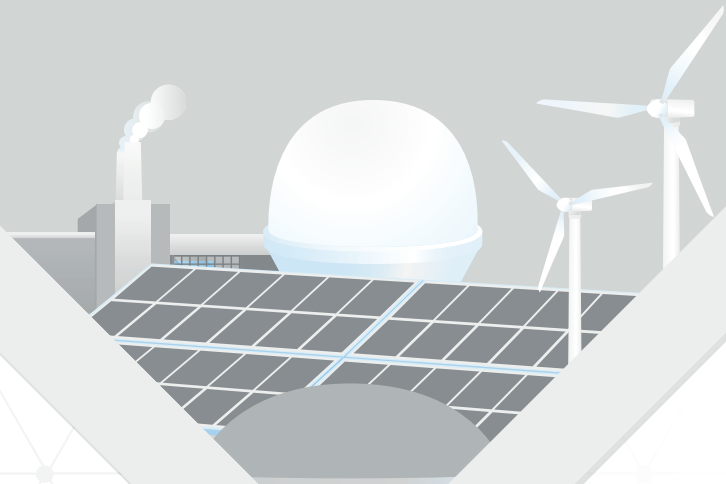
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สมุดปกขาว

การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ



สมุดปกขาว

การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

จัดทำโดย

ฝ่ายบริหารกลยุทธ์และนโยบายองค์กร

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ธันวาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทนำ	6
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	6
วัตถุประสงค์ในการศึกษา	7
วิธีการศึกษา	7
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 1 แนวโน้ม และสถานการณ์พลังงานโลก	9
บทที่ 2 การศึกษาหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานที่น่าสนใจในต่างประเทศ	33
บทที่ 3 ความเชื่อมโยงแผนงานด้านพลังงานของประเทศ	45
บทที่ 4 การศึกษาหน่วยงานที่ทำวิจัยด้านพลังงานที่สำคัญของประเทศไทย	63
บทที่ 5 ขีดความสามารถและแผนงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช.	101
บทที่ 6 บทสรุป และข้อเสนอแนะต่อทิศทางการวิจัยด้านพลังงานของประเทศ	113
เอกสารอ้างอิง	118

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1	แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของโลก	10
ภาพที่ 1.2	แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศนอกกลุ่ม OECD	10
ภาพที่ 1.3	การบริโภคพลังงานของโลก จำแนกตามภาคผู้ใช้ปลายทาง	11
ภาพที่ 1.4	ความต้องการใช้พลังงานของโลก จำแนกตามแหล่งพลังงาน	12
ภาพที่ 1.5	งบดุลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพลังงานของโลกในระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส ผลรวมและส่วนต่างระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2050 (กิกะตันคาร์บอนไดออกไซด์)	14
ภาพที่ 1.6	แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อบรรลุเป้าหมายปี ค.ศ. 2050	15
ภาพที่ 1.7	การใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลรายสาขา ระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2050	16
ภาพที่ 1.8	มูลค่าการลงทุนเพื่อยกระดับพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงาน	19
ภาพที่ 1.9	ประเด็นการปฏิบัติเพื่อการวิจัยและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสหภาพพลังงาน	22
ภาพที่ 1.10	โครงสร้างการให้ทุนวิจัยภายใต้โปรแกรม Horizon 2020 ของสหภาพยุโรป	25
ภาพที่ 1.11	การจัดสรรทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้กรอบโปรแกรมการวิจัยที่ 7 (FP7) ของสหภาพยุโรป	27
ภาพที่ 1.12	กรอบการจัดสรรทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้ Horizon 2020	27
ภาพที่ 1.13	งบประมาณของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ ระหว่างปีงบประมาณ 2018 – 2020	28
ภาพที่ 1.14	งบประมาณวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ ปีงบประมาณ 2019 จำแนกตามกลุ่มโปรแกรม	28
ภาพที่ 1.15	งบประมาณวิจัยและพัฒนาของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ จำแนกตามกลุ่มโปรแกรมหลัก ปีงบประมาณ 2017 – 2020	29
ภาพที่ 1.16	การจัดสรรงบประมาณขององค์การพัฒนาพลังงานใหม่และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น ประจำปีงบประมาณ 2019	30
ภาพที่ 2.1	งบประมาณการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของ The National Renewable Energy Laboratory	34
ภาพที่ 2.2	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของ The National Renewable Energy Laboratory	35-36
ภาพที่ 2.3	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ SINTEF	38
ภาพที่ 2.4	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ IFP Energies Nouvelles	40
ภาพที่ 2.5	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ Institute of Energy Economics, Japan	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 2.6	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ Energy Future Lab	42
ภาพที่ 3.1	ประเด็นการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน	52
ภาพที่ 4.1	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์	65
ภาพที่ 4.2	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของวิทยาลัยพลังงานทดแทน	66
ภาพที่ 4.3	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ และศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	68
ภาพที่ 4.4	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	69
ภาพที่ 4.5	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	70
ภาพที่ 4.6	พันธกิจของศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม	71
ภาพที่ 4.7	กรอบแผนที่นำทางวิจัยและพัฒนาของ กฟผ. 15 ปี (ค.ศ. 2014 – 2028)	73-76
ภาพที่ 4.8	ขอบเขตงานวิจัยและพัฒนาที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี	77
ภาพที่ 4.9	5 อันดับแรกของการทำธุรกิจพลังงานของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์	79
ภาพที่ 4.10	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	81-82
ภาพที่ 4.11	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	84
ภาพที่ 4.12	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของบริษัท ทีพีไอ เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)	85
ภาพที่ 4.13	กรอบการจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	88
ภาพที่ 4.14	วงเงินที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ช่วงปีงบประมาณ 2558 – 2561	89
ภาพที่ 4.15	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	90
ภาพที่ 4.16	ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Renewable Energy	91
ภาพที่ 4.17	ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Energy Storage	92
ภาพที่ 4.18	ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Energy Efficiency	93
ภาพที่ 4.19	ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน System Integration & Energy Management	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 4.20	กรอบวงเงินที่เปิดรับการจัดสรรของกองทุนพัฒนาไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2560 – 2562	96
ภาพที่ 4.21	กรอบการสนับสนุน (Theme) เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ปีงบประมาณ 2562	97
ภาพที่ 4.22	การวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของไทย	100
ภาพที่ 5.1	กลุ่มภารกิจของ สวทช. เพื่อตอบโจทย์ประเทศ	110
ภาพที่ 5.2	ทิศทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของ สวทช.	111

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	แนวทางปฏิบัติเพื่อการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของสหภาพพลังงาน	21
ตารางที่ 2.1	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ Energy Research Institute of Nanyang Technological University	39
ตารางที่ 3.1	แนวทางการพัฒนาด้านพลังงานตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ	47-48
ตารางที่ 3.2	แนวทางการพัฒนาด้านพลังงานตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12	54-57
ตารางที่ 4.1	หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	64
ตารางที่ 4.2	สัดส่วนการจัดสรรเงินภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ในปี พ.ศ. 2560 – 2564	87
ตารางที่ 5.1	ผลงานที่เป็นต้นแบบด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 – 2562	103
ตารางที่ 5.2	ผลงานทรัพย์สินทางปัญญาด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 – 2562	105-106
ตารางที่ 5.3	ผลงานที่เป็นงานเขียนทางวิชาการด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 – 2562	108-109

บทสรุปผู้บริหาร

จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระบบนิเวศที่มีแนวโน้มของความเสื่อมโทรมลง ทำให้การรักษาและบริหารจัดการทรัพยากรและสภาพแวดล้อมได้รับความสนใจจากประเทศต่าง ๆ มากขึ้น ไม่เว้นแม้แต่ในประเทศไทย พลังงานนับได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และเป็นที่ทราบกันดีว่า แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพื่อดำเนินชีวิตนั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่แหล่งพลังงานเดิมมีแนวโน้มที่ลดลง ด้วยเหตุนี้ทั่วโลกจึงเริ่มค้นหาแหล่งพลังงานใหม่เข้ามาทดแทน เพื่อรองรับความต้องการและสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้แก่ประเทศของตน จากแนวโน้มดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อม และรองรับการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานที่กำลังเกิดขึ้น

ด้วยเหตุนี้ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงได้ทำการจัดทำสมุดปกขาว การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติขึ้น เพื่อศึกษาแนวโน้มและสถานการณ์ด้านพลังงานของโลก การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยงานวิจัยในต่างประเทศ ความเชื่อมโยงของแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของไทย การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยงานวิจัยในไทย รวมถึงแผนงานการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน อีกทั้งเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายนั้น เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร รายงาน และข้อมูลของหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ ที่เผยแพร่อยู่บนเว็บไซต์ของหน่วยงาน ซึ่งข้อมูลโดยสรุปของสมุดปกขาว การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติมีดังนี้

สถานการณ์ด้านพลังงานโลกกำลังมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ด้วยความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา แหล่งพลังงานขั้นต้นส่วนใหญ่นำมาจากฟอสซิล เช่น ถ่านหิน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติที่ล้วนใช้แล้วหมดไป จึงเกิดความกังวลต่อความมั่นคงทางพลังงาน และยังเป็นปัจจัยสำคัญของการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) จากการคาดการณ์การใช้พลังงานของโลก ในช่วงปี 2015 – 2040 (พ.ศ. 2558 – 2583) โดย สำนักบริหารสารสนเทศพลังงานของสหรัฐอเมริกา (U.S. Energy Information Administration: EIA) พบว่า ภาคอุตสาหกรรมจะมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากกว่าครึ่งหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับภาคขนส่ง และภาคอาคาร และความต้องการใช้พลังงานในภาพรวมมาจากปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ ขณะที่ถ่านหินมีแนวโน้มความต้องการใช้ลดลง สำหรับพลังงานหมุนเวียน และนิวเคลียร์มีแนวโน้มการใช้งานที่เติบโตสูง แต่ยังคงเป็นรองความต้องการใช้แหล่งพลังงานดั้งเดิม

อย่างไรก็ตาม ความตกลงปารีสที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ที่แสดงถึงเจตจำนงลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกเฉลี่ยไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม รวมถึงการพัฒนากลไกการสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายดังกล่าว ได้ถูกนำไปเป็นเป้าหมายในเชิงนโยบายและการดำเนินงานในองค์กรหลายระดับ เช่น ทบวงการพลังงานทดแทนระหว่างประเทศ (International Renewable Energy

Agency: IRENA) และสหภาพยุโรป เพื่อขับเคลื่อนเป้าหมายในระดับโลก และระดับภูมิภาคตามประเภทภารกิจของหน่วยงาน โดยสิ่งที่เป็นจุดมุ่งหมายของทั้งสององค์กรที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ การใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน อันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อบรรลุเป้าหมายการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ตลอดจนสร้างความยั่งยืนด้านพลังงาน นอกจากนั้น การดำเนินการของสหภาพยุโรปยังให้ความสำคัญต่อการจัดการพลังงานของภูมิภาค โดยมุ่งสู่การเป็นสหภาพพลังงาน ที่มีเป้าหมายการเชื่อมโยงด้านโครงสร้างพื้นฐาน และมีตลาดพลังงานเป็นหนึ่งเดียวกัน ผลักดันให้เกิดการแข่งขันด้านพลังงานหมุนเวียนอย่างเสรีเพื่อให้มีต้นทุนต่ำลง มีขีดความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น และลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งภายนอก รวมถึงส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อสร้างการเปลี่ยนระบบพลังงานสู่การเป็นเศรษฐกิจที่เป็นกลางทางคาร์บอนในระยะยาว

สำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในต่างประเทศนั้น ลักษณะของหน่วยงานวิจัยมีทั้งหน่วยงานขนาดใหญ่ที่มีศูนย์หรือหน่วยงานภายใต้หลายหน่วยงาน และหน่วยวิจัยที่อยู่ภายใต้มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ซึ่งหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานขนาดใหญ่นั้นจะมีโครงสร้างพื้นฐาน เช่น เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และศูนย์การเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหลากหลายแหล่ง ทั้งงบประมาณจากรัฐบาลร่วมกับรายได้จากการรับจ้างวิจัย งบประมาณจากกระทรวงพลังงาน หรือหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง และค่าบำรุงสมาชิกและจำหน่ายรายงานตีพิมพ์ ส่วนหน่วยวิจัยที่อยู่ภายใต้มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยนั้นไม่พบแหล่งที่มาของงบประมาณที่ชัดเจน สำหรับประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่หน่วยงานวิจัยด้านพลังงานในต่างประเทศให้ความสนใจนั้น ประกอบไปด้วย 1) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ได้แก่ พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานสะอาดทางทะเล 2) กริดและไมโครกริด (Grid and Microgrid) เน้นศึกษาในเรื่องการพัฒนาระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับสมาร์ทกริด (Grid Modernization) การรวมกันของพลังงานหมุนเวียนและไมโครกริด (Renewables Integration and Microgrids) และ Multi Energy Systems and Grids และ 3) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นในเรื่องการดักจับและการจัดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Capture and Storage) และ Renewable and Low Carbon Generation นอกจากนี้ เรื่องของเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) การขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ (Zero Emission Transport) เทคโนโลยีอาคารอัจฉริยะและยั่งยืน (Smart and Sustainable Building Technologies) เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ก็เป็นประเด็นที่หน่วยวิจัยด้านพลังงานในต่างประเทศให้ความสนใจ

เมื่อกลับมาพิจารณาในส่วนของประเทศไทยกับการให้ความสำคัญเรื่องพลังงานพบว่า ไทยให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการด้านพลังงาน โดยได้กำหนดให้เรื่องของพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาประเทศภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561 - 2580 ซึ่งกรอบการพัฒนาที่ได้กำหนดไว้นั้นมุ่งเน้นในเรื่องการพัฒนาเพื่อเพิ่มสัดส่วนและศักยภาพการผลิตและใช้พลังงานทดแทน[1] และพลังงานทางเลือก การนำวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตพลังงาน สร้างความเชื่อมโยงในทุกภาคส่วน เพื่อสร้างความมั่นคงของระบบพลังงานโดยพัฒนาระบบการบริหารจัดการทั้งระบบด้วยระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะให้สามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงาน

---

[1] พลังงานทดแทน คือ พลังงานที่ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วย พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หรือพลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

ทางเลือก การถ่ายทอดเทคโนโลยีและพัฒนาอุตสาหกรรมระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ รวมถึงสนับสนุนทางด้านการเงินและบังคับใช้กฎหมายเพื่อส่งเสริมให้เกิดอาคารอัจฉริยะ และการให้ความรู้ สร้างจิตสำนึกการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และ (ร่าง) ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) ได้นำเอากรอบการพัฒนาตามแนวทางของยุทธศาสตร์ชาติดังกล่าวมาใช้ในการกำหนดแนวทางการพัฒนาในระยะยาวเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ยุทธศาสตร์ชาติได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม จากการที่แผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงานได้กำหนดให้มีการปรับปรุงแผนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ทำให้สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานได้ทบทวนและปรับปรุงแผนพลังงานขึ้นใหม่ โดยเป็นการบูรณาการแผนพลังงาน 5 แผนเข้าด้วยกัน อันประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งแนวทางการพัฒนาโดยสรุปจากแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นพบว่า ไทยให้ความสำคัญกับเรื่องการสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานเป็นอย่างมาก โดยแนวทางการพัฒนาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวนั้น ประกอบไปด้วย 1) การจัดหาแหล่งพลังงาน 2) การกระจายชนิดของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการผลิตพลังงาน 3) การจัดหาวัตถุดิบ เพิ่มศักยภาพและสัดส่วนในการผลิต รวมถึงส่งเสริมให้ใช้พลังงานจากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 4) การลงทุนและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานเพื่อรองรับการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก และการปรับเปลี่ยนเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินหรือโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด 5) การวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ระบบกักเก็บพลังงาน ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 6) ส่งเสริมให้มีการออกแบบอาคารอัจฉริยะ กำหนดมาตรฐานของอาคาร สนับสนุนเงินทุน และบังคับใช้กฎหมายทางด้านอาคารที่เกี่ยวข้อง และ 7) การให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก การประหยัดพลังงาน และการสร้างจิตสำนึกเพื่อให้ผู้ใช้รู้จักใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ถึงแม้ไทยจะให้ความสำคัญในเรื่องพลังงาน และมีการกำหนดกรอบการพัฒนาไว้ในแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่การทำวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของไทยส่วนใหญ่อยู่ภายในมหาวิทยาลัย หรือมิเช่นนั้นก็เป็นหน่วยวิจัยภายใต้หน่วยงานรัฐวิสาหกิจด้านพลังงาน และภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจด้านพลังงาน โดยประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่หน่วยวิจัยต่าง ๆ ของไทยให้ความสนใจนั้นประกอบด้วย 1) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ประเด็นวิจัยที่มุ่งเน้นคือ พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) โดยเป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาปรับเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการวิจัยเพื่อค้นหาวัตถุดิบอื่น ๆ มาใช้ในการผลิตพลังงาน เช่น พืชพลังงาน วัตถุดิบต้นทุนต่ำ และของเสียหรือของเหลือทิ้งจากภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังมีหัวข้ออื่น ๆ เช่น การอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานหมุนเวียน 2) เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) มุ่งเน้นการพัฒนาวัสดุสำหรับใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงาน ชนิดของแหล่งกักเก็บพลังงาน โดยเฉพาะเรื่องเครื่องชาร์จไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นประเด็นหนึ่งที่หน่วยวิจัยไทยให้ความสนใจ และ 3) การบริหารจัดการพลังงาน (Business & Management) ส่วนใหญ่มุ่งเน้นเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน การลดใช้พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน อย่างไรก็ตาม ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานที่ไม่ได้กล่าวในข้างต้น เช่น พลังงานลม สมาร์ทกริด และระบบไมโครกริด ซึ่งเป็นประเด็นวิจัยด้านพลังงานที่ต่างประเทศกำลังให้ความสนใจนั้น กลับไม่ได้รับความสนใจจากหน่วยวิจัยในไทยมากเท่าที่ควร

ในส่วนของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือ สวทช. ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยของไทยและทำการวิจัยและพัฒนาในหลากหลายประเด็น โดยในแผนกลยุทธ์ สวทช. พ.ศ. 2562 – 2566 ได้กำหนดให้พลังงานเป็นหนึ่งในเสาหลัก (Pillar) ของการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนกลุ่มเทคโนโลยีเป้าหมาย (Technology Development Groups หรือ TDGs) อีกทั้งยังกำหนดให้พลังงานเป็นหนึ่งใน 10 TDGs โดยกำหนดแผนการดำเนินการและเป้าหมายเพื่อให้งานวิจัยสามารถตอบโจทย์การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน รวมถึงสร้างความร่วมมืองานวิจัยด้านพลังงานทั้งกับภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเทคโนโลยีที่ สวทช. ให้ความสำคัญเพื่อตอบโจทย์การพัฒนาดังกล่าวนั้น ได้แก่ ระบบกักเก็บพลังงานประสิทธิภาพสูง การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล และระบบผลิตและจัดการพลังงานจากแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง โดยงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่ สวทช. วางกรอบไว้นั้นประกอบไปด้วย 4 หัวข้อหลัก ๆ คือ พลังงานทดแทน เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ระบบกักเก็บพลังงาน และวัสดุสำหรับพลังงาน ซึ่งนอกจากกรอบการวิจัยและพัฒนาดังกล่าว สวทช. ในฐานะหน่วยงานวิจัยของประเทศก็มีการทำวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานมาอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมากกว่า 500 โครงการ โดยดำเนินการผ่านทางศูนย์แห่งชาติทั้ง 4 ศูนย์ โดยโครงการวิจัยดังกล่าวนั้นมีทั้งโครงการที่ดำเนินการเอง ร่วมวิจัยกับหน่วยงานภายนอก และได้รับทุนสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกลุ่มงานวิจัยนั้นมีด้วยกันหลากหลายเรื่อง พลังงานทดแทน ระบบกักเก็บพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากรและพลังงาน การจัดการของเสียจากภาคการผลิต วัสดุสำหรับพลังงาน เทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน การจัดการระบบพลังงานด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) และอื่น ๆ นอกจากการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานดังกล่าว สวทช. ยังมีโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในหลากหลายส่วน เช่น ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and Electronic Products Testing Center: PTEC) ที่ปัจจุบันมีการให้บริการทดสอบความปลอดภัยและประสิทธิภาพพลังงานของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และศูนย์บริการวิเคราะห์ทดสอบ สวทช. (NSTDA Characterization and Testing Service Center: NCTC) ที่มีการให้บริการเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบในด้านต่าง ๆ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น พบ 2 ประเด็นสำคัญที่มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เรื่องของการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งนับว่าเป็นประเด็นที่ต่างประเทศและรัฐบาลไทยให้ความสำคัญและกำหนดแนวทางพัฒนาเพื่อให้สอดรับกับประเด็นดังกล่าว ดังนั้นในการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในครั้งนี้ จึงเสนอกลไกการปรับปรุงใน 2 ส่วนคือ คือ ด้านกลไกภาครัฐ และด้านทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของไทย โดยข้อเสนอด้านกลไกภาครัฐ เสนอให้รัฐบาลประกาศเป้าหมายลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเป็นแนวทางในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีขึ้นเป็นวาระแห่งชาติ โดยครอบคลุมสาขาที่มีการใช้พลังงานในปริมาณสูง อันประกอบด้วยภาคขนส่ง ภาคอาคาร (รวมที่พักอาศัยและสำนักงาน) และภาคอุตสาหกรรม พร้อมทั้งจัดสรรเงินทุนวิจัยที่สอดคล้องกับเป้าหมายพลังงานของประเทศ และกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า ในส่วนของภาคประชาชนควรให้ความรู้เรื่องพลังงานทดแทน และสร้างความตระหนักให้ประชาชนประหยัดพลังงาน และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดแนวการปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม นอกจากนี้ เสนอให้รัฐบาลพัฒนาแพลตฟอร์มกลางเพื่อรองรับการเป็นศูนย์กลางข้อมูล และการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านพลังงานของประเทศ โดยครอบคลุมข้อมูลการให้ทุน การวิจัยและพัฒนา และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน

ในส่วนของทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน เสนอให้มีการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ ซึ่งดำเนินการและใช้พื้นที่ภายใน สวทช. เนื่องจาก สวทช. มีความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัย

และพัฒนา เช่น ศูนย์วิเคราะห์ทดสอบ ห้องปฏิบัติการ และบุคลากร โดยการดำเนินงานของศูนย์ฯ ดังกล่าวนั้น เสนอให้มีการจัดตั้งหน่วยย่อยที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน คือ 1) หน่วยวิจัยด้านพลังงาน เน้นการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม ใน 4 ประเด็นหลักคือ พลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ระบบกักเก็บพลังงาน และการจัดการระบบพลังงานด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นประเด็นที่สอดรับกับแนวโน้มและสถานการณ์พลังงานของโลก รวมถึงยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของไทย นอกจากนี้ยังเสนอให้ศึกษาวิจัย และจัดทำแผนการพัฒนาระบบการจัดการซาก (แบตเตอรี่) หลังใช้งานควบคู่ไปด้วย เพื่อรองรับปัญหาขยะและการจัดการซากที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 2) หน่วยความร่วมมือ มีบทบาทในการสร้างความร่วมมือกับทุกภาคส่วน เช่น สถาบันการศึกษา หน่วยงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยด้านพลังงานใหม่ที่อยู่ในความสนใจของโลก รวมถึงสนับสนุนเงินทุนในการวิจัยและพัฒนาแก่หน่วยงานที่สนใจ 3) หน่วยถ่ายทอดเทคโนโลยี ทำหน้าที่พัฒนากลไกความร่วมมือการถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานสู่การผลิตภาคอุตสาหกรรม เช่น การส่งเสริมการร่วมลงทุน 3 ฝ่าย (รัฐ เอกชน และสถาบันวิจัย) และสร้างการยอมรับและส่งเสริมการนำไปใช้ในระดับชุมชนและท้องถิ่น และ 4) ศูนย์เรียนรู้ มีบทบาทในการจัดทำแหล่งเรียนรู้เพื่อนำเสนอโครงการสาธิตการใช้เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในสาขาเป้าหมาย และสร้างประสบการณ์ สร้างการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ให้แก่หน่วยงาน และประชาชนที่สนใจ

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานนับได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ หรือเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่การผลิตในทุกอุตสาหกรรม เนื่องจากมนุษย์ต้องใช้พลังงานหลากหลายรูปแบบในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อนเพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายหรือใช้ในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการดำรงชีพหรือเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อุปทานของการผลิตสินค้าและบริการ และน้ำมันเพื่อใช้ในการขนส่ง อย่างไรก็ตาม แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานนั้นมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ส่งผลให้เมืองมีการขยายออกไปอย่างรวดเร็ว โดยมีการคาดการณ์ว่า[2] ในปี 2050 โลกจะมีประชากรเพิ่มขึ้นถึง 9 พันล้านคน ส่งผลให้การใช้ทรัพยากรและแหล่งพลังงานเพื่ออำนวยความสะดวก และตอบสนองการใช้ชีวิตที่สอดรับกับเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากเดิมพลังงานที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มาจากน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ หรือเรียกโดยรวมว่าเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หรือที่เราเรียกว่าพลังงานสิ้นเปลือง อีกทั้งพลังงานจากแหล่งดังกล่าวยังส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนถึงการใช้ ทำให้ทั่วโลกเริ่มค้นหาแหล่งพลังงานทางเลือกอื่น ๆ เข้ามาทดแทนพลังงานสิ้นเปลืองที่กำลังลดปริมาณลง และช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ ยังมีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะเข้ามาช่วยบริหารจัดการให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการเติบโตของเศรษฐกิจ โดยน้ำมันสำเร็จรูป และไฟฟ้า เป็นพลังงานขั้นสุดท้ายที่ไทยมีการใช้มากที่สุด อีกทั้งความต้องการใช้พลังงานของไทยนั้นก็เติบโตขึ้นในเกือบทุกสาขาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในภาคขนส่ง และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมากกว่าสาขาอื่น ๆ ถึงแม้ในปัจจุบันไทยจะมีการนำพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และเชื้อเพลิงชีวภาพมาปรับใช้บ้างแล้ว แต่ก็มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 15.2 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด[3] ด้วยเหตุนี้ ไทยจึงมีความพยายามที่จะยกระดับประสิทธิภาพของพลังงาน ด้วยแนวคิดพลังงาน 4.0 โดยในเชิงนโยบายนั้นได้ทำการยกระดับด้วยการนำเอาระบบ ICT มาเชื่อมโยงเข้ากับเรื่องของพลังงานเพื่อให้เกิดนวัตกรรมการประดิษฐ์ หรือที่เรียกว่า พลังงานฐานนวัตกรรม และการผลิตไฟฟ้าที่ผสมผสานระหว่างพลังงานธรรมชาติและพลังงานชีวภาพ หรือที่เรียกว่า พลังงานฐานเกษตร ตามที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ได้กำหนดไว้ในนโยบายพลังงานฐานนวัตกรรม “Energy 4.0”[4] นอกจากนี้ ในภาพรวมการปฏิรูปด้านพลังงาน (Energy Reform พ.ศ. 2561 - 2565) ด้านเทคโนโลยี นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน ยังได้มีการส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีและ

---

[2] บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด. *พลังงานในอนาคต.* วันที่ค้นข้อมูล 30 เมษายน 2562, จาก บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด เว็บไซต์: https://www.shell.co.th/th_th/energy-and-innovation/the-energy-future.html

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). *สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2561.* วันที่ค้นข้อมูล 1 พฤษภาคม 2562, จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://www.dede.go.th/download/stat62/1_sit_Nov_61.pdf

[4] หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. (2560). *“พอเพียง” ยุค 4.0 อนาคตพลังงานไทย.* วันที่ค้นข้อมูล 20 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/component/k2/item/11967-news-energy210260-1

นวัตกรรมสมัยใหม่มาใช้ในการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานของประเทศ เพื่อให้การผลิตและการใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด[5] เช่นเดียวกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 (AEDP2015) ที่ได้ให้ความสำคัญกับการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการผลิต และบริหารจัดการวัตถุดิบ โดยได้กำหนดให้เป็นเป้าประสงค์ภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 1 การเตรียมความพร้อมด้านวัตถุดิบและเทคโนโลยีพลังงานทดแทน[6]

ด้วยเหตุนี้ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงได้ทำการศึกษาถึงแนวโน้มและสถานการณ์พลังงานของโลก การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงแผนพลังงานต่าง ๆ ของไทย ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. เพื่อให้ทราบถึงทิศทางและแนวโน้มทางด้านพลังงานที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต ควบคู่กับการวิจัยด้านพลังงานของไทยเมื่อเทียบกับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานโลก เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของประเทศ และเป็นข้อมูลประกอบเพื่อใช้ในการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติต่อไป

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

สมุดปกขาว การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ศึกษาแนวโน้มและสถานการณ์พลังงานของโลก รวมถึงประเด็นและหัวข้อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยวิจัยด้านพลังงานในไทย และต่างประเทศ
2. ศึกษาความเชื่อมโยงของแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของไทยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาและรวบรวมเพื่อแสดงให้เห็นถึงกรอบการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช.
4. จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

วิธีการศึกษา

การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นหลัก โดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงาน และข้อมูลของหน่วยวิจัยด้านพลังงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงทิศทางและสถานการณ์พลังงานของโลก นโยบายด้านพลังงานของไทย รวมถึงการทำวิจัยและพัฒนาของหน่วยวิจัยด้านพลังงานต่าง ๆ และกรอบการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. เพื่อนำมาใช้ประกอบการจัดทำข้อเสนอแนะต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของประเทศ เพื่อมุ่งไปสู่การจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติต่อไป

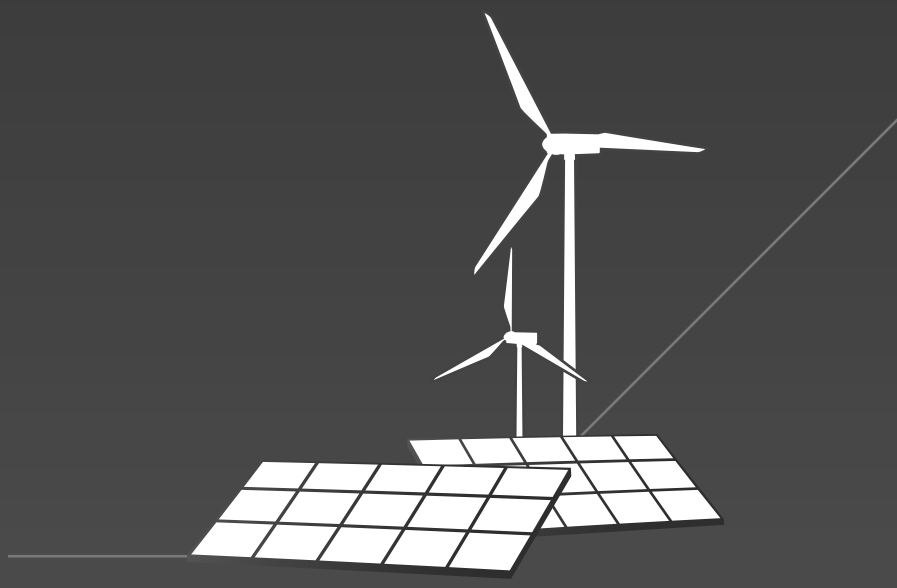
ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สมุดปกขาว การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
2. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของประเทศ เพื่อใช้ประกอบการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

---

5 กระทรวงพลังงาน. *ภาพรวมการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน 6 ด้าน 17 ประเด็น*. วันที่ค้นข้อมูล 10 พฤษภาคม 2562, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/08/booklet_energy-reform-2018-MOEN-small.pdf

6 กระทรวงพลังงาน. (2558). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579*. วันที่ค้นข้อมูล 19 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/



บทที่ 1
แนวโน้ม และสถานการณ์พลังงานโลก

สถานการณ์ด้านพลังงานโลกกำลังมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ด้วยความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ด้วยแหล่งพลังงานขั้นต้น (Primary Energy) ที่ใช้ในปัจจุบันมาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ถ่านหิน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งล้วนเป็นแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป (Nonrenewable Energy Resources) ทำให้เกิดความกังวลต่อความมั่นคงทางพลังงาน (Energy Security) ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และในอีกมุมหนึ่งการใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานขั้นต้นดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ประชาคมโลกจึงมีความพยายามลดสภาพปัญหาที่กำลังจะเกิดขึ้น ด้วยการเปลี่ยนระบบ (Transformation) จากการพึ่งพิงแหล่งพลังงานขั้นต้นแบบเดิมสู่การใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) เพื่อมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Society) และการเติบโตที่ยั่งยืน (Sustainable Growth)

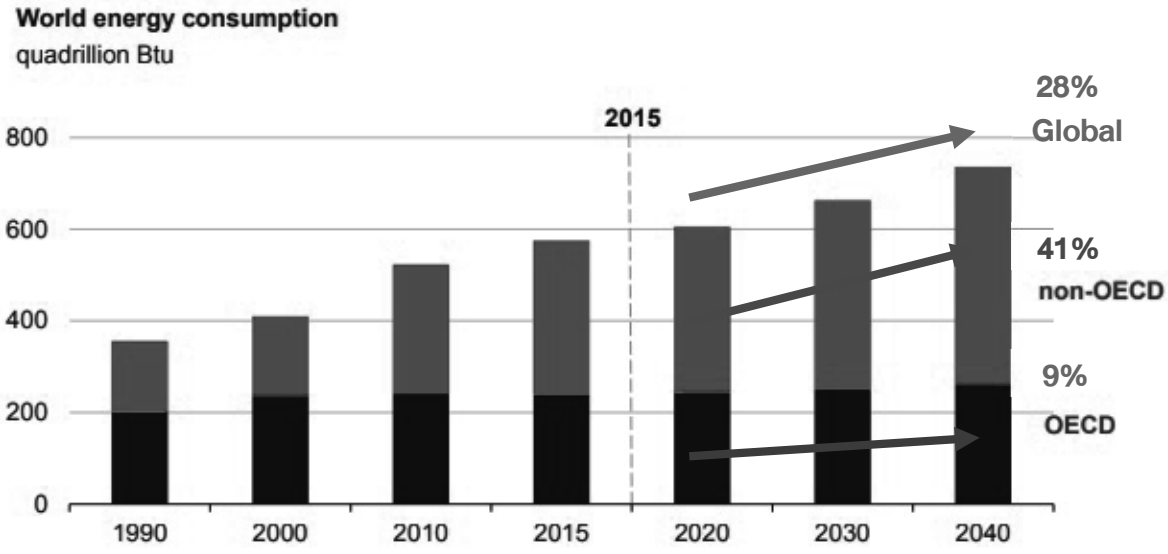
สถานการณ์การใช้พลังงานโลก

สำนักบริหารสารสนเทศพลังงานของสหรัฐอเมริกา (U.S. Energy Information Administration: EIA) ได้คาดการณ์ว่าการใช้พลังงานของโลก[7] ในช่วงปี 2015 – 2040 (พ.ศ. 2558 – 2583) ภายใต้สถานการณ์อ้างอิง (Reference Case)[8] หรือรูปแบบปกติในปัจจุบัน พบว่าทั่วโลกมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 28 โดยเพิ่มขึ้นจาก 575 พันล้านล้านบีทียู (British Thermal Unit: BTU) ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็น 736 พันล้านล้านบีทียู ในปี 2040 (พ.ศ. 2583) โดยที่ความต้องการใช้พลังงานสูงสุดนั้นอยู่ในประเทศนอกกลุ่มสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) หรือกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ซึ่ง EIA คาดว่าจะมีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 41 อันเป็นผลจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศดังกล่าว ส่งผลให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ความต้องการใช้พลังงานและการค้นหาแหล่งวัตถุดิบจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศในกลุ่ม OECD นั้นเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 9 เท่านั้น

---

7 U.S. Energy Information Administration. (2017). *International Energy Outlook 2017*. Retrieved March 19, 2019, from U.S. Energy Information Administration Website: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf

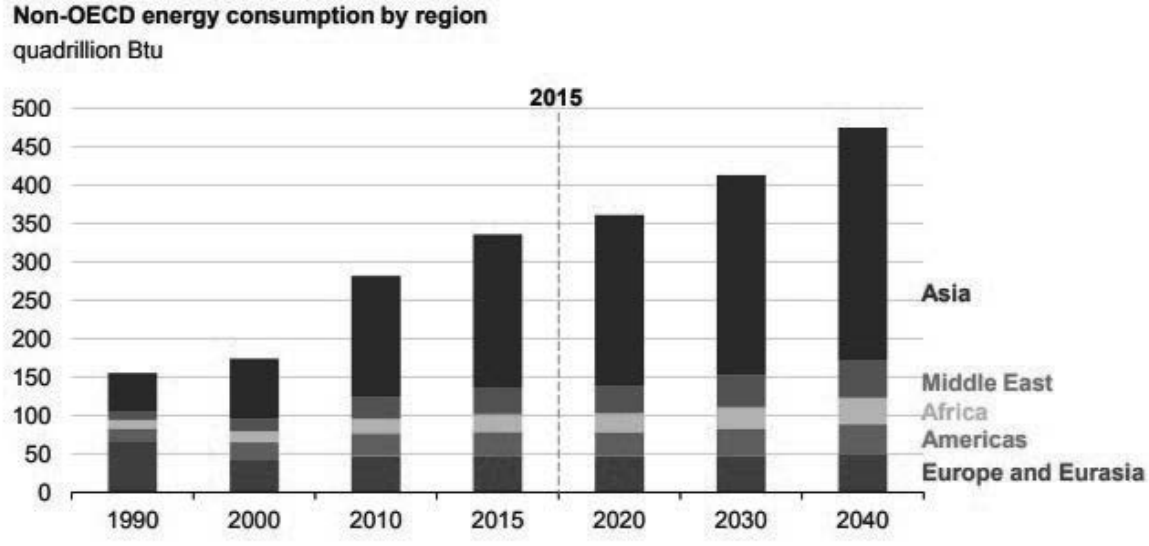
8 สถานการณ์อ้างอิงประเมินจากการปรับปรุงเทคโนโลยีที่ตั้งอยู่บนแนวโน้มในปัจจุบัน และการประเมินภาวะเศรษฐกิจและขนาดประชากรจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ



ภาพที่ 1.1 แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของโลก

ที่มา: U.S. Energy Information Administration

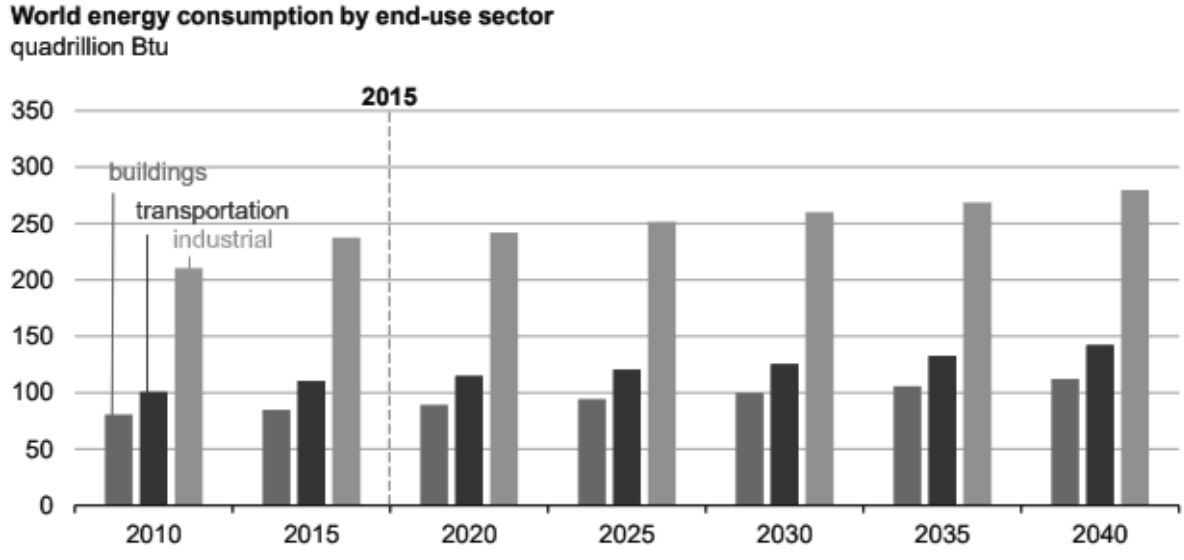
เมื่อพิจารณาเฉพาะประเทศนอกกลุ่ม OECD ซึ่งมีแนวโน้มการเติบโตของความต้องการใช้พลังงานสูง โดยจำแนกรายภูมิภาค ในระหว่างปี 2015 – 2040 (พ.ศ. 2558 – 2583) พบว่า ประเทศนอกกลุ่ม OECD ในเอเชียมีสัดส่วนของความต้องการใช้พลังงานมากกว่าครึ่งหนึ่งของความต้องการรวม และยังมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 51 ในขณะที่แอฟริกาและตะวันออกกลางนั้น คาดว่าจะมีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 51 และ 45 ตามลำดับ ด้วยปัจจัยในเรื่องของการเติบโตของประชากร และการเข้าถึงทรัพยากรในประเทศที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีสัดส่วนของความต้องการใช้พลังงานเป็นรองเอเชียค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่มประเทศที่คาดว่าจะมีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานน้อยที่สุดคือ กลุ่มประเทศยุโรปและยูเรเซีย ซึ่งคาดว่าจะมีอัตราเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น



ภาพที่ 1.2 แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศนอกกลุ่ม OECD

ที่มา: U.S. Energy Information Administration

โดยในปี 2015 (พ.ศ. 2558) ภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคผู้ใช้ปลายทางที่มีความต้องการใช้พลังงานมากที่สุด หรือคิดเป็นสัดส่วนความต้องการมากกว่าร้อยละ 50 และมีอัตราการเติบโตของการใช้ร้อยละ 18 คาดว่าในปี 2040 (พ.ศ. 2583) การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจะมีถึง 280 พันล้านล้านบีทียู ถึงแม้ว่าภาคอุตสาหกรรมจะมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงที่สุดในช่วงเวลาที่คาดการณ์ แต่ก็มีการเติบโตเพียงร้อยละ 0.7 ต่อปีเท่านั้น ขณะที่ภาคอาคารและภาคขนส่งกลับมีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีอัตราการเติบโตต่อปีที่ร้อยละ 1.1 และ 1.0 ตามลำดับ



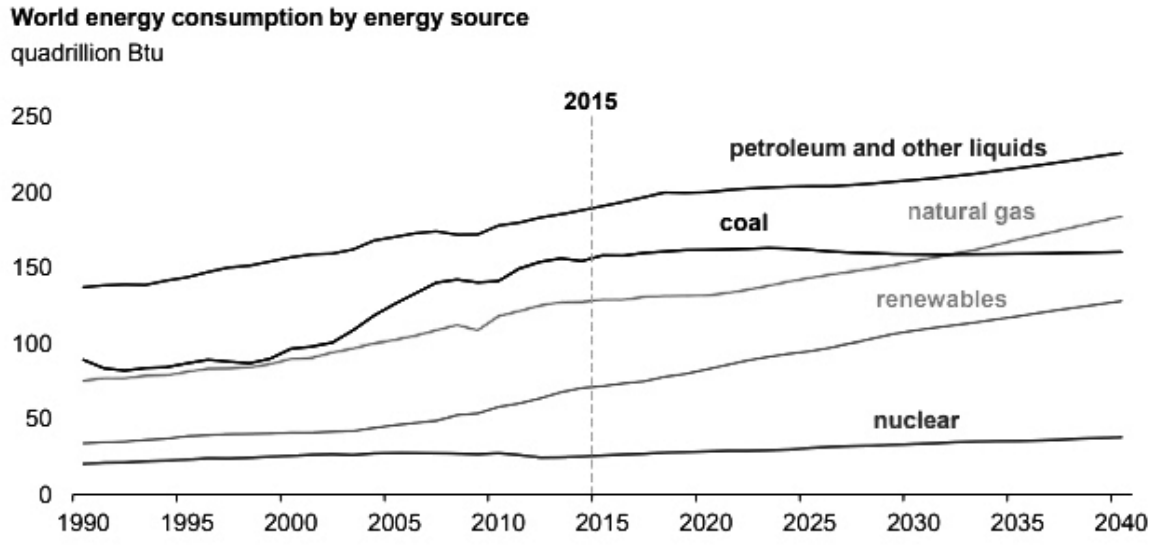
ภาพที่ 1.3 การบริโภคพลังงานของโลก จำแนกตามภาคผู้ใช้ปลายทาง

ที่มา: U.S. Energy Information Administration

ภายใต้ Reference Case คาดว่า พลังงานหมุนเวียน และพลังงานนิวเคลียร์จะมีอัตราการเติบโตตามความต้องการใช้งานที่ค่อนข้างสูง ขณะเดียวกันปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงเหลวอื่นยังคงเป็นแหล่งพลังงานที่มีความต้องการใช้มากที่สุดตลอดช่วงเวลาคาดการณ์ แต่ก็มีแนวโน้มสัดส่วนการใช้ที่ลดลง ตามความต้องการใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า ขณะที่ก๊าซธรรมชาติมีความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นและจะมีความต้องการสูงกว่าถ่านหินในระยะท้าย ๆ ของการคาดการณ์จากเดิมที่มีการใช้งานเป็นรองถ่านหินมาโดยตลอด เนื่องจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ รวมไปถึงพลังงานหมุนเวียน และพลังงานนิวเคลียร์เพื่อทดแทนถ่านหินในการผลิตไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้น นอกจากนั้น ตามการคาดการณ์ของ EIA พบว่า การใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งประกอบไปด้วย น้ำ ลม แสงอาทิตย์ พลังความร้อนใต้พิภพ และอื่น ๆ เพื่อนำไปผลิตไฟฟ้าในปี 2040 (พ.ศ. 2583) จะมีสัดส่วนถึงร้อยละ 31 โดยที่น้ำเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ถูกนำไปใช้สูงสุดถึงร้อยละ 53[9] ของพลังงานหมุนเวียนทั้งหมด

---

[9] U.S. Energy Information Administration. (2561). *EIA คาดปี 2040 โลกยังใช้พลังงานฟอสซิลและนิวเคลียร์ร้อยละ 83*. วันที่ค้นข้อมูล 19 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:eia-83&catid=49&Itemid=251



ภาพที่ 1.4 ความต้องการใช้พลังงานของโลก จำแนกตามแหล่งพลังงาน

ที่มา: U.S. Energy Information Administration

จากแนวโน้มการคาดการณ์การใช้พลังงานขั้นต้นของ EIA แสดงให้เห็นว่า เชื้อเพลิงฟอสซิลจะยังคงเป็นแหล่งพลังงานที่มีความต้องการใช้สูงสุด โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการใช้พลังงานเพื่อพัฒนาภาคอุตสาหกรรมในประเทศ ดังนั้น หากขาดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงาน และการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานแล้ว การเติบโตของประเทศกำลังพัฒนาจะยิ่งเป็นตัวเร่งการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น และแหล่งพลังงานอาจจะขาดแคลนจนเกิดปัญหาความมั่นคงทางพลังงานได้ในระยะยาว ซึ่งสถานการณ์เช่นนี้เป็นที่กังวลอย่างสูงในประชาคมโลกมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง จนนำมาสู่ความตกลงปารีส (Paris Agreement) เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และให้ประเทศภาคีสมาชิกปรับปรุงนโยบายให้สอดคล้องกับแนวทางภายใต้ความตกลง ดังนั้นผลของการจัดทำความตกลงปารีสเป็นส่วนสำคัญต่อทิศทางด้านพลังงานของประเทศและโลกในอนาคต

ความตกลงปารีส (Paris Agreement)

ด้วยความพยายามต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประชาคมโลก จึงเกิดความตกลงปารีส (Paris Agreement)[10, 11] ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ในคราวการประชุมสมัยที่ 21 (COP21) ซึ่งจัดขึ้นระหว่างเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2558 ที่กรุงปารีส โดยมีส่วนที่ให้ความสำคัญคือ (1) การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) (2) การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) (3) การเงินเพื่อสนับสนุนการต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Finance) (4) กลไกการสร้างความโปร่งใสในการแก้ปัญหา (Transparency) (5) กลไกการทบทวนการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายระดับโลก (Global Stockable) (6) กลไกอื่น ๆ ได้แก่ การกักเก็บและการดูดซับก๊าซเรือนกระจก (Carbon Sink) กลไกการสร้าง

---

10 United Nations. (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. Retrieved May 23, 2019, from United Nations Climate Change Website: https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf

11 ธีรชัย เกื้อเกตุ. *ความตกลงปารีส: โครงสร้างใหม่ทางกฎหมายในการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ*. วารสารรามคำแหง ฉบับนิติศาสตร์. ปีที่ 6 ฉบับที่ 2, (กรกฎาคม - ธันวาคม 2560).

ความร่วมมือ (Cooperative Approach) การหลีกเลี่ยงและการจัดการการสูญเสีย (Loss and Damage) การพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Development and Transfer) การเสริมสร้างศักยภาพ (Capacity Building) การสร้างจิตสำนึกและการศึกษา (Awareness and Education)

ทั้งนี้ ภายใต้ความตกลงปารีสแสดงถึงเจตจำนงร่วมกันของประเทศภาคีสมาชิก เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันมีเป้าหมายหลักระยะยาวในการควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยให้น้อยกว่า 2 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระดับก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม (Pre-industrial Levels) และมุ่งจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระดับก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม โดยประเทศภาคีสมาชิกต้องจัดทำแผนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นความตกลงร่วม (Nationally Determined Contribution: NDC) ดังนั้นการปรับปรุงนโยบายใด ๆ ของแต่ละประเทศจึงจำเป็นต้องคำนึงและสนับสนุนความตกลง NDC ดังกล่าว โดยเนื้อหาของ NDC อาจประกอบด้วย การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยต้องจัดส่งทุก 5 ปี ตั้งแต่ปี 2020 (พ.ศ. 2563) เป็นต้นไป ในส่วนของไทย รัฐบาลไทยได้กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 – 25 ภายในปี 2030 (พ.ศ. 2573) ผ่านการดำเนินการในสาขาต่าง ๆ อาทิ พลังงาน ขนส่ง และป่าไม้[12]

จากข้อกำหนดในความตกลงปารีส ทำให้ประเทศและองค์กรในระดับต่าง ๆ มีการจัดทำนโยบายและยุทธศาสตร์ แผนที่นำทาง หรือแผนงานขึ้น เพื่อตอบวัตถุประสงค์ดังกล่าว โดยเฉพาะองค์กรด้านพลังงานซึ่งเป็นกลุ่มผู้เกี่ยวข้องหลักในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเป็นส่วนสำคัญที่สามารถสะท้อนถึงแนวโน้มด้านพลังงานของโลกในอนาคต โดยในการศึกษานี้นำแผนที่นำทางการเปลี่ยนผ่านรูปแบบพลังงานโลก 2035 (Global Energy Transformation 2035) โดยทบวงการพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (International Renewable Energy Agency: IRENA) นโยบายด้านพลังงาน และโปรแกรมวิจัย Horizon 2020 ของสหภาพยุโรป เพื่อเป็นตัวอย่างของการชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มด้านพลังงานโลกในอนาคตในส่วนถัดไป

แผนที่นำทางการเปลี่ยนผ่านรูปแบบพลังงานโลก 2035 โดยทบวงการพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (IRENA)

IRENA ก่อตั้งขึ้นในปี 2009 (พ.ศ. 2552) มีสถานะเป็นนิติบุคคลระหว่างประเทศ[13] โดยเป็นองค์กรระหว่างประเทศที่จัดตั้งขึ้นตามธรรมนูญของทบวงพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (Statute of the International Renewable Energy Agency) ณ เมืองบอนน์ สาธารณรัฐเยอรมนี เพื่อสนับสนุนประเทศต่าง ๆ เปลี่ยนรูปแบบพลังงานเพื่อความยั่งยืนในอนาคต และเป็นศูนย์กลางด้านพลังงาน ทั้งด้านความร่วมมือ นโยบาย เทคโนโลยี ทรัพยากร และองค์ความรู้ทางด้านการเงินที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ในปัจจุบันมีหน่วยงานตัวแทนจากรัฐบาล 160 ประเทศเข้าร่วมเป็นสมาชิก รวมถึงกระทรวงพลังงานของไทย

---

[12] กรมองค์การระหว่างประเทศ กระทรวงต่างประเทศ. *ความตกลงปารีส: ก้าวสำคัญของการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.* วันที่ค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2562, จาก กรมองค์การระหว่างประเทศ กระทรวงต่างประเทศ เว็บไซต์: http://www.mfa.go.th/thai_inter_org/th/services

[13] สถานะนิติบุคคลระหว่างประเทศของ IRENA ให้มีความสามารถทางกฎหมายเท่าที่อาจจำเป็นในดินแดนของแต่ละประเทศสมาชิกและตามกฎหมายภายในของแต่ละประเทศสมาชิกเพื่อการปฏิบัติหน้าที่และเพื่อให้บรรลุผลตามความมุ่งประสงค์ของ IRENA โดยกำหนดให้ประเทศสมาชิกตัดสินใจเกี่ยวกับความตกลงว่าด้วยเอกสิทธิ์และความคุ้มกันแยกต่างหาก ในส่วนของประเทศไทย ได้มีการตราพระราชบัญญัติคุ้มครองการดำเนินงานของทบวงการพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ พ.ศ. 2559 เพื่อให้การยอมรับและการมีภูมิลำเนาในประเทศไทยของ IRENA และให้เอกสิทธิ์และความคุ้มกันการปฏิบัติหน้าที่ในประเทศตามที่รัฐบาลไทยได้ทำความตกลงไว้

การดำเนินการภายใต้ H2020 มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดทิศทางการวิจัยของสหภาพยุโรป ให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ที่สหภาพยุโรปได้กำหนดขึ้น โดยแบ่งกลุ่มการให้ทุนออกเป็น 3 ด้านหลัก (3 Pillars) ขณะเดียวกัน ทิศทางการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมด้านพลังงานของสหภาพยุโรป สะท้อนได้จากการให้ทุนวิจัยภายใต้โปรแกรม H2020 ซึ่งมีหัวข้อหรือประเด็นการวิจัยทางด้านพลังงานที่เกี่ยวข้องกับในแต่ละ Pillars ดังนี้

1. การพัฒนาความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Excellent Science) ซึ่งมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง (Frontier) พัฒนาบุคลากรชั้นยอด การสร้างทีมวิจัยระหว่างประเทศสมาชิก และส่งเสริมการใช้โครงการพื้นฐานการวิจัยร่วมกัน

การให้ทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้ Pillar นี้มีความเด่นชัดด้านเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Technology) ซึ่งอยู่ภายใต้กลุ่มประเด็นวิจัยด้านเทคโนโลยีอุบัติใหม่ในอนาคต (Future Emerging Technologies) ได้แก่

- โครงการ GOTSolar มีวัตถุประสงค์พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เทคโนโลยีใหม่ คือ Solid State Perovskite Solar Cells (PSCs) ที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงและมีหลากหลายสี สามารถใช้งานได้หลากหลายกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม นอกจากนั้น PSCs ยังมีประสิทธิภาพพลังงานสูง อายุการใช้งานที่ยาวนาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานที่ยั่งยืนได้
- โครงการ HELENIC-REF มีเป้าหมายเพื่อสร้างวิธีการที่ยั่งยืนในการสลายตัวของน้ำด้วยความร้อน (Water Thermolysis) ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 300 องศาเซลเซียส และการผลิตพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว

2. ส่งเสริมการขยายผลวิจัยและนวัตกรรมสู่อุตสาหกรรม (Industrial Leadership) เป็นการนำงานวิจัยและพัฒนา การสาธิต และการขยายผลทางเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้อุตสาหกรรมมีความสามารถที่สูงขึ้นและก้าวสู่การเป็นผู้นำในตลาดโลก รวมไปถึงการสนับสนุนกลไกทางด้านการเงิน เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมแก่ธุรกิจขนาดต่าง ๆ

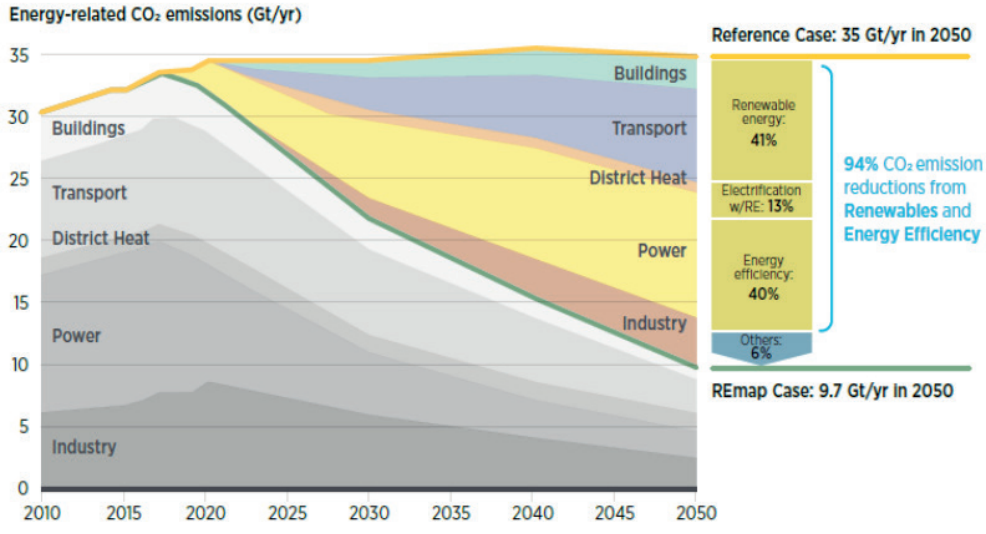
โดยขอบเขตด้านพลังงานเน้นการส่งเสริมความสามารถภาคอุตสาหกรรมผ่านโครงการด้านประสิทธิภาพพลังงาน โรงงานอุตสาหกรรมแห่งอนาคต และอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน ผ่านกลไกสัญญาร่วมลงทุน (Contractual Public-Private Partnerships) ซึ่งการให้ทุนภายใต้ Pillar นี้มีส่วนสำคัญในการสนับสนุนขอบเขตการวิจัยภายใต้ SET-Plan อันเป็นกลไกความร่วมมือเพื่อการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับเป้าประสงค์ของสหภาพพลังงาน

3. ประเด็นท้าทายของสังคม (Societal Challenge) เป็นประเด็นที่ต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างสาขามีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยทางด้านสังคมและมนุษย์ หรือเป็นงานถ่ายทอดจากการวิจัยสู่ตลาดที่เป็นสิ่งใหม่ที่ยังต้องการการสนับสนุนทั้งในเชิงการทดสอบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการนำออกสู่ตลาด ซึ่งพลังงานถือเป็นหนึ่งในสาขาหลักของด้านนี้

โดยให้ความสำคัญกับประเด็นความมั่นคง สะอาด และประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีประเด็นวิจัยที่สนับสนุนได้แก่ ประสิทธิภาพพลังงาน เทคโนโลยีคาร์บอนต่ำ และเมืองอัจฉริยะและชุมชนอัจฉริยะ (Smart Cities and Smart Communities) ดังมีรายละเอียดวัตถุประสงค์หรือสาขาวิจัยที่ให้การสนับสนุนดังนี้

การบรรลุเป้าหมายควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น IRENA ให้ความสำคัญต่อประเด็นประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) และพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) อันเป็นวิถีของการเปลี่ยนสู่การใช้พลังงานรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นหนทางที่ดีที่สุดในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 94 โดยเฉพาะการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในสาขาผลิตไฟฟ้า ขนส่ง และอุตสาหกรรม

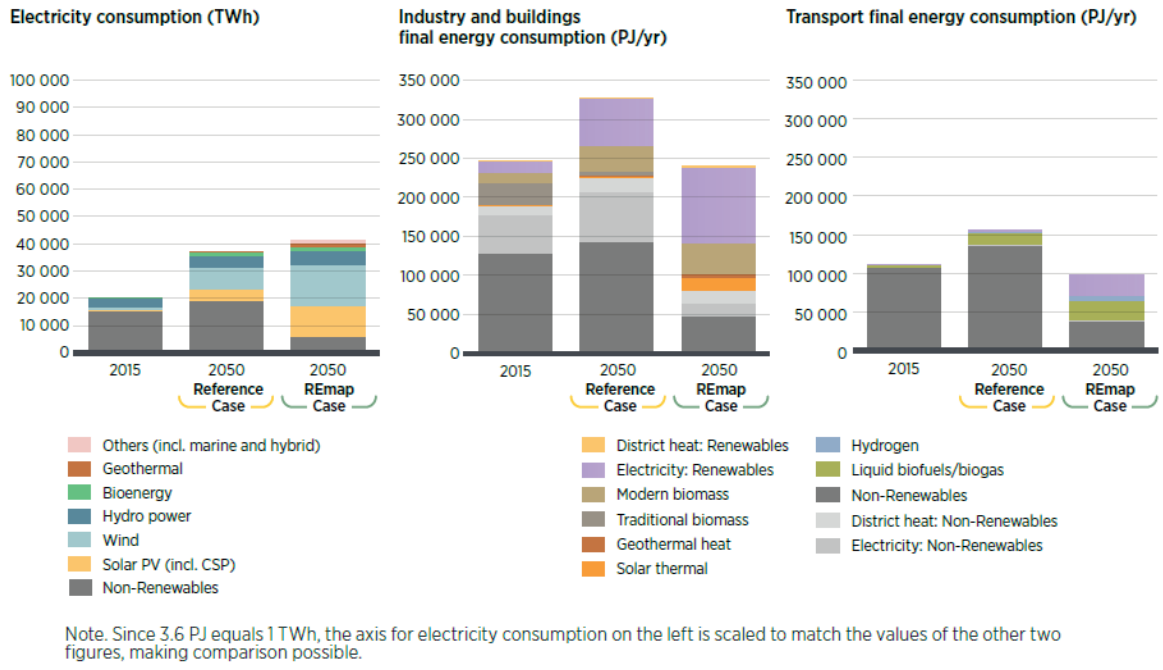
โดยหากดำเนินการเพื่อสู่เป้าหมายระดับ REmap Case ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ต้องเร่งเพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนในอุปทานพลังงานขั้นต้นรวม (Total Primary Energy Supply: TPES) ให้สูงขึ้นจากร้อยละ 15 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) ขึ้นเป็นร้อยละ 66 ของการใช้พลังงานในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ด้วยการเพิ่มอุปทานพลังงานหมุนเวียนที่หลากหลายขึ้น จึงทำให้สัดส่วนพลังงานชีวภาพ (Bioenergy) ลดลงเหลือ 1 ใน 3 ของอุปทานพลังงานหมุนเวียน โดยเพิ่มสัดส่วนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) และพลังงานลม (Wind Power) ให้สูงขึ้น ซึ่งจากความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานหมุนเวียน และประสิทธิภาพพลังงาน ตามการดำเนินการภายใต้ REmap Case จะทำให้ภาพรวมของอุปทานพลังงานขั้นต้นรวมในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ลดต่ำกว่าในปี 2015 (พ.ศ. 2558)



ภาพที่ 1.6 แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อบรรลุเป้าหมายปี ค.ศ. 2050

ที่มา: IRENA (2018), Global Energy Transformation: Roadmap 2050

ขณะเดียวกัน IRENA ชี้ว่าควรมีการปรับปรุงความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy Intensity Improvement) ให้ดีขึ้น พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนรายสาขา เพื่อเพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนในการบริโภคพลังงานขั้นสุดท้าย (Total Final Energy Consumption: TFEC) จากร้อยละ 18 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็นร้อยละ 65 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ดังนั้น การสร้างกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง แม้ว่าปัจจุบันจะมีการส่งเสริมการใช้พลังงานชีวภาพมากขึ้น แต่ยังไม่เพียงพอต่อเป้าหมายลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหากต้องการใช้พลังงานชีวภาพเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานสามารถทำได้ แต่ต้องมีการขยายขนาด (Scale-up) ให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งยังพิจารณาควบคู่กับความเพียงพอและราคาของวัตถุดิบตั้งต้น (Feedstock)



Note. Since 3.6 PJ equals 1 TWh, the axis for electricity consumption on the left is scaled to match the values of the other two figures, making comparison possible.

ภาพที่ 1.7 การใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลรายสาขา ระหว่างปี ค.ศ. 2015 - 2050

ที่มา: IRENA (2018), Global Energy Transformation: Roadmap 2050

การเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานสู่การใช้พลังงานหมุนเวียนของภาพรวมทั่วโลก โดยเปรียบเทียบระหว่างปี 2015 (พ.ศ. 2558) กับปี 2050 (พ.ศ. 2593) ภายใต้ REmap Case พบว่ามีรายละเอียดที่แตกต่างกันตามบริบทของแต่ละสาขา ดังต่อไปนี้

สาขาการผลิตไฟฟ้า

การเปลี่ยนรูปแบบพลังงานในการผลิตไฟฟ้าจะสามารถบรรลุการไม่ก่อให้เกิดคาร์บอน (Decarbonising) ได้อย่างดี จากการประเมินการดำเนินการภายใต้ REMap Case นั้น พบว่า ความต้องการบริโภคพลังงานจากสาขาการผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นในภาพรวม โดยที่สัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 24 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็นร้อยละ 85 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และลม ซึ่งจะมีกำลังการผลิตรวมกันเพิ่มขึ้นจาก 800 กิกะวัตต์ เป็น 13000 กิกะวัตต์ ขณะที่พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวภาพและพลังงานน้ำมีกำลังการผลิตรวมกันเพิ่มขึ้นเป็น 800 กิกะวัตต์ นอกจากนั้น ตามเป้าหมายของ REmap Case ต้องเพิ่มระดับการนำพลังงานหมุนเวียนเข้าสู่ระบบการผลิตไฟฟ้า 400 กิกะวัตต์ต่อปี ซึ่งกว่าร้อยละ 80 มาจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม พร้อมกับลดระดับการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินลงและต้องยุติลงเกือบทั้งหมดในปี 2050 (พ.ศ. 2593)

ขณะเดียวกัน การเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 85 ต้องใช้เม็ดเงินลงทุนด้านการขยายกำลังการผลิตโดยเฉลี่ย 5 แสนล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี และลงทุนด้านระบบพลังงานสำหรับใช้ร่วมกับพลังงานหมุนเวียนทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐานและระบบการจัดการอีก 5 แสนล้านเหรียญสหรัฐฯ จึงทำให้การลงทุนเพื่อไปสู่การใช้พลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดคาร์บอนมีมูลค่า 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี โดยสามารถประเมินมูลค่าการลงทุนรวมระหว่างปี 2015 – 2050 (พ.ศ. 2558 - 2593) ในส่วนของการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ 24.6 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการจัดการระบบพลังงาน 18 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ

สาขาอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมเป็นสาขาที่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนค่อนข้างน้อย ซึ่งมีการใช้พลังงานหมุนเวียนโดยตรงเพียงร้อยละ 7 ส่วนใหญ่มาจากพลังงานชีวภาพ และจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียนอีกร้อยละ 4 ทั้งนี้ภายใต้ REmap Case ต้องการเพิ่มระดับการใช้พลังงานหมุนเวียนในภาคอุตสาหกรรมประมาณ 4 เท่า หรือมีสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนจากร้อยละ 14 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็นร้อยละ 63 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) แม้ว่าสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้นจะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมได้มากกว่าครึ่งหนึ่ง แต่ยังคงมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2050 (พ.ศ. 2593) อีกกว่า 5.1 กิกะตัน ซึ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเลียม อุตสาหกรรมเหล็ก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเข้มข้น และมีกระบวนการที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงซึ่งยากที่จะไม่ปลดปล่อยคาร์บอนออกมา สำหรับมูลค่าการลงทุนเพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมทั่วโลกจะเท่ากับ 5 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ในระหว่างปี 2015 – 2050 (พ.ศ. 2558 - 2593)

สาขาอาคาร

กลุ่มอาคารประกอบด้วย ที่พักอาศัยและอาคารสำนักงาน ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยโดยรวมกว่า 1.5 แสนล้านตารางเมตรทั่วโลก และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.7 แสนล้านตารางเมตร ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) โดยสาขาอาคารมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ และต้องมีบทบาทหลักเพื่อลดการปลดปล่อย แต่ทว่ายังไม่ได้รับการส่งเสริมเท่าที่ควรในปัจจุบัน สำหรับการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารมีสัดส่วนร้อยละ 36 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) โดยส่วนใหญ่มาจากแหล่งชีวมวล (Biomass)

ด้วยความเติบโตของประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ (Emerging Economies) ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นประกอบกับความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อผลิตความร้อน (Heating) สูงขึ้น จึงทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าในสาขาอาคารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 70 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ซึ่งภายใต้ REmap Case พบว่าสัดส่วนของการใช้พลังงานหมุนเวียนสำหรับใช้โดยตรงในอาคารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการขยายพื้นที่ระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ตามอาคารจะเพิ่มขึ้นจาก 600 ล้านตารางเมตรในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็น 6,000 ล้านตารางเมตรในปี 2050 (พ.ศ. 2593) แต่ในส่วนของพลังงานชีวภาพถือว่ายังเป็นพลังงานหมุนเวียนโดยตรงที่มีความต้องการใช้ในอาคารมากที่สุดเพื่อให้ความร้อนและประกอบอาหาร

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานถือเป็นหัวใจสำคัญของการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอาคาร ไม่ว่าจะด้วยวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงขึ้น การปรับปรุงระบบทำความร้อนและความเย็น การเปลี่ยนหม้อต้มจากระบบแก๊สเป็นปั๊มความร้อน (Heat Pump) หรือหม้อต้มประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนเทคโนโลยีประกอบอาหารจากการใช้เชื้อเพลิงเป็นไฟฟ้า รวมถึงการปรับปรุงอาคารเก่าและใหม่ให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น ซึ่งหากมีการดำเนินตาม REmap Case จะทำให้สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนในปี 2050 (พ.ศ. 2593) เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนร้อยละ 77 และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก 2.8 กิกะตันต่อปี ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) ลดลงเหลือ 0.8 กิกะตันต่อปี ในปี 2050 (พ.ศ. 2593)

ในส่วนของมูลค่าเม็ดเงินลงทุนตามแผน REmap Case จะมีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 39.6 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ แบ่งเป็นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 38 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ และเงินลงทุนเพื่อใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคาร 1.6 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ

สาขาขนส่ง

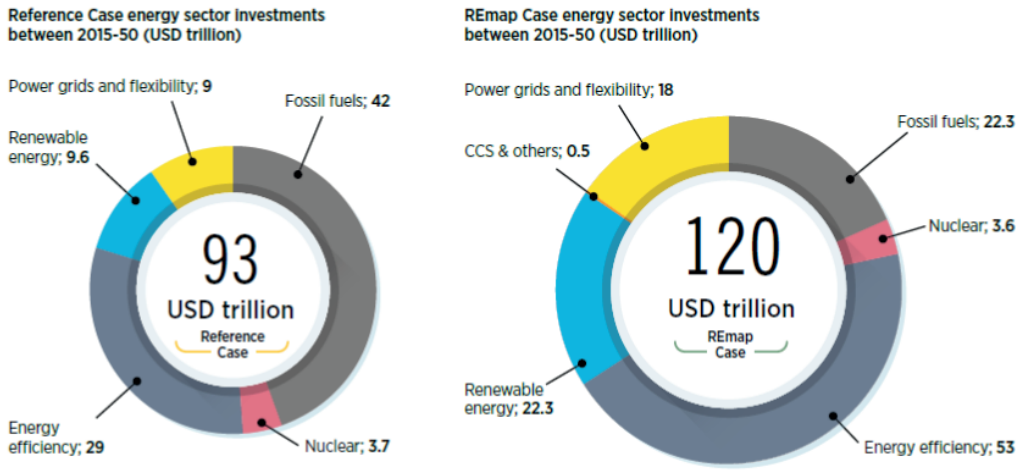
สาขาขนส่งเป็นสาขาที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนน้อยที่สุด โดยมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 4 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เท่านั้น โดยส่วนใหญ่เป็นการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) ทั้งไบโอเอทานอล (Bioethanol) และไบโอดีเซล (Biodiesel) ขณะเดียวกันการขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่จะไม่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอน แต่การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวยังมีสัดส่วนเพียงแค่ร้อยละ 1 เท่านั้น

หากมีการกำหนดการใช้พลังงานตาม REmap Case จะช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนในสาขาขนส่งเหลือ 3 กิกะตันต่อปี ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) เมื่อเปรียบเทียบปี 2015 (พ.ศ. 2558) ที่มีการปลดปล่อย 7.7 กิกะตันต่อปี นอกจากนั้น ภายใต้ REmap Case ได้สมมติว่ามีการใช้ไฮโดรเจนผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในภาคขนส่ง ซึ่งจะช่วยลดการใช้น้ำมันลงกว่าร้อยละ 70 และยังผลให้สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในสาขาขนส่งเพิ่มขึ้นจากประมาณร้อยละ 1 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็นร้อยละ 33 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ทำให้การใช้ไฟฟ้ามีสัดส่วนถึงร้อยละ 85 ของการใช้พลังงานหมุนเวียนสาขาขนส่งทั้งหมด

ขณะที่การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็นร้อยละ 22 ในปี 2050 (พ.ศ. 2593) ด้วยสถานการณ์เช่นนี้จะทำให้การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวเติบโตจาก 1.29 แสนล้านลิตรในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เป็น 9 แสนล้านลิตรในปี 2050 (พ.ศ. 2593) แต่ในจำนวนนี้กว่าครึ่งหนึ่งเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพแบบดั้งเดิม และอีกครึ่งหนึ่งเป็นการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบตั้งต้นหลากหลาย ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตเพียงร้อยละ 1 ในปี 2015 (พ.ศ. 2558) เท่านั้น สำหรับการผลิตที่เพิ่มขึ้นอาจจะต้องมีการวางแผนถึงความยั่งยืนและความสมดุลของพืชวัตถุดิบตั้งต้นที่นำมาใช้ด้วย

ด้วยการนำไฟฟ้ามาใช้เป็นแหล่งพลังงานใหม่ในอุตสาหกรรมยานยนต์ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนโฉมอุตสาหกรรมขนส่งคือ จะทำให้ยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากประมาณ 3 ล้านคันในปี 2017 (พ.ศ. 2560) เป็น 1 พันล้านคันในปี 2050 (พ.ศ. 2593) การบรรลุเป้าหมายนี้สามารถเป็นไปได้หากในปี 2040 (พ.ศ. 2583) การจำหน่ายรถยนต์นั่งเกือบทั้งหมดเป็นยานยนต์ไฟฟ้า และในปี 2050 (พ.ศ. 2593) มีจำนวนรถยนต์นั่งไฟฟ้าที่ใช้งานบนท้องถนนเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 และกิจกรรมจากการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีสัดส่วนร้อยละ 75 ของรถยนต์ทุกประเภท นอกจากนั้นภายใต้ REmap Case ยังคาดการณ์ว่าจะมีการใช้เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ในรถยนต์โดยมีไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งแม้ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวอาจจะยังไม่พร้อมสำหรับการใช้งานเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน แต่หลายประเทศยังเชื่อในศักยภาพของการนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับสาขาขนส่งในอนาคต

ในส่วนของการลงทุนเพื่อดำเนินการตาม REmap Case สาขาพลังงานนั้น จะมีมูลค่ารวมประมาณ 14 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ในจำนวนนี้จะต้องแบ่งนำไปใช้พัฒนาอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูง และไฮโดรเจนเพื่อเป็นการรักษาสมดุลระหว่างการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ไฟฟ้ากับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน



ภาพที่ 1.8 มูลค่าการลงทุนเพื่อยกระดับพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงาน

ที่มา: IRENA (2018), Global Energy Transformation: Roadmap 2050

ทั้งนี้ IRENA ได้ทำการประเมินมูลค่าการลงทุนด้านพลังงานในช่วงปี 2015 – 2050 (พ.ศ. 2558 - 2593) เปรียบเทียบระหว่างการดำเนินตาม Reference Case กับการดำเนินตาม REmap Case โดยพบว่า หากดำเนินการภายใต้ Reference Case จะมีมูลค่าการลงทุนด้านพลังงานทั่วโลกประมาณ 93 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ซึ่งส่วนใหญ่จะยังคงเน้นการลงทุนด้านพลังงานฟอสซิลด้วยมูลค่า 42 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ รองลงมาคือการลงทุนด้านประสิทธิภาพพลังงานมีมูลค่า 29 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ในขณะที่การลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนจะมีมูลค่าเพียง 9.6 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ เท่านั้น แต่หากมีการดำเนินการตามแผน REmap Case จะทำให้มีมูลค่าการลงทุนด้านพลังงานประมาณ 120 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยที่การลงทุนด้านประสิทธิภาพพลังงานจะมีมูลค่าสูงที่สุดที่ 53 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ ในขณะที่ความสำคัญของการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนจะสูงขึ้นโดยมีมูลค่าเท่ากับการลงทุนด้านเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ประมาณ 22.3 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ

กรณีตัวอย่างนโยบายด้านพลังงานของสหภาพยุโรป

สหภาพยุโรปเป็นกลุ่มเศรษฐกิจขนาดใหญ่ที่ให้ความสำคัญต่อการขับเคลื่อนสาขาพลังงานในอนาคตเป็นอย่างสูง ซึ่งไม่เพียงแต่เพื่อดำเนินการให้สอดคล้องกับความตกลงปารีส แต่ยังมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานใหม่เพื่อความมั่นคงและความยั่งยืนทางพลังงานในมวลหมู่ประเทศสมาชิก ตลอดจนการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในสาขาพลังงานอันเป็นสาขาแห่งอนาคตของโลก

ในระดับบริหารของสหภาพยุโรปเล็งเห็นถึงความสำคัญของนโยบายด้านพลังงานและได้กำหนดให้อยู่ภายใต้ 1 ใน 10 ของประเด็นหลัก (Priorities) ระหว่างปี 2015 – 2019 (พ.ศ. 2558 - 2562) ที่คณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission) ต้องดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย 1) การจ้างงาน การเติบโต และการลงทุน 2) ตลาดร่วมดิจิทัล (Digital Single Market) 3) สหภาพพลังงานและการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศ (Energy Union and Climate) 4) ตลาดภายใน 5) สภาพเศรษฐกิจและการเงินที่มีความเข้มข้นและยุติธรรมยิ่งขึ้น 6) สร้างสมดุลและดำเนินนโยบายการค้าระหว่างประเทศแบบค่อยเป็นค่อยไป 7) ความยุติธรรม ความเสมอภาค และการเคารพสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชน 8) การเคลื่อนย้ายประชากร 9) ผู้มีบทบาทในเวทีโลกอย่างแข็งแกร่ง 10) สร้างการเปลี่ยนแปลงทางประชาธิปไตย

ทั้งนี้ การดำเนินการตามประเด็นด้านสหภาพพลังงานและการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศ มีกรอบยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ประเทศสมาชิกนำไปบูรณาการในแผนชาติของแต่ละประเทศใน 5 มิติ คือ

1. ความมั่นคง ความเป็นหนึ่งเดียว และความเชื่อมั่น (Security, Solidarity and Trust) โดยให้ความสำคัญกับการจัดการและรักษาระดับน้ำมันและก๊าซธรรมชาติคงคลัง การกระจายเส้นทางส่ง และการจัดการพลังงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน

2. การบูรณาการตลาดพลังงานภายในอย่างเต็มรูปแบบ (A Fully-integrated Internal Energy Market) ส่งเสริมการส่งพลังงานข้ามประเทศสมาชิกได้อย่างเสรี เพื่อให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้จัดหาพลังงาน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้จัดหาพลังงานหมุนเวียน เพื่อให้ได้ราคาที่ดีที่สุด

3. ประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) เน้นปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงาน ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก สร้างงานใหม่ และสร้างความเจริญเติบโต

4. การปฏิบัติด้านสภาพภูมิอากาศ (Climate Action – Decarbonising the Economy) เพื่อสร้างเศรษฐกิจใช้พลังงานที่ไม่ปลดปล่อยคาร์บอน โดยการจัดทำนโยบายและกฎระเบียบเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ และดำเนินการตามข้อตกลงปารีสด้านสภาพภูมิอากาศ

5. วิจัย พัฒนา และสร้างความสามารถในการแข่งขัน (Research, Innovation and Competitiveness) สนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมเทคโนโลยีด้านคาร์บอนต่ำ และพลังงานสะอาด ที่สามารถสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของสหภาพยุโรปได้ โดยสหภาพยุโรปให้ความสำคัญต่อการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม เพื่อเป็นตัวเร่งกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงาน ใน 4 กลุ่ม ได้แก่

5.1) เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) เพื่อเพิ่มความมั่นคงของอุปทานพลังงาน และการใช้พลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดคาร์บอน โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยีกักเก็บไฮโดรเจนส่วนเกินจากกระบวนการผลิตพลังงานหมุนเวียน และแบตเตอรี่ซึ่งเป็นอุปกรณ์จัดเก็บพลังงานที่มีเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำที่ก้าวหน้า และมีฐานอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ดั้งเดิมในยุโรปที่สามารถลงทุนด้านนวัตกรรมเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ให้สามารถแข่งขันในอนาคตได้

5.2) การจัดทำแผนเทคโนโลยีพลังงานยุทธศาสตร์ (Strategic Energy Technology Plan: SET Plan) โดยเน้นพัฒนาเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำให้สามารถใช้งานในตลาดได้จริง และมุ่งให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ด้านพลังงานเกิดขึ้น ผ่านกลไกความร่วมมือรัฐบาลในสหภาพยุโรป อุตสาหกรรม และการวิจัยและพัฒนาในรูปแบบการเป็นพันธมิตรหุ้นส่วนกัน (Partnership)

นอกจากนั้น SET-Plan ยังได้กำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม สำหรับการประเมินความต้องการของระบบพลังงาน เพื่อรองรับการเปลี่ยนรูปแบบระบบพลังงาน และศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ และการจ้างงานในสหภาพยุโรป ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของสหภาพพลังงาน ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แนวทางปฏิบัติเพื่อการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของสหภาพพลังงาน

แนวทางปฏิบัติ	รายละเอียด
เป็นผู้นำด้านพลังงานหมุนเวียน (Global Leader in Renewables)	• พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนประสิทธิภาพสูง บูรณาการเข้ากับระบบพลังงาน • ลดต้นทุนเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนหลัก
ประสิทธิภาพพลังงานมาก่อน (Energy Efficiency First)	• เพิ่มประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคาร • ปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอุตสาหกรรม
พลังงานอัจฉริยะ (Smart EU Energy)	• สร้างเทคโนโลยีและบริการใหม่เพื่อผู้บริโภค • เพิ่มระดับการบูรณาการ ความมั่นคง และความยืดหยุ่นของระบบพลังงาน
ความยั่งยืนภาคขนส่ง (Sustainable Transport)	• เป็นผู้แข่งขันรายสำคัญในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า และระบบกักเก็บพลังงานต่าง ๆ • เสริมสร้างตลาดเชื้อเพลิงพลังงานหมุนเวียนให้เกิดขึ้น
ความปลอดภัยทางด้านนิวเคลียร์ (Nuclear Safety)	• เพิ่มระดับความปลอดภัย • การดักจับคาร์บอน การกักเก็บ และการใช้งาน
ดำเนินกิจกรรมด้านวิจัยและนวัตกรรม และการส่งเสริมสู่เชิงพาณิชย์	

สำหรับประเด็นเทคโนโลยีพลังงานใหม่ที่มีการให้ทุนวิจัยไปแล้ว ได้แก่ พลังงานชีวภาพ (Bioenergy), เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels), ความร้อนใต้พิภพ (Geothermal), อาคาร (Buildings), ถ่านหินสะอาด (Cleaner Coal: CCT), นิวเคลียร์ฟิวชั่น (Nuclear Fusion), มหาสมุทร (Ocean), โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic), การแปรถ่านหินให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงผสม (Polygeneration), พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) และพลังงานลม (Wind Power), กริด (Grid), การทำความร้อนและความเย็น (Heating & Cooling), ไฮโดรเจน (Hydrogen), โครงการสาธิต CONCERTO[14], การเผยแพร่ด้านพลังงาน (Dissemination) และอุตสาหกรรม (Industry)

[14] โครงการสาธิตการใช้พลังงานอย่างเกิดประโยชน์สูงสุดในหมู่อาคารทั้งหมดของชุมชนจะมีประสิทธิภาพและประหยัดกว่าการทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นรายอาคาร

ภาพที่ 1.9 ประเด็นการปฏิบัติเพื่อการวิจัยและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสหภาพพลังงาน

ที่มา: European Commission, Strategic Energy Technology (SET) Plan

5.3) โครงการทดลองสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และพลังงานฟิวชั่นนานาชาติ (International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) and Energy Fusion) เป็นโครงการพัฒนาอุปกรณ์ฟิวชั่นที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันด้านพลังงานของสหภาพยุโรปให้สูงขึ้น อีกทั้งยังสร้างทักษะ งาน และพันธมิตรระหว่างบริษัทใหญ่และเล็ก โดยเทคโนโลยีฟิวชั่นเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพที่สหภาพยุโรปเล็งเห็นว่ามีความปลอดภัย มีประสิทธิภาพด้านต้นทุน และสร้างเสถียรภาพทางพลังงานให้แก่สหภาพยุโรป และทั่วโลก

5.4) พลังงานและเมืองอัจฉริยะ (Energy and Smart Cities) เป็นแนวคิดการนำเมืองอัจฉริยะเข้ามาจัดการการใช้พลังงานจากที่เคยเป็นแหล่งบริโภคพลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ให้เป็นเมืองที่น่าดึงดูด มีความสมบูรณ์ และมีความยั่งยืนในการดำรงชีวิต เพื่อให้เห็นผลสำเร็จในระดับสหภาพยุโรป จึงมีการผลักดันในเชิงนโยบาย และการส่งเสริมต่าง ๆ ได้แก่

- กำหนดเป้าหมายและวิธีปฏิบัติของการเปลี่ยนระบบพลังงานสู่ระบบพลังงานที่ยั่งยืน
- ส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านกฎหมาย วิธีการเข้าถึงแหล่งทุน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเมือง ตลอดจนสร้างกระบวนการทำงานร่วมกันระหว่างคณะกรรมาธิการ ผู้บริหารระดับประเทศ รัฐบาลท้องถิ่น และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ
- การพัฒนานโยบายเมืองอัจฉริยะ
- อาคารตัวอย่างด้านการใช้พลังงาน เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะสำหรับอาคารในการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน
- การทำข้อตกลงร่วมระหว่างรัฐบาลท้องถิ่นในสหภาพยุโรปเพื่อขับเคลื่อนตามเป้าประสงค์ของสหภาพพลังงาน
- ส่งเสริมการวิจัย และนวัตกรรมตาม SET-Plan ทั่วทั้งยุโรป เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงต่อการเปลี่ยนสู่ระบบพลังงานคาร์บอนต่ำ

- การสร้างระบบสารสนเทศเมืองอัจฉริยะ เพื่อเป็นแหล่งความรู้และโครงการ เสมือนเป็นแพลตฟอร์มในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ และวิธีการด้านเมืองอัจฉริยะ

โดยเป้าหมายของสหภาพยุโรปนอกจากเพื่อการบรรลุตามพันธกรณีที่ได้ทำไว้ในความตกลงปารีส แล้วยังต้องการการเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมพลังงานยุคใหม่ เพื่อรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีโลก และยังเป็นการสร้างการเจริญเติบโต ความมั่นคง และความยั่งยืนแก่เศรษฐกิจและสังคมของสหภาพยุโรปอีกด้วย

นอกจากนั้น คณะกรรมาธิการสหภาพยุโรปได้ประกาศวิสัยทัศน์โลกที่สะอาดเพื่อมวลมนุษย์ (A Clean Planet for All) ซึ่งเป็นวิสัยทัศน์ระยะยาว (Strategic Long-term Vision)[15] เป้าหมายในปี 2050 (พ.ศ. 2593) เพื่อความรุ่งเรือง ความทันสมัย สามารถแข่งขันได้ และเศรษฐกิจที่เป็นกลางทางสภาพภูมิอากาศ ประกอบไปด้วย 7 กลยุทธ์หลักในการขับเคลื่อน ได้แก่

1. การใช้พลังงานหมุนเวียน โดยบูรณาการพลังงานหมุนเวียนเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ เพื่อลดภาวะการพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากภายนอก เกิดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่ต่ำลง จากการขยายขนาด และประชากรสามารถเข้าถึงได้ในราคาที่เหมาะสม

2. ประสิทธิภาพพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการบริโภคพลังงานของภาคผู้ใช้ต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายของการลดการบริโภคพลังงานลงถึงร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2005 (พ.ศ. 2548)

3. ยานพาหนะพลังงานสะอาด ปลอดภัย และเชื่อมต่อถึงกันได้ ซึ่งเป็นการพัฒนายานพาหนะที่ใช้พลังงานทางเลือกที่ไม่ปลดปล่อยคาร์บอน รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีเชื่อมต่อและระบบอัตโนมัติ ทำให้มีการใช้พลังงานในภาคขนส่งที่สะอาด และปลอดภัย

4. การแข่งขันในอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยสหภาพยุโรปต้องเป็นผู้นำในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงานหมุนเวียน และลงทุนในเทคโนโลยีด้านความเป็นกลางทางคาร์บอน และเศรษฐกิจหมุนเวียน

5. โครงสร้างพื้นฐานและความเชื่อมโยงถึงกัน ให้ความสำคัญต่อการนำเทคโนโลยียุคใหม่และโครงสร้างพื้นฐานอัจริยะต่าง ๆ เข้ามาจัดการระบบพลังงาน โดยเฉพาะการส่งพลังงานและการจ่ายพลังงานไปยังปลายทาง

6. เศรษฐกิจชีวภาพและการกักเก็บโดยธรรมชาติ สร้างระบบกักเก็บโดยธรรมชาติ ควบคู่กับการพัฒนาความยั่งยืนในการใช้พื้นที่ และการเกษตร

7. การดักจับคาร์บอน และการจัดเก็บมลพิษส่วนเหลือ การชดเชยการปลดปล่อยมลพิษ และการสร้างเทคโนโลยี Negative Emissions

ในส่วนของการวิจัยและพัฒนาสหภาพยุโรปมีโครงการให้ทุนวิจัยขนาดใหญ่ คือ **Horizon 2020 (H2020)**[16] มีระยะเวลาให้ทุนระหว่างปี 2014 – 2020 (พ.ศ. 2557 – 2563) เพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาบุคลากร และการถ่ายทอดนวัตกรรม โดยเปิดโอกาสให้ผู้รับทุนทุกประเภท หรือแม้แต่ผู้รับทุนที่อยู่ภายนอกสหภาพยุโรป ซึ่งการให้ทุนภายใต้ H2020 เป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนตามยุทธศาสตร์ด้านพลังงาน

---

[15] European Commission, 2050 Long-term strategy, 28 November 2018. Retrieved May 21, 2019, from European Commission Website https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-long-term-strategy.

[16] European Commission. Horizon 2020. Retrieved March 30, 2019, from European Commission Website: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en

การดำเนินการภายใต้ H2020 มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดทิศทางการวิจัยของสหภาพยุโรป ให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ที่สหภาพยุโรปได้กำหนดขึ้น โดยแบ่งกลุ่มการให้ทุนออกเป็น 3 ด้านหลัก (3 Pillars) ขณะเดียวกัน ทิศทางการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมด้านพลังงานของสหภาพยุโรป สะท้อนได้จากการให้ทุนวิจัยภายใต้โปรแกรม H2020 ซึ่งมีหัวข้อหรือประเด็นการวิจัยทางด้านพลังงานที่เกี่ยวข้องกับในแต่ละ Pillars ดังนี้

1. การพัฒนาความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Excellent Science) ซึ่งมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง (Frontier) พัฒนาบุคลากรชั้นยอด การสร้างทีมวิจัยระหว่างประเทศสมาชิก และส่งเสริมการใช้โครงการพื้นฐานการวิจัยร่วมกัน

การให้ทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้ Pillar นี้มีความเด่นชัดด้านเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Technology) ซึ่งอยู่ภายใต้กลุ่มประเด็นวิจัยด้านเทคโนโลยีอุบัติใหม่ในอนาคต (Future Emerging Technologies) ได้แก่

- โครงการ GOTSolar มีวัตถุประสงค์พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เทคโนโลยีใหม่ คือ Solid State Perovskite Solar Cells (PSCs) ที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงและมีหลากหลายสี สามารถใช้งานได้หลากหลายกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม นอกจากนั้น PSCs ยังมีประสิทธิภาพพลังงานสูง อายุการใช้งานที่ยาวนาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานที่ยั่งยืนได้
- โครงการ HELENIC-REF มีเป้าหมายเพื่อสร้างวิธีการที่ยั่งยืนในการสลายตัวของน้ำด้วยความร้อน (Water Thermolysis) ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 300 องศาเซลเซียส และการผลิตพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว

2. ส่งเสริมการขยายผลวิจัยและนวัตกรรมสู่อุตสาหกรรม (Industrial Leadership) เป็นการนำงานวิจัยและพัฒนา การสาธิต และการขยายผลทางเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้อุตสาหกรรมมีความสามารถที่สูงขึ้นและก้าวสู่การเป็นผู้นำในตลาดโลก รวมไปถึงการสนับสนุนกลไกทางด้านการเงิน เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมแก่ธุรกิจขนาดต่าง ๆ

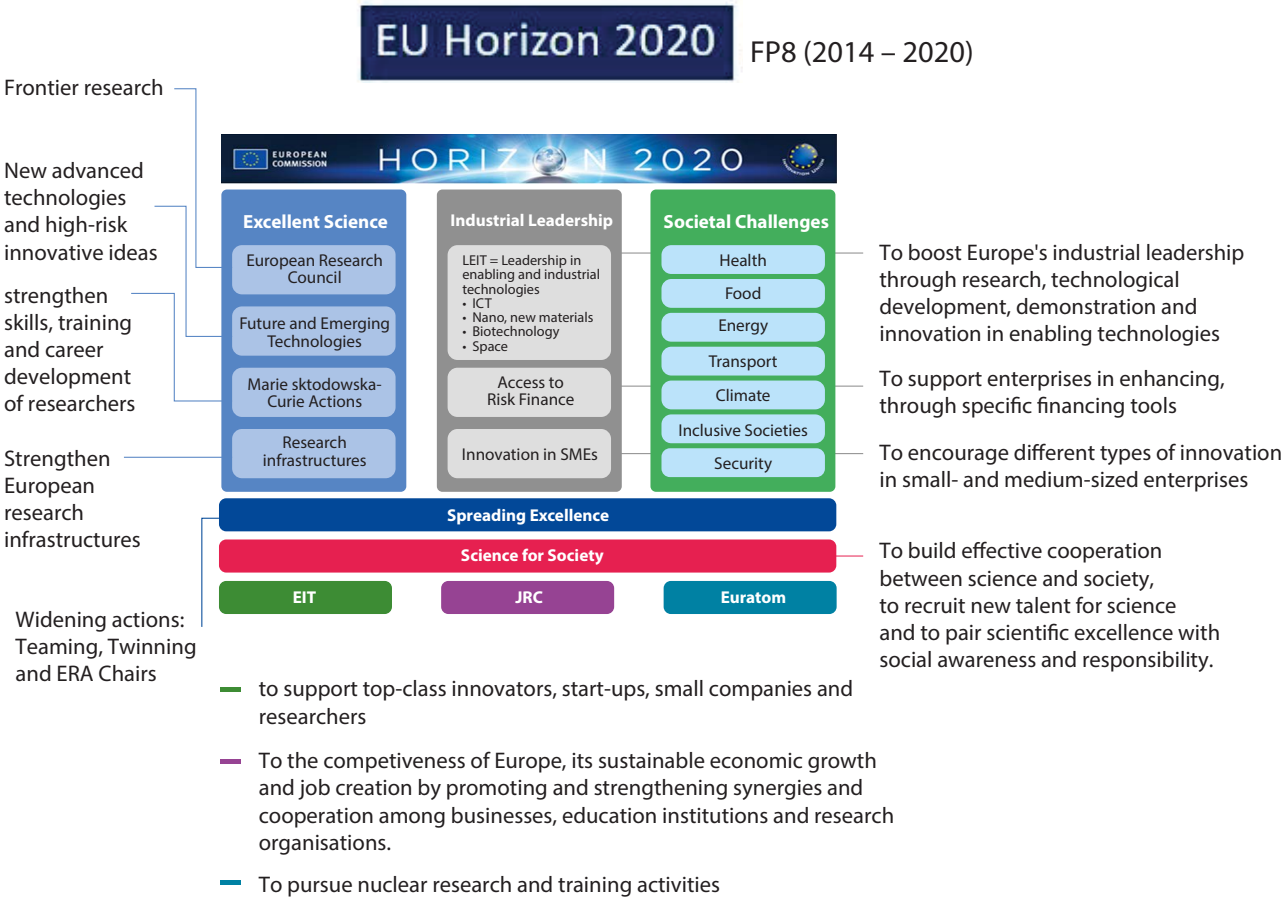
โดยขอบเขตด้านพลังงานเน้นการส่งเสริมความสามารถภาคอุตสาหกรรมผ่านโครงการด้านประสิทธิภาพพลังงาน โรงงานอุตสาหกรรมแห่งอนาคต และอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน ผ่านกลไกสัญญาร่วมลงทุน (Contractual Public-Private Partnerships) ซึ่งการให้ทุนภายใต้ Pillar นี้มีส่วนสำคัญในการสนับสนุนขอบเขตการวิจัยภายใต้ SET-Plan อันเป็นกลไกความร่วมมือเพื่อการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับเป้าประสงค์ของสหภาพพลังงาน

3. ประเด็นท้าทายของสังคม (Societal Challenge) เป็นประเด็นที่ต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างสาขามีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยทางด้านสังคมและมนุษย์ หรือเป็นงานถ่ายทอดจากการวิจัยสู่ตลาดที่เป็นสิ่งใหม่ที่ยังต้องการการสนับสนุนทั้งในเชิงการทดสอบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการนำออกสู่ตลาด ซึ่งพลังงานถือเป็นหนึ่งในสาขาหลักของด้านนี้

โดยให้ความสำคัญกับประเด็นความมั่นคง สะอาด และประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีประเด็นวิจัยที่สนับสนุนได้แก่ ประสิทธิภาพพลังงาน เทคโนโลยีคาร์บอนต่ำ และเมืองอัจฉริยะและชุมชนอัจฉริยะ (Smart Cities and Smart Communities) ดังมีรายละเอียดวัตถุประสงค์หรือสาขาวิจัยที่ให้การสนับสนุนดังนี้

- ลดการบริโภคพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- พลังงานต้นทุนต่ำและคาร์บอนต่ำ
- พลังงานทางเลือกและแหล่งพลังงานเคลื่อนที่
- กริดหนึ่งเดียวแห่งสหภาพยุโรป
- เทคโนโลยีและองค์ความรู้ใหม่
- กระบวนการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมของสาธารณะ
- การตอบรับนวัตกรรมด้านพลังงานและเทคโนโลยีสารสนเทศของตลาด

นอกจากนั้น H2020 ยังให้ทุนผ่านประชาคมพลังงานปรมาณูยุโรป (European Atomic Energy Community: EURATOM) สำหรับสนับสนุนการวิจัยด้านพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งด้านการพัฒนาระบบพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลอดภัย การจัดการด้านการกำจัดกากกัมมันตรังสี การพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์เพื่อความยั่งยืน การสาธิตความเป็นไปได้การใช้ประโยชน์จากพลังงานฟิวชั่น และการวางรากฐานโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานฟิวชั่นในอนาคต โดยเฉพาะการพัฒนาวัสดุ เทคโนโลยี และแนวคิดการออกแบบ เป็นต้น



ภาพที่ 1.10 โครงสร้างการให้ทุนวิจัยภายใต้โปรแกรม Horizon 2020 ของสหภาพยุโรป

ที่มา: ปรับปรุงจาก CERNEU, EU Projects Office

แนวนโยบายและการส่งเสริมด้านการวิจัยและพัฒนาของสหภาพยุโรปเป็นที่แน่ชัดว่า การสร้างขีดความสามารถด้านพลังงานของตนเองภายใต้แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ การพัฒนาประสิทธิภาพพลังงาน การจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการใช้พลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากจะเป็นการดำเนินการเพื่อให้สอดคล้องต่อความตกลงปารีสแล้ว ยังมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้วยเทคโนโลยีด้านพลังงานใหม่ ลดการพึ่งพิงพลังงานจากภายนอก ตลอดจนเป็นการสร้างงานใหม่ให้เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งมีประเด็นที่สหภาพยุโรปดำเนินควบคู่กับการส่งเสริมและผลักดันผลงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านพลังงาน อาทิ การเชื่อมโยงกับตลาดและอุตสาหกรรม การลดข้อจำกัดทางด้านกฎระเบียบเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานให้เป็นหนึ่งเดียว ตลอดจนการจัดทำโครงการสาธิตให้เห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อการเปลี่ยนจากระบบพลังงานแบบดั้งเดิมสู่ระบบพลังงานที่เป็นกลางทางคาร์บอน

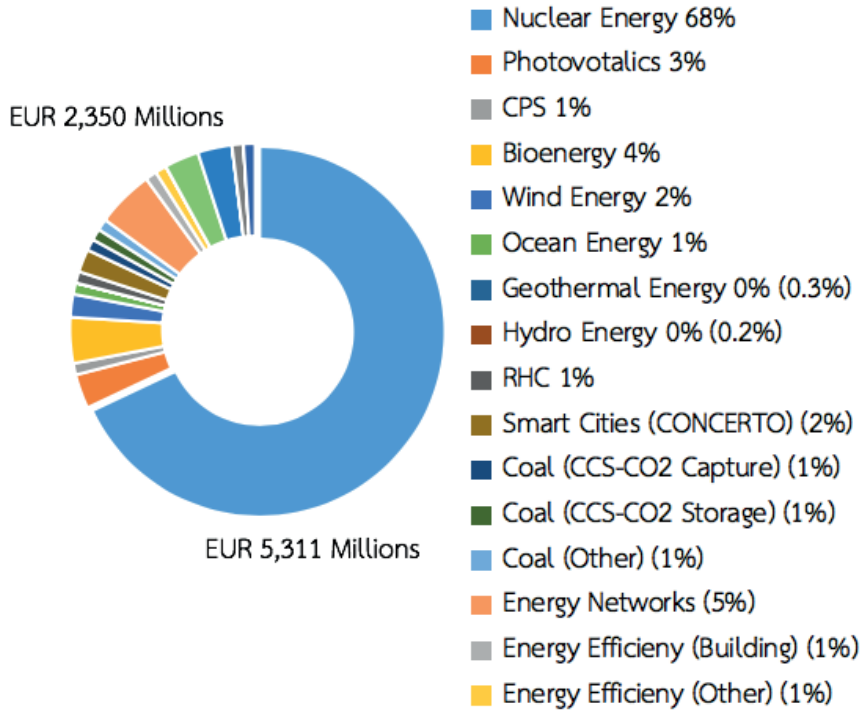
การจัดสรรงบประมาณและทุนวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน

การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนของประเทศ ซึ่งในหลายประเทศที่สำคัญมีการจัดสรรงบประมาณหรือทุนวิจัยเป็นจำนวนมาก เพื่อรักษาสถานะและขีดความสามารถของตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยมีตัวอย่างดังนี้

สหภาพยุโรป: Horizon 2020

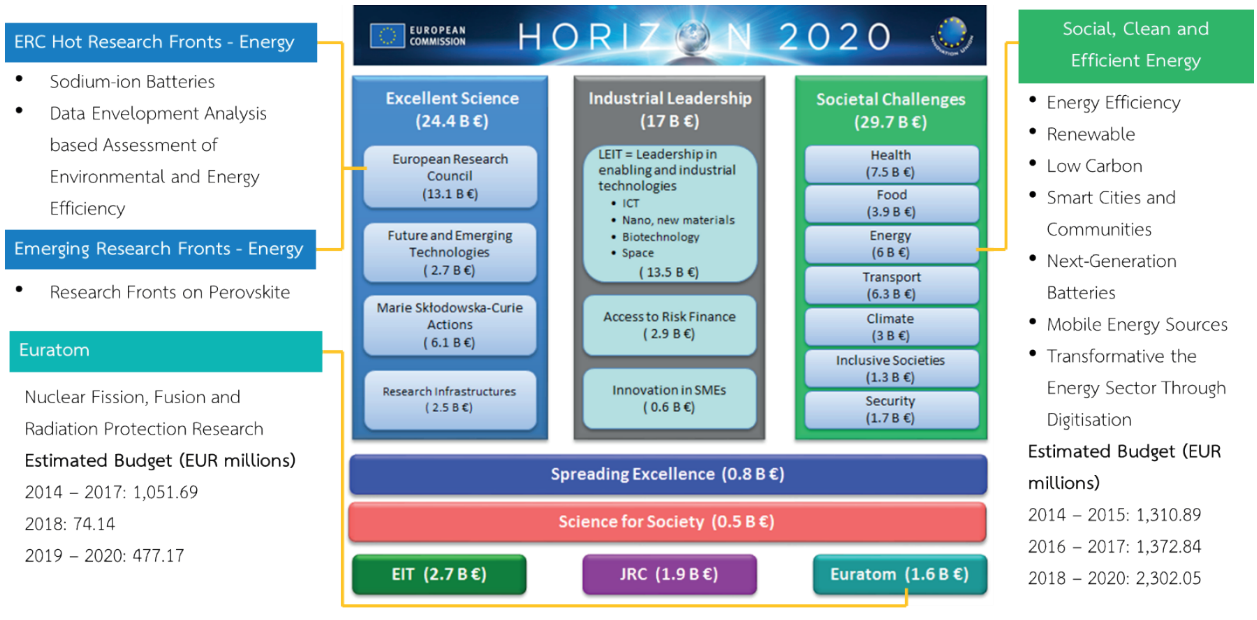
การจัดสรรทุนวิจัยขนาดใหญ่ด้านพลังงานของสหภาพยุโรปเริ่มตั้งแต่กรอบโปรแกรมการวิจัยที่ 1 (The First Framework Programme: FP1) ในปี 1984 - 1987 (พ.ศ. 2527 – 2530) โดยมีงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน 1,770 ล้านยูโร คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47.2 จากงบประมาณวิจัยรวม 3,750 ล้านยูโร ซึ่งการดำเนินการสนับสนุนทุนวิจัยในรูปแบบ Framework Programme ได้มีการปรับเปลี่ยนและขยับขยายสาขาในการให้ทุน จึงทำให้สัดส่วนงบประมาณสำหรับทุนวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานจึงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับงบประมาณรวม ดังเช่น การวิจัยที่ 7 (The Seventh Framework: FP7) ระหว่างปี 2007- 2013 (พ.ศ. 2550 – 2556) โดยพบว่า งบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยด้านพลังงานมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 7,661 ล้านยูโร โดยมีสัดส่วนร้อยละ 15.2 ของงบประมาณรวมมูลค่า 50,521 ล้านยูโร และล่าสุดภายใต้ชื่อ Horizon 2020 มีการจัดสรรงบประมาณวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน 7,534 ล้านยูโร หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.6 ของงบประมาณรวมมูลค่า 78,631 ล้านยูโร แม้ว่าจะมีสัดส่วนที่ลดลง แต่งบประมาณที่เป็นตัวเงินด้านพลังงานยังเพิ่มขึ้นโดยตลอด แสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญของการวิจัยด้านพลังงานของสหภาพยุโรปที่ให้การสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง

ที่ผ่านมาสหภาพยุโรปให้การสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์เป็นหลัก จนกระทั่ง H2020 พบว่า ทิศทางการสนับสนุนทุนวิจัยของสหภาพยุโรปเปลี่ยนไปสู่การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาที่ไม่ใช่นิวเคลียร์ในสัดส่วนที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาพลังงานหมุนเวียนสูงขึ้น เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกและสร้างความมั่นคงทางพลังงานในสหภาพยุโรป ดังตัวอย่างการจัดสรรทุนวิจัยและพัฒนาของ FP7 ที่มีสัดส่วนของการวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ร้อยละ 68 ของทุนวิจัยด้านพลังงาน หรือ 5,311 ล้านยูโร ขณะที่ทุนวิจัยในเทคโนโลยีที่ไม่ใช่นิวเคลียร์เท่ากับ 2,350 ล้านยูโร ดังภาพที่ 1.11 เมื่อเปรียบเทียบกับกรอบการจัดสรรของ H2020 ที่ให้ความสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาพลังงานหมุนเวียน ประสิทธิภาพพลังงาน เทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน และเทคโนโลยีอัจฉริยะและดิจิทัลด้านพลังงาน เพื่อตอบความท้าทายของสังคม โดยมีสัดส่วนทุนวิจัยร้อยละ 78.7 ของทุนวิจัยด้านพลังงาน หรือคิดเป็นงบประมาณ 5,931 ล้านยูโร ขณะที่ทุนวิจัยด้านนิวเคลียร์มีเพียง 1,603 ล้านยูโร ดังภาพที่ 1.12



ภาพที่ 1.11 การจัดสรรทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้กรอบโปรแกรมการวิจัยที่ 7 (FP7) ของสหภาพยุโรป

ที่มา: Pezzutto, Simon & Mosannenzadeh, Farnaz & Grilli, Gianluca & Sparber, W. (2016).

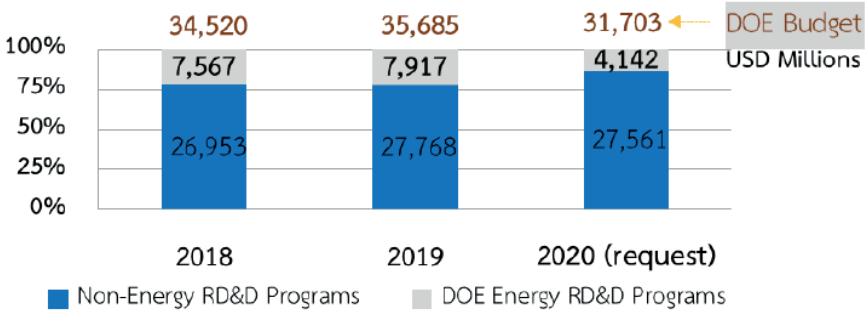


ภาพที่ 1.12 กรอบการจัดสรรทุนวิจัยด้านพลังงานภายใต้ Horizon 2020

ที่มา: EURATOM Work Programme, Horizon 2020 Work Programme, ERCEA, Thematic assessment of the European Research Council, 2017

สหรัฐอเมริกา: กระทรวงพลังงาน (U.S. Department of Energy)

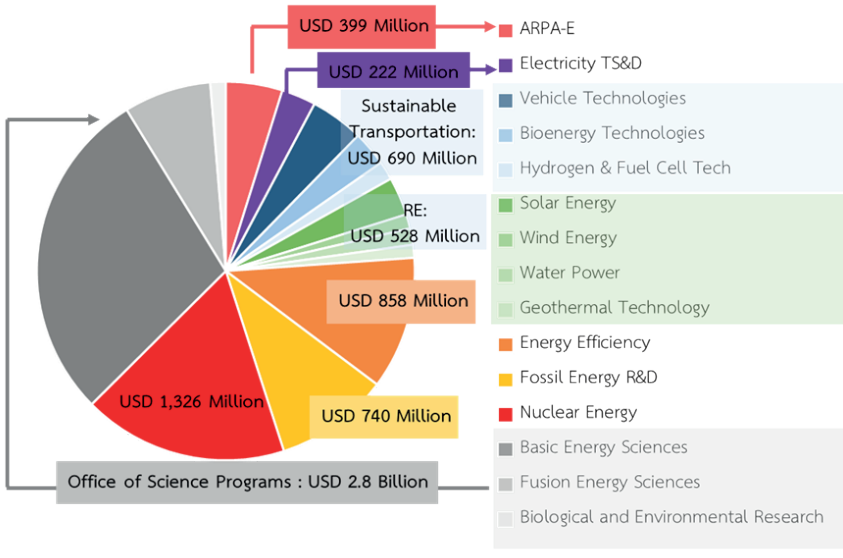
สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศมหาอำนาจที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานอย่างมาก โดยงบประมาณในปี 2018 (พ.ศ. 2561) และ 2019 (พ.ศ. 2562) ของกระทรวงพลังงานมากกว่าร้อยละ 20 ถูกจัดสรรเพื่อการวิจัยและพัฒนา ด้วยจำนวนงบประมาณ 7,567 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และ 7,917 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ตามลำดับ แม้ว่าในปี 2020 (พ.ศ. 2563) มีการเสนอของบประมาณในส่วนของการวิจัยและพัฒนาลดลงเหลือสัดส่วนร้อยละ 13 หรือมีจำนวนงบประมาณวิจัยและพัฒนาที่เสนอ 4,142 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ดังภาพที่ 1.13



ภาพที่ 1.13 งบประมาณของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ ระหว่างปีงบประมาณ 2018 - 2020

ที่มา: Colin Cunliff (2019), DOE Budget in Brief FY 2017 and FY 2020

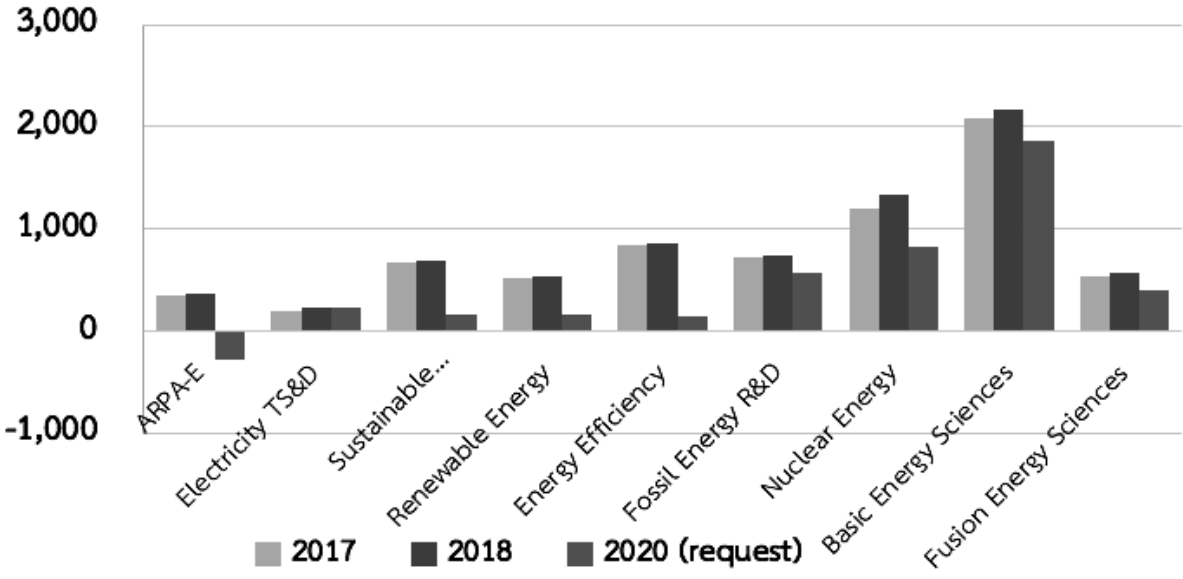
เมื่อจำแนกตามกลุ่มโปรแกรมวิจัยหลัก พบว่า การสนับสนุนงบประมาณวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มวิทยาศาสตร์พลังงานพื้นฐาน และพลังงานนิวเคลียร์เป็นหลัก และกลุ่มรองลงมา คือ ประสิทธิภาพพลังงาน พลังงานฟอสซิล พลังงานภาคขนส่ง พลังงานฟิวชั่น และพลังงานหมุนเวียน ขณะที่งบประมาณสำหรับโปรแกรมวิจัยแนวหน้า (Advanced Research Projects Agency–Energy: ARPA-E) และระบบส่งพลังงาน (Transmission System and Distribution: TS&D) เป็นกลุ่มที่ได้รับงบประมาณวิจัยน้อยที่สุด ดังตัวอย่างของงบประมาณวิจัยในปี 2019 แสดงในภาพที่ 1.14



ภาพที่ 1.14 งบประมาณวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ ปีงบประมาณ 2019 จำแนกตามกลุ่มโปรแกรม

ที่มา: Colin Cunliff (2019)

อย่างไรก็ตาม รัฐบาลสหรัฐฯ กำลังมีการปรับเปลี่ยนทิศทางการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานอยู่พอสมควร เมื่อพิจารณาจากคำของบประมาณในปี 2020 (พ.ศ. 2563) พบว่ามีการลดงบประมาณลงเกือบทั้งหมด โดยเฉพาะการตัดงบประมาณ ARPA-E ซึ่งเป็นกลุ่มวิจัยชั้นแนวหน้า รวมไปถึงกลุ่มประสิทธิภาพพลังงาน พลังงานหมุนเวียน และพลังงานภาคขนส่งที่ถูกตัดลดงบประมาณลง ขณะที่กลุ่มระบบส่งพลังงานเป็นเพียงกลุ่มเดียวที่มีคำของบประมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากความมั่นคงของระบบส่งพลังงานไฟฟ้า ระบบกริด และความปลอดภัยทางไซเบอร์ได้รับความสำคัญมากขึ้น นอกจากนั้น กลุ่มพลังงานฟอสซิลซึ่งถูกตัดลดงบประมาณลงเพียงเล็กน้อย ได้กลายเป็นหนึ่งใน 3 กลุ่มโปรแกรมหลักที่มีคำของบประมาณสูงสุดของปี 2020 (พ.ศ. 2563) ร่วมกับการวิจัยวิทยาศาสตร์พลังงานพื้นฐาน และพลังงานนิวเคลียร์ ดังภาพที่ 1.15

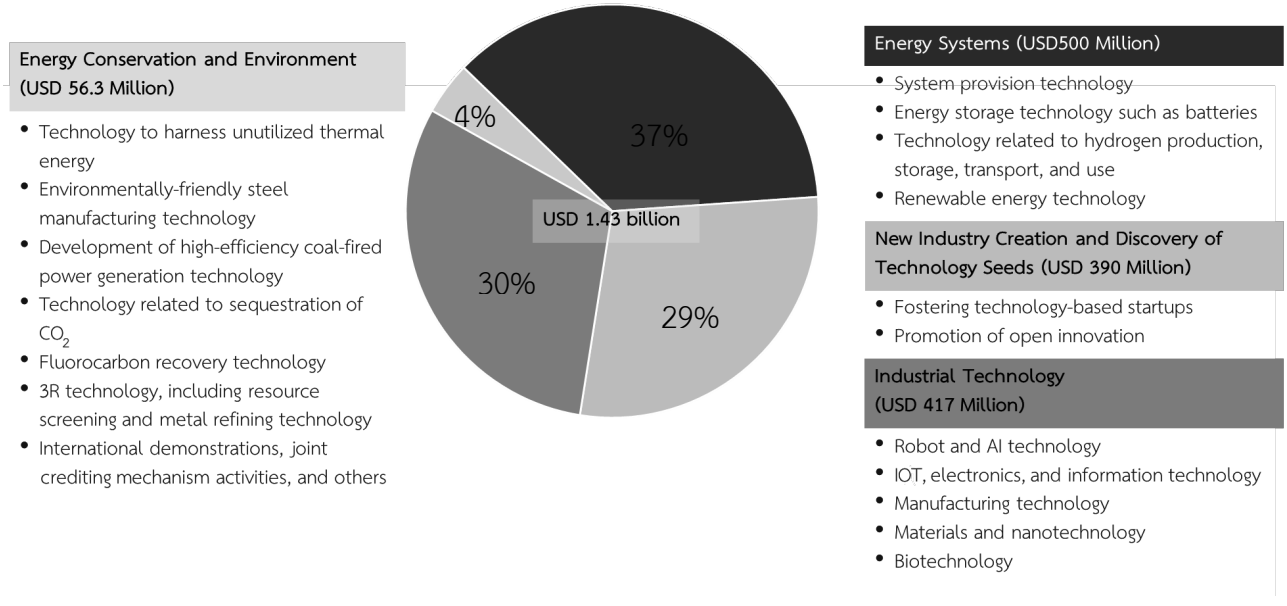


ภาพที่ 1.15 งบประมาณวิจัยและพัฒนาของกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ จำแนกตามกลุ่มโปรแกรมหลัก ปีงบประมาณ 2017 - 2020

ที่มา: Colin Cunliff (2019), DOE Budget in Brief FY 2017 and FY 2020

ญี่ปุ่น: องค์การพัฒนาพลังงานใหม่และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (New Energy and Industrial Technology Development: NEDO)

NEDO เป็นองค์การการวิจัยและพัฒนาแห่งชาติด้านพลังงานของญี่ปุ่น ที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาพลังงานในด้านอุตสาหกรรม โดยข้อมูลของปี 2019 (พ.ศ. 2562) NEDO ได้รับงบประมาณทั้งสิ้น 1,430 ล้านเหรียญสหรัฐฯ โดยการจัดสรรงบประมาณของ NEDO แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ (1) ระบบพลังงาน 500 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น ร้อยละ 37 ของงบประมาณรวม เพื่อสนับสนุนกิจกรรมวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวกับ เทคโนโลยีระบบสำรองพลังงาน ระบบกักเก็บพลังงาน และพลังงานหมุนเวียน (2) เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 417 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ของงบประมาณรวม โดยให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์, AI, IoT เทคโนโลยีการผลิต รวมไปถึงเทคโนโลยีด้านวัสดุศาสตร์ นาโนเทคโนโลยี และเทคโนโลยีชีวภาพ (3) การสร้างอุตสาหกรรมใหม่และค้นหาเทคโนโลยีใหม่ 390 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 29 เน้นการสนับสนุนธุรกิจ Start-up และการพัฒนานวัตกรรมแบบเปิด และ (4) พลังงานดั้งเดิมและสิ่งแวดล้อม 56.3 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4 โดยเน้นการใช้พลังงานดั้งเดิมอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอน การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการส่งเสริมกิจกรรมกลไกเครดิตร่วม (Joint Crediting Mechanisms: JCM) เพื่อการบริหารก๊าซเรือนกระจก ดังภาพที่ 1.16

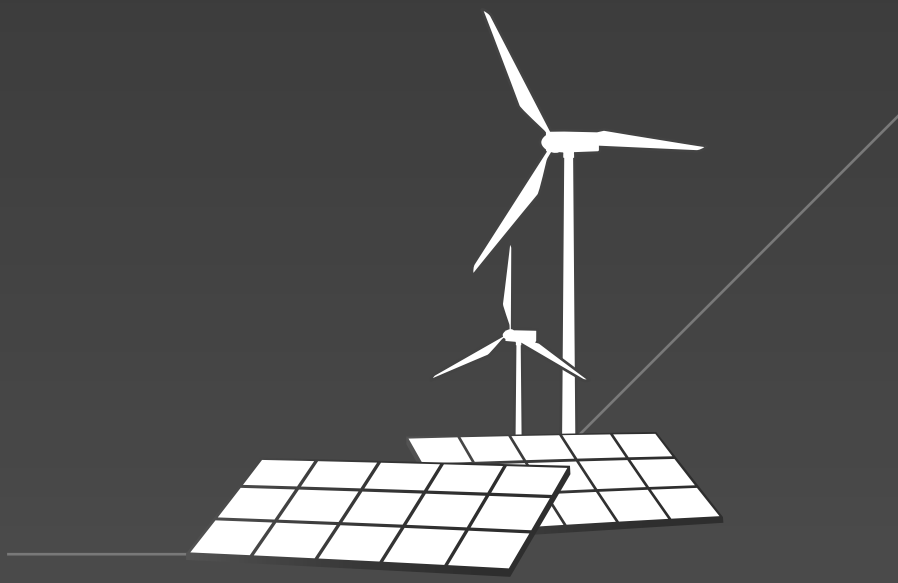


ภาพที่ 1.16 การจัดสรรงบประมาณขององค์การพัฒนาพลังงานใหม่และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น ประจำปีงบประมาณ 2019

ที่มา: New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)

จากภาพรวมสถานภาพพลังงานจะเห็นได้ว่า การดำเนินนโยบายด้านพลังงานในปัจจุบันประกอบกับการใช้พลังงานดังที่เป็นอยู่เป็นไปได้ยากที่จะบรรลุเป้าหมายลดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ณ ก่อนยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรม ดังที่ประชาคมโลกได้ตกลงร่วมกันในความตกลงปารีส แม้การพัฒนาจะไม่สามารถปฏิเสธการพึ่งพิงพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ทันทีทันใด แต่แนวโน้มโลกในอนาคตด้านพลังงาน คือการพัฒนาและใช้พลังงานหมุนเวียน และการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงาน รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อยกระดับพลังงานแบบดั้งเดิมให้เกิดการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ จากศึกษาทิศทางการสนับสนุนงบประมาณและทุนวิจัยของประเทศ/กลุ่มประเทศสำคัญ ได้แก่ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น พบว่า มีความแตกต่างกันอยู่บ้าง ตามแนวคิดเชิงนโยบายและอาจขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละประเทศ แต่กระนั้น สาขาหรือกลุ่มเทคโนโลยีที่อยู่ในข่ายความสนใจของแต่ละประเทศมิได้แตกต่างกันมากนัก และที่สำคัญงบประมาณเพื่อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่แต่ละประเทศ/กลุ่มประเทศให้การสนับสนุนมีจำนวนสูงมาก แม้ในบางประเทศจะมีการลดงบประมาณลงแล้วก็ตาม

ดังนั้น การพัฒนาขีดความสามารถทั้งในเชิงวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมด้านพลังงานใหม่และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานจึงมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการอย่างจริงจัง รวมไปถึงการส่งเสริมการเชื่อมโยงการวิจัยกับตลาดและอุตสาหกรรม ให้สามารถขยายขนาดการผลิต ลดต้นทุนการผลิตและใช้พลังงานที่ไม่ปลดปล่อยคาร์บอน โดยเฉพาะประเทศไทยที่ต้องพึ่งพาพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศ ต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานให้ทันต่อแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถสร้างความเชี่ยวชาญและความสามารถในการแข่งขันด้านพลังงานในอนาคตภายใต้บริบทของประเทศได้



บทที่ 2
การศึกษาหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานที่น่าสนใจในต่างประเทศ

ในบทนี้ เป็นการศึกษาหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานของต่างประเทศ โดยมุ่งศึกษาในส่วนของข้อมูลทั่วไปของหน่วยงานวิจัย อันประกอบไปด้วย ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานวิจัย จำนวนบุคลากร รวมถึงงบประมาณที่หน่วยงานวิจัยได้รับการจัดสรรเพื่อนำมาใช้ในการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงาน นอกจากนี้ ยังมุ่งศึกษาในเรื่องของประเด็นวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่หน่วยงานวิจัยนั้น ๆ ให้ความสนใจ โดยการศึกษาในบทนี้ ได้ทำการศึกษาหน่วยงานวิจัยทั้งสิ้น 6 แห่ง ดังมีรายละเอียดของแต่ละหน่วยงานวิจัยดังนี้

2.1 The National Renewable Energy Laboratory (NREL)

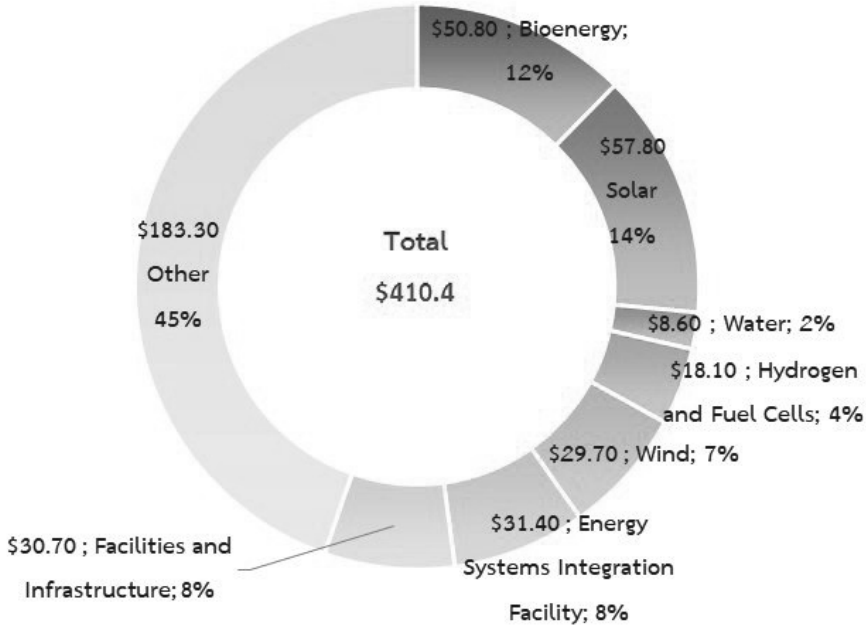
สถาบันวิจัยพลังงานหมุนเวียนแห่งชาติ (The National Renewable Energy Laboratory) หรือที่รู้จักกันในนาม NREL ตั้งอยู่ในรัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเป็นห้องปฏิบัติการหลักสำหรับใช้ในการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในเรื่องประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเพื่อการขนส่งอย่างยั่งยืน และเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทดแทน รวมถึงการให้ความรู้เพื่อบูรณาการและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบพลังงาน[17] ภายในพื้นที่ของ NREL นั้นประกอบไปด้วยหลายภาคส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ศูนย์แห่งชาติ ประกอบด้วย ศูนย์พลังงานชีวภาพแห่งชาติ (National Bioenergy Center) ศูนย์โฟโตโวลตาอิกแห่งชาติ (National Center for Photovoltaics) และศูนย์เทคโนโลยีลมแห่งชาติ (National Wind Technology Center) 2) สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับใช้ในการวิจัยร่วมกัน ประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับบูรณาการระบบพลังงาน (Energy Systems Integration Facility) เครื่องมือและห้องปฏิบัติการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Facilities and Laboratories) และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการวิจัยเชิงบูรณาการของอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ (Intergrated Biorefinery Research Facility) นอกจากนี้ ยังมีศูนย์เรียนรู้ (Education Center) สำหรับนักศึกษา อาจารย์ รวมถึงชุมชน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานอีกด้วย นอกจากการทำวิจัยและพัฒนาแล้ว NREL ยังได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านพลังงานหมุนเวียน เพื่อลดการพึ่งพาการใช้พลังงานจากต่างประเทศ ในรูปแบบของการอนุญาตให้ใช้สิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาแก่กลุ่มธุรกิจขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สถาบันการศึกษา องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร รวมทั้งหน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานท้องถิ่น[18]

---

[17] NREL Transforming Energy. *Mission and Programs*. Retrieved January 11, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/about/mission-programs.html

[18] NREL Transforming Energy. 2017. *NREL Technology Partnerships: Fiscal Year 2017*. Retrieved January 14, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/docs/gen/fy18/70923.pdf

NREL เป็นหน่วยงานของรัฐ ซึ่งมีจำนวนพนักงานมากกว่า 2,200 คน และได้รับเงินทุนสนับสนุนและดูแลโดยกระทรวงพลังงาน (U.S. Department of Energy: DOE) สำนักงานพลังงานและพลังงานหมุนเวียน (The Office of Efficiency and Renewable Energy: EERE)[19] ในส่วนของงบประมาณที่ NREL นำมาใช้ในการวิจัยตลอดระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา คือ 2014 – 2018 (พ.ศ. 2557 - 2561) นั้นพบว่า งบประมาณที่ได้รับเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2018 (พ.ศ. 2561) ได้รับงบประมาณทั้งสิ้น 410.4 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปี 2017 (พ.ศ. 2560) ที่มีงบประมาณทั้งสิ้น 382.7 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.2 สำหรับตัวอย่างของงบประมาณที่ใช้ในการวิจัยทางด้านพลังงานในแต่ละด้านนั้นมีดังนี้[20]



ภาพที่ 2.1 งบประมาณการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของ NREL

ที่มา: NREL Transforming Energy

สำหรับการวิจัยและพัฒนาของ NREL นั้นเป็นไปเพื่อสำรวจระบบพลังงาน และเทคโนโลยี รวมถึงความเป็นไปทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อในอนาคตจะได้เกิดการขับเคลื่อนด้วยพลังงานที่มีราคาไม่แพงและเป็นพลังงานสะอาด สำหรับโปรแกรมการวิจัยและพัฒนาของ NREL นั้น มีดังต่อไปนี้[21]

---

[19] Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. *National Renewable Energy Laboratory Documents*. Retrieved January 11, 2019, from U.S. Department of Energy Website: https://www.energy.gov/eere/national-renewable-energy-laboratory-documents

[20] NREL Transforming Energy. *Business Volumn*. Retrieved January 14, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/about/business-volume.html

[21] NREL Transforming Energy. *Research*. Retrieved January 25, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/research/index.html

Bioenergy

- Analysis & Characterization
- Biochemical Processes
- Bioenergetics
- Thermochemical Process

Hydrogen & Fuel Cells

- Fuel Cells
- Hydrogen Production & Delivery
- Hydrogen Storage
- Manufacturing R&D
- Market Transformation
- Safety, Codes, Standards
- System Analysis
- Technology Validation

Transportation

- Commercial Vehicle Technologies
- Electric Vehicle Grid Integration
- Systems Analysis & Integration
- Fuels Performance
- Energy Storage
- Power Electronics & Electric Machines
- Sustainable Mobility
- Vehicle Technology Integration
- Vehicle Thermal Management

Solar

- Photovoltaic Research
- Concentrating Solar Power Research
- Solar Grid and Systems

Water

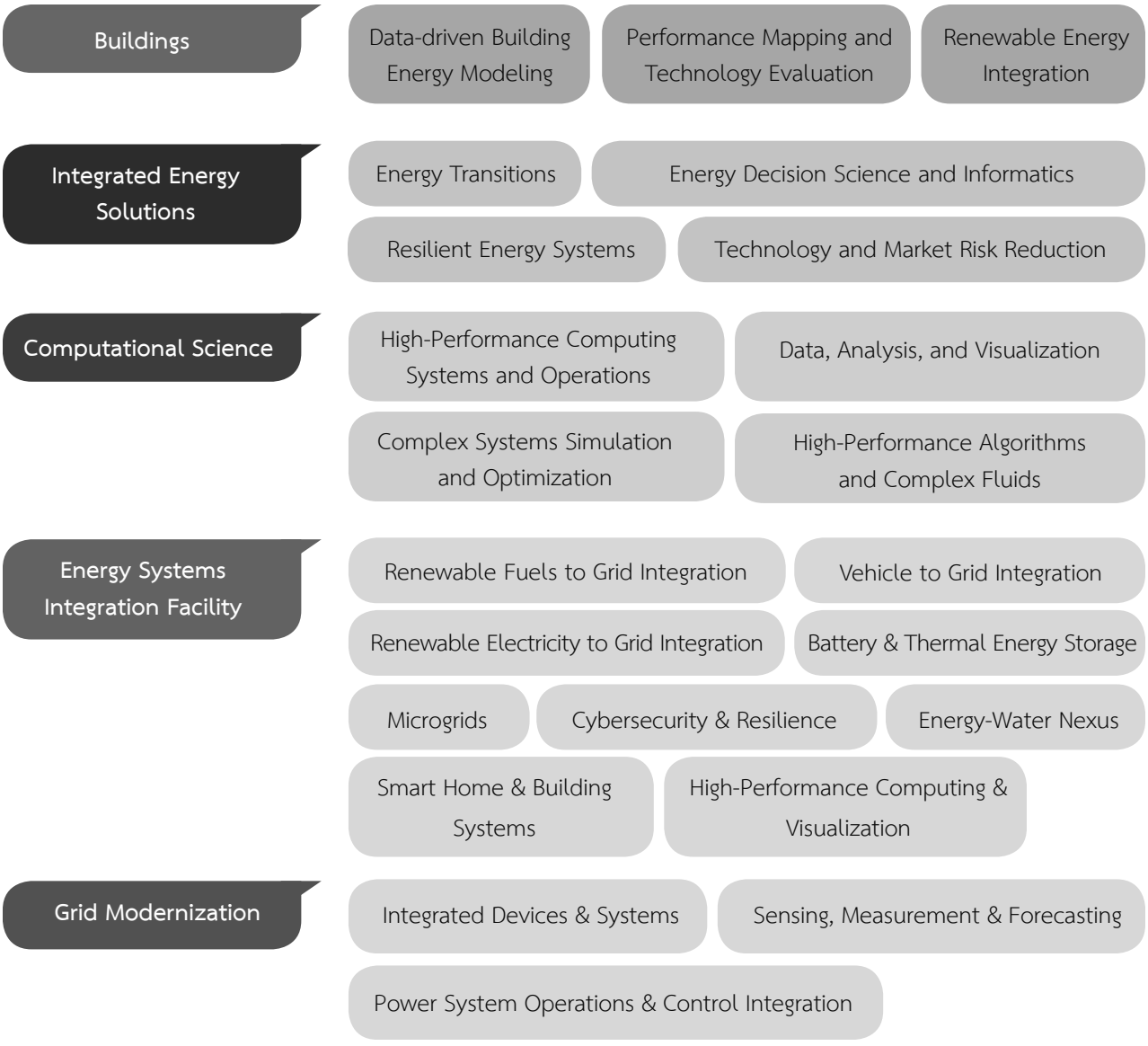
- Marine & Hydrokinetic
- Hydropower

Wind

- Land-Based Wind
- Distributed Wind
- Offshore Wind
- Grid Integration

Advanced Manufacturing

- Benchmark Study of Global Clean Energy Manufacturing
- Grid-Integrated Electric Drive Analysis
- Wide-Bandgap MOSFET Research
- Thermomechanical Analysis
- Photovoltaic Manufacturing R&D Project Accomplishments
- Materials Flows through Industry Supply Chain Modeling Tool
- Combined Heat and Power Protocol for Uniform Methods Project
- Cell-Phone Tower Power System Prototype Testing for Verizon Wireless



ภาพที่ 2.2 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของ The National Renewable Energy Laboratory

ที่มา: NREL Transforming Energy

2.2 SINTEF Energy Research (SINTEF)

SINTEF[22] เป็นองค์กรวิจัยไม่แสวงหาผลกำไร ตั้งอยู่ในประเทศนอร์เวย์ โดยเน้นรับงานวิจัยประเภท Contract Research ทั้งจากภาคเอกชนและภาครัฐ โดยผลกำไรที่ได้จะนำไปลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน และพัฒนางานวิจัยทั้งหมด สำหรับโครงสร้างหน่วยวิจัยและพัฒนาของ SINTEF นั้นแบ่งออกเป็น 7 สถาบันวิจัย และ 1 หน่วยส่งเสริมธุรกิจ ประกอบด้วย 1) SINTEF Building and Infrastructure 2) SINTEF Energy Research 3) SINTEF Digital 4) SINTEF Industry 5) SINTEF Manufacturing 6) SINTEF Ocean 7) SINTEF Molab 8) SINTEF TTO โดยทั้ง 8 หน่วยงานของ SINTEF รองรับกลุ่มงานวิจัย 9 สาขา ได้แก่ (1) Renewable Energy (2) Ocean Space (3) Industry (4) Building and Infrastructure (5) Materials (6) Micro, Nano and Biotechnology (7) Climate and Environment (8) Digitalization และ (9) Transport

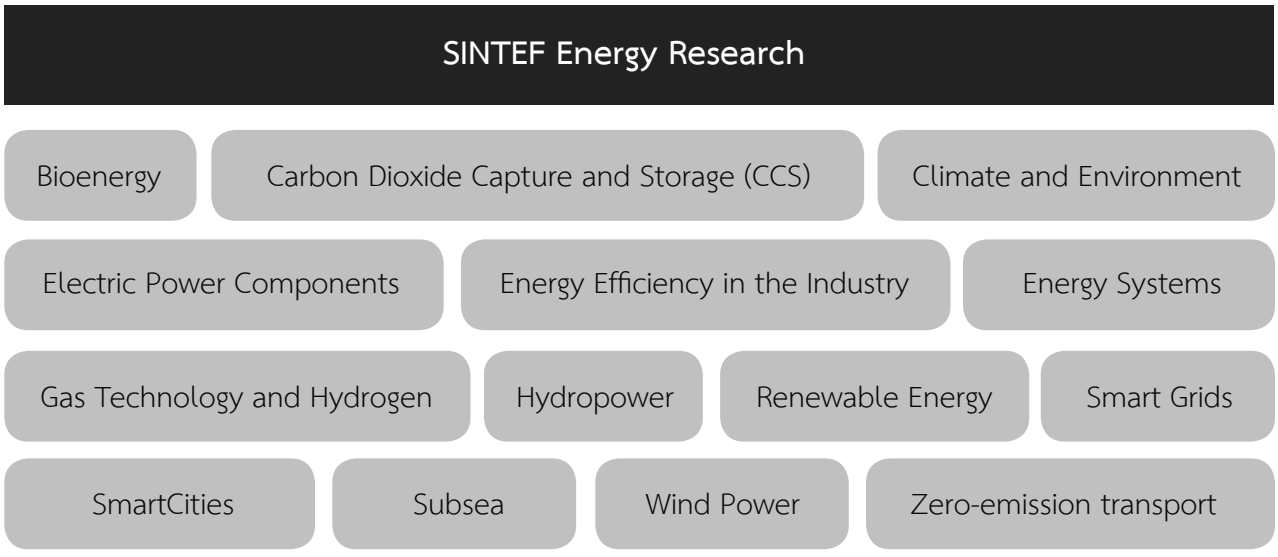
สำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ใน SINTEF นั้น จากข้อมูลในปี 2016 (พ.ศ. 2559) SINTEF มีบุคลากรประมาณ 2,000 คน แบ่งเป็นนักวิจัยประมาณร้อยละ 75 ผู้จัดการและผู้บริหารร้อยละ 12 และวิศวกรร้อยละ 8 โดยในจำนวนบุคลากรทั้งหมดนั้นเป็นผู้ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาเอกสูงถึงร้อยละ 56 ในส่วนของงบประมาณ ปี 2017 (พ.ศ. 2560) สถาบันวิจัยพลังงาน SINTEF มีงบประมาณดำเนินการประมาณ 55 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (467 ล้านโครน) โดยร้อยละ 41.9 เป็นการว่าจ้างวิจัยจากภาคอุตสาหกรรม

SINTEF มีห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่ที่มีความทันสมัย สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 420 กิโลโวลต์ (kV) และรองรับงานวิจัยประยุกต์เพื่ออุตสาหกรรม ซึ่งตัวอย่างของห้องปฏิบัติการวิจัยของ SINTEF ได้แก่ **(1) Thermal Engineering Laboratory (VATL)** รองรับงานด้าน Technologies of Refrigeration, Low Temperature, Combustion, Thermal Engineering, Energy and Environment **(2) Electrotechnical Laboratories (ETL)** รองรับงานด้าน High Voltage, High Current and Climate Labs ห้องปฏิบัติการขนาดเล็กเพื่อทดสอบและวิเคราะห์วัสดุ และห้องปฏิบัติการทดสอบเฉพาะทาง เช่น Hyperbaric Testing of Materials and Components for Sub-sea Power and Signal Applications for the OFF-shore Industries และ **(3) Smart Grid Laboratory** รองรับงานและการวิจัยด้าน Realistic Models to Study the Behavior of Smart Grids, the Integration of the Power Grid and Internet เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับ Power Systems with Grid, Communications, Smart Meters, Loads, Smart House, Electric Vehicle Charging, Distributed Generation เป็นต้น นอกจากนี้ SINTEF ยังมีความร่วมมือทางด้านห้องปฏิบัติการกับพันธมิตรเพื่อการวิเคราะห์ทดสอบอีกหลายด้าน และยังมีพื้นที่เปิดสำหรับบริการห้องปฏิบัติการกว่า 7,000 ตารางเมตร ภายใต้ความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งนอร์เวย์ (Norwegian University of Science and Technology: NTNU)

---

[22] SINTEF Energy Research. *About SINTEF*. Retrieved February 4, 2019, from SINTEF Energy Research Website: https://www.sintef.no/en/this-is-sintef

การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ SINTEF นั้นมุ่งพัฒนางานวิจัยเชิงประยุกต์ด้านนวัตกรรมพลังงาน เพื่อจัดการแก้ปัญหาและให้บริการเพื่อเพิ่มมูลค่าแก่ลูกค้า โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้[23]



ภาพที่ 2.3 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ SINTEF

ที่มา: SINTEF Energy Research

2.3 Energy Research Institute of Nanyang Technological University (ERI@N)

Energy Research Institute เป็นหน่วยงานภายใต้ Nanyang Technological University (NTU) ประเทศสิงคโปร์ ศึกษาวิจัยพื้นฐานด้านพลังงานสำหรับมหานครเขตร้อนชื้น (Systems-level research for tropical megacities) โดยศึกษาแบบ PPP (Public-Private Partnership) ร่วมกับ 26 ประเทศ ตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าตั้งแต่ Generation, Transmission ไปสู่อุตสาหกรรม

ERI@N มีจำนวนพนักงานในปี 2016 (พ.ศ. 2559) ทั้งสิ้น 211 คน โดยเป็นนักวิจัย 191 คน ในจำนวนนี้เป็นนักวิจัยที่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกถึง 88 คน นักวิจัยดังกล่าวทำงานอยู่ในหน่วยวิจัยภายใต้ ERI@N 3 หน่วยวิจัยด้วยกันคือ Interdisciplinary Research Programmes (IRPs), Flagship Programmes และ ERI@N Accelerator Programme (EAP)[24] ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่แตกต่างกันดังนี้

---

[23] SINTEF Energy Research. Retrieved February 4, 2019, from SINTEF Energy Research Website: https://www.sintef.no/en/sintef-energy#/

[24] Energy Research Institute of Nanyang Technological University. *Programmes*. Retrieved March 27, 2019, from Nanyang Technological University Singapore Website: https://erian.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx

ตารางที่ 2.1 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ Energy Research Institute of Nanyang Technological University

หน่วยวิจัย	หัวข้อการวิจัยและพัฒนา
Interdisciplinary Research Programmes (IRPs) ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการ ดังนี้ • Renewables and Low Carbon Generation • Renewables Integration and Microgrids • Smart and Sustainable Building Technologies • Electrification (Ports, Industry) • Energy Storage and Fuel Cells • Multi Energy System and Grids • Future Mobility Solutions	ศึกษาเกี่ยวกับด้านวัสดุ เทคนิคการควบคุม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาใช้ในการพัฒนาระบบพลังงานที่ยั่งยืน และเป็นไปตามเป้าหมายการเป็นผู้นำด้านพลังงานสะอาดที่มีประสิทธิภาพบนต้นทุนต่ำสำหรับประเทศกำลังพัฒนาของสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นวิจัยในประเด็นดังนี้ • Renewables and Low-carbon Generation (Solar, Wind and Marine) • Energy Storage and Fuel Cells • Renewables' Integration and Microgrids • Multi-Energy Systems and Grids • Smart and Sustainable Building Technologies • Future Mobility Solutions • Maritime Clean Energy
Flagship Programmes	ศึกษาการพัฒนาพลังงานทดแทนสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพร่วมกันระหว่างศูนย์วิจัย ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อระบบเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในระยะยาวตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าของสิงคโปร์ ตั้งแต่ระดับผู้กำหนดนโยบายไปจนถึงผู้ใช้งาน รวมถึงศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและภาวะโลกร้อนอีกด้วย โดยทดลองใช้ระบบเทคโนโลยี/นวัตกรรมในระดับมหาวิทยาลัยก่อนนำออกไปใช้งานจริงในโครงการหลัก ได้แก่ • EcoCampus • Renewable Energy Integration Demonstrator Singapore (REIDS)
ERI@N Accelerator Programme (EAP)	ศึกษาการพัฒนาพลังงานสะอาดร่วมกับภาคเอกชนให้เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมที่เน้นติดตั้งสะดวก ต้นทุนต่ำ เหมาะสมต่อการใช้งานที่หลากหลาย ได้รับมาตรฐานสากล และมีความเป็นไปได้ต่อการแข่งขันกับตลาดโลก

ที่มา: Energy Research Institute of Nanyang Technological University, 2019

2.4 IFP Energies Nouvelles (IFPEN)

IFP Energies Nouvelles (IFPEN) เป็นสถาบันวิจัยและฝึกอบรมด้านพลังงานของประเทศฝรั่งเศส ที่ศึกษาเกี่ยวกับพลังงาน การขนส่ง และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี/นวัตกรรม ไปจนถึงออกสู่อุตสาหกรรม ด้วยการพัฒนาพลังงานทางเลือกอย่างยั่งยืน จากการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน ลดการก่อมลภาวะ และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งในการผลิตพลังงานและการขนส่ง รวมถึงการใช้พลังงาน โดยศึกษาแบบ PPP (Public-Private Partnership) ทั้งในและต่างประเทศ IFPEN ได้รับงบประมาณวิจัยและพัฒนามาจากรัฐบาลฝรั่งเศส และการร่วมวิจัย/อบรมสัมมนากับภาคเอกชน โดยในปี 2017 (พ.ศ. 2560) IFPEN มีงบประมาณวิจัยและพัฒนาอยู่ที่ประมาณ 232.9 ล้านยูโร สำหรับจำนวนพนักงานของ IFPEN[25] นั้นมีจำนวนทั้งสิ้น 1,638 คน โดยในจำนวนนี้เป็นนักวิจัย 1,115 คน ซึ่งทำงานอยู่ใน 7 หน่วยวิจัยของ IFPEN ดังมีรายละเอียดตามภาพที่ 2.4

Sustainable Mobility	• Hybrid and Electric Powertrains • IC Powertrains • Connected Vehicles	
Renewable Energies	• Biofuels • Biogas • Bio-based Chemistry	• Offshore Wind and Ocean Energies • Geothermal Energy • Hydrogen • Energy Storage
Responsible Oil and Gas	• Fuels • Petrochemicals • Gas Treatment • Basin	• Reservoir • Enhanced Oil Recovery (EOR) • Offshore Drilling and Production
Climate and Environment	• CO_2 Capture, Storage and Use • Plastic Recycling • Environment Monitoring	• Life Cycle Analysis (LCA) • Critical Metals and Rare Earths

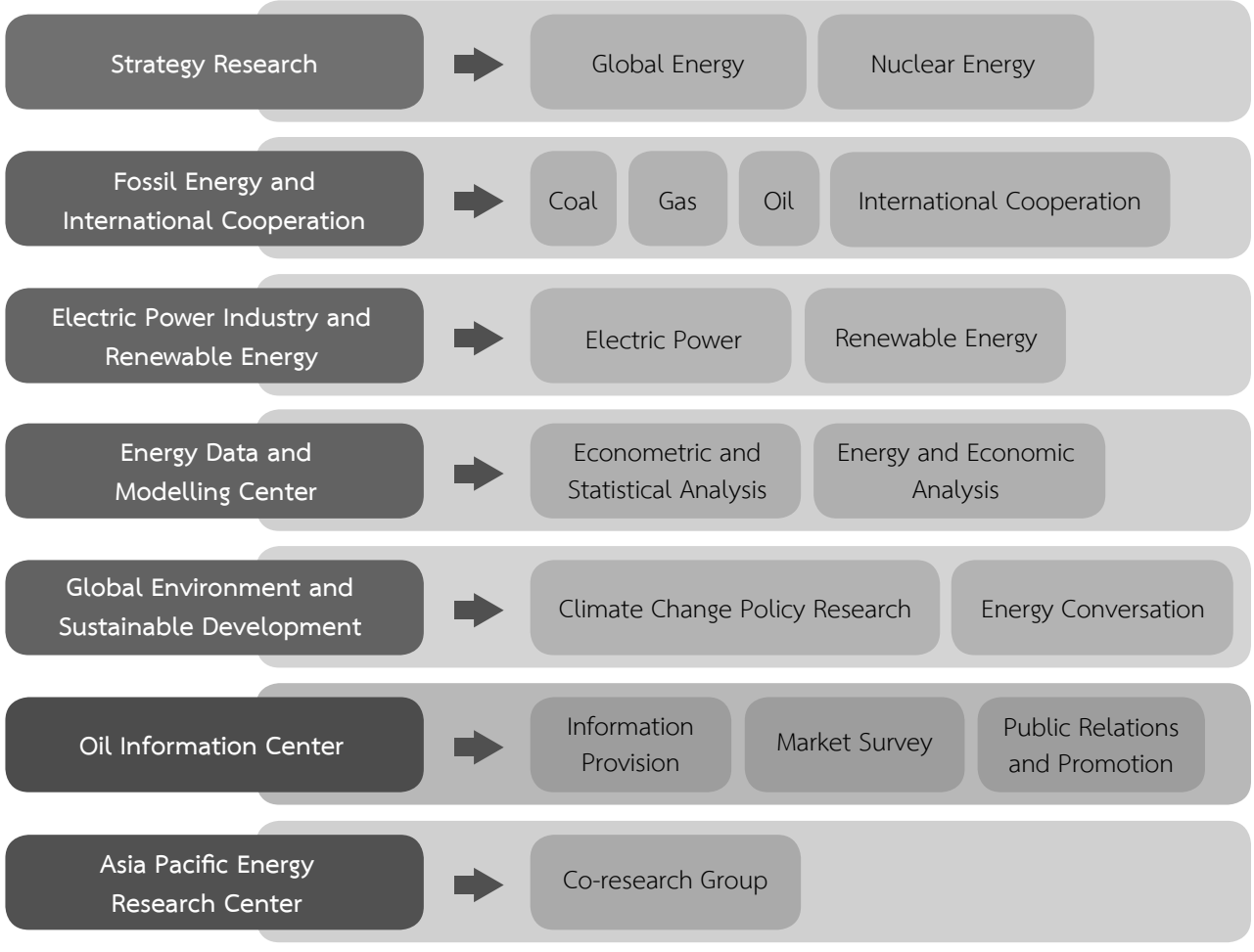
ภาพที่ 2.4 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ IFP Energies Nouvelles

ที่มา: IFP Energies Nouvelles

[25] IFP Energies Nouvelles. *IFPEN*. Retrived March 27, 2019, from IFP Energies Nouvelles Website: www.ifpenergiesnouvelles.com

2.5 Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)

Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ) เป็นสถาบันวิจัยด้านพลังงานของประเทศญี่ปุ่น ที่ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานและสิ่งแวดล้อมในประเด็นปัญหาความท้าทายต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมระดับโลก IEEJ ได้รับงบประมาณวิจัยและพัฒนามาจากค่าบำรุงสมาชิกของสถาบันและรายได้จากการจำหน่ายรายงานตีพิมพ์ต่าง ๆ ซึ่งในปี 2017 (พ.ศ. 2560) IEEJ มีงบประมาณวิจัยและพัฒนาอยู่ที่ประมาณ 10,734.5 ล้านเยน ในส่วนของพนักงานนั้น ในปี 2018 (พ.ศ. 2561) IEEJ มีพนักงานรวมทั้งสิ้น 195 คน โดยเป็นนักวิจัยจำนวน 63 คน แบ่งออกเป็น 7 หน่วยวิจัย ซึ่งแต่ละหน่วยวิจัยก็มีการทำวิจัยและพัฒนาในแต่ละด้าน ดังนี้[26]



ภาพที่ 2.5 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของ Institute of Energy Economics, Japan

ที่มา: Institute of Energy Economics, Japan, 2019

---

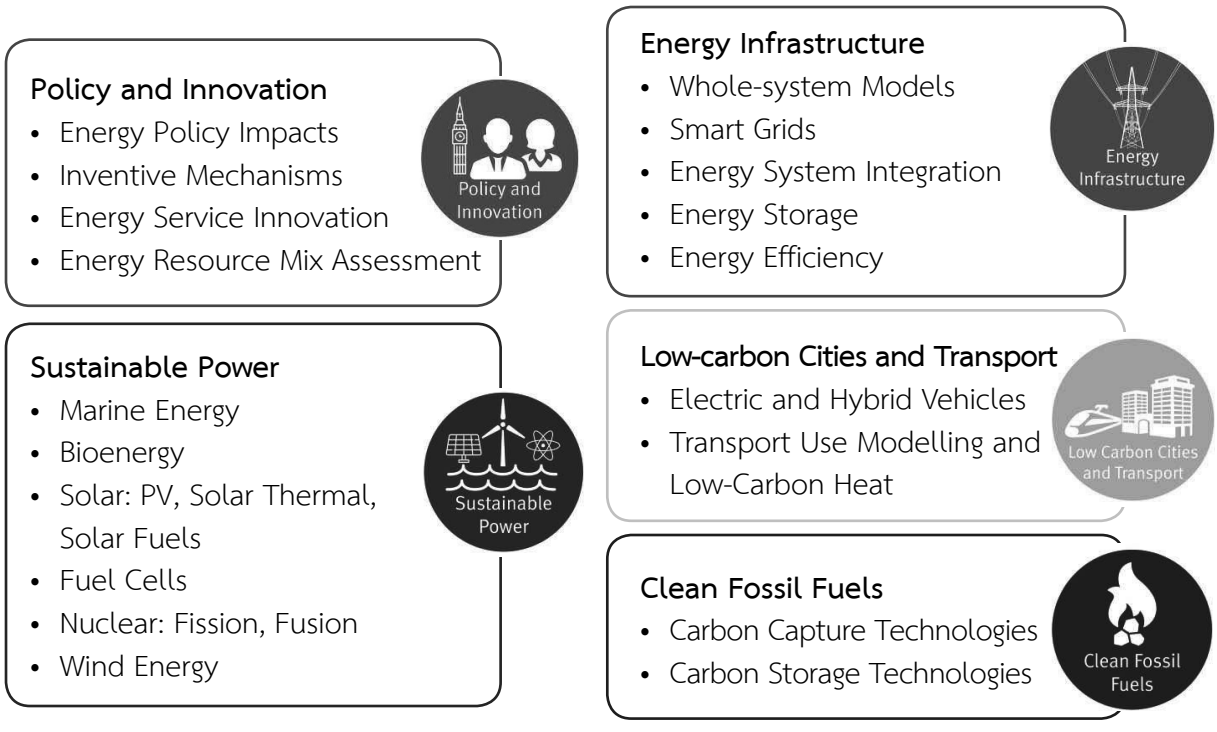
[26] Institute of Energy Economics, Japan. Retrived March, 2019, from The Institute of Energy Economics, Japan Website: https://eneken.ieej.or.jp/en

2.6 Energy Future Lab

Energy Future Lab[27] ก่อตั้งขึ้นในปี 2005 (พ.ศ. 2548) อยู่ภายใต้ Imperial College London ซึ่งจัดเป็นผู้นำด้านการวิจัยพลังงานระดับโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และสร้างความร่วมมือจากหลากหลายสหสาขาวิชาในการจัดการกับความท้าทายด้านพลังงานที่โลกเผชิญอยู่ โดยใช้การวิจัยนวัตกรรมและการศึกษาเป็นตัวจักรสำคัญ อีกทั้งยังร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและพันธมิตรอื่น ๆ ที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และนโยบาย

การดำเนินงานของ Energy Future Lab นั้นอยู่ภายใต้การกำกับดูแลและสนับสนุนจากคณะกรรมการที่ปรึกษา (Advisory Board) ซึ่งเป็นผู้แทนจากอุตสาหกรรมพลังงาน คณะกรรมการกลยุทธ์ (Strategy Board) และคณะทำงานด้านเทคนิค (Technical Working Group) ซึ่งประกอบไปด้วย นักวิชาการด้านพลังงานที่ปฏิบัติงานอยู่ภายใน Imperial College London สำหรับจำนวนของผู้ปฏิบัติงานภายใน Energy Future Lab นั้น มีจำนวนทั้งสิ้น 14 คน ประกอบไปด้วย ทีมผู้บริหารจำนวน 4 คน นักวิจัยจำนวน 2 คน และเจ้าหน้าที่ในตำแหน่งอื่น ๆ อีก 8 คน

ด้านการวิจัยและพัฒนาภายใน Energy Future Lab นั้นเป็นไปในลักษณะของการทำงานร่วมกันกับทุกภาคส่วนของวิทยาลัย ผ่านทางความร่วมมือระหว่างคณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหัวข้อการวิจัยที่ Energy Future Lab ให้ความสนใจนั้นประกอบไปด้วย นโยบายและนวัตกรรม (Policy and Innovation) โครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (Energy Infrastructure) พลังงานที่ยั่งยืน (Sustainable Power) เมืองคาร์บอนต่ำและการขนส่ง (Low-carbon Cities and Transport) และเชื้อเพลิงฟอสซิลสะอาด (Clean Fossil Fuel) โดยประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่ Energy Future Lab ให้ความสนใจนั้นมีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ Energy Future Lab

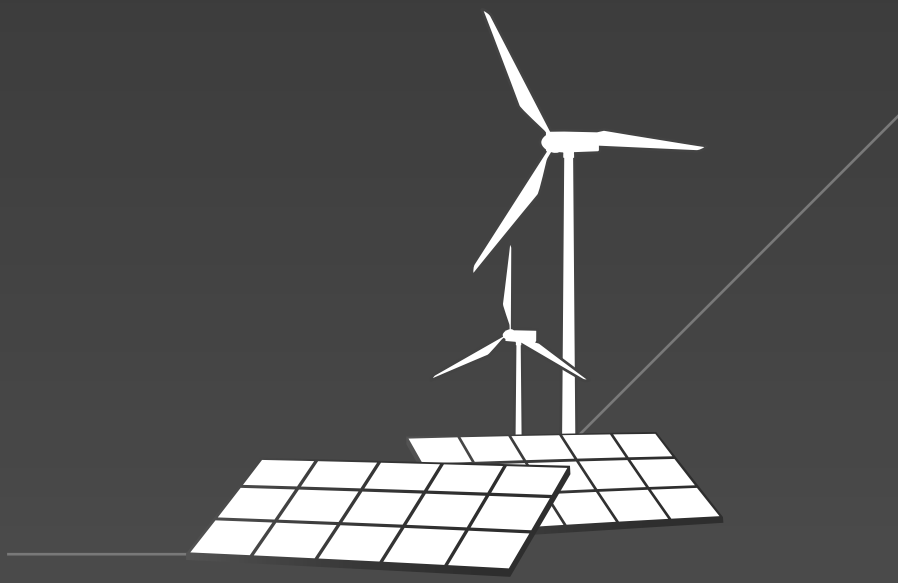
ที่มา: Energy Future Lab – Imperial College London

---

[27] Energy Futures Lab. Retrieved April 17, 2019, from Energy Futures Lab Website: https://www.imperial.ac.uk/energy-futures-lab/

จากข้อมูลต่าง ๆ ของหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานในต่างประเทศทั้ง 6 แห่งดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าหน่วยงานวิจัยในต่างประเทศนั้นมีด้วยกัน 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ 1) หน่วยงานวิจัยขนาดใหญ่ มีศูนย์หรือหน่วยงานภายใต้หลายหน่วยงาน และ 2) หน่วยวิจัยที่อยู่ภายใต้มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย โดยหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานขนาดใหญ่ในต่างประเทศนั้น จะมีโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการทำวิจัยเป็นจำนวนมาก ทั้งในส่วนของเครื่องมือห้องปฏิบัติการ รวมถึงศูนย์การเรียนรู้เพื่อเปิดโอกาสให้หน่วยงานภายนอก และชุมชนใกล้เคียงได้เข้ามาศึกษาและเรียนรู้ในเรื่องของพลังงาน ในส่วนของงบประมาณนั้น หน่วยงานวิจัยในกลุ่มนี้มีแหล่งที่มาของงบประมาณที่หลากหลาย ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากภาครัฐ เช่น IFREN ของฝรั่งเศส ซึ่งได้รับงบประมาณจากรัฐบาลร่วมกับรายได้จากการรับจ้างวิจัย และ NREL ของสหรัฐอเมริกา ก็ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานพลังงานและพลังงานหมุนเวียน กระทรวงพลังงาน อีก 2 กลุ่มที่น่าสนใจคือ IEEJ ของญี่ปุ่น ถึงแม้จะเป็นสถาบันวิจัยพลังงานของประเทศ แต่งบประมาณในการดำเนินงานนั้นกลับได้มาจากค่าบำรุงสมาชิกและจำหน่ายรายงานตีพิมพ์ ในส่วนของ SINTEF จากนอร์เวย์ เรียกได้ว่าเป็นหน่วยงานวิจัยขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นหน่วยงานที่ไม่แสวงหาผลกำไร ซึ่งงบประมาณที่นำมาใช้ในการทำวิจัย และพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของหน่วยงานนั้นได้มาจากการรับจ้างวิจัย สำหรับกลุ่มของหน่วยวิจัยที่อยู่ภายใต้มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยนั้น ไม่พบข้อมูลด้านแหล่งที่มาของงบประมาณที่ชัดเจน

อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษาถึงประเด็นการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยงานทั้ง 6 แห่งนั้นพบว่าหัวข้อการวิจัยและพัฒนา 3 หัวข้อแรกที่ได้รับความสนใจจากหน่วยงานวิจัยทั้ง 6 แห่งเป็นอย่างมากคือ 1) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) โดยตัวอย่างของประเด็นที่ทำการศึกษานั้นมีทั้งในเรื่องพลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานสะอาดทางทะเล เป็นต้น 2) กริดและไมโครกริด (Grid and Microgrid) นับได้ว่าได้รับความสนใจจากหน่วยงานวิจัยในต่างประเทศมากพอสมควร โดยประเด็นที่ทำการศึกษานั้นมีทั้งในเรื่องของการพัฒนาระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับสมาร์ทกริด (Grid Modernization) การรวมกันของพลังงานหมุนเวียนและไมโครกริด (Renewables Integration and Microgrids) และ Multi Energy Systems and Grids และ 3) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งประเด็นที่หน่วยงานวิจัยดังกล่าวทำการศึกษานั้น เช่น การดักจับและการจัดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Capture and Storage) พลังงานหมุนเวียนและคาร์บอนต่ำ (Renewable and Low Carbon Generation) เป็นต้น สำหรับประเด็นอื่น ๆ ที่หน่วยงานวิจัยในต่างประเทศสนใจศึกษานอกเหนือจาก 3 ประเด็นดังกล่าวนั้น ได้แก่ เมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) การขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ (Zero Emission Transport) เทคโนโลยีอาคารอัจฉริยะและยั่งยืน (Smart and Sustainable Building Technologies) เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ฯลฯ



บทที่ 3
ความเชื่อมโยงแผนงานด้านพลังงานของประเทศ

ในบทนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานของประเทศไทย โดยทำการศึกษาทั้งในส่วนของยุทธศาสตร์ชาติ ซึ่งถือเป็นกรอบการพัฒนาประเทศในระยะยาว แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนการปฏิรูปประเทศ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รวมถึงแผนงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานโดยเฉพาะ อันได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ รวมถึงแผนงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาและเตรียมความพร้อมด้านพลังงานของไทย ในการนำไปสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประชาชนสามารถเข้าถึงบริการพื้นฐานนี้ได้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ[28] (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งมีทั้งสิ้น 17 เป้าหมาย (Goals) 169 เป้าประสงค์ (Targets) ถือเป็นส่วนหนึ่งที่ประเทศไทยนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางการพัฒนาประเทศ โดยในส่วนของพลังงานนั้นได้ถูกกำหนดไว้ ในเป้าหมายที่ 7 คือ การสร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่สามารถซื้อหาได้ มีความน่าเชื่อถือ และมีความยั่งยืน ประกอบไปด้วย 5 เป้าประสงค์ คือ เป้าประสงค์ที่ 7.1) สร้างหลักประกันการเข้าถึงการบริการ พลังงานสมัยใหม่ในราคาที่สามารถซื้อหาได้และเชื่อถือได้ เป้าประสงค์ที่ 7.2) เพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนในการผสมผสานการใช้พลังงานของโลก เป้าประสงค์ที่ 7.3) เพิ่มอัตราการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโลกให้เพิ่มขึ้น 2 เท่า ภายใน ปี พ.ศ. 2573 เป้าประสงค์ที่ 7.A) ยกระดับความร่วมมือระหว่างประเทศในการอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด ซึ่งรวมถึงพลังงานทดแทน ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเทคโนโลยีเชื้อเพลิงฟอสซิลชั้นสูงและสะอาด และสนับสนุนการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานและเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด และเป้าประสงค์ที่ 7.B) ขยายโครงสร้างพื้นฐานและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการจัดส่งบริการพลังงานที่เป็นสมัยใหม่และยั่งยืนในประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะประเทศพัฒนาน้อยที่สุด และรัฐกำลังพัฒนาที่เป็นเกาะขนาดเล็ก

---

[28] United Nations. *Sustainable Development Goals*. Retrieved February 3, 2019, from United Nations Website: https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7

เป้าหมายสำคัญทางด้านพลังงานที่ถูกกำหนดไว้ใน SDGs นั้น ประกอบไปด้วย 5 เรื่องหลัก ๆ คือ 1) การเข้าถึงพลังงานที่เชื่อถือได้อย่างทั่วถึง 2) ความสามารถในการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน 3) การเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียน 4) การเข้าถึงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานสะอาด พลังงานทดแทน เทคโนโลยีเชื้อเพลิงฟอสซิลชั้นสูงและสะอาด และ 5) การลงทุนและขยายโครงสร้างพื้นฐานพลังงาน เทคโนโลยีพลังงานสะอาด และเทคโนโลยีการจัดส่งพลังงานให้สามารถครอบคลุมในทุกประเทศ

3.1 ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580

ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580[29] ที่ประเทศไทยได้จัดทำขึ้นเป็นครั้งแรกนี้มีวิสัยทัศน์เพื่อให้ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งพลังงานนับได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยและแนวโน้มที่สำคัญที่คาดว่าจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศ ด้วยเหตุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ทำให้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก รวมถึงการสร้างสมดุลความมั่นคงด้านพลังงานมีแนวโน้มที่จะมีความสำคัญมากขึ้น ประกอบกับกรอบการพัฒนาตามข้อตกลงระหว่างประเทศต่าง ๆ ด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการคาดหมายว่าจะมีความเข้มงวดขึ้น ด้วยเหตุนี้ พลังงานจึงได้ถูกกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ โดยพลังงานได้ถูกกล่าวถึงใน 2 ยุทธศาสตร์หลักคือ ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังมีประเด็นการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานดังนี้

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน: ในยุทธศาสตร์นี้มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานใน 5 ประเด็นหลักคือ 1) เรื่องของเกษตรชีวภาพ และอุตสาหกรรมชีวภาพ มุ่งเน้นการต่อยอดจากเกษตรชีวภาพด้วยการนำวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและพลังงานที่เกี่ยวเนื่องกับชีวภาพ รวมถึงพลังงานชีวมวล เพื่อเพิ่มสัดส่วนอุตสาหกรรมชีวภาพที่มีมูลค่าเพิ่มสูง 2) ส่งเสริมเทคโนโลยีและพัฒนาอุตสาหกรรมระบบกักเก็บพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรมและบริการขนส่งและโลจิสติกส์ เพื่อผลักดันการเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมยานยนต์ทั้งระบบไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ 3) สร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ โดยส่งเสริมให้มีการจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการควบคู่ไปกับการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก เพื่อให้เกิดความสมดุล มั่นคง และสามารถพึ่งพาตนเองได้ 4) พัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงานที่มีมูลค่าเพิ่ม และอุตสาหกรรมเทคโนโลยีพลังงานใหม่ และ 5) จัดหาและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ รวมถึงการบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพ มีการแข่งขันอย่างเป็นธรรม และมีราคาที่เหมาะสม

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: ภายใต้ยุทธศาสตร์นี้ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไว้ในหลายมิติด้วยกัน ได้แก่ 1) สร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือน 2) ส่งเสริมการวิจัย พัฒนาวัตถุดิบและเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 3) เพิ่มศักยภาพการผลิตและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 4) พัฒนาวิธีการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์ให้มีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถรองรับพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกที่เพิ่มขึ้นในระบบได้อย่างมั่นคง และมีเสถียรภาพ 5) เพิ่ม

---

[29] สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580*. วันที่ค้นข้อมูล 21 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://www.nesdb.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf

ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 6) ถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการกักเก็บพลังงาน และระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกได้ในสัดส่วนที่สูงขึ้น และมีการกระจายศูนย์มากขึ้น 7) ส่งเสริมการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน โดยการสนับสนุนทางการเงินและบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการก่อสร้างและออกแบบอาคาร 8) ส่งเสริมระบบโลจิสติกส์และการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 9) ใช้ฉลากสีเขียวกับยานยนต์และอุปกรณ์ประหยัดไฟฟ้าต่าง ๆ 10) สร้างจิตสำนึกและให้ความรู้กับประชาชนในด้านการประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

จากแนวทางการพัฒนาภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ไทยได้มีการวางแนวทางด้านพลังงานโดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนา เพิ่มสัดส่วนและศักยภาพการผลิตและใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก มุ่งเน้นการนำวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตพลังงาน สร้างความเชื่อมโยงในทุกภาคส่วน เพื่อสร้างความมั่นคงของระบบพลังงานโดยพัฒนาระบบการบริหารจัดการทั้งระบบด้วยระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะให้สามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ถ่ายทอดเทคโนโลยีและพัฒนาอุตสาหกรรมระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ รวมถึงสนับสนุนทางด้านการเงินและบังคับใช้กฎหมายเพื่อส่งเสริมให้เกิดอาคารอัจฉริยะ และการให้ความรู้ สร้างจิตสำนึกการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

3.2 แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

จากแนวทางการพัฒนาตามกรอบของยุทธศาสตร์ชาติดังกล่าว ได้มีการแปลงยุทธศาสตร์ในแต่ละด้านมาเป็นแผนแม่บทเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 23 ฉบับ โดยแผนแม่บทที่มีความเกี่ยวข้องกับพลังงานนั้นมีจำนวน 8 ฉบับด้วยกันคือ 1) การเกษตร 2) อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต 3) พื้นที่และเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ 4) โครงสร้างพื้นฐาน ระบบโลจิสติกส์ และดิจิทัล 5) เขตเศรษฐกิจพิเศษ 6) การเติบโตอย่างยั่งยืน 7) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ และ 8) การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ซึ่งมีแนวทางการพัฒนาในแต่ละแผนย่อยดังนี้

ตารางที่ 3.1 แนวทางการพัฒนาด้านพลังงานตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

ประเด็นภายใต้แผนแม่บท	แนวทางการพัฒนา
การเกษตร	
• แผนย่อยเกษตรชีวภาพ	- สนับสนุนให้มีการนำวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในอุตสาหกรรมและพลังงานที่เกี่ยวเนื่องกับชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต	
• แผนย่อยอุตสาหกรรมชีวภาพ	- สนับสนุนการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบชีวภาพที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจฐานชีวภาพ เช่น ชีวเคมีภัณฑ์ วัสดุชีวภาพ ชีวเภสัชภัณฑ์ เวชสำอาง นวัตกรรมอาหารชีวภาพ สารสกัดสมุนไพร เชื้อเพลิงชีวภาพ และพลังงานชีวภาพ เป็นต้น

ประเด็นภายใต้แผนแม่บท	แนวทางการพัฒนา
• แผนย่อยอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบคมนาคม	- ผลักดันการเปลี่ยนผ่านอุตสาหกรรมยานยนต์ทั้งระบบไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ พลังงานไฮโดรเจน หรือพลังงานทางเลือกอื่น ๆ โดยจัดทำแนวทางการพัฒนาต่อยอดเพื่อเตรียมความพร้อมและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
• แผนย่อยอุตสาหกรรมความมั่นคงของประเทศ	- ต่อยอดพัฒนาอุตสาหกรรมความมั่นคงของประเทศที่ไทยมีความเข้มแข็งให้เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจ ที่ครอบคลุมหลากหลายมิติทั้งอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการภัยพิบัติ อุตสาหกรรมที่ส่งเสริมความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ อุตสาหกรรมด้านพลังงานที่มีมูลค่าเพิ่ม อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ การผลิตยุทโธปกรณ์และยุทธภัณฑ์ทางการทหาร รวมทั้งอุตสาหกรรมที่เป็นเทคโนโลยีสองทาง เพื่อลดการพึ่งพาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากต่างประเทศ และพัฒนาต่อยอดเป็นอุตสาหกรรมส่งออกต่อไป
พื้นที่และเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ	
• แผนย่อยการพัฒนาเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ	- จัดระบบและเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้เพียงพอต่อจำนวนประชากร มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และสนับสนุนพลังงานสะอาด - ส่งเสริมการสร้างอาคารที่ได้มาตรฐาน อาคารประหยัดพลังงานและสามารถป้องกันการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน - พัฒนาและสร้างระบบรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - มีการวางแผนเพื่อสงวนและรักษาพื้นที่สีเขียวอย่างเป็นระบบเพื่อป้องกันการรุกล้ำพื้นที่สีเขียวจากการขยายตัวของเมืองในอนาคต และส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
โครงสร้างพื้นฐาน ระบบโลจิสติกส์ และดิจิทัล	
• แผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมและระบบโลจิสติกส์	- ทำให้เกิดการใช้พลังงานในภาคขนส่งที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งทำให้ต้นทุนระบบโลจิสติกส์ของประเทศอยู่ในระดับที่แข่งขันได้ในระดับสากล - สนับสนุนให้ใช้ยานพาหนะที่ใช้พลังงานสะอาดและมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง รวมทั้งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ประเด็นภายใต้แผนแม่บท	แนวทางการพัฒนา
• แผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน	- จัดหาพลังงานและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานทั้งระบบให้มีความมั่นคงในระดับที่เหมาะสม ทันสมัย สามารถรองรับความต้องการใช้พลังงานตามการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี มีการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า - ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี ปัจจัยแวดล้อม และสร้างแรงจูงใจเพื่อสนับสนุนการจัดหาแหล่งพลังงานใหม่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะ เพื่อนำไปสู่การผลิตและการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ มีเสถียรภาพ และทันกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีด้านพลังงานในอนาคต - สนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนทั้งพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพตามศักยภาพของแหล่งเชื้อเพลิงในพื้นที่ ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการผลิตและใช้พลังงานทดแทนอย่างเพียงพอ โดยคำนึงถึงต้นทุนค่าพลังงานที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลงทุนผลิตไฟฟ้าใช้ได้เอง และขายไฟฟ้าส่วนเกินเข้าสู่ระบบได้ โดยไม่กระทบราคารับซื้อและเงื่อนไขอื่น ๆ ในทางลบต่อผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่น ๆ และต่อระบบไฟฟ้าโดยรวม รวมทั้งปรับปรุงการกำกับดูแลให้สามารถควบคุม และตรวจสอบการผลิตและใช้ไฟฟ้าได้แบบ Real Time เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการและการวางแผนระบบไฟฟ้าของประเทศ - ส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะระบบการกักเก็บพลังงาน และระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และการนำมาใช้เพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนได้ในสัดส่วนที่สูงขึ้น และการผลิตไฟฟ้าที่มีการกระจายศูนย์มากขึ้น - สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ ภาคขนส่ง และภาคครัวเรือน ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยมุ่งให้เกิดจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด - พัฒนา ปรับปรุงกฎหมาย และระเบียบการกำกับดูแลให้ส่งเสริมการแข่งขันในกิจการพลังงาน สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป และส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งบริหารจัดการและใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินหรือโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ประเด็นภายใต้แผนแม่บท	แนวทางการพัฒนา
เขตเศรษฐกิจพิเศษ	
• แผนย่อยการพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคใต้	- อนุรักษ์ จัดระบบ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้เพียงพอต่อจำนวนประชากร มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และสนับสนุนพลังงานสะอาด มีระบบจัดการสิ่งแวดล้อม
• แผนย่อยการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดน	- ใช้ประโยชน์และพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม อาทิ โครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคม พลังงาน ระบบน้ำประปา ที่อยู่อาศัย โรงพยาบาล และสถานศึกษา ที่สอดรับกับความต้องการของพื้นที่
การเติบโตอย่างยั่งยืน	
• แผนย่อยการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ	- ดำเนินงานตามแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาพลังงานและขนส่ง กระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และการจัดการของเสีย เช่น เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน พัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานและการจัดการคมนาคม ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมแบบปล่อยคาร์บอนต่ำ ลดการเกิดของเสีย เป็นต้น
การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ	
• แผนย่อยการพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ	- การพัฒนารูปแบบเพื่อยกระดับการจัดการน้ำในพื้นที่ และลุ่มน้ำ (ที่เชื่อมโยงการตลาด การผลิต พลังงานของเสีย ตามแนวคิด Circular Economy) และการผันน้ำในพื้นที่ที่มีความสำคัญ
• แผนย่อยการเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบ ในการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่า และสร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล	- จัดให้มีน้ำอย่างเพียงพอสำหรับการพัฒนาเกษตร และอุตสาหกรรมตามแผนการเติบโตแบบสีเขียว การท่องเที่ยว และเพื่อผลิตพลังงานพร้อมมีระบบดูแลน้ำภายในพื้นที่สำหรับผู้ใช้น้ำในนิคมเกษตรอุตสาหกรรมสมัยใหม่ พื้นที่ชลประทาน พื้นที่เกษตรน้ำฝน พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ แหล่งท่องเที่ยว เกษตรพลังงาน เกษตรเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม	
• แผนย่อยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ด้านเศรษฐกิจ	- พัฒนาอุตสาหกรรมแห่งอนาคต โดยการส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้นวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ เช่น อุตสาหกรรมชีวภาพ อุตสาหกรรมพลังงาน โดยมีประเด็นการวิจัยที่สำคัญ อาทิ ชีววัตถุ พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก โครงข่ายพลังงานอัจฉริยะ การกักเก็บพลังงาน

ประเด็นภายใต้แผนแม่บท	แนวทางการพัฒนา
• แผนย่อยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม	- พัฒนาการจัดการพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้นวัตกรรมในการพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะระบบการกักเก็บพลังงาน และระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และการนำมาใช้เพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ในสัดส่วนที่สูงขึ้น และการผลิตไฟฟ้าที่มีการกระจายศูนย์มากขึ้น

ที่มา: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ[30]

ตามแนวทางการพัฒนาของแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติดังกล่าว จะเห็นได้ว่าแนวทางการพัฒนาที่กำหนดขึ้นนั้นได้ให้ความสำคัญกับพลังงานในมิติของโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานเป็นอย่างมาก โดยมีการตั้งเป้าหมายของแผนย่อยดังกล่าวใน 4 ประเด็นหลักคือ 1) การใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าลดลง 2) การใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น 3) ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศเพิ่มขึ้น และ 4) การปรับปรุงและพัฒนาระบบไฟฟ้าของประเทศให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด นอกจากแนวทางการพัฒนาตามมิติของโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานดังกล่าวแล้ว ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาตินี้ ยังให้ความสำคัญกับเรื่องของการวิจัยและพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยเฉพาะทางด้านพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก โครงข่ายพลังงานอัจฉริยะ และระบบกักเก็บพลังงาน อย่างไรก็ตาม มี 4 ประเด็นที่น่าสนใจและปรากฏอยู่ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลงทุนผลิตไฟฟ้า และขายไฟฟ้าส่วนเหลือเข้าสู่ระบบ การปรับปรุงการกำกับดูแลให้สามารถควบคุม ตรวจสอบการผลิตและใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ การใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินและโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบและการกำกับดูแลให้เกิดการแข่งขันในกิจการพลังงาน

3.3 แผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน

ในการจัดทำแผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงานนั้น ได้มีการกำหนดแนวคิดและแผนการเพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และเป็นไปในแนวทางเดียวกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และเป้าหมายของไทยตามความตกลงปารีส (COP21) โดยคณะกรรมการปฏิรูปประเทศด้านพลังงานได้กำหนดประเด็นการปฏิรูปไว้รวม 6 ด้าน 17 ประเด็น[31] คือ

---

[30] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ*. วันที่ค้นข้อมูล 22 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://nscr.nesdb.go.th/แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสต/

[31] สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2561). *ประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่อง การประกาศแผนปฏิรูปประเทศ*. วันที่ค้นข้อมูล 6 เมษายน 2562, จาก สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี เว็บไซต์: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/024_6/1.PDF

1. ด้านการบริหารจัดการพลังงานประกอบด้วย 3 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) ปฏิรูปองค์กรด้านพลังงาน (2) การพัฒนาศูนย์สารสนเทศพลังงานแห่งชาติ (3) การสร้างธรรมาภิบาลในทุกภาคส่วน เพื่อกำหนดกลไกการให้ประชาชนมีส่วนร่วม ทั้งในเรื่องของการให้ข้อเสนอแนะต่อรัฐ การจัดตั้งโรงไฟฟ้า การจัดสรรค่าภาคหลวงสู่ชุมชน และการสร้างระบบธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการทุกองค์กร

2. ด้านไฟฟ้า ประกอบด้วย 3 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) ปฏิรูปโครงสร้างแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า โดยกำหนดสัดส่วนเชื้อเพลิง และปฏิรูปการจัดหาพลังงานทั้งระบบ (2) ส่งเสริมกิจการไฟฟ้าเพื่อเพิ่มการแข่งขันที่ใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตและซื้อขายไฟฟ้ากันเองภายในชุมชนและครัวเรือน (3) ปฏิรูปโครงสร้างการบริหารกิจการไฟฟ้า ปรับปรุงโครงสร้างของแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและทรัพยากรที่มีอยู่ ปรับปรุงการกำหนดสัดส่วนเชื้อเพลิงและปฏิรูปการจัดหาพลังงาน พร้อมทั้งจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan: PDP) รายภาค และใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานและที่ตั้งโรงไฟฟ้าที่มีให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่ส่งเสริมให้เกิดการแข่งขัน และกลไกตลาดในกิจการไฟฟ้าและพลังงานหมุนเวียน

ภาพที่ 3.1 ประเด็นการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน

ที่มา: ปรับปรุงจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

3. ด้านปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ประกอบด้วย 2 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) การพัฒนาอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติ โดยจัดหาก๊าซธรรมชาติให้มีความต่อเนื่อง ใช้โครงสร้างพื้นฐานพลังงานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งเสริมให้เกิดการแข่งขันในการประกอบธุรกิจพลังงาน และสร้างโอกาสให้ไทยกลายเป็น Regional Liquefied Natural Gas (LNG) Trading Hub (2) การพัฒนาปิโตรเคมี ระยะที่ 4 โดยพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปพลาสติกและเคมีภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม พัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และกำหนดพื้นที่ใหม่สำหรับพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในระยะยาว

4. ด้านพลังงานทดแทน ประกอบด้วย 4 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) ปฏิรูประบบบริหารจัดการเชื้อเพลิงชีวมวลไม้โตเร็วสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล (2) จัดทำแนวทางส่งเสริมและขจัดอุปสรรคในการนำขยะมูลฝอยไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้า (3) ส่งเสริมการติดตั้งโซลารูฟอย่างเสรี (4) ปฏิรูปโครงสร้างการใช้พลังงานภาคขนส่ง ระยะ 20 ปี เพื่อสนับสนุนพลังงานทดแทน ส่งเสริมการแข่งขัน และสร้างเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ เตรียมความพร้อมด้านกฎหมาย/ระเบียบ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการผลิตพลังงานใช้เอง และกำหนดมาตรฐานการลดใช้พลังงานของอุตสาหกรรมใหม่ของประเทศ

5. ด้านการอนุรักษ์และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าในกลุ่มอุตสาหกรรม (2) การใช้ข้อบัญญัติเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน (Building Energy Code) (3) การใช้มาตรการบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) สำหรับหน่วยงานภาครัฐ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าในกลุ่มอุตสาหกรรม และลดการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม และอาคารภาครัฐตามเป้าหมายที่กำหนด

6. ด้านเทคโนโลยี นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วย 2 ประเด็นปฏิรูป ได้แก่ (1) การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และ (2) การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงาน เพื่อส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่มาใช้ในการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานของประเทศ เพื่อให้การผลิตและการใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.4 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564[32] นี้ ยึดวิสัยทัศน์และกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดตามเป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยที่เป้าหมายและตัวชี้วัดดังกล่าวมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่องค์การสหประชาชาติกำหนดขึ้น นอกจากนี้ แนวทางในการพัฒนาของแผนฯ ฉบับนี้ ยังสอดรับกับประเด็นการปฏิรูปประเทศ และไทยแลนด์ 4.0 โดยเป็นการเชื่อมต่อและแปลงยุทธศาสตร์ระยะยาวสู่การปฏิบัติ

ภายใต้แผนฯ ฉบับที่ 12 นี้ ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายการพัฒนา โดยมุ่งเน้นในเรื่องของ**การสร้างความมั่นคงทางพลังงาน**ได้ถูกกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุประสงค์และเป้าหมายในแผนฯ โดยแผนฯ ฉบับที่ 12 ได้กำหนดเป้าหมายของการสร้างความมั่นคงทางพลังงานไว้ 2 ประเด็นด้วยกันคือ 1) กำหนดให้ปัจจัยสนับสนุน อาทิ ระบบโลจิสติกส์ พลังงาน และการลงทุนวิจัยและพัฒนาเอื้อต่อการขยายตัวของภาคการผลิตและบริการ เพื่อให้ระบบเศรษฐกิจมีความเข้มแข็งและแข่งขันได้ 2) ทุนทางธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมสามารถสนับสนุนการเติบโต

---

[32] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *สรุปสาระสำคัญ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564*. วันที่ค้นข้อมูล 24 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: https://www.nesdc.go.th/download/plan12/สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่12.pdf

ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความมั่นคงทางอาหาร พลังงาน และน้ำ โดยกำหนดให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานและขนส่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 7 ภายในปี พ.ศ. 2563 สำหรับยุทธศาสตร์การพัฒนาในเรื่องดังกล่าวนั้นได้ถูกกำหนดไว้เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ โดยมุ่งเน้นในเรื่องการลดความเข้มของการใช้พลังงานและลดต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศ การพัฒนาด้านพลังงานเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป้าหมายและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับพลังงานภายใต้ยุทธศาสตร์ดังกล่าว ประกอบไปด้วย

เป้าหมายที่ 1 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ในภาพรวม เพื่อลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity: EI) และลดต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศ โดยตัวชี้วัดที่กำหนดคือ สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศลดลงจาก 8.22 เป็น 7.70 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท ในปี พ.ศ. 2564

เป้าหมายที่ 4 การพัฒนาด้านพลังงาน เพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า สำหรับตัวชี้วัดของเป้าหมายนี้มีด้วยกัน 2 ตัวชี้วัดคือ 1) สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.94 เป็นร้อยละ 17.34 ในปี พ.ศ. 2564 และ 2) สัดส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าลดลงจากร้อยละ 65 เป็นร้อยละ 47 ในปี พ.ศ. 2564 สำหรับแนวทางการพัฒนาด้านพลังงานที่ได้กำหนดไว้ในแผนฯ ฉบับที่ 12 นี้ มีรายละเอียดดังนี้[33]

ตารางที่ 3.2 แนวทางการพัฒนาด้านพลังงานตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12

แนวทางการพัฒนา	รายละเอียด
1. ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	• พัฒนามาตรการสนับสนุนด้านการเงินและสร้างแรงจูงใจในการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง ภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือน อาทิ มาตรการหรือโครงการเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน และมาตรการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและระบบรางที่มีอยู่ในปัจจุบันให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งสร้างความรู้ความเข้าใจ และรณรงค์สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง • ปรับปรุงโครงสร้างราคาพลังงานให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง เป็นธรรม และพัฒนากลไกด้านภาษี เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแรงจูงใจให้ประชาชนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานอย่างประหยัด

[33] สำนักงานสภาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)*. วันที่ค้นข้อมูล 24 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

แนวทางการพัฒนา	รายละเอียด
	• บังคับใช้กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยเฉพาะการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร (Building Energy Code: BEC) สำหรับอาคารใหม่ และเกณฑ์มาตรฐานการประหยัดพลังงานสำหรับผู้ผลิตและจำหน่ายพลังงาน (Energy Efficiency Resources Standard: EERS) รวมทั้งกำหนดนโยบายและมาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้าที่ชัดเจนในการสนับสนุนและรองรับการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างกว้างขวางในอนาคต • ส่งเสริมให้ภาครัฐและเอกชนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประหยัดพลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สำหรับเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต การดำเนินธุรกิจ และการดำรงชีวิต เพื่อพัฒนาไปสู่การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ครอบคลุมทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจและภาคครัวเรือน และส่งเสริมให้เกิดการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย รวมทั้งกำหนดมาตรการควบคุมการใช้งานเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตลอดจนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ให้ครอบคลุมทั้งระบบผลิต ระบบส่ง ระบบจำหน่าย และผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถนำผลการดำเนินการไปใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์
2. จัดหาพลังงานให้เพียงพอและสร้างความมั่นคงในการผลิตพลังงาน	• จัดหากำลังผลิตไฟฟ้าให้มีการกระจายประเภทเชื้อเพลิง (Fuel Diversification) ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าตามกรอบประมาณการสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงของแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยตามศักยภาพเชิงพื้นที่ พัฒนาระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้มีขีดความสามารถในการรองรับปริมาณพลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามศักยภาพและสอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่ รวมถึงสอดคล้องกับปริมาณไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วในระบบ รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้ารายพื้นที่ เพื่อสะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริงโดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน • สำรวจและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียมใหม่ และผลักดันการใช้ประโยชน์ก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยให้คุ้มค่าเต็มศักยภาพ รวมทั้งพัฒนาโครงข่ายท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ท่าเรือรับก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG Terminal) อย่างเหมาะสมและรองรับนโยบายส่งเสริมการแข่งขัน ตลอดจนส่งเสริมให้เกิดการให้บริการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อแก่บุคคลที่สาม (Third Party Access: TPA) ในราคาที่เป็นธรรม และเพิ่มการลงทุนในระบบโครงสร้างพื้นฐานน้ำมันเชื้อเพลิงโดยการพัฒนาระบบการขนส่งน้ำมันทางท่อ

แนวทางการพัฒนา	รายละเอียด
3. เพิ่มศักยภาพการบริหารจัดการการผลิต และการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานสะอาด	• พัฒนาระบบการจัดการข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนและเตรียมความพร้อมระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับพลังงานทดแทนที่จะเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในอนาคต โดยคำนึงถึงการสร้างมาตรฐานและกำกับดูแลความปลอดภัยด้านพลังงาน ตลอดจนการให้ความรู้กับประชาชนเกี่ยวกับพลังงานทดแทนอย่างถูกต้องและต่อเนื่อง • ประเมินมาตรการและกลไกการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในรูปแบบ Feed in Tariff (FiT) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการส่งเสริมอื่น ๆ โดยคำนึงถึงการกำหนดต้นทุนที่เหมาะสมและเป็นธรรมทั้งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค และสร้างกลไกในการวางแผนร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อสนับสนุนให้เกิดการผลิตและใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกตามเป้าหมาย แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ตั้งแต่ขั้นการจัดหา การเตรียมวัตถุดิบ การขนส่ง ระบบการจัดการ จนถึงการผลิตพลังงานขั้นสุดท้าย • ส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) ในภาคการขนส่ง โดยใช้กลไกตลาดในการผลักดันให้เชื้อเพลิงชีวภาพมีราคาที่แข่งขันได้กับเชื้อเพลิงฟอสซิล ตลอดจนส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนทั้งการผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการและครัวเรือน • วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พืชพลังงานและขยะ ให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและมีความคุ้มค่าเชิงพาณิชย์
4. ปรับปรุงและพัฒนาการกำกับดูแลการประกอบกิจการพลังงานให้เป็นไปตามกฎหมายและระเบียบอย่างถูกต้องเหมาะสม มีธรรมาภิบาล และทันสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในตลาดพลังงาน เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการแข่งขันของอุตสาหกรรมพลังงานในอนาคต และเตรียมความพร้อมสู่การเปิดเสรีในภาคพลังงาน ตลอดจนสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับประชาชนเกี่ยวกับการจัดหาพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ และการกำหนดโครงสร้างราคาพลังงานที่สะท้อนต้นทุน และเป็นธรรมระหว่างผู้ประกอบกิจการพลังงานและผู้บริโภค	
5. ส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์การซื้อขายพลังงานและเพิ่มโอกาสของไทยในการพัฒนาพลังงานในภูมิภาคอาเซียน	• พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางพลังงานในประเทศ ทั้งในด้านคุณภาพ ความเชื่อถือได้ และประสิทธิภาพ ให้สามารถรองรับการเชื่อมโยงโครงข่ายพลังงานกับประเทศในภูมิภาคอาเซียน รวมทั้งปรับปรุงกฎหมายและระเบียบต่าง ๆ ให้สามารถรองรับการเป็นศูนย์การซื้อขายพลังงานในภูมิภาคอาเซียน และเพิ่มโอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานของไทย

แนวทางการพัฒนา	รายละเอียด
	• ผลักดันการสร้างความร่วมมือด้านพลังงานในภูมิภาคให้สามารถพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าและกำหนดคุณภาพน้ำมันสำเร็จรูปร่วมกัน เพื่อขยายโอกาสในการลงทุน รวมถึงให้ความช่วยเหลือแก่ประเทศเพื่อนบ้านในการเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานพลังงาน โดยพิจารณาให้ความช่วยเหลือด้านพลังงานในกลุ่มประเทศอาเซียนตามความเหมาะสม เพื่อสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจ และสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างประเทศ • ส่งเสริมและผลักดันให้รัฐวิสาหกิจด้านพลังงานของไทยนำความรู้และความเชี่ยวชาญไปลงทุน ขยายศักยภาพทางธุรกิจในประเทศเพื่อนบ้าน โดยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานภายในประเทศบูรณาการการทำงานร่วมกัน เพื่อขยายช่องทางธุรกิจในประเทศเพื่อนบ้านและสนับสนุนการเป็นศูนย์การซื้อขายพลังงานในภูมิภาคอาเซียน

ที่มา: สำนักงานสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

แนวทางการพัฒนาเพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานตามแผนฯ ฉบับที่ 12 นี้ มุ่งเน้นในหลายประเด็นด้วยกัน คือ การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการผลิตพลังงานทดแทน และส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานทดแทน โดยในแผนฯ ฉบับที่ 12 ได้กำหนดให้มีแผนรองรับแนวทางการพัฒนาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ 5 แผนด้วยกันคือ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 - 2580 (Power Development Plan 2018: PDP 2018), แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (Energy Efficiency Plan 2015: EEP 2015), แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2558 - 2579 (Alternative Energy Development Plan 2015: AEDP 2015), แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2558 - 2579 (Oil Plan 2015) และแผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2558 - 2579 (Gas Plan 2015)

3.5 (ร่าง) ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579)

ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี[34] จัดทำขึ้นตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่เน้นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม และเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี จึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ในระยะยาวสำหรับการวิจัยและพัฒนาเช่นเดียวกัน โดยยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อการสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจทางด้านพลังงานนั้น ได้มีการกำหนดแผนงานวิจัยและนวัตกรรมที่สำคัญ คือ

[34] สภานโยบายวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. *(ร่าง) ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)*. วันที่ค้นข้อมูล 1 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เว็บไซต์: http://www2.nrct.go.th/portals/0/downloads/ร่าง-ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม20ปี60-79.pdf

1) พลังงานชีวภาพ (Bioenergy) โดยเพิ่มศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าและความร้อนจากก๊าซชีวภาพ เชื้อเพลิงชีวมวลต่าง ๆ ขยะ และไม้โตเร็ว รวมทั้งกระบวนการแปรรูปเป็นพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพจากของเสียอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้า การพัฒนารูปแบบและระบบในการจัดการชีวมวลและขยะ เพื่อผลิตพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาทางเลือกและรูปแบบสำหรับพลังงานชนบท รวมถึงโรงไฟฟ้าชุมชนที่ป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสามารถพึ่งพาตนเองได้

2) เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) โดยลดต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) จากพืชน้ำมันที่ปลูกได้ในประเทศ การเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว รวบรวม และขนส่งพืชพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล การนำผลผลิตทางการเกษตรและส่วนที่เหลือใช้จากการบริโภคภายในประเทศและส่งออกมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน โดยต้องสร้างสมดุลระหว่างพืชพลังงานและอาหาร การศึกษาศักยภาพของพืชต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการเป็นวัตถุดิบสำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพ

3) การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) ในภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรมและอาคาร การสร้างมาตรการเพื่อเพิ่มการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ

4) การกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) เพื่อความมั่นคงในการใช้พลังงานหมุนเวียน โดยวางระบบกักเก็บพลังงานเพื่อใช้ร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid/Microgrid) และระบบผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว (Distributed Generation System) การพัฒนาวัสดุและระบบการกักเก็บพลังงานชนิดต่าง ๆ สำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่องและยานยนต์ไฟฟ้า การวิจัยและการพัฒนาวัสดุสำหรับระบบการกักเก็บพลังงาน การพัฒนาระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System) การจัดการแบตเตอรี่หลังใช้งาน ระบบโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงสถานีประจุไฟฟ้า การใช้ทรัพยากรภายในประเทศในการผลิตระบบการกักเก็บพลังงาน และการสนับสนุนการตั้งโรงงานผลิตภายในประเทศตามมาตรฐานสากล รวมทั้งการพัฒนาบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาระบบการกักเก็บพลังงาน

3.6 แผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2558 – 2579[35] และแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573[36]

ตามที่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้กำหนดให้มี 5 แผนรองรับที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน (Security) ตามรายละเอียดข้างต้น ทางกระทรวงพลังงานจึงได้มี **การบูรณาการแผนพลังงานแห่งชาติทั้ง 5 แผนหลัก** โดยกระจายสัดส่วนเชื้อเพลิง (Fuel Diversification) ด้วยต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม การใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพในภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ การพัฒนาพลังงานทดแทนให้เต็มตามศักยภาพในแต่ละพื้นที่ การขยายระบบส่งไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้า และระบบ Smart Grid เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ให้มีความสอดคล้องและสอดประสานภาพรวมการจัดการพลังงานได้อย่างเป็นเอกภาพ โดยมีรายละเอียดของ 5 แผนงานหลักคือ

---

[35] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนบูรณาการพลังงานระยะยาว (TIEB)*. วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb

[36] ดร.พิรุณ สัยยะสิทธิ์พานิช. (2560). *แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573*. วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2562, จาก Thailand – European Union Policy Dialogues Support Facility เว็บไซต์: http://thailand-eupdsf.org/uploads/174da28894ea654559f0bb0dd39b6486.pdf

1. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan: PDP 2018) พ.ศ. 2561 – 2580[37] เป็นแผนหลักที่ใช้สำหรับการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศให้เพียงพอกับความต้องการใช้ตามการเติบโตของเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากร รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยแผน PDP 2018 นี้ให้ความสำคัญกับ 3 ประเด็นหลักที่สอดรับกับนโยบายของภาครัฐ ได้แก่ 1) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Security) ให้ความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้ารายภูมิภาค โดยครอบคลุมทั้งระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้า 2) ด้านเศรษฐกิจ ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำ รวมถึงการเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการแข่งขันด้านการผลิตไฟฟ้า 3) ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) สนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) ทั้งด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการใช้ไฟฟ้า โดยพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart Grid)

2. แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (Energy Efficiency Plan: EEP 2015)[38] ตั้งเป้าหมายที่จะลดอัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผลของกิจกรรม หรือลดความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity: EI) ลงร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2579 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 โดยการผลักดันมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน โดยร้อยละ 15 เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และร้อยละ 85 เป็นการลดการใช้พลังงานความร้อน

3. *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP 2015)* เพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนจากก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) จากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มาจากกระบวนการสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้พลังงานทางเลือกในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ด้วยการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ เพื่อเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณความต้องการไฟฟ้ารวมของประเทศในปี พ.ศ. 2579 และในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี พ.ศ. 2579

4. แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2558 – 2579 (Gas Plan 2015)[39] โดยชะลอการเติบโตของการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากร้อยละ 64 ลดลงเหลือร้อยละ 37 ในปี พ.ศ. 2579 ตามแผน PDP 2018 รวมถึงการประหยัดพลังงานก๊าซในอุตสาหกรรมตามแผน EEP 2015 และการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกตามแผน AEDP 2015

---

[37] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). *แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580*. วันที่ค้นข้อมูล 20 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/pdp

[38] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. *แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 -2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015)*. วันที่ค้นข้อมูล 31 มกราคม 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/EEP2015.pdf

[39] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนจัดหาก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan)*. วันที่ค้นข้อมูล 15 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/gasplan

5. แผนการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2558 – 2579[40] ซึ่งรวมถึงน้ำมัน ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ โดยแผนจะมุ่งเน้นการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง เนื่องจากเป็นภาคส่วนที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด โดยสนับสนุนมาตรการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่งตามแผน EEP 2015 บริหารจัดการชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) และก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicle: NGV) เพื่อให้ราคาขายสะท้อนต้นทุนที่แท้จริง การลดชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงโดยพิจารณาปรับชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงในกลุ่มเบนซิน-แก๊สโซฮอล์ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีของรถยนต์และมีความสมดุลของโรงกลั่นน้ำมัน รวมถึงการผลักดันให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาตรฐานเดียวกันและสอดคล้องกับมาตรฐานภูมิภาคอาเซียน (Harmonization of ASEAN Fuel Quality Standards: HAFQS) เพื่อลดปัญหาในด้านการเดินทางข้ามพรมแดน และลดอุปสรรคต่อการค้าน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างประเทศสมาชิก ปรับโครงสร้างราคาน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม ทั้งราคาน้ำมัน LPG และ NGV เพื่อให้สอดคล้องกับต้นทุนและให้มีภาระภาษีที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดและผู้ใช้ต่างประเภท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศ และมีการผลักดันการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลและไบโอดีเซลตามแผน AEDP 2015

ทั้งนี้ แผนพลังงานแห่งชาติทั้ง 5 แผนงานหลัก ได้มีการบูรณาการกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 (Thailand's Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021 - 2030: NDC Roadmap) ซึ่งทางสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้จัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นกรอบในการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกใน 4 สาขาคือ พลังงาน ขนส่ง กระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และการจัดการของเสียชุมชน โดยมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 115.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt-CO_2eq) ณ ปี พ.ศ. 2573 โดยกำหนดมาตรการตามแผนงานที่จะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย 15 มาตรการ และเป็นส่วนของภาคพลังงานและขนส่งถึง 113.0 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt-CO_2eq) โดยกำหนดแนวทางการดำเนินการเป็น 9 มาตรการ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในครัวเรือน/อาคารพาณิชย์/อุตสาหกรรม/การคมนาคมขนส่ง การใช้พลังงานทดแทนในครัวเรือน/อาคารพาณิชย์/อุตสาหกรรม การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับยานพาหนะ ซึ่งทั้ง 9 มาตรการได้ดำเนินการอยู่ในแผนพลังงานของประเทศไม่ว่าจะเป็น PDP 2018, AEDP 2015, EEP 2015 และแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนฯ ในส่วนของภาคการคมนาคมขนส่ง สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) เป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ ซึ่งมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 41 Mt-CO_2eq ณ ปี พ.ศ. 2573 โดยเป็นมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 31 Mt-CO_2eq และมาตรการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับยานพาหนะ 10 Mt-CO_2eq แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกสาขาคมนาคมขนส่งได้กำหนดกรอบแผนงานที่ควรดำเนินการเพิ่มเติมจากแผนเดิมของหน่วยงาน โดยดำเนินการใน 3 มาตรการ คือ 1) หลีกเลี่ยงหรือลดการเดินทาง 2) เปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง 3) ปรับปรุงหรือพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานของยานยนต์ การใช้พลังงานทางเลือก การส่งเสริมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ การส่งเสริมการใช้รถและจักรยานไฟฟ้า

---

[40] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan)*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/oilplan

3.7 นโยบายพลังงานฐานนวัตกรรม Energy 4.0

นอกจากการบูรณาการแผนพลังงานของประเทศไทยทั้ง 5 แผนดังกล่าว สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ยังได้จัดทำนโยบายพลังงานฐานนวัตกรรม "Energy 4.0"[41] เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของระบบพลังงาน ด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มมูลค่า ผสานกับการใช้พลังงานสะอาด โดยจะดำเนินการใน 4 ด้าน คือ 1) ส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปแบบใหม่มาใช้ทดแทนน้ำมัน 2) บริหารจัดการพลังงานแบบเบ็ดเสร็จในรูปแบบ Smart Home หรือ Smart Grid หรือ Smart City โดยจะเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนมากขึ้น 3) Energy Storage System หรือระบบสะสมพลังงานแบตเตอรี่ Power Bank ที่มีขนาดใหญ่มาก 4) การขับเคลื่อนการลงทุนด้านเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioenergy) โดยนำสินค้าเกษตรมาแปรรูปให้เป็นพลังงาน หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการแปรรูปสินค้าเกษตรให้เป็นพลังงาน

3.8 การบูรณาการการพัฒนาเศรษฐกิจ 3 มิติ ด้วย BCG Model

BCG Model[42] เป็นรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นสร้างสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจกับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการบูรณาการและสร้างความเชื่อมโยงกันระหว่างเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) โดยนำองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) มาปรับเปลี่ยนระบบการผลิตให้สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า พร้อมทั้งรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติ และสอดรับกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงซึ่งเป็นหลักสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดย**เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy)** คือ ระบบที่นำความรู้ด้าน วทน. มาช่วยพัฒนาการผลิตสินค้าและบริการที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพ ทั้งด้านเกษตร อาหาร สุขภาพการแพทย์ และพลังงาน ทรัพยากรที่นำมาผลิตในระบบเศรษฐกิจชีวภาพต้องสามารถปลูกทดแทนหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Renewable) มีการลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก **เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)** คือ ระบบเศรษฐกิจที่มีการวางแผนที่จะนำทรัพยากรในระบบการผลิตทั้งหมดกลับคืนสู่สภาพเดิมและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อรับมือกับปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรในอนาคต จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและความต้องการสินค้าและบริการของผู้บริโภค ดังนั้น เศรษฐกิจหมุนเวียนจึงมุ่งเน้นการคงคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้นานที่สุด ส่งเสริมการใช้ซ้ำ สร้างของเสียในปริมาณที่ต่ำที่สุด และให้ความสำคัญกับการจัดการของเสียจากการผลิตและบริโภค ด้วยการนำวัตถุดิบที่ผ่านการผลิตและบริโภคแล้วเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ **เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy)** คือ รูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างสมดุล ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่นำไปสู่ความยั่งยืนและแข่งขันได้ในระดับสากล

---

[41] Green Network Magazine to Save the World. (2561). *ทิศทางการขับเคลื่อนพลังงานไทย และ Energy 4.0*. วันที่ค้นข้อมูล 3 กุมภาพันธ์ 2562, จาก Green Network Magazine to save the world เว็บไซต์: http://www.greennetworkthailand.com/energy-4-0-way/

[42] ประชาคมวิจัยด้านเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว. (2561). *สมุดปกขาว BCG in Action การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทย เพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว Bio – Circular – Green Economy*. วันที่ค้นข้อมูล 5 พฤศจิกายน 2561, จาก ศูนย์ข้อมูลวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://stiic.sti.or.th/work/bcg-model/

จากข้อมูลสมุดปกขาว BCG in Action เสนอโดยประชาคมวิจัยด้านเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว เมื่อ พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ได้มีข้อเสนอแนะการพัฒนา วทน. กลุ่มพลังงานและวัสดุ เรื่องการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่สอง โดยการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักและเอนไซม์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากของเหลือทิ้ง ซึ่งมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เช่น ส่งเสริมการลงทุนสร้างโรงงานต้นแบบเพื่อขยายขนาดสำหรับผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่สอง ส่งเสริมการวิจัย Flex-Fuel Vehicle (FFV) ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาในเชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับเครื่องบิน (Biojet) และผลิตผลิตภัณฑ์เคมีมูลค่าเพิ่มสูงโดยเฉพาะเคมีในอุตสาหกรรมอาหาร

กล่าวโดยสรุป เมื่อทำการศึกษาแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานของประเทศไทยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ไทยให้ความสำคัญกับเรื่องของการสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานเป็นอย่างมาก โดยแนวทางการพัฒนาที่กำหนดขึ้นนั้น มีทั้งในเรื่องของการจัดหาแหล่งพลังงานให้เพียงพอ และการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านพลังงานในอนาคต นอกจากนี้ ไทยยังให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ทั้งในแง่ของการจัดหาวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตพลังงาน (เช่น พืชชนิดต่าง ๆ ผลผลิตทางการเกษตร วัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร และขยะมูลฝอย เป็นต้น) การเพิ่มศักยภาพและสัดส่วนในการผลิตพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก รวมถึงการส่งเสริมให้ภาคขนส่ง โรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการ และครัวเรือนใช้พลังงานที่ได้จากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก

เรื่องของโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานนั้น ก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่แผนงานต่าง ๆ ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก ทั้งในแง่ของการลงทุนและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานทั้งระบบ เพื่อรองรับการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก รวมถึงเพื่อรองรับการปรับเปลี่ยนเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังเน้นในเรื่องของการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินหรือโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การวิจัยและพัฒนาเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่มีการกำหนดไว้ในเกือบทุกแผนงาน โดยประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่ให้ความสำคัญคือ พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (ในแง่ของวัตถุดิบ และเทคโนโลยี) เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ระบบกักเก็บพลังงาน (ในแง่ของการวิจัยและพัฒนาวัสดุและระบบกักเก็บพลังงาน) ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และยานยนต์ไฟฟ้า โดยในส่วนของระบบกักเก็บพลังงานนั้น ได้มีการเพิ่มเติมในส่วนของการวางระบบกักเก็บพลังงานเพื่อใช้ร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ การพัฒนาวัสดุเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และการพัฒนาบุคลากรวิจัยและพัฒนาทางด้านระบบกักเก็บพลังงานโดยเฉพาะอีกด้วย

นอกจากเรื่องของโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน และการวิจัยและพัฒนา ในแผนงานต่าง ๆ ยังมีการกล่าวถึงอาคารอัจฉริยะ ในมิติของการออกแบบอาคาร มาตรฐานของอาคาร การสนับสนุนเงินทุน และการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงาน ส่วนในแง่ของภาคผู้ใช้พลังงานนั้น ในแผนงานต่าง ๆ ได้กำหนดแนวทางในเรื่องของการให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก การประหยัดพลังงาน และการสร้างจิตสำนึกเพื่อให้ผู้ใช้รู้จักใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ในเรื่องของการจัดการซากของวัสดุที่ใช้ในการกักเก็บพลังงานนั้น กลับมีการกล่าวถึงไม่มากเท่าใดนัก โดยพบว่ามีการเสนอไว้ใน (ร่าง) ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี พ.ศ. 2560 – 2579 เพียงแผนงานเดียวเท่านั้น

บทที่ 4
การศึกษาหน่วยงานที่ทำวิจัยด้านพลังงานที่สำคัญของประเทศไทย

ประเทศไทยมีหน่วยวิจัยทางด้านพลังงานหลายแห่งด้วยกัน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มหลักคือ 1) กลุ่มมหาวิทยาลัย เช่น สถาบันวิจัยพลังงาน (Energy Research Institute) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2) กลุ่มสถาบันวิจัยของรัฐ เช่น ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 3) กลุ่มรัฐวิสาหกิจ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง และ 4) หน่วยงานวิจัยของภาคเอกชน ได้แก่ สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), บริษัทบางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน), บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) และบริษัท ทีพีไอ โพลีน พาวเวอร์ จำกัด (มหาชน) นอกจากนี้ยังทำการศึกษากองทุนที่มีการจัดสรรเงินเพื่อการวิจัยและพัฒนาพลังงาน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 หน่วยวิจัยด้านพลังงานในกลุ่มมหาวิทยาลัย

1. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Energy Research Institute – ERI, Chulalongkorn University) เป็นหน่วยงานภายใต้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ศึกษาวิจัยเชิงนโยบายด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับประสิทธิภาพพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน และพลังงานทดแทน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่อาจส่งผลกระทบทั้งในส่วนของปัญหาและโอกาสต่อธุรกิจพลังงานในอนาคต เพื่อส่งเสริมการพัฒนาพลังงานสะอาดในประเทศร่วมกับหน่วยงานรัฐ ภาคเอกชน รวมถึงมหาวิทยาลัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศ[43] โดยได้รับงบประมาณวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและการเสนอโครงการวิจัยต่อหน่วยงานภายนอกเฉลี่ย 20 ล้านบาทต่อปี ซึ่งปัจจุบัน (พ.ศ. 2562) มีพนักงานทั้งหมด 23 คน โดยเป็นนักวิจัย 9 คน (ระดับปริญญาเอก 8 คน) ทำงานใน 4 หน่วยวิจัย ดังนี้

---

[43] สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *About Us*. วันที่ค้นข้อมูล ธันวาคม 2561, จาก สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เว็บไซต์: www.eri.chula.ac.th

ตารางที่ 4.1 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยวิจัย	หัวข้อการวิจัยและพัฒนา
Energy Modeling and Outlook ERI	ศึกษาสถานภาพพลังงานของไทย และวิเคราะห์แนวโน้มในการจัดหาพลังงานและความต้องการใช้พลังงานจากภาคการใช้ต่าง ๆ ตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) เพื่อให้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลคาดการณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตประกอบการกำหนดนโยบายพลังงานของประเทศไทยให้แก่หน่วยงานด้านพลังงานในประเทศ ศึกษาสถานภาพพลังงานของประเทศเพื่อนบ้าน รวมถึงวิเคราะห์รายงานสถานการณ์พลังงานของไทยรายปีให้แก่กระทรวงพลังงาน
Energy Policy and Economics	ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ในสองประเด็นหลัก คือ นวัตกรรมระบบความร้อนจากแสงอาทิตย์ (Solar Thermal System) และนโยบายเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic - Solar PV) โดยได้ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานในการจัดทำแผนที่นำทางเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ของประเทศไทยในอนาคต รวมถึงการศึกษานโยบายสาธารณะด้านพลังงานร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน และภาคเอกชนในอุตสาหกรรมพลังงาน นอกจากนี้ ยังได้มีความร่วมมือในการศึกษาวิจัยกับองค์กรต่างประเทศต่าง ๆ เช่น Institute of Energy Economics of Japan (IEEJ), United States Agency for International Development (USAID) และ UK Government Fund
Bioenergy	ศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานมลภาวะต่ำอย่างก๊าซชีวภาพ (Biogas) การผลิตน้ำมันจากพืช การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากพืชและพลังงานชีวมวล (Biomass) จากวัสดุชีวภาพประเภทใหม่ที่ให้พลังงานและความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ขยะพลาสติก มูลสุกร เศษอาหารจากขยะในตลาดสด ผักตบชวา และหญ้าเนเปียร์ (Napier Grass) เป็นต้น ซึ่งได้มีการตีพิมพ์ผลงานลงในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเป็นประจำทุกปี
Energy Efficiency	ศึกษาประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยให้บริการวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานแก่ภาคอุตสาหกรรม และให้คำแนะนำแก่ภาครัฐและสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยเกี่ยวกับมาตรการประหยัดพลังงานของประเทศ

ที่มา: สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ เป็นองค์กรในกำกับของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จัดตั้งขึ้นเพื่อสนับสนุนงานวิจัยและให้บริการวิชาการแก่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์จัดตั้งขึ้นจากการรวมกันของสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นหน่วยงานทางด้านการวิจัย พัฒนา และจัดการทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน และสถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นหน่วยงานทางด้านการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน เพื่อจัดการของเสียควบคู่ไปกับการผลิตและใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน[44]

ก๊าซชีวภาพ (Biogas)	**เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ:** เทคโนโลยีบ่อหมักแบบราง เทคโนโลยีบ่อหมักแบบกวนสมบูรณ์ เทคโนโลยีบ่อหมักแบบมีผนังกั้น	**Easy Smart Meter มิเตอร์อัจฉริยะ**
ระบบผลิตก๊าซไบโอมีเทนอัด (CBG) ด้วยเทคโนโลยี Water Scrubbing และเทคโนโลยี Membrane		
เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน: หญ้าเนเปียร์	**การใช้แก๊สซีไฟเออร์ผลิตเชื้อเพลิงแก๊สใช้ในด้านความร้อน**	
อุปกรณ์เพิ่มความปลอดภัย และปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ: ชุดเผาทิ้งก๊าซชีวภาพส่วนเกิน ระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ ชุดลดความชื้น		
แสงอาทิตย์ (Solar)	**ระบบพลังงานแสงอาทิตย์:** ระบบ Solar Rooftop, Solar Parking, Solar Charger, Solar Bus Station	
การจัดการพลังงาน	ตรวจวัด/วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Audit) ประกอบด้วย ตรวจวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า (Transformers) ตรวจวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง (Lamp) ตรวจวิเคราะห์ระบบปรับอากาศและระบายความร้อนด้วยอากาศ (Split Type Air Conditioner) ตรวจวิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Chiller) ตรวจวิเคราะห์ระบบความร้อนประสิทธิภาพสูง การเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เตาเผา (Boiler) ตรวจวัดวิเคราะห์ระบบความเย็น (Cold Storage) ตรวจวัดวิเคราะห์ระบบอื่น ๆ (Specific equipment)	

ภาพที่ 4.1 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่[45]

---

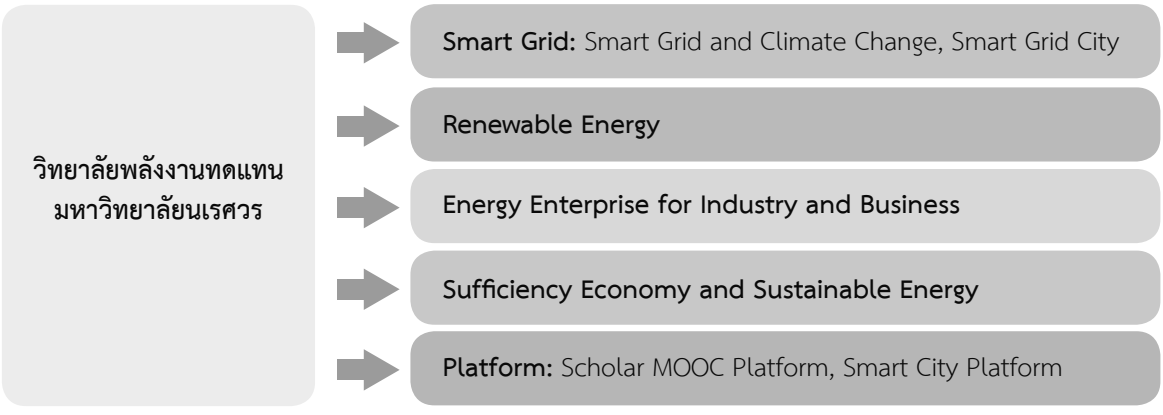
[44] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *ประวัติ*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/content/14?category=17

[45] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *งานบริการด้านการอนุรักษ์พลังงาน*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/services/view?pid=2

สำหรับการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่นั้น มุ่งเน้นการพัฒนา วิจัย และส่งเสริมด้านก๊าซชีวภาพ อีกทั้งสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานทดแทน ด้านอนุรักษ์พลังงานหรือประสิทธิภาพพลังงาน การจัดหาพลังงาน รวมถึงด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลกระทบจากพลังงาน นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงงานวิจัยของสถาบันกับภาคอุตสาหกรรมทั้งระดับท้องถิ่น ระดับชาติ จนถึงระดับนานาชาติ รวมทั้งการให้บริการวิชาการทางด้านพลังงาน และด้านที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลกระทบจากพลังงาน อันประกอบไปด้วยบริการศึกษาดูงาน บริการอบรมความรู้ทางด้านพลังงาน บริการเป็นที่ปรึกษาด้านพลังงานต่าง ๆ และบริการวิเคราะห์ทดสอบน้ำ/น้ำเสีย/น้ำทิ้ง/ก๊าซ[46]

3. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร หรือแต่เดิมคือ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งในอดีตนั้นมีภารกิจในการวิจัยทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ต่อมาทางศูนย์วิจัยฯ ได้ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์เปิดสอนทางด้านพลังงานทดแทน ทำให้นับแต่นั้นเป็นต้นมา ทางวิทยาลัยฯ จึงดำเนินการวิจัยทางด้านพลังงานทดแทนมาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันวิทยาลัยพลังงานทดแทนมีบุคลากรในสังกัดจำนวนทั้งสิ้น 37 คน ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก 2 แหล่งคือ เงินงบประมาณแผ่นดินและเงินรายได้มหาวิทยาลัย และเงินงบประมาณจากแหล่งทุนภายนอกทั้งภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน[47]



ภาพที่ 4.2 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของวิทยาลัยพลังงานทดแทน

ที่มา: วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

---

[46] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *แผ่นพับแนะนำสถาบัน*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/content/465?category=17

[47] วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. *แนะนำวิทยาลัย*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร เว็บไซต์: http://www.sert.nu.ac.th/index_thai.php

ในส่วนของการวิจัยและพัฒนาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิสูง การใช้งานความร้อนจากแสงอาทิตย์อุณหภูมิต่ำ ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานไฮโดรเจน พลังงานชีวมวลและเศรษฐศาสตร์พลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการแก้ไขวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานของประเทศและของโลก[48]

4. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุนั้น แต่เดิมคือคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มุ่งเน้นการสร้างงานวิจัยทางด้านพลังงาน วัสดุและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการให้บริการวิชาการในสาขาเทคโนโลยีพลังงาน เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน เทคโนโลยีวัสดุ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีอุณหภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ และเหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจของประเทศ[49] ในส่วนของการวิจัยและพัฒนานั้น คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ เป็นองค์กรวิจัยที่นำเอาความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์มาใช้สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี รวมทั้งการบูรณาการระหว่างพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุเข้าด้วยกัน[50]

นอกจากนี้ ทางคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุยังได้ร่วมกับหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย และพันธมิตรจากหน่วยงานภายนอก อันประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยบูรพา และสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ร่วมกันจัดตั้งศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค–มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ด้านวัสดุนาโนไฮบริดสำหรับพลังงานทางเลือก (Nanotec-KMUTT Center of Excellence on Hybrid Nanomaterials for Alternative Energy) เพื่อเป็นศูนย์ร่วมวิจัยเครือข่ายฯ ภายใต้การกำกับดูแลของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อดำเนินการวิจัยและประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่มี เพื่อต่อยอดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและใช้ในเชิงพาณิชย์[51]

โดยงานวิจัยและพัฒนาของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ[52] รวมทั้งศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี[53] นั้น ประกอบไปด้วย งานวิจัยและพัฒนาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

---

48 วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. *โครงการและงานวิจัย*. วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร เว็บไซต์: http://www.sert.nu.ac.th/research.htm

49 คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *เกี่ยวกับ*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/about/vision.php

50 คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *องค์กรวิจัย*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/research/index.php

51 ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *นาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์ความเป็นเลิศด้านวัสดุนาโนไฮบริดสำหรับพลังงานทางเลือก*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.kmutt.ac.th/hynae/ประวัติ-และวิสัยทัศน์/

52 คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *กลุ่มวิจัย*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/research/research-groups.php

53 ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *ผลิตภัณฑ์นาโน, วัสดุนาโน*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.kmutt.ac.th/hynae/th/

ภาพที่ 4.3 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ และศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

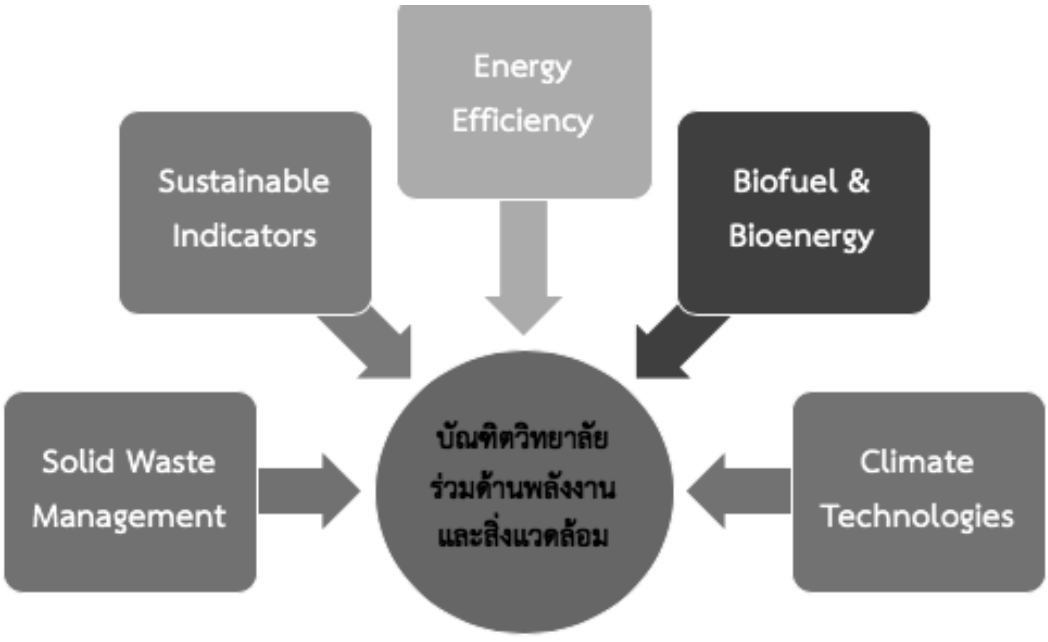
ที่มา: คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ และศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนุบรี

5. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม หรือที่รู้จักกันในนาม The Joint Gradute School of Energy and Environment King Mongkut's University of Technology Thonburi (JGSEE)[54] ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2541 โดยเป็นบัณฑิตวิทยาลัยในกำกับของสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดำเนินการภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยอีก 4 แห่งคือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธรสังกัดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีวัตถุประสงค์ในการก่อตั้ง เพื่อเสริมสร้างการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สร้างรากฐานในการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสนับสนุนการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งนี้ JGSEE ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากรัฐบาลผ่านทางโครงการพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา และกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน นอกจากนี้ JGSEE ยังมีรายได้จากการให้บริการทดสอบ/ตรวจสอบ บริการถ่ายทอดเทคโนโลยี เผยแพร่ความรู้อีกด้วย ในส่วนของบุคลากรนั้น JGSEE มีจำนวนบุคลากรทั้งสิ้น 28 คน โดยแบ่งการดำเนินงานไปในหลายภาคส่วน เช่น ส่วนความสัมพันธ์และการบริการวิชาการ ส่วนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง และส่วนทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

---

[54] บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *เกี่ยวกับ*. วันที่ค้นข้อมูล 19 มิถุนายน 2562, จาก บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.jgsee.kmutt.ac.th/v2/index2.php



ภาพที่ 4.4 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ที่มา: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ในส่วนของการวิจัยและพัฒนานั้น JGSEE ได้มีการเสนอเพื่อขอรับทุนสำหรับโครงการวิจัยจากแหล่งทุนต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนี้ ยังมีการรับจ้างวิจัย และทำวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่ JGSEE มุ่งเน้นนั้นจะเป็นเรื่องของพลังงานชีวภาพ (Biofuel & Bioenergy) การจัดการขยะมูลฝอย (Solid Waste Management) เทคโนโลยีสภาพภูมิอากาศ (Climate Technologies) ตัวชี้วัดที่ยั่งยืน (Sustainable Indicators) และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency)

6. สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

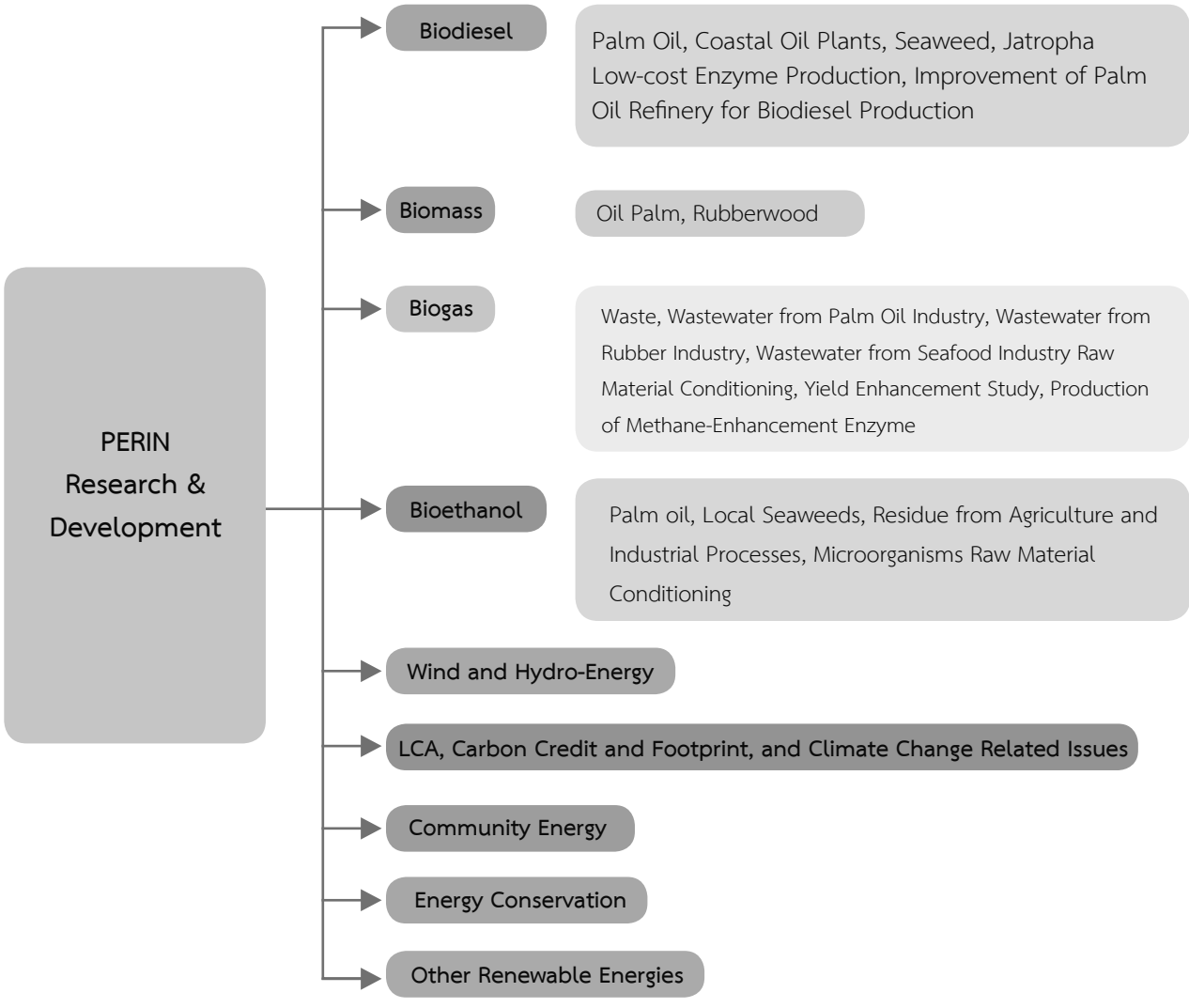
สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หรือที่รู้จักกันในนาม PSU Energy System Research Institute (PERIN) เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่สนับสนุนและขับเคลื่อนงานวิจัยทางด้านพลังงานเชิงบูรณาการ ตั้งแต่ด้านสังคมชุมชน เกษตรกรรม เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมให้แก่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์[55] โดยพันธกิจของสถาบันวิจัยระบบพลังงานนั้น นอกจากจะทำการผลิตบุคลากรและบัณฑิตที่มีความรู้ความเข้าใจทางด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม การผลิตพลังงานทดแทนแล้ว ยังมีบทบาทหน้าที่ในการเป็นหน่วยงานประสานในการตรวจวิเคราะห์ด้านพลังงานอีกด้วย[56]

---

[55] มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *โครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยระบบพลังงาน*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เว็บไซต์: http://w08.psu.ac.th/node/4069

[56] สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *แนะนำสถาบัน*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เว็บไซต์: http://www.perin.psu.ac.th/images/Introduction_to_PERIN.pdf

ในส่วนของการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของสถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์นั้น ได้ทำการวิจัยในหลากหลายหัวข้อด้วยกัน ได้แก่ ไบโอดีเซล (Biodiesel) ชีวมวล (Biomass) ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ไบโอเอทานอล (Bioethanol) ลมและพลังงานน้ำ (Wind and Hydro-Energy) การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) คาร์บอนเครดิต และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Credit and Carbon Footprint) การอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation) พลังงานชุมชน (Energy Community) และพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ (Other Renewable Energies)



ภาพที่ 4.5 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

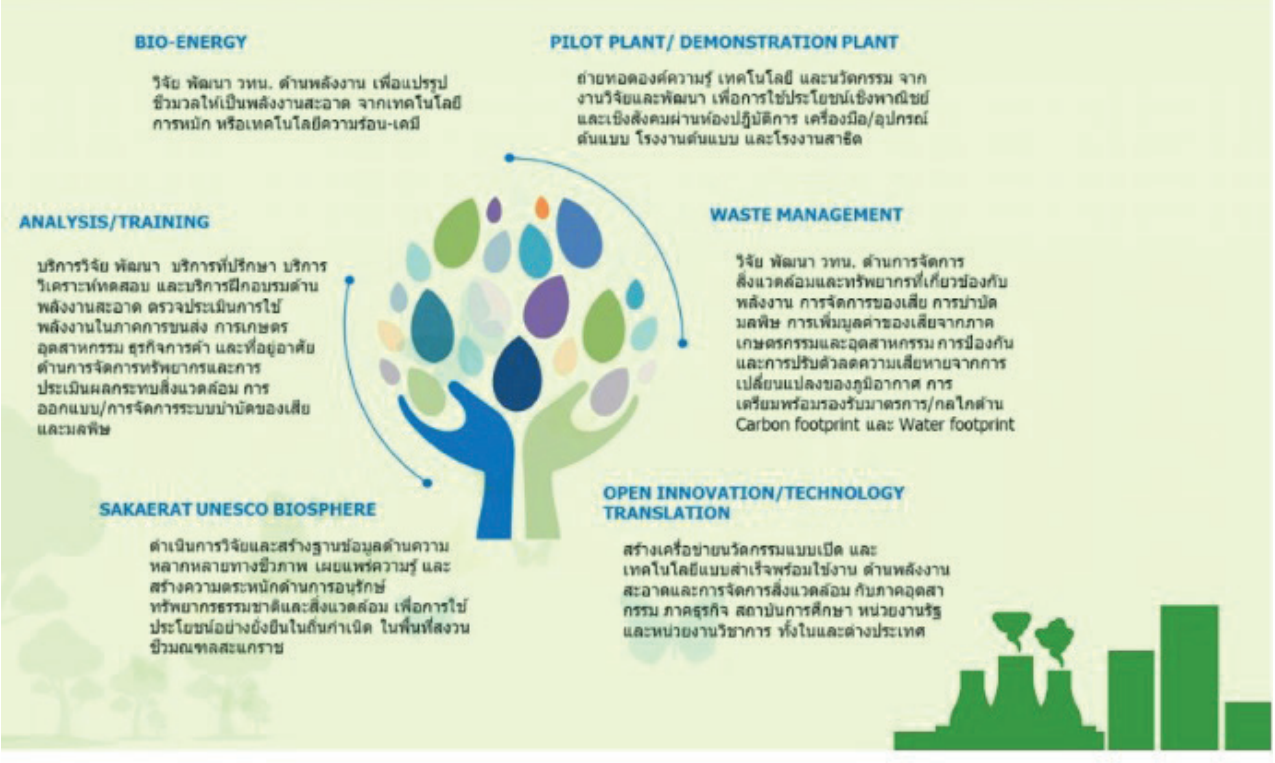
ที่มา: สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.2 หน่วยวิจัยด้านพลังงานในกลุ่มสถาบันวิจัยของรัฐ

ตัวอย่างของสถาบันวิจัยของรัฐที่มีการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานนั้น ได้แก่ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งในส่วนนี้จะขอลงรายละเอียดเฉพาะศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม แต่ในส่วนของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาตินั้นจะแสดงรายละเอียดไว้ในบทถัดไป

1. ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม (ศนพ.) เป็นหน่วยงานภายใต้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งมุ่งเน้นการวิจัย พัฒนา เทคโนโลยีและนวัตกรรม ด้านพลังงานสะอาดจากชีวมวล (หมายรวมน้ำเสีย ของเสีย/ของเหลือทิ้ง ทั้งจากภาคการเกษตร อุตสาหกรรม และขยะชุมชน) ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในโครงการพัฒนาต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม ยังมีการให้บริการทางด้านต่าง ๆ ทั้งการบริการวิเคราะห์ เชื้อเพลิงชีวภาพ วัสดุตัวอย่างเชื้อเพลิง และการบริการด้านสิ่งแวดล้อม[57]



ภาพที่ 4.6 พันธกิจของศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม

---

[57] ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม. *แนะนำ ศนพ.* วันที่ค้นข้อมูล 2 ธันวาคม 2562, จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.tistr.or.th/innoEn/?page_id=2

นอกจากการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ ศนพ. แล้ว ภายใต้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ยังมีศูนย์อื่น ๆ ที่มีการศึกษา วิจัยทางด้านพลังงาน เช่น ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ (ศคช.) ซึ่งมีหน่วยงานภายใต้ที่มีการทำวิจัยและพัฒนาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ได้แก่ 1) ศูนย์นวัตกรรมผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม ซึ่งผลงานเด่นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนั้นประกอบด้วย จุลินทรีย์กำจัดคราบน้ำมัน การคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์สำหรับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากขยะอาหาร 2) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสาหร่าย ผลงานเด่นที่เกี่ยวข้องคือ การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่าย Extremophiles ที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมัน การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายที่มีศักยภาพในการผลิตแป้งและน้ำมันเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานชีวภาพ และการวิจัย พัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันจากสาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือกระดับขยายกลางแจ้งแบบต่อเนื่อง[58]

4.3 หน่วยวิจัยด้านพลังงานในกลุ่มรัฐวิสาหกิจ

1. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นรัฐวิสาหกิจด้านกิจการพลังงานภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงพลังงาน โดยมีกระทรวงการคลังเป็นผู้ถือหุ้นใหญ่ ดำเนินธุรกิจหลักด้านการผลิต จัดให้ได้มา และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผู้ใช้ไฟฟ้าตามกฎหมายกำหนดและประเทศใกล้เคียง พร้อมทั้งธุรกิจอื่นที่เกี่ยวเนื่อง ได้แก่ 1) บริการซ่อมบำรุง ติดตั้ง รื้อถอน อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าและโรงไฟฟ้า 2) บริหารจัดการคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า และ 3) พัฒนาการใช้ประโยชน์วัตถุพลอยได้จากการผลิตไฟฟ้า

นอกจากการดำเนินธุรกิจภายใต้กิจการของ กฟผ. แล้ว กฟผ. ยังมีบริษัทในเครือจำนวน 5 แห่ง ได้แก่ 1) บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรีโฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน) ดำเนินธุรกิจในรูปแบบบริษัทโฮลดิ้ง ถือหุ้นโดย กฟผ. ในสัดส่วนร้อยละ 45 2) บริษัท กฟผ. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ถือหุ้นโดย กฟผ. ในสัดส่วนร้อยละ 99.99 3) บริษัท อีแกท ไดมอนด์ เซอร์วิส จำกัด มีสัดส่วนการถือหุ้นโดย กฟผ. ที่ร้อยละ 45 4) บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด (มหาชน) (บริษัทร่วม) มีสัดส่วนการถือหุ้นโดย กฟผ. ร้อยละ 25.41 และ 5) บริษัท ผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น จำกัด (กิจการร่วมค้า) ถือหุ้นโดย กฟผ. ในสัดส่วนร้อยละ 35

ในส่วนของบุคลากรนั้น กฟผ. มีจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 20,372 คน (ข้อมูล ณ 31 มกราคม พ.ศ. 2562)[59] แบ่งเป็น ระดับปริญญา 8,100 คน (ร้อยละ 39.76) ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) 8,204 คน (ร้อยละ 40.27) ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 1,854 คน (ร้อยละ 9.10) ต่ำกว่าประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2,214 คน (ร้อยละ 10.87)

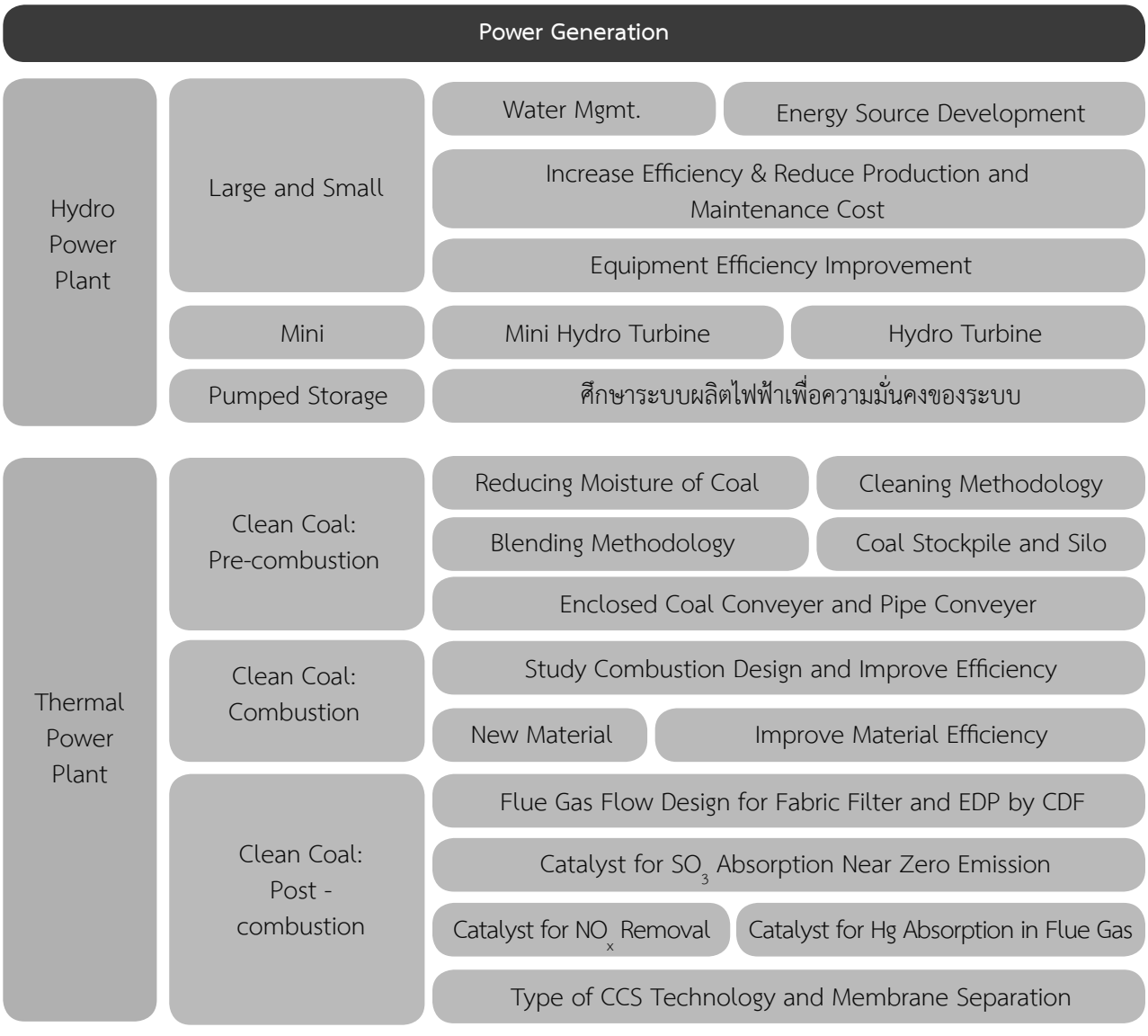
---

58 ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ. *ผลงานเด่น*. วันที่ค้นข้อมูล 2 ธันวาคม 2562, จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.tistr.or.th/brc/?page_id=8

59 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). *ข้อมูลผู้ปฏิบัติงาน กฟผ*. วันที่ค้นข้อมูล 4 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=116

สำหรับการวิจัยและพัฒนานั้น กฟผ. เป็นหนึ่งในหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยด้านพลังงานของประเทศ ได้อนุมัติทุนสนับสนุนงานวิจัยให้กับสถาบันการศึกษา สถาบัน และหน่วยงานต่าง ๆ ใน กฟผ. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2560 จำนวนทั้งสิ้น 304 โครงการ รวมเป็นเงินกว่า 2,609 ล้านบาท โดยปัจจุบัน กฟผ. ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการวิจัยด้านการพัฒนาระบบไฟฟ้า ซึ่งมีโครงการวิจัยที่เสร็จแล้วในปี พ.ศ. 2560 คือ การพัฒนากังหันลมแกนตั้งที่สามารถหมุนได้ด้วยตัวเองเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า (Development of Self-Starting Vertical Axis Wind Turbine for Electricity Generation) โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

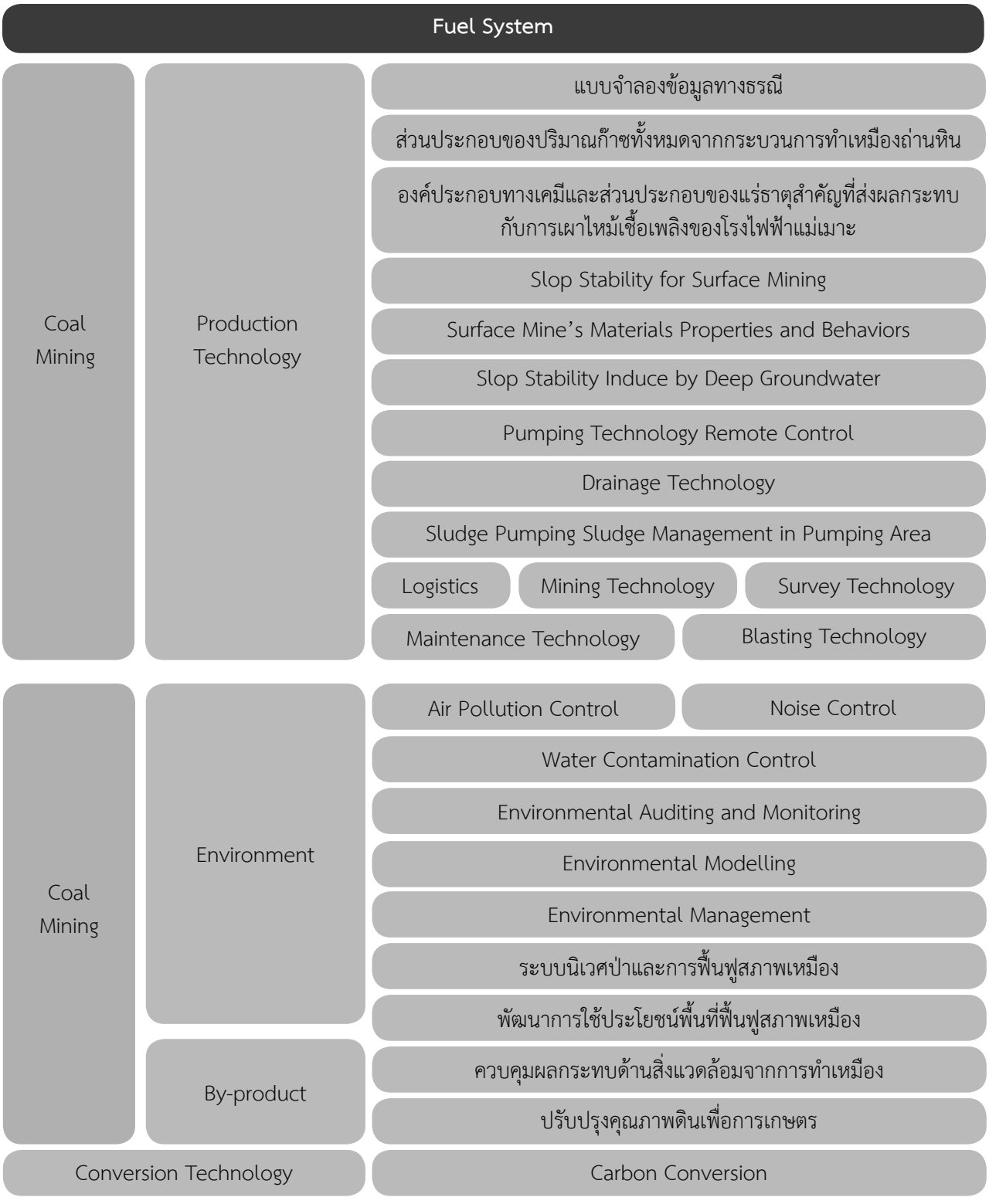
อย่างไรก็ตาม เมื่อปี พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมา กฟผ. ได้จัดทำแผนที่นำทางการวิจัยและพัฒนา กฟผ. ระยะเวลา 15 ปี (พ.ศ. 2557 – 2571) ซึ่งเป็นการจัดแบ่งกลุ่มวิจัยตามสายงานภายใต้โครงสร้างผู้บริหาร โดยมีเทคโนโลยีหลัก (Core Technology) และขอบเขตการวิจัย (Research Area) ตามภาพที่ 4.7[60]



[60] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. *R&D Roadmap กฟผ.* วันที่ค้นข้อมูล 21 กุมภาพันธ์ 2562, จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: http://www4.egat.co.th/research

Thermal Power Plant	Clean Coal: Balance of Plant and By-product	Water Reuse and Recycling, Desalination, Waste Mgmt. By-product Utilization : - Cement, Wall Board, Road Base - Agriculture
	Gas Combined Cycle Power Plant	การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ / Emission Control / Water Treatment / Sound / Maintenance
	Thermal Power Plant	By-product / CaO / FGD / Emission / Corrosion / Fuel Stock / Heat Exchange / Combustion System / Bio-Diesel / Palm Oil / Operation and Maintenance
	Nuclear Power Plant	Site Characteristics / Stakeholder Involvement / Public Communication Education and Participation / Nuclear Safety / Nuclear Security / HRD / Front-end and Back-end of the Nuclear Fuel Cycle
Renew-able Energy	By EGAT's Policy	Wind Turbine Generator / Solar PV / Solar Thermal (Local Collector Development) / DFIG Converter for Wind Turbine / Converter for PV System / Converter for Energy Storage / Mini Hydro Generator
	By EGAT's CSR	การเปลี่ยนรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้า
	For Support Industry	การพัฒนาเชื้อเพลิง Bio-gas จากพืชพลังงาน / การพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า / Energy Storage of Supply Side

Transmission System		
Sub-station	New Technology	ระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์รับส่งข้อมูลมาตรฐาน IEC61850
		Online Monitoring System
	Equipment Technology	พัฒนา GIS Interface Compartment เชื่อมต่อกับต่างแบรนด์
		พัฒนาวิธีตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน
		พัฒนา Transmission Grid Code ให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่
		พัฒนาระบบ Control & Protection รองรับ Protection Relay และเทคโนโลยีมาตรฐานใหม่
	Communication and Control System	พัฒนาระบบสื่อสารให้ทันสมัย
	Operation and Maintenance	การป้องกัน Trip ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
		เครื่องมือประเมินอายุการใช้งาน
		การประเมินความเสื่อมสภาพของอุปกรณ์
Transmis-sion Line	New Technology	การพัฒนาการออกแบบการวิเคราะห์การใช้งานเสาส่งแบบใหม่
	Equipment Technology	การติดตั้งและประสิทธิภาพการใช้งาน
		อายุการใช้งานของวัสดุ / กระบวนการผลิตและจัดหา
		การขนส่งและการก่อสร้าง
	Operation and Maintenance	ระบบตรวจสอบข้อบกพร่อง
		ระบบ GIS แนวเขตที่ดินตามแนวสายส่ง (Right of Way)
Operation and Control System	New Technology	การพยากรณ์ความเร็วลมล่วงหน้าระยะสั้น
		ผลกระทบของ Energy Storage ต่อคุณภาพไฟฟ้า
	Operation Planning and Schedule	ข้อจำกัดตามคุณลักษณะของโรงไฟฟ้า
		สัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้เชื้อเพลิงผสม
		หา Solution ด้วย Optimization with Linear Programming
	Power Monitoring System and Control	การพัฒนา AFA System, FRS System
		ออกแบบสถาปัตยกรรม WAPCS
		การพัฒนาโปรแกรมแนะนำการนำระบบคืนสู่ปกติหลังไฟฟ้าดับ



ภาพที่ 4.7 กรอบแผนที่นำทางวิจัยและพัฒนาของ กฟผ. 15 ปี 2014 – 2028 (พ.ศ. 2557 – 2571)

ที่มา: ปรับปรุงจาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจภายใต้การควบคุมของกรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทย และรัฐบาล โดยมีกระทรวงการคลังเป็นหนึ่งในผู้ถือหุ้น มีภารกิจในการจัดหา ให้บริการพลังงานไฟฟ้า รวมถึงดำเนินธุรกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กฟภ. มีพื้นที่รับผิดชอบในการจำหน่ายไฟฟ้ารวม 74 จังหวัด (ยกเว้นกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง) โดยพื้นที่รับผิดชอบของ กฟภ. นั้น คิดเป็นร้อยละ 99 ของพื้นที่ประเทศไทย และมีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ในความรับผิดชอบทั้งสิ้น 19.4 ล้านราย

ในส่วนของการประกอบธุรกิจนั้น กฟภ. ประกอบธุรกิจหลักทางด้านการผลิต จัดหา จัดส่งและจัดจำหน่าย ให้บริการไฟฟ้าแก่ประชาชน ภาคธุรกิจ และภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ กฟภ. ยังดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องกับธุรกิจหลัก อันประกอบไปด้วย งานก่อสร้างระบบไฟฟ้า งานซ่อมแซมบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า งานตรวจสอบทดสอบและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า และงานที่ปรึกษาและออกแบบระบบไฟฟ้า ฯลฯ นอกจากนี้ กฟภ. ยังได้จัดตั้งบริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (PEA ENCOM) ขึ้น เพื่อดำเนินธุรกิจการลงทุนทางด้านพลังงานไฟฟ้าและจัดฝึกอบรมทางด้านระบบไฟฟ้าให้แก่ภาครัฐและภาคเอกชน

ภาพที่ 4.8 ขอบเขตงานวิจัยและพัฒนาที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี

ที่มา: กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ กฟภ.[61]

---

[61] กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ กฟภ. *ขอบเขตงานวิจัยและพัฒนาที่จะได้รับการสนับสนุน*. วันที่ค้นข้อมูล 11 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เว็บไซต์: https://www.pea.co.th/เกี่ยวกับเรา/กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ-กฟภ#102124-

กฟภ. ได้กำหนดให้กิจกรรมการส่งเสริมและความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์ขององค์กร โดยมุ่งเน้นการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งกระบวนการ (Process) ของการผลิตไฟฟ้า รวมถึงมุ่งเน้นนวัตกรรมในการเสริมสร้างระบบไฟฟ้า และการปรับปรุงกระบวนการให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและโครงสร้างอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป โดย กฟภ. ได้มีการจัดตั้งกองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งการจัดสรรงบประมาณนั้นเป็นไปในลักษณะของการให้ทุนแก่สถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัยและพัฒนาภายในประเทศและหน่วยงานภายในของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค[62]

3. การไฟฟ้านครหลวง

การไฟฟ้านครหลวง หรือ กฟน. เป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงมหาดไทย มีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า จัดให้ได้มาและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า และดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า และธุรกิจอื่นที่เกี่ยวเนื่องหรือเป็นประโยชน์แก่ กฟน. แต่ต่อมาในปี พ.ศ. 2504 กฟน. ก็ได้โอนโรงงานผลิตไฟฟ้าให้แก่ กฟผ. เพื่อดำเนินการต่อ สำหรับธุรกิจหลักในปัจจุบันของ กฟน. นั้นก็คือการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ นอกจากนี้ กฟน. ยังประกอบธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องอื่น ๆ คือ บริการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้า บริการบริหารจัดการพลังงาน บริการบำรุงรักษาและเพิ่มคุณภาพไฟฟ้า บริการโครงข่ายเส้นใยแก้วนำแสง และศูนย์ข้อมูล บริการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และสอบเทียบเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า อีกทั้งยังมีการให้บริการด้านระบบจำหน่ายไฟฟ้าและธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องให้แก่ลูกค้าในต่างประเทศอีกด้วย ในส่วนของจำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงานใน กฟน. นั้นมีจำนวนทั้งสิ้น 9,316 คน แบ่งเป็นพนักงาน 8,290 คน และพนักงานอัตราจ้าง 1,026 คน

สำหรับการวิจัยและพัฒนาของ กฟน. นั้น ถึงแม้ตามโครงสร้างของ กฟน. จะมีฝ่ายวิจัยและพัฒนาอยู่ แต่จากข้อมูลก็เป็นการวิจัยและพัฒนาสำหรับใช้ภายในองค์กรเท่านั้น โดย กฟน. มีการส่งเสริมให้พนักงานทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กร เพื่อนำความรู้ดังกล่าวไปต่อยอดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์แก่ กฟน. ซึ่ง กฟน. ได้กำหนดให้เป็นหนึ่งในแผนปฏิบัติเชิงยุทธศาสตร์ทางด้านการรองรับการเสริมสร้างนวัตกรรมเพื่อการเติบโตขององค์กรผ่านโครงการต่าง ๆ ของ กฟน. เช่น โครงการประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์ และการจัดหลักสูตร Innovation Boot Camp เป็นต้น[63]

4.4 หน่วยวิจัยด้านพลังงานของภาคเอกชน

ประเทศไทยมีบริษัททางด้านพลังงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลรายชื่อหลักทรัพย์ในหมวดพลังงานและสาธารณูปโภค (ENERG)[64] พบว่า ปัจจุบันมีบริษัทที่มีการซื้อขายในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในหมวดดังกล่าวจำนวนทั้งสิ้น 49 บริษัท โดยมี 3 บริษัทที่มีการแจ้งว่า บริษัทจดทะเบียน

---

[62] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 11 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เว็บไซต์: https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/AnnualReport/PEA%20Annual%20Report%202017%5bS%5d.pdf

[63] การไฟฟ้านครหลวง. (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้านครหลวง เว็บไซต์: https://www.mea.or.th/e-magazine/detail/2786/370

[64] ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2562). *ราคาหลักทรัพย์-ตามหมวดธุรกิจ*. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://marketdata.set.or.th/mkt/sectorquotation.do?sector=ENERG&language=th&country=TH

ที่เข้าข่ายอาจถูกเพิกถอน ซึ่งเมื่อทำการศึกษาจากรายงานประจำปี โดยจัดกลุ่มของบริษัทตามกลุ่มธุรกิจที่บริษัทดังกล่าวประกอบกิจการจะพบข้อมูลที่น่าสนใจคือ บริษัทในหมวดพลังงานและสาธารณูปโภคโดยส่วนใหญ่ประกอบธุรกิจทางด้านโรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มากเป็นอันดับหนึ่ง ตามมาด้วยการค้าผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม โรงไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ และการผลิตไบโอดีเซล/เอทานอล โรงไฟฟ้าชีวมวล รวมถึงโรงไฟฟ้าจากพลังงานลม ตามลำดับ

นอกจากนี้ เมื่อทำการศึกษาถึงการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาของบริษัทเอกชนดังกล่าวก็พบว่าในจำนวน 46 บริษัท มีเพียง 18 บริษัทที่รายงานว่ามีการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนา ดังนั้นในส่วนนี้จึงขอเสนอข้อมูลของบริษัทเอกชนทางด้านพลังงานบางส่วนที่มีการทำวิจัยและพัฒนา เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของบริษัทเอกชนดังกล่าว

ภาพที่ 4.9 5 อันดับแรกของการทำธุรกิจพลังงานของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์

1. บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน)

ปตท. เป็นบริษัทพลังงานแห่งชาติที่ประกอบธุรกิจปิโตรเลียม และปิโตรเคมีครบวงจร ดำเนินธุรกิจด้วยการลงทุนตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ และเน้นการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อต่อยอดธุรกิจควบคู่ไปกับการสร้างนวัตกรรมทางด้านพลังงาน ทั้งนี้ ปตท. มีรูปแบบการดำเนินธุรกิจในลักษณะของ Operating and Holding Company คือ มีทั้งธุรกิจที่ดำเนินการเอง และธุรกิจที่ลงทุนผ่านบริษัทในกลุ่ม ปตท. โดยกลุ่มธุรกิจที่ดำเนินการโดย ปตท. นั้นประกอบด้วย กลุ่มธุรกิจก๊าซธรรมชาติ (GAS Chain) กลุ่มธุรกิจน้ำมัน กลุ่มธุรกิจการค้าระหว่างประเทศ และกลุ่มธุรกิจโครงสร้างพื้นฐานและบริหารความยั่งยืน (Infrastructure Business) ส่วนธุรกิจที่ลงทุนผ่านบริษัทในกลุ่ม ปตท. นั้น ได้แก่ ธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ธุรกิจโครงสร้างพื้นฐาน (ประกอบด้วย ธุรกิจไฟฟ้าและสาธารณูปการ ธุรกิจให้บริการด้านวิศวกรรมและที่ปรึกษาทางเทคนิค และธุรกิจบริหารสินทรัพย์) ธุรกิจถ่านหิน และธุรกิจปิโตรเคมีและการกลั่น (Petrochemical Chain)[65] นอกจากการประกอบธุรกิจทางด้านปิโตรเลียม และปิโตรเคมีครบวงจรแล้ว ปตท. ยังได้จัดตั้งสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ขึ้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา[66] เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับการทำวิจัยและพัฒนาของ ปตท. นอกจากนี้ ยังได้จัดตั้งสถานศึกษาที่มีชื่อว่า โรงเรียนกำเนิดวิทย์ และสถาบันวิทยสิริเมธี ที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัย เพื่อผลิตนักวิจัย สร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์[67]

ปตท. เข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์และเริ่มทำการซื้อขายเมื่อปี 2544[68] โดยปัจจุบัน (ณ วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2562) ปตท. มีทุนจดทะเบียน 28,562,996,250 บาท[69] มีจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 4,697 คน (รวมพนักงานที่ไปปฏิบัติงาน Secondment ในบริษัทในกลุ่ม ปตท.) โดยเป็น พนักงานในกลุ่มธุรกิจก๊าซธรรมชาติ 1,281 คน พนักงานในกลุ่มธุรกิจน้ำมัน 1,486 คน พนักงานในกลุ่มปิโตรเคมีและการกลั่น 100 คน[70] ส่วนจำนวนพนักงานในสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. นั้นมีจำนวนทั้งสิ้น 140 คน[71]

---

65 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 13 ธันวาคม 2561, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/Media-Center/Pages/Annual-Report-Detail.aspx?docsetid=1258&year=2560

66 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *ประวัติความเป็นมา สถาบันนวัตกรรม ปตท.*. วันที่ค้นข้อมูล 9 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/about/rti/pages/default.aspx

67 บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). *โครงการสถาบันวิทยสิริเมธี และโรงเรียนกำเนิดวิทย์ จ.ระยอง*. วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2562, จาก บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: https://www.pttgcgroup.com/th/updates/sustainability-projects/121/โครงการสถาบันวิทยสิริเมธี-และ-โรงเรียนกำเนิดวิทย์-จระยอง

68 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *ความเป็นมา*. วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/about/pages/background.aspx

69 ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2562). *ข้อมูลรายบริษัท/หลักทรัพย์ PTT: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.set.or.th/set/companyprofile.do?symbol=ptt

70 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560*. อ้างแล้ว.

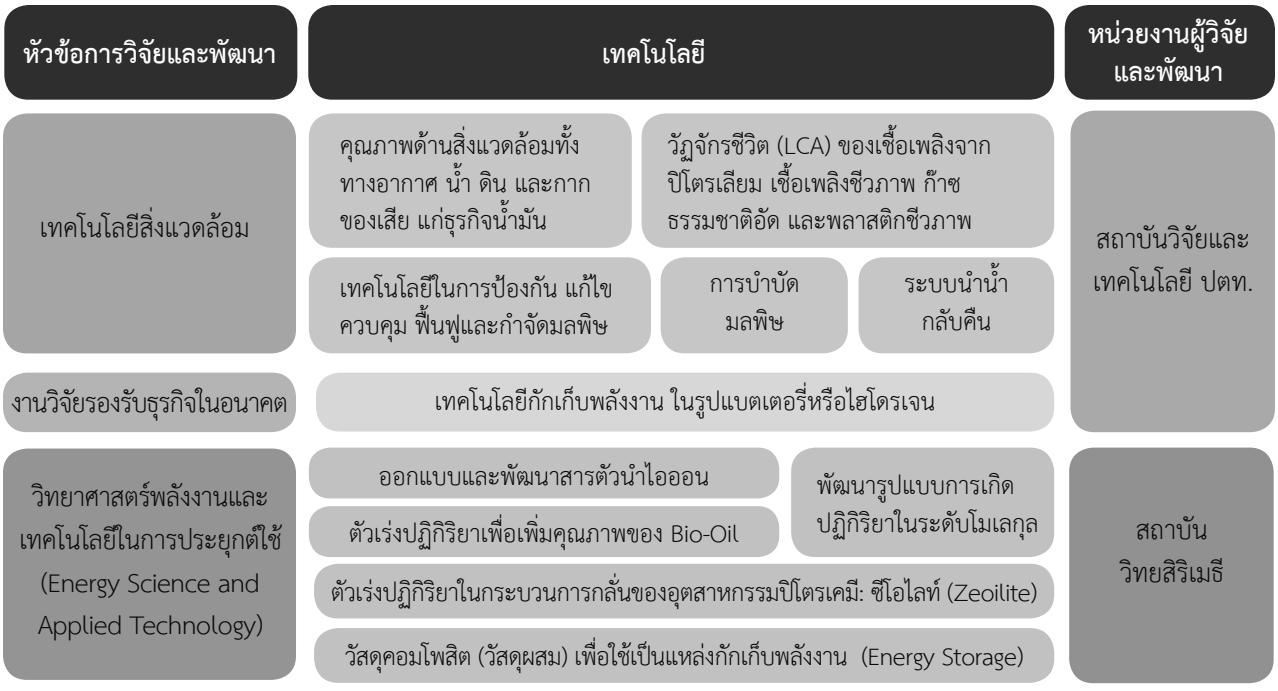
71 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *56-1 : แบบแสดงรายการข้อมูลประจำปี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).* วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ เว็บไซต์: https://market.sec.or.th/public/idisc/th/Viewmore/fs-r561?searchSymbol=PTT

การวิจัยและพัฒนาของ ปตท. จากที่ได้กล่าวข้างต้นว่า มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. โดยในพื้นที่ดังกล่าวประกอบไปด้วยโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้สำหรับการทำวิจัยและพัฒนามากมาย เช่น โรงงานนำร่อง Bio-Hydrogenated Diesel โรงงานนำร่องสำหรับการทดลองกระบวนการ Hydroprocessing ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ อีกทั้งยังได้ขยายพื้นที่ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในส่วนของการทดลองปลูกพืชพลังงานทดแทน พื้นที่เก็บตัวอย่างทางธรณี รวมถึงห้องปฏิบัติการ Advance Engine Lab และโรงงานนำร่อง สำหรับเรื่องงบประมาณที่สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ใช้ในการวิจัยและพัฒนานั้น ในแบบแสดงรายงานประจำปีมิได้ระบุจำนวนงบประมาณไว้อย่างแน่ชัด เพียงแค่แจ้งว่าทาง ปตท. ได้จัดสรรงบประมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ของกำไรสุทธิเพื่อการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายของรัฐบาล[72] ซึ่งหากคำนวณจากกำไรสุทธิในส่วนที่เป็นของ ปตท. นั้น คาดว่างบประมาณในการวิจัยและพัฒนาจะอยู่ที่ประมาณ 4,055.4 ล้านบาท[73] โดยแผนการวิจัยและพัฒนาของหน่วยงานวิจัยของ ปตท. คือ สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. และสถาบันวิทยสิริเมธีนั้นมีดังต่อไปนี้

หัวข้อการวิจัยและพัฒนา	เทคโนโลยี		หน่วยงานผู้วิจัยและพัฒนา
การผลิตและขนส่งปิโตรเลียม	สารป้องกันการกัดกร่อนในท่อ	สารป้องกันการกัดกร่อนหน้าแปลน	สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท.
	ระบบตรวจหาตำแหน่งท่อใต้ดิน (Pipeline Positioning)	อุปกรณ์เหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อละลายไขในตู้ขนส่งน้ำมัน	
กระบวนการปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	เตาปฏิกรณ์แบบ Microchannel Base	ตัวเร่งปฏิกิริยา / ตัวดูดซับ	
	การสังเคราะห์และขึ้นรูปพลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) เช่น แก้วกระดาษเคลือบพลาสติกชีวภาพ ถุงพลาสติกชีวภาพแบบย่อยสลายได้ 100% และแผ่นปิดแผลจากวัสดุชีวภาพ		
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและเทคโนโลยีเชื้อเพลิงทางเลือก	ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง และเชื้อเพลิงทางเลือก	ผลิตภัณฑ์หล่อลื่น	
	เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ		
	ผลิตภัณฑ์หล่อลื่นอุตสาหกรรมและจารบี ผลิตภัณฑ์พิเศษ และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตปิโตรเลียม		
พลังงานประยุกต์และยานยนต์	การประยุกต์ใช้ก๊าซธรรมชาติในอุตสาหกรรมและยานยนต์ (NGV)	เครื่องชาร์จไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	

[72] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *56-1 : แบบแสดงรายการข้อมูลประจำปี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)*. อ้างแล้ว.

[73] คำนวณจากกำไร (ขาดทุน) สุทธิส่วนที่เป็นของบริษัท ตามรายงานประจำปี 2560 อย่างไรก็ตาม ตามแบบแสดงรายการข้อมูลประจำปีแจ้งว่า ค่าใช้จ่ายของสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ในปี พ.ศ. 2560 อยู่ที่ 766 ล้านบาท



ภาพที่ 4.10 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

ที่มา: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)[74]

2. บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บางจาก เป็นบริษัทเอกชนทางด้านพลังงานที่ประกอบธุรกิจหลักทางด้านโรงกลั่นน้ำมันและค้าปลีกน้ำมันสำเร็จรูป นอกจากนี้ บางจาก ยังได้ขยายขอบเขตของธุรกิจไปสู่ธุรกิจผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ธุรกิจตลาด ธุรกิจการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ธุรกิจสำรวจและผลิตน้ำมันปิโตรเลียม รวมถึงธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องกับนวัตกรรม โดยบางจากมีการดำเนินธุรกิจในแต่ละกลุ่มผ่านทางบริษัทย่อย และในรูปของ Holding Company กับบริษัทต่าง ๆ กว่า 16 บริษัท ประกอบด้วย กลุ่มธุรกิจโรงกลั่นและการค้าน้ำมัน ได้แก่ บริษัท BCP Trading Pte. Ltd., บริษัท บงกช มารีน เซอร์วิส จำกัด และบริษัท ขนส่งน้ำมันทางท่อ จำกัด กลุ่มธุรกิจตลาด ได้แก่ บริษัท บางจากกรีนเนท จำกัด, บริษัท บางจากรีเทล จำกัด และบริษัท ออมสุข วิสาหกิจเพื่อสังคม จำกัด กลุ่มธุรกิจพลังงานสีเขียว ได้แก่ บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) กลุ่มธุรกิจผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ได้แก่ บริษัท บีบีจีไอ จำกัด, บริษัท บางจากไบโอฟูเอล จำกัด, บริษัท บางจากไบโอเอทานอล (ฉะเชิงเทรา) จำกัด, บริษัท อุบล ไบโอ เอทานอล จำกัด และบริษัท เคเอสแอล กรีน อินโนเวชั่น จำกัด (มหาชน) กลุ่มธุรกิจทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาธุรกิจใหม่ ได้แก่ BCP Energy International Pte. Ltd., BCP Innovation Pte. Ltd., Nido Petroleum Limited และ Lithium Americas Corp.

---

[74] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. วันที่ค้นข้อมูล 17 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/Sustainability/Social/Good-Corporate-Citizenship/Pages/Human-Resources.aspx

สำหรับการวิจัยและพัฒนานั้น บางจากได้จัดตั้งสถาบันนวัตกรรมและบ่มเพาะธุรกิจ หรือ Bangchak Initiative and Innovation Center (BiiC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง Green Ecosystem และผลักดันนวัตกรรมต่าง ๆ โดยเน้นด้านพลังงานสีเขียว (Green Energy) และด้านชีวภาพ (Bio-Based) เพื่อนำมาต่อยอดขยายธุรกิจทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีการบ่มเพาะธุรกิจ Start-up โดยมุ่งสู่กลุ่มบริษัทนวัตกรรมสีเขียวชั้นนำในเอเชีย[75] ซึ่งบางจากได้วางงบประมาณในการวิจัยและพัฒนา และเข้าไปซื้อหรือร่วมทุนกับธุรกิจ Start-up ประมาณปีละ 350 ล้านบาท[76] โดยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทางบางจากให้ความสนใจในการสนับสนุนและร่วมลงทุน ได้แก่[77]

- Green Energy and Energy Management
- Bio-Based (Bio-Based Chemical, Bio-Based Material, Value Added Bio-Product ฯลฯ)
- Retails
- Social Enterprise (SE)/ Corporate Social Responsibility (CSR)

3. บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)

บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) หรือที่รู้จักในนาม IRPC ประกอบธุรกิจทางด้านปิโตรเคมีที่ครบวงจร โดยในอดีต IRPC เริ่มต้นจากการผลิตเม็ดพลาสติกเพื่อจำหน่าย แล้วขยายสายการผลิตมาสู่การผลิตเม็ดพลาสติกชนิดต่าง ๆ รวมถึงการขยายโรงงาน และสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีครบวงจร โดยปัจจุบัน IRPC ได้มีเขตประกอบการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ครบวงจรที่จังหวัดระยอง ซึ่งมีสาธารณูปโภครองรับการประกอบธุรกิจ อันได้แก่ ท่าเรือน้ำลึก คลังน้ำมัน และโรงไฟฟ้า สำหรับธุรกิจของ IRPC นั้นประกอบไปด้วย 3 กลุ่มหลักด้วยกัน ได้แก่ ธุรกิจปิโตรเลียม ธุรกิจปิโตรเคมี และธุรกิจสนับสนุนอื่น ๆ ประกอบด้วย ธุรกิจไฟฟ้าและสาธารณูปโภค ธุรกิจท่าเรือและถังเก็บผลิตภัณฑ์ และธุรกิจบริหารจัดการทรัพย์สิน[78]

ในเรื่องของการวิจัยและพัฒนานั้น IRPC มีการลงทุนเพื่อพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ การปฏิบัติการผลิตและการบริการที่เกี่ยวข้องมาอย่างต่อเนื่อง โดย IRPC ได้จัดตั้งศูนย์นวัตกรรมไออาร์พีซี ซึ่งมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจหลักของบริษัท รักษาและขยายส่วนแบ่งของผลิตภัณฑ์ในตลาด รวมถึงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อต่อยอดไปสู่ธุรกิจข้างเคียง เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ชนิดพิเศษ และแสวงหาโอกาสทางธุรกิจใหม่ โดยโครงการที่อยู่ใน R&D Portfolio ของ IRPC ณ ปี พ.ศ. 2561 มีมูลค่ากว่า 940 ล้านบาท และเป็นโครงการวิจัยที่สามารถนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดได้ถึง 15 โครงการ คิดเป็นมูลค่า 223 ล้านบาท ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 ศูนย์นวัตกรรมไออาร์พีซีได้รับงบประมาณในสัดส่วนร้อยละ 1.5 ของยอดขายผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีทั้งหมด นอกจากนี้ IRPC ยังมีแผนที่จะก่อสร้าง New IRPC Innovation Center ด้วยงบประมาณ 732 ล้านบาท เพื่อรองรับการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมถึงรองรับการขยายกำลังคน ทางด้านการวิจัยและพัฒนาของบริษัท อีกทั้งยังมีการศึกษาเพื่อก่อสร้าง PP Pilot Plant เพื่อยกระดับงานวิจัยอีกด้วย

---

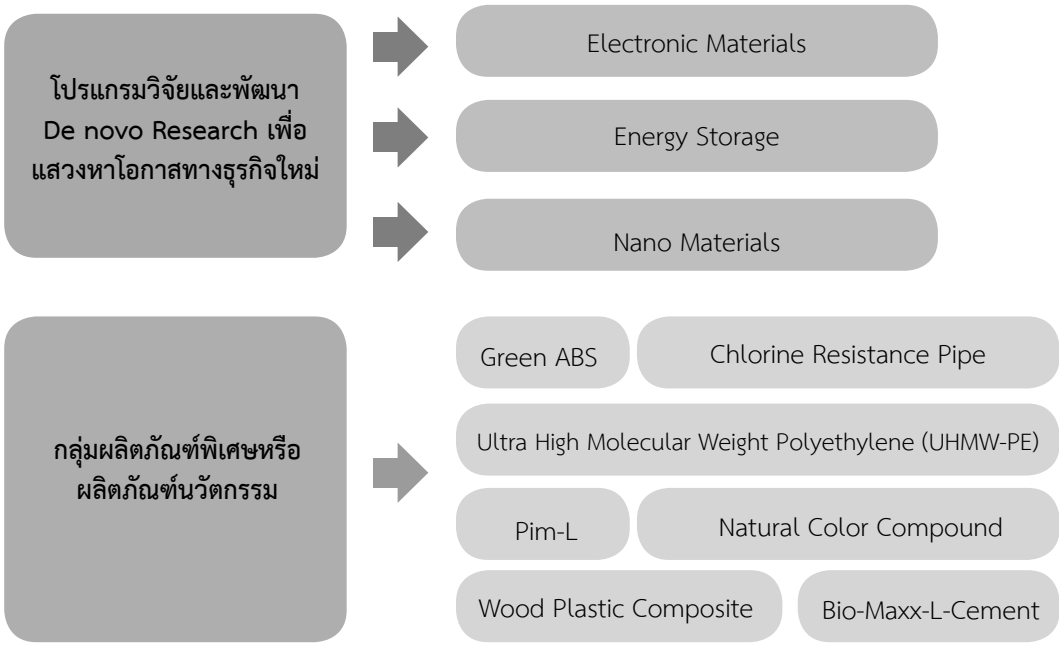
[75] บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://investor.bangchak.co.th/misc/AR/20180328-bcp-ar2017-th.pdf

[76] Manager Online. (2560). *บางจากเปิดตัวศูนย์นวัตกรรม BiiC นำร่องปั๊มโครงการบริหารจัดการพลังงาน*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก Manager Online เว็บไซต์: https://mgronline.com/business/detail/9600000091991

[77] บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน). (2560). *BiiC Startup Monthly Pitching*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.bangchak.co.th/pdf/pitching.pdf

[78] บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน). *ประวัติความเป็นมา และธุรกิจ IRPC*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.irpc.co.th/th/about.php

สำหรับจำนวนบุคลากรทางด้านการวิจัยและพัฒนาของ IRPC นั้นมีจำนวนทั้งสิ้น 120 คน โดยร้อยละ 12 ของบุคลากรทางด้านการวิจัยและพัฒนานั้นจบการศึกษาในระดับปริญญาเอก และ IRPC ได้ตั้งเป้าว่าในปี พ.ศ. 2568 จะเพิ่มสัดส่วนของบุคลากรที่จบการศึกษาในระดับปริญญาเป็นร้อยละ 30[79] โดยโปรแกรมการวิจัยและพัฒนาที่ทาง IRPC ให้ความสนใจนั้นสามารถดูได้จากภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)

ที่มา: รายงานประจำปี 2561 บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)

4. บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)

บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) หรือ Energy Absolute Public Company Limited (EA) ประกอบธุรกิจหลักทางด้านการผลิตและจำหน่ายน้ำมันไบโอดีเซล (B100) กลีเซอรีนบริสุทธิ์ และผลิตภัณฑ์พลอยได้ นอกจากนี้บริษัทฯ ยังได้ดำเนินธุรกิจทางด้านพลังงานอื่น ๆ ผ่านทางบริษัทย่อย อันประกอบด้วย 1) ธุรกิจผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน โดยบริษัทฯ เริ่มจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพื่อจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 2) ธุรกิจพัฒนาและผลิตแบตเตอรี่ เน้นการพัฒนาและผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนชนิดพอลิเมอร์ (Lithium-Ion Polymer) 3) ธุรกิจบริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า และธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภายใต้เครื่องหมายการค้า “EA Anywhere” และ 4) ธุรกิจวิจัยและพัฒนา: บริษัทฯ ได้จัดตั้งบริษัทวิจัยและพัฒนาขึ้นมา 2 บริษัท ได้แก่ บริษัท กรีน เทคโนโลยี รีเสิร์ช จำกัด และบริษัท เอ็นเนอร์ยี่ บียอนด์ รีเสิร์ช จำกัด

---

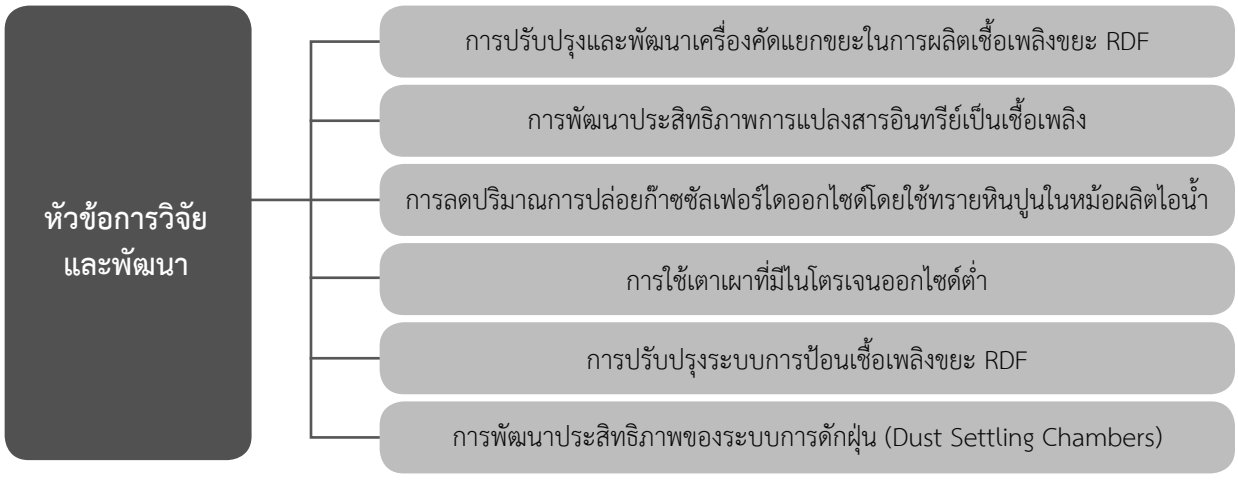
[79] บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน). (2561). *รายงานประจำปี 2561*. วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.irpc.co.th/th/pdf/Annual_Report_2018_th.pdf

สำหรับการวิจัยและพัฒนาที่ทางบริษัทฯ ให้ความสำคัญนั้น ประกอบไปด้วย 1) การวิจัยนวัตกรรมเพื่อต่อยอดและเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรกรรมภายในประเทศ มุ่งเน้นกระบวนการผลิตสินค้าที่เกี่ยวเนื่องจากวัตถุดิบจากปาล์ม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น โดยดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยบริษัท กรีน เทคโนโลยี รีเสิร์ช จำกัด 2) การพัฒนาและคิดค้นงานวิจัย นวัตกรรม ทางด้านแบตเตอรี่ลิเทียมและระบบกักเก็บพลังงาน โดยสิ่งที่ถือว่าเป็นสินค้าหรือบริการของทางบริษัทฯ คือ กระบวนการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมและระบบควบคุมแบตเตอรี่ และนวัตกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยบริษัทย่อยที่ทำการวิจัยและพัฒนาในเรื่องนี้คือ บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ บียอนด์ รีเสิร์ช จำกัด[80]

5. บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)

บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทเอกชนที่ประกอบธุรกิจทางด้านโรงไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วยโรงไฟฟ้าใน 3 ประเภทด้วยกันคือ โรงไฟฟ้าพลังงานเชื้อเพลิงขยะ RDF (Reuse Derived Fuel) โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนทิ้ง และโรงไฟฟ้าถ่านหิน ทั้งนี้ บริษัทฯ นับได้ว่ามีกิจการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย สำหรับผู้รับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตได้ของบริษัทฯ นั้น ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทใหญ่ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังมีการประกอบธุรกิจสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ (NGV) และธุรกิจเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการขายอินทรีย์วัตถุที่เหลือใช้จากโรงผลิตเชื้อเพลิง RDF เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยชีวภาพอีกด้วย

สำหรับเรื่องการวิจัยและพัฒนาของบริษัทฯ นั้น มีด้วยกัน 2 แหล่งคือ การวิจัยและพัฒนาภายในบริษัทเอง โดยมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงและดัดแปลงเทคโนโลยีที่มีอยู่ และการวิจัยและพัฒนาที่ได้รับบริการจากการทำสัญญาซื้อขายและบริการกับทาง บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) โดยหัวข้อการวิจัยและพัฒนาที่ทางบริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) ให้ความสนใจนั้นมีดังนี้[81]



ภาพที่ 4.12 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของบริษัท ทีพีไอ เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่มา: รายงานประจำปี 2560 บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)

---

80 บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2562, จาก บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: https://www.energyabsolute.co.th/pdf/an_ea_2017.pdf

81 บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560*. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2562, จาก เว็บไซต์: http://www.tpipolenepower.com/pdf/ar/20180403-tpipp-ar2017-th.pdf

4.5 กองทุนที่มีการจัดสรรเงินฯ เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน

นอกจากข้อมูลการวิจัยและพัฒนาจากหน่วยวิจัยด้านพลังงานของภาครัฐและภาคเอกชนดังกล่าวข้างต้น ในครั้งนี้ยังได้ทำการศึกษากองทุนที่มีการจัดสรรเงินฯ เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กองทุนคือ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยสำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และกองทุนพัฒนาไฟฟ้า โดยสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน โดยมีรายละเอียดเบื้องต้นของกองทุน กรอบการจัดสรรเงินกองทุน และหน่วยงานที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงาน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เดิมดำเนินการโดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ในปี พ.ศ. 2559 ที่ประชุมคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้มีมติให้จัดตั้งหน่วยบริหารกองทุนที่มีชื่อว่า สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation and Promotion Fund Office) ขึ้น โดยให้เริ่มดำเนินการในปีงบประมาณ 2562[82] กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานนี้จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์สำหรับนำเงินกองทุนไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้ 1) เป็นเงินหมุนเวียน เงินช่วยเหลือ หรือเงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนและดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงานหรือการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงานของส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจ 2) เป็นเงินหมุนเวียน เงินช่วยเหลือ หรือเงินอุดหนุนแก่เอกชนสำหรับการลงทุนและดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงานหรือเพื่อการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงาน 3) เป็นเงินช่วยเหลือหรือเงินอุดหนุนให้แก่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา หรือองค์กรเอกชนในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้[83]

- โครงการทางด้านการอนุรักษ์พลังงานหรือโครงการที่เกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงาน
- การค้นคว้า วิจัย การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา การส่งเสริมและการอนุรักษ์พลังงาน การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงานและเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายและวางแผนพลังงาน
- โครงการสาธิต หรือโครงการริเริ่มที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานหรือการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงาน
- การศึกษา การฝึกอบรม และการประชุมเกี่ยวกับพลังงาน
- การโฆษณา การเผยแพร่ข้อมูล และการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการพัฒนาการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงาน
- เป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารงานการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

---

[82] กระทรวงพลังงาน. (2561). *ยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2562*. วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2562, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/05/รวมเล่มยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุน-2562.pdf

[83] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. *พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535*. วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2562, จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=134

จากวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งกองทุนฯ ดังกล่าว จึงได้มีการกำหนดแนวทางการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยแนวทางการใช้จ่ายเงินกองทุนฯ ในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2559 ที่กำหนดขึ้นนั้นได้กำหนดกรอบการจัดสรรเงินกองทุนไว้ที่ 35,000 ล้านบาท ซึ่งกรอบวงเงินดังกล่าวได้สิ้นสุดลงเมื่อ 30 กันยายน 2559 จากนั้นจึงได้มีการจัดทำแนวทาง หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และลำดับความสำคัญของการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 ขึ้นใหม่ โดยกรอบการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ใช้ในการขับเคลื่อนแผนอนุรักษ์พลังงานและแผนพลังงานทางเลือก มีวงเงินงบประมาณต่อปีอยู่ที่ 7,000 – 9,000 ล้านบาท และ 2) เพื่อขับเคลื่อนผลักดันนโยบายสำคัญของรัฐบาล และหรือโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง (ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และกลุ่มงานสนับสนุนไทยนิยม ยั่งยืน) วงเงินงบประมาณในส่วนนี้อยู่ที่ 3,000 – 5,000 ล้านบาทต่อปี รวมวงเงินงบประมาณในช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ที่ 60,000 ล้านบาท สำหรับการกำหนดโครงสร้างและความสำคัญของการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการกำหนดไว้ในช่วงปี 2560 – 2564 มีรายละเอียดดังนี้[84]

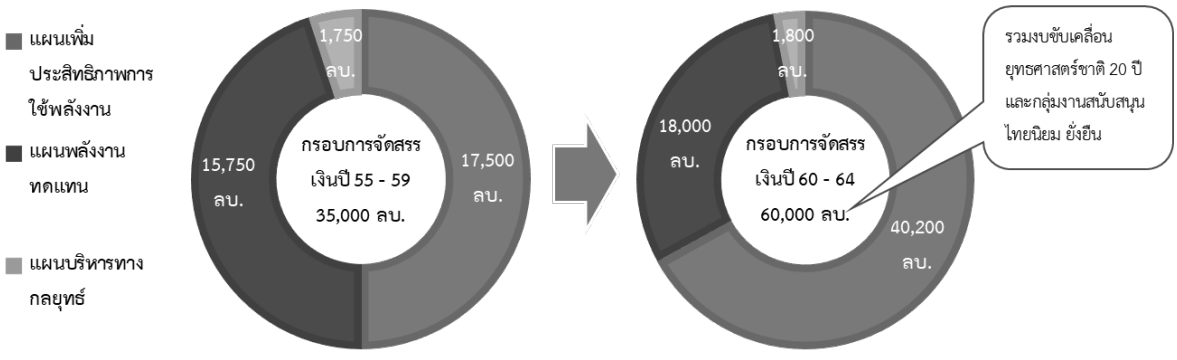
ตารางที่ 4.2 สัดส่วนการจัดสรรเงินภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ. 2560 - 2564

แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (สัดส่วนการจัดสรร 67%)	แผนพลังงานทดแทน (สัดส่วนการจัดสรร 30%)	แผนบริหารทางกลยุทธ์ (สัดส่วนการจัดสรร 3%)
1. กลุ่มงานดำเนินงาน (2%)	1. กลุ่มงานดำเนินงาน (5%)	1. กลุ่มงานศึกษา (1%)
2. กลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริม (10%)	2. กลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริม (15%)	2. กลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการกำหนดนโยบายและวางแผนพลังงาน (15%)
3. กลุ่มงานโครงการสาธิตหรือริเริ่ม (73%)	3. กลุ่มงานโครงการสาธิตหรือริเริ่ม (65%)	3. กลุ่มงานฝึกอบรม (1%)
4. กลุ่มงานโฆษณาประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ (5%)	4. กลุ่มงานโฆษณาประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ (5%)	4. กลุ่มงานประชุม (1%)
5. กลุ่มงานพัฒนาบุคลากร (5%)	5. กลุ่มงานพัฒนาบุคลากร (5%)	5. กลุ่มงานโฆษณา (1%)
6. กลุ่มงานแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการอนุรักษ์พลังงาน (5%)	6. กลุ่มงานแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการพัฒนาพลังงานทดแทน (5%)	6. กลุ่มงานเผยแพร่ข้อมูล (15%)
		7. กลุ่มงานประชาสัมพันธ์ (ภาพรวม) (1%)
		8. กลุ่มงานบริหารจัดการ (65%)

ที่มา: กระทรวงพลังงาน

[84] สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). *ยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2562*. วันที่ค้นข้อมูล 29 กรกฎาคม 2562, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/05/รวมเล่มยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุน-2562.pdf

เมื่อพิจารณากรอบการจัดสรรเงินกองทุนฯ ทั้ง 2 ระยะดังกล่าวพบว่า มีการจัดสรรเงินกองทุนฯ ใน 3 แผนหลักเช่นเดียวกันคือ แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แผนพลังงานทดแทน และแผนบริหารทางกลยุทธ์ แต่สัดส่วนของกรอบเงินที่จัดสรรในแต่ละแผนของทั้ง 2 ระยะนั้นมีสัดส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2559 กรอบวงเงินจัดสรรอยู่ที่ 7,000 ล้านบาทต่อปี ในขณะที่ช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 กรอบวงเงินที่จัดสรรนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 12,000 ล้านบาทต่อปี (รวมขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และกลุ่มงานสนับสนุนไทยนิยม ยั่งยืน) โดยสัดส่วนการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในแต่ละแผนนั้น ช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2559 ได้กำหนดสัดส่วนสำหรับแผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไว้ที่ร้อยละ 50 และปรับเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 เป็นร้อยละ 67 ส่วนแผนพลังงานทดแทนนั้นได้กำหนดสัดส่วนวงเงินการจัดสรรไว้ที่ร้อยละ 45 ในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2559 และปรับลดลงเหลือร้อยละ 30 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564 อย่างไรก็ตาม ถึงแม้สัดส่วนจะปรับลดลง แต่กรอบเงินที่ทำการจัดสรรในส่วนของแผนพลังงานทดแทนนั้นมีจำนวนเงินที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.13 กรอบการจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

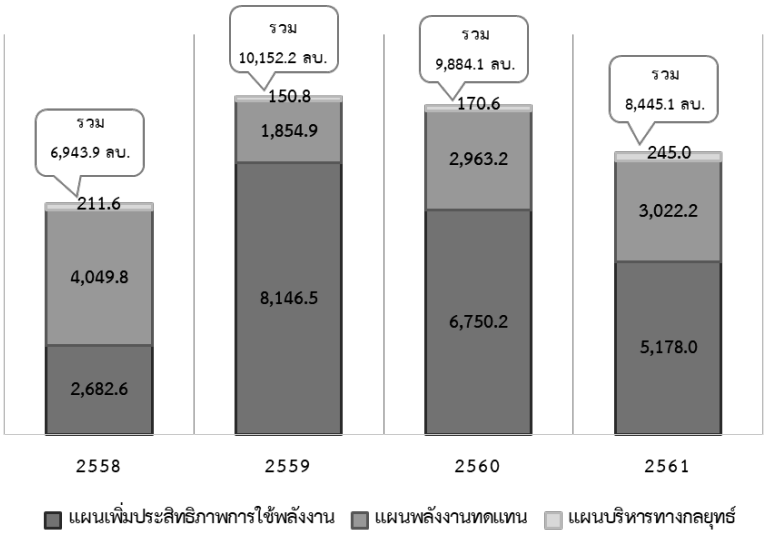
ที่มา: กระทรวงพลังงาน

สำหรับกรอบวงเงินในส่วนที่ 2 ของกองทุนฯ เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนผลักดันนโยบายสำคัญของรัฐบาล ซึ่งก็คือ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และกลุ่มงานสนับสนุนไทยนิยม ยั่งยืน ในปีงบประมาณ 2561 - 2562 คณะกรรมการนโยบายแห่งชาติได้มีมติจัดสรรกรอบวงเงินดังกล่าว โดยให้ความสำคัญกับเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

- **ปีงบประมาณ 2561** ให้ความสำคัญกับงานวิจัย/สาธิตตามนโยบายรัฐบาล New Technology/ Innovation/ Frontier ใน 6 เรื่องหลัก ด้วยกรอบวงเงิน 3,000 ล้านบาท ได้แก่ 1) Energy Data / Single Platform กำหนดจัดสรร 500 ล้านบาท 2) โรงไฟฟ้าชุมชน/พื้นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ กำหนดจัดสรร 200 ล้านบาท 3) Climate Change กำหนดจัดสรร 100 ล้านบาท 4) Energy Storage กำหนดจัดสรร 1,000 ล้านบาท 5) Smart Cities กำหนดจัดสรร 200 ล้านบาท และ 6) Bioenergy ซึ่งมิได้กำหนดวงเงินจัดสรร
- **ปีงบประมาณ 2562** ให้ความสำคัญกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้วยกรอบวงเงิน 2,148 ล้านบาท ซึ่งยังคงให้ความสำคัญกับงานวิจัย/สาธิตตามนโยบายรัฐบาล New Technology/ Innovation/ Frontier ใน 6 เรื่องหลักเช่นเดิมกับปีงบประมาณ 2561 แต่ได้มีการเพิ่มเติมในเรื่องของโรงไฟฟ้าชีวมวลเพื่อความมั่นคงใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ อย่างไรก็ตาม ในปีงบประมาณนี้ กองทุนฯ ยังได้กำหนดกรอบวงเงินสำหรับกลุ่มการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศตามโครงการไทยนิยม ยั่งยืน อีก 1,300 ล้านบาท โดยให้ความสำคัญกับกิจกรรมสร้างโอกาส ผลิตภัณฑ์ชุมชนลดใช้พลังงาน กิจกรรมสร้างการพึ่งพาตนเอง สูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และกิจกรรมสร้างภูมิคุ้มกัน ผลิตเชื้อเพลิงพลังงานชุมชน

สำหรับในปีงบประมาณ 2563 สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการจัดสรรกรอบวงเงินรวม 12,000 ล้านบาท โดยกำหนดแนวทางในการดำเนินการจัดสรรไว้ดังนี้[85]

- **แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน** กำหนดกรอบวงเงินจัดสรรไว้ที่ 7,530 ล้านบาท แบ่งเป็นการจัดสรรใน 3 กลุ่มหลักคือ 1) กลุ่มการลงทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 4,880 ล้านบาท โดยมุ่งเน้นในเรื่องของการจัดการภาคอุตสาหกรรม โรงงานและอาคารควบคุม การใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร การใช้เกณฑ์มาตรฐานและติดฉลากอุปกรณ์ การส่งเสริมอุปกรณ์พลังงานประสิทธิภาพสูง การเพิ่มประสิทธิภาพในภาคขนส่ง การบริหารจัดการและส่งเสริมอุตสาหกรรมขนาดกลางขนาดเล็ก (SMEs) และขนาดเล็กมาก (MSMEs) และการสนับสนุนโครงการในพื้นที่พิเศษ 2) กลุ่มการวิจัยพัฒนาและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 650 ล้านบาท และ 3) งบสำรองสำหรับแผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอีก 2,000 ล้านบาท
- **แผนพลังงานทดแทน** กำหนดกรอบวงเงินจัดสรรไว้ที่ 4,030 ล้านบาท แบ่งเป็น 1) กลุ่มการลงทุนเพื่อพัฒนาพลังงานทดแทน 2,570 ล้านบาท ซึ่งมุ่งเน้นในเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ/ชีวมวล/ขยะชุมชน/ขยะอุตสาหกรรม/น้ำเสียอุตสาหกรรม/พืชพลังงาน เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์รูปแบบผลิตพลังงานความร้อน และรูปแบบผลิตพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีพลังงานลม เทคโนโลยีพลังงานน้ำขนาดเล็ก เทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ เทคโนโลยีอื่น ๆ เทคโนโลยีแบบผสมผสานร่วมกัน และการสนับสนุนโครงการในพื้นที่พิเศษ 2) กลุ่มการวิจัยพัฒนา และเผยแพร่ประชาสัมพันธ์เพื่อพัฒนาพลังงานทดแทน 260 ล้านบาท และ 3) งบสำรองสำหรับแผนพลังงานทดแทน 1,200 ล้านบาท
- **แผนบริหารทางกลยุทธ์** กำหนดกรอบวงเงินจัดสรรไว้ที่ 440 ล้านบาท



ภาพที่ 4.14 วงเงินที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ช่วงปีงบประมาณ 2558 – 2561

ที่มา: ปรับปรุงจากสำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

---

[85] สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *ประกาศ สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ที่ 13/2562 เรื่อง ยุทธศาสตร์การจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2563*. วันที่ค้นข้อมูล 29 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เว็บไซต์: http://www.enconfund.go.th/pdf/index/2019061818280_ประกาศ%20ส.กทอ.%20ที่%2013-2562%20ลงวันที่%2018%20มิ.ย.%2062%20เรื่อง%20ย.pdf

จากกรอบการจัดสรรเงินกองทุนฯ ดังกล่าว เมื่อทำการสืบค้นวงเงินที่ได้รับการจัดสรรในช่วงปีงบประมาณ 2558 – 2562 นั้นพบว่า ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2560 เป็นต้นมา วงเงินที่ได้รับการจัดสรรนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง สวนทางกับวงเงินที่ได้รับการจัดสรรในช่วงปีงบประมาณ 2558 – 2559 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แนวโน้มดังกล่าวกลับสวนทางกับกรอบวงเงินที่ได้ตั้งไว้คือ 7,000 ล้านบาทต่อปี ในช่วงปีงบประมาณ 2555 – 2559 และเพิ่มขึ้นเป็น 12,000 ล้านบาทต่อปี ในช่วงปีงบประมาณ 2560 – 2564

โดยวงเงินที่ได้รับการจัดสรรในส่วนของแผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานนั้นมีจำนวนที่เพิ่มขึ้นมากจากปีงบประมาณ 2558 แต่ก็กลับลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงปีงบประมาณ 2561 เป็นต้นมา แตกต่างจากวงเงินที่ได้รับการจัดสรรตามแผนพลังงานทดแทนที่มีจำนวนวงเงินที่ได้รับการจัดสรรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้สัดส่วนของกรอบการจัดสรรกองทุนฯ ที่ตั้งเป้าหมายไว้ในช่วงปีงบประมาณ 2560 – 2564 ต้องการที่จะเพิ่มสัดส่วนวงเงินของแผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และลดสัดส่วนของแผนพลังงานทดแทนลงก็ตาม สำหรับในปีงบประมาณ 2562 ได้มีการประกาศจัดสรรวงเงินกองทุนฯ ในรอบที่ 2 แล้วกว่า 9,287.8 ล้านบาท โดยในจำนวนนี้เป็นการจัดสรรสำหรับแผนเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานไปแล้วกว่าร้อยละ 39.1 และเป็นการจัดสรรสำหรับแผนพลังงานทดแทนกว่าร้อยละ 24.2

ภาพที่ 4.15 หัวข้อการวิจัยและพัฒนาภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา: ปรับปรุงจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินจากกองทุนดังกล่าวในปีงบประมาณ 2562 (รอบ 2) นั้น ส่วนใหญ่เป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมไปใช้ประโยชน์ เช่น ระบบสูบน้ำ ระบบผลิตไฟฟ้า ระบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ และกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ โครงการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานทดแทนก็มีจำนวนโครงการที่ได้รับจัดสรรทุนมากเช่นเดียวกัน ในส่วนของโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการพลังงาน เช่น การลดใช้พลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยระบบ Internet of Things (IoT) และระบบไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมระบบ IoT ก็เป็นโครงการอีกประเภทหนึ่งที่มียื่นขอและได้รับการจัดสรรทุนเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน แต่ที่น่าสังเกตคือ โครงการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน และเซลล์เชื้อเพลิง (Energy Storage & Fuel Cell) และโครงการที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ทกริด และระบบไมโครกริด (Smartgrid & Microgrid) กลับมีจำนวนโครงการที่ได้รับการจัดสรรทุนน้อยกว่าโครงการประเภทอื่น ๆ โดยมีเพียงประเภทละ 2–3 โครงการเท่านั้น[86]

เมื่อนำข้อมูลหน่วยงานที่เคยได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัยศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในช่วงปีงบประมาณ 2558 – 2562 มาพิจารณาโดยแยกตามประเด็นวิจัยในหัวข้อต่าง ๆ นั้นพบข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้[87]

พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) จะเห็นได้ว่า งานค้นคว้าวิจัยในกลุ่มของพลังงานหมุนเวียนมีสถาบันการศึกษาที่ทำการศึกษาเป็นจำนวนมาก โดยสามารถแบ่งประเด็นวิจัยได้เป็น 4 กลุ่มหลัก คือ

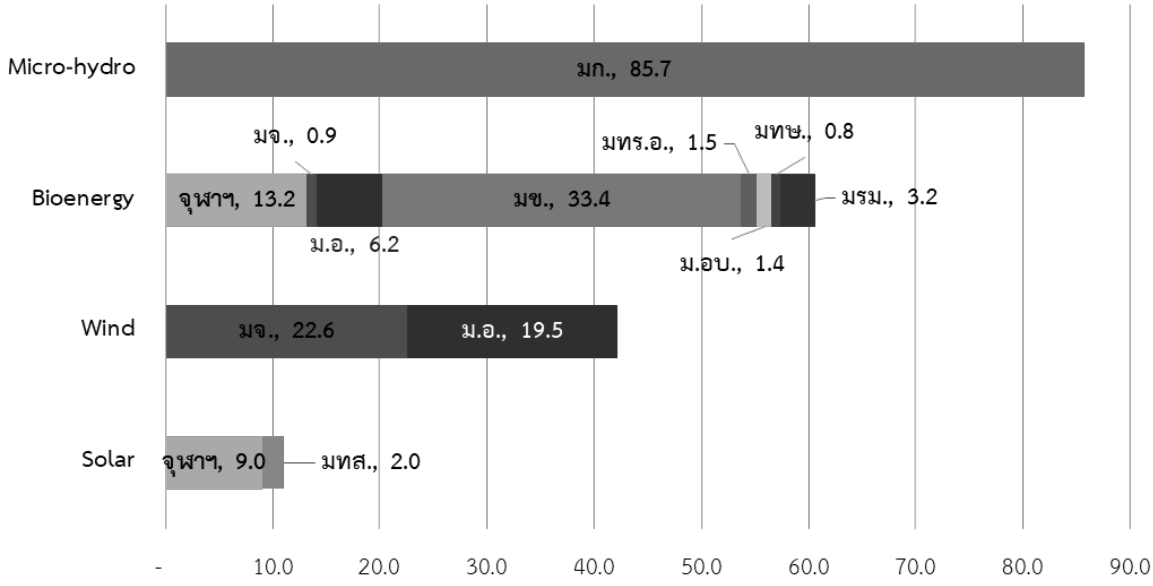
- Micro-hydro: จากการพิจารณาตัวอย่างของหน่วยงานที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อศึกษาวิจัยในประเด็นนี้พบว่า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นสถาบันการศึกษาที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในประเด็นดังกล่าว โดยทำการศึกษาการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำ
- Bioenergy: จะเห็นได้ว่า การศึกษาวิจัยในประเด็นนี้ได้รับความสนใจจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นสถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในประเด็นของพลังงานชีวภาพเป็นจำนวนมาก โดยงานค้นคว้าวิจัยที่มุ่งเน้นนั้นมีทั้งเรื่องของการเพิ่มศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ การปรับปรุงและผลิตก๊าซไบโอมีเทนเหลว และระบบก๊าซชีวภาพอัจฉริยะ เป็นต้น ส่วนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอีกสถาบันการศึกษาหนึ่งที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ นั้น มีการศึกษาวิจัยในหลากหลายประเด็นด้วยกัน เช่น การแปรรูปชีวมวลประเภทยอดและใบอ้อยเป็นไบโอออยล์ การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม และการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพจากน้ำมันปาล์ม เป็นต้น
- Wind: เรื่องพลังงานลมนั้นมีเพียง 2 สถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยประเด็นวิจัยที่มุ่งเน้นคือเรื่อง การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้า และการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม (Wind Map) ตามลำดับ

---

[86] กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *ประกาศผลพิจารณาโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2562 (รอบ 2).* วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2562, จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เว็บไซต์: http://www.enconfund.go.th/pdf/index/โครงการที่ได้รับการสนับสนุนเงินกองทุนฯ 2562.pdf

[87] ข้อมูลที่นำมาศึกษานั้นประกอบไปด้วย โครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในปีงบประมาณ 2558, 2559, 2561 (รอบ 2) และโครงการที่ได้รับเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2562 (รอบ 2)

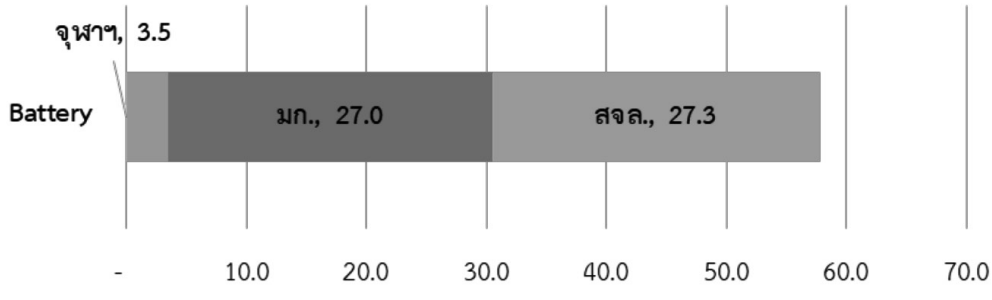
- Solar: ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในหัวข้อพลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีเพียงจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับประเด็นวิจัยที่มุ่งเน้นคือ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ก่อกำเนิดพลังงานให้แบตเตอรี่ และการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากแผ่นเซลล์ที่เสื่อมสภาพ ตามลำดับ



ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Renewable Energy

ที่มา: ปรับปรุงจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage): จากการศึกษาข้อมูลโครงการที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ พบว่ามี 3 สถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินเพื่องานค้นคว้าวิจัยในประเด็นนี้ ได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการศึกษาในประเด็นแผนภูมิทางภูมิศาสตร์ของสถานีชาร์จแบตเตอรี่และศูนย์กระจายแบตเตอรี่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศึกษาในเรื่องการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีแบตเตอรี่แบบเปลี่ยนได้ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาในประเด็นการรีไซเคิลแบตเตอรี่

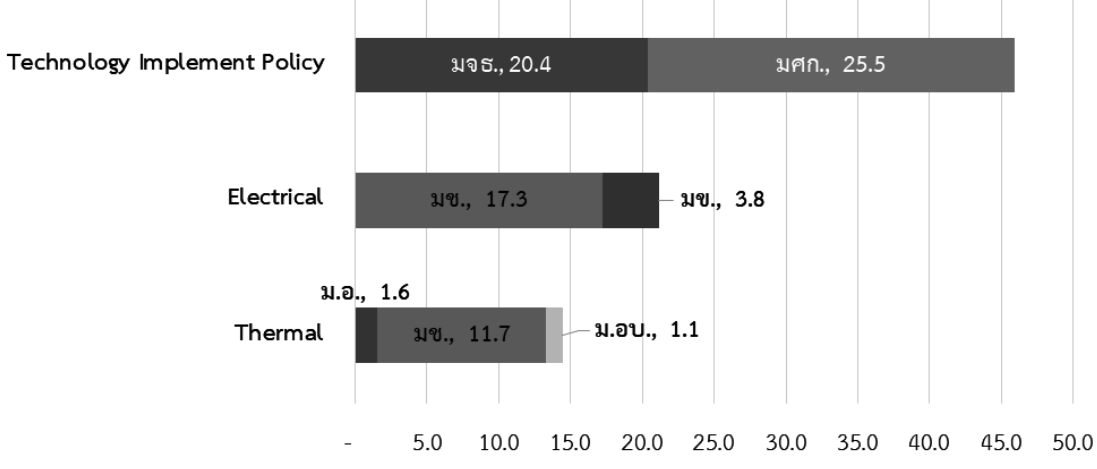


ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Energy Storage

ที่มา: ปรับปรุงจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency): ภาพรวมของเงินกองทุนฯ ที่จัดสรรออกไปนั้นจะมุ่งเน้นในเรื่องของการนำเงินไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในพื้นที่ต่าง ๆ แต่สำหรับเงินกองทุนฯ ที่จัดสรรเพื่อใช้ในงานค้นคว้าวิจัยนั้น ถึงแม้จะมีจำนวนสถาบันการศึกษาที่ให้ความสนใจไม่มากเท่าประเด็นอื่น ๆ แต่ก็ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในจำนวนมากเช่นเดียวกัน โดยประเด็นที่มีการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- Electrical: การศึกษาวิจัยเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นสถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในประเด็นนี้มากที่สุด โดยหัวข้อที่ทำการศึกษานั้นคือ การประหยัดพลังงานในตู้แช่เย็นแสดงสินค้า การศึกษาและคาดการณ์โครงสร้างการใช้พลังงานในภาคครัวเรือน และการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารของรัฐ ส่วนหัวข้อวิจัยที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นทำการศึกษานั้นคือ ระบบโลจิสติกส์เพื่อการลดพลังงานในกระบวนการผลิตและการกระจายสินค้าของอุตสาหกรรม
- Thermal: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ยังคงเป็นสถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อศึกษาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานความร้อนมากที่สุด โดยหัวข้อที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทำการศึกษานั้นประกอบด้วย การพัฒนาเตาทอดอาหารด้วยก๊าซหุงต้มประสิทธิภาพสูง และการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเตาเผาเซรามิกด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติและระบบ IoT ในส่วนของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีนั้น ศึกษาในหัวข้อการเพิ่มประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบถังหมุนสำหรับอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และการลดการใช้แก๊สแอลพีจีในอาคารควบคุมภาครัฐ ตามลำดับ
- Technology Implement Policy: มี 2 สถาบันการศึกษาที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อศึกษาในประเด็นดังกล่าว คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทำการศึกษาในหัวข้อการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำในภาคอุตสาหกรรม การจัดทำแผนปฏิบัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยผู้ให้บริการไฟฟ้า (Energy Efficiency Resource Standard : EERS) และมหาวิทยาลัยศิลปากร ทำการศึกษาในหัวข้อการจัดทำคู่มือกระบวนการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายในการกำหนดนโยบายด้านกิจการพลังงาน

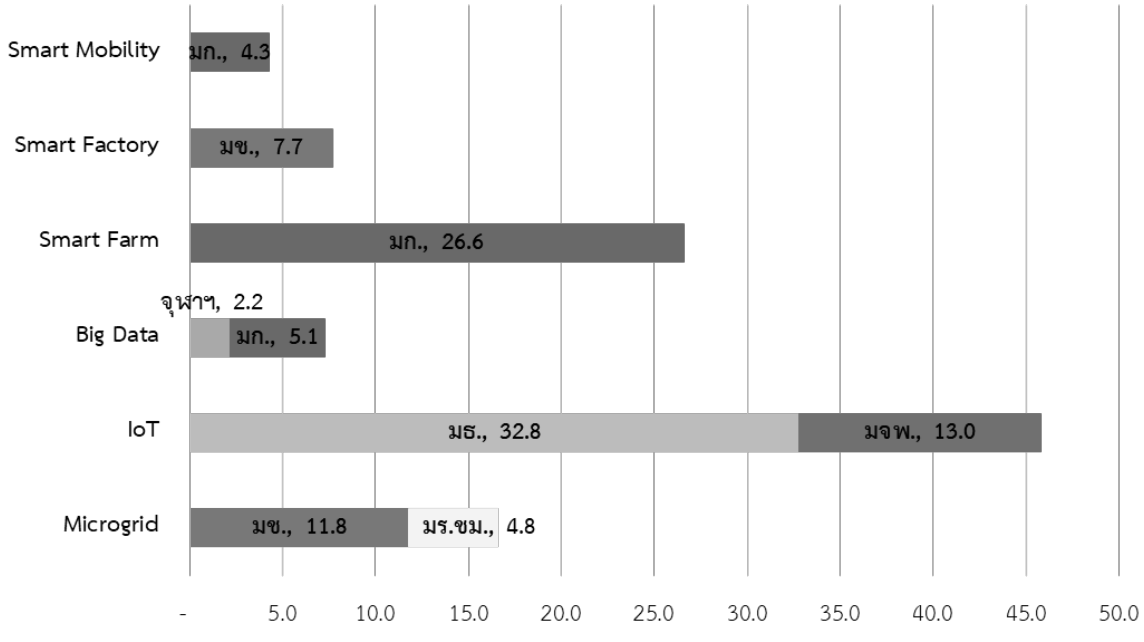


ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน Energy Efficiency

ที่มา: ปรับปรุงจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

การบริหารจัดการพลังงาน (System Integration & Energy Management): ประเด็นเรื่องการบริหารจัดการพลังงานนั้น นับได้ว่าเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ได้รับความสนใจ รวมถึงได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เป็นจำนวนมาก โดยมีสถาบันการศึกษาที่ให้ความสนใจในประเด็นนี้มากถึง 6 แห่ง ดังมีรายละเอียดดังนี้

- IoT: นับได้ว่าเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจและได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เป็นจำนวนมาก โดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็น 2 สถาบันการศึกษาที่ให้ความสนใจและได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ ในประเด็นดังกล่าว ซึ่งประเด็นที่ศึกษานั้นมีทั้งเรื่องของการพัฒนาต้นแบบระบบอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งแบบชาญฉลาดสำหรับจัดการแบตเตอรี่แบบเปลี่ยนได้ และการจัดการพลังงานอัจฉริยะโดยใช้การตอบสนองด้านโหลดด้วยเทคโนโลยี IoT ตามมาตรฐานสมาร์ทกริด OpenADR ตามลำดับ
- Microgrid: สถาบันการศึกษาที่ศึกษาเรื่องนี้ได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งทำการศึกษาในหัวข้อระบบบริหารจัดการระบบไมโครสมาร์ทกริดและระบบสมาร์ทกริด และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ทำการศึกษาในหัวข้อการพัฒนาศูนย์ควบคุมแบบ Real-time Monitoring System เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรใน Smart Community สำหรับชุมชน
- Big Data: เป็นประเด็นวิจัยและพัฒนาที่อาจยังไม่ได้รับความสนใจและมีจำนวนเงินที่จัดสรรไม่มากนัก โดยสถาบันการศึกษาที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อศึกษาในประเด็นนี้คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งทำการศึกษาในหัวข้อการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) โดยใช้การจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาศักยภาพต้นแบบเมืองอัจฉริยะด้านพลังงานในการบริหารจัดการความเย็นและความร้อนร่วมกับระบบ District Cooling and Heating ที่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติบนฐานของ Machine Learning สำหรับกลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่



ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ ในกลุ่มงานค้นคว้าวิจัย ศึกษาเพื่อการพัฒนาและส่งเสริมในปีงบประมาณ 2558 – 2562 ทางด้าน System Integration & Energy Management

ที่มา: ปรับปรุงจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

2. กองทุนพัฒนาไฟฟ้า

จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 โดยมีคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ทำหน้าที่เสนอนโยบายการนำส่งเงินและการใช้จ่ายเงินกองทุนฯ โดยมีคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ทำหน้าที่ในการออกระเบียบ ประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการนำส่งเงินและการใช้จ่ายเงินกองทุนฯ ให้สอดคล้องกับนโยบายของ กพช. อีกทั้งยังมีสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สกพ.) เป็นผู้ทำหน้าที่รับเงิน จ่ายเงิน เก็บรักษา และบริหารจัดการเงินกองทุนฯ ตามระเบียบที่ กกพ. กำหนด สำหรับวัตถุประสงค์ของกองทุนพัฒนาไฟฟ้านั้น ประกอบด้วย 1) เป็นทุนสนับสนุนให้มีการให้บริการไฟฟ้าไปยังท้องที่ต่าง ๆ อย่างทั่วถึง 2) กระจายความเจริญไปสู่ท้องถิ่น 3) พัฒนาชุมชนในท้องถิ่นที่ได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานของโรงไฟฟ้า 4) ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย โดยคำนึงถึงความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติและสร้างความเป็นธรรมให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า[88]

ในส่วนของแหล่งที่มาของเงินกองทุนฯ นั้นมาด้วยกันจาก 4 แหล่งคือ[89] 1) เงินที่ได้รับจากผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าตามระเบียบที่ กกพ. กำหนดภายใต้กรอบนโยบายของ กพช. 2) เงินค่าปรับจากผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าที่กระทำการฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามที่ กกพ. กำหนด 3) เงินหรือทรัพย์สินที่มีผู้บริจาคให้ และ 4) ดอกผลหรือประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากเงินหรือทรัพย์สิน โดยการใช้จ่ายเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้านั้นจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจการตามมาตรา 97 ของพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 ซึ่งมาตราที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาและเปิดโอกาสให้หน่วยงานต่าง ๆ สามารถขอรับเงินกองทุนฯ ได้นั้นคือ มาตรา 97(4) การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน และเทคโนโลยีในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ดังมีรายละเอียดของกรอบงบประมาณตามมาตราดังกล่าว ดังนี้[90]

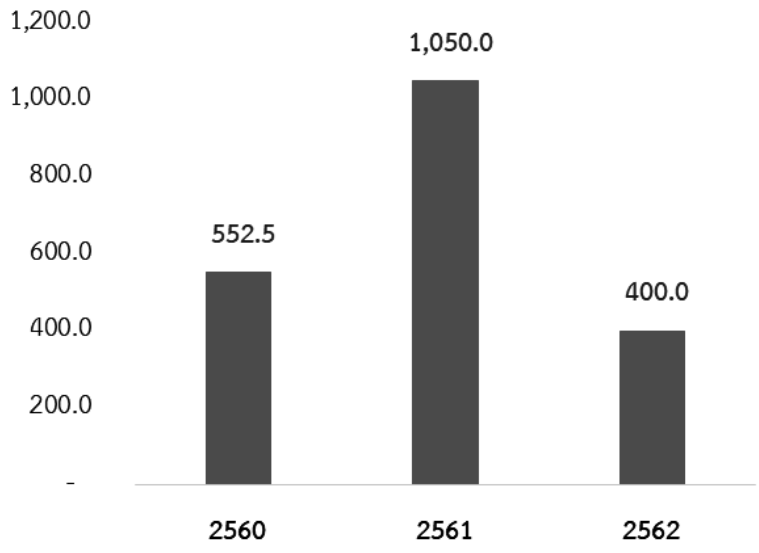
- ส่งเสริม และสาธิตการใช้พลังงานหมุนเวียนในการประกอบกิจการไฟฟ้า (ไม่เกินร้อยละ 30)
- พัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีในการประกอบกิจการไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (ไม่เกินร้อยละ 30)
- งานศึกษา และวิจัย ด้านพลังงานหมุนเวียน และเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (ไม่เกินร้อยละ 25)
- แผนงานการบริหารจัดการ เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายสนับสนุนการปฏิบัติงาน (ไม่เกินร้อยละ 15)

---

88 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. *ความเป็นมากองทุนพัฒนาไฟฟ้า*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/StaticPage/StaticPage.aspx?p=2&Tag=ความเป็นมากองทุนพัฒนาไฟฟ้า&muid=2&prid=8.

89 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2562). *คู่มือ 97 (5) เพื่อการส่งเสริมสังคมและประชาชนให้มีความรู้ ความตระหนักและมีส่วนร่วมทางด้านไฟฟ้า*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/97_5/Manual%2097(5)%20-%202562%20Online-new.pdf

90 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. *กองทุนมาตรา 97(4)*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/StaticPage/StaticPage.aspx?p=118&Tag=กองทุนมาตรา%2097(4)&muid=186&prid=190



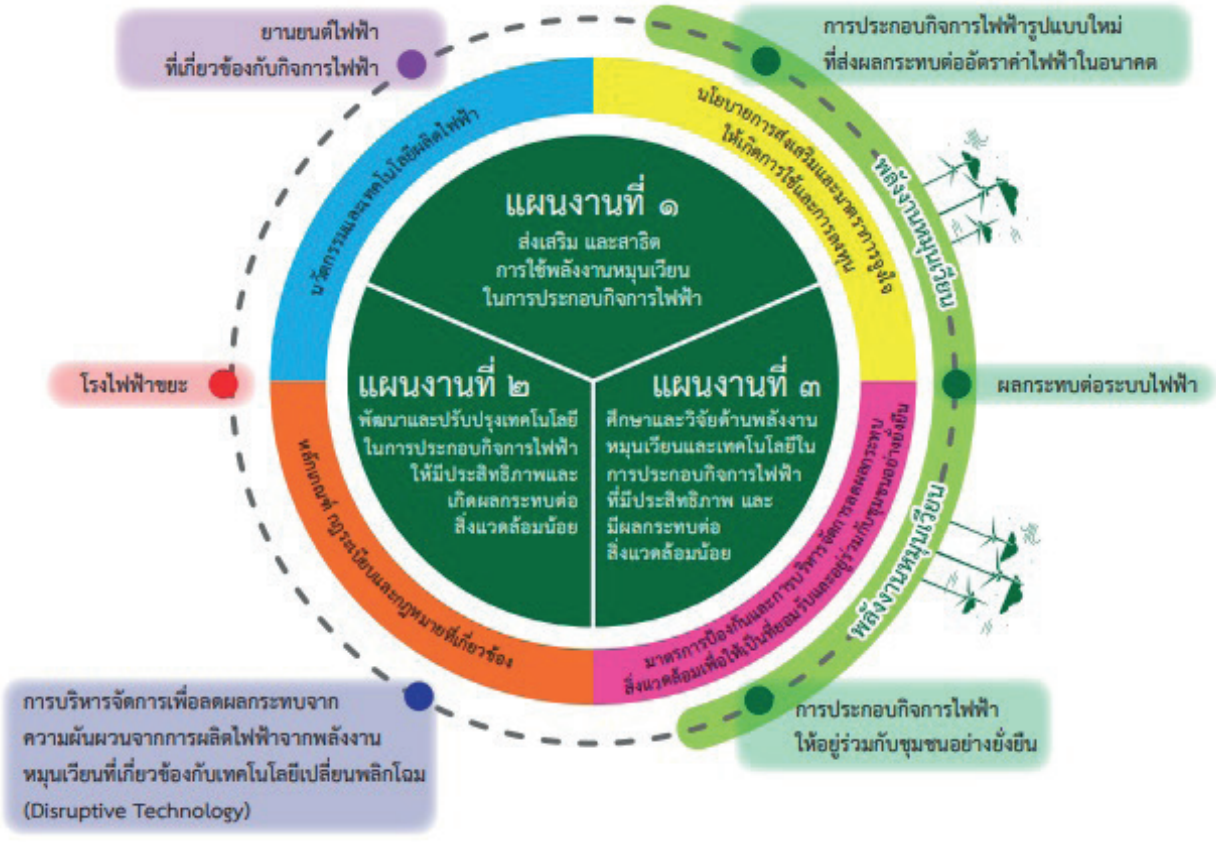
ภาพที่ 4.20 กรอบวงเงินที่เปิดรับการจัดสรรของกองทุนพัฒนาไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2560 – 2562

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

เมื่อพิจารณากรอบวงเงินที่เปิดรับการจัดสรรของกองทุนพัฒนาไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2560 – 2562 พบว่า กรอบวงเงินในส่วนของการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (มาตรา 97(4)) นั้นมีกรอบวงเงินที่ไม่คงที่ โดยในปี 2561 กำหนดกรอบวงเงินไว้ที่ 1,050 ล้านบาท แต่กลับปรับลดเหลือเพียง 400 ล้านบาท ในปี 2562 อย่างไรก็ตาม สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานได้มีการกำหนดประเด็นวิจัยในเรื่องของการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (มาตรา 97(4)) โดยกรอบการสนับสนุน (Theme) ในปี 2562 นี้ ประกอบไปด้วย 4 เรื่องหลักคือ[91]

- พลังงานหมุนเวียน
- การบริหารจัดการเพื่อลดผลกระทบจากความผันผวนจากการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานหมุนเวียนที่เกี่ยวข้อง (Disruptive Technology)
- โรงไฟฟ้าขยะ
- ยานยนต์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับกิจการไฟฟ้า

[91] สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2562). *คู่มือการขอรับการสนับสนุนเงินกองทุนไฟฟ้าตามมาตรา 97(4).* วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/97_4/คู่มือ%2097(4)%20เล่มเล็ก%20final.pdf



ภาพที่ 4.21 กรอบการสนับสนุน (Theme) เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ปีงบประมาณ 2562

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

จากการศึกษาหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าตามมาตรา 97(4) พบว่า ในปีงบประมาณ 2560 มีผู้ขออนุมัติโครงการจำนวน 724 โครงการ แต่มีโครงการที่ได้รับอนุมัติจัดสรรเงินเพียง 4 โครงการ ส่วนปีงบประมาณ 2561 มีโครงการที่ขออนุมัติจำนวน 73 โครงการ โดยมีโครงการที่ได้รับอนุมัติจัดสรรเงินเพียง 4 โครงการเท่านั้น สำหรับรายละเอียดของหน่วยงานและโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ มีดังนี้

พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy): มีหน่วยงานและโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยมากที่สุด แบ่งเป็น

- Bioenergy: โดยหน่วยงานที่ได้รับจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อศึกษาในประเด็นนี้คือ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ[92] ทำการศึกษาการพัฒนาเยื่อเลือกผ่านและระบบเยื่อเลือกผ่านเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ และศูนย์วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์ กรมวิชาการเกษตร[93] ทำการศึกษาเพิ่มศักยภาพการผลิตแม่พันธุ์ต้นเลาสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล
- Solar: เป็นการศึกษาเรื่องการใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และระบบกักเก็บพลังงานในพื้นที่ห่างไกล ดำเนินการโดยมูลนิธิพลังงานไร้พรมแดน[94]
- Micro-hydro: โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งทำการศึกษารูปแบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน[95]

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage): มีหน่วยงานที่ได้รับการจัดสรรกองทุนฯ เพียงหน่วยงานเดียวคือ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ซึ่งทำการศึกษาการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานเพื่อลดผลกระทบจากความผันผวนของพลังงานทดแทนต่อระบบไฟฟ้ากำลัง[96]

เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency): มีหน่วยงานที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนฯ เพียงแห่งเดียวคือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยทำการศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าโคเจนเนอเรชั่น[97]

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาข้อมูลการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยวิจัยภาครัฐ ภาคเอกชน และการให้ทุนของทั้ง 2 กองทุนดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ไทยยังไม่มีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานโดยเฉพาะ โดยหน่วยวิจัยด้านพลังงานของไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในสังกัดมหาวิทยาลัยหรือเป็นส่วนหนึ่งของคณะที่เกี่ยวข้อง หรือมิเช่นนั้นก็เป็นหน่วยหนึ่งของสถาบันวิจัยของรัฐ รัฐวิสาหกิจทางด้านพลังงาน และหน่วยงานเอกชน ในส่วนของงบประมาณการวิจัยและพัฒนานั้น หน่วยวิจัยที่อยู่ในสังกัดมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่จะได้รับงบประมาณจากมหาวิทยาลัยและการหาทุนจากแหล่งทุนภายนอก ซึ่งจำนวนเงินงบประมาณอาจยังไม่มีตัวเลขที่เปิดเผยมากนัก ขณะที่หน่วยวิจัยของภาคเอกชนได้รับการสนับสนุนงบประมาณ โครงสร้างพื้นฐาน และบุคลากรสำหรับการวิจัยและพัฒนาเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับหน่วยวิจัยที่อยู่ในสังกัดมหาวิทยาลัย

---

92 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/Law/7-60-11-30_1.pdf

93 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2561). ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาอนุมัติโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/News/NewsDetail.aspx?rid=74799&CatId=1&muid=5&prid=26

94 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). อ้างแล้ว.

95 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). อ้างแล้ว.

96 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2561). อ้างแล้ว.

97 สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). อ้างแล้ว.

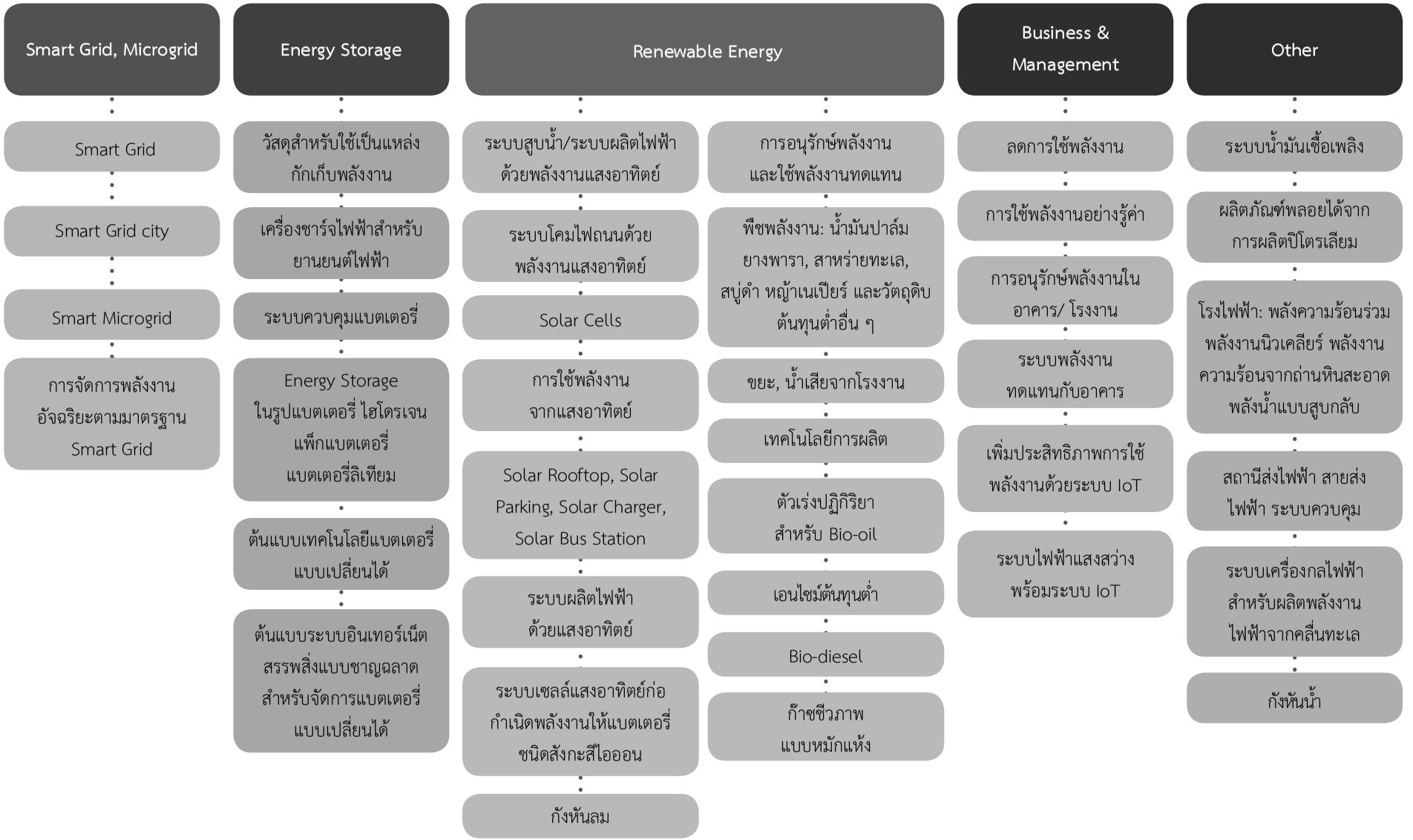
สำหรับประเด็นการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยงานวิจัยในประเทศไทย จากการศึกษาข้อมูลพบว่า การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของไทยสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ 1) สมาร์ทกริด และระบบไมโครกริด (Smart Grid & Microgrid) 2) เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) 3) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และ 4) การบริหารจัดการพลังงาน (Business & Management) โดยประเด็นที่หน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยให้ความสนใจนั้นมีด้วยกัน 3 กลุ่มหลัก ๆ คือ พลังงานหมุนเวียน เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน และการบริหารจัดการพลังงาน โดยในกลุ่มของพลังงานหมุนเวียนนั้น พลังงานแสงอาทิตย์นับได้ว่าได้รับความสนใจในการวิจัยและพัฒนาเป็นอย่างมาก ซึ่งการวิจัยและพัฒนาในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาปรับเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำพลังงานดังกล่าวมาประยุกต์และใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) มาประยุกต์เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Solar Rooftop สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในที่พักอาศัย อาคาร และโรงงานอุตสาหกรรม Solar Charger และ Solar Bus Station เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในชุมชน นอกจากนี้ ยังมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กับระบบต่าง ๆ เช่น ระบบสูบน้ำ ระบบโคมไฟถนน และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตาม ไทยยังให้ความสนใจเรื่องพลังงานลมไม่มากเท่าที่ควร โดยการวิจัยและพัฒนาที่พบนั้นจะเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากังหันลมมากกว่าการวิจัยและพัฒนาในประเด็นอื่น ๆ

ส่วนประเด็นการวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ที่ได้รับความสนใจในประเด็นอื่น ๆ นั้น ได้แก่ การวิจัยเพื่อค้นหาพืชพลังงาน เช่น สาหร่าย สบู่ดำ หญ้าเนเปียร์ หรือแม้แต่การวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบต้นทุนต่ำอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงาน รวมถึงการนำเอาของเสีย หรือของเหลือทิ้งจากภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมมาใช้ในการผลิตพลังงาน นอกจากนี้ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนนั้นก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ได้รับความสนใจในการวิจัยและพัฒนามากพอสมควร

เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ก็เป็นอีกหนึ่งกลุ่มการวิจัยที่ไทยให้ความสนใจ โดยเฉพาะในเรื่องของการพัฒนาวัสดุสำหรับใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงาน และชนิดของแหล่งกักเก็บพลังงาน เช่น การวิจัยและพัฒนาแพ็กแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ลิเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ การวิจัยในเรื่องเครื่องชาร์จไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกหนึ่งการวิจัยที่ไทยให้ความสำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

สำหรับกลุ่มการวิจัยทางด้านการบริหารจัดการพลังงานนั้น จากการศึกษาพบว่า การวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นไปในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน การลดใช้พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน

ในส่วนของกลุ่มการวิจัยทางด้านสมาร์ทกริด และระบบไมโครกริดนั้น ถึงแม้จะมีการวิจัยและพัฒนาในไทย แต่ก็ยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับการวิจัยและพัฒนาในกลุ่มอื่น ๆ



ภาพที่ 4.22 การวิจัยและพัฒนาทางด้านพลังงานของไทย

ที่มา: รวบรวมโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทที่ 5
ขีดความสามารถและแผนงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช.

สวทช. มีการดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานมาอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มดำเนินการวิจัยด้านพลังงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ภายใต้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ต่อมาระหว่างปี พ.ศ. 2541 - 2544 ได้มีการยกระดับการจัดตั้งเป็น โครงการศูนย์เทคโนโลยีพลังงานและเทคโนโลยีสะอาด (ENTech) เพื่อดำเนินการวิจัยด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ในขณะเดียวกัน ปี พ.ศ. 2539 ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ได้เริ่มงานวิจัยทางด้านไฟฟ้าเคมี และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง คือไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิง จนนำไปสู่การจัดตั้งกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเซรามิกส์เพื่อพลังงานในปี พ.ศ. 2546 และยกระดับขีดความสามารถของงานวิจัยด้านพลังงานจนก่อตั้งเป็นหน่วยวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน ในปี พ.ศ. 2548

ปัจจุบัน การวิจัยด้านพลังงานหลักของสวทช. อยู่ภายใต้การดำเนินงานของ 2 กลุ่มวิจัยหลัก ได้แก่ กลุ่มวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และทีมวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภายใต้กลุ่มวิจัยอุปกรณ์สเปกโทรสโกปีและเซนเซอร์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) นอกจากนั้นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงานบางส่วนยังดำเนินการอยู่ภายใต้ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) และศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC)

ผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่ สวทช. ดำเนินการตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันกว่า 500 โครงการ สร้างมูลค่าผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมจำนวน 12,608.26 ล้านบาท[98] ประกอบด้วยงานวิจัยที่ดำเนินการเอง ร่วมวิจัยกับหน่วยงานภายนอก และการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถแยกประเภทของผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน ออกเป็น 3 ประเภท คืองานเขียนทางวิชาการ ทรัพย์สินทางปัญญา และต้นแบบ มีผลงานรวมทั้งสิ้น 1,746 รายการ แบ่งเป็นต้นแบบ 123 ต้นแบบ ทรัพย์สินทางปัญญา 199 คำขอ และงานเขียนทางด้านวิชาการ 1,424 บทความ จากผู้ผลิตผลงานกว่า 1,300 คน และเป็นบุคลากรภายในของ สวทช. ในปัจจุบันจำนวน 384 คน[99]

---

[98] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562). Strategic Planning Alliance รายงานผลผลิตเชิงปริมาณ. วันที่ค้นข้อมูล 30 เมษายน 2562, จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เว็บไซต์ https://central.nstda.or.th/spa/pbd/index.php

[99] จากข้อมูลอัตรากำลังคน สวทช. ณ 30 กันยายน 2561

5.1 ผลงานต้นแบบ จำนวน 123 เรื่อง แบ่งตามสาขา ดังนี้

ผลงานด้าน Solar Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 45 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 55 ต้นแบบ โดยเป็นสัดส่วนของต้นแบบเชิงพาณิชย์ร้อยละ 15 ซึ่งตัวอย่างต้นแบบเชิงพาณิชย์ ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ เพื่อนำไปใช้กับหลอดไฟส่องสว่าง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 3 เมกะวัตต์ เครื่องลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ เซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้างแผ่นปิดหลังด้วยเทดลาร์เพื่อติดตั้งในศูนย์การเรียนชุมชนไทยภูเขาในพื้นที่โครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพฯ จำนวน 36 แห่ง เซลล์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมองทะลุผ่านที่มีสีสันสวยงาม สารเคลือบผิวดูดซับความร้อนของแผงพลังงานรวมแสงอาทิตย์แบบพาราโบลิค เทคโนโลยีการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดรอยต่อเฮเทอโรบนฐานรองผลึกเดี่ยวซิลิคอนชนิดเอ็น เป็นต้น

ผลงานด้าน Biomass and Bioenergy มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 16 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 20 ต้นแบบ โดยเป็นสัดส่วนของต้นแบบเชิงพาณิชย์ร้อยละ 20 สำหรับตัวอย่างต้นแบบเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ระบบสมองกลควบคุมเครื่องยนต์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล กระบวนการแปรรูปน้ำมันไก่จากน้ำเสียโรงงานเป็นไบโอดีเซล เครื่องกำจัดขยะพลาสติกด้วยกระบวนการทางความร้อนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ (ขนาด 1 ตันผลปาล์มต่อชั่วโมง) และมีต้นแบบระดับภาคสนามของชุดทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลอย่างง่ายที่เหมาะกับชุมชนและอุตสาหกรรมผู้ผลิตซึ่งประกอบด้วย ชุดทดสอบความหนาแน่นและความหนืดของไบโอดีเซล ชุดทดสอบความเป็นกรดของไบโอดีเซล และชุดทดสอบค่าไอโอดีนของไบโอดีเซล เป็นต้น

ผลงานด้าน Energy Storage Devices มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 11 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 14 ต้นแบบ โดยเป็นสัดส่วนของต้นแบบเชิงพาณิชย์ร้อยละ 14 ซึ่งตัวอย่างต้นแบบเชิงพาณิชย์ดังกล่าว ได้แก่ เครื่องควบคุมการจ่ายพลังงานของกังหันลมเพื่อประจุแบตเตอรี่ คาร์บอนนำไฟฟ้าเพื่อใช้งานในลิเทียมไอออนแบตเตอรี่ เป็นต้น

ผลงานด้าน Energy Materials มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 10 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 12 ต้นแบบ โดยเป็นสัดส่วนของต้นแบบเชิงพาณิชย์ร้อยละ 8 สำหรับตัวอย่างต้นแบบเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ต้นแบบรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กติดตั้งแผ่นเกราะกันกระสุน ซึ่งเป็นการพัฒนาเกราะแข็งน้ำหนักเบาสำหรับการใช้งานด้านยุทโธปกรณ์ทางทหารในกองทัพไทย เป็นต้น

ผลงานด้าน Electric Power มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 7 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 8 ต้นแบบ โดยเป็นสัดส่วนของต้นแบบเชิงพาณิชย์ร้อยละ 13 ตัวอย่างต้นแบบเชิงพาณิชย์ดังกล่าว ได้แก่ Platinum Diffusion Process Optimization for Fast-Recovery Power Diode Fabrication โดยการพัฒนากระบวนการผลิตและการออกแบบซีมอส (CMOS) สำหรับไมโครเซ็นเซอร์และวงจรรวมเพื่อประยุกต์ใช้งานเฉพาะด้าน เป็นต้น

ผลงานด้าน Fuel Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 6 ของต้นแบบรวม หรือนับเป็นจำนวน 7 ต้นแบบ โดยเป็นต้นแบบในระดับภาคสนาม คือต้นแบบที่มีคุณลักษณะเฉพาะในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่ ต้นแบบสแต็กเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อขนาด 1 กิโลวัตต์ โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีที่ใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าโดยตรง เพื่อใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในบ้านเรือนหรือชุมชน และเครื่องผลิตไอน้ำด้วยอัลตราโซนิคสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน เป็นต้น โดยข้อมูลจำนวนผลงานด้านต้นแบบในแต่ละประเภทแยกตามสาขาดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลงานที่เป็นต้นแบบด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 - 2562

สาขา	ต้นแบบเชิงพาณิชย์ (ต้นแบบ)	ต้นแบบภาคสนาม (ต้นแบบ)	ต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ (ต้นแบบ)	ต้นแบบรวม
Biomass and Bioenergy	4	8	8	20
Electric Power	1		7	8
Energy Distribution Systems			1	1
Energy Materials	1	3	8	12
Energy Storage Devices	2	6	6	14
Fuel Cell		2	5	7
Renewables		1	3	4
Solar Cell	8	19	28	55
Wind			2	2
รวมผลงานด้านต้นแบบ	**16**	**39**	**68**	**123**

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

5.2 ผลงานในส่วนทรัพย์สินทางปัญญา 199 คำขอ แบ่งตามสาขา ดังนี้

ผลงานด้าน Solar Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 34 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 68 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 78 ตัวอย่างสิทธิบัตรดังกล่าว ได้แก่ ขั้วนำไฟฟ้าโปร่งแสงและวิธีสร้างพื้นผิวด้วยวิธีการขัดเพื่อใช้เป็นวัสดุฐานรองในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์จากโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล่องรวมสายไฟและอุปกรณ์เชื่อมต่อสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขั้วไฟฟ้าด้านหลังของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ชนิดย้อมสีไวแสงจากแพลตินัมผสมและอิเล็กโตรไลต์ของเหลวไอออนิกของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ชนิดย้อมสีไวแสงจากการวิจัยและพัฒนาวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกจากฟิล์มบางเพื่อเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์ซ้อนสองชั้น เซลล์แสงอาทิตย์ที่ชั้นของโลหะเงินของขั้วไฟฟ้าที่หนึ่งเคลือบด้วยวิธีพิมพ์สกรีน ชั้นรอยต่อซิงค์ออกไซด์ในขั้วไฟฟ้าชั้นที่หนึ่งของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง เครื่องทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ระบบและวิธีการจัดการพลังงานสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ พื้นผิวเพื่อเพิ่มการกักเก็บแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอิสระ แผ่นหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกระบวนการตรวจสอบความบกพร่องของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบและวิธีการพยากรณ์พลังงานแสงอาทิตย์แบบเป็นแถบ กระบวนการคาดการณ์กำลังการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ กรรมวิธีการเตรียมขั้วไฟฟ้าส่วนบนสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Dye-sensitized Solar Cell) การพัฒนาโฟโตอิเล็กโทรดสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง เครื่องทำน้ำร้อนและผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอน เครื่องทำอากาศร้อนและผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอน สูตรผสมฟิล์มพอลิเมอร์โปร่งแสงและกรรมวิธีการผลิตฟิลม์พอลิเมอร์โปร่งแสง ขั้วไฟฟ้าด้านล่างของเซลล์แสงอาทิตย์และกระบวนการสร้างขั้วไฟฟ้า กระจกเคลือบขั้วนำไฟฟ้าโปร่งแสง

ออกไซด์ด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบการคาดการณ์กำลังการผลิตไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในเขตร้อน อุปกรณ์ปลดล็อคคอนเน็คเตอร์สำหรับตรวจสอบคุณสมบัติกระแสและแรงดันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ระดับสตริงแบบกลางแจ้ง เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีสีสัน ระบบติดตามดวงอาทิตย์ กระบวนการสร้างโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีสีสันและโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์การชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดกะทัดรัดและพกพาสะดวก เครื่องจักรผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำ ฟอสเฟสพอลิเมอร์ นาโนคอมพอสิทที่มีส่วนประกอบของบล็อคโคพอลิเมอร์ที่ใช้สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนบนฐานรองที่โค้งงอได้ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริด เป็นต้น

ผลงานด้าน Biomass and Bioenergy มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 20 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 39 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 59 ตัวอย่างสิทธิบัตรดังกล่าว ได้แก่ ชุดทดสอบความหนาแน่นของไบโอดีเซล กรรมวิธีการวัดปริมาณกลีเซอรีนอิสระในไบโอดีเซล ระบบการผลิตไบโอดีเซลด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ผ่านการเร่งปฏิกิริยาที่สามารถเลือกได้ทั้งทรานส์เอสเทอริฟิเคชันและปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันภายใต้ภาวะความดันบรรยากาศและภายใต้ภาวะกึ่งวิกฤตของเมทานอล ตัวเร่งปฏิกิริยาชีวภาพสำหรับกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ระบบการปรับเปลี่ยนการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและไบโอดีเซลโดยอัตโนมัติสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด ระบบแปรรูปน้ำเสียเป็นพลังงานแบบชีวภาพที่ทำงานได้อิสระ ระบบการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์จากเปลือกไข่ กระบวนการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดินัมออกไซด์สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนสังเคราะห์ กระบวนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นวัสดุคาร์บอนที่มีค่าพลังงานความร้อนสูง อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ เครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง อุปกรณ์ดักจับไอน้ำมันชีวภาพที่ได้จากการไพโรไลซีสชีวมวล วิธีการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์คาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ชีวมวล เป็นต้น

ผลงานด้าน Energy Storage Devices มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 13 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 26 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 81 ซึ่งตัวอย่างสิทธิบัตรดังกล่าว ได้แก่ วิธีการควบคุมการอัดประจุแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมจากสถานีจ่ายไฟ อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกันด้วยสัญญาณปิดเปิดกระแสอัดประจุ (Pulse Charging) อุปกรณ์เก็บกักพลังงานจากสัญญาณวิทยุที่อยู่ในสภาพแวดล้อม อุปกรณ์ตรวจจับแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพในระบบแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกัน อิเล็คโทรดประสิทธิภาพสูง (Semi-solid Electrodes Having High Rate Capability) อุปกรณ์เก็บพลังงานที่ได้จากการสะท้อนของสัญญาณคลื่นวิทยุในระบบส่งสัญญาณ (Reflected Energy Harvest) อุปกรณ์ตรวจจับแบตเตอรี่ที่ผิดปกติในแบตเตอรี่มากกว่า 1 ก้อนที่ต่ออนุกรมกัน เครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบอินทิเกรทเต็ดสำหรับระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ แบตเตอรี่โมดูล (Stationary Semisolid Battery Module and Method of Manufacture) กระบวนการเตรียมขั้วไฟฟ้าแบบโครงข่ายสามมิติของโลหะออกไซด์บนโครงข่ายสามมิติของโฟมโลหะที่มีชั้นของฟิล์มโลหะไฮดรอกไซด์แบบอสัณฐาน (Amorphous) สำหรับประยุกต์ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าของอุปกรณ์กักเก็บพลังงานทางเคมีไฟฟ้า เครื่องสำรองพลังงานไฟฟ้าแบบประสิทธิภาพสูงจากแบตเตอรี่ วิธีการผลิตถ่านกัมมันต์จากขุยมะพร้าวสำหรับตัวเก็บประจุยิ่งยวด รีด็อกซ์ โฟล (High Energy Density Redox Flow Device) เป็นต้น

ผลงานด้าน Fuel Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 8 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 16 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 80 ซึ่งตัวอย่างสิทธิบัตร ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและขั้วนำไฟฟ้าดึงกระแสภายนอกสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งแบบท่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ กรรมวิธีการผลิตตัวเซลล์เชื้อเพลิงหรือชุดประกบเมมเบรนอิเล็กโทรดสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนโดยวิธีการขึ้นรูปขั้วอิเล็กโทรดแบบผสมผสาน อุปกรณ์ผลิตเมทานอลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบปฏิบัติการเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพแบบไหลขึ้น ระบบแปรรูปน้ำเสียเป็นพลังงานแบบชีวภาพที่ทำงานได้อิสระ

และอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความต้านทานต่อการไหลของไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับวัสดุตรึงจุลินทรีย์ในน้ำเสียจากการพัฒนาขั้วไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพ ท่อปฏิรูปเชื้อเพลิงสำหรับปฏิรูปไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงก๊าซไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นการปรับสภาพไบโอเอทานอลสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง วัสดุป้องกันแก๊สรั่วเชิงประกอบแบบใช้แรงอัดในเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง อุปกรณ์ผลิตไฮโดรเจนจากเอทานอล ชุดควบคุมแรงเชิงกลแบบแรงกระจายด้วยความสัมพันธ์ของแรงตามแนวแกน X-Y สำหรับหอเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งแบบแผ่น เป็นต้น

ผลงานด้าน Renewables มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตร้อยละ 6 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 11 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 82 ตัวอย่างสิทธิบัตรดังกล่าว ได้แก่ อุปกรณ์ผลิตเมทานอลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบส่งกำลังสำหรับเรือหางยาว อุปกรณ์ตรวจสอบการอุดตันของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ระบบส่งกำลังแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับรถขนย้ายพืชผลการเกษตร เป็นต้น

ผลงานด้าน Wind มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตร้อยละ 5 ของของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 9 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 89 ตัวอย่างสิทธิบัตรดังกล่าว ได้แก่ การขึ้นรูปใบพัดกังหันลมสำหรับลมความเร็วต่ำในประเทศไทย อุปกรณ์เกียร์อัตโนมัติสำหรับกังหันลมแกนตั้งแบบเดเรียส ชุดใบพัดกังหันลมแกนตั้งแบบเดเรียสที่มีโครงสร้างแบบซ้อนกันที่สร้างแรงบิดได้ต่อเนื่อง อุปกรณ์ส่งกำลังให้กับกังหัน ชุดใบพัดกังหันลมแกนตั้งชนิดเดเรียส แบบกึ่งลอยตัวที่มีการจัดวางใบพัดในลักษณะตัวนำและตัวตาม อุปกรณ์วัดคุณสมบัติของกระแสลม เป็นต้น

ผลงานด้าน Energy Materials มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 4 ของทรัพย์สินทางปัญญารวม หรือนับเป็นจำนวน 8 คำขอ โดยเป็นสัดส่วนของสิทธิบัตรถึงร้อยละ 50 ซึ่งตัวอย่างสิทธิบัตร ได้แก่ แผ่นเชื่อมต่อทางไฟฟ้า กล่องหล่อแม่พิมพ์ วัสดุปลูกและกระบวนการผลิตวัสดุปลูกจากยิปซัมพรุนซึ่งได้จากโรงไฟฟ้าถ่านหิน กรรมวิธีการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์สำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตแอสฟัลติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete) และการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา อุปกรณ์วัดค่าความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าสลับสำหรับวัสดุซีเมนต์คอมพอสิตที่ยังไม่แข็งตัว โดยข้อมูลจำนวนผลงานด้านทรัพย์สินทางปัญญาในแต่ละประเภทแยกตามสาขาดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลงานทรัพย์สินทางปัญญาด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 - 2562

สาขา	สิทธิบัตร (คำขอ)	อนุสิทธิบัตร (คำขอ)	ทรัพย์สินทางปัญญาอื่น (คำขอ)	รวม
Biomass and Bioenergy	23	15	1	39
Electric Power	5	1		6
Energy Distribution Systems	2	1		3
Energy Efficiency		1		1
Energy Management System	4	1		5
Energy Materials	4	4		8
Energy Storage Devices	21	4	1	26
Fuel Cell	13	3		16

สาขา	สิทธิบัตร (คำขอ)	อนุสิทธิบัตร (คำขอ)	ทรัพย์สินทางปัญญาอื่น (คำขอ)	รวม
Hydrogen	3	2		5
Natural Gas		2		2
Renewables	9	2		11
Solar Cell	53	15		68
Wind	8	1		9
ทรัพย์สินทางปัญญารวม	**145**	**52**	**2**	**199**

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

5.3 งานเขียนทางด้านวิชาการมีผลงานรวมทั้งสิ้น 1,424 บทความ จำแนกตามสาขา

ด้าน Biomass and Bioenergy มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 30 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 434 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 41 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติดังกล่าว ได้แก่ การศึกษาปฏิกิริยาดีออกซิจิเนชันของกรดโอเลอิกภายใต้บรรยากาศเฉื่อยโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดินัมออกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อผลิตดีเซลสะอาด ($NiAl_2O_4$ Spinel-type Catalysts for Deoxygenation of Palm Oil to Green Diesel) การใช้ประโยชน์ของซีโอไลต์ชนิด ZSM-5 ที่สังเคราะห์จากเถ้าลอยการไพโรไลซิสที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาของกากสบู่ดำในเตาปฏิกรณ์ การผลิตไบโอดีเซล (Catalytic Performance Enhancement of CaO by Hydration-Dehydration Process for Biodiesel Production at Room Temperature) กระบวนการดึงออกซิเจนออกจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มเพื่อผลิตสารไฮโดรคาร์บอนช่วงเชื้อเพลิงอากาศยานโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชันของวัสดุชีวมวลด้อยมูลค่าโดยศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการต่อผลิตภัณฑ์แข็งและผลิตภัณฑ์เหลว กระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็วของกาหยีน้ำร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์ชนิด Y การกำจัดพิษในน้ำมันสบู่ดำเพื่อการผลิตเป็นไบโอดีเซล (Catalytic Upgrading of Soybean Oil Methyl Esters by Partial Hydrogenation Using Pd Catalysts) ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดแคลเซียมออกไซด์จากขยะอุตสาหกรรมสำหรับปรับปรุงไอไพโรไลซิสของกากสบู่ดำ การผลิตกรด D-xylonic (Production of D-xylonic Acid Using a Non-recombinant Corynebacterium Glutamicum Strain) การพัฒนาสารประกอบนาโนของออกไซด์ของโลหะทรานซิชันที่มีรูพรุนและมีพื้นที่ผิวสูงร่วมกับออกไซด์ของโลหะแอลคาไลด์เอิร์ทเพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบสสำหรับการผลิตไบโอดีเซลสะอาด ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล (High Quality Jatropha Biodiesel (H-FAME) and Its Application in a Common Rail Diesel Engine) เป็นต้น

ด้าน Solar Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 24 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 341 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 29 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ ผลของการเติมเกลือลิเทียมที่ส่งผลต่อความเสถียรของโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ เพอรอฟสไกต์แบบ CsPb2Br เพื่อพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสารอินทรีย์ ชั้นนำไฟฟ้าโปร่งแสงบนฐานรองโค้งงอได้เพื่อประยุกต์ใช้กับเซลล์แสงอาทิตย์แบบเพอรอฟสไกต์ (Optics of Perovskite Solar Cell Front Contacts) การเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริด (Development of Thin Film Amorphous Silicon Oxide/Microcrystalline Silicon Double-Junction Solar Cell and Their Temperature Dependence) ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Finite Element Method for Computational Fluid Dynamics to Design Photovoltaic Thermal (PV/T)

System Configuration) ซอฟต์แวร์ประเมินผลการผลิตไฟฟ้า (Field Performance and Degradation Rates of Different Types of Photovoltaic Modules: A Case Study in Thailand) การศึกษาผลของซีเซียมในฟิล์มเพอรอฟสไกต์เพื่อเสถียรภาพระหว่างพื้นผิวภายใต้การฉายแสงยูวี การปรับปรุงประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์พอลิเมอร์ด้วยกระบวนการควมคุมทิศทางและการนำพาการระเหย การเตรียมฟิล์มเซอร์รีนเสริมแรงด้วยเส้นใยนาโนเซลลูโลสและความเป็นได้ในการประยุกต์ใช้เป็นฟิล์มคอมโพสิตโปร่งแสงสำหรับการห่อหุ้มอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าแบบอินทรีย์ การเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์สารอินทรีย์แบบเฮตทีโรจังชั่นด้วยเทคนิคการเคลือบสาร เป็นต้น

ด้าน Energy Materials มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 14 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 195 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 54 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าเคมีทางแสง (2D Porous TiO_2 Single-Crystalline Nanostructure Demonstrating High Photo-Electrochemical Water Splitting Performance) ตัวนำประจุไฟฟ้าแบบยิ่งยวด (N-Type Superconductivity in an Organic Mott Insulator Induced by Light-Driven Electron-Doping) การศึกษาโดยจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของการโตของผลึก Sb_2-xBixTe$_3$ ที่มีโครงสร้างผลึกเฮซาโกนอลใช้เทคนิค TEM-EDS การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความเป็นเนื้อเดียวของฟิล์ม Cupper Indium Gallium Selenide (CIGS) ที่ทำการขึ้นรูปด้วยเทคนิค Docter Blade การควบคุมโครงสร้างวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริคด้วยการให้ความร้อนบนฐานรองฟิล์มในกระบวนการขึ้นรูปฟิล์มด้วยเทคนิค Pulsed DC Sputtering ผลการตอบสนองค่าอิมพีแดนซ์ในระบบจำลองทางกายภาพสำหรับวัสดุคอมโพสิตที่มีเส้นใยนำไฟฟ้าเชื่อมต่อระหว่างรอยแตกไม่นำไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์การกระจายตัวของเส้นใยพืชในวัสดุเซรามิกเมตริกซ์คอมโพสิตโดยวิธีอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปี การวิเคราะห์ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกของเถ้าแกลบโดยวิธีอิมพีแดนซ์สเปกโทรโดยการสำรวจและศึกษาสมบัติของเถ้าชีวมวลเพื่อนำมาใช้ในงานซีเมนต์หรือคอนกรีต เป็นต้น

ด้าน Energy Storage Devices มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 10 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 140 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 58 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ การศึกษาทางทฤษฎีของโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์และความจุไฟฟ้าควอนตัมของกราฟีนชั้นเดียวและหลายชั้นที่ถูกเจือปนโดย Al, B, N, P และ Monovacancy แผ่นกั้นคุณภาพสูงสำหรับแบตเตอรี่ที่ทำจากเส้นใยเซลลูโลสละเอียดฝังด้วยอนุภาคไทเทเนีย แอมโมเนียเสริมโครงสร้างคอมโพสิต Polyaniline-Nanofiber Graphene/CNT ที่เต็มไปด้วยอนุภาคนาโนแพลเลเดียมสำหรับ Supercapacitors เซลล์เหรียญ วัสดุแอโนดประเภทไฟเบอร์ประเภทไททาเนียและคาร์บอนสำหรับใช้งานในแบตเตอรี่ประเภทโซเดียมไอออน เป็นต้น

ด้าน Fuel Cell มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 9 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 132 เรื่อง โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 39 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ การออกแบบระบบความร้อนของเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งร่วมกับหอกลั่นโดยใช้เชื้อเพลิงโดยการปรับสภาพเอทานอลชีวภาพสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในเซลล์เชื้อเพลิง คุณสมบัติการต่อต้านการกัดกร่อนของแผ่นไบโพลาร์ชนิดโลหะสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM ผลขององค์ประกอบของสารต่อการเคลื่อนมวลและการนำไฟฟ้าในสารประกอบประเภทแลนทานัมนิเกิลออกไซด์และซีเรียมออกไซด์ การพัฒนาเซลล์สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็งสำหรับใช้ที่อุณหภูมิปานกลาง (การศึกษาคุณสมบัติของ La_2-xSrxNiOx) การขึ้นรูปเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งบนวัสดุรองรับนิเกิลโดยการพัฒนาเซรามิกคะตะลิสต์เพื่อพัฒนาเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

ด้าน Renewables มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 8 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 110 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 33 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนสำหรับบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร การเปรียบเทียบเชิงเทคโนอีโคโนมิกของการใช้พลังงานในกระบวนการกลั่นอะซีทรอปิกส์ การศึกษาสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของฟิล์ม c-GeSb0.75Te0.5 to h-GeSbTe0.5 ที่ผ่านการปรับปรุงด้วยความร้อน การศึกษาค่า Power Factor ของฟิล์ม c-GeSbTe การเปรียบเทียบโมดูลสำหรับผลิตพลังงานเทอร์โมอิเล็กทริกและสำหรับทำความเย็น การจำลองการทำงานทางพลวัตของโมเลกุลสตรอนเทียมไททาเนต ผลกระทบของฟิล์ม MgO เคลือบบนฟิล์ม TiO_2 บนโซลาเซลล์โครงสร้าง ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการสังเคราะห์วัสดุ เทอร์โมอิเล็กทริก $NaCoO_2$ ฟิสิกส์ของการเริ่มต้นหมุนของกังหันลมแกนตั้งชนิดเดเรียส เป็นต้น

ด้าน Electric Power มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 3 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 36 บทความ และเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 47 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ อุปกรณ์ไดโอดเปล่งแสง (Piezoelectric-Induced Triboelectric Hybrid Nanogenerators Based on the ZnO Nanowire Layer Decorated on the Au/polydimethylsiloxane–Al Structure for Enhanced Triboelectric Performance) ตรวจจับปรอทด้วยอนุภาคนาโนทองคำทรงกระบอกและดีเอ็นเอสายเดี่ยว การเปลี่ยนสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟอโรอิเล็กทริกจากการผลิตไฟฟ้าจากความร้อนทิ้งโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการจับตัวของวัสดุเงิน (ไททาเนียมไดออกไซด์) สำหรับการจับยึดปรอทธาตุที่เพิ่มขึ้น การวิเคราะห์การกระจายตัวของเส้นใยพืชในวัสดุซีเมนต์คอมโพสิตโดยใช้เทคนิคอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปี เป็นต้น

ด้าน Natural Gas มีสัดส่วนผลงานที่ผลิตได้ร้อยละ 2 ของงานเขียนทางวิชาการรวม หรือนับเป็นจำนวน 28 บทความ โดยเป็นสัดส่วนของบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติถึงร้อยละ 18 ตัวอย่างบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ได้แก่ Microporous, Self-Segregated, Graphenal Polymer Nanosheets Prepared by Dehydrogenative Condensation of Aza-PAHs Building Blocks in the Solid State การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับแก๊สคาร์บอน (Effects of Temperature on Methanol Adsorption on Functionalized Graphite: Saturation of Functional Groups) การทดสอบประสิทธิภาพตัวดูดซับ (CO_2 and H_2S Binary Sorption on Polyamine Modified Fumed Silica) เป็นต้น โดยข้อมูลจำนวนผลงานด้านงานเขียนทางวิชาการในแต่ละประเภทแยกตามสาขาดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลงานที่เป็นงานเขียนทางวิชาการด้านพลังงานของ สวทช. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 – 2562

สาขา	ประเภทผลงาน		จำนวน (บทความ)
	บทความตีพิมพ์วารสารนานาชาติ (บทความ)	งานทางวิชาการอื่น ๆ* (บทความ)	
Biomass and Bioenergy	178	256	**434**
Electric Power	17	19	**36**
Energy Distribution Systems	4	4	**8**
Energy Materials	106	89	**195**

สาขา	ประเภทผลงาน		จำนวน (บทความ)
	บทความตีพิมพ์วารสารนานาชาติ (บทความ)	งานทางวิชาการอื่น ๆ* (บทความ)	
Energy Storage Devices	81	59	**140**
Fuel Cell	52	80	**132**
Natural Gas	5	23	**28**
Renewables	36	74	**110**
Solar Cell	100	241	**341**
รวมผลงานเขียนทางด้านวิชาการ			**1,424**

หมายเหตุ : งานทางวิชาการอื่น ๆ เช่น การประชุมวิชาการ บทความตีพิมพ์ในวารสาร บทความสั้น โปสเตอร์นิทรรศการ รายงานวิจัยเชิงนโยบาย หนังสือ เป็นต้น

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นอกจากผลงานดังกล่าวข้างต้น สวทช. ได้จัดทำแผนกลยุทธ์ ฉบับปี พ.ศ. 2562 – 2566[100] โดยได้มีการทบทวนภารกิจเพื่อให้สอดคล้องกับระบบนิเวศนวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งได้กำหนดขอบเขตภาระงานเพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนาประเทศภายใต้แนวทาง “ไทยแลนด์ 4.0” ซึ่งเป็นการปรับระบบเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่ระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) โดยแผนการดำเนินงานบางส่วนในแผนกลยุทธ์ฉบับนี้ สวทช. ได้มีการกำหนด 7 กลุ่มภารกิจ เพื่อตอบโจทย์ประเทศ (NSTDA Transformation) (ภาพที่ 5.1) อันประกอบด้วย

1) กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ประกอบด้วย (1) กลยุทธ์ 6-6-10 คือ 6 Research Pillars, 6 Frontier Research และ 10 Technology Development Groups กรอบการพัฒนาเพื่อมุ่งสร้างความเข้มแข็งและความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) ขั้นสูง (2) National S&T Infrastructure (3) National Quality Infrastructure (NQI) และ (4) สวทช. ภูมิภาค

2) กลุ่มบริหาร RDI (Research Development Innovation Management) กลุ่มสนับสนุนและบริหารงานวิจัยขนาดใหญ่ การพัฒนานวัตกรรมตามความต้องการของภาครัฐ เน้นการตอบโจทย์หรือแก้ปัญหาที่สำคัญของประเทศ รวมถึงการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างประเทศ การส่งเสริมจริยธรรม และพัฒนาคุณภาพงานวิจัยควบคู่ไปกับงานวิจัย

3) กลุ่มสร้างเสริมความสามารถในการแข่งขัน เน้นการสร้าง S-Curve ใหม่ให้แก่ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม หรือการสร้างความสามารถในการแข่งขันให้แก่ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมบนฐานการสร้างนวัตกรรม รวมไปถึงการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ (Future Industry Development) ของผู้ประกอบการทั้ง SMEs, Start-up และผู้ประกอบการ IDE (Innovation Driven Enterprise)

---

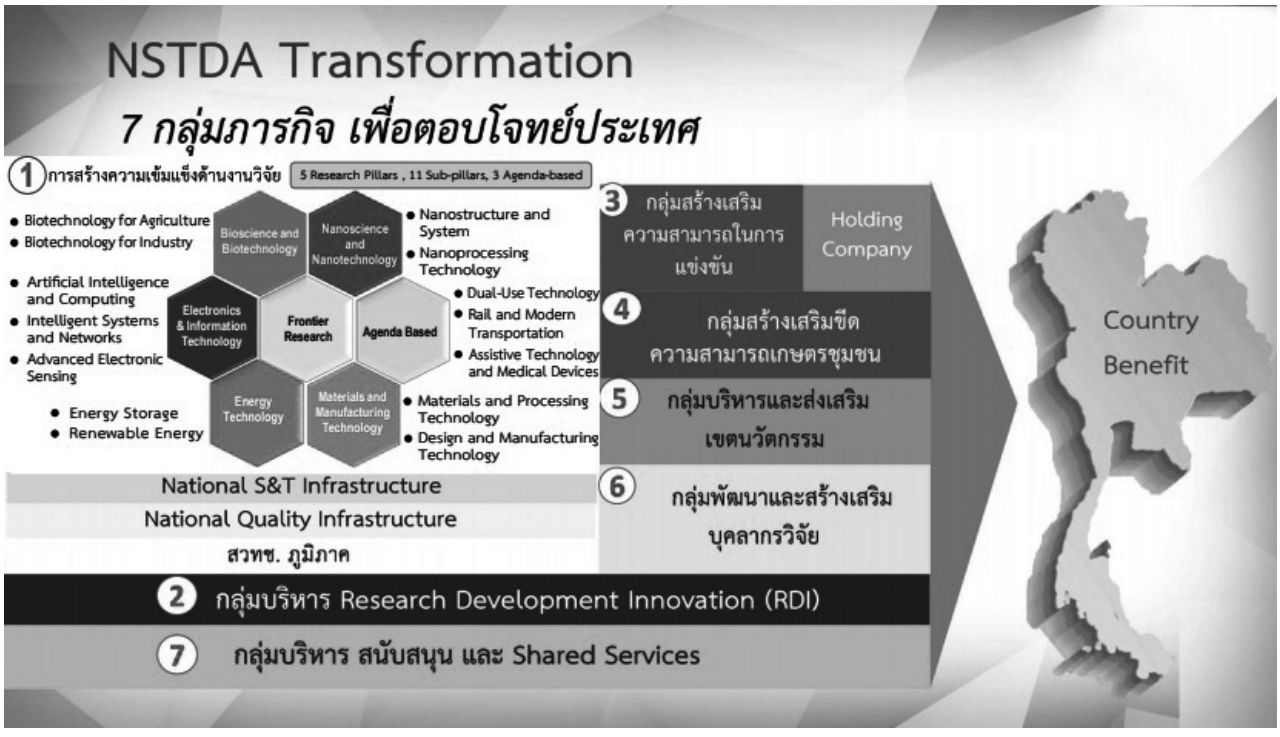
[100] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2561). *แผนกลยุทธ์ สวทช. ฉบับทบทวน 6.2 (พ.ศ. 2562-2566).* (e-book). ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

4) กลุ่มสร้างเสริมขีดความสามารถเกษตรชุมชน มีเป้าหมายในการพัฒนาเกษตรกรให้มีความรู้ความสามารถเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0

5) กลุ่มบริหารและส่งเสริมเขตนวัตกรรม

6) กลุ่มพัฒนาและสร้างเสริมบุคลากรวิจัย

7) กลุ่มบริหาร สนับสนุน และ Shared Services



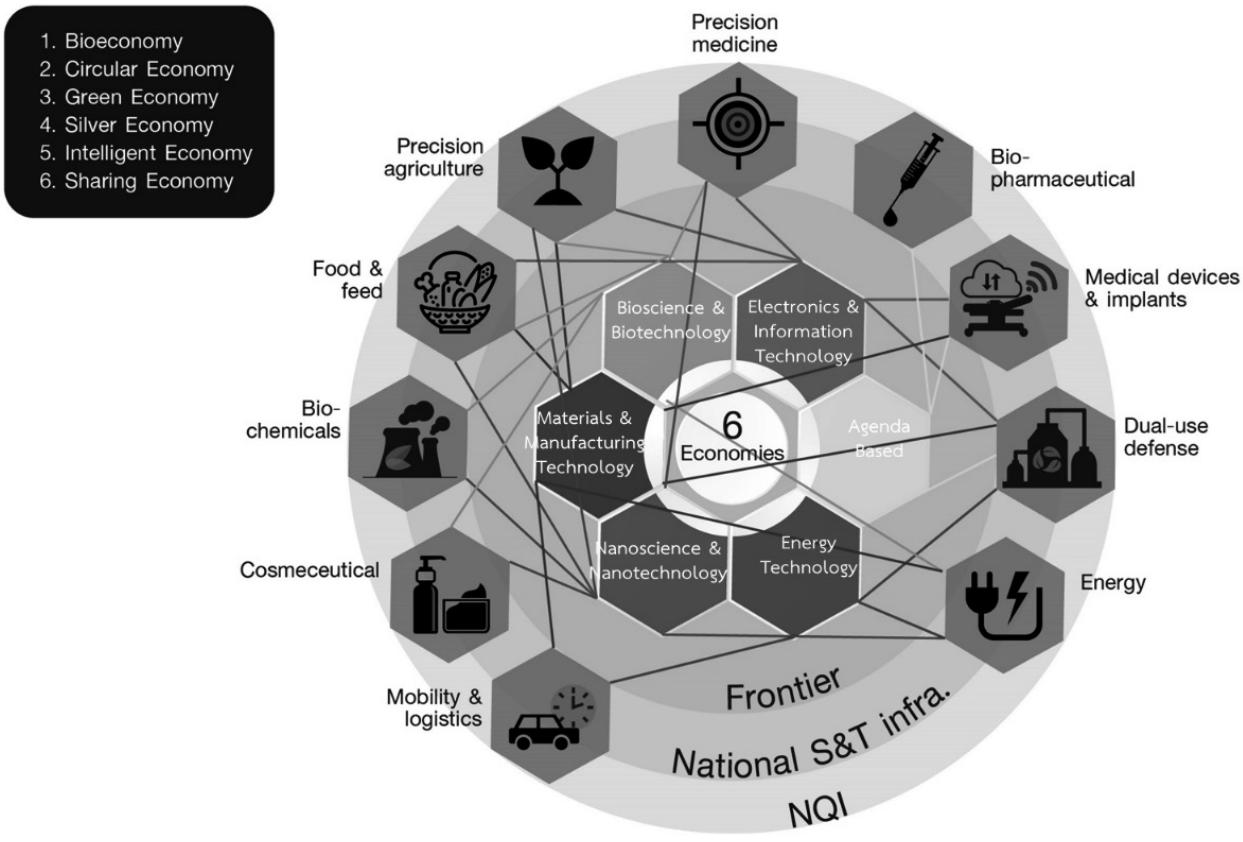
ภาพที่ 5.1 กลุ่มภารกิจของ สวทช. เพื่อตอบโจทย์ประเทศ

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

จากภาพที่ 5.1 กลุ่มภารกิจที่ 1 การสร้างความเข้มแข็งด้านงานวิจัย จะเห็นได้ว่า พลังงานได้ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งในทิศทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของ สวทช. เพื่อให้งานวิจัยสามารถตอบโจทย์การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน รวมถึงสร้างความร่วมมืองานวิจัยด้านพลังงานทั้งกับภาครัฐและเอกชน ซึ่งเทคโนโลยีที่ สวทช. ดำเนินการนี้จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการผลิตเพื่อสนับสนุนกลุ่มเทคโนโลยีเป้าหมาย ในชื่อ Technology Development Groups หรือ TDGs[101] ซึ่งเป็นกลุ่มที่ส่งมอบผลงานวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจแบบจับต้องได้ ใน 3 เรื่องคือ การขนส่งและระบบจัดส่ง (Mobility & Logistics) พลังงาน (Energy) และเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานทั้งในภาคพลเรือนเชิงพาณิชย์ และงานด้านความมั่นคงของประเทศ (Dual-use Defense) รวมถึงบริการวิเคราะห์ทดสอบด้านพลังงานบรรจุไว้ในแผนงานการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. เช่น การให้บริการทดสอบความปลอดภัยและประสิทธิภาพพลังงานของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

---

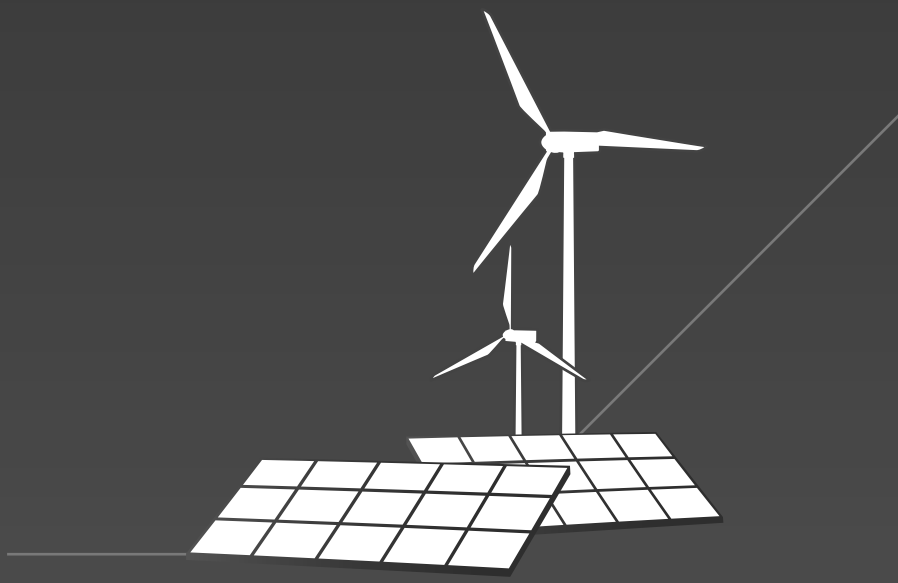
[101] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2562). *10 Technology Development Groups หรือ TDGs*. วันที่ค้นข้อมูล 18 เมษายน 2562, จาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เว็บไซต์: https://tulip.nectec.or.th/news/index.php?app=information&information=1&view=vwinf&type=show&value=aW50Q29kSW5mPTMxNTg4



ภาพที่ 5.2 ทิศทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของ สวทช.

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลุ่ม TDG พลังงานได้กำหนดเป้าหมายในการส่งมอบผลงาน อันประกอบด้วย ระบบกักเก็บพลังงานประสิทธิภาพสูงโดยดำเนินการทั้งทางด้านเซลล์แบตเตอรี่และแบตเตอรี่ขนาดเล็กเพื่อใช้งานด้านความมั่นคงและยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลจากตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อใช้ผลิตน้ำมันดีเซลมาตรฐาน EURO V การปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซลเพื่อให้สามารถผสมในสัดส่วนที่สูงขึ้นเป็นน้ำมัน B10 และ B20 และระบบผลิตและจัดการพลังงานจากแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงโดยวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์และชั้นฟิล์ม โซลารูฟ การทำนายผลการผลิตไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ แอปพลิเคชันสำหรับประเมินศักยภาพกำลังการผลิตในเขตร้อนชื้น และกระบวนการตรวจสอบแบ่งเกรดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใช้แล้ว สำหรับกลุ่ม TDG Dual-use Defense ได้กำหนดเป้าหมายในการส่งมอบผลงานด้านพลังงานคือ การรับมือภัยต่อความมั่นคงและเสถียรภาพแหล่งจ่ายพลังงาน อันประกอบด้วย ระบบเซลล์จ่ายพลังงานที่ประกอบขึ้นจากวัตถุดิบภายในประเทศเพื่อความมั่นคง ระบบควบคุมเสถียรภาพแหล่งจ่ายพลังงานเพื่อความมั่นคงของระบบ



บทที่ 6
บทสรุป และข้อเสนอแนะต่อทิศทางการวิจัยด้านพลังงานของประเทศ

สมุดปกขาว การศึกษาเชิงนโยบายการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาใน 5 ประเด็นหลักคือ แนวโน้มและสถานการณ์พลังงานของโลก การวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยวิจัยในต่างประเทศ ความเชื่อมโยงของแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของไทย ร่วมกับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของหน่วยงานวิจัยในประเทศ และขีดความสามารถ รวมถึงแผนงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. เพื่อนำข้อมูลจากการศึกษาดังกล่าวมาใช้ในการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยด้านพลังงานของประเทศ และเป็นข้อมูลประกอบเพื่อใช้ในการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ ซึ่งจากการศึกษานั้นพบข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้

แนวโน้มด้านพลังงานของโลกนั้น เป็นไปเพื่อแก้ไขปัญหาและปรับลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นข้อกังวลของทุกประเทศ จนนำมาสู่ความตกลงปารีส (Paris Agreement) โดยแนวโน้มด้านพลังงานที่มีการกล่าวถึงนั้นมีด้วยกัน 2 ประเด็นหลัก ๆ คือ พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) โดยในส่วนของพลังงานหมุนเวียน นับได้ว่ามีการกล่าวถึงและได้รับความสนใจทั้งในระดับภูมิภาคและหน่วยวิจัยด้านพลังงาน เช่น ทบวงการพลังงานทดแทนระหว่างประเทศ (IRENA) ได้ให้ความสำคัญกับพลังงานหมุนเวียนในแง่ของการเป็นองค์ประกอบหลักควบคู่กับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศของโลก ในขณะที่กลยุทธ์ภายใต้วิสัยทัศน์สหภาพยุโรปนั้นได้กำหนดให้บูรณาการพลังงานหมุนเวียนเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ เพื่อลดภาวะการพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากภายนอก และเพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ในราคาที่เหมาะสม เช่นเดียวกันกับหน่วยวิจัยในต่างประเทศ ที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาพลังงานหมุนเวียนโดยเน้นการศึกษาทั้งพลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานสะอาดทางทะเล ในส่วนของไทยก็ให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทน และพลังงานหมุนเวียนเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากการกำหนดไว้ในแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของประเทศ โดยมุ่งไปที่เรื่องของพลังงานชีวภาพและพลังงานชีวมวล รวมถึงวัตถุดิบในประเทศที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงาน สอดคล้องกับการวิจัยและพัฒนาของหน่วยวิจัยด้านพลังงานในไทยที่มุ่งเน้นการวิจัยพืชพลังงาน และวัตถุดิบต้นทุนต่ำอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม พลังงานแสงอาทิตย์ก็เป็นหนึ่งในประเด็นที่ไทยให้ความสนใจในการวิจัยและพัฒนามากกว่าพลังงานหมุนเวียนประเภทอื่น ๆ

การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) เป็นแนวโน้มด้านพลังงานอีกประเด็นหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากทั่วโลกเช่นกัน เนื่องจากการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานนั้นนับได้ว่าเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญของการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในมุมมองของหน่วยงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของโลกนั้น เห็นควรที่จะกำหนดแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานโดยเน้นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณมาก ดังเช่น สหภาพยุโรป ที่เน้น

กลุ่มอาคาร และภาคอุตสาหกรรม สอดรับกับ IRENA ที่ให้ความสำคัญกับกลุ่มอาคารเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม IRENA ยังให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานไปสู่พลังงานหมุนเวียนควบคู่กับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานโดยเน้นในสาขาการผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรม อาคาร และขนส่ง ในส่วนของไทยประเด็นการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานนับได้ว่าเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญที่ถูกกำหนดไว้ในทุกแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของประเทศ โดยแนวทางที่ไทยกำหนดไว้ในแผนต่าง ๆ นั้น ค่อนข้างสอดรับกับแนวทางของหน่วยงานในต่างประเทศ คือ เรื่องของอาคารอัจฉริยะ อย่างไรก็ตาม ไทยยังให้ความสำคัญกับภาคขนส่งและภาคครัวเรือนโดยการกำหนดแนวทางในเรื่องของฉลากเขียวสำหรับยานยนต์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย นอกจากแนวโน้มด้านพลังงานของโลกใน 2 ประเด็นดังกล่าวแล้ว ยังมีการกล่าวถึงแนวโน้มในประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น เทคโนโลยีด้านคาร์บอนต่ำ พลังงานสะอาด พลังงานนิวเคลียร์ เชื้อเพลิงชีวภาพแบบใหม่และไฮโดรเจน ระบบกักเก็บพลังงาน และเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) เป็นต้น

จากแนวโน้มพลังงานของโลกที่กล่าวไปข้างต้น เมื่อกลับมาพิจารณาถึงบริบทของไทย ทั้งในมิติของแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ และการวิจัยและพัฒนา พบว่า ไทยมีแนวทางด้านพลังงานที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวโน้มของโลก โดยประเทศไทยเน้นหนักไปทางด้านพลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไทยมีจำนวนแหล่งพลังงานขั้นต้นที่จำกัด ทำให้ต้องนำเข้าแหล่งพลังงานขั้นต้นเป็นจำนวนมาก สวนทางกับความต้องการใช้พลังงานในประเทศที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประเด็นการสร้างความสมดุลความมั่นคงด้านพลังงานเป็นยุทธศาสตร์สำคัญที่ไทยใช้เป็นหลักดำเนินการเพื่อให้เกิดความสมดุล มั่นคงด้านพลังงานและสามารถพึ่งพาตนเองได้ อย่างไรก็ตาม แม้รัฐบาลจะให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาด้านพลังงาน โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี รวมทั้งมีการบูรณาการแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ให้สอดคล้องและกำหนดช่วงเวลาในการดำเนินการให้สอดรับกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แต่ในทางปฏิบัตินั้นอาจยังไม่สามารถสร้างการรับรู้หรือความตระหนักตามแนวทางที่กำหนดได้อย่างกว้างขวางเท่าที่ควร นอกจากนี้ ไทยยังมีข้อจำกัดเรื่องความไม่แน่นอนทางการเมือง ซึ่งอาจส่งผลต่อความต่อเนื่องของนโยบายด้านพลังงาน

ในแง่ของการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในไทยนั้น ถึงแม้จะมีหลายหน่วยงานให้ความสนใจ แต่ยังคงจำกัดอยู่ในมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยของรัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจทางด้านพลังงาน ซึ่งแตกต่างจากต่างประเทศที่ถึงแม้จะมีหน่วยวิจัยในมหาวิทยาลัยเช่นเดียวกับไทย แต่ในต่างประเทศก็ยังมีการจัดตั้งหน่วยงานวิจัยทางด้านพลังงานโดยเฉพาะ มีการกำหนดแหล่งที่มาของงบประมาณที่ชัดเจน รวมถึงมีโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการวิจัยเป็นจำนวนมาก และสามารถแบ่งปันให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาใช้โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวร่วมกัน นอกจากนี้หน่วยงานวิจัยด้านพลังงานในต่างประเทศดังกล่าว ยังมีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวมถึงจัดตั้งหน่วยงานภายใต้ที่ทำหน้าที่ให้ความรู้แก่ประชาชนทั่วไปได้เข้ามาเรียนรู้เรื่องพลังงาน รวมถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย สำหรับในแง่ของประเด็นการวิจัยและพัฒนานั้น ถึงแม้ไทยจะมีการวิจัยทางด้านพลังงานหมุนเวียน และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน เช่นเดียวกับแนวโน้มโลก แต่การวิจัยและพัฒนาของไทยกลับยังเป็นการวิจัยที่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ไม่มากเท่าที่ควร อีกทั้งหัวข้อการวิจัยก็มีความหลากหลายและไม่เป็นไปในทิศทางที่ชัดเจน นอกจากนี้ไทยยังไม่ค่อยให้ความสำคัญกับเรื่องของการจัดการซากเพื่อรองรับขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นมากในอนาคต สังเกตได้จากแผนงานด้านพลังงานที่มีการกล่าวถึงใน (ร่าง) ยุทธศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) เพียงแผนเดียวเท่านั้น

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของประเทศ

จากบทสรุปและการศึกษาข้อมูลด้านพลังงานในแง่มุมต่าง ๆ ในการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อทิศทางการวิจัยด้านพลังงานของประเทศ จึงขอเสนอแนะเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ด้านกลไกภาครัฐ และด้านทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของไทย ดังมีรายละเอียดของข้อเสนอในแต่ละประเด็นดังนี้

กลไกภาครัฐ

จากที่กล่าวข้างต้นว่า ถึงแม้รัฐบาลจะมีการกำหนดแนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาพลังงานและขนส่ง โดยกำหนดไว้ในแผนย่อยการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพอากาศภายใต้แผนแม่บทยุทธศาสตร์ชาติ รวมถึงกำหนดให้มีการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 รวมถึงกำหนดให้ใช้พลังงานทางเลือกในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 แต่กลับพบข้อสังเกตว่าการรับรู้ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเรื่องดังกล่าวยังไม่มากเท่าที่ควร ดังนั้นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านกลไกภาครัฐเสนอให้รัฐบาลประกาศเป้าหมายลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเป็นแนวทางในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ขึ้นเป็นวาระแห่งชาติ โดยครอบคลุมสาขาที่มีการใช้พลังงานในปริมาณสูง อันประกอบด้วย ภาคขนส่ง ภาคอาคาร (รวมที่พักอาศัยและสำนักงาน) และภาคอุตสาหกรรม พร้อมทั้งจัดสรรเงินทุนวิจัยที่สอดคล้องกับเป้าหมายพลังงานของประเทศ รวมถึงกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า ที่สอดรับกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 เช่นเดียวกับการให้ความรู้แก่ประชาชนในเรื่องของพลังงานทดแทน และสร้างความตระหนักให้ประชาชนรู้จักประหยัดพลังงาน และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวทางในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่ควรมีการกำหนดแนวทางการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรม และสามารถปฏิบัติได้จริง

นอกจากการยกระดับเรื่องการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เป็นวาระแห่งชาติแล้ว ยังเสนอให้รัฐบาลพัฒนาแพลตฟอร์มกลางเพื่อรองรับการเป็นศูนย์กลางข้อมูล และการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านพลังงานของประเทศ โดยครอบคลุมข้อมูลในส่วนของการให้ทุน การวิจัยและพัฒนา และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลหลักทางด้านพลังงานของประเทศอีกด้วย

ทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน

ดังจะเห็นจากการศึกษาข้อมูลว่า ประเทศไทยยังขาดหน่วยงานวิจัยทางด้านพลังงานโดยเฉพาะ ซึ่งแตกต่างจากต่างประเทศที่ถึงแม้จะมีหน่วยวิจัยอยู่ภายในมหาวิทยาลัย แต่ในขณะเดียวกันก็มีหน่วยงานวิจัยด้านพลังงานขนาดใหญ่ และทำการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในหลากหลายสาขาโดยเฉพาะ ดังนั้น ในประเด็นทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน จึงเสนอมีการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติขึ้น โดยลักษณะของศูนย์ฯ ดังกล่าวนั้นจะประกอบไปด้วยหน่วยงานย่อยที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น

- *หน่วยวิจัยด้านพลังงาน* มุ่งเน้นการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมใน 5 ประเด็นหลักที่สอดรับกับแนวโน้มและสถานการณ์พลังงานของโลก รวมถึงยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนงานด้านพลังงานต่าง ๆ ของไทย อันประกอบด้วย 1) พลังงานทดแทน และพลังงานหมุนเวียน โดยให้ความสำคัญกับพลังงานชีวภาพและพลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ และแหล่งพลังงานอื่น ๆ ที่ไทยมีศักยภาพรองรับ 2) เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน 3) ระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อรองรับการปรับเปลี่ยนสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ในอนาคต 4) การจัดการระบบพลังงาน

ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อรองรับการเปลี่ยนสู่ระบบพลังงานใหม่ และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และ 5) แหล่งพลังงานดั้งเดิม (Conventional Energy) โดยให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดการปลดปล่อยก๊าซต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษในขั้นตอนการผลิตจากแหล่งพลังงานดั้งเดิมดังกล่าว นอกจากนี้ เสนอให้มีการศึกษา วิจัย และจัดทำแผนการพัฒนาระบบการจัดการซาก (แบตเตอรี่) หลังใช้งานควบคู่ไปด้วย เพื่อรองรับปัญหาขยะและการจัดการซากที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

- *หน่วยความร่วมมือ* มีบทบาทในการสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษา หน่วยงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยด้านพลังงานใหม่ที่อยู่ในความสนใจของโลก รวมถึงสนับสนุนเงินทุนในการวิจัยและพัฒนาแก่หน่วยงานที่สนใจ
- *หน่วยถ่ายทอดเทคโนโลยี* ทำหน้าที่พัฒนากลไกความร่วมมือการถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานใหม่จากการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมสู่การผลิตภาคอุตสาหกรรม เช่น การส่งเสริมการร่วมลงทุน 3 ฝ่าย (รัฐ เอกชน และสถาบันวิจัย) และสร้างการยอมรับ และการนำไปใช้ในระดับชุมชนและท้องถิ่น
- *ศูนย์เรียนรู้* มีบทบาทในการจัดทำแหล่งเรียนรู้เพื่อนำเสนอโครงการสาธิตการใช้เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในสาขาเป้าหมาย เช่น ภาคขนส่ง ภาคอาคาร (รวมที่พักอาศัยและสำนักงาน) และภาคอุตสาหกรรม เพื่อเป็นแหล่งสร้างประสบการณ์และสร้างการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ให้แก่หน่วยงาน และประชาชนที่สนใจ

อย่างไรก็ตาม การจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาตินี้ สามารถดำเนินการภายใต้ สวทช. โดยใช้พื้นที่ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในการดำเนินการได้ เนื่องจาก สวทช. ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน โดยกำหนดให้เป็นหนึ่งในทิศทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของ สวทช. เพื่อสนับสนุนกลุ่มเทคโนโลยีเป้าหมาย อีกทั้ง สวทช. ยังได้กำหนดแผนการดำเนินการและเป้าหมายด้านพลังงานเพื่อตอบโจทย์การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน โดยสร้างความร่วมมืองานวิจัยด้านพลังงานทั้งกับภาครัฐและภาคเอกชน นอกจากนี้ สวทช. ยังส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการผลิตของระบบกักเก็บพลังงานประสิทธิภาพสูง การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล และระบบผลิตและจัดการพลังงานจากแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง

สำหรับการทำวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานของ สวทช. นั้น มีการศึกษามากกว่า 500 โครงการ โดยผลงานที่ผ่านมานั้นมีทั้งต้นแบบ 123 ต้นแบบ ทรัพย์สินทางปัญญา 198 คำขอ และงานเขียนทางด้านวิชาการ 1,424 บทความ จากผู้ผลิตผลงานกว่า 1,300 คน ซึ่งการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานดังกล่าวของ สวทช. นั้น ดำเนินการผ่านทางศูนย์แห่งชาติทั้ง 4 ศูนย์ คือ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยปัจจุบัน สวทช. มีบุคลากรที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงาน ที่อยู่ภายใต้ศูนย์แห่งชาติทั้ง 4 ศูนย์กว่า 384 คน

ในเรื่องของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนานั้น สวทช. มีโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานในหลาย ๆ ส่วน เช่น ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and Electronic Products Testing Center: PTEC) ที่ปัจจุบันมีการให้บริการทดสอบความปลอดภัยและประสิทธิภาพพลังงานของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และศูนย์บริการวิเคราะห์ทดสอบ สวทช. (NSTDA Characterization and Testing Service Center: NCTC) ที่มีการให้บริการเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ สวทช.

ยังมีแผนงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่วางกรอบไว้ ทั้งในเรื่องของเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ในเรื่องมาตรการประหยัดพลังงานสำหรับภาคอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการผลิตและใช้พลังงานที่สะอาด เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบผลิตและจัดการพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น ซึ่งแผนงานวิจัย และโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่ สวทช. ดำเนินการอยู่นั้นล้วนแล้วแต่ตอบยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ภายใต้แนวทางของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ทั้งสิ้น

เอกสารอ้างอิง

Colin Cunliff (2019). *FY 2020 Energy Innovation Funding*: Congress Should Push the Pedal to the Metal. Information Technology & Innovation Foundation.

Department of Energy, *DOE Budget in Brief FY 2017.* Retrieved July 1, 2019, from Department of Energy Website: https://www.energy.gov/cfo/downloads/fy-2017-budget-justification

Department of Energy, *DOE Budget in Brief FY 2020*. Retrieved July 1, 2019, from Department of Energy Website: https://www.energy.gov/articles/department-energy-fy-2020-budget-request-fact-sheet

Energy Futures Lab. Retrieved April 17, 2019, from Imperial College LONDON Website: https://www.imperial.ac.uk/energy-futures-lab/

Energy Research Institute of Nanyang Technological University. *Programmes*. Retrieved March 27, 2019, from Nanyang Technological University Singapore Website https://erian.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx

EU Projects Office. *Horizon 2020 Structure.* Retrieved August 8, 2019, from EU Projects Office Website: http://cerneu.web.cern.ch/horizon2020/structure?fbclid=IwAR2zyQ_TGGZfQ4RhTol8RBkqPBG_Jm9qFy_TJgOeYcIvXw_o3fGhwe8WaR0

European Commission. *2050 Long-term strategy, 28 November 2018*. Retrieved May 21, 2019, from European Commission Website: https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-long-term-strategy

European Commission. *Secure, Clean and Efficient Energy*. Retrieved August 7, 2019, from European Commission Website: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/secure-clean-and-efficient-energy?fbclid=IwAR23HQtdO9Gn0Bb698KLI9kfIma9K0Pu78WUlxoh32t6bfcJtzJdsuO2oZ4

European Commission. *Horizon 2020*. Retrieved March 30, 2019, from European Commission Website: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en

European Commission. *Euratom Work Programme*. Retrieved August 7, 2019, from European Commission Website: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/euratom?fbclid=IwAR3l2ShfObxd_aK7o_ZWZY2ikdBrswx4-oL5dVoUCKC_rdoWQnpfUV7N1F0

European Parliament. (2017). *EU framework programmes for research and innovation*. Retrieved August 9, 2019, from European Parliament Website: file:///C:/Users/003720/Downloads/EPRS_IDA2017608697_EN.pdf

Green Network Magazine to Save the World. (2561). *ทิศทางการขับเคลื่อนพลังงานไทย และ Energy 4.0*. วันที่ค้นข้อมูล 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562. จาก Green Network Magazine to save the world เว็บไซต์: http://www.greennetworkthailand.com/energy-4-0-way/

IFP Energies Nouvelles. *IFPEN.* Retrived March 27, 2019, from IFP Energies Nouvelles Website: www.ifpenergiesnouvelles.com

Information Technology & Innovation Foundation. (2019). *FY 2020 Energy Innovation Funding: Congress Should Push the Pedal to the Metal*. Retrieved August 7, 2019, from Information Technology & Innovation Foundation Website: file:///C:/Users/003720/Downloads/2019-energy-innovation-full-report.pdf

Institute of Energy Economics, Japan. Retrived March, 2019, from The Institute of Energy Economics, Japan Website: https://eneken.ieej.or.jp/en

Manager Online. (2560). *บางจากเปิดตัวศูนย์นวัตกรรม BiiC นำร่องปั๊มโครงการบริหารจัดการพลังงาน.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม พ.ศ. 2562, จาก Manager Online เว็บไซต์: https://mgronline.com/business/detail/9600000091991

New Energy and Industrial Technology Development Organization, *FY2019 Budget* [website] Retrieved July 1, 2019, from New Energy and Industrial Technology Development Organization Website: https://www.nedo.go.jp/english/introducing_pja.html

NREL Transforming Energy. (2017). *NREL Technology Partnerships: Fiscal Year 2017.* Retrieved January 14, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/docs/gen/fy18/70923.pdf

NREL Transforming Energy. *Business Volumn*. Retrieved January 14, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/about/business-volume.html

NREL Transforming Energy. *Mission and Programs.* Retrieved January 11, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/about/mission-programs.html.

NREL Transforming Energy. Research. Retrieved January 25, 2019, from NREL Transforming Energy Website: https://www.nrel.gov/research/index.html.

Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. *National Renewable Energy Laboratory Documents*. Retrieved January 11, 2019, from U.S. Department of Energy Website: https://www.energy.gov/eere/national-renewable-energy-laboratory-documents

Office of The Chief Financial Officer. (2017). *FY 2017 Budget Justification*. Retrieved August 8, 2019, from Office of The Chief Financial Officer Website: https://www.energy.gov/cfo/downloads/fy-2017-budget-justification?fbclid=IwAR3tW2PQAjfDIfSE0tiw4ch7k-1MjX8H3CQFnXoTUW48VXC4MrQn9FPk5X0

Office of The Chief Financial Officer. (2020). *FY 2020 Budget Justification*. Retrieved August 8, 2019, from Office of The Chief Financial Officer Website: https://www.energy.gov/cfo/downloads/fy-2020-budget-justification?fbclid=IwAR35Gt40pOVYNgzGSHGqB3W2ch5lqT8URHyXswgyUkG1fU7HNIWojs57SEQ

Pezzutto, Simon & Mosannenzadeh, Farnaz & Grilli, Gianluca & Sparber, W. *European Union Research and Development Funding on Smart Cities and Their Importance on Climate and Energy Goals*. Retrieved August 8, 2019, from ResearchGate Website: https://www.researchgate.net/publication/309686831_European_Union_Research_and_Development_Funding_on_Smart_Cities_and_Their_Importance_on_Climate_and_Energy_Goals?fbclid=IwAR1N8SBQEJY2OG5WqyncSn3LEBU5E0DorPzQcW_mldHhFTuNINfaFZavxjQ

SINTEF Energy Research. *About SINTEF*. Retrieved February 4, 2019, from SINTEF Energy Research Website: https://www.sintef.no/en/this-is-sintef

SINTEF Energy Research. Retrieved February 4, 2019, from SINTEF Energy Research Website: https://www.sintef.no/en/sintef-energy#/

U.S. Energy Information Administration. (2017). *International Energy Outlook 2017*. Retrieved March 19, 2019, from U.S. Energy Information Administration Website: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf

U.S. Energy Information Administration. (2561). *EIA คาดปี ค.ศ. 2040 โลกยังใช้พลังงานฟอสซิลและนิวเคลียร์ร้อยละ 83*. วันที่ค้นข้อมูล 19 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:eia-83&catid=49&Itemid=251

United Nations. *Sustainable Development Goals*. Retrieved Febuary 3, 2019, from United Nation Website: https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7

United Nations. (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. Retrieved May 23, 2019, from United Nations Climate Change Website: https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). *สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยเดือนมกราคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2561*. วันที่ค้นข้อมูล 1 พฤษภาคม 2562, จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://www.dede.go.th/download/stat62/1_sit_Nov_61.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. *พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535*. วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2562, จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=134

กรมองค์การระหว่างประเทศ กระทรวงต่างประเทศ. *ความตกลงปารีส: ก้าวสำคัญของการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ*. วันที่ค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2562, จาก กรมองค์การระหว่างประเทศ กระทรวงต่างประเทศ เว็บไซต์: http://www.mfa.go.th/thai_inter_org/th/services

กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579. วันที่ค้นข้อมูล 19 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/

กระทรวงพลังงาน. (2561). *ยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2562.* วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2562, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/05/รวมเล่มยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุน-2562.pdf

กระทรวงพลังงาน. *ภาพรวมการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน 6 ด้าน 17 ประเด็น.* วันที่ค้นข้อมูล 10 พฤษภาคม 2562, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/08/booklet_energy-reform-2018-MOEN-small.pdf

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *ประกาศผลพิจารณาโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2562 (รอบ 2).* วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2562, จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เว็บไซต์: http://www.enconfund.go.th/pdf/index/โครงการที่ได้รับการสนับสนุนเงินกองทุนฯ2562(.pdf.

กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ กฟภ. *ขอบเขตงานวิจัยและพัฒนาที่จะได้รับการสนับสนุน.* วันที่ค้นข้อมูล 11 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เว็บไซต์: https://www.pea.co.th/เกี่ยวกับเรา/กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ-กฟภ#102124-

การไฟฟ้านครหลวง. (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้านครหลวง เว็บไซต์: https://www.mea.or.th/e-magazine/detail/2786/370

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). *ข้อมูลผู้ปฏิบัติงาน กฟผ.* วันที่ค้นข้อมูล 4 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=116.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. *R&D Roadmap กฟผ.* วันที่ค้นข้อมูล 21 กุมภาพันธ์ 2562, จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: http://www4.egat.co.th/research

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 11 มีนาคม 2562, จาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เว็บไซต์: https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/AnnualReport/PEA%20Annual%20 Report%20 2017%5bS%5d.pdf

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *เกี่ยวกับ.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/about/vision.php

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *องค์กรวิจัย.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/research/index.php

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *กลุ่มวิจัย.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.seem.kmutt.ac.th/research/research-groups.php

ดร.พิรุณ สัยยะสิทธิ์พานิช. (2560). *แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573.* วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2562, จาก Thailand – European Union Policy Dialogues Support Facility เว็บไซต์: http://thailandeupdsf.org/uploads/174da28894ea654559f0bb0dd39b6486.pdf

ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2562). *ข้อมูลรายบริษัท/หลักทรัพย์ PTT: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562,* จาก ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.set.or.th/set/companyprofile.do?symbol=ptt

ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2562). *ราคาหลักทรัพย์-ตามหมวดธุรกิจ.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://marketdata.set.or.th/mkt/sectorquotation.do?sector=ENERG&language=th&country=TH

ธีรชัย เกื้อเกตุ. *ความตกลงปารีส: โครงสร้างใหม่ทางกฎหมายในการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ.* วารสารรามคำแหง ฉบับนิติศาสตร์. ปีที่ 6 ฉบับที่ 2, (กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2560).

บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด. *พลังงานในอนาคต.* วันที่ค้นข้อมูล 30 เมษายน 2562, จาก บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด เว็บไซต์: https://www.shell.co.th/th_th/energy-and-innovation/the-energy-future.html

บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน). (2561). *รายงานประจำปี 2561.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.irpc.co.th/th/pdf/Annual_Report_2018_th.pdf

บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน). *ประวัติความเป็นมา และธุรกิจ IRPC.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.irpc.co.th/th/about.php

บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2562, จาก บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.tpipolenepower.com/pdf/ar/20180403-tpipp-ar2017-th.pdf

บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน). (2560). *BiiC Startup Monthly Pitching.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.bangchak.co.th/pdf/pitching.pdf

บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2562, จาก บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://investor.bangchak.co.th/misc/AR/20180328-bcp-ar2017-th.pdf

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *56-1 : แบบแสดงรายการข้อมูลประจำปี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).* วันที่ค้นข้อมูล 16 มกราคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ เว็บไซต์: https://market.sec.or.th/public/idisc/th/Viewmore/fsr561?searchSymbol=PTT

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 13 ธันวาคม 2561, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/Media-Center/Pages/Annual-Report-Detail.aspx?docsetid=1258&year=2560

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์.* วันที่ค้นข้อมูล 17 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/Sustainability/Social/Good-Corporate-Citizenship/Pages/Human-Resources.aspx

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *ความเป็นมา.* วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/about/pages/background.aspx.

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). *ประวัติความเป็นมา สถาบันนวัตกรรม ปตท..* วันที่ค้นข้อมูล 9 มกราคม 2562, จาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: http://www.pttplc.com/th/about/rti/pages/default.aspx

บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน). (2560). *รายงานประจำปี 2560.* วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2562, จาก บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: https://www.energyabsolute.co.th/pdf/an_ea_2017.pdf

บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). *โครงการสถาบันวิทยสิริเมธี และโรงเรียนกำเนิดวิทย์ จ.ระยอง.* วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2562, จาก บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์: https://www.pttgcgroup.com/th/updates/sustainability-projects/121/โครงการสถาบันวิทยสิริเมธี-และ-โรงเรียนกำเนิดวิทย์-จระยอง

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *เกี่ยวกับ.* วันที่ค้นข้อมูล 19 มิถุนายน 2562, จาก บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.jgsee.kmutt.ac.th/v2/index2.php

ประชาคมวิจัยด้านเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว. (2561). *สมุดปกขาว BCG in Action การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทย เพื่อเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว Bio – Circular – Green Economy*. วันที่ค้นข้อมูล 5 พฤศจิกายน 2561, จาก ศูนย์ข้อมูลวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://stiic.sti.or.th/work/bcg-model/

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *โครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยระบบพลังงาน.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เว็บไซต์: http://w08.psu.ac.th/node/4069

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. *แนะนำวิทยาลัย.* วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร เว็บไซต์: http://www.sert.nu.ac.th/index_thai.php

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. *โครงการและงานวิจัย.* วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร เว็บไซต์: http://www.sert.nu.ac.th/research.htm

ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ. ผลงานเด่น. วันที่ค้นข้อมูล 2 ธันวาคม 2562, จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.tistr.or.th/brc/?page_id=8

ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *นาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์ความเป็นเลิศด้านวัสดุนาโนไฮบริดสำหรับพลังงานทางเลือก.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.kmutt.ac.th/hynae/ประวัติ-และวิสัยทัศน์/

ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *ผลิตภัณฑ์นาโน, วัสดุนาโน.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก ศูนย์ความเป็นเลิศนาโนเทค-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เว็บไซต์: http://www.kmutt.ac.th/hynae/th/

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม. แนะนำ ศนพ. วันที่ค้นข้อมูล 2 ธันวาคม 2562, จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เว็บไซต์: https://www.tistr.or.th/innoEn/?page_id=2

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *ประวัติ.* วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/content/14?category=17

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *งานบริการด้านการอนุรักษ์พลังงาน.* วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/services/view?pid=2

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2553). *แผ่นพับแนะนำสถาบัน .* วันที่ค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เว็บไซต์: http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/content/465?category=17

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *About Us.* วันที่ค้นข้อมูล ธันวาคม 2561, จาก สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เว็บไซต์: www.eri.chula.ac.th

สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *แนะนำสถาบัน.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สถาบันวิจัยระบบพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เว็บไซต์: http://www.perin.psu.ac.th/images/Introduction_to_PERIN.pdf

สภานโยบายวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. *(ร่าง) ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579).* วันที่ค้นข้อมูล 1 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เว็บไซต์: http://www2.nrct.go.th/portals/0/downloads/ร่าง-ยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม20ปี60-79.pdf

สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2561). *ประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่อง การประกาศแผนปฏิรูปประเทศ.* วันที่ค้นข้อมูล 6 เมษายน 2562, จาก สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี เว็บไซต์: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/024_6/1.PDF

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). *ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562* จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/Law/7-60-11-30_1.pdf

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2561). *ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาอนุมัติโครงการที่ได้รับการจัดสรรเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีที่ใช้ในการประกอบกิจการไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ตามมาตรา 97(4) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562* จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/News/NewsDetail.aspx?rid=74799&CatId=1&muid=5&prid=26.

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2562). *คู่มือ 97 (5) เพื่อการส่งเสริมสังคมและประชาชนให้มีความรู้ความตระหนัก และมีส่วนร่วมทางด้านไฟฟ้า.* วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/97_5/Manual%2097(5)%20-%202562%20Online-new.pdf

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2562). *คู่มือการขอรับการสนับสนุนเงินกองทุนไฟฟ้าตามมาตรา 97(4).* วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Upload/Document/97_4/คู่มือ%2097(4)%20เล่มเล็ก%20final.pdf

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. *กองทุนมาตรา 97(4).* วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/StaticPage/StaticPage.aspx?p=118&Tag=กองทุนมาตรา%2097(4)&muid=186&prid=190

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. *ความเป็นมากองทุนพัฒนาไฟฟ้า*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เว็บไซต์: http://pdf.erc.or.th/eFundPortalV2/Front/StaticPage/StaticPage.aspx?p=2&Tag=ความเป็นมากองทุนพัฒนาไฟฟ้า&muid=2&prid=8

สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580*. วันที่ค้นข้อมูล 21 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://www.nesdb.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนบูรณาการพลังงานระยะยาว (TIEB)*. วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนจัดหาก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan)*. วันที่ค้นข้อมูล 15 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/gasplan

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan). วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/oilplan

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580. วันที่ค้นข้อมูล 20 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/pdp

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. *แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 -2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015)*. วันที่ค้นข้อมูล 31 มกราคม 2562, จาก สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/EEP2015.pdf

สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2561). *ยุทธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2562. วันที่ค้นข้อมูล 29 กรกฎาคม 2562* จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2018/05/รวมเล่มยุมธศาสตร์จัดสรรเงินกองทุน-2562.pdf

สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *ประกาศ สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่ 13/2562 เรื่อง ยุทธศาสตร์การจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2563.* วันที่ค้นข้อมูล 29 กรกฎาคม 2562, จาก สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เว็บไซต์: http://www.enconfund.go.th/pdf/index/2019061818280_ประกาศ%20ส.กทอ.%20ที่%2013-2562%20ลงวันที่%2018%20มิ.ย.%2062%20เรื่อง%20ย.pdf

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2561). *แผนกลยุทธ์ สวทช. ฉบับทบทวน 6.2 (พ.ศ. 2562-2566).* (e-book). ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2562). *10 Technology Development Groups หรือ TDGs.* วันที่ค้นข้อมูล 18 เมษายน 2562, จาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เว็บไซต์: https://tulip.nectec.or.th/news/index.php?app=information&information=1&view =vwinf&type=show&value=aW50Q29kSW5mPTMxNTg4

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562). *Strategic Planning Alliance รายงานผลผลิตเชิงปริมาณ*. วันที่ค้นข้อมูล 30 เมษายน 2562, จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เว็บไซต์ https://central.nstda.or.th/spa/pbd/index.php

สำนักงานสภาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564).* วันที่ค้นข้อมูล 24 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ*. วันที่ค้นข้อมูล 22 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: http://nscr.nesdb.go.th/แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสต/

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *สรุปสาระสำคัญ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564.* วันที่ค้นข้อมูล 24 พฤษภาคม 2562, จาก สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เว็บไซต์: https://www.nesdc.go.th/download/plan12/สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่12.pdf

หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. (2560). “พอเพียง” ยุค 4.0 อนาคตพลังงานไทย. วันที่ค้นข้อมูล 20 มิถุนายน 2562, จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.eppo.go.th/index.php/th/component/k2/item/11967-news-energy210260-1

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120