แผนภาพ RBD — ความเชื่อถือได้ของระบบที่วาดจากชิ้นส่วน

เมนู: ระบบ ▸ แผนภาพ RBD

ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร แผนภาพบล็อกความเชื่อถือได้ (RBD) แสดงว่าความล้มเหลวของส่วนต่าง ๆ ของระบบทำให้ระบบหยุดอย่างไร บล็อกแต่ละบล็อกคือชิ้นส่วนหนึ่งชิ้นที่มีการแจกแจงอายุของตนเอง บล็อกที่ต่อเป็นโซ่ต่อกันแบบอนุกรม ทุกบล็อกต้องรอด บล็อกที่วางเคียงกันต่อกันแบบขนาน รอดเพียงบล็อกเดียวก็พอ กลุ่ม k จาก n ต้องมีหน่วยที่เหมือนกันรอดอย่างน้อย k จาก n หน่วย และกลุ่มสแตนด์บายสลับไปใช้หน่วยถัดไปเมื่อหน่วยที่ทำงานอยู่ล้มเหลว บนแท็บ แผนภาพ RBD คุณวาดแผนภาพจาก START ถึง END กำหนดการแจกแจงอายุให้แต่ละบล็อก แล้วคลิก ประเมิน… ที่เวลาภารกิจที่คุณให้ ReliaEn คำนวณ

ผลลัพธ์	คืออะไร
R_sys(ภารกิจ)	โอกาสที่ระบบทำงานครบภารกิจโดยระบบไม่ล้มเหลว
MTBF_sys = ∫R_sys dt	เวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF) ของระบบ คือพื้นที่ใต้เส้นโค้งความเชื่อถือได้ของระบบ
B10 ของระบบ, มัธยฐานของระบบ	เวลาทำงานที่ระบบหนึ่งในสิบ และระบบครึ่งหนึ่ง ล้มเหลวแล้ว
คัตเซตขั้นต่ำ	กลุ่มบล็อกที่เล็กที่สุดที่ความล้มเหลวพร้อมกันทำให้ระบบหยุด ชุดที่มีบล็อกเดียวคือจุดล้มเหลวเดี่ยว
ค่าความสำคัญ	สำหรับแต่ละบล็อก: ความสำคัญแบบ Birnbaum (ความเชื่อถือได้ของระบบเปลี่ยนเท่าใดต่อความเชื่อถือได้ของบล็อกหนึ่งหน่วย) ค่าการเพิ่มความเสี่ยง RAW และค่าการลดความเสี่ยง RRW
ช่วงเวลาซ่อมบำรุง	เวลาทำงานที่ระบบลดลงถึงความเชื่อถือได้เป้าหมายแต่ละค่า
การตรวจสอบไขว้	การจำลองแผนภาพเดียวกันด้วยค่าเริ่มต้นสุ่มคงที่ และผลว่าสอดคล้องกับคำตอบเชิงวิเคราะห์หรือไม่

ReliaEn ลดรูปแผนภาพเป็นกลุ่มอนุกรม ขนาน k จาก n และสแตนด์บาย แล้วคูณความเชื่อถือได้ของบล็อก: อนุกรม $R = \Pi R_i$ ขนาน $R = 1 - \Pi(1 - R_i)$ k จาก n $R = \Sigma\, C(n,x) R^x (1-R)^{n-x}$ สำหรับ x ตั้งแต่ k ถึง n แผนภาพที่ลดรูปแบบนี้ไม่ได้ (บริดจ์) ประเมินผ่านฟังก์ชันโครงสร้าง

จากข้อมูลใด ไม่ใช้แผ่นงาน แผนภาพคือข้อมูลนำเข้า บล็อกแต่ละบล็อกรับการแจกแจงและพารามิเตอร์ที่คุณพิมพ์ใน คุณสมบัติของบล็อก (พารามิเตอร์แบบกำหนดเอง) หรือการแจกแจงอายุที่ฟิตไว้ก่อนหน้าในโครงการเดียวกัน (รายการของ แหล่งที่มา ที่ตั้งชื่อตามการฟิตนั้น เช่น จากการวิเคราะห์ — ไวบูลล์(β = 2.182, η = 169.394))

แผนภาพเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ ไฟล์ ▸ บันทึกโครงการ… เขียนแผนภาพลงในไฟล์โครงการพร้อมแผ่นงาน รายงาน และผลการฟิต ไฟล์ ▸ เปิดโครงการ… กู้คืนแผนภาพตามที่วาดไว้ และ ประเมิน… แบบเดิมให้รายงานเดิม

วิศวกรใช้เมื่อใด เมื่อทราบหรือฟิตการแจกแจงอายุของแต่ละชิ้นส่วนแล้ว และคำถามคือความเชื่อถือได้ของระบบที่เวลาภารกิจหนึ่ง โดยไม่มีการซ่อม

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ให้ใช้แทน
ชิ้นส่วนได้รับการซ่อมระหว่างภารกิจ และคุณต้องการความพร้อมใช้งาน เวลาหยุดเครื่อง หรือผลของทีมช่างซ่อม	ระบบ ▸ การจำลอง RAM… (บทที่ 4.5) ซึ่งจำลองแผนภาพที่วาดบนแท็บนี้
คุณต้องการความซ้ำซ้อนที่ถูกที่สุดที่ถึงความเชื่อถือได้เป้าหมาย	ระบบ ▸ การหาค่าเหมาะสมของความเชื่อถือได้… (บทที่ 4.6) ซึ่งทำงานกับแผนภาพบนแท็บนี้
ชิ้นส่วนได้รับการซ่อม และคุณต้องการความพร้อมใช้งานระยะยาวจากอัตราความล้มเหลวและอัตราการซ่อม	ระบบ ▸ ความพร้อมใช้งานแบบมาร์คอฟ… (บทที่ 4.3)
คุณคิดเป็นเหตุการณ์ความล้มเหลวมากกว่าเส้นทางที่ทำงานได้	ระบบ ▸ แผนภาพต้นไม้ความผิดพร่อง… (บทที่ 4.8)

