



دورة مراقبة السلامة الإنشائية: الحساسات وكشف الضرر بالتحليل النمطي وحدود الإنذار



دورة مراقبة السلامة الإنشائية: الحساسات وكشف الضرر بالتحليل النمطي وحدود الإنذار

مقدمة:

دورة مراقبة السلامة الإنشائية للمنشآت المدنية دورة تمتد أسبوع، تتناول الحساسات وكشف الضرر بالتحليل النمطي وحدود الإنذار، وهي موجهة لمهندسي الإنشاءات والأصول والرصد العاملين على الجسور والأبراج والأنفاق والملاعب، وتنتهي بإعداد خطة منظومة رصد إنشائي وجدول حدود الإنذار لمنشأ دراسة حالة. فكثير من الجهات المالكة تركيب الحساسات ثم تتلقى بيانات لا يثق بها أحد، فتطلق تقلبات الحرارة إنذارات كاذبة بينما يمر فقد الصلابة الحقيقي دون انتباه. ويتولى المشاركون تحديد أنظمة الرصد أو تشغيلها أو استخدام بياناتها، ويعملون على ملفات حالة تضم مخططات الحساسات والسجلات الخام ونتائج التحليل النمطي. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- تحديد أهداف الرصد لمنشأ ما بربط آليات الضرر المتوقعة بكميات الاستجابة القابلة للقياس وبأصحاب القرار
- تحديد مواصفات حساسات الانفعال والإزاحة والميل والتسارع والألياف البصرية من حيث المدى والدقة والموقع والحماية في ظروف الموقع
- تصميم بنية الاقتناء الميداني ونقل البيانات عن بعد بما فيها معدل أخذ العينات وتوحيد التوقيت والتغذية الكهربائية والتخزين وضوابط جودة البيانات
- فصل أثر الحرارة والحركة المرورية عن التغير الإنشائي الحقيقي بتنقية البيانات ومعايرتها ونماذج الاتجاه
- استخراج الترددات الطبيعية ونسب التخميد وأشكال الأنماط من الاهتزاز المحيط وتطبيق طرق المؤشرات النمطية وكشف الحيوذ للتنبيه إلى الضرر
- وضع حدود الإنذار ومستويات التنبيه التي تطلق إجراءات محددة للفحص أو تقييد الاستخدام أو الصيانة ضمن مسار إدارة الأصول

الفئة المستهدفة:

- فرق الهندسة الإنشائية المسؤولة عن سلامة الجسور والأبراج والأنفاق والأسقف طويلة البحور أثناء الخدمة
- فرق إدارة الأصول المسؤولة عن تخطيط الصيانة وميزانيات التدخل على المنشآت المدنية الكبرى
- فرق الرصد وأجهزة القياس المسؤولة عن تركيب شبكات الحساسات الدائمة وتشغيلها وصيانتها
- الفرق الهندسية لدى الجهات المالكة والمشغلة المسؤولة عن التعامل مع تنبيهات الملاعب والمحطات والمباني المعلمية المرصودة
- فرق الاستشاريين والمقاولين المسؤولة عن تحديد متطلبات الرصد في مشاريع الإنشاء الجديدة وإعادة التأهيل

محاور الدورة:

اليوم 1: غاية الرصد الإنشائي وآليات الضرر وأهداف المراقبة

- تدرج تحديد الضرر من الكشف إلى تحديد الموقع والنوع والشدة
- ربط آليات الضرر بالانفعال والميل والتردد القابلة للقياس
- مقارنة قيمة الفحص الدوري بقيمة الرصد المستمر
- مصفوفة أهداف الرصد التي تربط الأسئلة بأصحاب القرار
- مراجعة الوضع الحالي للحساسات القائمة واستخدام بياناتها

اليوم 2: تقنيات الحساسات وبنية منظومة الرصد

- مقاييس الانفعال ذات السلك الاهتزازي والرقائقية للانفعال الساكن
- خيارات قياس الإزاحة بمحولات LVDT وأجهزة GNSS والمحطات المساحية المتكاملة
- مقاييس الميل MEMS ومقاييس التسارع منخفضة الضجيج للاهتزاز المحيط
- مصفوفات محزرات براغ الليافية FBG مع محزرات مرجعية للحرارة
- الاستشعار الموزع بالألياف البصرية بتقنيتي بريلوان ورايلي على امتداد الأنفاق

اليوم 3: الاقتناء الميداني للبيانات ونقلها عن بعد ومعالجتها

- استراتيجية توزيع الحساسات بالاستناد إلى أشكال الأنماط من نموذج العناصر المحدودة
- معدلات أخذ العينات في مسجلات الموقع وتوحيد التوقيت والإطلاق
- نقل البيانات عن بعد واستقلالية التغذية والفحص الذاتي للمسجلات
- تنقية البيانات من القفزات والانجراف والفجوات وأعطال الحساسات
- تعويض أثر الحرارة ومعايرة الاستجابة الإنشائية بنماذج الانحدار

اليوم 4: التعرف على الأنماط وكشف الضرر ومنطق الإنذار

- تحليل المجال الترددي FDD للتعرف النمطي من الاستجابة وحدها
- التعرف بالفضاء الجزئي العشوائي SSI وقراءة مخطط الاستقرار
- مؤشرات الضرر من انزياح التردد وانحناء شكل النمط
- كشف الحيوذ غير الموجه ببيانات خط الأساس للحالة السليمة
- مستويات التنبيه بنظام إشارات المرور وضبط معدل الإنذارات الكاذبة

اليوم 5: دراسة حالة: خطة منظومة الرصد الإنشائي لمنشأ محل الدراسة

- مراجعة سجلات جسر بكابلات مائلة وسقف ملعب في الحالة
- اختيار مخطط الحساسات وبنية الاقتناء للحالة
- تفسير النتائج النمطية للحالة واختيار مؤشر الضرر
- جدول حدود الإنذار مع إجراءات الاستجابة والمسؤولين عنها
- استكمال خطة منظومة الرصد الإنشائي ومناقشتها في مراجعة جماعية

المهارات التي ستكتسبها:

- تحديد أهداف الرصد
- تحديد مواصفات الحساسات الإنشائية
- اختيار تقنيات الاستشعار بالألياف البصرية
- تنقية بيانات الرصد
- معايرة الآثار البيئية
- التعرف النمطي التشغيلي
- استنتاج الضرر من الاهتزازات
- معايرة مستويات التنبيه

لماذا تحضر هذه الدورة:

- إعداد خطة منظومة رصد إنشائي وجدول حدود الإنذار لمنشأ دراسة حالة ورفعها إلى مدير المنشآت لدى الجهة المالكة ومسؤول تخطيط الصيانة
- الحكم على ما إذا كان هبوط التردد أو اتجاه الانفعال أو تغير الميل يستدعي فحصاً أدق أو تقييداً للاستخدام أو لا يستدعي أي إجراء
- تفادي شبكات الحساسات التي تنتج بيانات غير موثوقة وإنذارات كاذبة بفعل الحرارة وفقدان الصلابة يمر دون اكتشاف في المنشآت الحرجة
- توجيه فنيي الرصد ومهندسي المواقع بقائمة فحص الحساسات وقواعد تنقية البيانات ومخطط الاستجابة للتنبيهات

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يعرض المشاركون خطة منظومة الرصد الإنشائي وجدول حدود الإنذار على مدير المنشآت ومسؤول تخطيط الصيانة وغرفة التحكم التشغيلي. ويعتمدون عليهما في إقرار شراء الحساسات وتحديد من يستجيب لكل مستوى تنبيه وربط نتائج الرصد بميزانيات الفحص والصيانة. وبعد أول دورة حرارية موسمية أو أول حدث إنذار، تراجع الوحدة عدد الإنذارات الكاذبة ونسبة توافر البيانات وأعطال الحساسات ومدى تحقق الإجراءات المخطط لكل تنبيه.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة مراقبة السلامة الإنشائية؟

يحتاج المشارك إلى فهم السلوك الإنشائي الأساسي وخبرة في التعامل مع بيانات التصميم أو الفحص أو الرصد لمنشأ قائم، ويفيده الإلمام بجدول البيانات، لأن العمل على الحالة يستخدم سجلات الحساسات الخام ونتائج التحليل النمطي وجدول الحدود.

بم تختلف مراقبة السلامة الإنشائية عن دورة فحص الجسور أو دورة اقتناء البيانات المخبرية؟

تركز هذه الدورة على شبكات الحساسات الدائمة ومعالجة البيانات الميدانية وكشف الضرر بالتحليل النمطي ومنطق الإنذار على منشآت قائمة. أما دورات الفحص فتتناول المسوحات البصرية والاختبارات غير الإتلافية وتقييم القدرة، وتتناول دورات الاقتناء المخبري منصات الاختبار وبرمجيات أتمتتها.

لماذا تعد الحرارة عاملاً مؤثراً في مراقبة السلامة الإنشائية؟

لأن الحرارة تغير الصلابة والانفعال والترددات الطبيعية بمقادير قد تفوق أثر الضرر الحقيقي. ودون تعويض ومعايرة، تخفي التقلبات اليومية والموسمية فقد الصلابة أو تطلق إنذارات كاذبة متكررة تعتاد الفرق تجاهلها.

ماذا يعود به المشارك من دورة مراقبة السلامة الإنشائية؟

يعود المشارك بخطة منظومة رصد إنشائي وجدول حدود الإنذار لمنشأ دراسة حالة، تضم مصفوفة أهداف الرصد ومخطط الحساسات وبنية الاقتناء وقواعد تنقية البيانات ومخطط الاستجابة للتنبيهات، قابلة للتكيف مع أصول منظمته.