أساسيات مراجعة (تدقيق) الطاقة

مراجعة حسابات الطاقة يمكن أن تعني أشياء مختلفة لأفراد مختلفين. إن نطاق مراجعة الطاقة، وتعقيد العمليات الحسابية، ومستوى التقييم الاقتصادي، كلها مسائل يمكن معالجتها بشكل مختلف من قبل كل مدقق فردي ويجب تحديدها قبل البدء في أي أنشطة تدقيق. سوف يستعرض هذا الفصل الطرق المختلفة لتدقيق الطاقة ويوضح النهج المعياري لتنظيم وإجراء مراجعة للطاقة.

يمكن تعريف مراجعة الطاقة ببساطة على أنها **عملية تحديد أنواع وتكاليف استخدام الطاقة في المبنى، وتقييم المكان الذي يستخدم فيه المبنى أو المصنع الطاقة ، وتحديد الفرص لتقليل الاستهلاك**. هناك علاقة مباشرة بتكلفة المراجعة، مقدار البيانات التي سيتم جمعها وتحليلها، وعدد فرص الحفظ المحددة. وبالتالي، يتم التمييز الأول بين تكلفة التدقيق الذي يحدد نوع التدقيق الذي يتعين القيام به. ويتم التمييز الثاني بين نوع المرفق. على سبيل المثال، قد تؤكد مراجعة المبنى على متطلبات وظروف المبنى والإضاءة والتدفئة والتهوية. من ناحية أخرى ، تؤكد مراجعة محطة الإنتاج على متطلبات العملية.

أنواع تدقيقات الطاقة

قبل البدء في مراجعة الطاقة، من المفيد أن يكون لديك فكرة عن نطاق المشروع ومستوى الجهد اللازم للوفاء بالتوقعات. هناك أربعة أنواع أو مستويات أساسية لتدقيق الطاقة ، قد يلبي أي منها متطلباتك.

مستويات التدقيق الأساسية ، من أجل زيادة التعقيد هي:

نوع 0 - مراجعة الحسابات المعيارية

تتضمن هذه المراجعة إجراء تحليل أولي تفصيلي لاستخدام الطاقة وتكاليفها، وتحديد مؤشرات مرجعية مثل وحدة حرارية Btu للمتر المربع في السنة ، وتكلفة دينار الطاقة لكل متر مربع في السنة، بناء على فواتير الخدمات. وهي فعالة من حيث التكلفة للغاية للمرافق المتعددة. يعد EPA / DOE EnergyStar Portfolio Manager أحد أفضل وأسهل الأدوات للاستخدام - وهو مجاني.

النوع الأول - التدقيق (مراجعة) أثناء الزيارة

التدقيق أثناء الزيارة، كما يوحي اسمها ، هي جولة في المرافق لفحص بصري لكل من أنظمة استخدام الطاقة. ستشمل عادة تقييما لبيانات استهلاك الطاقة لتحليل كميات وأنماط استخدام الطاقة بالإضافة إلى توفير مقارنات لمتوسطات الصناعة أو معايير للمنشآت المماثلة. إنها المراجعة الأقل تكلفة ولكنها يمكن أن تؤدي إلى تقدير أولي لإمكانات التوفير وتوفر قائمة بفرص التوفير المنخفضة التكلفة من خلال تحسين ممارسات التشغيل والصيانة. يمثل التدقيق في المستوى الأول أيضا فرصة لجمع المعلومات لإجراء تدقيق أكثر تفصيلا فيما بعد فيما إذا كانت إمكانية التوفير الأولية تستدعي توسيع نطاق نشاط التدقيق.

النوع الثاني - التدقيق القياسي

يستمر التدقيق القياسي في تحديد استخدامات الطاقة والخسائر من خلال مراجعة وتحليل أكثر تفصيلا للمعدات والأنظمة والخصائص التشغيلية. قد يشمل هذا التحليل أيضا بعض القياس والاختبار في الموقع لتحديد استخدام الطاقة وكفاءة الأنظمة المختلفة. تستخدم حسابات هندسة الطاقة القياسية لتحليل الكفاءات وحساب وفورات الطاقة والتكاليف بناء على التحسينات والتغييرات في كل نظام. سيتضمن التدقيق القياسي أيضا تحليلا اقتصاديا لتدابير الحفظ الموصى بها.

النوع الثالث ـ محاكاة الكمبيوتر

سيتضمن التدقيق الثالث المستوى مزيدا من التفاصيل حول استخدام الطاقة من خلال الوظيفة وتقييم أكثر شمولا لأنماط استخدام الطاقة. يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام برنامج محاكاة الكمبيوتر. سيقوم المراجع بتطوير محاكاة كمبيوتر لأنظمة البناء التي ستحسب الطقس والمتغيرات الأخرى وتتوقع استخدام الطاقة على مدار السنة. هدف المدقق هو بناء قاعدة للمقارنة التي تتسق مع الاستهلاك الفعلي للطاقة للمنشأة. بعد بناء هذا الخط الأساسي، سيقوم المراجع بعد ذلك بإجراء تغييرات لتحسين كفاءة الأنظمة المختلفة وقياس التأثيرات مقارنة بخط الأساس. تحسب هذه الطريقة أيضا التفاعلات بين الأنظمة للمساعدة في منع المبالغة في تقدير الوفورات. نظرا للوقت الذي يستغرقه جمع المعلومات التفصيلية عن المعدات والبيانات التشغيلية وإعداد نموذج كمبيوتر دقيق، فإن هذا هو أغلى مستوى لتدقيق الطاقة ولكن قد يكون هناك ما يبرره إذا كانت المنشأة أو الأنظمة أكثر تعقيدا في طبيعتها.

مراجعة الطاقة الاستثمارية

في معظم المنشآت والشركات وغيرها من إعدادات الشركات ، يجب أن يتنافس المتقدمون في البنية التحتية للطاقة الخاصة بالمنشأة على تمويل رأس المال من خلال الاستثمارات غير المرتبطة بالطاقة. يتم تصنيف كل من استثمارات الطاقة وغير الطاقة على أساس مجموعة قياسية من المعايير المالية التي تؤكد بشكل عام على العائد المتوقع على الاستثمار (ROI). يجب تطوير مدخرات التشغيل المتوقعة من تنفيذ مشاريع الطاقة بحيث توفر درجة عالية من الثقة. في الواقع ، كثيرا ما يطلب المستثمرون وفورات مضمونة. تتوسع عملية التدقيق على مستوى الاستثمار وفقا لمستويات التدقيق التفصيلية الثانية والثالثة أعلاه ، وتعتمد على الدراسات الهندسية الكاملة من أجل تفصيل القضايا الفنية والاقتصادية اللازمة لتبرير الاستثمار المتعلق بالتحولات. في معظم الحالات ، ستكون هناك حاجة لنمذجة المحاكاة الحاسوبية التفصيلية كل ساعة.

