مدیریت دارایی برای سیستم‌های زیرساخت
انرژی و آب

مولف:
گرد بالزر – کریستین شورن

مترجمان:
دکتر محمودرضا حقی‌فام
دکتر محمداسماعیل هنرمند

انتشارات پندار پارس

عنوان و نام پدیدآور	:	مدیریت دارایی برای سیستم‌های زیرساخت: انرژی و آب/مولف گرد بالزر، کریستین شورن؛ مترجمان محمودرضا حقی‌فام، محمداسماعیل هنرمند.
مشخصات نشر	:	تهران : پندار پارس، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	:	۵۶۰ ص.
شابک	:	978-622-7785-34-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: . Asset Management for Infrastructure Systems : Energy and Water, 2015
موضوع	:	علوم کامپیوتر (Computer science)، سیاست انرژی (Energy policy) ، مدیریت محیط زیست (Environmental management) مدیریت تسهیلات (Facility management) نظام‌های اطلاعاتی مدیریت (Management information systems)
شناسه افزوده	:	شورن، کریستین
شناسه افزوده	:	Schorn, Christian
شناسه افزوده	:	حقی‌فام، محمودرضا، ۱۳۴۳ - ، مترجم
شناسه افزوده	:	هنرمند، محمد اسماعیل، ۱۳۴۵ -، مترجم
رده بندی کنگره	:	۷۶QA
رده بندی دیویی	:	۳۷۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۶۷۲۶۲۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیپا

انتشارات پندارپارس

دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگرجنوبی، کوی رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶ www.pendarepars.com

تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۱۲۲۴۵۲۳۴۸ info@pendarepars.com

نام کتاب	:	**مدیریت دارایی برای سیستم‌های زیرساخت (انرژی و آب)**
ناشر	:	**انتشارات پندار پارس (به سفارش گروه مپنا)**
نویسنده	:	**گرد بالزر، کریستین شورن**
ترجمه	:	**دکتر محمودرضا حقی‌فام، دکتر محمداسماعیل هنرمند**
چاپ نخست	:	**مهر ماه ۱۴۰۳**
شمارگان	:	**۲۰۰ نسخه دیجیتال**
طرح جلد	:	**رامین شکراللهی**
چاپ، صحافی	:	**روز**
قیمت	:	**۵۲۰.۰۰۰ تومان**

شابک : ۰-۳۴-۷۷۸۵-۶۲۲-۹۷۸

***هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد ***

پیش‌گفتار مپنا

مدیریت دارایی فیزیکی، رویکردی سیستماتیک جهت افزایش ارزش تجهیزات با اقدامات هم افزا و هماهنگ و با در نظر گرفتن هزینه، ریسک و عملکرد دارایی‌ها در طول چرخه عمر آنها می‌باشد. در بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌ها، بخش عمده‌ای از فعالیت‌های مهندسی، خرید، نگهداری و بهره‌برداری از تجهیزات، زیر چتر مدیریت دارایی فیزیکی قرار می‌گیرد و از این منظر در صورت شکل‌گیری درک دقیق و مفهومی از موضوع، زیرسیستم‌ها، مولفه‌های تشکیل دهنده و فرایندهای جاری بین آنها به ویژه در سطح مدیران ارشد و معماران سازمانی، زمینه بهره‌برداری بهینه از زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات فراهم خواهد گشت.

گروه مپنا که متشکل از شرکت‌های بزرگ و فناور می‌باشد و در عرصه فنی ایران نیز نقش بی بدیلی دارد نه تنها خود را مقید به اعمال مدیریت دارایی فیزیکی در مجموعه عظیم خود می‌داند؛ بلکه به توسعه فرهنگ آن به ویژه در صنایع کشور به منظور کمک به افزایش بهره‌وری دارایی در صنایع اهتمام دارد. کتاب حاضر در جهت این اهداف و با پشتیبانی معاونت پژوهش و فناوری گروه مپنا به چاپ رسیده است و امید می‌رود مورد استفاده فعالان در این عرصه و به‌ویژه در صنایع برق و آب باشد.

معاونت پژوهش و فناوری گروه مپنا

پیش‌گفتار چاپ دوم

در ویرایش حاضر، باتوجه به تغییرات اضافی، بالاخص در زیرساخت‌های الکتروتکنیکی، بخش‌های ضروری به مطالب قبلی، اضافه شده و یا ساختار آن تغییر یافته است، در نتیجه، ویرایش جدید توسعه‌یافته، معقول به نظر می‌رسد.

چارچوب قانونی شرکت‌های زیرساخت در هر دو سطح ملی و بین‌المللی تغییر کرده به‌طوری‌که در فصل اول با جزئیات بیشتری مورد بحث قرار گرفته است (بخش ۱-۳). در این راستا، بر اساس فعالیت‌های سطح ملی، در بخش DKE (کمیسیون الکتروتکنیک آلمان)، استاندارد بین‌المللی IEC در سال ۲۰۱۹ و نیز تحت عنوان VDE 0109 توسعه یافته است (بخش ۲-۲). علاوه بر این، فعالیت‌های مدیریت دارایی بیشتری در سطح بین‌المللی ارائه شده‌اند.

موضوع «بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری» به‌طور قابل توجهی توسعه یافته است به‌طوری‌که از یک طرف، با اضافه-شدن مدل مارکوف (بخش ۳-۴-۱-۴) و از سوی دیگر، در بازنگری کامل بخش ۳-۵ ارائه می‌شود. از دکتر اینگ اِ رهین برای مرور مطالب تشکر ویژه می‌گردد.

ضمناً فصل جداگانه‌ای به مبحث مبسوط «آمار» اختصاص داده شده و در فصل ۷، احتمالات تشخیص وضعیت تجهیزات منبع تغذیه برق فهرست می‌شود. با این حال، ارزیابی از وضعیت تجهیزات، انجام نمی‌پذیرد زیرا این امر، مسئولیت مدیر دارایی بوده و لذا این مطالب مطابق با IEC/DKE یعنی مقررات IEC/TS 63060 یا VDE 0109 است.

از آنجایی‌که شرایط مرزی تحمیلی از بیرون دائماً در حال تغییر هستند، به‌طور خاص مشاهده می‌شود که توسعه حوزه وظیفه «مدیریت دارایی» در آینده نیز کامل نخواهد شد.

برای نمونه، از شرایط از پیش‌تعیین‌شده کشور آلمان و جامعه اروپا (الزامات قانونی و مقرراتی، استانداردسازی و غیره) استفاده شده است. فرض می‌گردد که شرایط مشابهی در همه کشورها وجود دارند و لذا می‌توان رویکردهای توصیف‌شده را به مناطق دیگر تسرّی داد.

دارمشتات، آلمان — گرد بالزر

کارلسروهه، آلمان — کریستین شورن

جولای ۲۰۲۱

پیش‌گفتار چاپ اول

اجرای رقابت در حوزه زیرساخت اغلب منجر به این امر گردیده است که درون شرکت‌ها، ساختارهای تصمیم-گیری و سازمانی جدیدی، توسعه و ایجاد شده‌اند. در این راستا طی سال‌های اخیر، اصطلاح «مدیریت دارایی» ایجاد شده است؛ بالاخص در زمینه موضوعات فنی و اقتصادی. به‌طورکلی، وظیفه اساسی، بهینه‌سازی وظایف مالی و عملیاتی سیستم زیرساخت است. در این چارچوب، نمونه‌های ارائه‌شده در این کتاب اغلب به حوزه منبع تغذیه اشاره دارد اما این مسئله را فقط به‌عنوان مثال در نظر گرفت چراکه همه موضوعات را می‌توان در سایر بخش‌های زیرساختی (گاز، آب، مخابرات و غیره) اعمال کرد. اصول و مثال‌هایی که در بخش‌های بعد ارائه می-شوند اساساً دو منبع متفاوت دارند که به نوبه خود، به بحث بین‌المللی شرکت‌ها، سازمان‌ها و انجمن‌ها اشاره می‌کنند:

- گروه «سیستم‌های برق» دانشگاه صنعتی دارمشتات طی ۲۰ سال گذشته، به‌شدت با سوالات و راه‌حل‌های مربوط به مدیریت دارایی، با هدف بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری از منظر قابلیت اطمینان عرضه، سروکار داشته است. نتایج این اقدامات در بسیاری از نشریات و پایان‌نامه‌های منتشره در این دوره، بیان شده‌اند. از این حیث، از کارکنان تشکر می‌گردد.
- پیشنهادات حاصل از تجربه یک سازمان متخصص توسط EnBW AG در کارلسروهه مطرح گردید به‌طوری-که این سازمان، با شرکت تابعه خود یعنی Netze BW GmbH، یکی از بزرگترین اپراتورهای شبکه توزیع کشور آلمان را برعهده دارد. ساختار پیاده‌سازی‌شده مدیریت دارایی که با کمک تبادل ملی و بین‌المللی سایر اپراتورهای شبکه، توسعه و گسترش یافته است به‌عنوان مبنایی برای بحث محتوایی عملیاتی استفاده می‌شود. مدل‌های سازمانی، رویکردهای ایجادشده و چشم‌انداز سیستم در فناوری اطلاعات از اهمیت حیاتی برخوردار هستند.

از آنجایی‌که کل این فرایند بالاخص در زمینه چارچوب سیاسی و نظارتی، هنوز در حال تغییر دائمی و توسعه مداوم، تکمیل نشده است روش‌ها و نتایج این کتاب، نشان‌دهنده وضعیت فعلی هر دو بحث تحقیقاتی و اجرای عملیات فعلی در شرکت‌هایی است که دارای سازمان توسعه یافته مناسب هستند.

