# دورة مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح: الاحتياطيات وتقليص الإنتاج والتخزين وكلفة التشغيل

18 – 22 أبريل 2027

عن بعد

# دورة مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح: الاحتياطيات وتقليص الإنتاج والتخزين وكلفة التشغيل

**المرجع:** 907_41315 **التاريخ:** 18 – 22 أبريل 2027 **المكان:** عن بعد **الرسوم:** GBP 1700

## ملخص البرنامج

مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح محور دورة تدريبية تمتد أسبوع لمخططي النظام ومشغلي الشبكة والمطورين ومستشاري السوق، بمستوى إداري، وتنتهي بخطة مرونة لمنطقة شبكة واحدة. يؤثر الإنتاج المتغير في الاحتياطيات وتقليص الإنتاج وكلفة التشغيل، ومع ذلك تختار المرونة غالبا أصلا بعد أصل. وينتقل البرنامج من الحمل الصافي إلى الاحتياطيات والتخزين وكلفة التشغيل، بالاعتماد على بيانات ساعية جاهزة من نظام تغلب عليه الطاقة الشمسية ونظام تغلب عليه الرياح. تقدم مارس للتدريب المملكة المتحدة هذا البرنامج في مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح لمجموعات من منظمات مختلفة.

## المبررات المؤسسية

القائد القادر على تحديد الاحتياطي من خطأ التنبؤ ومقارنة تقليص الإنتاج بالتخزين واختبار من يتحمل كل كلفة يتخذ قرارات أدق في الربط والاستثمار والتشغيل حين تغطي الطاقة الشمسية والرياح حصة كبيرة من الطلب. ويعمل البرنامج على المؤشرات التالية.

- الطاقة المقلصة: تنخفض حين تلتقي ساعات فائض العرض بالتخزين أو إدارة الطلب أو التصدير.
- كلفة الاحتياطي: تقل حين تتبع الاحتياطيات خطأ التنبؤ المقاس لا هوامش ثابتة.
- كلفة التشغيل: تتحسن حين ترتب المصادر بحسب كلفتها الحدية مقابل الحاجة التي تخدمها.

## المبادئ والأساس المعرفي

- IEEE 2800 معيار الربط والتشغيل البيني للموارد المعتمدة على العاكسات مثل الطاقة الشمسية والرياح والتخزين: يطبق في الجلستين 1 و3 لمراجعة الدعم الذي تقدمه المحطة للشبكة.
- ترتيب الاستحقاق في التشغيل: الأساس الاقتصادي لترتيب المصادر بحسب الكلفة الحدية، ويطبق في الجلسة 4 لمقارنة خيارات المرونة.
- التنبؤ الاحتمالي: الأساس الإحصائي لوصف خطأ التنبؤ بوصفه نطاقا، ويطبق في الجلسة 2 لتحديد حجم الاحتياطيات.

## المشاركون المستهدفون

- مخططو النظام الذين يقررون مقدار المرونة التي تحتاجها منطقة الشبكة.
- مشغلو الشبكة الذين يوازنون الإنتاج المتغير ساعة بعد ساعة.
- مطورو المشاريع المسؤولون عن سلوك المحطة عند الربط.
- مستشارو السوق والسياسات الذين يصممون المنتجات التي تكافئ المرونة.

تشمل البيئات المعتادة تشغيل النقل وتخطيط المرافق وإنتاج الطاقة المستقل.

## مخرجات التعلم

1. سيكون المشاركون قادرين على تقييم المرونة التي تحتاجها منطقة الشبكة من الحمل الصافي وخطأ التنبؤ.
2. سيكون المشاركون قادرين على حساب أحجام الاحتياطي من ملف خطأ التنبؤ.
3. سيكون المشاركون قادرين على مقارنة تقليص الإنتاج بالتخزين وإدارة الطلب والربط البيني من حيث الكلفة.
4. سيكون المشاركون قادرين على ترتيب مصادر المرونة بحسب الحاجات التي تخدمها.
5. سيكون المشاركون قادرين على تشخيص سلوكيات المحطات وفق IEEE 2800 التي تحد من دعم الشبكة.
6. سيكون المشاركون قادرين على تبرير خطة مرونة الشبكة أمام مجلس تخطيط النظام.

