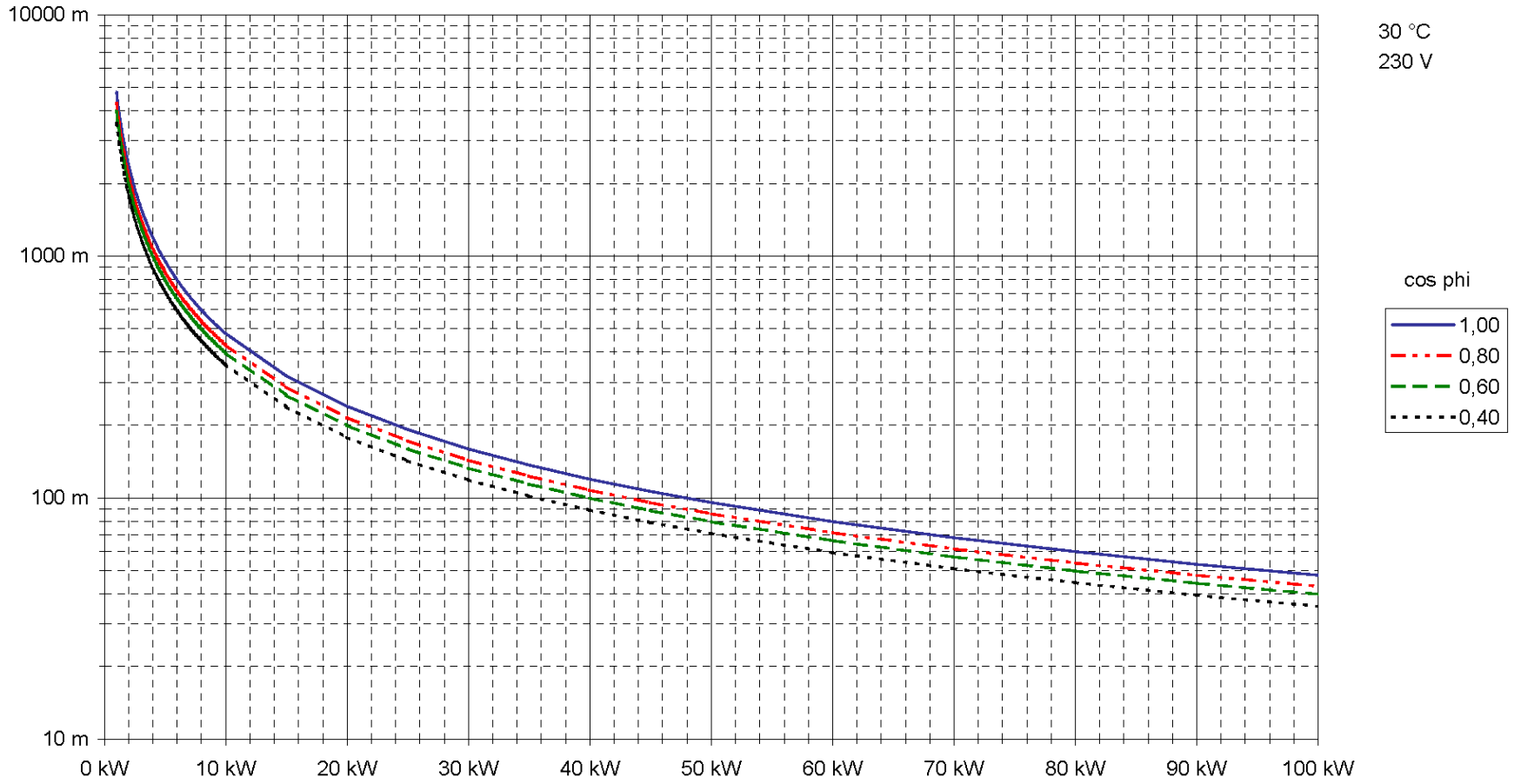


Phases : 3

Distribution : end

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

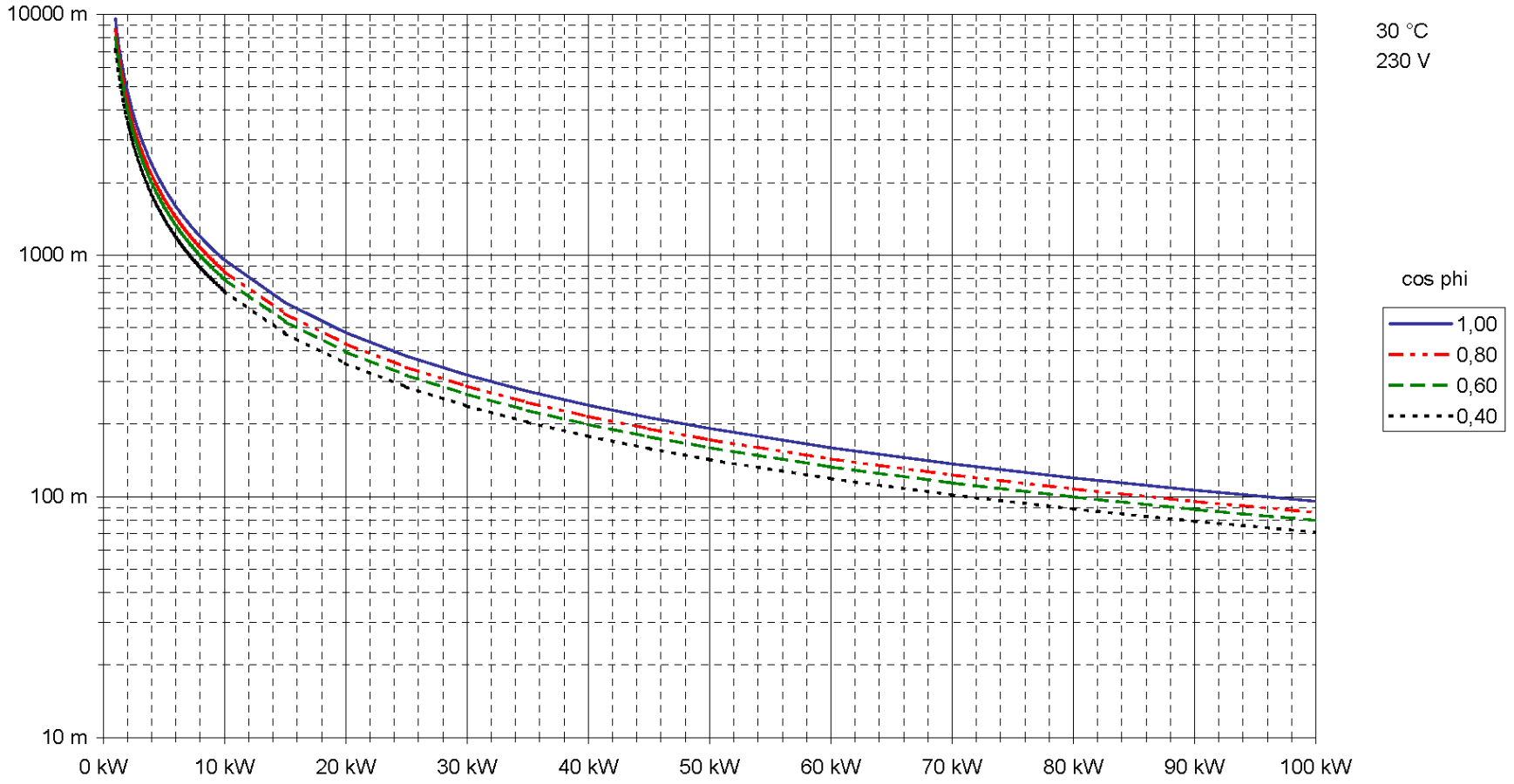


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

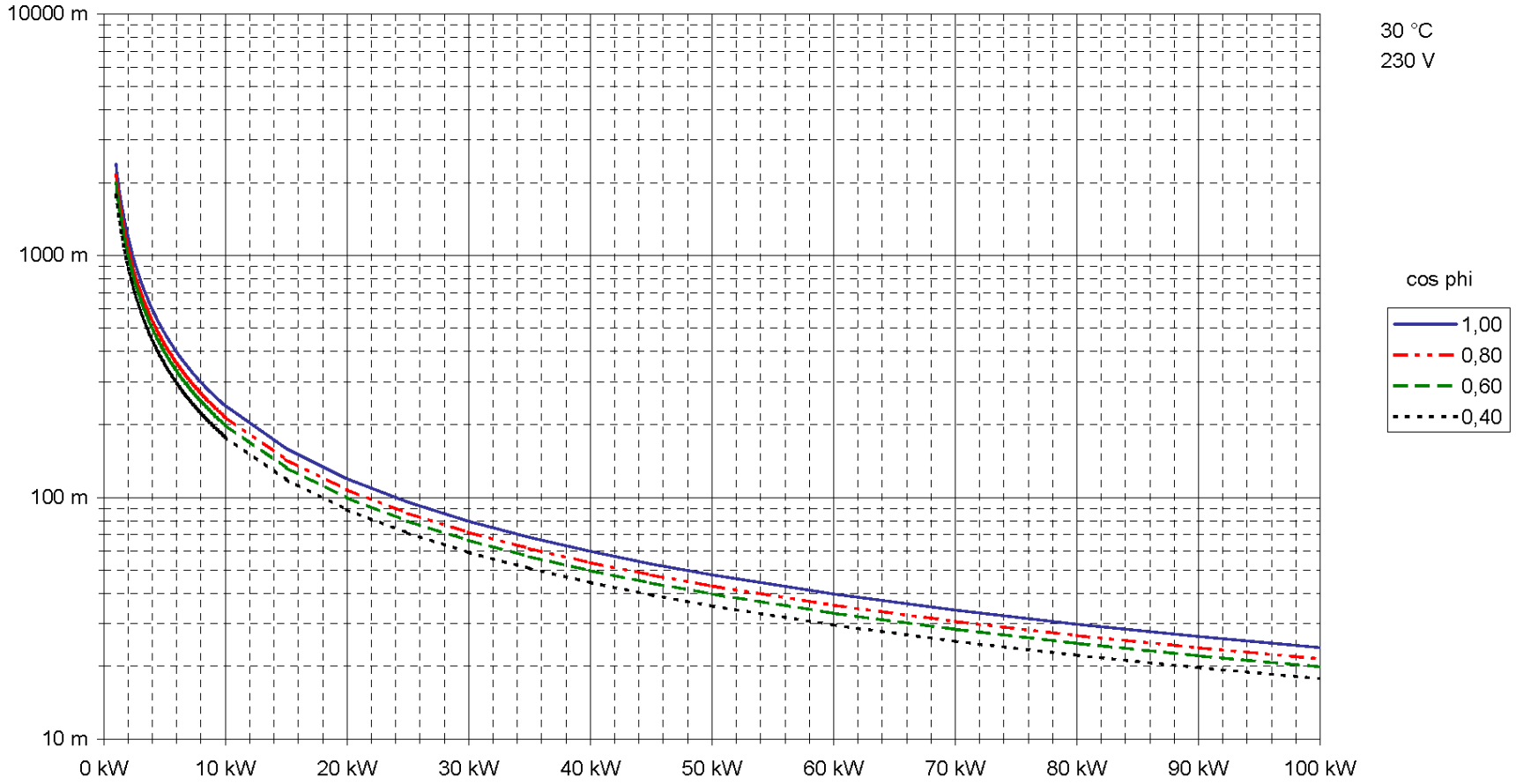


Phases : 3

