

รายงานตรวจสอบการผลิตไฟฟ้า · ลำดับเหตุการณ์ · ข้อมูล SolisCloud 27 มิ.ย. – 21 ต.ค. 2569

บ้านคู่ เชียงราย: ทำไมการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์จึงยังไม่ทันการใช้ไฟ

แผงโซลาร์ 20 kWp · อินเวอร์เตอร์ Solis 20 kW 3 เฟส ไม่มีแบตเตอรี่ · จำกัดการส่งออกเป็นศูนย์ (ไม่ขายไฟคืน กฟภ.) · โรงงานขนาดเล็กที่มีเครื่องจักร 57–62 kW · ตำบลบ้านคู่ จังหวัดเชียงราย

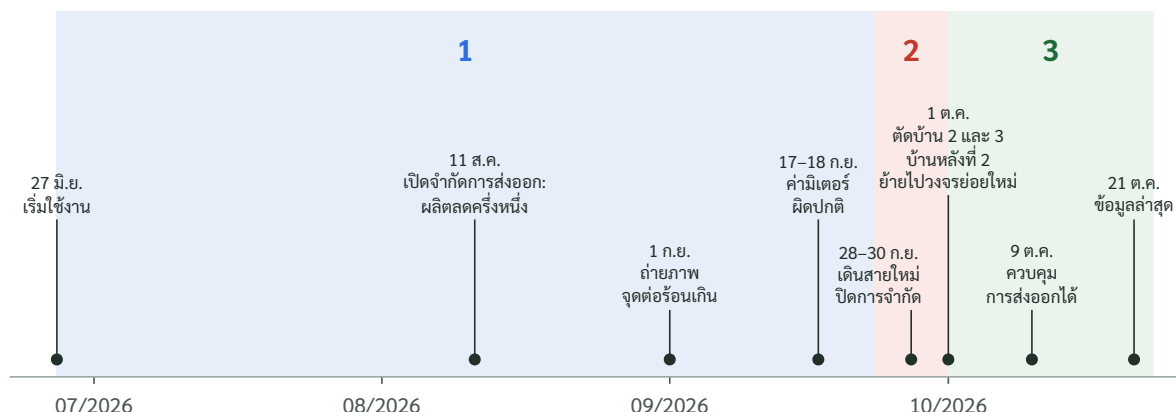
≈ 70 kWh/วัน ที่แผง 20 kWp ควรผลิตได้ในเชียงราย	32–60 kWh/วัน ที่ผลิตได้จริงในแต่ละเดือน	94–123 kWh/วัน ที่ใช้ไฟในแต่ละเดือน	24–29% ของการใช้ไฟที่มาจากแสงอาทิตย์ในทุกเดือน
---	--	---	--

สรุป

ตั้งแต่เริ่มใช้งานเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน แผงโซลาร์และอินเวอร์เตอร์ทำงานปกติ การผลิตที่ยังไม่ทันการใช้ไฟเกิดจากสาเหตุ 3 ประการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน:

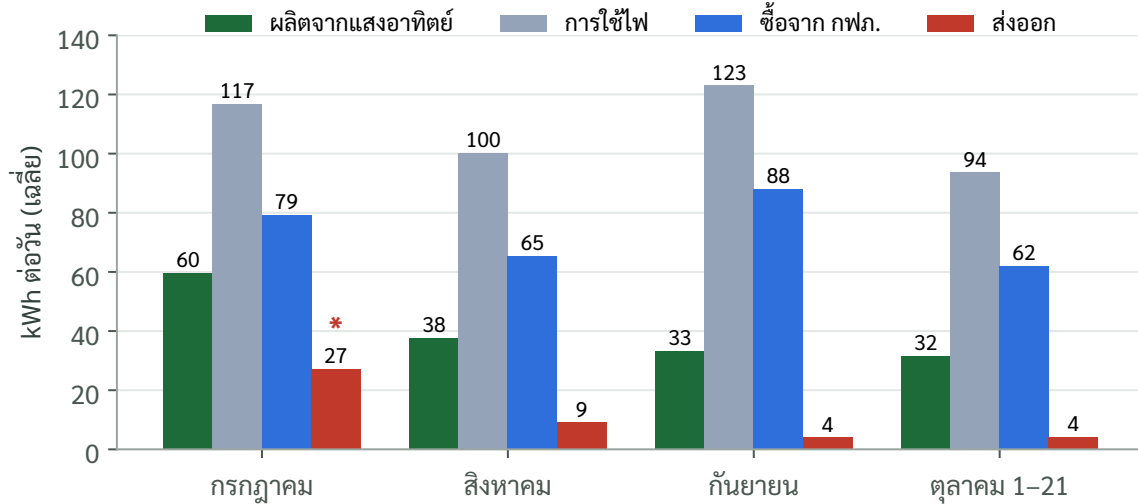
- 27 มิ.ย. – 22 ก.ย. · บ้าน 3 หลังใช้ระบบเดียวกัน และช่างไฟฟ้าในพื้นที่ต่อเฟสผิดที่มิเตอร์ 3 เฟสหลัก มิเตอร์และ CT อ่านโหลดของเครื่องจักรผิดเฟส** การควบคุมการส่งออกจึงทำงานจากค่าที่ผิด และกวดการผลิตลง
- 23 – 30 ก.ย. · ไฟอาร์กที่จุดต่อไปบ้านหลังที่ 2** สายที่จ่ายไฟจากบ้านหลังที่ 1 ไปบ้านหลังที่ 2 และ 3 ถูกต่อซ้อนที่เบรกเกอร์หลักของแต่ละบ้าน ซึ่งเป็นเบรกเกอร์เดียวกับที่จ่ายไฟจากชั้น 1 ขึ้นชั้น 2 จุดต่อที่รับโหลดเกินจึงร้อนจัด สิ้นเปลืองพลังงานเป็นความร้อน รบกวนค่ามิเตอร์ และเสี่ยงต่อไฟไหม้และไฟดูด จึงต้องตัดการเชื่อมต่อนี้ออก
- 1 ต.ค. – ปัจจุบัน · บ้านหลังที่ 1 เท่านั้น มิเตอร์เดียว** ค่าที่อ่านได้ถูกต้องแล้ว แต่โหลดพื้นฐานมีน้อยและไม่สมดุล (67% อยู่บน L1) ขณะที่เครื่องจักร 57–62 kW ทำงานเฉพาะวันพุธและวันเสาร์ และส่วนใหญ่อยู่นอกช่วงที่มีแดด การจำกัดการส่งออกจึงตัดไฟแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ไปประมาณครึ่งหนึ่ง

- ช่วงที่ 1 · 27 มิ.ย. – 22 ก.ย. · บ้าน 3 หลัง ต่อเฟสผิดที่มิเตอร์ 3 เฟสหลัก (ช่างไฟฟ้าในพื้นที่)
- ช่วงที่ 2 · 23 – 30 ก.ย. · ไฟอาร์กที่บ้านหลังที่ 2 (ต่อซ้อนที่เบรกเกอร์หลัก)
- ช่วงที่ 3 · 1 ต.ค. – ปัจจุบัน · บ้านหลังที่ 1 เท่านั้น มิเตอร์เดียว



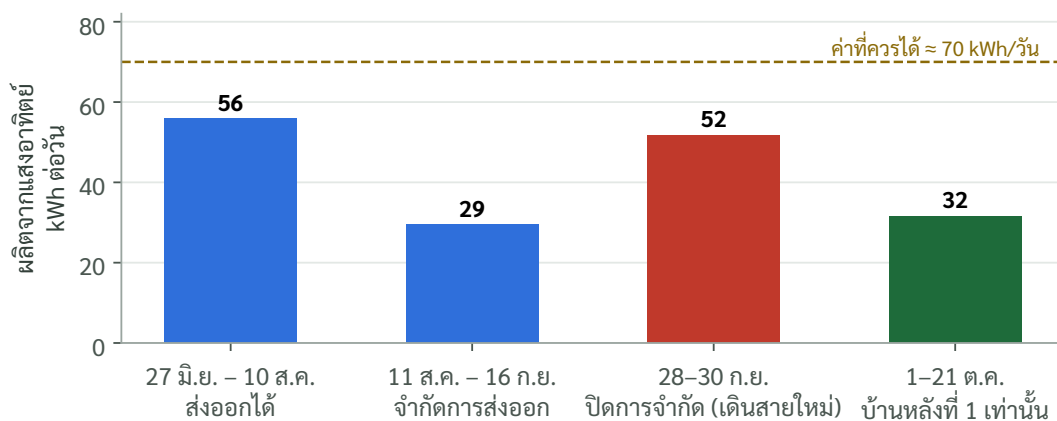
รูปที่ 1 – ลำดับเหตุการณ์ของระบบตั้งแต่เริ่มใช้งานถึงวันที่ 21 ตุลาคม 2569

