

บทที่ 6

การจัดการข้อมูลของระบบทดสอบ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองทางไฟฟ้าของระบบทดสอบ โดยเริ่มจากการนำข้อมูลจากการวัดมาสังเคราะห์ ตามแนวทางที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้ได้โพลครายซ์วโมง ตลอดจนการใช้ฐานข้อมูลจากระบบเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เพื่อสร้างระบบจำลอง 96 บัส โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

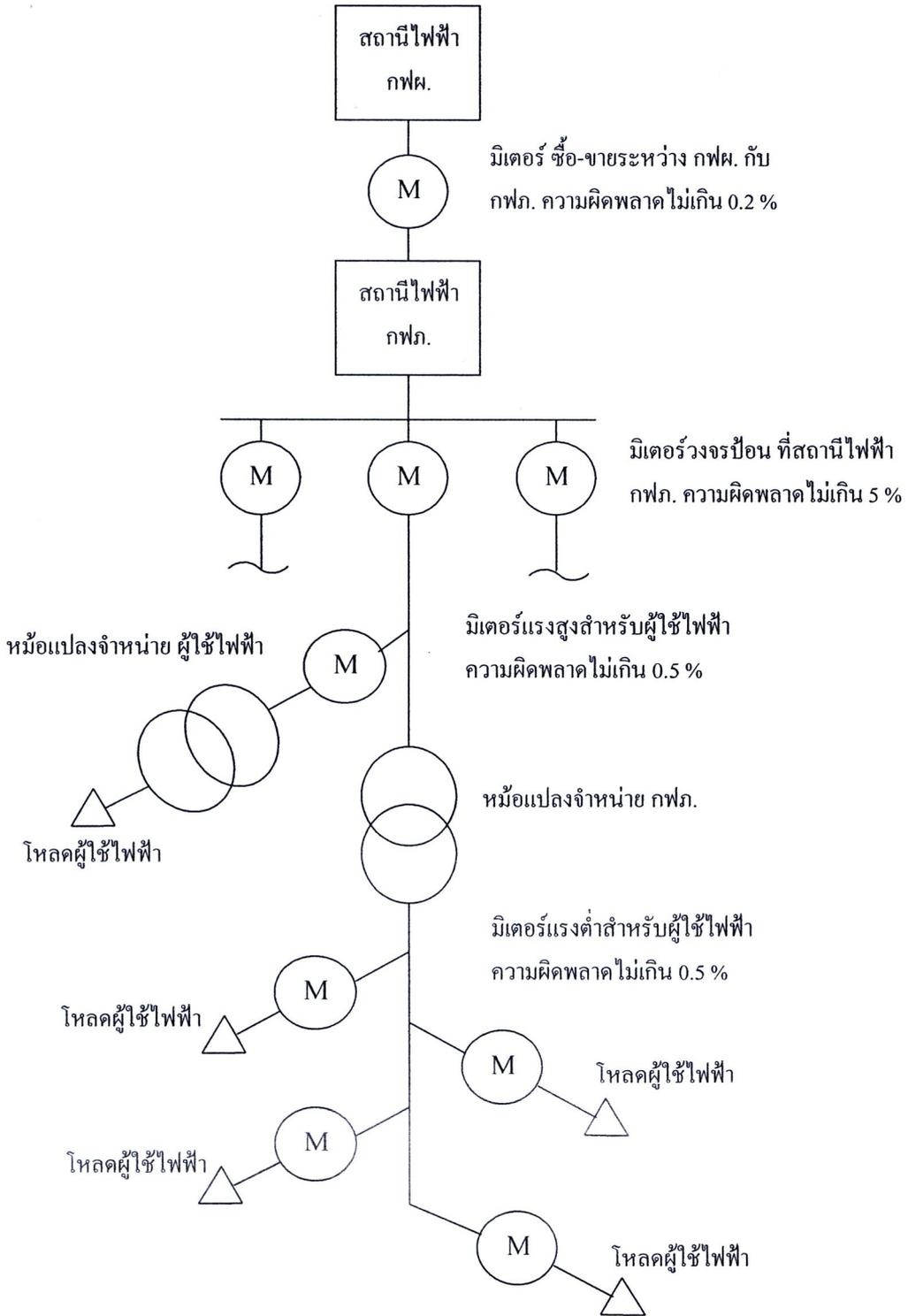
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ณ สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต มายังสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วจึงส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าในแต่ละสายป้อนไปยังลูกค้าผู้ใช้ไฟ โครงสร้างของระบบการซื้อขายไฟฟ้างดังที่กล่าวมาแล้วสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.1

จากรูปที่ 6.1 ได้มีการวัดและบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าโดยมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าอยู่สามระดับด้วยกัน ได้แก่

- จุดซื้อขายไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ณ สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่ง ณ จุดนี้มีมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะมีความผิดพลาดไม่เกิน 0.2 %
- ในแต่ละสายป้อนที่ออกจากสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะมีมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า ความผิดพลาดไม่เกิน 5 % ติดตั้งเพื่อทำการวัด
- มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับคิดเงินค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน จะมีความผิดพลาดไม่เกิน 0.5 % โดยผู้ใช้ไฟฟ้าอาจรับพลังงานไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงจำหน่ายของผู้ใช้ไฟฟ้าเอง หรือผ่านหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าในสายป้อนที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ของโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าย่อยรายเล็กมาก ที่นำมาใช้ในโครงการวิจัยนี้จะมีการวัดและบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ โดยมีการบันทึกข้อมูลผ่านระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยแบบอัตโนมัติ (Computer-Based Substation Control System; CSCS) ร่วมกับวิธีการจัดการข้อมูลโพลครายซ์วโมงตามผลการวิจัยในโครงการวิจัยภาระไฟฟ้า (Load Research Project) เป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโพลครายซ์วโมง โดยผลจากการศึกษาสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท กับขนาดของหม้อแปลงที่ติดตั้งในแต่ละสายป้อน โดยใช้

ประสบการณ์ของผู้ประสานงานในการจัดการข้อมูลเบื้องต้น โดยรายละเอียดที่เกี่ยวกับข้อมูลของโหลดในโครงการนี้จะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

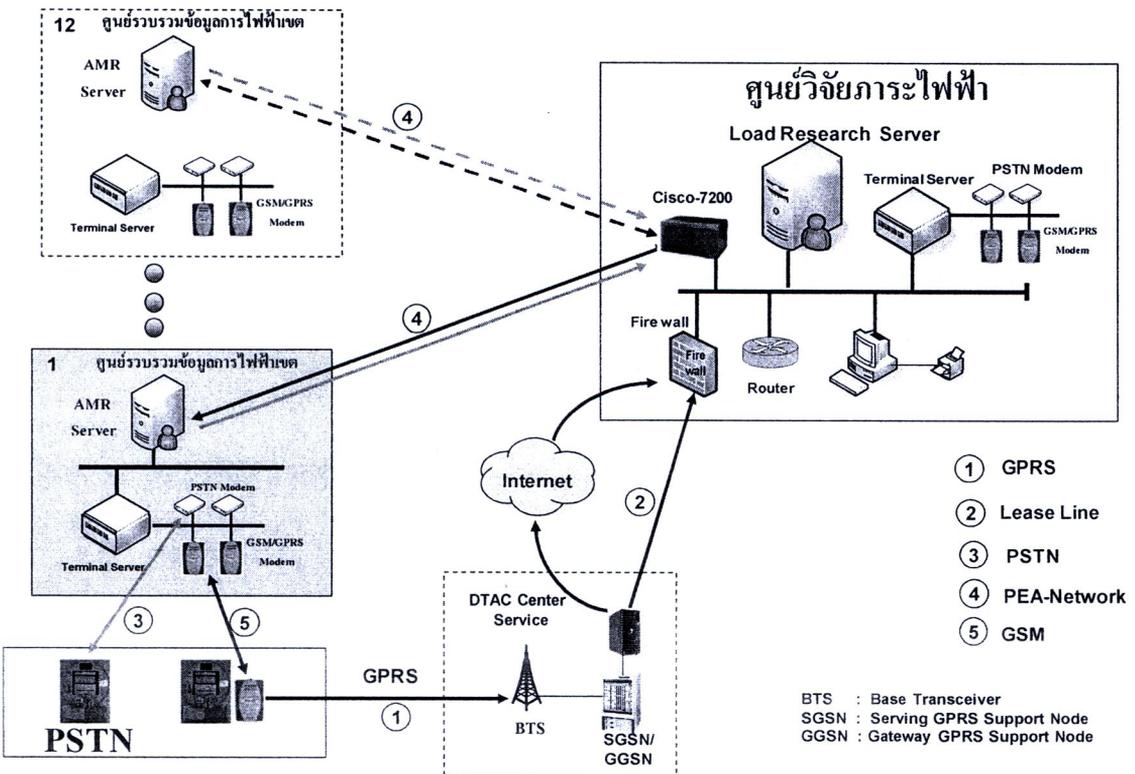


รูปที่ 6.1 ตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

6.2 การบันทึกข้อมูลโหลดในสายป้อน

ดังได้กล่าวแล้วว่าข้อมูลโหลดที่ได้ในโครงการนี้ มีการจัดการตามแนวทางของโครงการวิจัยภาระไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งโครงการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์หลักสองอย่าง ได้แก่ เพื่อจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการติดตาม ศึกษา และวิจัยรูปแบบภาระไฟฟ้า (Load Profile) ของผู้ใช้ไฟของสถานีไฟฟ้าย่อยอย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรม และเพื่อเป็นโครงการนำร่องในการนำระบบการวัดโดยอัตโนมัติแบบอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading; AMR) มาใช้งานกับผู้ใช้ไฟประเภทต่างๆ