Distribution : end

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 3,0%

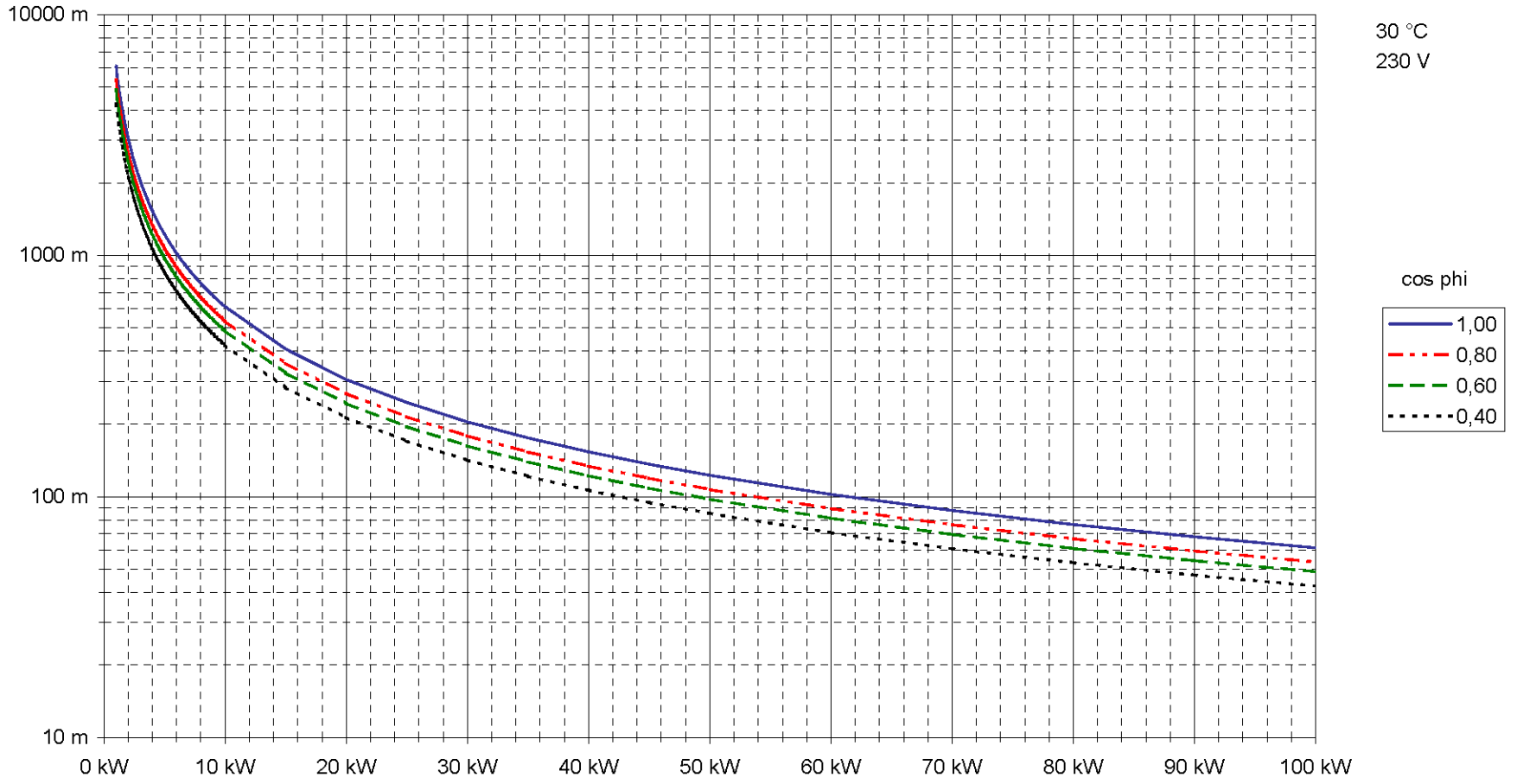


Phases : 3

Distribution : end

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

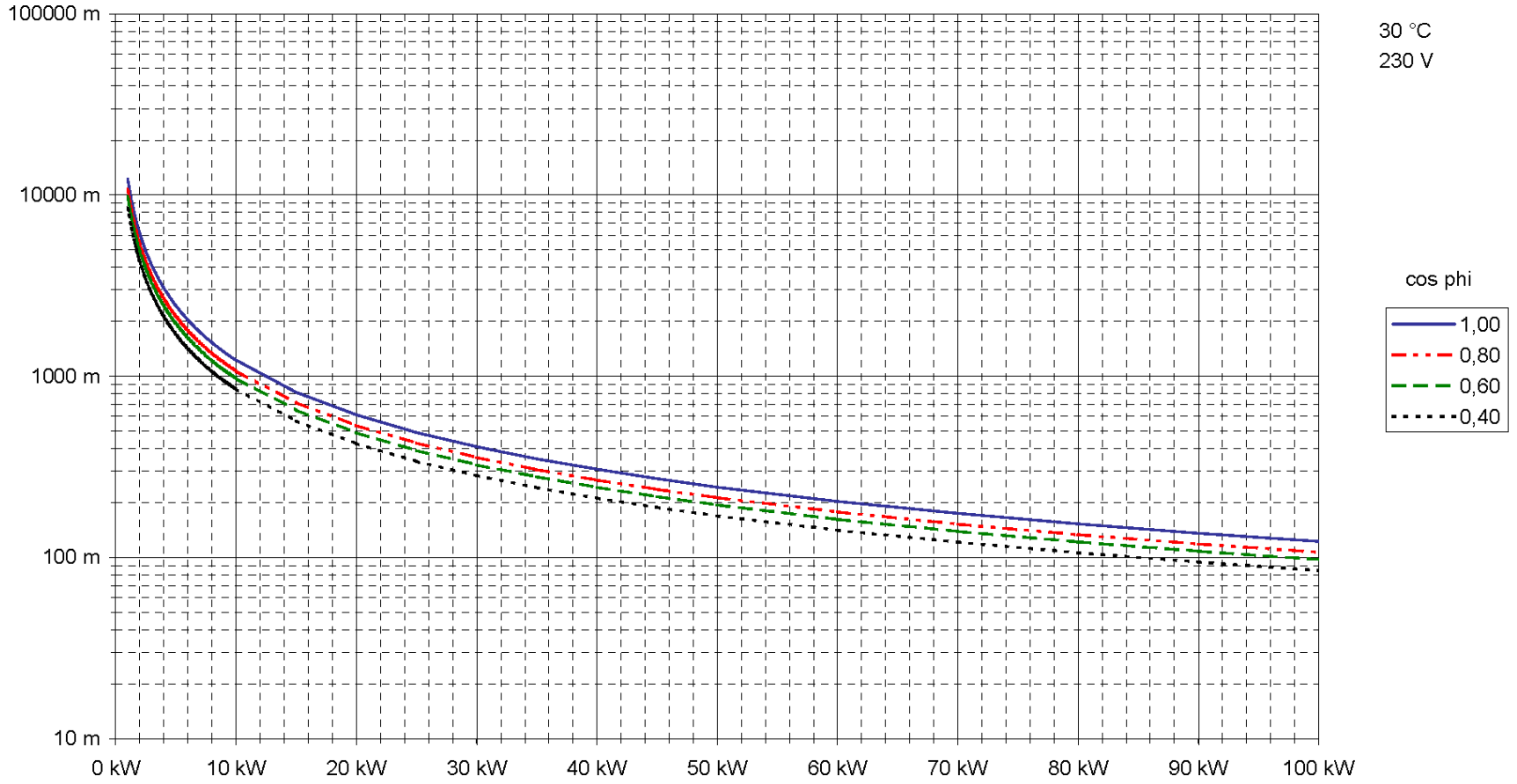