نویسندگان از همکاران ذیل که در ترجمه همکاری کردند سپاسگذاری می‌کنند: وای. تسیمبرگ، آر. ویکفیلد، ای. کرونتیرس، سی. بالزر. برای نمونه، از شرایط از پیش‌تعیین‌شده کشور آلمان و جامعه اروپا (الزامات قانونی و مقرراتی، استانداردسازی و غیره) استفاده شده است. فرض می‌گردد که شرایط مشابهی در همه کشورها وجود دارند و لذا می‌توان رویکردهای توصیف‌شده را به مناطق دیگر تسرّی داد.

گرد بالزر
کریستین شورن

دارمشتات، آلمان
کارلسروهه، آلمان
دسامبر ۲۰۱۴

فهرست مطالب

فصل ۱ : مقدمه ۱۷
۱-۱ اساس مدیریت دارایی ۱۸
۱-۲ توسعه مدیریت سرمایه‌گذاری ۲۱
۱-۳ چارچوب قانونی شرکت‌های زیرساخت ۲۳
۱-۳-۱ قانون صنعت انرژی (EnWG) ۲۳
۱-۳-۲ آیین‌نامه مقررات تشویقی (ARegV) ۲۵
۱-۳-۳ قانون توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (قانون انرژی‌های تجدیدپذیر؛ EEG) ۲۷
۱-۳-۴ قانون عملیات مکان اندازه‌گیری و ارتباطات داده‌ای در شبکه‌های هوشمند انرژی (MSbG) ۲۹
۱-۳-۵ کاتالوگ امنیت IT (IT-SIKAT) ۳۱
۱-۳-۶ مجموعه انرژی پاک EC ۳۲
۱-۴ انگیزه مدیریت دارایی ۳۵
۱-۵ چالش‌های اپراتورهای سیستم انتقال و توزیع (TSO و DSO) ۳۷
۱-۶ فعالیت‌های مدیریت دارایی ۳۸
۱-۷ نتیجه‌گیری ۴۲
منابع ۴۳
فصل ۲ : وظایف مدیریت دارایی ۴۵
۲-۱ توسعه استراتژی‌ها ۴۵
۲-۱-۱ مروری بر استراتژی‌های تعمیر و نگهداری ۴۸
۲-۱-۱-۱ تعاریف ۴۸
۲-۱-۱-۲ مبنای استراتژی‌های تعمیر و نگهداری ۵۱
۲-۱-۱-۳ تعمیر و نگهداری اصلاحی (CM) ۵۳
۲-۱-۱-۴ تعمیر و نگهداری مبتنی بر زمان (TBM) ۵۵
۲-۱-۱-۵ تعمیر و نگهداری مبتنی بر وضعیت (CBM) ۵۶
۲-۱-۱-۶ تعمیر و نگهداری مبتنی بر اولویت یا مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) ۵۶
۲-۱-۱-۷ تعمیر و نگهداری مبتنی بر ریسک ۵۷
۲-۱-۱-۸ ارزیابی حاصل از استراتژی‌های تعمیر و نگهداری ۵۷
۲-۱-۲ استراتژی RCM ۵۸

۲-۱-۲-۱ تعاریف ۵۹
۲-۱-۲-۲ رویکرد ۶۰
۲-۱-۲-۳ مثال: بخش خطوط هوایی ۶۹
۲-۱-۲-۴ ارزیابی یک اقدام تعمیر و نگهداری ۷۶
۲-۱-۲-۵ مثالی برای بررسی یک استراتژی تعمیر و نگهداری بهینه ۷۹
۲-۱-۳ تعمیر و نگهداری توسط منطق فازی ۸۲
۲-۱-۳-۱ مقدمه‌ای بر منطق فازی ۸۴
۲-۱-۳-۲ روش ارزیابی شرایط با منطق فازی [۱۹] ۸۹
۲-۱-۳-۳ قوانین فنی پردازش دانش ۹۲
۲-۱-۳-۴ نتیجه: پُست ثانویه ۹۵
۲-۱-۳-۵ نتیجه‌گیری ۹۶
۲-۱-۳-۶ ارزیابی وضعیت تجهیزات به کمک منطق فازی ۹۶
۲-۱-۴ روش FMEA ۱۰۰
۲-۱-۴-۱ مبنای روش ۱۰۱
۲-۱-۴-۲ آماده‌سازی داده‌ها ۱۰۷
۲-۱-۴-۳ مثال: تحلیل ۱۰۹
۲-۱-۴-۴ ارزیابی FMEA یک پُست ۱۱۲
۲-۱-۵ رفتار پیری تجهیزات ۱۱۷
۲-۱-۵-۱ رفتار کلی خطای تجهیزات ۱۱۸
۲-۱-۵-۲ تحلیل رفتار خطا و اقدامات مرتبط ۱۱۹
۲-۱-۵-۳ مدل داده‌ها و تجهیزات کلیدهای قدرت ۱۲۱
۲-۱-۵-۴ رفتار خطای کلیدهای قدرت ۱۲۴
۲-۱-۵-۵ ارزیابی نتایج ۱۲۹
۲-۱-۵-۶ درنظرگیری رفتار پیری در ارزیابی وضعیت ۱۳۱
۲-۱-۶ طول عمر تجهیزات الکتریکی ۱۳۱
۲-۱-۷ استراتژی توسعه سیستم ۱۳۶
۲-۱-۷-۱ کلیات ۱۳۶
۲-۱-۷-۲ پیش‌بینی ۱۳۷
۲-۱-۷-۳ مفروضات برنامه‌ریزی ۱۳۸
۲-۱-۷-۴ ملاحظات برنامه‌ریزی شبکه هدف ۱۴۸

۲-۱-۷-۵ برنامه‌ریزی سیستم شبکه‌های هوشمند ۱۴۹
۲-۱-۸ استراتژی بازسازی ۱۵۶
۲-۱-۸-۱ کلیات ۱۵۷
۲-۱-۸-۲ معیارهای بازسازی ۱۵۷
۲-۱-۸-۳ سطوح تصمیم‌گیری ۱۶۰
۲-۱-۸-۴ مدلسازی سطح فنی سازمانی ۱۶۱
۲-۱-۸-۵ ارزیابی مدل‌ها ۱۶۶
۲-۱-۹ ملاحظات کوتاه‌مدت و بلندمدت ۱۶۷
۲-۱-۱۰ توسعه و واگذاری پروژه ۱۶۸
۲-۲ تدوین و تضمین استانداردها ۱۷۰
۲-۲-۱ مقررات داخلی ۱۷۰
۲-۲-۲ فرایندهای استانداردسازی ملی و بین‌المللی ۱۷۱
۲-۲-۳ استانداردهای سری ISO 55000 ..... ۱۷۳
۲-۲-۴ استاندارد تعمیر و نگهداری سیستم‌های الکتریکی DIN VDE 0109 و IEC/TS 63060 ۱۷۵
۲-۲-۵ ارزیابی استانداردهای ISO 55000 و DIN (VDE 0109) ۱۸۱
۲-۲-۶ IEC TC 123 ..... ۱۸۱
۲-۳ تامین امنیت منابع ۱۸۲
۲-۳-۱ مصالح و خدمات ۱۸۳
۲-۳-۲ کارکنان عملیاتی ۱۸۵
۲-۳-۳ رزرو و شرایط‌های خاص ۱۸۵
۲-۴ نتیجه‌گیری ۱۸۶
منابع ۱۸۷
فصل ۳ : کارکردهای کنترلی ۱۹۱
۳-۱ کارکردهای کنترل اقتصادی ۱۹۱
۳-۱-۱ برنامه‌ریزی و ساختار بودجه ۱۹۲
۳-۱-۲ کنترل بودجه ۲۰۱
۳-۱-۳ ملاحظات اقتصادی ۲۰۸
۳-۱-۳-۱ LCC و TCO ۲۰۸
۳-۱-۳-۲ هزینه‌های چرخه عمر ۲۱۰
۳-۱-۳-۳ تعاریف ۲۱۲

۳-۱-۳-۴ مثال: هزینه‌های چرخه عمر پُست ۳۸۰ کیلوولت با عایق هوا ۲۱۵
۳-۱-۳-۵ مثال: هزینه‌های چرخه عمر سیستم خط هوایی ۱۱۰ کیلوولت ۲۲۶
۳-۲ کارکردهای کنترل فنی ۲۲۹
۳-۲-۱ آمارهای خرابی ۲۳۰
۳-۲-۲ فایل‌های داده‌ای آسیب‌ها ۲۳۵
۳-۲-۳ ارزیابی ارزش دارایی شبکه ۲۳۷
۳-۲-۴ ارزیابی داده‌های وضعیت ۲۴۱
۳-۲-۵ پایش/ تشخیص ۲۴۴
۳-۲-۵-۱ پایش وضعیت با استفاده از مثال کلیدقدرت ۲۴۵
۳-۲-۵-۲ کارایی رویکردهای تشخیص و پایش ۲۴۶
۳-۲-۵-۳ ارزیابی ۲۵۲
۳-۲-۶ تحلیل ریسک ۲۵۳
۳-۲-۶-۱ رویکرد مدیریت ریسک ۲۵۴
۳-۲-۶-۲ تعیین ریسک ۲۶۳
۳-۲-۶-۳ تعمیم ارزیابی ریسک ۲۶۴
۳-۲-۶-۴ استخراج یک استراتژی تعمیر و نگهداری بهینه‌شده با ریسک ۲۷۴
۳-۲-۶-۵ روش ارزش در معرض ریسک ۲۷۷
۳-۲-۶-۶ استفاده از روش VaR در یک سیستم انتقال ۲۸۴
۳-۲-۶-۷ اطلاعات برای ارزیابی ۲۸۸
۳-۲-۶-۸ مثالی برای اجرای تعمیر و نگهداری مبتنی بر ریسک ۲۹۱
۳-۳ شاخص‌ها ۲۹۷
۳-۳-۱ مقادیر هدف گروه‌های مشارکت‌کننده (ذینفعان) ۲۹۷
۳-۳-۲ انتخاب شاخص‌ها برای هر مورد اقدام تعمیر و نگهداری ۲۹۸
۳-۳-۳ محک‌زنی ۳۰۲
۳-۴ شبیه‌سازی دارایی ۳۰۶
۳-۴-۱ توسعه یک استراتژی بلندمدت ۳۰۷
۳-۴-۱-۱ ارزیابی وضعیت تجهیزات ۳۰۷
۳-۴-۱-۲ مدل پیری ۳۰۸
۳-۴-۱-۳ زنجیره‌های علت و معلولی ۳۱۲
۳-۴-۱-۴ فرایند مارکوف ۳۱۳

۳-۴-۲ داده‌های ورودی ۳۳۴
۳-۴-۳ کاربرد شبیه‌سازی دینامیکی ۳۳۵
۳-۴-۴ شبیه‌سازی: ارزیابی وضعیت ۳۳۷
۳-۴-۴-۱ کلیدهای قدرت ولتاژ بالا ۳۳۷
۳-۴-۴-۲ کابل فشار متوسط ۳۴۱
۳-۴-۵ شبیه‌سازی: نرخ خرابی آماری ۳۴۶
۳-۴-۶ نتیجه شبیه‌سازی دارایی ۳۵۰
۳-۵ بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری ۳۵۱
۳-۵-۱ کلیات ۳۵۱
۳-۵-۲ مبنای محاسبه ۳۵۲
۳-۵-۲-۱ داده‌های تجهیزات، توپولوژی شبکه، پخش بار ۳۵۳
۳-۵-۲-۲ استراتژی‌های تعمیر و نگهداری، و بازسازی ۳۵۴
۳-۵-۲-۳ نرخ‌های خرابی تجهیز وابسته به سن ۳۵۵
۳-۵-۲-۴ محاسبه انرژی تامین‌نشده یا منتقل‌نشده ۳۵۸
۳-۵-۲-۵ هزینه‌های تعمیر و نگهداری ۳۵۹
۳-۵-۲-۶ هزینه‌های بازسازی ۳۵۹
۳-۵-۳ توابع هدف بهینه‌سازی ۳۶۰
۳-۵-۴ مدل بهینه‌سازی: مسئله کوله‌پشتی ۳۶۱
۳-۵-۵ حل مسئله با توابع هدف مختلف ۳۶۲
۳-۵-۵-۱ بهینه‌سازی یک مسئله تک‌هدفه ۳۶۳
۳-۵-۵-۲ بهینه‌سازی یک مسئله چندهدفه ۳۶۴
۳-۵-۶ الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسائل تک‌هدفه ۳۶۶
۳-۵-۶-۱ راه‌حل‌های ابتکاری مسئله کوله‌پشتی ۳۶۶
۳-۵-۶-۲ الگوریتم مورچگان (بهینه‌سازی کلونی، ACO) ۳۷۲
۳-۵-۷ الگوریتم‌هایی برای بهینه‌سازی مسائل چند معیاره ۳۷۳
۳-۵-۷-۱ بهینه‌سازی تئوری بازی ۳۷۴
۳-۵-۷-۲ بهینه‌سازی ازدحام ذرات ۳۷۹
۳-۵-۷-۳ الگوریتم‌های ژنتیک ۳۸۱
۳-۵-۸ ارزیابی و مثال یک شبکه ۲۲۰ کیلوولت ۳۸۲
۳-۵-۹ مثال یک شبکه ۱۱۰ کیلوولت ۳۸۶

۳-۵-۹-۱ اصول محاسبه ۳۸۶
۳-۵-۹-۲ مثال ۳۸۸
۳-۶ نتیجه‌گیری ۳۹۱
منابع ۳۹۲
فصل ۴ : یکپارچه‌سازی درون سازمان تجاری ۳۹۹
۴-۱ تخصیص عملکردی در حوزه مدیریت دارایی ۴۰۰
۴-۲ مدل الگوی مدیریت زیرساخت‌ها ۴۰۲
۴-۳ سازماندهی شرکت ۴۰۷
۴-۳-۱ معیارهای تصمیم‌گیری ۴۰۸
۴-۳-۲ مدل تهیه‌کننده خدمات ۴۱۱
۴-۳-۳ مدل مدیر شبکه ۴۱۱
۴-۳-۴ مدل مدیر دارایی ۴۱۲
۴-۳-۵ مدل مالک دارایی ۴۱۲
۴-۴ تاثیر سیستم‌های زیرساخت بر سازمان ۴۱۳
۴-۴-۱ صرفه‌جویی در مقیاس سیستم‌ها ۴۱۳
۴-۴-۲ تاثیر همگنی سیستم زیرساخت ۴۱۷
۴-۵ نتیجه‌گیری ۴۱۸
منابع ۴۱۸
فصل ۵ : چشم‌انداز سیستم در حوزه مدیریت دارایی ۴۱۹
۵-۱ داده‌های مدیریت دارایی ۴۱۹
۵-۲ برنامه‌ریزی منابع سازمانی (سیستم‌های ERP) ۴۲۲
۵-۲-۱ اسناد دارایی (AD) ۴۲۷
۵-۲-۲ ماژول مالی ۴۳۱
۵-۲-۳ ماژول تعمیر و نگهداری، و بهره‌برداری ۴۳۳
۵-۲-۴ ماژول پروژه ۴۳۵
۵-۲-۵ ماژول تدارکات و کالا ۴۳۶
۵-۲-۶ ماژول کارکنان ۴۳۹
۵-۳ سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۴۳۹
۵-۴ سیستم‌های برنامه‌ریزی استراتژی دارایی (ASP) ۴۴۵

۵-۵ سیستم‌های اولویت‌بندی پروژه (PPS) ۴۵۱
۵-۶ پرسنل اجرایی سیار ۴۵۳
۵-۷ سیستم‌های برنامه‌ریزی شبکه و سیستم‌های کنترل شبکه ۴۵۶
۵-۸ نتیجه‌گیری ۴۶۱
منابع ۴۶۲
فصل ۶: آمار ۴۶۳
۶-۱ احتمال ۴۶۳
۶-۱-۱ احتمال ساده ۴۶۳
۶-۱-۲ احتمال شرطی ۴۶۳
۶-۱-۳ نمودارهای ون ۴۶۴
۶-۱-۴ قوانین محاسبه احتمال ۴۶۴
۶-۲ ویژگی‌های توزیع احتمالی ۴۷۱
۶-۲-۱ مقدار انتظاری – مقدار متوسط ۴۷۱
۶-۲-۲ مقدار میانه ۴۷۲
۶-۲-۴ پراکندگی ۴۷۴
۶-۲-۵ مقیاس‌بندی ۴۷۴
۶-۲-۶ تابع چگالی ۴۷۵
۶-۲-۷ تابع توزیع ۴۷۵
۶-۲-۸ نرخ خطر (خرابی) تجهیزات ۴۷۷
۶-۲-۹ همبستگی ۴۷۹
۶-۲-۱۰ بازه اطمینان، نمونه تصادفی ۴۷۹
۶-۳ توزیع هم‌پیوسته ۴۸۱
۶-۳-۱ توزیع گوسی (توزیع نرمال) ۴۸۲
۶-۳-۲ توزیع نمایی ۴۸۷
۶-۳-۳ توزیع وایبال ۴۸۸
۶-۳-۴ سایر توابع توزیع ۴۹۴
۶-۴ متغیر تصادفی ناپیوسته ۴۹۴
۶-۴-۱ توزیع پوآسن ۴۹۵
۶-۴-۲ توزیع دو جمله‌ای ۴۹۶
۶-۵ محاسبه بهترین برازش ۴۹۸

۶-۵-۱ خطاهای اندازه‌گیری ۴۹۹
۶-۵-۲ تابع رگرسیون ۴۹۹
۶-۶ آزمون خی مربع (آزمون χ^2) ۵۰۴
۶-۷ تئوری شواهد (نظریه کارکردهای اعتقادی) ۵۱۱
۶-۸ نتیجه‌گیری ۵۱۶
منابع ۵۱۶
فصل ۷ : ارزیابی وضعیت ۵۱۹
۷-۱ تجهیزات پُست با عایق هوا (ولتاژ بالا) ۵۱۹
۷-۱-۱ کلیات ۵۱۹
۷-۱-۲ ترانسفورماتور قدرت ۵۲۰
۷-۱-۳ کلید قدرت ۵۲۱
۷-۱-۴ جداکننده/ کلید زمین‌کننده ۵۲۲
۷-۱-۵ ترانسفورماتور جریان و ولتاژ ۵۲۲
۷-۱-۶ برقگیر ۵۲۳
۷-۱-۷ حفاظت ۵۲۴
۷-۱-۸ کنترل ۵۲۴
۷-۱-۹ تکیه‌گاه (عایق هوا) ۵۲۵
۷-۱-۱۰ فونداسیون (عایق هوا، ترانسفورماتور قدرت) ۵۲۵
۷-۱-۱۱ گنتری با عایق هوا ۵۲۵
۷-۱-۱۲ باسبار ۵۲۶
۷-۱-۱۳ زیرساخت ۵۲۶
۷-۱-۱۴ سیستم کنترل راه‌دور/ سیستم تلفن ۵۲۷
۷-۱-۱۵ ترانسفورماتور قدرت کمکی ۵۲۷
۷-۱-۱۶ کلیدخانه فشار متوسط کمکی ۵۲۸
۷-۱-۱۷ کلیدخانه فشار ضعیف کمکی ۵۲۸
۷-۱-۱۸ منبع تغذیه DC کمکی ۵۲۹
۷-۱-۱۹ تامین برق اضطراری کمکی ۵۲۹
۷-۲ پُست با عایق گازی (ولتاژ بالا) ۵۲۹
۷-۲-۱ کلیات ۵۳۰
۷-۲-۲ ترانسفورماتور قدرت ۵۳۰