คุณยังไม่ทราบการแจกแจงอายุของชิ้นส่วน	ฟิตก่อน เช่น ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงไวบูลล์ (2P)... แล้วการฟิตนั้นจะปรากฏในรายการ แหล่งที่มา ของบล็อก

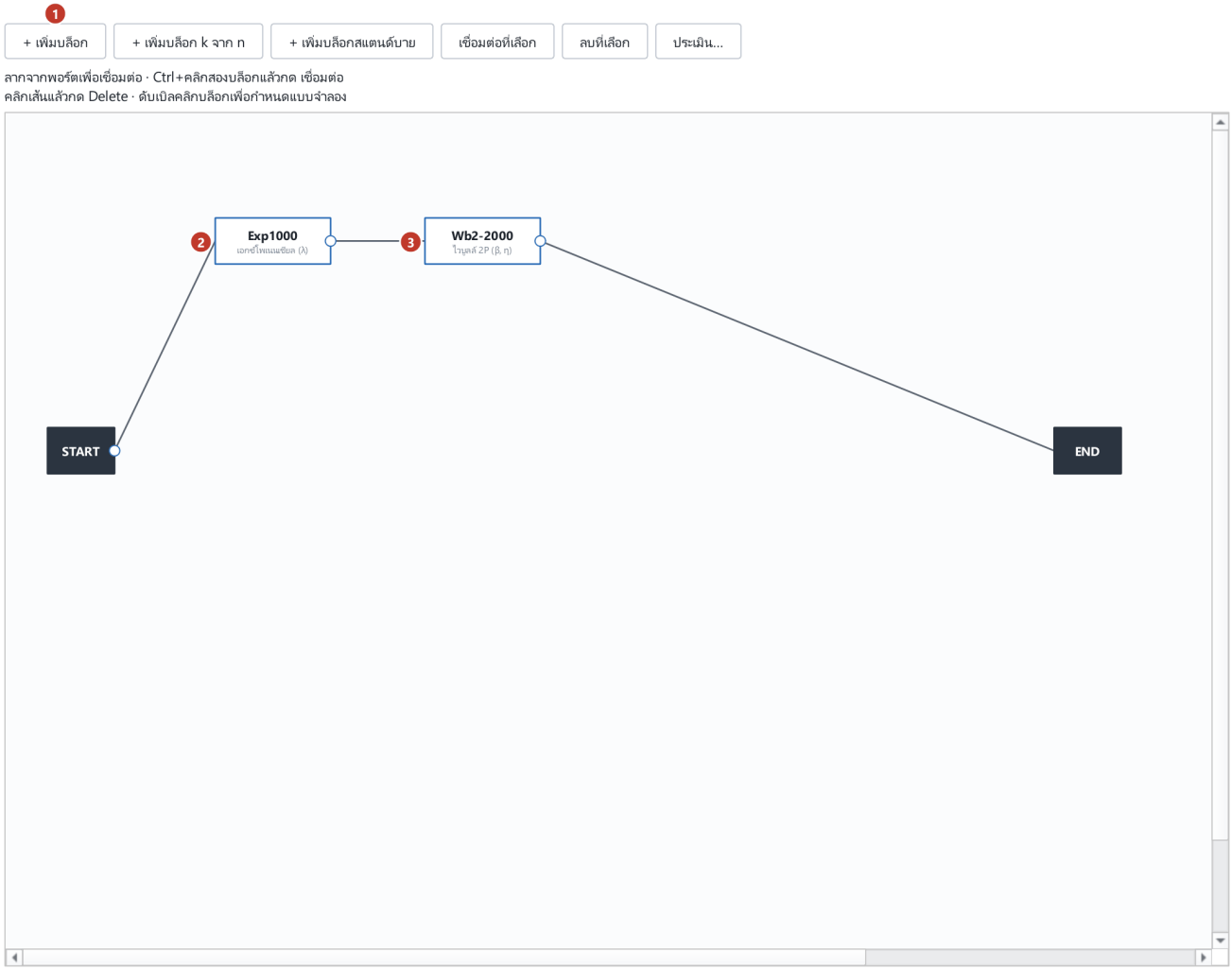
ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. ชุดขับสายพานลำเลียงมีมอเตอร์ที่อัตราความล้มเหลวคงที่ และกระปุกเกียร์ที่สึกหรอ ชุดขับหยุดถ้าชิ้นใดชิ้นหนึ่งล้มเหลว ผู้วางแผนต้องการโอกาสที่ชุดขับทำงานครบงาน 500 ชั่วโมง และชิ้นใดควรปรับปรุงก่อน เวลานับเป็นชั่วโมงทำงาน

บล็อก	แหล่งที่มา	การแจกแจง และพารามิเตอร์
Exp1000 (มอเตอร์)	พารามิเตอร์แบบกำหนดเอง	เอกซ์โพเนนเชียล (λ), λ — อัตราความล้มเหลว 0.001
Wb2-2000 (กระปุกเกียร์)	พารามิเตอร์แบบกำหนดเอง	ไวบูลล์ 2P (β, η), β — รูปร่าง 2, η — สเกล 2000

ข้อมูลนำเข้า	ค่า
เส้นเชื่อมต่อ	START → Exp1000 → Wb2-2000 → END คือสองบล็อกต่อแบบอนุกรม
ประเมินระบบ ▸ เวลาภารกิจ t	500
ไฟล์ในไฟล์ zip ตัวอย่าง	ไม่มี วาดแผนภาพบนแท็บตามภาค 3 และโครงการที่บันทึกในภาค 4 คือไฟล์