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

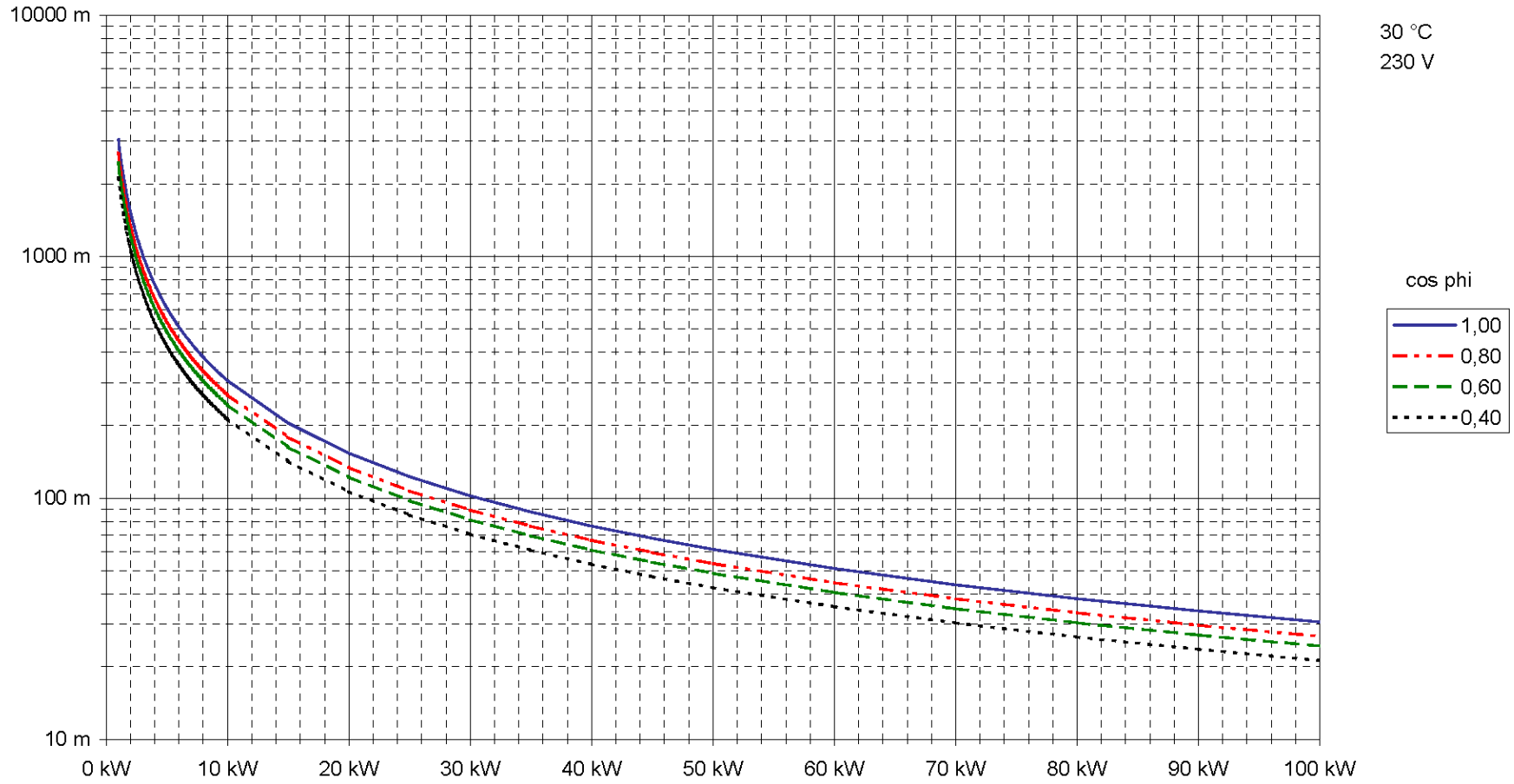


Phases : 3

Distribution : end

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 3,0%



Phases : 1

Distribution : end

Cable 16 mm² Al

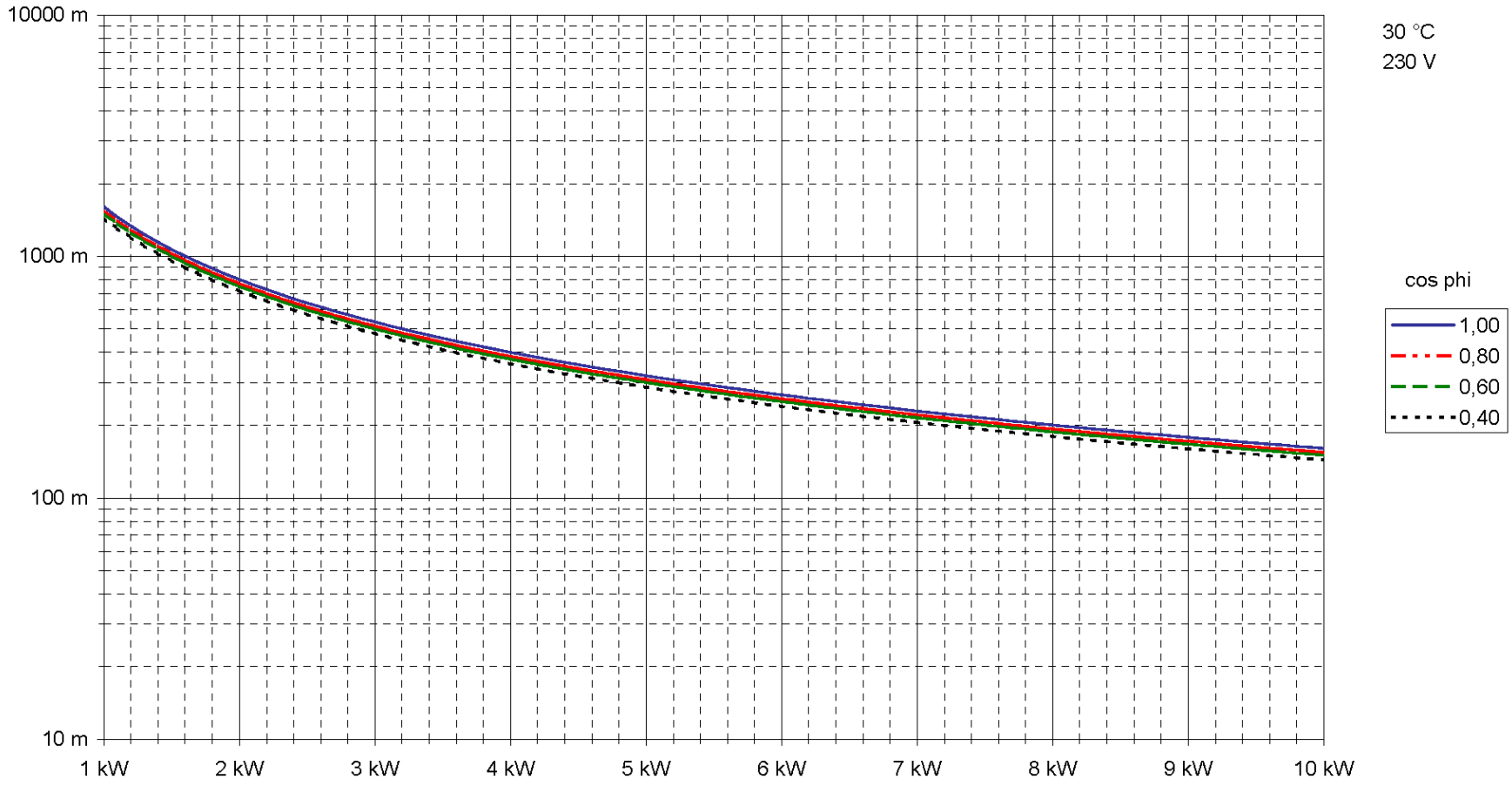
ΔU/U : 6,0%

Phases : 1

Distribution : outspread

Cable 16 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

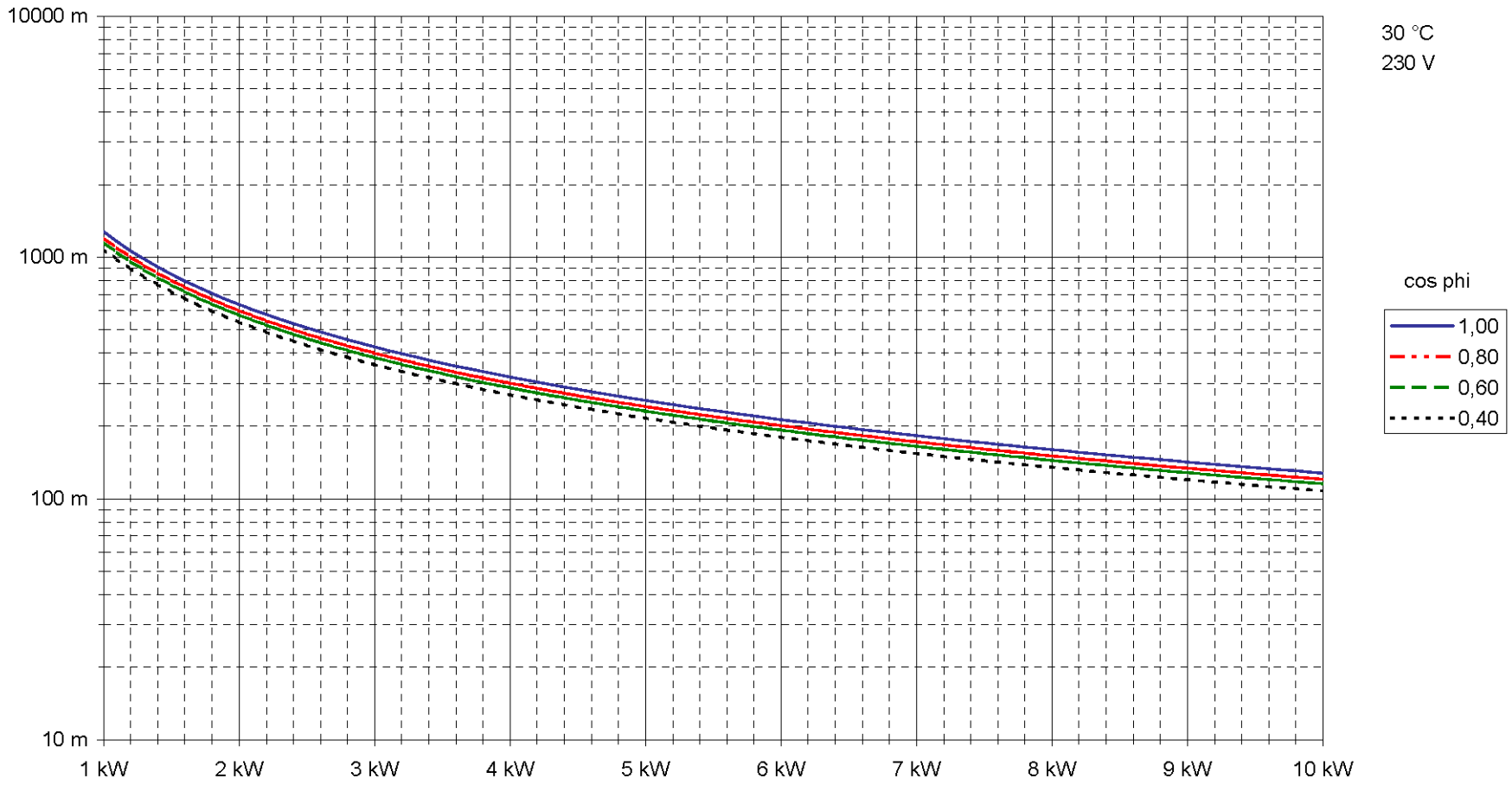


Phases : 1

Distribution : end

Cable 25 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

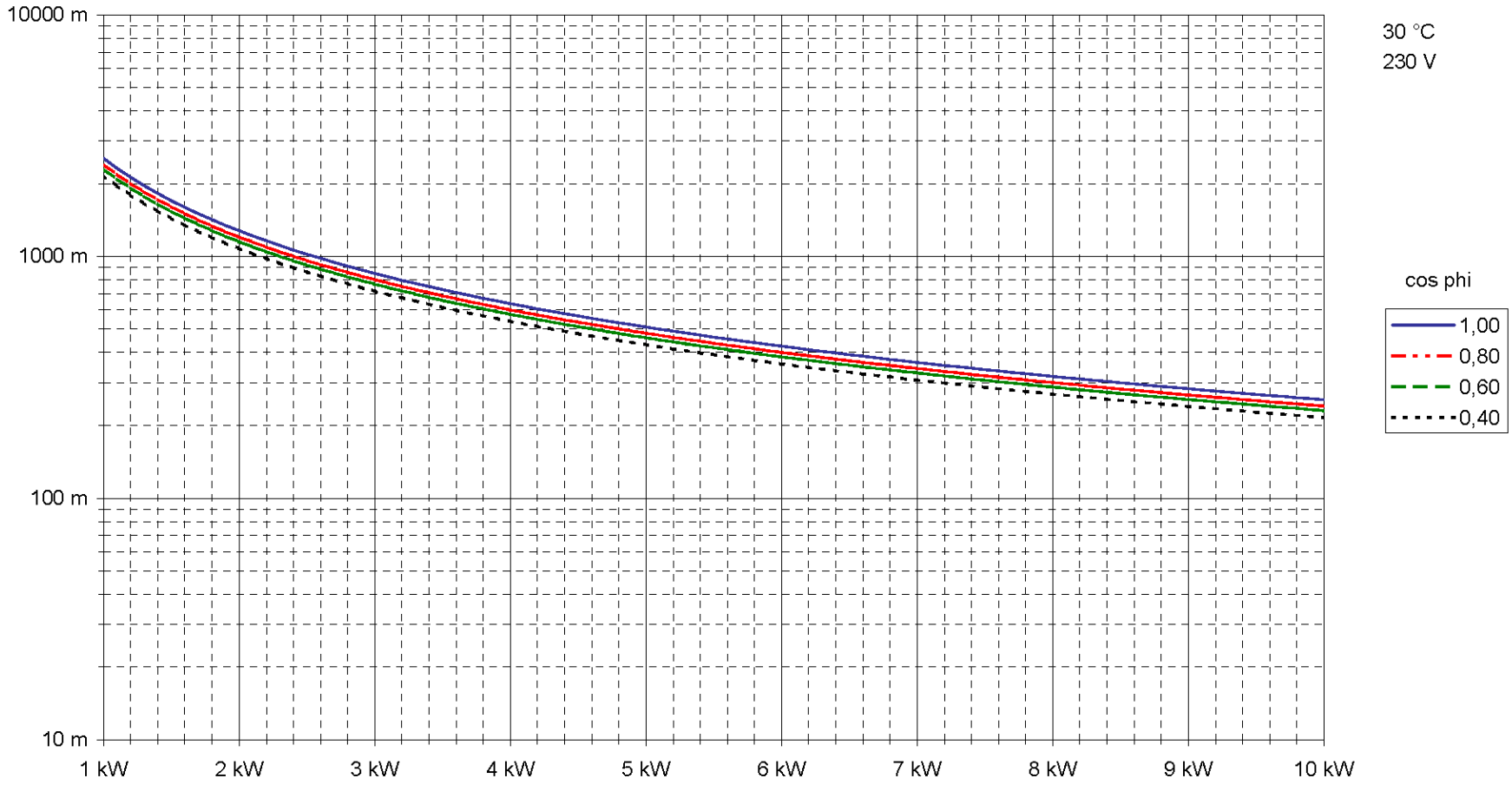