۷-۲-۳ کلیدقدرت GIS ۵۳۱
۷-۲-۴ جداکننده/ کلید زمین‌کننده GIS ۵۳۳
۷-۲-۵ ترانسفورماتور جریان و ولتاژ AIS ۵۳۳
۷-۲-۶ ترانسفورماتور جریان GIS ۵۳۴
۷-۲-۷ ترانسفورماتور ولتاژ GIS (القایی، محصورشده) ۵۳۴
۷-۲-۸ برقگیر GIS (محصورشده) ۵۳۵
۷-۲-۹ برقگیر AIS ۵۳۵
۷-۲-۱۰ بوشینگ‌های GIS (SF6/ هوایی یا SF6/ روغنی) ۵۳۶
۷-۲-۱۱ محفظه GIS ۵۳۶
۷-۲-۱۲ حفاظت ۵۳۷
۷-۲-۱۳ کنترل ۵۳۷
۷-۲-۱۴ تکیه‌گاه (با عایق هوا) ۵۳۷
۷-۲-۱۵ فونداسیون (با عایق هوا، ترانسفورماتور قدرت) ۵۳۸
۷-۲-۱۶ زیرساخت ۵۳۸
۷-۲-۱۷ ابنیه ۵۳۸
۷-۲-۱۸ سیستم کنترل راه‌دور/ سیستم تلفن ۵۳۹
۷-۲-۱۹ ترانسفورماتور قدرت کمکی ۵۳۹
۷-۲-۲۰ کلیدخانه قدرت فشار متوسط کمکی ۵۴۰
۷-۲-۲۱ کلیدخانه قدرت فشار ضعیف کمکی ۵۴۰
۷-۲-۲۲ منبع تغذیه DC کمکی ۵۴۰
۷-۲-۲۳ تامین برق اضطراری کمکی ۵۴۱
۷-۳ خط هوایی (ولتاژ بالا) ۵۴۱
۷-۳-۱ دکل ۵۴۱
۷-۳-۲ فونداسیون (دکل) ۵۴۳
۷-۳-۳ هادی خط ۵۴۳
۷-۳-۴ سیم زمین ۵۴۴
۷-۳-۵ مقره‌ها، کلمپ‌ها و اتصالات ۵۴۴
۷-۴ پُست (فشار متوسط) ۵۴۵
۷-۴-۱ کلیات ۵۴۵
۷-۴-۲ تابلو/ احداث کلیدخانه ۵۴۶

۷-۴-۳ کلید قدرت ۵۴۶
۷-۴-۴ کلید- جداکننده ۵۴۷
۷-۴-۵ جداکننده/ کلید زمین‌کننده ۵۴۸
۷-۴-۶ ترانسفورماتور ولتاژ ۵۴۸
۷-۴-۷ ترانسفورماتور جریان ۵۴۸
۷-۴-۸ حفاظت، کنترل، پایش ۵۴۹
۷-۴-۹ منبع تغذیه ولتاژ کمکی ۵۴۹
۷-۴-۱۰ سیستم کنترل راه‌دور/ سیستم تلفن ۵۴۹
۷-۴-۱۱ ترانسفورماتور قدرت (فشار متوسط/ ضعیف) ۵۵۰
۷-۴-۱۲ کویل مهار قوس/ کویل پترسن (فشار متوسط) ۵۵۰
۷-۴-۱۳ فناوری کنترل ریپل (بخش ثانویه) ۵۵۱
۷-۴-۱۴ ساختمان ۵۵۱
۷-۵ پُست کلیدزنی (فشار متوسط) ۵۵۲
۷-۵-۱ آشکارسازی کلی ۵۵۲
۷-۵-۲ تابلوی کلیدخانه/ ساخت تابلو ۵۵۲
۷-۵-۳ ترانسفورماتور ولتاژ ۵۵۳
۷-۵-۴ ترانسفورماتور جریان ۵۵۳
۷-۵-۵ جداکننده/ کلید زمین‌کننده ۵۵۳
۷-۵-۶ کلید-جداکننده ۵۵۴
۷-۵-۷ ترانسفورماتور قدرت (فشار متوسط/ضعیف) ۵۵۴
۷-۵-۸ ساختمان ۵۵۵
۷-۵-۹ دکل ۵۵۵
۷-۵-۱۰ تاسیسات فشار ضعیف ۵۵۶
۷-۶ کابل (فشار متوسط) ۵۵۶
۷-۷ موتور (ولتاژ بالا، بالای ۲۵۰ کیلووات) ۵۵۷
۷-۸ نتیجه‌گیری ۵۵۷
منابع ۵۵۸
واژه‌نامه ۵۵۹

فصل ۱

مقدمه

زیرساخت‌های پیشرفته یک کشور، یکی از محرک‌های اصلی توسعه اقتصادی و مهم‌ترین عامل توسعه موفق جهانی در دنیا هستند. در حالی‌که ساختارهای جدید عمدتاً در کشورهایی احداث می‌شوند که از نظر زیرساختی به‌شدت در حال توسعه هستند، در عوض، وظیفه سایر کشورها تاکنون، تجدید زیرساخت‌های موجود در پایان عمر مفید آنها بوده است. در عین حال، این چالش در بخش برق با تغییر ویژگی‌های شبکه انتقال، تشدید می‌شود. شبکه اصلی طراحی‌شده انتقال انرژی از نیروگاه‌های بزرگ به مصرف‌کننده نهایی بار، هم‌اینک به شبکه برقی تبدیل گردیده که همراه با مصرف‌کنندگان انرژی، تولیدکننده‌های برق متمرکز و غیرمتمرکز را در خود جای داده است. علاوه بر این، با تغییرات اقلیمی و طرح‌های حفاظت از محیط‌زیست، تغییر اساسی در تولید برق با کاهش عظیم تولیدهای متعارف، قابل مشاهده است. این امر باعث تغییر زیرساخت‌های انتقال در بخش انرژی نیز می‌شود که باید مراکز تولید برق جدید مانند مزارع بادی فراساحلی را به مراکز بار موجود، متصل نماید.

در سال‌های اخیر، اصطلاح «مدیریت دارایی» در حوزه کسب‌وکار آب و برق پذیرفته شده است و وظیفه اصلی بهینه‌سازی مدیریت دارایی‌های زیرساخت شبکه با استفاده از رویه‌های تعریف‌شده شفاف [۳] و تعریف توسعه زیرساخت در کنار چالش‌های نوظهور یا جدید را دارد. توسعه این دارایی‌های زیرساختی در کنار وظایف جدید باید در چارچوب فرآیندهای برنامه‌ریزی آینده‌نگر تعریف شود.

با توجه به [۱۳]، بین اصطلاحات «راهبری دارایی[1]» و «مدیریت‌کردن دارایی‌ها[2]» تمایز وجود دارد. اصطلاح «مدیریت‌کردن دارایی‌ها» اکثر فعالیت‌هایی را که مستقیماً با دارایی‌های عملیاتی سروکار دارند، مثلاً فعالیت‌های چرخه عمر، دسترس‌پذیری، پایگاه‌داده، کارکنان، بودجه، هزینه‌ها، شاخص‌ها (شاخص‌های کلیدی عملکرد، KPIها) و غیره را در بر می‌گیرد. بعلاوه، اصطلاح «راهبری دارایی» عمدتاً شامل استراتژی‌هایی مبتنی بر بهینه‌سازی مزایای دارایی‌های ثابت برای همه ذینفعان سازمان تجاری می‌شود. برای مثال، این فعالیت‌ها عبارتند از: افزایش ارزش بلندمدت شرکت، ریسک تجاری، مقررات، روابط با مشتری و غیره.

1-Asset Managing
2-Managing Assets

در این کتاب، اصطلاح «مدیریت دارایی[1] » هر دو فعالیتی که در بالا توضیح داده شد را در بر می‌گیرد.

۱-۱ اساس مدیریت دارایی

زیرساخت خوب، یکی از ملزومات اساسی رشد توان اقتصادی کشور است زیرا سرمایه‌گذاری صنایع مختلف را تسهیل می‌کند، رفاه مردم را افزایش می‌دهد و در نتیجه استاندارد زندگی بالاتری را در پی دارد. به‌طور کلی اصطلاح زیرساخت را می‌توان در حوزه‌های مختلفی به کار برد، مانند

- سیستم تغذیه انرژی (برق، گاز)،
- آب، فاضلاب شهری،
- جاده‌ها،
- شبکه ریلی (قطارها، تراموا)،
- مخابرات.

