บทสรุปผู้บริหาร
(Executive Summary)

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการสุขภาพในโรงพยาบาล เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ”เป็นการวิจัย เชิงปรับปรุงพัฒนาโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อปรับปรุงพัฒนาระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล ซึ่งมีการศึกษา และพัฒนาปรับปรุงระบบ แบ่งเป็น 5 ปีงบประมาณ คือ

ปีงบประมาณ 2552 เป็นการศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า จำนวน 22 โรงพยาบาล โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานทางระบบไฟฟ้า เก็บข้อมูลภาระโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 22 โรงพยาบาล พบว่า โรงพยาบาลชุมชนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขนาด 100 kW เป็นส่วนใหญ่ ส่วนใหญ่ยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ Beam AC Generator อุปกรณ์ป้องกันของอุปกรณ์สับโยกอัตโนมัติ (ATS: Automatic Transfer Switch) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยมากสูงกว่าขนาด ATS คือ 400 A อุปกรณ์สับจ่ายไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติส่วนใหญ่ใช้งานได้ ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าจำนวน 11 เครื่อง และยังไม่มี อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า จำนวน 13 เครื่อง ค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกีบขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองประมาณ 50 – 70 % ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประมาณ 450 – 750 หน่วย/วัน

ปีงบประมาณ 2553 เป็นการศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า จำนวน 22 โรงพยาบาล จากข้อมูลผลการศึกษาพบว่ามีจำนวน ประมาณ 18 % หรือ 1 ใน 5 ที่ภาระโหลดสูงเกินขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ซึ่ง มีถึง 9 โรงพยาบาลที่ เป็นโรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30 เตียง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ของโรงพยาบาลยังเป็นการใช้งานระบบไฟฟ้าสำรองเชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าและจ่ายโหล ดทั้งหมดของโรงพยาบาล และจากข้อมูลสำรวจภาระโหลดของระบบสำรองไฟฟ้า พบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ค่าสูงสุดคิดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 81 – 100 % ซึ่งอาจจะมีการเพิ่มภาระโหลดที่สูงจนเท่ากับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ จำนวน 5 โรงพยาบาล คิดเป็น 10 % โดยเป็นโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง 3 แห่ง และโรงพยาบาลขนาด 60 เตียง 2 แห่ง และช่วงเปอร์เซ็นต์ค่าสูงสุดคิดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 0 – 40 % ซึ่งเป็นช่วงที่ภาระโหลดต่ำ จำนวน 9 เครื่อง เป็นโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง 2 แห่ง และโรงพยาบาลขนาด 60 เตียง 1 แห่ง โรงพยาบาล ขนาด 90 เตียง 2 แห่ง และโรงพยาบาลประจำจังหวัด จำนวน 4 เครื่อง

ปีงบประมาณ 2554 เป็นการศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า จำนวน 22 โรงพยาบาล จากข้อมูลผลการศึกษาพบว่ามีจำนวน ประมาณ 18 % หรือ 1 ใน 5 ที่ภาระโหลดสูงเกินขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง โดยส่วนใหญ่ของโรงพยาบาลยังเป็นการใช้งานระบบไฟฟ้าสำรองเชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าและจ่ายโหลดทั้งหมดของโรงพยาบาล และจากข้อมูลสำรวจภาระโหลดของระบบสำรองไฟฟ้า พบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ค่าสูงสุดคิดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 81 – 100 % ซึ่งอาจจะมีการเพิ่มภาระโหลดที่สูงจนเท่ากับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ จำนวน 15 เครื่อง คิดเป็น 20 % และช่วงเปอร์เซ็นต์ค่าสูงสุดคิดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 0 – 40 % ซึ่งเป็นช่วงที่ภาระโหลดต่ำ จำนวน 12

เครื่อง ดังนั้น ช่วงของภาระโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงที่อาจจะไม่สามารถจ่ายโหลดได้ประมาณ 38% ซึ่งอยู่ประมาณ 1 ใน 3 ของทั้งหมด

ปีงบประมาณ 2555 เป็นการศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า จำนวน 22 โรงพยาบาล จากการสำรวจ ระบบไฟฟ้า เก็บข้อมูลภาระโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองในโรงพยาบาล รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทางไฟฟ้า 4 ปี ทั้งสิ้น จำนวน 88 โรงพยาบาล เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 121 เครื่อง พบว่า ข้อมูลภาระโหลดสูงสุดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วง ดังนี้ ไม่ได้ใช้งาน มี 9 เครื่อง คิดเป็น 7.44 % ,ช่วง 0 – 20% มี 4 เครื่อง คิดเป็น 3.31 % ,ช่วง 21 – 40% มี 19 เครื่อง คิดเป็น 15.70 % ,ช่วง 41 – 60% มี 23 เครื่อง คิดเป็น 19.01 % ,ช่วง 61 – 80% มี 24 เครื่อง คิดเป็น 19.83 % ,ช่วง 81 – 100% มี 17 เครื่อง คิดเป็น 14.05 % และ ช่วง สูงกว่า 100 % มี 25 เครื่อง คิดเป็น 20.66 % ของทั้งหมด

ปีงบประมาณ 2556 จากการสำรวจ ระบบไฟฟ้า เก็บข้อมูลภาระโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองในโรงพยาบาล รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทางไฟฟ้า 5 ปี ทั้งสิ้น จำนวน 117 โรงพยาบาล เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 162 เครื่อง เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 kW จำนวน 108 เครื่อง คิดเป็น 66.67% ค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 83 เครื่อง คิดเป็น 51.23% อุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ (ATS) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งานได้ จำนวน 156 เครื่อง คิดเป็น 96.30% มีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 66 เครื่อง คิดเป็น 40.74% มีแผนงาน ระบบซ่อมบำรุง/บำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 135 เครื่อง คิดเป็น 83.33% ข้อมูลภาระโหลดสูงสุดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วง ดังนี้ ไม่ได้ใช้งาน มี 11 เครื่อง คิดเป็น 6.79 % ,ช่วง 0 – 20% มี 6 เครื่อง คิดเป็น 3.70 % ,ช่วง 21 – 40% มี 23 เครื่อง คิดเป็น 14.20 % ,ช่วง 41 – 60% มี 32 เครื่อง คิดเป็น 19.75 % ,ช่วง 61 – 80% มี 30 เครื่อง คิดเป็น 18.52 % ,ช่วง 81 – 100% มี 26 เครื่อง คิดเป็น 16.05 % และ ช่วง สูงกว่า 100 % มี 34 เครื่อง คิดเป็น 20.99 % ของทั้งหมด

จากข้อมูลผลการศึกษาพบว่ามีจำนวน ประมาณ 37 % หรือ 1 ใน 3 ที่ภาระโหลดสูงเกินตั้งแต่ 80% ของขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง(ทำให้เกิดปัญหาในการจ่ายโหลด) และมีถึง 35 โรงพยาบาล ที่เป็นโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง ซึ่งทั้งหมดเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก(ประมาณ 100 kW) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ของโรงพยาบาลยังเป็นการใช้งานระบบไฟฟ้าสำรองเชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าและจ่ายโหลดทั้งหมดของโรงพยาบาล และหากรวมกับข้อมูลที่ภาระโหลดเกิน ดังนั้นเพื่อให้ระบบสำรองไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลดได้เหมาะสม จำเป็นต้องมีการแยกโหลดที่ไม่สำคัญ เช่น โหลดระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงาน โหลดของอาคารสนับสนุน อาจรวมทั้ง โหลดของอาคารบ้านพัก เป็นต้น ออกจากระบบสำรองไฟฟ้า

การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง พบว่าโรงพยาบาลได้จัดเจ้าหน้าที่สำหรับควบคุม ดูแลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง พร้อมทั้งจัดทำแผนงานการตรวจเช็คเครื่อง และรายละเอียดประกอบเครื่อง หรือแผนงานการตรวจเช็คเบื้องต้น แต่สำหรับการบำรุงรักษารายเดือน รายปี ที่จำต้องมีสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล ซึ่งโรงพยาบาลบางส่วนยังขาดการบำรุงรักษารายปี ซึ่งจะต้องดำเนินการในส่วนนี้เป็นประจำทุกๆปี

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการสุขภาพในโรงพยาบาล เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน”เป็นการวิจัย เชิงปรับปรุงพัฒนาโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อปรับปรุงพัฒนาระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล ซึ่งมีการศึกษา และพัฒนาปรับปรุงระบบไฟฟ้าสำรอง จำนวนระยะเวลาทั้งสิ้น 5 ปีงบประมาณ ทั้งสิ้น จำนวน 117 โรงพยาบาล เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 162 เครื่อง เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 kW จำนวน 108 เครื่อง คิดเป็น 66.67% ค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 83 เครื่อง คิดเป็น 51.23% อุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ (ATS) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งานได้ จำนวน 156 เครื่อง คิดเป็น 96.30% มีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 66 เครื่อง คิดเป็น 40.74% มีแผนงาน ระบบซ่อมบำรุง/บำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 135 เครื่อง คิดเป็น 83.33% ข้อมูลภาระโหลดสูงสุดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วง ดังนี้ ไม่ได้ใช้งาน มี 11 เครื่อง คิดเป็น 6.79 % ,ช่วง 0 – 20% มี 6 เครื่อง คิดเป็น 3.70 % ,ช่วง 21 – 40% มี 23 เครื่อง คิดเป็น 14.20 % ,ช่วง 41 – 60% มี 32 เครื่อง คิดเป็น 19.75 % ,ช่วง 61 – 80% มี 30 เครื่อง คิดเป็น 18.52 % ,ช่วง 81 – 100% มี 26 เครื่อง คิดเป็น 16.05 % และ ช่วง สูงกว่า 100 % มี 34 เครื่อง คิดเป็น 20.99 % ของทั้งหมด