การผลิตและการใช้ไฟรายเดือน



รูปที่ 2 – ค่าเฉลี่ยต่อวันของแต่ละเดือน * ค่าส่งออกเดือนกรกฎาคมสูงเกินจริง เพราะเฟสลับทำให้โหลดเครื่องจักรบางส่วนถูกบันทึกเป็นการส่งออก การซื้อไฟเดือนกันยายนไม่รวมค่าผิดปกติวันที่ 17-18 กันยายน

เดือน	ผลิต kWh/วัน	ใช้ไฟ kWh/วัน	ซื้อ kWh/วัน	ส่งออก kWh/วัน	วันเครื่องจักร	สัดส่วนแสงอาทิตย์
กรกฎาคม	59.7	116.7	79.2	27.2*	1	28%
สิงหาคม	37.7	100.2	65.4	9.1	6	28%
กันยายน	33.3	123.0	87.9	4.0	10	24%
ตุลาคม 1-21	31.6	93.6	62.1	4.1	6	29%



รูปที่ 3 – การผลิตเฉลี่ยในแต่ละช่วงเทียบกับ ≈ 70 kWh/วัน ที่แผงผลิตได้ มีเพียงช่วงที่ไม่จำกัดการส่งออก (ก่อน 11 ส.ค. และ 28-30 ก.ย. ระหว่างเดินสายใหม่) ที่ใกล้เคียงค่าที่ควรได้

ช่วงที่ 1 • 27 มิ.ย. – 22 ก.ย.: บ้าน 3 หลัง ต่อเฟสผิดที่มีเตอร์หลัก

สิ่งที่เกิดขึ้น ระบบโซลาร์ในบ้านหลังที่ 1 จ่ายไฟให้บ้านหลังที่ 2 และ 3 ผ่านสายชุดเดียวกัน และช่างไฟฟ้าในพื้นที่ต่อเฟสผิดที่มีเตอร์ 3 เฟสหลัก CT ซึ่งบอกอินเวอร์เตอร์ว่าสถานที่ใช้ไฟเท่าไร จึงวัดโหลดบางส่วนผิดเฟส

เหตุใดการผลิตจึงไม่ทันการใช้ไฟ

- **ค่าที่อ่านได้ผิด** ทุก 3–4 วัน (3, 7, 10, 14, 17, 21, 24, 28, 31 ก.ค. และ 4 ส.ค.) ข้อมูลแสดงการใช้ไฟจากแสงอาทิตย์เป็นศูนย์ แต่มี "การส่งออก" 40–85 kWh และซื้อไฟ 100–185 kWh ในวันเดียวกัน อาคารไม่สามารถส่งออกและซื้อไฟจำนวนมากพร้อมกันได้โดยไม่ใช้ไฟจากแสงอาทิตย์เลย นี่คือโหลดเครื่องจักรที่ถูกวัดผิดเฟส
- **ควบคุมการส่งออกจากข้อมูลที่ผิด** ตั้งแต่ 11 สิงหาคม มีการเปิดจำกัดการส่งออก การส่งออกรายวันลดจากประมาณ 28 kWh เหลือประมาณ 3 kWh แต่การผลิตลดตามไปด้วย จาก 56 เหลือ 29 kWh/วัน วันอาทิตย์อินเวอร์เตอร์แทบไม่ผลิตไฟ (0–1 kWh)
- **การควบคุมไม่เสถียรและโหลดสูง** เมื่อบ้าน 3 หลังอยู่หลัง CT ตัวเดียว การควบคุมด้วย CT ทำงานไม่แน่นอน เฟสหนึ่งรับโหลดเกือบ 90% และการใช้ไฟอยู่ที่ 100–123 kWh/วัน
- **สัญญาณเตือนล่วงหน้า** วันที่ 17 และ 18 กันยายน มิเตอร์บันทึกการซื้อไฟ 1,393 / 835 kWh และการขายไฟ 2,087 / 700 kWh ซึ่งเป็นไปไม่ได้สำหรับสถานที่นี้ แสดงว่ามีเตอร์หรือ CT ถูกรบกวน

ผลลัพธ์: ไฟจากแสงอาทิตย์รองรับการใช้ไฟได้เพียง 24–28% และข้อมูลการตรวจวัดเชื่อถือไม่ได้ระหว่างที่เฟสยังผิด

ช่วงที่ 2 · 23 – 30 ก.ย.: ไฟอาร์กที่จุดต่อไปบ้านหลังที่ 2

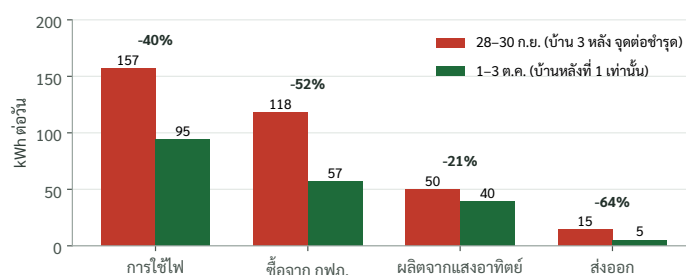
สิ่งที่เกิดขึ้น บ้านหลังที่ 2 และ 3 รับไฟจากบ้านหลังที่ 1 ที่บ้านทั้งสองหลัง ช่างไฟฟ้าในพื้นที่ต่อสายจ่ายไฟแบบต่อซ้อนที่เบรกเกอร์หลัก คือนำสายอีกชุดหนึ่ง (รวมถึงสายที่บิดเป็นเกลียว) ขนรวมไว้ในขั้ว RCBO เดียวกับที่จ่ายไฟจากชั้น 1 ขึ้นชั้น 2 จุดต่อบ้านหลังที่ 2 ร้อนจัด ฉนวนละลายและทองแดงเกิดสนิม และเมื่อปลายเดือนกันยายนเกิดไฟอาร์กจนเกือบไหม้ ภาพถ่ายบ้านหลังที่ 3 ของโซลาร์ เอสส์ แสดงความผิดพลาดแบบเดียวกัน คือช่างไฟฟ้าในพื้นที่ต่อซ้อนที่เบรกเกอร์หลักที่จ่ายไฟชั้น 1 และชั้น 2 เหมือนบ้านหลังที่ 2

สิ่งที่โซลาร์ เอสส์ ดำเนินการ ตัดการเชื่อมต่อจากบ้านหลังที่ 1 ไปบ้านหลังที่ 2 และ 3 และเดินสายใหม่ระหว่างวันที่ 28-30 กันยายน พร้อมแก้ไขการต่อเฟส ที่บ้านหลังที่ 2 โซลาร์ เอสส์ ย้ายจุดต่อไปยังวงจรย่อยใหม่ที่มีเบรกเกอร์ของตัวเอง ส่วนบ้านหลังที่ 3 โซลาร์ เอสส์ ได้แนะนำช่างไฟฟ้าในพื้นที่ถึงวิธีต่อที่ถูกต้อง ตั้งแต่ 1 ตุลาคม บ้านหลังที่ 2 และ 3 ใช้ไฟ กฟภ. ของตัวเอง และระบบโซลาร์จ่ายไฟให้บ้านหลังที่ 1 เท่านั้น

บ้านหลังที่ 3 – มีภาพถ่าย แต่ยังไม่ยืนยันการแก้ไข โซลาร์ เอสส์ มีภาพถ่ายการต่อซ้อนที่เบรกเกอร์หลักของบ้านหลังที่ 3 ซึ่งเหมือนกับบ้านหลังที่ 2 แต่ยังไม่ข้อมูลยืนยันว่าช่างไฟฟ้าในพื้นที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำแล้ว หรือภายในตู้ไฟของบ้านหลังที่ 3 จัดอย่างไรในปัจจุบัน จึงควรถือว่ายังมีความผิดพลาดอยู่จนกว่าจะได้รับการตรวจสอบ

เหตุใดการผลิตจึงไม่ทันการใช้ไฟ

- พลังงานกลายเป็นความร้อน จุดต่อที่ร้อนดึงพลังงานที่ต้องจ่ายเงินแต่ไม่ได้ทำงาน เมื่อเครื่องจักรดึงกระแสประมาณ 82-97 A ต่อเฟส จุดต่อที่เป็นสนิมมากอาจสูญเสียได้ประมาณ 400 W
- โหลดสูงขึ้น 3 วันก่อนแก้ไข สถานที่ใช้ไฟ 157 kWh/วัน และซื้อไฟ 118 kWh/วัน 3 วันหลังแก้ไข ใช้ไฟ 95 kWh/วัน และซื้อไฟ 57 kWh/วัน ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเครื่องจักรทำงานน้อยลง ตัวเลขการประหยัดจึงเป็นค่าบ่งชี้ ยังไม่ใช่ข้อพิสูจน์
- การวัดถูกรบกวน ค่ามิเตอร์และ CT ถูกรบกวนช่วงที่เกิดความผิดปกติ การควบคุมการส่งออกจึงตามโหลดจริงไม่ได้
- อันตราย ความเสียหายอยู่ด้านสายเข้าของ RCBO จึงไม่มีเบรกเกอร์ตัวใดตรวจจับได้ ทองแดงที่มีไฟเปลือยอยู่เสี่ยงต่อไฟดูด และจุดต่ออยู่ในชั้นที่ 3 จาก 5 ชั้นของเส้นทางสู่ไฟไหม้



รูปที่ 4 – 3 วันก่อนและ 3 วันหลังตัดจุดต่อที่ชำรุดออก (จากรายงานวิจัยที่แนบ หัวข้อ 7)

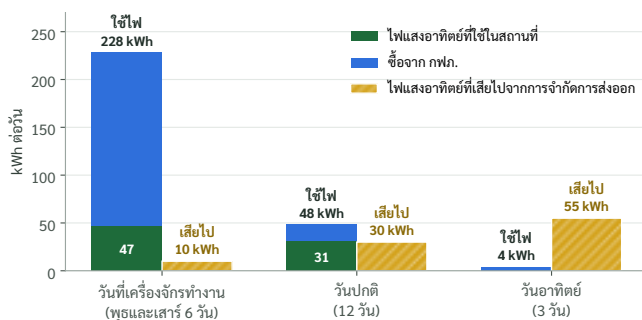
แนบรายงานฉบับเต็ม (ภาคผนวก ก): จุดต่อไฟฟ้าวร้อนเกิน: ไฟไหม้ อันตรายต่อชีวิต และต้นทุนของความร้อน – ภาพถ่ายจุดต่อ กลไกที่ชั่วหลวมกลายเป็นไฟไหม้ ข้อมูลพลังงานก่อนและหลังแก้ไข และขั้นตอนการซ่อมและทดสอบที่จำเป็น

ช่วงที่ 3 · 1 ต.ค. – ปัจจุบัน: บ้านหลังที่ 1 เท่านั้น มิเตอร์เดียว

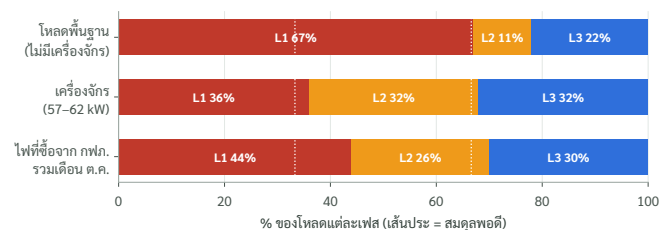
สิ่งที่เปลี่ยนไป เมื่อตัดบ้านหลังที่ 2 และ 3 ออก CT และมิเตอร์อ่านค่าได้ถูกต้อง และการควบคุมการส่งออกเสถียร (ตั้งแต่ 9 ตุลาคม รวบรวมเพียง 1–2 kWh/วันในวันปกติ) แต่การผลิตยังอยู่ที่ประมาณ 32 kWh/วันเท่านั้น

เหตุใดการผลิตยังไม่ทันการใช้ไฟ

- โหลดกลางวันน้อย ในวันที่ไม่มีเครื่องจักร ร้านใช้ไฟเพียงประมาณ 6 kW (ต่ำสุด 2.8 kW ช่วงพักกลางวัน) การจำกัดการส่งออกกวดอินเวอร์เตอร์ให้ผลิตเท่านั้น ไฟแสงอาทิตย์จึงเสียไปประมาณ 30 kWh ในวันปกติ และประมาณ 55 kWh ในวันอาทิตย์
- เครื่องจักรใหญ่เกินกำลังแผงและทำงานผิดเวลา เครื่องจักร 57–62 kW ใหญ่ประมาณ 5 เท่าของกำลังสูงสุด 12–13 kW ของแผง ปัจจุบันทำงานทุกวันพุธและวันเสาร์ 20% ของพลังงานใช้หลัง 17:30 และการจำกัดการส่งออกใช้เวลา 45–55 นาที จึงปลดหลังเครื่องจักรเริ่มทำงาน
- เฟสไม่สมดุล โหลดพื้นฐานอยู่บน L1 67%, L2 11% และ L3 22% ไฮบริดอินเวอร์เตอร์จ่ายไฟแยกแต่ละเฟสได้ จึงไม่ลดการผลิต แต่ทำให้ L1 และสายนิวทรัลรับภาระเกิน (ประมาณ 13 A) ซึ่งเป็นเส้นทางเดียวกับที่เสียหายเมื่อเดือนกันยายน โซลาร์ เอสส์ ตรวจพบความไม่สมดุลอย่างมากรณี และได้แจ้งช่างไฟฟ้าของโรงงานแล้ว
- ทำงานหลังพระอาทิตย์ตก กราฟการใช้ไฟวันที่ 20 ตุลาคม แสดงรูปแบบชัดเจน สถานที่เริ่มใช้ไฟประมาณ 09:30 ลดลงช่วงพักกลางวัน แล้วยังใช้ไฟประมาณ 5–7 kW ตั้งแต่ 17:30 ถึงราว 21:00 ซึ่งเป็นช่วงหลังพระอาทิตย์ตก (17:53) ไฟทั้งหมดจึงมาจาก กฟภ. ประมาณ 20 kWh ในเย็นวันนั้น ขณะที่ไฟแสงอาทิตย์ช่วงประมาณ 07:30–09:30 ไม่ได้ถูกใช้



รูปที่ 5 – พลังงานต่อวันแยกตามประเภทวัน 1–21 ต.ค.



รูปที่ 6 – สัดส่วนโหลดแต่ละเฟส เดือนตุลาคม

ต่อวัน 1–21 ต.ค.	วันเครื่องจักร (6)	วันปกติ (12)	วันอาทิตย์ (3)
การใช้ไฟ	~230 kWh	~48 kWh	3–5 kWh
ผลิตจากแสงอาทิตย์	~50 kWh	~30 kWh	~0
ซื้อจาก กฟภ.	~180 kWh	~17 kWh	~4 kWh
ไฟแสงอาทิตย์ที่เสียไปจากการจำกัดการส่งออก	~10 kWh	~30 kWh	~55 kWh

ผลลัพธ์: ไฟแสงอาทิตย์ประมาณ 850 kWh ต่อเดือน ($\approx 4,000$ บาท ที่ 4.7 บาท/kWh) ถูกจำกัด ส่วนใหญ่ในวันที่ไม่มีเครื่องจักร ขณะที่วันเครื่องจักรคิดเป็นประมาณ 83% ของไฟที่ซื้อจาก กฟภ.

ระบบ 20 kWp มีขนาดเหมาะสมหรือไม่

เหมาะสม สถานที่ใช้ไฟประมาณ 1,800–3,600 kWh ต่อเดือน ในเชียงราย แผง 20 kWp ควรผลิตได้ประมาณ 70 kWh ต่อวัน หรือราว 2,100 kWh ต่อเดือน ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้ไฟช่วงต่ำทั้งหมด และมากกว่าครึ่งหนึ่งของช่วงสูง จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มแผง

ต่อเดือน	kWh	สัดส่วนของ 1,800 kWh	สัดส่วนของ 3,600 kWh
กำลังผลิตของแผง 20 kWp (≈ 70 kWh/วัน)	$\approx 2,100$	$\approx 117\%$	$\approx 58\%$
ผลิตได้จริงในเดือนตุลาคม (31.6 kWh/วัน)	≈ 950	$\approx 53\%$	$\approx 26\%$
ถูกจำกัดโดยการจำกัดการส่งออก	≈ 850		

การผลิตที่ไม่ถึงเป้าไม่ได้เกิดจากขนาดของระบบ แต่เกิดจากปัญหาการเดินสายในช่วงที่ 1 และ 2 และปัจจุบันเกิดจากเวลาที่ใช้ไฟ แผงผลิตไฟช่วงประมาณ 09:00–16:00 ขณะที่เครื่องจักรใช้ไฟเป็นช่วงสั้น ๆ ปริมาณสูงมาก บางส่วนหลังพระอาทิตย์ตก และในวันอื่นโหลดกลางวันน้อยเกินกว่าจะใช้ไฟที่ผลิตได้ ทางเลือกด้านล่างช่วยนำไฟที่ถูกจำกัดส่วนใหญ่กลับมาใช้ได้โดยไม่ต้องเพิ่มแผง

ข้อสังเกต – รากเดินสายของสายเมน ระหว่างการเข้าตรวจ เราสังเกตว่ารากเดินสายที่ใช้กับสายเมนค่อนข้างแคบ สายอยู่ชิดกันมาก มีพื้นที่ระบายความร้อนน้อย และสายกำลังกับสายสัญญาณ/CT เดินใกล้กัน ซึ่งอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนต่อค่าที่ระบบควบคุมการส่งออกใช้ เราขอแนะนำให้ตรวจสอบรากเดินสายและท่อร้อยสายตามมาตรฐานทางไฟฟ้า โดยทั่วไปพื้นที่สายไม่ควรเกินประมาณ 20% ของพื้นที่หน้าตัดราง (NEC 376.22 และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. กำหนดไว้ใกล้เคียงกัน) ใช้ค่าลดพิภพเมื่อสายรวมกลุ่มกัน และแยกเส้นทางสาย CT/สายสื่อสารออกจากสายกำลัง

หมายเหตุ – ขอบเขตความรับผิดชอบ โซลาร์ เอสส์ จ่ายพลังงานจากระบบโซลาร์เท่านั้น ได้แก่ แผงโซลาร์ อินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ป้องกัน และจุดเชื่อมต่อ ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ได้แก่ การต่อที่มิเตอร์หลัก ตู้ไฟ เบรกเกอร์ วงจรย่อย และงานเดินสายทั้งหมดที่ช่างไฟฟ้าในพื้นที่ทำ ไม่อยู่ในขอบเขตงานของโซลาร์ เอสส์ ดังนั้นโซลาร์ เอสส์ จึงไม่รับผิดชอบต่อความผิดพลาดใด ๆ ภายในระบบไฟฟ้าของบ้าน ข้อค้นพบในรายงานนี้มีไว้เพื่อช่วยให้เจ้าของและช่างไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน กฟผ. ใช้แก้ไข

ทางเลือกที่ควรพิจารณา

ระบบโซลาร์ทำงานได้ดี และยังมีโอกาสใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ทางเลือกด้านล่างเป็นข้อเสนอให้เจ้าของพิจารณาตามความสำคัญและงบประมาณ โดยจัดให้ความปลอดภัยมาก่อน ตามด้วยขั้นตอนที่อาจช่วยลดค่าไฟรายเดือน ตัวเลขการประหยัดเป็นค่าประมาณที่ 4.7 บาท/kWh

ทางเลือก ก · ความอุ่นใจ: ความปลอดภัยและการใช้ไฟที่สมดุล (แนะนำให้ทำก่อน)

ก้าวแรกที่ย่างที่สุด เราขอแนะนำให้ช่างไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน กฟผ. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมดโดยรวม ได้แก่ การต่อที่มิเตอร์ 3 เฟสหลัก ตู้ไฟและเบรกเกอร์ในบ้านหลังที่ 1, 2 และ 3 รากเดินสายและท่อร้อยสายของสายเมน และจุดต่อบนเส้นทางจ่ายไฟของเครื่องจักร พร้อมบันทึกผลการทดสอบสั้น ๆ (ความต้านทานฉนวน การระบุเฟส การทดสอบ RCD และการสแกนความร้อนขณะเครื่องจักรทำงาน) เพื่อความมั่นใจด้านความปลอดภัยและการใช้ไฟที่สมดุลทั้ง 3 เฟส โซลาร์ เอสส์ ยินดีร่วมตรวจและปรับตั้งค่าระบบโซลาร์ให้เหมาะสมหลังการตรวจ

ข้อเสนอ	ประโยชน์
ตรวจสอบโดยรวมโดยช่างไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน กฟผ. พร้อมบันทึกผลการทดสอบ	มั่นใจด้านความปลอดภัย และเห็นภาพการใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 เฟสชัดเจน
ตรวจสอบรางเดินสายและท่อร้อยสายของสายเมน เพิ่มพื้นที่ให้สาย และแยกสาย CT ออกจากสายกำลัง	สายเย็นลง ค่า CT นิ่งขึ้น
ตรวจว่าจุดต่อที่แก้ไขเมื่อเดือนกันยายนยังแน่นและไม่ร้อนขณะเครื่องจักรทำงาน	ป้องกันจุดต่อร้อนซ้ำ
บ้านหลังที่ 3: ขอภาพถ่ายการต่อที่แก้ไขแล้วจากช่างไฟฟ้าในพื้นที่ หรือเชิญโซลาร์ เอสส์ เข้าตรวจ	ยืนยันว่าการต่อเชื่อมถูกแก้ไขแล้ว
กระจายโหลด 1 เฟสให้สมดุลขึ้น ประมาณ 2 kW ต่อเฟส (ช่างไฟฟ้าของโรงงานทราบเรื่องความไม่สมดุลแล้ว)	ลดภาระบน L1 และสายนิวทรัล

ทางเลือก ข · ใช้ไฟแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้อยู่แล้วให้มากขึ้น (ไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์)

ข้อเสนอ	พลังงานที่อาจได้เพิ่ม / เดือน	ค่าไฟที่อาจประหยัด / เดือน
ให้ผู้จำหน่ายของเราตรวจการเชื่อมต่อมิเตอร์/CT เพื่อให้การจำกัดการส่งออกปลดเร็วขึ้นหลังเครื่องจักรเริ่มทำงาน	40–85 kWh	≈ 190–400 บาท
ปรับเวลาทำการและเวลาทำงานให้ตรงกับช่วงที่มีแดด เช่น 07:30–16:30 แทนประมาณ 09:30–21:00 เพื่อให้โหลดช่วงเย็นได้ใช้ไฟขณะที่แผงกำลังผลิต	สูงสุด ~500 kWh	สูงสุด ≈ 2,400 บาท
หากงานเอื้ออำนวย เดินเครื่องจักรช่วง 09:00–15:00 แทนหลัง 17:30		เพิ่มจากตัวเลขข้างต้น
ในวันที่ไม่มีเครื่องจักร ย้ายโหลดที่ยืดหยุ่นได้ (ทำน้ำร้อน ทำความเย็น ชาร์จไฟ อุณหภูมิปลว่งหน้า) มาช่วง 09:00–15:00 ด้วยตัวตั้งเวลา	สูงสุด ~425 kWh	สูงสุด ≈ 2,000 บาท

ทางเลือก ค · เก็บไฟส่วนเกินช่วงกลางวัน (หากเจ้าของต้องการลงทุน)

ข้อเสนอ	พลังงานที่อาจได้เพิ่ม / เดือน	ค่าไฟที่อาจประหยัด / เดือน
แบตเตอรี่ 15–20 kWh ต่อกับไฮบริดอินเวอร์เตอร์เดิม ควรพิจารณาหลังทางเลือก ก และ ข โดยยังคงจำกัดการส่งออก	~270–330 kWh	≈ 1,300–1,550 บาท

ทางเลือก ข และ ค ใช้ไฟส่วนเกินช่วงกลางวันส่วนเดียวกัน ตัวเลขการประหยัดจึงซ้อนทับกัน ไม่สามารถนำมารวมกันได้ เมื่อทำร่วมกันอาจนำไฟที่ถูกจำกัดประมาณ 850 kWh (≈ 4,000 บาท) ต่อเดือนกลับมาใช้ได้เป็นส่วนใหญ่

แหล่งข้อมูล: ข้อมูลรายวันจาก SolisCloud 27 มิ.ย. – 21 ต.ค. 2569 และข้อมูลรายเฟสของอินเวอร์เตอร์ทุก 5 นาที 25 ก.ย. – 21 ต.ค. 2569 ภาพถ่ายหน้างาน 1 ก.ย. 2569 และบันทึกหน้างานของโซลาร์ เอสส์ "ค่าที่ควรได้" คัดจากประมาณ 3.5 ชั่วโมงแดดต่อวันสำหรับเชียงราย วันที่ของแต่ละช่วงเป็นไปตามประวัติหน้างาน ค่ามิเตอร์ผิดปกติวันที่ 17–18 ก.ย. อยู่ช่วงท้ายของช่วงที่ 1 วิเคราะห์โดยบริษัท โซลาร์ เอสส์ จำกัด ภาคผนวก ก (หน้าถัดไป): รายงานวิจัย จุดต่อไฟฟ้าร้อนเกิน: ไฟไหม้ อันตรายต่อชีวิต และต้นทุนของความร้อน โซลาร์ เอสส์ 3 ตุลาคม 2569 ครอบคลุมความผิดพลาดของจุดต่อในช่วงที่ 2

จุดต่อไฟฟ้าร้อนเกิน: ไฟไหม้ อันตรายต่อชีวิต และต้นทุนของความร้อน

รายงานวิจัยเกี่ยวกับจุดต่อในตู้ไฟฟ้าที่ถ่ายภาพไว้ที่ไซต์จังหวัดเชียงราย พร้อมหลักฐาน กรณีศึกษา การเปรียบเทียบก่อนและหลังซ่อม และแนวปฏิบัติที่แนะนำ

สถานที่: จังหวัดเชียงราย · วันที่ถ่ายภาพ: 1 กันยายน 2569 · ข้อมูล monitoring: 28 กันยายน ถึง 3 ตุลาคม 2569

สิ่งที่พบ

ข้อเดียวของ RCBO มีสายมากกว่าหนึ่งเส้น รวมถึงสายที่บิดรวมกัน จุดต่อร้อนเกินจนฉนวนละลายและทองแดงเป็นสนิมเขียว ตู้ทั้งสองก็ทำแบบเดียวกัน

อันตราย

จุดต่อที่ร้อนเป็นแหล่งจุดไฟที่ breaker ตรวจไม่พบ และทำให้ฉนวนของสายที่มีไฟหลุดออก จึงเป็นอันตรายต่อคนทั้งจากไฟดูด ครั่น และไฟไหม้

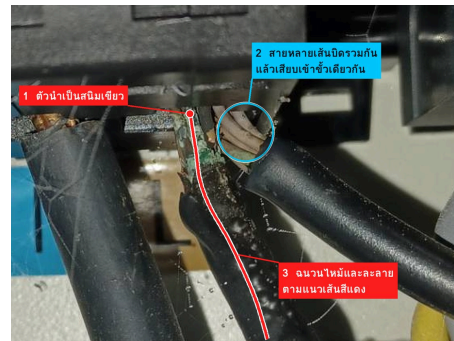
ต้นทุนและการควบคุม

ความร้อนที่จุดต่อคือพลังงานที่จ่ายเงินซื้อแต่ไม่ได้งาน และเป็นสัญญาณแรกของความสูญเสียและความเสียหายที่ใหญ่กว่า จุดต่อต้องทำให้ถูกต้อง ทดสอบ และตรวจติดตามขณะมีโหลด

1 สิ่งที่เห็นจากภาพถ่าย



ตู้ไฟ วงสีแดงคือหัวไฟเข้าของ RCBO วงสีเหลืองคือสายที่มีรอยไหม้ด้านล่าง



ภาพขยายที่ชี้ ตัวเลขตรงกับรายการด้านล่าง

1 ตัวนำเป็นสนิมเขียว

คราบสีเขียวบนทองแดงตรงจุดที่เข้าหัว เป็นสัญญาณของความร้อน ความชื้น และกรดจากฉนวน PVC ที่ร้อนเกิน

2 สายหลายเส้นในช่องเดียว

สายแยกหลายเส้นถูกบิดรวมเป็นมัดแล้วเสียบเข้าช่องสายเมน สกรูไม่สามารถกดสายทุกเส้นได้สม่ำเสมอ

3 ฉนวนไหม้และละลาย

รอยเสียหายลามจากหัวลงตามสาย แสดงว่าความร้อนเริ่มจากจุดต่อ



พบวิธีทำแบบเดียวกันที่ตู้อีกใบ

อีกตู้หนึ่ง (ดูจากเบรกเกอร์ที่ต่างกัน) มีสายสองเส้นต่อรวมกันได้เทปพันสายแล้วเข้าหัว RCBO หัวเดียว ยังไม่เห็นรอยไหม้ ลักษณะนี้เป็นนิสัยการทำงาน ไม่ใช่ความผิดปกติครั้งเดียว จึงควรเปิดตรวจทุกตู้ที่ช่างชุดเดียวกันติดตั้ง ข้อบกพร่องอื่นที่บันทึกไว้ที่หน้างานนี้ งานถูกส่งมอบโดยไม่มีการทดสอบความต้านทานฉนวน ไม่มีการสแกนความร้อน และต่อเฟสผิด ข้อเหล่านี้ไม่เห็นในภาพถ่ายเป็นข้อมูลที่ Solar ESS บันทึกไว้ที่หน้างาน



บริษัท โซลาร์ เอสส์ จำกัด

Solar Energy for Sustainable Solution

www.solaress.org

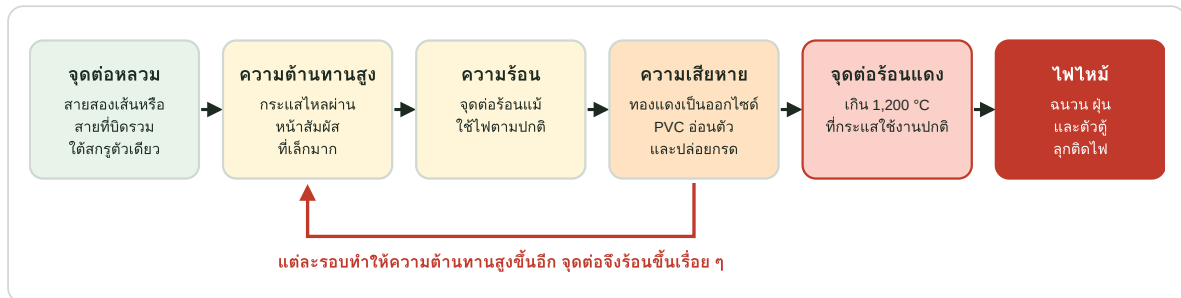
รายงานวิจัย · จุดต่อร้อนเกิน: ไฟไหม้ ความปลอดภัยต่อชีวิต และค่าพลังงาน

3 ตุลาคม 2569

www.โซลาร์เอสส์.com

www.solar-ess.org

2 กลไก: ขั้วที่หลวมกลายเป็นไฟไหม้ได้อย่างไร



ทำไมสายหลายเส้นได้สกรูตัวเดียวจึงหลวม

สกรูกดได้เฉพาะเส้นลวดด้านนอก เส้นด้านในหลวม และทุกครั้งทีร้อนแล้วเย็น มัดสายจะคลายตัวมากขึ้น อีกทั้งจุดต่อแบบบิดรวมคือหลายวงจรที่ติงกระแสผ่านจุดเดียว

ทำไมเบรกเกอร์ไม่ตัด

MCB ตัดเมื่อกระแสเกิน ส่วน RCBO ตัดเมื่อมีกระแสรั่วลงดิน จุดต่อที่ร้อนไม่ทำให้เกิดทั้งสองอย่าง ผลทดสอบพบว่าสูญเสียกำลังเพียงราว 5 ถึง 50 W โดยกระแสไหลดยังปกติ อุปกรณ์ป้องกันจึงไม่เห็นความผิดปกติ

ทำไมทองแดงเป็นสีเขียว

PVC ที่ร้อนเกินจะปล่อยไฮโดรเจนคลอไรด์ เมื่อรวมกับความชื้นกลายเป็นกรด ทำให้ทองแดงกลายเป็นเกลือทองแดงสีเขียว คราบน้ำไฟฟ้าได้ไม่ดี ความต้านทานจึงสูงขึ้นอีก

3 หลักฐาน: เรื่องนี้จบด้วยไฟไหม้บ่อยเพียงใด

47%

ของเหตุเพลิงไหม้ 1,745 ครั้งในกรุงเทพฯ ปี 2566–2568 มีสาเหตุจากอุปกรณ์ไฟฟ้า (823 ครั้ง) เฉพาะเตารีดและสายไฟ 269 ครั้ง

กรุงเทพมหานคร, ธ.ค. 2568

69%

ของไฟไหม้บ้านในสหรัฐฯ ที่เกี่ยวกับระบบจ่ายไฟและแสงสว่าง เริ่มจากสายไฟและอุปกรณ์เดินสาย รวมประมาณ 31,960 ครั้ง และเสียชีวิต 400 รายต่อปี

NFPA fact sheet ข้อมูลปี 2010–2014

5 เท่า

คือจำนวนไฟไหม้ตู้ consumer unit ในลอนดอนที่เพิ่มขึ้นภายในห้าปี สาเหตุหลักคือจุดต่อความต้านทานสูงจากการเข้าสายไม่ถูกต้อง

London Fire Brigade (Professional Electrician, 2016)

1,200 °C

ขึ้นไป คืออุณหภูมิของจุดต่อที่ร้อนแดง เกิดได้ที่กระแสเพียง 10 A ส่วนใหญ่ไหม้จนขาด แต่บางจุดทำให้สิ่งรอบข้างติดไฟ

V. Babrauskas, EC&M, 2021

4 กรณีศึกษา

ไฟไหม้ตู้สวิตช์บอร์ดโรงพยาบาล มณฑลชานตง ประเทศจีน (2564)

ไฟเริ่มที่จุดต่อด้วยสลักเกลียวระหว่างบัสบาร์กับขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ สลักเกลียวขนาด 8 มม. ใส่ในรู 12 มม. หน้าสัมผัสจึงรับกระแสได้ราว 40% ของพิกัด จุดต่อร้อนถึงประมาณ 1,040 °C บัสบาร์ทรุดไปแตะอีกเฟส เกิดลัดวงจรและตู้ลุกไหม้ ตรวจพบเร็วจึงไม่มีผู้บาดเจ็บ

Zhang และคณะ, Fire, vol. 8 no. 11, 2025

ไฟไหม้ตู้ consumer unit ในลอนดอน (ทศวรรษ 2010)

หลังหน่วยดับเพลิงพบว่าไฟไหม้ที่เพิ่มขึ้นมากมาจากการเข้าสายไม่ดีในตู้พลาสติก ข้อกำหนดการเดินสายของสหราชอาณาจักรจึงถูกแก้ไข ตั้งแต่ 1 มกราคม 2559 ตู้ consumer unit ในบ้านต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟ (BS 7671 ข้อ 421.1.201) ข้อบกพร่องด้านฝีมือพบบ่อยจนต้องเปลี่ยนตัวผลิตภัณฑ์

Professional Electrician, 11 ก.พ. 2016



กรณีศึกษา (ต่อ)

หลักฐานจากห้องทดลองเรื่อง glowing connection

การทดสอบจุดต่อที่ร้อนเกินวัดความร้อนได้เพียง 5 ถึง 50 W และแรงดันตก 3 ถึง 25 V ที่จุดต่อ ที่กระแสปกติเช่น 10 ถึง 12.5 A แต่อุณหภูมิสูงเกิน 1,200 °C ซึ่งร้อนกว่าจุดหลอมเหลวของทองแดง (1,083 °C) จุดต่อจำนวนมากไหม้ขาดไปเอง บางจุดจุดไฟให้สิ่งที่อยู่รอบข้าง

V. Babrauskas, EC&M, 2021

การศึกษาเชิงนิติวิศวกรรมของจุดต่อที่เสียหาย (2022)

การส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่าบริเวณจุดร้อนมักมีเส้นหรือแอ่ง copper oxide เหลวเป็นตัวนำกระแส บทความรายงานไฟไหม้โรงงานแปรรูปอาหารที่สืบได้ว่ามาจากจุดต่อลักษณะนี้ และจุดต่อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ร้อนเกินแต่ไม่ลามไปติดสิ่งรอบข้าง

T. Korinek, Journal of the National Academy of Forensic Engineers, 39(1), 2022

หน้างานนี้คือความเสียหายแบบเดียวกันในระยะเริ่มต้น

จุดต่อร้อนจนฉนวนละลายและทองแดงเป็นสนิมแล้ว แต่ยังไม่ลุกติดไฟ ไฟไหม้แบบสองกรณีข้างต้นล้วนพัฒนาผ่านระยะนี้

5 การศึกษาเปรียบเทียบ: อันตรายจากไฟไหม้ และอันตรายต่อชีวิต

จุดต่อเดียวกันก่ออันตรายสองแบบ ไฟไหม้ทำลายทรัพย์สินและทำให้การผลิตหยุด ส่วนอันตรายต่อคนเกิดเร็วกว่าและใช้พลังงานน้อยกว่า

	อันตรายจากไฟไหม้	อันตรายต่อชีวิต
เริ่มอย่างไร	จุดต่อกลายเป็นแหล่งความร้อนในตู้ ที่กระแสไหลตกปกติ	ความร้อนทำให้ฉนวนละลาย เหลือทองแดงที่มีไฟเปลือยอยู่ในตู้
สิ่งที่เสี่ยง	ฉนวน PVC ฝุ่น ตู้พลาสติก แล้วลามไปตามทางเดินสายและอาคาร	ผู้ที่เปิดตู้หรือสัมผัสโลหะที่มีไฟรั่ว และทุกคนในอาคารหากเกิดไฟไหม้
ทำไมอุปกรณ์ป้องกันไม่ช่วย	MCB ต้องมีกระแสเกิน RCBO ต้องมีไฟรั่วลงดิน จุดต่อร้อนไม่ทำให้เกิดทั้งสองอย่าง	ความเสียหายอยู่ฝั่งไฟเข้าของ RCBO ซึ่งอยู่ก่อนส่วนตรวจจับ RCBO ตัวนั้นจึงตัดความผิดปกติตรงนั้นไม่ได้
ใช้พลังงานน้อยเพียงใด	5 ถึง 50 W ที่จุดต่อก็เพียงพอให้ร้อนเกิน 1,200 °C	RCD ป้องกันบุคคลกำหนดที่ 30 mA เพราะกระแสที่สูงกว่านี้ผ่านร่างกายอาจทำให้หัวใจหยุดเต้น (IEC 60479)
ผลต่อเนื่อง	ตัวนำที่หย่อนหรือไหม้เป็นถ่านอาจลัดวงจรกับอีกเฟสและทำให้ตู้ติดไฟ (กรณี Shandong)	PVC ที่ไหม้ให้ควันหนาและก๊าซ hydrogen chloride ผู้เสียชีวิตจากไฟไหม้ส่วนใหญ่เกิดจากควัน และมักเกิดตอนกลางคืน
ที่ไซต์นี้แย่งเพราะ	เครื่องจักร 57 kW: ประมาณ 82 ถึง 97 A ต่อเฟส ความร้อนที่จุดต่อจึงสูงขึ้นมากในวันที่เดินเครื่อง	ต่อเฟสผิด: เครื่องจักร 3 เฟสอาจหมุนกลับทาง และไม่ได้ทดสอบฉนวน จึงไม่รู้ว่าความเสียหายที่ซ่อนอยู่
สัญญาณเตือนล่วงหน้า	ร้อนสะสมเป็นสัปดาห์ถึงเป็นเดือน มองเห็นได้ด้วยกล้อง thermal	มักไม่มี สัญญาณแรกอาจเป็นการถูกไฟดูด

จุดต่อนี้อยู่ตรงไหนบนเส้นทางสู่ไฟไหม้

ระยะ 1: หลวม
 ไม่มีการ พบได้จากการตรวจ torque เท่านั้น

ระยะ 2: ฝุ่น
 พบได้ด้วยกล้อง thermal ขณะมีโหลดเท่านั้น

ระยะ 3: เปลี่ยนสี
 ฉนวนละลาย ทองแดงเขียว ไซต์นี้

ระยะ 4: ร้อนแดง
 เกิน 1,200 °C มีกลิ่น ไฟกะพริบ เสียงหึ่ง

ระยะ 5: ไฟไหม้
 ฉนวน ฝุ่น และตู้ติดไฟ

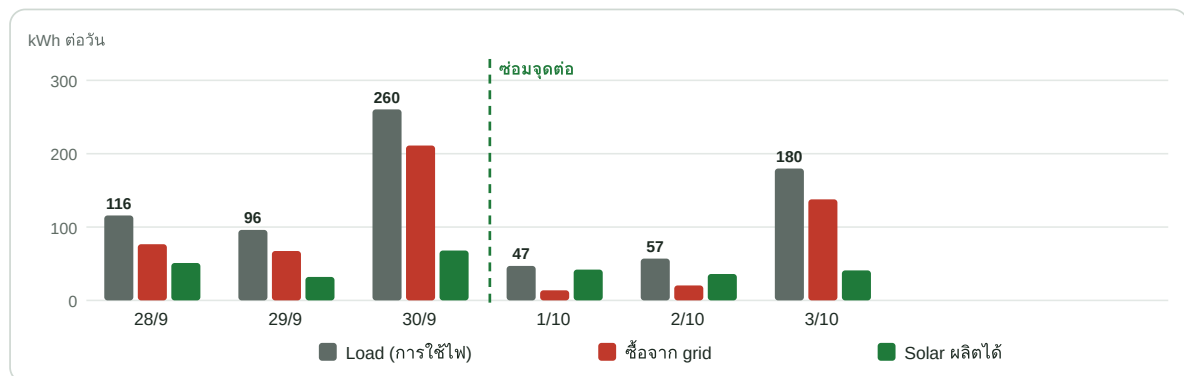


6 เปรียบเทียบ: ก่อนและหลังซ่อมจุดต่อ

สภาพ	ก่อนซ่อม (ตามภาพถ่าย)	หลังซ่อมอย่างถูกต้อง	วิธียืนยัน
หน้าสัมผัส	สายหลายเส้นได้สกรูตัวเดียว จับไม่สม่ำเสมอ	หนึ่งสายต่อหนึ่งขั้ว ใส่ ferrule ช้น torque ตามผู้ผลิต	ตรวจ torque และทดสอบดึงสาย
อุณหภูมิจุดต่อ	ร้อนจน PVC ละลายและทองแดงเป็นสนิม	ต่างจากขั้วข้างเคียงไม่กี่องศา	Thermal scan ขณะเดินเครื่องจักร
ฉนวน	ละลายและไหม้ไปตามสาย	ตัดส่วนที่เสียหายออกหรือเปลี่ยนสาย	Insulation resistance ที่ 500 V DC ไม่น้อยกว่า 1 MΩ
ความเสี่ยงไฟดูด	ทองแดงที่มีไฟเปลือยอยู่ในตู้	ไม่เห็นทองแดงนอกขั้ว	ตรวจด้วยสายตา ปิดฝาครอบ
ความเสี่ยงไฟไหม้	ระยะ 3 จาก 5 และเพิ่มขึ้นทุกรอบการใช้โหลด	กลับสู่ระดับของระบบที่สมบูรณ์	สแกนซ้ำหลังหนึ่งเดือน
พลังงาน	เสียเป็นความร้อนที่จุดต่อ แรงดันตกที่โหลด	ความสูญเสียที่จุดต่อน้อยมาก	วัดแรงดันที่ตู้และที่โหลด ขณะมีโหลด

คอลัมน์ "หลังซ่อม" อธิบายสิ่งที่การซ่อมอย่างถูกต้องทำได้ Solar ESS ไม่มีภาพถ่ายหรือบันทึกการทดสอบของจุดต่อที่ซ่อมแล้วในรายงานนี้ ควรบันทึกการยืนยันตามคอลัมน์สุดท้ายที่หน้างาน

7 พลังงานที่วัดได้ ก่อนและหลังซ่อม



ค่าเฉลี่ยต่อวัน

ต่อวัน	ก่อนซ่อม (28-30 ก.ย. 3 วัน)	หลังซ่อม (1-3 ต.ค. 3 วัน)	เปลี่ยนแปลง
Load (การใช้ไฟ)	157.4 kWh	94.6 kWh	-40%
ซื้อจาก grid	118.4 kWh	57.3 kWh	-52%
ซื้อสุทธิ (net import)	103.8 kWh	52.0 kWh	-50%
Solar ผลิตได้	50.3 kWh	39.6 kWh	-21%
ขายคืน (export)	14.6 kWh	5.3 kWh	-63%
ค่าไฟจาก grid ที่ 4.7 บาท/kWh	556 บาท	269 บาท	-52%



เครื่องจักร 57 kW กับวันที่ใช้ไฟสูง

วันที่	Load	ส่วนเกินจากฐาน 50 kWh	เทียบเท่าชั่วโมงที่ 57 kW
30/9	260.4 kWh	~210 kWh	~3.7 ชม.
3/10	179.8 kWh	~130 kWh	~2.3 ชม.
28/9	115.8 kWh	~66 kWh	~1.2 ชม.
29/9	96.1 kWh	~46 kWh	~0.8 ชม.

สิ่งที่ข้อมูลสนับสนุน

เทียบสามวันก่อนและหลังซ่อม load เฉลี่ยลดจาก 157 เหลือ 95 kWh ต่อวัน และไฟที่ซื้อจาก grid ลดจาก 118 เหลือ 57 kWh ต่อวัน หรือประมาณ 287 บาทต่อวันที่ 4.7 บาท/kWh

สิ่งที่ยังพิสูจน์ไม่ได้

แต่ละช่วงมีวันที่เดินเครื่องหนักหนึ่งวัน (260 kWh วันที่ 30 กันยายน และ 180 kWh วันที่ 3 ตุลาคม) และวันเบาสองวัน สามวันต่อช่วงเป็นตัวอย่างที่น้อย ผลจึงขึ้นกับชั่วโมงเดินเครื่อง

สิ่งที่จะทำให้คำตอบชัด

เทียบวันที่เดินเครื่องจักรจำนวน ชั่วโมงเท่ากันก่อนและหลังซ่อม โดยใช้กราฟรายชั่วโมงและบันทึกการเดินเครื่อง และวัดแรงดันที่โหลดขณะเดินเครื่อง

ชั่วโมงคิดที่ กำลังเต็ม หากเดินไม่เต็มกำลัง เครื่องเดินนานกว่านี้ ฐาน 50 kWh มาจากสองวันที่ใช้ไฟน้อย (1 และ 2 ตุลาคม) วันที่ซ่อม (ระหว่าง 30 กันยายน ถึง 1 ตุลาคม) และขนาดระบบ (ประมาณ 20 kWp ไม่มีแบตเตอรี่) เป็นค่าที่อนุมานจากข้อมูล

8 ความร้อนทำให้ค่าพลังงานสูงขึ้นอย่างไร

จุดต่อที่ร้อนทุกจุด คือไฟฟ้าที่เข้ามาแล้วกลายเป็นความร้อน

ความร้อนที่จุดต่อ = กระแส² × ความต้านทานจุดต่อ มีเตอร์นับเหมือนโวลต์ที่ใช้งานจริงทุกประการ เพราะกระแสยกกำลังสอง เครื่องจักร 57 kW จึงทำให้ความสูญเสียของคุณ: กระแส 9 เท่า ให้ความร้อน 81 เท่า

ความต้านทานจุดต่อ	ความร้อนที่ 10 A	ความร้อนที่ 30 A	ความร้อนที่ 90 A (ขณะเดินเครื่องจักร)
0.005 Ω (หลวมเล็กน้อย)	0.5 W	4.5 W	~40 W
0.01 Ω	1 W	9 W	~80 W
0.05 Ω (เป็นสนิมมาก)	5 W	45 W	~400 W

1. สูญเสียโดยตรง

จุดต่อ 400 W ที่ทำงานวันละ 4 ชั่วโมง 250 วันทำงาน เสียพลังงานประมาณ 400 kWh ต่อปี หรือราว 1,900 บาท สำหรับจุดต่อเดียวในเฟสเดียว ตู้หนึ่งมีจุดต่อหลายสิบจุด

2. ความร้อนเลี้ยงตัวเอง

ความต้านทานของทองแดงเพิ่มประมาณ 0.4% ต่อ °C ตัวนำที่ร้อนขึ้น 50 °C มีความต้านทานเพิ่มราว 20% จึงสูญเสียมากขึ้นและร้อนขึ้นอีก

3. แรงดันตก

แรงดันที่เสียไปที่จุดต่อคือแรงดันที่เครื่องจักรไม่ได้รับ มอเตอร์ดึงกระแสมากขึ้นเมื่อแรงดันต่ำ และ heater ทำงานนานขึ้นเพื่อให้ได้งานเท่าเดิม

4. Peak demand

หากอัตราค่าไฟมี demand charge ต่อ kW ของ peak รายเดือน ความสูญเสียและกระแส inrush จากการดับแล้วสตาร์ทใหม่จะเพิ่ม peak ที่ใช้คิดค่านี้

5. ต้นทุนเมื่อเสียหาย

breaker สาย หรือ busbar ที่ไหม้ หมายถึงค่าอะไหล่ ค่าเรียกช่างฉุกเฉิน และการผลิตที่หยุดระหว่างเครื่องจักรจอด

มองตามสัดส่วน

ที่ไชต์นี้ ค่าไฟส่วนใหญ่มาจากตัวเครื่องจักร ไม่ใช่จุดต่อ (หัวข้อ 7) จุดต่อเพิ่มความสูญเสียส่วนที่เล็กกว่าและหลีกเลี่ยงได้ แต่เป็นส่วนที่ทำให้อาคารไหม้ได้



บริษัท โซลาร์ เอสส์ จำกัด

Solar Energy for Sustainable Solution

www.solaress.org

รายงานวิจัย : จุดต่อร้อนเกิน: ไฟไหม้ ความปลอดภัยต่อชีวิต และค่าพลังงาน

3 ตุลาคม 2569

www.โซลาร์เอสส์.com

www.solar-ess.org

9 แนวปฏิบัติ: ต่อสายอย่างระมัดระวัง แล้วตรวจติดตาม

การต่อสาย

- หนึ่งสายต่อหนึ่งขั้ว เว้นแต่ผู้ผลิตระบุว่าขั้วรับได้มากกว่า (NEC 110.14(A))
- ใส่ ferrule กับสายฝอย ห้ามบิดสายรวมกันหรือพันเทปในตัว
- ชันด้วยไขควง torque ตามค่าของผู้ผลิต แล้วทดสอบดึงสาย
- breaker และสายมีฟักัดเหมาะกับโหลด: ประมาณ 82 ถึง 97 A ต่อเฟสสำหรับเครื่องจักร 57 kW
- ใช้ busbar หรือ terminal block ที่มีฟักัดเพื่อแยกวงจร
- ปิดช่องสายเข้า และปิดฝาครอบ

การทดสอบก่อนส่งมอบ

- Insulation resistance ที่ 500 V DC ไม่น้อยกว่า 1 MΩ และตรวจสอบทุกค่าที่ต่ำในงานติดตั้งใหม่
- ระบุเฟสและลำดับเฟส พร้อมติดป้ายที่ตู้
- ทดสอบการ trip ของ RCD และ RCBO
- Thermal scan ที่โหลดใช้งานจริง เก็บภาพไว้เป็น baseline
- มอบบันทึกผลทดสอบที่ลงนามแล้วให้เจ้าของ

การตรวจติดตามระหว่างใช้งาน

- Thermal scan อย่างน้อยปีละครั้ง และต้องทำขณะเดินเครื่องจักรเสมอ
- ตรวจสอบ torque ขั้วหนึ่งเดือนหลังงานใหม่ทุกครั้ง
- เทียบแต่ละจุดต่อกับจุดข้างเคียงในเฟสอื่น
- ดูข้อมูล monitoring ว่าไฟที่ซื้อเพิ่มขึ้นในวันที่ใช้งานแบบเดียวกันหรือไม่
- หากมีกลิ่น สีเปลี่ยน เสียงหึ่ง หรือไฟกะพริบ ให้ดำเนินการทันที

การอ่านผล thermal scan (เกณฑ์ ANSI/NETA MTS)

อุณหภูมิที่สูงกว่า	เทียบกับ	ความหมายและการดำเนินการ
1 ถึง 3 °C	อุปกรณ์แบบเดียวกัน โหลดเท่ากัน	อาจบ่งชี้: ตรวจสอบ
4 ถึง 15 °C	อุปกรณ์แบบเดียวกัน โหลดเท่ากัน	น่าจะบ่งชี้: ช่อมเมื่อมีโอกาส
เกิน 15 °C	อุปกรณ์แบบเดียวกัน โหลดเท่ากัน	บ่งชี้ร้ายแรง: ช่อมทันที
เกิน 40 °C	อุณหภูมิอากาศโดยรอบ	บ่งชี้ร้ายแรง: ช่อมทันที

10 สรุป

- ✓ จุดต่อคือไฟไหม้ที่กำลังก่อตัว: ฉนวนละลายและทองแดงเป็นสนิมแสดงว่าอยู่ระยะ 3 จาก 5 กรณีที่ดีพิมพ์ผ่านระยะนี้ก่อนเกิดไฟไหม้
- ✓ เป็นอันตรายต่อคนเช่นเดียวกับทรัพย์สิน: ทองแดงที่มีไฟเปลือยอยู่ก่อนถึง RCBO และจะตามมาด้วยควันและไฟ
- ✓ ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันใดหยุดได้: มีเพียงการตรวจ การทดสอบ และ thermal scan เท่านั้นที่พบจุดต่อร้อน
- ✓ การซ่อมกำจัดอันตรายได้: หากยืนยันด้วย torque, insulation resistance และ thermal scan ขณะเดินเครื่องจักร
- ✓ การประหยัดที่วัดได้ยังไม่ถือว่าพิสูจน์แล้ว: ไฟที่ซื้อเฉลี่ยลดลงครึ่งหนึ่งหลังซ่อม แต่เครื่องจักร 57 kW อธิบายความเปลี่ยนแปลงรายวันได้เกือบทั้งหมด
- ✓ ความร้อนคือต้นทุนเสมอ: เป็นพลังงานที่จ่ายเงินแล้วสูญเปล่า เพิ่มตามกำลังสองของกระแส และจบด้วยความเสียหายหากปล่อยไว้
- ✓ ทุกจุดต่อต้องทำอย่างระมัดระวังและตรวจติดตาม: หนึ่งสายต่อหนึ่งขั้ว torque ถูกต้อง ทดสอบก่อนส่งมอบ และ thermal scan ทุกปีขณะมีโหลด



11 ขั้นตอนต่อไปที่แนะนำสำหรับไซต์นี้

- ☒ ตรวจสอบ RCBO: เปลี่ยน RCBO หากข้อผิดพลาดหรือเปลี่ยนสี เป็นหลุม หรือละลาย
- ☒ ขั้วละหนึ่งตัวนำ: เว้นแต่ผู้ผลิตระบุว่าขั้วรองรับได้มากกว่า
- ☒ แยกวงจรให้ถูกต้อง: ใช้บัสบาร์ เทอร์มินอลบล็อกที่มีพิกัดเหมาะสม หรือเบรกเกอร์แยกสำหรับแต่ละวงจร
- ☒ ใส่ ferrule กับสายผอย และขันตามค่าทอร์กของผู้ผลิต: แล้วทดสอบดึงสายทุกเส้น
- ☒ ทดสอบฉนวน: วัดค่าความต้านทานฉนวนของทุกวงจรก่อนจ่ายไฟ และบันทึกค่าไว้
- ☒ แก้ไขการต่อเฟส: ตรวจสอบว่าแต่ละวงจรตรงกับเฟสและลำดับเฟสถูกต้อง แล้วติดป้ายที่ตู้
- ☒ เปิดตรวจทุกตู้ที่ข้างชุดเดียวกันติดตั้ง: ตู้ที่สองแสดงวิธีทำงานแบบเดียวกัน
- ☒ สแกนขณะเดินเครื่องจักร: บันทึกอุณหภูมิทุกจุดก่อนเส้นทางจ่ายไฟไปยังเครื่องจักร 57 kW
- ☒ จัดบันทึกการเดินเครื่อง: ชั่วโมงเดินเครื่องรายวัน เพื่อเทียบพลังงานในวันที่ใช้งานแบบเดียวกัน

ข้อจำกัดของรายงานนี้

สิ่งที่พบเกี่ยวกับจุดต่ออ่านจากภาพถ่ายลงวันที่ 1 กันยายน 2569 ส่วนการไม่ได้ทดสอบและการต่อเฟสผิดเป็นไปตามที่ Solar ESS บันทึกที่หน้างาน ไม่มีภาพถ่าย ภาพ thermal หรือผลทดสอบของจุดต่อที่ซ่อมแล้ว สภาพ "หลังซ่อม" จึงเป็นสิ่งที่การซ่อมอย่างถูกต้องทำได้ ไม่ใช่ผลที่ตรวจยืนยันแล้ว ตัวเลขพลังงานมาจากยอดรวมรายวันของ monitoring หกวัน สามวันก่อนและสามวันหลังซ่อม วันที่ซ่อม ขนาดระบบ และชั่วโมงเดินเครื่องเป็นค่าที่อนุมาน ค่าความต้านทานจุดต่อและความร้อนเป็นตัวอย่างการคำนวณจาก $P = I^2R$ ไม่ใช่ค่าที่วัดได้ เรือง demand charge ใช้ได้เฉพาะเมื่ออัตราค่าไฟของไซต์มีค่านี มาตรฐานอ้างอิงผ่านแหล่งข้อมูลวิทยุที่มีระบุไว้ ควรตรวจสอบฉบับปัจจุบันก่อนนำไปอ้างในสัญญาหรือการเรียกร้อง

เอกสารอ้างอิง

1. Bangkok Metropolitan Administration fire statistics 2023–2025, reported by Matchon, 21 Dec 2025. · 2. NFPA Research, Electrical Fires Fact Sheet (2010–2014 data). · 3. London Fire Brigade findings and BS 7671:2008+A3:2015 regulation 421.1.201, reported by Professional Electrician, 11 Feb 2016. · 4. V. Babrauskas, "Fires Caused by Poor Connections", EC&M, 8 Dec 2021. · 5. Zhang et al., "Case Study on Investigation of Electrical Cabinet Fire Caused by Poor Electrical Contact", Fire 8(11):412, 2025. · 6. C. R. Miller, "General Installation Requirements, Part VI" (NEC 110.14(A)), Electrical Contractor, 15 Jul 2015. · 7. T. Korinek, "FE Investigation and Analysis of Poor Electrical Connections and Related Fire Investigation Case Studies", Journal of the National Academy of Forensic Engineers 39(1), 2022. · 8. ANSI/NETA MTS, Standard for Maintenance Testing Specifications, thermographic survey criteria (Table 100.18); see also Infraspection Institute, "Setting Temperature Limits". · 9. NFPA 70B:2023, Standard for Electrical Equipment Maintenance, section 7.4, as summarised by FLIR. · 10. BS 7671 Table 61 / IEC 60364-6 (insulation resistance, 500 V DC, minimum 1 MΩ), as summarised by Voltimum. · 11. IEC 60479-1, Effects of current on human beings and livestock.