



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی

www.SGC2013.ir ۲۷-۲۶ آذر ماه ۱۳۹۲



پروفسور مهندس شیرو عباسی



دانشگاه شهید بهشتی

چگونگی تدوین نقشه راه ایجاد و توسعه شبکه هوشمند

ساناز نوری^۱، محمد اسدیان^۲، هادی مدقق^۳ و نادر سالک گیلانی^۴

^۱ شرکت مهندسی مشاور موننکو ایران، nouri.sanaz@monenco.com

^۲ شرکت مهندسی مشاور موننکو ایران، asadian.mohammad@monenco.com

^۳ سازمان بهره‌وری انرژی ایران، modaghegh@saba.org.ir

^۴ سازمان بهره‌وری انرژی ایران، salek@saba.org.ir

چکیده - پیاده‌سازی شبکه هوشمند، به‌کارگیری فناوری‌های نوین را در تمام شئون صنعت برق شامل تولید، انتقال، کنترل و توزیع انرژی الکتریکی به همراه خواهد داشت. نخستین گام در پیاده‌سازی این فناوری، تدوین نقشه راه قدرتمند و کارایی می‌باشد که نه تنها گام‌های مختلف توسعه شبکه هوشمند و نیز مختصات صنعت برق ایران را در بر بگیرد، بلکه با برقراری ارتباط منطقی بین آن‌ها، مناسب‌ترین الگوی توسعه گام به گام را بدست دهد. یک نقشه راه بیان می‌کند که برنامه‌ریزی دقیقی در حال انجام می‌باشد، حالت بهینه و قابل انتظار از وضعیت آینده عملکرد شبکه چه می‌تواند باشد و اینکه شرکت‌های برق به درستی از نیازمندی‌های آینده مشتریان و همچنین نیازمندی‌های بهره‌بردار خود مطلع می‌باشند. بنابراین یک نقشه راه تجاری قوی و یکپارچه، وضوح و اطمینان را برای کارکنان، ذینفعان، قانونگذاران، سهامداران، فروشندگان و مشتریان به ارمغان می‌آورد. با پیاده‌سازی طرح فهم نقشه راه زیرساخت اندازه‌گیری هوشمند در کشور تدوین شده و در حال اجرا است با استفاده از تجارب این نقشه راه می‌بایست تدوین نقشه راه شبکه هوشمند برق با در نظر گرفتن شرایط فرهنگی و اقتصادی ایران در دستور کار صنعت برق قرار گیرد. این مقاله به بیان مولفه‌های نقشه راه شبکه هوشمند، فرآیندهای تنظیم آن، چالش‌های پیش‌رو و در نهایت چگونگی استفاده از آن در هدایت ذینفعان می‌پردازد.

کلید واژه- شبکه هوشمند برق، پروژه فهم، Business Need، نقشه راه

می‌دهد و این برنامه‌ریزی توسط دولت انجام می‌شود. در این مورد می‌توان به نقشه راه شبکه هوشمند کشور انگلستان اشاره نمود [۱].

شایان ذکر است که دامنه و روند فعالیت‌های اجرایی و تحقیقاتی در مورد شبکه هوشمند به شکل فزاینده‌ای در حال رشد است. بطوریکه تاکنون سازمان‌های تحقیقاتی و متولیان تهیه قوانین، مقررات و استانداردهای صنعت برق نیز اقدامات قابل ملاحظه‌ای در این خصوص انجام داده‌اند. از آن جمله می‌توان به تهیه چارچوب و مدل‌های برنامه‌ریزی توسعه شبکه هوشمند توسط سازمان‌های^۱ EPRI [2]،^۲ IEC [3] و^۳ NIST [4]، همچنین

۱- مقدمه

با توجه به مزایای فراوان شبکه هوشمند، برخی کشورها و شرکت‌های انتقال و توزیع نیروی برق، سیاست‌ها، استراتژی‌ها و برنامه‌های بلند مدتی را تهیه و تنظیم کرده‌اند. این برنامه‌ها در قالب مجموعه‌ای از پروژه‌های مختلف که دارای زمانبندی و منابع مشخصی می‌باشد، معرفی شده است. این برنامه‌ها که از آنها تحت عنوان نقشه راه توسعه شبکه هوشمند نامبرده می‌شود، خروجی نهایی برنامه‌ریزی استراتژیک توسعه شبکه هوشمند می‌باشند.

نقشه راه شبکه‌های هوشمند در سه سطح کشوری، منطقه‌ای و شرکتی تدوین می‌شود. نقشه‌راه شبکه هوشمند در سطح کشوری، هوشمندسازی شبکه برق ملی یک کشور را مد نظر قرار

¹ -Electric Power Research Institute

² - International Electrotechnical Commission

³ -National Institute of Standards and Technology



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی

www.SGC2013.ir

۲۷-۲۶ آذر ماه ۱۳۹۲



پروفسور محترم شیخ عباسپور



دانشگاه شیراز

برنامه‌های استراتژیک شبکه هوشمند ارائه شود تا به توسعه دیدگاه ذینفعان از شبکه هوشمند و مزایای آن بیانجامد.

پس از همگرایی دیدگاه‌های ذینفعان، گام بعدی تعیین چشم انداز شرکت برق در خصوص توسعه شبکه هوشمند برق می‌باشد. بمنظور تبیین آرمان توسعه شبکه هوشمند، مأموریت، آرمان و اهداف استراتژیک شرکت برق مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته و نحوه تحقق این استراتژی‌ها از طریق هوشمندسازی شبکه استخراج می‌گردد. خروجی این فعالیت، دستیابی به آرمان و اهداف استراتژیک شبکه هوشمند شرکت می‌باشد. در گام بعد، سطح هوشمندی شبکه برق از دیدگاه الزامات و عناصر تشکیل دهنده شبکه هوشمند، ارزیابی و تعیین می‌گردد. برای رسیدن به این هدف، شناخت چگونگی تولید، ذخیره و تبادل اطلاعات تجهیزات در شبکه برق، میزان اتوماسیون شبکه، سطح هوشمندی فناوری‌های شبکه، استانداردهای موجود و اطلاعات عملکرد شبکه بین بازیگران مختلف ضروری است. از سوی دیگر عوامل خارجی مؤثر بر دستیابی به اهداف استراتژیک توسعه شبکه هوشمند ارزیابی می‌شود. عوامل خارجی بایستی از دو منظر ارزیابی شوند:

- فناوری
- سیاست‌ها، قوانین و مقررات صنعت برق

سپس انگیزه‌های موثر داخل و خارج سازمان بر توسعه شبکه هوشمند تعیین می‌گردد. همچنین سناریوهای محتمل آتی مربوط به این انگیزه‌ها شناسایی و ارزیابی می‌شوند. در نهایت بر اساس نتایج حاصل از بررسی وضعیت داخل و خارج شرکت انتقال/توزیع برق برای توسعه شبکه هوشمند، استراتژی‌های توسعه شبکه هوشمند شرکت را می‌توان تعیین نمود.

پیاده‌سازی استراتژی‌های فوق از طریق اجرای برنامه‌های عملیاتی مرتبط با استراتژی‌ها، در افق زمانی مختلف با در نظر گرفتن میزان منابع قابل دسترس پیش‌بینی شده در طول افق زمانی پیاده‌سازی استراتژی‌های شبکه هوشمند، میسر می‌باشد. فرآیندی که برای ایجاد یک نقشه راه مورد استفاده قرار می‌گیرد عموماً یک فرآیند کلاسیک "آنچه که هست - آنچه که می‌بایست باشد"^۴ است. نقطه شروع نقشه‌راه بایستی بر روی

مشارکت این سازمان‌ها در تهیه نقشه راه شبکه هوشمند شرکت‌های انتقال و توزیع نیروی برق اشاره نمود.

همانند واژه "شبکه هوشمند"، استفاده مفرط از اصطلاح "نقشه‌راه" به دلیل عدم شفافیت در مفهوم آن می‌باشد و مانند شبکه هوشمند، انواع متنوعی از نقشه‌های راه برای مقاصد مختلف وجود دارد. در حقیقت بهترین فرآیند برنامه‌ریزی نقشه راه، برآیند مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها می‌باشد که به شرح لایه‌های طرح‌های اجرایی موردنیاز جهت ارتقاء یک شرکت برق از وضعیت فعلی به یک شرکت هوشمند می‌پردازند.