จากข้อมูลผลการศึกษาพบว่ามีจำนวน ประมาณ 37 % หรือ 1 ใน 3 ที่ภาระโหลดสูงเกินตั้งแต่ 80% ของขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง(ทำให้เกิดปัญหาในการจ่ายโหลด) และมีถึง 35 โรงพยาบาล ที่เป็นโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง ซึ่งทั้งหมดเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก(ประมาณ 100 kW) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ของโรงพยาบาลยังเป็นการใช้งานระบบไฟฟ้าสำรองเชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าและจ่ายโหลดทั้งหมดของโรงพยาบาล และหากรวมกับข้อมูลที่ภาระโหลดเกิน ดังนั้นเพื่อให้ระบบสำรองไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลดได้เหมาะสม จำเป็นต้องมีการแยกโหลดที่ไม่สำคัญ เช่น โหลดระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงาน โหลดของอาคารสนับสนุน อาจรวมทั้ง โหลดของอาคารบ้านพัก เป็นต้น ออกจากระบบสำรองไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นและสามารถดำเนินการให้สำเร็จได้โดยได้รับการสนับสนุนในด้านเงินทุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ จึงขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณโรงพยาบาลในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 117 แห่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 2 (ขอนแก่น) กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของคณะผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือเครื่องใช้ รวมทั้งบุคลากรในการดำเนินการเก็บข้อมูลงานวิจัย ขอขอบคุณ ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 3 (นครสวรรค์) ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 4 (นครราชสีมา) ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 5 (อุบลราชธานี) ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 6 (เชียงใหม่) และกองวิศวกรรมการแพทย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวัดวิเคราะห์ พร้อมทั้งสนับสนุนเจ้าหน้าที่ร่วมโครงการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 2 (ขอนแก่น) คณะผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมการแพทย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมช่วยให้โครงการวิจัยสามารถประสบผลสำเร็จ แล้วเสร็จตามกำหนดระยะเวลาการดำเนินงานทั้งสิ้น 5 ปี

นายคงจักร์ บุญทัน
วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ
หัวหน้าโครงการวิจัย
กันยายน 2556

คำนำ

ปัจจุบันโรงพยาบาลมีการปรับปรุงงานด้านการให้บริการทางการแพทย์ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้รับบริการคือผู้ป่วยและกลุ่มประชากรที่รับบริการทางการแพทย์อื่น และความต้องการเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ นี้ส่งผลให้ภาระการใช้งานอุปกรณ์วินิจฉัยทางการแพทย์ อาคารให้บริการและสำนักงาน รวมทั้งเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนประกอบอื่นๆมีมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการใช้งานกำลังไฟฟ้าของหน่วยงานโรงพยาบาลย่อมมีกำลังที่สูงขึ้นตาม ในขณะที่ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองยังมีขนาดกำลังจ่ายเท่าเดิม ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานและความไม่มีเสถียรภาพในการใช้กำลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล ซึ่งส่งผลกระทบต่อเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าในโรงพยาบาล โดยเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟที่มีความเที่ยงตรง แม่นยำสูงและต่อเนื่องเป็นผลให้การให้บริการต่างๆ เกิดปัญหาและไม่ต่อเนื่องเกิดขึ้นได้

การศึกษาและพัฒนาเสถียรภาพระบบสำรองกำลังไฟฟ้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการทั้งนี้การศึกษาวิจัยดังกล่าวยัง เป็นการตรวจสอบเพื่อใช้ในการวางแผนสำหรับปรับปรุงระบบสำรองไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพการเพิ่มขึ้นของโหลดทางใช้งานในโรงพยาบาล(ในกรณี ที่ตรวจสอบพบว่าเสถียรภาพระบบสำรองไฟฟ้าในโรงพยาบาลอยู่ในเกณฑ์ปกติ) แต่หากในกรณี ที่ตรวจสอบพบว่าเสถียรภาพระบบสำรองไฟฟ้าในโรงพยาบาลจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข แล้วโครงการวิจัยดังกล่าว จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการสุขภาพ

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
คำนำ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของโครงการ	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	3
1.5 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	5
2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	13
2.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 เตรียมการสำหรับงานวิจัย	16
3.2 สำรวจ เก็บข้อมูลทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องสำหรับโครงการวิจัย	17
3.3 รวบรวมข้อมูล สรุปผล โครงการวิจัย และจัดทำเอกสารทางวิชาการ	18
3.4 รวบรวมข้อมูล สรุปผล โครงการวิจัย และจัดทำเอกสารทางวิชาการ	21
บทที่ 4 ผลการเก็บข้อมูลงานวิจัย	
4.1 ผลการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ปีที่ 1 (ปีงบประมาณ 2552)	22
4.2 ผลการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ปีที่ 2 (ปีงบประมาณ 2553)	30
4.3 ผลการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ปีที่ 3 (ปีงบประมาณ 2554)	39
4.4 ผลการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ปีที่ 4 (ปีงบประมาณ 2555)	48
4.5 ผลการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ปีที่ 5 (ปีงบประมาณ 2556)	57

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป อภิปรายผลการวิจัย 66

5.2 งานด้านเทคนิควิศวกรรมสำหรับปรับปรุง เพิ่มเติม แก้ไข เพื่อส่งเสริม พัฒนาสำรองไฟฟ้า 78

5.3 ผลการ ปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง 85

บรรณานุกรม **90**

ภาคผนวก **91**

ภาคผนวก ก เอกสารราชการประกอบงานวิจัย 92

ภาคผนวก ข เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลการวิจัย 98

ภาคผนวก ค ประมวลภาพการวิจัย 109

ภาคผนวก ง ประมวลภาพการประชุมถ่ายทอดองค์ความรู้ 113

ภาคผนวก จ ข้อมูลคณะผู้วิจัย 119

ภาคผนวก ฉ การเผยแพร่ ตีพิมพ์เอกสารวิชาการ 125

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 โรงพยาบาลที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2552 13
3.2 โรงพยาบาลที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2553 14
3.3 โรงพยาบาลที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2554 15
3.4 โรงพยาบาลที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 16
3.5 โรงพยาบาลที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2556 16
5.1 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของหน่วยงานที่ร่วมโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2552 - 2556 66
5.2 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วงของขนาดเครื่อง 73
5.3 ข้อมูลผลการตรวจวัดค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการวิจัยปีที่ 1 - 5 74
5.4 ข้อมูลยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการวิจัยปีที่ 1 - 5 74
5.5 ข้อมูลขนาด Main Circuit Breaker ของอุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ ATS โรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการวิจัยปีที่ 1 – 5 75
5.6 ข้อมูลภาระโหลดสูงสุดเทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วง โรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการวิจัยปีที่ 1 - 5 77
5.7 การเบ่งแยกโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงพยาบาลชุมชน 80
5.8 ผลการปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง ปีงบประมาณ 2552 85
5.9 ผลการปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง ปีงบประมาณ 2553 86
5.10 ผลการปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง ปีงบประมาณ 2554 87
5.11 ผลการปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง ปีงบประมาณ 2555 88
5.12 ผลการปรับปรุง พัฒนาเสถียรภาพระบบไฟฟ้าสำรอง ปีงบประมาณ 2556 88

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกลางที่มีใช้กันตามโรงพยาบาลโดยทั่วไป	8
2.2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ถูกออกแบบไว้ในตู้เก็บเสียง เหมาะสำหรับโรงพยาบาลที่มีพื้นที่น้อย	9
2.3	ห้องควบคุมที่มีความสะอาดเรียบร้อย เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	10
2.4	เครื่องวัดความต้านทานดิน (earth tester)	12
3.1	เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Multi-meter)	19
3.2	เครื่องมือวัดและบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า Fluke 434	19
3.3	การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น	20
3.4	การติดตั้งเครื่องวัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า	21
4.1	เปรียบเทียบขนาดโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 1	22
4.2	เปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 1	22
4.3	ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล	23
4.4	ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล	23
4.5	เปรียบเทียบข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล	24
4.6	ข้อมูลเปรียบเทียบ แยกยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	24
4.7	ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	25
4.8	ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	25
4.9	เปรียบเทียบข้อมูลระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	26
4.10	เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงพยาบาล	26
4.11	เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงพยาบาล	27
4.12	เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินในโรงพยาบาล	27
4.13	เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในโรงพยาบาล	28
4.14	เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงพยาบาล	28
4.15	เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุด , สูงสุดในโรงพยาบาล	29
4.16	เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าเทียบเป็น % กับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	29
4.17	เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	30
4.18	เปรียบเทียบขนาดโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 2	30
4.19	เปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 2	31
4.20	ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล	32

สารบัญรูป(ต่อ)

4.20 ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล 32
4.21 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล 32
4.22 เปรียบเทียบข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล 33
4.23 ข้อมูลเปรียบเทียบ แยกยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 33
4.24 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 34
4.25 ข้อมูล อุปกรณ์สับจ่ายระบบไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติ ATS ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 34
4.26 เปรียบเทียบข้อมูลระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 35
4.27 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงพยาบาล 35
4.28 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงพยาบาล 36
4.29 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินในโรงพยาบาล 36
4.30 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในโรงพยาบาล 37
4.31 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงพยาบาล 37
4.32 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุด , สูงสุดในโรงพยาบาล 38
4.33 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าเทียบเป็น % กับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 38
4.34 เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 39
4.35 เปรียบเทียบขนาดโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 3 39
4.36 เปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 3 40
4.37 ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล 41
4.38 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล 41
4.39 เปรียบเทียบข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล 42
4.40 ข้อมูลเปรียบเทียบ แยกยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 42
4.41 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 43
4.42 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 43
4.43 เปรียบเทียบข้อมูลระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 44
4.44 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงพยาบาล 44
4.45 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงพยาบาล 45
4.46 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินในโรงพยาบาล 45
4.47 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในโรงพยาบาล 46
4.48 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงพยาบาล 46
4.49 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุด , สูงสุดในโรงพยาบาล 47

สารบัญรูป(ต่อ)

4.50 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าเทียบเป็น % กับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 47
4.51 เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 48
4.52 เปรียบเทียบขนาดโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 4 48
4.53 เปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 4 49
4.54 ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล 50
4.55 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล 50
4.56 เปรียบเทียบข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล 51
4.57 ข้อมูลเปรียบเทียบ แยกยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 51
4.58 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 52
4.59 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 52
4.60 เปรียบเทียบข้อมูลระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 53
4.61 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงพยาบาล 53
4.62 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงพยาบาล 54
4.63 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินในโรงพยาบาล 54
4.64 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในโรงพยาบาล 55
4.65 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงพยาบาล 55
4.66 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุด , สูงสุดในโรงพยาบาล 56
4.67 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าเทียบเป็น % กับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 56
4.68 เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 57
4.69 เปรียบเทียบขนาดโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 5 57
4.70 เปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าโรงพยาบาล โครงการวิจัย ปีที่ 5 58
4.71 ข้อมูลมิเตอร์วัดค่าหน่วยพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล 58
4.72 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล 59
4.73 เปรียบเทียบข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีในโรงพยาบาล 59
4.74 ข้อมูลเปรียบเทียบ แยกยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 60
4.75 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 60
4.76 ข้อมูลเปรียบเทียบ ขนาดของ Main Circuit Breaker ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 61
4.77 เปรียบเทียบข้อมูลระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 61

สารบัญรูป(ต่อ)

4.78 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงพยาบาล 62
4.79 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงพยาบาล 62
4.80 เปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดินในโรงพยาบาล 63
4.81 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในโรงพยาบาล 63
4.82 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงพยาบาล 64
4.83 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าต่ำสุด , สูงสุดในโรงพยาบาล 64
4.84 เปรียบเทียบข้อมูลกำลังไฟฟ้าเทียบเป็น % กับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 65
4.85 เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ของภาระโหลด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 65
5.1 ข้อมูลขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แยกเป็นช่วงของขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 73
5.2 ข้อมูลผลการตรวจวัดค่าความต้านทานดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน่วยงานที่ร่วม 74
5.3 ข้อมูลขนาด Main Circuit Breaker ของอุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ ATS 76
5.4 ข้อมูลอุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ (ATS) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 76
5.5 ข้อมูลอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 76
5.6 ข้อมูลแผนงาน ระบบซ่อมบำรุง/บำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 77
5.7 เปอร์เซ็นต์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามช่วงค่าสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
เทียบกับขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 77
5.8 การแบ่งแยกโหลดตามแนวคิดแบบที่ 1 81
5.9 การแบ่งแยกโหลดตามแนวคิดแบบที่ 2 82
5.10 การแบ่งแยกโหลดตามแนวคิดแบบที่ 3 83
5.11 สายไฟมีอุณหภูมิสูง ขั้วต่อมีการละลายของเทปพันสาย 84