การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่ — ควรเก็บอะไหล่กี่ชิ้นสำหรับช่วงเวลาวางแผนหนึ่งช่วง

เมนู: ระบบ ▸ การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่...

ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร คุณดูแลกลุ่มเครื่องจักรที่เหมือนกัน เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีชิ้นส่วนชนิดเดียวกันหนึ่งชิ้น เช่น ซีลกล ตลับลูกปืน หรือรีเลย์ คุณกำลังจะเริ่มช่วงเวลาวางแผนที่ซื้ออะไหล่เพิ่มไม่ได้ เช่น งานที่หน้างานห่างไกล ช่วงหยุดซ่อมบำรุงประจำปี หรือการเดินเรือ การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่บอกว่าควรเก็บอะไหล่ของชิ้นส่วนนั้นกี่ชิ้นก่อนเริ่มช่วงเวลา สำหรับสต๊อกทุกระดับ s ตั้งแต่ 0 ขึ้นไป ReliaEn คำนวณ

ผลลัพธ์	ReliaEn กำหนดอย่างไร
ความต้องการที่คาดหมาย μ	จำนวนความล้มเหลวของชิ้นส่วนที่คาดหมายในช่วงเวลา: m × λ × H ค่าแม่นตรงสำหรับชิ้นส่วนแบบเอกซ์โพเนนเชียล และ m × M(H) ฟังก์ชันการทำใหม่ สำหรับการแจกแจงอื่น
ระดับการให้บริการ P(N ≤ s)	โอกาสที่สต๊อกพอสำหรับความล้มเหลวทุกครั้งในช่วงเวลา โดยความต้องการ N มีการแจกแจงแบบปัวซงที่มีค่าเฉลี่ย μ
E[ขาดแคลน]	จำนวนความล้มเหลวที่คาดหมายว่าสต๊อกไม่พอ μ·P(N ≥ s) − s·P(N ≥ s + 1)

จากนั้นแนะนำสต๊อก s* ตาม วัตถุประสงค์ หนึ่งในสองแบบ

วัตถุประสงค์	ReliaEn แนะนำอะไร
สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย	สต๊อกที่น้อยที่สุดซึ่งระดับการให้บริการถึงเป้าหมายของคุณ เช่น 90%
สต๊อกที่ต้นทุนต่ำสุด	สต๊อกที่ผลรวมของต้นทุนการเก็บรักษาและต้นทุนการขาดแคลนที่คาดหมายตลอดช่วงเวลาต่ำที่สุด

รายงานแสดงสต๊อกที่แนะนำ ระดับการให้บริการที่ได้ จำนวนขาดแคลนที่คาดหมายที่สต๊อกนั้น กฎที่ใช้ตัดสิน ตารางสต๊อกทุกระดับ กราฟระดับการให้บริการเทียบกับสต๊อก และข้อตรวจสอบที่ ReliaEn ทำในการรันนั้น

จากข้อมูลใด ไม่ใช้แผ่นงาน ค่าทุกค่าพิมพ์ลงในแบบฟอร์ม ได้แก่ การแจกแจงอายุของชิ้นส่วน (เอกซ์โพเนนเชียล ไวบูลล์สองพารามิเตอร์ แกมมา ล็อกนอร์มอล หรือไวบูลล์สามพารามิเตอร์ พิมพ์เองหรือนำมาจากการฟิตที่ทำไว้ก่อนหน้าในเซสชันเดียวกัน) จำนวนเครื่องจักร ความยาวของช่วงเวลา และเป้าหมายหรือต้นทุนสองค่า

วิศวกรใช้เมื่อใด ก่อนช่วงเวลาที่ไม่มีการส่งอะไหล่เพิ่ม เมื่อซื้อสต๊อกครั้งเดียวและสต๊อกนั้นต้องคุ้มครองตลอดช่วงเวลา

