JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

# دورة متقدمة في هندسة العمليات وإزالة الاختناقات

6 – 17 سبتمبر 2027

لندن

info@jupiterprime.uk

**jupiterprime.uk**

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

# دورة متقدمة في هندسة العمليات وإزالة الاختناقات

**المرجع:** 142_3834 **التاريخ:** 6 – 17 سبتمبر 2027 **المكان:** لندن **الرسوم:** GBP 9500

هندسة العمليات وإزالة الاختناقات في هذه الدورة المتقدمة تدريب يمتد أسبوعين لمهندسي العمليات والقادة الفنيين في المصانع وأخصائيي تصميم العمليات المطالبين برفع إنتاجية وحدات قائمة، وينتهي بدراسة إزالة الاختناقات التي تحدد حدود الطاقة وتقييم المعدات وخيارات التحسين. فالمالكون ينتظرون طاقة إضافية من الأصول الموجودة قبل اعتماد وحدات جديدة. تقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة لفرق هندسة المصانع.

## لماذا تهم هندسة العمليات وإزالة الاختناقات الآن

تلتقي ثلاثة ضغوط في المصانع العاملة. فاللقيم ومواصفات المنتجات تتغير أسرع مما صممت له الوحدات، فتتحرك القيود. ولجان الاستثمار الرأسمالي تفضل التحديث التدريجي على المصانع الجديدة وتطلب من المهندسين إثبات موضع القيد التالي. وتدفع كلفة الطاقة وأهداف الانبعاثات استرجاع الحرارة إلى الواجهة. والموقع الذي يخمن اختناقه ينفق على البرج أو المبادل الخطأ، بينما يجد الموقع الذي يقيم كل معدة طاقة رخيصة أولا. وتستند الدورة إلى موازنة المادة والطاقة الدقيقة، وطرق تقييم المعدات، ومحاكاة العمليات في الحالة المستقرة، وتحليل نقطة الاختناق الحراري للتكامل الحراري، ودراسة المخاطر والتشغيلية HAZOP لكل تعديل.

## المستفيدون من هندسة العمليات وإزالة الاختناقات

- مهندسون يتولون موازنات المادة والطاقة للوحدات ويراقبون أداءها
- قادة يقررون أي خيارات التحديث تصل إلى لجنة الاستثمار
- أخصائيون يقيمون الأبراج والمبادلات والأوعية والمضخات أمام المهام الجديدة
- مهندسون يبنون نماذج المحاكاة ويعايرونها مقابل قياسات المصنع
- منسقو الطاقة الذين يستهدفون استرجاع الحرارة على مستوى الموقع

يستفيد قسم هندسة العمليات أكثر حين يحضر مهندسو الوحدات مع أخصائي التصميم، فتتجمع نتائج التقييم والمحاكاة في صورة واحدة للطاقة.

## قدرات هندسة العمليات وإزالة الاختناقات

يغادر المشاركون قادرين على تحديد المعدة المقيدة فعلا في الوحدة وتسعير خيارات نقل ذلك القيد.

- حساب موازنات مادة وطاقة موفقة من قياسات المصنع — الأساس الذي تبدأ منه كل حالة تحديث
- تقييم الأبراج والمبادلات والأوعية عند معدلات أعلى — قرار تحديد المعدات المقيدة
- بناء نموذج محاكاة معاير لوحدة عاملة — المهندسون الذين يختبرون حالات اللقيم والمعدل
- تطبيق تحليل نقطة الاختناق الحراري على شبكة المبادلات — منسقو الطاقة الذين يضعون أهداف الاسترجاع
- الموازنة بين خيارات التحديث حسب الكلفة والحاجة إلى الإيقاف والمخاطر — لجان الاستثمار التي تختار المشاريع
- عرض حالة طاقة مرتبة على التشغيل والمالية — اعتماد الخيار المفضل

## مصطلحات هندسة العمليات وإزالة الاختناقات الأساسية

- إزالة الاختناقات — رفع القيد الذي يحد حاليا من إنتاجية الوحدة للوصول إلى القيد التالي.
- توفيق البيانات — ضبط التدفقات والتراكيب المقاسة حتى تغلق موازنات المادة والطاقة ضمن دقة الأجهزة.
- تقييم المعدات — فحص أداء معدة قائمة عند ظروف جديدة، بخلاف تصميم معدة جديدة.
- نقطة الاختناق الحراري — درجة الحرارة التي يتقارب عندها المنحنيان الساخن والبارد أكثر ما يمكن، فتحدد أدنى احتياج للتسخين والتبريد.
- الغمر — حالة في البرج يعجز فيها السائل عن النزول أمام تدفق البخار، فتتحدد طاقة الصواني أو الحشوة.
- الزحف التدريجي للطاقة — مكاسب تدريجية في الإنتاجية من تعديلات صغيرة في حدود التشغيل دون استبدال كبير للمعدات.

## هندسة العمليات وإزالة الاختناقات يوما بيوم

### اليوم 1: محركات الطاقة في المصانع العاملة

- رسم خريطة القيود عبر وحدة العمليات — مواضع فقدان الطاقة اليوم
- تغير اللقيم ومواصفات المنتجات — حركة القيود في الوحدات القائمة
- اقتصاديات التحديث مقابل الخط الجديد — متى تربح الطاقة التدريجية
- مخططات سريان العمليات ومخططات الأنابيب والأجهزة — الوثائق المرجعية للدراسة
- سجلات غلاف التشغيل — الفصل بين حدود التصميم والعادات التشغيلية

### اليوم 2: موازنات المادة والطاقة الموفقة

- موازنات المكونات عبر المفاعلات والفواصل — اكتمال صورة الوحدة
- موازنات الطاقة بطرق المحتوى الحراري — تحديد نقص الأحمال الحرارية
- توفيق البيانات وكشف الأخطاء الجسيمة — الثقة في قياسات المصنع
- تخطيط تجارب التشغيل وأخذ العينات — جمع البيانات عند أقصى معدل
- تقارير إغلاق الموازنة — الاتفاق مع التشغيل على خط الأساس

## اليوم 3: الديناميكا الحرارية والخواص الفيزيائية

- اختيار معادلات الحالة ومعاملات النشاطية — دقة الخواص لكل خدمة
- فحص بيانات اتزان البخار والسائل — تنبؤات فصل يمكن الدفاع عنها
- توصيف المكونات الافتراضية للخام واللقيم الثقيلة — دقة نماذج المصافي
- تقدير خواص النقل — أثر اللزوجة والموصلية على التقييم
- التحقق من حزمة الخواص مقابل بيانات المصنع — اختيار الأساس النهائي

## اليوم 4: تقييم أبراج التقطير والامتصاص

- هيدروليكا الصواني وحدود الغمر — طاقة البرج عند معدلات أعلى
- هبوط الضغط والتبليل في الأبراج المحشوة — قرارات استبدال الحشوة
- فحص أحمال المغلي والمكثف — الحدود الحرارية على إنتاجية البرج
- تفسير مسح أشعة غاما ومسح الضغط — تأكيد تلف المكونات الداخلية أو الترسب
- الصواني عالية السعة والحشوات المنتظمة — خيارات تحديث دون أغلفة جديدة

## اليوم 5: تقييم معدات انتقال الحرارة

- تقييم المبادلات ذات الغلاف والأنابيب — هامش الحمل عند ظروف تدفق جديدة
- اتجاهات مقاومة الترسب — فترات التنظيف مقابل الإنتاجية المفقودة
- المبردات الهوائية وحدود الجو المحيط — قيود الطاقة في الصيف
- حمل الأفران المباشرة وحرارة معدن الأنابيب — حدود الإشعال على معدل اللقيم
- أدوات تحسين المبادلات — الحشوات الداخلية والأنابيب الملتوية كتحديث منخفض الكلفة

## اليوم 6: حدود الفصل ونقل الموائع

- فحص مقاسات الفواصل ثنائية وثلاثية الطور — حدود زمن المكوث والانجراف
- منحنيات المضخات وصافي ضاغط السحب وخيارات الدافعات — الطاقة الهيدروليكية
- خرائط أداء الضواغط — هوامش التصاعد والاختناق عند تدفق أعلى
- مقاسات الخطوط ومسوحات هبوط الضغط — قيود الأنابيب المخفية في الهيدروليكا
- فحص سعة صمامات التحكم — صمامات تعمل مفتوحة بالكامل عند المعدل

## اليوم 7: محاكاة العمليات في الحالة المستقرة

- بناء مخطط المحاكاة لوحدة قائمة — بنية تطابق المصنع الفعلي
- معايرة النموذج مقابل بيانات تجربة التشغيل — ضبط الكفاءات ومعاملات الترسب
- دراسات حالات معدل اللقيم وتركيبه — اختبار اتجاه تحرك القيود
- تقييم المعدات داخل المحاكي — ربط الهيدروليكا بمخطط السريان
- توثيق النموذج وضبط إصداراته — أساس قابل لإعادة الاستخدام في دراسات لاحقة

## اليوم 8: تحليل نقطة الاختناق الحراري والتكامل الحراري

- استخراج بيانات التيارات من مخطط السريان — مدخلات صحيحة لوضع الأهداف
- المنحنيات المركبة والمنحنى المركب الكلي — أهداف أدنى طاقة ومرافق
- تشخيص انتقال الحرارة عبر نقطة الاختناق — اكتشاف الاسترجاع المهدر في الشبكات القائمة
- خيارات تحديث الشبكة — إعادة التوصيل وإضافة المساحة وإعادة ترتيب المبادلات
- تفاعل نظام المرافق — أثر مشاريع استرجاع الحرارة على موازنة البخار

## اليوم 9: اختيار خيارات التحديث ومخاطرها

- القائمة الموسعة لخيارات إزالة الاختناقات — حالات تشغيلية وتعديلات بسيطة ورأسمالية
- دراسة المخاطر والتشغيلية للتغييرات المقترحة — آثار الحدود الجديدة على السلامة
- إعادة فحص أحمال التنفيس والشعلة — سعة الحماية عند إنتاجية أعلى
- تقدير التكلفة وتخطيط نافذة الإيقاف — ملاءمة كل خيار للإيقاف الدوري المخطط
- مصفوفة ترتيب الخيارات — مكسب الإنتاجية مقابل التكلفة والمخاطر

## اليوم 10: ممارسة دراسة إزالة الاختناقات

- ملخص موازنة الأساس وتجربة التشغيل — نقطة انطلاق متفق عليها للوحدة
- جدول تقييم المعدات عند المعدل المستهدف — ترتيب كل معدة حسب الهامش
- حالات المحاكاة مع خيارات التكامل الحراري — الطاقة الإنتاجية واستهلاك الطاقة معا
- فرز المخاطر وفحوص التنفيس — تصفية الخيارات قبل الاعتماد
- دراسة إزالة الاختناقات — حدود الطاقة والتقييمات والخيارات الموصى بها

## تطبيق هندسة العمليات وإزالة الاختناقات بعد الدورة

- قيادة تجربة تشغيل على وحدة واحدة وإعداد موازنة مادة وطاقة موفقة يوافق عليها التشغيل.
- تقييم المعدات الثلاث الأقرب إلى حدودها عند معدل لقيم أعلى وعرض جدول الهوامش على القائد الفني للمصنع.

## أسئلة حول هندسة العمليات وإزالة الاختناقات

### ما هندسة العمليات وإزالة الاختناقات ولماذا تهم الآن؟

هندسة العمليات وإزالة الاختناقات هي ممارسة تحديد القيد الذي يحد من إنتاجية وحدة عاملة ورفعه. وتهم الآن لأن المالكين يريدون طاقة أكبر واستهلاكا أقل للطاقة من المصانع القائمة قبل تمويل مصانع جديدة.

### من يستفيد أكثر من دورة هندسة العمليات وإزالة الاختناقات المتقدمة؟

يستفيد مهندسو عمليات الوحدات والقادة الفنيون وأخصائيو تصميم العمليات أكثر من غيرهم. فهم من يوفقون بيانات المصنع ويقيمون المعدات ويبنون نماذج المحاكاة ويوصون بخيار التحديث الذي يصل إلى لجنة الاستثمار.

### كيف تختلف دورة هندسة العمليات وإزالة الاختناقات المتقدمة عن دورة أساسيات هندسة العمليات؟

تبدأ حيث تنتهي دورة الأساسيات. فبدل تقديم العمليات الأحادية تقيم المعدات القائمة أمام مهام جديدة، وتعاير نماذج المحاكاة ببيانات المصنع، وتطبق تحليل نقطة الاختناق الحراري على شبكات حقيقية، وترتب خيارات التحديث حسب المكسب والتكلفة والمخاطر.

### ماذا تعود به من دورة هندسة العمليات وإزالة الاختناقات؟

تعود بدراسة طاقة لوحدة تعرفها. وتضم خط أساس موفقا وجدول تقييم للمعدات وحالات محاكاة وتكامل حراري وفرزا للمخاطر وقائمة خيارات مرتبة جاهزة للنقاش مع قائدك الفني.

### هندسة العمليات وإزالة الاختناقات: الطريق إلى الأمام

تحدد دراسة إزالة الاختناقات أولا المعدة التي يجب معالجتها في الإيقاف الدوري القادم، وما إذا كان تغيير تشغيلي وحده يطلق الطاقة. ويستخدمها القادة الفنيون ومخططو الاستثمار لترتيب التحديثات. وبعد أول استخدام لها يستحق أساس الخواص وافتراضات الترسب مراجعة جديدة، لأن لقيما جديدا قد ينقل القيد إلى معدة أخرى.