## هيكل البرنامج

### اليوم 1: أسس مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح

كيف يغير الإنتاج المتغير ما يجب أن تقدر عليه الشبكة؟

- قراءة منحنى الحمل الصافي
- ملف تغير الإنتاج وخطأ التنبؤ
- جرد احتياجات المرونة
- سلوك الموارد المعتمدة على العاكسات وفق IEEE 2800
- مخطط مدة الارتفاع التدريجي بالساعة

### اليوم 2: الاحتياطيات وتقليص الإنتاج وخطأ التنبؤ

كم احتياطيا يتطلبه خطأ التنبؤ، ومتى يكون تقليص الإنتاج هو الحل الأقل كلفة؟

- تحديد حجم الاحتياطي من خطأ التنبؤ
- تحليل سجل تقليص الإنتاج
- خريطة ساعات الاختناق وفائض العرض
- جدول مساهمة الاستجابة الترددية
- مقارنة كلفة الاحتياطي بكلفة تقليص الإنتاج

## اليوم 3: خيارات التخزين وإدارة الطلب والربط البيني

أي مصدر للمرونة يلبي كل حاجة بأقل كلفة على النظام؟

- مصفوفة مدة التخزين ودوره
- ورقة أهلية إدارة الطلب
- دعم خطوط الربط والمناطق المجاورة
- مراجعة حدود المحطات الحرارية المرنة
- بطاقة ترتيب مصادر المرونة

## اليوم 4: كلفة التشغيل وإشارات السوق وحالات الاستثمار

كم تكلف كل مرونة في التشغيل، ومن يتحمل هذه الكلفة؟

- نموذج ترتيب الاستحقاق في التشغيل
- تحليل الكلفة الحدية وفروق الأسعار
- تصميم منتجات الخدمات المساندة
- دراسة جدوى لأصول المرونة
- توزيع المخاطر بين المطور والمشغل

## اليوم 5: خطة مرونة الشبكة لمنطقة شبكة واحدة

هل تتكامل النتائج في خطة يستطيع مجلس تخطيط النظام اعتمادها؟

- تطبيق جرد الاحتياجات من الجلسة 1
- اختبار تحديد الاحتياطي من الجلسة 2
- فحص ترتيب المصادر من الجلسة 3
- مراجعة مقارنة الكلفة من الجلسة 4
- إنجاز خطة مرونة الشبكة

## المنهجية

يقوم البرنامج على ورشة بيانات مبنية على منحنيات ساعية وسجلات تقليص وجداول كلفة تشغيل جاهزة من نظام تغلب عليه الطاقة الشمسية ونظام تغلب عليه الرياح. يقرأ المشاركون الحمل الصافي ويحددون الاحتياطيات ويرتبون المصادر ويقدرون كلفة كل خيار، ثم يدافعون عن الخطة أمام زملاء يؤدون دور مجلس تخطيط النظام.

- نشاط مقترح: تحديد الاحتياطيات من بيانات خطأ التنبؤ لأسبوع.
- نشاط مقترح: ترتيب التخزين وإدارة الطلب والتصدير لساعات فائض العرض.
- نشاط مقترح: مقارنة كلفة التشغيل في خطتين للمرونة.

## المخرج الختامي

ينجز كل مشارك خطة مرونة الشبكة لمنطقة شبكة واحدة. وتضم الخطة جرد الاحتياجات وتحديدا للاحتياطي وتحليلا للتقليص وقائمة مرتبة بالمصادر ومقارنة لكلفة التشغيل. وتعرض في العمل على مجلس تخطيط النظام للاعتماد، وتوجه قرارات الربط والمشتريات اللاحقة.

## الأسئلة الشائعة

### هل يناسب تدريب مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح المديرين من غير مهندسي أنظمة القوى؟

نعم، إذ تدرس مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح عبر بيانات وقوالب جاهزة. ويشترط البرنامج مسؤولية عن قرارات التخطيط أو التشغيل أو السوق، دون مهارة في نمذجة الشبكات.

### على أي معيار تقوم مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح في هذا التدريب؟

تقوم مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح هنا على IEEE 2800 لسلوك المحطات المعتمدة على العاكسات، مع ترتيب الاستحقاق في التشغيل والتنبؤ الاحتمالي للكلفة والاحتياطيات.

### كيف تستخدم خطة تدريب مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح في العمل؟

تعرض خطة مرونة الشبكة على مجلس تخطيط النظام، وتستخدم تحديد الاحتياطي فيها لضبط هوامش التشغيل، وتبقى المصادر المرتبة أساسا للمشتريات.

## بماذا تختلف مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح عن برنامج في نشر تخزين الطاقة؟

تقارن مرونة الشبكة للطاقة الشمسية والرياح كل مصادر الموازنة، بينما يركز برنامج نشر تخزين الطاقة على اختيار المواقع وتحديد الأحجام وتسليم أصول التخزين.