บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารสิ่งพิมพ์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประกอบการศึกษา ซึ่งจะรวมถึงแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์

2.2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

2.3 สถานภาพของตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วโลก

2.4 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

2.5 นโยบายที่ใช้ในการกระตุ้นตลาดพลังงานทดแทน

2.6 มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมในประเทศต่างๆ

2.7 การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยในปัจจุบัน

2.8 กฎหมายระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง

2.9 การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการ

2.10 การวิเคราะห์ด้านปัญหาและอุปสรรคของการลงทุน

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานต้นกำเนิดพลังงานหลักของโลก โดยแสงอาทิตย์เดินทางโดยการแผ่คลื่น มายังโลกผ่านชั้นบรรยากาศที่มีคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ กัน กว่าที่แสงจะตกกระทบพื้นโลกที่มีลักษณะภูมิศาสตร์ที่หลากหลายด้วยพื้นน้ำในมหาสมุทร เทือกเขา ที่ราบสูง หุบเขา เป็นต้น แสงอาทิตย์ย่อมมีปฏิสัมพันธ์กับก๊าซหลายชนิด ไอน้ำ หรือ อนุภาคของแข็ง ไม่ว่าจะเป็นฝุ่นละอองหมอกควัน ทำให้เกิดการดูดกลืน หักเห และสะท้อนกลับออกนอกบรรยากาศ มีผลทำให้แสดงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลกถูกลดทอนและเปลี่ยนทิศทาง เกิดการกระจัดกระจายของแสงอาทิตย์บางส่วน ดังนั้นเมื่อพิจารณาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นโลก จะพบว่า ณ ตำแหน่งใด ๆ จะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

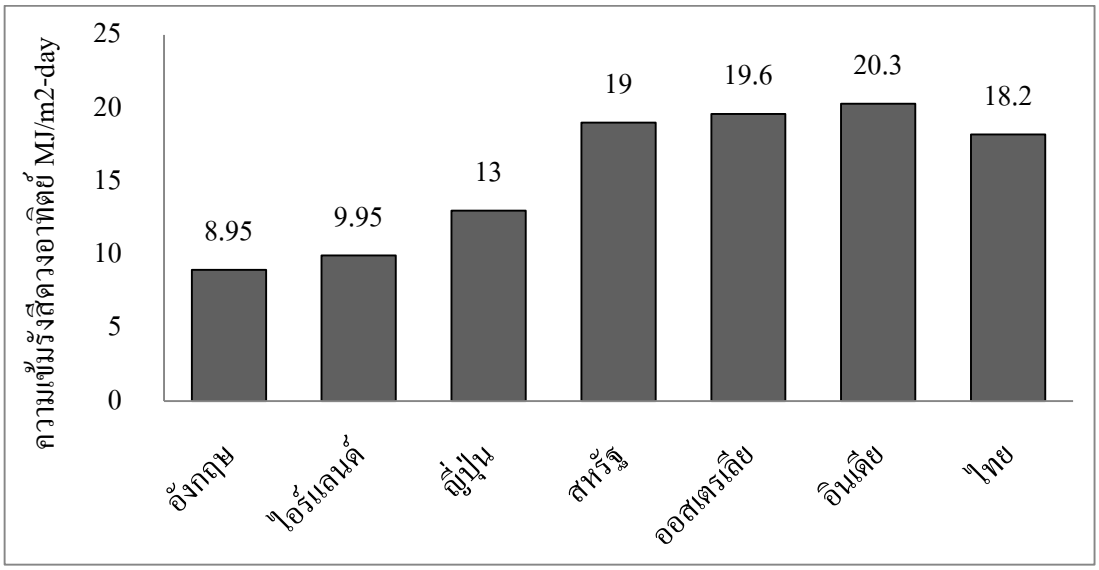
1) พลังงานอาทิตย์แบบตรง (Direct Radiation) มาจากการเดินทางของคลื่นที่นำพลังงานแสงอาทิตย์จากดวงอาทิตย์ตกกระทบ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ โดยตรงดังจะปรากฏเงาเมื่อมีการบังแสง

2) พลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Radiation) เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์แนวตรงที่ถูกเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโดยสภาพบรรยากาศและสภาพภูมิศาสตร์ ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์กระจัดกระจายทุกทิศทาง

3) พลังงานแสงอาทิตแบบรวม (Total Radiation หรือ Global Radiation) ผลรวมของพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงและแบบกระจาย [5]

2.2 ศักยภาพพลังงาน แสงอาทิตย์ในประเทศไทย

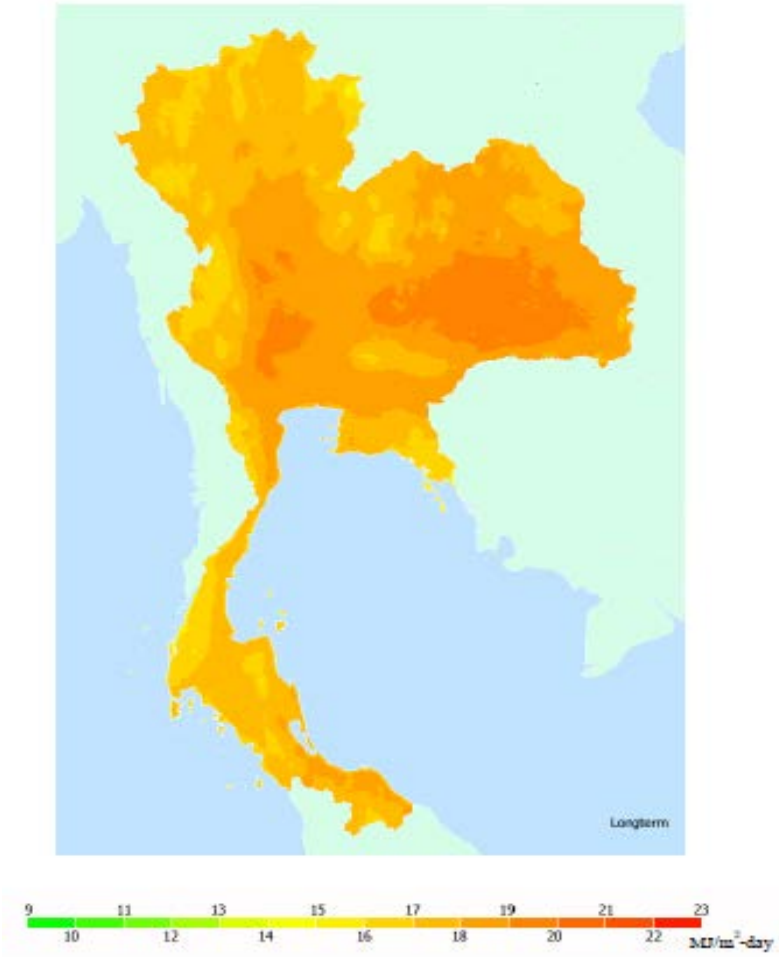
ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลายประเทศ โดยข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่าค่ารังสีรวมของแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ 18.2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน หรือ 5.05 กิโลวัตต์/ตารางเมตร-วัน จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศต่างๆ [3]

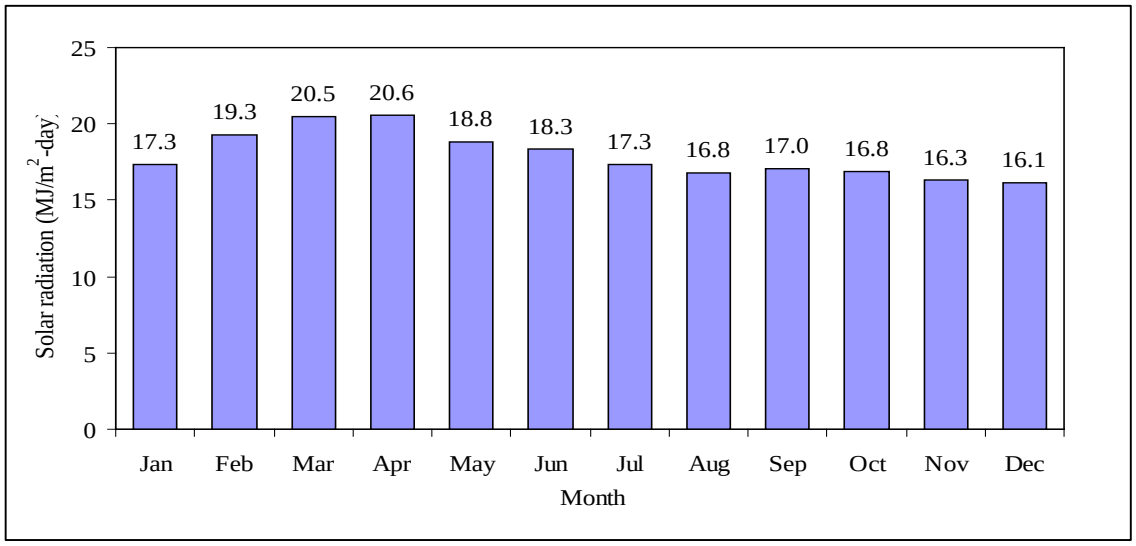
จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542) โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24.2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา และลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20.2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่

ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนที่ศักยภาพเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทย [3]

รังสีดวงอาทิตย์นอกจากจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและการเดินทางของดวงอาทิตย์ตามเวลาในรอบปี ยังขึ้นอยู่ตามภูมิประเทศและตามฤดูกาลในรอบปีนั้น ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนโดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ที่คำนวณได้จะแปรค่าในรอบปีอยู่ช่วงระหว่าง 16-21 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน โดยมีค่าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมและสูงสุดในเดือนเมษายน แล้วค่อย ๆ ลดลงต่ำอีกครั้งในเดือนสิงหาคมและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอีกครั้งในเดือนกันยายนแล้วจึงลดต่ำสุดในเดือนธันวาคม และผลที่นี้แสดงให้เห็นว่าระดับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยมีค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นผลดีในการนำแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้งานในการผลิดกระแสไฟฟ้า [3] ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือน โดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศ [3]

2.3 สถานภาพของตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วโลก

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ใน ค.ศ. 2002 ทั่วโลกมีปริมาณ 561 MW/ปี ด้านราคาขายแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เฉลี่ยประมาณ 3.5–4 $/W ราคาขายต่ำสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกมัลติคริสตัลไลน์เท่ากับ 3.25 $/W เป็นของบริษัท Kyocera และราคาขายต่ำสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนเท่ากับ 3.05 $/W โดยบริษัท KANEKA คาดว่าใน ค.ศ. 2010 ทั่วโลกจะผลิตรวม 1,000-2,000 W/ปี และราคาขายจะเหลือ 2.0-2.5 $/W

ผลการวิจัยโดย European Commission Joint Research Center 2002 ได้รายงานว่า จนถึง ค.ศ. 2000 ทั่วโลก ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์สะสมรวมประมาณ 1,000 MW และใน ค.ศ. 2010 ทั่วโลกจะมีเซลล์แสงอาทิตย์สะสมรวม ประมาณ 14,000 MW ค.ศ. 2020 จะเป็น 70,000 MW และ ใน ค.ศ. 2030 จะเป็น 140,000 MW ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คาดการณ์การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์จนถึง ค.ศ. 2030 (ปริมาณสะสมรวม MW) [6]

ประเทศ กลุ่ม	ค.ศ. 2000	ค.ศ. 2010	ค.ศ. 2020	ค.ศ. 2030
สหรัฐอเมริกา	140	3,000	15,000	25,000
ยุโรป	150	3,000	15,000	30,000
ญี่ปุ่น	250	5,000	30,000	72,000
รวมทั้งโลก	1,000	14,000	70,000	140,000

การเพิ่มจำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับราคาต่อวัตต์ของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ก็ขึ้นกับต้นทุนการผลิต ในขณะที่ต้นทุนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จะขึ้นกับปริมาณการผลิต คือ ถ้าผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากต้นทุนต่อหน่วยของเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะต่ำลง (economy of scale) แต่การจะผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในปริมาณมากหรือน้อยนั้นก็ยังขึ้นอยู่กับการแพร่หลายของการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ด้วย

จากการเปรียบเทียบปริมาณการผลิตกับต้นทุนการผลิตต่อหน่วย พบว่าต้นทุนต่อหน่วยสามารถลดลงได้ถึงหนึ่งเหรียญสหรัฐต่อวัตต์ หากขนาดการผลิตเท่ากับ 10,000 MW การทำให้การผลิตมีขนาดใหญ่จำเป็นต้องทำให้เกิดความต้องการใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ให้มากขึ้น แต่ปัจจุบัน ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีราคาสูงอยู่ การจะทำให้ประชาชนสนใจที่จะใช้งานจำเป็นต้องมีกลไกช่วยเหลือจากภาครัฐบาล ตัวอย่างเช่น การสนับสนุนเงินบางส่วนในการติดตั้งระบบฯบนหลังคาบ้าน ในยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น รวมทั้งประเทศไทยที่ได้เริ่มนำแนวความคิดนี้มาใช้

ในปัจจุบันนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน และชนิดมัลติคริสตัลไลน์ซิลิคอนกำลังได้รับความนิยมในการใช้งานมากที่สุด เพราะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าแบบอื่น แต่เนื่องจากต้องใช้วัสดุซิลิคอนมากและมีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนจึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้น จึงมีการพัฒนากระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิต

จากคุณสมบัติและแนวโน้มด้านต้นทุนการผลิต คาดว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน น่าจะได้รับความนิยมสูงขึ้นในอนาคต แม้ว่าขณะนี้ยังไม่ได้รับความเชื่อถือเท่ากับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน [6]

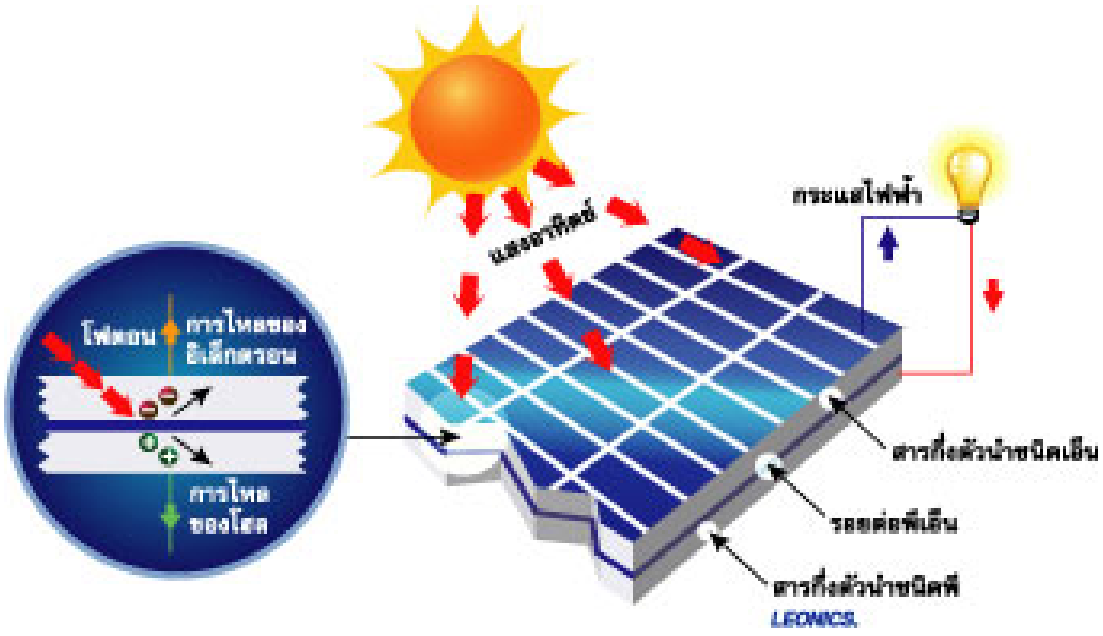
2.4 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

2.4.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือ Photovoltaic (PV) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นให้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์(หรือแสงจากหลอดไฟ) เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใดๆ ขณะใช้งาน ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 โดยแซปปิน (Chapin) ฟลูเลอร์ (Fuller) และเพียสัน (Peason) ซึ่งได้คนพบรอยต่อ P-N ของผลึก

ซิลิคอนจนได้เซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นเป็นครั้งแรกในโลกซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6% โดยในระยะเวลาต่อมามีการวิจัยและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า 15 % ในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ก็ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังไฟฟ้า ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลก ปัจจุบันมีการผลิตใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความต้องการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดสูงขึ้นและการพัฒนาด้านเทคโนโลยีส่งผลทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีราคาที่ถูกลงและประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบ กับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน)ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้โดยเมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะ นำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอน และโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบและพาหะ นำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพีขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ)ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น ซึ่งสามารถแสดงรูปหลักการทำงาน [7] ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ [7]

เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการใช้งานแล้วในเชิงพาณิชย์ ในปัจจุบันมีประมาณ 5 ชนิด [6] ดังนี้

1) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ได้รับการพัฒนาเก่าแก่ที่สุด ผลิตจากแผ่นเวเฟอร์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน มีความหนาประมาณ 200-300 ไมครอนมีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าประมาณ 15-17% แต่มีราคาแพง ข้อจำกัดคือประสิทธิภาพการทำงานจะลดงอย่างมากเมื่ออุณหภูมิสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน [6]

2) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกมัลติคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Multicrystalline Silicon Solar Cell) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน ผลิตจากแผ่นเวเฟอร์ชนิดผลึกมัลติคริสตัลไลน์ซิลิคอน มีความหนาประมาณ 180-220 ไมครอน มีราคาปานกลาง มีประสิทธิภาพประมาณ 12-15% ข้อจำกัดคือประสิทธิภาพการทำงานจะลดงอย่างมากเมื่ออุณหภูมิสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.6

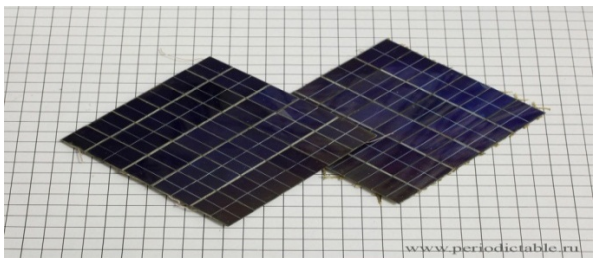
รูปที่ 2.6 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกมัลติคริสตัลไลน์ซิลิคอน [6]

3) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) มีลักษณะเป็นฟิล์มบางหนาประมาณ 0.5-1.0 ไมครอน ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในเครื่องคิดเลขซึ่งมีลักษณะ

สีม่วงน้ำตาล มีความบาง เบาราคาถูก ผลิตให้เป็นพื้นที่เล็กไปจนถึงใหญ่หลายตารางเมตร มีประสิทธิภาพประมาณ 6-8% เป็นแสงอาทิตย์ที่ไวแสงมากที่สุดสามารถรับแสงที่อ่อน ๆ ได้รวมทั้งแสงจากหลอดไฟต่าง ๆ จึงทำงานได้ในพื้นที่เมฆหมอกฝุ่นละอองมีฝนตกชุก สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิสูงได้ดี แต่มีผลเสียคือผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ไม่สูงมากนักจึงต้องใช้พื้นที่มาก ดังแสดงในรูปที่ 2.7

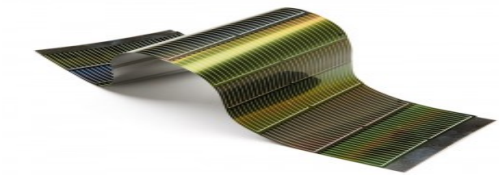
รูปที่ 2.7 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน [6]

4) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกแกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide Solar Cell) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงระดับ 25 % ขึ้นไป มีราคาแพงมาก ไม่นิยมนำมาใช้งานบนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับดาวเทียมเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกแกลเลียมอาร์เซไนด์ [6]

5) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางของสารประกอบตระกูลทองแดงอินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์และตระกูลแคดเมียมเทลูไรด์ มีการใช้งานน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางตระกูลแคดเมียมเทลูไรด์ [6]

2.4.2 เครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้า (Charge Controller)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับแบตเตอรี่และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่ต้องการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น โดยการประจุต้องไม่มากเกินไป (Over charge) ซึ่งส่งผลทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็ว การทำงานของเครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้าเมื่อไฟเต็มแล้วจะต้องการตัดการประจุทันที กระแสไฟฟ้าที่ประจุในแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสตรง [6] ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 เครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้า [7]

2.4.3 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน ควรเลือกใช้แบตเตอรี่ที่ได้รับการออกแบบให้สามารถจัดเก็บประจุได้มากและจ่ายไฟฟ้าได้นานยิ่งขึ้นเรียกว่าแบบ Deep cycle โดยการใช้งานแบเตอรี่ให้ทนทานจะต้องทราบข้อจำกัดทางด้านอุณหภูมิและระดับความลึกในการคายประจุ (Depth of Discharge: DOD) ในระหว่างการทำงานด้วยซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่การใช้งานจนพลังงานไฟฟ้าหมดส่งผลให้อายุของแบตเตอรี่สั้นลง ดังนั้นการใช้งานไม่ควรใช้ประจุไฟฟ้าที่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และควรเก็บแบตเตอรี่ในที่อากาศเย็น ส่วนการประจุไฟฟ้าไม่ควรสูงจนเกินไปเพราะจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วขึ้น [6] ดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 แบตเตอรี่ [7]

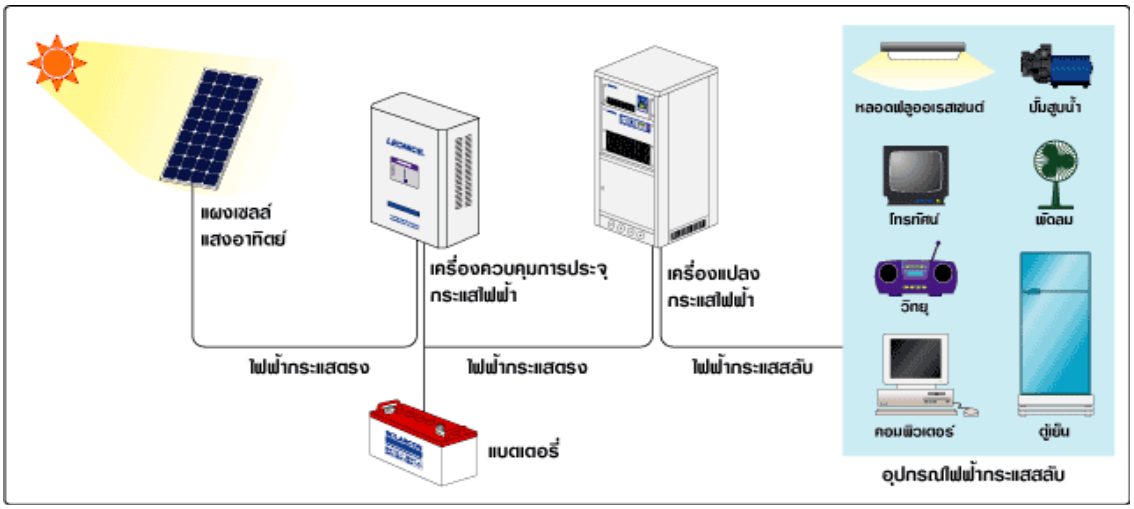
2.4.4 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากการะแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสสลับ 220 โวลต์ สำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในบ้านโดยทั่วไป อินเวอร์เตอร์จะออกแบบวงจรภายในโดยใช้วงจร Switching แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับที่มีสัญญาณความถี่ไฟฟ้า 50 Hz ในระบบขนาดเล็กผู้ผลิตอาจจะรวมวงจรอินเวอร์เตอร์เข้ากับอุปกรณ์วงจรควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ การใช้งานต้องมีค่ากำงานสูงกว่ากำลังงานสูงกว่ากำลังวัตต์ที่ใช้งานร้อยละ 15-20 เนื่องจากอินเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพที่ร้อยละ 80-85 เช่นขนาดกำลังวัตต์ที่ต้องใช้งาน 800 วัตต์ต้องใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 1 กิโลวัตต์ [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 อินเวอร์เตอร์ [7]

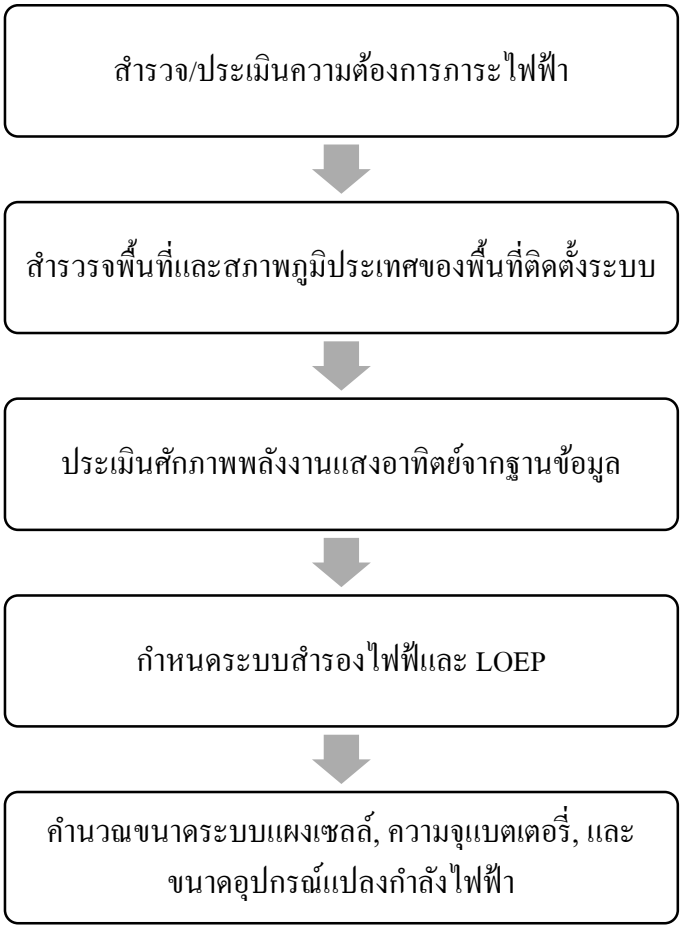
2.4.5 รูปแบบการเชื่อมต่อระบบ

1) เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Standalone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.13



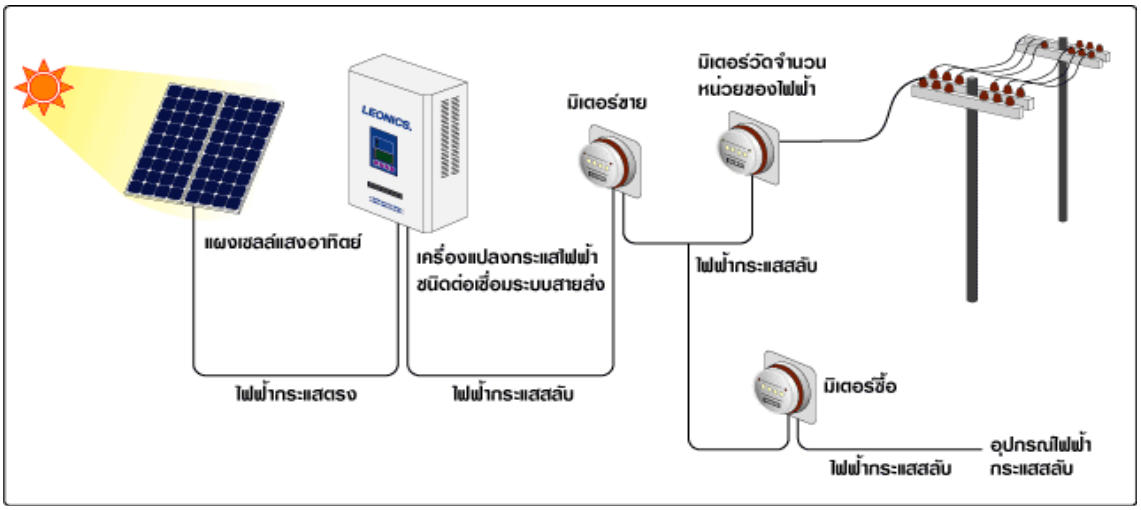
รูปที่ 2.13 เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ [7]

หลักการออกแบบระบบ ขั้นตอนแรกในการออกแบบระบบ เริ่มจากการสำรวจพื้นที่และประเมินความต้องการของการใช้พลังงานไฟฟ้า สำรวจพื้นที่สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ติดตั้งระบบฯ ประเมินศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์จากฐานข้อมูล และกำหนดการสำรองไฟฟ้าและ LOEP (loss of energy probability) จากนั้นคำนวณขนาดของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ความจุของแบตเตอรี่และขนาดของอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้า [9] ดังแสดงในรูปที่ 2.14



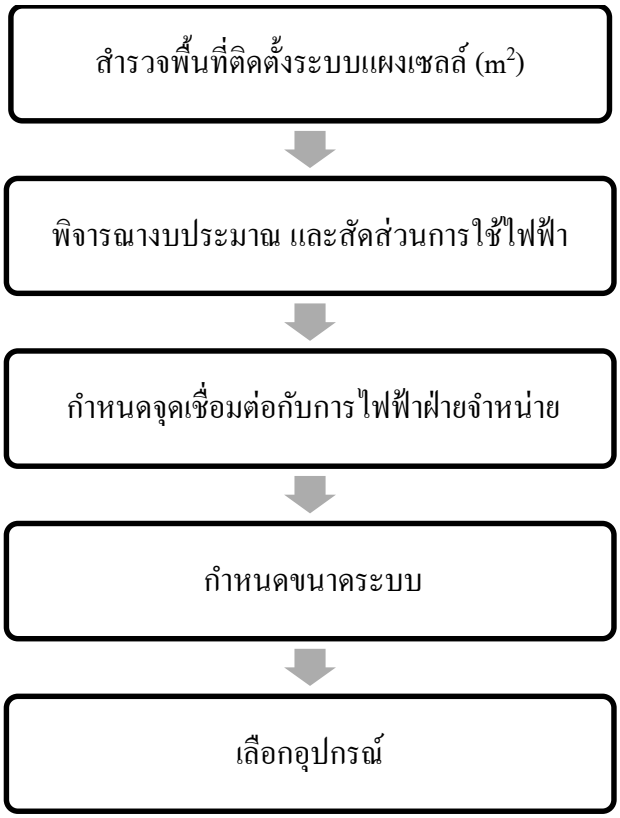
รูปที่ 2.14 การออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ [9]

2) เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.15



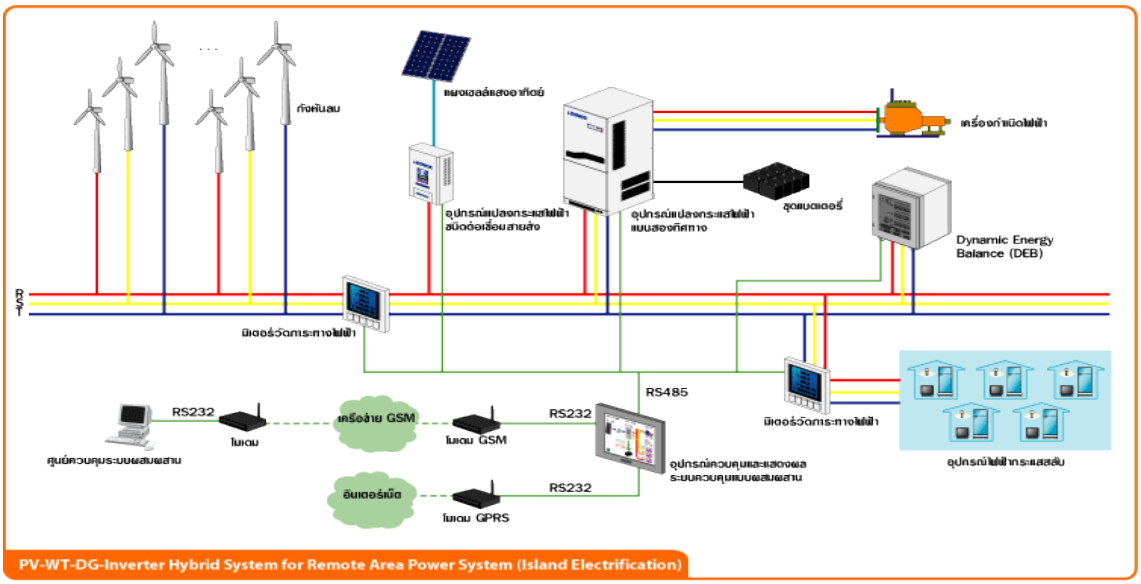
รูปที่ 2.15 เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย [7]

หลักการออกแบบระบบ ขั้นตอนแรกในการออกแบบระบบ เริ่มจากการสำรวจพื้นที่ติดตั้งระบบแผงเซลล์ พิจารณางบประมาณ และสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า กำหนดจุดเชื่อมต่อกับการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย กำหนดขนาดระบบ และเลือกอุปกรณ์ [9] ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย [9]

3) เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) **เป็นระบบ**ผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ[8] ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.17 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน [7]

2.4.6 ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งกระแสพิทักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 250 Wp สามารถลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟดีเซล์ ถึง 1 ตัน/ปี ยิ่งกว่านั้น ยังสามารถลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ ลงถึง 40% ต่อปี ซึ่งก๊าซทั้งสองก่อมลภาวะทำให้เกิดหมอกควันและฝนกรด

แม้ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีข้อดีอยู่หลายประการ แต่สภาพการใช้งานแต่ละท้องถิ่น จำเป็นต้องชั่งน้ำหนักข้อได้เปรียบ และข้อเสียเปรียบ เมื่อเทียบการการผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล [5] ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ [5]

ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
- ระบบ PV อาศัยแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใช้ไม่หมด หาได้ทุกแห่ง	- ระบบ PV ยังไม่แพร่หลายแม้ระบบไม่ซับซ้อน เมื่อเทียบกับเครื่องปั่นไฟ ทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่ ประสบการณ์ยังเป็นเรื่องใหม่ในหลายพื้นที่
- ระบบ PV เป็นระบบเอกเทศ ไม่แขวนอยู่กับปัจจัยข้างเคียง เช่นปัญหานโยบายรัฐ ภาษี หรือการแทรกแซงราคาของเชื้อเพลิง ที่ทำให้กระทบต่อการใช้งานระบบ PV	- ระบบ PV ต้องการการลงทุนที่สูง
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตเป็นโมดูลเพื่อการต่อเติมขยายกำลังการผลิตได้ง่ายในอนาคต	- การขยายขนาดของระบบ PV ไม่ทำให้ราคาพลังงานที่ได้ลดลงมากนัก
- ทำงานง่าย บำรุงรักษาน้อย ทำให้มีเสถียรภาพในการทำงานในระบบสูง	- ส่วนใหญ่ต้องใช้แบตเตอรี่ราคาแพงและอายุการใช้งานยังสั้นกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- กรณีใช้ไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าน้อยๆ ระบบ PV จะประหยัดกว่า เพราะค่าใช้จ่ายการทำงานจำต่ำ อายุของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มากกว่า 20 ปี	- ไม่สามารถขยายเวลาการผลิตไฟฟ้าในเวลากลางคืนเหมือนเครื่องปั่นไฟ
- ระบบ PV ถือว่าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly)	-
- สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ 24 ชั่วโมงต่อวันได้ (มีแบตเตอรี่เก็บกระแสไฟฟ้า)	-

2.4.7 รายละเอียดทางด้านเทคนิคระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน

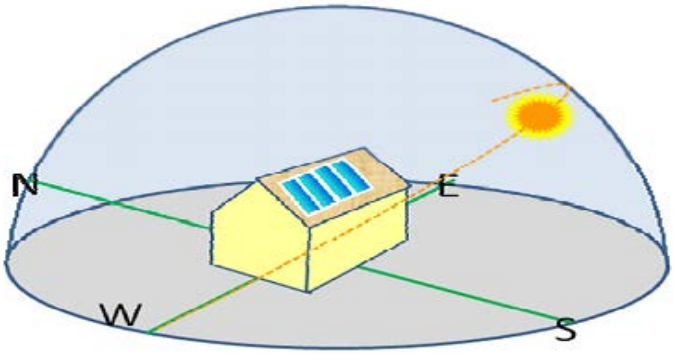
ระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาบ้าน หรือบางกรณี สามารถติดตั้งบนพื้นดิน บนหลังคาโรงจอดรถ เป็นต้น ในเวลากลางวัน แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะไหลไปสู่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid- Connected Type Inverter) ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในบ้าน เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC, 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ต) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผลิตได้จะไหลออกจากบ้านไปสู่มิเตอร์ขายไฟฟ้า (Kilowatt meter selling meter) ที่ติดตั้งอยู่ที่เสาไฟฟ้าหน้าบ้านอย่างอัตโนมัติ ในเวลากลางคืน เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือถ้ามีก็น้อย

มาก จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกมาจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ในขณะเดียวกัน ก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลย้อนจากเสาไฟฟ้าเข้ามาสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ กระแสไฟฟ้าสลับของการไฟฟ้าจะหยุดค้างอยู่ที่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลไปแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ต่อมา ในวันรุ่งขึ้น เมื่อมีแสงอาทิตย์เพียงพอ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะเริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง และระบบก็จะเริ่มทำงานเองโดยอัตโนมัติ ดังนั้น ระบบฯ นี้ได้รับการออกแบบโดยกำหนดให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะไม่ถูกใช้เองภายในบ้าน แต่ไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้จะไหลขึ้นไปสู่เสาไฟฟ้าหน้าบ้าน กล่าวคือ เป็นระบบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดให้กับการไฟฟ้านั่นเอง [1]

2.4.8 ลักษณะของหลังคาบ้านและตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถติดตั้งได้ทั้งบนหลังคาบ้าน บนหลังโรงจอดรถ และบนพื้นดิน ตำแหน่งที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นตำแหน่งที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวัน ตลอดทั้งปี ต้องไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งของอื่นใดมาบังแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน (เช่น ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ภูเขา เสาอากาศ จานดาวเทียม ฯลฯ) ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฝุ่นหรือไอระเหยจากน้ำมันมากเกินไป การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยที่ได้มาตรฐานโดยทั่วไป จะติดตั้งให้ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ และแผงเซลล์เอียงเป็นมุมประมาณ 10-15 องศากับพื้นโลก ชนิดของหลังคาบ้านที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ มีทั้งชนิดหลังคาหน้าจั่ว หลังคาดาดฟ้าพื้นคอนกรีต หลังคากระเบื้อง หลังคาเมทัลชีต หลังคาไม้ ดังแสดงในรูป 2.16 กรณีที่ติดตั้งบนหลังคาบ้านแบบหน้าจั่ว ควรติดตั้งบนหลังคาด้านที่หันไปทางทิศใต้จึงจะได้รับแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.18 [1]

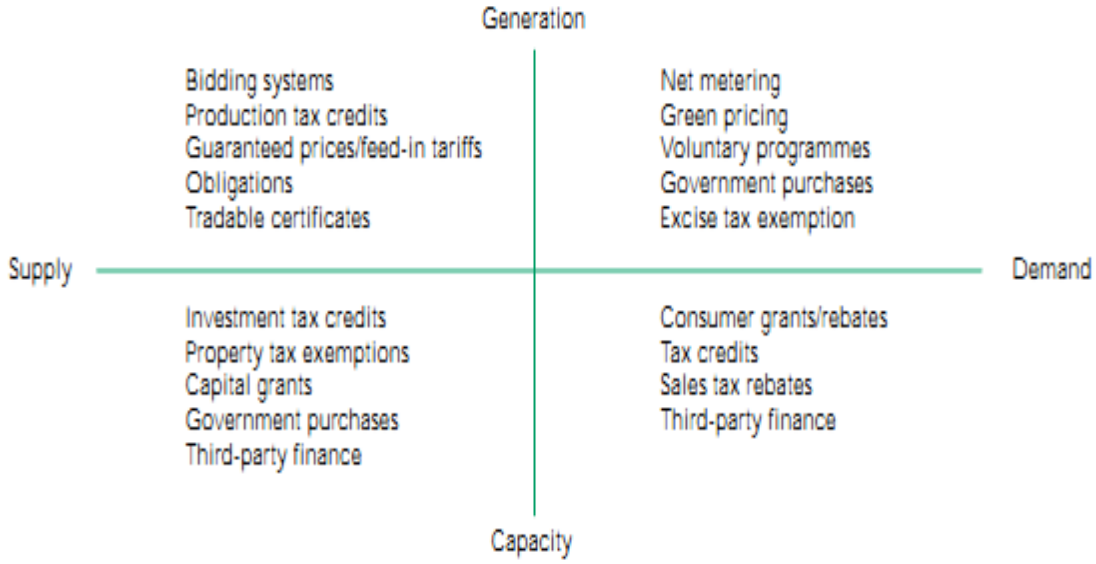
รูปที่ 2.18 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเมทัลชีต และหลังคาคอนกรีต [1]



รูปที่ 2.19 ทิศทางในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในการติดตั้งบนหลังคาหน้าจั่ว [1]

2.5 นโยบายที่ใช้ในการกระตุ้นตลาดพลังงานทดแทน [10]

นโยบายที่ใช้ในการกระตุ้นตลาดพลังงานทดแทนสามารถแยกเป็นหมวดหมู่ได้ 4 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.20 นโยบายสามารถเข้าถึงผู้บริโภคโดยตรง (Demand) หรือ ผู้ผลิต (Supply) ซึ่งสามารถควบคุมการผลิต (Capacity) หรือการผลิตพลังงาน (Generation) ซึ่งในบางกรณีนโยบายเดียวกันสามารถปรากฏได้มากกว่า 1 ประเภท สิ่งที่เพิ่มเติมเข้ามาเกี่ยวกับเครื่องมือด้านนโยบาย คือ ต้องมีการบริหารจัดการหรือกระบวนการควบคุมบังคับซึ่งจะไม่เป็นธรรมชาติทางการเงิน แต่อย่างไรก็ตามเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ตลาดหมุนเวียนเกิดการแผ่ขยาย นอกจากนี้ต้องมีแผนงานสร้างความตระหนักให้แก่ประชาชนเพื่อสนับสนุนการแผ่ขยายของตลาดด้วย ซึ่งอธิบายประเภทของนโยบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.20 เครื่องมือด้านนโยบายการปรับใช้ในตลาดพลังงานทดแทน[10]

2.5.1 นโยบายการจัดการกับ การจัดหาและกำลังการผลิต (Policies Addressing Supply and Capacity)

นโยบายการจัดการกับ การจัดหาและกำลังการผลิต สามารถจำแนกได้เป็น 3 นโยบายที่สำคัญคือ

1) แรงจูงใจการลงทุน (Investment Incentives) แรงจูงใจการลงทุนเป็นโยบายที่ลดต้นทุนหลัก (Capital Cost) เพื่อการปรับใช้ในเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และเป็นการลดความเสี่ยงสำหรับนักลงทุน ยกตัวอย่าง ประเทศญี่ปุ่นกระตุ้นการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยการก่อตั้งโครงการให้เงินสนับสนุนในการลงทุน (Capital Grants) ในปี ค.ศ.1994 ซึ่งสามารถเป็นแรงขับเคลื่อนให้เป็นประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างเร็ว แรงจูงใจการลงทุนประเภทอื่นๆ รวมทั้งการการช่วยเหลือทางการเงิน 3 ภาคส่วน (Third-Party Finance) โดยรัฐบาลเป็นผู้รับความเสี่ยงโดยการหาเงินทุนกู้ดอกเบี้ยต่ำ ซึ่งเป็นแผนที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้สนใจที่จะลงทุน โดยแต่ละธนาคารจะมีการรับประกันรายได้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงสำหรับผู้ลงทุนที่มีประสิทธิภาพมาก เช่น การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมในประเทศสเปน

2) มาตรการทางภาษี (Tax Measures) นโยบายภาษีถูกนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตหรือการลดการบริโภค ในด้านการผลิตนั้น สินเชื่อภาษีสำหรับการลงทุน (Investment Tax Credits) และการยกเว้นการเก็บภาษีทรัพย์สิน(Property Tax Exemptions) เพื่อเป็นการช่วยเหลือลดการชำระเงินภาษีสำหรับเจ้าของโครงการ

3) การซื้อโดยรัฐบาล (Government Purchases) นโยบายการซื้อโดยรัฐบาลจะให้ราคารับซื้อที่สูงกว่าราคาตลาด ซึ่งเป็นสิ่งจูงใจในการลงทุนประเภทหนึ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม เช่นกรณีที่รัฐบาลซื้อระบบพลังงานทดแทนขนาดใหญ่ที่ติดตั้งบนอาคารเช่น ระบบการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ หรือระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับโรงเรียนหรืออาคารสารธารณะอื่นๆ เป็นต้น

2.5.2 นโยบายการจัดการกับ การจัดหาและการผลิต (Policies Addressing Supply and Generation)

นโยบายการจัดการกับ การจัดหาและการผลิต สามารถจำแนกได้เป็น 4 นโยบายที่สำคัญคือ

1) แรงจูงใจค่าธรรมเนียม (Incentive Tariffs) ระบบการประกันราคา (Guaranteed Price Systems) ราคารับซื้อคืน (Feed-In Tariffs) และการให้ราคาพิเศษที่สูงกว่าราคาตลาด โดยทั่วไปรัฐบาลจะตั้งราคารับซื้อพลังงานพิเศษที่ผลิตจากแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งราคาเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามละเทคโนโลยี ซึ่งราคานี้จะชำระโดยผู้บริโภคหรือไม่กู้ผู้เสียภาษีโดยตลอดเวลาที่ใช้ประโยชน์ ระบบการประกันราคา (Guaranteed Price System) ที่นำมาใช้ในกลุ่มสมาชิกขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (IEA) ประเทศสหรัฐอเมริการิเริ่มใช้ระบบนี้เป็นประเทศแรก โดยผ่านกฎหมาย

นโยบายควบคุมบังคับระบบสาธารณูปโภค (Publics Utility Regulatory Policies Act, PURPA) ในปี ค.ศ. 1978 เพื่อบังคับระบบสาธารณูปโภคต้องซื้อพลังงานจากระบบการผลิตพลังงานทดแทน ผลจากการใช้ PURPA ทำให้โครงการพลังงานทดแทนในสหรัฐอเมริกามีกำลังการผลิตมากว่า 12,000 MW

ราคารับซื้อคืน(Feed-In Tariffs) ประเทศเยอรมนี อิตาลี และสเปน ได้เริ่มใช้แผนการรับซื้อคืนบนพื้นฐานต้นทุนหลบเลี่ยง ระบบการรับประกันราคาจะสนับสนุนหลักเกณฑ์ที่ครบสมบูรณ์ เช่น สาธารณูปโภคไฟฟ้าอาจจะกำหนดให้จัดหาระบบเชื่อมต่อ และไม่แบ่งแยกกระแสไฟฟ้าตามคุณสมบัติสาธารณูปโภคนั้น ราคารับซื้อคืนจะใช้ร่วมกับนโยบายสนับสุนนอื่น ที่พิจารณาเพื่อจะเป็นแรงกระตุ้นหลัก เช่นประเทศเยอรมันพัฒนาติดตั้งพลังงานลม 12,000 MW และ ประเทศสเปน 4,830 MW

ระบบการยื่นประมูลราคา (Bidding Systems) เช่น สัญญาผูกมันเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงจากฟอสซิลของประเทศในเครือจักรภพ (Non Fossil Fuel Obligatin, NFFO) และความประสงค์ของการใช้พลังงานทางเลือกของประเทศไอซ์แลนด์ (Alternative Energy Requirement, AER) ซึ่งเป็นแผนงานบนพื้นฐานของการแข่งขันด้านการเสนอสัญญาโครงการที่มีต้นทุนการผลิตพลังงานที่ต่ำสุด โดยมีกลไกลสำคัญคือ การประกันราคา ด้วยอัตราที่ตั้งไว้โดยการแข่งขันประมูลราคาต่ำที่สุด บนพื้นฐานการทำงานของราคาในตลาดขายส่งพลังงานบวกเพิ่มกับราคาพิเศษตามเทคโนโลยีเฉพาะ ซึ่งผู้บริโภคจะเป็นผู้ที่จ่าย เทคโนโลยีพลังงานทดแทนจะจำแนกกันไปตามความแตกต่างของหมวดหมู่เทคโนโลยี และการแข่งขันประมูลในแต่ละรอบจะเป็นการตั้งประมูลตามแต่ละหมวดหมู่อย่างเป็นอิสระ

2) มาตรการทางภาษี (Tax Measures) เครดิตภาษีสำหรับการผลิตพลังงาน (Production Tax Credit) ของประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับพลังงานลมจัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1992 เป็นการผสมผสานนโยบายอื่นๆ ซึ่งเป็นการกระตุ้นอย่างยั่งยืนสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมที่ติดตั้งใหม่

3) สัญญาผูกมัด (Obligations) โดยส่วนใหญ่สัญญาผูกมัดนั้นอยู่บนหน่วยที่ได้จากการผลิต (kWh ของไฟฟ้าหรือ ลิตรของเชื้อเพลิงเหลว) ถึงแม้ว่าต้องขึ้นกับกำลังการผลิต การกำหนดสัดส่วนการผลิตหรือการจัดหาการผลิพลังงานทดทดแทน (Renewable Portfolio Standard, RPS) หรือรู้จักในนามระบบโควตา (Quota Systems) ซึ่งผู้จัดหาไฟฟ้าต้องจัดหาโดยการตั้งปริมาณหรือสัดส่วนกระแสไฟฟ้าที่ตนเองต้องจัดหาจากแหล่งพลังงานทดแทน

การตั้งเป้าหมายรูปสัญญาผูกมัดใช้ในสหภาพยุโรปและออสเตรเลีย ระบบการกำหนดเป้าหมายได้ถูกกำหนดไว้ในหลายระดับของสัญญาผูกมัดแต่ละเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโดยถ้าไม่ปฏิบัติตามสัญญาก็มีบทลงโทษตามสัญญา

ระบบสัญญาผูกมัดที่มีประสิทธิผลควรจะสามารถหาแหล่งพลังงานทดแทนได้โดยง่าย ความสมารถในอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนตอบสนองต่อเทคโนโลยี และระบบ และเวลาในการสู่ความต้องการโครงการใหม่เข้าสู่การดำเนินการ สัญญาผูกมัดควรอยู่อย่างยาวนานเพียงพอเพื่อให้เกิดความแน่ใจสำหรับนักลงทุนได้ผลตอบแทนคืนจากการลงทุน

4) หนังสือรับรองที่สามารถซื้อขายได้ (Tradable Certifications) หนังสือรับรองพลังงานทดแทน (Renewable Energy Certification, RECs) เป็นกลไกที่เตรียมไว้เพื่อติดตามและลงทะเบียนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน หนังสือรับรองนี้เป็นเอกสารที่จะปฏิบัติตามระบบโควตา หรือสามารถขายให้ผู้ซื้อในตลาดพลังงานสีเขียว การสร้างการยอมรับในหนังสือรับรองพลังงานทดแทนถือว่าเป็นของที่สามารถซื้อขายกันได้อย่างอิสระจากผลิตภัณฑ์การผลิตไฟฟ้าที่สามารถจับต้องได้ การจัดตั้ง RECs ไม่ใช่ก่อตั้งเพื่อตอบสนองความต้องการจัดหาพลังงานของตัวพลังงานทดแทนเอง แต่ในทางตรงกันข้ามหนังสือรับรองทำให้เกิดความยืดหยุ่น เพื่อทำให้เกิดความสำเร็จจากเครื่องมือของนโยบายอื่น ๆ

2.5.3 นโยบายการจัดการกับ ผลิตและการบริโภค (Policies Addressing Generation and Demand)

นโยบายการจัดการกับ การผลิตและการการบริโภค สามารถจำแนกได้เป็น 2 นโยบายที่สำคัญคือ

1) โครงการสมัครใจ (Voluntary Programmes) หลายประเทศในกลุ่มองค์กรพลังงานระหว่างประเทศใช้แผนงานความสมัครใจ หนึ่งในประเทศแรกที่ใช้แผนนี้คือ เดนมาร์ก เมื่อ ค.ศ.1984 เมื่อสาธารณูปโภคตอบรับในการซื้อไฟฟ้าจากพลังงานลมขนาด 100 MW ในปี ค.ศ. 1992 ประเทศญี่ปุ่นได้จัดตั้งแผนงานเดียวกันนี้เมื่อบริษัทพัฒนาพลังงานเห็นพ้องที่จะผลิตพลังงานจากพลังงานทดแทน วิธีการขั้นแรกในการดำเนินการให้บรรลุผลคือ การของร้องจากรัฐบาลให้ผู้จัดหาพลังงานซื้อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทน ผู้จัดหาจะจ่ายในราคาขายปลีก ข้อตกลงการซื้อตามความสมัครใจเหล่านี้ในประเทศญี่ปุ่นทำให้เกิดการแผ่ขยายของเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมอย่างมาก

ราคาพลังงานสีเขียว (Green Pricing) คือทางเลือกการให้บริการด้านสาธารณูปโภคที่เสนอโอกาสให้ผู้บริโภคได้สนับสนุนการเพิ่มขึ้นของการลงทุนในเทคโนโลยีพลังงานทดแทนของบริษัทที่ให้บริการด้านสาธารณูปโภค การมีส่วนร่วมของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นการชำระเงินที่เพิ่มขึ้นมาในใบเสร็จชำระค่าไฟฟ้า

การนับหน่วยไฟฟ้าสุทธิ (Net Metering) เช่นประเทศเดนมาร์ก อิตาลี สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น เป็นแผนที่ทำขึ้นเพื่อรับประกันราคาที่ผู้บริโภคผู้ผลิตมีความไว้วางใจกันในการผลิตไฟฟ้าที่อัตราขายปลีกที่เป็นจริง สำหรับระบบผู้บริโภคเอง การนับหน่วยไฟฟ้าสุทธิเป็นวิธีปฏิบัติที่อนุญาตให้ผู้บริโภคได้รับเงินจากการใช้สาธารณูปโภค เมื่อการผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่าการใช้ โดยนโยบายนี้ให้ความสนใจกับการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

2) มาตรการภาษี (Tax Measures) นโยบายด้านภาษีสามารถใช้ควบคุมการเชื่อมโยงภายนอกด้วยการผลิตพลังงานและการบริโภคพลังงาน เช่น การทำลายสิ่งแวดล้อม และการพึ่งพาการนำเข้าพลังงาน เช่น ประเทศเนเธอร์แลนด์ และเยอรมนี ที่เริ่มนำภาษีพลังงานมาบังคับใช้ หรือภาษีสิ่งแวดล้อม จากการบริโภคพลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศเนเธอร์แลนด์ในปี ค.ศ.1990 การบริโภคไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนได้รับการยกเว้นภาษี ยิ่งไปกว่านั้นผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจะได้รับสิ่งกระตุ้นการผลิตจากกองทุนภาษีสิ่งแวดล้อม โดยที่รวบรวมเงินจากผู้บริโภคไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้าจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่จากพลังงานทดแทน

2.5.4 นโยบายการจัดการกับ การบริโภคและกำลังการผลิต (Policies Addressing Demand and Capacity)

นโยบายการจัดการกับ การบริโภคและกำลังการผลิต สามารถจำแนกได้เป็น 2 นโยบายที่สำคัญคือ

1) แรงจูงใจการลงทุน (Investment Incentives) การสนับสนุนเพิ่มเติมให้แก่ผู้ผลิตพลังงานสิ่งกระตุ้นการลงทุนสามารถใช้เพื่อลดต้นทุนหลักของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้เพื่อส่งผลดีแก่ผู้บริโภค สำหรับการเผยแพร่เทคโนโลยี เช่นระบบการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ การกระตุ้นสามารถตรงไปที่ผู้บริโภค โดยไม่ต้องมีผู้จัดหา ด้วยการให้เงินสนับสนุนผู้บริโภค (Consumer Grants) และการให้ความช่วยเหลือทางการเงิน สามภาคส่วน (Third-Party Finance) โดยรัฐบาลเป็นผู้รับความเสี่ยง เช่นการจัดหาเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ หรือการทำให้ต้นทุนหลักของระบบการผลิตพลังงานทดแทนลดลง

2) มาตรการภาษี (Tax Measures) สำหรับระบบที่ผู้บริโภคเป็นเจ้าของเอง นโยบายเครดิตภาษี (Tax Credit) หรือ การให้ส่วนลดจากระบบ (System Rebate) หรือการอนุญาตให้เจ้าของได้ค่าชดเชยต้นทุนหลักล่วงหน้าบางส่วนรวดเร็วหลังจากที่ลงทุนแล้ว บางครั้งเงื่อนไขก็ทำขึ้นเพื่อขายส่วนลดภาษี (Sales Tax Rebates)

2.6 มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมในประเทศต่างๆ

2.6.1 มาตรการส่งเสริมทางด้านการเงิน (Financial Incentives)

มาตรการส่งเสริมทางด้านการเงินในการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่สำคัญ 3 มาตรการคือ

1) ค่าไฟฟ้ารับซื้อในอัตราพิเศษ (Feed-in Tariff) เป็นมาตรการที่ทางภาครัฐรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในราคาอัตราสูงพิเศษ เพื่อเป็นการประกันราคารับซื้อให้แก่ผู้ผลิต ซึ่งมีการกำหนดราคารับซื้อที่คงที่ เป็นระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามเงื่อนไข ของแต่ละประเทศนั้น ๆ โดยมาตรการ การส่งเสริมนี้นิยมใช้ในหลายประเทศทั่วโลก เช่น เยอรมนี ญี่ปุ่น จีน ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา [6] ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.3 รายชื่อประเทศที่รับซื้อในอัตราพิเศษ (Feed-in Tariff) ประเทศต่าง ๆ [11]

ประเทศ	เวลาสนับสนุน (ปี)	ค่าไฟฟ้ารับซื้อ (ยูโร/kWh)
สวิตเซอร์แลนด์	25	0.59
รัฐออนแทรีโอ-แคนาดา	20	0.44
ญี่ปุ่น	10	0.41
สหราชอาณาจักรบริเตนใหญ่	20	0.18
ฝรั่งเศส	20	0.18
บัลแกเรีย	25	0.39
ลักเซมเบิร์ก	15	0.38
สโลวาเกีย	15	0.38
อิตาลี	20	0.36
ไซปรัส	20	0.36
อิสราเอล	20	0.33
สโลวาเนีย	15	0.33
สาธารณรัฐเช็ก	20	0.30
เอกวาดอร์	15	0.32
มาเลย์เซีย	21	0.29
เยอรมนี	20	0.20

ตารางที่ 2.3 รายชื่อประเทศที่รับซื้อในอัตราพิเศษ (Feed-in Tariff) ประเทศต่าง ๆ [11] (ต่อ)

ประเทศ	เวลาสนับสนุน (ปี)	ค่าไฟฟ้ารับซื้อ (ยูโร/kWh)
ยูกันดา	20	0.29
รัฐโรดไอแลนด์ -สหรัฐอเมริกา	15	0.27
เกนส์วิลล์ - สหรัฐอเมริกา	20	0.26
รัฐเวอร์มอนต์ - สหรัฐอเมริกา	25	0.22
รัฐฮาวายในประเทศสหรัฐอเมริกา	20	0.17

2) ค่าชดเชยเงินลงทุน (Investment Rebates or Subsidies) เป็นมาตรการ การช่วยเหลือของรัฐบาลที่ให้เงินลงทุนในเริ่มแรก ของการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยให้เป็นเงินลงทุนแบบให้เปล่า ต่อกิโลวัตต์ เช่น ประเทศออสเตรเลีย มีโครงการที่ชื่อว่าโครงการ PRVP-SHCP ปี 2000 รัฐบาลออสเตรเลีย ได้กำหนดโครงการการช่วยเหลือของรัฐบาลที่ให้เงินลงทุนในเริ่มแรกสำหรับการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศออสเตรเลีย แต่เดิมเรียกว่าโครงการ Australian Photovoltaic Rebate Program (PVRP) และตอมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น Solar Homes and Communities Program (SHCP) ในปี 2007 โดยโครงการสนับสนุนมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) ส่งเสริมการการใช้พลังงานทดแทนในประเทศ

(2) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(3) ช่วยในการพัฒนาของอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศออสเตรเลีย

(4) เพิ่มความตระหนักและการยอมรับในการใช้พลังงานทดแทนให้กับประชาชนทั่วไปในประเทศ

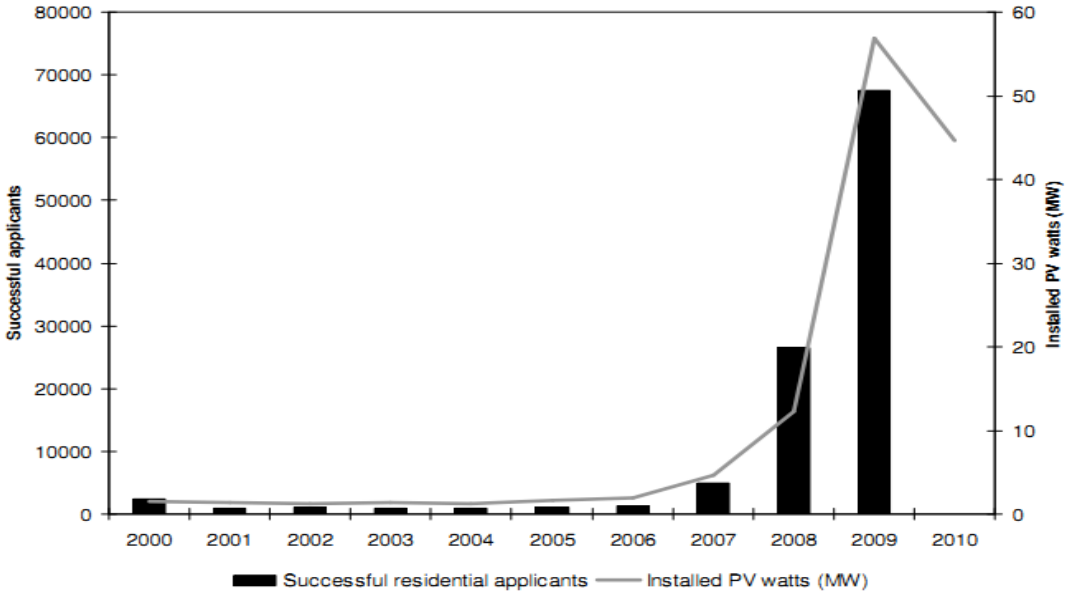
การสนับสนุนเงินชดเชยโครงการมีดังนี้

1) เดือนมกราคม ปี 2000 ได้กำหนดสนับสนุนเงินชดเชย $5.5 ต่อวัตต์ ไม่เกิน $8,250 ต่อครัวเรือน

2) เดือนตุลาคม ปี 2000 ได้กำหนดสนับสนุนเงินชดเชย $5.0 ต่อวัตต์ ไม่เกิน $7,500 ต่อครัวเรือน

3) เดือนกรกฎาคม ปี 2005 ได้กำหนดสนับสนุนเงินชดเชย $4.0 ต่อวัตต์ ไม่เกิน $4,000 ต่อครัวเรือน

4) เดือนกรกฎาคม ปี 2007 ได้กำหนดสนับสนุนเงินชดเชย $8.0 ต่อวัตต์ ไม่เกิน $8,000 ต่อครัวเรือนซึ่งทำให้การเติบโตของการติดตั้งเพิ่มมากขึ้นเป็นอย่างมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.21 การติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของประเทศออสเตรเลีย [12]

จากรูปที่ 2.21 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มเงินสนับสนุนโครงการ PRVP-SHCP เป็นสองเท่าในปี 2007 ทำให้การพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดประมาณ $1,100,000,000 สำหรับโครงการ [12]

3) เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (Interest Reduced Loan) เป็นมาตรการด้านการให้กู้ยืมเงินในอัตราดอกเบี้ยต่ำ สำหรับการนำมาลงทุนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นนโยบายอย่างหนึ่งที่ประเทศต่างๆ นิยมนำมาสนับสนุนกัน เช่น ประเทศเยอรมนี ในโครงการ 100,000 หลังคา (German 100,000 Roof Program (HTRP) โครงการนี้ได้จัดตั้ง 1 มกราคม 1999 รัฐบาลประเทศเยอรมนีได้ออกนโยบายส่งเสริมการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นแผนงานสนับสนุนการติดตั้งหรือขยายกำลังการผลิตที่มีระบบขนาดไม่ต่ำกว่า 1 กิโลวัตต์ เพื่อนส่งเสริมการติดตั้งระบบ 100,000 หลังครัวเรือนแบบเชื่อเต่อเข้าระบบสายส่ง ภายใน 6 ปี โดยให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำกว่าเงื่อนไขตลาด ร้อยละ 4.5 มีเวลาชำระคืน 10 ปี และยกเว้นการชำระคืนใน 2 ปีแรก กู้ได้ 100 % แต่จำกัดวงเงินไม่เกิน 500,000 ยูโร และได้จำกัดเงินกู้ที่ 6,750 ยูโร/kW สำหรับระบบที่มีการผลิตกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า 5 kW และจำกัดวงเงินกู้ที่ 3,375 ยูโร/kW สำหรับระบบที่มีกำลังติดตั้งระบบสูงกว่า 5 kW และการจำกัดนี้จะลดลงร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งมีเป้าหมายในการสนับสนุนไว้ที่กำลังการผลิตติดตั้ง 300 MW โดยมีจุดมุ่งหมายของโครงการดังนี้

(1) การพัฒนาตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ และเพิ่มส่วนแบ่งของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยรวมซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(2) การพัฒนาอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแกร่งในประเทศเยอรมนีโดยการกระตุ้นความต้องการสำหรับระบบ PV ดังนั้นการสร้างงานใหม่และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของ บริษัทในเยอรมันในตลาดโลกและบรรลุระดับสูงของเทคโนโลยีความรู้

(3) ลดค่าใช้จ่ายของระบบ เซลล์แสงอาทิตย์ โดยขยายการผลิตและการใช้ (Economic of Scale)

ตารางที่ 2.4 จำนวนระบบการติดตั้งและขนาดระบบการติดตั้งในโครงการ HTRP [13]

Year	No	MWp
1999	3,522	8.89
2000	7,819	36.61
2001	19,326	75,87
2002	15,191	78,05
2003	19,882	146.07
Total	45,858	345.50

จากปี 1999 ถึง 2003 จะเห็นได้ว่ามีการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจำนวน 45,858 ระบบคิดเป็นขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ารวม 345.5 MWp โดยอุดหนุนในโครงการ HTRP ภายในสินเชื่อมูลค่า 1.72 พันล้านยูโร [13]

2.6.2 มาตรการส่งเสริมทางด้านภาษีอากร (Taxation Incentives)

1) การให้เครดิตภาษีการลงทุน (Investment Tax Credit) เป็นการให้เครดิตการส่งเสริมการลงทุนในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับประชาชนและภาคเอกชน โดยให้เครดิตของค่าใช้จ่ายรวม ของการติดตั้งระบบ ซึ่งเป็นนโยบายที่ใช้ในหลายประเทศทั่วโลก เช่น เคนาดา, ผรั่งเศส, อินเดีย, อิตาลี, เกาหลีใต้, สเปน, เยอรมัน, และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ยกตัวอย่างโครงการ Solar Investment Tax Credit (ITC) เป็นหนึ่งในสิ่งที่สำคัญที่สุดกลไกนโยบายของรัฐบาลกลางสหรัฐอเมริกา ภายใต้พระราชบัญญัตินโยบายพลังงานปี 2005 (The Energy Policy Act of 2005) โดยนโยบาย ITC เป็นหนึ่งในกลไกที่สำคัญที่สุดของ นโยบายของรัฐบาลกลางเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 2006 เป็นต้นมา โดยให้เครดิตภาษีร้อยละ 30

ของต้นทุนการติดตั้งระบบ และประสบความสำเร็จสูงสุดในปี 2008 ได้ขยายนโยบายไปถึงปี 2016 เพื่อให้เกิดความมั่นใจในตลาดสำหรับ บริษัท ที่จะพัฒนาเงินลงทุนระยะยาวในการแข่งขันและขับเคลื่อนนวัตกรรมเทคโนโลยีซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับผู้บริโภคผลักดันการเติบโตในการสร้างอุตสาหกรรมและงานทั่วประเทศ

เครดิตภาษีการลงทุนพลังงานแสงอาทิตย์ (ITC) มีบทบาทสำคัญในการสร้างงานใหม่และค่าจ้างงานของชาวอเมริกัน การเติบโตทางเศรษฐกิจเพื่อให้มั่นใจกับการแข่งขันระดับโลก ลดค่าพลังงานสำหรับผู้บริโภคและธุรกิจและ การลดมลพิษ ลดภาระภาษีสำหรับบุคคลหรือธุรกิจที่มีคุณสมบัติเทคโนโลยีซื้อพลังงานแสงอาทิตย์ ในฐานะที่เป็นมีเสถียรภาพแรงจูงใจหลายปี ITC ส่งเสริมการลงทุนภาคเอกชนในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และการก่อสร้างโครงการพลังงานแสงอาทิตย์ ITC แสงอาทิตย์เป็นรากฐานที่สำคัญของการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

พระราชบัญญัตินโยบายพลังงานปี 2005 (PL 109-58) สร้างการลงทุนร้อยละ 30 เครดิตภาษี (ITC) เพื่อการพาณิชย์และที่อยู่อาศัยระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้จาก 1 มกราคม 2006 ผ่าน 31 ธันวาคม 2007 เครดิตเหล่านี้กำลังขยายอีกหนึ่งปีหนึ่งในเดือนธันวาคมปี 2006 โดยการยกเว้นภาษีและพระราชบัญญัติการดูแลสุขภาพของปี 2006 (PL 109-432)

ITC ช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

(1) ITC มีเชื้อเพลิงการเจริญเติบโตอย่างมากในการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ มั่นใจตลาดให้ขยายหลายปีของ ITC แสงอาทิตย์ที่อยู่อาศัยและเชิงธุรกิจได้ช่วยติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ประจำปีเติบโตกว่า 1,600 เปอร์เซ็นต์นับตั้งแต่ ITC ถูกนำมาใช้ในปี 2006

(2) ITC สหรัฐได้เพิ่มขึ้นกำลังการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ การเจริญเติบโตในการติดตั้งโครงการหลังจากนโยบาย ITC เกิดขึ้นควบคู่กับการเจริญเติบโตในประเทศสหรัฐอเมริกาการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันกว่า 625 โรงงานผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตชิ้นส่วนทั่ว 48 รัฐ

(3) ลดค่าใช้จ่ายของพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผู้บริโภคได้อย่างต่อเนื่องที่ การดำรงอยู่ของ ITC ผ่าน 2016 ให้ความมั่นใจในตลาดสำหรับ บริษัท ที่จะพัฒนาเงินลงทุนระยะยาวว่าการขับเคลื่อนการแข่งขันและนวัตกรรมเทคโนโลยีซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับผู้บริโภค [14]

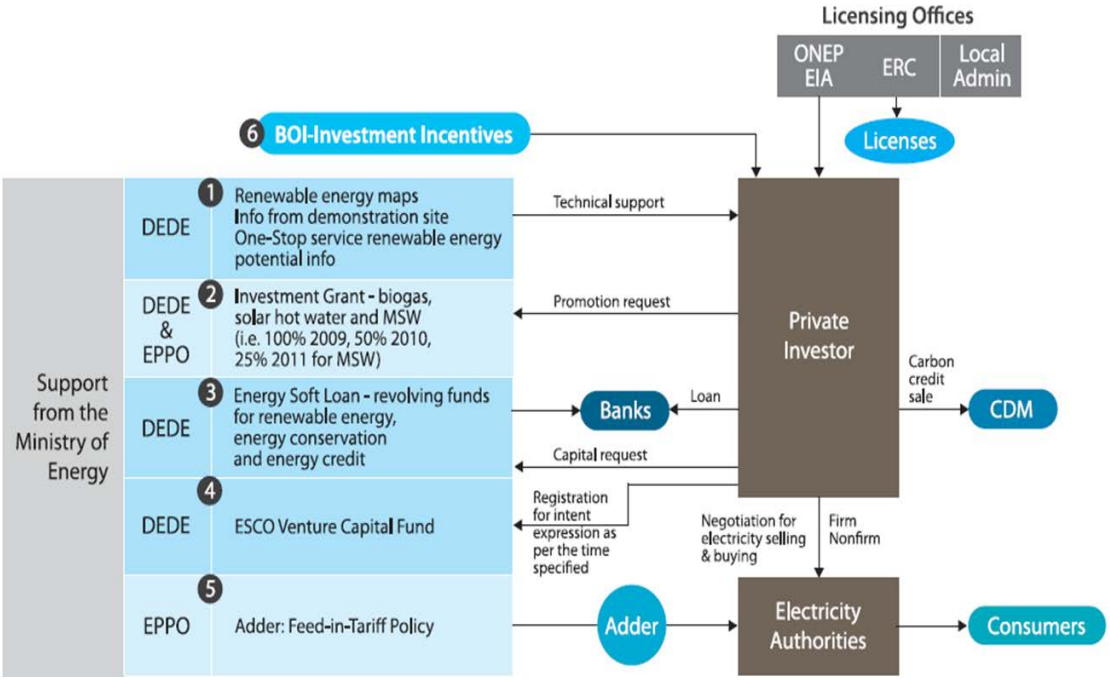
2.6.2.1 การยกเว้นภาษีเงินได้รัฐบาลกลาง (Federal Tax Exemption)

การออกกฎหมายที่ให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี เช่น ที่รัฐฮาวายซึ่งอนุญาตให้บุคคลธรรมดา นำค่าใช้จ่ายที่ทำให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์พลังแสงอาทิตย์มาหักออกจากเงินภาษีได้ถึง 35% แต่สูงสุดไม่เกิน

วงเงิน 1750 เหรียญสหรัฐ กรณีเป็นบ้านบนที่ดิน หรือ 300 เหรียญสหรัฐ กรณีที่อยู่อาศัยลักษณะแบบคอนโดมิเนียมหรือ อพาร์ทเมนท์ หรือ รัฐอริโซน่าที่ยกเว้นภาษีขาย (Sales Tax) แต่จำกัดเพดานอยู่ที่ไม่เกินกว่า 5,000 เหรียญสหรัฐ หรือในบางรัฐที่ต้องเสีย Franchise Tax และ Property Tax อย่างเช่น รัฐเทกซัส ก็มีกฎหมายยกเว้นภาษีเหล่านี้ให้แก่ ผู้ที่ลงทุนในการติดตั้งอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ด้วย กล่าวคือ ไม่ต้องนำมูลค่าของอุปกรณ์ดังกล่าวมาคิดเพื่อคำนวณภาษี Franchise Tax และ Property Taxนอกจากสิทธิประโยชน์ทางภาษีต่างๆ มากมายที่เสนอให้โดยรัฐบาลแห่งสหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปเองก็ไม่นิ่งเฉยต่อการส่งเสริมการใช้อุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ เช่น ในประเทศฝรั่งเศสที่เสนอให้มีเงินชดเชยค่าภาษีอากร (Tax Rebates) ที่ได้ชำระไปแล้วแก่ ผู้ใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน มีการลดอัตราภาษีเงินได้ และภาษีมูลค่าเพิ่มสำหรับผู้ขายอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย [15]

2.7 การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยในปัจจุบัน กระทรวงพลังงานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีมาตรการส่งเสริมและสนับสนุนพลังงานทดแทน ดังนี้



รูปที่ 22 กลไกการส่งเสริมพลังงานทดแทน [8]

2.7.1 มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Adder Cost)

ประเทศไทยเป็นการให้เงินสนับสนุนการผลิตต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าโดยการกำหนดราคารับซื้อในอัตราพิเศษหรือเฉพาะสำหรับไฟฟ้าที่มาจากพลังงานหมุนเวียน ภายในระยะเวลารับซื้อไฟฟ้าที่ชัดเจนและแน่นอนเพื่อเป็นแรงจูงใจให้มีผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้นและหลากหลายประเภทพลังงานยิ่งขึ้นจัดเป็นมาตรการสนับสนุนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบัน มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์คือ Adder ผู้ที่ยื่นหนังสือขอเสนอขายไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์และได้รับหนังสือตอบรับแล้วก่อนวันที่ 28 มิถุนายน 2553 จะได้รับผลตอบแทนประกอบด้วยค่า ไฟฟ้าฐาน (ไม่จำกัดระยะเวลา) + ค่าไฟฟ้าแปรผัน(Ft) + Adder 8 บาทเป็นเวลา 10 ปี ผู้ที่ได้รับหนังสือตอบรับจากการไฟฟ้าหลังวันที่ 28 มิถุนายน 2553 จะได้ผลตอบแทนคิดเป็นค่าไฟฟ้า 6.50 บาทเป็นเวลา 10 ปี ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงมาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ [8]

เชื้อเพลิง	ส่วนเพิ่ม (บาท/kWh)	ส่วนเพิ่มพิเศษ (บาท/kWh)	ส่วนเพิ่มพิเศษ ใน 3 จว. ภาคใต้ (บาท/kWh)	ระยะเวลาสนับสนุน (ปี)
พลังงานแสงอาทิตย์	6.50	1.50	1.50	10

นอกจากนี้คณะกรรมการนโนบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) มีมติเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2553 ให้อนุกรรมการฯ พิจารณาอัตราสนับสนุนในรูปแบบ Feed In Tariff สำหรับโครงการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งบนหลังคาที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์พร้อมทั้งทำรายละเอียดการสนับสนุนและปริมาณที่ส่งเสริม [8]

2.7.2 โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

โครงการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนขึ้นเพื่อเป็นแหล่งเงินทุนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนให้แก่โรงงาน อาคาร และบริษัทจัดการพลังงานโดยผ่านทางสถาบันการเงิน โดยกำหนดให้สถาบันการเงินนำเงินที่ พพ. จัดสรรให้ไปเป็นเงินกู้ผ่านต่อให้โรงงาน/อาคารควบคุมหรือโรงงาน/อาคารทั่วไปตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขดังนี้

ตารางที่ 2.6 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขโครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน [8]

วงเงินโครงการ	1. โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ระยะที่ 1 จำนวน 1,000 ล้านบาท 2. โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่ 3 จำนวน 1,000 ล้านบาท
อายุเงินกู้	ไม่เกิน 7 ปี
ช่องทางการปล่อยกู้	ผ่านสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการโดยสถาบันการเงินต้องรับผิดชอบเงินที่ปล่อยกู้ทั้งหมด
ผู้มีสิทธิ์กู้	เป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประสงค์จะลงทุนในด้านการประหยัดพลังงานหรือโรงงาน/อาคารทั่วไป ตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
วงเงินกู้	ไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ
อัตราดอกเบี้ย	ไม่เกินร้อยละ 4 ต่อปี (ระหว่างสถาบันการเงินกับผู้กู้)
คุณสมบัติโครงการที่มีสิทธิ์ขอรับการสนับสนุน	โครงการอนุรักษ์พลังงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามที่กำหนดไว้ใน พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 7 และมาตรา 17

สถาบันการเงินจะเป็นผู้อนุมัติเงินกู้เพื่อโครงการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนตามแนวหลักเกณฑ์และเงื่อนไข ของสถาบันการเงินนั้นๆ นอกเหนือจากหลักเกณฑ์เงื่อนไขข้างต้นนี้ โดยดอกเบี้ยวงเงินกู้ และระยะเวลาการกู้จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาและข้อตกลงระหว่างผู้กู้กับสถาบันการเงิน [8]

2.7.3 โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน (ESCO FUND)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ภายใต้การสนับสนุนทางการเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้นำวงเงิน 500 ล้านบาทจัดตั้ง "โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน (ESCO Fund)" มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยให้ความช่วยเหลือด้านการลงทุนแก่ผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการพัฒนาโครงการแต่ยังขาดปัจจัยการลงทุน และช่วยให้ผู้ประกอบการหรือผู้ลงทุนได้

ประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้ มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มพส.) เป็นหนึ่งในสองหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็นผู้บริหารโครงการ

ผู้มีสิทธิยื่นข้อเสนอได้แก่ ผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรม และ/หรือ บริษัทจัดการพลังงาน (Energy Service Company - ESCO) ที่จะดำเนินการพัฒนาโครงการด้านอนุรักษ์พลังงานหรือพลังงานทดแทน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจะลดปริมาณการใช้พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ต้องการปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานทดแทน และต้องการลงทุนด้านพลังงานทดแทน โดยมีลักษณะการส่งเสริมการลงทุน ดังนี้

1) การเข้าร่วมลงทุนในส่วนทุนของโครงการ (Equity Investment) ESCO Fund จะเข้าร่วมลงทุนในส่วนทุนของโครงการที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานหรือพลังงาน ทดแทนที่ก่อให้เกิดผลประหยัดพลังงาน หลักเกณฑ์การร่วมลงทุน ร่วมลงทุน 10 - 50% ของมูลค่าโครงการแต่ไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ ระยะเวลาร่วมลงทุนประมาณ 5 - 7 ปี

2) การเข้าร่วมทุนกับบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO Venture Capital) จะเข้าร่วมลงทุนในบริษัทจัดการพลังงาน โดยเข้าซื้อหุ้นเพิ่มทุนจดทะเบียนของบริษัท ทั้งนี้เพื่อช่วยให้บริษัทมีทุนในการประกอบกิจการด้านอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น หลักเกณฑ์การร่วมลงทุนร่วมทุนไม่เกินร้อยละ 30 ของทุนจดทะเบียน แต่ไม่เกิน 50 ล้านบาท ระยะเวลาร่วมลงทุนประมาณ 5 - 7 ปี มีส่วนในการควบคุมดูแลการบริหารจัดการของบริษัท

3) การเช่าซื้ออุปกรณ์ประหยัดพลังงาน/พลังงานทดแทน (Equipment Leasing) ESCO FUND จะเป็นผู้ออกเงินในการซื้ออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนให้กับผู้ประกอบการก่อน และทำสัญญาเช่าซื้อระยะยาวกับผู้ประกอบการ โดยผู้ประกอบการจะต้องทำการผ่อนชำระคืนเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยเป็นรายงวด งวดละเท่า ๆ กันตลอดอายุสัญญาเช่าซื้อ ESCO FUND สนับสนุนในการเช่าซื้ออุปกรณ์ได้ 100% ของราคาอุปกรณ์ แต่ไม่เกิน 10 ล้านบาท ระยะเวลาการผ่อนชำระคืน 5 ปี อัตราดอกเบี้ยไม่เกิน 4% ต่อปี

4) การช่วยให้โครงการอนุรักษ์พลังงาน/พลังงานทดแทน ได้รับผลประโยชน์จากการขาย Carbon Credit ESCO FUND จะช่วยดำเนินการจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ CDM ได้แก่ Project Idea Note (PIN) และ Project Design Document (PDD) หรือเป็นตัวกลางในการรับซื้อ Carbon Credit จากโครงการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนที่มีขนาดเล็กและรวบรวม (Bundle Up) เพื่อให้โครงการเหล่านี้สามารถขายคาร์บอนเครดิตได้

5) การอำนวยเครดิตให้สินเชื่อ (Credit Guarantee Facility) ESCO FUND จะร่วมกับสถาบันการเงินหรือองค์กรที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการค้ำประกันเครดิต (Credit Guarantee) เพื่อให้ผู้ประกอบการได้รับการปล่อยสินเชื่อจากธนาคารพาณิชย์ ทั้งนี้ ESCO FUND อาจจะเป็นผู้ค้ำประกัน

เครดิตให้แก่ผู้ประกอบการโดยจำกัดจำนวนเงินตามความเสี่ยงของโครงการแต่ไม่เกิน 10 ล้านบาท โดยคิดค่าธรรมเนียมการรับประกันสินเชื่อในอัตราต่ำ

6) การช่วยเหลือทางเทคนิค (Technical Assistance) ESCO FUND จะให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค เช่น ค่าตรวจสอบการใช้พลังงาน (Energy Audit) หรือ ค่าใช้จ่ายในการจัดทำรายงานศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ในวงเงินไม่เกิน 100,000 บาทต่อโครงการ โดยมีเงื่อนไข คือ ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการในมาตรการอนุรักษ์พลังงานหรือพัฒนาโครงการพลังงานทดแทน ถ้าหากไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขจะต้องจ่ายเงินดังกล่าวคืนแก่ ESCO FUND [8]

2.7.4 กลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

การใช้บริการระบบขนส่งมวลชนแทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล การใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซมีเทนจากขยะมาผลิตพลังงานไฟฟ้าแทนถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือ การใช้พลังงานชีวภาพ พลังงานทดแทน เป็นตัวอย่างกิจกรรมภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือ Clean Development Mechanism : CDM

กลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือที่เรียกย่อๆ ว่า CDM เป็น 1 ใน 3 กลไกที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโต (ข้อกำหนดระหว่างประเทศที่เกิดขึ้นภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) ได้แก่

1) การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก หรือ Emission Trading (ET) (ดำเนินการเฉพาะประเทศอุตสาหกรรม)

2) การดำเนินการร่วมเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก หรือ Joint Implementation (JI) (ดำเนินการเฉพาะประเทศอุตสาหกรรม)

3) กลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือ Clean Development Mechanism (CDM) (สำหรับดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนา)

4) เพื่อช่วยให้ประเทศที่มีพันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถบรรลุพันธกรณีได้

สำหรับ CDM นั้นมีแรงจูงใจในการดำเนินการ คือ Carbon Emission Reduction (CERs) หรือ Carbon Credit ที่ผู้ดำเนินกิจกรรมจะได้รับ และสามารถนำไปขายให้กับประเทศที่มีพันธกรณีซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศในกลุ่มอุตสาหกรรมที่จะต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในการขายที่ว่านี้จะทำกันในตลาดที่เรียกกันว่า “ตลาดคาร์บอน” (Carbon Market) โดยสินค้าที่นำมาซื้อขายจะอยู่ในลักษณะของเอกสารสิทธิ์ของปริมาณคาร์บอนที่ลดได้ ซึ่งประเทศผู้ซื้อสามารถนำไปคิดรวมในบัญชีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของตัวเองได้ ตัวอย่างกิจกรรมกลไกการพัฒนาที่สะอาด เช่น การใช้พลังงาน

ทดแทน การบำบัดน้ำเสียจากการทำปศุสัตว์เพื่อลดปริมาณก๊าซมีเทน และการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวะมวลที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร

ประโยชน์จากการเป็นผู้ผลิตในกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) สามารถสรุปเป็น 3 ด้าน คือ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

1) ด้านสิ่งแวดล้อม เกิดการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน

2) ด้านเศรษฐกิจ การนำผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งเกษตรกรสามารถนำผลผลิตทางการเกษตรไปขาย นำไปสู่การกระตุ้นเศรษฐกิจในชุมชน ประเทศก็สามารถลดการนำเข้าเชื้อเพลิง ช่วยเพิ่มความมั่นคงทางเศรษฐกิจและลดภาระในการรักษาสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ

3) ด้านสังคม ประชาชนมีคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นโดยเฉพาะด้านสุขภาพอนามัยจากการนำของเสียมาผลิตเชื้อเพลิง และสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น ประเทศเองก็สามารถเพิ่มอำนาจในการเจรจาต่อรองในเวทีการเจรจาระดับประเทศได้ [16]

2.7.5 โครงการส่งเสริมการลงทุน โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน BOI

ภาครัฐได้มีการยกระดับให้อุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เป็นกิจการที่มีระดับความสำคัญสูงสุดและจะได้รับการส่งเสริมการลงทุนในระดับสูงสุดเช่นกัน จึงมีมาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน จากคณะการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งได้กำหนดสิทธิประโยชน์ที่ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร อุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล เป็นเวลา 8 ปี และตั้งแต่ปีที่ 9 ถึง ปีที่ 13 จะลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 50 รวมทั้งอนุญาตให้นำต้นทุนในการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เช่นไฟฟ้า ประปา และขอหักภาษีได้สูงสุด 2 เท่า ถ้าโครงการเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะประโยชน์ เป็นต้น

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาการส่งเสริมโครงการด้านพลังงานทดแทน ได้แก่ กรณีที่ผู้ประกอบการหรือนักลงทุนมีสัดส่วนหนี้ต่อทุน น้อยกว่า 3 ต่อ 1 สำหรับโครงการใหม่ หรือมีเครื่องจักรใหม่ที่มีกระบวนการผลิตที่ทันสมัย หรือมีระบบจัดการที่ปลอดภัย รักษาสิ่งแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในการผลิตเป็นต้น [8]

2.8 กฎหมายระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยไม่มีกฎหมายพลังงานทดแทนบังคับใช้ แต่การพัฒนาพลังงานทดแทนมีกฎหมายระเบียบและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องตามกฎหมายฉบับอื่นบังคับใช้ เช่นการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพื่อจำหน่ายจะมีกฎหมายกำกับการพิจารณาพลังงานเป็นกฎหมายหลักที่ต้องปฏิบัติตามและมีกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการติดต่อเพื่อขอใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า
กรณีที่ระบบขนาดไม่เกิน 3.7 กิโลวัตต์ ดังนั้น จะมีเพียงหน่วยงานเดียวที่จะเจ้าของบ้านจะต้องขออนุญาต คือ การไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในกรณีที่ ระบบมีขนาดเล็กกว่า 3.7 กิโลวัตต์ ไม่ถือว่าเป็นโรงงาน จึงไม่ต้องขออนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

กรณีที่ระบบมีขนาดใหญ่กว่า 3.7 กิโลวัตต์ ตามพระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2535 มาตราที่ 5 ถือว่า เป็นโรงงาน ดังนั้น เจ้าของบ้านหรือผู้ลงทุนจึงต้องยื่นขออนุญาตการก่อสร้างต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อขอเอกสาร รง. 4

เพื่อเป็นความรู้ทั่วไป ตารางข้างล่างนี้ได้สรุปให้เห็นว่า ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเท่าใด จะต้องยื่นขออนุญาตต่อหน่วยงานใดบ้าง โดยมีรายชื่อหน่วยงาน [18] ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 รายชื่อหน่วยงานที่ผู้ลงทุนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต้องยื่นขออนุญาต [18]

ขนาดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์	**<3.7 (กรณีบ้านที่อยู่อาศัย)**	**3.7<ขนาด <1,000**	**1,000<ขนาด <6,000**	**6,000≤ ขนาด <10,000**	**≥10,000**
การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	ขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าและขอ Adder	ขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าและขอ Adder	ขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าและขอ Adder (การไฟฟ้าจะหัก 2%)	ขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าและขอ Adder	ขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าและขอ Adder
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ไม่ต้องขออนุญาต	ไม่ต้องขออนุญาต	ไม่ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาตและกฟผ. จะหัก 2%	ต้องขออนุญาตและกฟผ. จะหัก 2%
คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน	ไม่ต้องขออนุญาตโดยแจ้งให้ทราบ	ไม่ต้องขออนุญาตโดยแจ้งให้ทราบ	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต
กรมโรงงานอุตสาหกรรม (แบบ รง.4)	ไม่ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต
องค์การบริหารส่วนตำบล หรือ หน่วยงานที่มีลักษณะเทียบเท่า	ไม่ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต	ต้องขออนุญาต
รายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่ต้องทำรายงาน	ไม่ต้องทำรายงาน	ไม่ต้องทำรายงาน	ไม่ต้องทำรายงาน	ทำรายงาน
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)	ไม่ได้	ถ้าขอจะได้รับการยกเว้นภาษีและสิทธิพิเศษต่าง ๆ	ถ้าขอจะได้รับการยกเว้นภาษีและสิทธิพิเศษต่าง ๆ	ถ้าขอจะได้รับการยกเว้นภาษีและสิทธิพิเศษต่าง ๆ	ถ้าขอจะได้รับการยกเว้นภาษีและสิทธิพิเศษต่าง ๆ

2.9 การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการ

ความสำเร็จของการพัฒนาโครงการพลังงานในเชิงพาณิชย์จะเกิดขึ้นได้นั้น ผลตอบแทนการลงทุนต้องอยู่ในอัตราที่สูงเพียงพอที่จะสร้างแรงจูงใจสำหรับนักลงทุน ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นให้สถาบันการเงินในการสนับสนุนให้สินเชื่อในโครงการ[คู่มือพลังงานแสงอาทิตย์] โดยการศึกษาความเป็นไปได้นั้นประกอบด้วยการวิเคราะห์ 3 หัวข้อ ดังนี้

2.9.1 การวิเคราะห์โครงการ

การวิเคราะห์โครงการเพื่อทำการเมินโครงการจะก่อให้เกิดผลและผลกระทบอะไรบ้างเมื่อนำไปปฏิบัติ โดยผลการวิเคราะห์โครงการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสถาบันที่จะให้การสนับสนุนเงินกู้กับโครงการ เนื่องจากการวิเคราะห์โครงการจะช่วยให้หลักฐานและเหตุผลที่จำเป็นในการตัดสินใจว่าจะรับหรือปฏิเสธโครงการเพื่อการลงทุน โดยการวิเคราะห์โครงการโดยทั่วไปจะประกอบด้วยการวิเคราะห์ในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ [17]

1) การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค (Technical Analysis) การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเทคนิคของโครงการ ควรพิจารณาถึงรูปแบบทางด้านเทคนิคในทางเลือกต่างๆ ซึ่งบรรลุถึงวัตถุประสงค์โครงการ ณ ต้นทุนที่ต่ำที่สุด รูปแบบที่ถูกเลือกมากควรมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุด พร้อมกับวิธีการก่อนสร้างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด รูปแบบโครงการที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น และโครงการไม่ควรก่อนให้เกิดผลในทางลบด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ควรทำการวิเคราะห์ด้วยว่าองค์ประกอบต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไรทั้งภายในโครงการและกับโครงการอื่นๆ ในพื้นที่เดียวกัน และสุดท้ายรูปแบบโครงการที่ดีต้องรวมเอาความต้องการด้านการดำเนินการและบำรุงรักษาเมื่อโครงการจบสิ้นลงแล้วเข้าไว้ด้วย

2) การวิเคราะห์ทางด้านสังคม (Social Analysis) การวิเคราะห์ทางด้านสังคม พิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (expected changes) จากโครงการ ซึ่งจะนำไปสู่สิ่งแวดล้อมมนุษย์ (human environment) ในรูปแบบองค์กรทางสังคมและมาตรฐานการครองชีพ และการเข้าใจกระบวนการทางสังคมที่เกี่ยวข้อง

3) การวิเคราะห์ทางด้านสถาบัน (Institutional Analysis) ผลของโครงการพัฒนาขึ้นอยู่กับคุณภาพของสถาบันที่รับผิดชอบต่อโครงการนั้นๆ ซึ่งจะรวมถึงไม่เพียงพอองค์กรที่ปฏิบัติและดำเนินโครงการเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสถาบันของรัฐบาลและเศรษฐกิจต่างๆ ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จต่อโครงการอีกด้วย เช่น กระทรวง ทบวง กรมต่างๆ ธนาคารเพื่อการพัฒนา สถาบันวิจัยเป็นต้น

4) การวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Analysis) สิ่งแวดล้อมเกี่ยวพันกับเรื่องต่างๆ มากมายรวมถึงการสาธารณสุขและความปลอดภัยในการประกอบอาชีพ การควบคุมมลพิษทางอากาศ น้ำ และที่ดิน การจัดการที่เหมาะสมกับทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่ทดแทนใหม่ได้

(renewable natural resources) การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้หลากหลาย การนำมาใช้ใหม่ (recycling) และการป้องกันการพังทลาย ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนามีความแตกต่างกันในเรื่องความรุนแรงมากกว่าประเภทของปัญหา ซึ่งการวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม มีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

(1) การระบุถึงทรัพยากรประเภทที่เกิดทดแทนใหม่ได้ และประเภทที่ใช้แล้วหมดเปลืองว่าควรจะนำมาใช้กับโครงการหรือไม่อย่างไร และหากมีการใช้ทรัพยากรเหล่านี้หมดไป จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศนี้อย่างไร

(2) การระบุถึงจุดอ่อนไหว (sensitive points) ในระบบนิเวศวิทยาท้องถิ่น ซึ่งอาจจะได้รับผลในทางลบจากโครงการ

(3) การประเมินสถานการณ์ความเป็นไปได้ทางด้านมลพิษ อันเป็นผลเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ

(4) การประเมินโครงการโดยทั่วไปเพื่อพิจารณาว่าการออกแบบองค์ประกอบหลัก ของโครงการที่จะมีความยั่งยืนในเชิงระบบนิเวศน์วิทยามากน้อยเพียงใดนะยะยาว

5) การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงิน (Economic and Financial Analysis) การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงินจะช่วยให้กรอบงานและข้อเสนอโครงการทุกด้านจะได้รับการประเมินแบบประสานอย่างมีระบบ ผลการวิเคราะห์มีความสำคัญต่อผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานที่สนับสนุนทางการเงิน เพราะเป็นการบ่งชี้ถึงความสมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการเพื่อการลงทุน โครงการใดที่ประเทศเลือกที่จะนำไปปฏิบัตินั้นควรจะมีลำดับความสำคัญสูงในแผนงานการพัฒนาแห่งชาติ การคัดเลือกเหล่านี้ควรพิจารณาจากทางเลือกโครงการที่ดีที่สุดในรูปแบบของความคุ้มค่าด้านเศรษฐกิจและการเงิน (economic and financial worthiness)

2.9.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการคือมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือการหาค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ แสดงว่าเป็นโครงการที่สมควรจะดำเนินการเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันมากกว่าค่าใช้จ่ายในทางตรงกันข้ามหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์แสดงว่าเป็นโครงการที่ไม่น่าลงทุนเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบปัจจุบันน้อยกว่าค่าใช้จ่าย [8]

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \tag{2.1}$$

เมื่อ

NPV	คือ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
B_t	คือ	มูลค่าผลตอบแทนในปีที่ 1,2…,n
C_t	คือ	ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในปีที่ 1, 2,…,n
i	คือ	อัตราดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของทุน
t	คือ	ปีของโครงการ คือ ปีที่ 1, 2,…, n
n	คือ	อายุของโครงการ

2) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR) อัตราผลตอบแทนของโครงการคือ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งหากว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้ก็ไม่สมควรที่จะลงทุนโครงการดังกล่าวในทางตรงกันข้ามหาอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันยิ่งต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยผลตอบแทนโครงการที่คำนวณได้มากเท่าไหร่แสดงเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนมากขึ้นตามลำดับ [17]

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \tag{2.2}$$

เมื่อ

B_t	คือ	มูลค่าผลตอบแทนในปีที่ 1,2…,n
C_t	คือ	ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในปีที่ 1, 2,…,n
r	คือ	อัตราคิดลด
t	คือ	ปีของโครงการ คือ ปีที่ 1, 2,…, n
n	คือ	อายุของโครงการ

3) ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C) ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนคือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสผลตอบแทนหรือมูลค่าตอบแทนโครงการเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนหรือต้นทุนรวมของโครงการได้แก่ ค่าเซลล์แสอาทิตย์ ค่าที่ดิน ค่าติดตั้ง ค่าดำเนินการ ค่าซ่อมบำรุง ถ้าอัตราส่วนที่ได้มากว่าหนึ่ง แสดงว่าตัดสินใจเลือกโครงการนั้น แต่ถ้าอัตราส่วนได้น้อยกว่าหนึ่ง แสดงว่าโครงการนั้นไม่น่าลงทุน แต่ถ้าเท่ากับหนึ่ง แสดงว่าโครงการคุ้ม [17]

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}} \tag{2.3}$$

เมื่อ

BCR	คือ	อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน
B_t	คือ	มูลค่าผลตอบแทนในปีที่ 1,2…,n
C_t	คือ	ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในปีที่ 1, 2,…,n
r	คือ	อัตราคิดลด
t	คือ	ปีของโครงการ คือ ปีที่ 1, 2,…, n
n	คือ	อายุของโครงการ

4) ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (Cost of Energy) ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (Levelized Electricity Cost, LEC หรือ LCOE) คือ ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยที่มีการปรับค่าใช้จ่าย และเงินทุนให้เป็นมูลค่าเงินที่เท่ากันทุกปีหารด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ค่าใช้จ่ายของการผลิตไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย เงินลงทุน ค่าดำเนินการ และบำรุงรักษา ค่าเชื่อเพลิง ตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งวิเคราะห์

จากต้นทุนการผลิตทั้งโครงการ ผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยสามารถใช้ประโยชน์ในการพิจารณาเปรียบเทียบกับราคาที่ทางการไฟฟ้ารับซื้อ [8]

$$LEC = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (4)$$

เมื่อ

LEC	คือ	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย
I_t	คือ	ค่าการลงทุนในปีที่ t (บาท)
M_t	คือ	ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา ในปีที่ t (บาท)
F_t	คือ	ค่าการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในปีที่ t(บาท)
E_t	คือ	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีที่ t (kWh)
r	คือ	อัตราคิดลด

5) ระยะเวลาการลงทุน (Discount Payback Period) คือ ระยะเวลาที่รายได้หลังหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสามารถนำไปชำระเงินที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาโครงการได้ครบถ้วนตามการปรับค่าของเวลา โดยส่วนใหญ่ใช้นับเป็นจำนวนปี โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นจะเป็นโครงการที่ดีกว่าโครงการที่คืนทุนยาว โดยทฤษฎีระยะเวลาคืนทุนจะต้องไม่น้อยกว่าอายุของโครงการ แต่ในทางปฏิบัติระยะเวลาคืนทุนของโครงการขนาดใหญ่จะยอมรับกัน 7 – 10 ปี

6) งบกระแสเงินสด เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและรายได้ที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ในช่วงที่อายุโครงการยังก่อให้เกิดรายได้ว่า รายได้ที่รับจะเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปีนั้น ๆ หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้นักลงทุนจะได้ตระหนักและหาทางแก้ไขล่วงหน้าเพื่อมิให้เกิดสถานการณ์เงินขาดมือในช่วงใดช่วงหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้โครงการสะดุด ซึ่งในกรณีการกู้เงิน สถาบันการเงินจะให้ความสำคัญกันกระแสเงินสดมาก [8]

2.9.3 การวิเคราะห์โครงการภายใจความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

คือแนวทางในการวิเคราะห์โครงการโดยการตั้งสมมติฐานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจของการลงทุน มีความมั่นใจมากขึ้นในการตัดสินใจเลือกโครงการซึ่งผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธีต่าง ๆ แล้ว อีกนัยหนึ่งก็คือ ต้องการลดความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดพลาดให้เหลือน้อยลง [17]

2.9.4 ปัจจัยสำคัญที่มีผลในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

1) รายจ่าย (Cost) ประกอบด้วยต้นทุนการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

(1) ต้นทุน ได้แก่ เงินที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาโครงการ เช่นการซื้อที่ดิน แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ฯลฯ ตลอดจนค่าติดตั้งดำเนินการทดสอบ ในการดำเนินการพัฒนาโครงการ

(2) ค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าดำเนินการในการเดินเครื่องหลังจากการพัฒนาโครงการแล้วเสร็จ เช่น ค่าจ้างพนักงาน ค่าซ่อมแซม ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ภาษี เป็นต้น

2) ประโยชน์หรือรายรับ (Benefit) รายได้ที่ได้รับจากโครงการ แยกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

(1) ประโยชน์โดยตรงทางการเงิน ได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานในกรณีที่ขายให้แก่ภายนอก หรือการลดค่าใช้จ่ายพลังงานที่ใช้อยู่เดิม การขายวัสดุที่เหลือจากการผลิตพลังงาน

(2) ประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่ใช่เป็นเม็ดเงินโดยตรงแต่สามารถประเมินเป็นเงินได้ ได้แก่ การลดการกำจัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.10 การวิเคราะห์ด้านปัญหาและอุปสรรคของการลงทุน

การวิเคราะห์ด้านปัญหาและอุปสรรคของการลงทุน ใช้ SWOT ในการวิเคราะห์ คือ เป็นการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในเพื่อระบุจุดแข็ง (Strengths) และจุดอ่อน (Weaknesses) และวิเคราะห์ภายนอกเพื่อระบุโอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats)[18]

2.10.1 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก

โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ PESTLE analysis

PESTLE analysis คือ คำย่อของปัจจัย 6 ตัว เป็นการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในระดับมหัพภาค หรือภาพรวมใหญ่ ถ้าเป็นภาคธุรกิจ ก็จะโยงกับการวิจัยด้านตลาดโดยตรง ทำให้สามารถทำความเข้าใจว่าตลาดกำลังเติบโต หรือกำลังหดตัว สถานภาพ แนวโน้ม และทิศทางในทางธุรกิจอย่างไร ประกอบด้วย

1) Political – Factors หรือปัจจัยทางการเมือง เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงผลักดันทางการเมืองและข้อกำหนดต่าง ๆ ที่จะมาส่งผลกระทบให้กับการดำเนินธุรกิจทั้งในแง่บวกและแง่ลบ แรงผลักดัน

นี้มักมีพลังค่อนข้างสูง เช่นนโยบายส่งเสริมทางด้านพลังงานทดแทนต่างๆ นโยบายของรัฐเป็นปัจจัยสำคัญในการผลักดันนโยบาย

2) Economic Factors หรือปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เป็นปัจจัยที่ผู้ลงทุนจะต้องดูเกี่ยวกับเศรษฐกิจทั้งระยะสั้น และระยะยาว ทั้งในประเทศและต่างประเทศทั้งมหัพภาคและจุลภาค เช่น ภาษีที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนเป็นอย่างไร ทางด้านการเงินอัตราดอกเบี้ยต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการลงทุนเป็นเท่าไหร่

3) Sociocultural Factors หรือปัจจัยทางด้านสังคมและวัฒนธรรม การยอมรับในและการตระหนักของคนในสังคม เช่น การตระหนักถึงการใช้พลังงานทดแทนในปัจจุบัน ความรู้ความเข้าใจของระบบพลังงานทดแทนต่างๆ การยอมรับในการใช้พลังงานทดแทน ต่าง ๆ

4) Technological Factors หรือปัจจัยทางด้านเทคโนโลยี เป็นปัจจัยที่สำอีกอย่างหนึ่งก็คือมีส่วนสำคัญทำให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบในการแข่งขัน เช่น เทคโนโลยีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น เป็นต้น

5) Legal Factors หรือปัจจัยทางกฎหมาย เป็นปัจจัยที่มีผลในการลงทุนในกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินธุรกิจ เช่น กฎหมายอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจของเราหรือกฎหมายที่ออกมาใหม่มีผลกระทบต่อธุรกิจของเราอย่างไรบ้าง

6) Environmental Factors หรือปัจจัยสภาพแวดล้อมปัจจุบันการให้ความสนใจต่อสภาพแวดล้อมของประชาชนเพิ่มมากขึ้นทุกที เรื่องของสภาพแวดล้อมจึงมีความสำคัญเด่นชัดมากขึ้น เช่นระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมหรือไม่ เป็นต้น

การวิเคราะห์

1) โอกาส (Opportunities) คือ เงื่อนไขภายนอกที่จะส่งผลกระทบให้กับองค์กรในทางที่ดี และเป็นประโยชน์หากได้มีการทำกิจกรรมใด ๆ ที่สามารถนำเงื่อนไขเหล่านั้นมาใช้ตามช่วงเวลาที่เงื่อนไขนั้นยังมีผลอยู่

2) ภัยคุกคาม (Threats) คือเงื่อนไขภายนอกที่จะส่งผลกระทบให้กับองค์กรในทางที่ไม่ดี ไม่เป็นประโยชน์ และเกิดความเสียเปรียบในการแข่งขันหากไม่ได้มีการปฏิบัติใดๆ ที่จะแก้ไขสถานการณ์ตามช่วงเวลาที่เงื่อนไขนั้นยังมีผลอยู่

2.10.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน

โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ PRIMO-F analysis

PRIMO-F analysis คำย่อของปัจจัย 5 ปัจจัย เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายใน

1) People หรือ บุลากร เกี่ยวกับจุดแข็งหรือจุดอ่อนของบุคลากร หรือตัวระบบการผลิตการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เอง Resources หรือ ทรัพยากร สถานที่ตั้ง ของระบบ ที่ปรึกษาต่าง ๆ ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินธุรกิจ และวัตถุดิบต่าง ๆ ในการใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์

2) Innovations and Ideas หรือนวัตกรรมและความคิด นวัตกรรม การวิจัยและพัฒนามีอะไรบ้างที่มาสนับสนุนธุรกิจ

3) Marketing หรือ การตลาด ช่องทางในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ราคาและคุณภาพของสินค้าเป็นอย่างไร

4) Operations หรือ การปฏิบัติการ ระบบการผลิตเป็นอย่างไร การบำรุงรักษาระบบมีมากน้อยแค่ไหน

5) Finance หรือ การเงิน ฐานะทางการเงิน และผลตอบแทนที่คาดว่าที่ได้รับเป็นอย่างไร

การวิเคราะห์

1) จุดแข็ง (Strengths) คือเงื่อนไขภายในที่จะส่งผลกระทบให้กับองค์กรในทางที่ดี และเป็นประโยชน์หากได้มีการทำกิจกรรมใดๆ ที่สามารถนำเงื่อนไขเหล่านั้นใช้ตามช่วงเวลาที่เงื่อนไขนั้นยังคงมีผลอยู่

2) จุดอ่อน (Weaknesses) คือเงื่อนไขภายในที่จะส่งผลกระทบให้กับองค์กรในทางที่ไม่ดีไม่เป็นประโยชน์ และเกิดความเสียเปรียบในการแข่งขัน หากไม่ได้ปฏิบัติการใดๆ ที่จะแก้ไขสถานการณ์ตามช่วงเวลาที่เงื่อนไขนั้นยังมีผลอยู่

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกประพันธ์ อักษรพันธ์ [19] ได้วิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการสาธิตระบบการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจาเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขปว่า ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ซึ่งพิจารณาจากค่าตัวชี้วัด คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 9 12 และ 15 รวมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ภายใต้กรณีวิเคราะห์ 3 กรณีคือ 1) เมื่อต้นทุนลดลงร้อยละ 30 และผลประโยชน์คงที่ 2) เมื่อต้นคงที่ และผลประโยชน์เพิ่มขึ้นร้อยละ 100 3) เมื่อต้นทุนลดลงร้อยละ 30 และผลประโยชน์เพิ่มขึ้นร้อยละ 100 ผลการศึกษาของระบบขนาด

2.25 kW และ ระบบขนาด 2.88 kW กรณีที่ได้รับเงินสนับสนุนจาก สพช. และไม่ได้รับการสนับสนุน พบว่าไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และเมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ กรณีได้รับเงินสนับสนุนจาก สพช. พบว่ามีผลตอบแทนทางด้านการเงินดังนี้ กรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน และกรณีที่ 3 คุ้มค่าต่อการลงทุน สำหรับผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 9 ทั้งสามกรณีคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่ ณ อัตราคิดลด 12 และ 15 พบว่ากรณีที่ 1 และที่ 2 ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน แต่กรณีที่ 3 คุ้มค่าต่อการลงทุน

นิตินัย ชินสุวรรณ [20] ได้วิจัยเรื่อง ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากรังสีอาทิตย์ในประเทศไทย งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขปว่า การประเมินศักยภาพของเทคโนโลยี 6 แบบคือ 1) แบบหอคอยพลังงาน 2) แบบรางพาราโบลา 3) แบบจานพาราโบลา 4) Solar chimney 5) สระรังสีอาทิตย์ 6) เซลล์สุริยะ ได้คำนวณหาต้นทุนเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน (ในกรณีที่รวม และไม่รวมรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต) ผลการวิเคราะห์ของระบบเซลล์สุริยะเทียบกับราคาต่อหน่วยที่ Discount rate 6% จะได้ต้นทุนไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งโครงการต่อหน่วยมีค่า 9.74 บาท/kWh และเมื่อค่า Discount rate เพิ่มสูงขึ้นทำให้ต้นทุนไฟฟ้าต่อหน่วยมีค่าสูงขึ้นตามอัตรา Discount rate และผลประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิตนั้นสามารถช่วยลดต้นทุนตลอดอายุการใช้งาน 5-15% ทำให้ที่ Discount rate 6% จะได้ต้นทุนไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งโครงการต่อหน่วยมีค่า 9.14 บาท/kWh และเมื่อค่า Discount rate เพิ่มสูงขึ้นทำให้ต้นทุนไฟฟ้าต่อหน่วยมีค่าสูงขึ้นตามอัตรา Discount rate ด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าโรงไฟฟ้ารังสีอาทิตย์มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อย ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงงานพลังงานความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์อยู่ในช่วง 5-12 kg of CO_2/MWh ในขณะค่าปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทีมีค่าสูงสุดเท่ากับ 100 kg of CO_2/MWh มาจากโรงไฟฟ้าเซลล์สุริยะ ด้วยเหตุนี้ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ให้การยอมรับโรงไฟฟ้ารังสีแสงอาทิตย์

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ [21]ได้วิจัยเรื่อง การประเมินความเหมาะสมของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขปว่า ปี 2542 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในประเทศไทย มีกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวมอยู่ประมาณ 4.4 MWp ผลการทดสอบโดยรวมของระบบสูบน้ำ ระบบประจุแบตเตอรี่ พบว่ามีประสิทธิภาพของระบบเป็น 5.7 และ 1.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยพิจารณาอายุการใช้งานของระบบ 20 ปี ได้ราคาน้ำต่อหน่วยระบบสูบน้ำตัวแทนเท่ากับ 18.97 บาท/ลูกบาศก์เมตร และราคาไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ตัวแทนมีค่าเท่ากับ 35.58 บาท/กิโลวัตต์ ผลจากการศึกษา Sensitivity analysis แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงตราส่วนลดจะมีผลต่อหน่วยของน้ำและราคาต่อหน่วยของไฟฟ้ามากกว่าการเปลี่ยนแปลงราคาแผงเซลล์

พยุงศักดิ์ ก้อนแก้ว [22] ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาแนวทางการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับอาคารอื้อจือเหลียง งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขปว่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับอาคาร โดยใช้อาคารอื้อจือเหลียงเป็นอาคารตัวอย่างในการศึกษา โดยผลจากการศึกษาพบว่าความเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับละติจูด และสถานที่ตั้ง ในการศึกษานี้พบว่าความเอียง (Tilt angle) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมคือ 13.7 องศา จากการศึกษาครั้งนี้ราคาต่อหน่วยไฟฟ้า (บาท/kWh) ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวซิลิกอน ราคาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ เท่ากับ 17.23 บาท/kWh แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกโพลีซิลิกอน เท่ากับ 18.32 บาท/kWh และชนิดฟิล์ม บางอะมอร์ฟัสซิลิกอน เท่ากับ 26.04 บาท/kWh

ทศพร ธีรการุณวงศ์ [23] ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาหาส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขป การศึกษาหาส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับพลังงาน น้ำ ลม รังสีอาทิตย์ และ ไม้โตเร็ว เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าเป็นไปตามแผน PDP 2010 โดยมีแนวทางการคำนวณหาค่าสวนเพิ่มราคาไฟฟ้ารับซื้อ 2 แนวทาง คือการศึกษาส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากค่าใช้จ่ายนอกต้นทุนและการศึกษาส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากต้นทุนการผลิต ผลการศึกษาพบว่า แนวทางที่ 1 ต้นทุนไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ลม รังสีอาทิตย์ และ ไม้โตเร็ว มีค่า 0.656, 0.655, 0.609 และ 0.567 บาท/kWh ตามลำดับซึ่งมีค่าต่ำไม่ครอบคลุมถึงค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเหล่านี้ และในแนวทางที่ 2 เมื่อคิดอัตราส่วนลดที่ 16 % ต้นทุนไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ลม รังสีอาทิตย์ และ ไม้โตเร็ว มีค่า 0 ถึง 127.32, 0 ถึง 2.39, 5.56 และ 3.55 บาท/kWh งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการสนับสนุนส่วนที่เพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าที่ 0.88 บาท/kWh จะมีกำลังการผลิตติดตั้งโรงไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ 10,608 MW ซึ่งเพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้าให้ตามแผน PDP 2010

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) [24] ได้วิจัยเรื่อง การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในประเทศไทยระยะที่ 2 งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขป การประเมินศักยภาพของส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (adder) ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและลดแก๊สเรื่อนกระจก ซึ่งได้หาค่าส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ระยะคืนเงินกู้ใน 5 ปี และ 10 ปี พบว่า ส่วนเพิ่มที่ระยะเงินกู้ใน 5 ปี และ 10 ปี ที่ต้นทุนระบบ 150 บาท/W มีค่า 23.09 และ 15.99 บาท/kWh ตามลำดับ และต้นทุนระบบผลิต 250 บาท/W มีค่า 40.59 และ 28.14 บาท/kWh ตามลำดับ โดยราคารับซื้อไฟฟ้าอยู่ 2.41 บาท/kWh

Coughlin and Cory [25] ได้วิจัยเรื่อง การเงินสำหรับไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในการปรับใช้ภาคที่อยู่อาศัยในประเทศสหรัฐอเมริกา งานวิจัยดังกล่าวมีข้อสรุปโดยสังเขป เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการเงินสำหรับนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาบ้านในรัฐต่าง ๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีโมเดลทางการเงินใหม่ๆ คือ 1) โมเดลบุคคลที่สามในการจัดการ รับซื้อไฟฟ้าจากเจ้าของบ้านและอำนวยความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบและแบ่งผลประโยชน์จากการไฟฟ้าร่วมกับเจ้าของบ้าน 2) ภาษีทรัพย์สินโมเดล โดยสนับสนุนทางการเงินระยะยาวสำหรับเจ้าของบ้านและอำนวยความสะดวกในทรัพย์สินของระบบเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อบ้านหลังนั้นถูกขาย 3) โมเดลสร้างรายได้จากใบรับรองพลังงานหมุนเวียน และยับมีนโยบายอย่างอื่น เช่นการส่งเสริมให้ชุมชนร่วมกันผลิตไฟฟ้า และในรายงานวิจัยนี้ยังได้แสดงข้อมูลของเจ้าของบ้านและโนบายทางการเงินที่สำคัญต่าง ๆ ที่ผลักดันให้การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั่งบนหลังคาบ้านพักอาศัยเจริญเติบโตได้ในสหรัฐอเมริกา