ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร บางครั้งวัดไม่ได้ว่าแต่ละหน่วยล้มเหลวเมื่อใด: ใส่ความเครียด - แรงดัน แรงกระแทก ความสูงที่ตก - แล้วนับหน่วยที่ล้มเหลวภายหลัง จากหนึ่งแถวต่อหนึ่งระดับความเครียด - ความเครียด จำนวนหน่วยที่ทดสอบ และจำนวนที่ล้มเหลว - ReliaEn ฟิตเส้นตอบสนองคือความน่าจะเป็นของความล้มเหลวเป็นฟังก์ชันของความเครียด: P(ล้มเหลวที่ s) = F(b0 + b1·g(s)) โดย F คือลิงก์ที่คุณเลือก (ปกติสำหรับโพรบิต โลจิสติกสำหรับโลจิต ค่าสุดขีดสำหรับ complementary log-log) และ g คือความเครียดตามค่าเดิมหรือลอการิทึมของมัน จากเส้นนี้อ่านค่าความเครียดที่สัดส่วนหน่วยที่กำหนดล้มเหลว

สิ่งที่ ReliaEn พิมพ์	สิ่งที่บอก
b0 และ **b1** พร้อม SE และการทดสอบ **Z ของความชัน**	เส้นอยู่ที่ใด ความล้มเหลวเพิ่มตามความเครียดชันเพียงใด - และเพิ่มจริงหรือไม่
Deviance GOF	เส้นฟิตกับระดับต่าง ๆ หรือไม่
เปอร์เซ็นไทล์ความเครียด SP1 ถึง SP99 พร้อมขอบเขต	ความเครียดที่หน่วย 1 % ถึง 99 % ล้มเหลว: ระดับคัดกรองและระดับพิสูจน์
P(รอดที่ความเครียดออกแบบ) (เมื่อระบุความเครียดออกแบบ) และการรอดที่รายการความเครียด	สัดส่วนหน่วยที่รอดที่ความเครียดที่จะเจอจริง
ระดับตามที่อ่าน	สัดส่วนที่สังเกตของแต่ละระดับเทียบกับที่ฟิต

เลือกเพิ่มได้: การตอบสนองตามธรรมชาติ (หน่วยที่ล้มเหลวไม่ว่าความเครียดเท่าใด) และตัวประกอบ (หลายกลุ่มที่มีความชันร่วมเดียว และศักย์สัมพัทธ์ของแต่ละกลุ่ม)

จากข้อมูลใด หนึ่งแถวของแผ่นงานต่อหนึ่งระดับความเครียด: ความเครียด จำนวนที่ทดสอบ และจำนวนที่ล้มเหลว

วิศวกรใช้เมื่อใด เมื่อแต่ละหน่วยถูกทดสอบครั้งเดียวที่ความเครียดเดียว และผลคือผ่านหรือไม่ผ่าน: การทดสอบพิสูจน์ การทดสอบการตกและแรงกระแทก การคัดกรองที่ความเครียดคงที่

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ใช้แทน
รู้เวลาจนล้มเหลวของแต่ละหน่วย ภายใต้สภาวะต่างกัน	ข้อมูลอายุ ▸ การถดถอยกับข้อมูลอายุ... (บทที่ 2.21)
การทดสอบแบบเร่งที่มีเวลาจนล้มเหลวในแต่ละระดับ	ข้อมูลอายุ ▸ การทดสอบอายุแบบเร่ง... (บทที่ 2.18)

ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. ห้องปฏิบัติการรับรองคุณภาพใส่ความเครียดแปดระดับ ซึ่งบันทึกในสเกลลอการิทึม กับชุดหน่วยชุดละประมาณหกสิบหน่วย แล้วนับความล้มเหลวในแต่ละชุด: รวม 481 หน่วย ต้องการความเครียดสำหรับการทดสอบพิสูจน์ที่ทำให้หน่วยล้มเหลวไม่เกินหนึ่งในสิบ และการรอดที่ความเครียดออกแบบ 1.70