โดยโครงการวิจัยภาระทางไฟฟ้าดังกล่าว ได้ทำการติดตั้งมิเตอร์แบบดิจิทัล ณ จุดที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ขายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟรายต่างๆ จำนวน 3,000 เครื่อง ทั้ง 12 เขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วส่งผ่านข้อมูลทางไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟ ได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (kW) ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) ค่ากำลังไฟฟ้าเสมือน (kVar) ค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ค่ากระแสไฟฟ้า (A) ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F.) ผ่านระบบเครือข่ายสื่อสารแบบ GPRS และ GSM มาที่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ทุกๆ 15 นาที เพื่อนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟมาใช้งานตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 การส่งผ่านและบันทึกข้อมูลในโครงการวิจัยภาระทางไฟฟ้า

6.3 พฤติกรรมผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 7 ประเภท

จากการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 7 ประเภท ประจำปี 2552 โดยแผนกเศรษฐกิจและวางแผนพลังไฟฟ้า กองเศรษฐกิจและสารสนเทศ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี ได้ผลดังนี้

6.3.1 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้

- รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วย ต่อเดือน แสดงได้ดังรูปที่ 6.3
- รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วย ต่อเดือน แสดงได้ดังรูปที่ 6.4

6.3.2 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็ก แสดงได้ดังรูปที่ 6.5

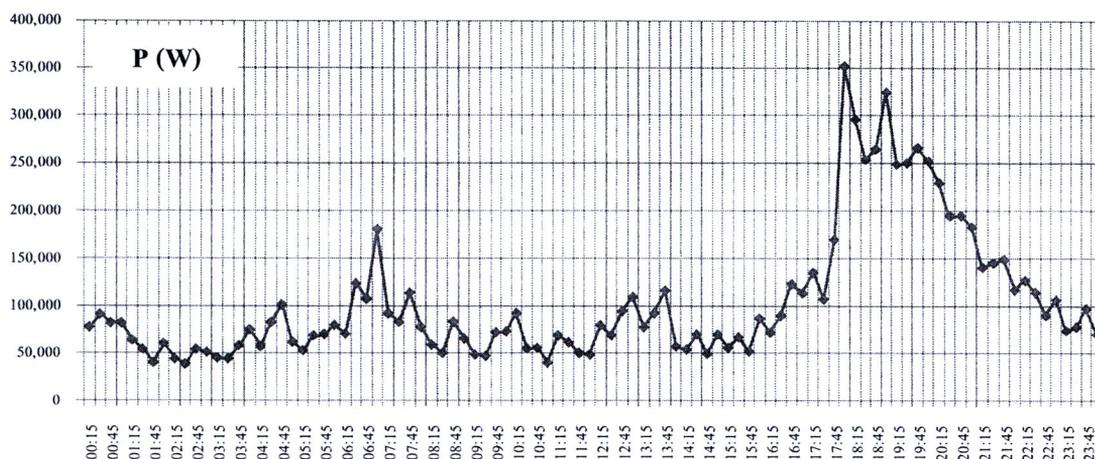
6.3.3 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 6.6

6.3.4 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ แสดงได้ดังรูปที่ 6.7

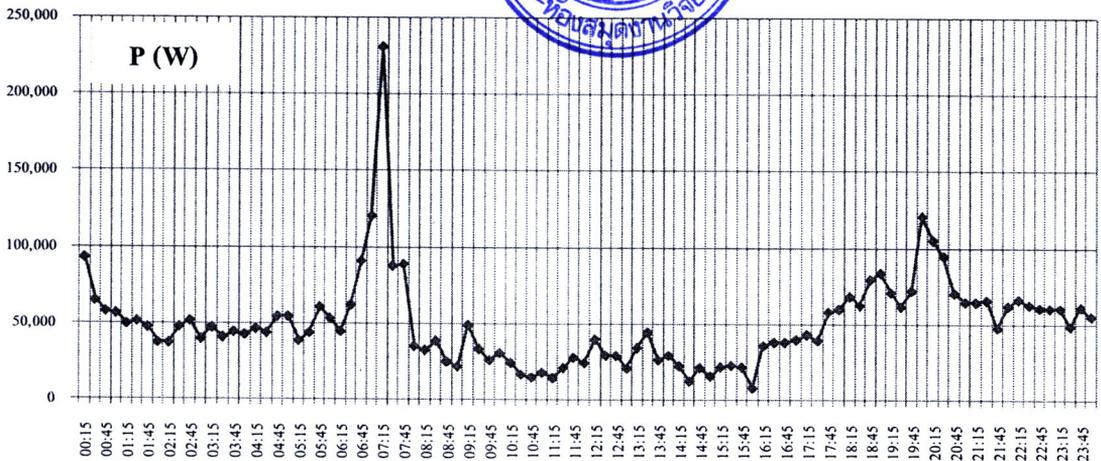
6.3.5 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการเฉพาะอย่าง แสดงได้ดังรูปที่ 6.8