مشخصه اصلی حوزه‌های فوق در این است که احداث شبکه ضروری در درازمدت، بسیار سرمایه‌بر است، به‌طوری‌که تصمیمات غلط در ابتدای مرحله سرمایه‌گذاری طی دهه‌ها اثر منفی خواهد داشت و نیازمند تلاش قابل توجهی برای اصلاح است. هدف مدیریت سرمایه‌گذاری که با رویکردی کل‌نگر توصیف می‌شود، تضمین توسعه و نگهداری بهینه زیرساخت با استفاده از معیارهای برنامه‌ریزی جامع است.

قابلیت بدون وقفه زیاد زیرساخت برای حفظ عملکرد خود و برآورده‌کردن انتظارات مشتریان در زمینه تامین انرژی و آب، ضروری است در نتیجه، شرایطی که منجر به «ترافیک» یا «سیگنال‌های شلوغ» می‌شود باید به حداقل برسد. این کتاب منحصراً بر شرح روش مدیریت دارایی زیرساخت‌ها در حوزه‌های انرژی (برق، گاز) و تامین آب، متمرکز است. بر اساس [۵]، سرمایه‌گذاری روی شبکه‌ها در کشور آلمان برای توسعه یا احداث جدید در سال ۲۰۱۰ به مقدار زیر بوده است:

- برق: ۳/۸ میلیارد یورو
- گاز: ۱/۱ میلیارد یورو
- آب: ۱/۳ میلیارد یورو

طبق ارقام آژانس شبکه فدرال آلمان، کل سرمایه‌گذاری در بخش برق در سال ۲۰۱۸ تاکنون بالغ بر ۶/۴ میلیارد یورو بوده است. علاوه بر این مقادیر، مطالعاتی وجود دارند که نیاز سرمایه‌گذاری را در

1-Asset Management

محدوده ۳۰ تا ۴۰ میلیارد یورو در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۰ به‌ویژه در سیستم توزیع برق آلمان [۱۷] نشان می‌دهند. در طرح توسعه شبکه آلمان، حجم کل پروژه حدود ۶۰ میلیارد یورو در سال ۲۰۱۹ برای حوزه شبکه انتقال تا سال ۲۰۳۰ مورد بحث قرار گرفته است [۱۴]. این ارقام، اهمیت تصمیم-گیری درست در خصوص زمان‌بندی بهینه سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت را به‌منظور حفظ و صرفه‌جویی تا حد امکان منابع موجود نشان می‌دهد. علاوه بر این، باید توجه داشت که بسیاری از شرکت‌ها مانند گذشته، در انحصار نیستند؛ همه تصمیمات امروزی باید تحت شرایط رقابتی اخذ شوند. این امر به معنای وجود حداکثر سقف درآمد برای سرمایه‌گذاری‌ها و هزینه‌های تعمیر و نگهداری روی زیرساخت شبکه است که توسط رگولاتورها تجویز می‌شوند، توسط قانون‌گذاران تاکید می‌گردند و با استفاده از معیارهای کارایی ارزیابی می‌شوند. مبنای این رویکرد، قانون صنعت انرژی[1] [۱۸] ، با بیانیه‌های الزامی برای مدیریت دارایی در بندهای ۱ و ۱۱ است.

- بند ۱: هدف این قانون، تامین امن‌ترین، مقرون به‌صرفه‌ترین، مصرف‌کننده پسند، کارآمد و پایدار برق و گاز سازگار با محیط زیست از طریق خطوط شبکه به مردم.
- بند ۱۱: بهره‌برداران سیستم‌های انرژی موظفند شبکه برق ایمن، قابل اعتماد و کارآمد را در جایی-که از نظر اقتصادی امکان‌پذیر است، بدون تبعیض برای نگهداری و توسعه آن درصورت نیاز، بهره-برداری نمایند.

از دستورالعمل قانون انرژی می‌توان استنباط کرد که وظیفه یک شرکت برق احداث و بهره‌برداری از شبکه‌ها به گونه‌ای است که تامین ایمن و مطمئن را به شیوه‌ای مقرون به‌صرفه فراهم کند. این امر مشخص می‌نماید که دو معیار اساسی اصلی:

- شرایط فنی و
- شرایط اقتصادی

باید نسبت به یکدیگر ارزیابی شوند، که به موجب آن، شرایط فنی را می‌توان با کیفیت عرضه نشان داد. در دنیای انرژی‌های نو، سمت مصرف (بار) و نیز سمت تولید (تولید نیرو) باید در تمام سطوح ولتاژ در نظر گرفته شوند. این ملاحظات باید شامل دو جنبه باشند:

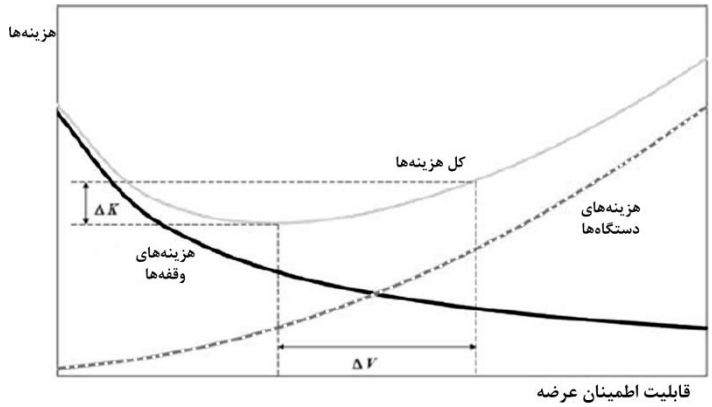
- از یک طرف، توسعه شبکه مورد نیاز ناشی از شرایط متغیری، مانند رشد بار، احداث بیشتر تولید غیرمتمرکز، و توسعه پویایی الکتریکی[2] باید در نظر گرفته شود. این جنبه توسط مفروضات توسعه شبکه و برنامه‌ریزی مورد توجه قرار می‌گیرد.

1-Energy Industry Act
2-Electric Mobility

- جنبه دوم، نشان‌دهنده نیازهای مرتبط با جایگزینی دارایی‌ها به دلیل پایان عمر آنها است. این موارد با توجه به احتمالات خرابی بر قابلیت اطمینان عرضه، تأثیر بیشتری دارند.

تحلیل زیر بر جنبه دوم تمرکز دارد، زیرا مسائل مربوط به توسعه شبکه با جزئیات مناسب در فصل بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. راه‌حل این موضوع در حال حاضر توسط یک «مدیریت دارایی» گسترده در حوزه شرکت‌های عرضه‌کننده انجام می‌شود و نه تنها فرآیندهای مختلفی تعریف می‌شوند، بلکه ساختارهای سازمانی نیز به‌طور همزمان تغییر می‌کنند. «تفکیک‌سازی[1]» نیز بر این فرایند تاثیر می‌گذارد، به این معنی که عملکردهای مختلف شرکت‌های تامین انرژی که قبلاً به‌صورت یکپارچه عمودی از تولید تا تجارت و فروش گرفته تا انتقال و توزیع بود باید به ساختارهای شرکتی مستقل و قانونی تبدیل شوند.

دو شرایط مرزی نشان داده‌شده (فنی و اقتصادی)، هر کدام تحت تأثیر نگهداری و سرمایه‌گذاری روی تجهیزات جدید هستند. با این حال، نتایج حاصل از این محاسبه، تأثیر متقابلی بر هزینه کل سیستم دارد. رابطه کلی بین هزینه و قابلیت اطمینان عرضه به‌طور مثال در شکل ۱-۱ ارائه شده است.



شکل ۱-۱ ارزیابی بهینه هزینه‌ها و قابلیت اطمینان عرضه

رابطه بین هزینه و کیفیت نگهداری را می‌توان به‌صورت زیر بدست آورد:

- هزینه‌های وقفه عرضه با افزایش قابلیت اطمینان عرضه کاهش می‌یابند، زیرا تعداد وقفه‌ها کاهش یافته و در نتیجه هزینه‌های تعمیر عیوب کاهش می‌یابند (هزینه‌های تعمیر، هزینه انرژی تحویل‌نگرفته و غیره).

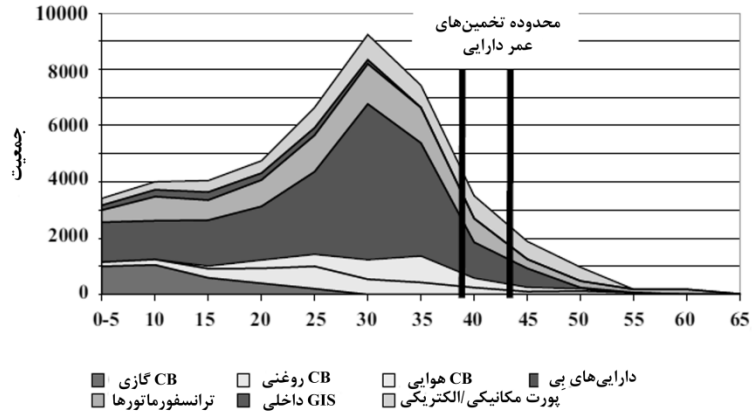
1-Unbundling

- هزینه‌های کیفیت دارایی با افزایش قابلیت اطمینان عرضه افزایش می‌یابد، زیرا برای دستیابی به قابلیت اطمینان بهتر، هزینه بیشتری برای نگهداری و سرمایه‌گذاری‌های جدید مورد نیاز است.

