

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 ศึกษาค่า PUE เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานดาต้าเซ็นเตอร์

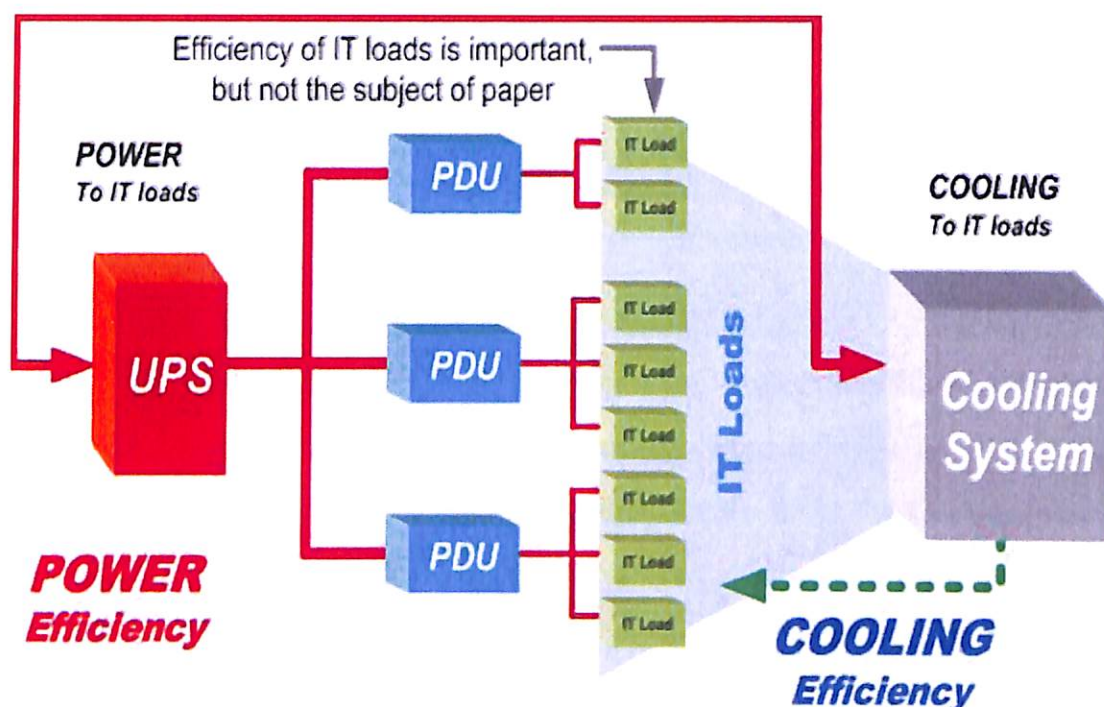
ในสารนิพนธ์นี้ศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากทฤษฎี หลักการ บทความ วารสาร เอกสารวิชาการ งานวิจัย และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับดาต้าเซ็นเตอร์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากนั้นจึงจัดทำเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ศึกษาสภาพปัจจุบันการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์จากข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ศึกษาการออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ การจัดแบ่งห้องต่างๆ มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์สนับสนุนศูนย์คอมพิวเตอร์หรือไม่ ศึกษาถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PUE ในดาต้าเซ็นเตอร์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ซึ่งมีผลกระทบทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ โดยศึกษาค่า PUE ในดาต้าเซ็นเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอย่างเหมาะสม