6.3.6 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ แสดงได้ดังรูปที่ 6.9

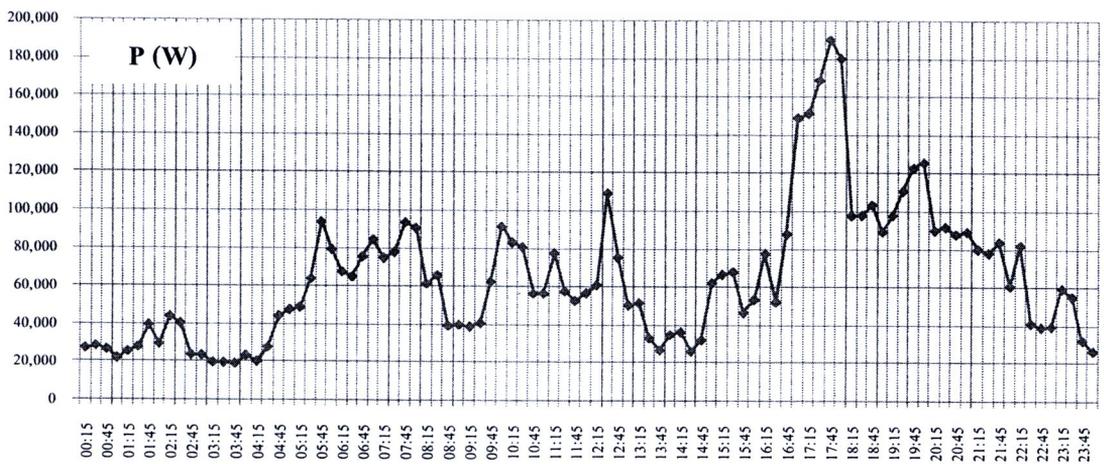
6.3.7 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทสูบน้ำเพื่อการเกษตร แสดงได้ดังรูปที่ 6.10



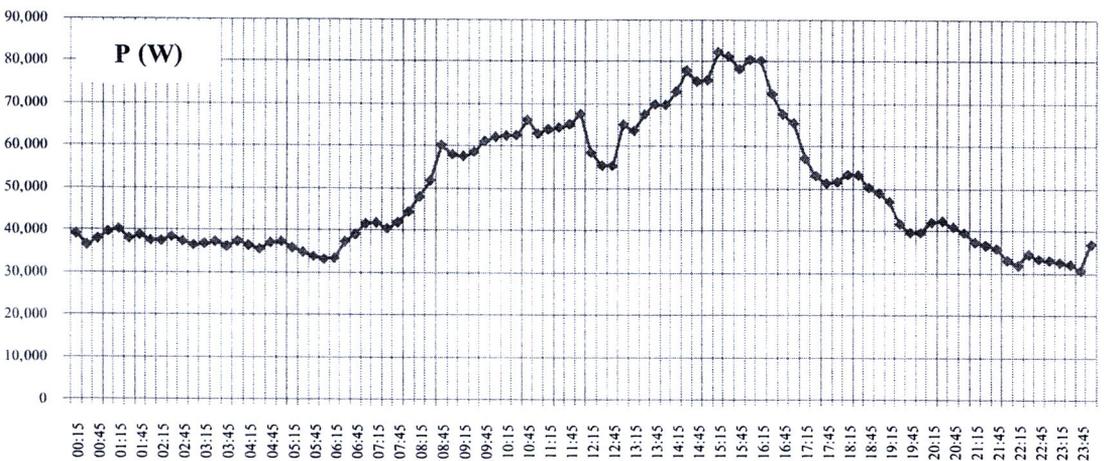
รูปที่ 6.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วย ต่อเดือน



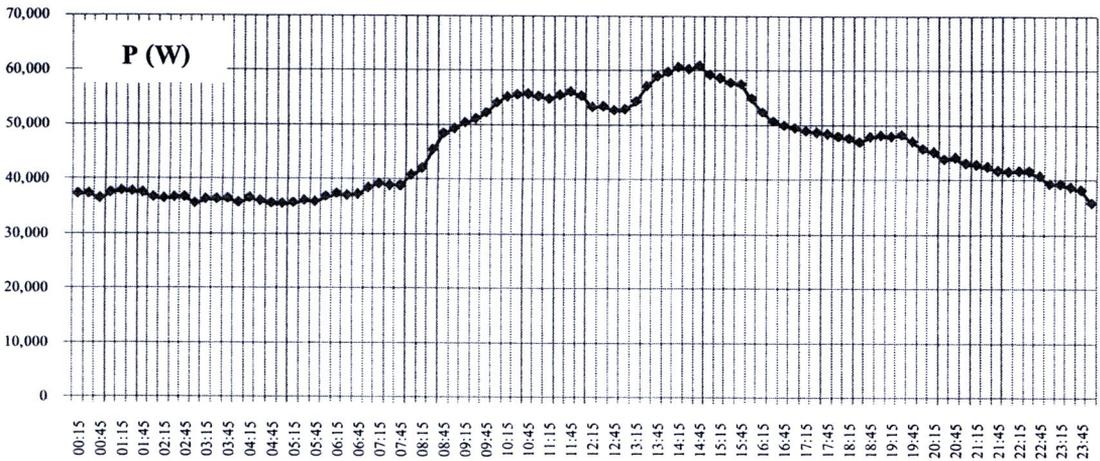
รูปที่ 6.4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วย ต่อเดือน



