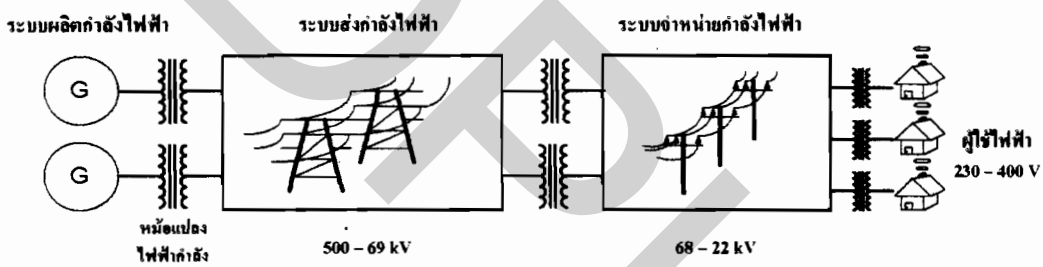
บทที่ 3
ระบบไฟฟ้ากำลัง

โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง ไม่ว่าจะเป็นระบบเล็กหรือระบบใหญ่จะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 3 ระบบย่อยที่สำคัญหลัก คือ

1. ระบบผลิตกำลังไฟฟ้า
2. ระบบส่งกำลังไฟฟ้า
3. ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างระบบไฟฟ้ากำลัง

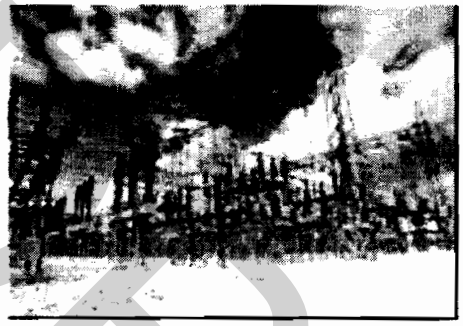
โดยทั่วไปแล้วระบบผลิตกำลังไฟฟ้าและระบบส่งกำลังไฟฟ้าจะหมายถึง แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Bulk Power Supply) สำหรับระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าจะหมายถึงระบบที่นำกำลังไฟฟ้าส่งไปยังโหลดของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือลูกค้า (Customers)

3.1 ระบบผลิตกำลังไฟฟ้า

ระบบผลิตกำลังไฟฟ้า หมายถึง โรงไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่อย่างมากมายหลายรูปแบบและมีอยู่หลายลักษณะในปัจจุบันประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงจักรไอน้ำ โรงจักรแบบกังหันแก๊ส ตลอดจนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงจักรใช้ถ่านหิน การที่เราจะพิจารณาใช้โรงไฟฟ้าแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพแวดล้อม ทรัพยากร และระดับราคาเป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีระดับแรงดันตั้งแต่ระดับ 11 kV ถึง 27 kV ซึ่งผู้ผลิตจะต้องทำการยกระดับแรงดันผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง โรงไฟฟ้าประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

1. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบไปด้วยตัวต้นกำลังหรือเครื่องกังหันไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจะเป็นแรงดัน 3 เฟส โดยส่วนใหญ่ไม่เกิน 20 kV เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เขื่อนภูมิพลผลิตที่ 13.8 kV เป็นต้น เพราะหากมากกว่า 20 kV จะก่อให้เกิดอันตรายต่อฉนวนตัวนำและส่งผลต่ออายุการใช้งานของโรงไฟฟ้าได้

2. ส่วนลานไกไฟฟ้า หรือ Switchyard เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สูงขึ้นเพื่อส่งต่อไปยังสถานีไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกล ลดความสูญเสียในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่ทำหน้าที่ยกระดับแรงดันขึ้นและระบบป้องกันทางไฟฟ้า



ภาพที่ 3.2 ลานไกไฟฟ้า

3. ส่วนป้องกันการเดินเครื่องและการควบคุมไฟฟ้า ได้แก่ การป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง และรีเลย์ตรวจจับความผิดปกติทางไฟฟ้า