แผนภาพบนแท็บ ตามที่ภาค 3 วาด:

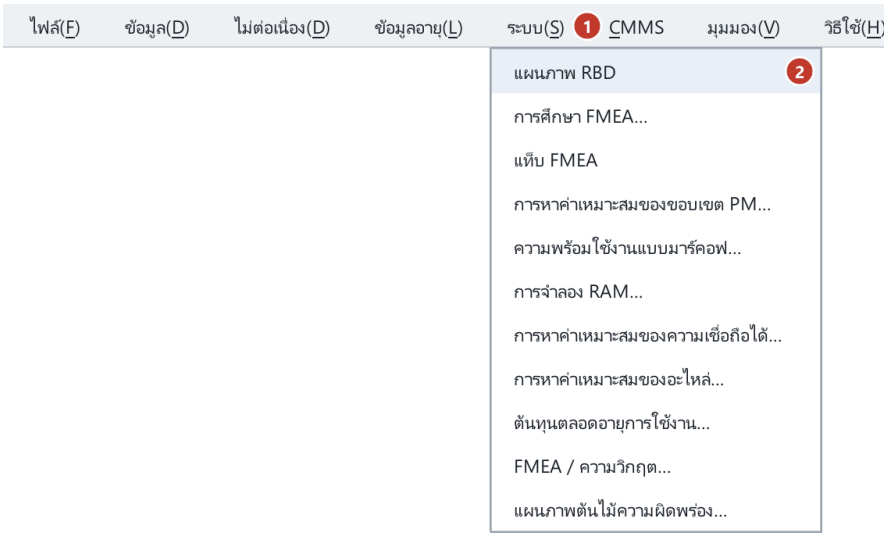


แผนภาพของตัวอย่างบนแท็บ

- ① + เพิ่มบล็อก: เพิ่มบล็อกหนึ่งบล็อกหลังถามชื่อ
- ② Exp1000 คือมอเตอร์ มีแบบจำลอง เอกซ์โพเนนเชียล (λ) อยู่ใต้ชื่อ
- ③ Wb2-2000 คือกระปุกเกียร์ มี ไวบูลล์ 2P (β, η)

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

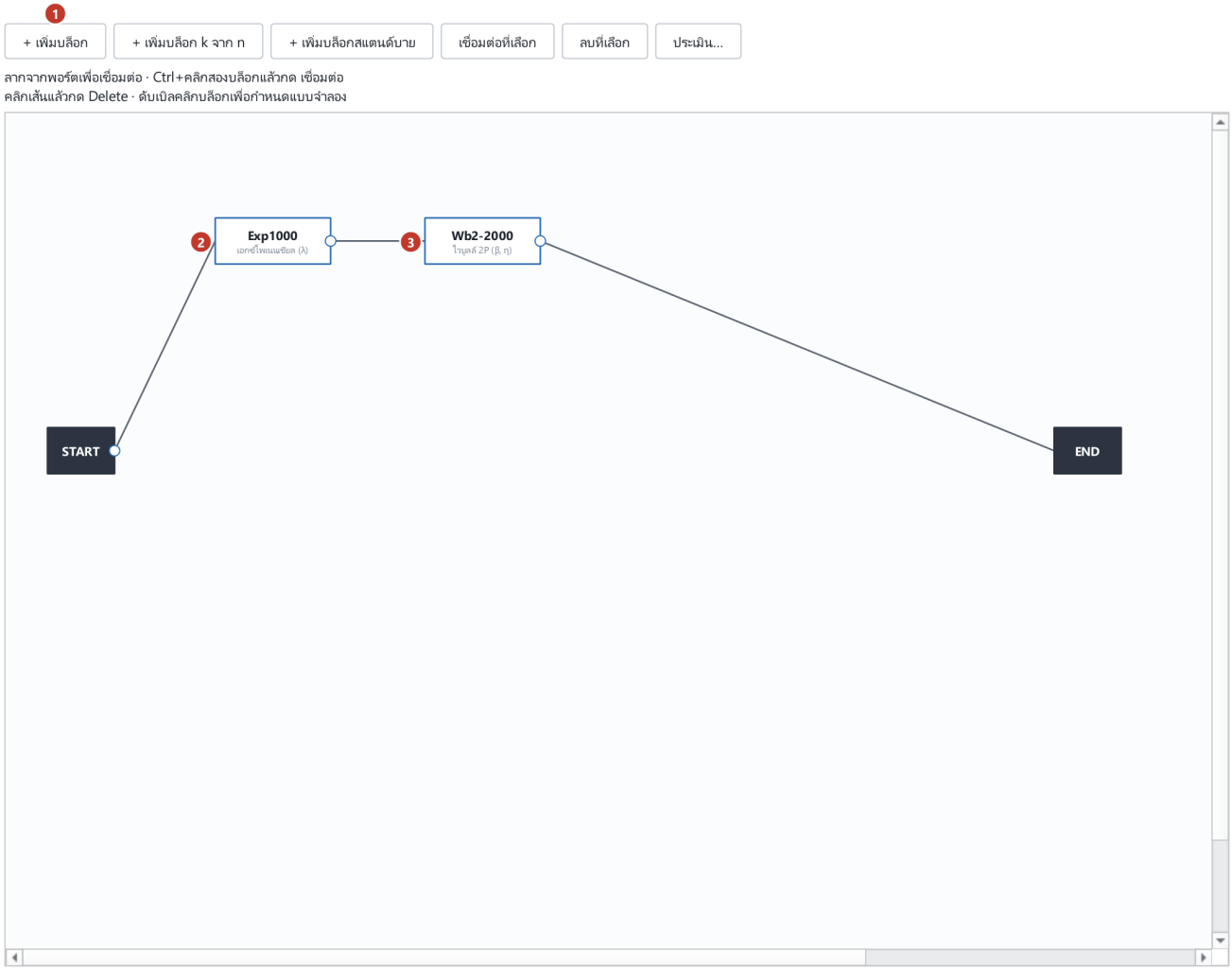
1. **เลือก ระบบ ▸ แผนภาพ RBD** ในแถบเมนู พื้นที่หลักจะสลับไปที่แท็บ แผนภาพ RBD โดยมี START ทางซ้ายและ END ทางขวา



ขั้นตอนที่ 1 — เส้นทางเมนู

- ① ระบบ: เมนู
- ② แผนภาพ RBD: รายการที่ต้องคลิก

แท็บที่วาดชุดขับแล้ว ตามที่ขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 ทำไว้:

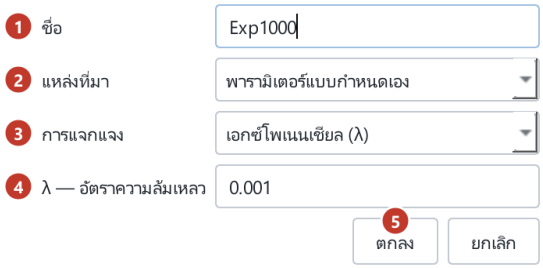


ขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 — ชุดขับบนแท็บ

- ① + เพิ่มบล็อก: เพิ่มบล็อกหนึ่งบล็อกหลังถามชื่อ
- ② Exp1000 คือมอเตอร์ มีแบบจำลอง เอกซ์โพเนนเชียล (λ) อยู่ใต้ชื่อ
- ③ Wb2-2000 คือกระปุกเกียร์ มี ไวบูลล์ 2P (β, η)

2. ① **คลิก + เพิ่มบล็อก พิมพ์ชื่อ Exp1000 แล้วคลิก OK จากนั้นคลิก + เพิ่มบล็อก อีกครั้งสำหรับ Wb2-2000** ลากตัวบล็อกแต่ละบล็อกไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ให้ Wb2-2000 อยู่ทางขวาของ Exp1000 บล็อกใหม่แสดง ดับเบิลคลิก... ใต้ชื่อจนกว่าจะมีแบบจำลอง

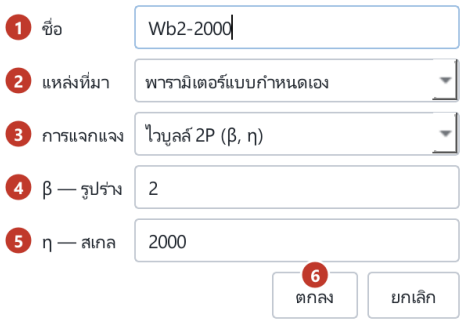
3. **ดับเบิลคลิกบล็อก Exp1000** คุณสมบัติของบล็อก จะเปิดขึ้น ตั้งค่าตามภาพ



ขั้นตอนที่ 3 — คุณสมบัติของบล็อกสำหรับมอเตอร์

- ① ชื่อ: Exp1000
- ② แหล่งที่มา: พารามิเตอร์แบบกำหนดเอง
- ③ การแจกแจง: เอกซ์โพเนนเชียล (λ)
- ④ λ — อัตราความล้มเหลว: 0.001
- ⑤ OK: คลิก

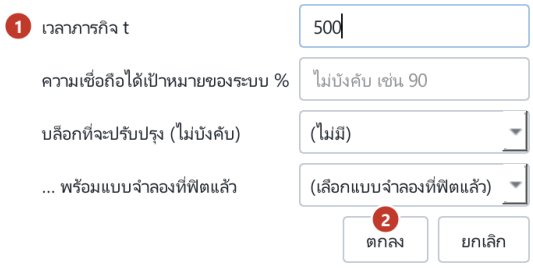
4. **ดับเบิลคลิกบล็อก Wb2-2000** แล้วตั้งค่า คุณสมบัติของบล็อก ตามภาพ



ขั้นตอนที่ 4 — คุณสมบัติของบล็อกสำหรับกระปุกเกียร์

- ① ชื่อ: Wb2-2000
- ② แหล่งที่มา: พารามิเตอร์แบบกำหนดเอง
- ③ การแจกแจง: ไวบูลล์ 2P (β, η)
- ④ β — รูปร่าง: 2
- ⑤ η — สเกล: 2000
- ⑥ OK: คลิก

5. **วาดเส้นสามเส้น** จากซ้ายไปขวา: กดที่พอร์ตกลมเล็ก ๆ ที่ขอบขวาของ START ลากไปที่ ② Exp1000 แล้วปล่อย จากนั้นจากพอร์ตของ Exp1000 ไปที่ ③ Wb2-2000 และจากพอร์ตของ Wb2-2000 ไปที่ END สองบล็อกจึงต่อกันแบบอนุกรม
6. **คลิก ประเมิน...** ที่ท้ายแถบเครื่องมือ ประเมินระบบ จะเปิดขึ้น

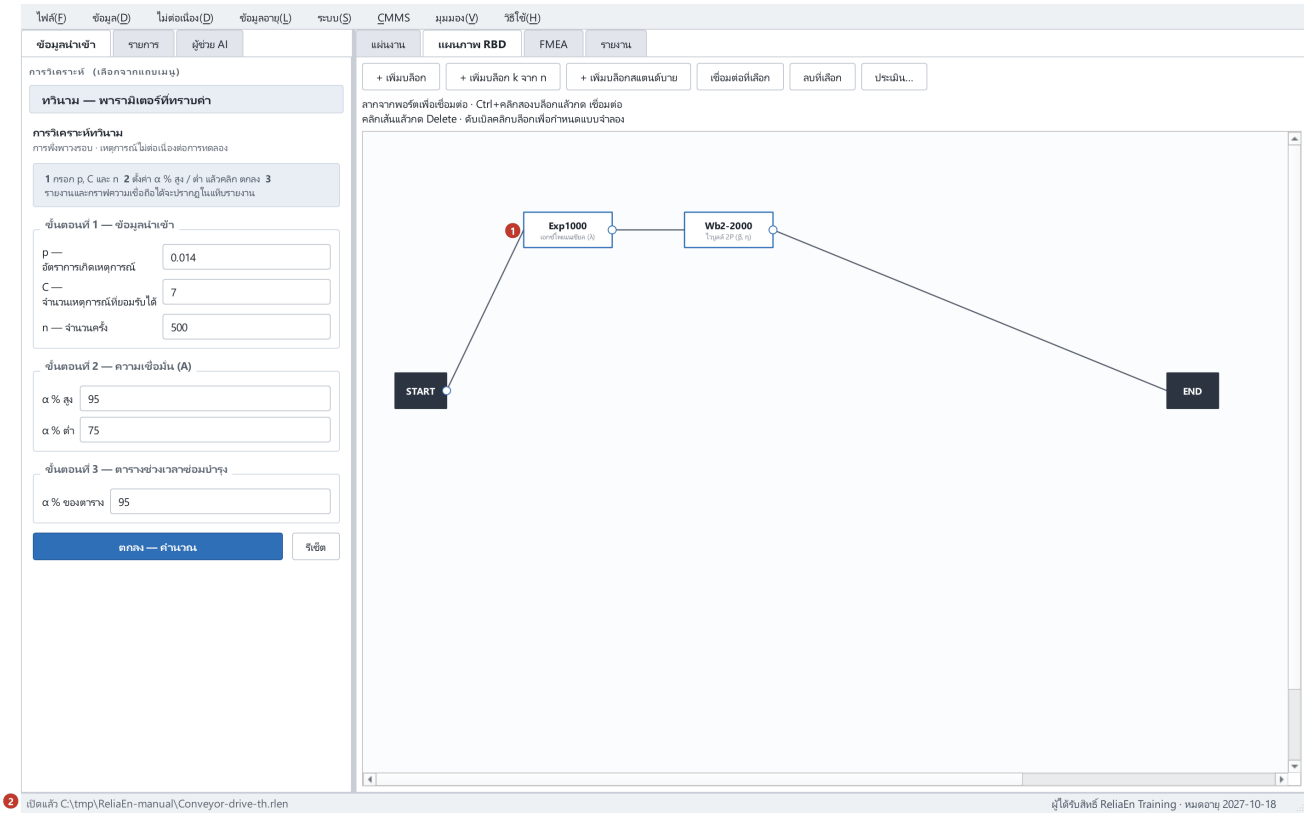


ขั้นตอนที่ 6 — ประเมินระบบ

- ① เวลาภารกิจ t: พิมพ์ 500
- ② OK: คลิก ReliaEn คำนวณ และรายงานเปิดขึ้นที่แท็บ รายงาน

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ก่อนอ่านรายงาน ให้เก็บแผนภาพไว้: บันทึกโครงการด้วย ไฟล์ ▸ บันทึกโครงการ… เริ่มโครงการว่างด้วย ไฟล์ ▸ โครงการใหม่ ซึ่งทำให้แท็บว่าง แล้วเปิดไฟล์อีกครั้งด้วย ไฟล์ ▸ เปิดโครงการ… แท็บแสดงชุดชับตามที่วาดไว้:



แผนภาพที่บันทึก เปิดอีกครั้ง

- ① แผนภาพตามที่บันทึก: Exp1000 และ Wb2-2000 ต่อแบบอนุกรมระหว่าง START และ END แต่ละบล็อกพร้อมแบบจำลอง
- ② แถบสถานะ: เปิดแล้ว และเส้นทางของไฟล์ ในที่นี้คือ C:\tmp\ReliaEn-manual\Conveyor-drive-th.rlen และ ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · หมดอายุ 2027-10-18

แผงด้านซ้ายแสดงแบบฟอร์มที่เปิดล่าสุด แท็บแผนภาพไม่ได้ใช้แบบฟอร์มนั้น ประเมิน… ที่ 500 บนแผนภาพที่เปิดอีกครั้งพิมพ์รายงานด้านล่างซ้ำทุกการ์ด

ข้อมูลนำเข้า

1	บล็อกในแผนภาพ	2
2	เวลาภารกิจ	500
3	การประเมิน	เชิงวิเคราะห์ (การลดรูปอนุกรม-ขนาน, แม่นตรง)

ข้อมูลนำเข้า

- ① บล็อกในแผนภาพ 2. แผนภาพมีสองบล็อก: Exp1000 และ Wb2-2000
- ② เวลาภารกิจ 500. ReliaEn รายงานระบบที่ 500 ชั่วโมง
- ③ การประเมิน เชิงวิเคราะห์ (การลดรูปอนุกรม-ขนาน, แม่นตรง). แผนภาพลดรูปเป็นกลุ่มอนุกรมและขนานได้ คำตอบจึงแม่นตรง

ผลลัพธ์

1	R_sys(ภารกิจ)	0.5698
2	MTBF_sys = ∫R_sys dt	757.87
3	B10 ของระบบ	102.72
4	มัธยฐานของระบบ	602.42

ผลลัพธ์

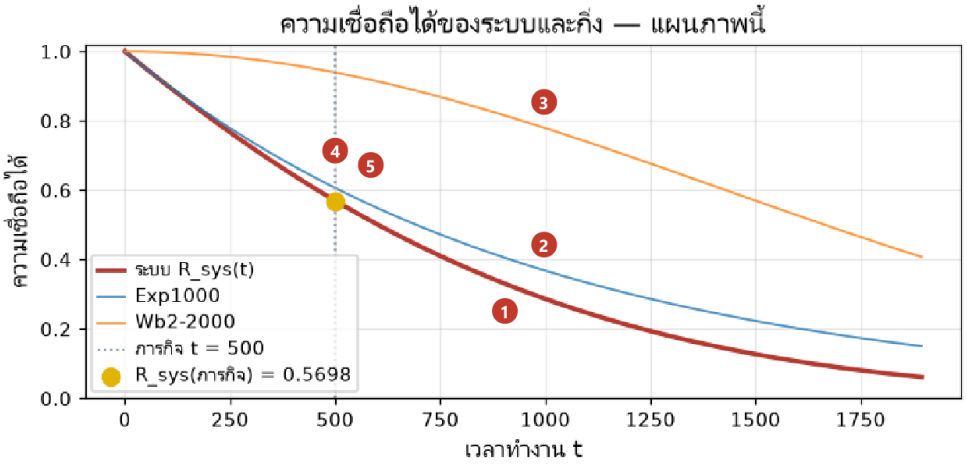
- ① R_sys(ภารกิจ) 0.5698. โอกาสที่ชุดขับทำงานครบ 500 ชั่วโมงโดยระบบไม่ล้มเหลว
- ② MTBF_sys = ∫R_sys dt 757.87. เวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF) ของระบบ เป็นชั่วโมง
- ③ B10 ของระบบ 102.72. ระบบหนึ่งในสิบล้มเหลวแล้วเมื่อถึง 102.72 ชั่วโมง
- ④ มัธยฐานของระบบ 602.42. ระบบครึ่งหนึ่งล้มเหลวแล้วเมื่อถึง 602.42 ชั่วโมง

การตีความ

1 ระบบรอดภารกิจ 500 ด้วยความน่าจะเป็น 0.5698 MTBF_sys = 757.87 — สังเกตว่าสั้นกว่าอายุของบล็อกส่วนใหญ่: โซ่อ่อนแอกว่าข้อของมัน และกลุ่มซ้ำซ้อนซื้อคืนได้เพียงบางส่วน คำตอบระดับบล็อก (ควรปรับปรุงบล็อกใด) มาจากตัววัดความสำคัญในวงรอบ RBD ถัดไป

การตีความ

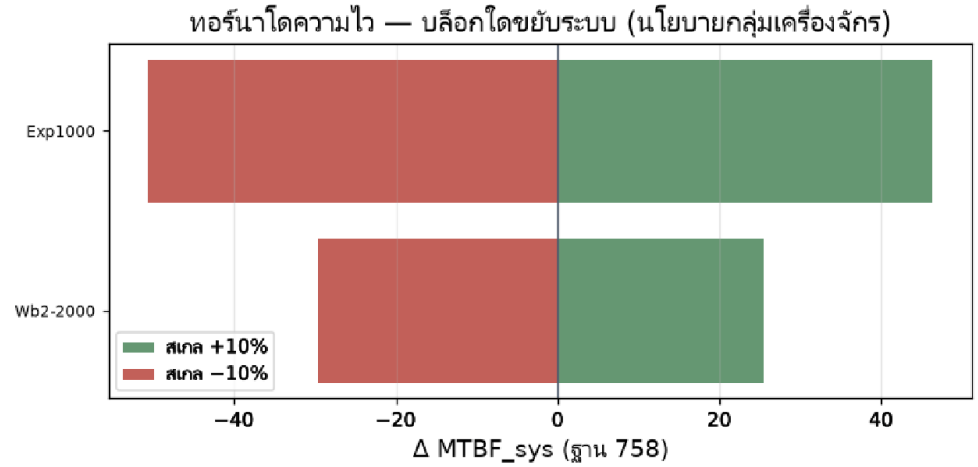
- ① ระบบรอดภารกิจ 500 ด้วยความน่าจะเป็น 0.5698 MTBF_sys = 757.87 — สังเกตว่าสั้นกว่าอายุของบล็อกส่วนใหญ่: โซ่อ่อนแอกว่าข้อของมัน และกลุ่มซ้ำซ้อนซื้อคืนได้เพียงบางส่วน คำตอบระดับบล็อก (ควรปรับปรุงบล็อกใด) มาจากตัววัดความสำคัญในวงรอบ RBD ถัดไป



กราฟแบบโต้ตอบ

กราฟ

- ① เส้น: ระบบ R_sys(t).
- ② เส้น: Exp1000.
- ③ เส้น: Wb2-2000.
- ④ เส้นแนวตั้ง: ภารกิจ t = 500.
- ⑤ จุด: R_sys(ภารกิจ) = 0.5698.



🔍 กราฟแบบโต้ตอบ

กราฟ

- แท่งหนึ่งแท่งต่อหนึ่งบล็อก ในกราฟ ทอร์นาโดความไว — บล็อกใดขยับระบบ (นโยบายกลุ่มเครื่องจักร): การเปลี่ยนของ MTBF ของระบบเมื่อพารามิเตอร์บ่งขนาดของบล็อกนั้นขยับ 10%

โครงสร้าง — ตามที่วาด (ต้นไม้ที่ลดรูป)

1. อนุกรม = ทุกหน่วยต้องรอด; ขนาน = หน่วยเดียวก็พอ; k จาก n = อย่างน้อย k จาก n หน่วย

2. `SERIES`
3. • `Exp1000  [กำหนดเอง — เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001)]`
4. • `Wb2-2000  [กำหนดเอง — ไวบูลล์(β = 2, η = 2000)]`

โครงสร้าง — ตามที่วาด (ต้นไม้ที่ลดรูป)