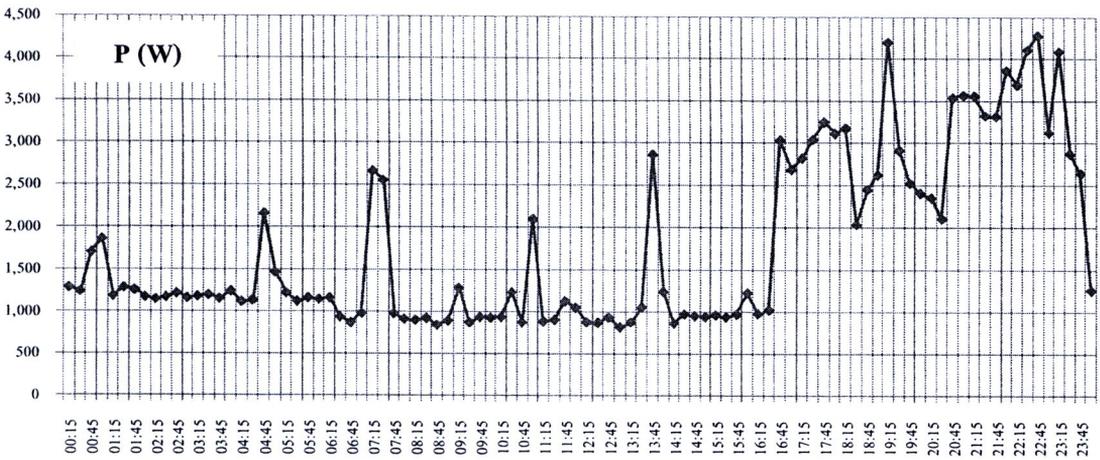
รูปที่ 6.5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็ก



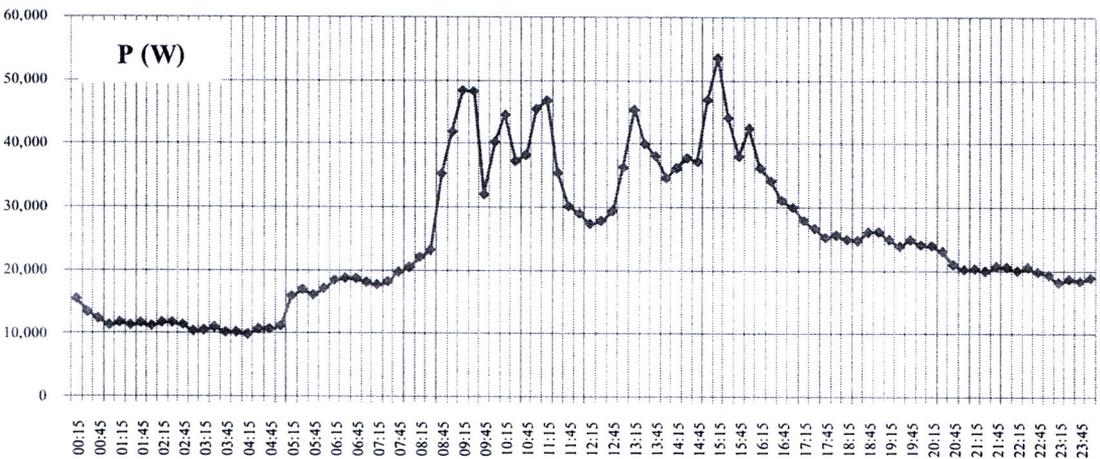
รูปที่ 6.6 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง



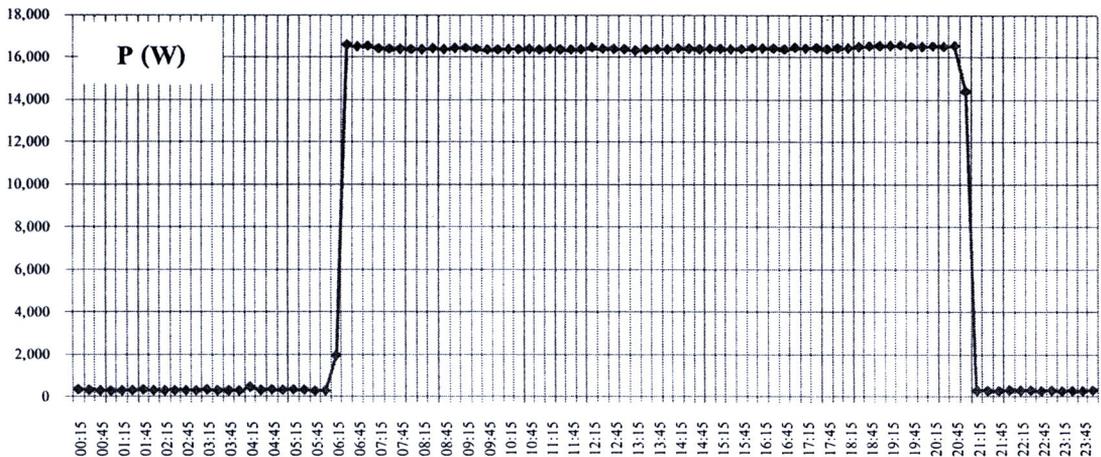
รูปที่ 6.7 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 6.8 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 6.9 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ



รูปที่ 6.10 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลางสูบน้ำเพื่อการเกษตร

6.4 การกระจายโหลดของหม้อแปลงจำหน่าย

หม้อแปลงจำหน่ายที่มีการติดตั้งใช้งานในพื้นที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 จังหวัดอุบลราชธานี (กฟผ.2) ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 กฟผ.2 ประกอบด้วย

- หม้อแปลงจำหน่ายที่เป็นทรัพย์สินของ กฟผ. ติดตั้งในระบบจำหน่าย จำนวน 20,516 เครื่อง โดยมีขนาดของหม้อแปลงตั้งแต่ 10 – 500 kVA และมีกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวม 1,242,130 kVA
- หม้อแปลงจำหน่ายที่เป็นทรัพย์สินของ กฟผ. จะทำการจ่ายโหลดให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าและมากกว่า 150 หน่วย ต่อเดือน ประมาณ 71 % และ 29 % ตามลำดับ โดยผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น ผู้ประกอบกิจการขนาดเล็ก ผู้ประกอบกิจการขนาดกลาง จะใช้หม้อแปลงที่เป็นทรัพย์สินของผู้ใช้ไฟฟ้าเอง

หม้อแปลงจำหน่ายที่เป็นทรัพย์สินของผู้ใช้ไฟฟ้า ติดตั้งในระบบจำหน่าย จำนวน 9,633 เครื่อง กำลังไฟฟ้าติดตั้งรวม 1,330,570 kVA ประกอบด้วย

- หม้อแปลงจำหน่ายขนาดตั้งแต่ 10 – 50 kVA ประกอบด้วยผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทที่พักอาศัย เช่น อพาร์ทเมนต์ ประมาณ 67 % และผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ ประมาณ 33 %
- หม้อแปลงจำหน่ายขนาด 100 kVA ประกอบด้วยผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง ประมาณ 59 % และผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ ประมาณ 41 %
- การจ่ายโหลดของหม้อแปลงจำหน่ายขนาด 160 kVA ประกอบด้วยผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง ประมาณ 41 % ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้

พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ประมาณ 30 % และผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ ประมาณ 29 %

- การจ่ายโหลดของหม้อแปลงจำหน่ายขนาดตั้งแต่ 250 – 1,000 kVA ประกอบด้วย ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ประมาณ 47 % ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ประมาณ 8 % และผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทส่วนราชการ ประมาณ 45 %

จากการวิเคราะห์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของหม้อแปลงตัวอย่างจำนวน 970 เครื่อง (ข้อมูลในปี 2545) ได้ผลดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของหม้อแปลงตัวอย่างจำนวน 970 เครื่อง

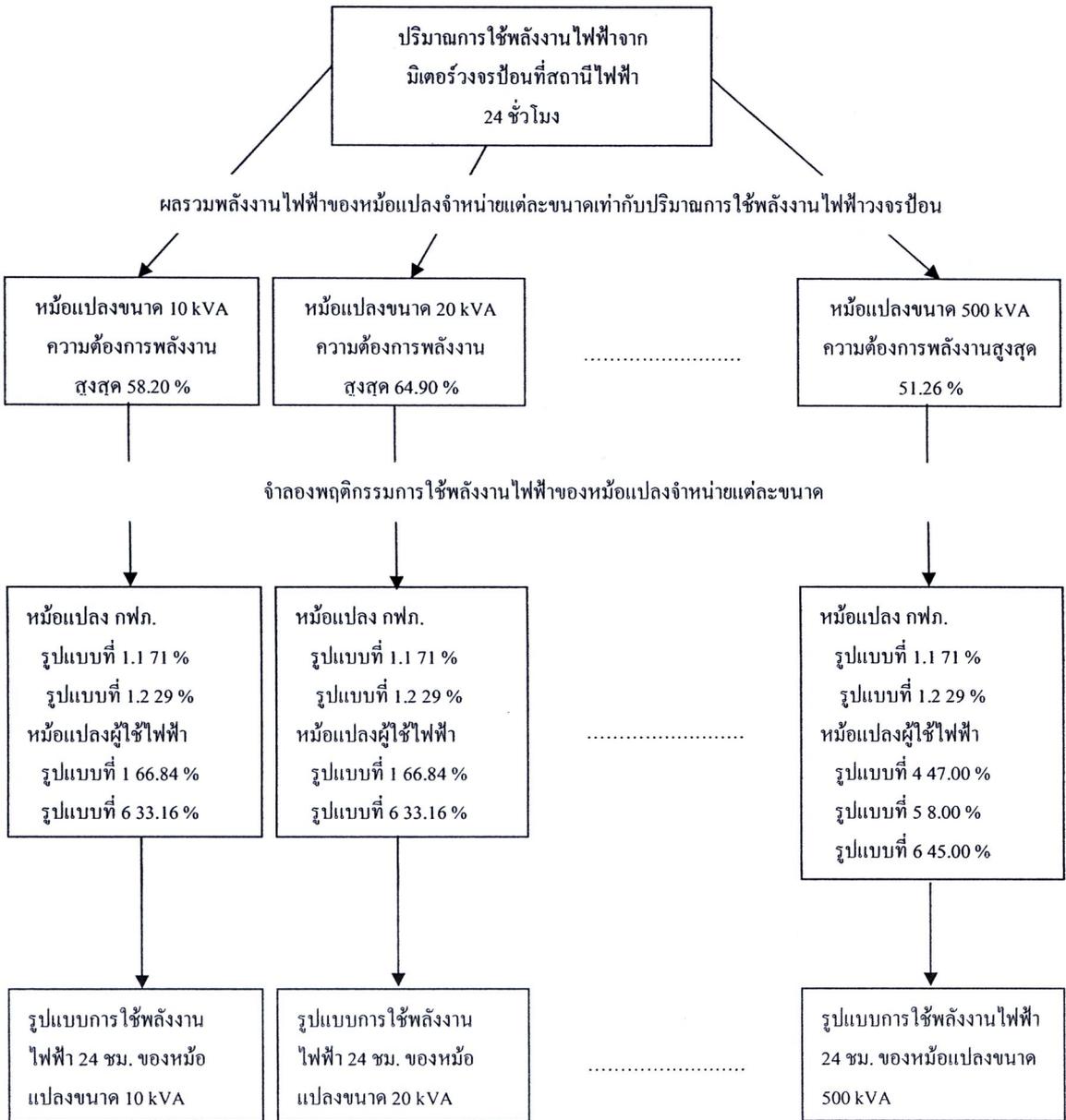
ขนาดหม้อแปลง	ชนิดเฟส	ตัวอย่าง (เครื่อง)	ความต้องการพลังงานสูงสุด (%)
10 kVA.	1 เฟส	43	58.2
20 kVA.	1 เฟส	135	64.9
30 kVA.	1 เฟส	252	65.31
50 kVA.	1 เฟส	13	63.74
50 kVA.	3 เฟส	149	70.7
100 kVA.	3 เฟส	200	63.93
160 kVA.	3 เฟส	89	54.67
250 kVA.	3 เฟส	60	48.78
500 kVA.	3 เฟส	29	51.26

6.5 รูปแบบการใช้พลังงานของระบบทดสอบ

ขั้นตอนการนำผลของรูปแบบโหลดกับการกระจายโหลดของหม้อแปลง ณ พิกัดต่างๆ มาทำการจำลองเพื่อหาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่ายที่ใช้ทดสอบ ทำได้ดังนี้

- นำข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้จากมิเตอร์ในวงจรป้อนที่สถานีไฟฟ้าย่อยที่เป็นกรณีศึกษา มากระจายให้หม้อแปลงจำหน่ายแต่ละขนาดตามน้ำหนักของเปอร์เซ็นต์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ตามข้อมูลการวิเคราะห์หม้อแปลงตัวอย่างจำนวน 970 เครื่อง ดังอธิบายในหัวข้อ 6.4
- นำข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่กระจายมายังหม้อแปลงแต่ละเครื่อง มาสร้างเป็นรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง ตามเปอร์เซ็นต์รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าตามขนาดพิกัดของหม้อแปลง

ขั้นตอนดังกล่าวสามารถเขียนได้ดังรูปที่ 6.11



รูปที่ 6.11 ขั้นตอนการกระจายโหลดของหม้อแปลงในระบบทดสอบ

6.6 ข้อมูลของระบบทดสอบ

งานวิจัยนี้ใช้ระบบทดสอบสายป้อนหมายเลข 8 ของสถานีไฟฟ้าย่อยอุบลราชธานี มีจำนวน 93 บัส ระบบนี้มีค่าโหลดสูงสุด 6.42 MW เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมากมีกำลังการผลิตติดตั้ง 7.5 MW เชื่อมต่อกับระบบ ณ บัสหมายเลข 42 โดยบัสหมายเลข 1 เป็นบัสต้นทางที่เป็นสถานีไฟฟ้าย่อย ลักษณะของระบบแสดงได้ดังรูปที่ 6.12



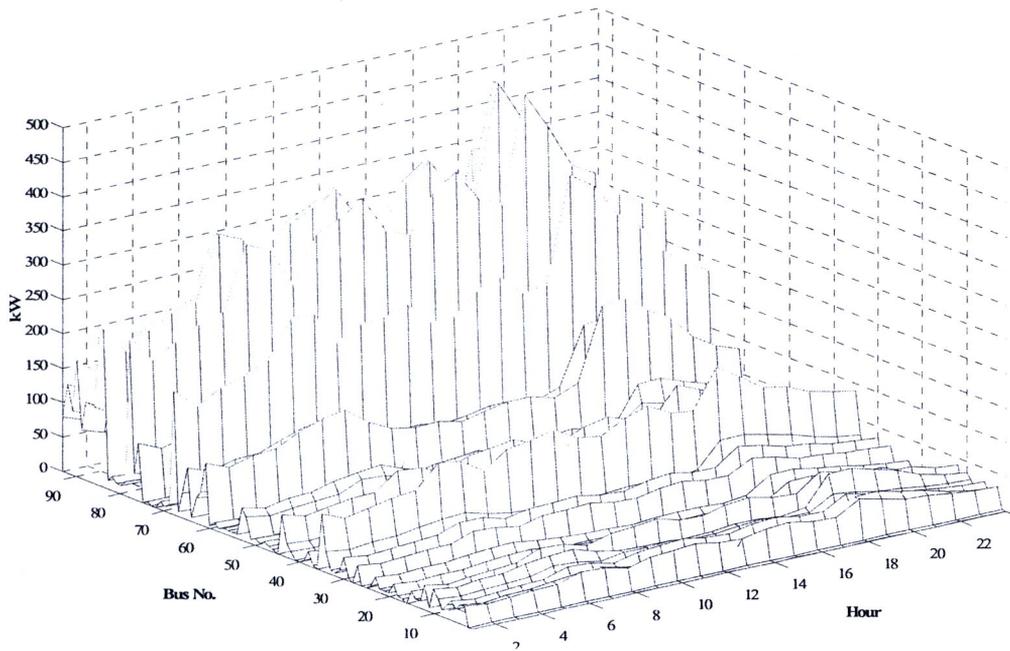
รูปที่ 6.12 โครงสร้างของระบบทดสอบ 93 บั๊ต

ค่าพารามิเตอร์ของสายจำหน่ายแสดงได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ข้อมูลของสายจำหน่ายของระบบ 93 บัสที่ใช้ทดสอบ

Bus		R (p.u.)	X (p.u.)	Bus		R (p.u.)	X (p.u.)
From	To			From	To		
1	2	0.00052	0.01048	45	46	0.22723	0.4325
3	2	0.73436	1.39776	46	47	0.11852	0.22558
4	3	0.09451	0.1799	47	48	0.01341	0.02552
5	6	0.0072	0.01371	48	49	0.03444	0.06555
5	4	0.04969	0.09458	49	50	0.20237	0.38517
6	7	0.00958	0.01823	51	50	0.00583	0.0111
8	9	0.16622	0.31638	51	52	0.20709	0.39417
8	7	0.09058	0.1724	52	53	0.03396	0.06465
9	10	0.10758	0.1408	53	54	0.02147	0.04087
10	11	0.04042	0.0529	54	55	0.01116	0.02124
12	11	0.44273	0.57942	55	56	0.02124	0.04043
13	12	0.14345	0.18773	56	57	0.29906	0.56922
13	14	0.05225	0.06838	57	58	0.01313	0.02498
15	16	0.03236	0.03386	58	59	0.08471	0.16123
15	14	0.00352	0.0046	59	60	0.02416	0.04599
16	86	1.34383	0.75835	60	61	0.13379	0.25464
17	18	0.17145	0.22438	61	62	0.06582	0.12528
17	16	0.25327	0.33146	62	63	0.14196	0.27019
18	19	0.23438	0.30674	64	63	0.38686	0.73634
20	21	0.19441	0.25444	64	65	0.13149	0.17885
20	19	0.07718	0.10102	66	67	0.00564	0.01074
21	22	0.09413	0.12319	66	65	0.01214	0.02311
22	23	0.12197	0.15963	67	68	0.01212	0.02308
23	24	0.25031	0.32759	68	69	0.07893	0.15023
24	25	0.45091	0.59012	69	70	0.02562	0.04876
26	27	0.19343	0.25315	70	71	0.03302	0.06284
26	25	0.48927	0.64033	72	41	0.00587	0.01117
27	28	0.08001	0.10471	73	72	0.02117	0.0403
28	29	0.52044	0.68113	73	74	0.01116	0.02124
29	30	0.05997	0.07849	75	74	0.29461	0.56076
30	31	0.18035	0.23603	76	75	0.0294	0.05595
31	32	0.09091	0.11897	76	77	0.21159	0.40273
32	33	0.01215	0.0159	77	78	0.02945	0.05605
34	33	0.23632	0.30929	78	79	0.02985	0.05682
34	35	0.47491	0.62154	79	80	0.36632	0.69724
35	36	0.0406	0.05314	80	81	0.33171	0.63136
36	37	0.11979	0.15677	81	82	0.11632	0.2214
37	38	0.06554	0.08578	82	83	0.08295	0.15789
38	39	0.01769	0.02315	83	84	0.33251	0.63289
39	40	0.02412	0.04592	84	85	0.04758	0.09057
39	90	0.98002	0.55304	87	86	2.19338	1.23776
41	42	0.01729	0.03291	88	26	3.86674	2.18208
41	36	0.03008	0.03937	88	89	3.73341	2.10683
42	43	0.02435	0.04635	90	91	3.48007	1.96387
43	44	0.10005	0.19043	90	92	5.61345	3.16777
44	45	0.03145	0.05986	92	93	5.26677	2.97214

ข้อมูลโหลดโดยละเอียดสามารถหาได้ในภาคผนวก เพื่อความสะดวกรูปแบบกำลังไฟฟ้าจริง
ของโหลดตลอด 24 ชั่วโมงแสดงได้ดังรูปที่ 6.13



รูปที่ 6.13 ลักษณะโหลดของระบบทดสอบ 93 บัส