บทที่ 2

ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

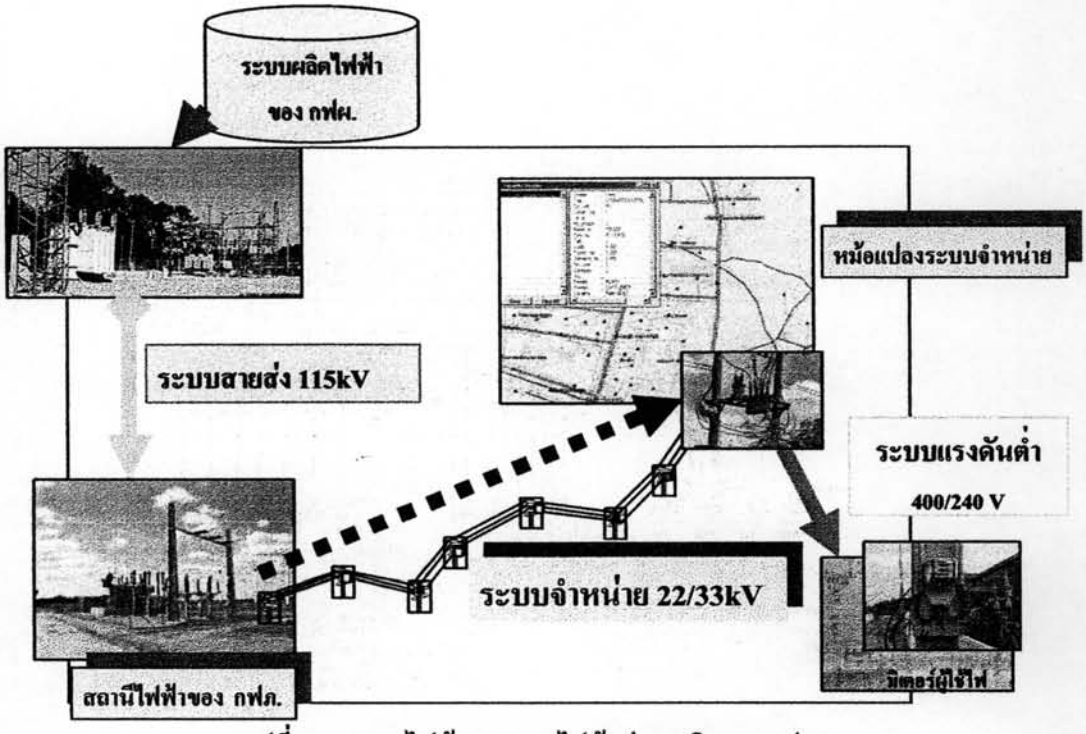
ในบทนี้กล่าวถึงระบบไฟฟ้าในประเทศไทย และความสำคัญการวางแผนระบบจำหน่าย กฟภ. ตามหลักการตรวจสอบเงื่อนไขตามคู่มือการวางแผนระบบจำหน่าย 22 kV ของสถานีไฟฟ้า และระบบสายจำหน่าย รวมถึงกล่าวถึงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกฟภ ที่พูดถึงลักษณะของข้อมูลที่จัดเก็บ ชุดโปรแกรมเครื่องมือที่ใช้อยู่ในปัจจุบันรวมสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย

2.1 ระบบไฟฟ้าของประเทศไทย

ระบบไฟฟ้า (Electrical System) ประกอบด้วย ระบบผลิต ระบบส่งพลังไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ลูกค้า โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลัก คือ ระบบผลิต ระบบส่ง ระบบจำหน่าย และระบบการใช้ไฟฟ้าหรือโหลด (บัณฑิต, 2548) เริ่มต้นจากโรงไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ภายใน จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแรงดันสูงระดับหนึ่ง (ประมาณ 10 – 20 kV) แล้วส่งผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) เพื่อปรับแรงดันให้สูงขึ้นที่ระดับแรงดัน 230 kV หรือ 500 kV หม้อแปลงดังกล่าวจะติดตั้งอยู่ในสถานีไฟฟ้า ซึ่งเป็นสถานีไฟฟ้าต้นทางเนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณแหล่งผลิตไฟฟ้า จากนั้นกำลังไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันสูงนี้ถูกส่งเข้าสู่ระบบส่งหลัก (Transmission System) ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของ บมจ.การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ผ่านต่อไปยังระบบส่งไฟฟ้าย่อย (Sub-Transmission System) ที่ระดับแรงดันขนาด 69 kV หรือ 115 kV ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) โดยที่ กฟน. จะมีการส่งกำลังไฟฟ้าผ่านเครือข่ายระบบส่งไฟฟ้าขนาด 230 kV ร่วมอยู่ด้วย แล้วจึงไปสิ้นสุดที่สถานีจ่ายไฟฟ้ากำลังหรือสถานีไฟฟ้าย่อย (Distribution Substation) สำหรับที่สถานีไฟฟ้าย่อยนั้นจะมีหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าแล้วส่งกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution System) ซึ่งในประเทศไทยระดับแรงดันของระบบจำหน่ายที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กฟน. มีค่าอยู่ที่ 12 kV และ 24 kV ส่วนระบบจำหน่ายที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กฟภ. มีค่าอยู่ที่ 22 kV และ 33 kV โดยหลังจากที่สถานีไฟฟ้าทำการลดระดับแรงดันลงมาอยู่ในช่วงดังกล่าวแล้วทางการไฟฟ้าทั้งสองแห่งซึ่งมีหน้าที่จำหน่ายไฟฟ้าให้ลูกค้าก็จะจ่ายไฟฟ้าด้วยระดับแรงดันในช่วงดังกล่าวผ่านสายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลใต้ดินไปสู่โรงงานอุตสาหกรรม และผู้ใช้ไฟฟ้ารายย่อย ในการจ่ายไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ต่างๆ นั้น จะต้องอาศัยหม้อแปลงจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution Transformer) แปลงแรงดันไฟฟ้าขนาดประมาณ 12 – 33 kV ดังกล่าวให้เป็นระดับแรงดันต่ำขนาด 400/230 V (กฟน.) และ 416/240 V (กฟภ.)

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของประเทศไทยปัจจุบันนั้นอยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดยที่ กฟน. มีหน้าที่จำหน่ายกระแสไฟฟ้าใน

เขต 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี ส่วน กฟภ. มีหน้าที่จัดจำหน่ายในเขตจังหวัดอื่นๆ ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ ที่นอกเหนือจากพื้นที่การให้บริการของ กฟน. การไฟฟ้าจำหน่ายทั้งสองแห่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินงานเปลี่ยนสถานะแรงดันสายส่งไฟฟ้าแรงดันสูงมาเป็นสายจำหน่ายแรงดันปานกลาง และสายจำหน่ายแรงดันต่ำ กระแสไฟฟ้าที่การไฟฟ้าทั้งสองจำหน่ายให้ประชาชนนั้น จะรับซื้อมาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยดังรูป 2.1 แสดงระบบกระบวนการจ่ายไฟของ กฟภ.



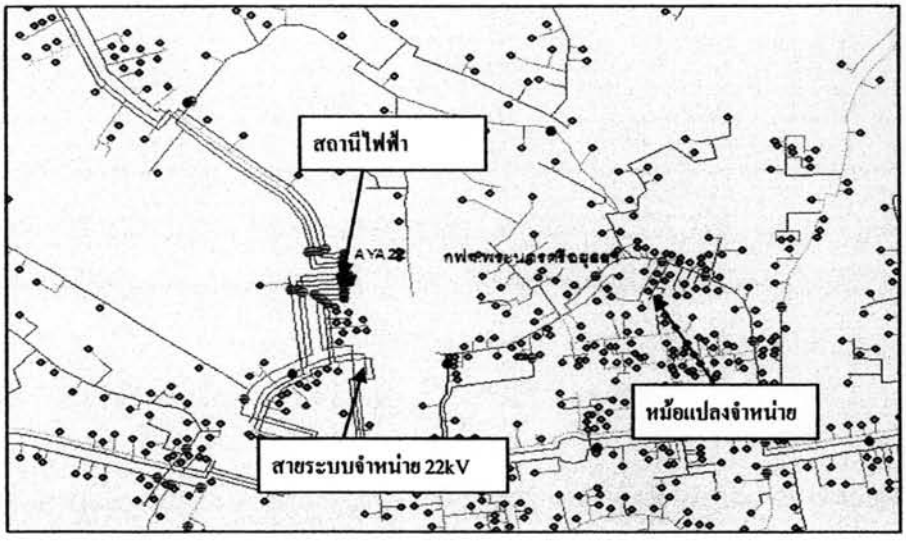
รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

ในการศึกษานี้พิจารณาระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟภ. ซึ่งระบบจำหน่าย (Distribution System) ที่รับไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าย่อยหลังจากลดแรงดันต่ำลง เพื่อส่งต่อไปให้ผู้ใช้ไฟฟ้า โดยแรงดันในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของประเทศไทยที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ใช้อยู่ในระดับแรงดัน 22kV และ 33kV ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับ

- ระบบสายจำหน่าย (Distribution line) หมายถึง สายไฟจากสถานีไฟฟ้าไปยังหม้อแปลงจำหน่าย (ระดับแรงดัน 22, 33 kV)

- สถานีไฟฟ้า (Substation) หมายถึง จุดเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าจากระบบ 115kV เป็น 22, 33 kV

- หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer) หมายถึง จุดเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าจากระบบ 22, 33 kV เป็นระบบ 400/230 V



รูปที่ 2.2 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

2.2 การวางแผนระบบจำหน่าย

การวางแผนระบบจำหน่ายในปัจจุบัน เป็นการจัดให้มีการดำเนินการขยายเขตและปรับปรุงระบบไฟฟ้า เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตได้อย่างเพียงพอ มีความมั่นคงเชื่อถือได้ และมีคุณภาพไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีการจัดลำดับการดำเนินการตามความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ ขั้นตอนการวางแผนระบบจำหน่ายในปัจจุบันเริ่มจากการนำข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดรายปีของสถานีไฟฟ้ามาหาค่าการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดรายปีของแต่ละฟีดเดอร์ในสถานีไฟฟ้า โดยทำการกระจายค่าพยากรณ์โหลดของสถานีไฟฟ้าตามสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าปีปัจจุบันของแต่ละฟีดเดอร์ ขั้นตอนถัดไปเป็นการสร้างแบบจำลองระบบไฟฟ้าของแต่ละฟีดเดอร์ในโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า และนำค่าพยากรณ์โหลดของแต่ละฟีดเดอร์ในแต่ละปีมาทำการวิเคราะห์ Power Flow เพื่อตรวจสอบว่าระบบมีการจ่ายไฟเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ได้แก่ เกณฑ์ด้านแรงดันไฟฟ้า ด้านพิกัดอุปกรณ์ ด้านความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า และด้านคุณภาพระบบไฟฟ้า หากตรวจสอบแล้วพบว่าเกิดปัญหาขึ้นที่ปีใดก็วางแผนทางเลือกในการแก้ปัญหาการจ่ายไฟโดยเลือกทางเลือกที่มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ โดยทางเลือกในการแก้ปัญหามีด้วยกันหลายทางเลือก อาทิเช่น การติดตั้งคาปาซิเตอร์ การเปลี่ยนแปลงตัดจ่ายไฟใหม่ การเพิ่มขนาดสายไฟ การเพิ่มวงจรจ่ายไฟ เป็นต้น (กฟภ, 2547)

2.2.1 ความสำคัญของข้อมูลโหลดไฟฟ้ากับการวางแผนระบบจำหน่าย

การวางแผนระบบไฟฟ้าที่ดีจะช่วยทำให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าของลูกค้าในอนาคตได้อย่างพอเพียง และเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ารวมถึงทำให้มีระบบไฟฟ้าที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสม

ข้อมูลโหลดไฟฟ้านับว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างมากในการวางแผนระบบไฟฟ้าและการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า เนื่องจากเป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่แสดงถึงการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นภาระหน้าที่ของการไฟฟ้าในการผลิตและส่งจ่ายปริมาณไฟฟ้าดังกล่าวให้ได้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟ เนื่องจากปริมาณทางไฟฟ้าเป็นปริมาณที่ไม่สามารถกักตุนไว้ได้จึงต้องมีการวางแผนการผลิตและแผนการก่อสร้างระบบส่งจ่ายไว้สำหรับรองรับปริมาณการใช้ไฟที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

- **สถานภาพปัจจุบันในการจัดเก็บข้อมูลโหลดที่สถานีไฟฟ้า**

ในปัจจุบันข้อมูลโหลดของสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของกฟภ. ถูกจัดเก็บในโปรแกรม Load01 ซึ่งประมวลผลบน DOS และข้อมูลที่จัดเก็บเป็น Text File นอกจากนี้ข้อมูลที่นำเข้าในโปรแกรม Load01 ยังมีข้อมูลเฉพาะค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดเท่านั้น จากการสำรวจสภาพปัจจุบันของกระบวนการจัดการข้อมูลสำหรับโปรแกรม Load01 จากสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสรุปได้ดังนี้

- **ตำแหน่ง และรายละเอียดข้อมูลโหลดที่จัดเก็บ** ข้อมูลโหลดไฟฟ้าที่จัดเก็บที่สถานีไฟฟ้า ได้แก่

  - ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (MW)
  - ค่ากำลังไฟฟ้าเสมือน (Mvar)
  - ค่ากระแสไฟฟ้าเฟส A เฟส B เฟส C (Amp)
  - ค่าแรงดันไฟฟ้า (Volt)

การวางแผนสถานีไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อการพิจารณากำหนดวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการจัดหาหรือการปรับปรุงสถานีไฟฟ้า เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดในอนาคตได้อย่างพอเพียง มีคุณภาพ เชื่อถือได้ มีความมั่นคง และมีประสิทธิภาพตามหลักเกณฑ์ที่ กฟภ. กำหนด โดยการวางแผนสถานีไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

- การวางแผนด้านปฏิบัติการ (Operational Planning) ระยะสั้น 1-2 ปี
- การวางแผนด้านพัฒนา (Development Planning) ระยะยาว 5 ปีขึ้นไป

ซึ่งมีรายละเอียดการวางแผนสถานีไฟฟ้าทั้ง 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

- ในการวางแผนระยะสั้น 1-2 ปี มีทางเลือกในการดำเนินงาน คือ

1) ย้ายโหลดไปรับสถานีไฟฟ้าข้างเคียง เป็นการพิจารณาความสามารถในการรับโหลดของสถานีไฟฟ้าในปัจจุบัน และสถานีไฟฟ้าข้างเคียงว่าสามารถถ่ายเทโหลดระหว่างสถานีได้มากน้อยเพียงใด หากสามารถดำเนินการได้ให้พิจารณาเป็นอันดับแรก

- ในการวางแผนระยะยาว 5 ปีขึ้นไป มีทางเลือกในการดำเนินงาน คือ

2) เพิ่มขนาดหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้า เป็นการเพิ่มขนาดหม้อแปลงให้มีพิกัดใหญ่ขึ้น ทดแทนหม้อแปลงเก่าที่จ่ายโหลดเกิน โครงการประเภทนี้จะมีเงินลงทุนในส่วนของอุปกรณ์ป้องกันหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าเพิ่ม เนื่องจากต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันที่มีพิกัดสูงขึ้นกว่าเดิม

3) ติดตั้งหม้อแปลงเพิ่มในสถานีไฟฟ้าเดิม เป็นการติดตั้งหม้อแปลงพิกัดเท่าเดิมหรือพิกัดใหญ่ขึ้น จำนวน 1 เครื่อง หรือมากกว่าเพิ่มเติมในสถานีไฟฟ้าเดิม เพื่อให้สถานีไฟฟ้ามีความสามารถจ่ายโหลดได้มากขึ้น โครงการประเภทนี้จะมีเงินลงทุนในส่วนของการขยายบัสเพิ่มและอุปกรณ์ป้องกันในสถานีไฟฟ้าเพิ่มเติม หรือบางครั้งจำเป็นต้องเพิ่มวงจรด้านสายส่งเพิ่มเติม ในการวิเคราะห์โครงการประเภทนี้ จะมีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากต้องมีการพยากรณ์แนวโน้มความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มในพื้นที่การจ่ายไฟเดิม

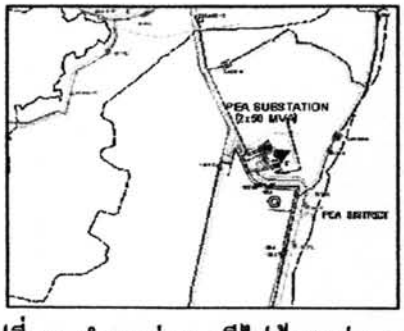
4) ก่อสร้างสถานีไฟฟ้า เป็นการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากเพราะ จะใช้เงินลงทุนในการจัดซื้อที่ดิน สายส่ง สายจำหน่าย หม้อแปลง อุปกรณ์ป้องกัน และอาคารควบคุม รวมทั้งค่าใช้จ่ายดำเนินงานด้านอื่นๆ จำนวนมาก ในการวิเคราะห์โครงการประเภทนี้จะมีความละเอียดและซับซ้อนมากขึ้น

2.2.2 หลักเกณฑ์การวางแผนระบบจำหน่ายของกฟภ

การตรวจสอบเงื่อนไขเทคนิคทางวิศวกรรมที่ใช้พิจารณาผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าตามคู่มือหลักเกณฑ์การวางแผนระบบไฟฟ้าของ กฟภ. ในการวางแผนระบบจำหน่ายนั้นประกอบด้วยหลักเกณฑ์ต่างๆดังนี้ (คู่มือการวางแผนระบบไฟฟ้าของกฟภ, 2547)

- **หลักเกณฑ์ข้อกำหนดในการวางแผนของสถานีไฟฟ้าของกฟภ.**

แสดงตำแหน่งที่ของสถานีไฟฟ้าดังภาพที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งสถานีไฟฟ้า (กฟภ, 2547)

- ขนาดโหลดและขีดความสามารถ (Capacity) ของหม้อแปลงกำลัง (Power Transformer) ภาระโหลดสูงสุดของหม้อแปลงกำลังและจำนวนวงจรดังแสดงตารางที่ 2.1ต่อไปนี้

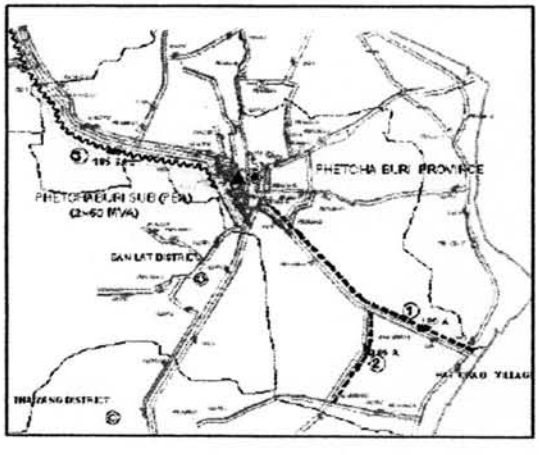
ขนาดพิกัดหม้อแปลง (MVA)	โหลดสูงสุด (MVA)	จำนวนวงจรสูงสุด (วงจร)
1x25	19	5
2x25	38	10
1x50	38	5
2x50	75	10

ตารางที่ 2.1 ขีดความสามารถของหม้อแปลงกำลัง และจำนวนวงจร

- ขนาดพิกัดสูงสุดของหม้อแปลงกำลังแต่ละเครื่องไม่เกิน 50 MVA
- จำนวนหม้อแปลงกำลังใน 1 สถานีไฟฟ้ามีได้สูงสุดไม่เกิน 2 เครื่อง
- จำนวนวงจรสูงสุดที่จ่ายออกจากหม้อแปลงกำลังแต่ละลูกไม่เกิน 5 วงจร
- ในกรณีติดตั้งหม้อแปลงกำลังเครื่องเดียว โหลดของหม้อแปลงที่สถานีไฟฟ้าไม่เกิน 75% ของพิกัด เพื่อให้สามารถรองรับโหลดของสถานีข้างเคียงได้ 25%

➢ **หลักเกณฑ์ข้อกำหนดของระบบสายจำหน่าย 22 kV**

รูปที่ 2.4 แสดงระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ประกอบสถานีไฟฟ้าส่งจ่ายไฟไปยังหม้อแปลงจำหน่าย ผ่านระบบสายจำหน่าย 22 kV



รูปที่ 2.4 ระบบสายจำหน่าย 22 kV (กฟภ, 2547)

- ค่าพิกัดกระแสแต่ละประเภทสายจำหน่าย ดังตัวอย่างตารางที่ 2.2 และขนาดของสายจำหน่าย
  - 185A ขนาดพื้นที่หน้าตัด 185 mm^2 ชนิดอะลูมิเนียม
  - 185PIC ขนาดพื้นที่หน้าตัด 185 mm^2 ชนิดสายหุ้มฉนวน
  - 185SAC ขนาดพื้นที่หน้าตัด 185 mm^2 ชนิดสายเคเบิลอากาศ

ชนิดสาย	R1(Ω/km)	X1(Ω/km)	BC1(μS/km)	R0(Ω/km)	X0(Ω/km)	BC0(μS/km)	Rating(A)
185 A	0.17571	0.33444	3.38500	0.32371	1.56125	1.64900	520.0
185 PIC	0.21435	0.33976	3.45190	0.39186	1.55380	1.54480	425.0
185 SAC	0.21441	0.22402	5.30730	0.45996	1.75580	1.78980	410.0

ตารางที่ 2.2 ค่าพารามิเตอร์และชนิดของสายจำหน่าย 22 kV

- พิจารณาเป็นแบบเรเดียล มีสายเดียวเชื่อมระหว่างจุดโหลด
- เงื่อนไขแรงดันตก (Voltage Drop Constrains) ค่าแรงดันที่จุดโหลดต้องมีค่าอยู่ไม่มากกว่าหรือต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ของแรงดันระบบ (22 kV) คือ ระดับแรงดันที่บัส i ใดๆ จะต้องไม่สูงหรือต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ของแรงดันปกติ (Nominal Voltage) เป็นการวัดค่าของ Drop ที่ออกจากสถานีไฟฟ้ามายังหม้อแปลงวัดที่ตำแหล่งปลายทาง แรงดันต้องไม่ต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ของแรงต้นที่ออกจากต้นทาง

$$0.95 \leq Vi \leq 1.05 \quad \text{Per Unit}$$

- แรงดันตก (Voltage Drop) พิจารณาแปรผันตามระยะทาง ระยะทางไกลมาก แรงดันจะมีค่ามากขึ้น ระยะใกล้แรงดันตกก็จะลดน้อยลงตามระยะทางของสายจำหน่าย ซึ่งได้จากการคำนวณวิเคราะห์อย่างคร่าวๆ เท่านั้น สูตรที่ใช้ในการคำนวณแรงดันตกในสายจำหน่าย ดังนี้

$$\%\Delta V = \left[\frac{S}{V_{nom}^2}\right] \times L \times \left(R\cos\theta + X\sin\theta\right) \times 100\%$$

โดยที่

$\%\Delta V$ = เปอร์เซ็นต์แรงดันตก

S = ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏที่ไหลในสายจำหน่าย (MVA)

L = ความยาวของสายจำหน่ายระหว่างจุด 2 จุด (km)

R = ค่าความต้านทานรีซิสแตนท์ของสาย (Ω/km)

X = ค่าความต้านทานรีแอกแตนท์ของสาย (Ω/km)

Θ = มุมของตัวประกอบกำลัง (Power factor กำหนดให้มีค่า= 0.85)

V_{nom} = แรงดันระบบ (kV)

- ค่าใช้จ่ายของความสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายจำหน่าย โดยค่าใช้จ่ายการก่อสร้างสายใหม่ขึ้นอยู่กับความยาวของสายจำหน่ายและขนาดสายจำหน่าย สำหรับตัวแปรค่าใช้จ่ายของแต่ละสายจำหน่ายค่าสูญเสียกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ

$$P_{loss} = I^2RL$$

$$P_{cost} = P_{loss} \times UC \times 8760$$

โดยที่

P_{loss} = ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของค่ากำลังจริง (Loss of real power)(kW)

P_{cost} = ค่าใช้จ่ายของความสูญเสีย (Cost of Losses)(Bath)

I = ค่ากระแสไฟฟ้าในสายจำหน่าย (Current of Feeders)(amp)

R = ค่ารีซิสแตนท์ของสายจำหน่าย (Resistance of Feeders)(Ω/km)

L = ความยาวของสายจำหน่าย (Length of Feeder)(km)

UC = ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (Unit Cost)(Bath/kWh)

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด จะรวมค่าก่อสร้างสถานีรวมกับค่าก่อสร้างสายจำหน่าย เป็นค่า Fixed Cost ของสถานีไฟฟ้า และค่าสูญเสียกำลังไฟฟ้าในแต่ละสายจำหน่าย เป็นตัวแปรค่าใช้จ่ายแปรผันจากการคำนวณข้างต้น โดยพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุดของแต่ละสายจำหน่าย

➢ **หลักเกณฑ์ข้อกำหนดของหม้อแปลงจำหน่ายระบบแรงดัน 22 kV**

- หม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายของ กฟภ. : แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่
  - หม้อแปลง 1 เฟส ซึ่งมีขนาด 30 kVA
  - หม้อแปลง 3 เฟส ซึ่งมีขนาด 50, 100, 160, 250 kVA
- หลักเกณฑ์การติดตั้งหม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer) ดังนี้
  - ขีดความสามารถ กรณีจ่ายไฟกำหนดให้ปกติโหลดสูงสุดของหม้อแปลงจำหน่ายไม่เกิน 80% ของพิกัดหม้อแปลงนั้น
  - ตำแหน่งที่ติดตั้งหม้อแปลงจำหน่าย ต้องตั้งใกล้ศูนย์กลางโหลดมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้

➢ **หลักเกณฑ์ข้อกำหนดของการพิจารณากำหนดตำแหน่งในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้า**

1) ตำแหน่งของสถานีไฟฟ้าสร้างใหม่ จะต้องอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางโหลดของพื้นที่บริการมากที่สุด คือค่าโหลดโมเมนต์ หรือผลรวมของผลคูณระหว่างโหลดติดตั้งกับระยะทางถึงสถานีไฟฟ้าจะต้องมีค่าน้อยที่สุด

2) ตำแหน่งของสถานีไฟฟ้า จะต้องสามารถควบคุมการจ่ายโหลดได้ โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ทุกตำแหน่งโหลดสามารถรักษาให้อยู่ในพิกัดที่กำหนดได้

3) ที่ตั้งสถานีไฟฟ้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถจัดวางแนวสายส่ง ที่จะส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามายังสถานีไฟฟ้าได้สะดวก และต้องสามารถจัดวางแนวสายจำหน่าย ออกจากสถานีไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม โดยมองถึงโอกาสการขยายเพิ่มจำนวนวงจร ตามการเพิ่มของโหลด และการเพิ่มขนาดของสถานีไฟฟ้าในอนาคตด้วย

4) ที่ตั้งสถานีไฟฟ้าจะต้องอยู่ในบริเวณที่มีพื้นที่เพียงพอต่อการขยายตัวในอนาคตด้วย โดยต้องไม่มีปัญหาการใช้พื้นที่ในการก่อสร้างองค์ประกอบต่างๆ ภายในสถานีไฟฟ้ากับพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ไม่ควรใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ ไม่อยู่ในบริเวณที่มีมลภาวะ เช่น ฝุ่นผง หรือไม่ควรใกล้บริเวณที่อยู่อาศัยของชุมชนมากจนเกินไป

5) ที่ตั้งสถานีไฟฟ้าจะต้องช่วยลดผลกระทบของจำนวนผู้ใช้ไฟจากกรณีเหตุขัดข้องในระบบได้ เช่น สามารถสร้างสายจำหน่ายออกจากสถานีไฟฟ้าได้หลายด้าน

2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ปัจจุบัน กฟภ. ได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับใช้เป็นระบบงานที่ทำหน้าที่จัดเก็บ จัดการ ประมวลผล และสืบค้นข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อมูลแผนที่และข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบกับแผนที่ฐาน (Land Base Map) มาติดตั้งใช้งานที่กองแผนที่ระบบไฟฟ้า (สำนักงานใหญ่) และที่แผนกแผนที่ระบบไฟฟ้าของสำนักงานการไฟฟ้าเขตทั้ง 12 เขต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ซึ่งในหัวข้อย่อยถัดไปจะกล่าวถึง ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และลักษณะการนำไปใช้งานในปัจจุบัน (รัตติยา, 2549)

2.3.1 ข้อมูลที่จัดเก็บ ขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ จะนำเข้าข้อมูลทางภูมิศาสตร์ก่อนโดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ 1:50000 เป็นแหล่งข้อมูลและเป็นแผนที่ฐานในการดิจิไทส์ได้แก่ ข้อมูลถนน แม่น้ำ และสถานที่สำคัญต่างๆ จากนั้นจึงนำเข้าข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลระบบส่ง (69, 115, 230 kV) และข้อมูลระบบจำหน่ายแรงสูง (22, 33 kV)

- **ข้อมูลแผนที่ฐาน (Land Base Map)** ประกอบด้วยชั้นข้อมูล (Layer) ของเส้นกึ่งกลางถนน เส้นขอบเขตแหล่งน้ำ แม่น้ำ ลำคลอง และขอบเขตสถานที่สำคัญต่างๆ

- **ข้อมูลแผนที่ระบบส่ง (Transmission System Map)** ประกอบด้วยชั้นข้อมูลของตำแหน่งสถานีไฟฟ้า เส้นแนวสายส่ง ที่ระดับแรงดัน 69, 115, 230 และ 500 kV ทั้งของ บมจ.กฟผ. และของ กฟภ. โดยจัดเก็บที่มาตราส่วน 1:250000
- **ข้อมูลแผนที่ระบบจำหน่ายแรงสูง (High Voltage Distribution System Map)** ประกอบด้วยชั้นข้อมูลของตำแหน่งอุปกรณ์ระบบจำหน่ายต่างๆ และเส้นแนวสายจำหน่าย ที่ระดับแรงดัน 22, 33 kV โดยจัดเก็บที่มาตราส่วน 1:5000

2.3.2 เครื่องมือโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปัจจุบัน กฟภ.ใช้ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ArcGIS ของบริษัท ESRI ซึ่งประกอบด้วยไปด้วยชุด ArcCatalog, ArcMap และ ArcToolbox โดยที่ ArcCatalog ใช้เพื่อการเข้าถึงฐานข้อมูล สร้างและปรับแก้ฐานข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูล (Metadata) ส่วน ArcMap ใช้สำหรับการแสดง ปรับแก้ สืบค้นข้อมูล และสร้างเอกสารแผนที่ และ ArcToolbox ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ซึ่งรวมเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

ArcGIS เป็นชุดโปรแกรมที่สามารถใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถแสดงผล จัดการสอบถาม วิเคราะห์ ผสมผสานข้อมูลแผนที่ได้อัตโนมัติ สามารถใช้งานได้แบบลำพัง (Stand-Alone) และแบบเครือข่าย (Server-Client) ArcGIS ยังคงมีคุณสมบัติเพิ่มเติมจากชุดโปรแกรมในเวอร์ชั่นเดิม คือ เพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการเลือกและจัดการข้อมูลเพื่อแสดงผลโดยใช้โปรแกรม ArcCatalog และเพิ่มความสามารถในการสร้างปุ่มคำสั่งได้ด้วยคำสั่งใน Visual Basic for Application (VBA) ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้เครื่องมือของชุดโปรแกรม ArcGIS เวอร์ชั่น 9.1 ในการดำเนินการศึกษาวิจัย

2.3.3 ลักษณะการนำไปใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่ในเขตรับผิดชอบของ กฟภ. มีขนาดพื้นที่ครอบคลุมถึงร้อยละ 99 ของทั้งประเทศ ประกอบกับมีข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวนมากที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กฟภ. ดังนั้นการที่จะนำเข้าข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งหมดที่มีมาไว้ในระบบเพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในคราวเดียวนั้นจะต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาล ด้วยเหตุนี้ กฟภ. จึงลงทุนในเฟส I ด้วยการนำเข้าข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงบางส่วน อันได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบส่ง และระบบจำหน่ายแรงสูง โดยจัดเก็บข้อมูลระบบส่งที่มาตราส่วน 1:250000 และจัดเก็บข้อมูลระบบจำหน่ายแรงสูงที่ มาตราส่วน 1:50000 ซึ่งทั้งจำนวนของข้อมูลที่จัดเก็บและความละเอียดในการจัดเก็บข้อมูลต่างก็มีผลโดยตรงกับเงินลงทุนและขีดจำกัดในการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งาน

ปัจจุบันระบบ GIS ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในการจัดทำแผนที่ระบบไฟฟ้าให้กับหน่วยงานต่างๆ ใน กฟภ. และเนื่องจากในปัจจุบัน กฟภ. ยังไม่มีฐานข้อมูลกลางที่จัดเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อมีโครงการใหม่ๆ เกิดขึ้นและจำเป็นต้องใช้งานข้อมูลภูมิสารสนเทศระบบไฟฟ้า ระบบ GIS จึงมีหน้าที่ในการสนับสนุนความต้องการใช้งานข้อมูลภูมิสารสนเทศระบบไฟฟ้าให้กับโครงการอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการติดตั้งศูนย์สั่งการจ่ายไฟเพื่อการควบคุมและสั่งงานอุปกรณ์แบบระยะไกล (SCADA) และโครงการระบบคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปสำหรับธุรกิจหลัก (CBS) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม กฟภ. กำลังจะเริ่มดำเนินการโครงการพัฒนาสารสนเทศระบบไฟฟ้าทางภูมิศาสตร์ระยะที่ 2 ซึ่งจะจัดทำฐานข้อมูลแผนที่ระบบไฟฟ้าทั่วประเทศรวมทั้งระบบจำหน่ายแรงดันต่ำและพัฒนาระบบ GIS ให้เป็นเครื่องมือสำหรับควบคุม ติดตาม และจัดการกับทรัพย์สินระบบไฟฟ้า และเชื่อมโยงเพื่อสนับสนุนระบบสารสนเทศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนการตัดสินใจกระบวนการทางธุรกิจหลักของ กฟภ. ต่อไป