##### 3.1.1 ระบบงานด้านไอทีของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีดาต้าเซ็นเตอร์ที่สำนักงานใหญ่ และสำนักงานเขตกระจายอยู่ทุกภาคทั่วประเทศรวม 12 แห่ง และในแต่ละภาคมีดาต้าเซ็นเตอร์ขนาดเล็กกระจายอยู่ตามจังหวัดและอำเภอรวมทั่วประเทศ 350 แห่ง โดยมีระบบงานด้านไอทีที่จะประมวลผลสองประเภท ได้แก่ ระบบงานภายในองค์กร และระบบงานภายนอกองค์กร ซึ่งทำให้เกิดโหลดการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์โดยระบบงานสารสนเทศจะมีการประมวลผลแบบรวมศูนย์ (Centralized Computing) ทำให้เกิดภาระของโหลดด้านไอทีที่ดาต้าเซ็นเตอร์ที่ส่วนกลาง และที่การไฟฟ้าเขต ในการศึกษาวิเคราะห์หาค่า PUE ของดาต้าเซ็นเตอร์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ จึงเลือกดาต้าเซ็นเตอร์ที่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี เป็นกรณีศึกษาเนื่องจากมีปริมาณการใช้งานที่เกิดจากการประมวลผลแบบรวมศูนย์ (Centralized Computing) เช่นเดียวกับ กพภ. ที่ส่วนกลาง โดย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี ให้บริการแก่สำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในสังกัด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี จำนวน 6 จังหวัด

ได้แก่ ลพบุรี, สิงห์บุรี, ชัยนาท, อุทัยธานี, นครสวรรค์ และ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีสำนักงานที่ใช้บริการด้านสารสนเทศเพื่อบริการผู้ใช้ไฟฟ้าและพนักงานการไฟฟ้า จำนวน 73 สำนักงาน ใน 6 จังหวัด ที่กล่าวข้างต้น

### 3.2 วิธีการเก็บข้อมูล



ภาพประกอบที่ 3.1 แสดงการเชื่อมต่อในดาต้าเซ็นเตอร์

#### 3.2.1 วัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category

การวัดค่าการใช้พลังงานเพื่อคำนวณค่า PUE ในดาต้าเซ็นเตอร์อาจมีความแตกต่างกัน จึงได้มีเกณฑ์การตรวจวัดเพื่อให้สามารถคำนวณหาค่า PUE ได้สะดวกตาม PUE Category โดย The Green Grid Association ได้กำหนดเกณฑ์จุดวัดไว้ 4 Category ทำให้เกิดความสะดวกในการวัด และสามารถหาค่า PUE ได้ หากได้ค่า PUE ที่มีค่าต่ำหมายถึงดาต้าเซ็นเตอร์นั้นประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดี ค่า PUE ในระดับเฉลี่ย ( $PUE = 2.0$ ) หมายถึง พลังงานที่จ่ายเข้าดาต้าเซ็นเตอร์ทั้งหมดจะมีเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่จ่ายเข้าสู่ระบบ IT (Server rack) ส่วนที่เหลือจะเป็นพลังงานที่ถูกใช้ไปกับระบบสนับสนุนต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการปรับอากาศ ที่เหลือถูกใช้ในระบบแสงสว่าง และอื่น ๆ รวมถึงค่าสูญเสียของอุปกรณ์ (Loss) ต่างๆ

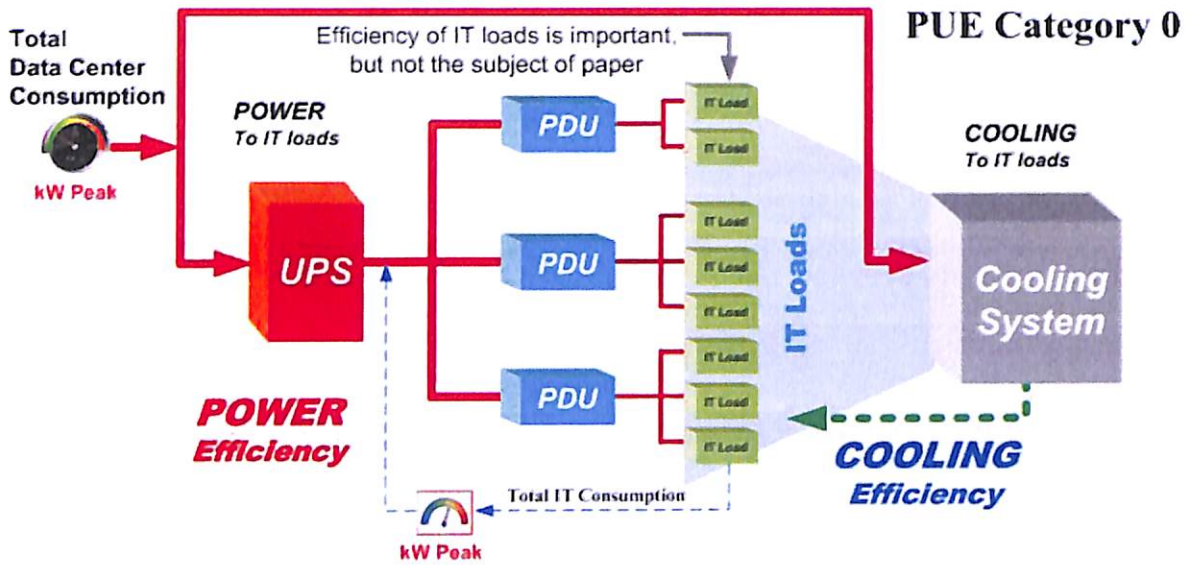
ตารางที่ 3.1 จุดวัดค่าการใช้พลังงานตาม PUE Category

PUE	PUE Category 0	PUE Category 1	PUE Category 2	PUE Category 3
IT energy measurement location	UPS output	UPS output	PDU output	IT Equipment input
Definition of IT energy	Peak IT electric demand	IT annual energy	IT annual energy	IT annual energy
Definition of Total energy	Peak Total electric demand	Total annual energy	Total annual energy	Total annual energy

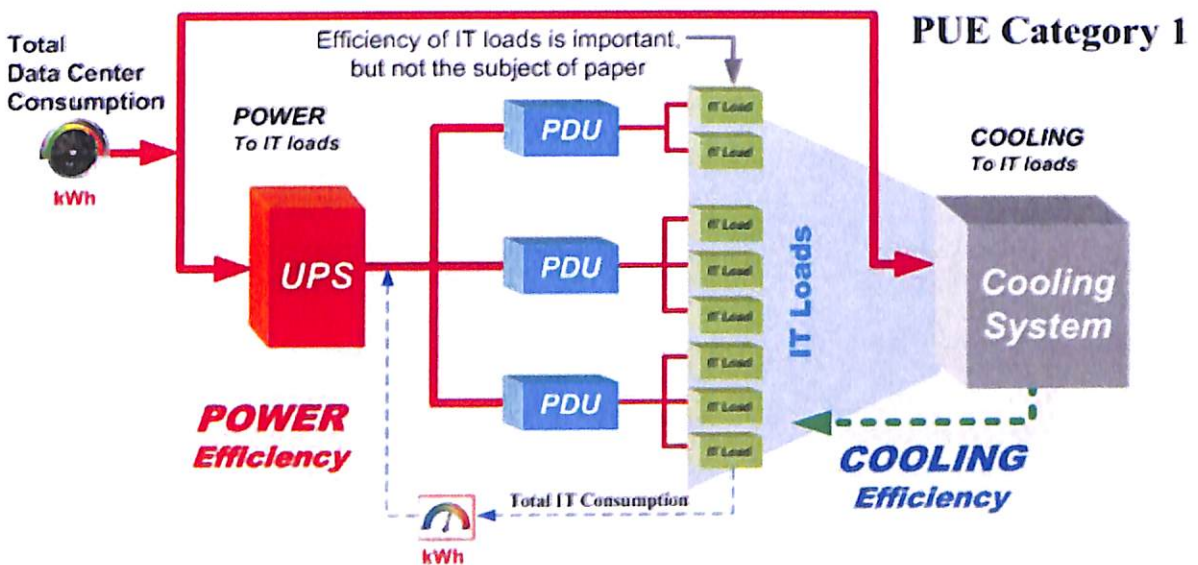
### 3.2.2 การกำหนดจุดที่ต้องการวัดค่า PUE

ในการศึกษานี้ตาม PUE Category สามารถกำหนดจุดที่ต้องการวัดค่า PUE ของดาต้าเซ็นเตอร์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี ได้ดังนี้

