شرکت توانیر
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر مهندسی و راهبری شبکه

پروژه فلسفه طراحی شبکه‌های توزیع

مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای

کد سند: TAV/

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران(توانیر)

پروژه فلسفه طراحی شبکه‌های توزیع

دریافت کنندگان سند:

- ✓معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر
- ✓شرکت‌های توزیع نیروی برق ایران

کد سند	تاریخ تهیه	تاریخ بازنگری	شماره آخرین بازنگری
TAV-	۱۴۰۲/۰۱/۲۸	۱۴۰۲/۰۵/۱۰	۰۱

تهیه کننده	تائید کننده	تصویب کننده
کمیته تخصصی طراحی شبکه‌های توزیع	مدیرکل دفتر مهندسی و راهبری شبکه – مسعود صادقی خمامی	معاون هماهنگی توزیع حمیدرضا پیرپیران
امضاء:	امضاء:	امضاء:

اعضای کارگروه تهیه‌کننده دستورالعمل فلسفه طراحی شبکه‌های توزیع به ترتیب حروف الفبا

نام و نام خانوادگی	سمت و سازمان متبوع	تحصیلات	تصویر
رضا انامقی	قائم مقام شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان غربی	کارشناسی مهندسی برق قدرت دانشگاه شهید چمران اهواز - کارشناسی ارشد مدیریت پروژه (وزارت نیرو)	
محمدرضا بهمنش‌فر	رییس گروه بهبود پایایی شبکه شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان	کارشناسی ارشد مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه آزاد خمینی‌شهر	
مهدی تدین	شرکت قدس نیرو	دکتری مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه اصفهان	
ابوالقاسم حیدری	رییس اداره مهندسی و کنترل پروژه امور برخوار - شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان	کارشناسی ارشد مهندسی برق دانشگاه صنعتی شیراز	

نام و نام خانوادگی	سمت و سازمان متبوع	تحصیلات	تصویر
مسعود رحمانی	رییس گروه کنترل، طراحی و نظارت، شرکت توزیع نیروی برق تبریز	کارشناسی ارشد مهندسی برق مدیریت انرژی الکتریکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	
امین سعادت	شرکت قدس نیرو	دکتری مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه اصفهان	
محمد ساسانی	معاونت مهندسی شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان	کارشناسی مهندسی برق دانشگاه شهید عباسپور	
حسین شیروانی	رییس گروه طراحی شبکه‌های توزیع برق شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان	کارشناسی ارشد مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات	

نام و نام خانوادگی	سمت و سازمان متبوع	تحصیلات	تصویر
مهیار قلی‌زاده	معاون مدیر کل مهندسی شبکه شرکت توانیر	دکتری مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه صنعتی شریف	
محی‌الدین گنجیان	کارشناس دفتر مهندسی و نظارت شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران	دکتری مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	
مهرداد مستقیمی	شرکت قدس نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه صنعتی شریف	
حسین منصوری	کارشناس طراحی شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	کارشناسی ارشد مهندسی برق سیستم‌های قدرت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات	

پیشگفتار

هدف اصلی از تدوین فلسفه طراحی، ارائه قیود الزامی، اصول و چارچوبی برای طراحی شبکه توزیع برق با هدف تأمین برق مطمئن و پایدار برای مشترکین است. با توجه به تنوع شرایط جغرافیایی و آب و هوایی در مناطق مختلف کشور و همچنین تنوع رفتار مشترکین و شرایط فعلی شبکه در نقاط مختلف، تعیین قیود، الزامات، اصول و چارچوب‌های مورد نیاز، بسیار گسترده و متنوع خواهد بود.

این سند، خروجی مطالعات کتابخانه‌ای می‌باشد که در قالب مرحله اول پروژه فلسفه طراحی انجام شده است. هدف از این مرحله، بررسی تجارب داخلی و خارجی نظیر Grid Codeهای کشورهای مختلف می‌باشد. انجام این مرحله از مطالعات باعث آشنایی با نمونه کارهای مشابه مخصوصا در کشورهای پیشرفته می‌گردد تا دید مناسبی نسبت به طراحی شبکه‌های توزیع به دست آید.

در این مرحله سعی شده است که با یافتن مراجع مهم و با اهداف مشترک با پروژه فلسفه طراحی، رویکرد سایر کشورها و ایده‌های مطرح شده و به کار گرفته شده در آن‌ها بررسی شود. همچنین، سعی شده است که مزایا و معایب اسناد مختل در طول متن گزارش ذکر گردد تا در ادامه‌ی پروژه از مزایای اسناد قبلی استفاده شود و رفع معایب آن‌ها نیز مدنظر قرار گیرد. ورود به جزئیات استانداردها و دستورالعمل‌های مصوب توسط سازمان‌های استاندارد و همچنین شرکت‌های مختلف و کشورهای گوناگون در این مرحله مد نظر نیست و در مراحل بعدی پروژه به فراخور نیاز این جزئیات بررسی خواهد شد.

فهرست مطالب

عنوان..... صفحه

۱- مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای..... ۱
۱-۱- مقدمه..... ۱
۱-۲- مروری خلاصه بر تجارب برخی از کشورها..... ۲
۱-۲-۱- مرور استاندارد NESC..... ۲
۱-۲-۱-۱- فصل‌بندی کلی NESC..... ۳
۱-۲-۱-۲- مقایسه اهداف سند فلسفه طراحی و NESC..... ۵
۱-۲-۱-۳- جمع‌بندی کلی و مقایسه اهداف سند فلسفه طراحی و اهداف NESC..... ۹
۱-۲-۲- استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند..... ۱۱
۱-۲-۲-۱- اجزای اصلی مورد بررسی در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند..... ۱۱
۱-۲-۲-۲- انتخاب تجهیزات در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند..... ۱۲
۱-۲-۲-۳- برخی از مهمترین استانداردهای مورد اشاره در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند... ۱۴
۱-۲-۲-۴- چارت کلی استاندارد طراحی شبکه استرالیا و نیوزیلند..... ۱۵
۱-۲-۳- استاندارد Ausgrid..... ۱۹
۱-۲-۳-۱- استاندارد طراحی شبکه هوایی Ausgrid [۵]..... ۲۰
۱-۲-۳-۲- تجهیزات مورد بررسی در بخش الزامات طراحی..... ۲۲
۱-۲-۳-۳- مشترکات استاندارد Ausgrid و سند فلسفه طراحی شبکه برق ایران..... ۲۲
۱-۲-۴- استاندارد اتصال به شبکه در آلمان..... ۲۹
۱-۲-۵- مروری بر استاندارد کانادا-CAN CSA [۷]..... ۲۹
۱-۲-۶- مروری بر تجربیات سایر کشورها..... ۳۴
۱-۲-۷- استانداردهای کاربردی در تهیه سند فلسفه طراحی..... ۳۷
۱-۳- مروری بر تجارب داخلی مرتبط..... ۴۰

۲- مراجع..... ۴۲

فهرست شکل‌ها

عنوان ..... صفحه

شکل (۱- ۱) نمونه قیود مشخص شده برای استفاده از مهار[۲] ۶
شکل (۱- ۲) پهنه بندی شرایط سبک، سنگین و فوق سنگین در NESC [۳] ۶
شکل (۱- ۳) انتخاب Clearance مناسب بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی در NESC [۳] ۸
شکل (۱- ۴) نمونه‌ای از قواعد Clearance ذکر شده در NESC [۳] ۹
شکل (۱- ۵) محدودیت‌های روند طراحی[۴] ۱۱
شکل (۱- ۶) نمونه‌ای از تصاویر ارائه شده در مورد دامنه نوسان مقره‌ها ۱۷
شکل (۱- ۷) پرداختن به حریم امن کاری و ایمنی اپراتور شبکه ۱۸
شکل (۱- ۸) تعیین محدوده کاری ایمن در کنار شبکه ۱۹
شکل (۱- ۹) راهنمای Clearance و سیم‌کشی در سند ۲۳
شکل (۱- ۱۰) فلوچارت روند طراحی ۲۴
شکل (۱- ۱۱) راهنمای طراحی اتصال مهار به زمین ۲۷
شکل (۱- ۱۲) راهنمای انتخاب مهار ۲۷
شکل (۱- ۱۳) تصاویر راهنمای Clearance ۲۷

فهرست جدول‌ها

عنوان..... صفحه

جدول (۱- ۱) سطوح ایمنی در NESC..... ۳
جدول (۱- ۲) جزئیات سرفصل‌های NESC..... ۴
جدول (۱- ۳) تعریف مناطق سبک، سنگین و فوق سنگین در NESC [۳]..... ۷
جدول (۱- ۴) مقایسه اهداف و کلیات سند فلسفه طراحی و NESC..... ۹
جدول (۱- ۵) اجزای اصلی مورد نظر در طراحی شبکه هوایی..... ۱۲
جدول (۱- ۶) لیست برخی از مهمترین استانداردهای استرالیا و نیوزیلند..... ۱۴
جدول (۱- ۷) چارت سند فلسفه طراحی AS/NZ..... ۱۵
جدول (۱- ۸) بخش‌های مختلف استاندارد استرالیا و نیوزیلند..... ۱۷
جدول (۱- ۹) لیست استانداردهای Ausgrid مرتبط با طراحی شبکه برق..... ۱۹
جدول (۱- ۱۰) سطح ایمنی لحاظ شده در NS220..... ۲۱
جدول (۱- ۱۱) سطوح ایمنی پیشنهادی در شبکه مناطق شهری و غیرشهری..... ۲۱
جدول (۱- ۱۲) راهنمای انتخاب هادی‌های شبکه هوایی..... ۲۶
جدول (۱- ۱۳) جدول راهنمای انتخاب کابل و عایق..... ۲۶
جدول (۱- ۱۴) جداول راهنمای حداقل Clearance زمینی و هوایی..... ۲۸
جدول (۱- ۱۵) مهمترین قوانین اتصال به شبکه در آلمان..... ۲۹
جدول (۱- ۱۶) استاندارد های ارجاع داده شده در CAN CSA..... ۳۰
جدول (۱- ۱۷) عناوین بخش‌های مهم استاندارد - CAN CSA..... ۳۱
جدول (۱- ۱۸) لیست استانداردهای کانادایی مرتبط با شبکه برق..... ۳۱
جدول (۱- ۱۹) مروری خلاصه بر تجربیات بین المللی دیگر..... ۳۴
جدول (۱- ۲۰) استاندارد های مربوط به طراحی پایه و دکل شبکه برق..... ۳۷
جدول (۱- ۲۱) استاندارد های مربوط به حفاظت رعد و برق در شبکه برق..... ۳۹

مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای

۱-۱- مقدمه

موضوع تعیین قیود، چارچوب‌ها، اصول و الزامات طراحی شبکه توزیع برق، به عنوان یکی از مطالعات پایه‌ای به منظور ایجاد وحدت رویه و همچنین جلوگیری از اعمال سلیقه‌ها و تنوع‌زدایی در موارد غیرضروری و ایجاد تنوع در موارد ضروری، در کشورهای مختلف، با عناوین متفاوت و البته حوزه پوشش و اهداف متفاوت تهیه شده است. غالباً مستندات تحت عنوان Grid code و موارد مشابه، مستنداتی کلی هستند که به تعیین الزامات و قیود در موارد جزئی وارد نمی‌شوند و بیش از هر چیز به کلیات خصوصیات شبکه، نحوه اتصال مشترکین و یا نیروگاه‌ها می‌پردازند.

تعیین قیود و الزامات طراحی شبکه از دیدگاه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است که به طور کلی می‌توان سه دسته قیود و الزامات برای این موضوع در نظر داشت:

- تأمین ایمنی برای کاربران شبکه و مردم عادی
- طراحی مطمئن و پایدار شبکه از دیدگاه فنی
- تعیین الزامات کلی اتصال مشترکین و نیروگاه‌ها

تعیین قیود و الزامات طراحی شبکه و انتخاب تجهیزات بیش از هر چیز با استانداردهای مختلف مربوط به طراحی شبکه و انتخاب تجهیزات مرتبط است. اما انتخاب بهینه و مطمئن تجهیزات با رویکرد اقتصادی در شرایط آب و هوایی، جغرافیایی و اقلیمی مختلف، موضوع را پیچیده و گسترده‌تر می‌کند. از این رو

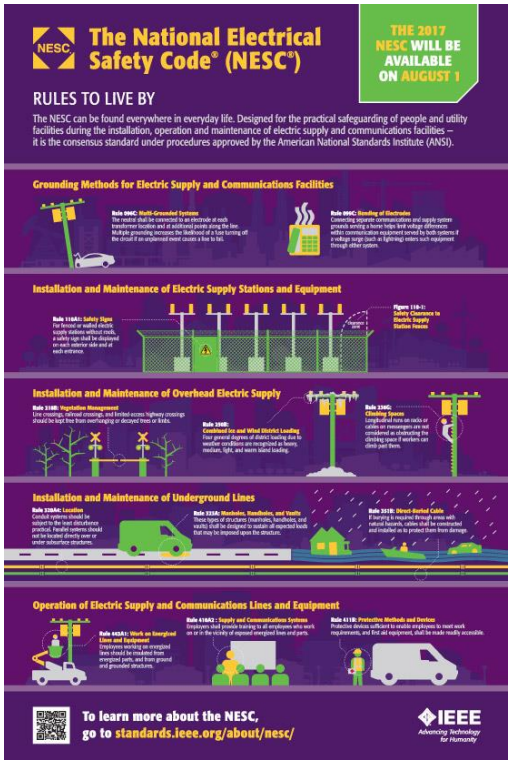
مطالعات کتابخانه‌ای در مرحله اول پروژه به صورت اولیه و سطحی به موضوعات مرتبط با فلسفه طراحی اختصاص یافته است.

در ادامه به طور خلاصه مروری بر تجربیات سایر کشورها انجام می‌شود. در اینجا بایستی به این نکته مهم نیز توجه نمود که ورود به جزئیات طراحی و مشخص کردن چارچوب‌ها از دیدگاه فنی می‌تواند با خصوصی بودن شرکت‌های برق در تقابل قرار گیرد. به عبارت دیگر، موضوع انتخاب فنی تجهیزات از دیدگاه تأمین برق مطمئن و پایدار و جلوگیری از تخریب شبکه و هدر رفت سرمایه، بیش از هر چیز از دیدگاه شرکت‌های مالک شبکه و مشاور مهم است.

۱-۲- مروری خلاصه بر تجارب برخی از کشورها

بر اساس مطالعات صورت گرفته، شرح خدمات پروژه فلسفه طراحی پیش رو بسیار گسترده است و کمتر گزارشی دارای تطابق تقریبی در اهداف مورد نظر می‌باشد. یکی از مهم‌ترین و معتبرترین مراجع مرتبط که مبنای تصمیم‌گیری در بسیاری از کشورها و یا مرجع اصلی در تهیه مستندات مشابه بوده است، NESC[1] نسخه ۱۹۹۷ می‌باشد[۱]. ویرایش‌های بعدی NESC تغییراتی را در برخی قوانین پیشنهاد داده‌اند و سایر موارد ثابت باقیمانده است. در ادامه مروری مختصر بر NESC انجام می‌شود.

۱-۲-۱- مرور استاندارد NESC



NESC راهنمای دستوری در آمریکا است که توسط کمیته ملی برق آمریکا و IEEE گردآوری شده است. تمامی ایالت‌ها بجز ایالت کالیفرنیا تابع این دستورالعمل می‌باشند. این دستورالعمل هر ۵ سال یکبار بروزرسانی و اصلاح می‌شود. اولین نسخه آن در سال ۱۹۲۹ و آخرین نسخه به چاپ رسیده آن مربوط به سال ۲۰۱۷ است. نسخه بعدی آن که باید تا سال ۲۰۲۲ حاضر شود، به دلیل مسائل مربوط به کرونا به سال ۲۰۲۳ موکول شده است. هدف اصلی این راهنما، تعیین اصول و قواعد لازم به منظور امنیت اپراتورها و عموم مردم است. الزامات طراحی تجهیزات با این رویکرد تعیین شده که انسان‌ها و حیوانات کمترین آسیب را ببینند. این

[1] National Electrical Safety Code (NESC)

دستورالعمل کمتر به بحث الکتریکی تجهیزات پرداخته و هدف آن بهینه‌سازی فنی شبکه نیست. در هر نسخه جدید از این سند، همه موارد به سند قبلی ارجاع داده می‌شود مگر مواردی که تغییر یافته باشد. درجات مختلف رعایت ایمنی در طراحی با حروف B و C مشخص شده است. ایمنی در درجه B بالاتر است و از حرف N نیز به معنی استقرار موقت و غیر ایمن استفاده شده است[۲]. استاندارد سطح B به معنی یک شبکه سالم همراه با یک حاشیه ایمن عالی است. حرف C به معنی حداقل استانداردها و حداقل حاشیه امن شبکه برای کار در شرایط ایمن است. جدول (۱- ۱) ارائه مختصری از این سطوح ایمنی است. این سطوح شامل انتخاب تجهیزات و طراحی شبکه است.

جدول (۱- ۱) سطوح ایمنی در NESC

Grade	توضیحات
Grade B	این درجه ساخت و ساز بالاترین حاشیه ایمنی را ایجاد می‌کند و بیشتر برای پایه‌هایی که از بزرگراه‌ها، راه‌آهن و آبراه‌هایی با دسترسی محدود عبور می‌کنند، مورد نیاز است.
Grade C	این درجه رایج‌ترین درجه ساخت است و یک حاشیه اساسی ایمنی را فراهم می‌کند. این درجه ایمنی اغلب برای پایه‌های توزیع برق و شبکه برق معمولی استفاده می‌شود.
Grade N	این درجه، پایین‌ترین درجه ساخت و ساز است و بیشتر اوقات برای ساخت و سازهای اضطراری و موقت استفاده می‌شود.

۱-۲-۱-۱- فصل‌بندی کلی NESC

چارت کلی NESC به شرح زیر است:

- چهار فصل اول تعاریف و قوانین مربوط به بسیاری از تاسیسات الکتریکی مختلف را پوشش می‌دهد. این فصل‌ها شامل مدارها و محافظت از آن ها، روش‌ها و اصول سیم‌کشی و آیین‌نامه‌های نصب تجهیزات مختلف برای اهداف ایمنی عمومی است.
- فصل ۵ تا ۷ مربوط به مشاغل خاص، تجهیزات ویژه و شرایط خاص است. اساساً، این فصل‌ها نحوه برخورد ایمن با طیف گسترده‌ای از سناریوهای الکتریکی غیر استاندارد را توصیف می‌کند.
- فصل ۸ الزامات خاص و اضافی سیستم‌های ارتباطی مانند تلفن، رادیو و تلویزیون را پوشش می‌دهد. در فصل ۹ جزئیات هادی، کابل و مجراها (آبگذرها و لوله‌ها) و همچنین سایر مشخصات برای تجهیزات ثابت ارائه شده است.

ضمیمه‌های A-J مربوط به استانداردهای ارجاع شده، محاسبات، مثال‌ها، جداول اضافی برای اجرای صحیح بخش‌های مختلف (به عنوان مثال چند سیم در یک مجرا قرار می‌گیرد) و پیکربندی قوانین تصویب شده

است. در جدول (۱- ۲) توضیحات لازم در مورد تمامی بخش‌های NESC ارائه شده است. همچنین مسئول کمیته هر بخش به تفکیک آورده شده است.

جدول (۱- ۲) جزئیات سرفصل‌های NESC

Subsection	Section
Section 11. Protective Arrangements in Electric Supply Stations	PART 1. Rules for the installation and maintenance of electric supply stations and equipment
Section 12. Installation and Maintenance of Equipment	
Section 13. Rotating Equipment	
Section 14. Storage Batteries	
Section 15. Transformers and Regulators	
Section 16. Conductors	
Section 17. Circuit Breakers, Reclosers, Switches, and Fuses	
Section 18. Switchgear and Metal Enclosed Bus	
Section 19. Surge Arresters	
Section 21. General Requirements	PART 2. Safety Rules for the installation and maintenance of electric supply and communication lines
Section 22. Relations Between Various Classes of Lines and Equipment	
Section 23. Clearances	
Section 24. Grades of Construction	
Section 25. Loading for Grades B, C, and D	
Section 26. Strength Requirements	
Section 27. Line Insulation	
Section 28. Miscellaneous Requirements (1987 and prior editions only)	
Section 29. Rules for Underground Lines (Sixth and prior editions only)	
Section 31. General Requirements Applying to Underground Lines	PART 3. Safety Rules for the installation and maintenance of underground electric supply and communication lines
Section 32. Underground Conduit Systems	
Section 33. Supply Cable	
Section 34. Cable in Underground Structures	
Section 35. Direct-Buried Cable	
Section 36. Risers	
Section 37. Supply Cable Terminations	
Section 38. Equipment	
Section 39. Installation in Tunnels	
Section 41. Supply and Communications Systems—Rules for Employers	PART 4. Rules for operation of electric supply and communication lines and equipment
Section 42. General Rules for Employees	
Section 43. Additional Rules for Communications Employees	
Section 44. Additional Rules for Supply Employees	
Appendix A—Reviewers and Policy	
Appendix B — Safety Signs	
Appendix C—Metric Conversions	
Appendix D—Cross References of Major OSHA and NESC Requirements	
Appendix E—Application of the National Electrical Safety Code Grandfather	

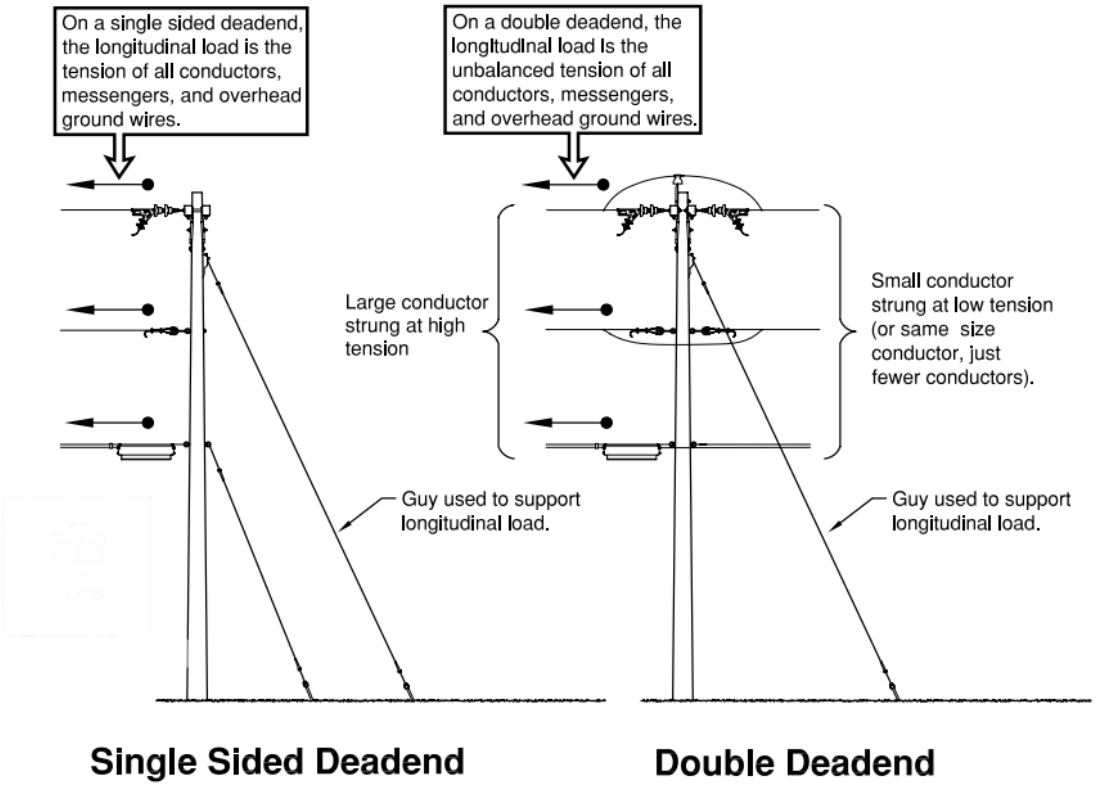
Section	Subsection
Appendix F—Scheduling Corrections of Noncompliant Conditions Identified During Inspections or Work Activities	
Appendix G—Online Sources for NESC Revisions, NESC Tentative Interim Amendments, Official NESC Interpretations, NESC Errata, and Other Useful Information and Data	

۱-۲-۱-۲- مقایسه اهداف سند فلسفه طراحی و NESC

اهداف سند فلسفه طراحی با آنچه در NESC به آن پرداخته شده تفاوت چشمگیری دارد. در سند فلسفه طراحی، تعیین قیود و الزامات انتخاب تجهیزات و طراحی شبکه برای تأمین برق مطمئن و پایدار هدف اصلی است اما در NESC موضوع و هدف اصلی، حفظ ایمنی مردم و کسانی است که با شبکه برق سر و کار دارند. به عبارت دیگر NESC به دنبال آن است که الزاماتی را برای شرکت‌های مرتبط با صنعت برق مشخص کند که ملزم به رعایت آن باشند و ایمنی مردم از این طریق تأمین شود و هدف پرداختن به مسائل فنی شبکه از نظر الکتریکی و مکانیکی و مقاومت شبکه در مقابل مخاطرات اقلیمی و جغرافیایی و همچنین بهینه بودن اقتصادی شبکه نیست.

با این وجود، در موارد مشخصی، سند فلسفه طراحی و NESC دارای اشتراک‌هایی هستند که از آن جمله می‌توان به موضوع مهار و موضوع پهنه‌بندی شرایط آب و هوایی به دسته‌های سبک، میانی و سنگین اشاره نمود که در شکل (۱- ۱) و شکل (۱- ۲) به صورت نمونه آورده شده است. در جدول (۱- ۳) کلاسه‌بندی انجام شده برای شرایط سبک، معمولی و سنگین آورده شده است. در جدول (۱- ۴) به اختصار اهداف و کلیات این دو مجموعه با هم مقایسه شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود، سند فلسفه طراحی که در پایان این پروژه تهیه خواهد شد، مشترکات چندان زیادی با NESC نخواهد داشت. در NESC از میان مخاطرات مختلف آب و هوایی، جغرافیایی و اقلیمی موضوع زلزله بدون اعمال پهنه‌بندی خاص و موضوع شرایط اقلیمی با اعمال پهنه‌بندی نشان داده شده در شکل (۱- ۲) در طراحی شبکه و انتخاب Gradeهای طراحی استفاده شده است. موضوعاتی نظیر محاسبات الکتریکی و انتخاب تجهیزات که در سند فلسفه طراحی مد نظر می‌باشد، از اهداف سند NESC نبوده و در حوزه عملکرد شرکت‌های برق قرار می‌گیرد و مطابق با اهداف آن‌ها و استانداردهای مختلف IEEE و IEC و موارد مشابه تعیین می‌شود.



شکل (۱- ۱) نمونه قیود مشخص شده برای استفاده از مهار [۲]

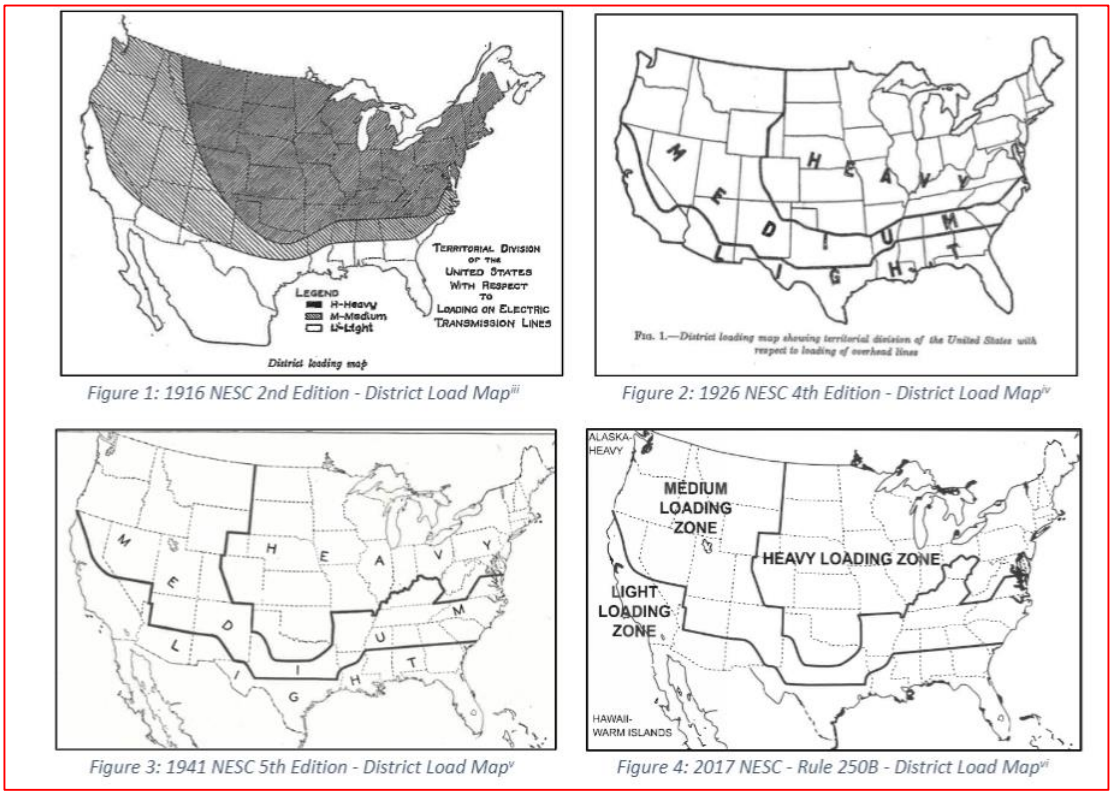


Figure 1: 1916 NESC 2nd Edition - District Load Map[iii]

Figure 2: 1926 NESC 4th Edition - District Load Map[iv]

Figure 3: 1941 NESC 5th Edition - District Load Map[v]

Figure 4: 2017 NESC - Rule 250B - District Load Map[vi]

شکل (۱- ۲) پهنه بندی شرایط سبک، سنگین و فوق سنگین در NESC [۳]

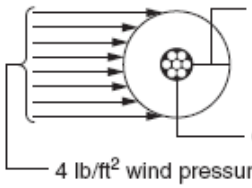
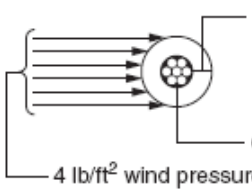
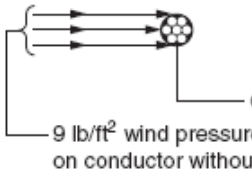
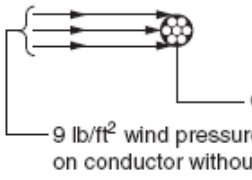
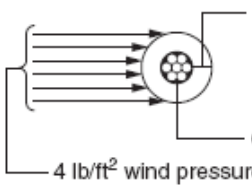
جدول (۱- ۳) تعریف مناطق سبک، سنگین و فوق سنگین در NESC [۳]

Evolution of District Load Map NESC Rule 250B, Load Factors & Steel Strength Factors									
Year of NESC	Region	Temp (°F)	Radial Ice (in)	Wind Pressure (psf)	NESC Constant "K" (lb/ft)	Load Factor for Grade B Dead-ends			"Equivalent" Steel Strength Factor (Dead-End)
						Vertical (Dead Load)	Longitudinal (Wire Tension)	Transverse (Wind)	
1916 NESC	HEAVY	0	0.5	8	N.A.	1.0	1.0	1.0	0.54*
	MEDIUM	15	2/3 of HEAVY Tension		N.A.	1.0	1.0	1.0	0.54*
	LIGHT	30	4/9 of HEAVY Tension		N.A.	1.0	1.0	1.0	0.54*
1926 NESC	HEAVY	0	0.5	8	N.A.	1.0	1.0	1.0	0.52**
	MEDIUM	15	0.25	8	N.A.	1.0	1.0	1.0	0.52**
	LIGHT	30	0	12	N.A.	1.0	1.0	1.0	0.52**
1941 NESC	HEAVY	0	0.5	4	0.31	1.27	1.65	2.54	1.0***
	MEDIUM	15	0.25	4	0.22	1.27	1.65	2.54	1.0***
	LIGHT	30	0	9	0.05	1.27	1.65	2.54	1.0***
1977 to Present NESC	HEAVY	0	0.5	4	0.3	1.5	1.65	2.5	1.0***
	MEDIUM	15	0.25	4	0.2	1.5	1.65	2.5	1.0***
	LIGHT	30	0	9	0.05	1.5	1.65	2.5	1.0***

*NESC 1916 states the Allowable Steel Stress in Tension is limited to 27 ksi for steel with a Fu between 50 ksi – 65 ksi. By setting Fu = 65 ksi and Fy = 50 ksi then the equivalent steel strength factor would be (27 ksi/50 ksi) = 0.54.
**NESC 1926 States the Allowable Steel Stress in Tension limited to 26 ksi for steel with a Fu between 50 ksi – 65 ksi. By setting Fu = 65 ksi and Fy = 50 ksi then the equivalent steel strength factor would be (26 ksi/50 ksi) = 0.52.
***Allowable Steel Stress = Fy. By setting Fu = 65 ksi and Fy = 50 ksi then the equivalent steel strength factor would be (50 ksi/50 ksi) = 1.0

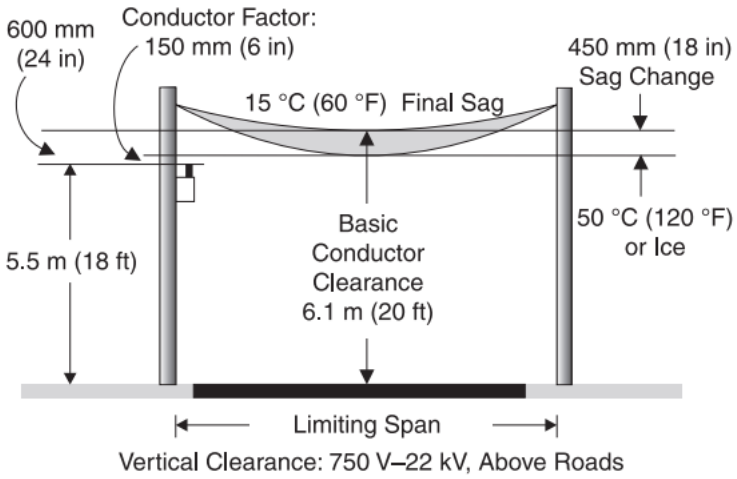
Table 1: District Load Map - Design Load Requirements; 1916 to present

یکی از کاربردهای اصلی موضوع پهنه‌بندی اقلیمی ذکر شده در NESC بکارگیری آن برای تعیین الزامات Clearance بوده است که به منظور تأمین ایمنی مردم انجام شده است. در شکل (۱– ۴) نمونه‌ای از محدودیت‌های تعیین شده نشان داده شده است. زون‌های مختلف مشخص شده برای Clearance بر اساس شرایط اقلیمی مختلف تعیین شده که به اختصار در شکل (۱– ۳) آورده شده است.

Clearance Zone	Ice and Wind Condition at a Specified Temperature (Clearance Loading)	Location
Zone 1	 Ice weight: 57 lb/ft³ Additive constant: 0.30 lb/ft	See a map of the USA in **NESC** Fig. 230-1.
Zone 2	 Ice weight: 57 lb/ft³ Additive constant: 0.20 lb/ft	See a map of the USA in **NESC** Fig. 230-1.
Zone 3	 no ice Additive constant: 0.05 lb/ft	See a map of the USA in **NESC** Fig. 230-1.
Zone 4 (for altitudes of sea level to 9000 ft)	 no ice Additive constant: 0.05 lb/ft	See a map of the USA in **NESC** Fig. 230-1 (American Samoa, Guam, Hawaii, Puerto Rico, Virgin Islands, and other islands located from 0 to 25 degrees latitude, north or south).
Zone 4 (for altitudes above 9000 ft)	 Ice weight: 57 lb/ft³ Additive constant: 0.20 lb/ft	See a map of the USA in **NESC** Fig. 230-1 (American Samoa, Guam, Hawaii, Puerto Rico, Virgin Islands, and other islands located from 0 to 25 degrees latitude, north or south).

Note: Values shown above are for "clearance loading" in Sec. 23. Clearance measurement conditions in Sec. 23 are covered in Rules 232A, 233A, 234A, 235B, and 235C2b(1)(c).

شکل (۱- ۳) انتخاب Clearance مناسب بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی در NESC [۳]



شکل (۱- ۴) نمونه‌ای از قواعد Clearance ذکر شده در NESC [۳]

۱-۲-۱-۳- جمع‌بندی کلی و مقایسه اهداف سند فلسفه طراحی و اهداف NESC

در ادامه در جدول (۱- ۴) اهداف و کلیات مورد نظر در سند فلسفه طراحی با NESC مقایسه شده و نتایج ارائه شده است.

جدول (۱- ۴) مقایسه اهداف و کلیات سند فلسفه طراحی و NESC

سند فلسفه طراحی	NESC	اهداف مشترک
در این سند هدف تعیین حداقل ۳ دسته کلی برای هر پارامتر موثر است. این سه دسته شامل معمولی، سنگین و فوق‌سنگین است. که با توجه به محدوده‌های فنی تجهیزات و مخاطرات تعریف می‌شوند. ناحیه معمولی شامل سبک و متوسط است.	به منظور حفظ ایمنی مردم و کسانی که با شبکه کار می‌کنند، سطوحی برای طراحی شبکه تعریف شده است. با توجه به شرایط مختلف سطوح B و یا C اجباری است. در مواردی نیز رعایت سطح N مجاز است.	تعیین کلاسه‌بندی برای میزان خطر
در سند فلسفه طراحی، به مخاطرات مختلف اشاره می‌شود و روش پهنه‌بندی ارائه می‌گردد. کلاسه‌بندی انجام شده برای مخاطرات در تعیین الزامات طراحی شبکه و انتخاب تجهیزات استفاده می‌شود.	تنها پهنه‌بندی اقلیمی کلی ایالات متحده به سه دسته سبک، معمولی و سنگین انجام شده که در شکل (۱- ۲) نشان داده شده است.	پهنه‌بندی
حوزه پوشش سند فلسفه طراحی نیست.	بخش اساسی از NESC به استاندارد امنیت و تجهیزات لازم برای اپراتورهای تحت خطر شبکه و عابرین معمولی اختصاص داده شده است.	اپراتور و کارمندها - Human Safety
حوزه پوشش سند فلسفه طراحی نیست.	در انتهای کتاب بخشی تحت عنوان علائم اختصاری ارائه می‌شود. این علائم شامل رنگ و تعاریف آن‌ها بر اساس میزان خطر پذیری و یا هشدارهای لازم است. علاوه بر آن علائم	یکسان‌سازی علائم اختصاری

سند فلسفه طراحی	NESC	اهداف مشترک
	اختصاری تعریف و توضیحات لازم برای مکان‌های مورد نیاز برای نصب ارائه می‌شود.	
به منظور تعیین الزامات محاسبات الکتریکی در پروژه‌های گوناگون، متناسب با اهداف پروژه‌های مختلف، الزامات محاسبات الکتریکی و مستندات مربوطه تعیین خواهد شد.	حوزه پوشش سند NESC نیست.	الزامات محاسبات الکتریکی
پارامترهای اقلیمی، جغرافیایی، محیط زیستی و الکتریکی مشخص شده و کلاسه‌بندی بر اساس آن‌ها انجام می‌شود و اثر آن‌ها در طراحی شبکه، محاسبات الکتریکی و مکانیکی و انتخاب تجهیزات لحاظ می‌گردد.	بصورت کلی بحث اختصاصی در این زمینه وجود ندارد. در فصل Clearance، در مورد ملاحظات و الزامات لازم برای یخ، برف و باد صحبت شده است. اما در مورد میزان رطوبت و یا اصلاحات لازم برای آن، میزان بارش، طوفان و دیگر پارامترهای آب و هوایی موردی بیان نشده است. به طور مثال قانون مشخصی برای زلزله و مخاطرات آن وجود ندارد و تنها در نسخه نهایی ذکر شد که قانون شماره ۵۰ برای زلزله کافی است و در صورت باز شدن زمین کل سازه فرو می‌ریزد.	پارامترهای آب و هوایی و جغرافیایی
بر اساس برخورد و آسیب به حیوانات، شبکه و پرنده‌زدگی‌ها کلاسه‌بندی انجام شده و الزامات طراحی مشخص می‌شود.	تنها ارتفاع حیوانات در برخورد با شبکه برق در ارتفاعات خاص مورد بحث است. بسته به پوشش حیوانی منطقه و ارتفاع آن‌ها الزاماتی در نظر گرفته شده است.	پوشش حیوانی
میزان رشد درخت و درصد برخورد حوزه شبکه با درخت با اعمال رشد حداقل ۱۰ سال لحاظ می‌شود.	محدودیت هرس کردن و تفاوت در میزان رشد درخت در ملاحظات برخورد با شبکه لحاظ شده است.	پوشش گیاهی
انتخاب تجهیزات بر اساس پارامترهای مؤثر و به منظور دستیابی به نتیجه بهینه و تامین برق پایدار و مطمئن انجام می‌شود. مقرر گردید تجهیزات مهمی مانند پایه، مقره، آرایش شبکه، هادی‌ها و ترانسفورماتورها در نظر گرفته شود.	در بخش General rules برای هر تجهیز به صورت جداگانه ملاحظات و الزامات ارائه می‌شود. این تجهیزات شامل ترانسفورماتور، پایه، سیم زمین،کراس آرم و هادی است.	تجهیزات
تمامی ساختار و سازه‌های متداول در آرایش شبکه لحاظ می‌شود.	ساختار شهرسازی - بزرگراه، ریل راه‌آهن، معابر، ساختمان‌های بلند و... لحاظ شده است.	ساختار شهر

۱-۲-۲- استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند

طراحی خطوط هوایی شامل فنداسیون، پایه‌ها، هادی‌ها، عایق‌ها و اتصالات به منظور تأمین عملکرد ایمن، عایق‌بندی مطمئن و قابلیت اطمینان بالا، هدف این سند است[۴]. این سند شامل اصول مربوط به طراحی شبکه هوایی (الکتریکی، ساختاری و مکانیکی) است و شرایط محیطی و تعمیر و نگهداری آینده در آن مد نظر قرار گرفته است.

اهداف طراحی مورد نظر این استاندارد به شرح زیر است:

الف) مقررات مربوطه بر اساس استانداردهای استرالیا، استانداردهای نیوزیلند و سایر استانداردهای بین المللی مرتبط تعیین شده است؛

ب) امنیت (حداقل خرابی سازه یا از بین رفتن تجهیزات)؛

پ) قابلیت اطمینان (نرخ قطع مناسب)؛

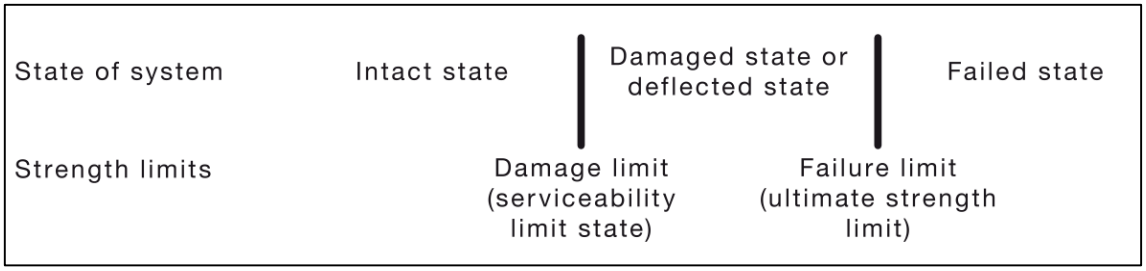
ت) تأمین نیازهای زیست محیطی (میدان های الکترومغناطیسی(EMF)، بصری، RIV[۲]،TIV[۳] و صدای قابل شنیدن)؛

ث) کل هزینه زندگی؛

ج) ساختارها و سازه‌های کاربردی و عملی؛

چ)توانایی نگهداری (تأسیس راهروهای بالابرنده، دسترسی به وسایل نقلیه بالابر، خطوط برقدار، ملاحظات نگهداری و تعمیرات هوایی توسط بالگردها)

محدودیت‌های لحاظ شده در در روند طراحی طبق شکل (۱- ۵) در نظر گرفته شده‌اند.



شکل (۱- ۵) محدودیت‌های روند طراحی[۴]

۱-۲-۲-۱- اجزای اصلی مورد بررسی در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند

چهار جز اصلی برای طراحی خطوط هوایی که در این سند ارائه شده در جدول (۱- ۵) آمده است.

[۲] Radio Influence Voltage

[۳] Temperature Dependent Current Voltage (T-I-V)

جدول (۱- ۵) اجزای اصلی مورد نظر در طراحی شبکه هوایی

Structural System	Components	Elements
Overhead Line	Supports	Steel sections, poles cross-arms, …
		Plates, bolts
		Guys and fittings
	Foundations	Anchor bolts, piles, cleats , …
		Concrete footing
		Soil
	Conductors	Wires
		Joints
		Hardware, shackles , …
	Insulators	Insulator elements
		Brackets, bolts , …
		Fittings

همانطور که ملاحظه می‌شود، استاندارد طراحی شبکه هوایی در استرالیا و نیوزیلند با اهداف و حوزه پوشش سند فلسفه طراحی مورد نظر این پروژه تطابق بیشتری دارد. در ادامه نکات لحاظ شده در انتخاب تجهیزات نیز تشریح شده است.

۱-۲-۲-۲- انتخاب تجهیزات در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند

نکات مهم و قابل توجه در الزامات تعیین شده برای انتخاب تجهیزات در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند به شرح زیر است:

- در طراحی تجهیزات به صورت کامل تمامی عوامل طبیعی و مخاطرات طبیعی لحاظ شده‌اند. این مخاطرات شامل: رعد و برق، یخ و باد می‌باشد.
- ملاحظات الکتریکی شبکه شامل جریان و افزایش قابلیت اطمینان (کاهش دفعات خاموشی و قطع) لحاظ شده است.
- فاصله ایمن و مطمئن بین هادی‌ها محاسبه شده است.
- راهنمای روش عایق‌بندی صحیح تجهیزات ارائه شده است.
- راهنمای محاسبه Clearance صحیح به جهت جلوگیری از اتصال و تخلیه الکتریکی ارائه شده است.
- دامنه مجاز برای حرکت و نوسان تجهیزات محاسبه می‌شود.
- Clearance تجهیزات و زمین و سازه (خطوط راه‌آهن، ساختمان‌ها و جاده‌ها) ارائه شده است.
- حریم خطوط برق ارائه شده است.
- میدان الکتریکی و مغناطیسی در نظر گرفته شده است.

- ملاحظات الکتریکی و مکانیکی در طراحی هادی‌ها و سیم گارد لحاظ شده است.
- برای طراحی کابل و سیستم زمین، ساختار، جنس کابل، ملاحظات محیطی و ملاحظات آب و هوایی لحاظ شده است.
- برای عایق‌بندی تجهیزات، پست‌ها و غیره، استانداردهای مربوطه مشخص شده است.
- ملاحظات مکانیکی و الکتریکی در طراحی مقره‌ها لحاظ شده است.
- الزامات فونداسیون شامل اصول ابتدایی، الزامات بررسی نوع خاک و استحکام آن، ملاحظات مهار و مواد مورد نیاز، نحوه گودبرداری و نصب پایه ارائه شده است.
- اصول مربوط به سیستم زمین بررسی و محاسبات مربوط به آن شامل الزامات مکانیکی و الکتریکی بررسی شده است.
- خوردگی، مقاومت مکانیکی و مقاومت حرارتی در بحث زمین کردن لحاظ شده است.
- عمر تجهیزات، الزامات مکانیکی، محاسبات اتصال کوتاه، RIV، اثر کرونا و الزامات الکتریکی در طراحی خطوط هوایی و پایه‌ها لحاظ شده است.
- در انتهای استاندارد بخشی به منظور بروزرسانی شبکه، از نظر سیستم حفاظت، گسترش شبکه، حفظ قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه ارائه می‌شود.
- نقطه مشترک با استاندارد NESC بخش دستورالعمل‌های مربوط به بالابرها و دامنه امن کاری اپراتورهای شبکه برق و همچنین الزامات امنیتی عموم مردم است. شامل علائم اختصاری، نیازمندی و تجهیزات مورد نیاز، تجهیزات ارتباطی و مخابراتی، پرچم‌ها و اخطارهای لازم به منظور اطلاع‌رسانی عموم و اپراتورها.

۱-۲-۲-۳- برخی از مهمترین استانداردهای مورد اشاره در استاندارد طراحی شبکه هوایی استرالیا و نیوزیلند

در جدول (۱- ۶) لیستی از استانداردهای مرتبط با شبکه برق در استرالیا و نیوزیلند ارائه شده است.

جدول (۱- ۶) لیست برخی از مهمترین استانداردهای استرالیا و نیوزیلند

Standard Number	Description
AS/NZS 2293.1:2018	Emergency escape lighting and exit signs for buildings – System design installation and operation
AS/NZS 2293.2:2019	Emergency evacuation lighting for buildings – Routine service and maintenance
AS/NZS 3000:2018 (including A1 Amendment)	Electrical installations (Known as the Australian/New Zealand Wiring Rules) Includes AS/NZS 3000:2018 Guidance Notes, AS/NZS 3000:2018 Swimming and Spa Pools Explained and AS.NZS 3000:2018 Documentation
AS/NZS 3001:2008	Electrical installations – Transportable structures and vehicles including their site supplies
AS/NZS 3002:2018	Electrical installations – Shows and carnivals
AS/NZS 3003:2018	Electrical installations – Patient areas
AS/NZS 3004.1:2014	Electrical installations – Marinas and boats – Marinas
AS/NZS 3004.2:2014	Electrical installations – Marinas and boats – Boat installations
AS/NZS 3008.1.1:2017	Electrical installations – Selection of cables – Cables for alternate voltages up to and including 0.6/1Kv – Typical Australian installation conditions
AS/NZS 3010:2017	Electrical installations – Generating sets Includes AS/NZS 3010:2017 Generating Sets Guidance Notes
AS/NZS 3012: 2019	Electrical installations – Construction and demolition sites
AS/NZS 3017:2007	Electrical installations – Verification guidelines
AS/NZS 3019:2007	Electrical installations – Periodic verification
AS/NZS 3760:2010	In-service safety inspection and testing of electrical equipment
AS/NZS 4509.1:2009, (R2017)	Stand-alone power systems – Safety and installation
AS/NZS 4509.2:2010, (R2017)	Stand-alone power systems – System design
AS/NZS 4777.1:2016	Grid connection of energy system via inverters – Installation requirements
AS/NZS 4836:2011	Safe working on or near low-voltage electrical installations and equipment
AS/NZS 5033:2014	Installation and safety requirements for photovoltaic (PV) arrays
AS/NZS 5139:2019	Electrical installations – Safety of battery systems for use with power conversion equipment

۱-۲-۲-۴- چارت کلی استاندارد طراحی شبکه استرالیا و نیوزیلند

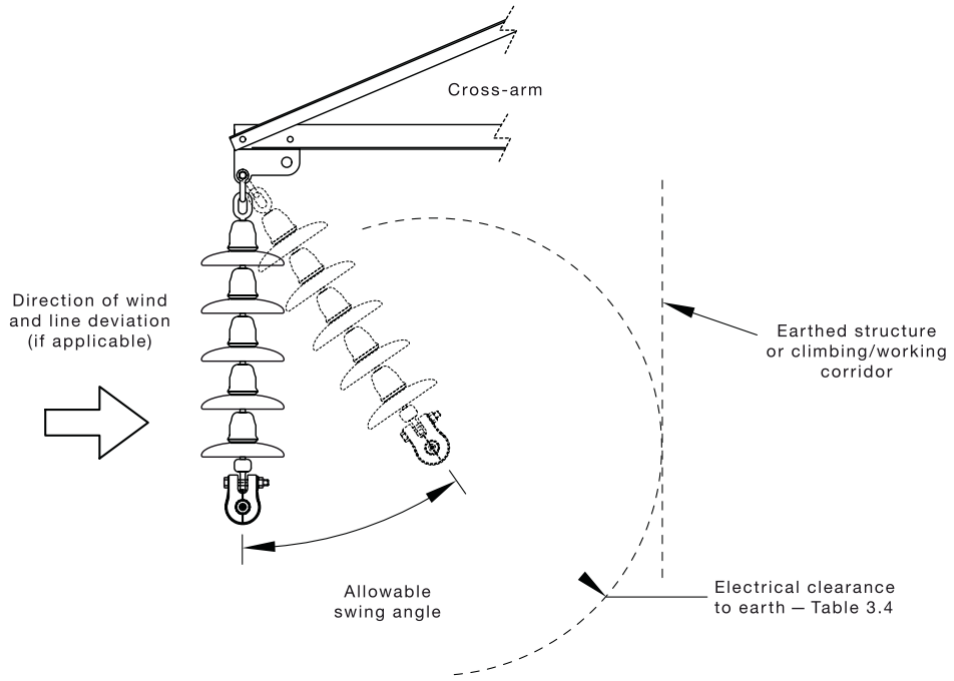
چارت کلی استاندارد طراحی AS/NZ به صورت جدول (۱- ۷) است. همانطور که مشاهده می‌شود، این مجموعه می‌تواند برای ادامه پروژه اطلاعات ارزنده‌ای را در اختیار قرار دهد.

جدول (۱- ۷) چارت سند فلسفه طراحی AS/NZ

Major Section	subsection
Section 3: Electrical Requirements	Current Consideration
	Insulation System Design
	Lightning Performance Of Overhead Lines
	Electrical Clearance Distances To Avoid flashover
	Determination Of Structure Geometry
	Spacing Of Conductors
	Insulator And Conductor Movement At Structure
	Live Line Maintenance Clearances
	Clearances To Objects And Ground
	Clearances To Ground And Areas Remote From Building, Railways And Navigable Waterways
	Power Line Easements
	Corona Effect
	Electric And Magnetic Fields
	Single Wire Earth Return (Swer) Power Lines
Section 4 : Conductors And Overhead Earth wires (Ground Wires) With or Without Telecommunication Circuits	Electrical Requirement
	Mechanical Requirement
	Environmental Requirement
	Conductor Constructions
	Conductor Selection
Section 5 : Insulator	Insulator Basics
	Line and Substation Insulation Coordination
	Electrical And Mechanical Design
	Relevant Standards, Types and Characteristics of Insulators
Section 6 : Basis of Structural Design	Requirement
	Limit States
	Actions -- Principal Classifications
	Material Properties
	Modelling for Structural Analysis and Soil Resistance
Section 7 : Action on Lines	Action-- General Approaches
	Load Component
	Load Combinations
Section 8 : Supports	Initial Design Considerations
	Materials and Design
	Corrosion Protection and Finishes

Major Section	subsection
	Maintenance Facilities
	Loading Tests
Section 9 : Foundations	Design Principles
	Soil investigation
	back Filling of Excavated Materials
	Construction and Installation
Section 10 : Earthing System	Earthing Measures Against Lightning Effects
	Dimensioning With Respect to Corrosion and Mechanical Strength
	Dimensioning With Respect to Thermal Strength
	Design For Earth Potential Rise
	Electrical Aspects of Stay wire Design
	Choice of Earthing Materials
Section 11 : Line Equipment-- Overhead Lines Fittings	Electrical Requirements
	RIV Requirements and Corona Extinction Voltage
	Short-Circuit Current and Power ARC Requirement
	Mechanical Requirements
	Durability Requirements
	Material Selection and Specification
	Characteristics and Dimension of Fittings
	Test Requirement
Section 12 : Life Extension (Refurbishment, Upgrading, Uprating) of Existing Overhead Lines	Assessment of Structures
	Component Capacity
	Proof Loading
	Upgrading of Overhead Lines Structures
Section 13 : Provisions for Climbing and Working at Heights	
Section 14 : Co-Use of Overhead Lines Supports (Signage, Banners, Communications Carrier Cables, Telecommunications Repeaters)	Signs and Banners and Traffic Mirrors
	Communications Carries Cables
	Telecommunications Repeaters Equipment and Traffic Mirrors
	Flags

همانطور که در جدول (۱- ۸) مشاهده می‌شود، لیست اطلاعات ارائه شده تحت عنوان ضمیمه شامل مراجع مرتبط با سند مزبور (استانداردها و دستورالعمل‌های کشورهای نیوزیلند و استرالیا)، جزئیات بارگذاری‌های پایه‌ها در شرایط یخ و باد و جزئیات مربوط به فشار و نیروهای وارد بر پایه و تجهیزات شامل فرمول‌بندی و طریقه استفاده از داده‌ها است. نکات مربوط به طراحی پایه‌های سیمانی، چوبی، آهنی، کامپوزیتی و آزمون های صحت عملکرد و قدرت پایه، رطوبت‌سنجی و نفوذ آب، استحکام پایه‌ها و نحوه طراحی شبکه برای صاعقه نیز ارائه شده است. ملاحظاتی برای فونداسیون و خاک‌برداری شامل جنس خاک، سنگ‌ها و شرایط جغرافیایی ارائه شده است.



شکل (۱- ۶) نمونه‌ای از تصاویر ارائه شده در مورد دامنه نوسان مقره‌ها

در بخش عایق‌ها و مقره‌ها نکات قابل توجهی ارائه شده است که شامل میزان نوسانات آن‌ها و دامنه حرکت مقره‌های آویزی (مطابق با شکل (۱– ۶)) و همچنین دامنه نوسانی مقره‌ها، دستورالعمل‌های مربوط به عایق‌بندی و همچنین روکش‌ها، فرمول‌بندی کشش و فلش هادی (تمامی شرایط شامل بارگذاری یخ و باد، ضریب هدایت گرمایی، استرس تحمل سختی کابل، محدوده تحمل اتصال کوتاه، الاستیسیته و دما کاری هادی) و حریم مطمئن طراحی شبکه ارائه شده است.

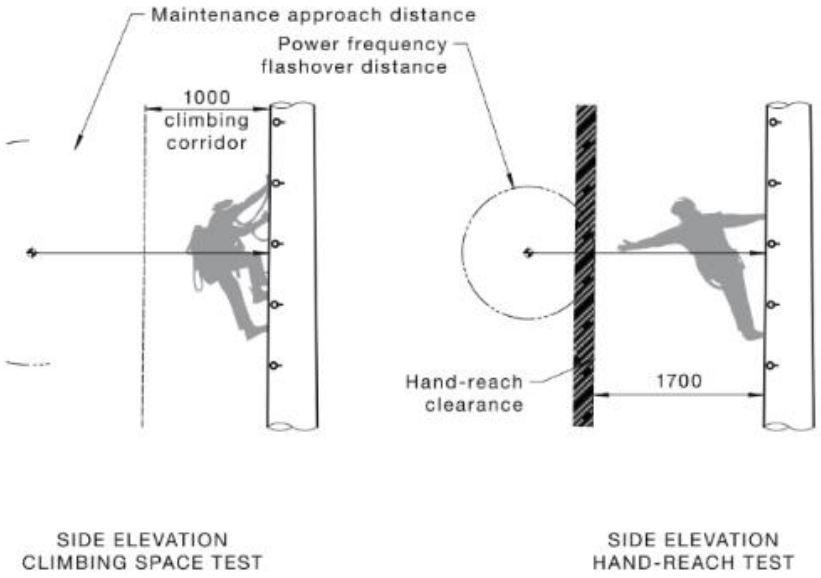
جدول (۱- ۸) بخش‌های مختلف استاندارد استرالیا و نیوزیلند

Appendices
Reference and Related Documents
Wind Loads
Special Forces
Service Life of Overhead Lines
Design For Lightning Performance
Timber Poles
Lattice Steel Towers (Self Supporting and Guyed Masts)
Electrical Design Aspects
Concrete Poles
Composite Fiber Poles
Steel Poles
Structure Footing Design And Guidelines for The Geotechnical Parameters of Soils and Rocks
Application of Standardized Work Methods for Climbing Working at Heights
Upgrading Overhead Line Structure
Water Absorption Test For Concrete
Insulation Guideline

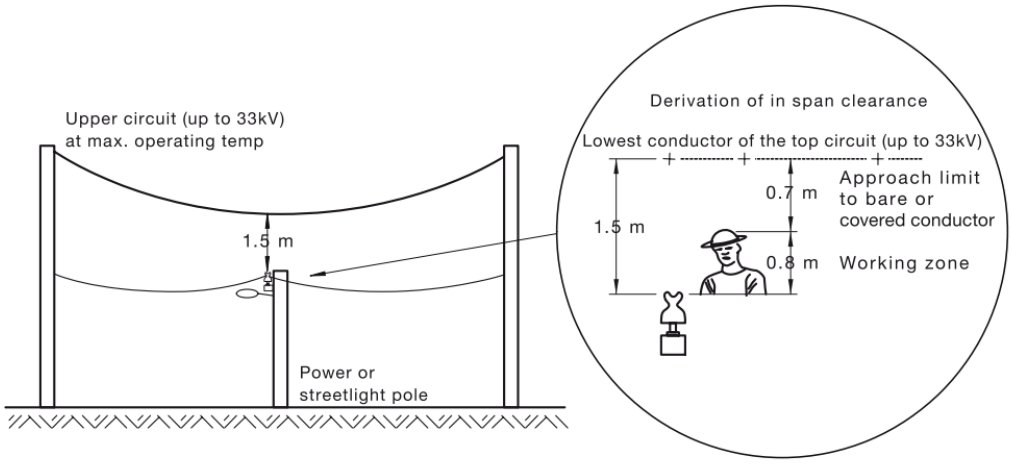
Appendices
Conductor Blow out and Insulator Swing
Conductor Sag and Tension
Conductor Temperature Measurement And Sag Measurement
Risk Based Approach to Earthing
Conductor Permanent Elongation (Creep)
Conductor Modulus of Elasticity
Conductor Coefficient of thermal Expansion
Conductor Degradation and Selection For Differing Environments
Conductor Stress And Fatigue
Conductor Short Time And Short-Circuit Rating
Conductor Annealing and Operating Temperatures
Mechanical Design of Insulator - Limit States
Easement Width
Snow and Ice Loads
Determination of Structure Geometry
Structural Test for Prototype Poles

نکات مثبت و منفی در مورد این سند به شرح زیر است:

- بررسی‌های الکتریکی جامع و ارائه جداول راهبردی به منظور انتخاب سریع هادی بر اساس شرایط موجود و الزامات محیطی و مکانیکی
- اهمیت به حریم امن کاری اپراتور و حریم عبوری عمومی مانند شکل (۱- ۷) و شکل (۱- ۸)
- نداشتن اصول محاسبات مطالعاتی به منظور نحوه بهینه‌سازی شبکه به لحاظ الکتریکی
- عدم پرداختن به موضوعات و مخاطرات ویرانگری مانند زلزله، طوفان و نظایر آن‌ها



شکل (۱- ۷) پرداختن به حریم امن کاری و ایمنی اپراتور شبکه



شکل (۱- ۸) تعیین محدوده کاری ایمن در کنار شبکه

۱-۲-۳- استاندارد Ausgrid

Ausgrid یک شرکت توزیع برق در استرالیا است که تأمین‌کننده ۱/۸ میلیون مشترک در شهر مهم سیدنی، ساحل مرکزی و سایر نواحی مربوطه می‌باشد. در جدول (۱– ۹) لیستی از استانداردهای مهم این شرکت که مربوط به طراحی شبکه برق است، ارائه شده است.

جدول (۱- ۹) لیست استانداردهای Ausgrid مرتبط با طراحی شبکه برق

Ausgrid Documents	Description
	Bushfire Risk Management Plan
	Customer Installation Safety Plan
	Electrical Safety Rules
	Electricity Network Safety Management System Manual
DG 214B	Composite Fiber Cross arms
NEG EP05	Entry to Private Property
NS104	Specification for Electrical Network Project Design Plans
NS109	Design Standards for Overhead Supply Development and Distribution Centers
NS116	Design Standards for Distribution Equipment Earthing
NS122	Pole Mounted Substation Construction
NS124	Specification for Overhead Service Connections up to 400 Amps
NS125	Construction of Low Voltage Overhead Mains
NS126	Construction of High Voltage Overhead Mains
NS128	Pole Installation and Removal
NS135	Construction of 33kV, 66kV and 132kV Overhead Mains
NS143	Easements, Leases and Rights of Way
NS167	Positioning of Poles and Lighting Columns
NS179	Vegetation Management
NS181	Approval of Materials and Equipment and Network Standard Variations
NS201	All Dielectric Self Supporting Fibre Optic Cabling for the Installation of Distribution Assets
NS210	DOCUMENTATION AND REFERENCE DESIGN GUIDE FOR

Ausgrid Documents	Description
	MAJOR SUBSTATIONS
NS212	Integrated Support Requirements for Ausgrid Network Assets
NS214	Guide to HV Live Line Design Principles
NS220	OVERHEAD DESIGN MANUAL
NS232	National Broadband Network equipment on Ausgrid Poles
NS261	Requirement for Design Compliance Framework for Network Standards
NS268	Design and Construction of Waterway Crossings
NS270	Stray Direct Current Management
Ausgrid drawing 61501:	Overhead Stays and Stay Poles Anchorages, Footings and Termination Arrangements.
Supply Policy	– Electrical Standards (ES Range of Documentation)
Network Engineering Guidelines	—Distribution Type Design
	Public Electrical Safety Awareness Plan
	Public Lighting Management Plan
	Tree Safety Management Plan

۱-۲-۳-۱- استاندارد طراحی شبکه هوایی Ausgrid [۵]

در NS220 روند طراحی خطوط هوایی و مهمترین و پرکاربردترین نکات مربوطه ارائه شده است. این استاندارد بر اساس استاندارد AS/NZS7000 آماده شده است. سند مزبور موارد زیر را پوشش می‌دهد:

- طراحی جدید و جایگزینی تجهیزات و سیستم های موجود
- معیارهای طراحی مکانیکی و الکتریکی
- اطلاعات مربوط به Clearance و کلاس‌بندی آن‌ها
- انتخاب و استفاده از نرم افزار مناسب.

در [۵] سطح ایمنی طراحی شبکه و پایداری آن در مقابل مخاطرات اقلیمی به صورت جدول (۱- ۱۰) در نظر گرفته شده است. علاوه بر این با توجه به تفاوت شرایط محیطی در مناطق شهری و غیرشهری، سطوح ایمنی لازم در آن‌ها متفاوت و مطابق با جدول (۱- ۱۱) پیشنهاد شده است. البته در اینجا نیز به این نکته اشاره شده است که در هر منطقه بر اساس شرایط واقعی آن منطقه بایستی عمل نمود و جداول کلی ارائه شده برای مناطق معمولی است و در صورت وجود اطلاعات دقیق محلی، بایستی از آن‌ها برای طراحی دقیق‌تر استفاده نمود. همانطور که در جدول (۱- ۱۰) مشاهده می‌شود در نظر گرفتن عمر مفید ۵۰ سال و همچنین دوره بازگشت ۵۰ ساله برای مخاطرات مهمی مانند سرعت باد، در این استاندارد در نظر گرفته شده است.

جدول (۱- ۱۰) سطح ایمنی لحاظ شده در NS220

AS/NZS ۷۰۰۰	نوع بار / خط	طول عمر طراحی	ماکزیمم طراحی
سطح امنیت			دوره بازگشت باد
۱	خطوط پایه های فشار ضعیف	۵۰ سال	۵۰ سال
	خطوط پایه های فشاز قوی		
۲	خطوط پایه ۳۳ کیلوولت	۵۰ سال	۱۰۰ سال
	خطوط پایه ۶۶ کیلوولت		
۳	خطوط پایه های ۱۳۲ کیلوولت	۵۰ سال	۲۰۰ سال
	خطوط انتقال و تحت انتقال دکل‌های فلزی	۱۰۰ سال	۴۰۰ سال

جدول (۱- ۱۱) سطوح ایمنی پیشنهادی در شبکه مناطق شهری و غیرشهری

امنیت خط ۳		امنیت خط ۲		امنیت خط ۱		معیار های فرضی	
شهری	روستایی	شهری	روستایی	شهری	روستایی		
۱۰۰	۱۲۵	۵۰	۱۲۵	۵۰	۱۲۵	باد	طول اسپن (متر)
۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	کشش	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	طول عمر طراحی(سال)	
۴۲/۸۶	۴۲/۸۶	۴۱/۱۳	۴۱/۱۳	۳۹/۲۷	۳۹/۲۷	سرعت باد منطقه (متر بر ثانیه)	
۲۰	۲۰	۱۵	۱۵	۱۰	۱۰	طول موثر ساختار(متر)	
۰/۹۴	۱/۰۸	۰/۸۹	۱/۰۵	۰/۸۳	۱	سینوپتیک	ضریب ارتفاع زمین
۱	۱	۱	۱	۱	۱	شیب به سمت پایین	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	ضریب جهت باد	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	شریب توپوگرافی	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	ضریب شیلدبندی(پوشش محافظ)	
۱/۱۵	۱/۱۴	۱/۱۷	۱/۱۶	۱/۱۸	۱/۱۸	شریب شکل ایرودینامیکی برای هادی ها	
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	ضریب شکل دینامیکی برای پایه چوبی و بتنی	
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	ضریب شکل ایرودینامیکی برای پایه آهنی	

این استاندارد الزامات عمده طراحی را شناسایی و خلاصه می‌کند که شامل موارد زیر است:

- اطمینان از اینکه نیروهای بار مکانیکی از مقاومت سازه‌ها بیشتر نیستند.
- فاصله کافی بین عناصر شبکه، هادی‌ها، زمین، سایر سازه‌ها وجود دارد.
- فاکتورهای طراحی مانند درجه حرارت، بارگذاری مربوط به باد برای خطوط، استحکام و قدرت سازه و Clearance
- مروری بر روند طراحی شامل چک لیست گام به گام(لیستی از روند کامل طراحی ارائه شده است)

۱-۲-۳-۲- تجهیزات مورد بررسی در بخش الزامات طراحی

تجهیزاتی که در بخش الزامات طراحی مد نظر قرار گرفته‌اند عبارتند از:

- هادی‌ها و کابل‌ها
- پایه‌ها
- نقاط مهار
- آرایش شبکه

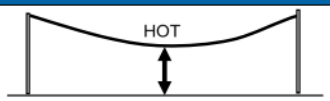
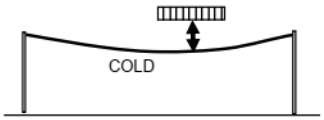
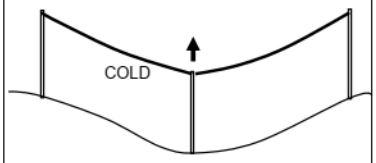
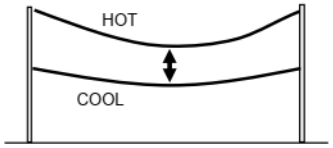
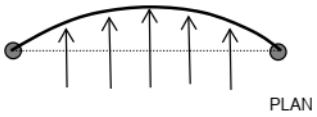
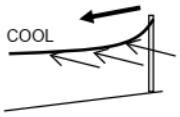
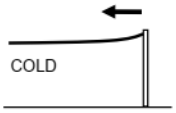
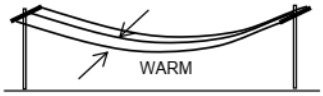
بخش زیادی از مطالب سند با استفاده از ارجاعات پوشش داده می‌شود. نویسنده تنها به ارائه مرجع مناسب بسنده کرده و مواردی که نیاز به بررسی دارند را ارائه می‌دهد. می‌توان از موارد متمایز این سند و سایر سندهای طراحی ارائه شده از جانب این شرکت به همین نکته اشاره کرد. این خلاصه‌نویسی و کمک گرفتن از مراجع دیگر باعث یکسان‌سازی مراجع طراحی در استرالیا، و همچنین کم حجم شدن سند شده است (سند مورد نظر در ۱۰۰ صفحه آماده شده است). مواردی که با ارجاع پوشش داده شده‌اند به شرح زیر است:

- اطلاعات مربوط به Clearance
- اطلاعات طراحی گذرگاه‌ها شامل راه‌آهن، آبراه‌ها، جاده‌ها و زیرگذرها
- الزامات بسته نرم افزاری (مربوط به فرآیند طراحی)

۱-۲-۳-۳- مشترکات استاندارد Ausgrid و سند فلسفه طراحی شبکه برق ایران

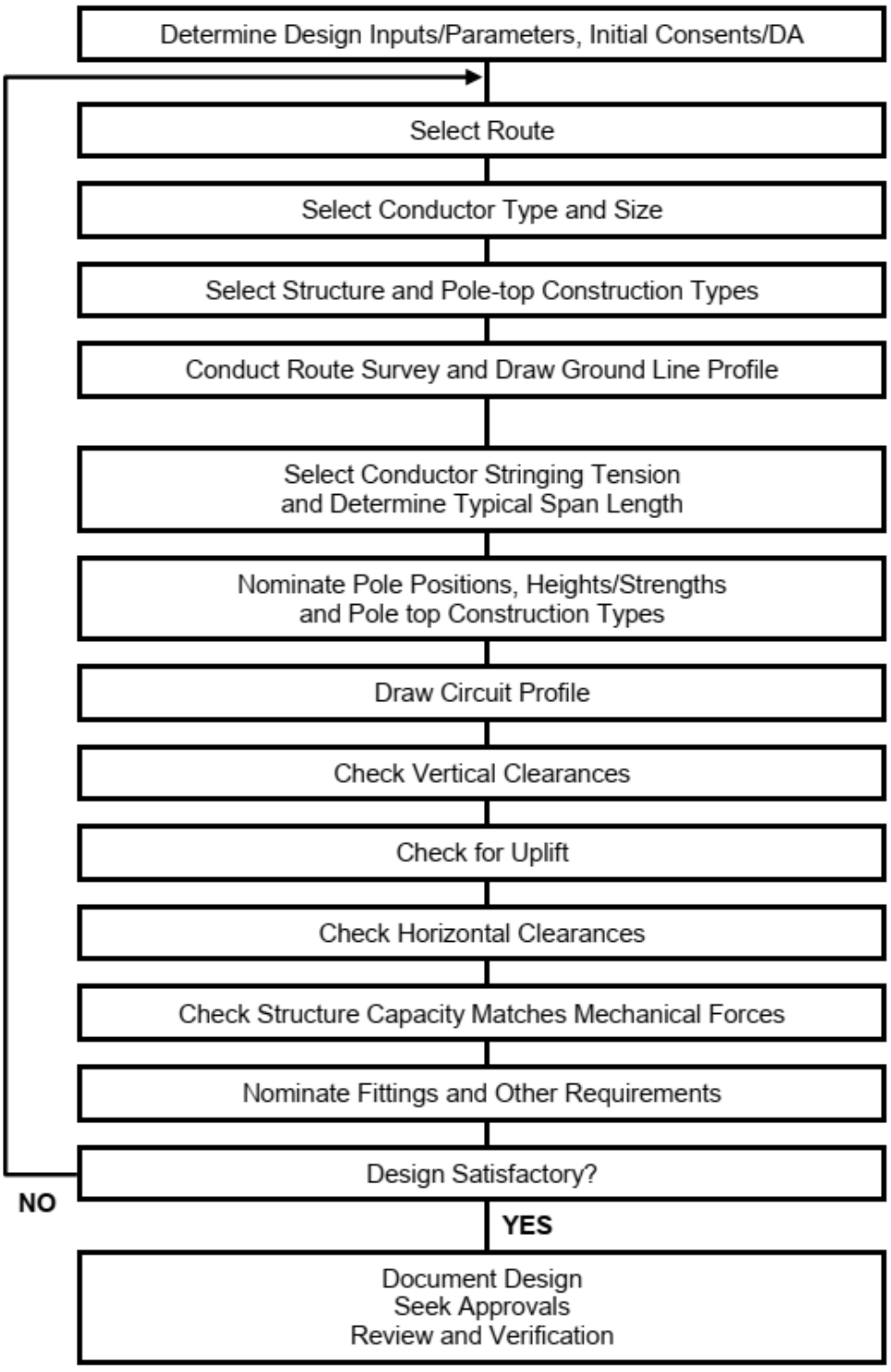
مواردی که در این استاندارد ارائه شده و برای پروژه سند فلسفه طراحی شبکه توزیع ایران نیز مورد بحث هستند عبارتند از:

- مخاطرات مرتبط با دمای محیط و وزش باد در طراحی شبکه هوایی که بخشی از آن در شکل (۱- ۹) نشان داده شده است.

Situation	Line Temperature	When used	
Min. Design Temp. (Hot)	Refer to Table 6	Checking clearance from ground or objects below the line.	
Min. Temp. (Cold)	5°C	Checking clearance from objects above the line	
Uplift	5°C No wind 15 °C Max. wind	Checking for uplift forces, especially on intermediate structures under no wind condition. Uplift shall also be checked under max wind conditions.	
Subcircuit	15°C	Checking intercircuit clearance - Higher conductor at maximum design temperature. Lower conductor at 15 degrees.	
Blowout	40°C	Checking horizontal line displacement (sideways 'sag') under 500Pa wind force	
Max. Wind Condition	15°C	Calculating mechanical forces under maximum wind	
Sustained Load Condition	5°C	Calculating sustained mechanical forces and reference temperature for conductor stringing	
Midspan Conductor Clearances	50°C	Checking interphase conductor spacing to avoid clashing	

شکل (۱- ۹) راهنمای Clearance و سیم‌کشی در سند

- ارائه فلوچارت و لیست کامل به منظور طراحی (لحاظ نمودن فرآیند تکرار به منظور دقت و صحت بیشتر طراحی). در شکل (۱– ۱۰) تصویری از این فلوچارت نشان داده شده است.



شکل (۱- ۱۰) فلوچارت روند طراحی

- اهمیت بالایی به بحث Clearance داده شده است. تمامی نکات عمومی در مورد Clearance با کمک ارجاع ارائه شده است. موارد مربوط به ناهمواری‌های زمین، شیب و تغییرات دمایی به عنوان نکات تکمیلی Clearance در این سند مورد بحث است.

- در این استاندارد ارائه اسنادی را در زمان طراحی اجبار کرده است. این اسناد در مورد اطلاعات زمین‌شناسی نقطه مورد طراحی، اسناد مربوط به اطلاعات شبکه و الزامات آن است که تمامی فرم‌ها قالب مشخصی دارند. لیست کامل مدارک مورد نیاز برای طراحی شبکه در ادامه آورده شده است:
  - برگ خلاصه چک کردن و تایید قدرت پایه
  - برنامه خطوط انتقال (طراحی‌های آینده و نقشه خطوط کنونی و همچنین خطوط هدف)
  - برنامه املاک (لیست نقشه‌های مروبط به زمین و طراحی اجرا شده و یا در دست اجرا)
  - برنامه مسیرها (نقشه و برنامه های اجرایی)
  - پروفیل خطوط
  - فایل‌های الکترونیکی طراحی هوایی
  - طراحی سیستم زمین
  - طرح انفجار (جهت کندن و حفاری)
  - طرح‌های پی
- راهنمای جامعی برای انتخاب هادی‌ها، کابل، عایق‌ها و سایر تجهیزات مرتبط بر اساس ولتاژ کاری ارائه می‌دهد. در جدول (۱- ۱۲) و جدول (۱- ۱۳) راهنمای انتخاب سیم و کابل ارائه شده است.
- از نکات مفید این سند، ارائه دستورالعمل‌های طراحی رشته سیم‌ها بر اساس قدرت تحمل پایه و فونداسیون می‌باشد. همچنین در فصل جامع، در مورد قدرت قابل تحمل برای انواع پایه‌ها (چوبی، سیمانی و فلزی) و همچنین مکان صحیح برای نصب پایه بحث شده است.
- استفاده از شکل‌های بسیار با رزولوشن خوب نیز از نکات مثبت این استاندارد است. اهمیت بالای پروسه‌های مربوط به سازه و زمین‌شناسی (زمین کردن، فونداسیون، حفاری پایه‌ها، کراس آرم‌ها و مهارها) را می‌توان از آموزش‌های مصور در این استاندارد یافت.

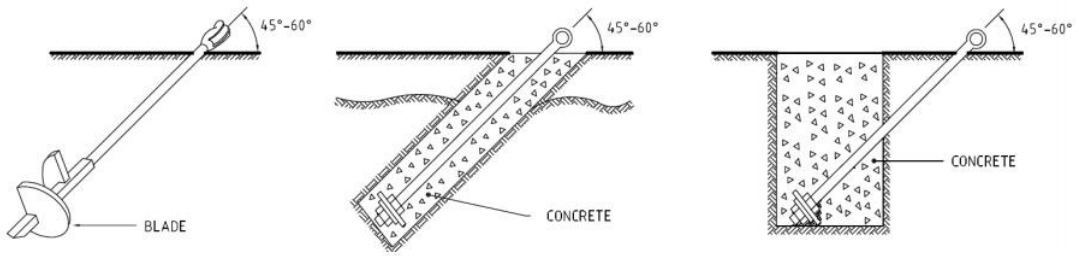
جدول (۱- ۱۲) راهنمای انتخاب هادی‌های شبکه هوایی

TYPE	APPLICATION	NOMINAL SIZES	TYPICAL APPLICATION
AAC **A**ll **A**luminium **C**onductor (AAC/1350)	• For LV lines where LV ABC is unsuitable (for example long spans) • Refer NS109 and NS125 regarding criteria for use of bare LV conductor or LV ABC • Standard conductor for new HV mains, except for sites where use of CCT is warranted • Has good conductivity and low weight Limitations: • AAC's lower strength means that it is not suitable for very long rural spans (ACSR may be preferable)	MERCURY (7/4.50)	Normal line segments
		PLUTO (19/3.75)	For LV or 11kV, used as the main feeder 'trunk' from a substation, or to supply large loads (>320A)
		TRITON (37/3.75)	Generally used at 33kV and above
		URANUS (61/3.25)	
AAAC **A**ll **A**luminium **A**lloy **C**onductor (AAAC/1120)	Rarely used, but may be required for long HV spans in coastal areas (where ACSR would suffer from corrosion)	CHLORINE (7/2.50)	Spur lines, rural areas with light loading
		HYDROGEN (7/4.50)	Normal feeder segments
		KRYPTON (19/3.25)	Main feeder 'trunk' from a substation
ACSR **A**luminium **C**onductor **G**alvanised **S**teel **R**einforced (ACSR/GZ/1350)	• Good for long, tightly-strung spans in rural areas where electrical loads are light • Has greater strength than AAC, but inferior conductivity • Corrosion of steel strands can be a problem for lines close to the coast, particularly on smaller size conductors (AAAC may be preferable) • Conductors such as RAISIN (3/4/2.50) may be unsuitable in the vicinity of a zone substation due to the high fault levels on the network	APPLE (6/1/3.00)	Spur lines, rural areas with light loading
		CHERRY (6/4.75 + 7/1.60)	Normal feeder segments
		LEMON (30/7/3.00)	Generally used at 33kV and above
		OLIVE (54/7/3.50)	
HDCu (**H**ard-**D**rawn **C**opper)	Obsolete — use only for repairs or minor modifications to existing mains		
SC/GZ (**S**teel **C**onductor –**G**alvanised)	Obsolete — Refer clause 5.1.4. SC/GZ 3/2.75 shall be the minimum conductor size to reduce the risk of conductor failure if struck directly by lightning.		

جدول (۱- ۱۳) جدول راهنمای انتخاب کابل و عایق

TYPE	APPLICATION	NOMINAL SIZES	TYPICAL APPLICATION
LV ABC **LV A**erial **B**undled **C**onductor (Hard Drawn Aluminium)	LV Distribution • Refer NS109 and NS125 regarding criteria for use of bare LV conductor or LV ABC Limitations: • Unsuitable for long spans—not suitable for tight stringing	95mm²	Normal single dwelling residential areas
		150mm²	Commercial/industrial areas with loads in range 200A – 280A.
		2 x 95mm²	Where loads are likely to exceed 280A. Parallel at 100m (max.) intervals
CCT **C**overed **C**onductor – **T**hick (AAAC 1120)	HV Distribution • Refer to NS126 regarding criteria for use of bare HV conductor or CCT Limitations • Shall only be used where shielded (such as by vegetation) • CCT is more costly than bare AAC and shall not be used unless warranted for the site conditions • Unsuitable for long spans (>120m) and not suitable for tight stringing • Weight and wind loading is greater than for bare conductors and may cause excessive loading on structures • Restrictions on use of Live Line techniques	80mm²	Spur lines, rural areas with light loading
		120mm²	Normal feeder segments
		180mm²	Main feeder 'trunk' from a substation, or to supply large loads (>370A)

- اهمیت بالا بحث مهار صحیح و اصولی پایه‌ها در انواع خاک‌ها و تحت انواع بار (باد و طوفان)، شرایط خاص (رانش و زلزله). ارائه تمامی فرمول‌های مربوط به کشش، جداول راهنمای انتخاب نوع تکیه‌گاه‌ها، راهنمای اتصالات روی پایه برای مهار و نکات مربوط به حفاری برای نقطه اتصال مهار از موارد بسیار مفید ارائه شده در این سند است. نمونه‌ای از تصاویر و راهنماهای ارائه شده در شکل (۱– ۱۱) و شکل (۱– ۱۲) قابل مشاهده است.



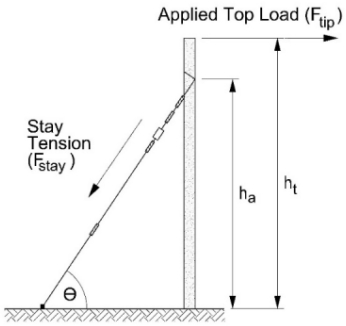
شکل (۱- ۱۱) راهنمای طراحی اتصال مهار به زمین

8.4.1 Ground stays

The following table provides available stay wire sizes and loads to be used when designing for stays.

Table 23 - Stay Wire Sizes and Capacity

Steel Stay Wire	Stay Wire Breaking Load (kN UTS)	Maximum Design Load (kN) Strength Factor 0.8
7/2.75	49	39.2
19/2.00	70.5	56.4
2 x 19/2.00	141.0	112.8
16mm Wire Rope	184	147.2



شکل (۱- ۱۲) راهنمای انتخاب مهار

- ارائه تصاویر کاربردی و مناسب برای بحث Clearance و اهمیت بالا به بحث Clearance مناطق مسکونی و حریم شبکه. در بخش Clearance دو جدول، یکی جدول کمترین Clearance مجاز از زمین و دیگری کمترین Clearance مجاز از ساختمان‌ها، بر اساس ولتاژ کاری و حساسیت منطقه ارائه شده است. در ادامه شکل (۱- ۱۳) به عنوان نمونه‌ای از تصویرسازی مناسب این استاندارد و همچنین جدول (۱- ۱۴) از نمونه جداول راهنمای Clearance آمده است.

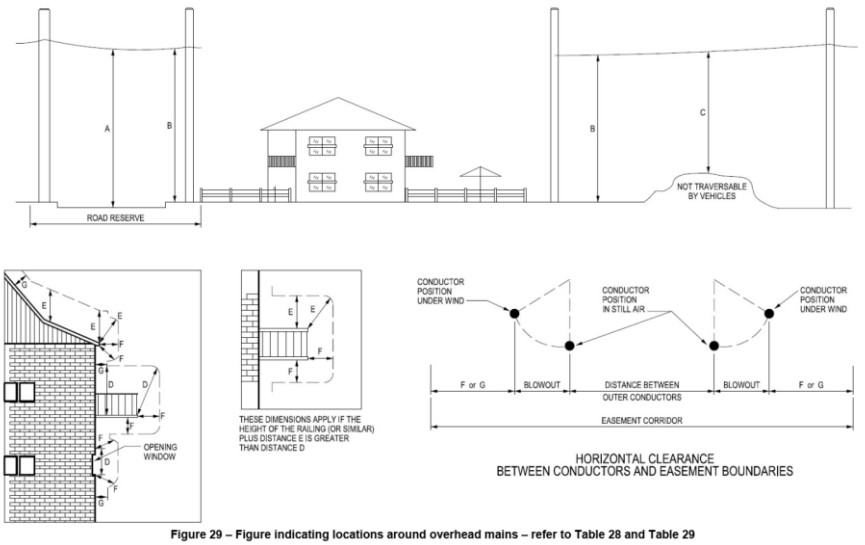


Figure 29 – Figure indicating locations around overhead mains – refer to Table 28 and Table 29

شکل (۱- ۱۳) تصاویر راهنمای Clearance

جدول (۱- ۱۴) جداول راهنمای حداقل Clearance زمینی و هوایی

Table 28 - Minimum clearance from ground

DIMENSION	LOCATION	Distance to ground in any direction				
		Nominal System Voltage				
		LV insulated or bare	11kV, 22kV, and 12.7kV SWER bare or covered	33kV	66kV	132kV
		m	m	m	m	m
A	Over the carriageway of roads	6.0 (5.5)	7.5 (6.7)	7.5 (6.7)	7.5 (6.7)	7.5 (6.7)
B	Over land other than the carriageway of roads	6.0 (5.5)	6.0 (5.5)	6.0 (5.5)	7.0 (6.7)	7.5 (6.7)
C	Over land which, due to its steepness or swampiness, is not traversable by vehicles	5.0 (4.5)	5.0 (4.5)	5.0 (4.5)	6.0 (5.5)	6.0 (5.5)

Table 29 - Minimum clearance from structures, buildings and easement boundaries

DIMENSION	LOCATION	LV			11kV to 33kV			66kV to 132kV
		Insulated (LV ABC)	Bare or covered neutral	Bare or covered active	Insulated with earthed screen	Insulated without earthed screen	Bare or covered	Bare
		m	m	m	m	m	m	m
D	Vertically above those parts of any structure normally accessible to persons	2.7	2.7	3.7	2.7	3.7	4.5	5.0
E	Vertically above those parts of any structure not normally accessible to persons but on which a person can stand	2.0	2.7	2.7	2.7	2.7	3.7	4.5
F	In any direction (other than vertically above) from those parts of any structure normally accessible to persons, or from any part not normally accessible to persons but on which a person can stand	1.0	0.9	1.5	1.5	1.5	2.1	3.0
G	In any direction from those parts of any structure not normally accessible to persons	0.1	0.3	0.6	0.1	0.6	1.5	2.5

این استاندارد نیز همانند دو استاندارد دیگر نکات مثبت و منفی بسیاری دارد. (مثبت یا منفی بودن این نکات از دید اهداف پروژه سند فلسفه طراحی شبکه توزیع ایران است). از مهمترین نکات این استاندارد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تصویرسازی بسیار قوی برای بحث Clearance، فوندانسیون و موارد مربوط به پایه؛
- جداول راهنمای بسیار برای دستیابی آسان به اطلاعات (دسته‌بندی صحیح هر پارامتر بر اساس ولتاژ کاری و ارائه اطلاعات بر اساس نقطه کار الکتریکی شبکه)؛
- توجه به نکاتی که در سایر استانداردهای معتبر استرالیا پوشش داده نشده است و یا کم اهمیت بوده مانند: دمای روز سیم‌کشی، شیب زمین، ناهمواری و سایر مسائل مربوط به کابل‌ها و سیم‌کشی‌ها؛
- توجه اساسی به بحث فوندانسیون پایه، انتخاب جنس صحیح پایه بر اساس قدرت و استحکام پایه؛
- توجه ویژه به بحث نقطه مهار و اتصالات آن؛
- اهمیت دادن به پارامتر دما در تمامی بخش‌ها بیش از سایر استانداردها؛
- استفاده از ارجاعات بسیار برای خلاصه‌سازی سند؛
- عدم ورود به بحث محاسبات الکتریکی و بحث مطالعات الکتریکی شبکه؛
- عدم ارائه جزئیات در مورد پوشش گیاهی؛

- عدم ارائه جزئیات برای پارامتر مخاطرات طبیعی؛
- عدم ارائه جزئیات برای پوشش حیوانی؛

۱-۲-۴- استاندارد اتصال به شبکه در آلمان

FNN با هدف عملکرد مطمئن شبکه برق در آلمان با توجه به افزایش سهم تأمین برق از انرژی‌های تجدیدپذیر، مجموعه استانداردهای اتصال به شبکه را برای این واحدها تعیین نموده است. در یک مقایسه جهانی، آلمان یکی از قابل اعتمادترین شبکه‌های برق را دارد. انجمن Netztechnik/Netzbetrieb کمیته مسئول VDE eV است، که این تغییر را از طریق مقررات فنی اعمال می‌کند. برای این منظور، FNN قوانین کاربردی VDE، دستورالعمل‌ها، مطالعات و مقالات مکان‌یابی و موارد دیگر را ارائه می‌کند. این قوانین کلی در مورد اتصال تجهیزات و گسترش شبکه را در تمامی سطوح ولتاژ ارائه می‌دهد و تحت عنوان Technical Connection Rules (TCR) نامیده می‌شود[۶]. به طور خلاصه می‌توان مهمترین قواعد مرتبط را در جدول (۱– ۱۵) مشاهده نمود.

جدول (۱- ۱۵) مهمترین قوانین اتصال به شبکه در آلمان

Technical Connection Rules (TCR)
Power Generating Plants in the Low Voltage Grid (VDE-AR-N 4105)
Technical Connection Rules for Low-Voltage (VDE-AR-N 4100)
Technical Connection Rules for Medium-Voltage (VDE-AR-N 4110)
Technical Connection Rules for High-Voltage (VDE-AR-N 4120)
Technical Connection Rules for Extra High-Voltage (VDE-AR-N 4130)

۱-۲-۵- مروری بر استاندارد کانادا– CAN CSA [۷]

استاندارد CSA C22.3 NO. 7:20 با رعایت الزامات شورای استاندارد کانادا توسط CSA Group منتشر شده است. این استاندارد مربوط به طراحی شبکه برق در کشور کانادا است. این استاندارد برای خطوط و تجهیزات مرتبط با منابع تامین برق زیرزمین و سیستم‌های ارتباطی واقع در خارج از محوطه پست‌های تأمین برق و ساختمان‌های آن است. این استاندارد در واقع بخش سوم از Grid Code کانادا را تشکیل می‌دهد و شامل الزامات مربوط به ساخت سیستم‌های زیرزمینی (توزیع و انتقال)، شبکه تغذیه و برق‌رسانی و خطوط ارتباطی است.

- انتخاب، طراحی و نصب کابل‌های انتقال منبع در این استاندارد بیان شده است.
- شرایطی که این استاندارد شامل آن‌ها نمی‌شود با ارجاع به استانداردهای معادل که نقاط مشترک بسیار دارند و یا توسط مرجع مطمئن پوشش داده می‌شود.

- توصیه‌های ارائه شده در متن استاندارد صرفا "یک توصیه" هستند. البته که این موارد پیشنهادات بهینه بر اساس شرایط موجود باشند، اما این استاندارد این اجازه را می‌دهد که با توجه به شرایط و آنالیزهای مهندسی، طراحی را تغییر دهند.
- یادداشت‌های بندهای همراه شامل الزامات یا الزامات جایگزین نیستند. هدف از یادداشت همراه بند جداکردن از متن توضیحی یا مطالب آموزنده است.
- جدول‌ها و شکل‌های راهنمای مناسبی در آن ارائه شده است.
- ضمائم برای تعیین کاربرد آن‌ها به دو دسته هنجاری (اجباری) یا آموزنده (غیر اجباری) تفکیک شده‌اند.

علاوه بر این، تمامی شماره‌های دیگر از این استاندارد نیز شامل موارد بالا می‌شوند. در هر نسخه به تمامی موارد مرتبط با ساختار سازه‌های زمینی و زیرزمینی و هوایی توجه شده است. بحث Clearance به طور جدی لحاظ شده است. تمامی نیروها در تمامی جهات مورد بررسی قرار می‌گیرد و فرمول‌ها و دستورالعمل‌های لازم ارائه می‌شود. در این استاندارد، نحوه حفظ و نگهداری از پوشش گیاهی نیز با جزئیات بررسی می‌شود. در این استاندارد، محاسبات الکتریکی مورد توجه نیستند و تحت عنوان کلاسه‌بندی بر اساس نقطه کار ارائه نمی‌شود. موارد حفاظتی تنها برای حفاظت ایمنی در شهر ارائه می‌شود و مفهوم حفاظت به معنای الکتریکی آن مدنظر نیست. این سری از استانداردهای کانادا می‌تواند در بحث محاسبات مکانیکی و آرایش صحیح خطوط(از منظر زیبایی و نظم و حفاظت شبکه) مورد استفاده قرار گیرد. در این استانداردها برای موارد الکتریکی به تمامی مراجع معتبر و مطمئن ارجاع داده می‌شود. مهمترین این مراجع در جدول (۱– ۱۶) ارائه شده است. عناوین مهمترین بخش‌های استاندارد مذکور نیز در جدول (۱– ۱۷) ارائه شده است.

جدول (۱- ۱۶) استاندارد های ارجاع داده شده در CAN CSA

Standards
ANSI/API (American National Standards Institute/American Petroleum Institute)
ANSI/ASME (American National Standards Institute/American Society of Mechanical Engineers)
ANSI/IEEE(American National Standards Institute/Institute of Electrical and Electronics Engineers)
ANSI/NEMA (American National Standards Institute/National Electrical Manufacturers Association)
API (American Petroleum Institute)
CEA (Canadian Electricity Association)
IEC (International Electrotechnical Commission)
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
Institute of Petroleum
ISA (Instrument Society of America)
ISO (International Organization for Standardization)
NEMA (National Electrical
NFPA (National Fire Protection Association)

Standards
NRCC (National Research Council Canada)
UL (Underwriters Laboratories Inc.)
ULC (Underwriters' Laboratories of Canada)

جدول (۱- ۱۷) عناوین بخش‌های مهم استاندارد – CAN CSA

عناوین بخش‌های مهم استاندارد کانادا
روش طراحی خطوط شبکه.
موارد مرتبط با پوشش های گیاهی مهاربندی پایه ، مقاومت کششی مهار و چرخه کنترل پوشش گیاهی و مدیریت پوشش گیاهی و کاهش ارتباطات کیلیرنس بین خطوط تأمین و سیستم های آبیاری
نحوه آدرس‌دهی و افزایش انشعاب نقطه اتصال هادی‌های سرویس‌دهی در محل مشتری
فاصله بین سیم‌هایی که از یکدیگر عبور می‌کنند و توسط سازه‌های مختلف پشتیبانی می‌شوند. مثال‌ها و راهنماهای گسترده در ضمیمه آورده شده است.
ضرایب تغییر (Coefficients of variation) در فاکتورهای بار را برای طراحی غیرخطی سازه‌ها مشخص می‌کند که با CAN/CSA-O15 هماهنگ شده است.
مدیریت پوشش گیاهی، محافظت در برابر آسیب مکانیکی و بار طولی و عرضی برای بهبود Clearance
Clearance عبور از تراموا هوایی

لیست استانداردهای این شرکت که در طراحی شبکه الکتریکی می‌توانند کمک‌کننده باشند، در جدول (۱– ۱۸) ارائه شده است.

جدول (۱- ۱۸) لیست استانداردهای کانادایی مرتبط با شبکه برق

Standards	Describtion
B44-07,	Safety Code for Elevators and Escalators
CAN/CSA-B44.1-04/ASME A17.5-2004,	Elevator and Escalator Electrical Equipment
B52-05,	Mechanical Refrigeration Code
CAN/CSA-B72-M87 (R2003),	Installation Code for Lightning Protection Systems
CAN/CSA-B137 Series-05,	Thermoplastic Pressure Piping Compendium
CAN/CSA-B149.1-05,	Natural Gas and Propane Installation Code
CAN/CSA-B149.2-05,	Propane Storage and Handling Code
CAN/CSA-B355-00 (R2005),	Lifts for Persons with Physical Disabilities
CAN/CSA-B613-00 (R2005),	Private Residence Lifts for Persons with Physical Disabilities
CAN/CSA-C22.2 No. 0-M91 (R2006),	General Requirements — Canadian Electrical Code, Part II
C22.2 No. 1-04,	Audio, Video, and Similar Electronic Equipment

Standards	Describtion
C22.2 No. 3-M1988 (R2004),	Electrical Features of Fuel-Burning Equipment
CAN/CSA-C22.2 No. 14-05,	Industrial Control Equipment
C22.2 No. 22-M1986 (R2008),	Electrical Equipment for Flammable and Combustible Fuel Dispensers
C22.2 No. 25-1966 (R2004),	Enclosures for Use in Class II Groups E, F, and G Hazardous Locations
C22.2 No. 30-M1986 (R2007),	Explosion-Proof Enclosures for Use in Class I Hazardous Locations
C22.2 No. 33-M1984 (R2004),	Construction and Test of Electric Cranes and Hoists
C22.2 No. 41-07,	Grounding and Bonding Equipment
C22.2 No. 77-95 (R2004),	Motors with Inherent Overheating Protection
C22.2 No. 82-1969 (R2004),	Service MastsTubular Support Members and Associated Fittings for Domestic and Commercial
CAN/CSA-C22.2 No. 106-05,	HRC Fuses
C22.2 No. 107.1-01 (R2006),	General Use Power Supplies
C22.2 No. 111-00 (R2005),	General-Use Snap Switches
CAN/CSA-C22.2 No. 114-M90 (R2005),	Diagnostic Imaging and Radiation Therapy Equipment
C22.2 No. 124-04,	Mineral-Insulated Cable
C22.2 No. 125-M1984 (R2004),	Electromedical Equipment
C22.2 No. 126.1-02 (R2007),	Metal Cable Tray Systems
CAN/CSA-C22.2 No. 130-03 (R2008),	Requirements for Electrical Resistance Heating Cables and Heating Device Sets
CAN/CSA-C22.2 No. 130.1-M90 (R2001),	Heat-Tracing Cable Systems for Use in Industrial Locations (withdrawn)
C22.2 No. 137-M1981 (R2004),	Electric Luminaires For Use in Hazardous Locations
C22.2 No. 141-02 (R2007),	Unit Equipment for Emergency Lighting
C22.2 No. 145-M1986 (R2004),	Motors and Generators for Use in Hazardous Locations
C22.2 No. 152-M1984 (R2006),	Combustible Gas Detection Instruments
CAN/CSA-C22.2 No. 157-92 (R2006),	Intrinsically Safe and Non-Incendive Equipment for Use in Hazardous Locations
C22.2 No. 159-M1987 (R2004),	Attachment Plugs, Receptacles, and Similar Wiring Devices for Use in Hazardous Locations: Class I, Groups A, B, C, and D; Class II, Groups G, in Coal or Coke Dust, and in Gaseous Mines
C22.2 No. 174-M1984 (R2008),	Cables and Cable Glands for Use in Hazardous Locations
C22.2 No. 178-1978 (R2006),	Automatic Transfer Switches
C22.2 No. 211.0-03 (R2008),	General Requirements and Methods of Testing for Nonmetallic Conduit
C22.2 No. 213-M1987 (R2008),	Non-incendive Electrical Equipment for Use in Class I, Division 2 Hazardous Locations
CAN/CSA-C22.2 No. 248 series (R2005),	Low-Voltage Fuses
CAN/CSA-C22.2 No. 601 series,	Medical Electrical Equipment
CAN/CSA-C22.2 No. 60079-0-07,	RequirementsElectrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 0: General
CAN/CSA-C22.2 No. 60079-1-07,	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 1: Flameproof Enclosures “d”

Standards	Describtion
CAN/CSA-C22.2 No. 60529-05,	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
CAN/CSA-C22.3 No. 1-06,	Overhead Systems
CAN/CSA-C22.3 No. 7-06,	Underground Systems
C83-96 (R2005),	Communication and Power Line Hardware
CAN3-C235-83 (R2006),	Preferred Voltage Levels for AC Systems, 0 to 50KV
CAN/CSA-C282-05,	Emergency Electrical Power Supply for Buildings
CAN/CSA-C50052-99 (R2007),	Cast Aluminium Alloy Enclosures for Gas-Filled High-Voltage Switchgear and Controlgear
CAN/CSA-C50064-99 (R2007),	Wrought Aluminium and Aluminium Alloy Enclosures for Gas-Filled High-Voltage Switchgear and Controlgear
CAN/CSA-C50068-99 (R2007),	Wrought Steel Enclosures for Gas-Filled High-Voltage Switchgear and Controlgear
CAN/CSA-C50069-99 (R2007),	Welded Composite Enclosures of Cast and Wrought Aluminium Alloys for Gas-Filled High-Voltage Switchgear and Controlgear
CAN/CSA-C50089-99 (R2007),	Cast Resin Partitions for Metal-Enclosed Gas-Filled High-Voltage Switchgear and Controlgear
CAN/CSA-C62155:06,	Hollow Pressurized and Unpressurized Ceramic and Glass Insulators for Use in Electrical Equipment with Rated Voltages Greater Than 1000 V
CAN/CSA-E60079-2-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 2: Electrical Apparatus — Type of Protection “p”
CAN/CSA-E60079-5-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 5: Powder Filling “q”
CAN/CSA-E60079-6-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 6: Oil-Immersion “o”
CAN/CSA-E60079-7-03 (R2008),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 7: Increased Safety “e”
CAN/CSA-E60079-11-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 11: Intrinsic Safety “i”
CAN/CSA-E60079-15-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 15: Electrical Apparatus with Type of Protection “n”
CAN/CSA-E79-18-95 (R2004),	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 18: Encapsulation “m”
CAN/CSA-E61241-1-1-02 (R2006),	Electrical Apparatus for Use in the Presence of Combustible Dust — Part 1-1:Electrical Apparatus Protected by Enclosures and Surface Temperature Limitations — Specification for Apparatus
CAN/CSA-M421-00 (R2007),	Use of Electricity in Mines
S413-07,	Parking Structures
CAN/CSA-Z32-04,	Electrical Safety and Essential Electrical Systems in Health Care Facilities
CAN/CSA-Z240 MH Series-92 (R2005),	Mobile Homes
Z240 RV Series-08,	Recreational Vehicles
CAN/CSA-Z241 Series-03,	Park Model Trailers
CAN/CSA-Z267-00 (R2006),	Safety Code for Amusement Rides and Devices
Z662-07,	Oil and Gas Pipeline Systems

۱-۲-۶- مروری بر تجربیات سایر کشورها

در بخش‌های پیشین با جزئیات بیشتر به مرور تجربیات تقریباً مشابه و مرتبط در کشورهای صنعتی و مهمی چون امریکا، آلمان، استرالیا و کانادا پرداخته شد. در ادامه با جدول (۱- ۱۹) مروری خلاصه بر تجربیات سایر کشورها در این زمینه ارائه می‌شود.

جدول (۱- ۱۹) مروری خلاصه بر تجربیات بین المللی دیگر

توضیحات	زمینه مرتبط	عنوان
انگلستان	کد برنامه‌ریزی و کد شرایط اتصال که حداقل ضوابط فنی، طراحی و عملیاتی را مشخص می کند. کد عملیاتی، که به بخش‌های مختلفی تقسیم شده و با پیش‌بینی تقاضا (OC1) سروکار دارد. هماهنگی فرآیند برنامه‌ریزی خاموشی در مورد پست‌های بزرگ برق، سیستم انتقال GB و سیستم‌های کاربردی برای ساخت، تعمیر و نگهداری و تهیه انواع خاص از داده‌های محدوده عملیاتی (OC2)؛ آزمایش و نظارت بر کاربران (OC5)؛ اشکال مختلف کاهش تقاضا (OC6)؛ گزارش اقدامات برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده و وقایع غیرمنتظره مانند خطا (OC7)؛ هماهنگی، توسعه و نگهداری از بخش‌ها، جداسازی و زمین به منظور انجام کار ایمن و یا آزمایش (OC8)؛ جنبه‌های خاصی از برنامه‌ریزی احتمالی (OC9)؛ تهیه گزارش کتبی در مورد وقایع مانند خطا در شرایط خاص (OC10)؛ روش‌های شماره‌گذاری و نام‌گذاری دستگاه HV در سایت‌های خاص (OC11)؛ و روش‌های ایجاد تست‌های سیستم (OC12)؛ کد متعادل‌کننده، که به سه بخش تقسیم شده است و مربوط به ارسال داده‌ها و برخی اطلاعات دیگر برای روز بعد می‌باشد. روش‌ها و الزامات مربوط به کنترل فرکانس سیستم؛ کد ثبت اطلاعات، که لیست واحدی از کلیه داده‌های مورد نیاز NGC از کاربران و کاربران توسط NGC را تحت کد شبکه ارائه می‌دهد. شرایط عمومی، که برای اطمینان از همکاری بخش‌های مختلف کد شبکه با یکدیگر و عمل در آن‌ها استفاده می‌شود.	The UK (The Grid Code)[۸]
چین	اتصالات شبکه به نیروگاه‌های بادی - کدهای شبکه عمدتاً مربوط به تغییرات ولتاژ و فرکانس سیستم انتقال، حوادث خطا، قابلیت های توان راکتیو، ایمنی و امنیت هستند.	China (GB)
گرجستان	کد شبکه توزیع مربوط به کشور گرجستان-اطلاعات کلی در ارتباط با الزامات طراحی شبکه به جهت محدودیت های هارمونیکی و افت توان و ولتاژ ارائه شده است.	Georgian National Energy and Water Supply Regulatory Commission – Regulation for

عنوان	زمینه مرتبط	توضیحات
Development: Distribution grid code 2016[۹]		
South African Distribution Grid Code, Phase 2 Implemetation: 2007[۱۰]	ارائه شده تحت نظارت NERSA – پیاده‌سازی فاز دو Grid code توزیع آفریقای جنوبی که در سال ۲۰۰۷ توسط NERSA ارائه شده مشارکت‌کنندگان در پروژه : - NERSA – Chair AMEU (main representation: Ekurhuleni, eThekwini and Cape Town) - Energy Intensive User Group (EIUG) / Large Customers and Energy (DME) - Eskom (Distribution, Transmission and Generation) - System Operator (also Secretariat) - Independent Power Producers (Kelvin Power station) Department of Minerals	کد شبکه توزیع آفریقای جنوبی
Government Gazzette of the Republic of Nambia: distribution grid code: 2007[۱۱]	کد شبکه توزیع کشور قزاقستان – مثال هایی برای کاربردهای سند– دسته‌بندی جامع موضوعات بر اساس کاربرد و نوع مصرف‌کننده (محاسبات و الزامات شبکه بر اساس کاربرد آن‌ها لیست‌بندی شده و اطلاعات مورد نیاز ارائه می‌شود)	قزاقستان
The Grid Code Issue 3 [Betta Go - Active Date].[۱۲]	کد شبکه جامع بریتانیا شامل تمام رویه‌های بهره‌برداری و اصول حاکم بر آن	بریتانیا
The Grid Code Issue 5 [Betta Go - Active Date].[۱۳]	بازبینی فایل ۳ کد شبکه جامع بریتانیا	بریتانیا
A Guideline for Technical Requirements to Integrating RE into Grids [۱۴]	الزامات عملی و تئوری ادغام سیستم‌های خورشیدی و بادی با شبکه اصلی در کشورهای عربی– بررسی چارچوب‌های ادغام سیستم های تجدیدپذیر با شبکه با تمرکز بر تکنولوژی‌های بادی و خورشیدی	کشور های عربی
Bulgarian Grid Code: 2004[۱۵]	تمرکز بر کد شبکه بخش انتقال بلغارستان که در بخشی هم به الزامات فنی در رابطه با اتصال شرکت‌های توزیع به سیستم انتقال اشاره کرده است.	بلغارستان
Interplan integrated operation Planning tool towards the Pan-European Network[۱۶]	تعیین و کمی‌سازی محدودیت‌های پیش روی صنعت در انطباق با نیازهای فناوری‌های نوظهور و(ماشین برقی و نیروگاه‌های تجدیدپذیر) – تشریح الزامات برای سیاست‌گذاران انرژی–نحوه ادغام، تغییر و بروزرسانی شبکه بر اساس نیاز شبکه و اضافه شدن منابع مصرف یا تولید انرژی به شبکه، پیشنهاد اصلاحات احتمالی کدهای شبکه و مفاهیم مقررات اروپا، برای توسعه سیاست‌ها و کدهای شبکه که پاسخگوی نیازهای فناوری‌های در حال ظهور باشند و مطابق با نیازهای صنعت برای مدیریت پایدار باشد.	اروپا

عنوان	زمینه مرتبط	توضیحات
The Saudi Arabian Distribution Code : 2008 [۱۷]	تعریف تعهدات و مسئولیت‌های همه طرفین برای اطمینان از دسترسی و استفاده از سیستم باز، شفاف، بدون تبعیض و اقتصادی ضمن نگهداری ایمن، قابل اطمینان و با عملکرد کارآمد از سیستم - تعیین حداقل الزامات فنی برای شرکت‌کنندگان - تعیین تعهدات شرکت‌کنندگان در تبادل اطلاعات	گزارش جامعی از کد شبکه توزیع کشور عربستان سعودی
Indian Electricity Grid Code[۱۸]	کد شبکه کشور هند که شامل اسناد زیر است: ۱- اصول و رویه‌های رابطه بین کاربران مختلف سیستم را تعریف می‌کند. ۲- تسهیل عملکرد بهینه شبکه، تسهیل برنامه‌ریزی نگهداری هماهنگ و بهینه شبکه و تسهیل توسعه و برنامه‌ریزی شبکه ملی/منطقه‌ای به صورت اقتصادی و قابل اعتماد ۳- تسهیل توسعه بازارهای برق ۴- تسهیل توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر با بررسی جنبه‌های فنی و تجاری برای ادغام این منابع در شبکه	حداقل معیارهای فنی و طراحی - کد زمان‌بندی توزیع- بررسی نقش سازمان‌های مختلف
Delhi Electricity Regulatory Commission (State Grid Code) Regulation 2008 [۱۹]	تکمیل‌کننده و مشابه کد شبکه هند	هند- دهلی
Grid Code Requirements for Wind Turbines Connected to Distribution ot Transmission Systems in South Africa [۲۰]	مختص تعیین الزامات برای ادغام و اتصال توربین‌های بادی به شبکه اصلی	کد شبکه آفریقا
The South African Grid Code The Network Code [۲۱]	این کد علاوه بر شرایط اتصال ژنراتورها، توزیع‌کننده‌ها و مشترکان نهایی شامل استانداردهای مورد استفاده برای برنامه‌ریزی و توسعه سیستم انتقال است. گزارش جامعی است و مسائل حفاظتی، ضریب توان و سایر موارد مرتبط به طور جامعی بررسی شده است	کد شبکه آفریقا
Kenya Electricity Grid Code[۲۲]	این کد شبکه بسیار جامع و براساس استانداردهای بین‌المللی تهیه شده است. کد شبکه کشور کنیا شامل موارد دیسپاچینگ و تعیین قوانین بین مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان، الزامات گسترش شبکه از جهات طراحی و نکات فنی، نحوه قیمت‌گذاری و تعیین وضعیت قبوض برق (برای	کد شبکه کشور کنیا

توضیحات	زمینه مرتبط	عنوان
	مصرف‌کنندگان خاص با توجه به شرایط کاری) و الزامات تأمین امنیت شبکه در صورت گسترش شبکه است.	
شرکت زیمنس	مجموعه راهنمای تولیدی شرکت زیمنس که تمرکز اصلی آن بر محاسبات، قیود و الزامات الکتریکی است.	Planning of Electric Power Distribution [۲۳]

۱-۲-۷- استانداردهای کاربردی در تهیه سند فلسفه طراحی

می‌توان گفت که پرکاربردترین مستندات بین‌المللی و داخلی برای تهیه سند فلسفه طراحی، استانداردهای مرتبط خواهد بود. این موضوع در اسناد مشابه و مرتبط با فلسفه طراحی در سایر کشورها نیز به خوبی مشاهده شد و در این گزارش نیز به آن پرداخته شد. در این قسمت به برخی از استانداردهای مرتبط اشاره می‌شود. لازم به ذکر است که جدول (۱- ۲۰) تنها بخشی از استانداردهای مرتبط با طراحی پایه و دکل در شبکه قدرت است و جدول (۱- ۲۱) استانداردهای مربوط به حفاظت در مقابل صاعقه است و تنها به عنوان نمونه در این بخش از گزارش ارائه شده است.

جدول (۱- ۲۰) استاندارد های مربوط به طراحی پایه و دکل شبکه برق

Design Code, Standard, or Manual	Version Implemented	Current Version	Pending Version	How to Acquire
ANSI O5.1 Specifications and Dimensions for Wood Poles	2002, 2008, 2015, 2017	2017		ANSI
ANSI/TIA/EIA 222 Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures	Rev. F, G 1996, 2006	Rev. G 2006		TIA Online
AS3995 Design of Steel Lattice Towers and Masts	1994	1994		IHS Global
AS4100 Steel Structures	1998	1998		IHS Global
AS/NZS 1170.2 Structural Design Actions Part 2: Wind Actions	2002	2002		IHS Global
AS/NZS 7000 Overhead Line Design - Detailed Procedures	2001, 2016	2016		NewZealand Standards
ASCE Standard 10 Design of Latticed Steel Transmission Structures (Previously known as ASCE Manual 52)	2015	2015	2020	ASCE Publications Bookstore
ASCE Standard 48 Design of Steel Transmission Pole	2005, 2001	2011	2018	ASCE Publications Bookstore

Design Code, Standard, or Manual	Version Implemented	Current Version	Pending Version	How to Acquire
Structures (Previously known as ASCE Manual 72)				
ASCE Manual 74 Guidelines for Electrical Transmission Line Structural Loading	1991, 2009	2009		ASCE Publications Bookstore
British Standard 8100 Lattice Towers and Masts - Code of Practice for Strength Assessment of Members of Lattice Towers and Masts	1999	1999		Techstreet IHS Global
CIGRE Brochure 207 Thermal Behavior of Overhead Conductors	2002	2002		CIGRE
CSA S37 Antennas, Towers, and Antenna-Supporting Structures	2001	2001		Shop CSA
ECCS Recommendations for Angles in Lattice Transmission Towers, European Convention for Constructional Steel Work	1985	1985		BSI Global
EN50341-1:2001, EN50341-1:2012 CENELEC	2001,2012	2012		European Committee for Electrotechnical Standardization
EN50341-3-2 National Normative Aspects (NNA) برای بلژیک	2001	2001		European Committee for Electrotechnical Standardization برای بلژیک
EN50341-3-9, EN50341-2-9 National Normative Aspects (NNA) for The United Kingdom and Northern Ireland	2001, 2015	2015		BSI Global
EN50341-3-17 National Normative Aspects (NNA) برای پرتغال	2001	2001		European Committee for Electrotechnical Standardization برای پرتغال
EN50341-2-22 National Normative Aspects (NNA) برای لهستان	2016	2016		European Committee for Electrotechnical Standardization برای لهستان
ESAA C(b)1-2003 Guidelines for Design and Maintenance of Overhead Distribution and Transmission Lines	2003	2003		SAI Global
ENV 1991-2-4 Euro code 1: Basis of design and actions on structures	1991	1991		BSI Global
IEC 60826 Design criteria of overhead transmission lines	2003, 2017	2017		IEC
IEEE-738 Standard for Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors	1993, 2006, 2012	2012		IEEE Standards Association

Design Code, Standard, or Manual	Version Implemented	Current Version	Pending Version	How to Acquire
IS 802 Use of Structural Steel in Overhead Transmission Line Towers - Code of Practice	1995, 2015	2015		India Standard 802, Bureau of Indian Standards, New Dehli, India
National Electric Safety Code	1997, 2002, 2007, 2012, 2017	2012	2022	IEEE Standards Association
PN-90/B-03200 Steel Structures Design Rules (لهستان)	1990			لهستان
SP 16.13330.2011 SNiP (Russia)	2011	2011		روسیه
TP.DL 12.01 Transmission line loading code Transposer New Zealand	2003			نیوزیلند

جدول (۱- ۲۱) استاندارد های مربوط به حفاظت رعد و برق در شبکه برق

Standards	Title	Describtion
NFC 17-102	(September 2011) Protection against lightning	Protection system against lightning with lightning conductor triggering device.
UTE C 17-106	Guide - lightning counters	
UTE C 17-100-2	Protection against lightning	Part 2: Risk Assessment (correspondence: EN 62305-2).
NF EN 50164-1	Components Protection against Lightning	Part 1: Requirements for connection components.
NF EN 50164-2	Components Protection against Lightning	Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes.
NF EN 50164-3	Components Protection against Lightning	Part 3: requirements for spark gaps.
NF EN 62305-3	Protection against lightning	Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
Indirect Lightning Protection Standard (Low Voltage Protection by lightning arrester)		
IEC 62305-1-2-3-4	Protection against lightning	Part 1: General principles Part 2: Risk management Part 3: Physical damage to structures and life hazard Part 4: Power Networks and communication structures
IEC EN 61643	Low voltage arresters	**Part 11**: arresters connected to low voltage distribution systems - Requirements and tests. **Part 12**: Principles of selection and application. **Part 22**: Principles of selection and application.
IEC 61663-1	Lightning protection-Telecommunication lines	Fibre optic installations Lines using metallicconductors
IEC 62561	Lightning protection system components (LPSC)	Requirements for earthing enhancing compounds Requirements for lightning strike counters (LSC) Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals Requirements for conductor fasteners Requirements for isolating spark gaps (ISG) Requirements for conductors and earth electrodes Requirements for connection components

۱-۳- مروری بر تجارب داخلی مرتبط

مراجع داخلی مهم در زمینه تهیه و تدوین فلسفه طراحی که در سالیان گذشته نیز کم و بیش مورد استفاده همکاران محترم در شرکت‌های توزیع برق کشور قرار داشته را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم نمود.

دسته نخست کتب مرتبط با طراحی شبکه توزیع است که از مهمترین و پر کاربرترین آن‌ها می‌توان به کتاب طراحی خطوط هوایی شبکه های توزیع برق(تجهیزات و طراحی) از مهندس کریم روشن میلانی اشاره نمود[۲۴]. دسته دوم دستورالعمل‌ها و استانداردهای مصوب توانیر و وزارت نیرو می‌باشد که خصوصاً در سال‌های اخیر به صورت ویژه دنبال شده و سعی شده است تا مجموعه‌ای کامل برای بهبود عملکرد شبکه ایجاد و در اختیار کارشناسان امر قرار گیرد. این مجموعه بسیار متنوع و گسترده است اما می‌توان برخی از مرتبط ترین آن‌ها را استاندارد تجهیزات مختلف، دستورالعمل محاسبات مکانیکی[۲۵]، تدوین اطلس آسیب‌پذیری شبکه توزیع[۲۶]، جمع‌آوری اطلاعات طراحی[۲۷]، رویه اجرایی مقاوم‌سازی[۲۸]، پهنه‌بندی اقلیمی خطوط انتقال توسط پژوهشگاه نیرو و شرکت برق منطقه‌ای گیلان دانست[۲۹]. دسته سوم نیز دستورالعمل‌ها و مستنداتی است که برخی از شرکت‌های توزیع به فراخور نیازهای خود تهیه کرده‌اند و برخی از اهداف این پروژه را پوشش می‌دهد. از این دسته می‌توان به فلسفه طراحی شبکه توزیع برق تهران بزرگ اشاره نمود[۳۰]. تجارب مرتبطی نیز در زمینه شبکه انتقال و فوق‌توزیع وجود دارد که با توجه به موقعیت مکانی این شبکه‌ها، موضوعات مرتبط با مخاطرات جغرافیایی در آن‌ها بیشتر بررسی گردیده است.

نکته بسیار مهمی که در اینجا لازم است به آن پرداخته شود، گستردگی موضوعات مد نظر شرح خدمات در پروژه فلسفه طراحی می‌باشد. این پروژه به گردآوری اطلاعات و استانداردها محدود نیست و هدف آن تعیین قیود و الزامات مورد نیاز در طراحی شبکه توزیع است. رعایت این قیود و الزامات، نیازمند دستورالعمل‌های اجرایی در بخش‌های مختلف و در صورت نیاز تعیین استانداردهای متناسب در تجهیزات و یا طراحی شبکه و یا شاخص‌های عملکردی شبکه می‌باشد. لازم به ذکر است که در این پروژه به تدوین و تالیف چنین استانداردها و یا دستورالعمل‌هایی پرداخته نمی‌شود. به منظور پوشش تنوع فراوان موجود در کشور از دیدگاه‌های مختلف، این قیود و الزامات نمی‌تواند وارد جزئیات شود و مطابق با شرح خدمات پروژه، به چارچوب‌های مهم و کلیدی برای وحدت رویه، تنوع‌زدایی لازم و تنوع‌زایی مناسب پرداخته خواهد شد.

از این رو، پیاده‌سازی نتایج این پروژه در محدوده شرکت‌های توزیع برق مختلف نیازمند انجام مجموعه اقدامات و مطالعات مختلفی است که بر اساس نتایج آن‌ها طراحان محترم می‌توانند اصول، چارچوب‌ها، قیود و الزامات پیشنهادی فلسفه طراحی را برای منطقه مورد بررسی یافته و از آن استفاده نمایند.

با توجه به تنوع شرایط آب و هوایی، اقلیمی و جغرافیایی، زیست-محیطی و الکتریکی در نقاط مختلف کشور ایران، به منظور تأمین برق مطمئن و پایدار توسط شبکه توزیع برق با لحاظ کردن رویکرد اقتصادی در تهیه طرح‌های بهینه، لازم است پارامترهای مؤثر بر طراحی شبکه توزیع کلاسه‌بندی شده و در مراحل بعدی با اصلاح کلاسه‌بندی‌های انجام شده، قیود و الزامات طراحی شبکه توزیع و انتخاب تجهیزات به صورت مطلوب تعیین گردد. در فصل دوم از این گزارش به موضوع شناسایی و کلاسه‌بندی پارامترهای مزبور پرداخته شده است.

مراجع

[1] Anon, “National Electrical Safety Code,” *Sci. Am.*, vol. 3, no. 5supp, pp. 468–468, May 1921, doi: 10.1038/scientificamerican05011921-468dsupp.
[2] David J. Marne, *ELECTRICAL NATIONAL CODE (NESC® SAFETY HANDBOOK*. 2002.
[3] IEEE Standards Association, *2017 National Electrical Safety Code(R) (NESC(R))*. 2016.
[4] Standards Australia, “Overhead line design Australian / New Zealand Standard ™,” 2016.
[5] Ausgrid, “Network Standard (Ausgrid) OVERHEAD DESIGN MANUAL NS220,” no. 0, pp. 1–98, 2020.
[6] F. VDE, “Summary of the draft VDE-AR-N 4110:2017-02,” no. February 2017.
[7] “https://www.csagroup.org/.” .
[8] National Grid Electricity System Operator, “The Grid Code (Uk),” no. 5, pp. 0–1014, 2020.
[9] G. N. E. A. W. S. R. COMMISSION, “Distribution Grid Code,” no. May, 2016.
[10] I. This *et al.*, “SOUTH AFRICAN DISTRIBUTION GRID CODE PHASE 2 IMPLEMENTATION,” 2009.
[11] “Government Gazette Republic of Namibia- Distribution Grid Code,” no. 6730.
[12] Betta Go - Active Date, “National Electricity Transmission System - National Grid Code,” no. 5, 2017.
[13] B. G.-A. Date, “National Electricity Transmission System - National Grid Code,” no. 3.
[14] RCREEE, “A Guideline for Technical Requirements to Integrating RE into Grids.”
[15] “Bulgarian Grid Code,” 2010.
[16] INTERPLAN, “INTEgrated opeRation PLAnning tool towards the Pan-European Network- Grid Code and regulation limitations,” 2017.
[17] Saudi Electricity company, “The Saudi Arabian Distribution Code,” no. November, pp. 1–87.
[18] C. E. R. Commission, “Indian Electricity Grid Code,” New Delhi, 2010.
[19] P. Criterion *et al.*, “Delhi Electricity Regulatory Commission - (STATE GRID CODE) - REGULATIONS 2008.”
[20] “Grid Code Requirements for Wind Turbines Connected to Distribution or Transmission System in South Africa,” vol. 27, no. 0.
[21] “The South African Grid Code The Network Code,” no. March, pp. 1–59, 2008.
[22] E. R. Commission and Centre, “Kenya Electricity Grid Code,” vol. 254, no. March, 2008.
[23] Siemens AG, “Planning of Electric Power Distribution - Technical Principle,” 2015.
[۲۴] م. ک. ر. میلانی, خطوط هوایی شبکه‌های توزیع برق تجهیزات و طراحی. ۱۳۸۱.
[۲۵] د. م. و. ر. ش.-م. مهندسی, دستورالعمل محاسبات مکانیکی شبکه‌های توزیع. ۱۳۹۹.
[۲۶] ش. ت.-م. ه. توزیع, دستورالعمل تدوین اطلس آسیب پذیری شبکه‌های توزیع نیروی برق در مقابل رخدادهای طبیعی در بستر GIS. ۱۳۹۷.

[۲۷] د. م. و. ر. ش.-م. م. توانیر, دستورالعمل جمع آوری اطلاعات مورد نیاز طراحی شبکه‌های توزیع. ۱۳۹۹.

[۲۸] م. ه. ت. ش. توانیر, دستورالعمل پیاده‌سازی و رویه‌های اجرایی مقاوم سازی در شبکه‌های توزیع. ۱۳۹۹.

[۲۹] پ. نیرو, "طرح پهنه‌بندی اقلیمی و بارگذاری خطوط انتقال نیروی کشور," ۱۳۹۶.

[۳۰] شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ, فلسفه طراحی شبکه توزیع برق تهران بزرگ. ۱۳۸۸.