บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นรัฐวิสาหกิจสาขาสาธารณูปโภคตามพระราชบัญญัติการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ.2503 รับผิดชอบธุรกิจจำหน่ายและบริการกระแสไฟฟ้าครอบคลุมพื้นที่ 74 จังหวัด (ยกเว้น กรุงเทพฯ นนทบุรี และสมุทรปราการ) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบการปฏิบัติงานเป็น 12 เขตและมีการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 1 (ภาคเหนือ) เชียงใหม่ (กฟน.1) รับผิดชอบพื้นที่ 6 จังหวัดภาคเหนือตอนบนได้แก่ เชียงใหม่, ลำพูน, ลำปาง, เชียงราย, พะเยาและแม่ฮ่องสอน

โดยทั่วไประบบจำหน่ายไฟฟ้า (Electric Distribution System) ของ กฟภ.ไปสู่ผู้ใช้ไฟนั้นเริ่มต้นจากการรับไฟฟ้ามาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ที่มีแรงดัน 115–230 kV และถูกแปลงให้มีขนาดแรงดันลดลงเป็น 22 หรือ 33 kV ที่สถานีไฟฟ้าย่อย (Distribution Substation) โดยหม้อแปลงกำลัง (Power Transformer) จากนั้นจึงแปลงแรงดันให้ต่ำลงเหลือ 400/230 V โดยหม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer) และเดินสายป้อนแรงดันต่ำไปสู่ผู้ใช้ไฟ การจ่ายไฟฟ้าในลักษณะนี้ กฟภ. จำเป็นต้องติดตั้งหม้อแปลงจำหน่ายเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนหม้อแปลงจำหน่ายชนิด 3 เฟสในพื้นที่ กฟน.1 (สถานะ: พฤษภาคม 2552)

จังหวัด	จำนวน (เครื่อง) แยกตามพิกัดหม้อแปลง (kVA)							
	50	100	160	250	315	400	500	รวม
เชียงใหม่	1,517	1,851	1,219	641	57	27	7	**5,319**
ลำพูน	493	575	291	160	14	6	0	**1,539**
ลำปาง	427	730	409	229	9	3	0	**1,807**
เชียงราย	750	1,103	518	235	15	3	1	**2,625**
แม่ฮ่องสอน	83	91	34	14	0	0	0	**222**
พะเยา	418	473	179	49	1	0	0	**1,120**
รวม	**3,688**	**4,823**	**2,650**	**1,328**	**96**	**39**	**8**	**12,632**

จำนวนผู้ใช้ไฟและหน่วยจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการติดตั้งหม้อแปลงจำหน่ายเพิ่มขึ้นและหม้อแปลงจำหน่ายในส่วนที่ติดตั้งอยู่เดิมต้องรองรับปริมาณโหลดที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในจำนวนนี้มี

หม้อแปลงจำหน่ายจำนวนหนึ่งซึ่งติดตั้งอยู่ในระบบมีขนาดไม่เหมาะสมสำหรับการรองรับการจ่ายโหลดในพื้นที่นั้นๆ ส่งผลต่อความมั่นคงเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายเนื่องจากการชำรุดหรือเสื่อมสภาพของหม้อแปลงจำหน่ายที่มีการจ่ายโหลดเกินพิกัดเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความเสียหายและผลกระทบทั้งต่อลูกค้าและ กฟภ.ในฐานะผู้ให้บริการ

ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนและอัตราการเพิ่มผู้ใช้ไฟ (Growth Rate; GR) ในระหว่างปี 2548-2551

จังหวัด	จำนวนผู้ใช้ไฟ (ราย) / ปี						
	2548	2549	GR	2550	GR	2551	GR
เชียงใหม่	467,677	485,175	3.61	500,344	3.03	514,556	2.76
ลำพูน	137,607	139,912	1.65	143,038	2.19	146,044	2.06
ลำปาง	219,698	224,516	2.15	227,874	1.47	230,987	1.35
เชียงราย	312,468	320,133	2.39	326,411	1.92	332,748	1.90
แม่ฮ่องสอน	37,251	39,653	6.06	41,702	4.91	43,799	4.79
พะเยา	133,552	136,170	1.92	137,924	1.27	139,339	1.02
รวม	1,308,253	1,345,559	2.77	1,377,293	2.30	1,407,473	2.14

และในทางปฏิบัติ ระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ส่งผกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรของผู้ใช้ไฟจะเกิดพลังงานไฟฟ้าสูญเสีย[1] (Energy Loss) ในตัวนำไฟฟ้าหรือส่วนที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ แบ่งได้เป็น กำลังไฟฟ้าสูญเสียทางเทคนิค (Technical Loss) ซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากกำลังไฟฟ้าสูญเสียใน 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ สายป้อนแรงสูง, หม้อแปลงจำหน่าย, สายป้อนแรงต่ำและจุดต่อของอุปกรณ์ สำหรับกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ไม่ใช่ทางเทคนิค (Non-Technical Loss) นั้นเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์วัดปริมาณไฟฟ้า การติดตั้งมิเตอร์วัดไฟฟ้าไม่ครบถ้วน ตลอดจนการจดหน่วยการใช้ไฟฟ้าและการเรียกเก็บเงินลูกค้าได้ไม่ครบถ้วน และการลักลอบใช้ไฟฟ้า ซึ่งเมื่อรวมกับกำลังไฟฟ้าสูญเสียทางเทคนิคแล้วจะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายของ กฟภ.เป็นจำนวนมาก สำหรับพลังงานไฟฟ้าสูญเสียสำหรับปี 2546-2551 ในพื้นที่รับผิดชอบ กฟน.1 แสดงดังตารางที่ 1.3

นอกจากนี้จากรายงานผลการวิจัยจากโครงการลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดย กฟภ.ร่วมกับศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียรวมของหม้อแปลงจำหน่ายมีค่าประมาณ 0.73–1.03% ของพลังงานไฟฟ้าที่ขายในระบบจำหน่าย พลังงาน

[1] พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย (Energy Loss) มีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าสูญเสียคูณด้วยหน่วยเวลา

ไฟฟ้าสูญเสียดังกล่าวแยกเป็นพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในส่วนแกนเหล็ก (No-Load Loss) ประมาณ 0.6-0.95% และส่วนพลังงานไฟฟ้าสูญเสียของขดลวด (Load Loss) 0.32-0.47% โดยประมาณ และได้แสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกขนาดหม้อแปลงของ กฟภ. ที่พิจารณาว่าโหลดสูงสุดปกติของหม้อแปลงจำหน่ายควรใช้งานประมาณ 80% ของขนาดหม้อแปลง อาจมีความเหมาะสมในทางทฤษฎีความมั่นคงเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า แต่สำหรับในทางปฏิบัตินั้น กฟภ.มีการประมาณโหลดสูงสุดของผู้ใช้ไฟฟ้าสูงเกินจริงหรือเผื่อโหลดไว้เพื่อรองรับโหลดในอนาคตมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้เกิดกำลังสูญเสียในหม้อแปลงจำหน่ายเนื่องจากความสูญเสียในแกนเหล็กของหม้อแปลงในหม้อแปลงจำหน่ายที่จ่ายโหลดไม่เหมาะสม ได้แก่ หม้อแปลงจำหน่ายที่มีโหลดสูงสุดต่ำกว่า 20-30% ของพิกัด

ตารางที่ 1.3 แสดงหน่วยจำหน่ายและหน่วยสูญเสียสำหรับปี 2546-2551 ในพื้นที่รับผิดชอบ กฟน.1

