



ชื่อหนังสือ การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และพลังงานทดแทน
บาร์โค้ด 9789743897528
ISBN 978-974-389-752-8

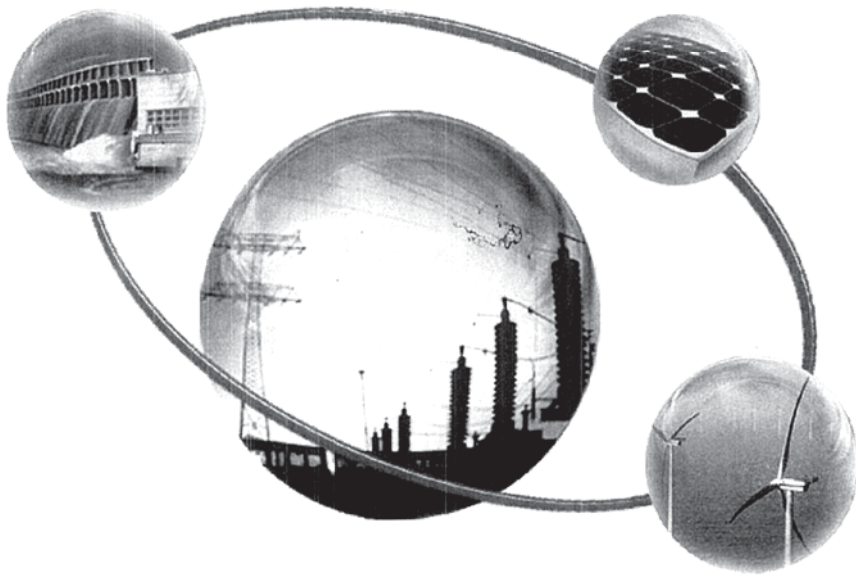
การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และ พลังงานทดแทน



เหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป

โดย... **พศ. นภัทร วัฒนเทพินทร์**

การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และพลังงานทดแทน



รวบรวมและเรียบเรียงโดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภัทร วัจนเทพินทร์



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

SKYBOOK COMPANY LIMITED

515/278-8 ถ.วิเศษ-ปทุมธานี อ.ปะชาชีวินต์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105

e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

“การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และพลังงานทดแทน”

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2550

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกถ่ายเอกสารหรือพิมพ์

หรือวิธีหนึ่งวิธีใดของหนังสือเล่มนี้ก่อนได้รับอนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ราคา 145 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

นภัทร วัจนเทพินทร์

การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และพลังงานทดแทน -- ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2550.
268 หน้า

1. พลังงานไฟฟ้า 2. โรงไฟฟ้า 3. พลังงานทดแทน

I. ชื่อเรื่อง

333.7932

ISBN: 978-974-389-752-8

S7901-30-06-07

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

SKYBOOK COMPANY LIMITED

515/278-9 ถนนพหลโยธิน-ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 12130

โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105

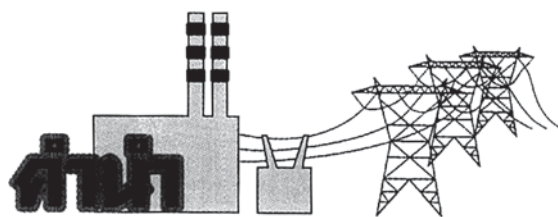
e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

หากท่านผู้อ่านซื้อหนังสือที่จัดพิมพ์โดยบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด และพบว่าหนังสือสลับหน้า พิมพ์ไม่ชัดเจน
หน้าขาดหายไม่ครบ หรือความบกพร่องอื่นใดอันเนื่องมาจากการกระบวนการพิมพ์และการเข้าเล่ม
กรุณาส่งหนังสือมาที่บริษัทฯ เพื่อรับหนังสือเล่มใหม่

พิมพ์ที่ บริษัท พี เอ็น เจ แอนด์ สกายพริ้นติงส์ จำกัด

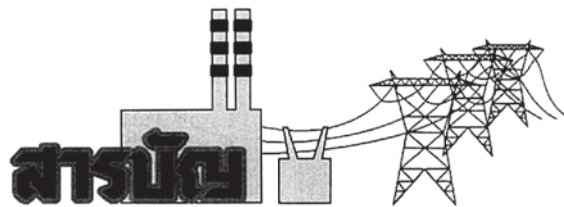
โทรศัพท์ : 0-2812-1484, 0-2812-2265



หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือประกอบการเรียนที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มช่างอุตสาหกรรม ในรายวิชาโรงต้นกำลัง ซึ่งมีหนังสือประกอบการเรียนที่เป็นภาษาไทยเผยแพร่อยู่ไม่มากนัก และผู้เขียนต้องการเพิ่มเติมเนื้อหาในส่วนรวมของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของพลังงานทดแทนของโลก พลังงานทดแทนที่มีศักยภาพในประเทศไทย และหลักการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนชนิดต่าง ๆ ที่ดำเนินงานโครงการ โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รวมทั้งสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน และกรมพัฒนาและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งต้องขอบคุณทุกหน่วยงานที่ได้กรุณาให้เอกสารประชาสัมพันธ์และรายงานประจำปี เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการนำเสนอเนื้อหาการเรียนที่เหมาะสมและทันต่อการเปลี่ยนแปลงด้านวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานของโลก สำหรับเนื้อหาในส่วนของโรงต้นกำลังและโรงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ยังคงมีอย่างครบถ้วน สมบูรณ์ตามเนื้อหาซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตร สำหรับรายละเอียดของโรงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ผู้เขียนต้องขอขอบคุณฝ่ายประชาสัมพันธ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้กรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทำให้เนื้อหาส่วนนี้มีความสมบูรณ์

ผู้เขียนหวังว่า หนังสือประกอบการเรียนเล่มนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาของประเทศไทยบ้างไม่มากนัก และหากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ผู้เขียนทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

นภัทร วังนเทพินทร์



บทที่ 1 โรงต้นกำลัง การผลิต และโหลด	7
1.1 โรงไฟฟ้า	7
1.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า	7
1.3 การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย	8
1.4 เครือข่ายระบบการผลิตและระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	12
1.5 โครงสร้างของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน	15
1.6 การคาดคะเนความต้องการไฟฟ้า	20
แบบฝึกหัดท้ายบท	30
บทที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	31
2.1 บทนำ	31
2.2 เชื่อน	32
2.3 เชื่อนและโรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศไทย	38
2.4 ข้อดีและข้อด้อยของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	75
2.5 โรงไฟฟ้าพลังน้ำจำแนกตามระดับน้ำ	76
2.6 ส่วนประกอบสำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	77
2.7 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	90
แบบฝึกหัดท้ายบท	92
บทที่ 3 โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ	93
3.1 บทนำ	93
3.2 การเลือกที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ	94
3.3 ความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรไอน้ำ	95

3.4	การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ	111
3.5	ข้อดีและข้อด้อยของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ	113
3.6	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนในประเทศไทย	114
	แบบฝึกหัดท้ายบท	132
บทที่ 4	โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	134
4.1	บทนำ	134
4.2	หลักการเบื้องต้นของวัฏจักรกังหันก๊าซ	135
4.3	ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	135
4.4	การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	141
4.5	ข้อดีและข้อด้อยของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	142
4.6	โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซในประเทศไทย	143
	แบบฝึกหัดท้ายบท	148
บทที่ 5	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	149
5.1	บทนำ	149
5.2	ลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	150
5.3	การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	152
5.4	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในประเทศไทย	154
	แบบฝึกหัดท้ายบท	164
บทที่ 6	โรงไฟฟ้าดีเซล	165
6.1	บทนำ	165
6.2	ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล	165
6.3	ชนิดของเครื่องยนต์ดีเซล	167
6.4	โรงไฟฟ้าดีเซล	171
6.5	ข้อดีและข้อด้อยของโรงไฟฟ้าดีเซล	173
	แบบฝึกหัดท้ายบท	174

บทที่ 7 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	175
7.1 บทนำ	175
7.2 คำสำคัญ	175
7.3 ชนิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	177
7.4 เชื้อเพลิงยูเรเนียมและกากกัมมันตรังสี	180
7.5 หลักการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	183
7.6 จำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปัจจุบัน	184
7.7 ข้อดีและข้อด้อยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	186
แบบฝึกหัดท้ายบท	188
 บทที่ 8 พลังงานทดแทนและโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน	 189
8.1 บทนำ	189
8.2 สถานการณ์พลังงานหมุนเวียนในโลก	190
8.3 สถานการณ์พลังงานทดแทนในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546	193
8.4 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	197
8.5 โรงไฟฟ้าพลังงานลม	214
8.6 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ	220
8.7 โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลของแข็ง	222
แบบฝึกหัดท้ายบท	235
 บทที่ 9 เศรษฐศาสตร์การผลิตไฟฟ้า	 237
9.1 บทนำ	237
9.2 โหลดไฟฟ้าและการจำแนกโหลด	237
9.3 กราฟโหลดและโหลดแฟคเตอร์	239
9.4 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดและดีมานด์แฟคเตอร์	247
9.5 เศรษฐศาสตร์การผลิตไฟฟ้า	253
แบบฝึกหัดท้ายบท	262
 บรรณานุกรม	 264



➤ 1.1 โรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าหรือโรงต้นกำลัง มาจากรากศัพท์คำว่า Power Plant หมายความว่า โรงงานที่ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานที่มาจากแหล่งกำเนิดพลังงานต่าง ๆ (เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานทดแทน หรือพลังชีวมวล) เพื่อมาขับเคลื่อนกังหันให้เกิดพลังงานไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า และส่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ผ่านสายส่งไฟฟ้าแรงสูงไปยังระบบจำหน่ายเพื่อขายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป

➤ 1.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าทั่วโลกจะแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าออกตามชนิดหรือประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้และกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนั้น ๆ โรงไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังเชื้อเพลิงจากฟอสซิล โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และพลังน้ำ ซึ่งแบ่งออกได้ 7 ประเภทดังต่อไปนี้

1. โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ใช้การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) ในการทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงเพื่อใช้หมุนกังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ใช้การเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติในการทำให้อากาศและก๊าซเสียที่มีอุณหภูมิและความดันสูงเพื่อใช้หมุนกังหันก๊าซและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันไอน้ำร่วมกับกังหันก๊าซ
4. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ในการทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงเพื่อใช้หมุนกังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5. **โรงไฟฟ้าพลังน้ำ** ทำงานโดยแปลงพลังงานศักย์จากน้ำในเขื่อนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กังหันน้ำ โรงไฟฟ้าประเภทนี้ต้องตั้งอยู่ใกล้กับเขื่อน และขนาดของโรงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับขนาดของเขื่อนด้วย

6. **โรงไฟฟ้าพลังดีเซล** ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ซึ่งจะทำหน้าที่ปั่นไฟ โรงไฟฟ้าประเภทนี้มักมีขนาดเล็กเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าค่อนข้างสูง

7. **โรงไฟฟ้าอื่น ๆ** ผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานในรูปอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น ถึงแม้ว่าพลังงานในรูปเหล่านี้จะได้มาฟรี แต่โรงไฟฟ้าประเภทนี้ต้องการการลงทุนที่สูงกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่น อีกทั้งยังมีขนาดเล็กมาก จึงยังไม่เป็นที่นิยมมากนักในปัจจุบัน

➤ 1.3 การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย*

ในประเทศไทยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องการผลิต การส่ง และการจำหน่ายไฟฟ้า 3 หน่วยงาน คือ

1. **การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ. หรือ EGAT)** ทำหน้าที่เกี่ยวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศ เช่น การสร้างโรงไฟฟ้า การสร้างเขื่อน การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กและผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ และการส่งพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบสายส่งแรงสูงไปสู่แหล่งผู้ใช้ไฟฟ้าและสถานีย่อยต่าง ๆ รวมทั้งอีก 2 หน่วยงาน ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

2. **การไฟฟ้านครหลวง (กฟน. หรือ MEA)** รับผิดชอบงานด้านการรับพลังงานไฟฟ้าจาก กฟผ. เพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งรายใหญ่และรายย่อยในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง เช่น นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี (บางส่วน)

3. **การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ. หรือ PEA)** รับผิดชอบงานด้านการรับพลังงานไฟฟ้าจาก กฟผ. เพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าในส่วนภูมิภาคทั่วประเทศ นอกจากนี้ กฟภ. ยังมีโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเป็นของตัวเองในบริเวณที่สายส่งแรงสูงของ กฟผ. ไปไม่ถึง

* ที่มา : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

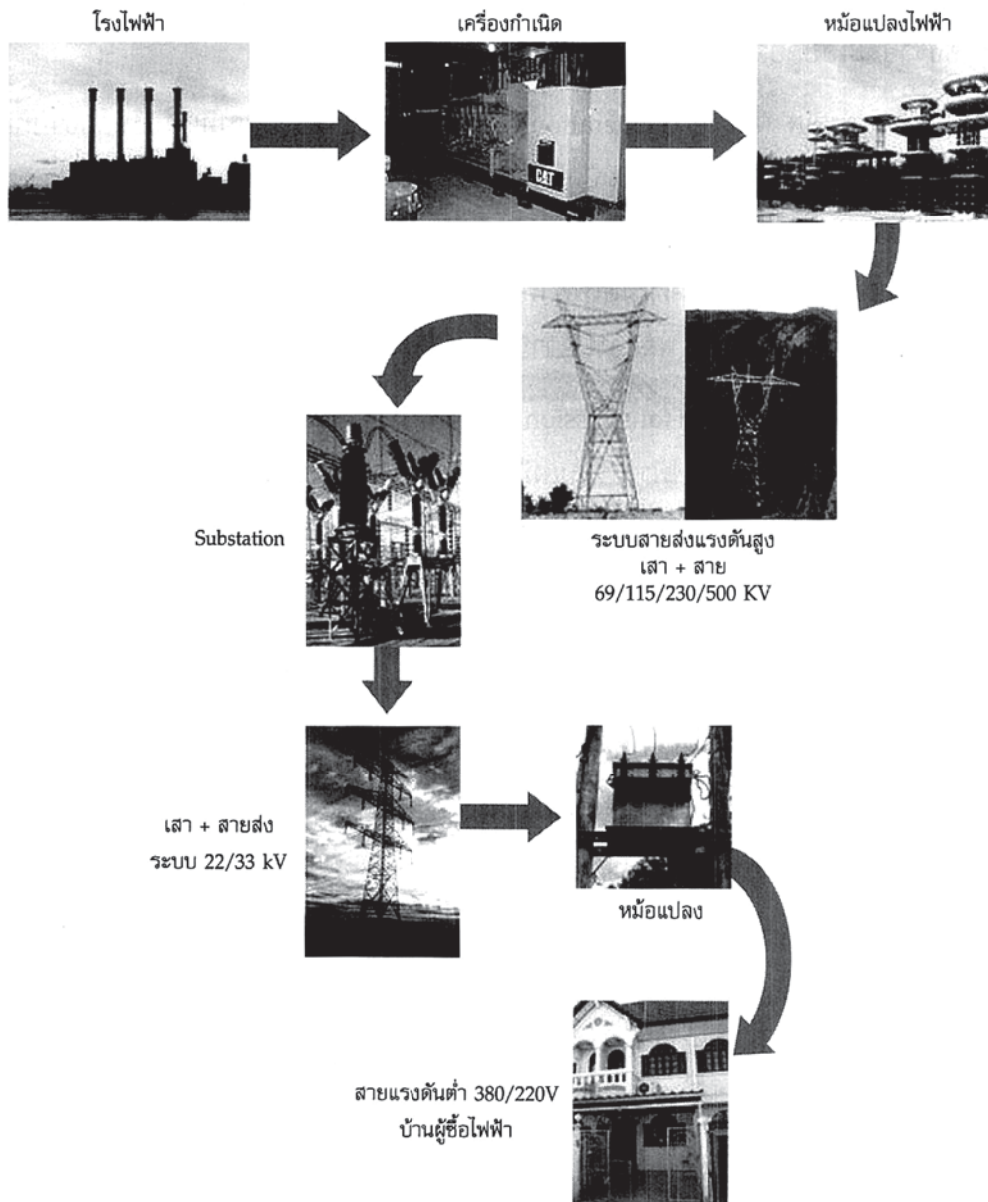
ระบบผลิต ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่อธิบายในหัวข้อนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญของการผลิตไฟฟ้าและการส่งจ่ายไฟฟ้าในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากการสร้างระบบผลิต คือ โรงไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและส่งพลังงานไฟฟ้านี้ผ่านสายส่งไฟฟ้าแรงสูงขนาดต่าง ๆ ไปยังระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อขายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป ซึ่งรายละเอียดของระบบดังกล่าวมีดังนี้

ระบบผลิต (Power Generation System) หมายถึง ระบบที่แปลงพลังงานที่อยู่ในรูปแบบอื่น ๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันการผลิตพลังงานไฟฟ้าปริมาณมาก ๆ กระทำได้โดยการแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานกลดังกล่าวใช้ขับเคลื่อนเครื่องกังหันที่มีแกนร่วมกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้า พลังงานกลมีแหล่งกำเนิดมาจากพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ พลังงานความร้อน พลังน้ำ พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น

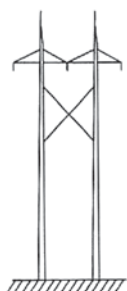
ระบบส่ง (Power Transmission System) หมายถึง ระบบเสาและสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ถ้าระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าเปรียบเสมือนหัวใจ ระบบส่งพลังงานไฟฟ้าก็เปรียบเสมือนเส้นเลือดที่นำเลือดไปหล่อเลี้ยงร่างกาย ระบบส่งพลังงานไฟฟ้าจะนำพลังงานไฟฟ้าไปสู่สถานีไฟฟ้าย่อย เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และจำหน่ายให้ผู้ใช้รายใหญ่โดยตรงต่อไป การใช้สายส่งไฟฟ้าแรงสูงก็เพื่อให้สามารถส่งพลังงานไฟฟ้าได้ไกลโดยมีความสูญเสียน้อย โดยทั่วไประดับแรงดันของระบบสายส่งมีขนาด 69 kV 115 kV 230 kV และ 500 kV แรงดันในสายส่งจะลดลงตามระยะทางจากโรงไฟฟ้าจนถึงระดับที่จ่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า โดยทำการลดในสถานีไฟฟ้าย่อยซึ่งมักตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเป็นเมืองหรือนิคมอุตสาหกรรม

ระบบจำหน่าย (Power Distribution System) หมายถึง ระบบที่รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบส่งพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในบริเวณต่าง ๆ โดยทั่วไประดับแรงดันในระบบจำหน่ายจะไม่สูงเท่าในระบบส่ง ทั้งนี้เพราะระยะทางจากสถานีไฟฟ้าย่อยไปสู่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก จึงไม่จำเป็นต้องใช้ระดับแรงดันสูงซึ่งมีราคาแพงและอุปกรณ์สูง โดยทั่วไปแรงดันของระบบจำหน่ายมีหลายระดับ เช่น 11 kV 12 kV 22 kV 24 kV และ 33 kV เมื่อเดินสายส่งมาถึงบริเวณที่มีผู้ใช้ไฟฟ้ามาก ๆ ก็ลดระดับแรงดันของระบบจำหน่ายให้ต่ำลงอยู่ในระดับที่ใช้กัน คือ 380/220 V อุปกรณ์ที่ใช้ลดระดับแรงดันคือหม้อแปลงไฟฟ้า

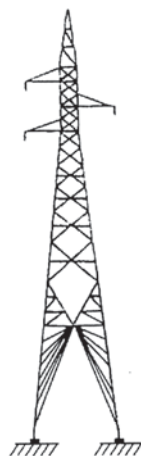
ในประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นผู้รับผิดชอบระบบผลิต และระบบส่งไฟฟ้าให้กับผู้จำหน่ายต่อไป ส่วนการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รับผิดชอบด้านระบบจำหน่าย



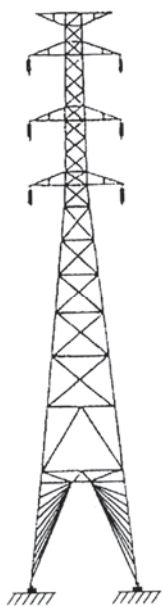
รูปที่ 1.1 ภาพแสดงระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่ายไฟฟ้าของประเทศไทย



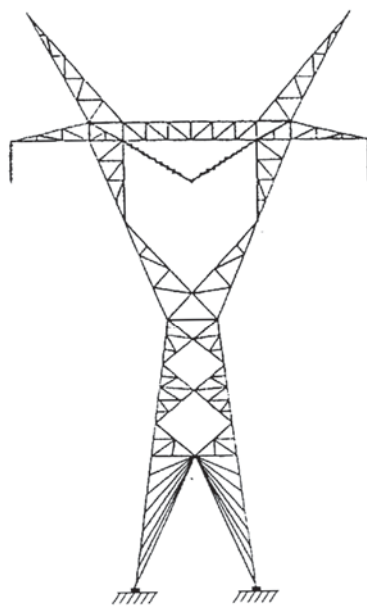
69 kV
(วงจรเดียว)



115 kV
(วงจรเดียว)



200 kV
(วงจรคู่)



500 kV
(วงจรเดียว)

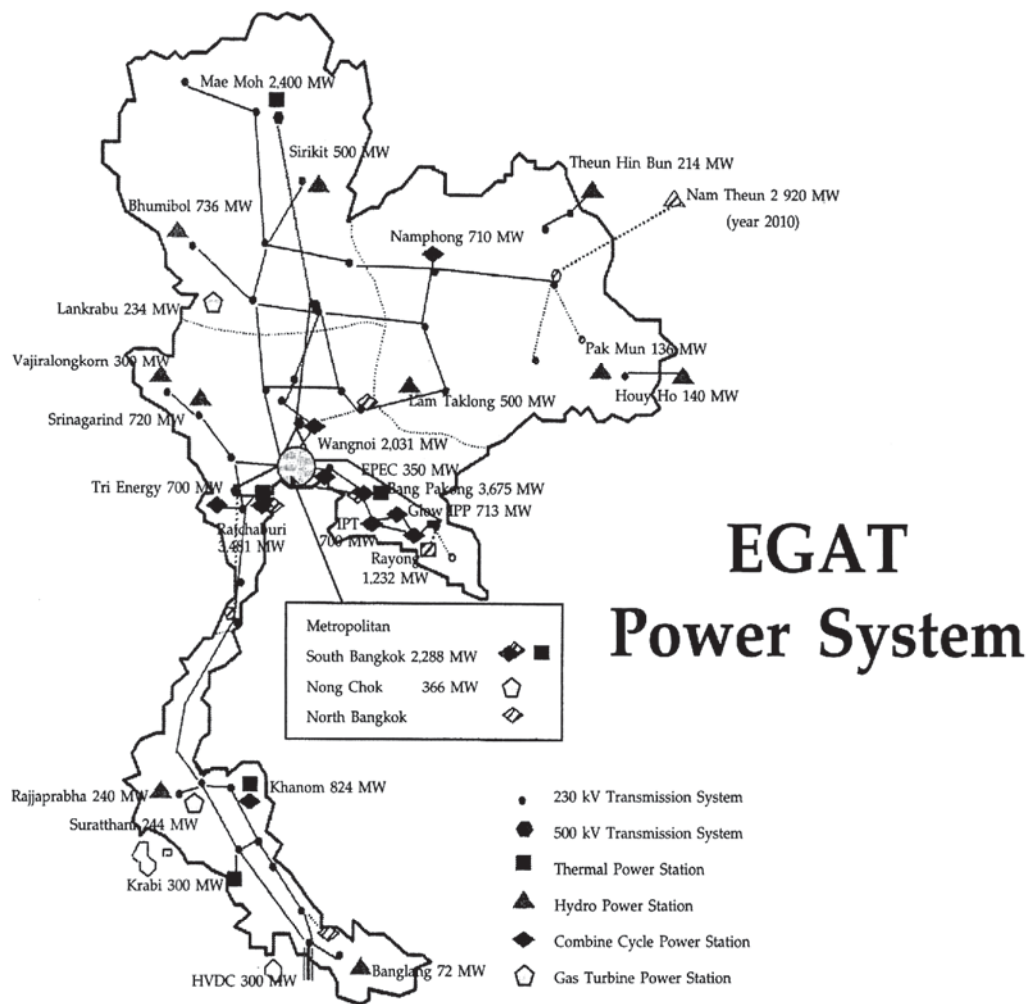
รูปที่ 1.2 เสาไฟฟ้าที่ใช้กับระบบสายส่งไฟฟ้าแรงดันสูงที่มีขนาดแรงดันตั้งแต่ 69 kV ถึง 500 kV

➤ 1.4 เครือข่ายระบบการผลิตและระบบส่งจ่ายไฟฟ้า*

จากข้อมูลที่มีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2547 นำเสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการพลังงานแห่งชาติ (สนพ.) เกี่ยวกับเครือข่ายระบบการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ทั้งที่ผลิตภายในประเทศไทยและที่ซื้อมาจากต่างประเทศ เช่น จากประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศเวียดนาม และจากประเทศมาเลเซีย เป็นต้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิแสดงแหล่งผลิตไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายไฟฟ้าด้วยสายส่งแรงดันสูงทั้งขนาด 230 kV และ 500 kV ซึ่งทำหน้าที่นำกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าทั่วประเทศ โดยการผ่านระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต่อไป สายส่งทั่วประเทศส่วนใหญ่จะมีขนาด 230 kV และ 500 kV ยกเว้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่จะเป็นสายส่งขนาด 115 kV จะเห็นว่าแหล่งผลิตไฟฟ้าที่สำคัญของไทย คือ จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดตาก (เขื่อนภูมิพล) ส่วนภาคใต้มีระบบสายส่งไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง (High Voltage DC Transmission Line หรือ HVDC) ส่งกำลังไฟฟ้าระบบการผลิตขนาด 300 MW จากประเทศมาเลเซีย ดังแสดงในรูปที่ 1.3

นอกจากนี้แผนภูมิ EGAT Power System จะแสดงให้เห็นตำแหน่งของโรงไฟฟ้าและชนิดของโรงไฟฟ้าทั่วประเทศไทย สำหรับในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะมีโรงไฟฟ้า 3 แห่ง คือ โรงไฟฟ้าพระนครใต้ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ และโรงไฟฟ้าหนองจอก เป็นต้น

* การผลิตและส่งไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เอกสารนำเสนอคณะกรรมการกำกับสูตรปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) ตุลาคม พ.ศ. 2547



รูปที่ 1.3 แผนภูมิของระบบผลิตและส่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT Power System)

การจ่ายไฟฟ้าในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ นครหลวง ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยฝ่ายควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า ได้ทำการสำรวจสถานีไฟฟ้าแรงสูง ความยาวของสายส่งไฟฟ้า และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ทั้งในระบบส่งจ่ายที่แรงดัน 500 kV 300 kV 230 kV 132 kV 115 kV และ 69 kV ซึ่งรวมทั้งระบบของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ถึงตารางที่ 1.3 ข้อมูลนี้สำรวจเมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2548

ตารางที่ 1.1 ความยาวสายส่งไฟฟ้า

ภาค	500 kV	300 kV	230 kV	132 kV	115 kV	69 kV	รวม
นครหลวง	411.128	-	805.030	-	-	-	1,216.158
กลาง	1,235.734	-	3,499.481	-	2,997.739	52.069	7,785.023
ตะวันออกเฉียงเหนือ	-	-	1,626.691	-	5,284.782	-	6,911.473
ใต้	-	22.988	2,087.410	8.705	3,029.882	-	5,148.985
เหนือ	1,142.990	-	3,295.096	-	2,841.829	-	7,279.915
รวม	2,789.852	22.988	11,313.708	8.705	14,154.232	52.069	28,341.554

ตารางที่ 1.2 สถานีไฟฟ้าแรงสูง

ภาค	500 kV	300 kV	230 kV	132 kV	115 kV	69 kV	รวม
นครหลวง	2	-	12	-	-	-	14
กลาง	4	-	19	-	44	2	69
ตะวันออกเฉียงเหนือ	-	-	9	-	38	-	47
ใต้	-	-	7	1	19	-	27
เหนือ	2	-	7	-	30	-	39
รวม	8	0	54	1	131	2	196

หมายเหตุ นำสถานีไฟฟ้าแรงสูง 500 kV ปลวกแดงเข้าใช้งานในระบบเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2545

ตารางที่ 1.3 พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า

หน่วย : เอ็มวีเอ

ภาค	500 kV	300 kV	115 kV	132 kV	115 kV	69 kV	22 kV	รวม
นครหลวง	3,450.00	-	14,200.00	-	25.000	-	-	17,675.00
กลาง	4,200.00	-	10,793.34	-	5,399.75	108.00	-	20,501.09
ตะวันออกเฉียงเหนือ	-	-	3,800.00	-	3,913.00	-	-	7,713.00
ใต้	-	348.20	3,500.00	133.40	2,246.00	-	-	6,227.60
เหนือ	3,399.99	-	3,800.00	-	2,934.49	-	-	10,134.88
รวม	11,049.99	348.20	36,093.34	133.40	14,518.24	108.00	0	62,251.17

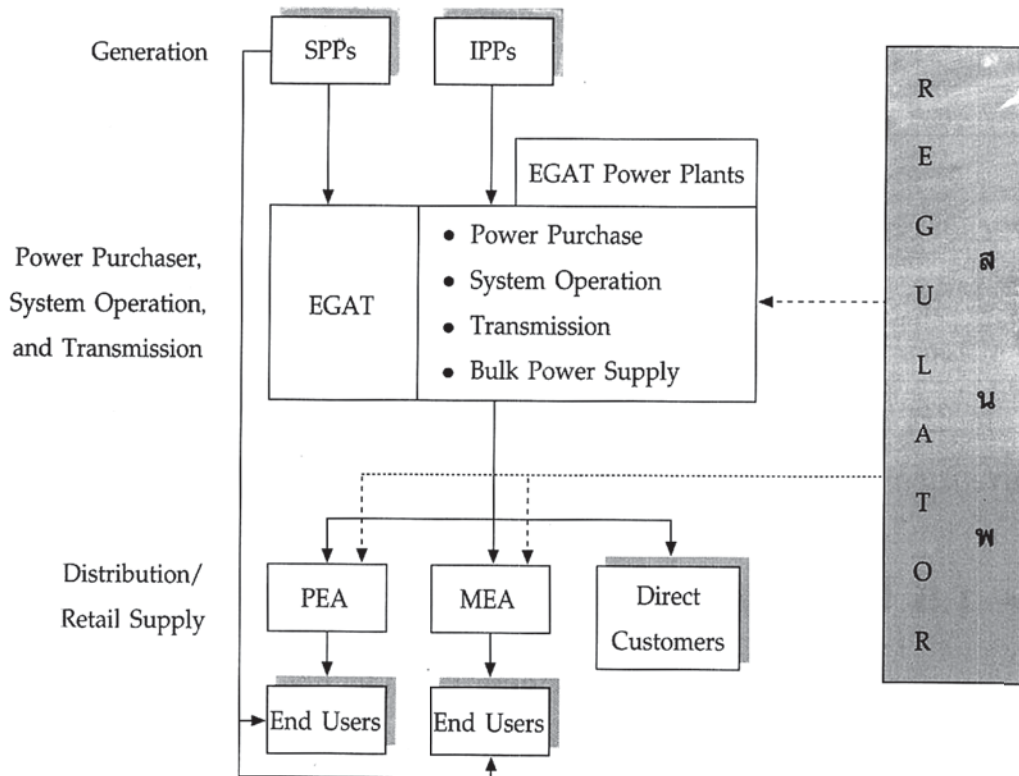
ที่มา : ฝ่ายควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

➤ 1.5 โครงสร้างของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน*

โครงสร้างของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันของประเทศไทยที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้อธิบายไว้ดังแสดงในรูปที่ 1.4 นั้นแบ่งผู้ผลิตออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. IPPs หรือผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ
2. SPPs หรือผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก
3. EGAT หรือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

* การผลิตกระแสไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เอกสารนำเสนอคณะกรรมการกำกับสูตร
ปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Ft) ตุลาคม พ.ศ. 2547



รูปที่ 1.4 โครงสร้างของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

ในประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าหลายแห่งกระจายไปทั่วประเทศ ขนาดของโรงไฟฟ้ามีตั้งแต่ไม่ถึง 1 MW จนถึง 2,000 กว่า MW โรงไฟฟ้าอาจแบ่งตามหน่วยงานที่ดูแลหรือเป็นเจ้าของ อันได้แก่ (1) กฟผ. (2) ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producers) และ (3) ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producers)

ตารางที่ 1.4

ประเภทโรงไฟฟ้า	ชื่อโรงไฟฟ้า	จังหวัดที่ตั้ง	เชื้อเพลิง	กำลังผลิต (MW)
พลังน้ำ	เขื่อนภูมิพล	ตาก		731.2
	เขื่อนสิริกิติ์	อุตรดิตถ์		500.0
	เขื่อนอุบลรัตน์	ขอนแก่น		25.2
	เขื่อนสิรินธร	อุบลราชธานี		36.0
	เขื่อนจุฬาภรณ์	ชัยภูมิ		40.0
	เขื่อนแก่งกระจาน	เพชรบุรี		19.0
	เขื่อนน้ำพุง	สกลนคร		6.0
	เขื่อนศรีนครินทร์	กาญจนบุรี		720.0
	เขื่อนบางลาง	ยะลา		72.0
	เขื่อนท่าทุ่งนา	กาญจนบุรี		38.0
	เขื่อนวชิราลงกรณ์	กาญจนบุรี		300.0
	เขื่อนปากมูล	อุบลราชธานี		136.0
	เขื่อนแม่งัด	เชียงใหม่		9.0
	เขื่อนรัชชประภา	สุราษฎร์ธานี		240.0
	อื่น ๆ			43.6
รวม				2,880.0
พลังงานความร้อน	พระนครเหนือ	นนทบุรี	น้ำมันเตา	237.5
	พระนครใต้	สมุทรปราการ	น้ำมันเตาและ ก๊าซธรรมชาติ	1,330.0
	บางปะกง	ฉะเชิงเทรา	น้ำมันเตาและ ก๊าซธรรมชาติ	2,300.0
	แม่เมาะ	ลำปาง	ถ่านหิน	2,625.0
	ราชบุรี	ราชบุรี	ก๊าซธรรมชาติ	1,450.0
	กระบี่	กระบี่	น้ำมันเตาและ ก๊าซธรรมชาติ	600.0
รวม				8,542.5

กฟผ. มีโรงไฟฟ้าในความรับผิดชอบอยู่หลายแห่ง ส่วนใหญ่จะเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งต้องการการลงทุนสูง โรงไฟฟ้าเหล่านี้มีทั้งที่ทำงานด้วยพลังน้ำและที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน และถ่านหิน ตารางข้างล่างแสดงรายละเอียดของโรงไฟฟ้าที่อยู่ในความดูแลของ กฟผ. ในปัจจุบันที่สร้างเสร็จแล้วและกำลังจะแล้วเสร็จ

ตารางที่ 1.5

ประเภทโรงไฟฟ้า	ชื่อโรงไฟฟ้า	จังหวัดที่ตั้ง	เชื้อเพลิง	กำลังผลิต (MW)
พลังงานความร้อนร่วม	พระนครใต้	สมุทรปราการ	ก๊าซธรรมชาติ	958.0
	บางปะกง	ฉะเชิงเทรา	ก๊าซธรรมชาติ	1,374.6
	น้ำพอง	ขอนแก่น	ก๊าซธรรมชาติ	710.00
	วังน้อย	อยุธยา	ก๊าซธรรมชาติ	2,031.0
	ราชบุรี	ราชบุรี	ก๊าซธรรมชาติ	2,175.0
	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	น้ำมันเตา	300.0
รวม				7,548.6
กังหันก๊าซ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร	ก๊าซธรรมชาติ	154.0
	หนองจอก	กรุงเทพฯ	น้ำมันดีเซลและก๊าซธรรมชาติ	488.0
	ไทรน้อย	นนทบุรี	น้ำมันดีเซลและก๊าซธรรมชาติ	244.0
รวม				886.0
รวมทั้งสิ้น				19,857.1

ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระหรือ IPP_s คือ เอกชนที่สร้างโรงไฟฟ้าและผลิตไฟฟ้าเอง แต่ต้องขายไฟฟ้าให้แก่ กฟผ. โดย กฟผ. จะกำหนดปริมาณไฟฟ้าที่รับซื้อเพื่อควบคุมจำนวนของ IPP_s เงื่อนไขของการรับซื้อไฟฟ้า คือ (1) โรงไฟฟ้าจะต้องใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดเป็นที่ยอมรับของประชาชน (2) โรงไฟฟ้าจะต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ กฟผ. กำหนด (3) กฟผ. จะเป็นผู้สั่งให้เดินเครื่องโรงไฟฟ้า และจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้า และ (4) โรงไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ทางราชการกำหนด ในปัจจุบันมี IPP_s ที่ดำเนินการผลิตไฟฟ้าแล้วและกำลังสร้างโรงไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6

IPP _s	จังหวัดที่ตั้ง	เชื้อเพลิง	กำลังผลิต (MW)
บ. ผลิตไฟฟ้าอิสระ (ประเทศไทย) จก.	ชลบุรี	ก๊าซธรรมชาติ	700.0
บ. อิสเทิร์น เพาเวอร์ แอนด์ อิเล็กตริก จก.	สมุทรปราการ	ก๊าซธรรมชาติ	350.0
บ. ไตร เอนเนอจี้ จก.	ราชบุรี	ก๊าซธรรมชาติ	700.0
บ. ยูเนียน เพาเวอร์ ดีเวลลอปเม้นท์ จก.	ประจวบคีรีขันธ์	ถ่านหิน	1,400.0
บ. บ่อวิน เพาเวอร์ จก.	ชลบุรี	ก๊าซธรรมชาติ	713
บ. บีแอลซีพี เพาเวอร์ จก.	ระยอง	ถ่านหิน	1,346.5
บ. กัลฟ์ เพาเวอร์ เจเนอเรชั่น จก.	ประจวบคีรีขันธ์	ถ่านหิน	734.0
รวมทั้งสิ้น			5,943.50

ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กหรือ SPP_s คือเอกชนที่สร้างโรงไฟฟ้าและผลิตไฟฟ้าในปริมาณน้อย โดยจะจำหน่ายให้ กฟผ. ไม่เกิน 90 MW แต่อาจขายไฟฟ้าให้ผู้บริโภคที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้ SPP_s ผลิตไฟฟ้าโดยใช้ระบบการผลิตพลังงานความร้อนหรือระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมกัน พลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้ามักเป็นพลังงานนอกกรอบแบบ เช่น เศษวัสดุผลิตผลทางการเกษตรหรือเศษวัสดุเหลือใช้ แต่ถ้าใช้เชื้อเพลิงอื่น เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน หรือถ่านหิน การผลิตไฟฟ้าจะต้องเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมกับการผลิตความร้อน โดยพลังงานความร้อนที่ผลิตได้และถูกนำไปใช้ประโยชน์ จะต้องมีความไม่ต่ำกว่า 10% ของพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ ประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าจะต้องไม่ต่ำกว่า 45% โรงไฟฟ้าของ SPP_s แบ่งตามเชื้อเพลิงที่ใช้ ดังแสดงในตารางนี้

ตารางที่ 1.7

เชื้อเพลิง	กำลังผลิต (MW)
กากอ้อย	442.3
แกลบและเศษไม้	162.2
น้ำมันยางดำ	32.9
ความร้อนทิ้ง	19.0
ขยะ	2.5
ก๊าซธรรมชาติ	2,694.3
ถ่านหิน	542.2
น้ำมันเตา	10.4
ก๊าซที่เหลือจากกระบวนการผลิต/น้ำมันเตา/ถ่านหิน	108.0
ถ่านหิน/เปลือกยูคาลิปตัส	328.0
น้ำมันยางดำ/ถ่านหิน	40.0
รวมทั้งสิ้น	4,381.8

➤ 1.6 การคาดคะเนความต้องการไฟฟ้า*

1.6.1 ความต้องการและลักษณะการใช้ไฟฟ้า

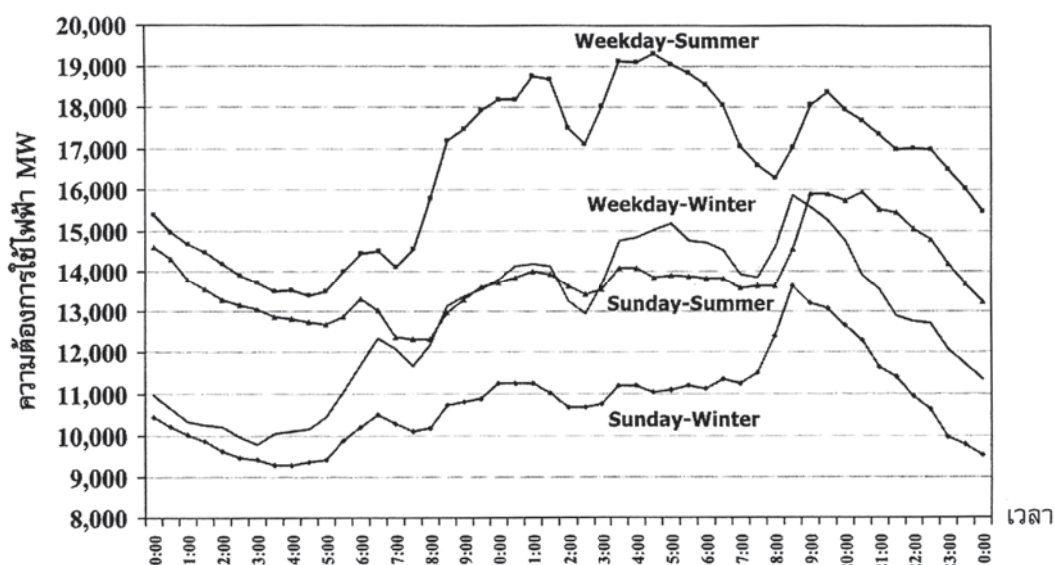
ความต้องการใช้ไฟฟ้าและลักษณะการใช้ไฟฟ้าในแต่ละประเทศจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ลักษณะการใช้ไฟฟ้าจะแบ่งเป็นรายชั่วโมงของแต่ละวัน ลักษณะของการใช้ไฟฟ้าแต่ละวัน (Daily Load Curve) ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 1.5 ซึ่งแบ่งออกเป็น กราฟวันทำงานในฤดูร้อน (Weekday-Summer) ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในเวลาระหว่าง 13.00-14.00 น. มีความต้องการสูงกว่า 19,000 MW แต่ความต้องการไฟฟ้าในวันทำงาน (จ. - ศ.) ในฤดูหนาว (Weekday-Winter) จะมีความต้องการที่ต่ำลง ซึ่งเวลาที่ความต้องการจะใช้ไฟฟ้าสูงสุดเป็นเวลา 18.30-19.00 น. ส่วนกราฟอีก 2 เส้นเป็นกราฟของความต้องการใช้ไฟฟ้าในวันอาทิตย์ของฤดูร้อน (Sunday-Summer) จะมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าวันอาทิตย์ในฤดูหนาว (Sunday-Winter) เป็นต้น

* บูลิต วัชรสิทธิ์. การศึกษาความเหมาะสมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ, สำนักพิมพ์ฟลิคส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพมหานคร; 2532 หน้า 11-21.

ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้านั้น มักจะแยกพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าตามประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าดังที่กล่าวข้างต้น

จากลักษณะการใช้ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.5 ค่าความต้องการไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและวัดได้ในชั่วขณะใดขณะหนึ่ง เช่น ตามรูปเป็นค่าที่วัดชั่วโมงละครั้ง เรียกค่าความต้องการไฟฟ้านี้ว่า “กำลังไฟฟ้า” หน่วยของกำลังไฟฟ้า คือ W โดย 1,000 W เท่ากับ 1 kW และ 1,000 kW เท่ากับ 1 MW และถ้าหากนำค่าความต้องการที่วัดได้ในแต่ละชั่วโมงมารวมกันในคาบเวลาใดเวลาหนึ่ง จะถูกเรียกว่า “ค่าพลังงานไฟฟ้า” พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือ ยูนิท (Unit) โดย 1 Unit = 1 kWh และ 1,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง = 1 กิกะวัตต์-ชั่วโมง (Gigawatt hour, GWh)

Daily Load Curve

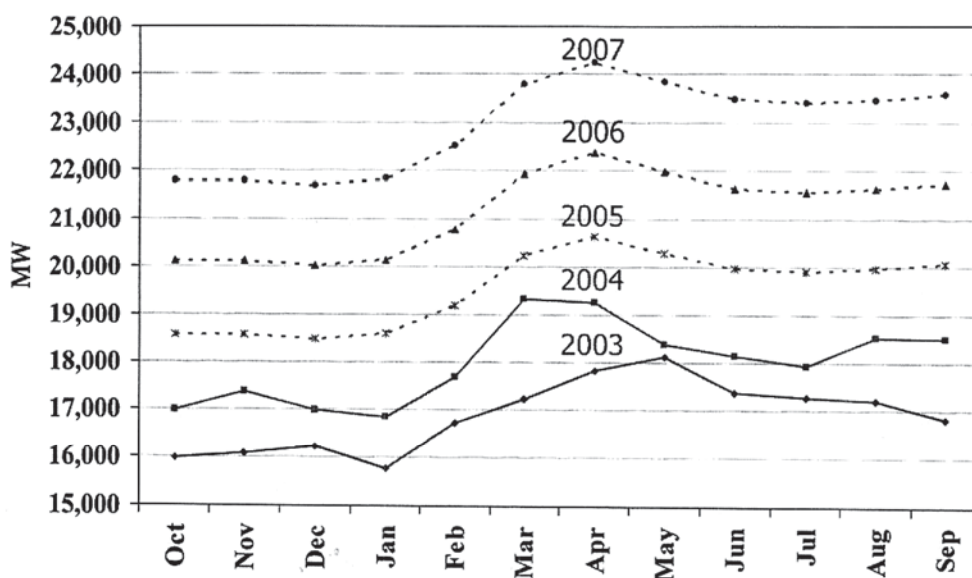


รูปที่ 1.5 กราฟแสดงความต้องการใช้ไฟฟ้าใน 1 วัน (Daily Load Curve)

ที่มา : กฟผ., 2547

กราฟรูปที่ 1.6 เป็นกราฟแสดงความต้องการไฟฟ้ารายเดือนของประเทศไทย โดยกราฟแต่ละเส้นแสดงความต้องการใช้ไฟฟ้าในแต่ละปีตั้งแต่ปี 2003 (พ.ศ. 2546) เป็นต้นไป ส่วนเส้นประของปี ค.ศ. 2007 (พ.ศ. 2550) เส้นประของปี ค.ศ. 2006 (พ.ศ. 2549) และเส้นประของปี ค.ศ. 2005 (พ.ศ. 2548) เป็นเส้นที่เกิดขึ้นจากการคาดคะเนความต้องการการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยที่กำหนดโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จากแนวโน้มที่เห็นจากกราฟในรูปที่ 1.6 จะพบว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้นทุกปี ปีละไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.25

Monthly load Curve



รูปที่ 1.6 กราฟแสดงความต้องการใช้ไฟฟ้ารายเดือนระหว่างปี ค.ศ. 2003 - 2007 (พ.ศ. 2546 - 2550)

ที่มา : กฟผ., 2547

ดังนั้น ความต้องการไฟฟ้าจะหมายรวมถึงกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ในการคาดคะเนความต้องการใช้ไฟฟ้าจึงต้องพยากรณ์ค่าความต้องการไฟฟ้าทั้ง 2 ค่า คือ ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่งของรอบระยะเวลาหนึ่ง และ

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาของรอบระยะเวลาเดียวกันนั้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนที่แตกต่างกัน ดังนี้

การคาดคะเนความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด เพื่อกำหนดขนาดหรือกำลังผลิตของโรงไฟฟ้า ขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า

การคาดคะเนความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อกำหนดชนิดของโรงไฟฟ้า ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงไฟฟ้า การคำนวณรายได้ รายจ่ายต่าง ๆ ของการไฟฟ้า ตลอดจนการประมาณการและวิเคราะห์ฐานะการเงิน

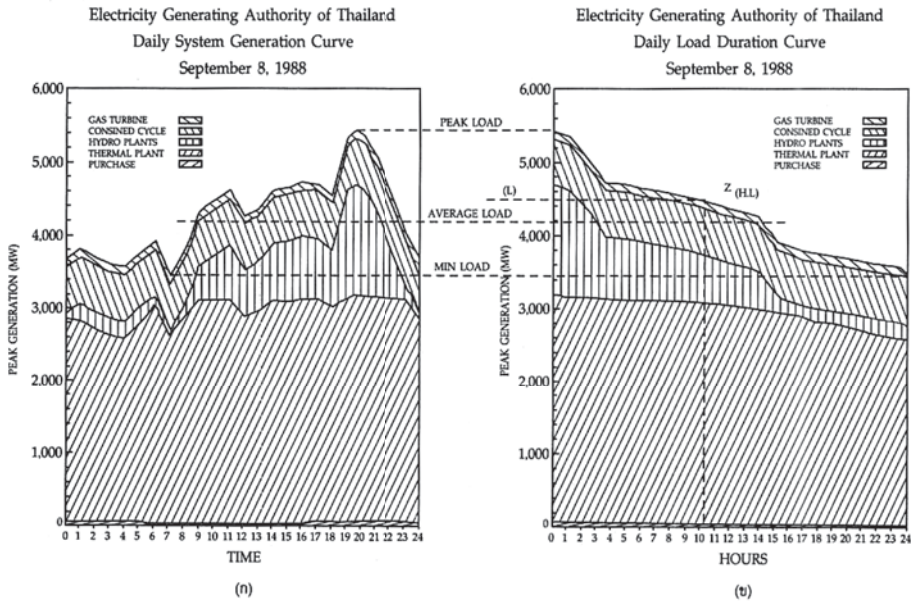
เนื่องจากการวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้านั้น จะต้องมีการวิเคราะห์ลักษณะการผลิต หรือการใช้ไฟฟ้าตลอดช่วงระยะเวลาในรอบปีแต่ละปี ซึ่งหมายความว่าต้องเขียนกราฟในลักษณะกราฟประจำวันนี้ติดต่อกันไปถึง 365 รูป ซึ่งไม่สะดวกในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงมีวิธีการดัดแปลงเส้นกราฟในลักษณะของเส้นกราฟที่เรียกว่า Load Duration Curve (LDC) ได้ตามรูปที่ 1.7 ซึ่งได้มาจาก

ก. การจัดลำดับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ลงมาถึงการใช้ไฟฟ้าต่ำสุด ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่กำหนดแต่ละจุดพล็อตในแนวแกนตั้ง

ข. ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแต่ละจุด นับจำนวนชั่วโมงทั้งหมดที่มีการใช้ไฟฟ้าเท่ากับหรือมากกว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่จุดนั้นพล็อตจำนวนชั่วโมงนี้ลงในแนวกแนวนอน

ดังนั้น ถ้าเรียงตามลำดับของจำนวนชั่วโมงในการผลิตไฟฟ้าจะแสดงได้ 4 ลักษณะ คือ

1. Daily Load Duration Curve = 24 ชั่วโมง
2. Weekly Load Duration Curve = 168 ชั่วโมง
3. Monthly Load Duration Curve = 720 ชั่วโมง
4. Annual Load Duration Curve = 8,760 ชั่วโมง



- จุด Z (HL) บน Daily Load Duration Curve (รูป ข)
แสดงจำนวนชั่วโมง H ที่มี Load ในระบบเท่ากับหรือมากกว่า L
- พื้นที่ใต้ Load Curve เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด (Energy)
หน่วยเป็น MWh (หรือ GWh)

$$\text{Average Load} = \frac{\text{Energy}}{\text{Hours}}$$

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{Average Load}}{\text{Peak Load}}$$

รูปที่ 1.7 ลักษณะการผลิต/การใช้ไฟฟ้าแสดงด้วย Load Curves

การวิเคราะห์ลักษณะการผลิตหรือการใช้ไฟฟ้าในระยะเวลาต่าง ๆ กันนั้นจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนทั้งระยะสั้นและระยะยาว ดังแสดงในรูปที่ 1.8 โดยเฉพาะการเลือกใช้โรงไฟฟ้าซึ่งมีอยู่หลายชนิดให้ถูกต้องและเหมาะสม จะทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าได้