مطابق شکل ۱-۱، می‌توان آن را به‌صورت تحلیلی محاسبه کرد به‌طوری‌که مشخص می‌نماید برای دستیابی به قابلیت اطمینان معینی از عرضه، به کدام اقدام مالی نیاز است. در عین حال، این امر مستلزم آگاهی از این وابستگی دقیق است، به‌طوری‌که در عمل تنها در صورتی به دست می‌آید که زمان دقیق یک خطا قابل پیش‌بینی باشد تا اقدامات تضمین کیفیت با زمان، امکان‌پذیر باشند. نقش مدیریت دارایی شامل کسب قابلیت اطمینان بهینه عرضه بوده که البته باید الزامات قانونی را برآورده نماید.

۱-۲ توسعه مدیریت سرمایه‌گذاری

بروشور ۳۷-۲۷ کارگروه سیگره که در سال ۲۰۰۰ منتشر شد، نتیجه نظرسنجی از اعضای این کارگروه را در مورد توزیع سنی دارایی‌های فشار قوی نصب‌شده نشان می‌دهد [۱۵]. نتیجه توزیع سنی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲ تعداد دارایی‌ها و توزیع سنی (وضعیت ۱۹۹۸) [۱۵]

توزیع سنی مطابق شکل ۱-۲ تأثیر فناوری‌های مختلف را روی گروه دارایی کلیدقدرت (CB[1]) نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر، تغییر فناوری قابل توجهی در کلیدقدرت هوای فشرده (Air CB) از طریق حداقل روغن (CB روغنی) تا کلیدهای نوع SF_6 (CB گازی) رخ داده است. علاوه بر این، در انتهای دهه ۶۰، اولین کلیدخانه محصورشده (GIS) نصب شده که امروزه در صورتی‌که – به‌دلیل محدودیت‌های

1-Circuit-Breaker

فضا و محیطی - از فناوری عایق هوا استفاده نشود، سیستم پیشرفته‌ای می‌باشد. رشد بالا به‌ویژه در اروپای مرکزی پس از جنگ جهانی دوم به این معنی بود که شبکه‌های برق به‌طور قابل توجهی طی دهه‌های ۵۰ و ۶۰ گسترش یافتند. این روند در به اصطلاح «سالهای معجزه اقتصادی» در آلمان تقویت شدند. از این‌رو، افزایش بار مستلزم توسعه بیشتر بوده، در نتیجه از یک سو بسیاری از دستگاه‌های موجود باید قبل از پایان عمر فنی خود با دستگاه‌های جدید با قابلیت فنی بالاتر و فناوری جدید جایگزین می‌شدند و از سوی دیگر شبکه‌های جدید اضافی احداث می‌گردیدند. این وضعیت همانطورکه در بالا نیز اشاره شده است در توزیع سنی محاسبه‌شده سال ۲۰۰۰ مشاهده می‌شود که سرمایه‌گذاری-های زیاد در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ و متعاقب آن، نشان‌دهنده صاف‌شدن منحنی در سال‌های بعد است. همچنین تامین نیازهای مشتری، مستلزم توسعه سریع زیرساخت‌ها در آن دوره بود. در نتیجه، نیازی به فرآیند مدیریت سرمایه‌گذاری بهینه وجود نداشت.

در عوض، فرض می‌شود رشد بار متوسطی در دهه‌های آینده وجود داشته باشد. لذا استفاده از تجهیزات نصب‌شده تا پایان عمر فنی آنها باید منطقی باشد. از سوی دیگر، چالش‌های جدیدی به وجود آمد. سیستم مراکز تولید، مراکز بار و اتصال این دو از طریق شبکه‌های انتقال برق موجود که طی دهه‌ها توسعه یافته است هم اینک، به دلیل تصمیم‌گیری‌های سیاسی با تغییرات عظیمی مواجه گردیده است. نمونه‌های از این امر عبارتند از تصمیم کشور آلمان بر حذف تدریجی انرژی هسته‌ای و نیز تصمیم بر حذف تدریجی تولید برق با سوخت زغال سنگ و نیز مفاد سیاست انرژی اروپا «انرژی پاک برای همه اروپایی‌ها – CEP[1]» هستند. از این‌رو می‌توان انتظار داشت که تغییر کامل نقاط کانونی جغرافیایی تولید و نیز فناوری‌های جدید در زیرساخت شبکه برق، مورد نیاز بوده تا تامین امن انرژی الکتریکی در آینده تضمین شود. علاوه بر این، چندین سال است که ساختار تامین انرژی به‌ویژه در بخش برق و گاز به دلیل ظهور تعداد واحدهای تولیدی کوچک تغییر کرده است. به‌طوری‌که پیامد انتقال انرژی، افزایش تعداد کاربردهای برق در بخش‌های گرمایشی و حمل‌ونقل بوده تا آینده‌ای بدون CO_2 فراهم شود. این امر، پیچیدگی سیستم کلی و در نتیجه تقاضا برای زیرساخت را نیز افزایش می‌دهد.

با فرض میانگین سنی تجهیزات ۴۰ سال مطابق شکل ۱-۲، بدیهی است که در سال‌های آینده به دلیل الزامات جدید، زیرساخت‌های موجود با تعداد فزاینده‌ای از سرمایه‌گذاری‌های جایگزینی و نیز سرمایه-گذاری‌های جدید مواجه هستند. فناوری‌های جدید برای کنترل قابلیت اطمینان و امنیت عرضه انرژی، توسعه یافته و به‌کار گرفته می‌شوند. اصطلاح «شبکه هوشمند» در توسعه سیستم های زیرساخت بسیار مهم شده است و همیشه به‌عنوان راه‌حلی برای تمام مشکلات تامین انرژی در آینده ارائه می‌شود. با فرض اینکه شبکه‌های انتقال در حال حاضر به‌دلیل رویت‌پذیری خوب آنها توسط مراکز کنترل اپراتور

1-Clean Energy for all Europeans

سیستم انتقال، نسبتاً «هوشمند» باشند، توسعه شبکه‌های توزیع «شبکه هوشمند» به‌معنای افزایش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیز استفاده از تجهیزات کاملاً جدید است؛ برای مثال، ترانسفورماتورهای قدرت قابل کنترل تغذیه سیستم‌های ولتاژ پایین یا دستگاه‌های شارژ قابل کنترل برای وسایل نقلیه الکتریکی. هدف از این اقدام، بهره‌برداری و کنترل ایمن سیستم‌های ولتاژ پایین به دلیل چالش‌های فراوانی نظیر تامین برق نوسانی واحدهای تولید تجدیدپذیر (بالاخص بادی و خورشیدی)، حجم احتمالاً فزاینده سیستم‌های ذخیره‌ساز توزیع‌شده، قیمت‌های فرّار انرژی و بارهای متغیر بازار محور است.

«حجم انبوهی از سرمایه‌گذاری» حاصل از این موارد هم اینک مطالبات بسیار زیادی را برای منابع انسانی شرکت‌های برق، ظرفیت تحویل سازندگان تجهیزات، دسترس‌پذیری ارائه‌دهندگان خدمات و نیز امکانات منابع مالی سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کند زیرا چنین سرمایه‌گذاری‌هایی، بلندمدت و سرمایه‌بر هستند.

۱-۳ چارچوب قانونی شرکت‌های زیرساخت

با توجه به اهمیت اساسی زیرساخت‌ها برای جامعه، به‌ویژه در بخش خدمات، مقررات قانونی فراوانی وجود دارند که چارچوب نظارتی را برای تجارت زیرساخت ایجاد می‌کند که در نهایت توسط بخش خصوصی سازماندهی می‌شود. این قوانین به منظور تطبیق با تحولات جاری، مرتباً اصلاح می‌شوند و در برخی موارد قوانین جدیدی به آن اضافه می‌گردد. این امر نیز وظیفه مهم مدیر دارایی است که این قوانین را در وظایف مختلف خود بداند و اقدامات خود را مطابق با آن تنظیم کند. بیان همه قوانین در یک کتاب، ممکن نیست زیرا تقریباً همه چیز اعم از مسائل محیط زیست تا حفاظت از داده‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با این وجود، در ادامه، مهم‌ترین قوانین و مقررات به‌عنوان نمونه از کشور آلمان ذکر گردیده و اهمیت آنها برای مدیریت دارایی نشان داده خواهند شد. علاوه بر این، چارچوب سیاست انرژی کمیسیون اروپا مورد بحث قرار خواهد گرفت زیرا این موضوع در مقررات ملی اتحادیه اروپا، دارای اهمیت اساسی بوده و الزام‌آور است.

۱-۳-۱ قانون صنعت انرژی (EnWG)

در سال ۲۰۰۵، قانون صنعت انرژی آلمان [۱۸] به‌طورکلی بازنشر شد. این قانون، مبنای قانونی همه شرکت‌هایی است که در بخش تامین انرژی فعالیت می‌کنند. این امر طبیعتاً بر اپراتورهای زیرساخت‌های این بخش و بخش‌های کلیدی زیر که با مدیریت دارایی مرتبط هستند نیز تأثیر می‌گذارد:

- بند ۱ : هدف از قانون

(۱) هدف این قانون، *تامین امن‌ترین، مقرون به صرفه‌ترین، مصرف‌کننده پسند، کارآمد و پایدار برق و گاز سازگار با محیط زیست* از طریق خطوط شبکه به مردم.
(۲) تنظیم شبکه توزیع برق و گاز با هدف تضمین رقابت موثر و منصفانه در تامین برق و گاز و در عین حال، *حفظ عملکرد بلندمدت و عملکرد قابل اعتماد شبکه‌های تامین انرژی* خواهد بود.

- بند ۱۱ : بهره‌برداری از شبکه‌های برق‌رسانی

(۱) اپراتورهای سیستم‌های تامین انرژی ملزم به راه‌اندازی یک شبکه برق ایمن، قابل اعتماد و کارآمد به شیوه‌ای بدون تبعیض، نگهداری و توسعه آن در صورت نیاز، در جایی‌که از نظر اقتصادی امکان‌پذیر است، هستند.
(۱الف) *بهره‌برداری از یک شبکه تامین انرژی ایمن باید بالاخص شامل حفاظت کافی در برابر تهدیدات سیستم‌های مخابراتی و پردازش الکترونیکی داده که برای بهره‌برداری ایمن شبکه ضروری است نیز باشد. برای این منظور، مرجع نظارتی باید کاتالوگ الزامات امنیتی را با مشورت اداره فدرال امنیت اطلاعات، تهیه و منتشر کند.*

- بند ۴۹: الزامات تاسیسات انرژی

(۱) تاسیسات انرژی باید به گونه‌ای احداث و بهره‌برداری شوند که *امنیت فنی سیستم را تضمین کند*. با توجه به انطباق با سایر قوانین، قوانین عمومی پذیرفته‌شده فناوری باید رعایت شود.
(۲) انطباق با قوانین عمومی شناخته شده فناوری، در صورتی فرض می‌شود که در مورد سیستم-های تولید، انتقال، و عرضه

۱. برق: قوانین فنی "Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V."(انجمن فناوری‌های برق، الکترونیک و اطلاعات)، و
۲. گاز: قوانین فنی "Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V." (انجمن گاز و آب آلمان).

رعایت شده باشد.....

این بخش‌ها، معیارهایی را تعریف می‌کنند که بر اساس آن، یک مدیر دارایی باید سیستم خود را توسعه و بهره‌برداری نماید. همانطورکه قبلاً ذکر شد، در نظر گرفتن محدودیت‌های اقتصادی نیز به صراحت در اینجا با عبارت «تا آنجایی که از نظر اقتصادی معقول است»، فهرست شده است.

علاوه بر این، مبنای مهم کار یک مدیر مسئول، ثبات قانونی[1] در نظر گرفتن ضابطه‌ها و استانداردها در موارد «فرض بند ۴۹» است. این امر تصریح می‌کند که اگر استانداردهای بخش انرژی مربوطه به‌طور قابل اثباتی مطابقت داشته باشند یا تفسیر صحیح این قوانین و مقررات توسط کارشناسان به‌عنوان مبنایی در تصمیم‌گیری‌ها قرار گیرد، اپراتور از نظر قانونی در امنیت است. اگر استانداردها در مورد یک موضوع خاص، مطلبی بیان نمی‌کنند، استفاده از تجربیات گسترده‌تر گروه‌های متخصص سازمان‌های بین‌المللی نظیر سیگره[2]، سیرد[3]، یا مطالعات علمی، به‌عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری‌ها، در ایجاد استدلال مفید است. در صورت لزوم، این امر می‌تواند برای تأیید انطباق با «قوانین کلی فناوری» یک مقام نظارتی یا در بدترین حالت، قوه قضاییه استفاده شود.

۱-۳-۲ آیین‌نامه مقررات تشویقی (ARegV)

در گذشته، به دلیل انحصار، درآمدهای شرکت برق بر اساس محاسبه تمام هزینه‌ها (سرمایه‌ای و عملیاتی)، از جمله مقدار معقولی برای سرمایه به کار رفته، تعیین می‌شد. با تصویب آیین‌نامه مقررات تشویقی[4]، ARegV [۱۶] در سال ۲۰۰۷ (آخرین اصلاحات در سال ۲۰۱۹)، این سیستم به‌طور کامل جایگزین شد. گذار به سمت مقررات تشویقی به این معنی است که سقف‌های درآمدی تعیین می‌شوند که میزان درآمدهای در دسترس شرکت را مشخص می‌کند. مقررات تشویقی به این دلیل معرفی شد که از نظر سیاست‌گذاران، در دوره‌های قبل از مقررات، فقدان فشار اساسی بر کارآمدی شرکت‌ها وجود داشت، زیرا جبران تمام هزینه‌های شبکه به این معنی بود که هیچ انگیزه‌ای برای تضمین عرضه با هزینه بهینه وجود نداشت.

بنابراین مقررات تشویقی برای معرفی رقابت در یک بازار انحصاری که عموماً به دلیل شرایط فنی، یک بازار انحصاری طبیعی است استفاده شد، زیرا برای رقبای جدید، منطق اقتصادی وجود ندارد که ابتدا یک زیرساخت موازی بسازند و سپس بهره‌برداری کنند.

پس از اجرایی‌شدن این مقررات در ۱ ژانویه ۲۰۰۹ [۸]، اولین دوره نظارتی، پنج سال به طول انجامید و دوره نظارتی دوم در ۱ ژانویه ۲۰۱۴ آغاز شد. مولفه اساسی این مقررات، سقف درآمدی است که کل درآمد مجاز یک اپراتور سیستم را تعیین می‌کند. این سقف درآمد با معادله (۱-۱) تعیین می‌گردد، که در آن تأثیر یک عنصر کیفیت Q_t در دوره‌های نظارتی بعدی اعمال می‌شود:

1-Legal Anchoring
2-CIGRE
3-CIRED
4-Incentive Regulation

$$EO_t = KA_{dnb,t} + \left(KA_{vnb,0} + (1-V_t)\cdot KA_{b,0}\right)\cdot\left(\frac{VPI_t}{VPI_0} - PF_t\right)\cdot EF_t + Q_t \qquad (۱-۱)$$

پارامترهای مختلف در معادله (۱-۱) به شرح زیر تعریف می‌شوند:

EO_t سقف درآمد هزینه‌های مستقیم

$KA_{dnb,t}$ هزینه‌های دائمی غیرقابل نفوذ[1]

$KA_{vnb,0}$ هزینه‌های موقتی غیرقابل نفوذ

V_t ضریبی برای کاهش ناکارآمدی‌ها

$KA_{b,0}$ هزینه‌های قابل کنترل

VPI_t شاخص کلی قیمت مصرف‌کننده سال t دوره مقررات

VPI_0 شاخص کلی قیمت مصرف‌کننده (اداره آمار فدرال) سال پایه

PF_t ضریب بهره‌وری

EF_t ضریب توسعه

Q_t هزینه‌های اضافی و تخفیف در سقف درآمد (جزء کیفی)

توصیف دقیق برخی از مقادیری که در معادله (۱-۱) مورد علاقه مدیر دارایی هستند برای ارزیابی، ضروری است:

- هزینه‌های دائمی غیرقابل نفوذ، برای مثال،
  - تعهدات خرید قانونی و تعهدات پرداخت،
  - هزینه‌های امتیاز[2]،
  - مالیات‌های عملیاتی،
  - مخارج بودجه سرمایه‌گذاری مصوب؛ این موارد شامل سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای است که برای پایداری، یکپارچه‌سازی درون سیستم یا شبکه یا توسعه مناسب شبکه برق لازم است.
  - استفاده مورد نیاز از سطوح ولتاژ همپوشانی[3]
  - بازپرداخت تولید برق غیرمتمرکز
  - آموزش و تعلیم و غیره.

1-Non-Influenceable
2-Concession Fees
3-Overlaid Voltage Levels

- هزینه‌های موقت غیرقابل نفوذ: در صورتی‌که اپراتور سیستم بتواند چالش‌های ویژه‌ای را با توجه به وظیفه خود مطرح کند این هزینه‌ها به‌عنوان بخشی از کل هزینه‌ها محاسبه می‌شوند.
- هزینه‌های تأثیرپذیر: هزینه‌هایی هستند که نمی‌توان آنها را به دو بخش هزینه‌های تعریف‌شده در بالا اختصاص داد. برای مثال، این موارد شامل هزینه‌های تعمیر و نگهداری دارایی‌های شبکه می‌شوند.

مخارج نگهداری دارایی‌های سیستم عرضه، نشان‌دهنده یک متغیر اصلی هزینه‌ایی است که می‌تواند تحت تاثیر مدیر دارایی قرار گیرد. طبق تئوری، کاهش هزینه‌های نگهداری با افزایش چرخه‌های تعمیر و نگهداری امکان‌پذیر است، با این حال، این امر ممکن است منجر به بدترشدن قابلیت اطمینان عرضه شود. یک مولفه کیفی ([۱۶]، بند ۱۹) در مقررات تشویقی گنجانده شده است تا قابلیت اطمینان کافی سیستم را تضمین نماید. معرفی عنصر Q برای تضمین قابلیت اطمینان شبکه، ایمنی و کیفیت تامین در نظر گرفته شده است، زیرا اپراتور سیستم، توانایی درخواست درآمد بیشتر برای رسیدگی به انطباق با قابلیت اطمینان منبع و الزامات کیفیت توان را دارد. ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه را می‌توان با معیارهای زیر انجام داد ([۱۶]، بند ۲۰):

- مدت زمان وقفه‌های عرضه،
- فراوانی وقفه‌های عرضه،
- مقدار انرژی تحویل‌نشده، و
- مقدار بار تغذیه‌نشده.

اگر از این معیارها فراتر رفت یا برآورده نشد، بر اساس میانگین کل عرضه، سقف درآمد را می‌توان توسط رگولاتور (Q_t) افزایش یا کاهش داد.

با وجود انبوه الزامات رگولاتوری، باید توجه داشت که به‌طور کلی، اپراتور سیستم مسئولیت نهایی عملیات سیستم را در ساختار بازار خصوصی دارد.

۱-۳-۳ قانون توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (قانون انرژی‌های تجدیدپذیر؛ EEG)

برای اولین بار در سال ۲۰۰۰، قانون تنظیمی مدیریت انرژی‌های تجدیدپذیر و «قانون انرژی‌های تجدیدپذیر، EEG [۱۶]» تصویب شد. این قانون، تحت عنوانی به اصطلاح نرخ تنظیمی[1] EEG نیز

1-Surcharge

معرفی شد به‌طوری‌که مصرف‌کنندگان نهایی باید برای هر کیلووات ساعت استفاده‌شده، آن را بپردازند تا بتوانند انرژی الکتریکی از باد و خورشید تولید کنند. از آن زمان، برای پیروی از الزامات انتقال انرژی در حال توسعه، پیشرفت‌های زیاد و نیز نسخه‌های جدید متعدد (سال گذشته ۲۰۱۷) و اصلاحاتی (آخرین سال ۲۰۱۹) صورت گرفته است. هدف تامین پایدار انرژی به‌ویژه از طریق سهمیه‌های هدف تعریف‌شده برای سهم انرژی‌های تجدیدپذیر توسط EEG دنبال می‌شود. به‌طور خلاصه، سهمیه هدف کشور آلمان، ۸۰ درصد در سال ۲۰۵۰ است. به دلیل اتصال مورد نیاز این نیروگاه‌ها به زیرساخت و نقش ویژه آنها در سیستم انرژی، پاراگراف‌ها و عبارات کلیدی وجود دارند که برای اپراتورهای سیستم و در نتیجه مدیران دارایی، مهم هستند.

- بند ۸، اتصال:

(۱) اپراتورهای سیستم باید بلافاصله سیستم‌های تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر و گاز معدنی را در نقطه‌ای که با توجه به سطح ولتاژ مناسب است و کوتاه‌ترین فاصله خط تا محل سیستم باشد، به شبکه خود متصل کنند. این امر اجرا می‌شود مگر اینکه این شبکه یا شبکه دیگری از نظر فنی و اقتصادی دارای نقطه اتصال مطلوب‌تری باشد. هنگام بررسی نقطه اتصال مطلوب‌تر از منظر اقتصادی، هزینه‌های ناشی از اتصال به شبکه باید در نظر گرفته شوند.

(۴) الزام اتصال به شبکه نیز در صورتی وجود دارد که مصرف برق تنها با بهینه‌سازی، تقویت یا توسعه شبکه مطابق با بند ۱۲ امکان‌پذیر باشد.

- بند ۱۱، خرید، انتقال و توزیع:

(۱) با رعایت بخش ۱۴، اپراتورهای سیستم باید بلافاصله همه برق حاصل از منابع انرژی تجدیدپذیر یا گاز معدنی را که به شکل فروش مطابق با ماده ۲۱ب پاراگراف ۱ می‌فروشند، خریداری، انتقال و توزیع فیزیکی کنند....

- بند ۱۲، توسعه ظرفیت شبکه:

(۱) اپراتورهای سیستم باید به درخواست کسانی که مایل به تغذیه برق هستند بلافاصله شبکه-های خود را مطابق با آخرین فناوری‌های بهینه‌سازی، تقویت و توسعه دهند تا از خرید، انتقال و توزیع برق از منابع انرژی تجدیدپذیر یا گاز معدن، اطمینان حاصل کنند.

(۲) این تعهد شامل کلیه تاسیسات فنی مورد نیاز برای بهره‌برداری از سیستم و نیز تاسیسات اتصال متعلق به اپراتور سیستم یا انتقال به مالکیت آن می‌شود.

(۳) اگر این امر از نظر اقتصادی، غیرمنطقی است اپراتور سیستم مجبور نیست شبکه خود را بهینه‌سازی، تقویت یا توسعه دهد. ماده ۱۱ پاراگراف ۲ قانون صنعت انرژی بر این اساس اعمال می‌شود.

این مقررات، آزادی عمل بخش‌های برنامه‌ریزی و توسعه شبکه را در مدیریت دارایی بالاخص برای توسعه استراتژیک بلندمدت شبکه محدود می‌کنند تاجایی‌که آنها باید فوراً به درخواست‌های اتصال پیش‌بینی‌نشده سرمایه‌گذاران دارایی، واکنش نشان دهند. بالاخص در سال‌های رونق پس از ۲۰۲۰، این امر باعث می‌شود حجم گسترده‌ای از شبکه توزیع، توسعه یابد که این موضوع، از لحاظ استراتژیک در برنامه توسعه گنجانده نشده است و نیز امکان برنامه‌ریزی مالی آینده‌نگر قابل اعتماد در مدیریت دارایی را فراهم نمی‌کند. علاوه بر این، اصطلاح اولویت تغذیه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد که همچنان نیازمند تلاش‌های فراوان در توازن‌سازی و پایداری سیستم است. مدیریت تغذیه تعریف‌شده در بند ۱۴ دارای پتانسیل بهینه‌سازی خاصی است که با این حال، مدیر دارایی باید از طریق توسعه حسگرهای مناسب اندازه‌گیری و فناوری اتوماسیون از آن استفاده کند. ضمناً در واقع، تعهد برای اطمینان از ظرفیت‌های کافی اتصال شبکه و توسعه شبکه تا سطح انتقال فرامرزی باقی می‌ماند. طبق بند ۱۷، تامین مالی چنین توسعه‌ای نیز بر عهده اپراتورهای سیستم است.

۱-۳-۴ قانون عملیات مکان اندازه‌گیری و ارتباطات داده‌ای در شبکه-های هوشمند انرژی (MSbG)

این قانون که به اختصار با نام قانون عملیات مکان اندازه‌گیری[1] [۱۱] نیز شناخته می‌شود، با هدف معرفی سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند (از جمله کنتورها) در کشور آلمان، و نیز به‌عنوان مبنایی برای بهینه‌سازی عملکرد سیستم، همراه با تضمین حداکثر امنیت داده‌ها، است. این موضوع که در ابتدا به-عنوان یک مصوبه بابرنامه بود، پس از سال‌ها بحث در ۲۹ اوت ۲۰۱۶ به‌صورت یک قانون منتشر شد. ایتالیا و سوئد، الگوهایی برای معرفی اولیه کنتورهای هوشمند بودند جایی‌که این فناوری، اکنون در سراسر کشور با نسل دوم یا سوم استفاده می‌شود. با فرض اهمیت آن برای شبکه و نیز برای مدیر دارایی، می‌توان از تحلیل هزینه-فایده اصلی برای پیاده‌سازی در کشور آلمان استنباط کرد چراکه این فناوری، تاثیر زیادی بر توسعه شبکه و فرایندهای بهره‌برداری دارد به‌طوری‌که در این حوزه‌ها باید بخش بزرگی از هزینه‌های استقرار را پوشش دهد.

1-Metering Point Operation Act

این قانون علاوه بر تعریف سازمان‌دهی اجرای مکان اندازه‌گیری و مشخصات روابط با مشتری از جمله روابط قراردادی، مشخصات و شرایط مهمی را برای مدیر دارایی در نظر گرفته است.

- بند ۱ دامنه:

این قانون مقرراتی را وضع می‌کند

۱. برای تجهیز نقاط اندازه‌گیری منبع انرژی متصل به شبکه با وسایل اندازه‌گیری پیشرفته و سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند،.....
۴. در مورد حداقل الزامات فنی برای استقرار سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند،....
۳. برای ارتباط داده‌های مرتبط با انرژی و ارتباط داده‌های کلی با دروازه[1] کنتور هوشمند،...

- بند ۲ تعاریف:

۷. سیستم اندازه‌گیری هوشمند: یک دستگاه اندازه‌گیری پیشرفته که از طریق یک دروازه کنتور هوشمند با یک شبکه ارتباطی، ادغام شده است تا انرژی الکتریکی را ثبت کند که بیانگر مصرف واقعی انرژی و زمان استفاده است.....
۱۶. داده‌های وضعیت سیستم: مقادیر ولتاژ و جریان و زوایای فاز و همچنین مقادیر قابل محاسبه یا استخراج از آنها که می‌توان برای تعیین وضعیت شبکه استفاده کرد.

- بند ۵۰ پذیرش و محدوده بررسی:

۴. اعطای توانایی اجرای وظیفه اپراتور سیستم که در اجرای اختیارات رسمی تفویض شده به اپراتور سیستم انجام می‌شود.

الزامات فنی قانون و مقررات مربوط به رسیدگی داده‌ها با هدف اطمینان از این امر هستند که در نهایت، تنها از داده‌های سیستم اندازه‌گیری هوشمند برای مدیریت بهره‌برداری سیستم و سپس برای اتوماسیون در شبکه‌های هوشمند اپراتورهای سیستم تنظیم‌شده، استفاده می‌شود. این موضوع با عبارت «مرجع رسمی» در بند۵۰ نشان داده شده است. اگر بر این اساس، این مفهوم اجرایی شود، اپراتورهای سیستم در همه سطوح، اطلاعات مورد نیاز خود را برای بهره‌برداری سیستم تا حد امکان، بهینه خواهند داشت و به مدیران دارایی اجازه می‌دهند تا از داده‌های وضعیت قبلی و پیش‌بینی آینده برای طراحی بهینه استراتژی توسعه شبکه خود با تمام پتانسیل انعطاف‌پذیری استفاده کنند. متأسفانه، شرایط مقرر در قانون برای عرضه اجباری این فناوری در شبکه برآورده نشده است؛ مشکلاتی در اصطلاح اعلامیه بازار وجود دارد که دسترس‌پذیری دروازه‌های کنتور هوشمند تاییدشده از سه سازنده مختلف را تأیید

1-Gateways