مراجعة درجة الاستثمار

- تتضمن عملية التدقيق هذه تقييم المخاطر المالية في الحسابات الاقتصادية لعملية تدقيق للطاقة من النوع الثاني أو الثالث.
- سوف يشمل غالبا محاكاة الكمبيوتر وأدوات التحليل المالي المحسنة مثل تكلفة دورة الحياة. قد يتم تحديد متطلبات إضافية من قبل العملاء الفرديين.
- يمكن استخدام هذه المراجعة للحصول على تمويل للمشاريع المحددة.

عملية التدقيق

يجب أن تكون الخطوة الأولى في أي تدقيق للطاقة هي جمع فواتير الطاقة وإجراء تدقيق مرجعي. بمجرد تحديد مستوى التدقيق الفعلي الذي يتعين القيام به ، يمكنك البدء في جمع المعلومات حول المكونات الهيكلية والميكانيكية التي تؤثر على استخدام طاقة المبنى ، وحول الخصائص التشغيلية للمنشأة. الكثير من هذه المعلومات يمكن ويجب جمعها قبل الزيارة الفعلية للموقع. التقييم الشامل لاستخدام الطاقة والأنظمة قبل الذهاب إلى الموقع سيساعد في تحديد مجالات الوفورات المحتملة ويساعد على الاستفادة من وقتك في الموقع على أفضل وجه.

سيساعدك اتباع نهج منظم للتدقيق في جمع معلومات مفيدة وتقليل مقدار الوقت الذي تقضيه في تقييم مدى ملاءمتك. من خلال تقسيم عملية التدقيق إلى ثلاثة مكونات مختلفة ، العمل قبل الموقع ، وزيارة الموقع ، والعمل اللاحق للموقع ، يصبح تخصيص وقتك أسهل لكل خطوة ويؤدي إلى تقرير تدقيق أكثر شمولا وفائدة. تصف الأقسام التالية المهام المرتبطة بكل خطوة من خطوات عملية التدقيق.

قبل الموقع العمل

العمل قبل الموقع مهم في التعرف على الجوانب الأساسية للمبنى. سيساعد هذا الإعداد في ضمان الاستخدام الأكثر فاعلية لوقتك في الموقع وتقليل التعطل في بناء الموظفين.

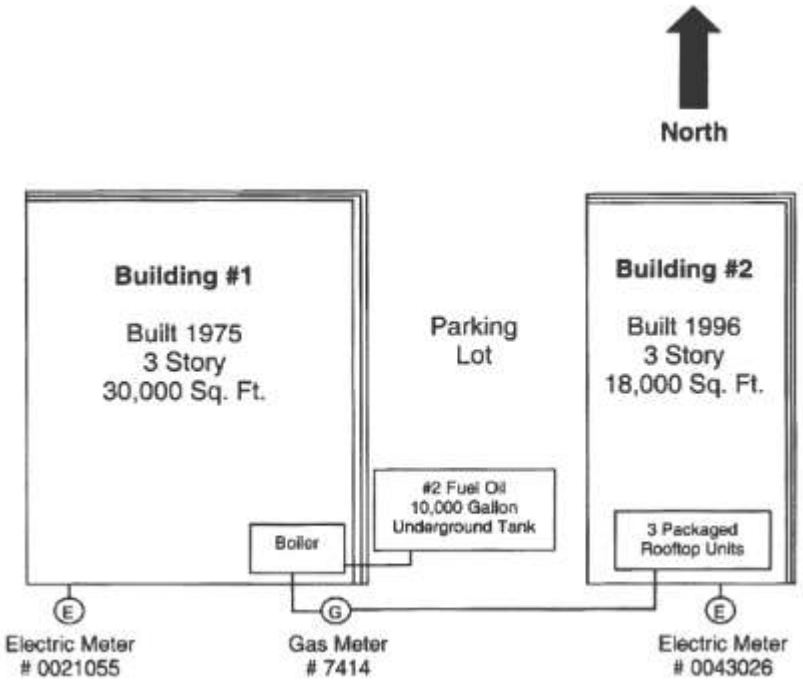
ستؤدي المراجعة الشاملة قبل الموقع إلى تقليل الوقت اللازم لإكمال الجزء في الموقع من التدقيق. يجب أن ينتج عن المراجعة السابقة لأنظمة البناء والتشغيل قائمة بالأسئلة والقضايا المحددة التي سيتم مناقشتها أثناء الزيارة الفعلية للمنشأة.

مهام ما قبل الموقع

1) جمع ومراجعة سنة إلى سنتين من بيانات طاقة المرافق. جدولة ورسم البيانات. تحقق من وجود أنماط موسمية ، طفرات غير عادية ، ودقة الفواتير. الرسم البياني للاستهلاك وبيانات التكلفة يجعل من السهل فهم كيفية استخدام كل مبنى للطاقة. من خلال تحديد الأحمال الموسمية والقاعدية ، ثم تقسيم استخدام الطاقة بين أنظمة بناء معينة مثل التدفئة والتبريد والإضاءة والمياه الساخنة ، يصبح من الأسهل تحديد المناطق التي تتمتع بأكبر قدر من الوفورات المحتملة. من المهم أيضا تضمين كيلووات الطلب على الكهرباء ورسوم الطلب في تقييمك. (انظر قسم حساب الطاقة للحصول على معلومات إضافية حول تحليل فاتورة المرافق). يمكن أن تقدم المخططات الدائرية لاستخدام الطاقة والتكلفة حسب نوع الوقود وثائق مقنعة لاستخدامات ومصاريف الطاقة الكلية.

2) الحصول على الرسومات والمواصفات الميكانيكية والمعمارية والكهربائية للمبنى الأصلي وكذلك لأي إضافات أو أعمال إعادة عرض قد تكون قد أنجزت. جرب قسم البناء المحلي أو المهندس المعماري الأصلي إذا لم يكن المالك لديه. في حالة إجراء أي عمليات تدقيق أو دراسات في مجال الطاقة في الماضي ، احصل على نسخة ومراجعتها.

3) ارسم خطة أرضية بسيطة للمبنى على ورق 8-1 / 2 × 11 أو 11 × 17 بوصة. عمل عدة نسخ لاستخدامها في تدوين الملاحظات أثناء زيارة الموقع الفعلية. استخدم نسخا منفصلة لتدوين المعلومات حول مواقع معدات وأجهزة التحكم في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) ومناطق التدفئة ومستويات الإضاءة والأنظمة الأخرى المتعلقة بالطاقة.



Site Sketch

4) حساب لقطات مربعة الإجمالية من مساحة مكيفة باستخدام أبعاد المبنى الخارجي مضروبة في عدد من القصص. يمكن طرح المناطق الكبيرة غير المشروطة والمحتلّة من لقطات مربعة.