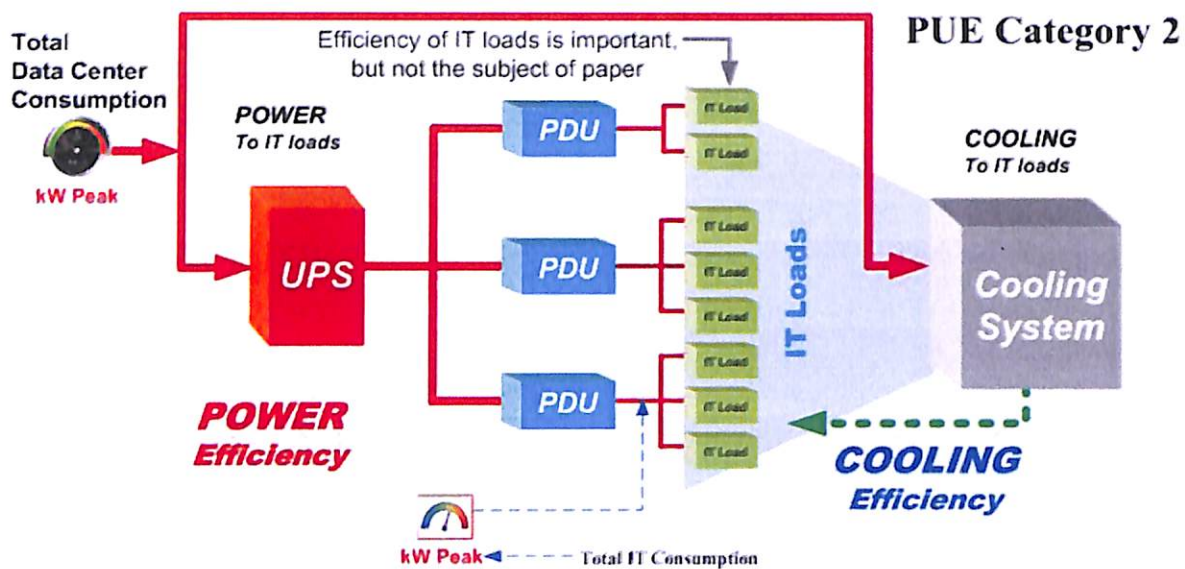
- a) วัดค่า kW สูงสุด (kW Peak) ที่ UPS output
- b) วัดค่า kW ปกติ (kW) ที่ UPS output
- c) วัดค่า kW สูงสุด (kW Peak) ที่ PDU output
- d) วัดค่า kW ปกติ (kW) ที่ PDU output
- e) วัดค่า kW สูงสุด (kW Peak) ที่ IT Equipment input
- f) วัดค่า kW ปกติ (kW) ที่ IT Equipment input



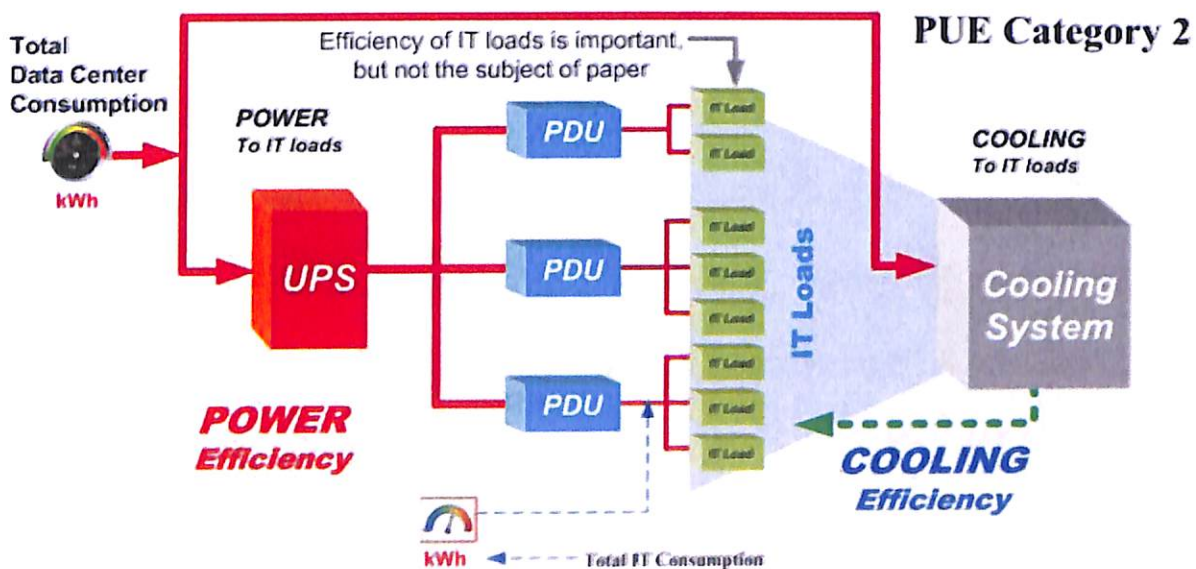
ภาพประกอบที่ 3.2 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 0



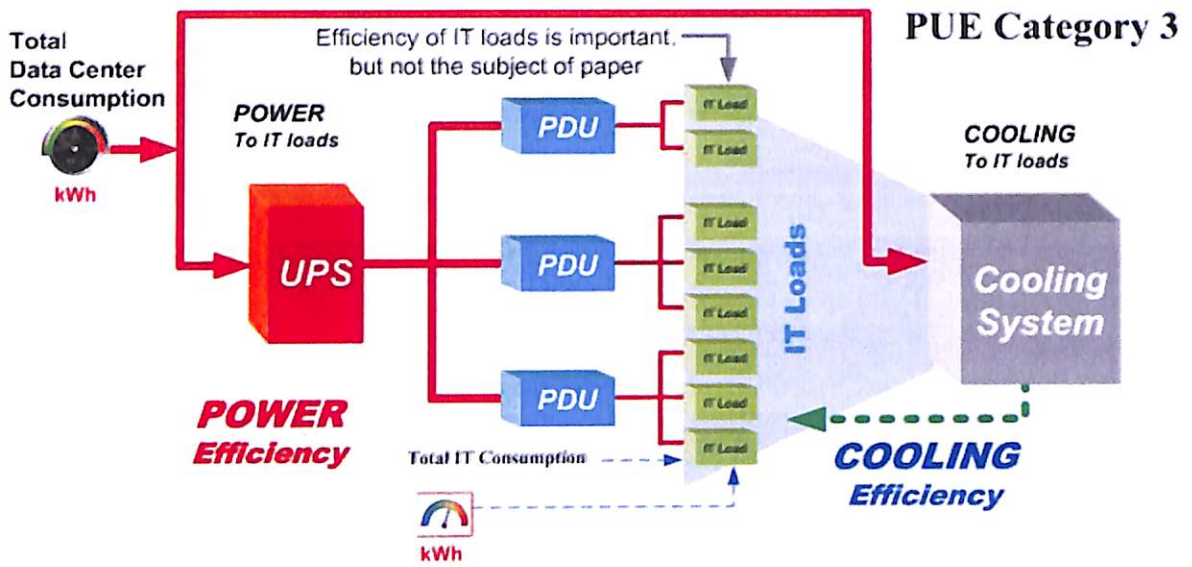
ภาพประกอบที่ 3.3 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 1