Phases : 1

Distribution : outspread

Cable 25 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

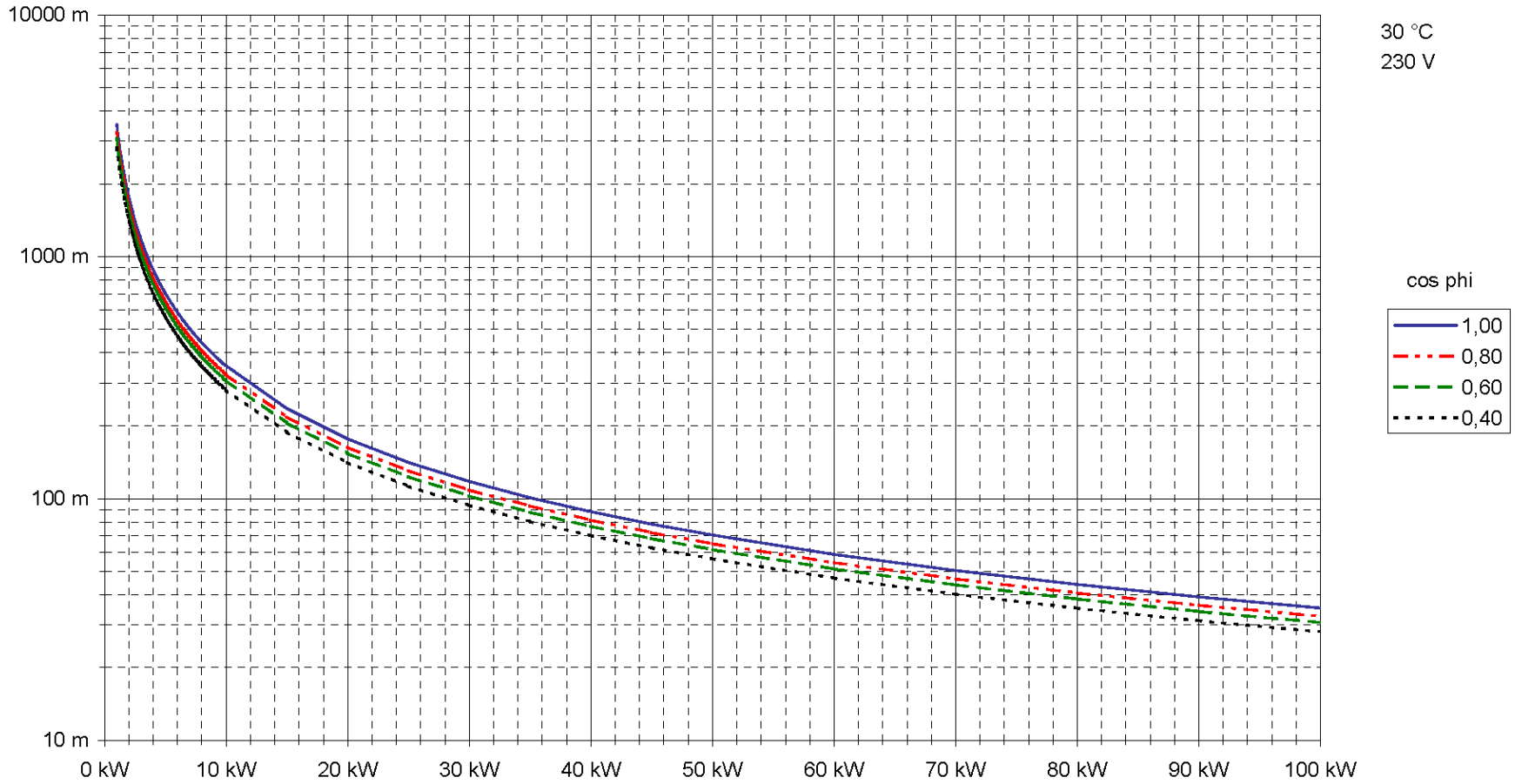


Phases : 3

Distribution : end

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

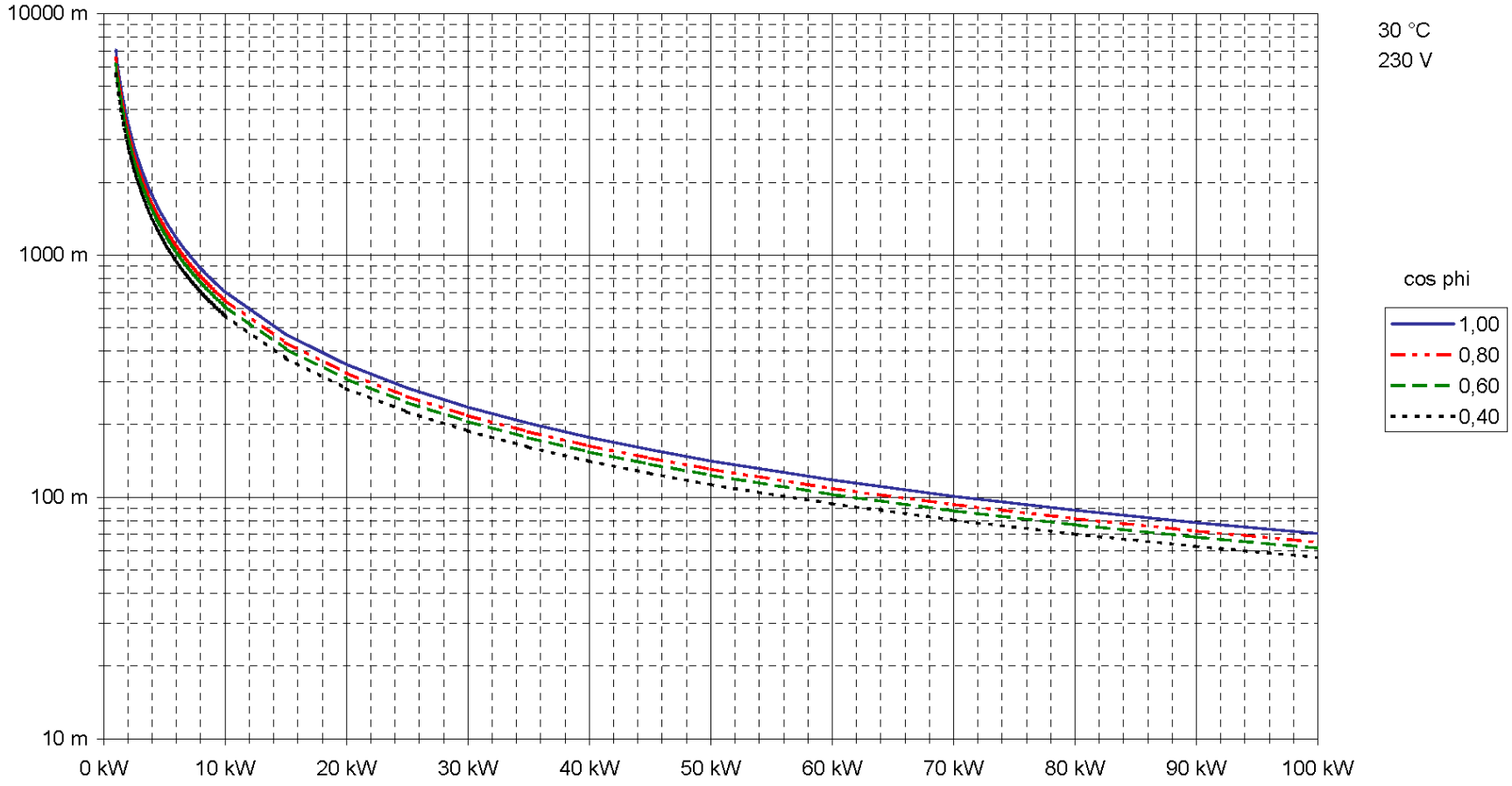


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

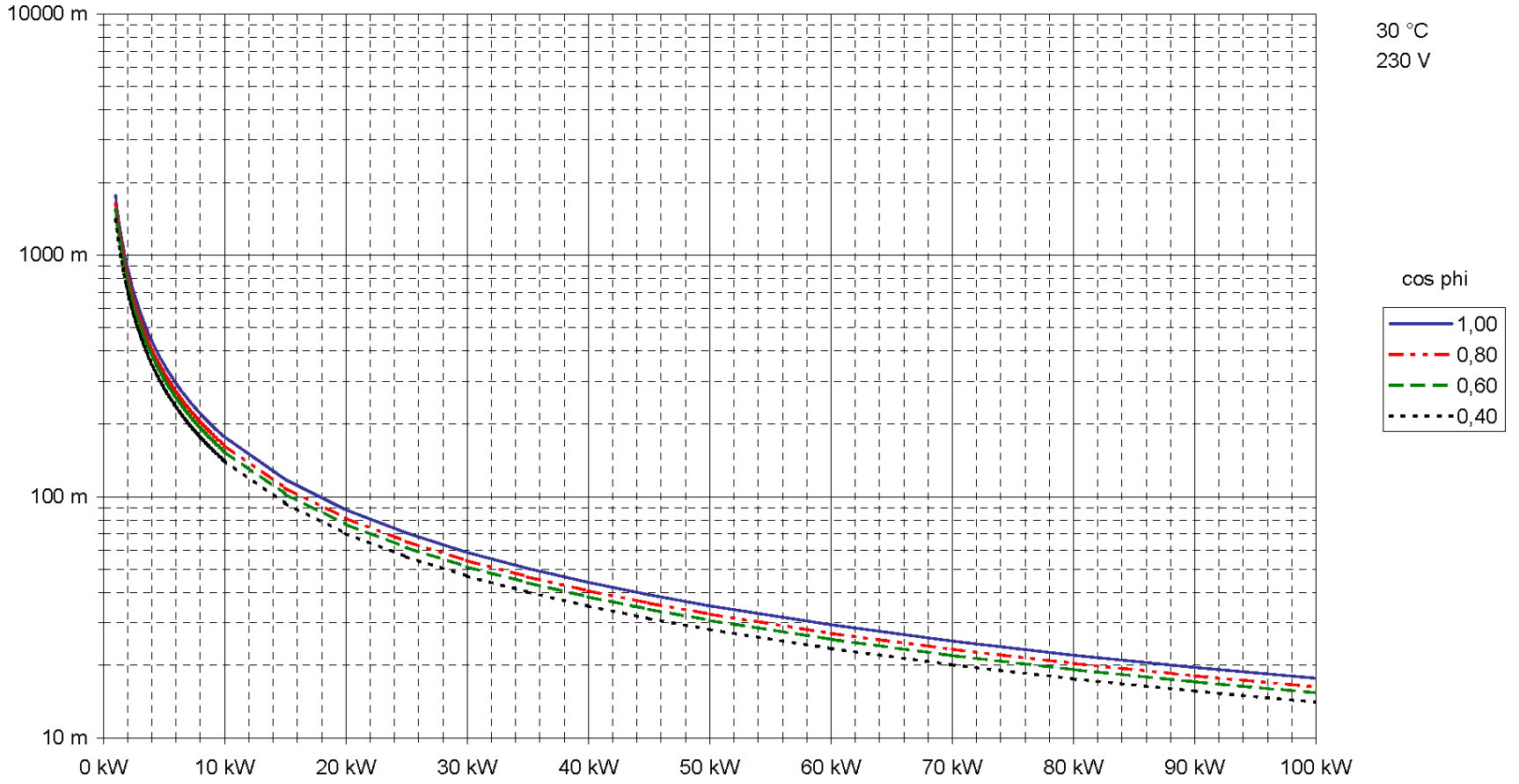


Phases : 3

Distribution : end

Cable 35 mm² Al

ΔU/U : 3,0%

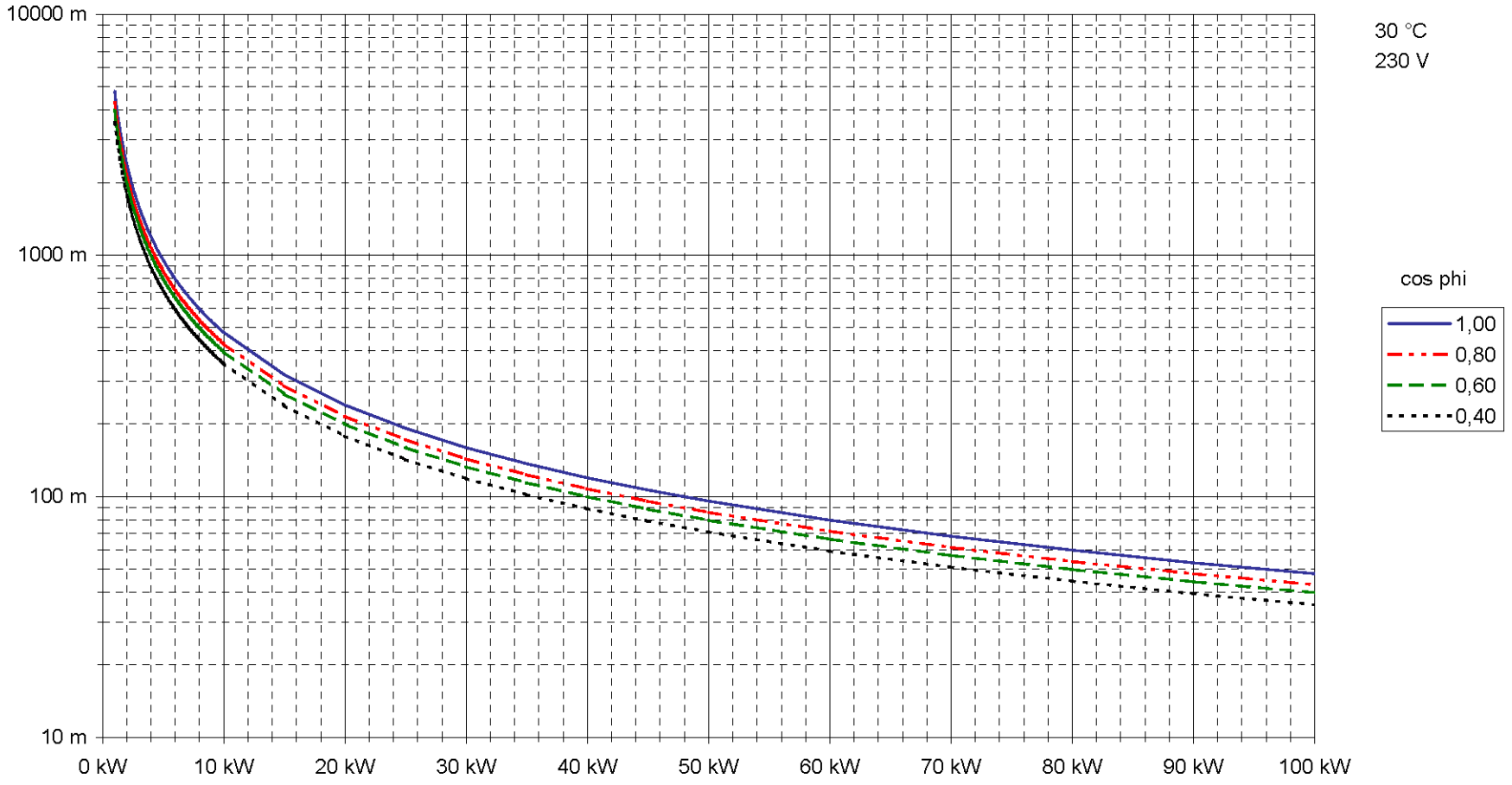


Phases : 3

Distribution : end

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

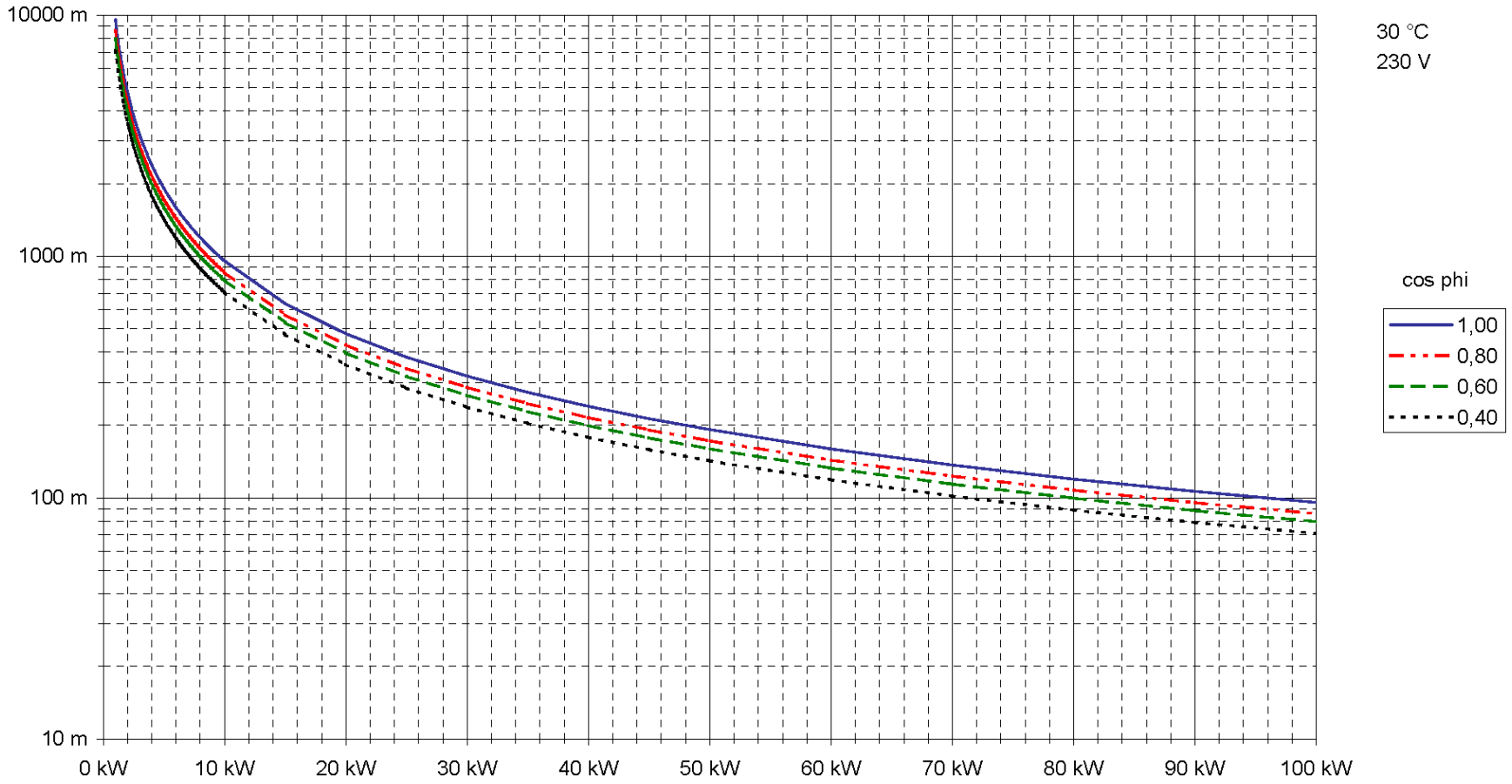


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

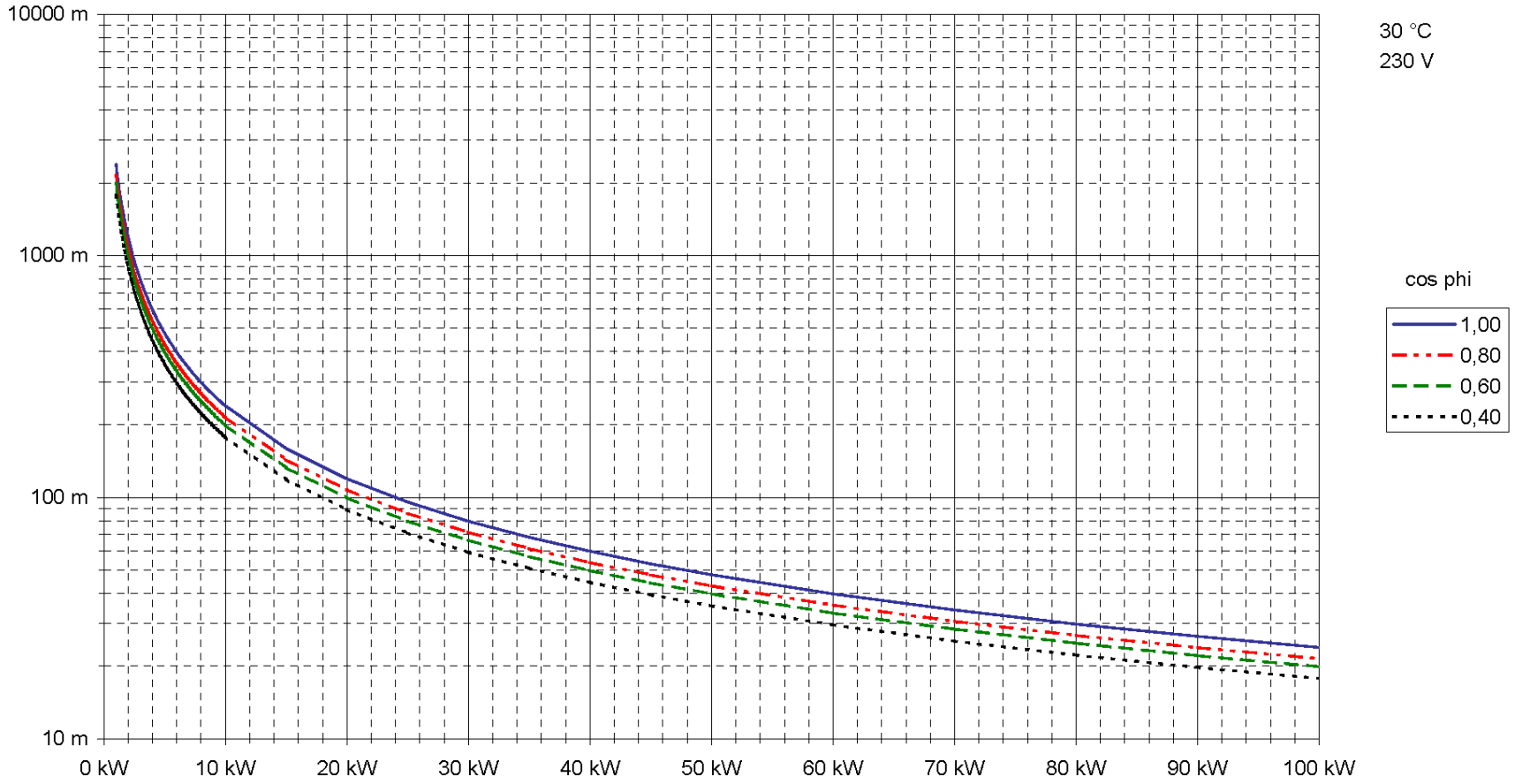


Phases : 3

Distribution : end

Cable 50 mm² Al

ΔU/U : 3,0%

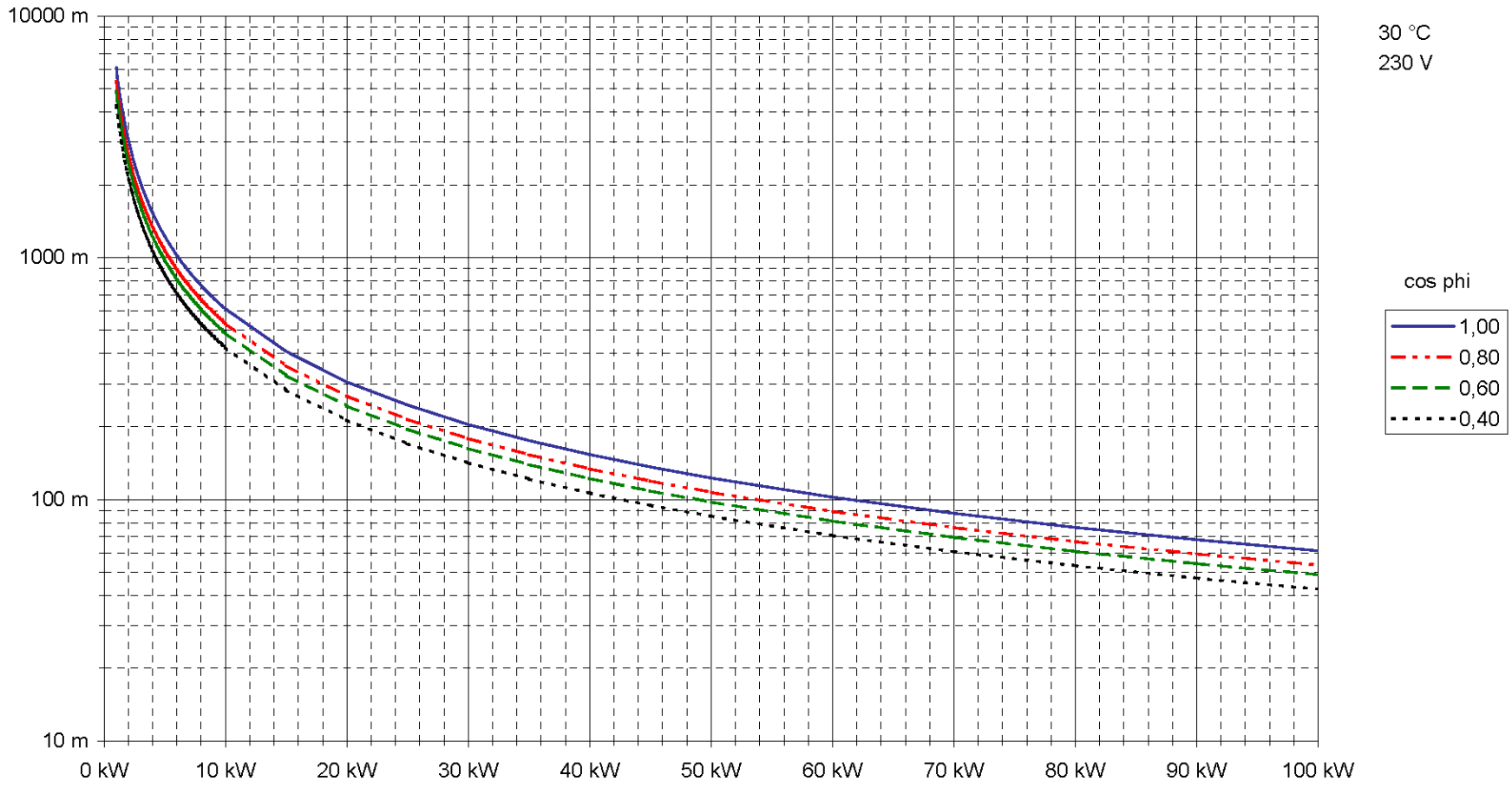


Phases : 3

Distribution : end

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 6,0%

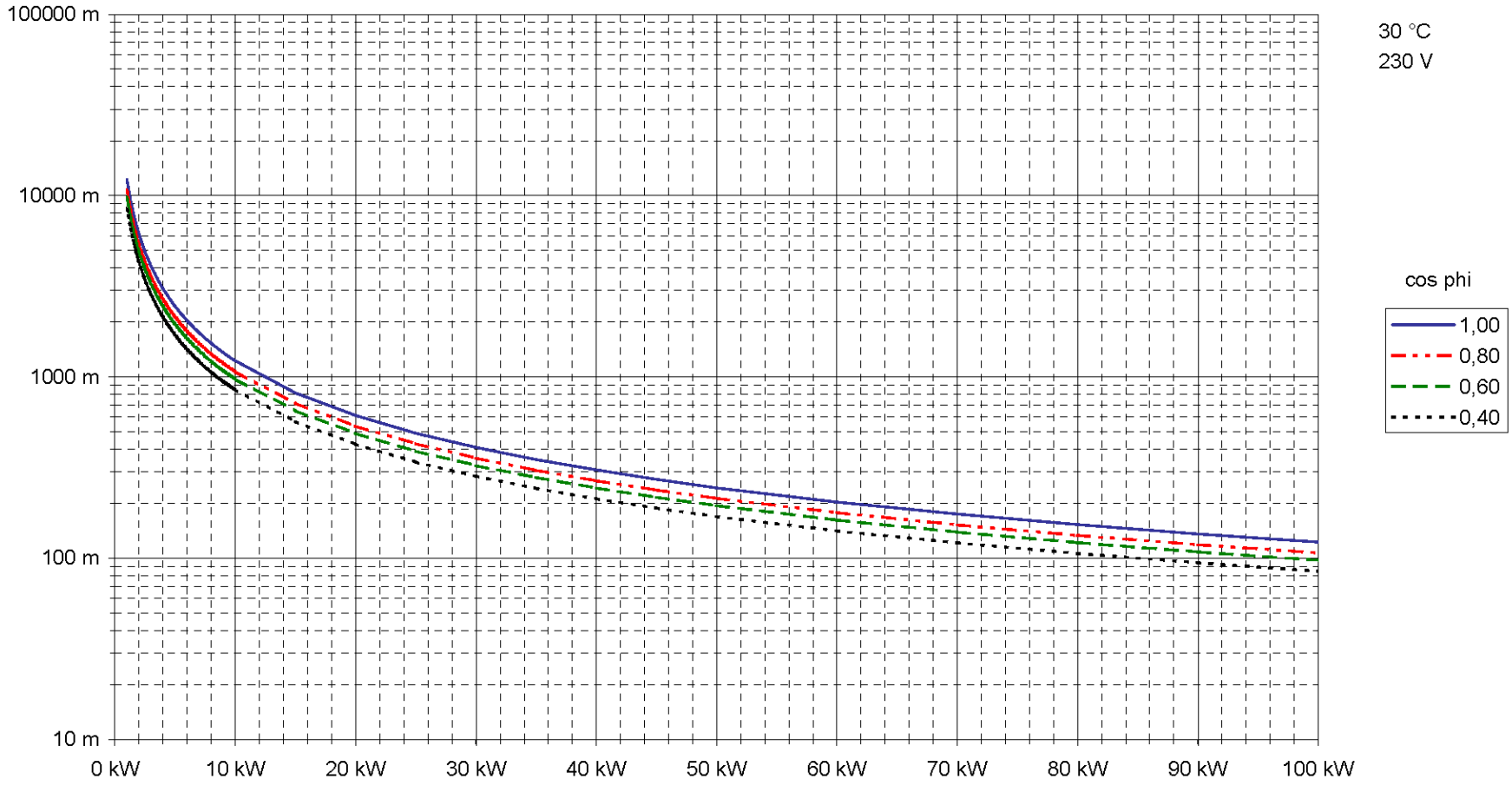


Phases : 3

Distribution : outspread

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 6,0%



Phases : 3

Distribution : end

Cable 70 mm² Al

ΔU/U : 3,0%