مؤلفه‌های بالقوه یک نقشه‌راه تجاری کامل، شامل موارد زیر می‌باشند:

- استراتژی/ چشم‌انداز
- Business Need/ نیازمندی‌های عملکردی
- نیازمندی‌های توسعه فناوری
- سرمایه‌گذاری ثابت
- طرح اجرایی/ طرح فازبندی/ برنامه اتمام کار
- تغییرات سازمانی و طرح میزان آمادگی تجاری

با توجه به اینکه هر یک از مؤلفه‌ها فراهم‌کننده اهداف در ارتباط با اصول و نحوه اولویت‌بندی در نقشه‌راه کلی می‌باشند، نقشه‌های راه بایستی قادر به برآوردن نیازها به روش اولویت‌بندی شده، با در نظر گرفتن بازه زمانی ویژه، جهت تحقق نتایج نقشه‌راه باشند.

۲- چگونگی ایجاد یک نقشه‌راه

اولین و مهمترین گام برای برنامه‌ریزی توسعه شبکه هوشمند برق، مشارکت فعال کلیه ذینفعان حوزه‌ی مورد مطالعه در فرآیند برنامه‌ریزی و اجرای نقشه راه می‌باشد. بدین منظور در آغاز لازم است کلیه ذینفعان شبکه برق و یا دست کم ذینفعان کلیدی شبکه شناسایی شوند و فرآیند مشارکت آنها در برنامه‌ریزی استراتژیک شبکه هوشمند مشخص شود [۵].

بدلیل نوظهور بودن مقوله شبکه هوشمند، هنوز دیدگاه‌های متفاوتی در این خصوص وجود دارد. لذا ضروری است ابتدا ذینفعان شبکه دارای دیدگاهی مشترک و یکسان از تعریف و مفهوم شبکه هوشمند باشند. بدین منظور بهتر است نتایج سایر

^۴ - "As-Is...To-Be"



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی

www.SGC2013.ir ۲۷-۲۶ آذرماه ۱۳۹۲



پروفسور فخری محمدی شهید عباسپور



دانشگاه شهید بهشتی

- تغییر در سیستم مدیریتی تغییری اساسی است و ممکن است سبب بروز ایستادگی و مقاومت از طرف مشتریان و تولید کنندگان گردد.
- برنامه‌ها و استراتژی‌های اجرایی ممکن است شامل مشارکت و پاسخ نامعلوم و متغیر مشتریان باشد.
- جهت یابی آینده قانونگذاری نامعلوم و غیر شفاف می‌باشد.

۳- چگونگی استفاده از نقشه راه برای هدایت ذینفعان

هنگامی که نقشه‌های راه تکمیل شده و درون سازمان‌ها جای گرفتند، هر یک از آنها قابلیت انجام چندین هدف مهم برای مدیریت بهینه شرکت‌های برق هوشمند را دارا می‌باشند [۶].

فرآیند نقشه‌راه بایستی به تنهایی سبب جلب مشارکت گروه‌های عملیاتی، تیم‌های اجرایی، مدیریت شرکت‌های برق، قانونگذاران، ذینفعان خارجی و مشتریان گردد. در اینصورت است که اهداف و چشم‌اندازها مشخص گشته، فرآیندهای تصمیم‌گیری در مواقع بحرانی راحت تر صورت می‌گیرد و تصمیمات از اطمینان بیشتری برخوردار خواهند بود.

در دست داشتن یک نقشه‌راه مناسب و سنجیده، نقش سازنده‌ای را در مدیریت دارایی پروژه‌ها در یک بازه زمانی طولانی ایفا می‌کند. بنابراین شرکت برق در مدیریت دارایی پروژه‌ها تواناتر گشته و قادر به تخصیص بهینه بودجه چندین ساله برای طرح‌های بلندمدت خواهد بود.