5) استخدام نماذج بيانات التدقيق لجمع وتنظيم وتوثيق جميع بيانات المباني والمعدات ذات الصلة. تتوفر دفاتر تدقيق الحسابات التي تحتوي على قوائم المراجعة وجداول المعدات والنماذج الأخرى من مجموعة متنوعة من المصادر. قد تجد أيضا أنه من المفيد تطوير النماذج الخاصة بك لتلبية احتياجاتك الخاصة. لتوفير الوقت، املأ أكبر قدر ممكن من النموذج باستخدام خطط البناء والمواصفات قبل البدء في العمل في الموقع.

6) تطوير سرد لملف بناء يتضمن العمر والشغل والوصف والشروط الحالية للأنظمة المعمارية والميكانيكية والكهربائية. لاحظ المعدات أو الأنظمة الرئيسية التي تستهلك الطاقة.

7) حساب مؤشر استخدام الطاقة (EUI) في وحدة حرارية بريطانية / قدم مربع / عام ومشاركتها مع وحدات واجهة المستخدم الأوروبية من أنواع المباني المماثلة باستخدام المخطط في قسم محاسبة الطاقة. يتم حساب EUI عن طريق تحويل الاستهلاك السنوي لجميع أنواع الوقود إلى Btus ثم قسمة على لقطات مربع الإجمالية للمبنى. يمكن أن يكون مؤشرا جيدا للإمكانات النسبية لتوفير الطاقة. يشير مؤشر EUI المنخفض نسبيا إلى إمكانية أقل لتحقيق وفورات كبيرة في الطاقة.

أثناء إتمام مراجعة ما قبل الموقع ، لاحظ المجالات التي تهمك ودون أي أسئلة قد تكون لديك مسبقا. قد تتعلق الأسئلة النموذجية بنوع الإضاءة أو عناصر التحكم في منطقة التكييف أو غيرهما. قد تكون هناك أسئلة أخرى تتعلق بممارسات الصيانة لقطع المعدات التي حددتها والتي تتطلب عادة صيانة دورية.

إذا كنت تقوم بتدقيق مبنى آخر غير مبنى تشغله، فاحصل على البيانات التي تمت مناقشتها أعلاه وتأكيد ملاحظاتك الأولية مع مدير المبنى أو المشغل عبر الهاتف قبل زيارتك. اسألهم إذا كانوا مهتمين بمشاريع حفظ معينة أو

تخطيط التغييرات في المبنى أو أنظمته. حاول جدولة التدقيق في وقت يتم فيه تشغيل الأنظمة التي ترغب في التحقق منها وترتيب جعل مشغل المبنى يرافقك أثناء زيارة الموقع.

قم بتطوير قائمة بإجراءات الحفاظ على الطاقة (ECMs) وإجراءات التشغيل والصيانة (O&M) أثناء إجراء هذا البحث الأولي. يجب أن يكون مكتب الطاقة التابع للدولة أو شركات المرافق المحلية قادرة على تزويدك بمزيد من المعلومات حول تقنيات الحفظ وتوصيات التشغيل والصيانة. إذا قمت ببعض الواجبات المنزلية أولا ، فستتمكن بشكل أفضل من مناقشة تدابير توفير الطاقة مع مدير المبنى.

تطوير رسم الموقع

قم بإعداد مخطط موقع للمبنى أو المجمع يعرض المعلومات التالية:

- الموقع النسبي ومخطط المبنى (المباني).
- اسم ورقم المبنى لكل مبنى. (قم بتعيين أرقام المباني في حالة عدم وجودها.)
- سنة البناء لكل مبنى والإضافات.
- لقطات مربعة لكل مبنى والإضافات.
- الموقع ، نوع الوقود و I.D. أعداد متر فائدة.
- المناطق التي يخدمها كل متر فائدة.
- موقع معدات التدفئة والتبريد والمعدات.
- اتجاه الشمال السهم.

زيارة الموقع

مع اكتمال العمل قبل الموقع ، يجب أن يكون لديك فهم أساسي للمبنى وأنظمته. سيتم إستغلال زيارة الموقع في فحص الأنظمة الفعلية والإجابة على أسئلة محددة من مراجعة الموقع السابقة.

فيما يلي بعض الخطوات لمساعدتك في إجراء تدقيق فعال:

• هل لديك جميع الأدوات اللازمة المتاحة في الموقع. حاول أن تتوقع الأدوات اليدوية الأساسية ومعدات الاختبار التي ستحتاج إلى القيام بها. مثل:

-دفتر
-آلة حاسبة
-مصباح يدوي
-شريط القياس
ميزان الحرارة -Pocket
-ضوء متر
-سكين جيب
-الة تصوير
-المناظير
قطع البيانات الصغيرة

• قبل القيام بجولة في المرفق، اجلس مع مدير المبنى لمراجعة ملفات تعريف استهلاك الطاقة ومناقشة جوانب المرفق التي لا يمكنك رؤيتها مثل جداول الإشغال وممارسات التشغيل والصيانة والخطط المستقبلية التي قد يكون لها تأثير على استهلاك الطاقة.

• تأكد من خطة الكلمة على الرسم الخاص بك إلى المبنى الفعلي ولاحظ التغييرات الرئيسية. استخدم نسخا من مخطط الأرضية لتدوين مواقع المعدات مثل الغلايات والمبردات والسخانات وأجهزة المطبخ ومراوح العادم وما إلى ذلك، بالإضافة إلى أنواع الإضاءة والمستويات والتبديل ومواقع الصور ودرجات حرارة الغرفة والظروف العامة وملاحظات أخرى.

• املأ أوراق بيانات التدقيق. استخدمها لتنظيم زيارة موقعك وكتذكير لجمع المعلومات المفقودة من مستندات ما قبل الموقع.

• انظر إلى الأنظمة المتعلقة بـ ECMs و O & Ms في قائمتك الأولية. راجع تطبيق توصياتك ولاحظ أي مشاكل قد تؤثر على التنفيذ. أضف تدابير إضافية إلى قائمتك أثناء قيامك بجولة في المنشأة.

• التقط صورا وأنت تمشي في المبنى. قم بتضمين معدات ميكانيكية، والإضاءة، ومساحات العمل الداخلية، والمناطق العامة والقاعات، بما في ذلك السطح الخارجي. إنها مفيدة في توثيق الظروف الحالية ومناقشة المشكلات والقضايا مع الزملاء، وكذلك بمثابة تذكير بما فتشته. سيجد مديرو المباني أنها مفيدة لشرح تدابير الحفظ للمسؤولين وشاغلي المبنى.

• خذ قياسات أساسية لمستويات الضوء ودرجة الحرارة والقيمة النسبية والفولتية.

ما بعد الموقع العمل

يعد العمل بعد الموقع خطوة ضرورية وهامة لضمان أن المراجعة ستكون أداة تخطيط مفيدة. يحتاج المراجع إلى تقييم المعلومات التي تم جمعها خلال زيارة الموقع، والبحث عن فرص الحفظ الممكنة، وتنظيم المراجعة في تقرير شامل، وتقديم توصيات بشأن التحسينات الميكانيكية والهيكلية والتشغيلية والصيانة.

يتضمن عمل ما بعد الموقع الخطوات التالية:

• بعد التدقيق مباشرة ، قم بمراجعة وتوضيح ملاحظاتك. معلومات كاملة لم يكن لديك الوقت الكافي لتدوينها أثناء التدقيق. استخدم نسخا من مخطط الأرضية لتنظيف الملاحظات للسجلات الدائمة.

• مراجعة ومراجعة قوائم ECM و O&M المقترحة. قم بإلغاء تلك التدابير التي تفتقر إلى الإمكانات وقم بتوثيق أسباب إزالتها. إجراء بحث أولي حول تدابير الحفظ المحتملة والظروف التي تتطلب المزيد من التقييم من قبل مهندس أو أخصائي آخر.

• معالجة الصور الخاصة بك ولصق أو استيراد الصور على صفحات 8-1 / 2 × 11 بوصة. قم بترقيم الصور والملاحظة الموجودة على الأرضية، وقم بالتخطيط للموقع الذي تم التقاط كل صورة فيه. تحديد وإضافة الملاحظات تحت الصور حسب الحاجة.

• تنظيم جميع الرسوم البيانية، الرسوم البيانية، بناء الوصف ، تدقيق بيانات الأوراق ، القياسات الأساسية ، الملاحظات والصور في الموثق 3 حلقة.

مراجعة حسابات الطاقة يمكن أن تكون عملية مستمرة. من خلال الاحتفاظ بجميع معلومات المبنى في ملف أو ملف مخصص ، يمكن إضافة السجلات أو تحديثها بسهولة ويمكن أن تكون مفيدة للغاية للمهندسين المعماريين والمهندسين إذا تم العمل في المستقبل على المبنى.

تقرير التدقيق

يتمثل التدفق العام لأنشطة التدقيق في تحديد جميع استخدامات الطاقة وتكاليفها ، وتحديد أنظمة الطاقة ، وتقييم حالة النظم ، وتحليل تأثير التحسينات على تلك الأنظمة ، وكتابة تقرير تدقيق الطاقة. يوضح هذا التقرير الظروف الحالية للمبنى (المباني) من حيث الظرف والمعدات والإضاءة والشغل ، متبوعة بتوصيات لتحسين الكفاءة من خلال تحسين عناصر التشغيل والصيانة ، أو (O & Ms) ، ومن خلال تثبيت الحفاظ على الطاقة التدابير ، أو ECMs.

يزيد التواصل الفعال لنتائج وتوصيات المراجعة من فرصة اتخاذ إجراءات لتقليل استهلاك الطاقة. عند إعداد تقرير التدقيق ، ضع في اعتبارك مختلف شرائح الجمهور التي ستستخدم كل قسم وحاول تخصيص كل قسم للوصول بفعالية أكبر إلى هذا الجمهور.

تشمل الجماهير النموذجية لتقارير التدقيق ما يلي:

• الرئيس التنفيذي ، مدير العمليات ، المدير ، المشرف
• مرافق ومديري المصنع
• المدير المالي ، المراقب المالي
• مهندس المصنع
• موظفي العمليات والصيانة

فيما يلي الخطوط العريضة للمكونات الأساسية لتقرير التدقيق المنظم:

I. ملخص تنفيذي

يجب أن يكون الملخص التنفيذي بسيطا ومباشرا وشرحا للوضع الحالي والتحسينات الموصى بها ومزايا اتخاذ الإجراءات الموصى بها. قم بتضمين مقدمة مختصرة للمرفق ووصف الغرض من التدقيق والاستنتاجات العامة. لا يجوز للسلطة التنفيذية أن تقرأ أكثر من هذا أو

مقدمة من صفحتين ، لذا تأكد من أنك قد عبرت بوضوح تام عن الإجراءات المحددة التي ترغب في اتخاذها.

II. بناء المعلومات

يوفر هذا القسم خلفية عامة للمرفق ، ووظيفته ، وأنظمته الميكانيكية ، وملف التعريف التشغيلي. يجب أن يتضمن وصفا لمظروف المبنى ، وتاريخ العمر والبناء ، وجداول التشغيل ، وعدد الموظفين وأنماط الإشغال ، ومناقشة لبرنامج التشغيل

والصيانة. من المفيد أيضا تضمين مخطط الأرضية والصور المختارة للمنشأة والأنظمة الميكانيكية ووصف لأنواع الطاقة المستخدمة في المصنع ووصف للأنظمة والضوابط الميكانيكية الأساسية.

III. ملخص المنفعة

يتم تضمين معلومات محاسبة الطاقة لآخر سنة إلى سنتين في هذا القسم. إرفاق المخططات والرسوم البيانية المحددة التي تم تطويرها للتحليل التي يسهل فهمها وإظهار أنماط الاستهلاك الكلي للمرفق. اختر المعلومات لكل رسم بياني ليناسب كل جمهور مستهدف. على سبيل المثال ، قد يكون الاستهلاك الشهري الفعلي حسب الكهرباء ونوع الوقود أكثر أهمية لموظفي الهندسة والصيانة ، في حين أن التكاليف السنوية أو معلومات توفير الدينار قد تكون أكثر ملاءمة للموظفين الإداريين. يمكن أن تقدم المخططات الدائرية لاستخدام الطاقة والتكلفة حسب نوع الوقود وثائق مقنعة لاستخدامات ومصاريف الطاقة الكلية. بالنسبة للكهرباء ، قم بتضمين بيانات حول استخدام الطاقة وذروة الطلب.

تتزايد أهمية فحص استخدام المياه والصرف الصحي في المنشآت. الحد من استخدام المياه والصرف الصحي هو شرط لكثير من المرافق بما في ذلك المرافق الفيدرالية.

قم بتضمين ملخص للمعايير الإجمالية للمنشأة ، ومؤشرات استخدام الطاقة ، ومقارنات مع متوسطات الصناعة.

قد ترغب أيضا في تضمين نسخة من جداول أسعار الفائدة وأي مناقشة أو تقييم لبدائل الأسعار التي قد تكون المنشأة مؤهلة لها.

IV. تدابير الحفاظ على الطاقة (ECMs)

ابدأ هذا القسم بقائمة موجزة لتدابير الحفاظ على الطاقة التي تستوفي المعايير المالية التي وضعها مالك المنشأة أو مديرها. لكل مقياس ، قم بتضمين اسم المقياس والتكلفة المقدرة والوفورات المقدرة والاسترداد البسيط في مخطط ملخص. وصف واحد أو صفحتين لكل تدبير للحفاظ على الطاقة و

يجب أن تتبع حسابات المنفذ هذا المخطط التلخيصي. قم بتضمين وصف ECM ، واستخدام الطاقة وحسابات التوفير ، والاسترداد البسيط ، ومعدل العائد ، وصافي القيمة الحالية أو تحليل تكلفة دورة الحياة. من الجيد أيضا مناقشة أي افتراضات تم إجراؤها بخصوص كفاءة التشغيل أو المعدات. يجب أيضا سرد ECMs التي تم أخذها في الاعتبار ولكن تم استبعادها من المعايير المالية الحالية وتحديدها على أنها قد تم تقييمها.

V. إجراءات التشغيل والصيانة (O & Ms)

سيعالج هذا القسم مشكلات التشغيل والصيانة التي تمت ملاحظتها أثناء زيارة الموقع. قم بتضمين أوصاف عناصر التشغيل والصيانة منخفضة التكلفة التي تتطلب الانتباه. قم بتضمين عناصر من شأنها تقليل استهلاك الطاقة وتكاليفها ، ومعالجة المشكلات الحالية ، أو تحسين الممارسات التي ستساعد على إطالة عمر المعدات في الأنظمة التي لا يتم إعادة تركيبها. من المفيد أيضا للمالك تضمين تقديرات التكلفة والتوفير في توصيات التشغيل والصيانة.

VI. الملاحق

يمكن إضافة معلومات الدعم والتقنية غير المدرجة في مكان آخر في التقرير إلى الملاحق. تتضمن المعلومات النموذجية في هذا القسم خطط الكلمة وملاحظات الموقع حسب الاقتضاء ، والصور ، ونماذج بيانات المراجعة ، وقوائم الجرد الخاصة بالمعدات والمعدات والإضاءة ، وأوراق قطع المعدات للأنظمة الحالية أو الموصى بها.

ملخص

عند الانتهاء من أنشطة التدقيق الخاصة بك ، يجب أن تفهم جيدا الدوافع الرئيسية التي تؤثر على استخدام طاقة المنشأة. من خلال تحديد المكونات المستهلكة للطاقة في مبنى أو مصنع وتوثيق الظروف الحالية ، يمكن تحديد فرص الحفظ وترتيب

أولوياتها. قم بإعداد اجتماع مع مدير المبنى أو المصنع لتتبع تقريرك. ناقش توصياتك بشأن إجراءات الحفظ وطرق تمويل ECM. قم بتضمين توصيات التدريب لمشغلي المباني وشاغليها والتي ستعمل على تحسين الكفاءة التشغيلية للمبنى فضلا عن التدريب اللازم لصيانة وتشغيل تدابير التثبيت الحديثة.

محاسبة الطاقة وتحليلها

الغرض العام من تدقيق الطاقة هو تقييم الكفاءة التي تستخدم فيها أنظمة المباني الطاقة لتوفير بيئة عمل مريحة. في هذا التقييم ، سيبدأ مدقق الطاقة عادةً في عدادات المرافق لتحديد موقع جميع مصادر الطاقة القادمة إلى المنشأة. سيقوم المدقق بعد ذلك بتحديد تدفقات الطاقة للكهرباء وكل وقود ، وتقدير تدفقات الطاقة هذه إلى وظائف منفصلة ، وتقييم كفاءة كل من هذه الوظائف ، وتحديد فرص توفير الطاقة والتكلفة. بالنسبة للكهرباء ، ضع في اعتبارك كل من الطاقة الكهربائية والذروة الكهربائية.

المهمة الأولى هي جمع ومراجعة بيانات طاقة المرافق لمدة عامين لجميع أنواع الوقود. وهذا يشمل الكهرباء والغاز الطبيعي وزيت الوقود وأي وقود آخر يتم تسليمه. تُستخدم هذه المعلومات لتحليل الخصائص التشغيلية ، وحساب معايير الطاقة للمقارنة بمتوسطات الصناعة ، وتقدير إمكانات التوفير ، وتحديد هدف لخفض الطاقة ، وإنشاء خط أساس لمراقبة فعالية التدابير المنفذة.

يجب اتخاذ عدة خطوات لضمان حصولك على جميع المعلومات المطلوبة لإجراء تقييم شامل ودقيق لبيانات استهلاك الطاقة.

- تأكد من حصولك على نسخ من جميع فواتير الخدمات الشهرية وفواتير الوقود المسلمة.
- قم بفرز فواتير المرافق حسب المبنى أو بالمتر ، وقم بتنظيمها في مجموعات مدتها 12 شهرًا باستخدام تواريخ قراءة العداد.
- تحديد موقع جميع العدادات والعدادات الفرعية. إذا تم استخدام عدة أمتار ، فمن المفيد وضع علامات عليها بوضوح في خطة الموقع لكل مبنى يتم تقييمه.
- تحقق من تطابق جميع أرقام العدادات مع تلك الموجودة في الحساب. تحقق من مضاعفات العداد في الحساب.
- تحديد المبنى أو المساحة التي يخدمها كل متر.
- احسب المساحة المكيفة (بالقدم المربع) لكل مبنى.

إعداد جدول البيانات

قم بإعداد جدول بيانات لإدخال ، وجمع ، وحساب ، ومعلومات أداة الرسم البياني. يمكن استخدام نموذج محاسبة الطاقة النموذجي في الشكل 2-1 كقالب لتنظيم بياناتك. سجل وحدات الطاقة (كيلوواط ساعة ، ، لتر ، إلخ) ، والطلب الكهربائي (كيلوواط) ، والتكاليف التي يتم إنفاقها لكل نوع من أنواع الوقود. يمكن أيضًا تضمين وحدات الإنتاج (عدد الوحدات ، الغرف المشغولة ، الطلاب ، الأشخاص المخدومين ، إلخ) في تحليلك إذا كان هذا الإنتاج مرتبطًا بشكل مباشر باستهلاك الطاقة. من خلال تحليل البيانات ، من الممكن تحديد العلاقات بين استخدام الطاقة وعوامل أخرى مثل الإشغال وحجم المبيعات ومساحة الأرضية ومعدلات الإنتاج ودرجات الحرارة الخارجية.

Facility Name: _____
Facility Type: _____
Electric Utility: _____ Electric Meter # _____ Electric Rate Schedule: _____
Gas Utility: _____ Gas Meter # _____ Gas Rate Schedule: _____
Gross Square Footage: _____

Year:		Electricity						Natural Gas				Totals		Energy Use Index	
Month	# Days In Billing Period	Electric Usage kWh	Electric Demand kW	Electric Cost $	Electric Unit Cost $/kWh	Electric MMBtu kWh × .003413	Load Factor kWh / kW × Days × 24	Gas Usage Therms	Gas Cost $	Gas Unit Cost $/Therm	Gas MMBtu Therms/× .10	(A) MMBtu Consumed	(B) Cost of Energy	(C) EUI Btu/Sq.Ft.	(D) Cost $/Sq.Ft.
Jan															
Feb															
Mar															
Apr															
May															
Jun															
Jul															
Aug															
Sep															
Oct															
Nov															
Dec															
Annual Totals															

Data Entry and Calculations

A. Transfer consumption and cost information from energy bills to data sheet. Add columns for other fuels as needed.
B. Convert kWh and therms to MMBtus using the formulas at the top of each column or conversions below.
(Electric kWh × .003413, Gas Therms × .10, #2 Fuel Oil Gallons × .14, Propane Gallons × .0915)
C. Calculate Fuel Unit Costs and Electric Load Factor using formulas at top of each column.
D. Total electric and fuel MMBtus consumed and costs for each month and enter in the TOTALS column.
E. Total all columns (calculate average for demand, unit cost, and load factor).
F. Calculate annual Energy Use Index in Btu/Square Foot/Year by multiplying total MMBtu consumed (Column A) by 1,000,000 then divide by the Building Gross Square Footage.
Btu/Square Foot/Year = Column A total × 1,000,000/Building Sq. Ft.
G. Calculate Dollars per Square Foot by dividing the total cost of energy (Column B) by the Building Square Footage.
Dollars/Square Foot/Year = Column B total / Building Sq.Ft.

Figure 2-1. Sample Energy Accounting Form

مؤشر استخدام الطاقة

سيتم تحويل كل نوع من أنواع الطاقة إلى وحدة مشتركة (Btus) للمقارنة وحساب إجمالي الطاقة المستهلكة. مؤشر استخدام الطاقة (EUI) هو الوسيلة الأكثر شيوعًا للتعبير عن إجمالي استهلاك الطاقة لكل مبنى. يتم التعبير عن EUI بوحدة Btu / قدم مربع / سنة ويمكن استخدامه لمقارنة استهلاك الطاقة بالنسبة لأنواع المباني المماثلة أو لتتبع الاستهلاك من سنة إلى أخرى في نفس المبنى.

يتم حساب EUI عن طريق تحويل الاستهلاك السنوي لجميع أنواع الوقود إلى Btu ثم القسمة على إجمالي المساحة بالقدم المربع (المساحة المكيفة فقط) للمبنى. يمكن أن يكون مؤشرًا جيدًا على الإمكانات النسبية لتوفير الطاقة. يشير مؤشر EUI المنخفض نسبيًا إلى إمكانية أقل لتحقيق وفورات كبيرة في الطاقة. يوفر الشكل 2-2 نطاقات نموذجية لاستخدام الطاقة الإجمالي لمجموعة متنوعة من أنواع المباني التجارية.

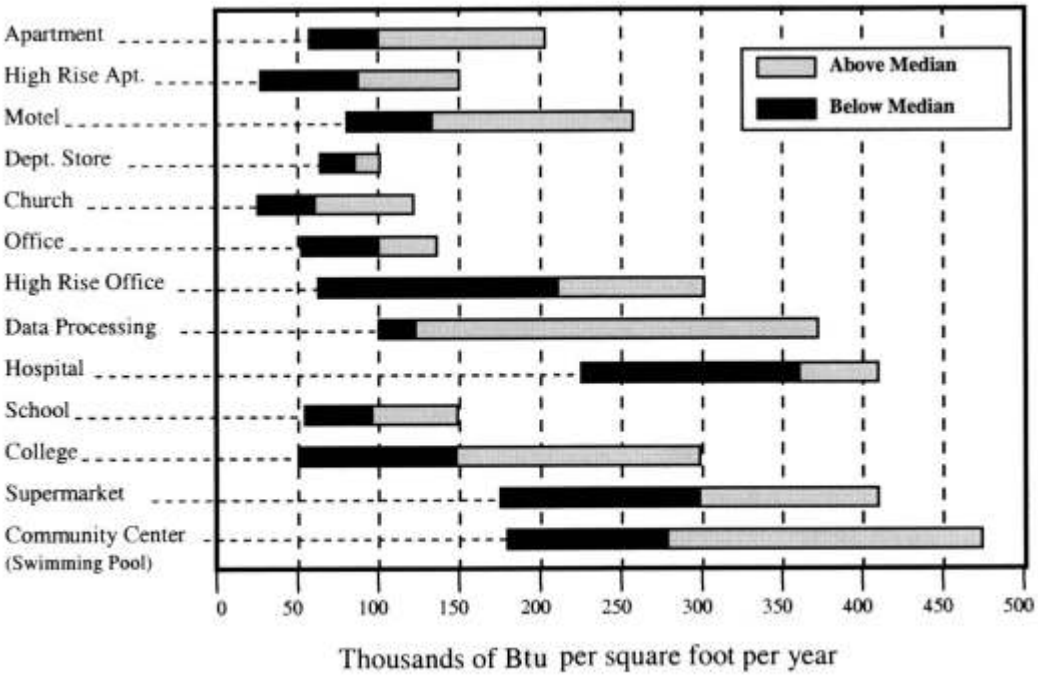


Figure 2-2. Energy Use Index by Building Type

المنطقة المكيفة

لحساب Btu و الدينار لكل قدم مربع ، من الضروري أن يتم حساب تقييم دقيق للمنطقة الساخنة لكل مبنى. يمكن القيام بذلك عن طريق الإشارة إلى الأبعاد في المخططات أو عن طريق قياس الأبعاد الخارجية للمبنى (الطول × العرض) ، وضرب هذه المساحة في عدد الطوابق. بشكل عام ، لا يتم تضمين مناطق الطوابق السفلية والغرف الميكانيكية كمناطق مكيفة ما لم يتم تركيب وتشغيل معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء.

تكاليف الكهرباء

يمكن أن يكون تقييم رسوم كيلوواط ساعة و كيلوواط وعامل الطاقة بشكل منفصل (الشكل 2-3) مفيدًا في تقييم تأثير عقوبات الطلب وعامل الطاقة على فاتورة الكهرباء الشهرية. يمكن في بعض الأحيان خفض تكاليف الطلب المرتفعة ببساطة عن طريق إعادة الجدولة أو تبديل أوقات التشغيل لقطع معينة من المعدات. غالبًا ما يكون للوفورات من تركيب أجهزة تصحيح معامل القدرة مردودًا أقل من عامين. على الرغم من أن مقاييس الطلب وعامل الطاقة توفر القليل من الطاقة ، إن وجدت ، فإن التوفير الكبير في التكاليف وفترات الاسترداد القصيرة نسبيًا تجعلها تدابير جذابة لتضمينها في تحليل المراجعة.

الطلب الكهربائي

يجب توخي الحذر للتمييز بين الفوترة والطلب الفعلي (المقنن) على فاتورة المرافق. الطلب الفعلي هو الرقم المسجل على العداد ويجب استخدامه لتقييم متطلبات الطاقة وعامل الحمولة (الموصوف أدناه) للمنشأة. طلب الفواتير هو مقدار الطلب الذي يتم إصدار فاتورة للمنشأة به بالفعل. قد يختلف هذا الرقم عن الطلب الفعلي بسبب أنواع مختلفة من جداول الأسعار. يمكن أن تتسبب جداول الأسعار، أو تعديل عامل القدرة، أو الكتلة الأولى للكيلوواط بدون تكلفة، في اختلاف طلب الفواتير والطلب الفعلي.

عامل تحميل المرفق

اعتمادًا على المنشأة ، يمكن أن تكون رسوم الطلب جزءًا كبيرًا ، بقدر 20 إلى 40٪ من فاتورة المرافق. سيحصل المستخدم على أكبر قدر من الطاقة الكهربائية مقابل كل دينار إذا تم الحفاظ على عامل تحميل المنشأة على أعلى مستوى ممكن، وبالتالي تقليل تأثير تكلفة الطلب عن طريق توزيعها على قاعدة كيلووات في الساعة أكبر نسبيًا. يعني عامل الحمل المنخفض للمنشأة أن تكلفة ذروة الطلب المرتفعة تتم إضافتها إلى كل كيلو وات ساعة من تكلفة الطاقة الكهربائية. الهدف من التحكم في الطلب هو موازنة فترات الذروة والانخفاضات في الاستهلاك عن طريق تأجيل أو إعادة جدولة استخدام الطاقة خلال فترات الذروة.

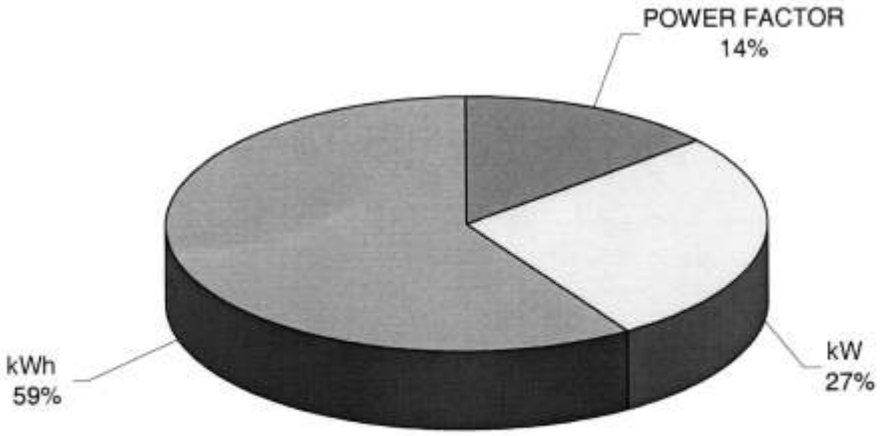


Figure 2-3. Electricity Cost Breakdown

يمكن العثور على مقياس للكفاءة الكهربائية للمنشأة عن طريق حساب عامل حمل المرفق. عامل تحميل المنشأة هو العلاقة بين استهلاك كيلوواط ساعة من الكهرباء وطلب كيلوواط لنفس فترة الفاتورة. يتم حسابه بشكل عام بقسمة الاستهلاك الشهري للكيلوواط في الساعة على طلب كيلوواط مضروبًا في عدد الساعات في فترة الفاتورة. وهذا ما يسمى عامل الحمل الشهري للمنشأة. وهذا يعطي نسبة متوسط الطلب إلى ذروة الطلب وهو مؤشر جيد على إمكانية توفير التكاليف لتحويل بعض الأحمال الكهربائية إلى خارج ساعات الذروة لتقليل الطلب الكلي.

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{kWh in time period}}{\text{Peak kW} \times \text{\# hours in time period}}$$

$$\text{Monthly Load Factor} = \frac{\text{kWh in month}}{\text{Peak kW} \times \text{\# hours in the month}}$$

إذا كانت المنشأة ستستهلك الكهرباء بمعدل ثابت عند أعلى طلب مسجل في عداد الطلب ، فسيكون عامل الحمولة 1.00 (واحد) ، الحد الأقصى النظري. يشير هذا إلى أن المنشأة لا يوجد بها أي تباين في الاستهلاك أو أوقات الذروة في الطلب. بخلاف تركيب معدات كهربائية أكثر كفاءة ، لا يمكن فعل الكثير لتقليل الطلب لأن هذه المنشأة تستفيد بالفعل بشكل كامل من الطلب الذي يتم إصدار فاتورة بها.

يعتبر عامل التحميل المنخفض مؤشرًا جيدًا على أن المنشأة لديها طفرات في الطلب في مرحلة ما من فترة الفوترة. في هذه الحالة ، يجب اتخاذ إجراء لتحديد وقت حدوث الارتفاعات ويجب تقييد تشغيل المعدات غير الأساسية في ذلك الوقت أو إعادة جدولتها للتشغيل خلال ساعات الذروة.

يجب أن يكون عامل الحمولة المثالي قريبًا من 1.00 قدر الإمكان. ومع ذلك، فإن معظم المرافق لا تعمل 24 ساعة في اليوم ، لذلك ستكون عوامل التحميل عادةً أقل بكثير من الحد الأقصى النظري. إذا كان المبنى يعمل لمدة 12 ساعة فقط في اليوم ، على

سبيل المثال ، فقد يكون عامل التحميل 0.50 هو أعلى مستوى ممكن لذلك المبنى. الشيء المهم هو مراقبة عامل الحمولة وتحديد ما هو طبيعي لكل منشأة وعداد ، مع ملاحظة أي تغييرات كبيرة في استهلاك كيلوواط ساعة ونسبة طلب كيلوواط.

يمكن حساب عوامل تحميل المنشأة بالساعة واليومية والأسبوعية والسنوية وكذلك الشهرية. قد يوفر كل من عوامل الحمل المختلفة هذه معلومات تؤدي إلى تشغيل المرفق بشكل أكثر كفاءة و / أو أقل تكلفة.

تتمتع العديد من أنظمة التحكم في إدارة الطاقة (EMCS) بقدرات الحد من الطلب وفصل الأحمال والتي يمكن أن تساعد في الحفاظ على عوامل الحمل المقبولة إذا تم استخدامها بشكل صحيح.

سؤال

ما هو عامل الحمولة لمنشأة تعمل بشكل مستمر استهلكت 800.000 كيلو وات / ساعة من الطاقة خلال فترة فاتورة مدتها 30 يومًا وأنشأت ذروة طلب تبلغ 200 كيلو وات؟ (لاحظ أن القليل من الأدوات المساعدة تستخدم فترة فاتورة ثابتة تبلغ 30 يومًا.)

الإجابة

$$\text{Load Factor} = \frac{800{,}000 \text{ kWh}}{2000 \text{ kW x } 30 \text{ days x } 24 \text{ hours/day}} = 0.55$$

لاحظ أنه إذا كان مرفقًا لثلاثة نوبات في اليوم ، فهذا يخبرنا أن هناك الكثير من الفرص لتحقيق وفورات في ذروة الطلب.

الرسوم البيانية والتقارير

بمجرد جمع بيانات الطاقة وتنظيمها ، يجب جعلها مفهومة لمدقق الطاقة لأغراض التحليل وكذلك أولئك الذين سيتلقون تقرير تدقيق الطاقة. يوفر إنشاء الرسوم البيانية والجداول والمخططات الدائرية معلومات أساسية ، ولكن بشكل أكثر جاذبية من النص. يُسهل رسم بيانات الاستهلاك والتكلفة رؤية اتجاهات الاستهلاك وفهم كيفية استخدام كل منشأة للطاقة.

تحليل بيانات الطاقة

يعد تحليل الرسوم البيانية وبيانات الاستهلاك أمرًا مهمًا في فهم كيفية استخدام الطاقة في المنشأة والعوامل التي تؤثر على الاستهلاك بشكل أكبر. يتم ذلك عن طريق تحديد الطاقة باستخدام الأنظمة في المبنى وتحديد كيفية عمل كل نظام على مدار العام. ستعمل بعض الأنظمة طوال العام بينما قد يعمل البعض الآخر فقط خلال أشهر الصيف أو الشتاء. يتم بعد ذلك تقسيم استهلاك الطاقة السنوي إلى أحمال أساسية وموسمية وتناسب المعدات في كل فئة. يساعد هذا في تحديد المعدات أو الأنظمة الأكثر كثافة في استخدام الطاقة حتى يمكن تقييم التدابير التي تقلل الاستهلاك في تلك المناطق.

الأحمال الأساسية

الأحمال الأساسية هي الأنظمة التي تستخدم الطاقة والتي تستهلك قدرًا مستمرًا من الطاقة على مدار العام. يمكن إنشاء الحمل الأساسي عن طريق رسم خط أفقي عبر رسم بياني لاستهلاك الطاقة أو التكلفة عند متوسط نقطة أقل استهلاك لكل نوع من أنواع الطاقة. الحمل الأساسي هو ذلك الجزء من الاستهلاك أو التكلفة أسفل الخط كما هو موضح في الشكل 2-4. تشمل الأحمال الأساسية النموذجية الإضاءة ، ومعدات المكاتب ، والأجهزة ، والماء الساخن ، والتهوية. تشير الأحمال الأساسية العالية إلى ضرورة تركيز جهود الحفظ في هذه المناطق.

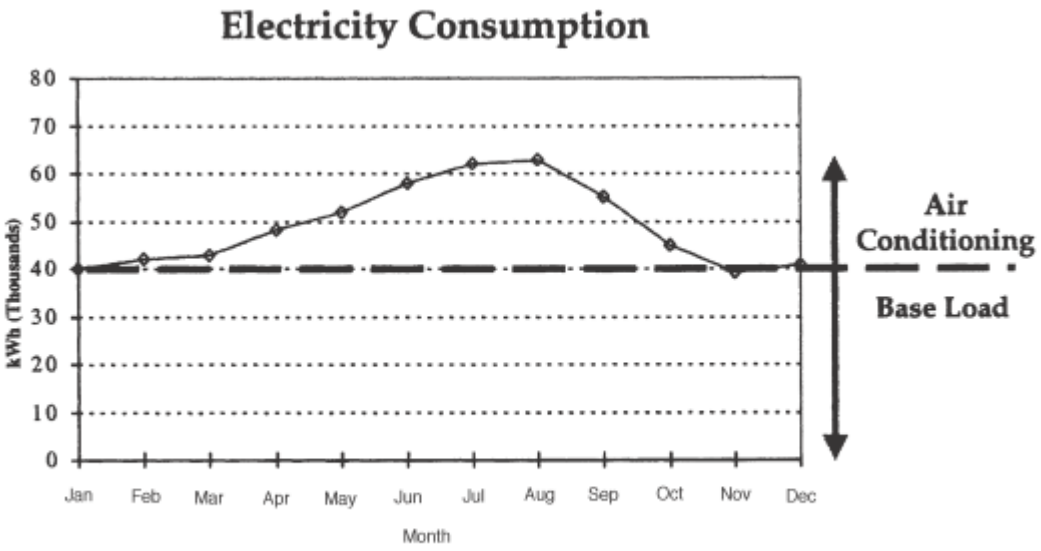


Figure 2-4. Base and Seasonal Loads

الأحمال الموسمية

يتم تحديد الأحمال الموسمية ، مثل التدفئة وتكييف الهواء ، على أنها جزء من الاستهلاك أو التكلفة يقع فوق الخط المستخدم لتحديد الأحمال الأساسية على الرسم البياني. يمكن أن تكون الأحمال الموسمية نتيجة للتغيرات في الطقس أو تشغيل المبنى، مثل الموسم الدراسي.

قد تكشف الأحمال الموسمية العالية عن فرصة لتقليل الاستهلاك من خلال إجراء تحسينات على معدات التدفئة وتكييف الهواء ، أو التحكم في درجة الحرارة ، أو غلاف المبنى ، أو الأنظمة الأخرى التي تتأثر بالتشغيل الموسمي.

اتجاهات الاستهلاك

تتمثل إحدى أسهل الطرق لتقييم بيانات الاستهلاك في مراقبة الاتجاهات الصعودية أو الهبوطية في كيلوواط ساعة أو الطلب أو الغاز الطبيعي أو التكاليف. يمكن القيام بذلك عن طريق رسم بياني لمدة عامين أو أكثر من البيانات الشهرية على رسم بياني واحد أو عن طريق رسم إجماليات سنوية فقط لعدة سنوات.

طريقة المتداول لمدة 12 شهرًا

هناك طريقة أخرى مفيدة لتقييم البيانات الشهرية وهي الملخص المتداول حيث يتم حساب إجمالي 12 شهرًا جديدًا كل شهر بإسقاط الشهر الأقدم وإضافة الأحدث. سيظل الرسم البياني من هذا النوع خطًا ثابتًا نسبيًا إذا لم تحدث تغييرات كبيرة في استهلاك الطاقة. نظرًا لأن كل رقم شهري هو إجمالي سنوي ، فإن أي تغيير مفاجئ هو نتيجة عملية الشهر الجديد. هذا رسم بياني جيد لمدقق الطاقة لمعرفة اتجاهات الاستهلاك الإجمالية للمنشأة. قد تشير الزيادة التدريجية ، على سبيل المثال ، إلى زيادة الإشغال أو الإنتاج ، أو أن كفاءة النظام تتدهور ببطء. يمكن أن يكون الرسم البياني الموضح في الشكل 2-5 أداة تقييم مفيدة لأنه يوضح الاستهلاك الشهري بالإضافة إلى الاتجاه السنوي المتداول على محور ص منفصل. كما ترى ، يستغرق الأمر 12 شهرًا من البيانات لبدء تخطيط الاتجاه السنوي.