- ① อนุกรม = ทุกหน่วยต้องรอด; ขนาน = หน่วยเดียวก็พอ; k จาก n = อย่างน้อย k จาก n หน่วย
- ② SERIES
- ③ • Exp1000 [กำหนดเอง — เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001)]
- ④ • Wb2-2000 [กำหนดเอง — ไวบูลล์(β = 2, η = 2000)]

บล็อก — แบบจำลองและแหล่งที่มา (แผนภาพนี้)

1. ทุกบล็อกระบุที่มาของตัวเลข — การวิเคราะห์ที่ฟิตแล้วมาพร้อมแบบจำลองเต็ม; บล็อกแบบกำหนดเองแสดงพารามิเตอร์ของมัน

2 บล็อก	3 แหล่งที่มาของแบบจำลอง	4 R(ภารกิจ)
5 `Exp1000`	`กำหนดเอง — เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001)`	`0.6065`
6 `Wb2-2000`	`กำหนดเอง — ไวบูลล์(β = 2, η = 2000)`	`0.9394`

บล็อก — แบบจำลองและแหล่งที่มา (แผนภาพนี้)

- ① ทุกบล็อกระบุที่มาของตัวเลข — การวิเคราะห์ที่ฟิตแล้วมาพร้อมแบบจำลองเต็ม; บล็อกแบบกำหนดเองแสดงพารามิเตอร์ของมัน
- ② บล็อก
- ③ แหล่งที่มาของแบบจำลอง
- ④ R(ภารกิจ)
- ⑤ Exp1000 · กำหนดเอง — เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.001) · 0.6065
- ⑥ Wb2-2000 · กำหนดเอง — ไวบูลล์(β = 2, η = 2000) · 0.9394

ความเชื่อมั่นของระบบ — ส่งผ่านจากบล็อกที่ฟิต

1. ทุกบล็อกเป็นแบบกำหนดเอง — ไม่มีความไม่แน่นอนของพารามิเตอร์ให้ส่งผ่าน; R_sys เป็นค่าจุด ใช้แหล่งที่มา 'จากการวิเคราะห์...' เพื่อนำความเชื่อมั่นของการฟิตเข้าสู่ระบบ

ความเชื่อมั่นของระบบ — ส่งผ่านจากบล็อกที่ฟิต

- ① ทุกบล็อกเป็นแบบกำหนดเอง — ไม่มีความไม่แน่นอนของพารามิเตอร์ให้ส่งผ่าน; R_sys เป็นค่าจุด ใช้แหล่งที่มา 'จากการวิเคราะห์...' เพื่อนำความเชื่อมั่นของการฟิตเข้าสู่ระบบ

คัตเซ็ตขั้นต่ำ — ระบบนี้ล้มเหลวได้อย่างไร (แผนภาพนี้)

1. ชุดความล้มเหลวขั้นต่ำที่แตกต่างกัน 2 ชุด แถวที่มีชื่อเดียวคือจุดล้มเหลวเดี่ยว

#	ระบบล้มเหลวเมื่อ...
1	Exp1000 fails
2	Wb2-2000 fails

4. แม่นตรง จากฟังก์ชันโครงสร้าง — คัตเซ็ตขั้นต่ำชุดเดียวกับที่โมดูลแผนภาพต้นไม้ความผิดพร่องคำนวณสำหรับต้นไม้ในแผ่นงาน; การนำชุดของ RBD เข้าสู่ต้นไม้เป็นรายการ v2 ที่ระบุชื่อไว้

คัตเซ็ตขั้นต่ำ — ระบบนี้ล้มเหลวได้อย่างไร (แผนภาพนี้)

- ① ชุดความล้มเหลวขั้นต่ำที่แตกต่างกัน 2 ชุด แถวที่มีชื่อเดียวคือจุดล้มเหลวเดี่ยว
- ② 1 · Exp1000 fails
- ③ 2 · Wb2-2000 fails
- ④ แม่นตรง จากฟังก์ชันโครงสร้าง — คัตเซ็ตขั้นต่ำชุดเดียวกับที่โมดูลแผนภาพต้นไม้ความผิดพร่องคำนวณสำหรับต้นไม้ในแผ่นงาน; การนำชุดของ RBD เข้าสู่ต้นไม้เป็นรายการ v2 ที่ระบุชื่อไว้

ตรวจสอบไขว้ — การจำลองอิสระของแผนภาพนี้

1. R_sys(ภารกิจ) เชิงวิเคราะห์ = 0.5698 · การจำลองแบบมีค่าเริ่มต้นสุ่ม = 0.5607 ± 0.0069 (95 %, N = 20,000, ค่าเริ่มต้น 20260810) · |Δ| = 0.0090 เทียบกับ 3σ = 0.0105: agree

ตรวจสอบไขว้ — การจำลองอิสระของแผนภาพนี้

- ① R_sys(ภารกิจ) เชิงวิเคราะห์ = 0.5698 · การจำลองแบบมีค่าเริ่มต้นสุ่ม = 0.5607 ± 0.0069 (95 %, N = 20,000, ค่าเริ่มต้น 20260810) · |Δ| = 0.0090 เทียบกับ 3σ = 0.0105: agree

ตัววัดความสำคัญ — บล็อกใดขับความเสี่ยงของระบบ (ที่เวลาภารกิจ)

1. 'Exp1000' มีความสำคัญแบบ Birnbaum สูงสุด (0.9394) — การปรับปรุงความเชื่อถือได้ของมันขยับระบบได้มากที่สุด RAW = แย่ลงเท่าใดหากมันล้มเหลว; RRW = ดีขึ้นเท่าใดหากมันสมบูรณ์แบบ

2 บล็อก	3 Birnbaum ∂R/∂Rᵢ	4 RAW	5 RRW
6 Exp1000	0.9394	2.324	7.101
7 Wb2-2000	0.6065	2.324	1.093

8. แม่แบบ k จาก n และสแตนด์บายจัดอันดับเป็นหนึ่งแบบ (แบบจำลองหน่วยของกลุ่ม) ไม่ใช่ต่อรายการทางกายภาพ

ตัววัดความสำคัญ — บล็อกใดขับความเสี่ยงของระบบ (ที่เวลาภารกิจ)

- ① 'Exp1000' มีความสำคัญแบบ Birnbaum สูงสุด (0.9394) — การปรับปรุงความเชื่อถือได้ของมันขยับระบบได้มากที่สุด RAW = แย่ลงเท่าใดหากมันล้มเหลว; RRW = ดีขึ้นเท่าใดหากมันสมบูรณ์แบบ
- ② บล็อก
- ③ Birnbaum ∂R/∂Rᵢ
- ④ RAW
- ⑤ RRW
- ⑥ Exp1000 · 0.9394 · 2.324 · 7.101
- ⑦ Wb2-2000 · 0.6065 · 2.324 · 1.093
- ⑧ แม่แบบ k จาก n และสแตนด์บายจัดอันดับเป็นหนึ่งแบบ (แบบจำลองหน่วยของกลุ่ม) ไม่ใช่ต่อรายการทางกายภาพ

ช่วงบำรุงรักษา —
ระบบอยู่เหนือความเชื่อถือได้เป้าหมายจนถึง

1 บันไดระดับระบบ —
วางแผนการหยุดเทียบกับความเชื่อถือได้ของระบบ
ไม่ใช่ของบล็อกเดียว

R_sys เป้าหมาย (2)	เวลาทำงาน t (3)
95%	50.7
90% (4)	102.7
80%	211.9
70%	329.5
50%	602.4
25%	1,089.5
10%	1,634.6

ช่วงบำรุงรักษา — ระบบอยู่เหนือความเชื่อถือได้เป้าหมายจนถึง

- ① บันไดระดับระบบ — วางแผนการหยุดเทียบกับความเชื่อถือได้ของระบบ ไม่ใช่ของบล็อกเดียว
- ② R_sys เป้าหมาย
- ③ เวลาทำงาน t
- ④ 90% · 102.7

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

ชุดขับจะทำงานครบงานหรือไม่ ด้วยความน่าจะเป็น 0.5698 ที่ 500 ชั่วโมง มอเตอร์รอดเพียงลำพังด้วยความน่าจะเป็น 0.6065 (e^(−0.001 × 500)) และกระปุกเกียร์ 0.9394 (e^(−(500/2000)²)) เมื่อต่อแบบอนุกรม ชุดขับต้องรอดทั้งสองชิ้น จึงได้ 0.6065 × 0.9394 = 0.5698 แต่ละชิ้นดูดีกว่าชุดขับทั้งชุด โซ่อ่อนกว่าข้อต่อของมัน

ชุดขับอยู่ได้นานเท่าใดโดยเฉลี่ย MTBF_sys 757.87 ชั่วโมง คือพื้นที่ใต้เส้นโค้งความเชื่อถือได้ของระบบ สั้นกว่าอายุเฉลี่ยของแต่ละชิ้น ชุดขับหนึ่งในสิบหยุดแล้วเมื่อถึง 102.72 ชั่วโมง (B10 ของระบบ) และครึ่งหนึ่งเมื่อถึง 602.42 ชั่วโมง (มัธยฐานของระบบ)

ชุดขับล้มเหลวได้ที่ใด การ์ดคัตเซตมีสองแถว แถวละหนึ่งบล็อก มอเตอร์และกระปุกเกียร์ต่างเป็นจุดล้มเหลวเดี่ยว และไม่มีสิ่งใดในแผนภาพคุ้มครองชิ้นใดเลย

ควรปรับปรุงชิ้นใดก่อน มอเตอร์ ความสำคัญแบบ Birnbaum ของมอเตอร์คือ 0.9394 ซึ่งเท่ากับความเชื่อถือได้ของกระปุกเกียร์ เพราะชุดขับรอดเมื่อกระปุกเกียร์รอดด้วย เทียบกับ 0.6065 ของกระปุกเกียร์ มอเตอร์ที่สมบูรณ์จะลดความน่าจะเป็นที่ชุดขับล้มเหลวลง 7.101 เท่า (RRW) กระปุกเกียร์ที่สมบูรณ์ลดได้เพียง 1.093 เท่า ชิ้นที่ล้มเหลวทำให้ชุดขับล้มเหลวทั้งสองกรณี ทั้งสองชิ้นจึงมี RAW เท่ากันคือ 2.324

ควรซ่อมบำรุงเมื่อใด ถ้าต้องการให้ชุดขับมีความเชื่อถือได้ 90% ขึ้นไป ให้วางแผนหยุดเครื่องก่อนเวลาทำงาน 102.7 ชั่วโมง ซึ่งเป็นบันไดของระบบ ไม่ใช่อายุของชิ้นใดชิ้นหนึ่ง

ทำไมเชื่อตัวเลขนี้ได้ แผนภาพลดรูปเป็นกลุ่มอนุกรมกลุ่มเดียว คำตอบจึงแม่นตรง และการจำลองชุดขับ 20,000 ชุดด้วยค่าเริ่มต้นสุ่มคงที่สอดคล้องภายในสามเท่าของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ผลลัพธ์ไม่ใช่อะไร เป็นความเชื่อถือได้โดยไม่มีการซ่อม สำหรับชุดขับที่ได้รับการซ่อมระหว่างงาน ให้จำลองแผนภาพเดียวกันด้วย ระบบ ▸ การจำลอง RAM...