در نهایت، فعالیت‌های اولویت‌بندی شده‌ای که نقشه‌راه شامل آنها می‌شود، فراهم‌کننده جهت صحیح مراحل انجام کار برای تیم‌های عملیاتی و اجرایی می‌باشند. در نتیجه زمانی که بایستی تصمیمات دشوار در خصوص پروژه‌ها و فعالیت‌های اجرایی اتخاذ گردد، سازمان دارای روش مشخصی برای حل سریع مشکلات است.

۳-۱- اولویت‌بندی و ارزیابی گزینه‌ها

در حالیکه هر یک از شرکت‌ها از معیارهای بخصوص خود برای اولویت‌بندی برنامه‌های نقشه‌راه استفاده می‌کنند، استفاده از

نقطه آغاز تحولات شرکت برق یعنی "آنچه که هست" و یا به بیان دیگر جایگاهی که در حال حاضر در آن ایستاده است، تنظیم گردد. سپس فرآیند به ایجاد چشم‌انداز و هدفی که چگونه از شبکه هوشمند انتظار می‌رود که شرکت برق را متحول سازد و اینکه Business Need های شرکت برق تبدیل به چه خواهند شد و یا به بیان ساده‌تر "آنچه که می‌بایست باشد"، می‌پردازد. در نهایت، فرآیند نقشه‌راه به منظور تعیین مراحل مورد نیاز جهت حرکت از نقطه آغازین شرکت‌های برق و نیل به نقطه هدف می‌باشد. ارزشمندترین بخش از فرآیند نقشه‌راه، اولویت‌بندی مراحل و گروه‌بندی آنها در قالب فعالیت‌های اجرایی منطقی و بهینه می‌باشد. شکل شماره ۱ به صورت گرافیکی به شرح فرآیند تنظیم نقشه‌راه می‌پردازد. به همان اندازه‌ای که فرآیند ممکن است کمی سنتی و قدیمی به نظر آید، اجرای آن اینگونه نیست. فاکتورهای متعددی در چالش برانگیز بودن تنظیم نقشه‌راه شبکه هوشمند مؤثر می‌باشند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فناوری‌ها پیچیده، وابسته به هم و به سرعت رو به رشد می‌باشند. از اینرو کلیه برنامه‌های کاربردی در دسترس و در حال توسعه شبکه هوشمند بایستی به درستی درک شده، وابستگی آنها ثبت شود و میزان ارزش نسبی آنها برای شرکت برق تعیین گردد.
- اهداف تجاری سطح بالای مشابه با استفاده از تنوعی از روش‌های نوین فناوری قابل حل می‌باشند.
- هزینه‌های برنامه‌های شبکه هوشمند قابل توجه می‌باشند.
- ترکیب مزایای کیفی از قبیل "خدمات مشترکین" و سایر مزایای اجتماعی کمی دشوار است.
- Business Need ها ممکن است از بسیاری محدودیت‌ها عبور کرده و بودجه‌های گروهی را تحت تأثیر قرار دهند.



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی

www.SGC2013.ir ۲۷-۲۶ آذرماه ۱۳۹۲



پروفسور فنی مهندسی شبکه های هوشمند



دانشگاه شهید بهشتی

Needها یا مشوق های قانون گذاری تشکیل شده اند، مایل به تنظیم نقشه راه با تاکید بر این اصول می باشند. شکل شماره ۲ نشان دهنده نقشه راه شبکه هوشمند بر مبنای فناوری می باشد [۶].

بنابراین می توان به تعداد شرکت های برق موجود، نقشه راه-های متنوع تعریف کرد. با این وجود یک نقشه راه بی عیب بایستی چندین ویژگی کلیدی را به شرح زیر به تصویر بکشد:

- Business Needهایی که تعیین کننده گزینه های نقشه راه می باشند.
- گام های کلیدی یا نقاط تصمیم گیری
- نیازمندی های فناوری
- فرضیات و ریسک ها
- نتایج مورد انتظار و وضعیت نهایی
- جدول زمان بندی از مراحل اجرایی مورد انتظار

۴- نتیجه گیری

توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، توسعه شبکه برق هوشمند را امکان پذیر نموده است. شبکه هوشمند دارای مزایای بسیاری است که می تواند پاسخگوی چالش های آتی صنعت برق باشد. لذا بسیاری از کشورهای پیشرو در صنعت برق، سیاست ها و برنامه های جامع و استراتژیک برای حرکت به سمت هوشمندسازی شبکه برق در قالب تنظیم نقشه راه تهیه کرده و یا در حال تهیه این برنامه ها می باشند.

امروزه تنظیم نقشه راه به یک ابزار برنامه ریزی حیاتی برای شرکت های برق رو به رشد مبدل شده است. نقشه های راه شبکه هوشمند به شدت تحت تاثیر سرمایه گذاری های انجام شده بر روی فناوری های کلیدی می باشند که شالوده اصلی یک شبکه هوشمند را تشکیل می دهند. این سرمایه گذاری ها از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. بنابراین، تلاش ساعیانه در این امر خطیر و فراهم نمودن یک چشم انداز دقیق و یک مسیر قابل اجرا برای تحقق شرکت برق هوشمند در آینده، حیاتی به نظر می رسد.

یک مبنای معقول و قابل دفاع برای اولویت بندی، بسیار مهم می باشد. ذینفعان داخلی و خارجی انتظار معیارهای درست و منطقی از یک نقشه راه مطمئن و مورد تایید را دارند.

معیارهای اولویت بندی نقشه راه شامل موارد زیر می شوند:

- میزان سرمایه گذاری های زیربنایی انجام شده؛
- میزان انطباق موجود بین شرکت برق / مشوق های تجاری / مشوق های عملیاتی / مشوق های مشتریان و همچنین میزان نیاز به سرمایه گذاری جهت ایجاد نقشه راه؛
- میزان وابستگی به فناوری؛
- میزان تطبیق با نیازمندی ها؛
- بهبود در کارایی و بازده؛
- قیود مالی؛
- سرمایه و بودجه بهره برداری؛
- میزان مقبولیت و نفوذ در بازار.

۳-۲- چشم انداز

فرآیند تنظیم نقشه راه، شناسایی Business Need های آینده و اولویت بندی در سرمایه گذاری، هر یک به تنهایی با ارزش می باشند. با این وجود در نهایت ممکن است فرآیند به دلیل فقدان ویژگی های ارتباطی لازم در نیل به اهداف شرکت، عدم شفافیت در جهت گیری و حمایت قوی سازمانی، با شکست روبرو گردد.

ارتباط بین اجزای مختلف یک نقشه راه به اندازه ایجاد و تنظیم آن مهم می باشد. به دلایل مشابهی از قبیل پیچیدگی، نبود چشم انداز شفاف از اهداف سازمانی، هزینه، تعداد بیش از اندازه متخصصین و عدم قطعیت ها، این امر به یک چالش اساسی تبدیل شده است که از همان ابتدا فرآیند را مشکل می سازد.

از آنجایی که هر شرکت برق دارای تمایلات و جهت گیری های خاص خود در ایجاد نقشه راه می باشد، از اینرو هیچ روش واحدی به منظور توصیف یک نقشه راه درست و بی عیب وجود ندارد. برخی سازمان ها که فناوری محور می باشند مایل هستند که نقشه راه آنها بر مبنای فناوری های کلیدی مورد نظر تنظیم گردد. برخی دیگر از سازمان ها که بر مبنای Business



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲

www.SGC2013.ir ۲۷-۲۸ آذرماه ۱۳۹۲



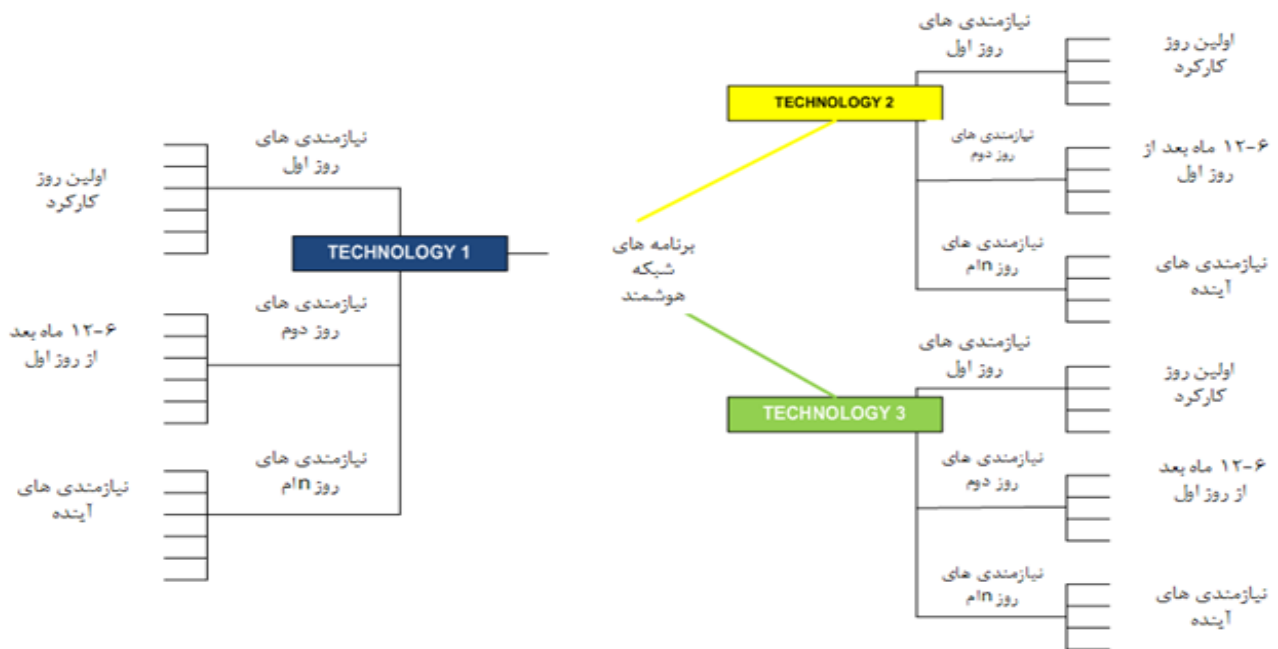
پروفسور فنی مهندسی شبکه های هوشمند



دانشگاه شهید بهشتی



شکل ۱: فرآیند تنظیم نقشه راه شبکه هوشمند



شکل ۲: نمونه‌ای از یک نقشه راه بر مبنای فناوری

پرداخت، همچنین تشکیل کارگروه‌های مختلفی از متخصصین در زمینه‌های فناوری، اجرایی، قانون گذاری و سرمایه گذاری تحت نظارت نهادهای بالادستی ضروری است.

مراجع

- [1] UK Smart Grid Capabilities Development Programme, Technology Strategy Board, July 2011
- [2] Don Von Dollen, Smart Grid Roadmap and Research & Development Challenges. EPRI, March 17, 2010.
- [3] IEC Smart Grid Standardization Roadmap, IEC Smart Grid Strategic Group, June 2010
- [4] Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards. NIST, February 2012.

عموماً برنامه ریزی استراتژیک توسعه شبکه هوشمند برق در سه سطح کشوری، منطقه‌ای و سازمانی صورت می‌گیرد با ارزیابی روش‌های مختلف تدوین نقشه راه توسعه شبکه هوشمند که خروجی نهایی برنامه ریزی استراتژیک شبکه هوشمند می‌باشد، چارچوب کلی فرآیند برنامه ریزی شبکه هوشمند و متدولوژی عمومی تدوین نقشه راه برای شرکت‌های برق استخراج می‌شود. به نظر می‌رسد جهت تدوین نقشه راه جامع شبکه هوشمند در ایران باید در کنار مسائل فنی به شرایط فرهنگی و اقتصادی نیز



انجمن علمی شبکه هوشمند انرژی ایران

کنفرانس شبکه های هوشمند ۹۲ در حوزه انرژی

www.SGC2013.ir ۲۷-۲۶ آذرماه ۱۳۹۲



پروفسور فنی مهندسی شبکه های هوشمند



دانشگاه شهید بهشتی

- [5] *Technology Roadmap -Smart Grids*, International Energy Agency, 2011
- [6] *The GERMAN Roadmap- E-Energy Project*. Association of Electrical Electronic & Information Technologies, March 2011.
- [7] Jeff Buxton, *Creating a Smart Grid Roadmap*, Executive Consultant, Black & Veatch, 2011.