ความสามารถในการผลิตจะถูกกำหนดเป็น “กิโลวัตต์” หรือ “เมกะวัตต์” ส่วนความสามารถในการผลิตหรือกำลังการผลิตที่ควบคู่ไปกับระยะเวลาในการผลิต เรียกว่า “พลังงานไฟฟ้าที่ได้” ถ้ามองในแง่กำลังไฟฟ้าที่ผลิตนำมาใช้ควบคู่กับระยะเวลาในการใช้ เรียกว่า “พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป” มีหน่วยเป็น “วัตต์-ชั่วโมง” หรือ “กิโลวัตต์-ชั่วโมง” โดยพลังงานไฟฟ้าที่เราได้มาใช้งานนี้จะได้จากการเปลี่ยนพลังงานรูปอื่นมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยแหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้านี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แหล่งพลังงานประเภทให้ความร้อน (thermal) ซึ่งได้แก่แหล่งพลังงานสำคัญ คือ ถ่านหิน (coal) น้ำมัน (oil) ก๊าซธรรมชาติ (natural gas) พลังงานนิวเคลียร์แบบแตกตัวของยูเรเนียม (nuclear fission of uranium) แสงอาทิตย์ (solar) และ ชีวมวลต่างๆ จำพวกสารอินทรีย์ เป็นต้น

2. แหล่งพลังงานประเภทไม่ให้ความร้อน (nonthermal) ซึ่งได้แก่แหล่งพลังงานสำคัญ คือ พลังงานน้ำ (hydro) น้ำขึ้น-น้ำลง พลังงานลม การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง และเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) ที่อาศัยกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนและการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซและออกซิเจน

3.2 ระบบส่งกำลังไฟฟ้า

ระบบส่งกำลังไฟฟ้า เป็นระบบที่รับพลังงานไฟฟ้าที่ถูกยกระดับแรงดันต่อจากระบบผลิตกำลังไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยนั้นจะมีระดับแรงดันตั้งแต่ระดับ 69 kV จนถึงระดับ 500 kV ซึ่งสามารถส่งพลังงานไฟฟ้าไปเป็นระยะทางที่ไกลได้โดยรักษารับแรงดันนั้นไว้ได้เนื่องจากระยะทางจากระบบผลิตกำลังไฟฟ้าจะอยู่ห่างไกลจากโหลดมาก ระบบส่งกำลังไฟฟ้าแบ่งออกได้ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าเหนือศีรษะ (Overhead line System) เป็นระบบที่ซึ่งสายตัวนำบนเสาส่งผ่านที่โล่งแจ้งจากสถานีไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกสถานีไฟฟ้าหนึ่ง ง่ายต่อการบำรุงรักษาและตรวจสอบข้อขัดข้องของระบบ

2. ระบบไฟฟ้าใต้ดิน (Under Ground Cable System) สายตัวนำจะถูกฝังลงไปในดินตามรางเดินสาย และมีบ่อพักเป็นช่วงๆ เหมาะสำหรับติดตั้งในที่ชุมชนหรือพื้นที่แออัด มีความต้องการพลังงานไฟฟ้า (โหลด) สูง แต่การบำรุงรักษาทำได้ไม่สะดวกและมีราคาค่อนข้างสูงตามไปด้วย

ระบบส่งกำลังไฟฟ้ามี 3 ระดับ ตามมาตรฐาน ANSI C-84 (American National Standard Institute) คือ

- ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage : HV) มีระดับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 115-230 kV
- ไฟฟ้าแรงสูงเอกซ์ตรา (Extra High Voltage : EHV) มีระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 230 ถึง 765 kV
- ส่วนระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่า 765 kV เรียกว่า ไฟฟ้าแรงสูงอัลตรา (Ultra High Voltage : UHV)

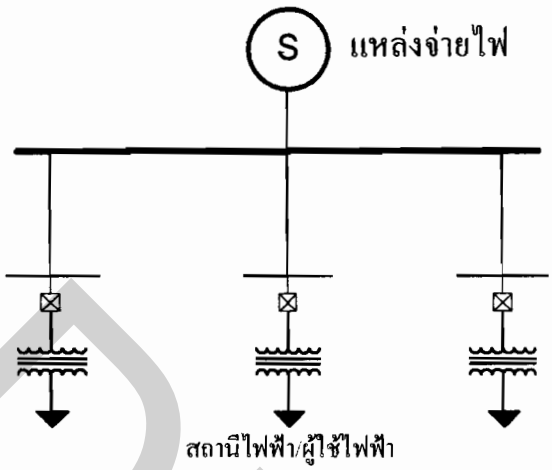
3.2.1 ความมุ่งหมายหลักของระบบส่งกำลังไฟฟ้า

1. เพื่อการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้หรือแหล่งจ่ายไฟ
2. ส่งกำลังไฟฟ้าไปยังศูนย์กลางการจ่ายโหลด
3. เพื่อเชื่อมโยงระบบส่งกำลังไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มความเชื่อถือได้ (Reliability) และลดความสูญเสียในระบบไฟฟ้า

3.2.2 รูปแบบของการส่งกำลังไฟฟ้า

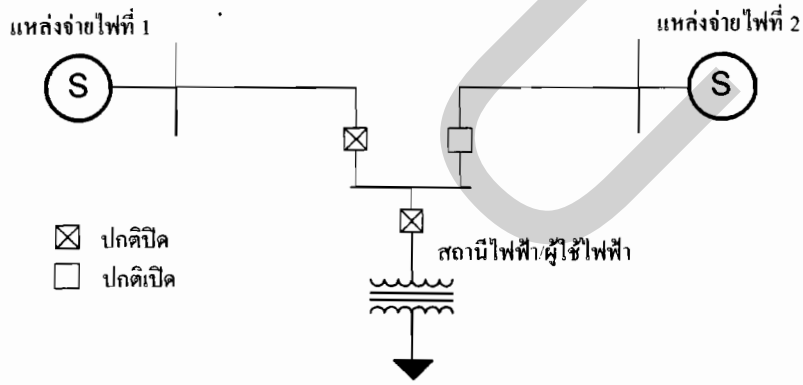
ระบบส่งกำลังไฟฟ้าจะแบ่งรูปแบบของการจ่ายกำลังไฟฟ้าออกได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบเรเดียล (Radial System) หรือระบบเปิดวงจรของสายส่งกำลังไฟฟ้าจะถูกจ่ายไฟออกจากบัสไปยังสถานีไฟฟ้าแต่ละแห่งโดยตรงเพียง 1 วงจร



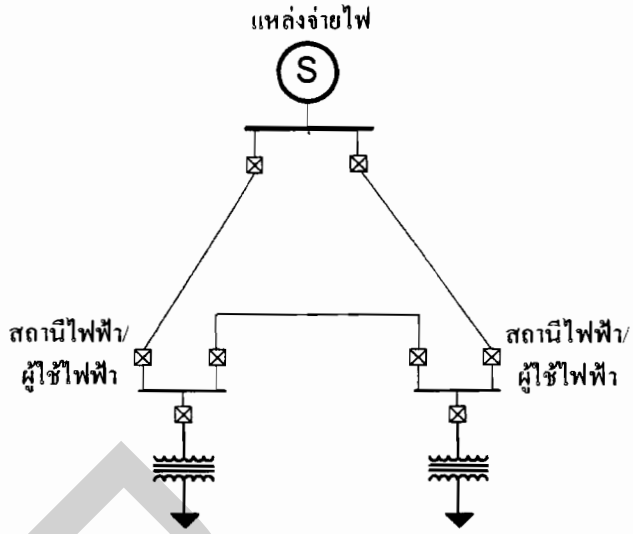
ภาพที่ 3.3 การจ่ายไฟแบบระบบเปิด

2. ระบบเปิดที่มีการต่อเชื่อมแหล่งจ่ายไฟ (Tapped-Tie Normally Open) เป็นระบบเปิดที่มีการพัฒนาให้เป็นระบบที่สามารถรับแหล่งจ่ายได้จากสองทิศทาง



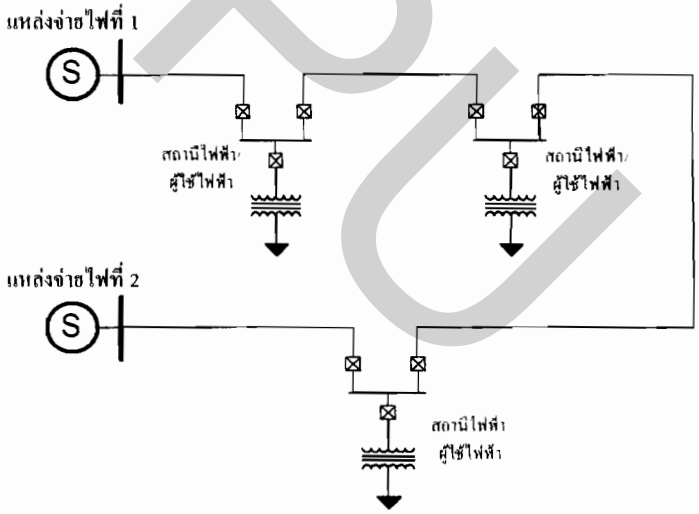
ภาพที่ 3.4 ระบบเปิดที่มีการต่อเชื่อมแหล่งจ่ายไฟ

3. ระบบวงรอบปิดหรือระบบลูป (Loop System) เพื่อเป็นการเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้นจึงมีการพัฒนาให้สายส่งมีการรับกำลังไฟฟ้ามากกว่า 1 วงจร โดยมุ่งหวังให้เมื่อเกิดความผิดปกติอุปกรณ์ป้องกันจะสามารถปลดวงจรที่ผิดปกติออกทำให้การจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นไปด้วยความต่อเนื่องมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3.5 การจ่ายไฟแบบวงรอบปิด

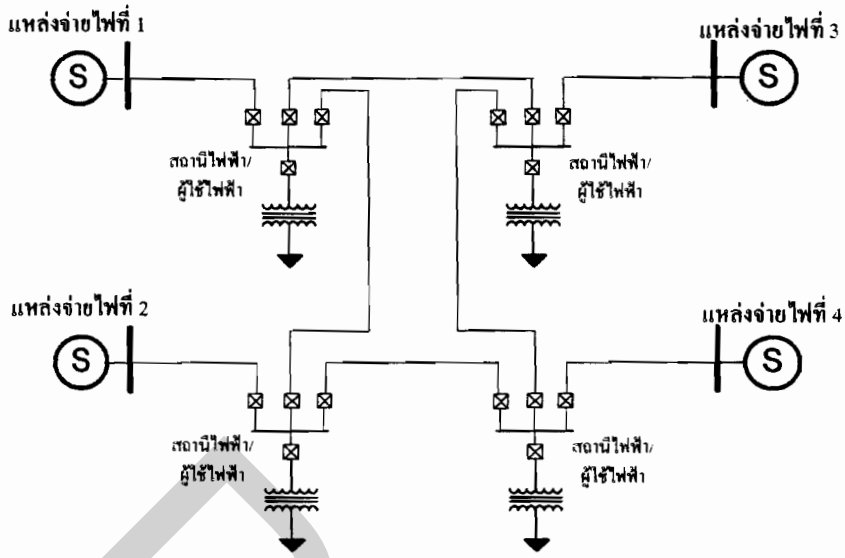
4. ระบบวงรอบปิดที่มีแหล่งจ่ายไฟ 2 แหล่งจ่าย (Tapped-Tie System) เป็นระบบที่ถูกพัฒนามาจากระบบวงรอบปิดปกติซึ่งจะมีความเชื่อถือได้สูงขึ้น



ภาพที่ 3.6 การจ่ายไฟแบบวงรอบปิด 2 แหล่งจ่าย

5. ระบบวงรอบตาข่าย (Network System) เป็นระบบการจ่ายไฟที่มีลักษณะของวงรอบตาข่ายเชื่อมโยงสถานีไฟฟ้าเข้าด้วยกันอีกทั้งยังมีแหล่งจ่ายไฟเชื่อมต่อหลายแหล่งจ่ายด้วยกันทำให้มีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังสูงสุดแต่ต้องใช้เงินลงทุนสูง ระบบมีความซับซ้อนด้านการป้องกัน

DPU



ภาพที่ 3.7 ระบบการจ่ายไฟแบบวงรอบตาข่าย

3.3 ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า เป็นระบบที่รับพลังงานไฟฟ้าที่ถูกสร้างมาจากระบบผลิตกำลังไฟฟ้า ผ่านมายังระบบส่งกำลังไฟฟ้าเพื่อทำการกระจายกำลังไฟฟ้าไปยังโหลดผู้ใช้ไฟ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือสถานีไฟฟ้าซึ่งมีหน้าที่ปรับลดระดับแรงดันให้กับผู้ใช้ไฟ โดยส่วนใหญ่แล้วระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าจะมีระดับแรงดันครอบคลุมทั้งทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ และสูงสุด สำหรับประเทศไทยจะมีระดับแรงดัน 12 -115 kV ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีการจ่ายกำลังไฟฟ้าในลักษณะของระบบเปิด หรือเป็นระบบเปิดที่มีสวิตช์เพื่อใช้สำหรับเลือกจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายอื่นกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน โดยทำการปลดระบบจำหน่ายส่วนที่มีความผิดปกติออกก่อน ซึ่งในภาพรวมแล้วจะมีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ

ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าที่ดีต้องมีการวางแผนการก่อสร้างระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าโดยคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่นระดับแรงดันไฟฟ้า ชนิดวงจรการจ่ายไฟ ตลอดจนความเหมาะสมสำหรับสถานที่ใช้งานแต่ละแห่ง

3.4 หน่วยงานที่รับผิดชอบในระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย

หน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการให้บริการด้านพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยประกอบไปด้วยหน่วยงานหลัก 3 หน่วยงาน อันได้แก่ บริษัท การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จำกัด มหาชน (บมจ. กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีอำนาจหน้าที่ดังนี้

บมจ. กฟผ. มีอำนาจหน้าที่ในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าแก่ประชาชน โดยการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ให้แก่ การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ารายอื่นตามที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งประเทศใกล้เคียง และดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนงานอื่นๆ ที่ส่งเสริมกิจการของ บมจ. กฟผ. อย่างไรก็ดีเพื่อให้สามารถดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้างต้น บมจ. กฟผ. จึงมีหน้าที่รวมไปถึงการสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และสิ่งอื่นอันเป็นอุปกรณ์ประกอบต่างๆ รวมทั้งการวางแผนนโยบายควบคุมการผลิต การส่ง การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า และวัตถุเคมีจากลิกไนต์ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ บมจ. กฟผ. ผลิตได้แก่ 500 ,230 ,115,69,33 และ 22 kV โดย กฟผ. จะดำเนินการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าแรงสูงเพื่อลดระดับแรงดันตามที่ผู้รับซื้อมีความต้องการ ปัจจุบัน บมจ. กฟผ. มีแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงชนิดโรงไฟฟ้าและกำลังผลิตติดตั้งของ บมจ. กฟผ.

ชนิดของโรงไฟฟ้า	จำนวน (เครื่อง)	กำลังผลิตติดตั้ง (MW)
โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่	49	3,423.74
โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก	8	0.45
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	20	6,370.00
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	35	5,146.95
โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส	13	847.00
โรงไฟฟ้าดีเซล	6	5.40
โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน	12	1.03
รวม	145	15,794.57

ที่มา : บริษัท กฟผ. จำกัด มหาชน พ.ศ. 2548

นอกจากนี้ บมจ. กฟผ. ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการผลิตและจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการของประชาชนยังได้มีการรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าประเทศเพื่อนบ้าน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของผู้ผลิต กว่า 55 เครื่อง รวมกำลังผลิตติดตั้งกว่า 11,569.50 MW

กฟน. มีอำนาจหน้าที่ในการให้บริการด้านการจัดจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟ โดยเป็นรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจาก กฟผ. และผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer) มาจัดจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟ ภายในเขตกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี โดยเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ระบบจำหน่ายและสายส่ง ซึ่งประกอบไปด้วยผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 69 , 24 , 12 kV 400 และ 240 Volt

กฟภ. มีอำนาจหน้าที่ในการให้บริการด้านการจัดจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยเป็นรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจาก กฟผ. และผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก มาจัดจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟ โดยเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าระบบจำหน่ายและสายส่ง ซึ่งประกอบไปด้วยผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 , 69 , 33 , 22 kV 400 และ 230 Volt

3.5 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

เนื่องด้วยประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมและมีการอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ในรอบตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง 2547 ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าแยกตามภาคของประเทศไทย

ปี พ.ศ.	ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (หน่วย : million kWh)				
	เขตนครหลวงและภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้	ภาคเหนือ	รวม
2538	56,823	5,501	5,206	5,248	72,779
2539	61,770	6,239	5,644	5,796	79,450
2540	66,163	7,052	6,087	6,593	85,896
2541	64,538	7,564	6,507	6,987	85,597
2542	65,319	7,513	6,495	6,983	84,512
2543	68,226	8,033	7,139	7,325	90,725
2544	73,291	8,955	7,634	7,831	97,712
2545	77,053	9,067	8,130	8,233	102,485
2546	83,156	9,870	8,675	8,972	110,675
2547	89,276	10,430	9,294	9,660	118,662

ที่มา : บริษัท กฟผ. จำกัด มหาชน

หากแยกปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายซึ่งได้แก่ กฟน. และ กฟภ. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง 2547 จะมีตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของ กฟน. และ กฟภ.

ปี พ.ศ.	ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (หน่วย : million kWh)	
	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)
2538	30,603	40,163
2539	32,366	44,981
2540	33,707	50,192
2541	32,341	51,400
2542	30,873	51,819
2543	32,808	56,172
2544	35,327	60,303
2545	36,288	64,230
2546	38,587	70,107
2547	40,217	76,310

ที่มา : บริษัท กฟผ. จำกัด มหาชน

ระบบสายส่งและระบบจำหน่ายของ กฟภ. ได้ขยายวงจรเพื่อครอบคลุมพื้นที่ให้บริการอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาสอดคล้องกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและรองรับภาคการลงทุน โดยปัจจุบันสถานะสิ้นสุด ณ เดือน ก.ย. 2548 ความยาวของระบบสายส่ง (69-115 kV) มีจำนวนทั้งสิ้น 7,093.41 วงจร-กม. และความยาวของระบบจำหน่าย (19-33 kV) มีจำนวนทั้งสิ้น 269,846.86 วงจร-กม. สำหรับค่าการพยากรณ์ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของพื้นที่ศึกษาซึ่งมีอยู่ในพื้นที่ กฟก.1 จะมีค่าตามตารางที่ 3.4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.99 หรือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี อย่างไรก็ดี คู่มือการวางแผนระบบสายส่งไฟฟ้ากำลัง การวางแผนก่อสร้างสถานีไฟฟ้า การวางแผนระบบไฟฟ้าแรงดันสูง และการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการติดตั้งระบบศูนย์สั่งการจ่ายไฟระยะที่ 2 ของ กฟภ. กำหนดค่าการเติบโตของประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยกำหนดไว้ที่ 6.00 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

DPU

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าการพยากรณ์กรณีการเติบโตของของโหลด
ภาวะเศรษฐกิจขยายตัวปานกลาง ในพื้นที่เขต กฟก.1

ปี พ.ศ.	2545	2547	2549	2551	2553	2555	2557	2559
ค่าการพยากรณ์ (MW)	1,319	1,733	2,060	2,515	2,979	3,484	4,044	4,696
อัตราการเติบโต (%)	12.03	16.50	10.35	9.02	8.59	7.93	7.68	7.78

ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

หมายเหตุ : พื้นที่ กฟก.1 หมายถึง พื้นที่ศึกษา

DPU