ความเครียด	1.6907	1.7242	1.7552	1.7842	1.8113	1.8369	1.8610	1.8839
ทดสอบ	59	60	62	56	63	59	62	60
ล้มเหลว	6	13	18	28	52	53	61	60

ข้อมูลนำเข้า	ค่า
ลิงก์ / การแปลงความเครียด	โพรบิต (ปกติ) / ความเครียดตามค่าเดิม
ความเครียดออกแบบ (ไม่บังคับ) / ความเชื่อมั่น %	1.70 / 95
ไฟล์ในไฟล์ zip ของตัวอย่างพร้อมวิธีทำ	2-Probit-Analysis/Example-1.csv — คอลัมน์ Stress, Trials และ Events 8 แถว

	① A	② B	③ C	D
1	1.6907	59	6	
2	1.7242	60	13	
3	1.7552	62	18	
4	1.7842	56	28	
5	1.8113	63	52	
6	1.8369	59	53	
7	1.861	62	61	
8	1.8839	60	60	
9				

ข้อมูลตัวอย่างในแผ่นงาน

- ① คอลัมน์ A: ระดับความเครียดแปดระดับ
- ② คอลัมน์ B: หน่วยที่ทดสอบในแต่ละระดับ
- ③ คอลัมน์ C: หน่วยที่ล้มเหลวในแต่ละระดับ

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

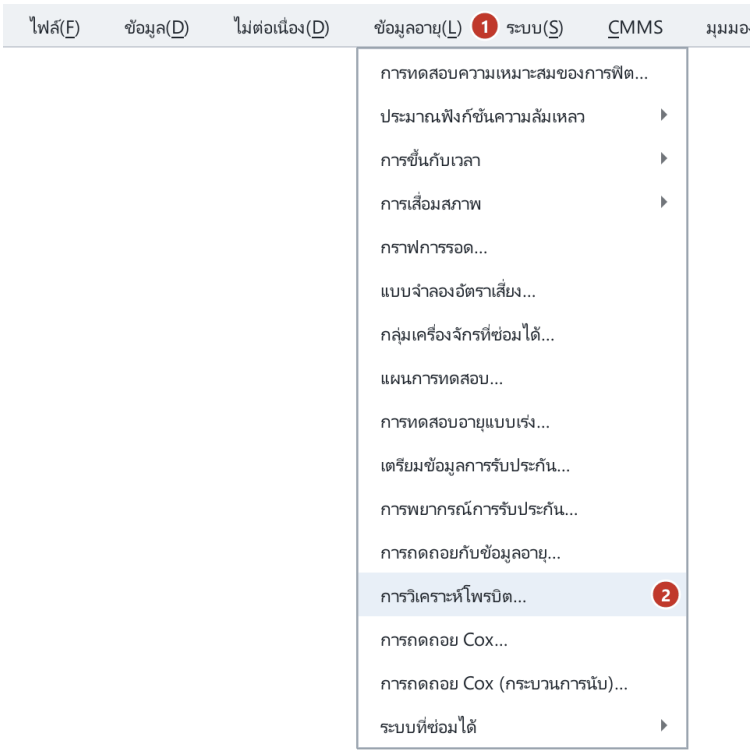
1. **ใส่ระดับความเครียดในคอลัมน์ A ถึง C** คัดลอก 8 แถวของ Example-1.csv - คอลัมน์ Stress, Trials และ Events - ลงในคอลัมน์ A, B และ C ของแผ่นงาน เริ่มที่แถว 1

	① A	② B	③ C	D
1	1.6907	59	6	
2	1.7242	60	13	
3	1.7552	62	18	
4	1.7842	56	28	
5	1.8113	63	52	
6	1.8369	59	53	
7	1.861	62	61	
8	1.8839	60	60	
9				

ขั้นตอนที่ 1 — ระดับความเครียดในคอลัมน์ A ถึง C

- ① คอลัมน์ A: ระดับความเครียดแปดระดับ ตั้งแต่ 1.6907 ถึง 1.8839
- ② คอลัมน์ B: หน่วยที่ทดสอบในแต่ละระดับ
- ③ คอลัมน์ C: หน่วยที่ล้มเหลวในแต่ละระดับ

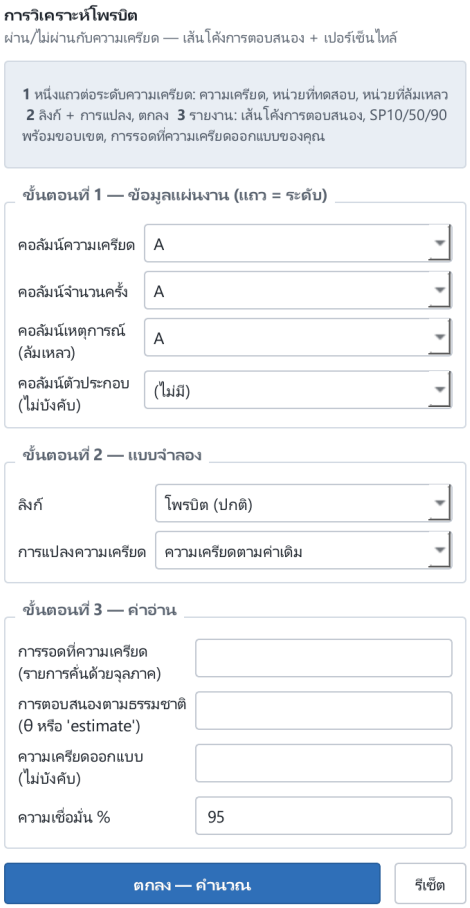
2. **เลือก ข้อมูลอายุ ▸ การวิเคราะห์โพรบิต...** ในแถบเมนู แบบฟอร์ม การวิเคราะห์โพรบิต เปิดขึ้นในแผงด้านซ้าย



ขั้นตอนที่ 2 — เส้นทางเมนู

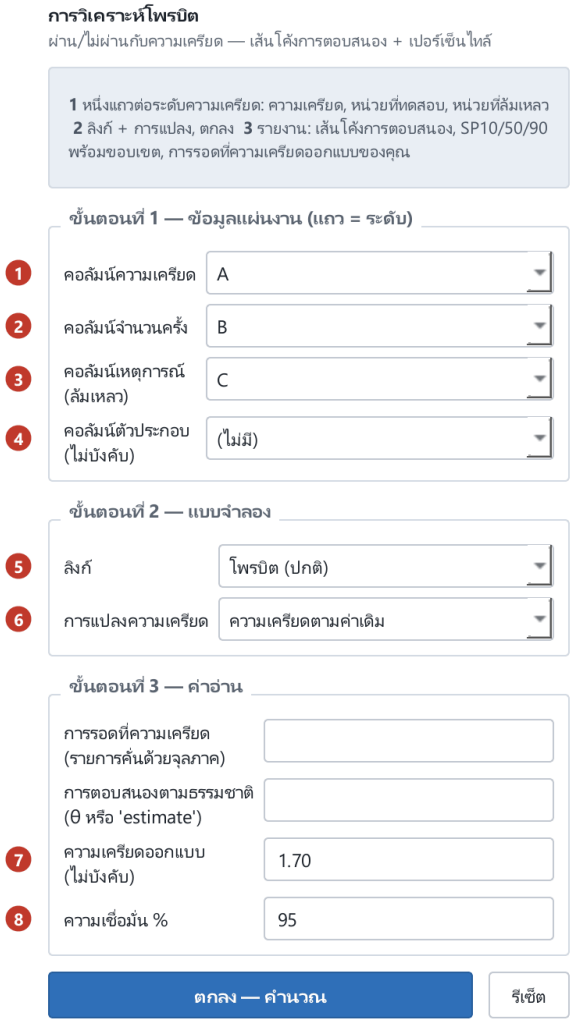
- ① ข้อมูลอายุ: เมนู
- ② การวิเคราะห์โพรบิต...: รายการที่ต้องคลิก

แบบฟอร์มเมื่อเปิด ก่อนตั้งค่าช่องใด:



ขั้นตอนที่ 2 — แบบฟอร์มเมื่อเปิด

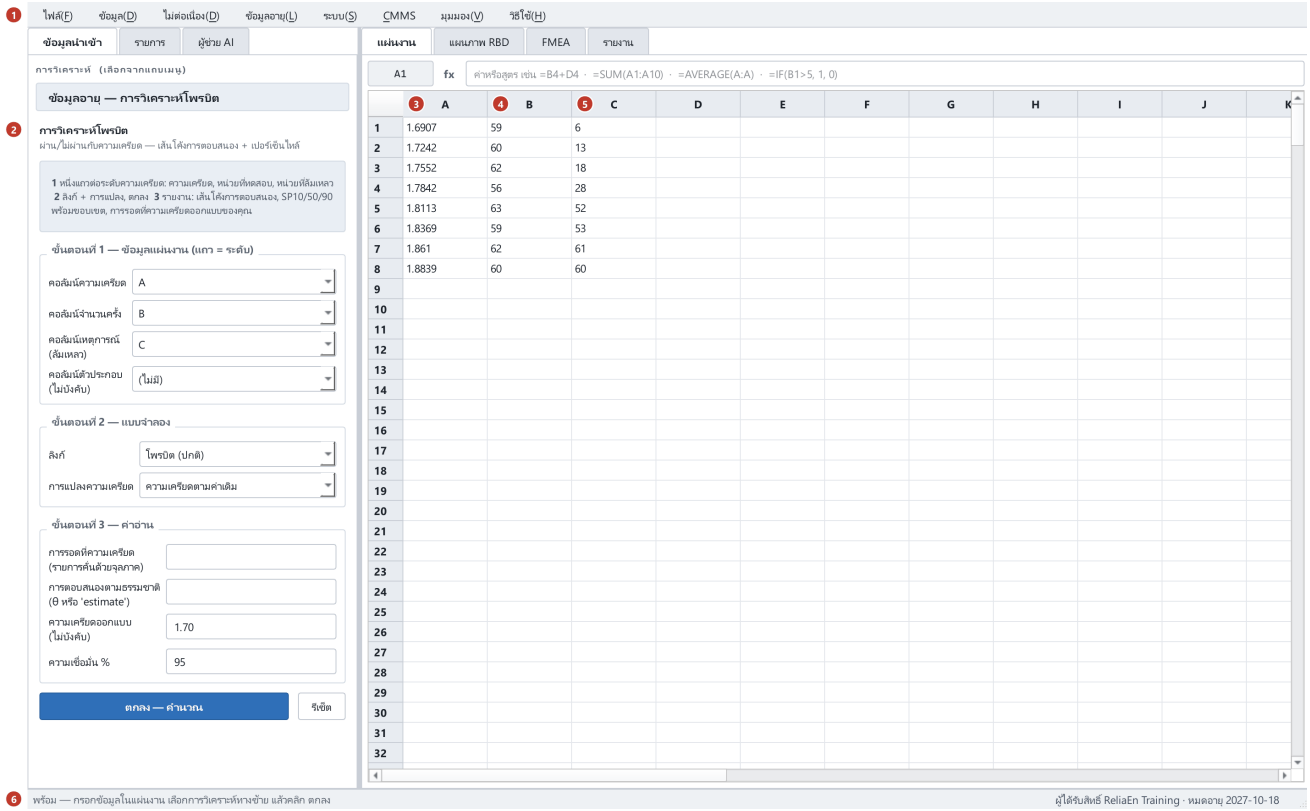
ขั้นตอนที่ 3 ถึง 10 ตั้งหรือตรวจแปดช่องของแบบฟอร์ม ซึ่งมีเครื่องหมาย ① ถึง ⑧ ในภาพ:



ขั้นตอนที่ 3 ถึง 10 — แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับตัวอย่างนี้

3. ① **ตรวจว่า คอลัมน์ความเครียด เป็น A**
4. ② **ใน คอลัมน์จำนวนครั้ง เลือก B**
5. ③ **ใน คอลัมน์เหตุการณ์ (ล้มเหลว) เลือก C**
6. ④ **ตรวจว่า คอลัมน์ตัวประกอบ (ไม่บังคับ) เป็น (ไม่มี)** ประชากรเดียว ไม่มีกลุ่ม
7. ⑤ **ตรวจว่า ลิงก์ เป็น โพรบิต (ปกติ)**
8. ⑥ **ตรวจว่า การแปลงความเครียด เป็น ความเครียดตามค่าเดิม** ความเครียดอยู่ในสเกลลอการิทึมอยู่แล้ว
9. ⑦ **ใน ความเครียดออกแบบ (ไม่บังคับ) พิมพ์ 1.70** ความเครียดที่หน่วยจะเจอขณะใช้งาน
10. ⑧ **ตรวจว่า ความเชื่อมั่น % เป็น 95**

11. **คลิก ตกลง — คำนวณ** ที่ท้ายแบบฟอร์ม (② ในภาพด้านล่าง) ReliaEn คำนวณและแสดงรายงาน



ขั้นตอนที่ 11 — หน้าต่างก่อนกดตกลง

- ① แถบเมนู: ไฟล์, ข้อมูล, ไม่ต่อเนื่อง, ข้อมูลอายุ, ระบบ, CMMS, มุมมอง, วิธีใช้
- ② แบบฟอร์มที่ตั้งค่าตามขั้นตอนที่ 3 ถึง 10 มี ตกลง — คำนวณ อยู่ที่ท้าย
- ③ คอลัมน์ A: ระดับความเครียด
- ④ คอลัมน์ B: หน่วยที่ทดสอบ
- ⑤ คอลัมน์ C: หน่วยที่ล้มเหลว
- ⑥ แถบสถานะ: พร้อม — กรอกข้อมูลในแผ่นงาน เลือกการวิเคราะห์ทางซ้าย แล้วคลิก ตกลง และ ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · หมดอายุ 2027-10-18

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ข้อมูลอายุ — การวิเคราะห์โพรบิต

```
2026-11-04 08:33:50
P(ล้มเหลว | s) = F(b0 + b1·g(s)) ; SP_p: g(SP) = (z_p − b0)/b1
```

ส่วนหัวของรายงาน

- ชื่อเรื่อง ข้อมูลอายุ — การวิเคราะห์โพรบิต วันที่และเวลาที่คำนวณ และแบบจำลองในหนึ่งบรรทัด: P(ล้มเหลว | s) = F(b0 + b1·g(s)); SP_p: g(SP) = (z_p − b0)/b1

ข้อมูลนำเข้า

ข้อมูล	**แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย**
ลิงก์ / การแปลง	**probit / ความเครียดตามที่เป็น**
ความเชื่อมั่น	**95%**

ข้อมูลนำเข้า

- ① ข้อมูล แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย
- ② ลิงก์ / การแปลง probit / ความเครียดตามที่เป็น
- ③ ความเชื่อมั่น 95%

ผลลัพธ์

b0 (จุดตัด)	**-34.9353 (SE 2.6479)**
b1 (ความชัน)	**19.7279 (SE 1.4872)**
Z ของความชัน (b1/SE)	**13.2648 → p = 0.0000 — มีการตอบสนองต่อปริมาณ**
ล็อกภาวะน่าจะเป็น	**-185.6792 (เคอร์เนลทวินาม)**
ความเหมาะสมของการฟิตแบบดีเวียนซ์	**10.1198 บน 6 dof → p = 0.1197**
P(รอดความเครียดออกแบบ 1.7)	**0.9189 [0.8695, 0.9527]**

ผลลัพธ์

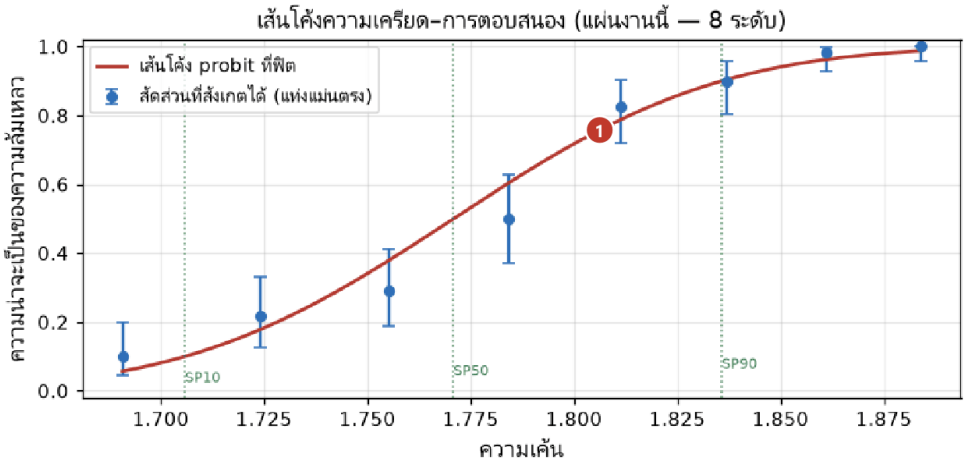
- ① b0 (จุดตัด) -34.9353 (SE 2.6479)
- ② b1 (ความชัน) 19.7279 (SE 1.4872)
- ③ Z ของความชัน (b1/SE) 13.2648 → p = 0.0000 — มีการตอบสนองต่อปริมาณ
- ④ ล็อกภาวะน่าจะเป็น -185.6792 (เคอร์เนลทวินาม): ใช้เปรียบเทียบการฟิตของข้อมูลชุดเดียวกันนี้เท่านั้น
- ⑤ ความเหมาะสมของการฟิตแบบดีเวียนซ์ 10.1198 บน 6 dof → p = 0.1197: เส้นฟิตกับระดับต่าง ๆ
- ⑥ P(รอดความเครียดออกแบบ 1.7) 0.9189 [0.8695, 0.9527]

การตีความ

1. เส้นโค้งเปลี่ยนจำนวนผ่าน/ไม่ผ่านเป็นสเกลความเครียด: SP10 คือความเครียดที่ทำลาย 10% ที่อ่อนแอที่สุด — ระดับคัดกรอง/พิสูจน์; SP50 ระบุกลางประชากร ดีเวียนซ์บอกว่าเส้นโค้งฟิตกับระดับต่าง ๆ

การตีความ

- ① การอ่านของ ReliaEn: เส้นโค้งเปลี่ยนจำนวนผ่าน/ไม่ผ่านเป็นสเกลความเครียด: SP10 คือความเครียดที่ทำลาย 10% ที่อ่อนแอที่สุด — ระดับคัดกรอง/พิสูจน์; SP50 ระบุกลางประชากร ดีเวียนซ์บอกว่าเส้นโค้งฟิตกับระดับต่าง ๆ



กราฟแบบโต้ตอบ

เส้นโค้งความเครียด–การตอบสนอง (แผ่นงานนี้ — 8 ระดับ)

- ① เส้นโค้ง probit ที่ฟิต: ความน่าจะเป็นของความล้มเหลวที่เพิ่มตามความเครียด ผ่านสัดส่วนที่สังเกตแปดค่าพร้อมแท่งความคลาดเคลื่อน เส้นประบอก SP10, SP50 และ SP90

เปอร์เซ็นไทล์ความเครียด (แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย)

1 SP_p แก้จาก F(b0 + b1·g(SP)) = p; ขอบเขตโดยวิธีเดลตาบน (b0, b1) เปอร์เซ็นไทล์หางพึ่งพาการเลือกลิงก์ — ลิงก์ตรงกันตรงกลางและแยกกันที่หาง

2 เปอร์เซ็นไทล์	3 ความเค้น	4 ขอบเขต 95%
SP1	1.6529	[1.6328, 1.6731]
SP5	1.6875	[1.672, 1.703]
SP10	1.7059	[1.6927, 1.719]
SP25	1.7367	[1.7269, 1.7464]
SP50	1.7709	[1.7634, 1.7783]
SP75	1.805	[1.7968, 1.8133]
SP90	1.8358	[1.8247, 1.8469]
SP95	1.8542	[1.841, 1.8675]
SP99	1.8888	[1.8711, 1.9065]

เปอร์เซ็นไทล์ความเครียด (แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย)

- ① SP_p แก้จาก F(b0 + b1·g(SP)) = p; ขอบเขตโดยวิธีเดลตาบน (b0, b1) เปอร์เซ็นไทล์หางพึ่งพาการเลือกลิงก์ — ลิงก์ตรงกันตรงกลางและแยกกันที่หาง
- ② ถึง ④ คอลัมน์ เปอร์เซ็นไทล์, ความเค้น, ขอบเขต 95%: เก้าแถว SP1 1.6529 ถึง SP99 1.8888 SP10 คือ 1.7059 [1.6927, 1.719] SP50 คือ 1.7709 [1.7634, 1.7783]

ระดับตามที่อ่าน (แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย)

1 สังเกตกับฟิตต่อระดับ — GOF ในรูปตาราง

2 ความเค้น	3 จำนวนครั้ง	4 เหตุการณ์	5 สังเกตได้	6 p ที่ฟิต
1.6907	59	6	0.102	0.057
1.7242	60	13	0.217	0.179
1.7552	62	18	0.290	0.379
1.7842	56	28	0.500	0.604
1.8113	63	52	0.825	0.788
1.8369	59	53	0.898	0.904
1.861	62	61	0.984	0.962
1.8839	60	60	1.000	0.987

ระดับตามที่อ่าน (แผ่นงานนี้ — 8 ระดับความเครียด, 481 หน่วย)

- ① สังเกตกับฟิตต่อระดับ — GOF ในรูปตาราง
- ② ถึง ⑥ คอลัมน์ ความเค้น, จำนวนครั้ง, เหตุการณ์, สังเกตได้, p ที่ฟิต: แปดระดับ ตั้งแต่ล้มเหลว 6 จาก 59 (0.102 เทียบกับที่ฟิต 0.057) ถึง 60 จาก 60 (1.000 เทียบกับ 0.987)

1 ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017

ท้ายรายงาน

- ① บรรทัดสิทธิ์การใช้งาน ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017: สิทธิ์การใช้งานที่ใช้สร้างรายงานนี้

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

มีการตอบสนองต่อความเครียดหรือไม่ มี ความชันคือ b1 = 19.7279 (SE 1.4872) Z = 13.2648 และ p ต่ำกว่า 0.0001 มาก: ความล้มเหลวเพิ่มตามความเครียดจริง ค่าตัดแกนคือ b0 = −34.9353 (SE 2.6479)

เส้นฟิตหรือไม่ deviance คือ 10.1198 ที่ 8 − 2 = 6 องศาอิสระ p = 0.1197: สูงกว่า 5 % เส้นโพรบิตจึงอธิบายระดับทั้งแปดได้ ไค กำลังสองของ Pearson 9.5134 ให้ผลตรงกัน

ระดับพิสูจน์ หน่วยครึ่งหนึ่งล้มเหลวที่ SP50 = 1.7709 = −b0 / b1 หนึ่งในสิบที่ SP10 = 1.7059 และ 99 % ที่ SP99 = 1.8888 สำหรับการทดสอบพิสูจน์ที่ทำให้ล้มเหลวไม่เกินหนึ่งในสิบ ให้ตั้งความเครียดที่หรือต่ำกว่า 1.7059 - หากต้องการส่วนเผื่อ ใช้ขอบล่างในตารางเปอร์เซ็นไทล์

การรอดที่ความเครียดออกแบบ ที่ 1.70 การรอดคือ 0.9189 ขอบเขต 0.8695 ถึง 0.9527: หน่วยประมาณหนึ่งในสิบสองล้มเหลวที่นั่น - 1.70 อยู่ต่ำกว่า SP10 (1.7059) เล็กน้อย ใช้ขอบล่างในการวางแผนถ้าความล้มเหลวขณะใช้งานมีต้นทุนสูง

เส้นอ่อนแอที่สุดตรงไหน เปอร์เซ็นไทล์ปลาย SP1 และ SP99 ขึ้นกับลิงก์: โพรบิต โลจิต และ cloglog ตรงกันที่กลางข้อมูลและแยกกันที่ปลาย ถ้าการตัดสินใจขึ้นกับปลาย ให้เปรียบเทียบลิงก์