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ให้ใช้แทน
มีการสั่งซื้อซ้ำระหว่างช่วงเวลา โดยมีจุดสั่งซื้อหรือระยะเวลารอ	เวอร์ชัน 1.0.0 ไม่ครอบคลุม รายงานระบุไว้ในการ์ดขอบเขต
ยังไม่ทราบการแจกแจงอายุของชิ้นส่วน	ฟิตก่อน เช่น ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงไวบูลล์ (2P)... แล้วผลการฟิตจะปรากฏในแบบฟอร์มนี้ที่ จากการวิเคราะห์
ต้นทุนการเป็นเจ้าของและการบำรุงรักษากลุ่มเครื่องจักรตลอดขอบเขตเวลา	ระบบ ▸ ต้นทุนตลอดอายุการใช้งาน... (บทที่ 5.4)

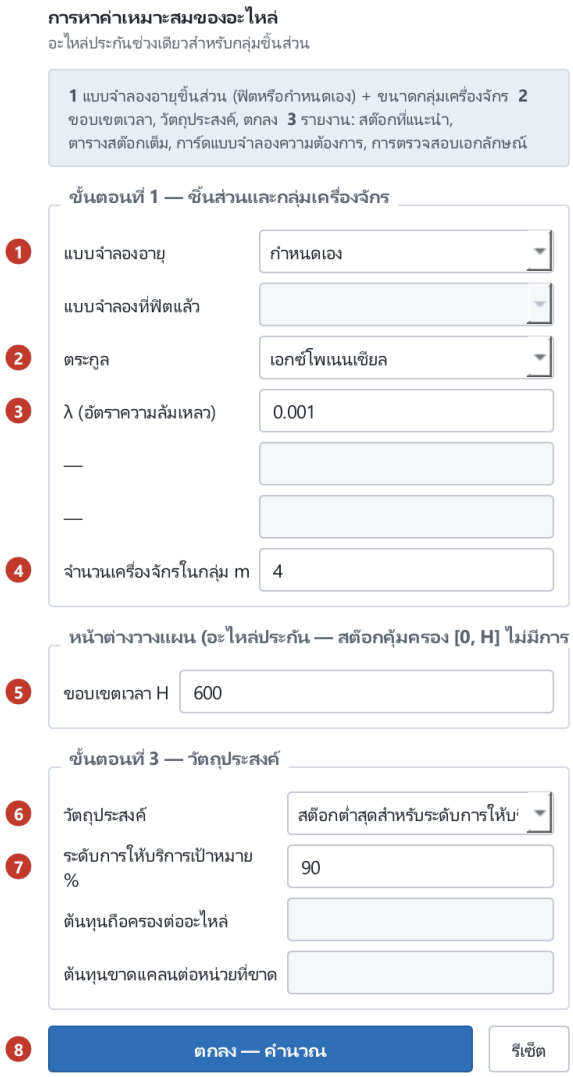
ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. โรงงานมีปั๊มสี่เครื่อง แต่ละเครื่องมีซีลกลหนึ่งชิ้น ทำงานต่อเนื่อง 600 ชั่วโมงที่หน้างานห่างไกลซึ่งส่งอะไหล่ไม่ได้ ซีลมีอัตราความล้มเหลวคงที่ 0.001 ต่อชั่วโมง โรงงานต้องการโอกาสอย่างน้อย 90% ที่สต๊อกซีลจะพอตลอดงาน อายุและขอบเขตเวลานับเป็นชั่วโมงทำงาน

ข้อมูลนำเข้า	ค่า
แบบจำลองอายุ	กำหนดเอง
ตระกูล	เอกซ์โพเนนเชียล λ (อัตราความล้มเหลว) 0.001
จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม m	4
ขอบเขตเวลา H	600
วัตถุประสงค์	สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย ระดับการให้บริการเป้าหมาย % 90

ไม่ใช้แผ่นงานและไม่มีไฟล์ ค่าทุกค่าพิมพ์ลงในแบบฟอร์มตามภาค 3

แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับตัวอย่างนี้ ตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 8 ของภาค 3:

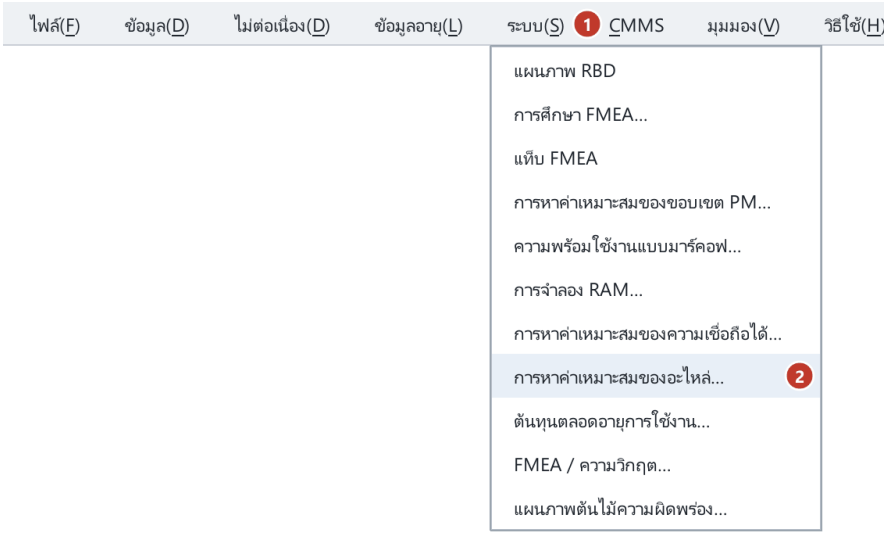


ค่าของตัวอย่างในแบบฟอร์ม

- ① ถึง ③ แบบจำลองอายุ กำหนดเอง, ตระกูล เอกซ์โพเนนเชียล, λ (อัตราความล้มเหลว) 0.001
- ④ และ ⑤ จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม m 4, ขอบเขตเวลา H 600
- ⑥ และ ⑦ วัตถุประสงค์ สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย, ระดับการให้บริการเป้าหมาย % 90

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

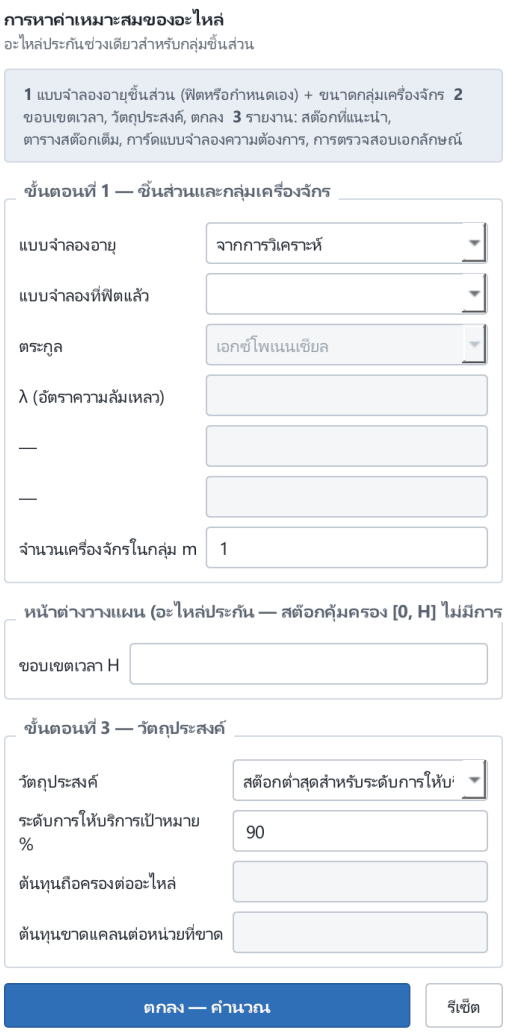
1. **เลือก** ระบบ ▸ การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่... ในแถบเมนู แบบฟอร์มจะเปิดขึ้นในแผงด้านซ้าย



ขั้นตอนที่ 1 — เส้นทางเมนู

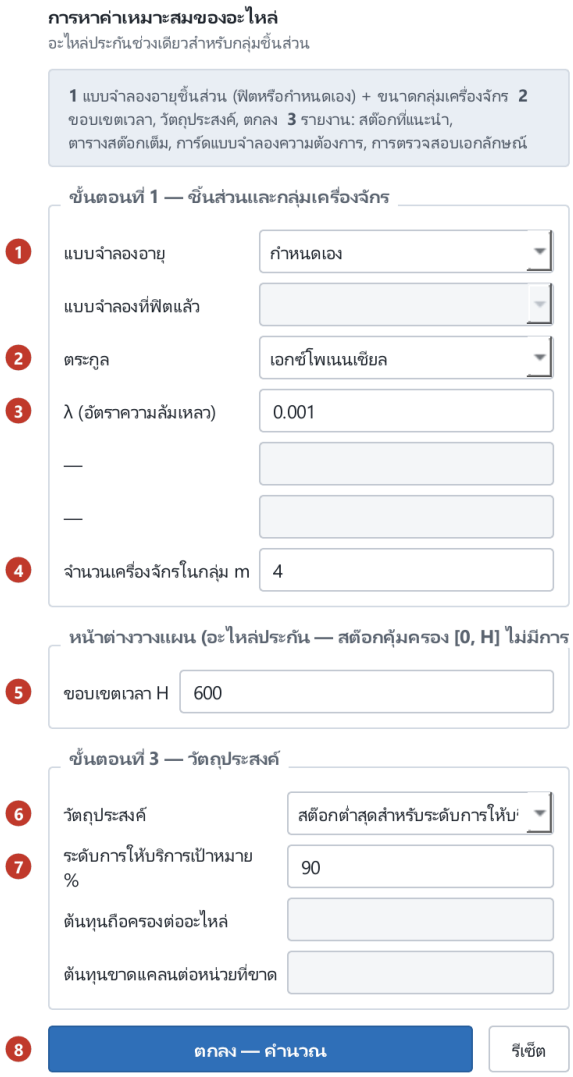
- ① ระบบ: เมนู
- ② การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่...: รายการที่ต้องคลิก

แบบฟอร์มเมื่อเปิดขึ้น ก่อนตั้งค่าช่องใด:



ขั้นตอนที่ 1 — แบบฟอร์มเมื่อเปิดขึ้น

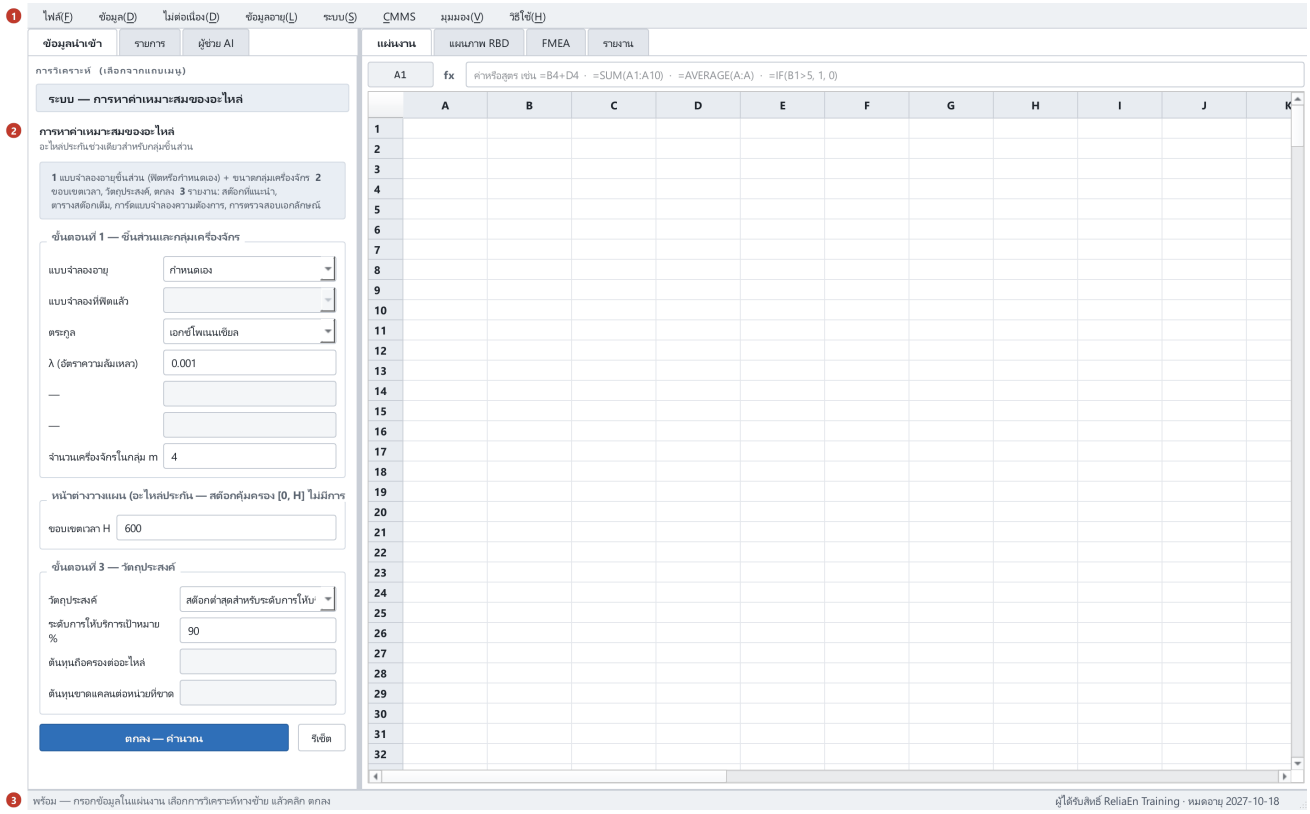
ขั้นตอนที่ 2 ถึง 8 ตั้งค่าช่องของแบบฟอร์ม มีเครื่องหมาย ① ถึง ⑦ ในภาพ ⑧ คือปุ่มของขั้นตอนที่ 9:



ขั้นตอนที่ 2 ถึง 8 — แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับตัวอย่างนี้

2. ① **ใน แบบจำลองอายุ เลือก กำหนดเอง** ส่วน จากการวิเคราะห์ ใช้การแจกแจงอายุที่ฟิตไว้ก่อนหน้าในเซสชันนี้ เลือกใน แบบจำลองที่ฟิตแล้ว
3. ② **ตรวจว่า ตระกูล เป็น เอกซ์โพเนนเชียล** ช่องพารามิเตอร์เปลี่ยนตามตระกูล
4. ③ **ใน λ (อัตราความล้มเหลว) พิมพ์ 0.001**
5. ④ **ใน จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม m พิมพ์ 4** เป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ขึ้นไป
6. ⑤ **ใน ขอบเขตเวลา H พิมพ์ 600** ช่วงเวลาในหน่วยเวลาของการแจกแจงอายุ ในตัวอย่างนี้คือชั่วโมง
7. ⑥ **ตรวจว่า วัตถุประสงค์ เป็น สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย**
8. ⑦ **ตรวจว่า ระดับการให้บริการเป้าหมาย % เป็น 90**

9. **คลิก ตกลง — คำนวณ** ที่ด้านล่างของแบบฟอร์ม (② ในภาพด้านล่าง) ReliaEn คำนวณและแสดงรายงาน



ขั้นตอนที่ 9 — หน้าต่างก่อนกด ตกลง

- ① แถบเมนู: ไฟล์, ข้อมูล, ไม่ต่อเนื่อง, ข้อมูลอายุ, ระบบ, CMMS, มุมมอง, วิธีใช้
- ② แบบฟอร์มที่ตั้งค่าตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 8 มี ตกลง — คำนวณ อยู่ด้านล่าง
- ③ แถบสถานะ: พร้อม — กรอกข้อมูลในแผ่นงาน เลือกการวิเคราะห์ทางซ้าย แล้วคลิก ตกลง และ ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · หมดอายุ 2027-10-18

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ข้อมูลนำเข้า

1	ชิ้นส่วน	**เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001)**
2	จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม m	**4**
3	ขอบเขตเวลา H	**600**
4	วัตถุประสงค์	**สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย**
5	ระดับการให้บริการเป้าหมาย %	**90**

ข้อมูลนำเข้า

- ① ชิ้นส่วน เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001): แบบจำลองอายุของซีล อัตราความล้มเหลวคงที่ 0.001 ต่อชั่วโมง
- ② จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม m 4: ปั๊มสี่เครื่องที่ใช้สต๊อกซีลชุดเดียวกัน
- ③ ขอบเขตเวลา H 600: งานที่สต๊อกต้องพอ เป็นชั่วโมง โดยไม่มีการส่งเพิ่ม
- ④ วัตถุประสงค์ สต๊อกต่ำสุดสำหรับระดับการให้บริการเป้าหมาย: ReliaEn หาสต๊อกที่น้อยที่สุดที่ถึงเป้าหมาย
- ⑤ ระดับการให้บริการเป้าหมาย % 90

ค่าเหล่านี้คือค่าที่คุณป้อนตามที่ ReliaEn อ่าน

ผลลัพธ์

1	สต๊อกที่แนะนำ s*	4
2	ระดับการให้บริการที่ได้	90.41%
3	E[ขาดแคลน] ที่ s*	0.1475907
4	ผูกพัน	เป้าหมาย (90.41% ≥ 90%)

ผลลัพธ์

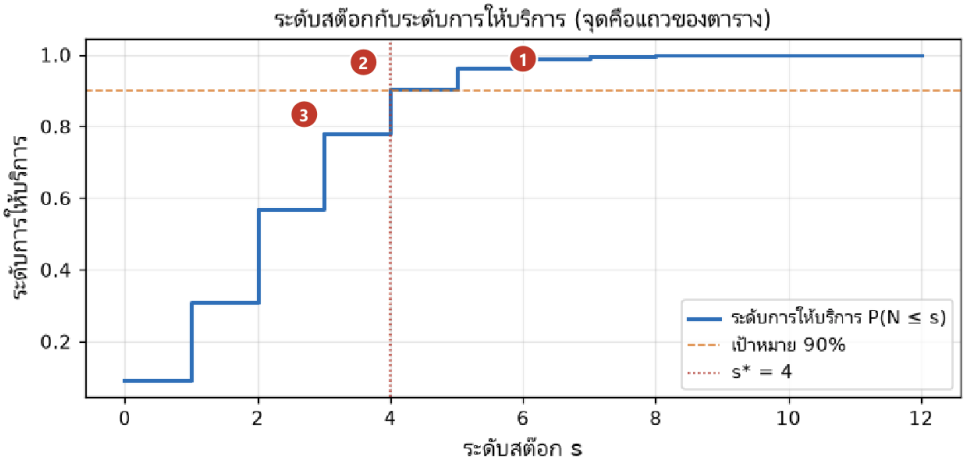
- ① สต๊อกที่แนะนำ s* 4: เก็บซีลสี่ชิ้น
- ② ระดับการให้บริการที่ได้ 90.41%: ซีลสี่ชิ้นพอสำหรับทุกความล้มเหลวในงานด้วยความน่าจะเป็นนี้
- ③ E[ขาดแคลน] ที่ s* 0.1475907: ความล้มเหลวในงานที่โดยเฉลี่ยไม่มีซีลบนชั้น
- ④ ผูกพัน เป้าหมาย (90.41% ≥ 90%): เป้าหมาย 90% เป็นตัวกำหนดสต๊อก สี่ชิ้นคือสต๊อกแรกที่ถึงเป้าหมาย

การตีความ

1 คำถามอะไหล่ประกันคาบเดียว: สต๊อกเริ่มต้นปกป้องกลุ่มเครื่องจักรตลอด [0, H] โดยไม่มีการเติม ทุกระดับสต๊อกถูกแจกแจงด้วยเอกลักษณ์ความสูญเสียปัวซงรูปปิด — คำแนะนำได้จากการคำนวณ ไม่ใช่การค้นหา และการ์ดเอกลักษณ์ด้านล่างระบุสิ่งที่ทวนสอบในการรันนี้

การตีความ

- ① คำถามอะไหล่ประกันคาบเดียว: สต๊อกเริ่มต้นปกป้องกลุ่มเครื่องจักรตลอด [0, H] โดยไม่มีการเติม ทุกระดับสต๊อกถูกแจกแจงด้วยเอกลักษณ์ความสูญเสียปัวซงรูปปิด — คำแนะนำได้จากการคำนวณ ไม่ใช่การค้นหา และการ์ดเอกลักษณ์ด้านล่างระบุสิ่งที่ทวนสอบในการรันนี้



กราฟแบบโต้ตอบ

ระดับการให้บริการเทียบกับสต๊อก

- ① จุด: หนึ่งจุดต่อระดับสต๊อก ตั้งแต่ 0 ถึง 12 ชิ้น แต่ละจุดอยู่ที่ระดับการให้บริการของสต๊อกนั้น คือแถวของตารางสต๊อก
- ② จุดที่ 4 ชิ้น: 0.9041314 จุดแรกที่ถึงหรือสูงกว่า 0.9
- ③ จุดที่ 3 ชิ้น: 0.7787229 ต่ำกว่าเป้าหมาย

แบบจำลองความต้องการ

1	ความต้องการที่คาดหวัง μ = 2.4000000 (เส้นทาง: m·λ·H, แม่นตรง)
2	แม่นตรง — การซ้อนทับแบบปัวซงขององค์ประกอบเอกซ์โพเนนเชียล (μ = m·λ·H)

แบบจำลองความต้องการ

- ① ความต้องการที่คาดหวัง μ = 2.4000000 (เส้นทาง: m·λ·H, แม่นตรง): ปั๊ม 4 เครื่อง × 0.001 ต่อชั่วโมง × 600 ชั่วโมง
- ② แม่นตรง — การซ้อนทับแบบปัวซงขององค์ประกอบเอกซ์โพเนนเชียล (μ = m·λ·H): สำหรับอัตราความล้มเหลวคงที่ ความต้องการแบบปัวซงแม่นตรง ไม่ใช่ค่าประมาณ

ตารางสต๊อก — S = 0..12 (แจกแจงครบ)

1 จุดของกราฟคือแถวเหล่านี้ — ตัวเลขเดียวกัน ระบุไว้

2 s	3 ระดับการให้บริการ P(N ≤ s)	4 E[ขาดแคลน]
0	0.0907180	2.4000000
1	0.3084410	1.4907180
2	0.5697087	0.7991590
5 3	0.7787229	0.3688677
6 4	0.9041314	0.1475907
5	0.9643275	0.0517221
6	0.9884059	0.0160496
7	0.9966614	0.0044555
8	0.9991380	0.0011169
9	0.9997985	0.0002549
10	0.9999570	0.0000533
11	0.9999915	0.0000103
12	0.9999985	0.0000018

ตารางสต๊อก — S = 0..12 (แจกแจงครบ)

- ① จุดของกราฟคือแถวเหล่านี้ — ตัวเลขเดียวกัน ระบุไว้
- ② s: จำนวนอะไหล่ที่เก็บ ตั้งแต่ 0 ถึง 12
- ③ ระดับการให้บริการ P(N ≤ s): ความน่าจะเป็นที่ความล้มเหลวในงานไม่เกินสต๊อก
- ④ E[ขาดแคลน]: จำนวนความล้มเหลวที่คาดหมายซึ่งไม่มีอะไหล่
- ⑤ แถวของ 3 ชิ้น: 0.7787229 และ 0.3688677
- ⑥ แถวของ 4 ชิ้น: 0.9041314 และ 0.1475907 คือสต๊อกที่แนะนำ

การตรวจสอบเอกลักษณ์ — เครื่องคำนวณยืนยันในการรันนี้

K3 (เซลล์ออราเคิล) และ K6 (เส้นทางค่าข้ามโมดูล D44b) อยู่ใน pytest องค์ประกอบเดียวที่ไม่แม่นตรงในโมดูลนี้คือการประมาณความต้องการที่ระบุชื่อไว้เอง — ไม่เคยเป็นเอกลักษณ์

รหัส	การตรวจสอบ	สถานะ
1 K1	สต๊อกต่ำสุด: บริการ(3) = 0.7787229 < 0.9 ≤ 0.9041314 = บริการ(4)	เป็นจริง
2 K2	ค่าเฉลี่ยความต้องการโดยสองเส้นทาง — m·λ·H เท่ากับรูปปิดการทำใหม่ทุกบิต	เป็นจริง
K4	ระดับการให้บริการไม่ลดลงและ E[ขาดแคลน] ลดลงอย่างเคร่งครัดขณะที่เป็นบวก ตลอดการแจกแจงทั้งหมด	เป็นจริง
K5	ฟังก์ชันความสูญเสียแบบยุบตัว E[ขาดแคลน](s) − E[ขาดแคลน](s+1) = P(N > s) ที่ทุก s (ขอบเขตกลไก κ×ULP, κ = 8)	เป็นจริง