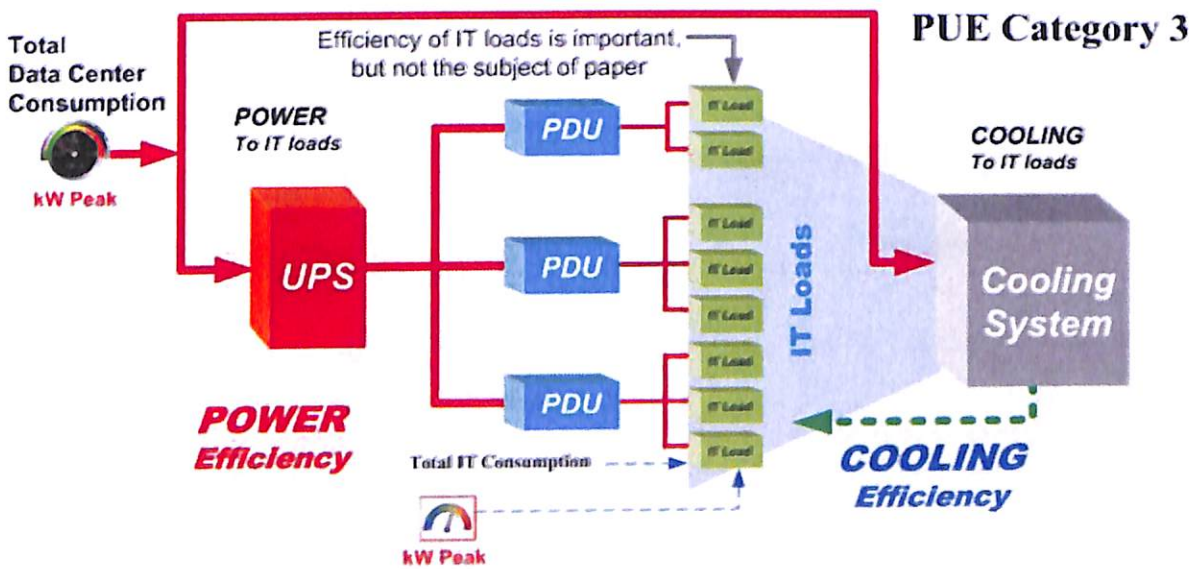
ภาพประกอบที่ 3.4 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 2 kW Peak



ภาพประกอบที่ 3.5 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 2 kWh



ภาพประกอบที่ 3.6 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 3 kWh



ภาพประกอบที่ 3.7 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 3 kW Peak

### 3.2.3 เครื่องมือวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

เครื่องเก็บบันทึกข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้า (Data Logger) สามารถวัดค่าไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าได้แบบอัตโนมัติและสามารถเก็บบันทึกข้อมูลไว้สำหรับประมวลผล เพื่อให้ทราบรายละเอียดของการทำงานตามช่วงเวลาต่างๆ



ภาพประกอบที่ 3.8 Data Logger

### 3.2.4 คำนวณหาค่า PUE ตามค่าพิกัดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในห้องดาต้าเซ็นเตอร์

โดยการนำค่าพิกัดการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ที่ติดตั้งในดาต้าเซ็นเตอร์มาคำนวณหาค่า Power Consumption แล้วนำไปคำนวณหาค่า PUE เพื่อนำค่า PUE ที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบกับการวัดค่าพลังงานจากการใช้งานจริง โดยมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งาน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

(Server), เครื่องบันทึกข้อมูล (Storage) , อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network system), ระบบสายสัญญาณ (Data cabling system), อุปกรณ์ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) และ อุปกรณ์ระบบสื่อสาร (Communication system) ต่างๆ

### 3.3 วิเคราะห์และสรุปผลค่า PUE

นำผลการคำนวณค่า PUE จากค่าพิกัดการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ที่ติดตั้งในดาต้าเซ็นเตอร์ มาเปรียบเทียบกับผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการใช้จริงในดาต้าเซ็นเตอร์ของ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์นั้นจะใช้ค่า PUE ที่ได้จากการวัดค่าพลังงานที่ใช้งานจริงมาใช้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ เนื่องจากค่า PUE ที่ได้ตามพิกัดของอุปกรณ์นั้นเป็นค่าที่ตามคุณสมบัติจากโรงงาน ซึ่งในการใช้งานจริงนั้นการใช้พลังงานตามค่าพิกัดของอุปกรณ์จะขึ้นอยู่กับภาระติดตั้งใช้งานและสภาพแวดล้อม โดยสามารถ วิเคราะห์และสรุปผลค่า PUE จากการวัดค่าพลังงานที่ใช้งานจริงได้ ดังนี้

- a) วิเคราะห์และสรุปผลค่า PUE จากการวัด Load ที่ใช้งานจริงในช่วงเวลาเดียวกัน 3 จุด
  1. วัดค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนเข้า UPS
  2. วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ IT Load
  3. วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ Facility Load
- b) วิเคราะห์และสรุปผลค่า PUE จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี
- c) ประเมินสมรรถนะและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในห้องดาต้าเซ็นเตอร์ของ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 (ภาคเหนือ) จังหวัดลพบุรี และเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข