SRREN

รายงานพิเศษว่าด้วยแหล่งพลังงานทดแทนและการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
คณะทำงานกลุ่มที่ 3การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
รายงานพิเศษว่าด้วยแหล่งพลังงานทดแทนและการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ฉบับล่าสุด

บทสรุปสำหรับผู้กำหนดนโยบาย

บทสรุปสำหรับผู้กำหนดนโยบายฉบับนี้ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการ ณ การประชุมคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สมัยที่ 11
วันที่ 5-8 พฤษภาคม ค.ศ. 2011 ณ กรุงอาบูดาบี ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรสต์

บทสรุปสำหรับผู้กำหนดนโยบาย

ผู้ประสานงานผู้เขียนรายงาน
OttmarEdenhofer (เยอรมัน), Ramon Pichs-Madruga (คิวบา), YoubaSokona (เอธิโอเปีย/มาลี), Kristin Seyboth(เยอรมนี/สหรัฐอเมริกา)

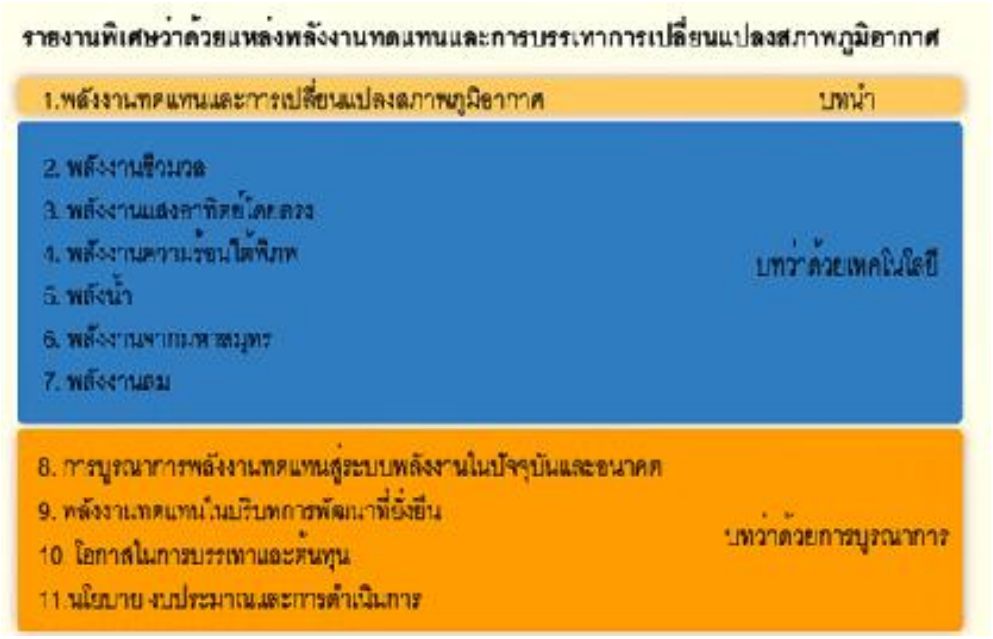
ผู้เขียนรายงานหลัก
Dan Arvizu (สหรัฐอเมริกา), Thomas Bruckner (เยอรมนี), John Christensen (เดนมาร์ก), Helena Chum (สหรัฐอเมริกา/บราซิล)Jean-Michel Devernay (ฝรั่งเศส), Andre Faaij (เนเธอแลนด์), Manfred Fischedick (เยอรมนี), BarryGoldstein (ออสเตรเลีย), Gerrit Hansen (เยอรมนี), John Huckerby (นิวซีแลนด์), ArnulfJäger-Waldau(อิตาลี/เยอรมนี), Susanne Kadner (เยอรมนี), Daniel Kammen (สหรัฐอเมริกา), Volker Krey (ออสเตรีย/เยอรมนี), ArunKumar (อินเดีย), Anthony Lewis (ไอร์แลนด์), OswaldoLucon (บราซิล), Patrick Matschoss (เยอรมนี), LourdesMaurice (สหรัฐอเมริกา), Catherine Mitchell (อังกฤษ), William Moomaw (สหรัฐอเมริกา), José Moreira (บราซิล), AlainNadai (ฝรั่งเศส), Lars J. Nilsson (สวีเดน), John Nyboer (แคนาดา), AtiqRahman (บังคลาเทศ), JayantSathaye (สหรัฐอเมริกา), Janet Sawin (สหรัฐอเมริกา), Roberto Schaeffer (บราซิล), TormodSchei (นอร์เวย์), Steffen Schlömer (เยอรมนี),Ralph Sims (นิวซีแลนด์), Christoph von Stechow (เยอรมนี), AvielVerbruggen (เบลเยียม), Kevin Urama(เคนย่า/ไนจีเรีย), Ryan Wiser (สหรัฐอเมริกา), Francis Yamba (แซมเบีย), TimmZwickel (เยอรมนี)

ผู้ให้คำปรึกพิเศษ
Jeffrey Logan (สหรัฐอเมริกา)

การอ้างอิงถึงบทนี้ ได้แก่
IPCC, 2011: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and ClimateChange Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T.Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press,Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

1. บทนำ

รายงานพิเศษว่าด้วยแหล่งพลังงานทดแทนและการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (SRREN) โดยคณะทำงานกลุ่มที่ 3 นำเสนอผลการประเมินงานวิจัยและแนวทางทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมในการใช้พลังงานทดแทน 6 แหล่งเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยรายงานฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนโยบายแก่รัฐบาล กระบวนการขององค์กรระหว่างรัฐบาลและกลุ่มที่เกี่ยวข้องต่างๆ ซึ่งบทสรุปสำหรับผู้กำหนดนโยบายจะให้ภาพรวมของรายงานพิเศษ SRREN และบทสรุปการค้นพบที่สำคัญ รายงานพิเศษ SRREN ประกอบด้วยเนื้อหา 11 บท เนื้อหาของบทที่ 1 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับพลังงานทดแทนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บทที่ 2 ถึง 7 กล่าวถึงข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจาก 6 แหล่งส่วนบทที่ 8 ถึง 11 กล่าวถึงประเด็นด้านการบูรณาการ (ดูรูปที่ SPM.1)



ภาพ SPM.1 | โครงสร้างของรายงานพิเศษว่าด้วยแหล่งพลังงานทดแทนและการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [ภาพที่ 1.1, 1.1.2]

การอ้างอิงถึงบทและหมวดต่างๆ จะระบุไว้ด้วยหมายเลขของบทและหมวดที่เกี่ยวข้องในวงเล็บใหญ่ คำอธิบายถึงคำศัพท์ คำย่อและสัญลักษณ์ทางเคมีที่ใช้ในบทสรุปสำหรับผู้กำหนดนโยบาย (SPM) นี้สามารถดูได้จากอภิธานศัพท์ของ SRREN (ภาคผนวกที่ 1) อนุสัญญาและวิธีการในการกำหนดต้นทุน พลังงานขั้นต้น และหัวข้อการวิเคราะห์อื่นๆ สามารถดูได้จากภาคผนวกที่ 2 และ 3 ทั้งนี้ รายงานฉบับนี้สื่อสารถึงความไม่แน่นอนของประเด็นที่เกี่ยวข้อง[1]

[1]รายงานฉบับนี้รายงานถึงความไม่แน่นอน โดยการแสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่างๆ และโดยการนำเสนอเชิงปริมาณถึงช่วงต้นทุนต่างๆ รวมทั้งช่วงของผลลัพธ์จากภาพจำลอง เป็นต้น ทั้งนี้ รายงานฉบับนี้ไม่ได้ใช้แบบแผนของการนิยามความไม่แน่นอนของ IPCC เนื่องจากในช่วงเวลาของการรับรองรายงานนั้น แนวทางว่าด้วยความไม่แน่นอนของ IPCC ยังอยู่ในกระบวนการปรับปรุง

2. พลังงานทดแทนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ความต้องการด้านพลังงานและการบริการที่เกี่ยวข้องเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาด้านสังคมและเศรษฐกิจ และเพื่อปรับปรุงสวัสดิการและสุขภาพของมนุษย์นั้นกำลังเพิ่มสูงขึ้น สังคมทุกแห่งต่างต้องการการบริการด้านพลังงานเพื่อตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ (กล่าวคือ ความสว่าง การทำอาหาร ความสะดวกสบายของพื้นที่ การเดินทางและการสื่อสาร) และเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต [1.1.1, 9.3.2] ประมาณการว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1850 การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมันและแก๊ส) ของโลกเพิ่มสูงขึ้นกว่าการจัดหาพลังงาน ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มสูงขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ภาพที่ 1.6)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) เป็นผลมาจากการให้บริการพลังงานซึ่งส่งผลต่อความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นจากอดีตอย่างมีนัยสำคัญ รายงานการประเมินของหน่วยงานระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ฉบับที่ 4 (AR4) สรุปว่า “อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างสังเกตได้ตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 20 นั้นส่วนใหญ่[2]เป็นผลมาจากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด”

ข้อมูลล่าสุดยืนยันว่า การอุปโภคเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นสาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ทั่วโลก[3] การปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพิ่มสูงกว่า 390 ppm หรือเพิ่มขึ้น 39 เปอร์เซ็นต์จากยุคก่อนอุตสาหกรรม เมื่อสิ้นสุดปี ค.ศ. 2010 [1.1.1, 1.1.3]

มีทางเลือกหลายประการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบพลังงาน ขณะเดียวกันก็ยังสามารถตอบสนองความต้องการของโลกต่อการบริการพลังงาน [1.1.3, 10.1] ซึ่งส่วนหนึ่งของทางเลือกเหล่านี้ ได้แก่ การอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้พลังงานทดแทน ใช้พลังงานนิวเคลียร์และการกักเก็บและดักจับคาร์บอน (CCS) ได้มีการประเมินไว้ในรายงานการประเมิน AR4 ทั้งนี้ การติดตามมาตรการทางเลือกในการบรรเทาอย่างครอบคลุมรอบด้านจะเกี่ยวข้องกับการประเมินศักยภาพของการบรรเทารวมทั้งคุณประโยชน์ของการบรรเทาต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และจะเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงและต้นทุน [1.1.6] รายงานฉบับนี้จะมุ่งไปที่บทบาทซึ่งการปรับใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนสามารถดำเนินการได้ภายในมาตรการทางเลือกในการบรรเทา

นอกจากจะมีศักยภาพอันใหญ่หลวงในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว พลังงานทดแทนยังให้ประโยชน์ในวงกว้าง หากมีการใช้อย่างเหมาะสม พลังงานทดแทนจะส่งผลต่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ การเข้าถึงพลังงาน ความมั่นคงในการจัดหาพลังงาน รวมทั้งสามารถลดผลกระทบด้านลบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพ [9.2, 9.3]

ภายใต้ทุกสถานการณ์ การเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนในพลังงานผสมผสานจะต้องอาศัยนโยบายเพื่อกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงในระบบพลังงาน การปรับใช้เทคโนโลยีทดแทนกำลังเพิ่มขึ้นอย่าง

---

[2]ตามภาษาการสื่อสารถึงความไม่แน่นอนอย่างเป็นทางการในรายงานการวิเคราะห์ AR4 คำว่า ‘มีโอกาสสูง’ หมายถึงการประเมินว่ามีโอกาสมากกว่า>90 เปอร์เซ็นต์ที่จะเกิดขึ้น

[3]ผลจากก๊าซเรือนกระจกที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ส่วนบุคคลสู่การปล่อยก๊าซทั้งหมดใน ปี ค.ศ. 2004 ตามที่รายงานในรายงานการประเมิน AR4 ระบุว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามาจาก: คาร์บอนไดออกไซด์จากฟอสซิล (56.6 เปอร์เซ็นต์) คาร์บอนไดออกไซด์จากการตัดไม้ทำลายป่า ความเสื่อมโทรมของชีวมวล (17.3 เปอร์เซ็นต์) คาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งอื่นๆ (2.8 เปอร์เซ็นต์) มีเทน (14.3 เปอร์เซ็นต์) ไนตรัสออกไซด์ (7.9 เปอร์เซ็นต์) และก๊าซฟลูออริเนต (1.1 เปอร์เซ็นต์) [ภาพ 1.1b, AR4, WG III, บทที่ 1. สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับหมวดการปล่อยก๊าซ รวมทั้งภาคป่าไม้ สามารถดูได้จากภาพที่ 1.3b และเชิงอรรถที่เกี่ยวข้อง]

รวดเร็วในปีที่ผ่านมา และคาดว่า สัดส่วนของพลังงานทดแทนกำลังเพิ่มขึ้นอย่างยั่งยืนภายใต้ภาพจำลองการบรรเทาที่ตั้งเป้าไว้สูง[1.1.5, 10.2] นโยบายเพิ่มเติมเพื่อดึงดูดความสนใจในการลงทุนด้านเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน มีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น [11.4.3, 11.5, 11.6.1, 11.7.5]

3. เทคโนโลยีและตลาดของพลังงานทดแทน

พลังงานทดแทนประกอบด้วยเทคโนโลยีที่หลากหลาย (กรอบ SPM.1) เทคโนโลยีประเภทต่างๆ สามารถจ่ายไฟฟ้า พลังงานความร้อนและพลังงานกล รวมทั้งผลิตเชื้อเพลิงซึ่งสามารถสนองต่อความต้องการพลังงานต่างๆ [1.2] เทคโนโลยีพลังงานทดแทนบางประการสามารถปรับใช้ในจุดใช้งาน (กระจายศูนย์) ในสภาพแวดล้อมในชนบทและในเมือง ขณะที่ระบบอื่นๆ จะใช้งานเบื้องต้นภายในเครือข่ายพลังงานขนาดใหญ่ (รวมศูนย์)[1.2, 8.2, 8.3, 9.3.2] แม้ว่าตัวเลขการเติบโตของพลังงานทดแทนจะมีพัฒนาการทางเทคโนโลยีและกำลังถูกปรับใช้ในระดับที่มีนัยสำคัญ เทคโนโลยีอื่นๆ อยู่ในขั้นเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีและการใช้เชิงพาณิชย์หรือตอบสนองต่อกลุ่มตลาดเฉพาะพิเศษ [1.2] พลังงานที่ปล่อยออกมาจากเทคโนโลยีพลังงานทดแทนอาจจะ (i) มีความหลากหลายและในบางระดับ ไม่สามารถคาดการณ์ได้ในช่วงเวลาที่แตกต่าง (จากนาทีถึงปี) (ii) มีความหลากหลายแต่คาดการณ์ได้ (iii) มีความคงที่หรือ (iv) ควบคุมได้ [8.2, 8.3]

กรอบSPM.1 | การพิจารณาแหล่งและเทคโนโลยีของพลังงานทดแทนในรายงานนี้

พลังงานชีวมวล สามารถผลิตพลังงานชีวมวลได้จากวัตถุดิบชีวมวล ซึ่งประกอบด้วยสิ่งเหลือใช้จากภาคป่าไม้ การเกษตรและปศุสัตว์ การปลูกป่าหมุนเวียนระยะสั้น พืชพลังงาน องค์ประกอบอินทรีย์ของขยะชุมชน ไอน้ำจากสารอินทรีย์อื่นๆ ด้วยกระบวนการที่หลากหลาย วัตถุดิบเหล่านี้จะสามารถใช้ในการผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน หรือสามารถใช้ผลิตเชื้อเพลิงที่เป็นแก๊ซ ของเหลวและที่เป็นของแข็งโดยตรง ช่วงเทคโนโลยีพลังงานชีวมวลมีความกว้างและพัฒนาการทางเทคนิคแตกต่างกันไปอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างเทคโนโลยีที่เป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์มีทั้งหม้อไอน้ำขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ระบบความร้อนแบบอัดเป็นแท่งในครัวเรือนและผลิตภัณฑ์เอทานอลจากอ้อยและแป้ง พลังงานชีวมวลขั้นสูงซึ่งผสมผสานกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมกังหันก๊าซและเชื้อเพลิงขนส่งที่มาจากการแตกย่อยสลายวัสดุลิกโนเซลลูโลสเป็นตัวอย่างของเทคโนโลยีซึ่งอยู่ในขั้นก่อนการจำหน่ายในตลาด ขณะที่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นของเหลวจากสาหร่ายและแนวทางการแปรรูปทางชีวภาพบางประการยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลมีการใช้งานในพื้นที่รวมศูนย์และกระจายศูนย์ ด้วยการใช้ชีวมวลแบบดั้งเดิมในประเทศกำลังพัฒนาได้มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน [4]คุณลักษณะของพลังงานชีวมวลจะมีความคงที่และสามารถควบคุมการปล่อยพลังงานได้ โครงการพลังงานชีวมวลจะขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ในการจ่ายเชื้อเพลิงในท้องถิ่นและภูมิภาค หากแต่การพัฒนาในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าพลังงานชีวมวลที่เป็นของแข็งและเชื้อเพลิงชีวมวลที่เป็นของเหลวนั้นกำลังซื้อขายกันเพิ่มขึ้นในระดับระหว่างประเทศ[1.2, 2.1, 2.3, 2.6, 8.2, 8.3]

แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีพลังงานใช้ประโยชน์จากพลังงานของรังสีแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าซึ่งใช้แผงรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ (PV) และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (CSP) เพื่อผลิตพลังงานความร้อน (ความร้อนหรือความเย็น ทั้งผ่านการผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติและการผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการแสงสว่าง และความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงซึ่ง

[4]พลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิมถูกกำหนดโดยองค์กรระหว่างประเทศด้านพลังงาน ในฐานะการอุปโภคพลังงานชีวมวลในภาคครัวเรือนในประเทศกำลังพัฒนา และตามที่อ้างในการใช้ไม้แบบไม่ยั่งยืน ใช้ถ่านใช้ สิ่งที่เหลือใช้จากการเกษตร และมูลสัตว์ในการปรุงอาหารหรือความร้อน ส่วนการใช้พลังงานชีวมวลอื่นๆ จะนิยามว่าเป็นการใช้พลังงานชีวมวลแบบสมัยใหม่ [ภาคผนวก]

จะใช้กับการขนส่งและกับวัตถุประสงค์อื่นๆ การพัฒนาเทคโนโลยีการใช้แสงอาทิตย์มีช่วงตั้งแต่การวิจัยและการพัฒนา (คือ เชื้อเพลิงที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์) จนถึงการพัฒนาพลังงานที่เกี่ยวข้อง (เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์) ไปจนถึงพัฒนาการ (เช่น การผลิตความร้อนจากแสงอาทิตย์ทั้ง การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ และการผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ และเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากซิลิคอนที่เป็นผลึก(wafer-based silicon PV)) ซึ่งเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้แม้ไม่ทั้งหมดเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ และทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งระบบพลังงานแบบรวมศูนย์และกระจายศูนย์ พลังงานแสงอาทิตย์มีความหลากหลายและ ในความเข้มข้นบางค่านั้น ไม่สามารถคาดการณ์ได้ แม้ว่าข้อมูลอุณหภูมิของการส่งพลังงานแสงอาทิตย์ในบางสถานการณ์มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับความต้องการพลังงาน การเก็บพลังงานความร้อนจะให้ทางเลือกในการพัฒนาการควบคุมการส่งออกพลังงานสำหรับเทคโนโลยีบางประการ เช่น เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (CSP) และการทำความร้อนจากแสงอาทิตย์ [1.2, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7, 8.2, 8.3]

พลังงานความร้อนใต้พิภพ ใช้ประโยชน์จากการเข้าถึงพลังงานความร้อนจากใต้ผิวโลก ความร้อนจะถูกสกัดจากที่กักเก็บใต้พิภพโดยการใช้ปล่องหรือวิธีการอื่นๆ ที่กักเก็บซึ่งมีความร้อนและสามารถซึมผ่านได้พอเพียงตามธรรมชาติจะเรียกว่า แอ่งน้ำร้อน ในทางตรงข้าม ที่กักเก็บซึ่งมีความร้อนเพียงพอ แต่จะต้องกระตุ้นด้วยการใช้น้ำในการขับเคลื่อนจะเรียกว่า ระบบ enhanced geothermalsystems (EGS) ซึ่งในที่พื้นผิว ของเหลวจากอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะสามารถนำมาใช้ในการจ่ายไฟฟ้าหรือนำไปใช้กับการใช้งานที่ต้องอาศัยพลังงานความร้อน รวมทั้งการทำความร้อนแบบ district heating หรือการใช้ความร้อนอุณหภูมิต่ำหรือในการทำความเย็น (cooling applications) โรงงานไฟฟ้าพลังน้ำร้อน (Hydrothermal power plants) และการทำความร้อน (thermal applications) ของพลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นเทคโนโลยีที่มีพัฒนาการขณะเดียวกัน โครงการ enhanced geothermalsystems -EGS กำลังอยู่ในระหว่างการสาธิตและนำร่อง รวมทั้งดำเนินการวิจัยและพัฒนา เมื่อมีการใช้จ่ายกระแสไฟฟ้า คุณลักษณะของโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพจะส่งออกพลังงานที่มีความแน่นอน [1.2, 4.1, 4.3, 8.2, 8.3]

พลังน้ำ ใช้ประโยชน์จากพลังงานของการเคลื่อนตัวของน้ำจากที่สูงสู่ที่ต่ำเพื่อปั่นกระแสไฟฟ้า โครงการพลังน้ำแวดล้อมด้วยโครงการเขื่อนซึ่งมีที่เก็บน้ำ มีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปีและโครงการ in-stream projects และครอบคลุมถึงความต่อเนื่องของขนาดโครงการ ความหลากหลายเหล่านี้ส่งผลให้พลังน้ำมีศักยภาพที่จะตอบสนองต่อความต้องการของเมืองแบบรวมศูนย์ขนาดใหญ่ รวมทั้งความต้องการในชนบทซึ่งกระจายศูนย์การผลิต เทคโนโลยีพลังน้ำมีการพัฒนาการ โครงการพลังน้ำใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่หลากหลายแบบชั่วคราว อย่างไรก็ตาม การควบคุมการส่งพลังงานโดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำซึ่งมีที่กักเก็บน้ำนั้นสามารถตอบสนองความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงสุดและช่วยรักษาสมดุลของระบบไฟฟ้าซึ่งมีการจ่ายพลังงานทดแทนในปริมาณมาก การดำเนินการที่กักเก็บพลังน้ำมักสะท้อนถึงการใช้งานที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น น้ำดื่ม การชลประทาน การควบคุมน้ำท่วมและภัยแล้ง และการเดินเรือรวมทั้งการจ่ายพลังงาน [1.2,5.1, 5.3, 5.5, 5.10, 8.2]

พลังงานจากมหาสมุทร เป็นผลมาจากศักยภาพเชิงกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว ความร้อนและพลังงานเคมีของน้ำทะเล ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปไปสู่การจ่ายกระแสไฟฟ้า พลังงานความร้อน หรือน้ำที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค ความหลากหลายของเทคโนโลยีที่เป็นไปได้เช่น กำแพงกักน้ำขึ้นน้ำลง กังหันใต้น้ำ สำหรับการหมุนเวียนคลื่นและมหาสมุทร เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการแปรรูปพลังงานความร้อนของมหาสมุทร และความหลากหลายของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมพลังงานของคลื่นและระดับความเค็ม เทคโนโลยีมหาสมุทร ยกเว้นกำแพงกักน้ำขึ้นน้ำลง ยังอยู่ในระหว่างการสาธิตและเป็นโครงการนำร่องและยังคงต้องการการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติม เทคโนโลยีบางอย่างมีการส่งออกพลังงานหลากหลายในระดับการ

คาดการณ์ที่แตกต่างกัน (เช่น คลื่น ช่วงน้ำขึ้นน้ำลงและการไหลเวียน) ขณะที่เทคโนโลยีอื่นๆ อาจจะมีความคงที่หรือแม้แต่ดำเนินการควบคุมได้ (เช่น ความร้อนของมหาสมุทรและระดับความเค็ม) [1.2, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.6, 8.2]

พลังงานลมเป็นการควบคุมพลังงานจลน์ของการเคลื่อนไหวของอากาศ การประยุกต์ใช้เบื้องต้นซึ่งเกี่ยวข้องกับการบรรเทาสภาพภูมิอากาศนั้นเพื่อผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ (บนชายฝั่ง) หรือในทะเล หรือแม่น้ำ (นอกชายฝั่ง) เทคโนโลยีพลังงานลมบนชายฝั่งได้มีการผลิตขึ้นและใช้งานขนาดใหญ่ ส่วนเทคโนโลยีพลังงานลมนอกชายฝั่งมีศักยภาพสูงที่จะเกิดความก้าวหน้าทางเทคนิคอย่างต่อเนื่อง ไฟฟ้าจากพลังงานลมมีความแปรปรวนและในบางระดับนั้น ไม่สามารถคาดการณ์ได้ แต่จากประสบการณ์และการศึกษาข้อมูลจากภูมิภาคต่างๆ ได้แสดงให้เห็นว่า การผสมผสานพลังงานลมนั้น โดยทั่วไปแล้ว ไม่ได้เป็นสาเหตุของอุปสรรคทางเทคนิคที่ไม่สามารถเอาชนะได้ [1.2, 7.1, 7.3, 7.5,7.7, 8.2]

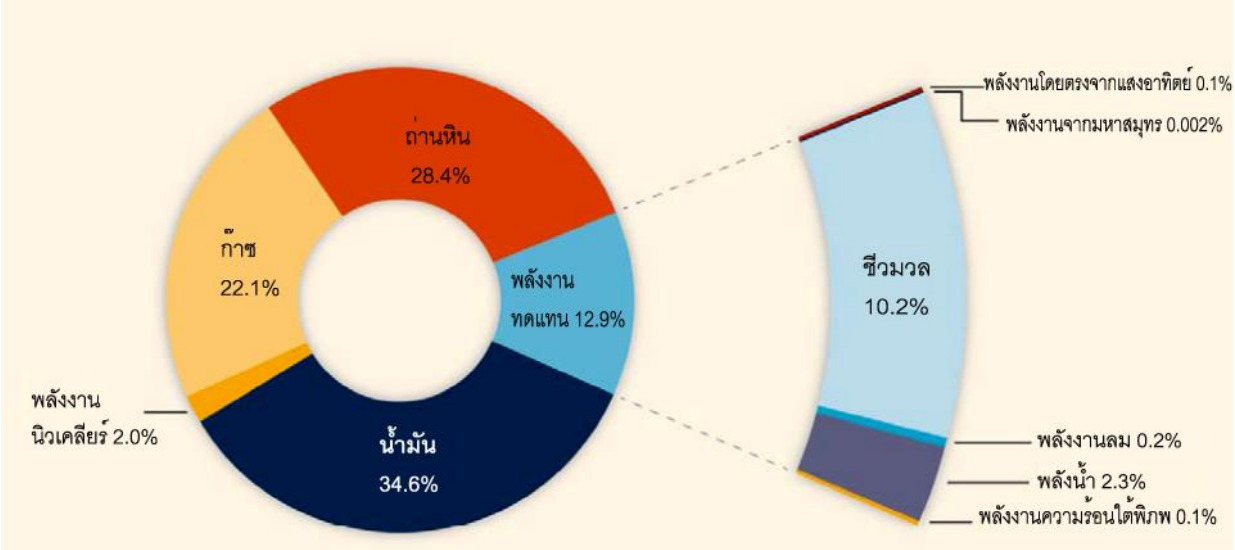
ในระดับโลกนั้น มีการประเมินว่า พลังงานทดแทนมีสัดส่วน 12.9% ของ 492 Exajoules (EJ) ทั้งหมด[5] ของการจ่ายพลังงานขั้นต้นใน ปี ค.ศ. 2008 (กรอบ SPM.2 และภาพ SPM.2) แหล่งผลิตพลังงานทดแทนรายใหญ่ได้แก่พลังงานชีวมวล (10.2%) ซึ่งมีการใช้พลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิมเป็นหลัก (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์) ในการปรุงอาหารและการใช้ความร้อนในประเทศกำลังพัฒนาแต่ก็มีการใช้พลังงานชีวมวลแบบสมัยใหม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน[6] มีการใช้พลังน้ำ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มีการใช้แหล่งพลังงานทดแทน 0.4 เปอร์เซ็นต์ [1.1.5] ในปี ค.ศ. 2008 มีการใช้พลังงานทดแทนประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ของการจ่ายกระแสไฟฟ้าของโลก (พลังน้ำ 16 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานทดแทนอื่นๆ 3 เปอร์เซ็นต์) และมีการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ 2 เปอร์เซ็นต์ของการจ่ายเชื้อเพลิงการขนส่งทางบก การใช้พลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิม (17 เปอร์เซ็นต์) การใช้พลังงานชีวมวลแบบสมัยใหม่ (8 เปอร์เซ็นต์) การใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์และพลังงานความร้อนใต้พิภพ (2 เปอร์เซ็นต์) พร้อมด้วยการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 27 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการความร้อนของโลก คุณูปการของพลังงานทดแทนในการจ่ายพลังงานขั้นต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามประเทศและภูมิภาค [1.1.5, 1.3.1, 8.1]

กรอบ SPM.2 | การคำนวณพลังงานขั้นต้นใน SRREN

ยังไม่มีวิธีการคำนวณแบบเดียวหรือวิธีการทางบัญชีที่ชัดเจนในการคำนวณพลังงานเบื้องต้นจากแหล่งพลังงานที่ไม่เผาไหม้ เช่น แหล่งพลังงานทดแทนที่ไม่เผาไหม้และพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งนี้ SRREN ได้ปรับใช้วิธีการ ‘สมมูลโดยตรง’ ในการคำนวณการจ่ายพลังงานขั้นต้น ในวิธีการนี้ เชื้อเพลิงฟอสซิลและพลังงานชีวมวลจะถูกคำนวณบนฐานของค่าความร้อนขณะที่แหล่งพลังงานที่ไม่เผาไหม้รวมถึงพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานทดแทนที่ไม่เผาไหม้จะถูกคำนวณบนฐานของพลังงานแปรรูปที่พลังงานดังกล่าวผลิตออกมา การคำนวณเช่นนี้จะนำไปสู่ความเข้าใจต่อประโยชน์ของพลังงานทดแทนที่ไม่เผาไหม้และพลังงานนิวเคลียร์โดยเปรียบเทียบกับพลังงานชีวมวลและเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยระดับประมาณที่ 1.2 ถึง 3 การเลือกวิธีการคำนวณส่งผลกระทบต่อสัดส่วนที่แตกต่างกันของพลังงานแต่ละตัวเช่นกัน ในการเปรียบเทียบข้อมูลและตัวเลขที่นำเสนอใน SRREN ระหว่างเชื้อเพลิงฟอสซิลและพลังงานชีวมวลในด้านหนึ่ง และพลังงานทดแทนที่ไม่เผาไหม้กับพลังงานนิวเคลียร์ในอีกด้านหนึ่งนั้นสะท้อนถึงวิธีการคำนวณนี้ [1.1.9, ภาคผนวก 2.4]

[5] 1 Exajoule = 1018 joules = 23.88 ล้านของสมดุลน้ำมัน (Mtoe)

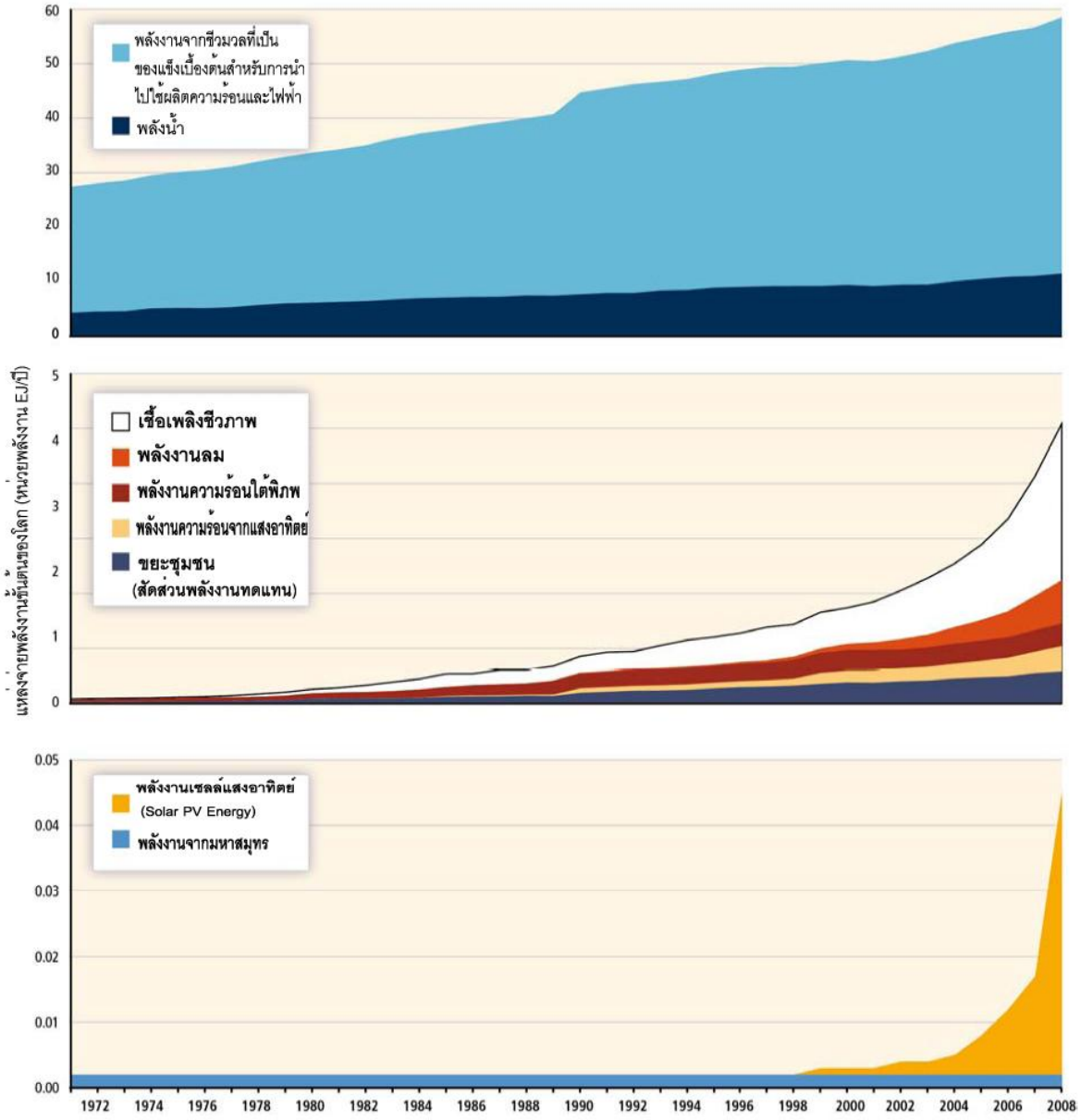
[6] นอกเหนือจากสัดส่วนการใช้พลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิม 60 เปอร์เซ็นต์นี้ ยังมีการใช้พลังงานชีวมวลซึ่งประเมินว่าอยู่ในปริมาณ 20 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่ได้รายงานอยู่ในฐานข้อมูลพลังงานขั้นต้นของรัฐ เช่น การใช้มูลสัตว์ การใช้ผลิตภัณฑ์จากถ่านที่นับไม่ได้ การตัดไม้ที่ผิดกฎหมาย การเก็บฟืนและการใช้สิ่งเหลือใช้จากการเกษตร [2.1, 2.5]



ภาพ SPM.2 | สัดส่วนของแหล่งพลังงานในการจ่ายพลังงานขั้นต้นของโลกในปี ค.ศ. 2008 (492 EJ) พลังงานชีวมวลสมัยใหม่มีสัดส่วน 38 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานชีวมวลทั้งหมด [ภาพ 1.10, 1.1.5]
หมายเหตุ: ข้อมูลพื้นฐานของตัวเลขถูกแปรค่าเป็นวิธีการ 'สมมูลโดยตรง' ในการคำนวณการจ่ายพลังงานขั้นต้น [กรอบ SPM.2, 1.1.9 ภาคผนวก2.4]

การใช้พลังงานทดแทนได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปีที่ผ่านมา (ภาพ SPM.3) นโยบายต่างๆ ของรัฐบาล การลดต้นทุนของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนต่างๆ การเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลงฟอสซิล และความต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นและปัจจัยต่างๆ ซึ่งกระตุ้นการใช้พลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง [1.1.5, 9.3, 10.5, 11.2, 11.3] แม้ว่าจะมีความท้าทายทางเศรษฐกิจของโลก ศักยภาพของพลังงานทดแทนยังคงเติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในปี ค.ศ. 2009 เปรียบเทียบกับศักยภาพที่ได้สะสมจากปีที่ผ่านมา ประกอบด้วย พลังงานลม (เพิ่มขึ้น 32 เปอร์เซ็นต์, เพิ่ม 38 กิกกะวัตต์ (GW)), พลังน้ำ (3 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม 31 กิกกะวัตต์), เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (grid-connected photovoltaics) (53 เปอร์เซ็นต์, เพิ่มขึ้น 7.5 กิกกะวัตต์ (GW)), พลังงานความร้อนใต้พิภพ (4 เปอร์เซ็นต์ เพิ่ม 0.4 กิกกะวัตต์ (GW)) และน้ำร้อน/ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (21 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้น 31 กิกกะวัตต์) ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวล 2 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการเชื้อเพลิงการขนส่งทางบกของโลกในปี ค.ศ. 2008 และเกือบจะถึง 3 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2009 ผลิตภัณฑ์เอทานอลประจำปีได้เพิ่มขึ้น 1.6 EJ (76 พันล้านลิตร) เมื่อสิ้นสุดปี ค.ศ. 2009 และไบโอดีเซลได้เพิ่มขึ้น 0.6 EJ (17 พันล้านลิตร) [1.1.5, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4, 7.4]

ในค่าประมาณ 300 กิกกะวัตต์ของศักยภาพการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นในระดับโลกภายในสองปีนี้ ในช่วงเวลาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2008 ถึง 2009 ซึ่งค่า 140 กิกกะวัตต์มาจากการเพิ่มพลังงานทดแทน โดยรวมแล้วประเทศกำลังพัฒนาใช้พลังงานทดแทนจากศักยภาพการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของโลกถึง 53 เปอร์เซ็นต์ [1.1.5] เมื่อสิ้นสุดปี ค.ศ. 2009 การใช้พลังงานทดแทนในตลาดของน้ำร้อน/ความร้อนรวมทั้งพลังงานชีวมวลสมัยใหม่ (270 กิกกะวัตต์)แสงอาทิตย์ (180 กิกกะวัตต์) และความร้อนจากพลังงานใต้พิภพ (60 กิกกะวัตต์) การใช้พลังงานทดแทนแบบกระจายศูนย์ (ไม่รวมพลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิม) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการพลังงานในชนบทระดับบ้านเรือนหรือหมู่บ้านที่เพิ่มขึ้น รวมถึงสถานีพลังงานน้ำ ทางเลือกพลังงานชีวมวลที่หลากหลาย แผงรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ ระบบลมและระบบผสมผสานซึ่งเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ [1.1.5, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4]



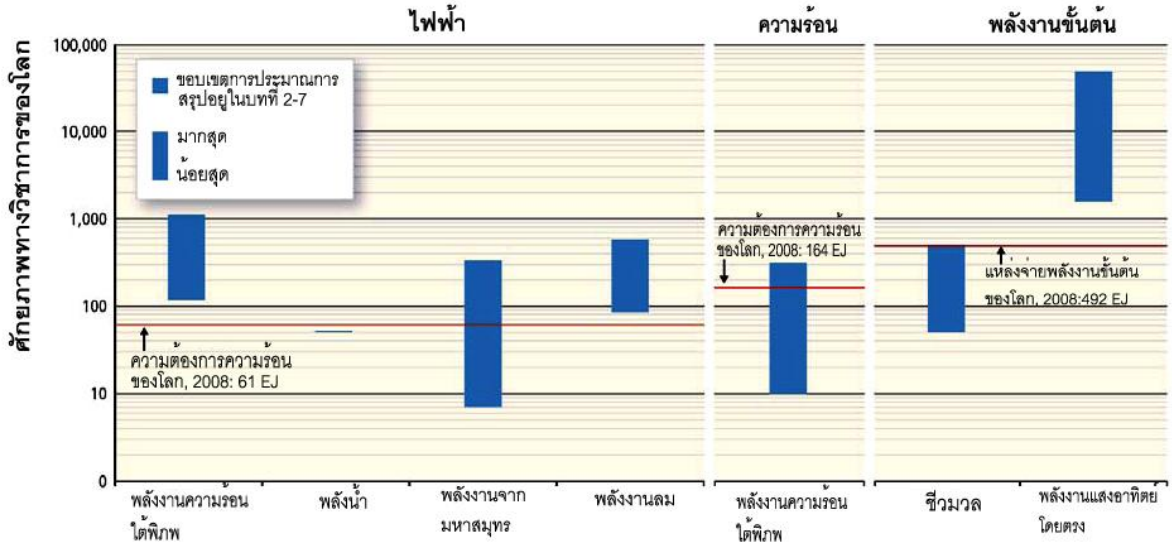
ภาพ SPM.3 | การพัฒนาที่ผ่านมาของการจ่ายพลังงานขั้นต้นของโลกจากพลังงานทดแทนในช่วงปี ค.ศ.1971 ถึง2008 [ภาพ 1.12, 1.1.5]

หมายเหตุ: การอ้างอิงเทคโนโลยีเพื่อแยกหน่วยต่างๆ ในแนวดิ่งเพื่อวัตถุประสงค์ของการจัดแสดงเท่านั้น ข้อมูลพื้นฐานของตัวเลขถูกแปรค่าเป็นวิธีการ 'สมมูลโดยตรง' ในการคำนวณการจ่ายพลังงานขั้นต้น [กรอบ SPM.2, 1.1.9 ภาคผนวก 2.4] เว้นเสียแต่ว่าเนื้อหาพลังงานของเชื้อเพลิงชีวภาพได้มีการรายงานในช่วงพลังงานแปรรูป (พลังงานชีวมวลขั้นต้นที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการสูญเสียจากการแปรรูปพลังงาน [2.3, 2.4]

ศักยภาพทางเทคนิคของโลก[7]ด้านแหล่งพลังงานทดแทนจะไม่จำกัดการเติบโตอย่างต่อเนื่องในการใช้พลังงานทดแทน การประเมินในช่วงกว้างจะมีอยู่ในข้อมูลศึกษาที่ผ่านมา ส่วนการศึกษาต่างๆ นั้นต่างมีการค้นพบที่สอดคล้องกันว่า ศักยภาพทางเทคนิคการระดับโลกทั้งหมดด้านแหล่งพลังงานทดแทนนั้นเพิ่มสูง

[7]การจำกัดความของศักยภาพทางเทคนิคนั้นมักจะแตกต่างกันไปตามการศึกษา คำว่า 'ศักยภาพทางเทคนิค' ที่ใช้ใน SRREN เป็นปริมาณของผลลัพธ์พลังงานทดแทนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสาธิตเทคโนโลยีนั้นหรือการใช้งาน ยังไม่มีการอ้างอิงที่ชัดเจนถึงต้นทุน อุปสรรคหรือนโยบาย ทั้งนี้ รายงานศักยภาพทางเทคนิคในข้อมูลและการประเมินในSRREN นั้น อย่างไรก็ตาม อาจจะต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดในการใช้งานและเมื่อมีความชัดเจน ข้อมูลดังกล่าวจะได้นำมาระบุอยู่ในรายงานพื้นฐาน [ภาคผนวก 1]

มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกว่าความต้องการพลังงานของโลก (ภาพ SPM.4) [1.2.2, 10.3, ภาคผนวก 2] ศักยภาพทางเทคนิคที่สูงที่สุดคือเทคนิคของพลังงานแสงอาทิตย์หากพิจารณาถึงแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ ทั้งนี้ ศักยภาพทางเทคนิคที่สำคัญอยู่ในแหล่งพลังงานทดแทนหกแหล่ง และมีโอกาสสำคัญตามที่รับรู้กันในการใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่มีอยู่ในปัจจุบัน [1.2.2, 2.2, 2.8, 3.2,4.2, 5.2, 6.2, 6.4, 7.2, 8.2, 8.3, 10.3] ในระยะยาวและในระดับการใช้ประโยชน์อย่างสูง อย่างไรก็ตาม ศักยภาพทางเทคนิคแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีพลังงานทดแทนบางประการ ปัจจัยต่างๆ เช่น ความกังวลถึงความยั่งยืน [9.3] การยอมรับจากสาธารณชน [9.5] การบูรณาการระบบและข้อจำกัดของโครงการสร้างพื้นฐาน [8.2] หรือปัจจัยทางเศรษฐกิจ [10.3] อาจจะจำกัดการประโยชน์ของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน



ขอบเขตการประมาณการศักยภาพทางวิชาการของโลก							
สูงสุด (ใน EJ/ปี)	1109	52	331	580	312	500	49837
ต่ำสุด (ใน EJ/ปี)	118	50	7	85	10	50	1575

ภาพ SPM.4 | ช่วงศักยภาพทางเทคนิคระดับโลกด้านแหล่งพลังงานทดแทนที่ได้รับจากการศึกษาซึ่งนำเสนอในบทที่ 2 ถึงบทที่ 7 ชีวมวลและแสงอาทิตย์ถูกจัดอยู่ในพลังงานขั้นต้นจากการใช้งานที่หลากหลาย ทั้งนี้ตัวเลขที่ได้แสดงไว้ใน logarithmic scale เกี่ยวข้องกับช่วงกว้างของข้อมูลที่มีการประเมิน [Figure 1.17, 1.2.3]

หมายเหตุ: ศักยภาพทางเทคนิคที่ได้รายงาน ณ ที่นี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพทั่วโลกทั้งหมดต่อการจ่ายพลังงานทดแทนรายปี และไม่ได้เป็นการลดศักยภาพใดๆ ที่ได้มีการใช้ประโยชน์แล้ว พึงคำนึงว่า สามารถใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในการทำความร้อน ขณะเดียวกัน ทรัพยากรชีวมวลและแสงอาทิตย์ได้รับการรายงานในแหล่งพลังงานขั้นต้นเท่านั้น แต่ยังสามารถประโยชน์ในการตอบสนองความต้องการบริการพลังงานต่างๆ ทั้งนี้ช่วงต่างๆ จะอยู่บนฐานของกระบวนการที่หลากหลายและการใช้ในอนาคตในปีต่างๆ ซึ่งช่วงของผลลัพธ์ที่ตามมาจะไม่ได้จำกัดอยู่ที่การเปรียบเทียบเทคโนโลยีทั้งหมด สำหรับข้อมูลเบื้องหลังภาพ SPM.4 และหมายเหตุเพิ่มเติมนั้น ให้ดูที่ภาคผนวกของบทที่ 1 ตาราง A.1.1 (รวมทั้งในบทสำคัญต่างๆ)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีผลกระทบต่อการจัดสรรขนาดและพื้นที่ของศักยภาพทางเทคนิคด้านแหล่งพลังงานทดแทน แต่การวิจัยถึงขนาดของผลกระทบที่จะเกิดขึ้งยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น เนื่องจากแหล่งพลังงานทดแทนในหลายกรณีนั้น จะขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกจะส่งผลต่อแหล่งทรัพยากรพลังงานทดแทน แม้ว่าธรรมชาติที่มีความแม่นยำและขนาดของผลกระทบเหล่านี้ยังไม่แน่นอน ศักยภาพทางเทคนิคในอนาคตสำหรับพลังงานชีวมวลอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านผลกระทบของผลิตภัณฑ์ชีวมวล เช่น สภาพของดินที่เปลี่ยนแปลง ฝนหรือหิมะหรือ

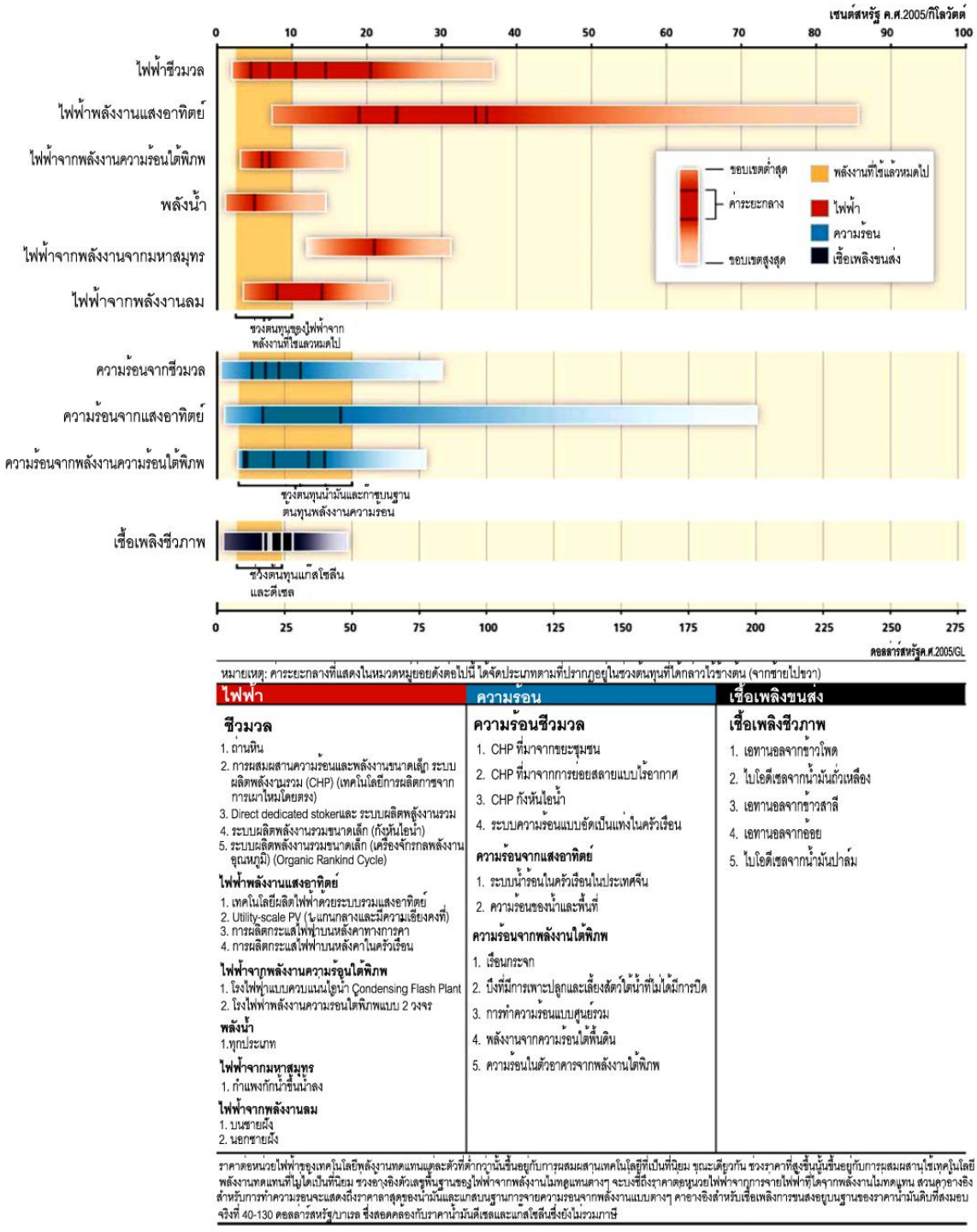
ลูกเห็บ การผลิตพืชไร่และปัจจัยอื่นๆ ผลกระทบโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียสในศักยภาพทางเทคนิคด้านพลังงานชีวมวลนั้น คาดว่าจะมีขนาดเล็กในระดับโลก อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างระดับภูมิภาคที่สำคัญจะสามารถคาดการณ์ได้และความไม่แน่นอนจะมีขนาดใหญ่และยากยิ่งขึ้นต่อการประเมิน เมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกพลังงานทดแทนอื่นๆ เนื่องจากจำนวนกลไกผลย้อนกลับที่เกี่ยวข้องที่มีปริมาณมาก [2.2, 2.6]

สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์นั้น แม้ว่าจะมีการคาดว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลต่อการกระจายและความแปรปรวนของเมฆปกคลุม ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ต่อศักยภาพทางเทคนิคคาดว่าอยู่ในระดับเล็กน้อย [3.2] สำหรับพลังน้ำนั้น ผลกระทบทั้งหมดในศักยภาพทางเทคนิคระดับโลกคาดว่าจะเป็นไปในทางบวก อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์แสดงให้ถึงโอกาสของความแปรปรวนที่สำคัญตลอดภูมิภาคและแม้แต่ในประเทศ [5.2] งานวิจัยในปัจจุบันนี้ได้เสนอแนะว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะไม่ส่งผลต่อศักยภาพทางเทคนิคระดับโลกสำหรับการพัฒนาพลังงานลม แต่คาดว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงด้านการกระจายทรัพยากรพลังงานลมในภูมิภาค [7.2] การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นไม่ได้คาดว่าจะส่งผลกระทบอย่างมีนับสำคัญต่อการกระจายขนาดและพื้นที่หรือทรัพยากรพลังงานจากมหาสมุทร [4.2, 6.2]

ราคาต่อหน่วยของพลังงาน[8] สำหรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในปัจจุบันเพิ่มสูงขึ้นกว่าราคาพลังงานที่มีอยู่แม้ว่า พลังงานทดแทนต่างๆ นั้นมีได้เปรียบด้านความประหยัด ระดับราคาต้นทุนของพลังงานสำหรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ได้มีการเลือกเชิงพาณิชย์นั้นมีช่วงกว้าง ขึ้นอยู่กับจำนวนของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่ได้จำกัดที่คุณลักษณะของเทคโนโลยี ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละภูมิภาคของราคาต้นทุนและการดำเนินการ และความแตกต่างของอัตราคิดลด (ภาพ SPM.5) [1.3.2, 2.3, 2.7, 3.8, 4.8, 5.8,6.7, 7.8, 10.5, ภาคผนวก 3] เทคโนโลยีพลังงานทดแทนบางอย่างมีการแข่งขันกันกว้างขวางกับราคาพลังงานในตลาดที่มีอยู่ เทคโนโลยีพลังงานทดแทนจำนวนมากสามารถให้บริการพลังงานที่แข่งขันได้ในสถานการณ์หนึ่งๆ ตัวอย่างเช่น ในภูมิภาคที่สถานการณ์ทรัพยกรเอื้ออำนวยหรือไม่มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการจ่ายพลังงานต้นทุนต่ำ ในแทบทุกภูมิภาคของโลก จะต้องมีมาตรการนโยบายเพื่อเป็นหลักประกันการใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรพลังงานทดแทนในทันที [2.3, 2.7, 3.8, 4.7, 5.8, 6.7, 7.8, 10.5]

การกำหนดค่าคงที่ของต้นทุนภายนอกของการจ่ายพลังงานจะเป็นการปรับปรุงความสามารถในการแข่งขันของพลังงานทดแทน ทำนองเดียวกันนี้ ยังสามารถกำหนดค่าคงที่หากราคาตลาดเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุผลอื่นๆ (ภาพ SPM.5) [10.6] ราคาต้นทุนของพลังงานสำหรับเทคโนโลยีไม่ได้เป็นการกำหนดคุณค่าหรือความสามารถในการแข่งขันของเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว ความน่าสนใจของทางเลือกในการจ่ายพลังงานเฉพาะขึ้นอยู่กับเศรษฐกิจที่กว้างขึ้นรวมทั้งแนวทางสิ่งแวดล้อมและสังคม และคุณประโยชน์ที่เทคโนโลยีได้ตอบสนองต่อการบริการพลังงาน (เช่น ความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงสุด) หรือการกำหนดรูปแบบของต้นทุนเสริม (ancillary costs) ด้านระบบพลังงาน (เช่น ต้นทุนในการผสมผสาน) [8.2, 9.3, 10.6]

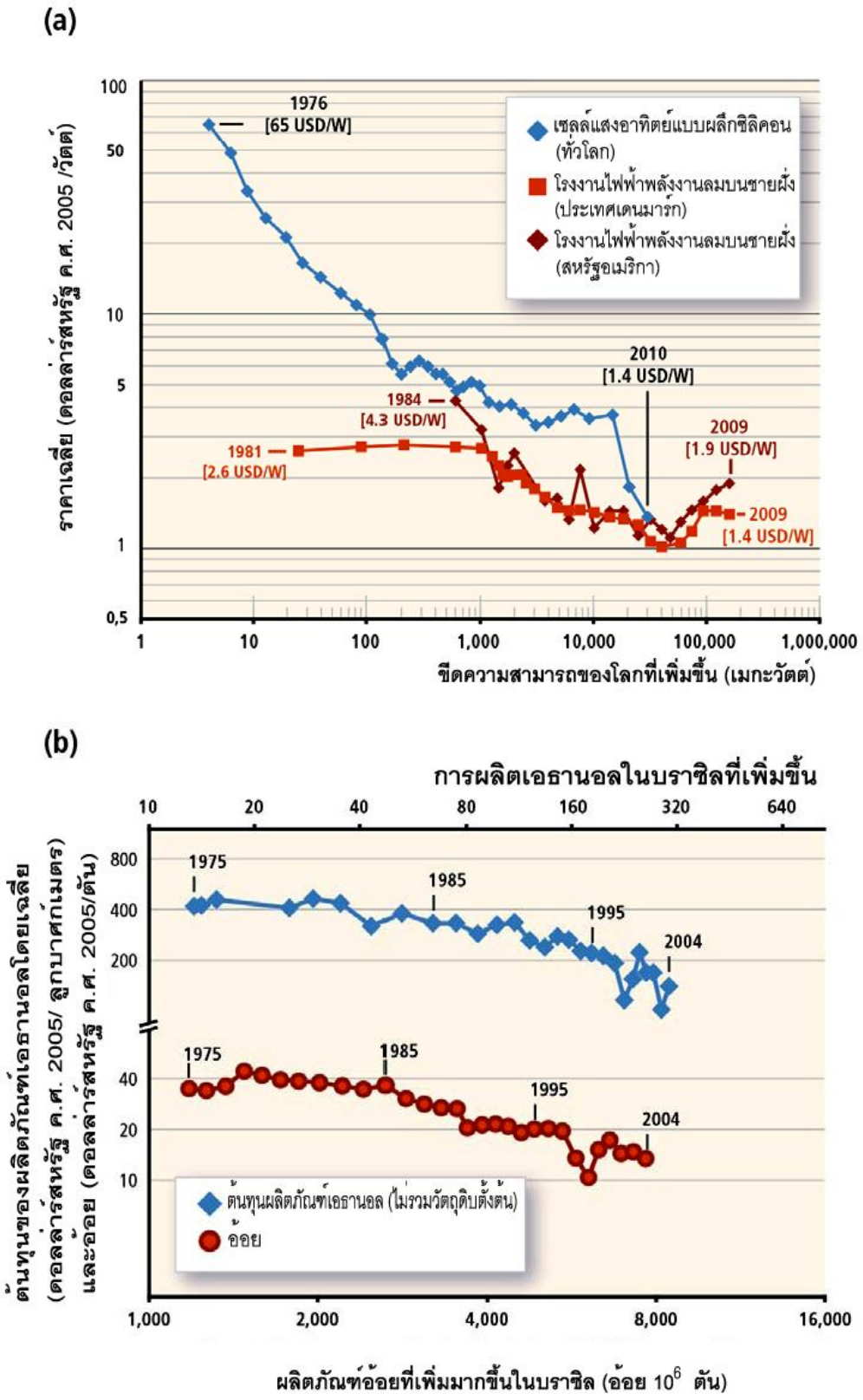
[8] ราคาต้นทุนของพลังงานแสดงให้เห็นถึงต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าตลอดช่วงอายุการใช้งาน ซึ่งจะคำนวณเป็นราคาต่อหน่วยที่พลังงานจะต้องผลิตจากแหล่งเฉพาะตลอดช่วงอายุการใช้งานโดยเสมอตัว ปกติแล้วจะรวมต้นทุนเอกชนทั้งหมดซึ่งเกิดขึ้นในช่วงต้นสู่วงจรราคา แต่ไม่ได้รวมต้นทุนหลังการผลิตเช่น การจัดส่งไปยังผู้บริโภค ต้นทุนในการบูรณาการหรือต้นทุนสิ่งแวดล้อมภายนอกและต้นทุนอื่นๆ ทั้งนี้ ไม่ได้รวมค่าธรรมเนียมและภาษีต่างๆ



ภาพ SPM.5 | ระดับราคาต้นทุนของพลังงานสำหรับโนโลยีพลังงานทดแทนที่ได้มีการเลือกเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับต้นทุนของพลังงานไม่ทดแทนในปัจจุบัน เทคโนโลยีประเภทย่อยและอัตราคิดลดจะนำมารวมกันในภาพนี้ สำหรับภาพที่เกี่ยวข้องกับการคิดรวมที่น้อยกว่าหรือไม่ได้คิดรวม ให้ดูที่ [1.3.2, 10.5, ภาคผนวก3]

ต้นทุนของพลังงานทดแทนเกือบทุกประเภทได้ลดลงและความก้าวหน้าทางเทคนิคที่คาดไว้เพิ่มเติมจะส่งผลต่อการลดราคาต้นทุนต่อไป ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโดยมีนัยสำคัญและที่เกี่ยวข้องกับการลดต้นทุนในระยะยาวได้แสดงให้เห็นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แม้ว่าช่วงเวลาของการขึ้นราคาอาจจะเกิดขึ้นบ้าง (เนื่องจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เกินกว่าจะจัดหาให้ได้

เป็นต้น) (ภาพ SPM.6) สิ่งที่เกิดขึ้นจากการขับเคลื่อนต่างๆ (เช่น การวิจัยและการพัฒนา การประหยัดทางขนาด การเรียนรู้จากการใช้ประโยชน์ และการแข่งขันทางตลาดที่เพิ่มมากขึ้นระหว่างผู้จัดหาพลังงานทดแทน) ซึ่งไม่ได้มีการเข้าใจในรายละเอียดเสมอไป [2.7, 3.8, 7.8, 10.5] มีการคาดการณ์ให้ลดราคาต่ำลง ซึ่งส่งผลต่อโอกาสการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะส่งผลไปสู่การบรรเทาสภาพภูมิอากาศ ตัวอย่างประเด็นสำคัญของโอกาสความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบผลิตภัณฑ์และการจัดหาวัตถุดิบที่ใหม่และมีการปรับปรุง การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพผ่านกระบวนการใหม่ๆ (บ้างเรียกว่า เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นถัดไปหรือเชื้อเพลิงชีวภาพแบบก้าวหน้า ลิกโนเซลลูโลส) และโรงกลั่นชีวภาพแบบก้าวหน้า [2.6] และแผงรับพลังงานจากดวงอาทิตย์แบบก้าวหน้า และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์และกระบวนการผลิต [3.7] การยกระดับพลังงานความร้อนใต้พิภพ (EGS) [4.6] เทคโนโลยีจากมหาสมุทรต่างๆ [6.6] และการออกแบบฐานและกังหันสำหรับพลังงานลมนอกชายฝั่ง [7.7] การลดต้นทุนในอนาคตสำหรับพลังงานลมนั้นคาดว่าจะมีนัยสำคัญน้อยกว่าเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกอื่นๆ แต่โอกาสการพัฒนาและวิจัยที่มีอยู่ในการสร้างโครงการพลังน้ำมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคในระดับกว้างของพื้นที่และเพื่อปรับปรุงการดำเนินการทางเทคนิคของโครงการใหม่และโครงการที่มีอยู่ [5.3, 5.7, 5.8]



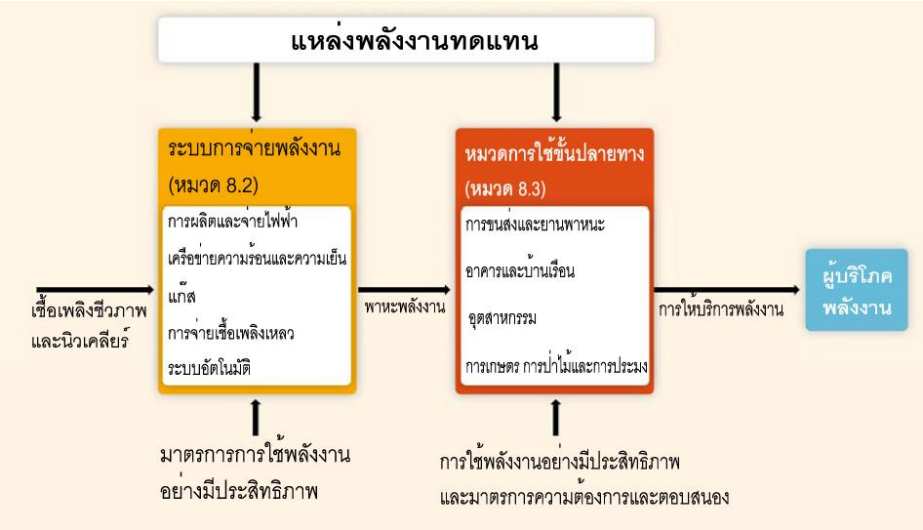
ภาพ SPM.6 | ประสบการณ์ที่ได้รับการคัดเลือกปรากฏอยู่ใน logarithmic scale เพื่อแสดงถึง (a) ราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอน และโรงงานไฟฟ้าพลังงานลมบนชายฝั่งต่อหน่วยของขีดความสามารถ และ (b) ราคาของผลิตภัณฑ์เอานอลจากอ้อย [ข้อมูลจากภาพ 3.17, 3.8.3, ภาพ 7.20, 7.8.2, ภาพ 2.21, 2.7.2]

หมายเหตุ: ขึ้นอยู่กับการกำหนด ราคาที่ลดลงอาจจะเกิดขึ้น ณ ระดับทางภูมิศาสตร์ที่ต่างกัน การให้ตัวอย่างระดับประเทศมาจากข้อมูลที่ได้มีการตีพิมพ์ ยังไม่มีชุดข้อมูลของราคาและต้นทุนโรงไฟฟ้าพลังงานลมทั่วโลกที่ใช้ได้ การลดต้นทุนหรือราคาของเทคโนโลยีต่อหน่วยขีดความสามารถนั้นกล่าวถึงการลดต้นทุนการผลิตพลังงานของเทคโนโลยีขณะที่มีเกิดการปรับปรุงการดำเนินการน้อยกว่าความเป็นจริง [7.8.4, 10.5]

จะต้องมีการแก้ปัญหาความท้าทายของเทคโนโลยีเฉพาะที่หลากหลาย (นอกเหนือจากต้นทุน) เพื่อสร้างเสริมพลังงานทดแทนให้สามารถขยายขอบเขตผลกระทบต่อการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการเพิ่มขึ้นและการใช้โรงกลั่นชีวภาพอย่างยั่งยืนนั้น การออกแบบที่เหมาะสม การดำเนินการและการติดตามกรอบการดำเนินงานที่ยั่งยืนจะสามารถลดผลกระทบด้านลบและขยายผลประโยชน์สู่ประเด็นทางสังคม เศรษฐกิจและสภาพแวดล้อม [SPM.5, 2.2, 2.5, 2.8] สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์นั้น อุปสรรคเชิงสถาบันและข้อบังคับสามารถขัดขวางการใช้งานได้ ดังที่สามารถบูรณาการและส่งผ่านประเด็นได้ [3.9] ในส่วนของพลังงานจากความร้อนใต้พิภพนั้น ความท้าทายสำคัญคือการพิสูจน์ว่า การยกระดับระบบความร้อนใต้พิภพนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างประหยัด ยั่งยืนและในวงกว้าง [4.5, 4.6, 4.7, 4.8]โครงการพลังน้ำใหม่สามารถส่งผลกระทบด้านนิเวศและสังคมซึ่งมีความจำเพาะมาก และการใช้ประโยชน์มากขึ้นนั้นจะต้องอาศัยเครื่องมือการประเมินความยั่งยืนที่มีการปรับปรุง และความร่วมมือของประเทศและภูมิภาคต่างๆ ในการตอบสนองต่อความต้องการพลังงานและน้ำ [5.6, 5.9, 5.10] การใช้ประโยชน์จากพลังงานมหาสมุทรอาจเป็นประโยชน์จากศูนย์ทดสอบเพื่อสาธิตโครงการ และจากนโยบายและข้อบังคับที่สนับสนุนโครงการซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดการใช้ประโยชน์ในชั้นต้น [6.4] ในส่วนของพลังงานลมนั้น การแก้ปัญหาทางเทคนิคและเชิงสถาบันในการส่งผ่านข้อจำกัดและความกังวลในการบูรณาการการดำเนินการอาจจะเป็นความสำคัญพิเศษ ในกรณีที่อาจเป็นเป็นประเด็นที่ยอมรับจากสาธารณชนซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลกระทบทางภูมิทัศน์ [7.5, 7.6, 7.9]

4. การบูรณาการสู่ระบบพลังงานในปัจจุบันและอนาคต

ทรัพยากรพลังงานทดแทนต่างๆ ประสบความสำเร็จในการบูรณาการเข้าสู่ระบบการจ่ายพลังงาน [8.2] และเข้าสู่ภาคส่วนผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย (end-use sectors) [8.3] (ภาพ SPM.7)



ภาพ SPM.7 | ช่องทางในการบูรณาการพลังงานทดแทนสู่การให้บริการพลังงาน ทั้งการบูรณาการเข้าสู่ระบบการจ่ายพลังงานหรือในพื้นที่สำหรับการใช้งานของภาคส่วนผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย [Figure 8.1, 8.1]

คุณสมบัติของแหล่งพลังงานทดแทนต่างๆ สามารถส่งผลต่อระดับความท้าทายในการบูรณาการ

ทรัพยากรพลังงานทดแทนบางแห่งกระจายอยู่ทั่วไปในทางภูมิศาสตร์ ส่วนแหล่งอื่นๆ เช่น พลังน้ำขนาดใหญ่จะสามารถเป็นศูนย์รวมพลังงานแต่มีการบูรณาการทางเลือกซึ่งพื้นที่ทางภูมิศาสตร์เป็นข้อจำกัด ทรัพยากรพลังงานทดแทนบางแห่งมีความแปรปรวนด้วยการคาดการณ์ที่มีข้อจำกัด ทรัพยากรบางอย่างมีความหนาแน่นของพลังงานกายภาพต่ำและมีรายละเอียดเฉพาะทางเทคนิคต่างๆ จากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งคุณลักษณะเช่นนี้อาจเป็นข้อจำกัดถึงความสะดวกในการบูรณาการและสร้างต้นทุนระบบเพิ่มเติมโดยเฉพาะเมื่อไปถึงสัดส่วนของพลังงานทดแทนที่มากขึ้น [8.2]

การบูรณาการพลังงานทดแทนเข้าสู่ระบบจ่ายพลังงานที่มีอยู่และภาคส่วนผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายในอัตราที่เร็วยิ่งขึ้นเป็นความเป็นได้ทางเทคโนโลยี และนำไปสู่สัดส่วนของพลังงานทดแทนที่สูงมากขึ้นแม้ว่าจะเกิดผลลัพธ์ด้านปริมาณความท้าทายเพิ่มมากขึ้นก็ตาม การเพิ่มขึ้นของพลังงานทดแทนได้รับการคาดการณ์ไว้ภายในข้อมูลทั้งหมดของเทคโนโลยีที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับต่ำ [10.3 ตาราง 10.4-10.6] ไม่ว่าไฟฟ้า ความร้อน ความเย็น เชื้อเพลิงจากก๊าซหรือเชื้อเพลิงจากของเหลว ประกอบด้วยการบูรณาการภาคส่วนผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายโดยตรง ความท้าทายของการบูรณาการพลังงานทดแทนคือเนื้อหาและพื้นที่เฉพาะและยังรวมถึงการปรับเปลี่ยนระบบการจ่ายพลังงานที่มีอยู่ [8.2, 8.3]

ต้นทุนและความท้าทายในการบูรณาการสัดส่วนของพลังงานทดแทนเข้าสู่ระบบจ่ายพลังงานที่มีอยู่นั้นขึ้นอยู่กับสัดส่วนของพลังงานทดแทนที่ผ่านมา ความสามารถในการใช้งานและคุณลักษณะของทรัพยากรทดแทน คุณลักษณะของระบบและการที่ระบบมีส่วนเกี่ยวข้องและพัฒนาในอนาคต

- พลังงานทดแทนสามารถบูรณาการเข้าสู่ระบบ*ไฟฟ้า*ทุกประเภท จากการเชื่อมต่อภายในขนาดใหญ่ต่อเนื่องถึงสายไฟฟ้า[8.2.1] ไปจนถึงระบบอิสระขนาดเล็ก และอาคารส่วนบุคคล [8.2.5] คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยการผสมผสานทั่วไป และความยืดหยุ่นของระบบเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐาน การออกแบบตลาดพลังงานและกฎเชิงสถาบัน พื้นที่ที่ต้องการข้อมูลที่ต้องการ และศักยภาพในการควบคุมและสื่อสาร ทั้งนี้ ลม แผงรับพลังงานจากดวงอาทิตย์และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ที่ไม่มีการกักเก็บจะทำให้การบูรณาการมีความยุ่งยากมากขึ้นกว่าการผลิตและการสั่งจ่าย[9] ไฟฟ้าพลังน้ำ ชีวมวล เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ซึ่งมีการกักเก็บ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ

  จากที่สัดส่วนความหลากหลายของแหล่งพลังงานทดแทนมีเพิ่มมากขึ้น การรักษาความน่าเชื่อถือของระบบอาจจะกลายเป็นความท้าทายและมีต้นทุนสูง การมีประวัติข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ครบถ้วนสมบูรณ์เป็นหนึ่งในการแก้ปัญหาเพื่อลดความเสี่ยงและต้นทุนในการบูรณาการพลังงานทดแทนการแก้ปัญหาอื่นๆ รวมถึงการพัฒนาการจ่ายพลังงานที่มีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้นและการดำเนินการโครงการที่มีอยู่ด้วยความยืดหยุ่นมากขึ้นการปรับปรุงการพยากรณ์ระยะสั้น ระบบการดำเนินการและเครื่องมือในการวางแผน ความต้องการไฟฟ้าซึ่งสามารถตอบสนองในทางที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีอยู่ เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (รวมถึงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีการกักเก็บ และการจัดการเชิงสถาบันที่มีการแก้ไขปรับปรุง การส่งต่อเครือข่ายไฟฟ้า(รวมทั้งการเชื่อมต่อซึ่งกันและกันระหว่างระบบ) และ/หรือการกระจายโครงสร้าง

[9] โรงไฟฟ้าที่สามารถกำหนดตารางการผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อต้องการจะถูกจัดประเภทเป็น dispatchable [8.2.1.1, ภาคผนวกที่ 1] เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่หลากหลายเป็นส่วนหนึ่งของ dispatchable (เช่น เมื่อสามารถหาทรัพยาการพลังงานทดแทนได้) โรงไฟฟ้า CSP ถูดจัดประเภทเป็นdispatchableก็ต่อเมื่อมีการกักเก็บความร้อนเพื่อการใช้งานในกลางคืนหรือในช่วงที่มีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ต่ำ

พื้นฐานซึ่งจำเป็นต่อการสร้างความเข้มแข็งและเพิ่มขยาย โดยเฉพาะในส่วนของการกระจายตามสภาพภูมิศาสตร์และการกำหนดพื้นที่ห่างไกลของทรัพยากรพลังงานทดแทนต่างๆ [8.2.1]

- *ระบบการทำความร้อนแบบรวมศูนย์*สามารถใช้การนำเข้าพลังงานความร้อนอุณหภูมิต่ำ เช่น แสงอาทิตย์และความร้อนจากพลังงานใต้พิภพ หรือชีวมวล ซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งที่มีการใช้ไม่มากนัก เช่น เชื้อเพลิงที่ได้จากขยะมูลฝอย การทำ*ความเย็นแบบรวมศูนย์* ซึ่งสามารถใช้ทางน้ำธรรมชาติที่มีความเย็นได้ ศักยภาพในการกักเก็บความร้อนและการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับความร้อนที่ยืดหยุ่นสามารถตอบสนองต่อความท้าทายด้านการจ่ายและความต้องการพลังงานที่หลากหลาย รวมทั้งการตอบสนองต่อความต้องการของระบบไฟฟ้า [8.2.2]
- ใน*ระบบสายส่งการจ่ายแก๊ส* จะพ่นไบโอมีเทนหรือในอนาคต ไฮโดรเจนซึ่งเป็นพลังงานทดแทนต่อเนื่อง และก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ สามารถบรรลุถึงช่วงการใช้งาน แต่การบูรณาการที่สัมฤทธิผลนั้นก๊าซจะต้องอาศัยมาตรฐานคุณภาพที่เหมาะสมและต้องมีการปรับปรุงท่อส่งก๊าซหากจำเป็น [8.2.3]
- *ระบบเชื้อเพลิงจากของเหลว*สามารถผสมผสานเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อการใช้งานในการขนส่งหรือสำหรับการปรุงอาหารและใช้งานความร้อน เชื้อเพลิงชีวภาพบริสุทธิ (100 เปอร์เซ็นต์)หรือมากกว่านั้นมักจะผสมกับเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม ซึ่งตามปกติ จะต้องได้มาตรฐานทางเทคนิคและมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดเชื้อเพลิงของเครื่องจักรกลยานพาหนะ [8.2.4, 8.3.1]

มีแนวทางหลากหลายในการเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนทั่วภาคส่วนผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย ความสะดวกในบูรณาการต่างๆ ขึ้นอยู่กับภูมิภาค คุณลักษณะเฉพาะของภาคส่วนและเทคโนโลยี

- สำหรับ*การ ขนส่ง*นั้น เชื้อเพลิงชีวภาพได้เป็นและมีการคาดว่าจะคงความต่อเนื่องในการบูรณาการเข้าสู่ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงของประเทศต่างๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงชีวภาพมากขึ้น ทางเลือกในการบูรณาการอาจจะรวมถึงการกระจายศูนย์ในพื้นที่ หรือผลิตภัณฑ์จากการรวมศูนย์ของพลังงานทดแทนไฮโดรเจนสำหรับรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงต้นแบบและไฟฟ้าพลังงานทดแทนสำหรับรถไฟและรถยนต์ไฟฟ้า [8.2.1, 8.2.3] ขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ [8.3.1] ความต้องการในอนาคตของรถยนต์ไฟฟ้าจะสามารถยกระดับระบบการจ่ายไฟฟ้าที่ยืดหยุ่นด้วยเช่นกัน [8.2.1, 8.3.1]
- ในภาค *อาคาร* เทคโนโลยีพลังงานทดแทนสามารถบูรณาการเข้าสู่ทั้งโครงสร้างแบบใหม่และโครงสร้างที่มีอยู่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ความร้อนและความเย็น การจ่ายพลังงานในส่วนที่เกินมาอาจจะมีความเป็นไปได้ โดยเฉพาะสำหรับการออกแบบอาคารที่มีการออกแบบให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ [8.3.2] ในประเทศกำลังพัฒนานั้น การบูรณาการระบบจ่ายพลังงานทดแทนมีความเป็นไปได้แม้สำหรับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก [8.3.2, 9.3.2]
- ภาคการเกษตรรวมทั้ง*อุตสาหกรรม*การผลิตอาหารและเส้นใยมักจะใช้ชีวมวลเพื่อตอบสนองต่อความต้องการความร้อนและพลังงานในพื้นที่โดยตรง ซึ่งอุตสาหกรรมสามารถจะเป็นผู้ส่งออกเชื้อเพลิง ความร้อนและกระแสไฟฟ้าในส่วนที่เกินมา ให้กับระบบการจ่ายไฟฟ้าที่อยู่ใกล้เคียง [8.3.3, 8.3.4] การเพิ่มขึ้นของการบูรณาการพลังงานทดแทนเพื่อการใช้งานในอุตสาหกรรมเป็นทางเลือกในประเภทต่างๆ ตัวอย่างเช่น ผ่านทางเทคโนโลยีไฟฟ้า-ความร้อน หรือในระยะยาวโดยการใช้พลังงานทดแทนไฮโดรเจน [8.3.3]

ต้นทุนมีความเกี่ยวข้องกับการบูรณาการพลังงานทดแทน ทั้งไฟฟ้า ความร้อน ความเย็น เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซหรือของเหลวล้วนเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง มีความเฉพาะของพื้นที่และโดยทั่วไปแล้วยากที่จะกำหนด พลังงานทดแทนเหล่านี้อาจจะผนวกต้นทุนที่เพิ่มขึ้นสำหรับการลงทุนเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐาน การดำเนินการระบบและความสูญเสีย และการปรับปรุงแก้ไขระบบการจ่ายพลังงานที่มีอยู่ตามความจำเป็น ข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับการบูรณาการตุ้นทุนนั้นมีอยู่น้อยมากและคาดว่ามักจะไม่มีหรือมีความแตกต่างกันสูงมาก

เพื่อรับรองสัดส่วนของพลังงานทดแทนที่เพิ่มสูงขึ้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ระบบพลังงานจะต้องมีการพัฒนาและสามารถปรับใช้ได้ [8.2,8.3] ความพยายามในการบูรณาการในระยะยาวสามารถรวมถึงการลงทุนเพื่อสร้างเสริมโครงสร้างพื้นฐาน การปรับปรุงกรอบการทำงานเชิงสถาบันและการบริหารจัดการ การใส่ใจถึงแนวทางทางสังคม การตลาดและการวางแผน รวมทั้งการเสริมสร้างศักยภาพในการคาดการณ์การเติบโตของพลังงานทดแทน [8.2, 8.3] นอกจากนี้ การบูรณาการเทคโนโลยีที่ยังไม่ได้มีการพัฒนา รวมทั้งการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพผ่านกระบวนการใหม่ (หรือเรียกว่าเชื้อเพลิงชีวภาพแบบก้าวหน้าหรือเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นถัดไป) การจ่ายเชื้อเพลิงจากพลังงานแสงอาทิตย์ ความเย็นจากแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีพลังงานจากมหาสมุทร รถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงและไฟฟ้าต้นแบบ จะต้องอาศัยการลงทุนอย่างต่อเนื่องในการวิจัย พัฒนาและสาธิต (RD&D) การเสริมสร้างศักยภาพและมาตรการสนับสนุนอื่นๆ [2.6,3.7, 11.5, 11.6, 11.7]

พลังงานทดแทนสามารถกำหนดการจ่ายพลังงานในอนาคตและระบบการใช้งานขั้นสุดท้าย โดยเฉพาะสำหรับไฟฟ้า ซึ่งคาดว่าจะมีสัดส่วนของพลังงานทดแทนเบื้องต้นมากกว่าภาคความร้อนหรือเชื้อเพลิงการขนส่งในระดับโลก [10.3] การพัฒนาคู่ขนานของรถยนต์ไฟฟ้า [8.3.1] ความร้อนและความเย็นที่ใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น (รวมถึงปั๊มความร้อน) [8.2.2, 8.3.2, 8.3.3] การบริการตอบสนองความต้องการที่มีความยืดหยุ่น (รวมทั้งการใช้อุปกรณ์อย่างฉลาด) [8.2.1] การกักเก็บพลังงานและเทคโนโลยีอื่นๆ อาจจะเกี่ยวข้องกับแนวโน้มหรือความนิยมนี้

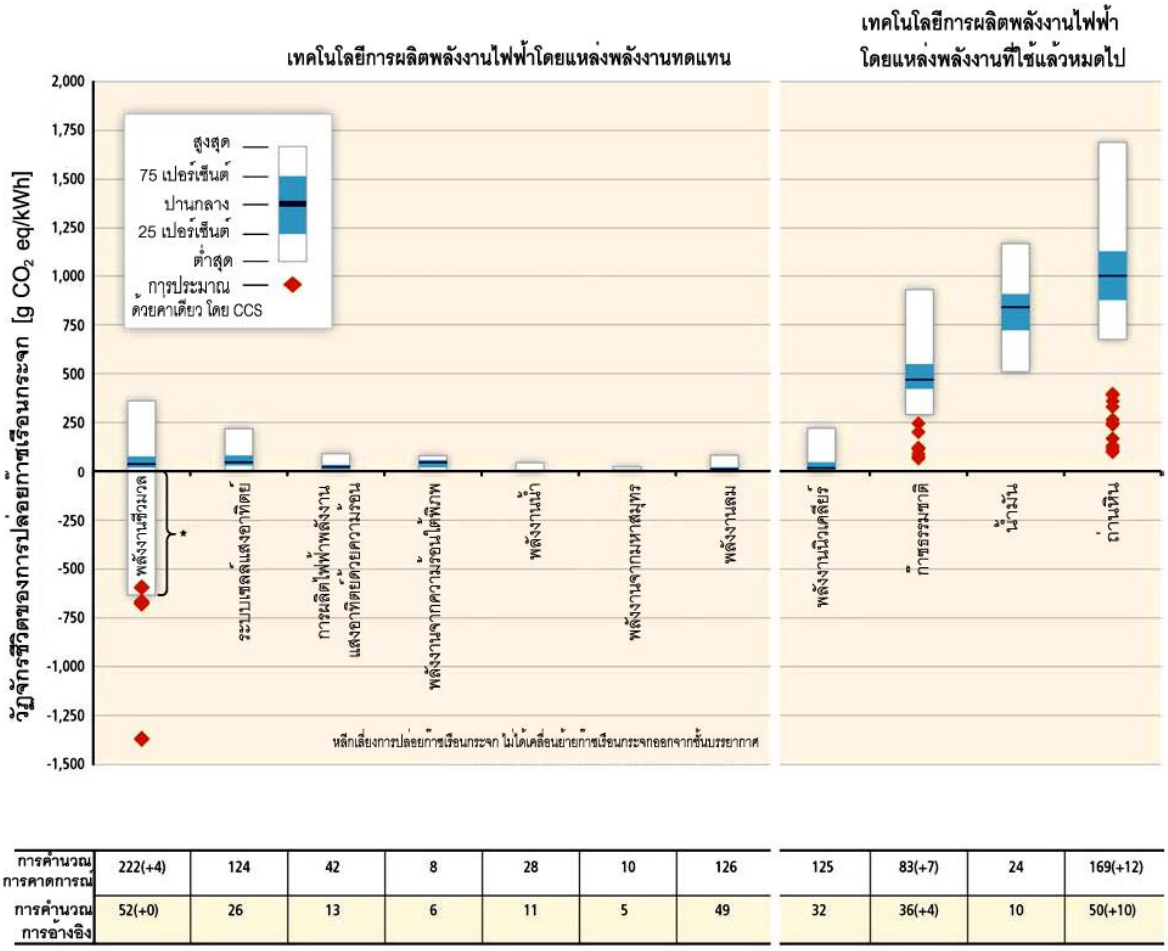
ด้วยโครงสร้างและระบบพลังงานมีการพัฒนา แม้ว่าจะมีความซับซ้อน กรณีที่เทคโนโลยีพื้นฐานจำกัดในการบูรณาการประวัติของเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกเพื่อตอบสนองต่อสัดส่วนของความต้องการพลังงานทั้งหมดในพื้นที่ที่ทรัพยากรพลังงานทดแทนมีความเหมาะสมมีอยู่หรือสามารถจ่ายพลังงานได้จะเกิดขึ้นน้อยมากอย่างไรก็ตาม อัตราแท้จริงของการบูรณาการและผลลัพธ์ของสัดส่วนพลังงานทางเลือกจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น ต้นทุน นโยบาย ประเด็นทางสิ่งแวดล้อมและแนวทางทางสังคม [8.2, 8.3, 9.3, 9.4, 10.2, 10.5]

5. พลังงานทดแทนและการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากที่ผ่านมานั้น การพัฒนาเศรษฐกิจมีความเกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นและการเติบโตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งพลังงานทดแทนสามารถช่วยลดความเกี่ยวข้องดังกล่าวและนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (SD) แม้ว่าผลประโยชน์ที่แท้จริงของพลังงานทดแทนในการพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องมีการประเมินในบริบทเฉพาะของประเทศ หากพลังงานทดแทนให้โอกาสคุณประโยชน์ในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ การเข้าถึงพลังงาน การจัดหาพลังงานที่มั่นคง การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดผลกระทบด้านลบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพ [9.2] ทั้งนี้ การให้โอกาสการเข้าถึงบริการพลังงานสมัยใหม่จะเป็นการสนับสนุนสัมฤทธิผลของเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ [9.2.2, 9.3.2]

- ***พลังงานทดแทนสามารถนำไปสู่การพัฒนาทางสังคมและเศรษฐกิจ***ภายใต้เงื่อนไขที่เอื้ออำนวย การประหยัดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไม่ทดแทนที่มีอยู่ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลและในชนบทที่ยากจนซึ่งไม่มีการเข้าถึงการรวมศูนย์พลังงาน [9.3.1, 9.3.2.] ทั้งนี้ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าพลังงานสามารถจะลดลงได้ผ่านการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานท้องถิ่นในประเทศซึ่งได้มีการแข่งขันในตลาดแล้ว [9.3.3] พลังงานทดแทนจะให้ผลกระทบด้านบวกในการจ้างงาน แม้ว่าการศึกษาที่มีอยู่จะแตกต่างกันตามขนาดและการจ้างงานสุทธิ [9.3.1]
- ***พลังงานทดแทนจะช่วยเร่งการเข้าถึงพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้คน 1.4 พันล้านที่ไม่ได้เข้าถึงไฟฟ้าและอีก 1.3 พันล้านที่ยังใช้พลังงานชีวภาพแบบดั้งเดิม*** ระดับพื้นฐานในการเข้าถึงการบริการพลังงานสมัยใหม่จะให้ประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญแก่ชุมชนหรือครัวเรือน ในประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศ ระบบไฟฟ้าแบบกระจายศูนย์ ขึ้นอยู่กับพลังงานทดแทนและการผนวกพลังงานทดแทนในระบบไฟฟ้าที่มีการรวมศูนย์ ได้มีการขยายและพิสูจน์ว่า สามารถเข้าถึงพลังงานได้จริง นอกจากนั้น เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่ไม่ใช้ไฟฟ้ายังมอบโอกาสแก่การพัฒนาปรับปรุงการบริการพลังงานให้มีความทันสมัย ตัวอย่างเช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทำน้ำร้อนหรือการตากพืชพรรณ เชื้อเพลงชีวภาพสำหรับการขนส่ง แก๊ซชีวภาพและแก๊ซชีวภาพแบบสมัยใหม่ในการทำความร้อน ความเย็น การปรุงอาหารและให้แสงสว่าง รวมทั้งลมจากปั๊มน้ำ [9.3.2, 8.1] จำนวนของผู้คนที่ไม่ได้เข้าถึงบริการพลังงานสมัยใหม่นั้นคาดว่าจะยังไม่เปลี่ยนแปลง เว้นเสียแต่ว่านโยบายที่เกี่ยวข้องในประเทศจะได้รับการดำเนินการ โดยการสนับสนุนหรือส่งเสริมจากความช่วยเหลือระหว่างประเทศตามความเหมาะสม [9.3.2, 9.4.2]
- ***ทางเลือกพลังงานทดแทนสามารถส่งผลต่อการจ่ายพลังงานที่ความมั่นคงมากขึ้น แม้ว่าจะต้องพิจารณาถึงความท้าทายเฉพาะในการบูรณาการ*** การใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนอาจจะช่วยลดความล่อแหลมในการจ่ายพลังงานที่หยุดชะงักและความผันผวนของตลาดกรณีที่มีการแข่งขันเพิ่มสูงขึ้นและแหล่งพลังงานมีความหลากหลาย [9.3.3, 9.4.3] การศึกษาภาพจำลองแสดงให้เห็นว่า ความกังวลที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงในการจ่ายพลังงานอาจจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตโดยไม่มีการรับรองทางเทคโนโลยีภายในภาคขนส่ง [2.8, 9.4.1.1, 9.4.3.1, 10.3] ประวัติการส่งออกพลังงานที่แปรปรวนของพลังงานทดแทนบางอย่างจะต้องมีมาตรการที่เหมาะสมทางวิชาการและเชิงสถาบันตามสถานการณ์ในท้องถิ่นเพื่อสร้างความเชื่อมั่นถึงความน่าเชื่อถือของการจ่ายพลังงาน [8.2, 9.3.3]
- ***นอกเหนือจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว เทคโนโลยีพลังงานทดแทนยังจะมีคุณประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมที่สำคัญ คุณประโยชน์สูงสุดเหล่านี้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเฉพาะ การจัดการและคุณลักษณะของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับโครงการพลังงานทดแทนแต่ละโครงการ***
    - ***การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) สำหรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าระบุว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีพลังงานทดแทนนั้น โดยทั่วไปแล้ว ต่ำกว่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลอย่างมีนัยสำคัญ และในช่วงสถานการณ์ต่างๆ จะต่ำกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลในการดักจับและกักเก็บคาร์บอนซับ*** ค่าระดับกลางของช่วงพลังงานทดแทนทั้งหมดจาก 4 ถึง 46 gCO2eq/kWh ขณะที่เชื้อเพลิงฟอสซิลมีช่วงจาก 469 ถึง 1,001 g CO2eq/kWh (ยังไม่รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน) (ภาพ SPM 8)

- ***ระบบพลังงานชีวมวลที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งหมด รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวภาพแบบของเหลว เป็นผลมาจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพทั้งหมดผ่านกระบวนการใหม่ (หรือที่เรียกว่าเชื้อเพลิงชีวภาพแบบก้าวหน้าหรือเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นต่อไป) จะช่วยบรรเทาก๊าซเรือนกระจกได้สูงมากขึ้น สมดุลของก๊าซเรือนกระจกอาจจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซและการกำจัดก๊าซ*** พลังงานชีวภาพสามารถนำไปสู่การหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเศษตกค้างและในการฝังกลบขยะมูลฝอย และผลิตภัณฑ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องอื่นๆ การผสมผสานระหว่างพลังงานชีวภาพกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอนจะเป็นการลดการปล่อยก๊าซในอนาคต (ดูภาพSPM 8) ความสัมพันธ์ของก๊าซเรือนกระจกเกี่ยวข้องกับการจัดการที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในที่กักเก็บคาร์บอนซึ่งมีความไม่แน่นอนที่สำคัญยิ่ง [2.2, 2.5, 9.3.4.1]
- ***ความยั่งยืนของพลังงานชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นของวัฏจักรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้รับอิทธิพลจากการดำเนินการจัดการที่ดินและทรัพยากรชีวมวล*** จากตัวเลขสำคัญของการศึกษา การเปลี่ยนแปลงในการจัดการและใช้ที่ดินและป่าไม้นั้นอาจจะนำไปสู่การผลิตชีวมวล*โดยตรง*หรือ*โดยอ้อม*เพื่อการใช้เชื้อเพลิง พลังงานและความร้อนซึ่งอาจจะเป็นการลดหรือเป็นการเพิ่มพื้นที่การกักเก็บคาร์บอน การศึกษาเดียวกันนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางอ้อมในพื้นที่กักเก็บคาร์บอนซึ่งมีความไม่แน่นอนสำคัญและไม่สามารถสังเกตการณ์ได้โดยตรง และมีความซับซ้อนในการทำแบบจำลองและมีความลำบากที่จะตัดสินถึงสาเหตุเพียงประการเดียว การบริหารจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม การจัดพื้นที่และตัวเลือกของระบบผลิตภัณฑ์ชีวมวลเป็นประเด็นสำคัญในการพิจารณาของผู้กำหนดนโยบาย [2.4.5, 2.5.1,9.3.4, 9.4.4] นโยบายที่มีอยู่ซึ่งมีเป้าหมายที่จะสร้างความเชื่อมั่นว่า ผลประโยชน์จากพลังงานชีวภาพ เช่น การพัฒนาชนบท การรับรองทั้งหมดของการจัดการการเกษตรและการตอบสนองต่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นที่รับรู้และยอมรับ ทั้งนี้ ยังไม่มีการประเมินถึงประสิทธิผล [2.2, 2.5, 2.8]



การคำนวณการคาดการณ์	222(+4)	124	42	8	28	10	126	125	83(+7)	24	169(+12)
การคำนวณการอ้างอิง	52(+0)	26	13	6	11	5	49	32	36(+4)	10	50(+10)

ภาพ SPM.8. | การประเมินวัฏจักรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (g CO2eq/kWh) สำหรับช่วงประเภทของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้ารวมทั้งการบูรณาการเทคโนโลยีกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่กักเก็บคาร์บอน (ส่วนใหญ่จะใช้กับพลังงานชีวมวลและพลังน้ำจากอ่างเก็บน้ำ) สัมพันธ์กับการใช้ที่ดินและผลกระทบจากการจัดการที่ดินไม่ได้รวมอยู่ด้วย การประเมินผลลบ[10]สำหรับพลังงานชีวมวลจะขึ้นอยู่กับการคาดการณ์เกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซจากเศษตกค้างและขยะจากการฝังกลบขยะมูลฝอยและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง การอ้างอิงและวิธีการในการทบทวนได้รายงานไว้ในภาคผนวกที่2 จำนวนการประเมินจะมากกว่าจำนวนของการอ้างอิง เนื่องจากการศึกษาต่างๆ ได้พิจารณาถึงภาพจำลองที่หลากหลาย รายงานตัวเลขในวงเล็บเกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเพิ่มเติมและการประเมินถึงเทคโนโลยีการติดตามการดักจับและกักเก็บคาร์บอน การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการประเมินที่มีอยู่ในปัจจุบันในข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเน้นน้ำหนักในทางทฤษฎีหรือการปฏิบัติหรือแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลางความจริงเมื่อพิจารณาถึงสถานการณ์การใช้งานทั้งหมด [Figure 9.8, 9.3.4.1]

- ***เทคโนโลยีพลังงานทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานที่ไม่เผาไหม้จะให้ประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษในอากาศและผลกระทบร้ายแรงต่อสุขภาพ*** [9.3.4.3, 9.4.4.1] การปรับปรุงการใช้งานพลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิมจะช่วยลดมลพิษในท้องถิ่นและกลางแจ้งได้อย่างมี

[10]'การประเมินผลลบ' ภายในคำศัพท์เฉพาะทางของการประเมินวัฏจักรชีวิตที่ได้นำเสนอใน SRREN หมายถึงการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซ ซึ่งต่างจากรณีของพลังงานชีวมวลซึ่งผสมผสานการกักเก็บและดูดซับคาร์บอน การหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่ได้เป็นการกำจัดก๊าซเรือนกระจกออกจากชั้นบรรยากาศ

นัยสำคัญ (ข้างเคียงกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า) และยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อผู้หญิงและเด็กในประเทศกำลังพัฒนา [2.5.4, 9.3.4.4]

- ***น้ำที่มีอยู่สามารถส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน*** โรงงานไฟฟ้าความร้อนอุณหภูมิต่ำด้วยน้ำชั่วคราว อาจจะมีความล่อแหลมพิเศษต่อสภาพการณ์ที่มีน้ำไม่มากนักหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่ที่ปัญหาน้ำขาดแคลน เทคโนโลยีพลังงานความร้อนหรือเทคโนโลยีพลังงานทดแทนพลังความร้อนที่ใช้ระบบผึ่งเย็น จะให้บริการพลังงานโดยไม่มีปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ พลังน้ำและระบบพลังงานชีวมวลจะขึ้นอยู่กับน้ำที่มีอยู่ และสามารถเพิ่มการแข่งขันหรือบรรเทาการขาดแคลนน้ำ ผลกระทบต่างๆ สามารถบรรเทาได้ด้วยการพิจารณาการติดตั้งและการวางแผนการบรรเทา[2.5.5.1, 5.10, 9.3.4.4]
- ***ข้อกำหนดเฉพาะของพื้นที่จะกำหนดระดับผลกระทบของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนต่อความหลากหลายทางชีวภาพ*** ผลกระทบเฉพาะต่อความหลากหลายทางชีวภาพอาจจะเป็นผลด้านบวกหรือด้านลบ [2.5,3.6, 4.5, 5.6, 6.5, , 9.3.4.6]
- ***พลังงานทดแทนมีอัตราการเสียชีวิตที่ต่ำมาก*** ความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุจากเทคโนโลยีพลังงานทดแทนไม่ได้เป็นเรื่องเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่แล้ว จะมีโครงสร้างการกระจายศูนย์ที่แข็งแรงและจำกัดโอกาสในการเกิดหายนะซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม เขื่อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการโครงการไฟฟ้าพลังน้ำอาจจะก่อให้เกิดความเสี่ยงเฉพาะซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยเฉพาะในพื้นที่ [9.3.4.7]

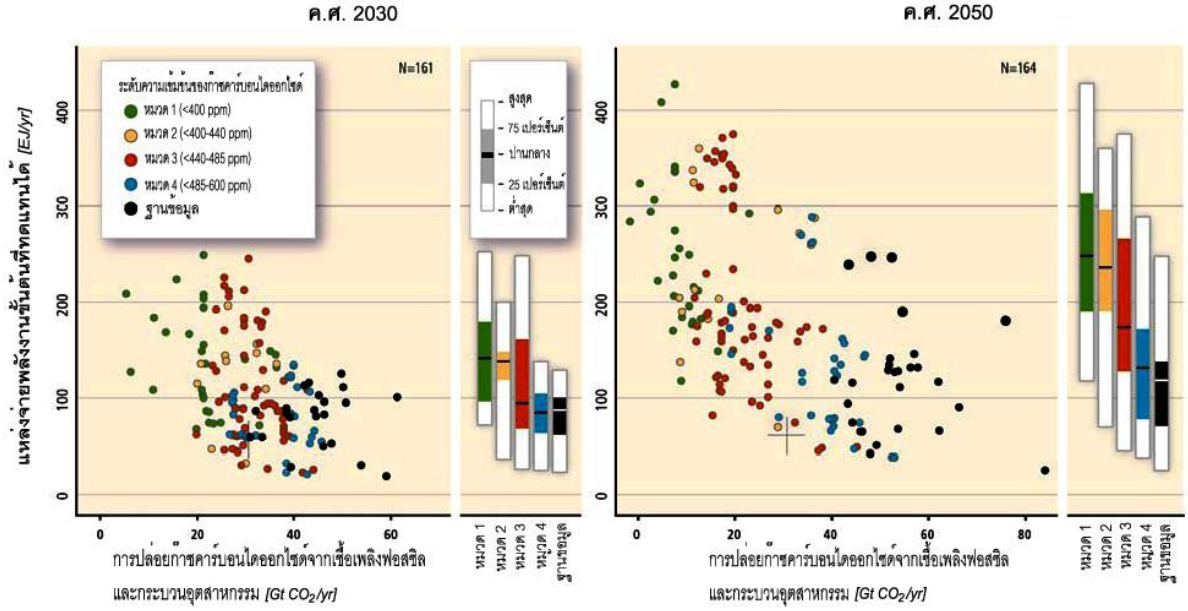
6. ศักยภาพและต้นทุนในการบรรเทา

การใช้งานเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในปี ค.ศ. 2030, 2050 และในช่วงปีหลังจากนั้นได้รับการระบุในภาพจำลอง 164 ภาพหลัก ซึ่งได้มีการทบทวนในรายงานพิเศษ[11]ในปี ค.ศ. 2008 ผลิตภัณฑ์พลังงานทดแทนอยู่ที่ประมาณ 64 EJ/ปี (12.9 เปอร์เซ็นต์ของการจ่ายพลังงานขั้นต้นทั้งหมด) โดยมีการใช้พลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิมมากกว่า 30 EJ/ปี มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของภาพจำลองคาดการณ์ว่า ระดับการใช้พลังงานทดแทนในปี ค.ศ. 2050 จะสูงกว่า 173 EJ/ปี และจะมีการใช้พลังงานสูงกว่า 400 EJ/ปีในบางกรณี (ภาพ SPM.9) ภาพจำลองเกือบทุกสถานการณ์จะลดการใช้งานพลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิมลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของระดับผลิตภัณฑ์พลังงานทดแทน (ไม่รวมพลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิม) ในพื้นที่ใดก็ได้ ซึ่งคาดการณ์ไว้คร่าวๆ ถึงการเพิ่มจากสามเท่าเป็นมากกว่า 10 เท่า สัดส่วนการจ่ายพลังงานทดแทนขั้นต้นของโลกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างภาพจำลองต่างๆ ภาพจำลองกว่าครึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์จากพลังงานทดแทนในสัดส่วน 17 เปอร์เซ็นต์ของการจ่ายพลังงานขั้นต้นใน ปี ค.ศ. 2003 และเพิ่มขึ้นเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2050 ภาพจำลองที่มีสัดส่วนพลังงานทดแทนสูงสุดจะอยู่ที่ประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ ใน ปี ค.ศ. 2030 และ 77 เปอร์เซ็นต์ใน ปี ค.ศ. 2050. [10.2, 10.3]

[11]สำหรับวัตถุประสงค์นี้ ได้มีการทบทวนภาพจำลองของโลก 164 สถานการณ์จากการบูรณาการแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่แตกต่างกัน 16 แบบจำลอง แม้ว่าชุดของภาพจำลองจะมีความหมายยิ่งในการประเมินความไม่แน่นอน แต่การทบทวนภาพจำลอง 164 แบบไม่ได้เป็นตัวแทนของตัวอย่างที่สุ่มได้เต็มที่เหมาะสมเพียงพอต่อการวิเคราะห์ทางสถิติอย่างถูกต้องและไม่ได้เป็นตัวแทนของข้อมูลพลังงานทดแทนทั้งหมด (เช่น ขณะนี้พลังงานจากมหาสมุทรมีการพิจารณาอยู่ในภาพจำลองไม่กี่แบบเท่านั้น) [10.2.2] สำหรับการวิเคราะห์ที่มีความเฉพาะขึ้นนั้น ชุดภาพจำลองตัวอย่างสี่แบบจาก 164 แบบได้นำมาใช้งาน ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงช่วงจากภาพจำลองพื้นฐานที่ไม่มีเป้าหมายการบรรเทาที่ชี้เฉพาะไปจนถึงช่วงภาพจำลองสามแบบที่นำเสนอถึงระดับบความคงที่ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน[10.3]

พลังงานทดแทนสามารถตั้งเป้าที่จะขยายเพิ่มแม้ภายใต้ภาพจำลองพื้นฐาน ภาพจำลองพื้นฐานเกือบทุกสถานการณ์แสดงถึงการใช้พลังงานทดแทนอย่างมีนัยสำคัญสูงตั้งแต่ระดับ ปี ค.ศ. 2008 ที่ 64 EJ/ปี และสูงถึง 120 EJ/ปี ภายใน ปี ค.ศ. 2030 และภายใน ปี ค.ศ. 2050 ภาพจำลองพื้นฐานต่างๆ จะไปถึงระดับการใช้พลังงานทดแทนที่มากกว่า 100 EJ/ปีในบางกรณี จนถึงประมาณ 250 EJ/ปี (ภาพ SPM.9) ฐานข้อมูลระดับการใช้งานเหล่านี้เป็นผลมาจากช่วงการคาดการณ์ ตัวอย่างเช่น ความต้องการบริการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดศตวรรษ รวมถึงความสามารถของพลังงานทดแทนในการตอบสนองต่อการเข้าถึงพลังงานที่เพิ่มขึ้นและข้อจำกัดของทรัพยากรฟอสซิลที่มีอยู่ การคาดการณ์อื่นๆ (เช่น ต้นทุนและการดำเนินการเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีการปรับปรุง) การแข่งขันทางราคาที่เพิ่มขึ้นของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในท้องตลาดแม้ไม่มีนโยบายสภาพภูมิอากาศก็ตาม [10.2]

การใช้พลังงานทดแทนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในภาพจำลองโดยความเข้มข้นคงที่ของก๊าซเรือนกระจกลดลง ภาพจำลองความคงที่ของก๊าซเรือนกระจกระดับต่ำนำไปสู่การการหาค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานทดแทนที่สูงกว่าโดยเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล อย่างไรก็ตาม สำหรับเป้าหมายความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในระยะยาวใดๆ ที่ให้ไว้นั้น ภาพจำลองแสดงถึงช่วงกว้างของระดับการใช้พลังงานทดแทน (ภาพ SPM.9) ในภาพจำลองซึ่งความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ที่ระดับต่ำกว่า 440 ppmนั้น ระดับการใช้ประโยชน์ระยะกลางใน ปี ค.ศ. 2050 คือ 248EJ/ปี (139 ใน ปี ค.ศ. 2030) โดยมีระดับสูงสุดถึง 428 EJ/ปี ในปี ค.ศ. 2050 (252 ใน ปี ค.ศ. 2030) [10.2]



ภาพ SPM.9 | การจ่ายพลังงานขั้นต้นของโลก (สมดุลโดยตรง) จากภาพจำลองระยะยาว164 เปรียบเทียบกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนจากฟอสซิลและอุตสาหกรรมใน ปี ค.ศ. 2030 และ 2050 การใช้สีจะขึ้นอยู่กับระดับความคงที่ของประเภทความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ แผงด้านขวามือของกราฟ แสดงให้เห็นถึงระดับการใช้งานพลังงานทดแทนในแต่ละประเภทความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เส้นหนาสีดำหมายถึงระยะกลาง ส่วนแถบสีอธิบายถึงค่าพิสัยภายในควอไทล์ (ช่วง 25 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์) และตรงบริเวณสิ้นสุดของแถบสีขาวสอดคล้องกับช่วงทั้งหมดของภาพจำลองที่ได้มีการทบทวน ส่วนเส้นสีเทาที่ถูกตัดขวางแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในปี ค.ศ. 2007. [ภาพ 10.2, 10.2.2.2]

หมายเหตุ: สำหรับเหตุผลในการรายงานข้อมูลเพียง 161 ภาพจำลองประกอบไปด้วย ผลลัพธ์ในปี ค.ศ. 2030 ได้แสดงไว้ ณ ที่นี้แล้ว ในฐานะที่แตกต่างจากชุดภาพจำลอง 164 สถานการณ์ ระดับการใช้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือกข้างเหล่านั้นใน

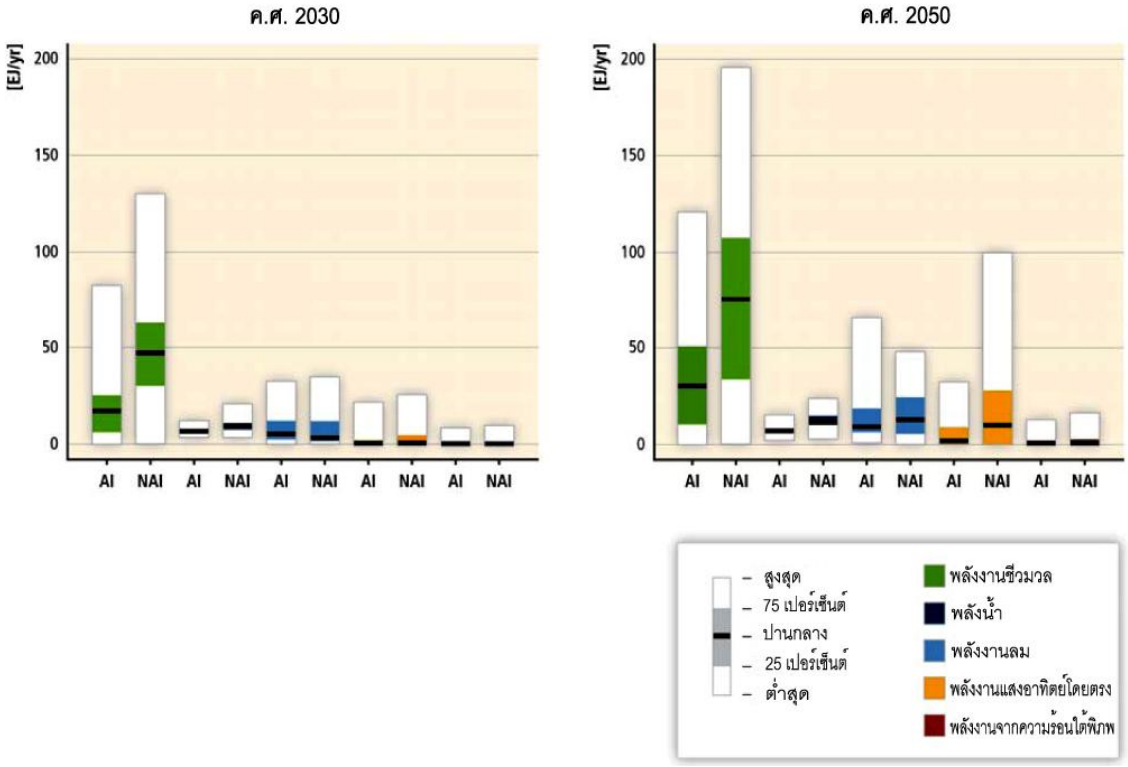
ปัจจุบันนี้เป็นผลมาจากแบบจำลองผลลัพธ์และความแตกต่างในรายงานว่าด้วยพลังงานชีวมวลแบบดั้งเดิม สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับใช้งานของวิธีการ 'สมดุลโดยตรง' ในการคำนวณการจ่ายพลังงานเบื้องต้นและความเข้าใจที่มากยิ่งขึ้นของการตีความผลลัพธ์ของภาพจำลอง ดูได้ที่กรอบ SPM.2 พึงเข้าใจว่า ประเภท V และข้อมูลข้างบนไม่ได้รวมอยู่ด้วย และประเภท IV ได้ขยายถึง 600 ppm จาก 570 ppm เนื่องจากภาพจำลองความคงที่ทั้งหมดวางตำแหน่งที่คาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 600 ppm ในปี ค.ศ. 2100 และเป็นเพราะว่า ภาพจำลองฐานพื้นฐานที่มค่าต่ำที่สุดนั้นไปถึงระดับความเข้มข้นกว่า 600 ppm ในปี ค.ศ. 2100 เพียงเล็กน้อย

การผสมสานทางเลือกในการจ่ายพลังงานคาร์บอนต่ำต่างๆ และการรับรองประสิทธิภาพของพลังงานจะนำไปสู่การลดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก ด้วยพลังงานทดแทนจะมีบทบาทสำคัญสำหรับทางเลือกในการจ่ายพลังงานคาร์บอนต่ำ ใน ปี ค.ศ. 2050 ในภาพจำลองส่วนใหญ่ ช่วงกว้างของผลลัพธ์มาจากการคาดการณ์เกี่ยวกับปัจจัย เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน (รวมทั้งพลังงานชีวมวลพร้อมกับการดักจับและกักเก็บคาร์บอน) และที่ความเกี่ยวข้องกับทรัพยากรและต้นทุน การเปรียบเทียบทางเลือกในการบรรเทาต่างๆ ที่น่าสนใจ (เช่น ประสิทธิภาพของพลังงานที่ขั้นสุดท้ายของการใช้งาน พลังงานนิวเคลียร์ และการเติบโตทางเศรษฐกิจ) ความสามารถในการบูรณาการทรัพยากรพลังงานทดแทนที่หลากหลายเข้าสู่ระบบการส่งพลังงาน ทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิล แนวทางนโยบายเฉพาะในการบรรเทา และทิศทางในการปล่อยก๊าซไปสู่ระดับความเข้มข้นในระยะยาว [10.2]

ภาพจำลองซึ่งทบทวนในรายงานพิเศษระบุว่า พลังงานทดแทนมีศักยภาพสูงในการบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตัวอย่างภาพจำลองสี่สถานการณ์ครอบคลุมช่วงเวลาการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ของโลกระหว่าง ปี ค.ศ. 2010 และ 2050 จากประมาณ 220 ถึง 560 Gt ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปรียบเทียบถึงประมาณ 1,530 Gt จากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมและฟอสซิลสะสมใน IEA World Energy Outlook 2009 Reference Scenario ในระหว่างช่วงเวลาเดียวกัน ลักษณะที่แม่นยำในโอกาสของการบรรเทาของพลังงานทดแทนนี้ขึ้นอยู่กับบทบาทที่ภาพจำลองให้เหตุผลต่อเทคโนโลยีการบรรเทาเฉพาะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เกี่ยวกับพฤติการณ์ระบบที่ซับซ้อนและแหล่งพลังงานที่พลังงานทดแทนเข้าแทนที่ ดังนั้น ลักษณะที่ถูกต้องของศัยภาพในการบรรเทาของพลังงานทดแทนจะต้องทำการพิจารณาด้วยความระมัดระวังและเหมาะสม

ส่วนใหญ่แล้ว ภาพจำลองจะบ่งชี้ว่า การเติบโตของพลังงานทดแทนจะแพร่หลายไปทั่วโลก แม้ว่าการกระจายความแม่นยำของการใช้พลังงานทดแทนระหว่างภูมิภาคจะแตกต่างกันไปอย่างมีนัยสำคัญทั่วภาพจำลองหากแต่ส่วนใหญ่แล้ว ภาพจำลองจะมีสอดคล้องกันในการบ่งชี้ถึงความแพร่หลายของการใช้พลังงานทดแทนรอบโลก นอกจากนี้ การใช้พลังงานทดแทนยังสูงขึ้นด้วยในระยะยาวในกลุ่มของประเทศภาคีนอกภาคผนวกที่ 1[12] หากเปรียบเทียบกับประเทศภาคีในภาคผนวกที่ 1 ในทุกภาพจำลอง (ภาพ SPM.10) [10.2, 10.3]

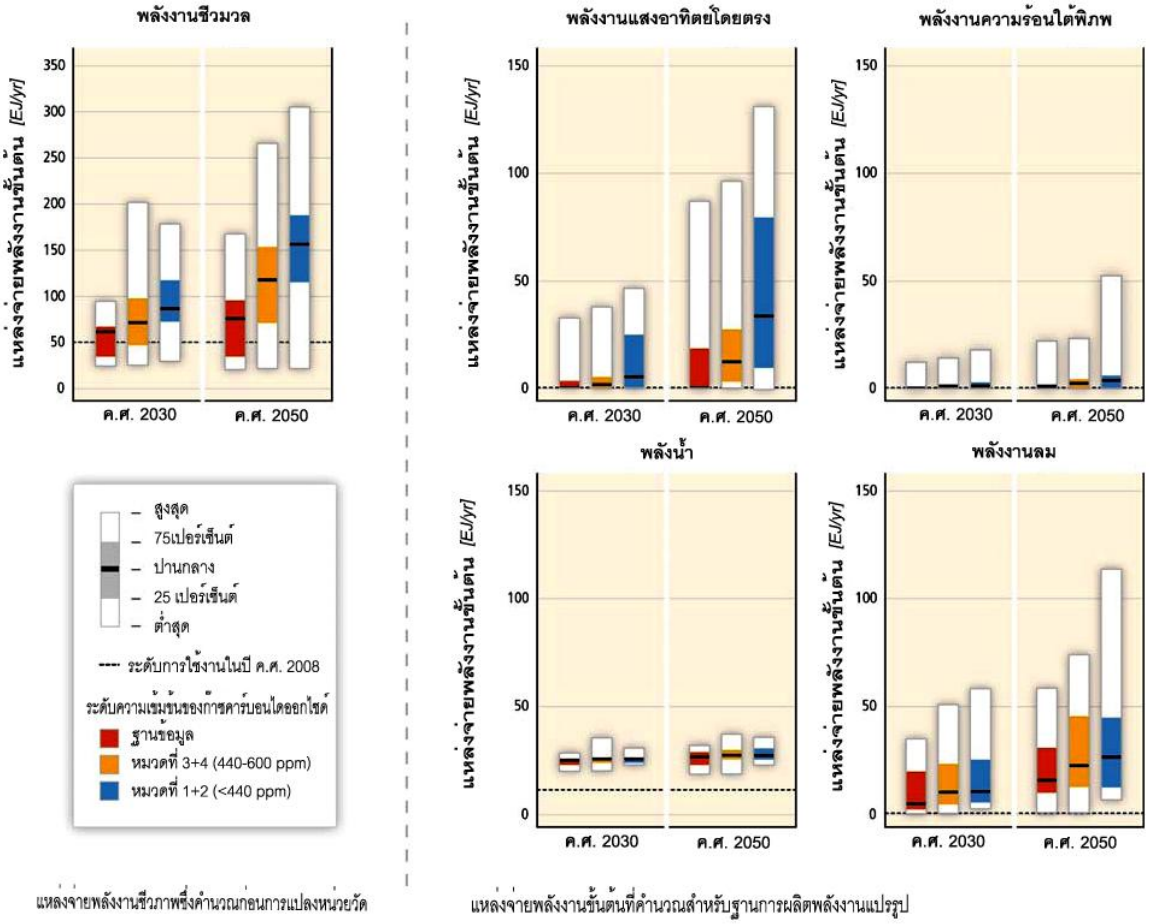
[12]คำว่า'ภาคผนวกที่ 1' และ 'นอกภาคผนวกที่ 1' เป็นการจัดประเภทประเทศโดยอ้างจากกรอบการดำเนินงานอนุสัญญาฯ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพทางภูมิอากาศ (UNFCCC)



ภาพ SPM.10 | การจ่ายพลังงานทดแทนของพลังงานทดแทนระดับโลก จากแหล่งพลังงานในกลุ่มประเทศในภาคผนวกที่ 1 และในกลุ่มประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ในภาพจำลอง 164 สถานการณ์ในปี ค.ศ. 2030 และ 2050 เส้นหนาสีดำสอดคล้องกับค่าระยะกลาง กล่องสีจะอธิบายถึงค่าพิสัยภายในควอไทล์ (ช่วง 25 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์) และตรงบริเวณสิ้นสุดของแถบสีขาวจะให้รายละเอียดถึงช่วงทั้งหมดของภาพจำลองที่ได้มีการทบทวน [ภาพ 10.2, 10.2.2.2]

หมายเหตุ: สำหรับรายละเอียดในการใช้วิธีการ 'สมดุลโดยตรง' ในการคำนวณการจ่ายพลังงานเบื้องต้นและความเข้าใจที่มากยิ่งขึ้นของการตีความผลลัพธ์ของภาพจำลอง ดูได้ที่กรอบ SPM.2 และที่เฉพาะไปกว่านั้น ช่วงของพลังงานแปรรูปจะมาจากพลังงานชีวมวล พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์สามารถพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่ในภาพจำลองที่มีความถูกต้องมากยิ่งของ ปี ค.ศ. 2050 พลังงานจากมหาสมุทรไม่ได้นำเสนอไว้ ณ ที่นี้ เนื่องจากมีภาพจำลองเพียงเล็กน้อยที่กล่าวถึงพลังงานทดแทนจากแหล่งนี้

ภาพจำลองไม่ได้แสดงถึงเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีบทบาทสูงสุดระดับโลกอย่างใดอย่างหนึ่ง นอกจากนี้ ศักยภาพทางเทคนิคของโลกทั้งหมดไม่ได้เป็นข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนในอนาคต แม้ว่าคุณูปการของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจะแตกต่างกันไปในแต่ละภาพจำลอง พลังงานชีวมวลแบบสมัยใหม่ ลมและแสงอาทิตย์ต่างมีความเหมือนกันในการสร้างผลประโยชน์อันใหญ่หลวงแก่เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในระบบพลังงาน ภายใน ค.ศ. 2050 (ภาพ SPM.11) การประเมินภาพจำลองทุกสถานการณ์ยืนยันถึงศักยภาพทางเทคนิคซึ่งจะไม่เป็นข้อจำกัดสำหรับการขยายพลังงานทดแทนไปสู่ระดับโลก แม้จะมีความแตกต่างทางเทคโนโลยีและภูมิภาคอย่างมีนัยสำคัญแต่ในภาพจำลองตัวอย่างสี่สถานการณ์นั้น มีการใช้ศักยภาพพลังงานทดแทนทางเทคนิคที่มีอยู่ในโลกต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ [10.2, 10.3]



ภาพ SPM.11 | การจ่ายพลังงานขั้นต้นของโลก (สมดุลโดยตรง) ของพลังงานชีวมวล พลังงานจากลม แสงอาทิตย์ น้ำและความร้อนใต้พิภพในภาพจำลองระยะยาว 164 ในปี ค.ศ. 2030 และ 2050และจัดกลุ่มโดยประเภทความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศซึ่งมีนิยามสอดคล้องกันกับรายงานการวิเคราะห์ AR4 เส้นหนาสีดำหมายถึงระยะกลาง ส่วนแถบสีอธิบายถึงค่าพิสัยภายในควอไทล์ inter-quartile range (ช่วง 25 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์) และตรงบริเวณสิ้นสุดของแถบสีขาวสอดคล้องกับช่วงทั้งหมดของภาพจำลองที่ได้มีการทบทวน [คัดลอกมาจากภาพ 10.9, 10.2.2.5]

หมายเหตุ: สำหรับรายละเอียดในการใช้วิธีการ ‘สมดุลโดยตรง’ ในการคำนวณการจ่ายพลังงานเบื้องต้นและความเข้าใจที่มากยิ่งขึ้นของการตีความผลลัพธ์ของภาพจำลอง ดูได้ที่กรอบ SPM.2 และที่เฉพาะไปกว่านั้นช่วงของพลังงานแปรรูปจะมาจากพลังงานชีวมวล พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์สามารถพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่ในภาพจำลองที่มีความถูกต้องมากยิ่งของ ปี ค.ศ. 2050 พลังงานจากมหาสมุทรไม่ได้นำเสนอไว้ ณ ที่นี้ เนื่องจากมีภาพจำลองเพียงเล็กน้อยที่กล่าวถึงพลังงานทดแทนจากแหล่งนี้ พึงเข้าใจว่าประเภท V และข้อมูลข้างบนไม่ได้รวมอยู่ด้วย และประเภท IV ได้ขยายถึง 600 ppm จาก 570 ppm เนื่องจากภาพจำลองความคงที่ทั้งหมดวางตำแหน่งที่คาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 600 ppmในปี ค.ศ. 2100 และเป็นเพราะว่าภาพจำลองฐานพื้นฐานที่มีค่าต่ำที่สุดนั้นไปถึงระดับความเข้มข้นกว่า 600 ppm ในปี ค.ศ. 2100 เพียงเล็กน้อย

การศึกษาส่วนบุคคลระบุว่า หากการใช้พลังงานมีข้อจำกัด ต้นทุนในการบรรเทาจะสูงเพิ่มขึ้นและอาจจะไม่สามารถบรรลุสัมฤทธิผลความคงที่ของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำลง การศึกษาจำนวนมากติดตามความอ่อนไหวของภาพจำลองซึ่งคาดการณ์ว่า จะมีข้อจำกัดในการใช้ทางเลือกในการบรรเทาส่วนบุคคลรวมทั้งพลังงานทดแทนและพลังงานนิวเคลียร์และฟอสซิลซึ่งมีการกักเก็บและดักจับคาร์บอน มีการเห็นพ้องไม่มากนักถึงความถูกต้องเกี่ยวกับพื้นที่ของการเพิ่มต้นทุน [10.2]

การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจก๊าซเรือนกระจกต่ำด้วยสัดส่วนพลังงานทดแทนสูงจะช่วยสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน ภาพจำลองตัวอย่างสี่สถานการณ์ได้วิเคราะห์ในรายละเอียดใน SRREN เกี่ยวกับการประเมินการลงทุนพลังงานทดแทนสะสมของโลก (ในหมวดการผลิตพลังงานเท่านั้น) ตั้งแต่จาก 1,360 ดอลล่าร์สหรัฐใน ปี ค.ศ. 2005 ถึง 5,100 พันล้านสำหรับช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2011 ถึง 2020 และจาก 1,490 ดอลล่าร์สหรัฐใน ปี ค.ศ. 2005 ถึง 7,180 พันล้านในช่วงทรวรรษ ค.ศ. 2021 ถึง 2030 มูลค่าที่ต่ำอ้างอิงถึง IEA World Energy Outlook 2009 Reference Scenario และมูลค่าที่สูงของภาพจำลองนั้นก็ให้ค่าความคงที่ของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เท่านั้น) ในชั้นบรรยากาศอยู่ที่ 450 ppm ความจำเป็นของการลงทุนโดยเฉลี่ยต่อปีเหล่านั้นน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ นอกเหนือจากความแตกต่างในการออกแบบแบบจำลองเพื่อใช้ในการตรวจสอบภาพจำลองเหล่านี้แล้วนั้น สามารถอธิบายช่วงโดยการประเมินความเข้มข้นที่แตกต่างกันของก๊าซเรือนกระจกเป็นหลักและข้อจำกัดที่มีอยู่ในเทคโนโลยีการบรรเทาที่เป็นที่ยอมรับศักยภาพที่เพิ่มขึ้นของโรงงานไฟฟ้าพลังงานทดแทน จะลดจำนวนเชื้อเพลิงจากฟอสซิลและนิวเคลียร์ มิฉะนั้นพลังงานทั้งสองอย่างนี้ จะเป็นที่ต้องการเพื่อตอบสนองต่อความต้องการกระแสไฟฟ้า นอกเหนือจากการลงทุน การดำเนินการและการบำรุงรักษาและ (หากทำได้) ต้นทุนวัตถุดิบเกี่ยวข้องกับโรงงานไฟฟ้าพลังงานทดแทน ทั้งนี้ การประเมินใดๆ ของอุปสรรคทางเศรษฐกิจซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้งานจะต้องพิจารณาถึงการหลีกเลี่ยงต้นทุนในการลงทุนทดแทนและเชื้อเพลิงเช่นกัน แม้ว่าจะไม่มีการพิจารณาถึงต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ ช่วงต่ำกว่าการลงทุนพลังงานทดแทนซึ่งอภิปรายข้างต้นยังต่ำกว่าการลงทุนที่เกี่ยวข้องซึ่งรายงานใน ปี ค.ศ. 2009 มูลค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยต่อไปของการลงทุนหมวดพลังงานทดแทนนั้น ประมาณการณ์ว่า จะเพิ่มขึ้นห้าเท่าในการการลงทุนของโลกในหมวดพลังงานนี้ในปัจจุบัน [10.5, 11.2.2]

7. นโยบายการดำเนินการและการเงิน

การเพิ่มจำนวนและความหลากหลายของนโยบายพลังงานทดแทนได้รับการกระตุ้นจากหลายปัจจัย ซึ่งส่งผลให้เกิดการเติบโตของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในช่วงปีที่ผ่านมามากยิ่งขึ้น [1.4, 11.2, 11.5, 11.6] นโยบายของรัฐบาลมีบทบาทในการเร่งการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน การเข้าถึงพลังงานและการพัฒนาทางสังคมและเศรษฐกิจ เป็นตัวขับเคลื่อนเบื้องต้นในประเทศกำลังพัฒนาแทบทุกแห่ง ในขณะที่การจ่ายพลังงานที่มั่นคงและความกังวลด้านสิ่งแวดล้อมเป็นความสำคัญที่สุดในประเทศกำลังพัฒนา [9.3, 11.3] จุดเน้นของนโยบายมีความกว้างยิ่งขึ้นตั้งแต่ความเข้มข้นขั้นต้นของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนสู่การผนวกการทำความร้อน ความเย็นและการขนส่งโดยใช้พลังงานทดแทน [11.2, 11.5]

นโยบายเฉพาะของพลังงานทดแทนสำหรับการวิจัย การพัฒนา การสาธิตและการใช้งานช่วยยกระดับบทบาทของพลังงานทดแทนมากยิ่งขึ้น นโยบายซึ่งประกอบด้วยข้อบังคับ เช่น ค่าธรรมเนียม โควต้า เป้าหมาย การเข้าถึงระบบการส่งพลังงาน การสร้างข้อกำหนด ข้อกำหนดในการผสมไบโอดีเซลและกฎเกณฑ์ความยั่งยืนของพลังงานชีวมวล [2.4.5.2,2.ES, TS.2.8.1] ประเภทนโยบายอื่นๆ คือ การกระตุ้นงบประมาณ เช่น นโยบายด้านภาษีและการสนับสนุนการเงินโดยตรงจากรัฐบาล เช่น การคืนภาษีและเงินอุดหนุน และกลไกการเงินสาธารณะ เช่น เงินกู้และการรับประกัน ส่วนนโยบายที่กว้างขึ้นซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กลไกราคาคาร์บอนซึ่งสามารถสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน

นโยบายอาจจะมุ่งไปภาคส่วนเฉพาะ และอาจจะดำเนินการในระดับท้องถิ่น รัฐ/จังหวัด ระดับชาติ และในกรณีในระดับภูมิภาค และยังสามารถดำเนินการได้โดยความร่วมมือทวิภาคี ความร่วมมือระหว่างภูมิภาคและระหว่างประเทศ [11.5]

นโยบายต่างๆ ได้ส่งเสริมการเพิ่มการพัฒนาศักยภาพพลังงานทดแทน โดยให้ความช่วยเหลือเพื่อเอาชนะอุปสรรคต่างๆ [1.4, 11.1, 11.4, 11.5, 11.6] อุปสรรคในการใช้พลังงานทดแทนประกอบด้วย :

- อุปสรรคเชิงสถาบันและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐานและข้อบังคับของระบบพลังงานที่มีอยู่
- ความล้มเหลวของตลาด รวมทั้งต้นทุนและสุขภาพ หากสามารถปรับใช้ได้
- ขาดการกระจายข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประโยชน์พลังงานทดแทน และขาดศักยภาพทางเทคนิคและองค์ความรู้ รวมทั้ง
- อุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าทางสังคมและบุคคล ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรับรู้และการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก [1.4, 9.5.1, 9.5.2.1]

การลงทุนการวิจัยและพัฒนาจากสาธารณชนด้านเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกจะมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งเมื่อเสริมด้วยเครื่องมือด้านนโยบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้นโยบายซึ่งกระตุ้นการยกระดับความต้องการต่อเทคโนโลยีใหม่ๆ พร้อมกับการวิจัยและพัฒนา และใช้ประโยชน์นโยบาย จะสร้างวงจรผลสะท้อนกลับด้านบวก และจะยิ่งส่งเสริมให้เกิดการลงทุนจากภาคเอกชน การออกนโยบายการใช้พลังงานทดแทนโดยเร็วที่สุดในการพัฒนาเทคโนโลยี จะเร่งการเรียนรู้โดยการกระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาจากภาคเอกชน ซึ่งในอนาคตจะนำไปสู่การลดต้นทุนและจะส่งผลให้เกิดการเทคโนโลยีพลังงานทดแทนอย่างเข้มข้น [11.5.2]

นโยบายบางอย่างได้แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพและได้ผลต่อการเพิ่มการใช้พลังงานทดแทน อย่างไรก็ตาม ไม่มีนโยบายไหนที่เหมาะสมกับทุกกรณี ประสบการณ์ได้แสดงให้เห็นว่า นโยบายที่แตกต่างหรือเป็นการผสมผสานจะมีประสิทธิภาพและเพียงพอมากยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น ระดับการพัฒนาเทคโนโลยี เงินทุนที่มี ความสะดวกในการบูรณาการเข้าสู่ระบบที่มีอยู่และทรัพยากรพลังงานทดแทนในท้องถิ่นและประเทศ [11.5]

- การศึกษาต่างๆ ได้สรุปว่า ค่าธรรมเนียม มีประสิทธิภาพและเพียงพอในการส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานทดแทน โดยขึ้นอยู่กับการผสมผสานราคาตายตัวหรือการจ่ายแบบพิเศษเป็นหลัก การติดต่อกับเครือข่ายและการซื้อที่มีการรับประกันของกระแสไฟฟ้าพลังงานทดแทนทั้งหมด นโยบายเกี่ยวกับโควต้าอาจจะมีประสิทธิภาพและได้ผลหากมีการออกแบบเพื่อลดความเสี่ยง เช่น สัญญาในระยะยาว [11.5.4]
- รัฐบาลหลายแห่งได้มีการใช้การกระตุ้นงบประมาณสำหรับการทำความร้อนและความเย็นจากพลังงานทดแทน ภาระผูกพันจากการใช้ความร้อนจากพลังงานทดแทน จะดึงดูดความสนใจสำหรับศักยภาพของผู้ใช้ในการให้การสนับสนุนการเติบโตอย่างอิสระจากงบประมาณสนับสนุนของประชาชน [11.5.5]
- ในภาคการขนส่ง ข้อบังคับของเชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทนหรือข้อกำหนดในการผสมผสานเป็นตัวขับเคลื่อนหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพสมัยใหม่แทบทุกแห่ง นโยบาย

อื่นๆ ประกอบด้วย การสนับสนุนทางการเงินโดยตรงจากรัฐบาล หรือการลดภาษี และนโยบายได้มีอิทธิผลในการพัฒนาการค้าเชื้อเพลิงชีวภาพระหว่างประเทศ [11.5.6]

ความยืดหยุ่นในการปรับปรุงในฐานะที่เป็นการพัฒนาเทคโนโลยี การตลาด และปัจจัยอื่นๆ มีความสำคัญยิ่ง รายละเอียดในการออกแบบและดำเนินการมีความจำเป็นในการกำหนดประสิทธิผลและประสิทธิภาพของนโยบาย [11.5] กรอบการดำเนินนโยบายซึ่งมีความโปร่งใสและยั่งยืนจะสามารถลดความเสี่ยงในการลงทุนและจะส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและวิวัฒนาการของการใช้งานที่มีต้นทุนต่ำ [11.5, 11.6]

'การเอื้ออำนวย'นโยบายเป็นการสนับสนุนการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากพลังงาน สามารถสร้างการสนับสนุนหรือเอื้ออำนวยสภาพแวดล้อมให้กับพลังงานทดแทน โดยการย้ำถึงความเป็นไปได้ในปฏิสัมพันธ์จากนโยบายที่มีอยู่กับนโยบายพลังงานทดแทน รวมทั้งนโยบายพลังงานและนโยบายที่ไม่ใช่พลังงาน (เช่น นโยบายที่มีเป้าหมายที่การเกษตร การขนส่ง การจัดการน้ำและการวางแผนชุมชนเมือง) โดยสนับสนุนความสามารถของนักพัฒนาในการรับงบประมาณและสร้างความสำเร็จในการดำเนินโครงการ ด้วยการขจัดอุปสรรคในการเข้าถึงเครือข่ายและตลาดสำหรับการใช้และการจ่ายพลังงานทดแทน โดยการส่งเสริมการศึกษาและสร้างความตระหนักผ่านการสื่อสารอย่างจริงจังและการริเริ่มเสวนา และโดยการสร้างสภาพแวดล้อมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งในที่สุด การดำรงอยู่ของ 'การเอื้ออำนวย' สภาพแวดล้อมจะสร้างประสิทธิผลและประสิทธิภาพของนโยบายในการสงเสริมการใช้พลังงานทดแทน [9.5.1.1, 11.6]

ความล้มเหลวของตลาดสองประการสร้างเหตุผลของการเพิ่มการสนับสนุนนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนซึ่งมีศักยภาพสูงในการพัฒนาทางเทคโนโลยี แม้ว่าแม้ว่าจะมีตลาดซื้อขายด้านมลพิษ (หรือนโยบายราคาก๊าซเรือนกระจก) ความล้มเหลวของตลาดครั้งแรกสืบเนื่องมาจากต้นทุนภายนอกของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่วนความล้มเหลวของตลาดที่สองอยู่ในประเด็นของนวัตกรรม หากองค์กรต่างๆ ประเมินผลประโยชน์ในอนาคตของการลงทุนในการเรียนรู้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนหรือหากองค์กรเหล่านั้นไม่สามารถจัดสรรผลประโยชน์ได้ องค์กรจะลงทุนน้อยกว่าการสะสมจากมุมมองทางเศรษฐกิจมหภาค นอกเหนือจากนโยบายราคาก๊าซเรือนกระจกแล้ว นโยบายเฉพาะของพลังงานทดแทนอาจมีความเหมาะสมจากมุมมองทางเศรษฐกิจหากเกี่ยวข้องกับโอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีได้รับการหยิบยกขึ้นพูดถึง (หรือหากมีวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา เช่น lock-in การรั่วไหลของคาร์บอนและการส่งผลย้อนกลับ ซึ่งควรนำมาพิจารณาในการออกแบบนโยบาย [11.1.1, 11.5.7.3]

ข้อมูลระบุถึงวัตถุประสงค์ระยะยาวสำหรับพลังงานทดแทนและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้จากประสบการณ์มีความจำเป็นต่อผลสัมฤทธิของราคาประสิทธิผลและการใช้ประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นของพลังงานทดแทน สิ่งเหล่านี้จะต้องอาศัยการพัฒนากรอบการดำเนินนโยบายอย่างเป็นระบบซึ่งจะลดความเสี่ยงและจะช่วยให้เกิดความสนใจซึ่งนำไปสู่เสถียรภาพเหนือกรอบเวลาที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน การผสมผสานเครื่องมือนโยบายที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือ รวมทั้งนโยบายที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน มีความสำคัญมากเมื่อโครงสร้างพื้นฐานของพลังงานยังคงกำลังพัฒนาและความต้องการพลังงานนั้น คาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต [11.5, 11.6, 11.7]

8. การสร้างความก้าวหน้าให้กับองค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทน

ยกระดับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และวิศกรรมจะนำไปสู่การปรับปรุงการดำเนินการและการลดต้นทุนในเทคโนโลยีพลังงานทดแทน องค์ความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนและบทบาทของพลังงานทดแทนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังอยู่ที่การรับข้อมูลในวงกว้าง ดังต่อไปนี้ [ดูตารางที่ 1.1 สำหรับรายละเอียด]

- ต้นทุนและระยะเวลาในอนาคตในการใช้พลังงานทดแทน
- สร้างศักยภาพทางเทคนิคสำหรับพลังงานทดแทนในทุกระดับตามภูมิศาสตร์ให้เกิดขึ้นจริง
- ความท้าทายทางเทคนิคและวิชาการและต้นทุนในการบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่หลากหลายเข้าสู่ระบบพลังงานและตลาด
- การประเมินทางเศรษฐกิจและสภาพแวดล้อมของเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและพลังงานอื่นๆ อย่างครอบคลุมรอบด้าน
- โอกาสในการตอบสนองต่อความต้องการของประเทศกำลังพัฒนาด้วยการให้บริการพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน
- นโยบาย กลไกเชิงสถาบันและกลไกทางการเงินในการส่งเสริมต้นทุนประสิทธิผลของการใช้พลังงานทดแทนในบริบทต่างๆ ในวงกว้าง

องค์ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและโอกาสการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องยิ่งขึ้นไป องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่มีความสำคัญและสามารถสนับสนุนกระบวนการในการจัดทำนโยบาย [1.1.8]