ปี	หน่วยซื้อและหน่วยผลิต	หน่วยจำหน่ายและไฟฟรี (kWh)				พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย	
		หน่วยจำหน่าย	หน่วยปรับปรุง	หน่วยไฟฟรี[2]	รวม	kWh	%
2546	3,619,248,605	3,334,987,253	-13,301,255	78,925,982	3,400,611,980	**218,636,625**	**6.04**
2547	3,860,336,817	3,542,849,111	-29,467,084	92,010,694	3,605,392,722	**254,944,095**	**6.60**
2548	4,165,720,319	3,798,163,375	478,356	102,212,236	3,900,853,967	**264,866,352**	**6.36**
2549	4,408,026,961	4,019,277,141	471,623	111,752,893	4,131,501,657	**276,525,304**	**6.27**
2550	4,617,580,907	4,209,844,640	467,455	122,885,940	4,333,198,035	**284,382,872**	**6.16**
2551	4,887,521,078	4,435,540,010	469,072	134,912,924	4,570,922,006	**316,599,072**	**6.48**

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จะสามารถแก้ไขได้โดยการวางแผนระบบจำหน่ายแรงต่ำให้สามารถใช้หม้อแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประมาณโหลดสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายที่ติดตั้งใหม่ให้เหมาะสมและสับเปลี่ยนขนาดหม้อแปลงจำหน่ายที่ติดตั้งอยู่เดิมให้เหมาะสมกับโหลด แต่เนื่องจากปริมาณหม้อแปลงคงคลังที่ผ่านการใช้งานแล้วของ กฟภ. มีจำนวนจำกัด จึงจำเป็นต้องพิจารณาสับเปลี่ยนหมุนเวียนหม้อแปลงจำหน่ายที่ติดตั้งอยู่เดิม โดยจัดสลับการใช้งานเพื่อป้องกันหม้อแปลงถูกใช้งานจนเดินพิกัด เพิ่มประสิทธิภาพการจำหน่ายไฟฟ้าและให้หม้อแปลงจำหน่ายมีเพียงพอต่อการใช้งาน

---

[2] หน่วยไฟฟรี หมายถึง หน่วยการใช้ไฟฟ้าของอาคาร สำนักงาน สถานีไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของ กฟภ., ไฟสาธารณะ ลานกีฬา ฯลฯ ที่ไม่เกินหลักเกณฑ์การคิดค่าไฟฟ้าของ กฟภ., ไฟส่วนลดหย่อนของทหารผ่านศึกหรือผู้มีสิทธิพิเศษ

แต่เนื่องจากการสับเปลี่ยนหม้อแปลงจำหน่ายในแต่ละครั้งทำให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่าย กอปรกับปริมาณโหลดที่แต่ละจุดจ่ายโหลดมีปริมาณต่างกัน ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องพิจารณาให้เกิดการสับเปลี่ยนที่เหมาะสมโดยทำให้เกิดต้นทุนในการสับเปลี่ยนต่ำ สามารถรองรับการใช้งานได้ตามระยะเวลาที่คาดการณ์ไว้และปริมาณโหลดสูงสุดอยู่ในระดับที่ผู้ออกแบบระบบพึงพอใจ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(1) เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดฟัซซี่สำหรับจำลองค่าใช้จ่ายในการสับเปลี่ยนหม้อแปลงจำหน่าย

(2) พัฒนาโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดฟัซซี่ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาและเก็บข้อมูลการจ่ายโหลดของหม้อแปลงในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟภ. โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดฟัซซี่และใช้วิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อแก้ปัญหาการจัดลำดับการสับเปลี่ยนหม้อแปลงจำหน่ายชนิด 3 เฟสที่เป็นทรัพย์สินของ กฟภ.ในพื้นที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดลำปาง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) สามารถแก้ปัญหาการสับเปลี่ยนหม้อแปลงจำหน่ายด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้สำหรับการสับเปลี่ยนหม้อแปลงจำหน่ายของ กฟภ.

(2) ได้โปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดฟัซซี่ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม