|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **مؤشرات الأداء الرئيسية على مستوى العدّاد** | | |
| **نقطة التحقق / المقياس** | **عرض نظام معلومات إدارة الطاقة** | **نقاط التدقيق** |
| الاستخدام السنوي للطاقة مع عوامل المعايَرة، مثل المساحة الإجمالية ودرجة التبريد اليومية | كثافة استخدام الطاقة السنوي بوحدة كيلووات ساعة لكل متر مربع أو حسب نقاط النموذج المعياري لأداة Energy Star portfolio manager لاستهلاك الوقود، وذلك لقياس الأداء المعايَر حسب المناخ بالنسبة إلى الجهات النظيرة. | ترتيب المحفظة ومراجعة القيم الشاذة |
| الاستخدام الشهري للطاقة مع عوامل المعايرة، مثل المساحة الإجمالية ودرجة التبريد اليومية | كثافة استخدام الطاقة الشهري بوحدة كيلووات ساعة لكل متر مربع أو حسب نوع الوقود | المقارنة بالشهر السابق أو الشهر ذاته من العام السابق |
| مؤشرات الأداء الرئيسية لاستهلاك الكهرباء اليومي:  (إجمالي استهلاك المبنى بالكيلووات ساعة لكل يوم) / (متوسط درجة الحرارة اليومية للهواء الخارجي) | القراءة اليومية الدنيا / العليا / المتوسطة / الحالية | إعداد النماذج المعيارية للمرافق بعد التشغيل التجريبي |
| مؤشرات الأداء الرئيسية لاستهلاك الغاز اليومي:  (إجمالي الوحدات الحرارية لكل يوم) / (متوسط درجة الحرارة اليومية للهواء الخارجي) | القراءة اليومية الدنيا / العليا / المتوسطة / الحالية | إعداد النماذج المعيارية للمرافق بعد التشغيل التجريبي |
| **التحليلات على مستوى العدّاد** | | |
| **نقطة التحقق** | **عرض نظام معلومات إدارة الطاقة** | **نقاط التدقيق** |
| الجداول الزمنية | استخدم الخريطة الحرارية و\أو مخططات وصف الحمل مع التصفية حسب أيام الأسبوع / نهاية الأسبوع / أيام العطل | التأكد من أن الجداول الزمنية لفترات محددة من اليوم تلبّي المتطلبات الحالية للمرافق التحقق من إمكانية جدولة فرص التحسين خلال نهايات الأسبوع أو أيام العطل |
| الحمل الأساسي | استخدم الخريطة الحرارية و\أو مخططات وصف الحمل مع التصفية حسب أيام الأسبوع / نهاية الأسبوع / أيام العطل | مقارنة بأحمال الذروة لتقييم التراجع بعد ساعات العمل |
| أثر الطاقة | استهلاك الطاقة في الساعة مقابل درجة حرارة الهواء الخارجي في الساعة (أو الاستهلاك اليومي للطاقة مقابل درجات الحرارة اليومية) تقارن بعض أنظمة معلومات إدارة الطاقة تلقائيًا مقاييس أثر الطاقة بالنماذج المعيارية للقطاعات | اعتماد الأحمال على الطقس، درجة الحرارة لنقطة التوازن والتي يبدأ عندها التبريد أو التدفئة، والحمل الأساسي. ارتفاع استخدام تكلفة التدفئة في الصيف قد يكون مرتبطًا بالتزامن بين التدفئة والتبريد |
| شكل الحمل | مخطط للطلب على مدى 24 ساعة، الحد الأدنى/الأقصى/المتوسط حسب نوع اليوم | جدولة زمن البدء، زمن التوقف، نهاية الأسبوع، أيام العطل |
| القيم الشاذة للطاقة | التنبيه عند خروج قيم استخدام الطاقة عن نموذج التنبؤات (انظر الملحق د لتعليمات النمذجة) | خروج استخدام الطاقة عن الحدود المعيّنة للأداء (+\- 10% مثلًا) |
| بيانات العدّاد | التنبيه عند تعطل العداد. يمكن استخدام رسم بياني للسلسلة الزمنية لتحديد الفجوة بصريًا | فجوات كبيرة أو متكررة (أي بشكل دوري) في بيانات الطاقة |
| وفورات الطاقة / القياس والتحقق | الوفورات التراكمية السنوية للطاقة، أو النسبة المئوية للتغيير في مستوى استخدام الطاقة | إحصاءات النموذج تقع ضمن الحدود المعيّنة |
| **مؤشرات الأداء الرئيسية على مستوى النظام** | | |
| **نقطة التحقق** | **عرض نظام معلومات إدارة الطاقة** | **نقاط التدقيق (إعداد النماذج المعيارية للمرافق بعد التشغيل التجريبي)** |
| تقرير التجاوزات في نظام إدارة المبنى | ملخص التجاوزات في نظام أتمتة المباني | تحديد التجاوزات التي لا ينبغي أن تحدث. تشير التجاوزات غالبًا إلى مشاكل أكبر في ضبط أو أداء النظام |
| تقرير إنذارات نظام إدارة المباني | قائمة بأحدث الإنذارات | تحديد الأنماط التي تنطلق فيها إنذارات الأنظمة إمكانية وضع قواعد الكشف عن الأعطال وتشخيصها للمساعدة في معرفة أسباب انطلاق الإنذارات |
| مؤشر راحة شاغل المبنى (%) | النسبة المئوية من ساعات التشغيل المنقضية ضمن درجة الحرارة المستهدفة للمنطقة | مقياس لكل منطقة أو مجموعة من المناطق. تتبع القيم المتوسطة والدنيا والقصوى لكل مبنى |
| كفاءة وحدات التبريد (كيلووات لكل طن) | ملف الوصف اليومي (كيلووات لكل طن)  المتوسط اليومي (كيلووات لكل طن)  يفضل تسجيل قيمة الكيلووات للوحدة بالكامل، ولكن لا تتوفر دومًا قراءة عدادات المضخة | تتباين القيم حسب الحمل. مراجعة مخططات قيم كيلووات لكل طن مقابل القيم بالطن على مدار الفترة الزمنية لتحديد الانحراف في الأداء |
| كفاءة وحدات التدفئة (كيلووات لكل طن) | * كيلووات (خارج) / كيلووات (داخل) * مراجعة ملف المواصفات اليومي | تتباين القيم حسب الحمل. مراجعة مخططات الكفاءة مقابل الأحمال على مدار الفترة الزمنية لتحديد الانحراف في الأداء |
| كفاءة أنظمة المراوح (%) | قيمة الكيلووات لمراوح الإمداد / الإرجاع / العادم لكل قدم مكعب في الدقيقة cfm من تدفق الهواء | تتباين القيم حسب الحمل. ابحث عن التباين بين وحدات مناولة الهواء أو الانحراف في الأداء |
| دلتا الماء المبرّد | متوسط الفرق اليومي في درجات حرارة إمداد الماء والماء الراجع | في حال وجود فروقات غير ملموسة في درجات الحرارة، تحقق من وجود ضخ زائد أو أي مشاكل أخرى |

**الجدول 1: خطة عمل الرصد - نقاط التحقق والمقاييس المستخدمة**

|  |  |
| --- | --- |
| **اكتشاف العطل والتشخيص** | |
| **الأعطال** | **تحليل أدوات اكتشاف العطل والتشخيص** |
| **الأعطال العامة** | |
| الجداول الزمنية لوحدات مناولة الهواء، الوحدات الطرفية، المبرّدات، الغلايات، المضخات، أبراج التبريد، أحمال التشغيل المعالجة، مراوح العادم | تحقق مما إن كانت المعدات تعمل خارج ساعات العمل. |
| تجاوز التعليمات الواردة في الدليل (وحدات مناولة الهواء، الوحدات الطرفية، المبرّدات، الغلايات، المضخات، أبراج التبريد) | تحديد التجاوزات التي لا ينبغي أن تحدث. |
| ضوابط التحكم (المشغّلات / الصمامات / محددات السرعة) | * مقارنة النقاط المحددة لمخرجات نظام التحكم بالحالة الفعلية للأجهزة المعطّلة. * تحديد مدى ثبات أنظمة التحكم |
| المثبطات (وحدات مناولة الهواء، الوحدات الطرفية) | تحديد ما إذا كان المثبّط عالقًا في وضع الفتح أو الإغلاق أو في وضع ثابت أو يسبب التسرب  (مثل مقارنة حرارة الهواء المخلوط بحرارة الهواء الراجع عند إغلاق مثبط الهواء الخارجي) |
| التبريد / التدفئة / التبريد المسبق / التسخين المسبق / إعادة تسخين الصمام والملفات | * تحديد ما إذا كان الصمام عالقًا أو يسرّب. * تحديد وجود ملفّ معطل أو مسدود (مثل وجود فروقات درجة الحرارة عبر الملفّ عند إغلاق الصمام أو في حال عدم الوصول إلى الانخفاض المرغوب في درجة الحرارة عبر الملف في حال فتح الصمام). |
| **أعطال وحدات مناولة الهواء** | |
| تشغيل / استخدام جهاز توفير الوقود | * الكشف عن حالات عدم توفير الوقود في الوحدات المثبتة على السطح أو وحدات مناولة الهواء. * الكشف عن حالات عدم توفير الوقود في الوحدات المثبتة على السطح أو وحدات مناولة الهواء (مثل حساب التناسب النظري للهواء الخارجي مع درجة حرارة الهواء الخارجي ودرجة حرارة الهواء الراجع ودرجة حرارة الهواء المختلط). * الكشف عمّا إذا كانت نقطة الضبط لإغلاق جهاز توفير الوقود مرتفعة أو منخفضة أكثر من اللازم. |
| التهوية | الحرص على كفاية معدل التهوية. الكشف عمّا إذا كانت الوحدات المثبتة على السطح أو وحدات مناولة الهواء تدخل هواء خارجيًا أكثر من اللازم عندما لا تكون في نمط توفير الوقود. |
| التدفئة والتبريد المتزامنين | الكشف عن حدوث أي حالات غير ضرورية من تدفئة أو تبريد لجهاز توفير الوقود أو تبريد ميكانيكي (أو جميعها) في الوقت نفسه. |
| إعادة ضبط درجة حرارة هواء التصريف | تحديد ما إذا كانت نقطة ضبط درجة حرارة هواء التصريف قيمة ثابتة أو أنها لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. تأكيد أن النقطة غير مقيّدة كثيرًا بحدّ أعلى أو أقل |
| إعادة ضبط الضغط الاستاتيكي في الأنبوب | تحديد ما إذا كانت نقطة ضبط الضغط الاستاتيكي في الأنبوب قيمة ثابتة أو أنها لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. تأكيد أن النقطة غير مقيّدة كثيرًا بحدّ أعلى أو أقل |
| نظم الاستشعار | * نظم الاستشعار الحرجة: درجة الهواء الخارجي وهواء التصريف والهواء الراجع والهواء المختلط، درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية بالمقياس المبلل، الضغط، معدلات تدفق الهواء. * الكشف عن حالات الثبات أو الانحياز أو الانحراف أو العطل في نظام الاستشعار، أو في حال كان نظام الاستشعار خارج النطاق المعقول. |
| اتساخ الفلتر | حدّد إذا كان فلتر الهواء بحاجة إلى الاستبدال (أي خروج ضغط الفلتر عن النطاق المحدد). |
| **أعطال علبة حجم الهواء المتغير VAV** | |
| نظم الاستشعار | * نظم الاستشعار الحرجة: درجة حرارة الهواء، الرطوبة النسبية، ثاني أكسيد الكربون، معدل تدفق الهواء. * الكشف عن حالات الثبات أو الانحياز أو الانحراف أو العطل في نظام الاستشعار، أو في حال كان نظام الاستشعار خارج النطاق المعقول. |
| نقاط ضبط الثرموستات للتبريد / التدفئة عند وجود أو عدم وجود شاغلين للمبنى | الكشف عمّا إذا كان نطاق ضبط درجات التبريد / التدفئة غير مرتفع بما يكفي. |
| درجة حرارة الثرموستات للمساحة | تحديد ما إذا كانت المناطق خارج النطاقات المقبولة لدرجات الحرارة على مدى فترة زمنية معينة. وبيان ما إذا كانت المساحة مبردة / مدفأة أكثر / أقل من المطلوب أو إذا كان مثبط حجم الهواء المتغير عالقًا أو يسبب التسرب. |
| تدفق الهواء لحجم إمداد الهواء المتغيّر | * الكشف عما إذا كان تدفق الهواء للإمداد كافيًا للمنطقة (أي أن تدفق الهواء الوارد أقل من نقطة الضبط بينما مثبّط الإمداد مفتوح بالكامل). * الكشف عما إذا تدفق الهواء للإمداد عند أقصى مستوى للتدفق باستمرار. |
| **أعطال وحدات الماء المبرّد** | |
| نظم الاستشعار | * نظم الاستشعار الحرجة: درجات حرارة المياه الخارجة من المبرّد وبرج التبريد والراجعة إليهما؛ معدل تدفق الماء المبرّد؛ الضغط * الكشف عن حالات الثبات أو الانحياز أو الانحراف أو العطل في نظام الاستشعار، أو في حال كان نظام الاستشعار خارج النطاق المعقول. |
| قفل وحدة الماء المبرّد | تحديد ما إن كانت درجة حرارة القفل منخفضة جدًا. |
| إعادة ضبط درجة حرارة الماء الخارج من المبرّد | تحديد ما إذا كانت نقاط ضبط درجة حرارة الماء الخارج من المبرد هي قيمة ثابتة أو لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. |
| إعادة ضبط درجة حرارة الماء الخارج من برج التبريد | تحديد ما إذا كانت نقطة ضبط درجة حرارة ماء برج التبريد قيمة ثابتة أو أنها لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. |
| إعادة ضبط الضغط التفاضلي المائي | تحديد ما إذا كانت نقطة ضبط الضغط التفاضلي المائي قيمة ثابتة أو أنها لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. |
| الدورات القصيرة للمبرّد | بيان ما إذا كان المبرّد يدور بوتيرة أكثر من اللازم. |
| دوران مروحة برج التبريد | بيان ما إذا كانت المروحة تدور بوتيرة أكثر من اللازم. |
| **أعطال وحدات الماء الساخن** | |
| نظم الاستشعار | * نظم الاستشعار الحرجة: درجات حرارة المياه الخارجة من المرجل والراجعة إليه؛ معدل تدفق الماء الساخن؛ الضغط * الكشف عن حالات الثبات أو الانحياز أو الانحراف أو العطل في نظام الاستشعار، أو في حال كان نظام الاستشعار خارج النطاق المعقول. |
| قفل وحدة الماء الساخن | تحديد ما إذا كانت درجة القفل مرتفعة جدًا أو إن كان المرجل قيد التشغيل في حال عدم وجود أحمال للتسخين. |
| إعادة ضبط درجة حرارة الماء الخارج من المرجل | تحديد ما إذا كانت نقاط ضبط درجة حرارة الماء الخارج من المرجل هي قيمة ثابتة أو لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. |
| إعادة ضبط الضغط التفاضلي المائي | تحديد ما إذا كانت نقطة ضبط الضغط التفاضلي المائي قيمة ثابتة أو أنها لا تتغير عبر نطاق إعادة الضبط. |
| الدورات القصيرة للمرجل | تحديد ما إذا كانت دورات المرجل تبدأ وتنتهي في زمن أقصر من اللازم. |

**الجدول 2: خطة عمل الرصد - اكتشاف العطل والتشخيص**