การตรวจสอบเอกลักษณ์ — เครื่องคำนวณยืนยันในการรันนี้

- ① K1 สต๊อกต่ำสุด: บริการ(3) = 0.7787229 < 0.9 ≤ 0.9041314 = บริการ(4): อะไหล่สามชิ้นไม่ถึงเป้าหมาย สี่ชิ้นถึง
- ② K2 K4 K5: ค่าเฉลี่ยความต้องการโดยสองเส้นทาง ลำดับของตาราง และเลขคณิตของการขาดแคลน ทุกข้อแสดง เป็นจริง

การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่ — ขอบเขต V1

1 จุดสั่งซื้อซ้ำ การทบทวนต่อเนื่อง ความต้องการช่วงระยะเวลานำ และการจัดเก็บหลายระดับเป็น v2 ที่ระบุชื่อไว้ — การรันนี้ตอบคำถามอะไหล่ประกันคาบเดียว

การหาค่าเหมาะสมของอะไหล่ — ขอบเขต V1

- ① จุดสั่งซื้อซ้ำ การทบทวนต่อเนื่อง ความต้องการช่วงระยะเวลานำ และการจัดเก็บหลายระดับเป็น v2 ที่ระบุชื่อไว้ — การรันนี้ตอบคำถามอะไหล่ประกันคาบเดียว

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

ควรเก็บซีลกี่ชิ้น สี่ชิ้น กลุ่มเครื่องจักรคาดหมายความล้มเหลวของซีล 2.4000000 ครั้งในงานนี้ (ปั๊ม 4 เครื่อง × 0.001 ต่อชั่วโมง × 600 ชั่วโมง) ซีลสี่ชิ้นพอสำหรับความล้มเหลวทั้งหมดด้วยความน่าจะเป็น 0.9041314 หรือ 90.41% ซึ่งเป็นสต๊อกแรกที่ถึงเป้าหมาย 90% ซีลสามชิ้นพอด้วยความน่าจะเป็นเพียง 0.7787229

ซีลชิ้นที่สี่ยังเหลือช่องว่างเท่าใด โดยเฉลี่ยยังมีความล้มเหลว 0.1475907 ครั้งในงานที่ไม่มีซีลบนชั้น ซีลชิ้นที่ห้าลดค่านี้เหลือ 0.0517221 และเพิ่มระดับการให้บริการเป็น 0.9643275 หลังชิ้นที่สี่ อะไหล่แต่ละชิ้นได้ผลน้อยลง ให้อ่านตารางสต๊อกที่ระดับสต๊อกที่คุณจ่ายไหว

ทำไมตัวเลขในตัวอย่างนี้แม่นตรง สำหรับอัตราความล้มเหลวคงที่ แบบจำลองความต้องการแบบปัวซงแม่นตรง ไม่ใช่ค่าประมาณ การ์ดแบบจำลองความต้องการจึงไม่มีคำเตือนเรื่องกลุ่มเครื่องจักรขนาดเล็ก สำหรับชิ้นส่วนที่สึกหรอ (ไวบูลล์ แกมมา ล็อกนอร์มอล) ความต้องการมาจากฟังก์ชันการทำใหม่และการกระจายแบบปัวซงเป็นค่าประมาณ ถ้ากลุ่มเครื่องจักรมีน้อยกว่า 10 เครื่อง ให้ถือสต๊อกที่ต่างจาก s* หนึ่งชิ้นเป็นเรื่องที่ต้องใช้วิจารณญาณ

เมื่อราคาของการขาดแคลนสำคัญกว่าเป้าหมาย ให้รัน สต๊อกที่ต้นทุนต่ำสุด โดยใส่ต้นทุนการเก็บรักษาอะไหล่หนึ่งชิ้นตลอดช่วงเวลาและต้นทุนของความล้มเหลวแต่ละครั้งที่ไม่มีอะไหล่ แล้วเทียบระดับการให้บริการที่ได้กับระดับที่โรงงานยอมรับ

ผลลัพธ์ไม่ใช่อะไร เป็นสต๊อกเริ่มต้นของช่วงเวลาเดียวที่ไม่มีการส่งอะไหล่เพิ่ม จุดสั่งซื้อซ้ำ ระยะเวลารอ และการเก็บสต๊อกในหลายคลังไม่ได้คำนวณในเวอร์ชัน 1.0.0