



บทที่ 1

ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน (Fundamental of energy)

ความสำคัญของเนื้อหาวิชา

ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผขพ.) ระดับอาวุโส จะสามารถปฏิบัติหน้าที่ตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน และประสิทธิภาพพลังงาน ตลอดจนมีความรอบรู้เกี่ยวกับสถานการณ์พลังงาน และเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานที่มีผลกระทบต่อกิจกรรมต่างๆ ภายในโรงงาน และอาคาร เนื้อหาของบทนี้เป็นส่วนสำคัญที่จะสร้างฐานความรู้ด้านพลังงานสำหรับนำไปใช้ในการปฏิบัติงานของ ผขพ. ประกอบด้วย

1. สถานการณ์พลังงาน
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงาน
3. ต้นทุนด้านพลังงานของโรงงาน
4. ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
 - 4.1 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะ (Specific Energy Consumption; SEC)
 - 4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือระบบ
5. ลักษณะการใช้ และแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
 - 5.1 การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
 - 5.2 แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์

1. บอกความหมาย และอธิบายประเภทของพลังงานได้
2. อธิบายหน่วยวัดพลังงานได้
3. อธิบายต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้
4. อธิบายและคำนวณดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะได้อย่างถูกต้อง
5. บอกการใช้พลังงาน/เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม และระบบหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมได้
6. บอกการใช้พลังงาน/การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ ได้

1.1 บทนำ

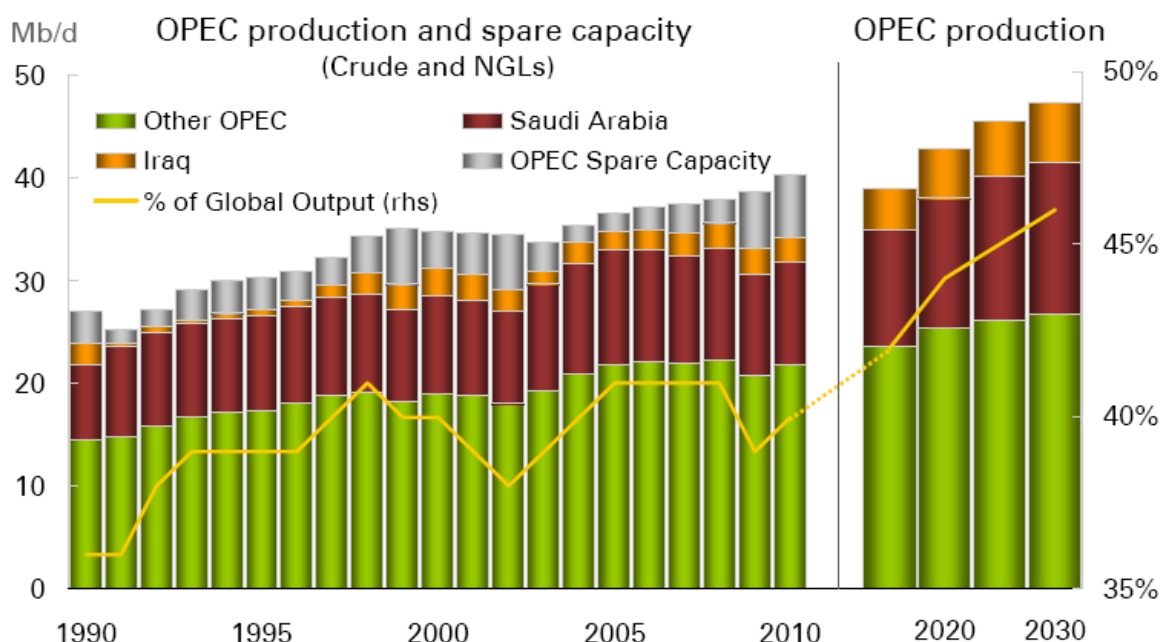
เนื้อหาในบทนี้เป็นการให้ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ และการดำเนินการ เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานแก่ผู้เข้าอบรม ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์พลังงาน ทั้งในภาพรวม ระดับโลก ระดับภูมิภาค จนถึงสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงาน อาทิ รูปแบบและหน่วยวัดพลังงานการใช้พลังงานเพื่อให้เกิดงานและกำลังงาน เป็นต้น **ต้นทุนด้านพลังงานของโรงงาน** รวมถึงเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับโรงงาน ความหมาย การนำไปใช้ประโยชน์ และการคำนวณดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะของโรงงาน และระบบ หรือเครื่องจักร/อุปกรณ์ ประเภท และลักษณะการใช้งานของโรงงาน ตลอดจนรูปแบบการใช้พลังงาน และแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน การใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบ อุปกรณ์/เครื่องจักรต่างๆ ในโรงงาน เช่น ระบบทำความเย็น ระบบปรับอากาศ มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มน้ำ ระบบอัดอากาศการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือก และการใช้งานอุปกรณ์ รวมถึงแนวทางการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์หลักด้านความร้อน เช่น หม้อไอน้ำ เตาเผา และเตาอบ เป็นต้น

1.2 สถานการณ์พลังงาน (Energy Situation)

ภายใต้การขยายตัวของจำนวนประชากร และระบบเศรษฐกิจที่อยู่บนฐานของอุตสาหกรรมการผลิต และการบริการ พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์ แหล่งพลังงานพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้กันมากในชีวิตประจำวันโดยทั่วไปคือเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ความต้องการพลังงานที่สูงขึ้นอันสืบเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ก่อให้เกิดวิกฤตด้านพลังงาน ทั้งในด้านปริมาณ และราคา นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของสภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกเผชิญอยู่ความพยายามในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน และพลังงานรูปแบบใหม่ที่ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยให้โลกฝ่าฟันผ่านวิกฤตดังกล่าวไปได้

1.2.1 สถานการณ์พลังงานโลก

มนุษย์เริ่มรู้จักการนำเอาพลังงานมาใช้เพื่อดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งการอุปโภค และบริโภคเพื่อดำรงชีวิต ตลอดจนเพื่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยในยุคแรกๆ มนุษย์ใช้พลังงานส่วนใหญ่เพียงเพื่อการดำรงชีพ นับตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 18 เป็นต้นมา ระบบสังคมและเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงจากฐานการเกษตรและกสิกรรม กลายเป็นฐานอุตสาหกรรมและการบริการ พลังงานจากเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่าน และก๊าซธรรมชาติ ได้มีการนำมาใช้เพื่ออุตสาหกรรมอย่างมากมาอย่างต่อเนื่องและขยายวงกว้างออกไปทั่วโลก ดังตัวอย่างที่แสดงได้จากปริมาณการผลิต และปริมาณสำรองน้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติของกลุ่มประเทศ OPEC ระหว่าง ปี ค.ศ. 1990 – 2030 ในรูปที่ 1.2-1 ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นในบางช่วงที่เกิดวิกฤตการณ์พลังงาน อันเป็นผลสืบเนื่องจากสงคราม การเมืองระหว่างประเทศ ตลอดจนภาวะทางเศรษฐกิจ



รูปที่ 1.2-1 ปริมาณการผลิตและปริมาณสำรองน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติของกลุ่มประเทศ OPEC ในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2030

ที่มา: Energy Outlook 2030

การใช้พลังงานฟอสซิลที่มีปริมาณขยายตัวอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะก่อให้เกิดวิกฤตการณ์ทั้งในด้านปริมาณและราคาแล้วยังส่งผลกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่า การขยายตัวของเศรษฐกิจ การใช้พลังงานฟอสซิล และปัญหาสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบซึ่งกัน และกัน จากความสัมพันธ์ดังกล่าวเมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดจะเห็นว่าสถานการณ์พลังงานของโลก จะขึ้นอยู่กับปัจจัยเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ ได้แก่ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ปริมาณความต้องการใช้พลังงานในอนาคต ปริมาณสำรองของแหล่งพลังงานเหล่านี้ที่มีเหลืออยู่ และปริมาณของเสียที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยแต่ละปัจจัยที่กล่าวมานั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

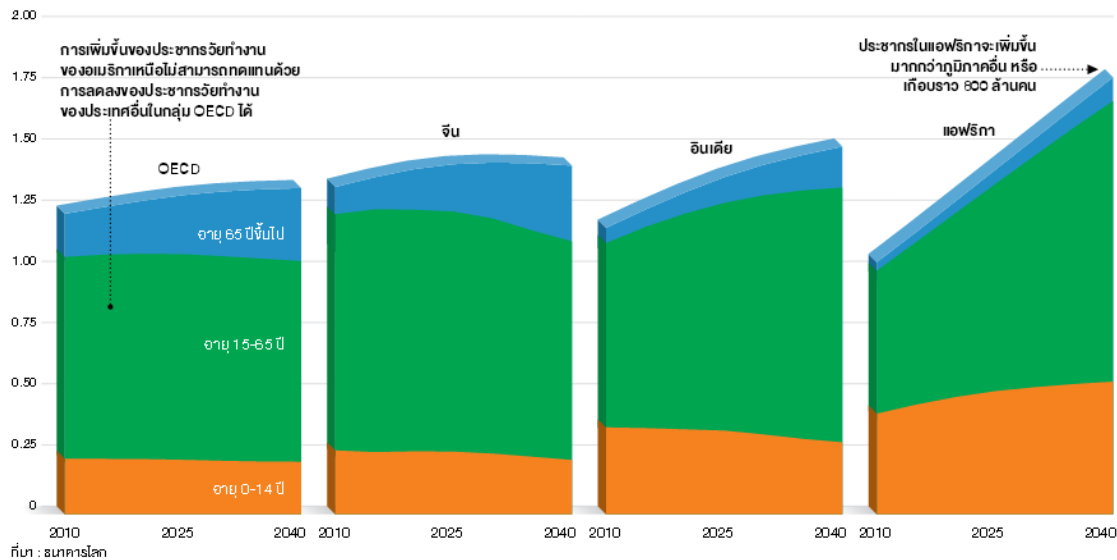
1.2.1.1 การขยายตัวของจำนวนประชากร คาดว่าความต้องการพลังงานทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นกว่า 30% ในช่วงระหว่างปี 2010-2040 เพราะในปี 2040 นั้น ประชากรโลกจะมีจำนวนเกือบ 9 พันล้านคน เพิ่มขึ้นจาก 7 พันล้านคนในปัจจุบัน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร จะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากหลายประเทศใน OECD รวมทั้งจีน จำนวนประชากรจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อถึงปี 2040 และเมื่อนำปัจจัยดังกล่าวมารวมกับผลดีของการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้การเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานมีสัดส่วนลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัดในระยะหลายทศวรรษ โดยความต้องการพลังงานทั่วโลกจะเพิ่มขึ้น 20% ระหว่างปี 2010-2025 แต่จะเพิ่มเพียง 10% ในช่วงปี 2025-2040 ขณะที่จำนวนประชากรเป็นกุญแจสำคัญที่กำหนดความต้องการพลังงานนั้น สัดส่วนประชากรก็มีส่วนเช่นกัน โดยให้ความสำคัญไปที่ประชากรในวัยทำงานของประเทศ โดยเฉพาะผู้ที่อายุระหว่าง 15 ถึง 64 ปี เนื่องจากประชากรกลุ่มนี้คือกลไกขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และความต้องการพลังงาน ในประเทศ OECD นั้น อัตราการเกิดที่ต่ำ และองค์ประกอบอื่นๆ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของประชากรสูงอายุเพิ่มสูงขึ้น จีนซึ่งจะมีจำนวนประชากรเข้าสู่จุดสูงสุดในช่วงปี 2030 นั้น จะมีประชากรในวัยทำงานลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อนำมาผนวกกับนโยบายด้านการลดขนาดครอบครัวแล้ว การเปลี่ยนแปลงนี้จะอธิบายได้ว่าเหตุใดอัตราการเติบโตของผลผลิตมวลรวมในประเทศ (GDP) และความต้องการพลังงานของจีน จะลดลงสู่ระดับปานกลางในทศวรรษอันใกล้ ขณะเดียวกัน

ตอนที่ 1 บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน

อินเดียจะมีจำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้นไปพร้อมๆ กับกลุ่มประชากรในวัยทำงาน เช่นเดียวกันกับแอฟริกา แนวโน้มสัดส่วนประชากรนี้จะเกื้อหนุนให้ทั้งอินเดีย และแอฟริกาก้าวขึ้นสู่การเป็นสองภูมิภาคที่มีอัตราการเติบโตของ GDP สูงที่สุดในปี 2040 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-2

สัดส่วนประชากรตามภูมิภาค

พันล้านคน

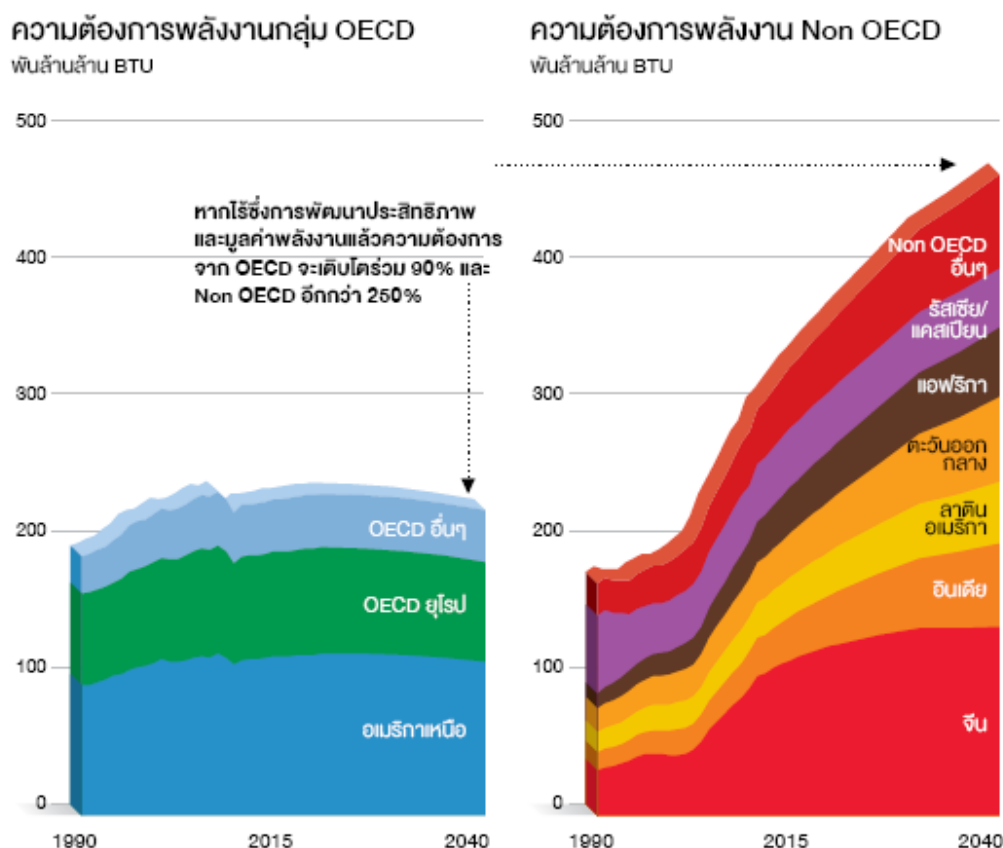


รูปที่ 1.2-2 สัดส่วนประชากรระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2040

ที่มา: exxonmobil.com/energyoutlook

1.2.1.2 ปริมาณการใช้และความต้องการใช้พลังงานในอนาคต เศรษฐกิจโลกยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่ด้วยอัตราที่แตกต่างกันไป เอ็กซอนโมบิลคาดว่าเศรษฐกิจของกลุ่ม OECD จะขยายตัวเฉลี่ยประมาณ 2% ต่อปีไปจนถึงปี 2040 ขณะที่สหรัฐอเมริกา ยุโรป และประเทศอื่นๆ จะค่อยๆ พ้นตัว และกลับมาเติบโตอย่างยั่งยืน สำหรับประเทศ Non OECD นั้น จะเติบโตรวดเร็วกว่ามากโดยคิดเป็น 4.5% ต่อปี การเติบโตทางเศรษฐกิจนี้ รวมถึงมาตรฐานคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทำให้ต้องการพลังงานมากขึ้น เอ็กซอนโมบิลคาดว่า ความต้องการพลังงานทั่วโลกในปี 2040 จะสูงกว่าในปี 2010 อยู่ประมาณ 30% ขณะที่การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญนี้ จะต้องอาศัยการลงทุนมูลค่านับล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีปริมาณสูงขึ้นอีกกว่า 4 เท่าหากไม่ได้พัฒนาประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในทุกๆ ภูมิภาคทั่วโลก

เอ็กซอนโมบิล คาดว่าความต้องการพลังงานของประเทศ Non OECD จะสูงขึ้นเกือบ 60% แม้เมื่อเข้าสู่ปี 2040 แล้ว แม้ว่าการใช้พลังงานต่อประชากร 1 คนในประเทศเหล่านี้จะต่ำกว่าประชากรในกลุ่ม OECD อยู่ 60% ก็ตามดังแสดงในรูปที่ 1.2-3



รูปที่ 1.2-3 ปริมาณการใช้และแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของโลก

ที่มา: exxonmobil.com/energyoutlook

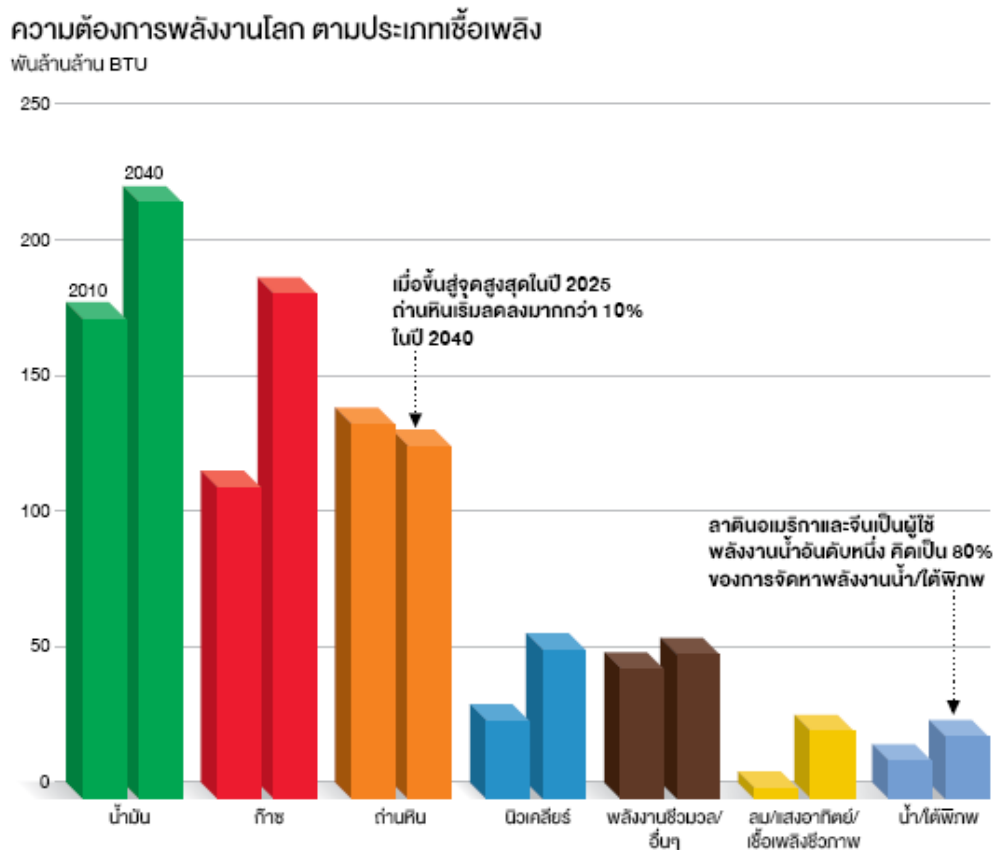
แม้จะมีความก้าวหน้าในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ แต่การเพิ่มขึ้นของประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จะส่งผลให้ความต้องการพลังงานโดยรวมของโลกพุ่งขึ้นสูง ความต้องการพลังงานในทุกรูปแบบจะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 0.9% นับตั้งแต่ปี 2010 จนถึง 2040

น้ำมันจะยังคงเป็นแหล่งพลังงานอันดับหนึ่งของโลก นำโดยความต้องการพลังงานปิโตรเลียมเหลวที่เติบโตกว่า 70% ของประเทศ Non OECD ก๊าซธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานหลักที่เติบโตเร็วที่สุด กล่าวคือจะมีความต้องการทั่วโลกสูงขึ้นราว 60% ในช่วงปี 2010-2040 และในปี 2025 ก๊าซธรรมชาติจะก้าวขึ้นเป็นแหล่งพลังงานที่มีการใช้มากที่สุดเป็นอันดับสองของโลก

ในทางกลับกัน ความต้องการถ่านหินจะสูงสุดในปี 2025 และจะเริ่มลดลง อันมีผลมาจากการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ที่ต้องการพลังงานที่มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการผลิตไฟฟ้าการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำโดยกลุ่ม OECD แม้กระทั่งจีนซึ่งในทุกวันนี้ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินเกือบครึ่งหนึ่งของการใช้ถ่านหินทั่วโลก จีนจะใช้ถ่านหินลดลงกว่า 10% จนถึงปี 2040 นับเป็นก้าวแรกของการลดการใช้ถ่านหินในระยะยาวนับแต่เริ่มการปฏิวัติอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน รวมกันคิดเป็นประมาณ 4 ใน 5 ของเชื้อเพลิงรวมทุกประเภท

ความต้องการทั่วโลกสำหรับเชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำที่สุด เช่น ก๊าซธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ และพลังงานหมุนเวียน จะเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราโดยเฉลี่ย พลังงานนิวเคลียร์จะเติบโตไปในอัตราเฉลี่ยต่อปีประมาณ 2.2% แต่ยังคงต่ำกว่าที่วางแผนไว้ สืบเนื่องจากเหตุการณ์สึนามิในปี 2011 ที่สร้างความเสียหายต่อโรงไฟฟ้าฟูกูชิมะในญี่ปุ่น

พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และเชื้อเพลิงชีวภาพ จะเติบโตอย่างมากเช่นกัน ในปี 2040 พลังงานเหล่านี้คิดเป็น 4% ของความต้องการพลังงานทั่วโลก พลังงานลมจะเติบโตเร็วเป็นพิเศษ คือ เติบโตราว 8% ต่อปี หรือสูงกว่า 900% ดังแสดงในรูปที่ 1.2-4



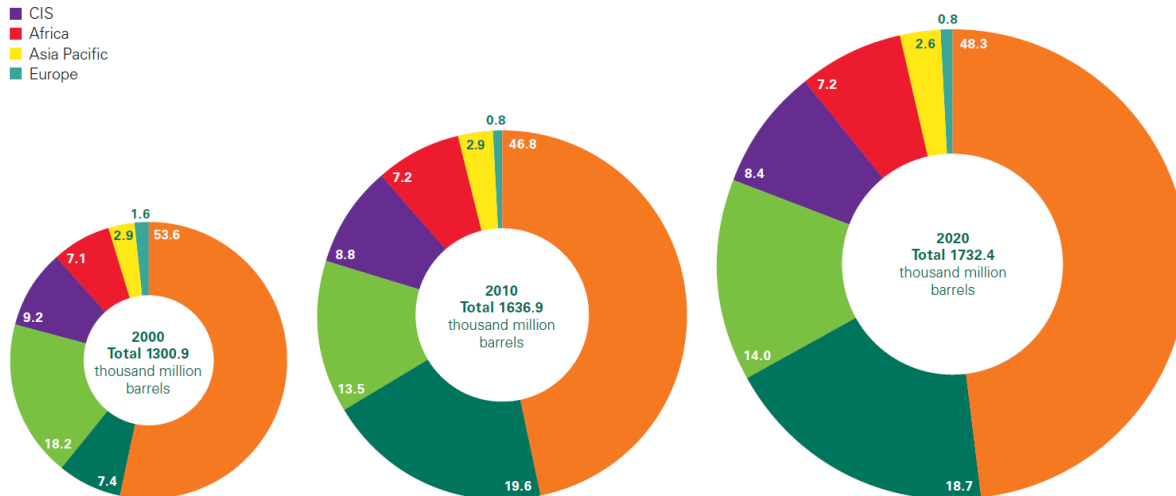
รูปที่ 1.2-4 ปริมาณการใช้และแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานตามประเภทแต่ละชนิด

ที่มา: [exxonmobil.com/energyoutlook](https://www.exxonmobil.com/energyoutlook)

1.2.1.3 ปริมาณแหล่งพลังงานสำรองของโลก การสำรวจแหล่งพลังงานต่างๆ โดยเฉพาะแหล่งพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลหลังการสำรวจปริมาณของแหล่งพลังงานเหล่านี้แล้ว ทำให้ต้องคิดและตระหนักถึงการใช้หรือการบริโภคพลังงานและการแสวงหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ขึ้นมาทดแทน เพราะปริมาณแหล่งพลังงานสำรองของโลกในปัจจุบันนี้เหลือน้อยลง จากข้อมูลการรายงานของบริษัท บีพี ซึ่งเป็นบริษัท ยักษ์ใหญ่ในการสำรวจและผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ได้รายงานถึงปริมาณแหล่งพลังงานสำรองของโลกในเอกสารที่มีชื่อว่า **BP Statistical Review of World Energy 2022** พบว่าในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 โลกมีปริมาณน้ำมันสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 130.0, 179.9, 188.1 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งน้ำมันที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ ยังคงอยู่ในแถบตะวันออกกลาง มีประมาณ 48.3% รองลงมา คือ อเมริกากลางรวมกับอเมริกาใต้ 18.7% อเมริกาเหนือ 14.0% แครีเอรัฐเอกราช 8.4% แอฟริกา 7.2% เอเชียแปซิฟิก 2.6% และยุโรป 0.8% ดังแสดงในรูปที่ 1.2-5

Distribution of proved reserves in 2000, 2010 and 2020
Percentage

- Middle East
- S. & Cent. America
- North America
- CIS
- Africa
- Asia Pacific
- Europe



รูปที่ 1.2-5 บริเวณและปริมาณสำรองน้ำมันของโลก

ที่มา: BP Statistical Review of World Energy 2022

ในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 โลกมีปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 138.0, 179.9, 188.1 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งก๊าซธรรมชาติที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ อยู่ในแถบตะวันออกกลาง มีประมาณ 40.3% รองลงมาคือ เครือรัฐเอกราช 30.1% เอเชียแปซิฟิก 8.8% อเมริกาเหนือ 8.1% แอฟริกา 6.9% อเมริกากลางรวมกับอเมริกาใต้ 4.2% และยุโรป 1.7% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-6

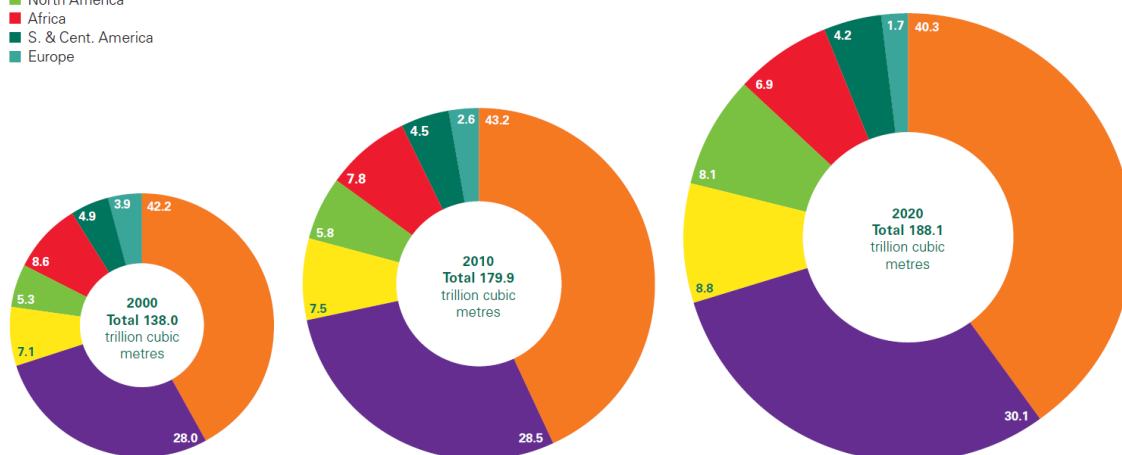
ส่วนถ่านหินในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 มีปริมาณสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 1,059,053 897,226 1,074,108 ล้านตัน ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งถ่านหินที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ อยู่ในแถบเอเชียแปซิฟิก 42.8% อเมริกาเหนือ 23.9% เครือรัฐเอกราช 17.8% ยุโรป 12.8% ตะวันออกกลางและแอฟริกา 1.5% และอเมริกากลางรวมถึงอเมริกาใต้ 1.3% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-7

ตอนที่ 1 บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน

Distribution of proved reserves in 2000, 2010 and 2020

Percentage

- Middle East
- CIS
- Asia Pacific
- North America
- Africa
- S. & Cent. America
- Europe



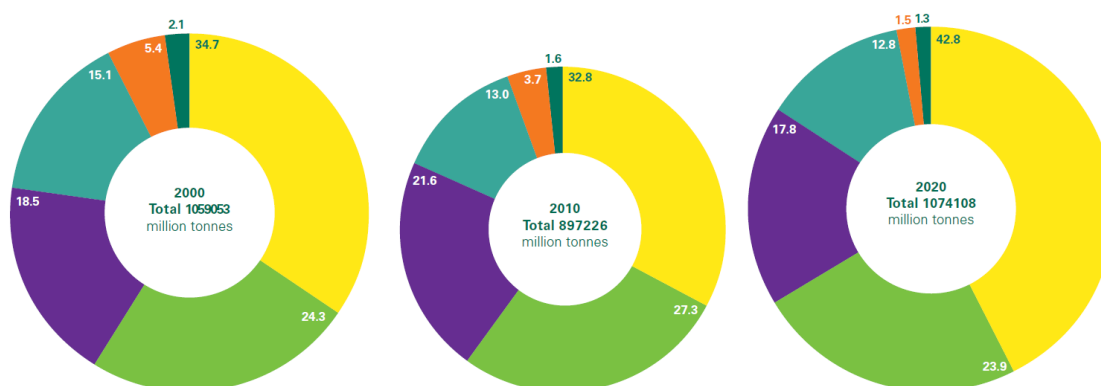
รูปที่ 1.2-6 บริเวณและปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติของโลก

ที่มา: BP Statistical Review of World Energy 2022

Distribution of proved reserves in 2000, 2010 and 2020

Percentage

- Asia Pacific
- North America
- CIS
- Europe
- Middle East & Africa
- S. & Cent. America



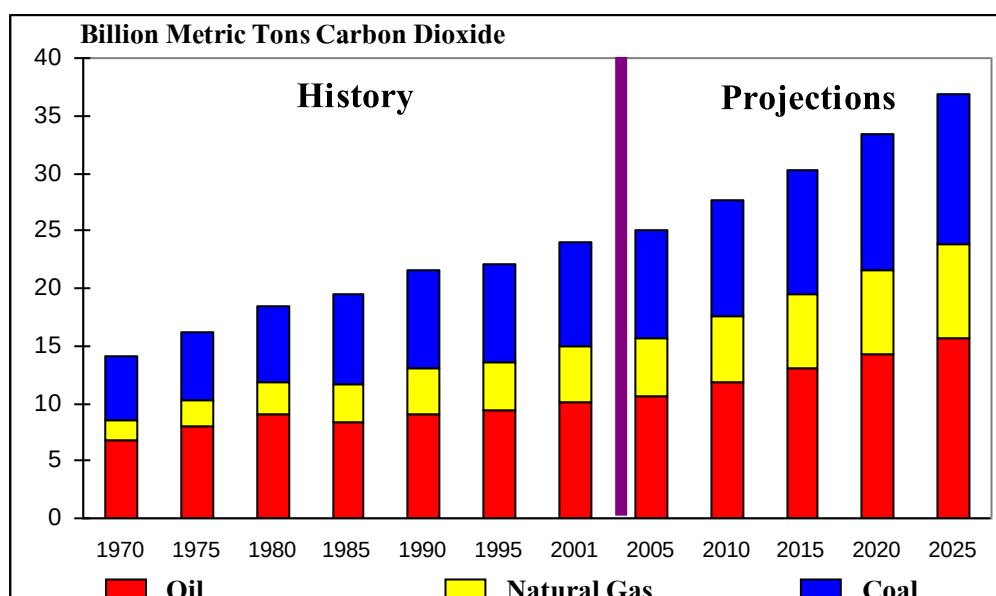
รูปที่ 1.2-7 บริเวณและปริมาณสำรองถ่านหินของโลก

ที่มา: BP Statistical Review of World Energy 2022

1.2.1.4 ผลกระทบจากการใช้พลังงานและภาวะโลกร้อน จากแนวโน้มการใช้และความต้องการใช้พลังงานจะเห็นว่า แหล่งพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้กันมากและมีความต้องการใช้มากขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต คือ พลังงานที่ได้มาจากแหล่งพลังงานซากดึกดำบรรพ์เกือบทั้งหมด จากการใช้พลังงานเหล่านี้ คือสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโลกและมนุษย์ทุกคน ผลเสียจากการใช้พลังงานเหล่านี้เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการผลิตตลอดถึงการใช้อย่างน้อยกลับมาทำลายตัวมนุษย์เอง โดยเริ่มจากการทำลายสิ่งแวดล้อมก่อน

ผลกระทบในวงกว้างระดับโลกอันเกิดจากการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์ คือ การเกิดปรากฏการณ์สภาวะอากาศของโลกเปลี่ยนแปลง (climate change) และมลพิษทางอากาศ (air pollution) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ มีการปล่อยก๊าซต่างๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศหลายอย่างด้วยกัน เช่น ซัลเฟอร์ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน รวมทั้งสารโลหะหนักต่างๆ และที่สำคัญคือปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นต้นเหตุหลักของการเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก (Greenhouse effect)

จากข้อมูลในรายงานของ อินเทอร์เน็ตชันแนล เอ็นเนอร์ยี เอทลัส ได้รายงานถึงข้อมูลของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากแหล่งพลังงานต่างๆ ทั้งน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน พร้อมกับมีการทำนายถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะเกิดขึ้นจนถึง ปี ค.ศ. 2025 ซึ่งจากข้อมูลในปี ค.ศ. 2001 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นประมาณ 23.9 พันล้านเมตริกตัน โดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 27.7 พันล้านเมตริกตัน ในปี 2010 และเพิ่มขึ้นเป็น 37.1 พันล้านเมตริกตัน ในปี 2025 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2-8 ซึ่งจะเห็นว่าตลอด 30 ปีมานี้ และอีก 20 ปีต่อจากนี้ไป ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมที่เกิดขึ้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ 1.2-8 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งพลังงานซากดึกดำบรรพ์แต่ละชนิด

1.2.2 สถานการณ์พลังงานประเทศไทย

ประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าแหล่งพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำมันดิบ เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ของประชาชน ดังนั้น สถานการณ์พลังงานของประเทศจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งภายใน และภายนอกประเทศ อาทิ สภาวะเศรษฐกิจของประเทศ สภาวะเศรษฐกิจโลก และสถานการณ์ต่างๆ ของโลกซึ่งมักเป็นสถานการณ์ที่ตึงเครียดหรือล่อแหลมต่อการเกิดสงครามระหว่างประเทศ สำหรับการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในช่วง 7 เดือนของปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) มีปริมาณ 49,989 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 0.8 คิดเป็นมูลค่าการใช้พลังงานรวมกว่า 944,577 ล้านบาท โดยมีการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ในสัดส่วนร้อยละ 87.5 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด พลังงานหมุนเวียนและพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ร้อยละ 8.7 และ 3.8 ตามลำดับ

ทั้งนี้ การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์มีปริมาณ 43,755 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 0.9 ประกอบด้วย น้ำมันสำเร็จรูป มีการใช้ 23,974 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.3 ไฟฟ้า มีการใช้ 10,748 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.7 ถ่านหิน/ลิกไนต์ มีการใช้ 4,564 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 9.8 และก๊าซธรรมชาติ มีการใช้ 4,469 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 3.8 สำหรับพลังงานหมุนเวียน (ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ขยะ และก๊าซชีวภาพ) มีการใช้ 4,375 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.3 และพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม (ฟืน ถ่าน แกลบ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) มีการใช้ 1,859 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 4.3 แสดงดังตารางที่ 1.2-1

ตารางที่ 1.2-1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามชนิดพลังงานเดือน มกราคม-กรกฎาคม 2566

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย จำแนกตามชนิดพลังงาน	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	ม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 65	เบืองต้น ม.ค.-ก.ค. 66	ม.ค.-ก.ค. 65 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 66 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 65
การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (รวม)	42,595	49,595	49,989	16.4	0.8
- เชิงพาณิชย์	36,911	43,377	43,755	17.5	0.9
ถ่านหิน	3,792	5,059	4,564	33.4	(9.8)
ก๊าซธรรมชาติ	2,979	4,644	4,469	55.9	(3.8)
น้ำมันสำเร็จรูป	20,232	23,206	23,974	14.7	3.3
ไฟฟ้า	9,908	10,468	10,748	5.7	2.7
- พลังงานหมุนเวียน ^{1/}	3,764	4,276	4,375	13.6	2.3
- พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ^{2/}	1,920	1,942	1,859	1.1	(4.3)

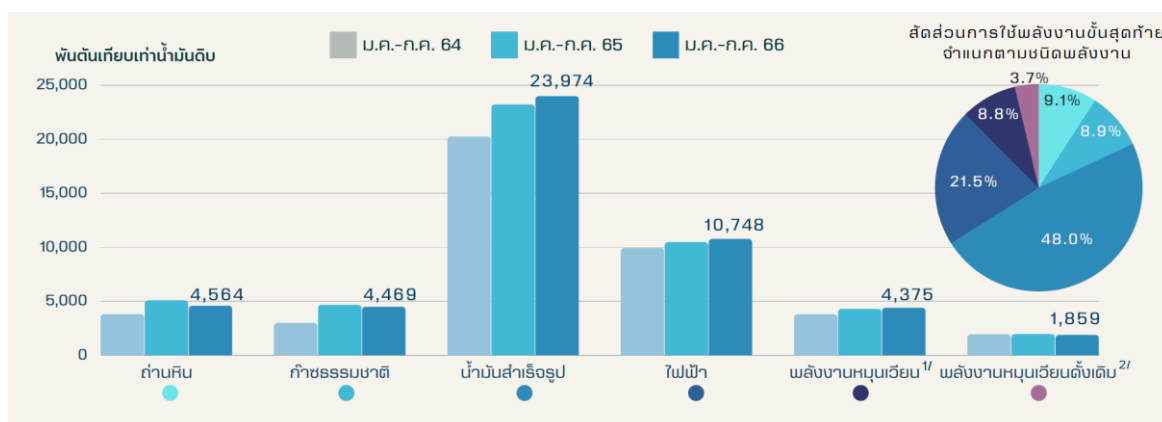
ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หมายเหตุ: 1/ พลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ (ความร้อน) ชีวมวล (ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) ขยะ และก๊าซชีวภาพ

2/ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ประกอบด้วย ฟืน ถ่าน แกลบ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัย และอุตสาหกรรมครัวเรือน

อย่างไรก็ตาม น้ำมันสำเร็จรูปยังคงมีการใช้ในสัดส่วนที่สูงกว่าพลังงานชนิดอื่น โดยมีการใช้ 23,974 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 48.0 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด และมีการใช้ไฟฟ้า 10,748 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 21.5 ถ่านหิน/ลิกไนต์ 4,564 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 9.1 ก๊าซ

ธรรมชาติ 4,469 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 8.9 มีการใช้พลังงานหมุนเวียน 4,375 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 8.8 และพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม 1,859 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ร้อยละ 3.7 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-9



รูปที่ 1.2-9 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามชนิดพลังงานเดือน มกราคม-กรกฎาคม 2566

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
หมายเหตุ : 1/ พลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ (ความร้อน) ชีวมวล (ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) ชยะ และก๊าซชีวภาพ

2/ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ประกอบด้วย ฟืน ถ่าน แกลบ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัยและอุตสาหกรรมครัวเรือน

ตารางที่ 1.2-2 พบว่า ในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) การผลิตพลังงานมีปริมาณ 35,936 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 0.5 โดยมีการผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์ ในสัดส่วนร้อยละ 55.5 ของการผลิตพลังงานทั้งหมดพลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่นๆ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิมร้อยละ 37.4 และ 7.1 ตามลำดับ

การผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์ มีปริมาณ 19,929 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดร้อยละ 2.2 จากช่วงเดียวกันของปีก่อนประกอบด้วย ถ่านหินมีการผลิต 1,898 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดร้อยละ 1.9 ก๊าซธรรมชาติมีการผลิต 13,447 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดร้อยละ 3.9 น้ำมันดิบมีการผลิต 2,104 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดร้อยละ 9.2 ส่วนคอนเดนเสทมีการผลิต 2,075 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 และไฟฟ้าพลังน้ำและอื่นๆ มีการผลิต 405 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.1 สำหรับพลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่นๆ (ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชยะ ก๊าซชีวภาพ เชื้อเพลิงชีวภาพ แบล็คคลิเคอ และก๊าซเหลือใช้จากขบวนการผลิต) มีการผลิต 13,442 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.1 และพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม (ฟืน แกลบ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) มีการใช้ 2,565 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดร้อยละ 5.2

ตารางที่ 1.2-2 การผลิตพลังงานจำแนกตามชนิดพลังงานเดือน มกราคม-กรกฎาคม 2566

การผลิตพลังงาน จำแนกตามชนิดพลังงาน	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	ม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 65	เบื้องต้น ม.ค.-ก.ค. 66	ม.ค.-ก.ค. 65 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 66 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 65
การผลิตพลังงาน (รวม)	39,946	36,117	35,936	(9.6)	(0.5)
- เชิงพาณิชย์	24,577	20,370	19,929	(17.1)	(2.2)
ถ่านหิน	2,005	1,935	1,898	(3.5)	(1.9)
ก๊าซธรรมชาติ	17,106	13,993	13,447	(18.2)	(3.9)
น้ำมันดิบ	3,004	2,317	2,104	(22.9)	(9.2)
คอนเดนเสท	2,210	1,747	2,075	(21.0)	18.8
ไฟฟ้าพลังน้ำ ^{4/}	252	378	405	50.0	7.1
- พลังงานหมุนเวียนและ พลังงานอื่น ๆ ^{5/}	12,760	13,040	13,442	2.2	3.1
- พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ^{6/}	2,609	2,707	2,565	3.8	(5.2)

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
หมายเหตุ : 4/ ไฟฟ้าพลังน้ำ ประกอบด้วย พลังน้ำ ขนาดเล็กและพลังน้ำ ขนาดใหญ่

5/ พลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่นๆ ประกอบด้วย พลังงานหมุนเวียน (พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพชีวมวล ชยะ ก๊าซชีวภาพ และแบล็กคลิเคอ) เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) และพลังงานอื่น ๆ (ก๊าซเหลือใช้จากกระบวนการผลิต)

6/ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ประกอบด้วย ฟืน ถ่าน แกลบ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตารางที่ 1.2-3 พบว่า ในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) การนำเข้าพลังงานมีปริมาณ 50,165 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 4.3 โดยมีการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์เป็นหลักทั้งหมด ร้อยละ 100 ของการนำเข้าพลังงานทั้งหมด และไม่มีการนำเข้าพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม

การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์มีปริมาณ 50,165 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน ประกอบด้วย ถ่านหินมีการนำเข้า 6,519 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 15.5 ก๊าซธรรมชาติมีการนำเข้า 10,819 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 28.4 น้ำมันดิบมีการนำเข้า 28,715 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.9 คอนเดนเสทมีการนำเข้า 959 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 13.6 และน้ำมันสำเร็จรูปมีการนำเข้า 1,726 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 19.9 ส่วนไฟฟ้ามีการนำเข้า 1,427 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 18.6 สำหรับพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม (ถ่าน) ไม่มีการนำเข้า

ตารางที่ 1.2-3 การนำเข้าพลังงานจำแนกตามชนิดพลังงานเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

การนำเข้าพลังงาน จำแนกตามชนิดพลังงาน	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	ม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 65	เบื้องต้น ม.ค.-ก.ค. 66	ม.ค.-ก.ค. 65 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 66 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 65
การนำเข้าพลังงาน (รวม)	45,763	48,096	50,165	5.1	4.3
- เติบโตพาณิชย์	45,741	48,096	50,165	5.1	4.3
ถ่านหิน	8,926	7,718	6,519	(13.5)	(15.5)
ก๊าซธรรมชาติ	8,747	8,424	10,819	(3.7)	28.4
น้ำมันดิบ	24,994	27,917	28,715	11.7	2.9
คอนเดนเสท	573	844	959	47.3	13.6
น้ำมันสำเร็จรูป	927	1,440	1,726	55.3	19.9
ไฟฟ้า	1,574	1,753	1,427	11.4	(18.6)
- พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม	22	0	-	(100)	(100)

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
หมายเหตุ : “0” หมายถึง ตัวเลขที่มีค่าน้อยกว่า 0.5

ตารางที่ 1.2-4 พบว่าในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) การส่งออกพลังงาน มีปริมาณ 5,199 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 6.5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน โดยมีการส่งออก พลังงานเชิงพาณิชย์ในสัดส่วนร้อยละ 100 ของการส่งออกพลังงานทั้งหมด และไม่มีการส่งออกพลังงาน หมุนเวียนดั้งเดิม

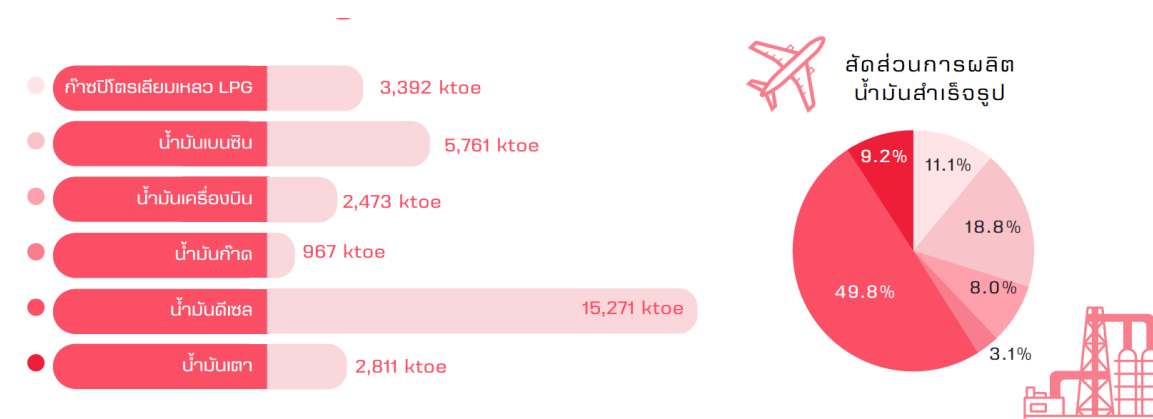
การส่งออกพลังงานเชิงพาณิชย์มีปริมาณ 5,199 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 6.5 จาก ช่วงเดียวกันของปีก่อน ประกอบด้วย ถ่านหินมีการส่งออก 38 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 51.3 น้ำมันดิบมีการส่งออก 372 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 5.3 ก๊าซโซลีนธรรมชาติมีการส่งออก 20 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 100 น้ำมันสำเร็จรูปมีการส่งออก 4,622 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 7.1 และไฟฟ้ามีการส่งออก 147 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 28.9 ส่วนพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม (ถ่าน) มีการส่งออกน้อยกว่า 0.5 มีอัตราลดลงร้อยละ 100

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงกลั่นน้ำมันรวม 7 โรง มีกำลังการกลั่นรวมทั้งสิ้น 1,234,500 บาร์เรลต่อวัน นอกจากนี้ยังมีโรงแยกก๊าซธรรมชาติ 6 โรง มีขนาดกำลังการผลิตรวม 2,660 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และโรงแยกก๊าซพลังเพชร ซึ่งทำการผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นหลักอีก 1 โรง มีขนาด 120 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน โดยพบว่ามีการผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลว 3,392 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.1 ของการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมด น้ำมันเบนซิน 5,761 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.8 น้ำมันเครื่องบิน 2,473 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.0 น้ำมันก๊าด 967 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3.1 น้ำมันดีเซลมีปริมาณการผลิตมากที่สุด 15,271 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 49.8 และน้ำมันเตา 2,811 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.2 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-10

ตารางที่ 1.2-4 การส่งออกพลังงานจำแนกตามชนิดพลังงานเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

การส่งออกพลังงาน จำแนกตามชนิดพลังงาน	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	ม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 65	เบี่ยงเบน ม.ค.-ก.ค. 66	ม.ค.-ก.ค. 65 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 66 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 65
การส่งออกพลังงาน (รวม)	5,973	5,562	5,199	(6.9)	(6.5)
- เติบโตพาณิชย์	5,966	5,562	5,199	(6.8)	(6.5)
ถ่านหิน	24	78	38	225.0	(51.3)
น้ำมันดิบ	487	393	372	(19.3)	(5.3)
ก๊าซธรรมชาติ	11	-	20	(100.0)	100.0
น้ำมันสำเร็จรูป	5,316	4,977	4,622	(6.4)	(7.1)
ไฟฟ้า	128	114	147	(10.9)	28.9
- พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม	7	0	0	(99.9)	(100.0)

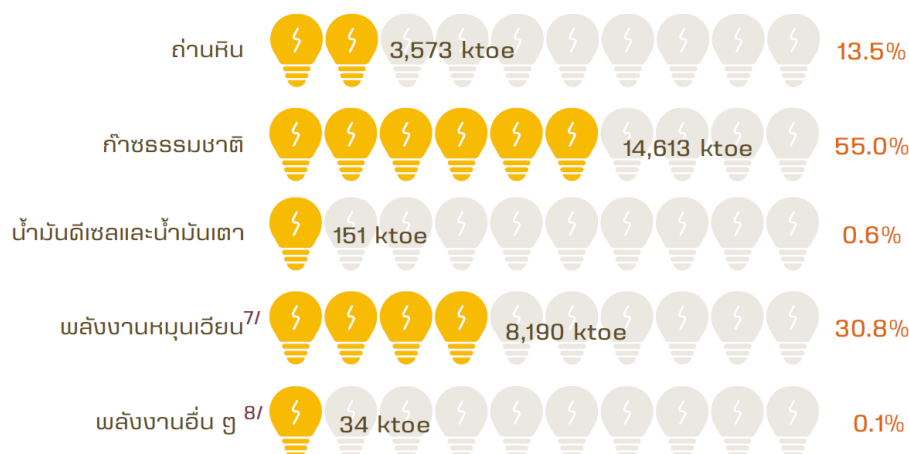
ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
หมายเหตุ : “0” หมายถึง ตัวเลขที่มีค่าน้อยกว่า 0.5



รูปที่ 1.2-10 สัดส่วนการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) พบว่ามีการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน 3,573 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13.5 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด ก๊าซธรรมชาติ มีปริมาณการใช้มากที่สุด 14,613 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 55.0 น้ำมันดิบและน้ำมันเตา 151 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.6 พลังงานหมุนเวียน 8,190 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 30.8 และพลังงานอื่นๆ 34 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.1 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-11



รูปที่ 1.2-11 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
 หมายเหตุ : 7/ พลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ ชีวมวล
 ขยะ และก๊าซชีวภาพ8/ พลังงานอื่น ๆ คือ ก๊าซเหลือใช้จากกระบวนการผลิต (Residual Gas)
 8/ พลังงานอื่น ๆ คือ ก๊าซเหลือใช้จากกระบวนการผลิต (Residual Gas)
 ktoe (kiloton of oil equivalent) หมายถึง พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

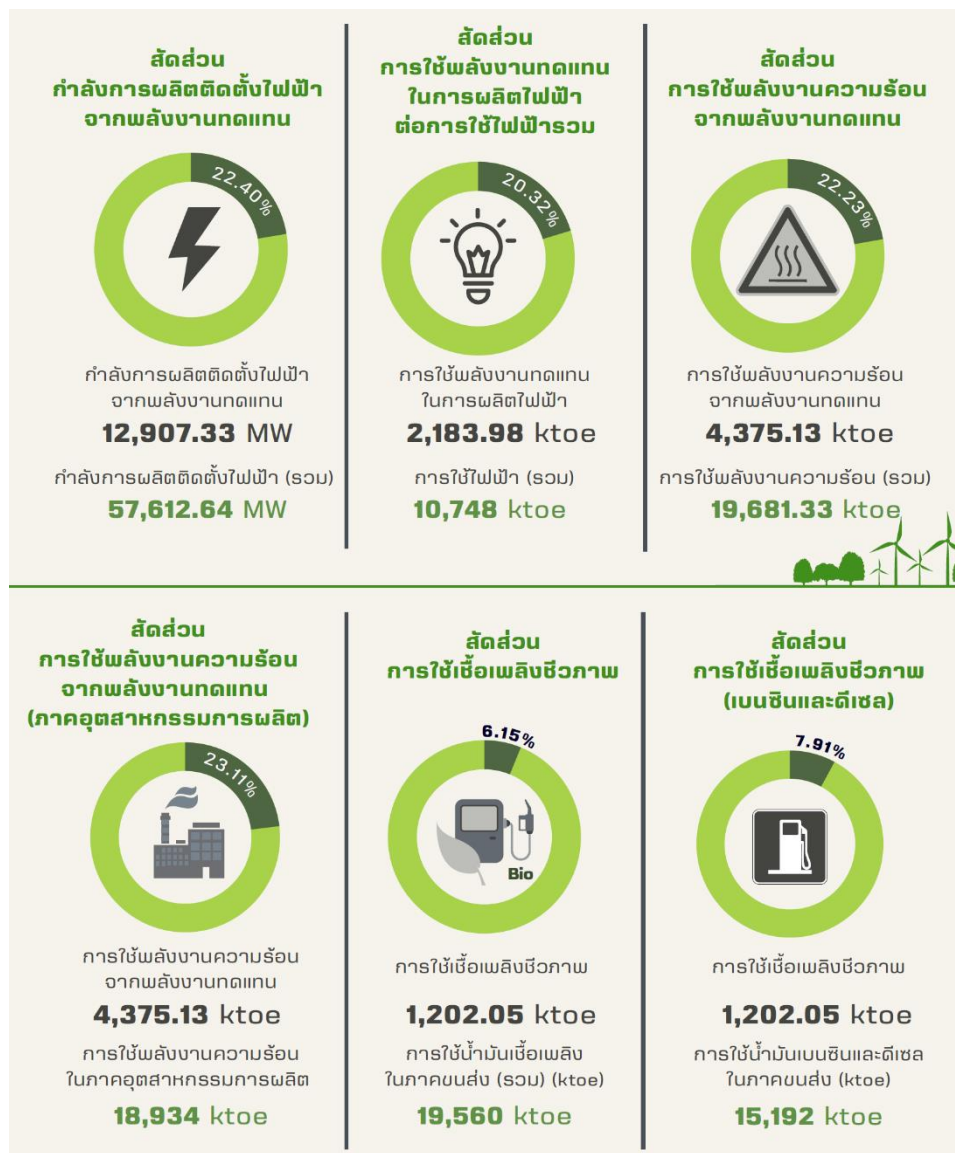
ตารางที่ 1.2-5 สถานการณ์การใช้พลังงานทดแทน พบว่า ในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 7,761 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 4.7 โดยมีการใช้ในรูปแบบของ ไฟฟ้าความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ (ประกอบด้วย เอทานอล และไบโอดีเซล) ในสัดส่วนร้อยละ 15.53 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด

การใช้ไฟฟ้าและความร้อนที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน(ประกอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมพลังงานน้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ) มีปริมาณ 2,884 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และ 4,375 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงชีวภาพ มีปริมาณการใช้ 1,202 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ประกอบด้วย เอทานอล และไบโอดีเซล ดังแสดงในรูปที่ 1.2-12

ตารางที่ 1.2-5 ปริมาณการใช้พลังงานทดแทนเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

การใช้พลังงานทดแทน	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)		อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	ม.ค.-ก.ค. 65	ม.ค.-ก.ค. 66	ม.ค.-ก.ค. 66
1.ไฟฟ้า	2,034.00	2,183.98	7.4
2.ความร้อน	4,276.00	4,375.13	2.3
3.เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอล/ไบโอดีเซล)	1,011.00	1,202.05	9.2
รวม	7,321.00	7,761.16	6.0

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



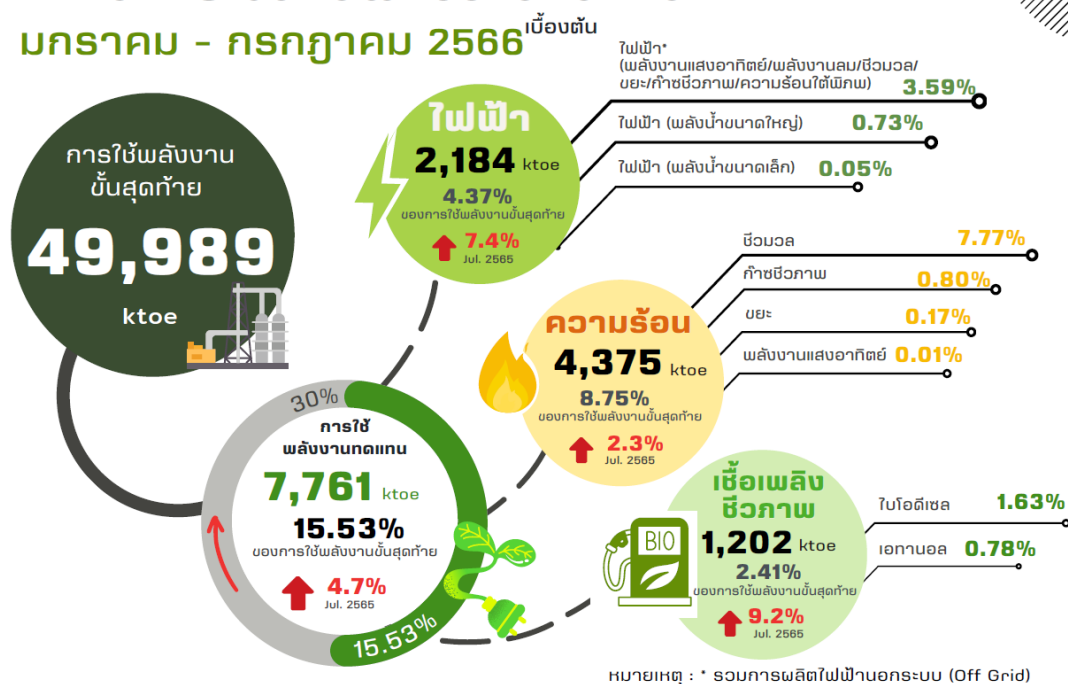
รูปที่ 1.2-12 ปริมาณการใช้พลังงานทดแทนเดือน มกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จากการที่รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนในประเทศเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยลดสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม (Energy Intensity) พบว่าในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 7,761 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.0 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน ส่วนสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 ซึ่งเป็นปีฐานที่เริ่มดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554 – 2573) และแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-13, 1.2-1

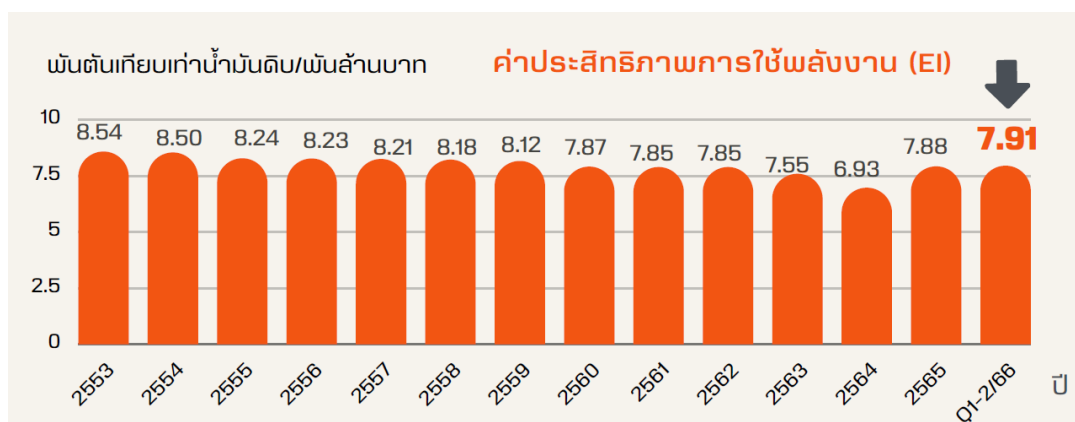
สถานการณ์ด้านพลังงานทดแทน

มกราคม - กรกฎาคม 2566



รูปที่ 1.2-13 สัดส่วนการใช้พลังงานของประเทศไทยในช่วงมกราคม-กรกฎาคม ปี 2566

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



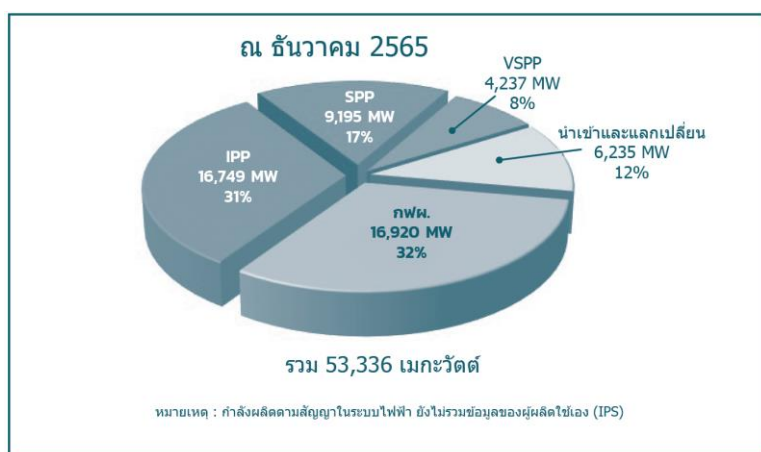
รูปที่ 1.2-14 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Intensity)

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1.2.2.1 การใช้ไฟฟ้า

ในปี 2565 ประเทศไทยมีตามสัญญาในระบบรวมทั้งสิ้น 53,336 เมกะวัตต์ การผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่ร้อยละ 53 ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบ 3 การไฟฟ้าอยู่ที่ 33,177 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากปีก่อน ร้อยละ 6.9 การใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 197,271 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.6 เมื่อเทียบกับปีก่อน เป็นผลจากเศรษฐกิจที่ฟื้นตัวภายหลังจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เริ่มคลี่คลาย

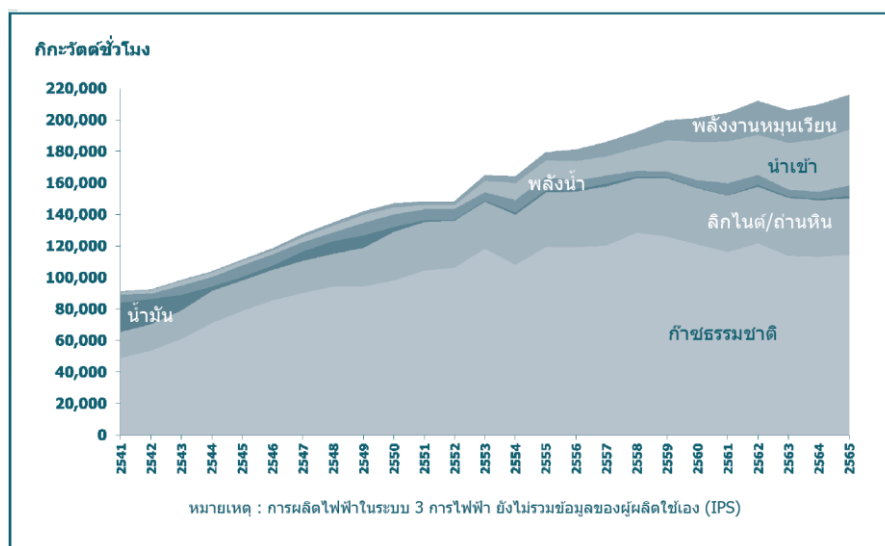
กำลังผลิตในระบบไฟฟ้า ในอดีตประเทศไทยมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าเพียงรายเดียว ในปี 2537 รัฐบาลมีนโยบายให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมให้เกิดการแข่งขัน จึงมีผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (Independent Power Producer: IPP) และผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก (Small Power Producer: SPP) เข้ามามีบทบาทในภาคการผลิตไฟฟ้าทำให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและบริการต่อมารัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า จึงมีผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นเชื้อเพลิงหลักเข้ามาในระบบ ทั้งนี้ ในปี 2565 ประเทศไทยมีกำลังผลิตตามสัญญาในระบบไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 53,336 เมกะวัตต์แยกเป็นการผลิตไฟฟ้าของ กฟผ. ร้อยละ 32 IPP ร้อยละ 31 SPP ร้อยละ 17 นำเข้าและแลกเปลี่ยน 12 และ VSPP ร้อยละ 8 ดังแสดงในรูปที่ 1.2-15



รูปที่ 1.2-15 กำลังการผลิตตามสัญญาในระบบไฟฟ้า ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

ความต้องการพลังไฟฟ้าในระบบ 3 การไฟฟ้า (รวม VSPP) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นในปี 2541 ซึ่งเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในประเทศ และในปี 2552 ได้เกิดวิกฤตเศรษฐกิจในสหรัฐอเมริกาซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจทั่วโลก ต่อมาในปี 2554 เกิดอุทกภัยในหลายพื้นที่ของประเทศ และในปี 2563-2564 เกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของไทยในช่วงเวลาดังกล่าวลดลงตามความต้องการใช้สำหรับในปี 2565 การผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 2.9 อยู่ที่ระดับ 215,838 กิกะวัตต์ชั่วโมง ส่วนใหญ่เป็นการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 53 ทั้งนี้การผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเกือบทุกประเภทเชื้อเพลิง ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินที่ลดลงร้อยละ 4.0 ตามปริมาณการผลิตถ่านหินของเหมืองในประเทศและการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ลดลงเล็กน้อยร้อยละ 0.2 ขณะที่การผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 452.3 เนื่องจากมีนโยบายให้โรงไฟฟ้าเดินเครื่องด้วยน้ำมันเพื่อช่วยลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติในช่วงที่ราคาก๊าซธรรมชาติปรับตัวสูงขึ้นสำหรับไฟฟ้านำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.3 โดยในเดือนสิงหาคม 2565 โรงไฟฟ้าพลังน้ำเหิน 1 ซึ่งมีกำลังการผลิตตามสัญญา 514.3 เมกะวัตต์ เริ่มเดินเครื่องเชิงพาณิชย์ (COD) และการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.3 ตามปริมาณฝนที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติส่งผลให้น้ำในเขื่อนมีปริมาณสูง ดังแสดงในรูปที่ 1.2-16

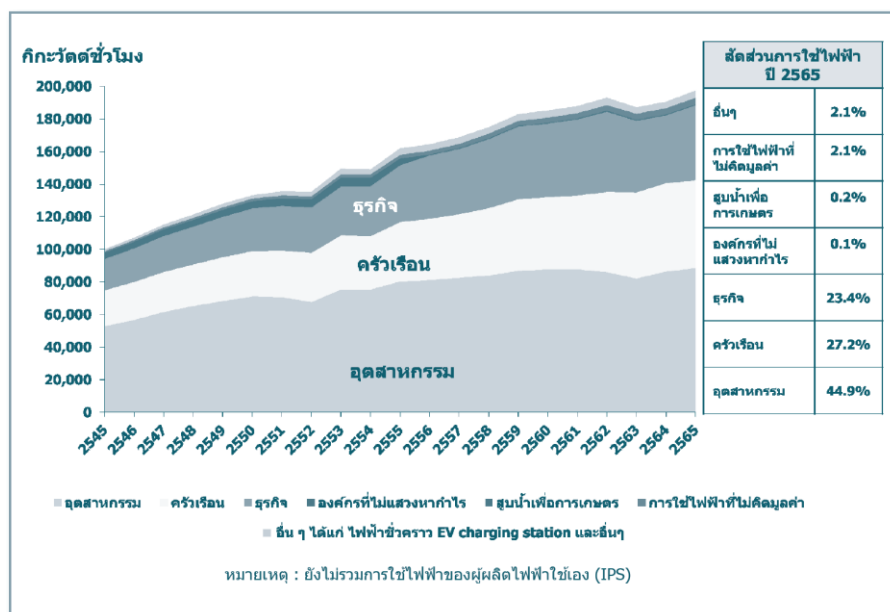


รูปที่ 1.2-16 การผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ในปี 2565 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในระบบ 3 การไฟฟ้า (รวม VSPP) เกิดขึ้นเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน 2565 เวลา 14:30 น. อยู่ที่ 33,177 เมกะวัตต์ สูงกว่าปี 2564 จำนวน 2,154 เมกะวัตต์หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.9 สำหรับความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสุทธิในระบบของ กฟผ. (ไม่รวม VSPP) เกิดขึ้นในวันพุธที่ 27 เมษายน 2565 เวลา 22:36 น. อยู่ที่ 32,255 เมกะวัตต์ สูงกว่าปี 2564 จำนวน 2,119 เมกะวัตต์ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.0 ส่วนค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย (Load Factor) ของปี 2565 อยู่ที่ร้อยละ 71.2

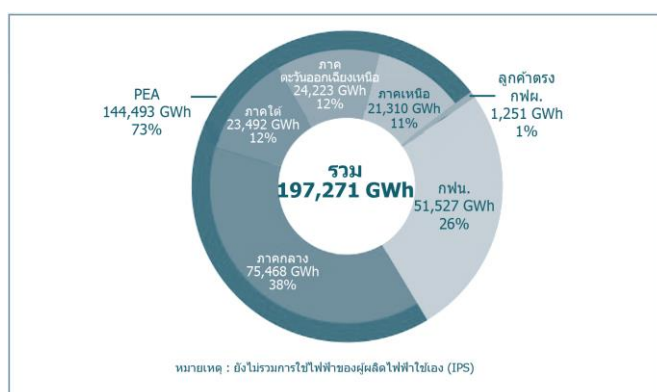
การใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการใช้ไฟฟ้าในปี 2565 มีปริมาณ 197,271 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.6 เมื่อเทียบกับปีก่อน จากเศรษฐกิจที่ฟื้นตัวภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เริ่มคลี่คลาย การใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในเกือบทุกสาขาเศรษฐกิจ ยกเว้น ภาคครัวเรือนและภาคเกษตรกรรม (สูบน้ำเพื่อการเกษตร) ทั้งนี้การใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 45 มีการใช้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.5 สอดคล้องกับการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของการส่งออกสินค้า ประกอบกับการฟื้นตัวของอุปสงค์ภายในประเทศจากการผ่อนคลายมาตรการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจของรัฐบาล ส่วนภาคธุรกิจมีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.0 ปรับตัวดีขึ้นโดยเฉพาะธุรกิจด้าน การท่องเที่ยวและบริการจากมาตรการกระตุ้นการท่องเที่ยวในประเทศและมาตรการเปิดประเทศรับนักท่องเที่ยวต่างชาติขณะที่การใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนลดลงร้อยละ 1.0 จากฐานปีก่อนที่สูงกว่าปกติเนื่องจากในปี 2564 มีมาตรการให้ทำงานที่บ้าน (Work from Home) และโรงเรียนส่วนมากใช้วิธีการเรียน Online ดังแสดงในรูปที่ 1.2-17



รูปที่ 1.2-17 การใช้ไฟฟ้ารายสาขา ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

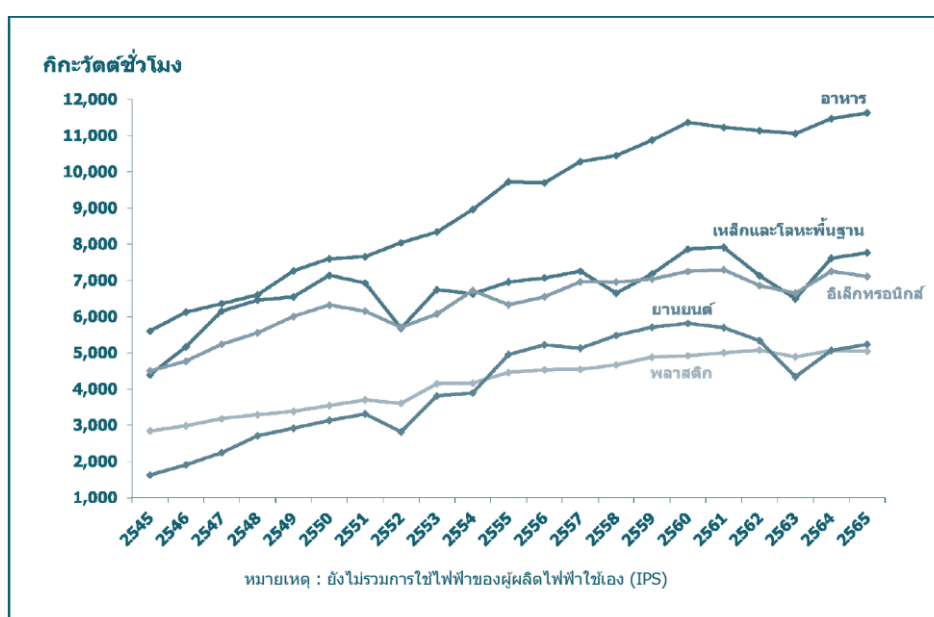
การใช้ไฟฟ้าของไทยปี 2565 ส่วนใหญ่คือร้อยละ 73 เป็นการใช้ในเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำหรับการไฟฟ้าในเขตของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) มีร้อยละ 26 และการใช้ของลูกค้าตรงของ กฟผ. ประมาณร้อยละ 1 ทั้งนี้ภูมิภาคที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ ภาคกลางคิดเป็นร้อยละ 38 รองลงมา คือ ภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่ากันที่ร้อยละ 12 ส่วนภาคเหนือร้อยละ 11 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-18



รูปที่ 1.2-18 การใช้ไฟฟ้ารายเขตพื้นที่ ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

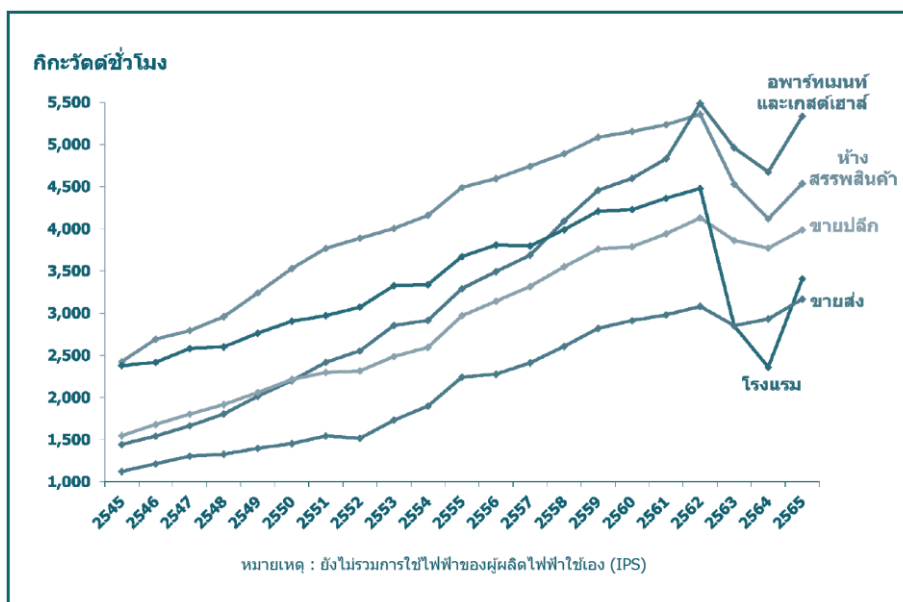
จากรูปที่ 1.2-18 พบว่า การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอุตสาหกรรมที่สำคัญส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2545 ถึงปี 2550 หลังจากนั้นในช่วงปี 2551 ถึงปี 2552 มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัวลงและภาวะความไม่มีเสถียรภาพทางการเมืองภายในประเทศ หลังจากนั้นปี 2553 การใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ในปี 2562 ถึงปี 2563 กลุ่มอุตสาหกรรมสำคัญหลายประเภทมีการใช้ไฟฟ้าลดลง ซึ่งเป็นผลกระทบจากเศรษฐกิจที่ชะลอตัวลงจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทั้งนี้ ในปี 2564 ต่อเนื่องมาถึงปี 2565 การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอุตสาหกรรมที่สำคัญ อาทิ อาหาร เหล็กและโลหะพื้นฐาน และยานยนต์กลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ตามการฟื้นตัวของเศรษฐกิจภายหลังสถานการณ์ของโรคโควิด-19 เริ่มคลี่คลายส่งผลให้การผลิตสินค้าเพื่อส่งออกและอุปสงค์ภายในประเทศขยายตัวได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 1.2-19



รูปที่ 1.2-19 การใช้ไฟฟ้าในสาขาอุตสาหกรรม ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

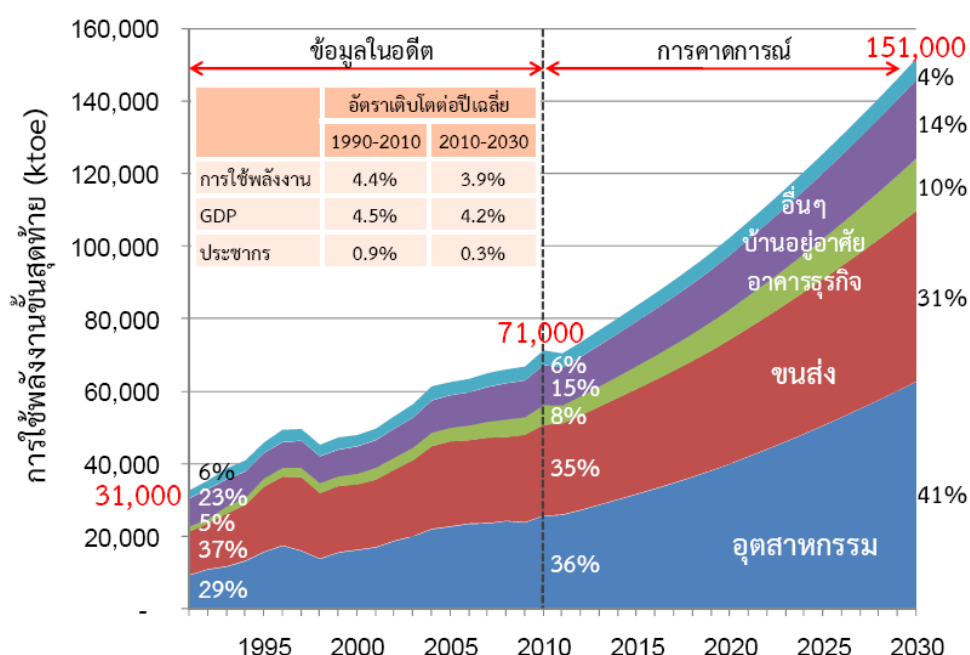
การใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจที่สำคัญ การใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ปี 2545 ถึงปี 2562 ทั้งนี้ในปี 2563 และปี 2564 มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งภาครัฐมีการออกมาตรการต่างๆ เพื่อควบคุมการแพร่ระบาด ส่งผลกระทบอย่างชัดเจนต่อภาคธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ไฟฟ้าในโรงแรม ห้างสรรพสินค้า อพาร์ทเมนต์และเกสต์เฮาส์ อย่างไรก็ตาม ในปี 2565 การใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจสำคัญส่วนใหญ่กลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้ง โดยการใช้ไฟฟ้าในโรงแรมเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 44.3 สอดคล้องกับอัตราการเข้าพักแรมเฉลี่ยทั้งประเทศของปี 2565 ที่เพิ่มขึ้นมาอยู่ที่ร้อยละ 48 และจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาประเทศไทย จำนวน 11 ล้านคน ดังแสดงในรูปที่ 1.2-20



รูปที่ 1.2-20 การใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจ ปี 2565

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2566, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), กระทรวงพลังงาน

การใช้พลังงานในอดีตและแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศไทยในอนาคต (กรณี Business-as-usual, BAU) แสดงให้เห็นว่า ในระยะ 20 ปี ข้างหน้า หากไม่มีมาตรการอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมและระบบขนส่งที่มีนัยสำคัญ ความต้องการพลังงานในกรณีปกติ (Business-as-usual, BAU) จะเพิ่มขึ้นจาก 71,000 ktoe (พีดันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) ต่อปีในปัจจุบัน เป็น 151,000 ktoe หรือประมาณ 2.1 เท่าของปัจจุบัน หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี ภายใต้สมมติฐานที่ GDP จะขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.2 ต่อปี โดยที่ความต้องการในภาคอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าภาคอื่นๆ ทั้งนี้แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานก็เช่นเดียวกัน ตามข้อตกลงระหว่างผู้นำประเทศของกลุ่มเอเปคเมื่อปี 2550 (ค.ศ.2007) ที่นครซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย เอเปคได้ตั้งเป้าหมายให้มีการอนุรักษ์พลังงานเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานของภูมิภาค และเพื่อการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการลด “ความเข้มการใช้พลังงาน” (Energy Intensity) หรือปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ลงร้อยละ 25 ภายในปี 2573 (ค.ศ. 2030) โดยใช้ปี 2548 (ค.ศ. 2005) เป็นปีฐาน เนื่องจากเมื่อปี 2548 ความเข้มการใช้พลังงานของประเทศไทยคือ 16.2 ktoe (พีดันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) ต่อพันล้านบาท GDP (คิดค่าคงที่ปี 2531 หรือ ค.ศ. 1988) ดังนั้นหากประเทศไทยมุ่งมั่นที่จะดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานตามข้อตกลงดังกล่าว ความเข้มการใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศไทยในปี 2573 จะต้องไม่เกิน 12.1 ktoe ต่อพันล้านบาท GDP หรือการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (final energy) ในปีดังกล่าวจะต้องไม่เกิน 121,000 ktoe (ภายใต้สมมติฐานที่เศรษฐกิจจะขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.2 ต่อปี) หรือต้องต่ำกว่าความต้องการพลังงานในกรณีปกติที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (Business-as-usual, BAU) 30,000 ktoe หรือต่ำกว่าร้อยละ 20 ของความต้องการในกรณีปกติ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-21



รูปที่ 1.2-21 การใช้พลังงานในอดีตและแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศไทยในอนาคต (กรณี Business-as-usual, BAU)

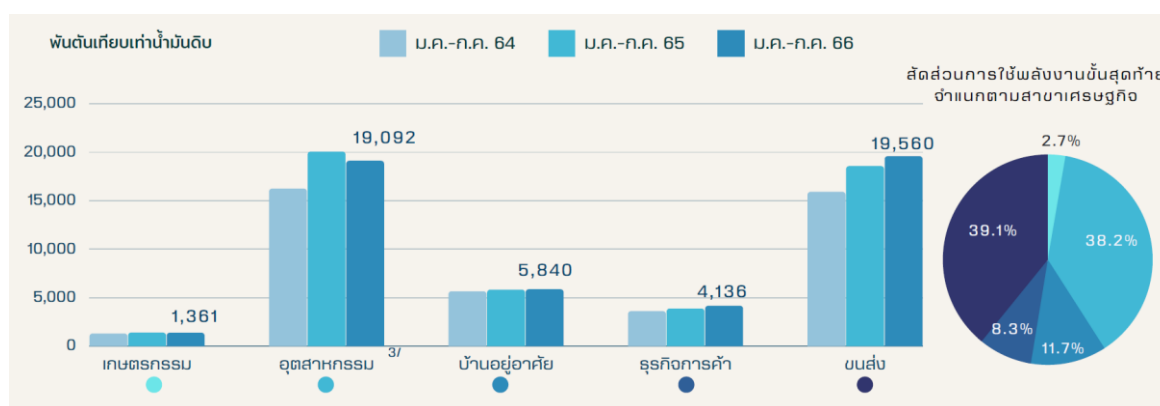
ที่มา: แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573), กระทรวงพลังงาน

1.2.2.2 การใช้พลังงานตามสาขาเศรษฐกิจ

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ ในปี 2565 (ช่วงเดือนมกราคม-กรกฎาคม) พบว่า มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทุกสาขาเศรษฐกิจ 49,989 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ประกอบด้วย การใช้พลังงานในสาขาเกษตรกรรม 1,361 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 0.9 สาขาอุตสาหกรรม 19,092 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 4.7 สาขาน้ำบาดาล 5,840 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 สาขาธุรกิจการค้า 4,136 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.4 และสาขาขนส่ง 19,560 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.5 ทั้งนี้ สาขาเกษตรกรรมมีการใช้พลังงานในสัดส่วนร้อยละ 2.7 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด และมีสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในสาขาอุตสาหกรรม ร้อยละ 38.2 สาขาน้ำบาดาล ร้อยละ 11.7 สาขาธุรกิจการค้า ร้อยละ 8.3 และสาขาขนส่ง ร้อยละ 39.1 ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 1.2-6 และรูปที่ 1.2-21

ตารางที่ 1.2-6 แสดงการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย จำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	ม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 65	เดือนธันวาคม 66	ม.ค.-ก.ค. 65 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 64	ม.ค.-ก.ค. 66 เทียบกับม.ค.-ก.ค. 65
1. สาขาเกษตรกรรม	1,276	1,373	1,361	7.6	(0.9)
2. สาขาอุตสาหกรรม ^{3/}	16,215	20,032	19,092	23.5	(4.7)
3. สาขาบ้านอยู่อาศัย	5,632	5,796	5,840	2.9	0.8
4. สาขาธุรกิจการค้า	3,583	3,851	4,136	7.5	7.4
5. สาขามนส่ง	15,889	18,543	19,560	16.7	5.5
รวม	42,595	49,595	49,989	16.4	0.8



รูปที่ 1.2-20 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามชนิดพลังงาน ปี 2566 (ช่วงเดือนมกราคม-กรกฎาคม)

ที่มา: รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
หมายเหตุ: 3/ สาขาอุตสาหกรรม ประกอบด้วย อุตสาหกรรมการผลิต 18,934 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เหมืองแร่ 74 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบและก่อสร้าง 84 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)

1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงาน (Basic knowledge of energy)

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงาน รวมถึงข้อมูลที่ใช้สำหรับอ้างอิงในกฎหมายและเอกสารต่างๆ ของหน่วยงานด้านพลังงาน โดยเฉพาะกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมโดยตรง ทั้งนี้ เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานให้ถูกต้องตรงกัน และสอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ด้วย

1.3.1 ความหมาย และประเภทของพลังงาน

คำว่า “พลังงาน” ตามความหมายใน พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 3 หมายถึง ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งให้งานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อน และไฟฟ้า เป็นต้น

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับความหมายของพลังงานตาม พ.ร.บ. ดังกล่าวข้างต้น จึงแบ่งพลังงานจำแนกตามลักษณะการนำมาใช้ประโยชน์เป็น 2 ประเภท คือ **พลังงานสิ้นเปลือง (Conventional energy) และพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy)**

ความหมายตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 “พลังงานสิ้นเปลือง” หมายถึง พลังงานที่ได้จากถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น ส่วน “พลังงานหมุนเวียน” หมายถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ ลม และคลื่น เป็นต้น

1.3.1.1 พลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานใช้แล้วหมดไป หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **พลังงานฟอสซิล (Fossil Fuels)** ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน รวมทั้งหินน้ำมันและทรายน้ำมัน (ความหมายตามพจนานุกรมปิโตรเลียม ของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ) ที่เรียกว่าใช้แล้วหมดไป ก็เพราะว่าหากมาทดแทนไม่ทันการใช้ พลังงานฟอสซิลนี้เกิดจากซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมจมอยู่ใต้พื้นพิภพเป็นเวลานานหลายพันล้านปี โดยอาศัยแรงอัดของโลกและความร้อนใต้ผิวโลก มีทั้งที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ปกติจะอยู่ใต้ดิน ถ้าไม่ขุดขึ้นมาก็สามารถเก็บไว้ใช้ในอนาคตได้ บางครั้งจึงเรียกว่า พลังงานสำรอง

1.3.1.2 พลังงานหมุนเวียน ก็คือพลังงานที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติซึ่งสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ด้วยตัวเองโดยธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ลม ป่าไม้ เป็นต้น หรืออาจเกิดขึ้นและแพร่ขยายให้ได้ผลผลิตมากขึ้นโดยการกระทำของมนุษย์ (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ, 2551) ปัจจุบันพลังงานหมุนเวียนถูกพัฒนามาใช้ทดแทนพลังงานฟอสซิลเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ พลังงานหมุนเวียนที่ถูกนำมาใช้มากในประเทศไทย ได้แก่ ชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำ พลังความร้อนใต้พิภพ พลังลม ตามลำดับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2549)

1.3.2 รูปแบบและหน่วยวัดพลังงาน

รูปแบบของพลังงาน

รูปแบบของพลังงานสามารถจำแนกโดยใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ได้หลายแบบ ดังนี้

การจำแนกรูปแบบของพลังงานจากธรรมชาติโดยทางฟิสิกส์ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้	
1. พลังงานศักย์ (Potential energy)	เป็นพลังงานที่สะสมไว้ในสิ่งต่างๆ เนื่องจากที่ตั้งของสิ่งนั้น หรือเพราะสิ่งนั้นถูกกระทำโดยสิ่งอื่น เช่น พลังงานในสิ่งของหนักที่ถูกยกขึ้น พลังงานในลวดสปริงที่เบ้นลานของนาฬิกา พลังงานในคันธนูที่ถูกโก่ง พลังงานในอ่างน้ำที่อยู่ในที่สูง เป็นต้น
2. พลังงานจลน์ (Kinetic energy)	เป็นพลังงานของการเคลื่อนไหวยที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับมวลสาร (mass) และความเร็ว (velocity) ที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ ดังนั้น วัตถุใดมีมวลสารมาก (หนักมาก) และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จึงเป็นวัตถุที่มีพลังงานจลน์มาก ตัวอย่างเช่น พลังงานในขบวนรถไฟ พลังงานในลม พลังงานในคลื่น เป็นต้น

การจำแนกรูปแบบของพลังงานโดยทั่วๆ ไป ออกเป็น 6 รูปแบบ ดังนี้	
1. พลังงานเคมี (Chemical energy)	เป็นพลังงานพื้นฐานของกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต พลังงานที่สะสมไว้จะสามารถปล่อยออกมาโดยปฏิกิริยาเคมี ตัวอย่างเช่น พลังงานในขนมช็อกโกแลต พลังงานในกองฟืน พลังงานในถ่านน้ำมัน พลังงานที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ เป็นต้น
2. พลังงานกล (Mechanical energy)	เป็นพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่างๆ
3. พลังงานความร้อน (Heat energy)	เป็นพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ความร้อนทำให้โมเลกุลเคลื่อนไหวยเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น พลังงานในเปลวไฟ พลังงานที่เสียออกไปจากจอกคอมพิวเตอร์ พลังงานในของเหลวร้อนใต้พื้นพิภพ พลังงานของน้ำในหม้อต้มน้ำ เป็นต้น
4. พลังงานรังสี (Radiant energy)	เป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ในลักษณะคลื่นของพลังงานที่ประกอบด้วยโฟตอน (Photon) ตัวอย่างเช่น พลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากเสาส่งสัญญาณทีวี พลังงานจากหลอดไฟ พลังงานจากเตาไมโครเวฟ พลังงานจากเลเซอร์ที่ใช้อ่านแผ่นซีดี เป็นต้น
5. พลังงานไฟฟ้า (Electrical energy)	เป็นพลังงานที่เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอนในเส้นลวดหรือตัวนำไฟฟ้าอื่น ตัวอย่างเช่น พลังงานที่เกิดจากการผ่านขดลวดไปในสนามแม่เหล็ก พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนคอมพิวเตอร์ พลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้จากกังหันลม เป็นต้น
6. พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear energy)	หมายถึงพลังงานไม่ว่าในลักษณะใดซึ่งเกิดจากการปลดปล่อยออกมาเมื่อมีการแยก รวมหรือแปลงนิวเคลียส (หรือแกน) ของปรมาณู คำที่ใช้แทนกันได้คือพลังงานปรมาณู (Atomic energy) ซึ่งเป็นคำที่เกิดขึ้นก่อนและใช้กันมาเป็นเวลานาน โดย อาจเป็นเพราะมนุษย์เรียนรู้ถึงเรื่องของปรมาณู (Atom) มานานก่อนที่จะเจาะลึกลงไปถึงระดับนิวเคลียส แต่การใช้ศัพท์ที่ถูกต้องควร ใช้คำว่า พลังงานนิวเคลียร์ อย่างไรก็ตาม Atomic energy ยังเป็นคำที่ใช้กันอยู่ในกฎหมายของหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยได้กำหนดความหมายของคำว่าพลังงานปรมาณู ไว้ในมาตรา 3 แห่ง พ.ร.บ. พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ.2504 ในความหมายที่ตรงกับคำว่า พลังงานนิวเคลียร์ และ ต่อมาได้บัญญัติไว้ในมาตรา 3 ให้ครอบคลุมไปถึงพลังงานรังสีเอกซ์ด้วย (ตามความหมายของพลังงานนิวเคลียร์ ของกองวิศวกรรมนิวเคลียร์ ฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

การจำแนกรูปแบบของพลังงานตามแหล่งที่มาของพลังงาน ออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้	
1. พลังงานปฐมภูมิ (Primary energy)	หมายถึง แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ตามธรรมชาติสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ได้แก่ น้ำ แสงอาทิตย์ ลม เชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานนิวเคลียร์ (แร่นิวเคลียร์) ไม้พืน แกลบ ชานอ้อย เป็นต้น
2. พลังงานทุติยภูมิ (Secondary energy)	หมายถึง พลังงานซึ่งได้มาโดยการนำพลังงานปฐมภูมิหรือพลังงานรูปแบบดั้งเดิมมาแปรรูป (Transform) ปรับปรุง ประมวล แต่ง ให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างๆ กันตามความต้องการ เช่น พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ถ่านไม้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นต้น

หน่วยวัดพลังงาน

พลังงานมีหลายรูปแบบ และแต่ละชนิดให้งานไม่เท่ากัน แม้จะใช้น้ำหนักเท่ากันหรือตวงเป็นลิตรเท่ากันก็ตาม หรือบางชนิดไม่สามารถตวงเป็นลิตรหรือชั่งเป็นกิโลกรัมได้ เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ดังนั้นการเปรียบเทียบพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ต่างรูปแบบกันจึงต้องพิจารณาที่ปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้นจากการผลิตของเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ หรือที่เรียกว่า “ค่าความร้อนสุทธิ (Energy content or Net Calorific Value; NCV of fuel)” แทน

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้	
1. ค่าพลังงานของเชื้อเพลิง (Energy Content of Fuel) หรือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Calorific Value of Fuel หรือ Heating Value of Fuel) หรือ ค่าความร้อนขั้นต้นของเชื้อเพลิง (Gross Calorific Value of Fuel)	
เป็นค่าความร้อนทั้งหมดที่เกิดจากการเผาไหม้สมบูรณ์ที่ความดันและอุณหภูมิคงที่ วัดที่อุณหภูมิอ้างอิง (ระบบสากลกำหนดอุณหภูมิอ้างอิงที่ 25°C)	
2. ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง (Net Calorific Value of Fuel)	
เป็นค่าความร้อนของเชื้อเพลิง หลังหักค่าความร้อนแฝงจากการกลายเป็นไอของไอน้ำในเชื้อเพลิง เนื่องจากในทางปฏิบัติ ผลการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกินกว่าจุดเดือดของน้ำ ทำให้น้ำที่เกิดจากการเผาไหม้ไฮโดรเจนที่เป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงกลายเป็นไอลงดูดซับความร้อนแฝงการเป็นไอไปส่วนหนึ่ง ทำให้ค่าความร้อนที่ได้จริงลดลง	

หน่วยวัดมาตรฐานสากลหรือหน่วยวัดในระบบ SI (เป็นคำย่อจากภาษาฝรั่งเศส Le Système International d'Unité เทียบเท่ากับชื่อในภาษาอังกฤษว่า International System of Unit) ที่ใช้วัดปริมาณพลังงาน คือ จูล (Joules; J) โดย 1 จูล คือ งานที่ได้จากการที่แรง 1 นิวตัน (แรงที่ทำให้วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที² เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 เมตร) หรือความร้อนที่ได้จากกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ไหลผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม ในเวลา 1 วินาที

นอกจากนี้ ยังสามารถเลือกใช้หน่วยอื่นๆ ในการวัดปริมาณพลังงานได้อีก อาทิ

- กิโลวัตต์-ชั่วโมง นิยมใช้วัดปริมาณพลังงานไฟฟ้า
- แคลอรี นิยมใช้วัดปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์หนัก 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส โดยที่ 1 แคลอรี เท่ากับ 4.2 จูล
- บี.ที.ยู นิยมใช้วัดปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์ หนัก 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ โดยที่ 1 บี.ที.ยู เท่ากับ 1,055 จูล

การเลือกใช้หน่วยวัดแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนี้	
1. หน่วยวัดกายภาพ (Physical unit)	พลังงานแต่ละชนิดจะนิยมใช้หน่วยวัดกายภาพที่แตกต่างกันออกไป เช่น น้ำมันปิโตรเลียมนิยมวัดเป็นบาร์เรลหรือแกลลอน ก๊าซธรรมชาตินิยมวัดเป็นลูกบาศก์ฟุต ถ่านหินนิยมวัดเป็นตัน ไฟฟ้านิยมวัดเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง พลังงานความร้อนที่ได้จากอาหารนิยมวัดเป็นแคลอรี พลังงานความร้อนที่ได้จากการแตกตัวทางเคมีอื่นๆ นิยมวัดเป็นจูล เป็นต้น
2. หน่วยวัดร่วม (Common unit)	หากต้องการเปรียบเทียบพลังงานหรือเชื้อเพลิงหลายชนิด จำเป็นต้องแปลงหน่วยวัดต่างๆ เหล่านั้นให้อยู่ในรูปเดียวกันก่อน โดยหน่วยวัดร่วมที่นิยมใช้สำหรับการเปรียบเทียบพลังงาน ได้แก่ จูล (Joule) บีทียู (British Thermal Units; Btu) บาร์เรลเทียบเท่าน้ำมันดิบ (barrels of oil equivalents) ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (tons of oil equivalents) และ ตันเทียบเท่าถ่านหิน (tons of coal equivalents)

สำหรับประเทศไทย หน่วยงานด้านพลังงานรวมถึงกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ใช้หน่วยวัดร่วมเป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ton of oil equivalent; toe) ซึ่งหมายถึง พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันดิบ 1 ตัน หรือประมาณ 42 จิกะจูล (GJ)

สำนักงานพลังงานสากล (International Energy Association; IEA) และสหประชาชาติ (UN) กำหนดให้

1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ = 41.868 จิกะจูล (GJ)

= 11.630 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (MWh)

= 10 จิกะแคลอรี (Gcal)

ความสัมพันธ์ของพลังงาน งาน และกำลัง

พลังงาน (Energy) เป็นปริมาณพื้นฐานอย่างหนึ่งของกระบวนการในระบบกายภาพทุกอย่าง พลังงาน ตามความหมายใน พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 หมายถึง ความสามารถในการทำงาน (Work) ซึ่งมีอยู่ในสิ่งที่อาจให้งานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งที่อาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อน และไฟฟ้า เป็นต้น พลังงานและงาน มีหน่วยเป็น วัตต์-ชั่วโมง (Wh) หรือจูล (J) หรือนิวตัน-เมตร (Nm)

กำลัง (Power) คือ งานที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\text{กำลัง} = \text{งาน (J)} / \text{เวลา (t)}$$

โดยที่ กำลัง มีหน่วยเป็น วัตต์ (W) หรือ จูล/วินาที (J/s)
 งาน มีหน่วยเป็น จูล (J) หรือนิวตัน-เมตร (Nm)
 เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

กำลังงาน คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานต่อหน่วยเวลา

$$\text{กำลังงาน} = \text{พลังงาน/เวลา}$$

- กำลังงานทางไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt; W)
- กำลังงานทางกล มีหน่วยเป็น จูล/วินาที (J/sec) หรือแรงม้า (HP)

โดย 1 W = 1 J/sec

และ 1 HP = 746 W

1.3.3 การแปลงหน่วยปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง

การแปลงหน่วยปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง ให้ใช้ค่าการแปลงหน่วย (Conversion factors) หรือค่าตัวคูณ (Multipliers) ดังนี้

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี/หน่วย (kcal/unit)	ตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ/ล้านหน่วย (toe/10 ⁶ UNIT)	เมกะจูล/หน่วย MJ/UNIT	พันบีทียู/หน่วย 10 ³ Btu/UNIT
พลังงานเชิงพาณิชย์				
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	8,680	860.00	36.33	34.44
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	7,900	782.72	33.07	31.55
3. ก๊าซธรรมชาติ				
3.1 ขึ้น (ลูกบาศก์ฟุต)	248	24.57	1.04	0.98
3.2 แห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม				
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	6,360	630.14	26.62	25.24
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7,520	745.07	31.48	29.84
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8,250	817.40	34.53	32.74
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8,250	817.40	34.53	32.74
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8,700	861.98	36.42	34.52
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9,500	941.24	39.77	37.70
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9,840	974.93	41.19	39.05
4.8 ปิโตรเลียมโค้ก (กก.)	8,400	832.26	35.16	33.33
5. ไฟฟ้า(กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.60	3.41
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	2,236	221.54	9.36	8.87
7. พลังงานความร้อนใต้พิภพ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9,500	941.24	39.77	37.70
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6,300	624.19	26.37	25.00
9. ถ่านโค้ก (กก.)	6,600	653.92	27.63	26.19
10. แอนทราไซต์ (กก.)	7,500	743.09	31.40	29.76

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี/หน่วย (kcal/unit)	ตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ/ล้านหน่วย (toe/10 ⁶ UNIT)	เมกะจูล/หน่วย MJ/UNIT	พันบีทียู/หน่วย 10 ³ Btu/UNIT
11. อีเทน (กก.)	11,203	1,110.05	46.89	44.45
12. โพรเพน (กก.)	11,256	1,115.34	47.11	44.67
13. ลิกไนต์				
13.1 ลี (กก.)	4,400	435.94	18.42	17.46
13.2 กระปี้ (กก.)	2,600	257.60	10.88	10.32
13.3 แม่เมาะ (กก.)	2,500	247.70	10.47	9.92
13.4 แจ็คอน (กก.)	3,610	357.67	15.11	14.32
พลังงานหมุนเวียน				
1. ฟืน (กก.)	3,820	378.48	15.99	15.16
2. ถ่าน (กก.)	6,900	683.64	28.88	27.38
3. แกลบ (กก.)	3,440	340.83	14.40	13.65
4. กากอ้อย (กก.)	1,800	178.34	7.53	7.14
5. ขยะ (กก.)	1,160	114.93	4.86	4.60
6. ชีลื้อ (กก.)	2,600	257.60	10.88	10.32
7. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (กก.)	3,030	300.21	12.68	12.02

1.4 ต้นทุนด้านพลังงานของโรงงาน (Energy cost of factory)

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งของโรงงานทุกประเภท ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอาจมีสัดส่วนไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร วัตถุดิบ และค่าการตลาด แต่การลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะช่วยเพิ่มกำไรให้แก่โรงงานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรงมากขึ้น ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนอื่น อาทิ ค่าจ้างบุคลากร ค่าวัตถุดิบ ควบคุมได้ยาก ประกอบกับราคาน้ำมัน และไฟฟ้าที่มีความผันผวนและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจึงได้รับความสนใจจากเจ้าของโรงงานมากขึ้น

จากข้อมูลการศึกษาของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย พบว่า เหตุผลหรือแรงจูงใจที่สำคัญในการดำเนินการด้านอนุรักษ์พลังงานของผู้ประกอบการ คือ เพื่อลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเป็นหลัก ส่วนในด้านการสร้างภาพลักษณ์ขององค์กรและการปฏิบัติตามกฎหมายยังมีความสำคัญในระดับรองลงไป โดยที่การลดต้นทุนด้านพลังงานนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตให้กับผู้ประกอบการแล้ว ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิต ทำให้ศักยภาพการแข่งขันในตลาดสูงขึ้นอีกด้วย

1.5 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

1.5.1 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะ (Specific Energy Consumption; SEC)

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะคือ ค่าการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ค่า SEC (Specific Energy Consumption; SEC) เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานระดับมูลฐานที่สุดของโรงงานหรือกลุ่มโรงงานที่มีผลผลิตอย่างเดียวกัน

ตัวอย่างค่า SEC สำหรับระบบหรืออุตสาหกรรมแต่ละชนิดแสดงในตารางด้านล่าง

ชนิดอุตสาหกรรม/ระบบ	ค่า SEC
การผลิตอิฐ	เมกะจูล/ตันของอิฐที่ผลิตได้
การอบเหล็ก	เมกะจูล/ตันของเหล็กที่ถูกรอบ
การผลิตไอน้ำ	เมกะจูล/กิโลกรัมไอน้ำที่ผลิตได้
การปรับอากาศ	กิโลวัตต์/ตันความเย็น
ระบบแสงสว่าง	วัตต์/ตารางเมตร

ค่า SEC สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$SEC = \frac{\sum E}{\sum P}$$

- เมื่อ SEC = ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน หรือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต
 $\sum E$ = ผลรวมของพลังงานซึ่งได้จากค่าความร้อนคูณกับปริมาณไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยคิดจากพลังงานสุทธิคือพลังงานที่ซื้อทั้งหมดหักด้วยพลังงานที่ขาย
 $\sum P$ = ผลรวมของปริมาณผลผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน

ข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงานจะใช้ข้อมูลราย 6 เดือน หรือรายปีสำหรับกรณีของโรงงานที่มีการผลิตตามฤดูกาล ส่วนโรงงานที่มีการผลิตไฟฟ้าเพื่อขาย ค่า SEC จะต้องหักพลังงานส่วนที่ขายออกด้วย

Average SEC/Reference SEC

กรณีการวัดประสิทธิภาพพลังงานของโรงงานควบคุมในระดับกลุ่มอุตสาหกรรมจะมีข้อจำกัดมากขึ้น เนื่องจากโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันจะมีผลผลิตที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารมีทั้งผลผลิตอาหารแช่แข็งที่มีหน่วยวัดเป็นตัน และผลผลิตเครื่องดื่มที่มีหน่วยวัดเป็นลิตร เป็นต้น ดังนั้น จึงใช้ Average SEC/Reference SEC Ratio เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานในภาพรวม โดยเป็นการประเมินค่าปริมาณพลังงานที่ใช้ในรอบปีที่สนใจเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานที่ควรจะเป็นหากค่าประสิทธิภาพพลังงานหรือค่า SEC ในปีปัจจุบันเท่ากับค่าอ้างอิง ดังนี้

$$PEI = \frac{\sum E_p}{\sum (P_p \times SEC_B)}$$

- เมื่อ PEI = ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานในภาพรวม (Physical Energy Index)
 $\sum E_p$ = ปริมาณพลังงานรวมที่ใช้ในปีปัจจุบัน
 P_p = ปริมาณผลผลิตแต่ละอย่างในปีปัจจุบัน
 SEC_B = ค่า SEC อ้างอิงของผลผลิตนั้นๆ

1.5.2 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือระบบ

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือระบบต่างๆ สามารถคำนวณได้จากปริมาณกำลังงานหรืองานที่ผลิตได้ต่อพลังงานที่ป้อนเข้า โดยประสิทธิภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือระบบ แต่ละชนิด จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความนิยม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

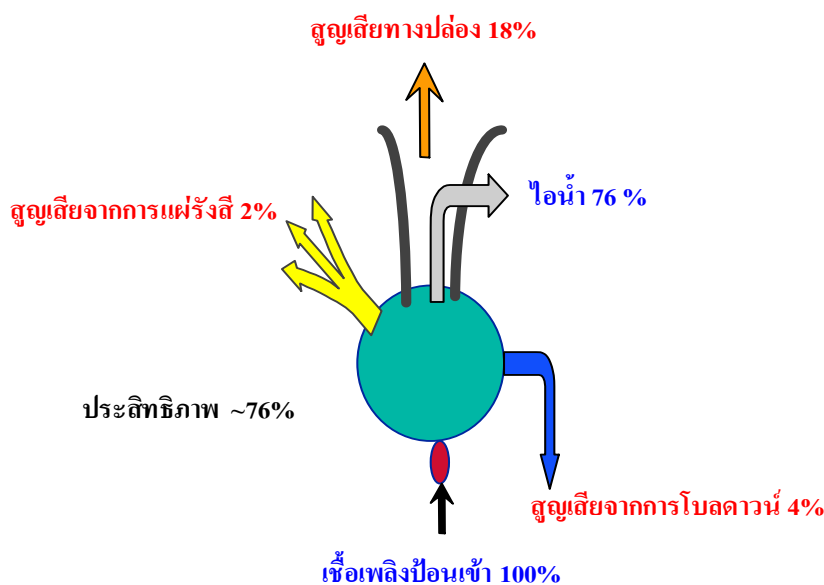
1.5.2.1 หม้อไอน้ำ

จุดประสงค์ของหม้อไอน้ำและระบบส่งจ่ายความร้อน คือ การจ่ายความร้อนหรือความชื้น ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำสามารถวัดได้หลายรูปแบบ รูปที่ 1.5-1 แสดงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำซึ่งจะต้องพิจารณาทั้งการใช้เชื้อเพลิงป้อนเข้า ปริมาณไอน้ำที่ได้ และการสูญเสียอันเนื่องมาจาก การปลดวาร์น การแผ่รังสี และการสูญเสียทางปล่อง

หม้อไอน้ำเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของระบบผลิตความร้อนหรือไอน้ำเท่านั้น ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบจะต้องพิจารณาส่วนประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น ระบบส่งจ่าย ระบบปรับสภาพน้ำ เป็นต้น

วิธีคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{ความร้อนในไอน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้} \times 100}{\text{ความร้อนในเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้า}}$$



รูปที่ 1.5-1 แสดงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

หรืออาจเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยใช้ดัชนีการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานของหม้อไอน้ำ} = \frac{\text{อัตราความร้อนในเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ (เมกะจูล/ชั่วโมง)}}{\text{อัตราการผลิตไอน้ำ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)}}$$

1.5.2.2 ระบบทำความเย็น

ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นมีค่าเฉพาะที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance) หรือซีโอพี (COP) เป็นค่าที่แสดงความเย็นที่ผลิตได้ (หรือค่าความร้อนที่อีวาพอเรเตอร์สามารถดึงออกจากบริเวณทำความเย็น) ต่องานที่ใส่ให้กับระบบหรือกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอัดสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ โดยค่า COP ที่สูงจะหมายถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นที่สูงหรือมีประสิทธิภาพดี

วิธีคำนวณประสิทธิภาพของระบบทำความเย็น

$$\text{COP} = \frac{\text{ความเย็นที่ได้จากอีวาพอเรเตอร์ (หน่วยเป็นวัตต์: } W_R \text{)}}{\text{งานไฟฟ้าที่ใส่ให้คอมเพรสเซอร์ (หน่วยเป็นวัตต์: } W_e \text{)}}$$

ตัวอย่างเช่น ต้องการหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นขนาด 13,185 W_R โดยใส่พลังงานไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ 5,480 วัตต์ (W_e) จะสามารถคำนวณค่า COP ได้ดังนี้

$$\text{COP} = \frac{13,185 \text{ } W_R}{5,480 \text{ } W_e} = 2.4$$

นอกจากค่า COP ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นที่นิยมใช้อีกค่าหนึ่งคือประสิทธิภาพการให้ความเย็น (Energy Efficiency Ratio) หรือค่าอีอีอาร์ (EER) เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนของความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้จริง (Output) กับกำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นต้องใช้ในการทำความเย็นนั้น (Input) มีหน่วยเป็น (Btu/h)/W เครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER สูงก็แสดงว่า เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดีหรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากนั่นเอง

กฎกระทรวง ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม (พ.ศ. 2538) ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้ใช้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Chiller Performance; ChP) เป็นมาตรฐานของระบบปรับอากาศในอาคาร

$$\begin{aligned} & \text{ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น(กิโวลต์/ตันความเย็น)} \\ = & \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (กิโวลต์)}}{\text{ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (ตันความเย็น)}} \end{aligned}$$

1.5.2.3 มอเตอร์

ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ซึ่งโดยทั่วไปเกิดขึ้นเนื่องจาก การสูญเสียที่แกนเหล็ก (Core losses) การสูญเสียจากแรงลมที่ต้านทานการหมุน การสูญเสียที่สเตเตอร์ (Stator losses) การสูญเสียที่โรเตอร์ (Rotor losses) และการสูญเสียจากภาระการใช้ งาน (Stray losses)

วิธีคำนวณประสิทธิภาพของมอเตอร์

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{746 \times \text{แรงม้า (เอาต์พุต)}}{\text{วัตต์ (อินพุต)}} \times 100$$

หรืออาจเขียนอยู่ในรูปที่แสดงค่ากำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ด้วยก็ได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{กำลังงานเอาต์พุต (วัตต์)}}{\text{กำลังงานเอาต์พุต (วัตต์) + กำลังงานสูญเสีย (วัตต์)}} \times 100$$

ปริมาณของกำลังไฟฟ้าอินพุตที่ใช้ผลิตแรงม้าตามพิกัดนั้น จะต่างกันสำหรับมอเตอร์แต่ละตัว มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจะต้องการกำลังงานอินพุตน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ที่มี ประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ให้เอาต์พุตเท่ากัน

1.6 ลักษณะการใช้และแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

เนื้อหาส่วนนี้จะกล่าวถึง ลักษณะการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าและ เชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ตลอดจนการใช้และเพิ่ม ประสิทธิภาพพลังงานของระบบ อุปกรณ์ และเครื่องจักรต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม

1.6.1 การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีกระบวนการผลิต เทคโนโลยี ชนิดของ เชื้อเพลิงและพลังงานที่ใช้แตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อความสะดวกและเป็นระบบ จึงกำหนดมาตรการอนุรักษ์ พลังงานตามประเภทพลังงานที่ใช้ คือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

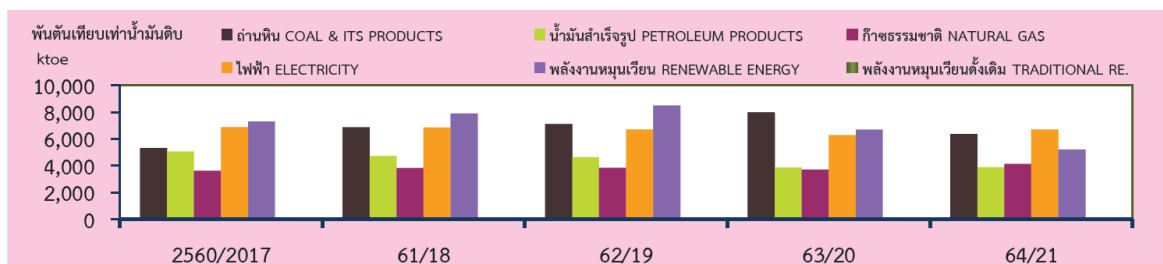
การใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ จะมีการใช้ประเภทพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ หลากหลายมากกว่าในอาคาร เนื่องจากมีอุปกรณ์และระบบการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการแข่งขันด้าน การลงทุน ดังนั้นผู้ประกอบการจึงพยายามเลือกใช้พลังงานหรือเชื้อเพลิงที่มีต้นทุนต่ำสุด แสดงดังตารางที่ 1.6-1 และรูปที่ 1.6-1

ตารางที่ 1.6-1 การใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงาน ปี 2564

หน่วย : พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ unit : ktoe

ชนิดพลังงาน	2560 2017	2561 2018	2562 2019	2563 2020	2564 2021	TYPES OF ENERGY
พลังงานเชิงพาณิชย์	20,897	22,282	22,340	21,893	21,127	COMMERCIAL ENERGY
ถ่านหิน	5,327	6,865	7,116	7,983	6,367	COAL & ITS PRODUCTS
แอนทราไซต์	40	34	51	42	33	ANTHRACITE
บิทูมินัส	570	795	854	938	745	BITUMINOUS
ถ่านโค้ก	38	40	45	49	36	COKE
ลิกไนต์	170	182	141	89	121	LIGNITE
ถ่านอัดและอื่น ๆ	4,509	5,814	6,025	6,865	5,432	BRIQUETTES & OTHER COAL
น้ำมันสำเร็จรูป	5,063	4,737	4,642	3,881	3,894	PETROLEUM PRODUCTS
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	759	802	771	716	797	LPG
เบนซินพิเศษไร้สารตะกั่วออกเทน 91	0	1	-	0	-	ULG RON 91
เบนซินพิเศษไร้สารตะกั่วออกเทน 95	2	5	1	3	2	ULG RON 95
แก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 91	32	12	9	7	5	GASOHOL E10 RON 91
แก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 95	22	17	16	11	10	GASOHOL E10 RON 95
แก๊สโซฮอล์ อี 20 ออกเทน 95	0	0	0	1	1	GASOHOL E20 RON 95
แก๊สโซฮอล์ อี 85	0	0	0	0	0	GASOHOL E85
น้ำมันก๊าด	7	7	6	5	5	KEROSENE
น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	3,496	3,253	3,237	2,540	2,448	HSD
ดีเซลหมุนช้า	-	-	-	-	-	LSD
น้ำมันเตา	745	640	602	598	626	FUEL OIL
ก๊าซธรรมชาติ	3,622	3,832	3,858	3,723	4,141	NATURAL GAS
ไฟฟ้า	6,885	6,848	6,724	6,306	6,725	ELECTRICITY
พลังงานหมุนเวียน	7,313	7,909	8,515	6,706	5,227	RENEWABLE ENERGY
ฟืน	229	272	295	254	176	FUEL WOOD
แกลบ	366	429	466	413	286	PADDY HUSK
กากอ้อย	3,824	4,270	4,430	3,099	2,303	BAGASSE
วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	2,197	2,181	2,579	2,137	1,630	AGRICULTURAL WASTE
ขยะ	63	123	111	116	144	MSW
ก๊าซชีวภาพ	634	634	634	687	688	BIOGAS
พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม	-	-	-	-	-	TRADITIONAL RENEWABLE ENERGY
ฟืน	-	-	-	-	-	FUEL WOOD
แกลบ	-	-	-	-	-	PADDY HUSK
วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	-	-	-	-	-	AGRICULTURAL WASTE
รวม	28,210	30,191	30,855	28,599	26,354	TOTAL

หมายเหตุ : "0" หมายถึงตัวเลขมีค่าน้อยกว่า 0.5 Note : Data show as "0" means figure is less than 0.5



รูปที่ 0.6-1 การใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงาน ปี 2564

ที่มา: รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2564, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 1.6-2 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามสาขาย่อย ปี 2564

หน่วย : พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ						unit : ktoe
หน่วย : ร้อยละ						%
สาขาย่อย	2560	2561	2562	2563	2564	SUB - SECTOR
	2017	2018	2019	2020	2021	
อาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ	9,941	10,233	10,536	8,877	7,617	FOOD AND BEVERAGES
	35.2	33.9	34.1	31.0	28.9	
สิ่งทอ สิ่งถัก เครื่องแต่งกาย หนังสือพิมพ์ และผลิตภัณฑ์หนังสือพิมพ์	959	1,024	1,192	953	875	TEXTILES
	3.4	3.4	3.9	3.3	3.3	
ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ รวมทั้งเครื่องเรือน	328	329	401	423	695	WOOD AND FURNITURE
	1.2	1.1	1.3	1.5	2.7	
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์ และพิมพ์โฆษณา	2,248	2,913	2,641	1,954	1,272	PAPER
	8.0	9.6	8.5	6.8	4.8	
เคมีภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เคมี น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน ยางและพลาสติก	3,375	3,485	3,680	4,082	4,433	CHEMICAL
	12.0	11.5	11.9	14.3	16.8	
ผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ ยกเว้นผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปิโตรเลียม และถ่านหิน	5,859	6,926	7,240	7,828	6,669	NON-METALLIC
	20.8	22.9	23.5	27.4	25.3	
อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน	1,479	1,443	1,348	1,234	1,366	BASIC METAL
	5.2	4.8	4.4	4.3	5.2	
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักร และอุปกรณ์	2,147	2,135	2,090	1,835	2,025	FABRICATED METAL
	7.6	7.1	6.8	6.4	7.7	
อุตสาหกรรมการผลิตอื่น ๆ (จำแนกไม่ได้)	1,874	1,703	1,727	1,413	1,402	OTHERS (UNCLASSIFIED)
	6.6	5.6	5.6	5.0	5.3	
รวม	28,210	30,191	30,855	28,599	26,354	TOTAL
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

ที่มา: รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2564, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1.6.2 แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

1.6.2.1 แนวทางการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์หลักด้านไฟฟ้า

1. ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ
สิ่งสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตเกือบทุกประเภท คือ คุณภาพและความสะอาดของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร และเครื่องดื่ม ดังนั้น ในโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมของกระบวนการผลิต อาทิ อุณหภูมิ ความสะอาด ความชื้น ฯลฯ ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเป็นที่ยอมรับของลูกค้า จากการที่ต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในโรงงานดังกล่าวข้างต้นทำให้โรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปถูกออกแบบให้มีลักษณะปิด และจำเป็นต้องมีระบบทำความเย็นและปรับอากาศในเกือบทุกพื้นที่ของโรงงานทั้งในพื้นที่ส่วนการผลิตที่ต้องควบคุมคุณภาพและความสะอาดของผลิตภัณฑ์ และในพื้นที่ส่วนสำนักงานที่ต้องการความสบายและคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ทำงาน ดังนั้นการใช้พลังงานในส่วนนี้จึงมีค่าสูงมากการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการบำรุงรักษาระบบทำความเย็นและปรับอากาศนอกจากจะช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมแล้วยังทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าลดลงส่งผลให้ศักยภาพการแข่งขันด้านการค้าของโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นด้วย มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศสามารถดำเนินการได้ทั้งมาตรการที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายและมาตรการที่ต้องลงทุน ดังนี้
1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
1) ปรับตั้งอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมประมาณ 25-26 องศาเซลเซียสในบริเวณพื้นที่ทำงานทั่วไป และพื้นที่ส่วนกลาง เพราะการตั้งอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน
2) สำหรับห้องที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ ควรกำหนดให้เครื่องทำความเย็นทำงานเป็นส่วนตัว ตามพื้นที่ที่ใช้
3) ลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เช่น เปิดเครื่องปรับอากาศให้ช้าลงและปิดให้เร็วขึ้น
4) กรณีปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาพักเที่ยง และเปิดเมื่อกลับเข้ามาทำงานในเวลา 13:00 น. เพื่อไม่ให้เครื่องปรับอากาศทำงานพร้อมกันจำนวนมาก อาจใช้การลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์แทนโดยการปรับเทอร์โมสตัทไปที่อุณหภูมิสูงสุดหรือ Fan Mode ในช่วงพักเที่ยงเพื่อให้คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงาน เมื่อกลับเข้าทำงานก็ปรับไปที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ Cool Mode ตามปกติ ทั้งนี้การปรับเทอร์โมสตัทตามคำแนะนำดังกล่าว เครื่องปรับอากาศจะยังคงทำงานในส่วนของการพัดลมจ่ายลมเย็นซึ่งใช้พลังงานไม่มากและจะทำให้ห้องทำงานไม่ร้อนจนเกินไปเมื่อกลับเข้าทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่หลังเวลา 13:00 น. ได้อีกด้วย
5) เปิดเครื่องระบายอากาศเท่าที่จำเป็น
6) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงจากพื้นพอสมควรเพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณที่ใช้งาน
7) ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ไม่จำเป็น เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนภายในอาคารที่เป็นภาระของระบบปรับอากาศ
8) ลดปริมาณความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (direct sun) หรือบริเวณที่รับแสงแดดโดยตรง
9) บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอโดย

- ทำความสะอาดแผงกรองอากาศที่อยู่ภายในชุดเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร อย่างสม่ำเสมอ ทุกๆ เดือน เพราะนอกจากจะช่วยให้ประหยัดพลังงานแล้ว ยังดีต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารอีกด้วย - ทำความสะอาดชุดระบายความร้อนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ทุก ๆ 6 เดือน
10) ลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดย - ป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารโดยการติดตั้งกันสาดหรือปลูกต้นไม้เพื่อให้เกิดร่มเงา บริเวณโดยรอบอาคาร - ตรวจสอบและซ่อมแซมจุดรั่วต่างๆ ของห้องเป็นประจำ - ย้ายสัมภาระสิ่งของที่ไม่จำเป็นออกจากห้องปรับอากาศ - เปิด- ปิดประตู เข้า-ออก ของห้องที่มีการปรับอากาศเท่าที่จำเป็น รมั้ดระวังไม่เปิดประตู- หน้าต่างห้องปรับอากาศทิ้งไว้ - สำหรับอาคารที่ต้องมีการเข้า-ออก บ่อยๆ ควรติดตั้งประตูบานสวิงที่ปิดได้เอง และหมั่นดูแล บำรุงรักษาให้บานสวิงทำงานได้ดีอยู่ตลอดเวลา - หลีกเลี่ยงการติดตั้ง และใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในห้องปรับอากาศ เช่น ตู้เย็น ตู้น้ำเย็น กระจกน้ำร้อน เตาไมโครเวฟ เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น
1.2 มาตรการที่ต้องลงทุน
1) ปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร เช่น ติดตั้งฉนวนบุเพดาน และผนังด้านที่รับแสงแดดมาก ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนสูงกว่าทดแทนกระจกธรรมดา
2) ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลมเพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
3) ติดตั้งม่านหรือกันสาดเพื่อป้องกันไม่ให้แสงแดดตกกระทบหน้าต่างโดยตรง
4) ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
5) ติดตั้งระบบเปิด-ปิดไฟฟ้าอัตโนมัติ
6) เลือกใช้เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
7) ปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร ให้มีความร่มรื่นเย็นสบายโดยการปลูกต้นไม้ หรือทำสนามหญ้า แทนพื้นคอนกรีต
8) ระบบปรับอากาศจะทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจะต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ดังนั้นการติดตั้ง เาใจใส่ดูแล และบำรุงรักษาหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ระบายความร้อนของระบบปรับอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยอาจดำเนินการได้ดังนี้ 8.1) ติดตั้งหอผึ่งน้ำในบริเวณที่ถูกต้องเหมาะสม คือ บริเวณเปิดโล่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก และเว้นระยะห่างตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยหลีกเลี่ยงการติดตั้งหอผึ่งน้ำไว้ใกล้กับบริเวณที่มีแก๊สจากสารเคมี ความร้อนจากหม้อไอน้ำ ปล่องควันไอเสีย สายไฟแรงสูงหรือหม้อแปลงไฟฟ้า และที่สำคัญพื้นที่ทำการติดตั้งหอผึ่งน้ำต้องได้ระดับ ไม่เอียง 8.2) ตรวจสอบการทำงานของหอผึ่งน้ำ และคุณภาพน้ำ เป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ 8.3) นำความร้อนจากระบบปรับอากาศมาใช้ใหม่ 8.4) ระบายน้ำทิ้ง เพื่อลดความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่หอผึ่งน้ำ การระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่หอผึ่งน้ำสามารถทำได้ 3 วิธี คือ (1) การระบายทิ้งที่ท่อน้ำล้น (over flow) (2) ระบายทิ้งที่ท่อน้ำทิ้ง (drain) (3) ระบายน้ำทิ้งที่ท่อทางส่งปั้มน้ำคอยล์ร้อน (condenser water pump)

8.5) บำรุงรักษาหอผึ่งน้ำ โดยใช้ น้ำสะอาดที่ผ่านการกรอง และปรับปรุงคุณภาพน้ำในระบบระบายความร้อน
8.6) หมั่นระบายน้ำในระบบระบายความร้อนทิ้ง แล้วเติมน้ำใหม่เพื่อลดการสะสมของสารละลายต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้อุปกรณ์ในการระบายความร้อนดีขึ้น ประหยัดพลังงาน และยืดอายุการใช้งานของคอยล์ร้อนด้วย
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
1) ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบอื่นๆ เพื่อเอื้อให้มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะอาคารที่ใช้งานเฉพาะเวลากลางวัน เช่น - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับระดับแสงสว่าง เพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด หรือหรี่แสงหลอดไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ - ออกแบบให้มีช่องรับแสงในตำแหน่ง ทิศทาง และช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้รับแสงสว่างปริมาณมาก แต่ปราศจากความร้อนหรือได้รับความร้อนน้อยที่สุด - ทิศทางและช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ ได้แก่ ทิศเหนือหรือทิศตะวันตก ในช่วงเช้าก่อน 8:00 น. หรือช่วงเย็นหลัง 16:00 น.
2) อาคารที่ใช้งานทั้งกลางวัน และกลางคืน ควรออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดทั้งสองช่วงเวลาโดยติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดไฟฟ้าเป็น 2 ชุด แยกจากกัน
3) เลือกวิธีการให้แสงสว่าง และระดับความสว่างที่สอดคล้องกับความต้องการใช้งานโดยต้องคำนึงถึงความสะดวก และความสะอาดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงด้วย
4) การให้แสงสว่างเฉพาะจุด (task lighting) จะช่วยประหยัดค่าไฟได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์
2.2 การเลือกใช้อุปกรณ์
1) เลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ให้ความสว่างเหมาะสมกับงาน คือ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในสถานที่ที่มีระดับเพดานต่ำ ใช้หลอดแสงจันทร์หรือหลอดโซเดียมความดันไอสูงในสถานที่ที่มีเพดานสูง และใช้หลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูง ซึ่งกินกระแสไฟมากเฉพาะในตำแหน่งที่จำเป็น และเปิดในเวลาที่ต้องใช้งาน
2) เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ใช้หลอดตะเกียบหรือหลอด LED แทนหลอดไส้ ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือบัลลาสต์ชนิดสูญเสียต่ำแทนบัลลาสต์ชนิดแก๊สหรือหลอดไส้ และใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
3) แยกสวิตช์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่สามารถ เปิด-ปิด ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการใช้งาน โดยเฉพาะในบริเวณที่ใช้งานเพียงบางช่วงเวลา เช่น ห้องประชุม ห้องเรียน ห้องน้ำ ระเบียง
2.3 การใช้งาน
1) เก็บข้อมูลการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า
2) ใช้ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟชนิดต่างๆ เพื่อออกแบบและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง
3) ลดการใช้ที่ไม่จำเป็น อาทิ ลดจำนวนหลอดไฟในบริเวณที่สว่างมากเกินไป เช่น โถงทางเดิน หรือพิจารณาใช้แสงธรรมชาติจากภายนอกเพื่อลดการใช้หลอดไฟ เป็นต้น
4) ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่หรือช่วงเวลาที่มิใช้งาน
5) ลดความสว่างหรือหรี่หลอดไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความสว่างมากนัก

2.4 การบำรุงรักษา
1) ทำความสะอาด ฝาครอบคอมไพไฟฟ้า หลอดไฟ แผ่นสะท้อนแสง อย่างสม่ำเสมอทุก 3-6 เดือน
3. มอเตอร์ไฟฟ้า
มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในหลาย ๆ แห่งในโรงงาน เช่น ระบบขนส่งภายในอาคาร ได้แก่ ลิฟต์ ระบบประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้แก่ ปั๊มน้ำ เป็นต้น โดยปกติมอเตอร์มีอายุการทำงานประมาณ 10-20 ปี แต่หากใช้งานไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ย่อมต่ำลง ส่งผลให้ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการใช้งาน และการบำรุงรักษามอเตอร์อย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของระบบที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า มาตรการต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ มีดังนี้
3.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
1) เก็บข้อมูลการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้า เปรียบเทียบกับค่าพิกัด ซึ่งจะช่วยให้ทราบประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกขนาดมอเตอร์ที่เหมาะสม และสอดคล้องกับการใช้งานต่อไป
2) ตรวจสอบและบำรุงรักษาการระบายความร้อน และระบบทางกลของมอเตอร์ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ
3) หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่าโดยไม่มีโหลด เพราะจะทำให้สูญเสียกำลังไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์
4) หลีกเลี่ยงการเริ่มเดินเครื่องและกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ขนาดใหญ่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand)
5) ติดตั้งมอเตอร์ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวกเพราะการใช้งานมอเตอร์ในที่อุณหภูมิสูงจะทำให้กำลังสูญเสียของมอเตอร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้านทานของขดลวดมีค่าสูงขึ้น
6) ตรวจสอบและปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์อย่างเหมาะสมถ้าหากแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่าพิกัดที่บอกไว้บนป้ายเครื่อง (Name Plate) จะทำให้เกิดกำลังสูญเสียในแกนเหล็กมากขึ้นกว่าพิกัดทำให้สมรรถนะการทำงานเปลี่ยนไป และมีผลต่ออายุการใช้งานมอเตอร์ด้วย
3.2 มาตรการที่ต้องลงทุน
1) ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Speed Drive; VSD) เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับงานที่ต้องการความเร็วรอบมอเตอร์หลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลมชุดส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ เป็นต้น
2) เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เดิมที่มีประสิทธิภาพต่ำ
4. เครื่องสูบน้ำ
1) เลือกเครื่องสูบน้ำที่มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน
2) ไม่ควรเผื่อขนาดเครื่องสูบน้ำให้มีขนาดใหญ่จนเกินไป
3) พยายามเลือกใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายตัว ดีกว่าใช้ขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อย
4) เลือกขนาดใบพัดให้เหมาะสมกับขนาดของตัวมอเตอร์และสูบน้ำ
5) จัดรายการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำอย่างสม่ำเสมอ
6) ลดอัตราการไหลของน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยการลดรอบมอเตอร์

5. ระบบอัดอากาศ
5.1 เครื่องอัดอากาศ เพื่อให้เครื่องอัดอากาศทำงานอย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา ควรตรวจสอบจุดต่างๆ ต่อไปนี้ทุกๆ วัน
1) ระบบจ่ายน้ำสำหรับลดความร้อนอากาศอัด After Cooler ทำงานดีหรือไม่
2) ความร้อนที่เกิดจากเครื่องอัดอากาศไม่สูงกว่าปกติใช่หรือไม่
3) สวิตช์แรงดันสำหรับ Un-loader ทำงานปกติหรือไม่ และค่า Set point ตั้งไว้ถูกหรือไม่
4) เครื่องอัดอากาศส่งเสียงผิดปกติหรือไม่
5) เครื่องกรองอากาศด้านดูดอากาศเข้าอุดตันหรือไม่
6) Safety Valve ทำงานเป็นปกติหรือไม่ และค่า Set point ตั้งไว้ถูกหรือไม่
7) Pressure Gauge ทำงานปกติหรือไม่
8) Air Tank Drain Ejector ทำงานปกติหรือไม่
5.2 การควบคุมความดัน การควบคุมความดัน จำเป็นต้องตรวจสอบจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้
1) ความดันต่ำสุดของ Line ที่ต้องการมีค่าเท่าไร (ความดันต่ำสุดที่การควบคุมยังมีเสถียรภาพ)
2) ความดันสูงสุดของ Line ที่ต้องการมีค่าเท่าไร (ความดันสูงสุดที่การควบคุมยังมีเสถียรภาพ)
3) ค่า Proof Pressure ของ Line เป็นเท่าไร (ความดันที่จะทำให้อุปกรณ์ควบคุมเสียหาย)
4) เพื่อตั้งค่าสวิตช์แรงดัน Safety Valve และ Relief Valve และต้องทำการตรวจสอบรายการต่อไปนี้ - ค่า Set Valve ของสวิตช์แรงดัน, Safety Valve และ Relief Valve ตั้งไว้ถูกหรือไม่ และทำงานถูกต้องหรือไม่ - Check Valve สามารถป้องกันการไหลกลับของลมได้หรือไม่ - Regulator ทำงานปกติหรือไม่ - Pressure Gauge ทำงานเป็นปกติหรือไม่
5.3 การควบคุมการ Drain ควรทำการ Drain ออกทุกวัน โดยเฉพาะช่วงเช้าก่อนเริ่มเดินเครื่อง และตรวจสอบจุดต่อไปนี้
1) สามารถ Discharge Drain ออกอย่างปกติที่ Drain Valve ของถังอากาศตำแหน่งต่ำสุดของระบบท่อและปลายของท่อและ Air filter
2) Automatic Drain ทำงานปกติหรือไม่
3) ทำความสะอาดอุปกรณ์ภายในของ Air Filter และ Automatic อย่างสม่ำเสมอ
4) การควบคุมระบบท่ออากาศ
5) เกิดการรั่วจากจุดต่อข้อต่อหลวมหรือไม่
6) เกิดการรั่วตามท่อหรือสายลมต่างๆ หรือไม่
7) Stop Valve ปิดสนิทหรือไม่

1.6.2.2 แนวทางการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์หลักด้านความร้อน

1. หม้อไอน้ำ
1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
1) ปรับตั้งแรงดันไอน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน
2) เดินเครื่องหม้อไอน้ำให้เหมาะสมกับภาระการใช้งาน
3) เก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เพื่อปรับปรุงให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และมีเขมาน้อยที่สุด
4) ตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำเป็นประจำ
5) บำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง
6) นำไอน้ำมาอุ่นน้ำมันเตาแทนการใช้อุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (heater)
7) อุ่นน้ำมันเตาให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม
8) นำน้ำโบล์ดวอร์ม (น้ำร้อนที่ปล่อยทิ้งจากหม้อน้ำ) กลับมาอุ่นน้ำที่ป้อนหม้อไอน้ำ
9) นำคอนเดนเสท (น้ำที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำหลังจากถูกใช้งาน) กลับมาอุ่นน้ำที่ป้อนหม้อไอน้ำ
1.2 มาตรการที่ต้องลงทุน
1) หุ้มฉนวนท่อไอน้ำเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนไปในอากาศ
2) ใช้พลังงานแสงอาทิตย์หรือติดตั้งชุดอุ่นน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำ (economizer) เพื่อลดการใช้พลังงานของหม้อไอน้ำ
3) ติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศเพื่อช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง
4) ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงสำหรับพัดลมเป่าอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้
5) ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบกับมอเตอร์พัดลมเป่าอากาศ (combustion fan)
6) ใช้ชุดควบคุมปริมาณออกซิเจน (O ₂ trim control)
2. เตาเผาอุตสาหกรรมและเตาอบ
1) ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ที่สุด
2) ป้องกันหรือลดการสูญเสียความร้อน ทั้งทางปล่อง ช่องเปิด รูรั่วต่างๆ และผ่านพื้นผิวของเตา
3) ตรวจสอบและบำรุงรักษาเตาอย่างสม่ำเสมอ
4) เปลี่ยนหัวเผาให้มีขนาดเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูง
5) เลือกใช้ชนิดและขนาดเตาเผาให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

สรุปเนื้อหาวิชา
1. สถานการณ์พลังงานของโลก จะขึ้นอยู่กับปัจจัยเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ ได้แก่ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ปริมาณความต้องการใช้พลังงานในอนาคต ปริมาณสำรองของแหล่งพลังงานเหล่านี้ที่มีเหลืออยู่ และปริมาณของเสียที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. ความต้องการพลังงานทั่วโลกในปี 2040 จะสูงกว่าในปี 2010 อยู่ประมาณ 30% ขณะที่การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญนี้ จะต้องอาศัยการลงทุนมูลค่านับล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีปริมาณสูงขึ้นอีกกว่า 4 เท่าหากไม่ได้พัฒนาประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในทุกๆ ภูมิภาคทั่วโลก
3. ก๊าซธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานหลักที่เติบโตเร็วที่สุด กล่าวคือจะมีความต้องการทั่วโลกสูงขึ้นราว 60% ในช่วงปี 2010-2040 และในปี 2025 ก๊าซธรรมชาติจะก้าวขึ้นเป็นแหล่งพลังงานที่มีการใช้มากที่สุดเป็นอันดับสองของโลก
4. น้ำมันสำรอง ในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 โลกมีปริมาณน้ำมันสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 130.0, 179.9, 188.1 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งน้ำมันที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในแถบตะวันออกกลาง มีประมาณ 48.3% รองลงมาคือ อเมริกากลางรวมกับอเมริกาใต้ 18.7% อเมริกาเหนือ 14.0% เครือรัฐเอกราช 8.4% แอฟริกา 7.2% เอเชียแปซิฟิก 2.6% และยุโรป 0.8%
5. ก๊าซธรรมชาติ ในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 โลกมีปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 138.0, 179.9, 188.1 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งก๊าซธรรมชาติที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ อยู่ในแถบตะวันออกกลาง มีประมาณ 40.3% รองลงมาคือ เครือรัฐเอกราช 30.1% เอเชียแปซิฟิก 8.8% อเมริกาเหนือ 8.1% แอฟริกา 6.9% อเมริกากลางรวมกับอเมริกาใต้ 4.2% และยุโรป 1.7% ตามลำดับ
6. ถ่านหิน ในปี ค.ศ.2000, ค.ศ.2010, ค.ศ.2020 มีปริมาณสำรองที่ค้นพบเท่ากับ 1,059,053 897,226 1,074,108 ล้านตัน ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ.2020 แหล่งถ่านหินที่มีเหลืออยู่ส่วนใหญ่ อยู่ในแถบเอเชียแปซิฟิก 42.8% อเมริกาเหนือ 23.9% เครือรัฐเอกราช 17.8% ยุโรป 12.8% ตะวันออกกลางและแอฟริกา 1.5% และอเมริกากลางรวมถึงอเมริกาใต้ 1.3% ตามลำดับ
7. การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในช่วง 7 เดือนของปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) มีปริมาณ 49,989 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 0.8 คิดเป็นมูลค่าการใช้พลังงานรวมกว่า 944,577 ล้านบาท โดยมีการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ในสัดส่วนร้อยละ 87.5 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด พลังงานหมุนเวียนและพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ร้อยละ 8.7 และ 3.8 ตามลำดับ
8. ปี 2566 น้ำมันสำเร็จรูป มีการใช้ 23,974 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.3 ไฟฟ้า มีการใช้ 10,748 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.7 ถ่านหิน/ลิกไนต์ มีการใช้ 4,564 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 9.8 และก๊าซธรรมชาติ มีการใช้ 4,469 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 3.8
9. พลังงานหมุนเวียน (ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชยะ และก๊าซชีวภาพ) มีการใช้ 4,375 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.3 และพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม (ฟืน ถ่าน แกลบ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) มีการใช้ 1,859 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 4.3
10. ปี 2566 มีปริมาณ 35,936 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 0.5 โดยมีการผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์ ในสัดส่วนร้อยละ 55.5 ของการผลิตพลังงานทั้งหมดพลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่น ๆ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิมร้อยละ 37.4 และ 7.1 ตามลำดับ

11. ปี 2566 การนำเข้าพลังงานมีปริมาณ 50,165 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 4.3 โดยมีการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์เป็นหลักทั้งหมด ร้อยละ 100 ของการนำเข้าพลังงานทั้งหมด และไม่มีการนำเข้าพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม
12. ปี 2566 การส่งออกพลังงาน มีปริมาณ 5,199 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบลดลง ร้อยละ 6.5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน โดยมีการส่งออกพลังงานเชิงพาณิชย์ในสัดส่วนร้อยละ 100 ของการส่งออกพลังงานทั้งหมด และไม่มีการส่งออกพลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม
13. โรงกลั่นน้ำมันรวม 7 โรง มีกำลังการกลั่นรวมทั้งสิ้น 1,234,500 บาร์เรลต่อวัน นอกจากนี้ยังมี โรงแยกก๊าซธรรมชาติ 6 โรง มีขนาดกำลังการผลิตรวม 2,660 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และโรงแยกก๊าซพลังเพชร ซึ่งทำการผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นหลักอีก 1 โรง มีขนาด 120 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน โดยพบว่ามี การผลิตก๊าซปิโตรเลียมเหลว 3,392 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.1 ของการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมด น้ำมันเบนซิน 5,761 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.8 น้ำมันเครื่องบิน 2,473 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.0 น้ำมันก๊าด 967 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3.1 น้ำมันดีเซล มีปริมาณการผลิตมากที่สุด 15,271 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 49.8 และน้ำ มันทา 2,811 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.2
14. ปี 2566 พบว่า มีการใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติร้อยละ 55 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด ถ่านหิน/ลิกไนต์ร้อยละ 13.5 น้ำมันเตาและน้ำ มันทเซลร้อยละ 0.6 ที่เหลือเป็นพลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่นๆ (แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชยะ ก๊าซชีวภาพ แบล็กคลิเคอ และก๊าซเหลือใช้จากขบวนการผลิต) คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.9
15. ปี 2566 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 7,761 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 4.7 โดยมีการใช้ในรูปแบบของ ไฟฟ้าความร้อนและเชื้อเพลิงชีวภาพ (ประกอบด้วยเอทานอล และไบโอดีเซล) ในสัดส่วนร้อยละ 15.53 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด
16. รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนในประเทศเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยลดสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม (Energy Intensity) พบว่าในช่วง 7 เดือนของ ปี 2566 (มกราคม-กรกฎาคม 2566) ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 7,761 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.0 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน ส่วนสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 ซึ่งเป็นปีฐานที่เริ่มดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554 – 2573) และแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579
17. การใช้ไฟฟ้า ในปี 2565 การใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 197,271 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.6 เมื่อเทียบกับปีก่อน
18. สาขาที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุด คือ สาขาอุตสาหกรรมคิดเป็นร้อยละ 45 ของการใช้ไฟฟ้าทั่วประเทศ รองลงมาคือการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจและครัวเรือน
19. การเผาไหม้พลังงานฟอสซิล จะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก (greenhouse effect) และเป็นสาเหตุสำคัญของสภาวะโลกร้อน
20. ในช่วงระหว่างปี 2010-2040 ความต้องการพลังงานทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นกว่า 30% เพราะในปี 2040 ประชากรโลกจะมีจำนวนเกือบ 9 พันล้านคน เพิ่มขึ้นจาก 7 พันล้านคนในปัจจุบัน
21. ประเทศใน OECD รวมทั้งจีน จำนวนประชากรวัยทำงานจะลดลง เมื่อถึงปี 2040 ส่วนอินเดียกับแอฟริกาจะมีจำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้น แนวโน้มสัดส่วนประชากรนี้จะเกื้อหนุนให้ทั้งอินเดียและแอฟริกาขึ้นสู่การเป็นสองภูมิภาคที่มีอัตราการเติบโตของ GDP สูงที่สุดในปี 2040

22. ความต้องการใช้พลังงานของประเทศ Non OECD จะสูงขึ้นเกือบ 60% แม้เมื่อเข้าสู่ปี 2040 เช่น จีน อินเดีย
23. ความต้องการพลังงานทุกรูปแบบจะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 0.9 % นับแต่ปี 2010 จนถึง 2040 ซึ่งน้ำมันมีความต้องการมากที่สุดโดยเฉพาะกลุ่มประเทศ Non OECD ก๊าซธรรมชาติจะมีความต้องการทั่วโลกสูงขึ้นราว 60% ในช่วงปี 2010-2040 และในปี 2025 ก๊าซธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานที่มีการใช้มากที่สุดเป็นอันดับสองของโลก
24. พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้
25. พลังงานจำแนกตามลักษณะการนำมาใช้ประโยชน์เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานสิ้นเปลือง (Conventional energy) และพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy)
26. พลังงานสิ้นเปลือง หมายถึง พลังงานใช้แล้วหมดไป เป็นพลังงานที่ได้จากถ่านหิน หินน้ำมัน ทหราน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น ที่เรียกว่าใช้แล้วหมดไปก็เพราะว่าหาทดแทนไม่ทันการใช้ บางครั้งเรียก พลังงานฟอสซิล (Fossil Fuels)
27. พลังงานหมุนเวียน หมายถึง พลังงานที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติซึ่งสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ด้วยตัวเอง โดยธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ลม ป่าไม้ เป็นต้น หรืออาจเกิดขึ้นและแพร่ขยายให้ได้ผลผลิตมากขึ้นโดยการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ ชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำ พลังความร้อนใต้พิภพ พลังลมตามลำดับ
28. หน่วยวัดมาตรฐานสากลหรือหน่วยวัดในระบบ SI ที่ใช้วัดปริมาณพลังงาน คือ จูล (Joules; J)
29. หน่วยวัดพลังงานอื่นๆ เช่น กิโลวัตต์-ชั่วโมง (เท่ากับ 3.6 เมกะจูล), แคลอรี (เท่ากับ 4.2 จูล), บี.ที.ยู (เท่ากับ 1055 จูล)
30. กำลัง (Watt)= งาน (J) / เวลา (t) และ 1 แรงม้า (HP) = 746 W
31. สำหรับประเทศไทยใช้หน่วยวัดรวมเป็น ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ton of oil equivalent; toe) ซึ่งหมายถึง พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันดิบ 1 ตัน หรือประมาณ 42 จิกะจูล (GJ)
32. ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะ คือ ค่าการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต หรือ ค่า SEC (Specific Energy Consumption; SEC) เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานระดับมูลฐานที่สุดของโรงงาน
33. ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็น คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance) หรือ ซีโอพี (COP) เป็นค่าที่แสดงความเย็นที่ผลิตได้ (หรือค่าความร้อนที่อีวาพอเรเตอร์สามารถดึงออกจากบริเวณทำความเย็น) ต่องานที่ใส่ให้กับระบบหรือกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอัดสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ โดยค่า COP ยิ่งสูง ยิ่งดี
34. ค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นที่นิยมใช้อีกค่าหนึ่งคือประสิทธิภาพการให้ความเย็น (Energy Efficiency Ratio) หรือค่าอีอีอาร์ (EER) เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนของความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้จริง (Output) กับกำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นต้องใช้ในการทำความเย็นนั้น (Input) มีหน่วยเป็น (Btu-h)/W ค่า EER ยิ่งสูงยิ่งดี
35. กฎกระทรวงได้กำหนดให้ใช้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Chiller Performance; ChP) ซึ่งมีหน่วยเป็น (กิโลวัตต์/ตันความเย็น) เป็นมาตรฐานของระบบปรับอากาศในอาคาร
36. ควรปรับตั้งอุณหภูมิห้องปรับอากาศให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ประมาณ 25 -26 องศาเซลเซียส ในบริเวณพื้นที่ทำงานทั่วไปและพื้นที่ส่วนกลาง
37. ควรทำความสะอาดชุดระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ทุกๆ 6 เดือน

38. ทิศทางและช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ ได้แก่ ทิศเหนือหรือทิศตะวันตก ในช่วงเช้ามืดก่อน 8:00 น. หรือช่วงเย็นหลัง 16:00 น.
39. การให้แสงสว่างเฉพาะจุด (task lighting) จะช่วยประหยัดค่าไฟได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์
40. เลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในสถานที่ที่มีระดับเพดานต่ำ ใช้หลอดแสงจันทร์หรือหลอดโซเดียมความดันไอสูงในสถานที่ที่มีเพดานสูง และใช้หลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงซึ่งใช้กระแสไฟฟ้ามากเฉพาะในตำแหน่งที่จำเป็นเท่านั้น
41. ควรทำความสะอาด ฝาครอบโคมไฟฟ้า หลอดไฟ แผ่นสะท้อนแสง อย่างสม่ำเสมอทุก 3 - 6 เดือน
42. ในการใช้งานมอเตอร์ หากแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่าพิกัดที่บอกไว้บนป้ายเครื่อง (Name Plate) จะทำให้เกิดกำลังสูญเสียในแกนเหล็กมากขึ้นกว่าพิกัด ทำให้สมรรถนะการทำงานเปลี่ยนไปและมีผลต่ออายุการใช้งานมอเตอร์
43. ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Speed Drive; VSD) เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับงานที่ต้องการความเร็วรอบมอเตอร์หลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลมชุดส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ
44. หลีกเลี่ยงการเริ่มเดินเครื่องและกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ขนาดใหญ่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand)
45. พยายามเลือกใช้เครื่องปั๊มน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายตัว ดีกว่าใช้ขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อย
46. บำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง
47. นำไอน้ำมาอุ่นน้ำมันเตาแทนการใช้อุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Heater)

เอกสารอ้างอิง	
[1]	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2566.
[2]	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2566.
[3]	ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2560
[4]	BP Statistical Review of World Energy, 2022.
[5]	ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2564
[6]	ExxonMobil.com/energyoutlook. 2012. แนวโน้มพลังงานโลก-ภาพรวมถึงปี 2040.
[7]	สำนักยุทธศาสตร์และการวางแผนเศรษฐกิจมหภาค, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2553. Economic Outlook.
[8]	พรายพล คุ่มทรัพย์, ดร. 2551. เอกสารนำเสนอในการสัมมนาวิชาการประจำปีของคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ครั้งที่ 31 ประจำปี 2551 วันพุธที่ 9 กรกฎาคม ที่หอประชุมศรีบูรพา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
[9]	กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2551. พจนานุกรมปิโตรเลียม. http://www.dmf.go.th/default_prev.asp
[10]	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2550. หลักสูตร ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผพ.) ระดับสามัญ : กฎหมายและความรู้พื้นฐานด้านการอนุรักษ์พลังงาน, 2550.
[11]	วัชร มั่งวิจิตรกุล. 2544. กระบวนการและเทคนิค การลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: พิมพ์ครั้งที่ 1 ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, 2544.