PRD: แอปคำนวณขนาดสายไฟและเบรกเกอร์ (มาตรฐาน วสท.)

> เอกสารเก็บความต้องการ (Requirement) ฉบับสมบูรณ์ ผู้สร้างโครงการ: **Pisut Khungkamano** อุปกรณ์เป้าหมาย: Honor Magic 7 Pro (Android) สถานะ: อนุมัติ requirement แล้ว — พร้อมเข้าเฟสสถาปัตยกรรม

---

1. เป้าหมาย (Goal)

แอปมือถือช่วยผู้ใช้เลือก **ขนาดสายไฟ** และ **ขนาดเบรกเกอร์** ที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อวงจร โดยคำนวณจากกำลังโหลด กระแส จำนวนโหลด ระยะทาง และชนิดสาย ตามหลัก **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (วสท.)** เพื่อป้องกันสายไหม้ เบรกเกอร์ตัด และไฟตก

2. ผู้ใช้เป้าหมาย (Target User)

ผู้ใช้ที่มีความรู้ไฟฟ้าพื้นฐาน–ปานกลาง (เจ้าของ/ช่างในฟาร์ม) ต้องการเครื่องมือคำนวณเร็ว ไม่ใช่เอกสารรับรองทางวิศวกรรมที่ต้องมีวิศวกรเซ็น (A1)

3. แพลตฟอร์ม & ข้อจำกัดทางเทคนิค

- **รูปแบบ:** PWA (เว็บแอปติดตั้งลงหน้าจอ ทำงาน offline)
- **อุปกรณ์เป้าหมาย:** Honor Magic 7 Pro (Android) — เปิดได้ทุกเบราว์เซอร์/เครื่อง
- **ขนาดเล็ก เบา ไม่กินทรัพยากร:** ไม่มี backend, ไม่ใช้ cloud
- **เก็บข้อมูลในเครื่องเท่านั้น (offline)** เพื่อความเป็นส่วนตัวและปลอดภัย (A3)

4. ขอบเขต (Scope)

4.1 สิ่งที่ทำ (In Scope)

- กรอก/บันทึกงาน: ชื่องาน, ระบบไฟ, ชนิดสาย, ความยาว, จำนวนโหลด, ขนาดโหลด (W/A), ชนิดโหลด +pf
- คำนวณ: กระแสรวม → ขนาดสายแนะนำ → ตรวจแรงดันตก → ขนาดเบรกเกอร์แนะนำ → สถานะผ่าน/ไม่ผ่าน
- บันทึกงาน / ดูย้อนหลัง / แก้ไข / คำนวณใหม่
- ออกรายงาน **PDF และ Markdown (.md)** / พิมพ์ / แชร์ (อ่านอย่างเดียว)
- Export/Import ไฟล์สำรองข้อมูลทั้งหมด

- Footer เครดิต **"สร้างโดย Pisut Khungkamano"** ด้านล่างสุดของทุกหน้าจอ

4.2 สิ่งที่ "ไม่ทำ" (Out of Scope — เฟสแรก)

คำนวณ short-circuit / ขนาดสายดิน (grounding), ออกแบบตู้ MDB ทั้งระบบ, sync cloud, ระบบ login/ผู้ใช้หลายคน, การ export/import "ไฟล์งาน" เพื่อเปิดแก้ต่อข้ามเครื่อง, demand/diversity factor แบบซับซ้อน

5. ระบบไฟฟ้าที่รองรับ

- **1 เฟส 230V** (ค่าเริ่มต้น) และ **3 เฟส 400V**

6. Requirement เชิงฟังก์ชัน — ตรรกะการคำนวณ

6.1 แปลงกำลัง → กระแส

- 1φ: `I = P / (V × pf)`
- 3φ: `I = P / (√3 × V × pf)`
- pf มาจาก dropdown ชนิดโหลด (แก้รายครั้งได้) + เพิ่มชนิดเองได้ เก็บไว้ใช้ซ้ำ (A5)

ชนิดโหลด	pf เริ่มต้น	ชนิดโหลด	pf เริ่มต้น
LED/แสงสว่าง	1.0	แอร์/คอมเพรสเซอร์	0.85
ฮีตเตอร์	1.0	พัดลม/โบลเวอร์	0.8
เต้ารับทั่วไป	1.0	ตู้เย็น/ตู้แช่	0.8
ปั๊มน้ำ/มอเตอร์	0.8	กำหนดเอง	ผู้ใช้ระบุ

6.2 กระแสรวมของวงจร

รวมกระแสทุกโหลดแบบตรง (diversity = 1.0) = ออกแบบเผื่อใช้พร้อมกันหมด

6.3 เลือกขนาดสาย

เลือกสายที่ **ampacity (หลัง derate) ≥ กระแสรวม** จากตาราง วสท. ตามชนิดสาย + วิธีติดตั้ง - **ช่วงขนาดที่รองรับ:** 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 sq.mm. - **Derating:** อุณหภูมิแวดล้อมเริ่มต้น 40°C + จำนวนวงจรที่เดินรวมกลุ่ม (ปรับได้)

6.4 วิธีติดตั้ง → เลือกตาราง ampacity

ผูกอัตโนมัติตามชนิดสาย (ผู้ใช้เปลี่ยนได้): - THW → เดินในท่อร้อยสาย - VAF → ตีกิ๊บ/เดินบนผนัง - NYY → เดินในท่อ/ฝังดิน - VCT → ในอากาศ/ลากใช้งาน

6.5 ตรวจแรงดันตก

- 1φ: `Vd = 2 × I × L × R`
- 3φ: `Vd = √3 × I × L × R`
- เกณฑ์ผ่าน **≤ 3%** — เกินให้เตือนและแนะนำขยายสาย/ลดระยะ/แยกวงจร

6.6 เลือกเบรกเกอร์

`In ≥ กระแสโหลด` **และ** `In ≤ ampacity สาย (หลัง derate)` เลือกจากพิกัด MCB มาตรฐาน (6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A ...) — **สายต้องทนกระแสมากกว่าเบรกเกอร์เสมอ** (เบรกเกอร์ปกป้องสาย)

7. Edge Case & Error State

- **ไม่มีสายขนาดใดผ่านทุกเงื่อนไข:** แสดงผลดีที่สุดเท่าที่มี + ป้ายเตือนแดง ระบุเงื่อนไขที่ไม่ผ่าน + คำแนะนำ
- **ไม่มีเบรกเกอร์เข้าเงื่อนไข:** เตือนให้ขยายขนาดสาย
- **Input ผิด** (ว่าง/0/ติดลบ/ค่าสูงผิดปกติ): บล็อกการคำนวณ + ข้อความแดงใต้ช่องที่ผิด

8. ข้อมูล & ความเป็นส่วนตัว

- เก็บในเครื่อง (local storage) เท่านั้น ไม่ส่งออกภายนอก
- **Export/Import ไฟล์สำรองทั้งหมด** (ไฟล์เดียว) เพื่อกันข้อมูลหายเมื่อล้าง/เปลี่ยนเครื่อง

9. รายงาน

เนื้อหา: ชื่องาน, วันที่, input ทั้งหมด (โหลด/pf/ระยะ/ชนิดสาย/ระบบไฟ), ผลลัพธ์ (ขนาดสาย, ampacity, แรงดันตก %, เบรกเกอร์), สถานะผ่าน/ไม่ผ่าน — ออกเป็น **PDF** (พิมพ์/แชร์) และ **Markdown**

10. UI/UX

โทนงานระบบไฟฟ้า ทันสมัย ใช้ง่าย: - หน้าหลัก = รายการงานที่บันทึก + ปุ่มสร้างใหม่ - ฟอร์มกรอกทีละขั้น - หน้าผลลัพธ์เน้นสถานะผ่าน/ไม่ผ่านชัด - footer เครดิตผู้สร้างทุกหน้า

11. รายการที่ต้องยืนยันความถูกต้องก่อนสร้าง (สำคัญ)

> ค่าตัวเลขในตาราง ampacity, ตัวคูณ derate อุณหภูมิ/การรวมกลุ่ม, ค่าความต้านทานสาย (R/X หรือ mV/A/m) และพิกัดเบรกเกอร์ **ต้องดึงจากตาราง วสท. ฉบับล่าสุดจริง และตรวจสอบทวนก่อนนำไปคำนวณ** — จะไม่ใช้ค่าประมาณ เพราะกระทบความปลอดภัยโดยตรง (A4)

ภาคผนวก: ข้อสันนิษฐานที่ยืนยันแล้ว (Assumptions)

- **A1** เครื่องมือช่วยประเมิน ไม่ใช่เอกสารรับรองที่ต้องมีวิศวกรเซ็น
- **A2** ระบบไฟฟาร์มเป็น 1 เฟส 230V เป็นหลัก บางวงจรเป็น 3 เฟส 400V
- **A3** เก็บข้อมูลในเครื่องเท่านั้น (offline) ไม่ขึ้น cloud
- **A4** อ้างอิงมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด
- **A5** ค่า pf ในตารางเป็นค่าเริ่มต้นที่ผู้ใช้แก้ได้ ชนิดที่เพิ่มเองเก็บในเครื่อง